CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU TRA NGHIÊN CỨU BIỂN
CẤP NHÀ NƯỚC KHCN-06 (1996-2000)

BIỂN ĐÔNG

III

ĐỊA CHẤT- ĐỊA VẬT LÝ BIỂN

ĐHQG HÀ NỘI
NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU TRA NGHIÊN CỨU BIỂN
CẤP NHÀ NƯỚC KHCN-06 (1996-2000)

BIỂN ĐÔNG

III
ĐỊA CHẤT-ĐỊA VẬT LÝ BIỂN

Mai Thanh Tân (*Chủ biên*), Đặng Văn Bát, Lê Duy Bách, Đỗ Bạt,
Nguyễn Biểu, Nguyễn Văn Đắc, Phan Trung Điền, Trịnh Thế Hiếu
Trần Nghi, Bùi Công Quế, Ngô Gia Thắng, Nguyễn Thế Tiệp.

ĐH QG HÀ NỘI NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
HÀ NỘI-2003

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU vii

MỞ ĐẦU ix

Chương I. TÌNH HÌNH ĐIỀU TRA NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT - ĐỊA VẬT LÝ VÙNG BIỂN VIỆT NAM 1

I. QUÁ TRÌNH KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ - ĐỊA CHẤT 3

II. QUÁ TRÌNH NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP VỀ ĐỊA VẬT LÝ - ĐỊA CHẤT 7

Chương II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÌNH, ĐỊA MẠO VÙNG BIỂN VIỆT NAM 21

I. CÁC TÁC NHÂN THÀNH TẠO ĐỊA HÌNH 21

1. Tác nhân động lực nội sinh 21

2. Tác nhân động lực ngoại sinh 22

II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA MẠO VÙNG BIỂN VIỆT NAM 25

1. Địa mạo bờ biển và đới ven bờ 26

2. Địa mạo thềm lục địa 32

3. Địa mạo sườn lục địa 45

4. Địa mạo chân lục địa 51

5. Địa mạo đáy biển thẳm 53

6. Địa mạo các đảo 55

III. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN 60

1. Thời kỳ Eocen- Miocen 60

2. Thời kỳ Pliocen- Đệ Tứ 61

3. Thời kỳ Holocen- Hiện đại 63

Chương III. ĐẶC ĐIỂM CÁC TRƯỜNG ĐỊA VẬT LÝ VÀ CẤU TRÚC SÂU VỎ TRÁI ĐẤT 67

I. ĐẶC ĐIỂM TRƯỜNG TRỌNG LỰC 67

1. Trường bất thường trọng lực thềm lục địa Việt Nam..... 67
2. Trường bất thường trọng lực trên Biển Đông..... 69
3. Trường bất thường trọng lực vùng quần đảo Trường Sa... 73
II. ĐẶC ĐIỂM TRƯỜNG TỪ..... 75
1. Trường từ thềm lục địa Việt Nam..... 75
2. Trường từ trên biển Đông..... 81
3. Trường bất thường từ vùng quần đảo Trường Sa..... 83
III. ĐẶC ĐIỂM TRƯỜNG SÓNG ĐỊA CHẤN..... 85
1. Trường sóng địa chấn thềm lục địa Việt Nam..... 85
2. Trường sóng địa chấn vùng quần đảo Trường Sa..... 90
IV. HOẠT ĐỘNG ĐỘNG ĐẤT VÀ NÚI LỬA..... 92
1 Phân bố chấn tâm động đất..... 92
2. Hoạt động núi lửa 95
3. Khả năng xảy ra sóng thần 96
4. Trường chấn động tự nhiên..... 97
V. TRƯỜNG ĐỊA NHIỆT..... 100
1. Trường địa nhiệt trên thềm lục địa Việt Nam..... 100
2. Trường địa nhiệt trên Biển Đông..... 103
VI. BẢN CHẤT ĐỊA CHẤT CỦA CÁC BẤT THƯỜNG TRỌNG LỰC VÀ TỪ..... 106
1. Mối liên quan giữa trường từ và trường trọng lực với các ranh giới địa chất..... 106
2. Minh giải địa chất các bất thường từ ΔTa..... 108
3. Trạng thái cân bằng đẳng tĩnh vỏ quả đất..... 110
VII. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC CÁC RANH GIỚI CƠ BẢN TRONG VỎ TRÁI ĐẤT..... 112
1. Địa hình mặt Moho..... 113
2. Địa hình mặt Conrad..... 115
3. Mặt móng Granit..... 117

VIII. ĐẶC ĐIỂM CÁC HỆ THỐNG ĐỨT GÃY TRONG VỎ TRÁI ĐẤT 117
1. Đứt gãy trên thềm lục địa Việt Nam 118
2. Đứt gãy trên Biển Đông 121
3. Đứt gãy trên vùng quần đảo Trường Sa 122
IX. CÁC KIỂU VỎ TRÁI ĐẤT VÀ MẶT CẮT CẤU TRÚC ĐẶC TRƯNG 123
1. Các kiểu vỏ Trái đất 123
2. Các kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất trên thềm lục địa Việt Nam 127
3. Các kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất trên biển Đông 131
Chương IV. ĐỊA CHẤT ĐỆ TỨ VÙNG BIỂN VIỆT NAM 137
I ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT ĐỆ TỨ 137
1. Cơ sở phân chia địa tầng Pliocen - Đệ Tứ 137
2. Trầm tích Đệ Tứ các đồng bằng ven biển 142
3. Trầm tích Đệ Tứ bắc bồn trũng Sông Hồng (Vịnh Bắc Bộ) 144
4. Trầm tích Đệ Tứ nam bồn trũng Sông Hồng 153
5. Trầm tích Đệ Tứ bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn .. 157
6. Trầm tích Đệ Tứ bồn trũng Ma Lay- Thổ Chu 161
7. Trầm tích Đệ Tứ vùng quần đảo Trường Sa 166
8. Đặc điểm môi trường trầm tích Đệ Tứ 169
II. ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH ĐÁY BIỂN 172
1. Các kiểu trầm tích tầng mặt và sự phân bố của chúng 172
2. Trầm tích dưới tầng mặt 186
3. Điều kiện thành tạo trầm tích đáy biển 191
III. ĐẶC ĐIỂM TƯỚNG ĐÁ- CỔ ĐỊA LÝ 200
1. Khái quát 200
2. Đặc điểm tướng đá - cổ địa lý các giai đoạn trong Đệ Tứ 202
IV. TIẾN HOÁ TRẦM TÍCH TRONG ĐỆ TỨ THỀM LỤC ĐỊA VIỆT NAM 218

1. Tiến hoá trầm tích Đệ Tứ..... 218
2. Chu kỳ trầm tích, lịch sử tiến hoá các thành tạo Đệ Tứ..... 222
V. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH THỀM LỤC ĐỊA VIỆT NAM..... 231
1 Phân chia các thể địa chất công trình..... 231
2 Tính chất cơ lý của đất đá..... 233
Chương V. ĐỊA CHẤT ĐỆ TAM VÙNG BIỂN VIỆT NAM..... 239
1. TỔNG QUAN VỀ CÁC THÀNH TẠO TRẦM TÍCH ĐỆ TAM 239
1. Vị trí và cách phân chia các đơn vị trầm tích 239
2. Hệ thống phân loại và các đơn vị thành tạo trầm tích 241
II. ĐỊA TẦNG CÁC BỒN TRŨNG ĐỆ TAM 247
i. Bắc bồn trũng Sông Hồng (Trũng Hà Nội và Vịnh Bắc Bộ)..... 247
2. Nam bồn trũng Sông Hồng (Bồn trũng Huế- Quảng Ngãi)..... 256
3. Bồn trũng Phú Khánh..... 261
4. Bồn trũng Cửu Long..... 262
5. Bồn trũng Nam Côn Sơn..... 269
6. Bồn trũng Malay- Thổ Chu..... 275
7. Các bồn trầm tích vũng nước sâu 279
III. ĐẶC ĐIỂM VÀ QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN TRẦM TÍCH ĐỆ TAM 281
1. Đặc điểm các thành tạo trầm tích Đệ Tam..... 281
2. Quá trình phát triển trầm tích Đệ Tam..... 288
Chương VI. ĐỊA CHẤT TRƯỚC ĐỆ TAM VÙNG BIỂN VIỆT NAM..... 293
I. KHÁI QUÁT VÀ HỆ THỐNG PHÂN LOẠI CÁC THÀNH TẠO TRƯỚC ĐỆ TAM 293
1. Khái quát..... 293
2. Hệ thống phân loại các thành tạo trước Đệ Tam 295

II. ĐỊA TẦNG TRƯỚC ĐỆ TAM 295
1. Bồn trũng Bắc và Nam Sông Hồng 296
2. Bồn trũng Phú Khánh 303
3. Bồn trũng Cửu Long, Nam Côn Sơn và đới nâng Côn Sơn 305
4. Bồn trũng Malay-Thổ Chu 306
5. Các bồn trũng nước sâu 308
III. SỰ PHÂN BỐ VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN ĐỊA CHẤT TRƯỚC ĐỆ TAM 308
1. Quy luật phân bố địa chất trước Đệ Tam 308
2. Lịch sử phát triển địa chất trước Đệ Tam 312
3. Mối quan hệ các thành hệ cấu trúc trên đất liền và các đảo 314
IV. CÁC THÀNH TẠO MACMA TRƯỚC ĐỆ TAM 315
1. Vùng thềm lục địa Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ 315
2. Vùng thềm lục địa Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ 319
3. Vùng thềm lục địa Tây Nam và Vịnh Thái Lan 319
V. CÁC THÀNH TẠO BIẾN CHẤT MẠNH HAY BIẾN CHẤT SÂU TRƯỚC CAMBRI 320
VI. CÁC TRẦM TÍCH PALEOZOI VÀ SỰ TỒN TẠI CỦA PALEO- TETHYS 321
VII. CÁC THÀNH TẠO MESOZOIC VỚI SỰ BIẾN ĐỔI TƯỚNG ĐÁ 322
1. Các kiểu mặt cắt Mezozoi 322
2. Các trũng Mezozoi và sự mở rộng lục địa, vỏ lục địa 323
ChươngVII. ĐẶC ĐIỂM KIẾN TẠO VÙNG BIỂN VIỆT NAM 325
I. BIỂN ĐÔNG TRONG BỈNH ĐỒ ĐỊA CHẤT KHU VỰC 325
II. PHÂN VÙNG KIẾN TẠO 327
III. ĐẶC ĐIỂM KIẾN TẠO KHU VỰC 332
1. Thềm lục địa 332

2. Đới bờ lòng chảo nước sâu 354
3. Các địa khối quần đảo 356
4. Trũng lòng chảo nước sâu Biển Đông 368
IV. ĐỊA ĐỘNG LỰC KAINOZOI BIỂN ĐÔNG 371
1. Đặc điểm kiến sinh Kainozoi 371
2. Các miền động học Kainozoi 372
V. TIẾN HOÁ KIẾN TẠO BIỂN ĐÔNG 377
1. Vấn đề Paleo – Biển Đông 377
2. Vấn đề cơ chế hình thành và tiến hoá Biển Đông 378
3. Mô hình tiến hoá kiến tạo Biển Đông 388
Chương VIII. TIỀM NĂNG DẦU KHÍ VÀ KHOÁNG SẢN RẮN VÙNG BIỂN VIỆT NAM 393
I. TIỀM NĂNG ĐẦU KHÍ CÁC BỂ TRẦM TÍCH ĐỆ TAM VIỆT NAM 393
1. Khái quát 393
2. Bồn trũng Sông Hồng 394
3. Bồn trũng Phú Khánh 401
4. Bồn trũng Cửu Long 403
5. Bồn trũng Nam Côn Sơn 406
6. Bồn trũng Malay – Thổ Chu 408
7. Các bồn trũng trầm tích nước sâu 412
II. TIỀM NĂNG KHOÁNG SẢN RẮN 416
1. Khái quát 416
2. Khoáng sản đới ven biển 416
3. Khoáng sản rắn và vật liệu xây dựng biển nông ven bờ 429
4. Các biểu hiện khoáng sản rắn vùng biển quần đảo Trường Sa 433
TÀI LIỆU THAM KHẢO 437

LỜI NÓI ĐẦU

Hoạt động điều tra khảo sát biển nước ta đã thực sự được tiến hành từ những năm 20 của thế kỷ XX, với sự thành lập Viện Hải dương học ở Nha Trang vào năm 1925. Trải qua nhiều giai đoạn của tình hình đất nước, công cuộc điều tra nghiên cứu biển vẫn được liên tục thực hiện và phát triển với quy mô ngày càng được mở rộng, trình độ ngày càng được nâng cao, với sự tham gia của các ngành, các địa phương trong cả nước và cả với sự hợp tác với nước ngoài và các tổ chức quốc tế, nhằm đáp ứng yêu cầu hoạt động phát triển kinh tế biển, quản lý và bảo vệ chủ quyền, tài nguyên môi trường biển trong từng giai đoạn.

Trong các hoạt động khoa học công nghệ về biển trong thế kỷ vừa qua, đặc biệt là từ năm 1975 sau khi chiến tranh kết thúc, đất nước đã được thống nhất, bên cạnh các hoạt động điều tra khảo sát nghiên cứu biển ở các ngành, đáng chú ý là hoạt động của các Chương trình điều tra nghiên cứu biển cấp Nhà nước được tổ chức thực hiện theo từng kế hoạch 5 năm từ 1977 tới 2000, với nhiệm vụ: tổ chức thực hiện các vấn đề khoa học công nghệ biển trọng điểm phục vụ yêu cầu phát triển kinh tế xã hội, an ninh quốc phòng biển trong từng giai đoạn và lâu dài của nước ta. Khối lượng tư liệu kết quả điều tra nghiên cứu biển qua hơn 20 năm của các chương trình này là rất lớn, cùng với các nguồn tư liệu khác của các ngành trong giai đoạn này, đã cho ta những hiểu biết rất cơ bản về các vấn đề điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên biển chủ yếu của biển nước ta.

Để đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế biển, quản lý biển, bảo vệ chủ quyền, tài nguyên môi trường biển nước ta ngày càng cao, Ban Chỉ đạo Chương trình điều tra nghiên cứu biển cấp Nhà nước KHCN-06 giai đoạn 1996-2000, đã tổ chức biên soạn bộ chuyên khảo **"BIỂN ĐÔNG"**, *nhằm tập hợp, chỉnh lý và công bố các kết quả điều tra nghiên cứu biển ở nước ta trong các giai đoạn vừa qua cho tới năm 2000 để đưa vào sử dụng, trước hết là kết quả các Chương trình điều tra nghiên cứu biển cấp Nhà nước từ 1977-2000, bao gồm: Chương trình Thuận Hải - Minh Hải (1977-1980), Chương trình 48.06 (1981-1985), Chương trình 48B (1986-1990), Chương trình KT.03 (1991-1995), Chương trình KHCN-06 (1996-2000), có tham khảo, bổ sung thêm các tư liệu kết quả điều tra nghiên cứu khác đã được công bố ở các ngành, các cơ quan, với mong muốn bộ chuyên khảo* **"BIỂN ĐÔNG"** *phản ánh được đầy đủ các kết quả chủ yếu của hoạt động điều tra nghiên cứu biển nước ta trong các giai đoạn vừa qua cho tới năm 2000.*

Phù hợp với tính chất của các quá trình biển, các vấn đề về điều kiện tự nhiên biển, đặc biệt là về khí tượng, thuỷ văn, động lực biển, địa chất-địa vật lý biển... có khi được trình bày trong chuyên khảo này trên phạm vi toàn Biển Đông, trong khi các vấn đề khác, đặc biệt là các vấn đề về sinh học, sinh thái, tài nguyên

biển.. chủ yếu được trình bày trong phạm vi vùng biển Việt Nam, tới nay đã được điều tra khảo sát nhiều hơn.

Bộ chuyên khảo **"BIỂN ĐÔNG"** *gồm 4 tập:*

Tập I: *Khái quát về Biển Đông*
(Chủ biên: GS.TS Lê Đức Tố)

Tập II: *Khí tượng, Thuỷ văn, Động lực biển*
(Chủ biên: GS.TSKH Phạm Văn Ninh)

Tập III: *Địa chất - Địa vật lý biển*
(Chủ biên: PGS.TSKH Mai Thanh Tân)

Tập IV: *Sinh vật và Sinh thái biển*
(Chủ biên: GS.TSKH Đặng Ngọc Thanh)

Tổng biên tập:
GS.TSKH Đặng Ngọc Thanh

Việc biên soạn do Ban Chỉ đạo Chương trình biển KHCN-06 chủ trì đã được sự hưởng ứng và tham gia nhiệt tình của đông đảo cán bộ khoa học biển ở nước ta, cố gắng tập hợp được đầy đủ nhất, đạt được độ tin cậy cao nhất có được hiện nay về các vấn đề chủ yếu về điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên biển nước ta, vận dụng các phương pháp lý thuyết hiện đại trong xử lý, phân tích tư liệu, nhằm đảm bảo chất lượng cao của tài liệu, đáp ứng yêu cầu sử dụng hiện nay.

Với quy mô, nội dung và yêu cầu về chất lượng của tài liệu nói trên, bộ chuyên khảo **"BIỂN ĐÔNG"** *có thể coi như tài liệu tổng kết lại, đánh dấu một giai đoạn của công cuộc điều tra nghiên cứu biển, phát triển khoa học công nghệ biển nước ta trong thế kỷ XX vừa qua và sẽ được tiếp tục bổ sung, hiệu chỉnh, mở rộng trong giai đoạn tới.*

BAN CHỈ ĐẠO
Chương trình biển KHCN-06

MỞ ĐẦU

"Địa chất-Địa vật lý biển" *là Tập III của bộ chuyên khảo* **"BIỂN ĐÔNG"** *do Ban Chỉ đạo Chương trình điều tra nghiên cứu biển cấp Nhà nước KHCN-06 (1996-2000) tổ chức biên soạn. Tập này tổng hợp các kết quả nghiên cứu đã đạt được về Địa chất-Địa vật lý, làm sáng tỏ đặc điểm địa chất Biển Đông và vùng biển Việt Nam một cách có hệ thống từ cấu trúc sâu đến cấu trúc nông, liên kết tài liệu nghiên cứu trên đất liền, ven bờ và toàn thềm lục địa, các yếu tố tác động trực tiếp đến các hoạt động kinh tế và quốc phòng trên vùng biển như xây dựng công trình biển, thăm dò khoáng sản, bảo vệ môi trường...*

Địa chất -Địa vật lý Biển Đông và vùng biển Việt Nam là lĩnh vực có phạm vi nghiên cứu rộng và phức tạp. Trong những năm qua mặc dù đã có nhiều nhà khoa học, nhiều cơ quan tiến hành nghiên cứu và đạt được những kết quả rất có ý nghĩa, song do những điều kiện khác nhau và với những mục tiêu đặt ra khác nhau nên các kết quả đạt được còn chưa đồng bộ, chưa được tổng hợp một cách có hệ thống, còn nhiều vấn đề đang tranh luận cần được tiếp tục làm sáng tỏ. Trong tập chuyên khảo này, các tác giả đã cố gắng tập hợp và khái quát các thành tựu đã công bố, trình bày một cách khách quan những kết quả đã đạt được, kể cả những vấn đề tồn tại còn cần được tiếp tục nghiên cứu, tuy vậy có thể còn có những vấn đề chưa tập hợp được đầy đủ các tư liệu hiện có.

Nội dung Tập III Chuyên khảo "Biển Đông" gồm 8 chương, do các cán bộ khoa học từng chuyên ngành liên quan soạn thảo.

Chương I.	*Tình hình điều tra nghiên cứu Địa chất-Địa vật lý vùng biển Việt Nam.* *PGS.TSKH Mai Thanh Tân, GS.TS Bùi Công Quế.*
Chương II.	*Đặc điểm địa hình địa mạo vùng biển Việt Nam.* *GS.TSKH Đặng Văn Bát, PGS.TS Nguyễn Thế Tiệp.*
Chương III.	*Đặc điểm trường địa vật lý và cấu trúc sâu vỏ trái đất.* *GS.TS Bùi Công Quế, PGS.TSKH Mai Thanh Tân.*
Chương IV.	*Địa chất Đệ Tứ vùng biển Việt Nam.* *GS.TS Trần Nghi, TSKH Nguyễn Biểu, TS Trịnh Thế Hiếu.*
Chương V.	*Địa chất Đệ Tam vùng biển Việt Nam.* *TSKH Phan Trung Điển, ThS Đỗ Bạt,* *PGS.TSKH Mai Thanh Tân.*

Chương VI. *Địa chất trước Đệ Tam vùng biển Việt Nam.*
TSKII Phan Trung Điền, TSKH Nguyễn Biểu.

Chương VII. *Kiến tạo và lịch sử phát triển địa chất vùng biển Việt Nam.*
TSKH Lê Duy Bách, TS Ngô Gia Thắng.

Chương VIII. *Tiềm năng dầu khí và khoáng sản rắn vùng biển Việt Nam.*
KS. Nguyễn Văn Đắc, TSKH Nguyễn Biểu.

Chủ biên Tập III: PGS. TSKII Mai Thanh Tân

Tài liệu được biên soạn lần đầu, chắc không tránh khỏi có những khiếm khuyết trong nội dung cũng như cách trình bày, rất mong được người sử dụng góp ý, bổ sung để những lần in sau được hoàn thiện hơn.

Các tác giả

Chương I

TÌNH HÌNH ĐIỀU TRA NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT- ĐỊA VẬT LÝ BIỂN VIỆT NAM

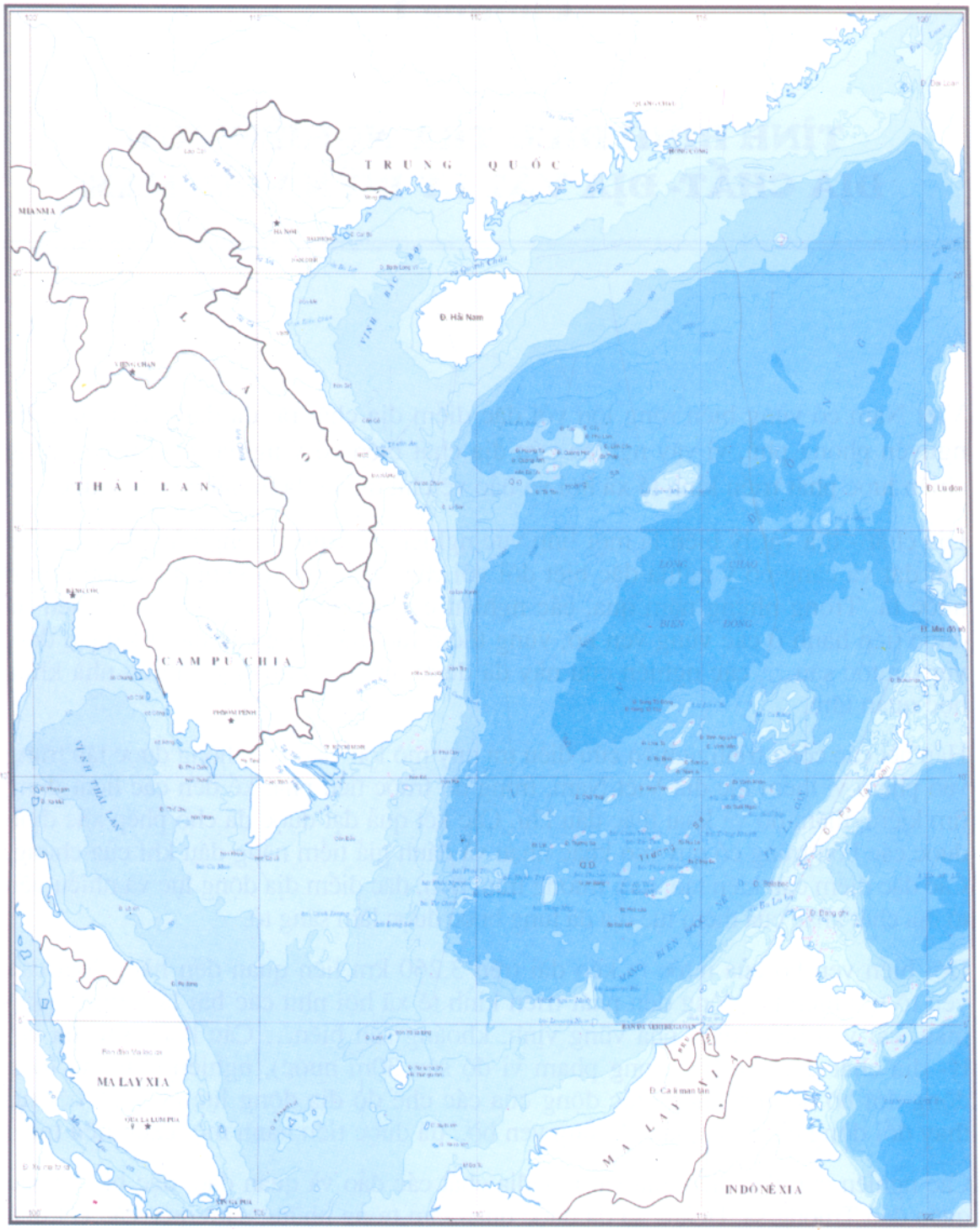
Việt Nam có vùng biển rộng lớn với đặc điểm địa chất rất đa dạng và nguồn tài nguyên phong phú, vì vậy nghiên cứu địa chất biển có ý nghĩa quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ chủ quyền lãnh hải của Tổ quốc.

Địa chất - địa vật lý biển là một lĩnh vực nghiên cứu quan trọng của khoa học về trái đất và càng có ý nghĩa đặc biệt đối với các quốc gia có vùng biển lớn như ở nước ta. Trong những năm qua, các nghiên cứu về địa vật lý - địa chất biển đã được tiến hành ở các vùng ven bờ, vùng thềm lục địa, vùng các đảo và quần đảo, vùng nước sâu..., các nghiên cứu này đã được nhiều cơ quan và nhiều nhà khoa học quan tâm.

Hầu hết các công trình nghiên cứu điều tra quy mô lớn và có hệ thống được tập trung vào phạm vi thềm lục địa Việt Nam, trong đó trước tiên phải kể đến các hoạt động tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí. Các kết quả đạt được đã cho phép xác định được các bồn trũng có quy mô khác nhau và đánh giá tiềm năng dầu khí của chúng. Các đặc điểm cấu kiến tạo, môi trường trầm tích, đặc điểm địa động lực và nhiều yếu tố địa chất khác của thềm lục địa đã từng bước được làm sáng tỏ.

Đới biển ven bờ của nước ta kéo dài trên 3.260 km liên quan đến hàng loạt các yếu tố tự nhiên tác động đến phát triển kinh tế xã hội như các bãi lầy, rừng ngập mặn, cát ven biển, đầm phá vũng vịnh, khoáng sản biển... Các khảo sát địa vật lý- địa chất đới ven bờ (trong phạm vi độ sâu 30m nước), nghiên cứu các biến động đới bờ do ảnh hưởng tác động của các chế độ địa động lực (xói lở, bồi tụ, thay đổi dòng chảy..), quản lý vùng ven bờ.. đã được tiến hành một cách liên tục.

Các nghiên cứu đặc điểm địa vật lý - địa chất các đảo và quần đảo, đặc biệt là các quần đảo Trường sa, Hoàng sa đã được quan tâm trong những năm qua. các kết quả đạt được không chỉ có ý nghĩa khoa học mà còn góp phần rất quan trọng trong việc xác định cơ sở bảo vệ chủ quyền lãnh hải của Tổ quốc. Với sự tiến bộ của khoa học công nghệ, các khảo sát vùng sườn lục địa, vùng nước sâu của biển Đông ngày càng được đẩy mạnh.



Hình 1.1. Vùng Biển Việt Nam và kế cận

Các kết quả đạt được trong khảo sát và nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển trong những năm qua đã bước đầu làm sáng tỏ nhiều vấn đề như khái quát về đặc điểm địa chất khu vực, đặc điểm trường địa vật lý và cấu trúc sâu, trầm tích Kainozoi liên quan đến tiềm năng dầu khí, sơ bộ đánh giá tài nguyên khoáng sản đới ven biển...

Do vùng biển rộng lớn, điều kiện địa chất phức tạp và chi phí cho nghiên cứu biển đòi hỏi rất tốn kém nên những kết quả đạt được mặc dù rất quan trọng song mới chỉ bước đầu, còn hàng loạt vấn đề chưa có điều kiện nghiên cứu đầy đủ đòi hỏi phải tiếp tục triển khai mạnh mẽ hơn trong thời gian tới.

Để làm sáng tỏ các kết quả nghiên cứu địa chất biển đạt được trong những năm qua, chúng tôi trình bày một cách khái quát quá trình khảo sát địa vật lý - địa chất đã tiến hành, các kết quả nghiên cứu khoa học đã công bố liên quan đến địa vật lý và địa chất biển. Hình ảnh về vùng biển Việt Nam và kế cận được minh hoạ trên hình I.1.

I. QUÁ TRÌNH KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ - ĐỊA CHẤT

Vùng biển nước ta rất rộng lớn, qua các thời đại, việc điều tra nghiên cứu biển trong đó có nghiên cứu địa chất biển luôn được chú trọng. Ngay từ trong thời đại phong kiến, các triều vua cũng đã tìm hiểu về đường biển, các đảo. Thời kỳ Pháp thuộc cũng rất chú ý khảo sát biển. Sau cách mạng Tháng Tám và nhất là sau 1954 công việc nghiên cứu biển đã được tiến hành với các qui mô khác nhau. Tuy nhiên sau năm 1975 đến nay công tác này mới được đẩy mạnh. Có thể chia quá trình khảo sát địa vật lý - địa chất biển Việt Nam thành hai giai đoạn trước và sau năm 1975.

1. Giai đoạn trước năm 1975

Vùng Biển Đông đã thu hút được sự quan tâm của các nhà khoa học từ nhiều năm nay. Trước Cách mạng tháng 8 - 1945, với sự thành lập Viện Hải dương học Đông dương (1922), một số hoạt động khảo sát vùng biển đã được tiến hành. Từ năm 1923-1927 tàu De Lanessan (Pháp) đã thực hiện các cuộc điều tra xác định độ sâu đáy biển và thu mẫu đáy ở Vịnh Bắc Bộ và nhiều điểm khác ở Biển Đông. Năm 1930 người Pháp đã tiến hành đo đạc độ sâu, khảo sát địa hình các khu vực biển nông ven bờ như Vịnh Bắc Bộ, Vịnh Thái Lan, các đảo Hoàng Sa, Trường Sa, Phú Quốc... Năm 1949, hải quân Mỹ lập bản đồ đáy biển và Shepard đã có những đóng góp đầu tiên về nghiên cứu trầm tích Biển Đông.

Các khảo sát địa vật lý - địa chất biển được tiến hành từ đầu những năm 50 song chỉ được triển khai quy mô từ sau khi phát hiện được triển vọng dầu khí.

Các công trình nghiên cứu địa vật lý - địa chất vùng thềm lục địa phía Bắc được khởi đầu bằng chương trình điều tra cơ bản tổng hợp ở vùng Vịnh Bắc

Bộ (1959 - 1963), lần đầu tiên đã khảo sát có hệ thống địa chất tầng mặt và thu thập các mẫu đáy. Năm 1963, Emery cũng đã tiến hành nghiên cứu vùng biển Nam Việt Nam song vẫn chưa đồng bộ. Việc điều tra địa chất, địa hình vùng ven bờ khu vực Đầm Hà - Móng Cái (1967-1969) và vùng ven bờ Quảng Ninh - Hải Phòng (1971-1972) đã được Viện Nghiên cứu biển tiến hành. Một số hoạt động về khảo sát công trình xây dựng cầu cảng, chỉnh trị luồng lạch.. được Công ty khảo sát thiết kế đường bộ tiến hành (1959-1975)...

Trên phạm vi thềm lục địa phía Nam, chương trình điều tra cơ bản NAGA (1959-1961) với sự phối hợp giữa chính quyền miền Nam và Viện Hải dương Scrips California đã cho những số liệu quý về điều kiện tự nhiên, địa hình đáy biển, vật lý thuỷ văn... Trong các năm 1967 - 1969 đã triển khai các khảo sát địa vật lý do Hải quân Mỹ tiến hành. Năm 1967, Hải quân Mỹ đã đo từ hàng không trên toàn bộ lãnh thổ và vùng ven biển Miền Nam Việt Nam. Năm 1968, không quân Mỹ đo từ hàng không đồng bằng sông Cửu Long và ven biển.

Trong hai năm 1969 - 1970, Công ty Ray Geophysical Mandrel (Mỹ) đã thăm dò địa chấn kết hợp với đo từ và trọng lực ở Đông Nam thềm lục địa (phía Nam vĩ tuyến $10^{0}30'$). Các kết quả đạt được cho phép xây dựng các bản đồ tỷ lệ 1: 500.000 và là cơ sở để phân chia các lô đấu thầu khảo sát thềm lục địa Nam Việt Nam.

Năm 1973 - 1974, các công ty Sunning Dale, Mobil, Esso, Peeten, Union Texas, Marathon đã tiếp tục các khảo sát trên diện tích 13 lô và đã phát hiện các cấu tạo có triển vọng dầu khí trong trầm tích Miocen và Oligocen. Công ty Mobil đã khoan 2 giếng khoan vào tháng 9 năm 1974 trong đó có giếng khoan Bạch Hổ sâu 3062m là giếng khoan tìm thấy dầu dầu tiên ở Việt Nam. Năm 1974, công ty Western Atlas (Mỹ) đã hoàn thành đề án đo địa vật lý và bắt đầu khoan thăm dò dầu khí ở khu vực biển bắc Trung Bộ - Hoàng Sa. Các kết quả nghiên cứu đã phân chia các đới cấu trúc địa chất khu vực thềm và sườn lục địa Bắc Trung Bộ.

Các khảo sát vùng biển khơi và các quần đảo có được tiến hành song còn rời rạc, đó là khảo sát của tàu Galathea (Thụy Điển, 1951), Challenger II (Anh, 1952), Sbokallsi (Liên xô, 1961). Việc khai thác phosphorit được tiến hành ở đảo Song Tử Tây thuộc Trường sa trước 1930 (Krempl,1930), các khảo sát địa chất về quần đảo Hoàng sa được công bố khá sớm (Saurin, 1955, 1957, 1958). Các khảo sát địa vật lý - địa chất trên khu vực quần đảo Trường sa và vùng nước sâu cũng được bắt đầu từ năm 1967 do cơ quan Hải dương học của Hải quân Mỹ tiến hành (Parker,1971,1974).

Nói chung các khảo sát địa chất - địa vật lý thời kỳ trước 1975 có thể coi là giai đoạn đầu của hoạt động điều tra nghiên cứu biển ở nước ta. Các kết quả đạt được đã cho những tài liệu bước đầu rất đáng quý về điều kiện tự nhiên, địa hình đáy biển..., tuy nhiên các khảo sát này thường có quy mô hẹp, mức độ khảo sát còn sơ lược.

2. Giai đoạn sau 1975

Từ sau 1975, bắt đầu một giai đoạn mới của đất nước thống nhất, công tác khảo sát địa vật lý- địa chất biển được đẩy mạnh trong phạm vi cả nước. Bên cạnh các hoạt động của các ngành như khảo sát tiềm năng khoáng sản biển đới ven bờ (Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam), tìm kiếm thăm dò dầu khí (Tổng Công ty Dầu khí), khảo sát đáy biển và cấu trúc sâu (Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ Quốc gia), nhà nước đã có chủ trương xây dựng các chương trình khoa học công nghệ cấp nhà nước với sự tham gia đông đảo của các cơ quan, các nhà khoa học nghiên cứu biển cả nước. Các hình thức liên kết và hợp tác quốc tế để đẩy mạnh các nghiên cứu biển, đặc biệt trong lĩnh vực thăm dò dầu khí được tăng cường.

Năm 1976, công ty CGG đã khảo sát địa chấn vùng đồng bằng sông Cửu Long và vùng ven biển. Năm 1978, công ty GECO đã khảo sát gần 12.000 km tuyến địa vật lý ở khu vực các lô 09, 19, 20, 21 và khảo sát tỉ mỉ trên một số cấu tạo như ở mỏ Bạch Hổ. Kết quả nghiên cứu của GECO cho phép thành lập các sơ đồ cấu tạo tỷ lệ 1: 25.000, 1: 50.000 trong vùng nghiên cứu và trên cấu tạo Bạch Hổ tỷ lệ 1: 25.000.

Cùng trong năm 1978, các công ty DEMINEX, AGIP và BOW VALLEY cũng đã tiến hành đo hàng ngàn km tuyến địa vật lý trên các lô 15, 04, 12, 28 và 29. Một loạt các giếng khoan thăm dò đã được tiến hành như các GK 15A-1X, 15B-1X, 15C-1X và 15G-1X (lô 15); 12A-1X, 12B-1X, 12C-1X (lô12); 04A-1X, 04B-1X và 04B-2X (lô 04); 28A-1X (lô 28) và 29A-1X (lô29). Các kết quả khảo sát địa vật lý và khoan của các công ty này đã cho những số liệu quan trọng không chỉ khẳng định tính chất phức tạp của cấu trúc địa chất và bước đầu đánh giá tiềm năng dầu khí trong khu vực nghiên cứu mà còn có thêm các thông tin về đặc điểm địa chất ở phần nông.

Trong những năm 1979 - 1987, với sự hợp tác của Liên xô (cũ), tàu POISK đã khảo sát địa vật lý ở vùng Vịnh Thái Lan, bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn, tàu Iskatel khảo sát tỉ mỉ trên một số cấu tạo. Tổng số khối lượng là trên 16.500 km tuyến địa vật lý. Các kết quả khảo sát đã khẳng định sự tồn tại của các đơn vị cấu trúc lớn và làm sáng tỏ thêm triển vọng dầu khí của thềm lục địa. Năm 1983 - 1984, tàu khảo sát địa chấn Gambursev đã tiến hành đo 4.000 km tuyến địa vật lý nghiên cứu vùng lún chìm sâu của bồn trũng Cửu Long và một số cấu tạo thuộc lô16. Năm 1985, tàu Malugin đã khảo sát 2.700 km tuyến địa chấn ở vùng cấu tạo Đại Hùng và cấu tạo lân cận thuộc lô 11. Trong chương trình SEATAR, tàu Sonne đã khảo sát nhiều lượt khu vực quần đảo Trường sa, cận trũng nước sâu Palawan (1981-1983), Các kết quả thu được đã phát hiện 5 mặt không chỉnh hợp trong lớp phủ trầm tích: Creta, Eocen, Oligocen, Miocen hạ và Miocen thượng.

Năm 1988 - 1989 các Công ty ONGC Videsh, Enterprise Oil, PetroCanada cũng đã khảo sát trên 30.000 tuyến địa vật lý ở thềm lục địa phía Nam. Từ năm 1990 đến nay, việc khảo sát tỉ mỉ bằng phương pháp địa chấn 2D và 3D ở các vùng có nhiều triển vọng và các vùng đang khai thác dầu khí ở bể Cửu Long và bể Nam Côn Sơn được tiến hành khẩn trương.

Ở vùng thềm lục địa phía Bắc và Trung Việt Nam, tàu ISKATEL đã thực hiện 46 tuyến khảo sát khu vực vịnh Bắc Bộ, tàu POISK khảo sát 50 tuyến với mạng lưới (2 x 2)km và (2 x 4)km. Tại các khu vực ven bờ, tàu Bình Minh (Công ty ĐVL) cũng đã khảo sát 12.000 km tuyến địa chấn. Các kết quả khảo sát địa vật lý đã phân định được phạm vi phát triển các đơn vị kiến trúc lớn của thềm lục địa Bắc Bộ và Trung Bộ Việt Nam, đặt cơ sở cho hướng tìm kiếm dầu khí trong các giai đoạn tiếp theo.

Trong những năm 1988 - 1989, các Công ty TOTAL, BP, SHELL - FINA cũng đã tiến hành khảo sát Vịnh Bắc Bộ và Trung Bộ.

Ngoài các hoạt động khảo sát với mục đích tìm kiếm dầu khí, trong chương trình hợp tác Việt Nam - Liên Xô (1980-1990) một số chuyến khảo sát với các tàu khảo sát Vulcanolog, Nesmeianov, Vinogradov, Gagarinski cũng đã được tiến hành. Ở vùng biển Phú Khánh - Thuận Hải, các tàu này đã đo 30 tuyến địa vật lý, kết quả khảo sát đã cho những thông tin ban đầu về cấu trúc địa chất tầng mặt đáy của vùng thềm và sườn lục địa, phát hiện các cấu tạo dạng diapia và hang núi lửa ngầm. Năm 1990 - 1992 tàu Gagarinski đã khảo sát và lập bản đồ từ trọng lực, tỷ lệ 1:50.000 ở thềm lục địa Việt Nam.

Tháng 5 năm 1993, trong đề án hợp tác giữa trường Đại học Tổng hợp Hà Nội với Đại học Pari VI, tàu Atlanta (Pháp) đã thực hiện chuyến khảo sát "Ponaga" với việc đo trọng lực, từ và địa chấn nông kết hợp lấy mẫu tầng mặt theo mạng lưới tuyến khá dày ở vùng biển miền Trung và Đông Nam, thu được các lát cắt địa chấn vùng rìa thềm và sườn lục địa. Trên vùng biển Bắc Trung Bộ, nhiều chuyến khảo sát của các tàu Bogorov, Gordienco (Nga) tiếp tục tiến hành từ 1994-1996 để bổ sung tài liệu địa vật lý. Ngoài ra trong thời gian này các công ty dầu khí như Shell, IPL, BP, BHP..., đã tìm kiếm dầu khí trên vùng thềm lục địa miền Trung. Công ty NOPEC đã tiến hành đo địa vật lý gồm địa chấn sâu, từ và trọng lực theo các mạng lưới tuyến khu vực từ Đà Nẵng đến bắc Tư Chính (Lô 122-132). Trên vùng Tư Chính - Vũng Mây, Công ty Địa vật lý Viễn Đông Nga đã đo địa vật lý với mật độ chi tiết khá cao...

Năm 1995, Bộ quốc phòng Cộng hòa Liên bang Nga đã xây dựng hải đồ Biển Đông tỷ lệ 1: 500.000. Đây là nguồn số liệu được thu thập với kỹ thuật hiện đại đưa ra bản đồ có độ chính xác cao.

Trong giai đoạn 1990 - 1995, các đề án nghiên cứu quần đảo Hoàng Sa, Trường Sa, Tư Chính... cũng được triển khai.

Trong đề án điều tra địa chất, tìm kiếm các khoáng sản rắn ở ven bờ Việt Nam, các đợt khảo sát địa vật lý với các phương pháp địa chấn phản xạ liên tục độ phân giải cao, từ và đo sâu hồi âm đã được Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam tiến hành ở các khu vực khác nhau như vùng Hàm Tân - Thuận Hải (1991), Đà Nẵng - Đèo Ngang (1993), Đèo Ngang - Nga Sơn (1994), Hà Tiên - Cà Mau (1995), Nga Sơn - Hải Phòng (1996), Hải Phòng - Móng Cái (1997), Cà Mau - Bạc Liêu (1998), Bạc Liêu - Vũng Tàu (1999).

Trong những năm 1996 - 1999, có sự hợp tác giữa Phân viện Hải dương học Hà Nội với Viện nghiên cứu biển CHLB Đức đã đưa tàu Sonne khảo sát tại vùng thềm lục địa Việt Nam, đo địa hình, địa chấn nông và lấy mẫu trầm tích đáy với mục đích nghiên cứu môi trường trầm tích đáy biển trong Pliocen hiện đại.

Trong những năm gần đây, công tác tìm kiếm và thăm dò dầu khí trên vùng thềm lục địa vẫn được tiến hành liên tục, trong đó đặc biệt là áp dụng các phương pháp hiện đại như địa chấn 3D, khoan sâu... khảo sát tỷ mỷ các khu vực có triển vọng dầu khí thuộc các bể trầm tích Cửu Long, Nam Côn Sơn, Sông Hồng, Malay Thổ Chu... ngoài ra việc khảo sát địa chất và đánh giá triển vọng dầu khí ở các vùng nước sâu xa bờ như các bể Phú Khánh, Tư Chính- Vũng Mây, vùng quần đảo Trường sa, Hoàng sa... cũng đang được quan tâm.

II. QUÁ TRÌNH NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP VỀ ĐỊA VẬT LÝ - ĐỊA CHẤT.

Trên cơ sở các kết quả khảo sát địa chất và địa vật lý biển, hàng loạt các công trình nghiên cứu tổng hợp đã được tiến hành.

1. Khái quát về các công trình nghiên cứu khoa học liên quan đến địa vật lý - địa chất Biển Đông.

Trước năm 1975, các công trình nghiên cứu của Parke (1971), Emory (1972), đã bước đầu trình bày những nét khái quát về cấu trúc địa chất khu vực Biển Đông, tiếp đó là báo cáo tổng hợp của Công ty Mandrel về các khảo sát địa chất Biển Đông với các bản đồ từ, trọng lực, địa chấn có liên quan đến các bể trầm tích Kainozoi Đông Nam Việt Nam.

Sau 1975, công trình tổng hợp địa chất - địa vật lý vùng thềm lục địa Việt Nam đầu tiên được công bố là của Hồ Đắc Hoài và Ngô Thường San (1975), trong công trình này các tác giả đã bước đầu liên kết cấu trúc và sơ bộ đánh giá triển vọng dầu khí các bể trầm tích Kainozoi.

Trong giai đoạn 1977 - 1980, với chương trình nghiên cứu biển Minh Hải - Thuận Hải, Lê Văn Cự và Hồ Đắc Hoài (1982) đã bước đầu tổng hợp kết quả thăm dò địa chấn liên kết với các giếng khoan thăm dò, xây dựng các bản đồ

tỷ lệ 1:500.000 cho bể Cửu Long và Nam Côn Sơn.

Giai đoạn 1981 - 1985, trong chương trình 48-06, báo cáo tổng kết về cấu trúc địa chất và triển vọng dầu khí thềm lục địa Việt Nam của Hồ Đắc Hoài đã kết hợp tài liệu địa chấn, từ, trọng lực và khoan để xây dựng bản đồ đẳng sâu tỷ lệ 1:1.000.000. Trong công trình này có sử dụng tài liệu trọng lực và từ vùng Biển Đông và kế cận để sơ bộ xác định đặc điểm cấu trúc sâu vỏ quả đất (Bùi Công Quế, 1985).

Một số công trình của nhà địa chất nước ngoài liên quan đến điều kiện địa chất Biển Đông cũng được công bố như: Taylor (1983), Hayer (1986), Tapponier (1985), Rangin (1990)... Các công trình này đã sử dụng các tài liệu địa chất và địa vật lý theo các tuyến khu vực với khối lượng còn hạn chế để xác định đặc điểm cấu trúc và quy luật phát triển kiến tạo. Về cấu trúc sâu có công trình nghiên cứu xây dựng bản đồ bất thường Bughe và xác định bề mặt Moho Biển Đông (Liu Thao Shu,1984), tuy nhiên phần tây nam Biển Đông và thềm lục địa Việt Nam còn bỏ trống. Kulinic (1989) cũng đã khái quát hoá về cấu trúc sâu, kiến tạo và đặc điểm cấu trúc Kainozoi Biển Đông, tuy nhiên do chưa đủ tài liệu chi tiết nên việc thể hiện thềm lục địa còn sơ bộ. Năm 1987, Viện Khoa học Quảng Đông xuất bản tập Atlas địa chất- địa vật lý vùng biển Nam Trung hoa gồm 11 bản đồ tỷ lệ 1:2.000.000, tuy nhiên vùng thềm lục địa Việt Nam và đải sườn lục địa kế cận còn bỏ trống hoặc ngoại suy sơ lược.

Giai đoạn 1986 - 1990, trong phạm vi chương trình "Điều tra tổng hợp biển và thềm lục địa (48-B) và chương trình Thăm dò đánh giá tiềm năng dầu khí (22-01), đề tài 48B-03-01 nghiên cứu địa chất thềm lục địa Việt Nam (Hồ Đắc Hoài, 1991), đề tài 48B -03-02 nghiên cứu đặc điểm trường địa vật lý (Bùi Công Quế, 1991) đã bước đầu giải quyết được một số vấn đề liên quan đến đặc điểm cấu trúc địa chất, các đặc trưng trường từ và trọng lực, triển vọng khoáng sản thềm lục địa, đã thành lập một loạt bản đồ trọng lực, từ và địa chấn cho toàn vùng thềm lục địa tỷ lệ 1:500.000 và bản đồ trọng lực Biển Đông tỷ lệ 1: 2.000.000. Việc nghiên cứu đánh giá tổng hợp điều kiện tự nhiên dải ven biển cũng được tiến hành trong phạm vi đề tài 48B.05.01 (Lê Đức An, 1991). Cuối năm 1998, đề tài nghiên cứu điều kiện tự nhiên và tài nguyên vùng đảo Trường sa và Hoàng sa cũng được bổ sung kịp thời vào chương trình 48B.

Giai đoạn 1991 - 1995, trong chương trình nghiên cứu biển KT- 03, đề tài KT- 03 - 02 nghiên cứu địa chất, địa động lực và tiềm năng khoáng sản biển (Bùi Công Quế, 1995) đã kế thừa các kết quả đạt được trong các giai đoạn trước, đưa ra những kết luận thỏa đáng hơn về cấu trúc sâu, đặc điểm trầm tích Đệ Tam liên quan đến tiềm năng dầu khí, các bản đồ bất thường từ, trọng lực, địa chấn, bản đồ cấu trúc các mặt ranh giới cơ bản trong vỏ trái đất ở tỷ lệ 1:1.000.000 cho toàn vùng biển Việt Nam đã được thành lập. Đánh giá hiện trạng và nguyên nhân bồi xói dải ven biển đã được quan tâm trong đề tài KT

- 03 - 14 (Nguyễn Thanh Ngà, 1996). Lần đầu tiên Vấn đề nghiên cứu quy phạm xây dựng công trình biển ở thềm lục địa đã được đề cập đến trong đề tài KT-03-20 (Nguyễn Xuân Hùng, 1995). Trong chương trình KT-01, đã có một loạt các đề tài liên quan đến cấu trúc địa chất biển, đó là đề tài KT-01-17 nghiên cứu trầm tích trước Kainozoi (Phan trung Điển, 1995), đặc điểm trầm tích bể Sông Hồng (KT-01-16, Lê Văn Trương, 1995), bể trầm tích Kainozoi Vịnh Thái Lan (KT 01-19, Phùng Sỹ Tài, 1995), đặc điểm kiến tạo, macma (KT- 01-18, Võ Năng Lạc, 1995).

Giai đoạn 1996 - 2000, trong chương trình điều tra nghiên cứu biển KHCN.06 có 3 đề tài nghiên cứu địa chất biển đã được tiến hành, đó là các đề tài KHCN.06.04 về cơ sở khoa học xác định ranh giới ngoài thềm lục địa (Bùi Công Quế, 1999), đề tài KHCN.06.11 nghiên cứu cấu trúc địa chất phần nông thềm lục địa Việt Nam phục vụ đánh giá điều kiện xây dựng công trình biển (Mai Thanh Tân, 2000), đề tài KHCN.06.12 bổ sung hoàn thiện để xuất bản các bản đồ địa chất - địa vật lý vùng biển Việt Nam và kế cận (Bùi Công Quế, 2000)...

Các chương trình và các đề tài NCKH cấp nhà nước liên quan đến địa chất biển trong giai đoạn từ 1977 được thống kê trên bảng 1.1.

Bảng 1. 1. Các chương trình và đề tài NCKH liên quan đến địa chất Biển (từ 1977)

Chương trình	Giai đoạn	Mã số	Đề tài
Chương trình Biển Minh Hải - Thuận Hải	1977 ÷ 1980		4, 5, 6, 7, 8
Chương trình Biển 48-06	1981 ÷ 1985	48 - 06	04, 06, 07,
Chương trình Biển 48B	1986 ÷ 1990	48 - B	03- 01, 03-02, 05-01, 19
Chương trình dầu khí 22-01	1986 ÷ 1990	22.01	
Chương trình Dầu khí và tài nguyên khoáng sản KT-01	1991 ÷ 1995	KT - 01	07, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Chương trình Biển KT-03	1991 ÷ 1995	KT - 03	02, 12, 14, 20
Chương trình Biển KHCN- 06	1996 ÷ 2000	KHCN - 06	04, 05, 09, 10, 11, 12
Chương trình Biển KC-09	2001 ÷ 2005	KCN - 09	02, 08, 09

Có thể nói các đề tài nghiên cứu địa chất biển trên 20 năm qua đã thu được nhiều kết quả rất quan trọng, đặt nền móng cho các nghiên cứu tiếp theo toàn diện và sâu sắc hơn.

Để làm sáng tỏ hơn kết quả nghiên cứu sẽ được trình bày ở các chương sau, chúng tôi nêu chi tiết hơn về các công trình nghiên cứu đối với từng lĩnh vực cụ thể.

2. Các công trình nghiên cứu liên quan đến đặc điểm địa hình, địa mạo

Từ những năm 1934, người Pháp đã tiến hành đo đạc và vẽ bản đồ địa hình một số khu vực đáy Biển Đông, song tài liệu lúc đó rất sơ lược và thiếu chính xác. Năm 1962 Viện Hải dương học Trung quốc cũng tiến hành vẽ bản đồ địa hình đáy biển Nam Trung Hoa, trong đó có vùng thềm lục địa Việt Nam. Có thể nói đây là những bản đồ địa hình đáy biển đầu tiên được vẽ theo số liệu đo đạc và có ý nghĩa tham khảo cho việc mở các luồng lạch đi lại trên biển cũng như các công trình nghiên cứu về sau.

Năm 1962, bản đồ vùng biển Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000 do Hải quân Việt Nam xuất bản và vào năm 1980, 1981 được biên vẽ lại trên cơ sở những số liệu đo đạc. Một số tờ bản đồ địa hình đáy biển ở vùng ven bờ tỉ lệ 1:100.000, 1:200.000 cũng đã được thành lập (các tờ bản đồ từ cửa Ba Lạt đến cửa Đáy tỷ lệ 1:100.000 tại vĩ tuyến 16^0, từ cửa Ba Lạt đến cửa Hội An tỷ lệ 1:200.000, từ mũi Kê gà đến mũi Kỳ vân tỷ lệ 1:100.000...). Trong những năm 1980 - 1989, Bộ tư lệnh Hải quân Việt Nam đã vẽ Hải đồ vùng Biển Đông ở các tỷ lệ 1:400.000 và 1:500.000. Trong những năm 1980 - 1994 các tàu khảo sát của Viện Hàn lâm khoa học Liên xô như: Volcanalog, Nesmeianov, Gagarinski đã khảo sát các khu vực khác nhau của thềm lục địa Việt Nam, đo sâu hồi âm hàng loạt tuyến, góp phần làm sáng tỏ địa hình đáy biển.

Năm 1985, trong chương trình nghiên cứu biển 48 - 06, bản đồ đẳng sâu thềm lục địa Việt Nam đã được xây dựng ở tỷ lệ 1:1.000.000 (Hồ Đắc Hoài,1985). Đây là bản đồ đầu tiên khái quát về địa hình vùng lãnh hải rộng lớn của đất nước ta.

Năm 1989 - 1990, Cục đo đạc và Bản đồ đã thành lập bản đồ địa hình Việt Nam tỷ lệ 1: 1.000.000. Trong đó địa hình đáy biển được thành lập theo tài liệu bản đồ vùng biển phía Nam Việt Nam tỷ lệ 1: 2.000.000 do Xí nghiệp Bản đồ in năm 1989 và bản đồ Biển Đông tỷ lệ 1: 4.000.000 do Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước in năm 1986. Đây là bản đồ địa hình chính thức được sử dụng trong các cơ quan nhà nước.

Các nghiên cứu địa mạo trên đất liền được quan tâm từ nhiều năm nay song việc triển khai nghiên cứu chúng với vùng biển thì chỉ mới bước đầu. Trong những năm thập kỷ 80, việc nghiên cứu địa mạo biển chỉ mới tập trung chủ yếu ở đới bờ. Các tác giả Lưu Tỳ(1985), Nguyễn Thế Tiệp (1990, 1995) đã quan tâm đến các kiểu bờ biển, hệ thống thềm biển và lịch sử phát triển địa hình đới bờ..., thành lập bản đồ địa mạo khái quát về hình thái và nguồn gốc địa hình đáy biển vịnh Bắc Bộ tỷ lệ 1: 2.000.000. Năm 1986, những nét đặc trưng nhất về đặc điểm địa mạo thềm lục địa Đông Dương và các vùng kế cận đã được phác hoạ (Lưu Tỳ, 1985).

Năm 1987 tập Atlas " Địa chất - địa vật lý vùng biển Nam Trung Hoa " gồm 13 bản đồ tỷ lệ 1: 2.000.000 do các nhà địa chất, địa vật lý Trung Quốc thành

lập. Bản đồ đã phản ảnh những đặc điểm chung của địa hình đáy biển Nam Trung Hoa về mặt hình thái, ví dụ địa hình thềm lục địa, sườn lục địa và đồng bằng biển thẳm. Tác giả cũng đã dùng thuyết kiến tạo mảng để giải thích nguồn gốc địa hình đáy biển. Trong tập Atlas này, bản đồ địa mạo được thể hiện sơ lược dưới dạng địa hình lập thể. Xue Wanjun (1987) cũng khái quát đặc điểm địa hình Biển Đông ở tỷ lệ 1: 1.000.000. Nhìn chung, những công trình này mang tính chất khái quát, phần nào cũng nêu được những nét đặc trưng cơ bản của địa hình đáy biển.

Trong chương trình nghiên cứu biển giai đoạn 1991 - 1995, bản đồ địa mạo thềm lục địa Việt Nam tỷ lệ 1: 1.000.000 được thành lập. Trên bản đồ Nguyễn Thế Tiệp và các các tác giả khác đã phân chia ra 20 kiểu địa hình ở thềm lục địa, 8 kiểu sườn lục địa, 2 kiểu chân lục địa và trũng sâu Biển Đông. Bản đồ địa mạo được xây dựng theo nguyên tắc kiến trúc- hình thái đã phản ánh một bức tranh tương đối đầy đủ về các kiểu hình thái và kiến trúc của đáy biển diễn giải cơ chế thành tạo cũng như thời gian thành tạo của chúng (Bùi Công Quế, 1995). Trong đề tài KHCN-06-12, các tác giả đã chỉnh lý bổ sung phân chia thành 30 kiểu địa hình trên bản đồ địa mạo Biển Đông Việt Nam tỷ lệ 1: 1.000.000 (Bùi Công Quế, 2000).

Bản đồ địa mạo dải ven bờ châu thổ Sông Hồng tỷ lệ 1: 200.000 (Nguyễn Thế Tiệp, 1994) đã phân chia chi tiết các kiểu, dạng địa hình theo nguyên tắc hình thái động lực. Tác giả quan niệm ứng với mỗi một điều kiện động lực có một kiểu địa hình đặc trưng được hình thành. Đây là phương pháp phân loại địa hình lần đầu được áp dụng để vẽ bản đồ đáy biển ở Việt Nam.

Nhìn chung, các kiểu địa hình được phân chia đã gắn được với cấu trúc địa chất, phản ánh sự thể hiện của cấu trúc địa chất trên địa hình. Đặc điểm địa mạo bờ biển và đới ven bờ vùng biển Việt Nam cũng đã được khái quát trong công trình của Trần Đức Thạnh (1997).

Từ những năm 1990 đến nay, trong nhiệm vụ điều tra địa chất và khoáng sản biển ở đới ven bờ, các bản đồ địa mạo tỷ lệ 1: 500.000 đới ven bờ (0 ÷50m) từ Móng Cái đến Hà Tiên đã được thành lập (Nguyễn Biểu và nnk, 1989, 1999). Những bản đồ này đã góp phần làm sáng tỏ đặc điểm địa hình, địa chất, tích tụ sa khoáng cũng như môi trường địa chất đới ven bờ.

Trong công trình nghiên cứu của mình, Nguyễn Văn Tạc (1996), cũng đã phân tích các tác nhân chính tham gia vào việc tạo thành địa hình, phân chia các kiểu cấu trúc- hình thái địa hình và lập bản đồ địa mạo tỷ lệ 1: 1.000.000 thềm lục địa Nam Trung Bộ và Nam Bộ.

Trong đề tài KHCN-06-11, Đặng Văn Bát và các tác giả khác đã thành lập bản đồ địa mạo thềm lục địa Việt Nam trên cơ sở nguyên tắc nguồn gốc - hình thái - động lực nhằm phục vụ nghiên cứu địa chất công trình biển (Mai Thanh Tân, 2000).

Bên cạnh những công trình nghiên cứu về địa hình, địa mạo đáy biển, các công trình nghiên cứu về đảo ở thềm lục địa Việt Nam cũng có ý nghĩa quan trọng góp phần làm sáng tỏ điều kiện hình thành Biển Đông cũng như phát huy tiềm năng kinh tế của lãnh hải nước ta. Saurin (1957) đã quan tâm đến nguồn gốc cuội trên đảo Hoàng Sa. Lê Đức An (1995) đã nghiên cứu hệ thống đảo ven bờ phục vụ quản lý tổng hợp vùng biển Việt Nam. Đỗ Tuyết và n.n.k (1976, 1978) đã ghi nhận về sự có mặt của các thềm biển ở đảo Bạch Long Vĩ và nghiên cứu một số nét về địa mạo của quần đảo Trường Sa. Nguyễn Thế Tiệp (1999) nghiên cứu đặc điểm địa mạo vùng biển quần đảo Hoàng Sa và vùng biển kế cận đã phân chia ra 5 kiểu địa hình thềm lục địa, 11 kiểu địa hình sườn lục địa, 2 kiểu chân lục địa và 2 kiểu đáy biển sâu ở khu vực quần đảo này. Lại Huy Anh (1991) đã nghiên cứu khá chi tiết các đặc điểm hình thái địa hình đảo ven bờ như độ dốc, độ chia cắt ngang, mức độ chia cắt sâu với mục đích sử dụng hợp lý các đảo này.

Tóm lại, việc nghiên cứu địa hình địa mạo thềm lục địa Việt Nam đã cho những bức tranh khái quát về địa mạo của thềm lục địa, cung cấp những tài liệu quý giá phục vụ cho các chuyên đề nghiên cứu khác nhau. Trong chuyên khảo này chúng tôi sẽ hệ thống hoá các kết quả đạt được và trình bày trong chương II.

3. Các nghiên cứu về trầm tích Đệ Tứ

Trong những năm qua các nghiên cứu về địa chất Đệ Tứ ở nước ta thường tập trung ở phần đất liền, các đới ven biển và một số đảo. Các nghiên cứu trầm tích Đệ tứ thềm lục địa nhất là các vùng biển ngoài thềm lục địa chưa nhiều. Do vùng biển rộng lớn và quá trình khảo sát rất phức tạp nên các kết quả đạt được còn hạn chế, tuy nhiên, với các nghiên cứu từ những góc độ khác nhau của các tác giả Việt Nam và nước ngoài từ trước tới nay có thể cho chúng ta những kết quả có ý nghĩa.

Trong công trình của mình, Shepard (1949) đã đưa ra sơ đồ khái quát về sự phân bố trầm tích vùng thềm lục địa Việt Nam. Niino và Emery (1961) đã thu mẫu tại một số trạm ở Vịnh Thái Lan và thềm lục địa phía Nam đưa ra sơ đồ khái quát sự phân bố trầm tích tầng mặt và khoanh một số điểm lộ đá. Saurin (1962) đã mô tả kiểu trầm tích molas thu được ở một trạm ngoài khơi biển Nha Trang. Năm 1965, Hải quân Mỹ đã đưa ra bảng số liệu thành phần chất đáy trên cơ sở khảo sát ở 132 trạm ở thềm lục địa phía Nam. Tàu Kyoshin Maru N^{0}52 (1968-1969) đã tiến hành khảo sát vùng Vịnh Thái Lan và vùng ngoài khơi Vũng Tàu. Kết quả đã đưa ra được sơ đồ phân bố trầm tích tầng mặt vùng biển khảo sát. Parke (1971) cũng đã đề cập đến loại trầm tích biến dạng và chưa biến dạng phủ trên ở Biển Đông.

Trong chương trình thành lập Atlass Thái Bình Dương, Gorskov (1974) đã đề cập đến sự phân bố của trầm tích nguồn gốc lục nguyên với diện tích phân bố

rộng ở thềm lục địa Việt Nam.

Ở vùng Vịnh Bắc Bộ, có một số công trình nghiên cứu đã được công bố về địa mạo và trầm tích biển ven bờ Quảng Ninh - Hải Phòng (Trịnh Phùng, 1975), đặc điểm trầm tích tầng mặt vùng biển Vịnh Bắc Bộ (Nguyễn Chu Hồi, 1985).

Đối với vùng bờ biển miền Trung và miền Nam, đã có một số công trình điều tra tổng hợp về địa mạo và trầm tích tầng mặt (Trịnh Phùng, 1985, 1991; Trịnh Thế Hiếu, 1987, 1996). Trong các công trình này, các tác giả đã nêu lên được những nét đặc trưng của các kiểu trầm tích, phân vùng môi trường trong khu vực nghiên cứu và làm sáng tỏ điều kiện thành tạo trầm tích đáy biển. Việc xác định ranh giới địa tầng và tuổi trong Đệ Tứ cũng đã được một số tác giả quan tâm như Nguyễn Ngọc (1996), Ma Văn Lạc, Nguyễn Địch Dỹ (1979, 1995).

Các thành tựu nghiên cứu về địa chất Đệ Tứ và phần trên của Miocen đã được công bố trên các công trình của nhiều tác giả khác nhau (Nguyễn Địch Dỹ, 1995; Nguyễn Đức Tâm, 1995)... Các kết quả nghiên cứu chủ yếu tập trung trên đất liền và phần ven bờ biển, việc triển khai nghiên cứu ra vùng biển và thềm lục địa mới chỉ bước đầu, còn rời rạc và chưa hệ thống. Một số tác giả đã bước đầu quan tâm đến vấn đề liên kết tài liệu đất liền và biển (Trần Nghi, 1995; Nguyễn Hoàn, 1996; Nguyễn Ngọc, 1996).

Từ năm 1991 đến nay, trên cơ sở đề án nghiên cứu điều tra địa chất và khoáng sản dải ven biển, một số công bố đã làm sáng tỏ nhiều vấn đề liên quan đến phân chia địa tầng trầm tích Đệ Tứ, trầm tích tầng mặt (Nguyễn Biểu, 1989, 1999...). Một số công trình về cổ địa lý tướng đá, môi trường trầm tích, sự biến đổi đường bờ... đã được công bố (Trần Nghi, 1995, 1996, 2000)...

Trong đề tài KHCN-06-11, Nguyễn Biểu, Trần Nghi và các tác giả khác đã làm sáng tỏ đặc điểm địa chất Đệ Tứ, cổ địa lý tướng đá trong Pliocen Đệ Tứ thềm lục địa Việt Nam và thành lập các bản đồ địa chất Đệ Tứ, bản đồ cổ địa lý tướng đá và môi trường trầm tích tỷ lệ 1:1.000.000 (Mai Thanh Tân, 2000). Các kết quả nghiên cứu được công bố chỉ ra một loạt vấn đề cần giải quyết như phân bố các thành tạo Đệ Tứ, tính chu kỳ trầm tích với sự dao động mực nước biển, liên kết địa tầng tài liệu địa chấn phản xạ thềm lục địa, liên kết tài liệu địa chấn nông và địa chấn phản xạ ngoài khơi...

Nghiên cứu địa chất công trình liên quan đến các công trình xây dựng trên biển cũng đã được quan tâm trong những năm gần đây. Các khảo sát địa chất công trình trên thềm lục địa Việt Nam thường mới được tiến hành ở một số điểm có bố trí các giếng khoan dầu khí và một số công trình khác như đường ống dẫn dầu, cáp quang... Tài liệu phân tích mẫu trong giếng khoan và tài liệu đo địa vật lý tầng nông (địa chấn phản xạ liên tục phân giải cao, quét sườn, đo hồi âm...) được tổng hợp trong các báo cáo riêng phục vụ xây dựng các giàn

khoan. Các báo cáo ĐCTV phục vụ đặt giếng khoan ở các cấu tạo Bạch Hổ, Rồng, Đại Hùng, Tê Giác, Voi, Đại Bàng, Rồng Đôi, Anh Vũ... và một số giếng khoan khác ở các lô 17, 05, 15 ở thềm lục địa phía Nam được công ty Vietsopetro, Enterprise TOTAL, BP, JVPC, FINA... tiến hành trong khoảng thời gian 1984 -1995.

Ở Vịnh Bắc Bộ, các báo cáo tổng kết về địa chất công trình được thực hiện trên một số lô có triển vọng của công ty TOTAL (1989 - 1992). Việc khảo sát đáy biển phục vụ lắp đặt đường cáp quang cũng được tiến hành. Năm 1990 kết quả khảo sát của đề án cáp ngầm viễn thông SINHON 2 và tiếp đó các tàu khảo sát đặt tuyến cáp ngầm DGT/TVH- RSWS vào các năm 1994 - 1996 đã cho nhiều số liệu liên kết độ sâu và đặc điểm trầm tích đáy khu vực cáp đi qua.

Ở các đảo như quần đảo Trường Sa và một số đảo khác, việc khảo sát điều kiện xây dựng trên nền đá yếu và nền san hô cũng bước đầu được quan tâm.

Trong đề tài KHCN-06-11, Phạm Văn Tỵ và các tác giả khác lần đầu tiên đã nghiên cứu một cách có hệ thống điều kiện địa chất công trình, tính chất cơ lý của đất đá và đã thành lập sơ đồ địa chất công trình thềm lục địa Việt Nam tỷ lệ 1.1.000.000 (Mai Thanh Tân, 2000).

4. Các công trình nghiên cứu các bồn trầm tích Đệ Tam và trước Đệ Tam

Nghiên cứu các bồn trầm tích Đệ Tam thềm lục địa Việt Nam được tiến hành khá sớm và ngay từ đầu thập kỷ 50 đã xác lập được các trầm tích Neogene ở đảo Bạch Long Vĩ có thể là phần tiếp tục của các dải trầm tích Neogene từ Yên Bái tới trũng Hà Nội (Saurin, 1952). Mặt cắt trầm tích Neogene lần đầu tiên được phát hiện từ năm 1940 ở giếng khoan Hoà Mỹ (Hà Đông), phân bố dưới lớp phủ Đệ tứ (79-363m). Công tác khảo sát địa vật lý đã chú ý tới các bể Đệ Tam ngoài khơi Đông Nam Bộ từ hập kỷ 60, tuy vậy chỉ chỉ từ khi phát hiện được các trầm tích vụn Miocen chứa dầu mới bắt đầu các nghiên cứu thực sự (Mobil, 1974, 1975; Peeten 1974, 1975). Từ cuối 1974 đến đầu 1975 đã có 6 giếng khoan và đã bước đầu thiết lập được các phân vị địa tầng trầm tích Đệ Tam trên thềm lục địa Việt Nam. Từ sau 1975, các nghiên cứu trầm tích Đệ Tam vùng biển Việt Nam được tiến hành một cách toàn diện và có hệ thống. Tuy nhiên trong nửa đầu thập kỷ 80, các mô tả trầm tích Đệ Tam ngoài Biển Đông còn mang tính sơ lược theo các thông số liên quan với thăm dò dầu khí của các công ty (Petrovietnam 1978-1979, Agip 1978-1980, Bow Valey 1978-1980, Deminex 1978-1979). Cùng với các hoạt động dầu khí của Vietsovpetro, hệ thống các bể Đệ Tam cùng các hệ tầng trầm tích của chúng dần dần được xác định ngày càng rõ thêm. Phần lớn các nghiên cứu mô tả đặc tính trầm tích liên quan trực tiếp với các dạng tiềm năng dầu khí trong Oligocen và Miocen. Các nghiên cứu này thường dựa trên các kết quả minh giải tài liệu địa vật lý và phân tích mẫu khoan, do vậy thường theo từng vùng

và từng cấu tạo riêng biệt. Trong thập kỷ 90, từ nguồn tài liệu phân tích mẫu khoan, xử lý tài liệu địa vật lý và nghiên cứu địa tầng phân tập, các nghiên cứu thành tạo trầm tích Đệ Tam Biển Đông đã mở rộng theo hướng phân tích bể gắn với các hiện tượng địa chất của Biển Đông và đã được thể hiện trên nhiều công bố trong và ngoài nước (Đỗ Bạt, 1993, Phan Trung Điền, 1992, 1995, 1990; Nguyễn Trọng Tín, 1995; Ngô Thường San, 1986, 1993, 1995; Nielsen, 1999...).

Kết quả phân chia địa tầng của các bể đã được nghiên cứu bằng tổ hợp các phương pháp như thạch địa tầng, sinh địa tầng, địa chấn địa tầng và thời địa tầng, theo đó các đơn vị địa tầng tương ứng của các bể Sông Hồng, Cửu Long, Nam Côn Sơn và Mã Lai-Thổ Chu đã được xác lập. Những kết quả nghiên cứu đó đã được chứng minh rằng quá trình hình thành và phát triển trầm tích Đệ Tam gắn liền với quá trình hình thành và phát triển Biển Đông. Đây là quá trình phức tạp, kéo dài, bị chi phối bởi nhiều yếu tố hoạt động địa động lực trong khu vực. Một số công trình nghiên cứu đặc điểm trầm tích các bồn trũng khác nhau đã được nhiều tác giả tiến hành trong các đề tài NCKH cấp nhà nước như bồn trũng Sông Hồng (Lê Văn Trương, 1993), Phú Khánh (Nguyễn Quang Bô, 1997), Malay Thổ Chu (Phùng Sỹ Tài, 1995)...

Việc phát hiện các thành tạo trước Kainozoi ngoài Biển Đông còn nhiều hạn chế. Các nghiên cứu móng các bể Đệ Tam thường tập trung vào các đối tượng đá granit nứt nẻ được phát hiện ở một số giếng khoan thăm dò dầu khí (Trần Lê Đông và Ngô Thường San, 1992, 1994, 1996; Phan Trung Điền, 1992, 2000; Võ năng Lạc và nnk, 1995; Trần Khắc Tân và Nguyễn Quang Bô, 1997; Mai Thanh Tân, 1999; Ngô Xuân Vinh, 1999). Nghiên cứu các thành tạo Trước Kainozoi thềm lục địa Việt Nam được phản ảnh trong đề tài KT.01.17 (Phan Trung Điền, 1995). Một số công trình nghiên cứu Biển Đông cũng có đề cập tới các phần sâu dưới lớp phủ trầm tích Kainozoi thông qua các dự báo cấu trúc, kiến tạo và các tham số địa vật lý trên mặt (Lê Duy Bách, 1996; Bùi Công Quế, 1997). Việc phân tích bể Trước Đệ Tam và hệ thống lại các thành tạo này cũng đã được quan tâm (Phan Trung Điền, 1996, 1998).

5. Các công trình nghiên cứu liên quan đến kiến tạo, địa động lực và cấu trúc sâu vỏ quả đất.

Trên cơ sở các kết quả khảo sát biển và tổng hợp tài liệu nghiên cứu các vùng kế cận, nhiều công trình nghiên cứu kiến tạo biển Đông, các chế độ địa động lực và tai biến địa chất được nhiều tác giả quan tâm (Lê Duy Bách, 1987, 1990, 1998, 1999; Lê Văn Cự, 1986; Hayes, 1983, 1986; Hồ Đắc Hoài, 1975, 1995; Kulinic, 1989; Lê Như Lai, 1995, 1996; Bùi Công Quế, 1995, 1996, 2000; Phan Văn Quýnh, 1996; Rangin, 1990, 1995; Ngô Thường San, 1985, 1986, 1995; Saurin, 1967, Ngô Gia Thắng, 1997, 1998, 1999..). Bức tranh chung về kiến tạo cũng được tìm thấy trên các sơ đồ cấu trúc kiến tạo của các

tác giả khác như Hồ Đắc Hoài (1995), Ngô Thường San (1985), Phan Văn Quỳnh (1996), Lê Như Lai (1995, 1996).

Những nét chung về trường bất thường trọng lực trên Biển Đông lần đầu tiên được khái quát trong công trình khảo sát trường trọng lực Biển Nam Trung Hoa của Đại học Columbia (Mỹ) vào những năm đầu thập kỷ 60 thế kỷ XX, sau đó được tổng hợp trong bản đồ trọng lực tỷ lệ 1: 10.000.000 các vùng Biển Đông và Đông Nam Á do Hayes D. và Taylor chủ biên. Năm 1977, Krasny và Phedinsky (Liên xô cũ) chủ biên bản đồ trọng lực vùng Thái Bình Dương, tỷ lệ 1: 5.000.000, trong đó có khái quát về trường trọng lực Biển Đông. Năm 1987, tập Atlas địa chất và địa vật lý vùng biển Nam Trung Hoa được Trung Quốc xuất bản, trong đó bản đồ bất thường trọng lực Biển Đông tỷ lệ 1: 2.000.000 có những kết quả khảo sát bổ sung. Đến năm 1990, trong đề tài 48.B.03.02 (Bùi Công Quế, 1990) đã hoàn thành bản đồ trọng lực tỷ lệ 1: 500.000 trên toàn vùng thềm lục địa Việt Nam. Trong các đề tài KT-03-02 (1991- 1995) và KHCN- 06-12 (1996 - 2000), các bản đồ bất thường trọng lực được bổ sung hoàn thiện trên cơ sở các khảo sát mới trên thềm lục địa Việt Nam và trên vùng Biển Đông.

Trường từ bình thường cho lãnh thổ Việt Nam theo các thành phần khác nhau được tính theo mô hình toàn cầu dựng theo các số liệu đo vệ tinh (Nguyễn Văn Giảng,1987). Đối với vùng thềm lục địa miền Trung và vịnh Bắc Bộ thì kết quả khảo sát của VietsovPetro đã xác định các giá trị trường bình thường tính theo mô hình của Gaus trên cơ sở công thức giải tích với các hệ số đã chỉnh theo số liệu vệ tinh nhân tạo quả đất Cosmos - 321 (Ianovsky, 1984). Đáng chú ý là trong tập Atlas địa chất địa vật lý Biển Đông do Trung Quốc xuất bản năm 1987 đã có bản đồ bất thường từ toàn Biển Đông tỷ lệ 1: 2.000.000 được xây dựng chủ yếu theo số liệu đo trên máy bay như đã nêu.

Đặc điểm cấu trúc của các ranh giới cơ bản trong vỏ trái đất trên thềm lục địa Việt Nam và một phần của Biển Đông đã được đề cập trong một số công trình (Hồ Đắc Hoài, 1985; Bùi Công Quế, 1990, 1996, 1999, 2000). Trong số các công trình nghiên cứu của các tác giả nước ngoài về đặc điểm cấu trúc sâu trên vùng Biển Đông và kế cận có các công trình của các nhà nghiên cứu Trung quốc mà những kết quả chính đã được công bố trong tập Atlas địa chất địa vật lý biển Nam Trung Hoa và các công bố của Wujimin (1994) Lieng De hua (1993). Tiếp đó, đáng chú ý hơn cả là công trình nghiên cứu tổng hợp địa chất, địa vật lý trên vùng Biển Đông của các nhà nghiên cứu của trung tâm Viễn Đông, Viện Hàn lâm khoa học Nga (Kulinic, 1989). Trong những năm từ 1990 đến nay, đã có một loạt các công trình nghiên cứu của các tác giả Mỹ và châu Âu như Hayes (1986), Rangin (1986,1990), Watkins (1994), Hinz và những người khác (1985, 1996).

Các đứt gãy trên thềm lục địa Việt Nam và vùng Biển Đông đã được đề cập đến trong nhiều công trình nghiên cứu tổng hợp tài liệu khảo sát địa chất, địa

vật lý của các tác giả trong và ngoài nước (Parke, 1971; Frye, 1970; Hồ Đắc Hoài, Ngô Thường San, 1975; Nguyễn Nghiêm Minh, 1980, Lê Văn Cự, 1982; Hồ Đắc Hoài, 1985; Bùi Công Quế, 1985, 1990, 1999, 2000), Gatinsky, 1984; Liu Zuhui, 1985). Trong các công trình này, đã thể hiện khá rõ các hệ đứt gãy sâu chạy gần song song ven biển miền Trung, hệ đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy trên sườn Tây Nam vịnh Bắc Bộ, hệ đứt gãy hướng Đông Bắc trên thềm lục địa Đông Nam phân chia các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn với các vùng kế cận. Trên vùng Biển Đông cũng vạch ra các hệ đứt gãy sâu hướng Đông Bắc - Tây Nam, hướng kinh tuyến và một số tác giả đã dự đoán những hệ đứt gãy sâu hướng Tây Bắc - Đông Nam cắt qua Biển Đông tới Philippin.

Hoạt động núi lửa đã được các nhà địa chất Pháp như Patte (1923), Lacroix (1933), nghiên cứu từ những năm 20 - 30 của thế kỷ XX. Saurin (1967) đã cho rằng núi lửa đang có xu hướng chuyển dần hướng từ lục địa ra Biển Đông. Nguyễn Xuân Hân (1991,1996) đã đề cập đến hoạt động núi lửa trẻ ở khu vực Biển Đông, đặc biệt là hoạt động núi lửa Kainozoi muộn. Martin (1991) đã khái quát hoạt động maema trong Kainozôi ở Nam Trung Hoa. Đỗ Minh Tiệp (1995, 1996) cũng đã đề cập đến phun trào bazan Kainozôi đáy vùng biển Việt Nam và xem xét sự phân bố theo thời gian và không gian của chúng. Có thể nói việc nghiên cứu đặc điểm thạch hoá của bazan mới chỉ là bước đầu, hy vọng rằng trong tương lai vấn đề này sẽ được nghiên cứu kỹ hơn, góp phần làm sáng tỏ cơ chế địa động học Biển Đông.

Các nghiên cứu về động đất ở thềm lục địa Việt Nam được đề cập trong các công trình của Nguyễn Đình Xuyên (1989,1997), Bùi Công Quế (1992), Phạm Văn Thục (1980, 1999), Nguyễn Hồng Phương (1998)... Các tác giả đã đề cập đến những quy luật chung về hoạt động địa chấn khu vực Đông Nam á, xác định độ sâu chấn tiêu của động đất, động đất cực đại và phân vùng động đất trên lãnh thổ và một phần lãnh hải Việt Nam.

Một số đặc trưng của đặc điểm địa nhiệt đã được nghiên cứu trong đề tài KT.01.18 (Võ Năng Lạc, 1995). Các đặc điểm biến dạng của vỏ trái đất, vai trò hoạt động của đứt gãy cũng được đề cập đến trong các công trình của Nguyễn Văn Lương (1999), Trần Lê Đông (1998).

6. Các công trình nghiên cứu liên quan đến tìm kiếm thăm dò dầu khí và khoáng sản biển.

Các nghiên cứu về tiềm năng dầu khí thềm lục địa nước ta trong những năm qua chủ yếu tập trung vào tìm kiếm thăm dò dầu khí ở các bồn trầm tích. Công tác tìm kiếm dầu khí được tiến hành từ năm 1959 nhưng thực sự phát triển từ năm 1975, sau khi Miền Nam hoàn toàn giải phóng và Tổng cục Dầu khí Việt Nam được thành lập.

Trước tháng 5 năm 1975 công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí được tiến hành trong bối cảnh chiến tranh. Trên đất liền ở Miền Bắc công tác này được triển khai ở

trũng Hà Nội, trũng An Châu với sự giúp đỡ của Liên Xô cũ. Năm 1975, phát hiện mỏ khí Tiền Hải "C" ở tỉnh Thái Bình. Ở thềm lục địa phía Nam, các công ty dầu khí đã ký 13 hợp đồng với chính quyền Sài Gòn vào cuối năm 1974, đến đầu năm 1975 đã khoan và phát hiện dầu ở mỏ Bạch Hổ thuộc bồn trũng Cửu Long và ở cấu tạo Dừa thuộc bồn trũng Nam Côn Sơn. Các hợp đồng này đã chấm dứt vào năm 1975.

Sau ngày giải phóng Miền Nam công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí được tiếp tục ở trũng Hà Nội và trũng Cửu Long. Vào cuối những năm 1970 Tổng cục Dầu khí Việt Nam đã ký 5 hợp đồng dầu khí với các công ty dầu nước ngoài ở các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn thuộc thềm lục địa Nam Việt Nam. Tuy nhiên, trong giai đoạn này không phát hiện dầu khí có giá trị thương mại nên các nhà thầu đã chấm dứt hợp đồng và hoàn trả diện tích cho Tổng Công ty Dầu khí Việt Nam sau khi đã hoàn thành cam kết theo hợp đồng.

Từ năm 1981, khi có hiệp định hợp tác trong lĩnh vực dầu khí với Liên Xô cũ và thành lập Xí nghiệp liên doanh Vietsovpetro, công tác nghiên cứu địa chất - địa vật lý khu vực được triển khai một cách có hệ thống trên toàn thềm lục địa Việt Nam suốt từ Bắc đến Nam. Bên cạnh việc tiếp tục thăm dò và khai thác khí ở mỏ Tiền Hải "C" thuộc trũng Hà Nội, ở thềm lục địa Miền Nam Vietsovpetro tiến hành thăm dò và phát triển khai thác mỏ Bạch Hổ, đồng thời đã khoan thăm dò và phát hiện dầu ở các cấu tạo Rồng, Đại Hùng, Tam Đảo, Ba Vì và Sói. Đây là giai đoạn quan trọng đánh dấu sự hợp tác có hiệu quả với Liên Xô cũ tạo cơ sở ban đầu cho nền công nghiệp khai thác dầu khí của Việt Nam.

Từ 1988 đến nay là thời kỳ phát triển rầm rộ công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí ở thềm lục địa Việt Nam, đặc biệt từ khi nhà nước ta có Luật đầu tư nước ngòai (1988) và Luật Dầu khí đã thu hút nhiều công ty dầu khí Quốc tế đầu tư vào lĩnh vực dầu khí, đến nay đã ký trên bốn chục hợp đồng dầu khí. Tổng diện tích các lô đã ký hợp đồng khoảng gần 50% diện tích thềm lục địa Việt Nam tính tới độ sâu nước 200 m, một số nơi tới 1.000m tập trung chủ yếu ở bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn. Đến nay, qua 40 năm hoạt động, ngành Dầu khí và các công ty dầu nước ngoài đã tiến hành khảo sát trên 250.000 km tuyến địa chấn 2D, trên 10.000 km^2 địa chấn 3D và khoan gần 400 giếng khoan thăm dò, thẩm lượng và khai thác với khối lượng khoảng 1,4 triệu mét khoan với tổng chi phí đầu tư thăm dò khai thác trên 5 tỷ USD.

Các kết quả đánh giá tiềm năng dầu khí trên các bồn trầm tích được công bố trên một số đề tài thuộc chương trình NCKH cấp Nhà nước và cấp ngành như nghiên cứu đặc điểm địa chất thềm lục địa (Hồ Đắc Hoài, 1991, 1995), địa tầng các bồn trũng Đệ Tam (Đỗ Bạt, 2000), bồn trũng Sông Hồng (Lê Văn Trương, 1995); bồn trũng Ma Lay- Thổ Chu (Phùng Sỹ Tài, 1995); bồn trũng Phú Khánh (Nguyễn Quang Bô, Lê Đình Thám, 1995), vùng quần đảo Trường Sa (Hà Quốc Quân, 1995) nghiên cứu các bẫy dầu khí trước Đệ Tam (Phan

Trung Điền, 1995; Trương Minh, 1995), đánh giá tiềm năng dầu khí trên thềm lục địa (Trần Ngọc Toản, 1995)...

Khoáng sản rắn vùng biển Việt Nam phân bố trong trầm tích bở rời Đệ Tứ, trong đá gốc đới ven biển, thềm lục địa và biển sâu. Việc nghiên cứu tiềm năng khoáng sản rắn ven biển đã được Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam quan tâm từ nhiều năm nay. Các mỏ và điểm khoáng sản rắn ở đới ven biển đã được công bố trên một số công trình khác nhau như Nguyễn Thị Kim Hoàn (1981), Nguyễn Viết Thắng (1983), Nguyễn Biểu (1985) và loạt bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1: 200.000 của Cục Địa chất và khoáng sản công bố 1995. Trong đề tài 48-06-06 (Nguyễn Biểu và nnk, 1985), các mỏ và điểm khoáng sản rắn ven vùng biển Việt Nam được mô tả và thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1:1000000.

Kết luận

Nói tóm lại, qua các kết quả khảo sát và nghiên cứu Địa chất - Địa vật lý đã tiến hành ở vùng biển nước ta có thể có một số nhận xét:

- Vùng vùng biển Việt Nam có diện tích rộng lớn, cấu trúc địa chất đa dạng và nguồn tài nguyên phong phú, vì vậy các khảo sát và nghiên cứu biển luôn luôn được quan tâm. Các kết quả khảo sát địa chất - địa vật lý vùng biển Việt Nam trong những năm qua, đặc biệt là các hoạt động tìm kiếm thăm dò dầu khí, khảo sát vùng biển ven bờ, các chuyến khảo sát cơ bản có sự phối hợp quốc tế... là nguồn tài liệu rất phong phú và quý giá, là cơ sở dữ liệu tương đối đồng bộ khái quát về địa chất biển Việt Nam. Các kết quả nghiên cứu đạt được cho phép có những hiểu biết ngày càng đầy đủ hơn về đặc điểm cấu kiến tạo, địa động lực, cấu trúc sâu vỏ quả đất, đặc điểm địa tầng, môi trường trầm tích, địa hình địa mạo...vùng vùng biển Việt Nam và kế cận. Những thành tựu này có ý nghĩa rất quan trọng phục vụ sự nghiệp phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ chủ quyền lãnh hải của Tổ quốc, tạo tiền đề vững chắc cho các nghiên cứu địa chất biển tiếp theo trong giai đoạn tới.
- Các quá trình khảo sát trên biển và nghiên cứu tổng hợp tài liệu địa vật lý - địa chất biển đã tiếp cận với công nghệ hiện đại, có mối quan hệ hợp tác quốc tế rộng rãi, từng bước hoà nhập với trình độ các nước khu vực và thế giới. Sự liên kết giữa các cơ quan chức năng khác nhau trên cơ sở 5 chương trình nghiên cứu biển cấp Nhà nước và hàng loạt các đề tài, dự án khác đã tạo điều kiện thuận lợi phát triển lực lượng và nâng cao trình độ đội ngũ cán bộ nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển nước ta.
- Công tác nghiên cứu biển có nhiều đặc điểm khác với nghiên cứu trên đất liền, đòi hỏi chi phí rất tốn kém và phải tổ chức đồng bộ, do đó các kết quả đạt được mặc dù rất có ý nghĩa song còn nhiều hạn chế, chủ yếu mới ở mức độ khái quát và còn rất nhiều vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu với quy mô

lớn hơn, tỷ mỉ và toàn diện hơn. Hiện nay mức độ nghiên cứu địa vật lý - địa chất trên đất liền khá đầy đủ song việc liên kết tài liệu từ đất liền ra biển chưa được tiến hành một cách có hệ thống, mật độ khảo sát trên biển chưa đồng đều chủ yếu mới tập trung ở các khu vực có triển vọng dầu khí, các bản đồ địa chất chưa đồng bộ, các khảo sát địa chất phần trên lát cắt liên quan đến các công trình xây dựng và phát triển kinh tế biển mới chỉ bước đầu... Những vấn đề này cần được lưu ý trong những bước nghiên cứu tiếp theo.

Chương II

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÌNH, ĐỊA MẠO VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Các kết quả nghiên cứu địa hình địa mạo vùng biển Việt Nam đã cho những nét khái quát về tác nhân thành tạo và lịch sử phát triển địa hình, đặc điểm và phân vùng địa mạo bờ biển, đáy biển (thềm lục địa, sườn lục địa, chân lục địa, các đảo và hải đảo...). Các kết quả nghiên cứu đã cho phép xây dựng bản đồ địa mạo tỷ lệ 1.000.000 và cung cấp những tài liệu quý giá phục vụ cho các chuyên đề nghiên cứu khác nhau.

I. CÁC TÁC NHÂN THÀNH TẠO ĐỊA HÌNH

1. Tác nhân động lực nội sinh

Tác nhân động lực nội sinh xảy ra ở phần trên của Manti trong vỏ Trái đất, tạo nên những kiến trúc hình thái lớn, định hướng cho phát triển chung của địa hình thềm lục địa. Kết quả nghiên cứu khẳng định rằng Biển Đông được hình thành theo cơ chế tách giãn vỏ lục địa đã được kết cứng trước Creta. Quá trình tách giãn theo kiểu Rift bắt đầu khoảng Oligocen (45 triệu năm về trước) và có thể kết thúc khoảng Miocen (12 triệu năm về trước).

Nhìn chung, Biển Đông mang tính chất biển rìa. Trên suốt dải kéo dài bao quanh lục địa, xuất hiện các kiểu địa hình tàn dư có nguồn gốc từ lục địa. Toàn bộ thềm lục địa được hình thành trên cấu trúc vỏ granit với bề dày 10 - 15 km (Bùi Công Quế, 1995). Qúa trình vận động tân kiến tạo đã làm cho móng granit phân dị, các phần móng nhô cao thường thành tạo các khối hoặc dãy núi ngầm (như khối nâng Côn Sơn). Ngược lại các phần móng sụt lún tạo ra các bồn trũng tích tụ như các bồn trũng Hà Nội, Cửu Long, Nam Côn Sơn... Với tính chất không đối xứng, thềm lục địa mở rộng ở phía Bắc và phía Nam, còn ở miền Trung thu hẹp lại. Những nơi diện tích thềm lục địa rộng lớn như Vịnh Bắc Bộ, Tây Nam Bộ thường xuất hiện các kiểu bồn trũng tích tụ lấp đầy, bề dày trầm tích Kainozôi khá lớn (có khi đạt tới trên 10 km) trên các móng sâu.

Theo kết quả chuyến khảo sát PONAGA thì đứt gãy Sông Hồng khi kéo ra Vịnh Bắc Bộ lại ngoặt về phía Nam. Kết quả là Vịnh Bắc Bộ bị chia đôi thành bồn trũng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Bồn trũng Bắc Trung Bộ gần như nối liền với bồn trũng Qui Nhơn. Bản thân Biển Đông cũng gồm hai bồn trũng lớn định hướng theo phương Đông Bắc - Tây Nam và chúng được tách biệt bởi gờ ngầm Tri Tôn. Về phía Bắc, bồn trũng Hoàng Sa có độ sâu không quá 1,5 km, trong khi đó bồn Nha Trang là rìa của bồn trũng trung tâm Biển Đông lại mang đặc tính đại dương, có chiều sâu vượt quá 2,5 km.

Quá trình tách giãn kiểu Rift theo trục Đông Bắc - Tây Nam của Biển Đông không những liên quan đến chuyển động trượt ngang dọc theo đứt gãy Sông Hồng mà còn liên quan với chuyển động của các mảng bao quanh như mảng Philipin ở phía Đông, mảng Oxtraylia ở phía Nam. Quá trình tách giãn đó khống chế sự hình thành các cấu trúc khác nhau trong phạm vi Biển Đông.

Các gờ ngầm của thềm lục địa có nguồn gốc khác nhau, có loại dạng địa luỹ như gờ Côn Sơn, có loại là các khớp nối giữa các bồn trũng do chuyển động nâng lên như khối nhô Bạch Long Vĩ, khớp nối giữa bồn trũng Sông Hồng và bồn trũng Lôi Châu, có loại liên quan đến vòm dung nham núi lửa như đảo Phú Quí, Hòn Tro.

Địa hình đáy biển thềm lục địa miền Trung hẹp, được khống chế bởi hệ thống đứt gãy theo phương kinh tuyến. Quá trình hoạt động của hệ thống đứt gãy này làm cho móng của thềm lục địa trượt theo khối, nhờ vậy địa hình đáy biển có dạng bậc thang chuyển tiếp dần về phía sườn lục địa, đây là một kiểu sườn kiến tạo điển hình.

2. Tác nhân động lực ngoại sinh

- *Sóng gió và sóng lừng* là những tác nhân chính trong quá trình hình địa hình đới ven bờ. Chế độ sóng phụ thuộc rất chặt chẽ vào chế độ gió. Vào mùa đông chủ yếu là gió mùa Đông Bắc nên hướng sóng Đông Bắc chiếm ưu thế. Vào mùa hè, chủ yếu là gió mùa Tây Nam, hướng sóng Tây Nam chiếm ưu thế. Tuy vậy ở các miền khác nhau, đặc điểm của sóng cũng khác nhau. Từ Hải Phòng đến Nga Sơn ở ngoài khơi vào mùa hè, hướng sóng chủ yếu là Nam, Tây Nam và Đông với tần suất 40 - 75%, sóng hướng Nam 37%. Ở vùng ven bờ, sóng lại có hướng chính là Đông Nam. Độ cao sóng lớn nhất ở ngoài khơi vùng này là 7 - 8m, ven bờ là 5 - 6m

Ở vùng Hải Phòng - Móng Cái, trong mùa hè hướng sóng chủ đạo ngoài khơi là hướng Nam với tần suất 37 - 60%, độ cao của sóng 0,8 - 1,2m. Tại ven bờ sóng có hướng chủ đạo Đông Nam và Nam với tần suất 22 - 27%, chiều cao 0,7 - 1,1m. Khi có bão, độ cao của sóng đạt tới 5 - 6m. Trong mùa đông sóng có hướng chủ yếu là Bắc, Đông Bắc, ở ngoài khơi có tần suất từ 51 - 71%, ở ven bờ là 13 - 34%. Hướng của sóng cũng bị chi phối bởi địa hình ven bờ. Ở vùng cửa

sông Bạch Đằng do ảnh hưởng của địa hình và hướng bờ mà hướng của sóng chủ yếu là Nam và Đông Nam. Ở bờ Đông và Tây Cà Mau, sóng biển không mạnh bằng nơi khác. Thời kỳ gió mùa Đông Bắc độ cao của sóng có thể tới 4 - 4,5m, còn gió mùa Tây Nam là 3,5 - 4,0m

Hoạt động thuỷ triều ở thềm lục địa Việt Nam cũng không đồng nhất. Ở Bắc Quảng Bình đến Thuận An có chế độ nhật triều không đều. Ở Bắc Quảng bình độ cao vào ngày nước cường từ 1,5 - 2m, Nam Quảng Bình đến Thuận An là 0,6 - 1,1m. Trong khi đó ở cửa Thuận An và các vùng lân cận lại có chế độ bán nhật triều đều với độ cao thuỷ triều chỉ đạt 0,4 - 0,5m vào kỳ nước cường.

Khu vực Hải Phòng, Nga Sơn có chế độ nhật triều đều với biên độ dao động lớn. Theo tài liệu của trạm Hải văn Hòn Dừu, biên độ đao động của mực nước triều lớn nhất có thể đạt 4,25m (10/1985) và thấp nhất là 0,27m(12/1964). Khu vực Hải Phòng, Móng Cái chế độ nhật triều tương đối đồng nhất đạt 3 - 4m vào thời kỳ nước cường và lớn dần từ Nam lên Bắc. Biên độ triều ở Hải Phòng đạt 1,98m, ở Hòn Gai là 2,06m. Ở khu vực Hội An, Dung Quất, Cà Ná, Kê Gà, chế độ nhật triều không đều. Hàng tháng có tới 18 - 22 ngày nhật triều, độ lớn của thuỷ triều trong thời kỳ nước cường đạt 1,5 - 2m. Ở khu vực mũi Cà Mau, phía đông có chế độ bán nhật triều không đều, với biên độ đến 4,0m. Trong khi đó ở phía Tây, biên độ chỉ khoảng 1,5m vào thời kỳ nước cường. Những ví dụ trên cho thấy thuỷ triều ở đới ven bờ rất phức tạp và ảnh hưởng tới sự di chuyển bồi tích, tác động mài mòn bờ và đáy biển.

- *Dòng chảy* cũng là một tác nhân thành tạo địa hình quan trọng của đới thềm trong. Ở phía tây vịnh Bắc Bộ, dòng chảy có hướng từ Bắc xuống Nam, tốc độ dòng chảy lớn vào mùa hè và đạt cực đại 35 cm/s, bồi tích do các sông từ đồng bằng Bắc Bộ đưa ra chủ yếu di chuyển về phía Nam. Ở khu vực Hội An, Dung Quất dòng chảy hướng Nam, gần song song với đường bờ, riêng vùng biển Trà Vinh, Vũng Tàu, mùa hè dòng chảy có hướng Đông Bắc.

Ở khu vực Vịnh Thái Lan, tốc độ dòng chảy tương đối mạnh khoảng 15 - 20 cm/s và hướng Nam chiếm ưu thế. Phía Tây bán đảo Cà Mau, tốc độ dòng chảy gần đáy khoảng 15 - 20 cm/s và có hướng Nam chiếm ưu thế. Còn ở phía Đông tốc độ dòng chảy gần đáy trung bình khoảng 10 - 15 cm/s. Các dòng chảy này đã góp phần rất tích cực vào việc san bằng địa hình đáy.

Ở các đới thềm giữa và thềm ngoài, các dòng chảy có tác dụng di chuyển và phân phối lại vật liệu. Mùa Đông có một dòng chảy khá mạnh từ Tây Bắc xuống phía Nam, dọc đảo Hải Nam và ép sát bờ biển Việt Nam đến mũi Cà Mau. Phần lớn dòng chảy này chảy về hướng Đông, rồi vòng lên hướng Đông Bắc, tạo thành dòng xoáy thuận lớn bao trùm hết phần phía tây Biển Đông. Tới mũi Cà Mau một phần dòng chảy từ phía Bắc xuống toả rộng trên thềm lục địa. Một phần nhỏ của dòng chảy vào Vịnh Thái Lan chuyển động dọc bờ Bắc của Vịnh và ngoặt ra dọc bờ Nam, tạo thành một xoáy thuận.

Trong mùa hè, ở thềm lục địa Việt Nam có hai xoáy thuận riêng biệt, một xoáy áp sát vào bờ biển Phú Yên - Khánh Hoà - Thuận Hải và một xoáy nằm trên thềm lục địa phía Nam. Những dòng hải lưu này ở ven bờ biển miền Bắc và miền Trung có hướng chủ đạo từ Bắc xuống Nam, kéo dài theo bờ biển và áp sát vào bờ.

- *Các hệ thống sông* chính ở trên lục địa là nhân tố rất quan trọng trong việc hình thành và phát triển địa hình đới thềm trong. Các con sông này là nguồn cung cấp vật liệu lớn cho thềm lục địa. Hệ thống sông Thái Bình hàng năm chuyển tải lượng bùn cát khoảng 44 triệu tấn. Sông Cấm và sông Bạch Đằng đưa ra biển khoảng 15 - 16 triệu tấn. Đây là lượng vật liệu chính làm bồi lấp các luồng tàu vào cảng Hải Phòng. Đến mùa cạn, do nước chảy về ít và yếu, phù sa lắng đọng tạm thời thành lớp bùn mỏng ở đáy. Khi gặp gió và thuỷ triều chúng bị khuấy lên và trở thành nguồn vật liệu chính được dòng triều đưa vào làm bồi lấp các cửa sông.

Hàng năm sông Cửu Long mang ra biển khoảng trên 80 triệu tấn bùn cát, tạo ra phần châu thổ ngập nước ngay trước cửa sông và phần hạt mịn được dòng chảy đưa về phía Tây Nam để bồi đắp cho khu vực mũi Cà Mau.

Các con sông ở miền Trung đều ngắn, lưu vực không lớn song độ dốc lớn, tạo điều kiện vận chuyển lượng vật liệu lớn trong mùa mưa lũ. Sông Hương có độ dốc trung bình là $28^{0}05'$, sông Gianh là $19^{0}02'$, Sông Thu Bồn hàng năm mang ra biển khoảng 2 triệu tấn vật liệu.

- Ngoài những nhân tố ngoại sinh nêu trên, cần phải tính đến *dao động mức nước biển* trong thời gian gần đây và hiện nay. Theo kết quả tính toán cho thấy ở ven bờ biển Việt Nam mực nước biển đang có xu hướng tăng lên với tốc độ từ 1 - 2 mm/năm. Số đo của 229 trạm trên thế giới cho thấy trong vòng 2 thế kỷ trở lại đây, mực nước dâng trung bình khoảng 1 - 1,5 mm/năm. Chuỗi số liệu dài nhất (1807 - 1981) ở trạm Brest (Pháp) cho kết quả trung bình tăng 0,8 mm/năm. Ở Philipin tăng 1,3 mm/năm (1902 - 1965), ở Đài Loan tăng 2,2 mm/năm (1904 - 1943). Tại trạm Hòn Dấu mực nước dâng 2,24 mm/năm (1957 - 1990). Sự gia tăng của mực nước biển làm cho độ dốc địa hình ở đáy biển tăng lên hoặc làm cho đường bờ di chuyển vào phía lục địa. Kết quả làm thay đổi mực cơ sở xâm thực và dẫn đến hiện tượng xói lở mạnh ở đới thềm trong. Hậu quả của mực nước biển tăng lên là làm ngập một số vùng địa hình thấp ven biển, tạo nên hệ sinh thái ngập mặn...

- Một tác động ngoại sinh rất quan trọng khác là *tác động của con người* dẫn đến sự thay đổi lượng bồi tích đưa ra biển, làm tăng thêm cường độ, mức độ xói lở bờ biển hoặc đẩy nhanh thêm quá trình tích tụ. Ví dụ như đắp đập Đình Vũ làm tăng quá trình bồi lấp luồng lạch; đổ vật liệu thải than xuống biển ở Quảng Ninh làm nông dần đáy vịnh Hạ Long. Ở một số vùng như Cà Mau, Bạc Liêu, sự phá huỷ vùng ngập mặn đã làm cho bờ biển bị xói lở mạnh.

Sự kết hợp tương tác lẫn nhau giữa các tác nhân nội sinh và ngoại sinh đã tạo nên hình thái địa hình thềm lục địa Việt Nam trở nên đa dạng và phức tạp.

II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA MẠO VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Việc nghiên cứu địa mạo thềm lục địa Việt Nam đã cho những bức tranh khái quát về thềm lục địa, cung cấp những tài liệu quý giá phục vụ cho các chuyên đề nghiên cứu khác nhau.

Bản đồ địa mạo vùng biển Việt Nam và kế cận được hoàn thiện trên cơ sở các bản đồ địa mạo tỷ lệ 1: 500.000 khu vực vùng Biển Đông Nam - Tư Chính, khu vực biển Bắc Trung Bộ - Hoàng Sa, bản đồ địa mạo tỷ lệ 1: 1.000.000 khu vực thềm lục địa (đề tài KT.03 - 02, KHCN.06.11), bản đồ địa mạo tỷ lệ 1: 1.000.000 thuộc vùng biển phía ngoài thềm lục địa (đề tài KHCN - 06 - 04), bản đồ địa mạo khu vực quần đảo Trường Sa tỷ lệ 1: 1.000.000, đồng thời bổ sung và cập nhất những tài liệu mới hiện có ở Việt Nam và trên thế giới.

Trong bản đồ địa mạo, bức tranh địa hình đáy Biển Đông được phản ảnh một cách đầy đủ và chi tiết, trong đó các phân vị địa hình được phân chia theo hệ thống từ bậc cao đến thấp. Những đặc điểm cơ bản về hình thái, nguồn gốc, tuổi và quá trình thành tạo địa hình của thềm lục địa, sườn lục địa, chân lục địa và đáy biển thẳm được phản ánh thông qua 52 kiểu nguồn gốc hình thái khác nhau trên bản đồ và mô tả trong thuyết minh. Những tài liệu phân tích và sản phẩm bản đồ địa mạo sẽ đóng góp một phần cho việc lý giải quá trình hình thành Biển Đông và các khoáng sản đi kèm với chúng, là cơ sở dữ liệu phục vụ cho cho qui hoạch kinh tế biển và bảo vệ an ninh quốc phòng, cung cấp những thông tin địa hình đáy biển cho các nhà khoa học trong và ngoài nước.

Hiện nay có rất nhiều phương pháp và nguyên tắc xây dựng bản đồ địa mạo như bản đồ địa mạo kiến trúc - hình thái, bản đồ địa mạo theo nguyên tắc các bề mặt cùng nguồn gốc và cùng tuổi, nguyên tắc hình thái - động lực... Bản đồ địa mạo đáy Biển Đông là một bản đồ địa mạo tổng hợp, việc phân chia các đơn vị địa hình đảm bảo ở mức khái quát, do vậy việc chọn nguyên tắc *nguồn gốc hình thái* để xây dựng bản đồ là hợp lý.

Theo nguyên tắc hình thái nguồn gốc, trên bản đồ địa mạo, các phức hệ hình thái là những tập hợp nhóm các dạng địa hình, chúng được liên kết với nhau bằng những đặc điểm chung về hình thái, cấu trúc địa chất và nguồn gốc phát sinh. Những phức hệ hình thái đó được gọi là kiểu địa hình và đây là đơn vị địa hình cơ bản được thể hiện trên bản đồ địa mạo. Những đơn vị lớn hơn như phức hệ kiểu bao gồm nhiều nhóm kiểu hợp thành ví dụ như thềm lục địa, sườn lục địa, chân lục địa, trũng sâu Biển Đông được phân biệt với nhau trước hết là tính đồng nhất của cấu trúc vỏ trái đất (vỏ lục địa, vỏ đại dương, và vỏ chuyển tiếp) cấu trúc địa chất (độ phân dị của móng, bề dày trầm tích của các bồn trũng Kainozoi, hình thái chung bề mặt đáy biển, (độ dốc chung của bề mặt đáy biển, độ sâu của đáy, tính phân dị của địa hình) và nguồn gốc của chúng.

Trên hình 2.1 mô tả một số lát cắt địa hình đáy biển Việt Nam, bản đồ địa mạo biển Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000 thu nhỏ được thể hiện trên hình 2.2. Lát cắt địa

mạo theo 2 tuyến AA (hướng TB-ĐN) ở phía Bắc và tuyến BB (hướng T-Đ) ở phía Nam được nêu trên hình 2.3

Để thuận lợi cho việc mô tả đặc điểm địa mạo vùng biển, chúng tôi trình bày tách biệt địa mạo bờ biển và địa mạo đáy biển, tất nhiên việc phân chia này cũng chỉ là tương đối mà thôi.

1. Địa mạo bờ biển và đới ven bờ

Bờ biển Việt Nam kéo dài từ Móng Cái đến Hà Tiên với chiều dài trên 3.200km. Do chạy ven nhiều vùng lãnh thổ có đặc điểm địa lý - địa chất khác nhau nên địa hình bờ rất phức tạp.

Dựa vào nguồn gốc và động lực bờ hiện nay, có thể chia bờ biển Việt Nam thành một số kiểu chính như nhóm bờ biển hình thành do quá trình chia cắt kiến tạo và lục địa ít bị thay đổi bởi các quá trình biển, nhóm thành tạo do các yếu tố không phải sóng và nhóm thành tạo do quá trình sóng biển.

1. Nhóm bờ biển hình thành do quá trình chia cắt kiến tạo và lục địa ít bị thay đổi bởi các quá trình biển

Trong giới hạn bờ biển Việt Nam có mặt kiểu bờ biển Đan mát, đây là kiểu bờ chia cắt nguyên sinh, hình thành do quá trình chia cắt kiến tạo của vùng núi có những uốn nếp trẻ bị biển làm ngập trong thời gian biển tiến sau băng hà lần cuối cùng. Kiểu bờ này phân bố từ Vĩnh Thực đến Quảng Yên (trừ các đảo đá vôi). Bờ biển vá các đảo thành một tổ hợp dạng vòng ôm lấy yếu tố kiến tạo cơ bản trên lục địa là khối nâng dạng địa luỹ Đông Triều - Yên Tử. Phía đông và Nam vịnh Bái Tử Long chiều dài và rộng của các đảo hơn kém nhau hàng chục lần. Xen kẽ các đảo là các vũng trũng giữa núi trước kia các đảo là đỉnh của các dãy núi bị làm ngập. Xu hướng phát triển của bờ ít thay đổi (Nguyễn Thanh Sơn, 1979; Trần Đức Thạnh, 1984).

2. Nhóm thành tạo do sông đóng vai trò chủ đạo

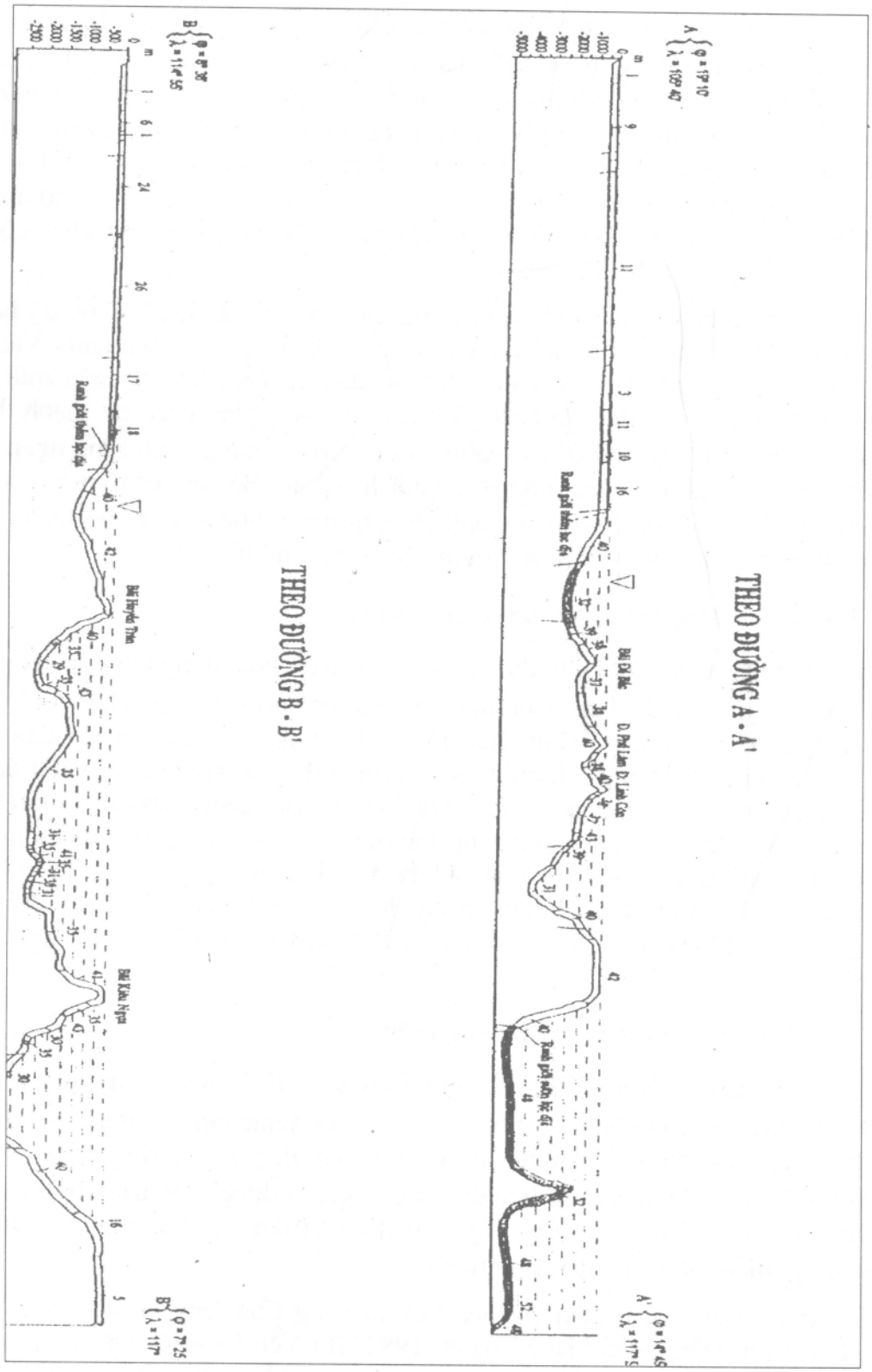
a. Bờ tích tụ tam giác châu

Bờ biển tam giác châu được thành tạo do quá trình hoạt động tích tụ của các sông lớn khi đổ vào biển. Ở Việt Nam, bờ biển tam giác châu điển hình có mặt ở hai nơi ứng với hai hệ thống sông lớn là sông Hồng có lượng phù sa khoảng 114 triệu tấn/năm và đồng bằng sông Cửu Long có lưu lượng phù sa 97,7 triệu tấn/năm. Vì nằm trong đới nóng nên thực vật ngập mặn (cả tự nhiên và gây trồng) phát triển mạnh ở vùng cửa sông và đã có tác động làm tăng quá trình tích tụ mở rộng diện tích lục địa.

Hình 2.1. Mặt cắt địa hình đáy biển Việt Nam



Hình 2.2a Bản đồ địa mạo vùng biển Việt Nam và kế cận



Hình 2.3. Lát cắt địa mạo theo các tuyến AA' và BB'
(tương ứng với bản đồ dịa mạo trên hình 2.2)

Tam giác châu sông Hồng hiện đại có bờ biển dài từ Đồ Sơn đến Lạch Trường (Trần Đức Thạnh, 1984), thuộc kiểu lấn biển, tốc độ lấn biển trung bình 20 ÷ 30m/năm và đạt tới 100 ÷ 120m/năm ở cửa Ba Lạt và cửa Đáy. Ưu thế của dòng tổng hợp dọc bờ hướng từ Đông Bắc xuống Tây Nam đã tạo ra dòng bồi tích dọc bờ di chuyển về phía Tây Nam. Trong điều kiện thiếu hụt bồi tích cục bộ, hoạt động của sóng hướng Đông đã xói lở một số đoạn bờ với tốc độ 10 ÷ 20m/năm, điển hình là bờ biển Giao Hải – Văn Lý (Ha Nam). Bờ biển tam giác châu còn có ở Sông Mã, Sông Cả, Sông Ba..

Tam giác châu hiện đại của sông Cửu Long thuộc kiểu lấn biển với tốc độ bồi tụ hàng chục mét mỗi năm. Tại mũi Cà Mau, tốc độ lấn biển tới 150m/năm. Vật liệu sông đưa ra tạo thành dòng bồi tích dọc bờ đưa về phía tây tạo nên mũi nhô không lồ lấn sâu vào vịnh Thái Lan. Cây sú, vẹt ở đây phát triển rất mạnh thành rừng rộng lớn, thân cây cao tới 10 ÷ 20m là một trong những cánh rừng ngập mặn điển hình trên thế giới. Trong vùng tam giác châu Nam Bộ có một số nơi bị xói lở mạnh, điển hình là vùng cửa sông Gành Hào, từ năm 1904 ÷ 1949 bờ biển ở đây lùi vào 4km; đến nay nguyên nhân xói lở vẫn chưa sáng tỏ.

b. Bờ biển tích tụ đồng bằng aluvi do sông và sóng

Bờ đồng bằng aluvi là bờ tích tụ thành tạo chủ yếu do hoạt động của các sông nhỏ khi đổ vào biển. Ở Việt Nam, kiểu này phân bố ở rìa đồng bằng Thanh - Nghệ - Tĩnh. Đây là đồng bằng có tính chất bồi tụ do sông nhỏ nên vai trò của sóng trong quá trình thành tạo địa hình biển còn nhận thấy tương đối rõ. Điều đó thể hiện ở sự có mặt hàng loạt các cồn cát ven biển và các dạng tích tụ cấu tạo bằng xác vỏ sinh vật và vỏ ốc nằm sâu trong lục địa. Càng xa cửa sông Mã, sông Cả, vai trò của sóng càng thể hiện rõ, nhất là khu vực Tĩnh Gia, Quỳnh Lưu, Diễn Châu, Thạch Hà, Cẩm Xuyên, Kỳ Anh. Phía Nam Hà Tĩnh, vai trò của gió tương đối quan trọng, ở đây xuất hiện các đụn cát gió ngày càng lấn sâu vào lục địa làm giảm diện tích trồng trọt.

c. Bờ biển tích tụ do thuỷ triều đóng vai trò chính

Kiểu bờ này phân bố ở phía Bắc các vịnh Tiên Yên, Hà Cối và xung quanh vũng Ba Chẽ. Ở đây các đồng bằng ven bờ bị chia cắt rất phức tạp do sự có mặt di tích "các bậc thềm cao ven biển Móng cái" và các thềm thấp khác. Thuỷ triều có biên độ lớn tới 4 ÷ 4,5m nên các vật liệu do sông mang ra được thuỷ triều tiếp tục đưa ra biển tạo nên các bãi triều rộng. Cây sú, vẹt phát triển dày đặc, thân cây cao tới 5 ÷ 10m tạo điều kiện cho quá trình tích tụ.

Bờ biển thuỷ triều còn phát triển điển hình ở vùng Cửa Ông và vùng cửa sông hình phễu Bạch Đằng (Trần Đức Thạnh, 1984) (từ Yên Lập đến Đồ Sơn), nằm ở rìa phía Bắc châu thổ sông Hồng hiện đại và vùng hình phễu ở cửa sông Đồng Nai (từ mũi Vũng Tàu đến cửa Xoài Rạp), nằm ở rìa phía Bắc châu thổ sông Cửu

Long hiện đại. Đường bờ ở đây âm, lõm vào phía lục địa và bị chia cắt hết sức phức tạp bởi hệ lạch triều phát triển dày đặc. Đây là những vùng cửa sông hình phễu trẻ phát triển trên nền châu thổ cũ trong điều kiện ngập chìm không đều bù bồi tích và thuỷ triều có biên độ lớn. Tại đây, quá trình xâm thực bờ (điển hình là Cát Hải) chiếm ưu thế so với bồi tụ. Hai cảng lớn nhất nước ta (Hải Phòng và Sài Gòn) đều nằm trong phạm vi không gian liên quan tới kiểu bờ này.

d. Bờ biển có nguồn gốc sinh vật (tích tụ san hô, sú vẹt)

Bờ tích tụ san hô phát triển xung quanh các đảo Hoàng Sa và Trường Sa. ở Hoàng Sa, san hô thường tạo nên các cấu trúc vòng bao quanh đảo đá gốc. ở Trường Sa, san hô cũng có những nét tương tự nhưng đa dạng và phong phú hơn. San hô phát triển rất mạnh trên đỉnh sườn của các bãi ngầm thuộc khối núi ngầm Trường Sa có chân nằm ở độ sâu 1700 ÷ 2500m. Bờ đảo san hô là một trong những kiểu bờ đặc trưng cho tính địa đới của quá trình bờ ở Việt Nam.

e. Bờ biển mài mòn hoá học

Các đảo đá vôi ngập mặn ở vịnh Hạ Long, Bái Tử Long tạo nên kiểu bờ hết sức độc đáo là kiểu bờ thành tạo do quá trình hoà tan đá vôi ngập mặn, đặc trưng cho ảnh hưởng của thành phần và tính chất nham thạch tới quá trình thành tạo bờ biển.

Quá trình hoà tan đá vôi mạnh mẽ đã tạo nên ở khu vực mép nước các hàm ếch sâu với chiều cao trung bình 2 ÷ 3m, trùng với mực triều lên xuống và ăn sâu vào đá từ 3 ÷ 5m, có nơi tới 10 ÷ 15m, xuyên qua khối đá vôi hẹp tạo nên những hang động xuyên thủng và các cầu thiên nhiên kỳ dị. Trong vùng đá vôi sóng rất yếu, độ cao của sóng trong những ngày bão chỉ đạt tới 1m nên quá trình phá huỷ đá gốc không phải do tác dụng cơ học. Cơ chế quá trình hoà tan hoá học như thế nào cần được nghiên cứu tiếp. Nhưng rõ ràng, đây là kiểu bờ rất độc đáo đã xuất hiện trong điều kiện nước ta.

3. Nhóm bờ biển thành tạo do quá trình sóng

a. Bờ biển mài mòn do sóng

Kiểu bờ này phân bố từ mũi Đại Lãnh đến Cà Ná. Đây là vùng tiếp cận với vùng biển hở sóng mạnh, nhưng do cấu trúc bằng đá cứng nên quá trình phá huỷ bờ xảy ra không mạnh. Phần lớn vật liệu giải phóng ra do mài mòn bị rơi xuống đới nước sâu, chỉ một phần nhỏ được tham gia vào quá trình di chuyển dọc bờ tạo nên một vài dạng tích tụ liền kề, tự do, đóng kín ở đỉnh, sườn cửa vịnh. Điều đó chứng tỏ giai đoạn Rìa đã chấm dứt, hiện nay quá trình sóng đóng vai trò quan trọng.

b. Bờ biển tích tụ - mài mòn do sóng

Từ mũi Ròn đến mũi Đại Lãnh, kẹp giữa các nhánh núi ăn ngang của dãy Trường Sơn và khối núi Trung Bộ là các thung lũng sông nhỏ. Biển tiến sau băng hà lần cuối tràn vào lục địa có địa hình kiến tạo - xâm thực như vậy đã tạo nên kiểu bờ Rìa. Sau đó dưới tác động mạnh mẽ của sóng biển hở và nguồn vật liệu gia nhập vào đới bờ nên bờ Rìa nguyên sinh bị thay đổi sâu sắc cả về hình thái, cấu tạo để chuyển sang các giai đoạn khác nhau của quá trình tích tụ - mài mòn. Có những đoạn bờ đã chuyển sang giai đoạn trưởng thành của quá trình bờ là tích tụ - mài mòn bằng phẳng. Đây là nơi tập trung các đầm phá (lagoon) ở ven bờ nước ta, điển hình là phá Tam Giang (dài 68m), Trường Giang, Thị Nại, Ô Loan ....

Đoạn bờ từ mũi Ròn đến Đà Nẵng, các cung tích tụ - mài mòn rất rộng, giữa các mũi nhô bị mài mòn như Mũi Ròn, Sơn Trà là các đoạn tích tụ kéo dài hàng trăm km. Phía Nam Đà Nẵng, các sông có lượng dòng rắn nhiều hơn các nơi khác ở miền Trung. Cùng với các vật liệu gia nhập vào đới bờ do mài mòn, các vật liệu aluvi bị sóng gia công thành tạo các dạng tích tụ liền kề, tự do, đóng kín. Đáng kể nhất là các dạng tích tụ ở phía đông Hoà Vang, Tam Kỳ, Bình Sơn, Quảng Ngãi, An Long, Tam Quan, Vĩnh Lợi, Phước Nai. Hợp lực sóng lệch Đông Bắc nên hầu hết các dạng tích tụ nối đảo đều nối phương thức từ Bắc xuống Nam. Cùng với quá trình gió, quá trình tích tụ - mài mòn xảy ra nhanh làm cho các vịnh cổ như Hội An, Tam Kỳ, Bình Sơn, Quảng Nghĩa, An Long, Tam Quan, Vĩnh Lợi, Qui Nhơn lại lùi sâu vào lục địa thành tạo các đầm nước lợ (Tam Kỳ, Vĩnh Lợi, Qui Nhơn), nước ngọt (An Long) thậm chí bị hoàn toàn lấp đầy trở thành cánh đồng trồng lúa và nơi tập trung dân cư (Hoà Vang, Tam Kỳ, Bình Sơn, Quảng Nghĩa).

Từ Qui Nhơn đến Đại Lãnh do tác động của sóng, các mũi nhô đá gốc như Phước Mai, Cù Mông, Vọng Trích, Mồ Ô, Lưỡi cày, Mũi Lay, Mả Cao Biển bị cắt dần để lại dưới chân các thềm mài mòn rộng. Vật liệu do mài mòn cùng với các vật liệu giải phóng ra do nguồn gốc khác bị sóng gia công thành tạo các dạng tích tụ. Sự phát triển rộng rãi các dạng tích tụ liền kề, tự do và đóng kín đã biến các vịnh ven bờ thành các vịnh hẹp kéo dài. Do hướng sóng thay đổi theo mua và hướng chung của bờ là Bắc Nam, hợp lực của sóng lệch Đông Bắc nên các doi chắn có chiều lõm quay về phía biển và có hướng kéo dài từ Tây Bắc xuống Đông Nam vuông góc với hợp lực của sóng.

Từ Cà Ná đến Vũng Tàu, khi biển tiến sau băng hà lần cuối tràn vào thì bờ biển nguyên sinh có lẽ là bờ chia cắt xâm thực. Trong quá trình biển tiến đã biến thành bờ mài mòn, rồi tích tụ - mài mòn. Các mũi đất thấp bị đẩy lùi, hàng loạt các dạng tích tụ ở đỉnh, sườn và cửa vịnh được thành tạo làm đường bờ ngày càng trở nên bằng phẳng hơn (Nguyễn Thanh Sơn,1979).

2. Địa mạo thềm lục địa

Địa hình đáy Biển Đông rất đa dạng và phức tạp, với tính chất của một biển rìa, sự đan xen của bồn trũng nước sâu trên 4.000 mét với các khối sót lục địa cổ đã tạo nên tính tương phản của địa hình. Địa hình đáy Biển Đông không chỉ có tính chất của địa hình đáy đại dương mà còn có các yếu tố cuả địa hình lục địa với sự có mặt đầy đủ các đơn vị địa hình: thềm lục địa, sườn lục địa, chân lục địa và đáy biển thẳm. Trong quá trình tiến hoá của mình, địa hình đáy biển chịu ảnh hưởng sâu sắc của quá trình dao động mực nước đại dương và quá trình tách giãn của Biển Đông. Quá trình sụt lún không đều của vỏ trái đất đã đóng vai trò quan trọng trong việc phân dị địa hình tạo nên những cảnh quan núi, đồi, cao nguyên và các dạng đồng bằng phân bố ở những độ sâu khác nhau, các quá trình động lực ngoại sinh góp phần tạo ra tính đa dạng và phong phú của bề mặt địa hình ở các phân vị bậc thấp hơn.

Sau đây chúng ta xét đặc điểm địa mạo đáy biển vùng thềm lục địa.

Thềm lục địa Biển Đông là phần kéo dài của lục địa bị ngập nước với những đặc điểm sau đây:

- Địa hình đáy biển chủ yếu là những đồng bằng tương đối bằng phẳng, nghiêng thoai thoải với độ dốc chung của bề mặt từ $0,1^0$ đến $0,2^0$ với các đồi núi sót tạo thành hệ thống đảo ven bờ.
- Bề mặt lục địa ngập nước có độ sâu nằm trong giới hạn từ 0m đến 200m, ở phía ngoài độ sâu này có sự biến đổi mang tính đột biến về độ dốc của địa hình.
- Có cấu trúc vỏ granit đồng nhất và do đó vỏ thuộc kiểu vỏ lục địa.
- Quá trình sụt chìm dạng bậc thang của móng granit đã tạo ra một loạt các bồn trũng tích tụ trầm tích Kainozoi với bề dày từ 8 - 15km như trũng Sông Hồng, trũng Cửu Long, trũng Nam Côn Sơn, trũng Malay - Thái Lan,.. xen lẫn với các bồn trũng là các khối nhô thể hiện sự tương phản rõ nét trên địa hình đáy biển.
- Địa hình tích tụ các vật liệu thô như cát, sạn, sỏi, phân bố ở các mực độ sâu 20 - 25m, 30m, 50 - 60m, 100 - 110m trên thềm lục địa là tàn dư của các bờ biển cổ được hình thành trong thời kỳ từ Pleistocen đến Holocen.
- Các quá trình động lực hiện đại như: sóng, thuỷ triều, dòng chảy, di chuyển bồi tích... là những quá trình địa mạo hiện đại đặc trưng cho thềm lục địa.

Thềm lục địa hiện đại Việt Nam có hình dạng khá độc đáo, rộng ở phía bắc và nam, hẹp ở giữa. Ranh giới trên trong phạm vi Bắc bộ và Nam bộ không hoàn toàn trùng khít với đường bờ hiện đại mà thực tế ăn sâu vào các đồng bằng ven biển rìa lục địa kiểu trũng Cửu Long và Sông Hồng. Móng granit của thềm thường bị hạ xuống theo kiểu bậc thang. Rìa ngoài thường gặp các đới nâng tạo

nên các bồn trầm tích rất lớn. Trong phạm vi thềm lục địa hiện đại của Việt Nam, sự khác nhau căn bản về hướng các chuyển động tân kiến tạo đã qui định những nét lớn về hình thái và lịch sử mới của các dạng địa hình. Đó là các nhô, các trũng phản ánh các vồng nền và máng nền trẻ, đôi khi còn phản ánh cả các khớp nối phức tạp, các rift còn hoạt động trong thời gian hiện nay.

Dựa vào sự khác biệt về độ dốc, độ chia cắt... có thể chia thềm lục địa nước ta thành các miền hình thái sau:

a. Thềm lục địa vịnh Bắc Bộ

Kéo dài từ biên giới Việt Trung đến Đà Nẵng, chiếm toàn bộ phía tây và Nam của vịnh Bắc Bộ. Đây là vùng thềm lục địa có chiều ngang rộng tới 800km được nhắc đến nhiều trong văn liệu địa lý khu vực. Hầu hết diện tích thềm lục địa có độ dốc 2 ÷ 5'. Độ chia cắt sâu nhỏ. các dạng địa hình âm chiếm ưu thế, hầu hết là các máng trũng đan nhau dạng cành cây có các cấp chính phụ khác nhau, có chiều dốc chung hướng về phía trục máng và về phía cửa vịnh Bắc Bộ. Hướng của các địa hình âm này rất khác nhau, có thể phân biệt hai hệ thống chính là Tây Bắc - Đông Nam và Đông Bắc - Tây Nam và dương như là phân keo dài của các sông trên lục địa hiện nay. Đôi khi trên đáy biển thấy các các chỗ trũng, chúng thường là nơi giao hội của các máng nói trên. Hố sâu nhất có độ sâu tới 100m phát hiện thấy ở ngoài khơi cách đảo Cồn Cỏ 120km về phía Đông Bắc.

b. Thềm lục địa miền Trung

Kéo dài từ Đà Nẵng đến Phan Thiết, mép thềm lục địa chạy theo hướng kinh tuyến men theo đường đẳng sâu 140m. Từ Đà Nẵng đến mũi Đá Vách, địa hình có tính chất phân bậc, có thể chia thành ba bậc.

Bậc 0 ÷ 50m là bề mặt có góc dốc 5 ÷ 10' một số nơi dốc 10 ÷ 30', độ chia cắt sâu nhỏ, trung bình là 10m, các dạng địa hình phân bố theo hướng Tây Bắc - Đông Nam hoặc Đông Bắc - Tây Nam.

Bậc 50 ÷ 100m có bề mặt dốc 30' ÷2^0, bề mặt này chia cắt rất ít và các dạng địa hình hầu hết có hướng kinh tuyến.

Bậc > 100m có góc dốc bề mặt trung bình 10 ÷ 30', độ chia cắt sâu lớn 10 ÷ 20m, độ chia cắt dày lớn, xen kẽ các dạng dương là các dạng âm kéo dài theo hướng kinh tuyến.

Từ mũi Đá Vách đến Phan Thiết tính chất phân bậc không rõ ràng, ở đây địa hình bị chia cắt mạnh mẽ rất phức tạp và cũng là một trong những vùng có địa hình phức tạp nhất thềm lục địa Việt Nam.

c. Thềm lục địa Đông Nam

Kéo dài từ Phan Thiết đến mũi Cà Mau theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Từ

Phan Thiết đến Côn Đảo, địa hình đáy biển phức tạp, bị chia cắt mạnh, độ chia cắt dày trung bình là 0,2 ÷ 0,3km/km^2 thuộc loại lớn nhất của thềm lục địa Việt Nam. Độ chia cắt sâu cũng lớn, trung bình là 10 ÷ 20m. Những nơi tiếp cận với các mũi nhô như Ba Kiến, Ô Cấp, Côn Đảo, độ chia cắt điều hoà. Ở vùng đáy sâu trên 70m các dạng âm chiếm ưu thế, chúng có hướng Tây Bắc - Đông Nam hoặc Đông Bắc - Tây Nam và cũng thường là nối liền với các thung sông trên lục địa.

Phía Nam Côn Đảo địa hình đáy bằng phẳng hơn, ưu thế là các dạng âm hướng Tây Bắc - Đông Nam.

d. Thềm lục địa Tây Nam

Kéo dài từ mũi Cà Mau đến biên giới Việt Nam - Cămpuchia. Đây là vùng thềm lục địa thuộc sườn tây vịnh Thái Lan, là một trong những thềm lục địa nổi tiếng thế giới về chiều rộng. Gần trung tâm vịnh Thái Lan rất bằng phẳng, hơi nghiêng về phía tây với góc nghiêng địa hình trung bình là 1 - 3'. Chỉ có khu vực lân cận đảo Phú Quốc địa hình đáy biển bị chia cắt phức tạp do có mặt nhiều đới ngầm và rãnh ngầm. Xa bờ hơn, đáy biển ưu thế là các dạng âm hướng Đông Bắc - Tây Nam và Đông - Tây tạo nên bình đồ dạng cành cây rất đặc trưng cho địa hình xâm thực lục địa trước biển tiến (Lưu Tỳ, 1986)

Xét trên cơ sở "hình thái - nguồn gốc" có thể phân chia địa hình thềm lục địa thành 2 nhóm chính đó là *địa hình tích tụ* và *tích tụ - mài mòn*. Các nhóm này gồm 27 kiểu khác nhau. Các đồng bằng tích tụ phân bố phổ biến trên thềm lục địa từ bờ đến mép ngoài của thềm thềm lục địa. Sự khác nhau về hình thái, cấu tạo, thành phần thạch học là kết quả tác động của các quá trình động học khác nhau.

2.1. Địa hình tích tụ

1. Đồng bằng nghiêng trong đới tích tụ của sóng cấu tạo chủ yếu là cát, bột và sét phát triển ven rìa delta ngầm của các sông chính là sông Hồng, sông Cửu Long và một số nơi khác thuộc địa phận của Malayxia.

Nếu tính từ mép nước trở ra thì chiều rộng của kiểu địa hình này thay đổi từ vài trăm mét tới hàng chục km (tới độ sâu 20m nước).

Hình thái đồng bằng thường nghiêng và nhấp nhô gợn sóng do sự có mặt của các hệ thống van cát ngầm. Do có nguồn phù sa cung cấp dồi dào nên quá trình tích tụ có xu hướng nâng cao dần đáy biển.

Sông có một vai trò ảnh hưởng mang tính quyết định đến quá trình hình thành và phát triển của các kiểu địa hình đồng bằng delta ngầm này, tuy nhiên sóng biển và thuỷ triều là tác nhân luôn luôn làm thay đổi hình thái bề mặt của chúng.

2. Đồng bằng phân cắt tích tụ dạng vũng vịnh chịu tác động của thuỷ triều cấu tạo chủ yếu là cát nhỏ, bùn sét, phát triển trên các vùng sụt lún ven bờ.

Thực chất, đây là kiểu địa hình tích tụ dạng vũng vịnh phân bố ven bờ ở các khu vực Hà Tiên, Phú Quốc, Bắc Hải, Lôi Châu (Trung Quốc), vịnh Congponsom (Campuchia), vịnh Băngkok (Thái Lan), vịnh Bruney,...

Quá trình sụt chìm khu vực cùng với quá trình dâng cao của mực nước Biển Đông đã tạo ra đường bờ ở khu vực này có dạng Rias rất đặc trưng. Các khối đá gốc thường là các mũi nhô trước cửa vịnh và cũng là vật cản sóng truyền từ ngoài khơi vào trong vịnh. Trong hoàn cảnh động lực có môi trường năng lượng yếu nên quá trình tích tụ ở đây thường xảy ra ở phần đỉnh vịnh và 2 bên cửa vịnh, do vật liệu được đưa ra từ lục địa và một phần do dòng chảy ven bờ đưa từ 2 phía của cửa vịnh vào.

Địa hình đáy vịnh thường có dạng trũng lòng chảo, phần xung quanh bờ bề mặt bị phân cắt mạnh do hệ thống các lạch triều hoạt động. Quá trình thuỷ triều là tác nhân quyết định quá trình hình thành và phát triển của bề mặt đáy.

3. Đồng bằng nghiêng thoải, tích tụ trong đới tác động của sóng và dòng chảy đáy cấu tạo chủ yếu là cát bột và sét, phát triển ven rìa các khối nâng

Kiểu địa hình này phân bố chủ yếu bao quanh đảo Hải Nam thành một dải nằm ở độ sâu từ 20 - 40m. Chiều rộng của bề mặt có xu hướng lớn dần về 2 phía Đông Bắc và Tây Nam của khối nâng tạo cho ta một cảm giác đó là một vành phân tán trầm tích mang tính chất bất đối xứng do điều kiện động lực của sóng và dòng chảy tạo nên.

Bề mặt khá dốc do bị ảnh hưởng quá trình nâng lên của đảo Hải Nam. Phần trên của đồng bằng (ở độ sâu 20 - 25m) còn chịu ảnh hưởng tác động của sóng đặc biệt là sóng bão nên thành phần vật chất tích tụ ở đây thường là thô hơn, độ dốc bề mặt cũng lớn hơn. Ngược lại phần dưới của đồng bằng có độ sâu lớn, vai trò của sóng không còn, vật liệu từ trên đưa xuống tích tụ chủ yếu là dòng chảy đáy.

4. Đồng bằng tích tụ dạng tam giác châu thuỷ triều

Nằm giữa đảo Hải Nam Lôi Châu thuộc khu vực phía Tây eo biển Quỳnh Châu (Trung Quốc).

Do địa thế khá đặc biệt của eo biển Quỳnh Châu là nằm giữa đảo Hải Nam và bán đảo Lôi Châu nên đã tạo cho eo biển có dạng một kênh lớn với chiều dài khoảng 80km rộng 10 - 15km ăn thông giữa vịnh Bắc Bộ và Biển Đông Trung Quốc. Sự chênh lệch về biên độ thuỷ triều giữa vịnh Bắc Bộ và Biển Đông Trung Quốc (biên độ triều vịnh Bắc Bộ h = 3,0 - 3,5m, phía Đông bán đảo Lôi Châu h = 4,5 - 5,0m) đã biến eo biển thành một kênh dẫn và thoát nước rất lớn. Tốc độ dòng triều tại cửa phía Tây của eo biển Quỳnh Châu rất lớn đạt từ 7 - 10 hải lý/giờ, khi nước đổ vào vịnh Bắc Bộ tốc độ giảm, năng lượng triều được giải phóng dẫn đến quá trình tích tụ ở phía trước eo biển. Địa hình tích tụ trước eo biển có dạng một delta ngầm rất điển hình.

Các dạng địa hình trên mặt châu thổ có hướng kéo dài song song với hướng của dòng triều là một đặc điểm điển hình ta thường gặp trước cửa sông vùng triều.

Khác với các kiểu địa hình tích tụ triều là ở đây vật liệu tích tụ chủ yếu là thành phần hạt thô do chế độ dòng triều lớn tạo nên.

5. Đồng bằng nghiêng tích tụ trong đới tác động của sóng và dòng chảy đáy cấu tạo chủ yếu là cát, bột, sét, phát triển trên cấu trúc phức tạp.

Phân bố ở độ sâu từ 15 - 50m. Chúng thường là những dải kéo dài gần như song song với đường bờ trong các khu vực Đông Bắc Quảng Ninh, phía Đông Hồng Kông, Đông Bắc bờ biển Kotakinavalu (Malayxia), ...

Khác với các kiểu địa hình mô tả ở trên kiểu đồng bằng này có hình thái đa dạng, mức độ phân dị địa hình lớn. Bề mặt đồng bằng xuất hiện nhiều gò có độ cao 10 - 15m (như ở phía Đông Kotakinavaku). Thành phần vật chất cấu tạo đồng bằng cũng không đồng nhất (nếu như ở phía Đông Bắc Móng Cái, Hồng Kông vật liệu chủ yếu là bột sét thì ở phía Tây Bắc Kotakinavaku xuất hiện cả cát và trầm tích mảnh vụn sinh vật và san hô). Các thành tạo trầm tích này phủ trên nền các cấu trúc uốn nếp và đứt gẫy phức tạp.

6. Đồng bằng nghiêng thoải, tích tụ trong đới tác động của sóng và dòng chảy đáy, cấu tạo chủ yếu là cát bột, sét phát triển trên khối nhô Korat - Natuna.

Kiểu địa hình này chỉ xuất hiện ở thềm lục địa phía Đông Nam. Chúng là một dải kéo dài hướng Tây Bắc - Đông Nam nằm trên khối nhô Korat. Hướng kéo dài của đồng bằng có lẽ bị khống chế bởi hướng của hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam chạy từ Vịnh Thái Lan đến Nam Côn Sơn. Sự nhô cao của móng Mezozoi làm cho bề dày trầm tích Kainozoi bị hạn chế (thường chỉ đạt 0,5km).

Quá trình hoạt động của sóng tác động tới đáy bị hạn chế do độ sâu nước biển lớn, chỉ có sóng bão mới có khả năng làm xáo trộn vật liệu phân bố trên bề mặt đáy biển. Dòng chảy do sóng đặc biệt là dòng chảy đáy đã mang vật liệu từ phần ven bờ ra cung cấp cho đồng bằng.

7. Đồng bằng tích tụ dạng vũng vịnh trong đới tác động của dòng chảy đáy cấu tạo chủ yếu là cát mịn, bột sét, phát triển các cấu trúc bồn trũng.

Trên bản đồ kiểu địa hình này phân bố chủ yếu là ở bồn trũng Cô Tô - Lôi Châu và bồn trũng Cửu Long chúng có hình dạng khá đẳng thước nằm kẹp giữa các khối nhô, do đó trong lịch sử hình thành của mình chúng đã từng là các hồ và vịnh điển hình.

Đồng bằng trũng Cô Tô - Lôi Châu bị kẹp một bên là khối nâng Hải Nam, một bên là khối nâng Bạch Long Vĩ, còn đồng bằng trũng Cửu Long thì khống chế bởi dải nâng địa luỹ Côn Sơn ở phía Đông và Đông Nam, và khối nâng Cù Lao Thu ở phía Đông Bắc.

Quá trình tích tụ ở đây chủ yếu diễn ra theo cơ chế lấp đầy do đó trong suốt Kainozoi đã tạo được một bề dày trầm tích 5.000 – 8.000m. Đồng bằng trũng này nằm ở độ sâu từ 30 - 50m nước do đó không chịu ảnh hưởng tác động của sóng, quá trình dòng chảy đáy là tác nhân chính đưa vật liệu từ đới sóng biến dạng và phá huỷ xuống để tích tụ.

Các khối nâng ở hai bên và phía ngoài của đồng bằng trũng đóng vai trò vừa là nơi cung cấp vật liệu trầm tích vừa là vật chắn các dòng bồi tích từ phía lục địa đưa ra do đó tạo điều kiện cho quá trình tích tụ nâng cao dần đáy cuả đồng bằng.

8. Đồng bằng nghiêng, phân cắt tích tụ trong đới tác động của dòng chảy đáy cấu tạo chủ yếu là thành phần hạt mịn, phát triển trên cấu trúc chuyển tiếp của Rift Sông Hồng.

Đồng bằng phân bố từ độ sâu trên 20 m đến độ sâu 50m, nó là phần chuyển tiếp giữa châu thổ ngầm của Sông Hồng xuống trũng vịnh Bắc Bộ.

Bề mặt đồng bằng bị phân cắt bởi các hệ thống sông nối tiếp từ sông Hồng, sông Thái Bình chảy ngầm dưới đáy biển do đó có 2 nguồn chính cung cấp vật liệu, đó là do các hệ thống sông lục địa mang ra và do các dòng chảy đáy vận chuyển vật chất từ đới sóng biến dạng và phá huỷ đưa xuống.

Lớp phủ của đồng bằng được hình thành trên cấu trúc chuyển tiếp giữa trũng Đông Quan có bề dày trầm tích gần 8 km với trũng sông Hồng có bề dày trầm tích đạt 14 km.

Móng của đồng bằng bị chia cắt thành nhiều khối do 2 hệ thống đứt gãy có hướng vuông góc với nhau tạo nên.

Đứt gãy hướng Tây Bắc - Đông Nam là đứt gãy Sông Hồng khống chế ở phía Tây Nam và đứt gãy Hải Dương - Bạch Long Vĩ chiếm lĩnh ở phía Đông Nam. Quá trình sụt chìm không đều của móng đã tạo ra các gờ phân cách giữa 2 bồn trũng Đông Quan và trũng Sông Hồng.

Đồng bằng tích tụ nằm trên một khu vực có chế độ địa động lực không ổn định nên làm cho hình thái địa hình trở nên phức tạp và đa dạng.

9. Đồng bằng nghiêng tích tụ dạng vũng vịnh trong đới tác động của dòng chảy đáy cấu tạo bởi các thành phần vật liệu hạt mịn phát triển trên cánh nâng của đới rift Sông Hồng.

Diện tích phân bố của đồng bằng tương đối lớn chúng chiếm hầu hết phần ngoài của vịnh Diễn Châu từ độ sâu 20 - 50m nước.

Bề mặt đồng bằng khá bằng phẳng và đồng nhất, nguồn vật liệu của sông Hồng, sông Mã, sông Cả, được vận chuyển về đây để tích tụ. Tuy nhiên, bên cạnh các thành tạo hạt mịn như cát nhỏ, bột và sét, người ta còn thấy xuất hiện các vật liệu hạt thô như sạn, răm, phân bố ở độ sâu 20 - 25m. Các đải hạt thô đó là tàn dư của đường bờ Pleistocen muộn - Holocen sớm còn được bảo tồn trên bề mặt đồng bằng.

Quá trình nâng lên ở cánh phía Tây của trũng Rift Sông Hồng làm cho bề mặt đồng bằng có độ nghiêng thoải ở phía trong và độ dốc tăng lên ở phía ngoài trước khi chuyển xuống đáy trung tâm vịnh Bắc Bộ.

Hoạt động của hệ thống đứt gãy Sông Hồng, Sông Mã, Sông Cả và hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam đã làm cho móng của đồng bằng bị phân dị thành các khối không đều. Quá trình nâng lên của cánh Tây Nam bể Sông Hồng khiến cho bề dày trầm tích Kainozoi ở đây bị giảm đáng kể (chỉ đạt 0,5km).

Do tính chất đồng bằng nằm trong vịnh nên ngoài nguồn cung cấp vật liệu từ lục địa đưa ra còn có dòng bồi tích đưa từ phía Bắc xuống và phía Nam lên, làm cho bề mặt đồng bằng được bồi đắp xoá nhoà các rãnh phân cắt của các canhon ngầm dưới đáy.

10. Đồng bằng nghiêng, phân cắt tích tụ dạng delta cổ, trong đới di chuyển bồi tích cấu tạo chủ yếu là bột - sét, phát triển trên trũng Rift.

Đồng bằng có dạng một châu thổ phân bố trước cửa vịnh Bắc Bộ, từ độ sâu 80 - 100m. Trong lịch sử hình thành vịnh Bắc Bộ nếu xem chúng là kết quả chồng lấn của các châu thổ Sông Hồng trong nhiều giai đoạn khác nhau thì đồng bằng châu thổ này là một châu thổ được hình thành khá sớm, ít nhất cũng xuất hiện vào đầu Pleistocen.

Hoạt động của sông cổ còn để lại trên bề mặt châu thổ các dải trũng kéo dài 5 - 35 km với độ sâu vài mét tới hàng chục mét so với bề mặt đáy. Từ các trũng này cho phép ta nối thành một hệ thống các nhánh sông đổ ra cửa vịnh Bắc Bộ rất giống với phần hạ lưu Sông Hồng hiện tại đổ ra biển.

Quá trình sụt lún Rift Sông Hồng cùng với sự lấp đầy bù trừ của vật liệu đã tạo cho bề mặt móng của đồng bằng có bề dày đạt tới 14km. Quá trình bồi đắp hiện đại được thực hiện bởi các dòng chảy đáy từ trong vịnh đưa vật liệu ra và từ hai phía cửa vịnh đưa tới.

11. Đồng bằng trũng dạng lòng máng, tích tụ trong đới di chuyển bồi tích cấu tạo chủ yếu là bột sét phát triển ở trung tâm các rift.

Kiểu địa hình này chiếm phần lớn diện tích của vịnh Bắc Bộ và vịnh Thái Lan. Quá trình hình thành đồng bằng gắn liền với quá trình phát triển của hệ thống rift. Hệ thống đứt gãy Tât Bắc - Đông Nam nằm ở hai phía của Rift có vai trò định hướng hai đải đồng bằng. Quá trình sụt chìm lâu dài đã tạo nên các cấu trúc bồn trũng với bề dày trầm tích Kainozoi đạt từ 10 - 14km. Bên cạnh đó quá trình tách dãn của đáy biển tạo cho địa hình đồng bằng mở rộng ở phần hạ lưu nhiều hơn. Đồng bằng được thành tạo theo cơ chế lấp đầy bồn trũng của các vật liệu từ sông Hồng và các sông khác đưa ra đồng thời có sự tham gia của các quá trình vận chuyển vật liệu phá hủy từ sườn bờ ngầm của hai cánh nâng Tây Nam và Đông Bắc của Rift đưa xuống.

12. Đồng bằng trũng tích tụ lấp đầy, trong đới tác động của dòng chảy đáy cấu tạo chủ yếu là bột - sét, phát triển trên các bồn trũng sâu.

Kiểu địa địa hình này phân bố chủ yếu ở trung tâm vịnh Thái Lan và ven bờ Malayxia với độ sâu từ 60 - 80m. Hình thái đồng bằng là các trũng kéo dài, chiều rộng từ 80 - 100km ở trung tâm vịnh Thái Lan và 30 - 40km ở phía Đông Bắc Malayxia chiều dài từ 200 - 350km. Quá trình sụt chìm lâu dài trong thời kỳ tân kiến tạo cộng với quá trình lấp đầy vật liệu đã tạo cho bồn trũng có bề dày trầm tích Kainozoi đạt từ 6 - 8km.

Đồng bằng lấp đầy bồn trũng Patani (Thái Lan) có bề dày trầm tích Kainozoi khoảng 6200m phủ trên móng granit có tuổi Mezozoi, trong khi đó đồng bằng lấp đầy trũng Malayxia có móng granít ở độ sâu 8km. Các cấu tạo trầm tích không chỉ giới hạn trong Neogen mà có cả trầm tích trước Neogen. Phía Đông Bắc và Tây Nam của hai đồng bằng bị khống chế bởi hai cấu tạo nâng kéo dài theo hai cánh của bồn trũng.

Quá trình lấp đầy hai bồn trũng này đã diễn ra trong ba chu kỳ khác nhau kể từ Oligocen. Bắt đầu mỗi chu kỳ bằng việc lắng đọng trầm tích trong môi trường hồ hoặc biển nông ven bờ và kết thúc mỗi chu kỳ bằng việc hình thành các đồng bằng tích tụ aluvi. Tuy nhiên chu kỳ thứ ba bắt đầu từ Pliocen muộn kéo dài hết kỷ Đệ Tứ và đến nay vẫn chưa kết thúc.

13. Đồng bằng lồi, gợn sóng, tích tụ trong đới tác động của dòng chảy đáy cấu tạo chủ yếu là bột, sét, phát triển trên gờ nâng phân cách giữa các bồn trũng.

Trên bản đồ chúng phân bố thành dải hẹp chạy theo hướng kinh tuyến giữa bồn trũng Patani và Mlayxia. Dải đồng bằng này nổi cao 25 - 30m so với các khu vực xung quanh tạo cho ta cảm giác là các bề mặt sót của một châu thổ cổ. Với độ sâu nói trên, có lẽ vào cuối Pleistocen muộn, hai dải nổi cao này đã từng là đê cát chắn phía ngoài của bồn trũng Patani, tách hai bồn trũng Patani và malayxia biệt lập với nhau. Quá trình thành tạo của chúng có liên quan đến vật liệu phù sa của sông Cửu Long mang xuống tích tụ giống như cơ chế hình thành mũi Cà Mau hiện tại còn đang bị ngập dưới nước.

14. Đồng bằng nghiêng thoải,gợn sóng với nhiều gò đồi tích tụ trong đới di chuyển bồi tích, phát triển trên các cấu trúc phức tạp.

Đồng bằng phân bố thành dạng dải kéo dài từ phía Đông đảo Hải Nam tới vùng biển phía Nam Hồng Kông. Ranh giới của kiểu địa hình này bắt đầu từ độ sâu 50m và ranh giới dưới đến mép ngoài của thềm lục địa giáp với quần đảo Hoàng Sa. Quá trình tích tụ của vật liệu từ lục địa đưa ra và từ các đảo Hải Nam, quần đảo Hoàng Sa mang tới đã san phẳng một loạt các bồn trũng Nam Hải Nam, bồn trũng Châu Giang... (dải bồn trũng này liên kết với nhau thành địa hào chạy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam). Quá trình san lấp địa hào trong Đệ Tứ đã vượt trội

so với tốc độ sụt lún của vỏ trái đất và do đó địa hình đáy biển hiện tại hầu như đã xoá nhoà những nét cấu trúc trước kia của một địa hào. Sự xuất hiện gờ nhô cao 10m so với đáy kéo dài song song với đường đẳng sâu 50m có thể là những phần sót của đường bờ cổ còn để lại.

Tính chất phân cắt của địa hình đáy biển và tính chất phân dị khác biệt của trầm tích đã làm cho đồng bằng có một sắc thái khác biệt với các khu vực xung quanh.

15. Đồng bằng nghiêng thoải tích tụ, dạng dải hẹp trong đới tác động của dòng chảy đáy, phát triển trên cấu trúc sụt bậc của thềm lục địa.

Đây là dải đồng bằng hẹp ven biển miền Trung kéo dài từ đảo Lý Sơn đến Cù Lao Thu với bề rộng khoảng từ 5 - 30km. Bề mặt phân bố ở độ sâu từ 25 - 100m nước, phần trên của đồng bằng chịu ảnh hưởng của đới động lực sóng biến dạng và phá huỷ do đó vật liệu tích tụ tại đây thành phần hạt thô chiếm tỷ lệ rất đáng kể tạo cho đồng bằng có độ dốc lớn, hình thái nhấp nhô. Ở các trầm tích hạt thô như: sạn, cát, các mảnh vụn sinh vật phân bố phổ biến ở Quy Nhơn - Khánh Hoà ở độ sâu tới 100m nước đã chứng minh cho đồng bằng này bị nhấn chìm trong thời gian Pleistocen - Holocen với biên độ đáng kể. Quá trình sụt bậc của móng là nền cổ Kon Tum đã góp phần quyết định hình thái của đồng bằng. Phía Bắc của đồng bằng tiếp giáp với khối nâng Lý Sơn, phía Nam tiếp giáp với khối nâng Cù Lao Thu tạo nên sự biến dạng bề mặt đáy biển và sự khác biệt về thành tạo trầm tích hình thành địa hình.

16. Đồng bằng dạng bậc với nhiều gò đồi sót, tích tụ trong đới di chuyển bồi tích cấu tạo phức tạp (cát, bột, sét), phát triển trên cấu trúc khác nhau.

Bề mặt đồng bằng phân bố từ độ sâu 100m đến mép ngoài của thềm lục địa. Diện tích phân bố từ trước cửa vịnh Bắc Bộ kéo dài hết dải thềm lục địa miền Trung đến Hòn Hải.

Giới hạn ngoài của dải đồng bằng bị đứt gãy kinh tuyến 109^{0}E (ở khu vực miền Trung) và đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam (rìa thềm lục địa Bắc Bộ) khống chế. Hệ thống địa hào Kainozoi ở Đà Nẵng - Quy Nhơn và bồn trũng Nam Hải Nam hoàn toàn không được phản ánh trên địa hình đáy biển, chứng tỏ nguồn vật liệu dồi dào từ lục địa mang ra trong thời kỳ Đệ Tứ đã lấp đầy các cấu trúc nói trên và tạo nên một bề mặt nghiêng thoải từ phía lục địa ra biển sâu. Quá trình hình thành đồng bằng tích tụ này có liên quan đến đợt biển thoái đầu Pleixtocen và quá trình sụt chìm của móng nền cổ về phía biển. Các thành tạo hạt thô gồm cát và các mảnh sinh vật tạo thành các gò sót, các van cát kéo dài phân bố ở độ sâu 100 - 150m là bằng chứng của một thời kỳ biển thoái trên thềm lục địa miền Trung. Hệ thống các sông ngầm kéo dài từ lục địa ra phân cắt bề mặt đáy biển đồng thời chúng đóng vai trò các kênh dẫn các nguồn vật liệu từ đới sóng phá huỷ xuống sườn lục địa.

17. Đồng bằng bằng phẳng, tích tụ trong đới di chuyển bồi tích cấu tạo chủ yếu là cát - bột phát triển trên móng sâu của bồn trũng.

Phân bố chủ yếu ở phía Đông Nam Côn Sơn. Độ sâu của bề mặt đáy biển ở đây đạt từ 50 - 100m, một số nơi xuất hiện các gò hình clip nhô cao từ 10 - 15m so với bề mặt đáy có lẽ đó là dấu tích của các đường bờ cổ còn sót lại. Độ dốc của bề mặt chỉ đạt 0.1 - 0.2% nghiêng thoải về phía Đông. Về mặt cấu trúc địa chất, đồng bằng được hình thành do quá trình lấp đầy bồn trũng Nam Côn Sơn có móng kết tinh nằm ở độ sâu 8 - 13km. Hệ thống sông Cửu Long đóng vai trò chính trong việc cung cấp vật liệu bồi đắp bồn trũng. Sự thay đổi luân phiên giữa môi trường biển và lục địa trong thời kỳ Đệ Tứ đã thúc đẩy quá trình san lấp bồn trũng Neogen thành một đồng bằng có cấu tạo bằng các nhịp trầm tích, bề dày lớn hơn 500m.

Hai hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam ở phía Tây và đứt gãy phương á kinh tuyến ở phía Đông đóng vai trò khống chế diện phân bố của địa hình này. Đới nâng Côn Sơn và khối nhô Corato ở phía Tây và Tây Bắc luôn luôn là nguồn bổ xung vật liệu tích tụ cho đồng bằng thông qua hoạt động của các canhon và các dòng chảy đáy mang tới.

18. Đồng bằng bằng phẳng, tích tụ trong đới di chuyển bồi tích cấu tạo chủ yếu là bột sét, phát triển trên móng nâng của đới chuyển tiếp rìa thềm lục địa.

Kiểu đồng bằng này phân bố ở rìa thềm lục địa đông Nam kéo dài tới dải nâng Natuna. Độ sâu phân bố từ 100 - 200m nước. Trên bình đồ cấu trúc thì đây là một dải kéo dài của gờ nâng Natuna ngăn cách giữa bể Nam Côn Sơn voí bể Tư Chính ở phía Đông Nam và cũng là phần chuyển tiếp giữa gờ nâng Natuna với bể Sarawak ở phiá Nam. Do tính chất đặc biệt này mà móng Kainozôi chỉ nằm cách mặt đáy từ 2 - 3km. Hệ thống đứt gãy hướng kinh tuyến chạy qua khu vực này chuyển hướng thành vòng cung men theo mép thềm lục địa tạo nên sự khác biệt rõ nét giữa đồng bằng thềm với sườn lục địa.

Điều khác biệt với các kiểu địa hình kể trên là trước khi bề mặt chuyển xuống sườn lục địa trên mặt đồng bằng xuất hiện các đồi sót cao 20 - 50m hoặc các khối núi cao 150 - 180m, tạo nên sự đột biến về dị thường dương của địa hình. Đồng bằng được hình thành có lẽ vào thời gian đầu Pleistocen với nguồn cung cấp vật liệu từ hai hướng đó là sông Cửu Long và phía Tây Natuna đưa tới.

2.2. Địa hình tích tụ - mài mòn

19. Trũng dạng thung lũng ngầm tích tụ - xâm thực, trong đới di truyền bồi tích cấu tạo chủ yếu là bột sét, phát triển rìa thềm lục địa.

Trũng có hình thái giống với một thung lũng sông bắt nguồn từ phần ngoài của thềm lục địa đổ xuống sườn lục địa. Kiểu địa hình duy nhất này chỉ gặp ở phía đông Bắc Natuna.

Trũng có dạng kéo dài hướng gần Bắc - Nam, chiều rộng chỗ hẹp nhất là 20km, chiều sâu cách bề mặt đáy của thềm lục địa từ 100 - 240m. Trắc diện ngang của "thung lũng" có dạng chữ "U" đặc trưng cho giai đoạn trưởng thành của một con sông ngầm.

Bờ vách dốc và sự chênh sâu lớn giữa bề mặt đáy biển thềm lục địa với đáy thung lũng tạo điều kiện cho việc xâm thực mở rộng thung lũng về các phía. Toàn bộ vật liệu trên thềm lục địa đưa xuống được dòng chảy ngầm vận chuyển xuống sườn lục địa do đó căn cứ vào hình thái có thể thấy dòng sông ngầm tại đây vẫn đang hoạt động khá tích cực.

20. Đồng bằng nghiêng, tích tụ - mài mòn trong đới tác động của sóng cấu tạo chủ yếu là vật liệu thô cát, bột, phát triển ven rìa khối nâng.

Đây là dải đồng bằng hẹp phân bố từ mép nước đến độ sâu 20m, bề mặt nghiêng thoải về phía biển. Trên bản đồ chúng thể hiện ở ven biển miền Trung, quanh đảo Hải Nam, Tây Campuchia, Đông Bắc Malayxia,...

Do độ sâu của đáy biển không lớn nên quá trình tác động của sóng làm cho bề mặt đáy bị biến đổi thường xuyên. Sóng có vai trò xếp sắp lại vật liệu từ phía lục địa đưa ra, đồng thời sóng cũng tham gia vào quá trình mài mòn bờ và sườn bờ ngầm.

Đặc trưng của kiểu địa hình này là được cấu tạo chủ yếu là cát, trên bề mặt đồng bằng xuất hiện nhiều hệ thống van cát ngầm do dòng chảy rối hình thành. Các dạng vi địa hình trên bề mặt đáy luôn luôn bị biến đổi do sự thay đổi của điều kiện động học, do đó nhìn chung hình thái địa hình trở nên phức tạp và rất đa dạng.

21. Đồng bằng nghiêng thoải, tích tụ - mài mòn trong đới tác động của sóng cấu tạo chủ yếu là sạn cát, bột, phát triển trên cấu túc vòm nâng.

Thực tế kiểu đồng bằng này là phần ngập nước bao quanh các đảo Bạch Long Vĩ và đảo Lý Sơn, độ dốc bề mặt có thể đạt tới 3 - 5^0.

Phần trên của bề mặt thường tích tụ các vật liệu thô từ cuội, sỏi, sạn cát do sóng phá huỷ từ xung quanh đảo đưa xuống, phần dưới tích tụ thành phần hạt thô. Các bề mặt mài mòn đá gốc nằm ở độ sâu 18 - 20m ở Bạch Long Vĩ, Lý Sơn xen kẽ với các bề mặt tích tụ tạo cho bề mặt địa hình mang tính đa nguồn gốc.

Quá trình nâng lên của cấu trúc vòm này đã làm cho bề mặt tích tụ gia tăng về diện tích, song chúng thường bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy ví dụ ở Bạch Long Vĩ, đồng bằng bị gián đoạn bởi hai hệ thống đứt gãy có hướng gần như vuông góc với nhau trong khi đó ở khu vực Lý Sơn chúng bị gián đoạn bởi hai đứt gãy gần song song hướng kinh tuyến. Đặc biệt trắc diện của các đồng bằng này thường có hai phần, phần tiếp giáp với đảo thường dốc, gẫy khúc, phần dưới sâu thoải và mềm mại hơn. Quá trình tích tụ và mài mòn có xu hướng san bằng dần trắc diện tạo cho đáy biển có hình dáng mềm mại hơn phù hợp với điều kiện động học.

22. Cánh đồng Karst, tích tụ xâm thực mài mòn, trong đới tác động của sóng và thuỷ triều, phát triển trên các cấu trúc phức tạp.

Bề mặt đáy biển Vịnh Hạ Long được hình thành do quá trình chìm ngập của khu vực đồi và núi đá vôi trong Holocen. Các thung lũng Karst, các phễu và hang động Karst còn được bảo tồn dưới lớp nước biển. Quá trình chìm ngập làm cho toàn bộ hệ thống thung lũng bị vùi dưới lớp trầm tích bùn sét hiện đại, các khối Karst sót nhô cao thành các đảo là bằng chứng của quá trình phá huỷ Karst lục địa trước kia.

Trong điều kiện nước biển quá trình Karst hoá diễn ra chậm hơn so với điều kiện nước ngọt, do đó hầu hết các hang động, các bậc mài mòn dưới nước vẫn tồn tại theo nhiều thế hệ tuổi khác nhau.

23. Máng trũng tích tụ - xâm thực mài mòn trong đới tác động của sóng thuỷ triều cấu tạo chủ yếu là cát, sạn sỏi, phát triển giữa hai khối nâng.

Móng trũng tích tụ - xâm thực này chiếm hầu hết eo biển Quỳnh Châu (Trung Quốc) nằm giữa khối nâng Hải Nam và bán đảo Lôi Châu. Chiều dài trũng 100km, chiều rộng 20 - 30km, khoét sâu xuống 20 - 25m so với đáy biển vịnh Bắc Bộ và Biển Đông Trung Quốc. Phần sâu nhất của trũng là ở trung tâm đạt trên 50m và nâng dần về hai phía: phía Đông và phía Tây chỉ còn trên 20m. Do biên độ triều giữa vịnh Bắc Bộ và Biển Đông Hải (Trung Quốc) chênh lệch khá lớn (1 - 2,0m) nên khi triều lên và xuống qua eo biển Quỳnh Châu tạo thành dòng triều có tốc độ khá lớn, trũng eo biển Quỳnh Châu trở thành một kênh tiêu thoát nước giữa vịnh Bắc Bộ và Biển Đông Hải. Do hai bên bờ bán đảo Lôi Châu và Hải Nam có cấu tạo từ các thành tạo rắn cho nên khả năng xâm thực ngang để mở rộng lòng bị hạn chế, toàn bộ năng lượng dòng triều dư thừa tập trung cho xâm thực sâu, đào lòng dẫn thành một máng trũng có độ sâu như mô tả ở trên. Do cơ chế xâm thực đặc biệt này mà ở hai đầu phía Tây và phía Đông của bồn trũng chủ yếu là tích tụ nâng cao dần đáy, còn khu vực trung tâm bị xâm thực rất mạnh và trở thành nơi cung cấp vật chất cho hai phía của bồn trũng.

24. Đồng bằng phân cắt, tích tụ - mài mòn trong đới tác động của sóng cấu tạo bởi cát, bột phát triển trên khối nâng địa lũy.

Chúng phân bố giữa hai đứt gãy hướng Đông Bắc - Tây Nam, bề mặt nổi cao so với xung quanh tạo thành một gờ chắn bồn trũng Cửu Long với trũng Nam Côn Sơn. Địa luỹ này vừa đóng vai trò ngăn cản nguồn vật liệu từ bờ đưa ra, đồng thời chúng cũng là nơi cung cấp vật liệu trầm tích cho hai bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn.

Ở độ sâu đến 20m, bề mặt đáy biển bị tác động trực tiếp của sóng, do đó vật liệuphân bố ở đây thường là thô. Phần tiếp giáp với đảo bị mài mòn và trở thành nơi cung cấp vật liệu cho khu vực dưới sâu. Quá trình nâng lên trong giai đoạn tân kiến tạo làm cho móng của đồng bằng dâng cao và bề dày trầm ích Kainozoi giảm chỉ còn 400 - 500m.

25. Đồng bằng nghiêng thoải, tích tụ - mài mòn trong đới tác động của sóng và dòng chảy cấu tạo bởi cát, bột, phát triển trên cấu trúc đơn nghiêng

Độ sâu phân bố của chúng từ 20 - 50m nước tạo thành một dải bao quanh phía ngoài của lục địa Bắc Trung Bộ và Malayxia. Bề mặt đồng bằng có độ dốc biến đổi từ 2 đến 4^0, hoạt động của hệ thống sông lục địa tiếp tục chảy ngầm dưới nước có ảnh hưởng rất lớn đến qúa trình hình thành đồng bằng. Hệ thống sông ngầm này đóng vai trò vận chuyển vật liệu từ lục địa ra và từ đới động lực phía trên đưa xuống tạo ra các vạt tích tụ. Quá trình tích tụ đóng vai trò chủ đạo đã tạo cho bề mặt đáy biển các hệ thống vi địa hình, đó là các nếp nhăn dòng. Ở khu vực có độ sâu 20 - 25m bề mặt đáy chỉ bị tác động khi có sóng lớn (sóng bão). Quá trình mài mòn mang tính thất thường này đã để lộ ra trên bề mặt đáy lớp sét cổ.

Với tốc độ sụt lún tân kiến tạo từ 0,125 - 0,2mm/năm đã tạo điều kiện cho việc tích tụ trầm tích Kainozôi có bề dày từ 0,5 - 1km. Các lớp trầm tích này có độ nghiêng chung cắm về phía trung tâm trũng Rift, và thường chúng bị vát mỏng dần khi vào gần bờ. Kiểu địa hình này thực chất chỉ là phần chuyển tiếp giữa khối nâng lục địa với vùng sụt lún của Rift.

26. Đồng bằng nghiêng tích tụ - mài mòn trong đới tác động của dòng chảy đáy cấu tạo bởi cát bột sét, phát triển trên đới cấu trúc chuyển tiếp giữa khối nâng địa luỹ với bồn trũng.

Trên bình đồ dải đồng bằng này phân bố ở phía Đông Nam khối nâng Côn Sơn độ sâu từ 30 - 50m, trên bề mặt xuất hiện một số gò, đồi nhô cao khỏi đáy 15 - 28m ví dụ như bãi Đông Sơn, bãi Cảnh Dương,... và các dải trũng kéo dài có độ sâu 5 - 7m so với bề mặt đáy. Các gò đồi, các dải trũng có lẽ là những dạng địa hình sót có nguồn gốc sông đã từng trải qua thời kỳ là đới ven bờ. Về mặt cấu tạo, đồng bằng được tích tụ trên móng Kainozôi có độ sâu từ 0,5 - 1,5km, bề mặt móng nghiêng dần về phía bồn trũng Nam Côn Sơn. Quá trình sụt lún của bể Nam Côn Sơn đã kéo theo chuyển động âm của khu vực này chìm dần với tốc độ 0,2 - 0,3mm/ năm. Các khối nâng địa phương như Đông Sơn - Cảnh Dương (6^0N - 107^0E) làm cho địa hình đáy nhô cao, chịu tác động mài mòn của sóng biển đặc biệt là sóng bão. Hoạt động của hệ thống đứt gãy dạng vòng cung ở phía Tây Bắc và đứt gãy Đông Nam cùng với sự có mặt của phún xuất bazan phía Đông Bắc của đồng bằng chứng tỏ hoạt động tân kiến tạo khu vực này rất tích cực. Dấu vết đường bờ cổ là các thành tạo hạt thô phân bố ở độ sâu 45 - 50m chứng tỏ đồng bằng này bị chìm ngập trong thời gian không lâu (có lẽ là sau Pleistocen muộn?).

27. Đồi, núi lửa mài mòn, trong đới tác động của sóng, phát triển trên các vòm nâng hoặc các khối nhô

Trên thềm lục địa Việt Nam, sự xuất hiện của các đồi, núi lửa chỉ tập trung chủ yếu ở khu vực Lý Sơn, Cù Lao Thu, Hòn Hải, Catwit,... các núi lửa này phun dưới biển theo nhiều giai đoạn khác nhau từ Neogen đến hiện đại. Chúng thường phân

bố ở khu vực giao nhau của các hệ thống đứt gãy và nơi giao nhau của các cấu trúc kiến tạo. Tại Lý Sơn bazan phun trào đã xuyên qua trầm tích cát kết Neogen tạo nên cấu trúc vòm rất điển hình. Phần bazan nổi cao tạo thành đảo, phần ngập nước là đỉnh vòm cấu tạo bằng cát kết Neogen. Hiện tại chúng bị mài mòn tạo ra bậc mài mòn bao quanh đảo. Nhiều đồi bazan chưa vươn tới mặt nước như khu vực Catwit, Hòn Hải, Hòn Tro đã bị sóng mài mòn phần đỉnh và phá huỷ các sườn tạo ra các vách dốc (cliff).

3. Địa mạo sườn lục địa

Sườn lục địa là một dải bao quanh thềm lục địa, từ độ sâu 150m - 300m. Bề rộng thay đổi trong phạm vi 18 - 220km. Độ dốc chung của sườn lục địa thay đổi từ vài độ đến hàng chục độ. Xét về mặt cấu trúc thì sườn lục địa có cấu trúc mặt của lớp vỏ lục địa hoặc á lục địa. Ngoài các tướng trầm tích có nguồn gốc lục nguyên, sườn lục địa còn xuất hiện các thành tạo san hô và các phun trào bazan. Lớp granit trên sườn lục địa có chiều dày thay đổi từ 8 - 10km. Sườn lục địa được hình thành chủ yếu bởi các cấu trúc đoạn tầng do các đứt gãy kinh tuyến và á kinh tuyến khống chế hoặc oằn võng và các khối nâng tạo nên.

Ngoài khơi Bình Trị Thiên sườn lục địa có bề rộng trung bình 50 - 60km. Ranh giới trên chạy dọc theo đường đẳng sâu 140m. Ranh giới dưới có độ sâu 1000 - 1200m. Chỗ dốc nhất có thể đạt tới 3 - 5^0. Ngoài khơi Quảng Nam - Đà Nẵng và Quảng Ngãi, sườn lục địa mở rộng chiều ngang tới 220km. Độ dốc của sườn thay đổi phức tạp, ở độ sâu 1140 - 400m sườn có độ dốc 30'- 1^0, từ 400 - 500m góc dốc giảm còn 20 - 30', từ 500 – 1.000m có góc dốc 30'- 1^0. Ngoài khơi Khánh Hòa, Phú Yên sườn bị vát nhọn rất mạnh, giá trị cực tiểu theo chiều ngang là 18km. Méo trên của sườn ở độ sâu 150m, chân sườn ở độ sâu 1000 - 1200m, góc dốc trung bình đạt tới 3 – 5^0. Ngoài khơi Phan Rang, Phan Thiết sườn lục địa mở rộng đạt giá trị trung bình 60 - 80km. Chân sườn nằm ở độ sâu 1000 - 1200m, góc dốc trung bình 45'- 1^0. Từ ngang Đồng Nai về phía Nam, sườn lục địa chỉ rộng trung bình 40km. Địa hình tương đối đồng nhất. Góc dốc trung bình 30'- 1,5^0 vài nơi đạt tới 2 - 3^0. Tại khu vực tiếp giáp với sườn lục địa Indonesia hướng của sườn chuyển thành vòng cung Tây Bắc - Đông Nam nhưng chiều rộng và độ dốc không thay đổi

Địa hình sườn lục địa được phản ánh qua các kiểu chính sau đây.

28. Đồng bằng bằng phẳng, tích tụ dạng thềm cổ bị nhận chìm phát triển trên các cấu trúc khác nhau.

Phân bố ở phía đông bờ biển Khánh Hoà, nhiều người còn gọi là "thềm Khánh Hoà", đồng bằng chiếm một diện tích khá lớn nằm ở độ sâu từ 2.200m đến

2.500m. Hình thái bề mặt tương đối phẳng, ít bị phân cắt, đôi nơi có thể gặp các khối núi sót nhô cao từ vài trăm đến 1000m so với bề mặt đáy.

Các trầm tích lục nguyên đã san phẳng và lấp đầy các bồn trũng Kainozoi có chiều sâu từ 4.000m tới 6.000m.

Tính chất bằng phẳng của bề mặt nằm ngay dưới chân sườn kiến tạo và phát triển trên các trũng có bề dày trầm tích khá lớn có thể là do chúng đã từng là một bộ phận của thềm lục địa khu vực biển miền Trung bị nhận chìm.

29. Đồng bằng trũng dạng lòng chảo, tích tụ biển sâu phát triển trên cấu trúc bồn trũng.

Phân bố ở bồn trũng Vũng Mây độ sâu của đồng bằng từ 1.600 m (ở các khu vực rìa) đến 1.900m (ở trung tâm đồng bằng). Phía Tây của đồng bằng tiếp giáp với sườn dốc, do đó hoạt động của hệ thống Canhon ngầm trên sườn đóng vai trò vận chuyển vật liệu từ sườn đưa xuống, phía Tây Bắc giáp khối nâng Tư Chính, phía Đông Bắc giáp với khối nâng Vũng Mây - Đá Lát, nguồn cung cấp vật liệu từ các phía này đưa xuống chủ yếu là sản phẩm vụn san hô.

Trong quá trình hình thành đồng bằng, tích tụ đã san lấp bồn trũng kiến tạo với bề dày trầm tích Kainozoi từ 3.000m đến 8.000m.

30. Trũng kéo dài dạng lòng máng, tích tụ biển sâu phát triển trên cấu trúc địa hào

Trũng kéo dài theo hướng đông Bắc - tây Nam, nằm giữa địa khối Trường Sa và sườn kiến tạo Malayxia - Philipin trùng với địa hào Borneo - Palawan. Độ sâu trung bình của máng trũng từ 2.100 – 2.900m nghiêng dần về phía Đông Bắc để ăn thông ra trũng sâu Biển Đông.

Máng trũng được hình thành trên bồn trũng Kainozoi có bề dày trầm tích đạt 8000 - 9000m. Tính chất bất đối xứng của hai cánh bồn trũng (phía Đông Nam thoải, phía Tây Bắc dốc và uốn khúc) có liên quan chặt chẽ với quá trình hình thành đới cuốn hút mà ở đó địa khối Trường Sa chui xuống cung đảo Malayxia - Philipin làm cho móng trầm tích biến chất tuổi Creta chờm và nhô lên gần bề mặt đáy của trũng sâu.

Hoạt động của đới cuốn hút đã tạo ra hai đứt gẫy sâu chạy song song với máng trũng ngăn cách giữa chúng với quần đảo trường Sa ở phía Tây Bắc và sườn kiến tạo Malayxia - Philipin phía Đông Nam.

31. Thung lũng tích tụ giữa núi, cấu tạo bởi các trầm tích hỗn hợp phát triển trên cấu trúc sụt lún.

Phân bố chủ yếu là ở khu vực đảo Hoàng Sa và Trường Sa, các thung lũng này là những dạng địa hình trũng tích tụ kéo dài theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, nằm giữa các khối và dãy núi đá vôi san hô. Đáy thung lũng nằm ở độ sâu từ 2.000 đến 2.800m. Do hoạt động trong vùng núi chủ yếu là đá vôi san hô nên trắc diện

ngang của chúng biểu hiện rất phức tạp không tuân theo quy luật phát triển của hệ thống sông lục địa, tuy nhiên chiều rộng của thung lũng cũng tăng dần về phía hạ lưu (phía trũng sâu Biển Đông).

Các thành phần vật liệu tích tụ ở đáy thung lũng là loại trầm tích hỗn hợp sinh vật bao gồm các mảnh vụn san hô, xác sinh vật đưa từ các khối và dãy núi ở hai bên sườn xuống với kích thước rất khác nhau. Hoạt động xâm thực phân cắt các khối và dãy núi của hai quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa do hoạt động của một hệ thống sông cổ hình thành trước kia, sau đó quá trình sụt chìm của hai địa khối này đã để lại hình thái các hệ thống thung lũng như ta thấy hiện nay.

32. Máng trũng tích tụ giữa núi, phát triển trên cấu trúc oằn võng

Máng trũng này nằm kẹp giữa sườn kiến tạo phía tây Bắc và sườn cao nguyên san hô Hoàng Sa. Chiều rộng của máng đạt trung bình 80km, dài khoảng 400km, phần đỉnh của máng bắt đầu ở độ sâu 1.200m và kết thúc ở phần đáy ở độ sâu 3000m. Với chiều dài 400km, độ sâu của máng trũng tăng lên 1.800m, như vậy độ dốc của đáy đạt một giá trị khá lớn (1/220). Về mặt hình thái, máng trũng này gần như là một thung lũng bắt nguồn từ cao nguyên san hô và đổ ra trũng sâu Biển Đông, song với chiều rộng quá lớn cho phép ta nghĩ đến chúng có nguồn gốc kiến tạo nhiều hơn là nguồn gốc ngoại sinh, hơn nữa máng trũng được hình thành trên các bồn trũng Kainozôi kéo dài cùng hướng với bề dày trầm tích từ 4.000m đến 6.000m, hai đứt gãy có hướng Đông Bắc - Tây Nam ngăn cách máng trũng với hai sườn kiến tạo, càng chứng minh cho luận cứ trên.

33. Trũng dạng lòng chảo, tích tụ giữa núi phát triển trên các đới sụt địa phương

Kiểu địa hình này duy nhất chỉ phân bố ở khu vực nằm kẹp giữa bãi ngầm Tư Chính và Phúc Nguyên với sườn kiến tạo Đông Nam.

Đáy của trũng tích tụ nằm ở độ sâu 860m, trong khi đó địa hình xung quanh nằm ở độ sâu 16 - 20m (Tư Chính và Phúc Nguyên), và 175m (sườn kiến tạo Đông Nam). Lòng chảo tích tụ giữa núi được hình thành trên đới Phúc Nguyên, với bề dày trầm tích lấp đầy trong Kainozoi hàng nghìn mét. Trũng lòng chảo tích tụ có nguồn gốc kiến tạo này đã tách dải nâng Tư Chính - Phúc Nguyên thành hai phần tách biệt nhau. Các khu vực nổi cao xung quanh là nơi cung cấp vật liệu chính cho quá trình tích tụ nâng cao dần đáy vùng trũng, do đó thành phần trầm tích rất hỗn tạp: vụn san hô, các mảnh vỏ sinh vật và cả vật liệu núi lửa (?).

34. Đồng bằng nghiêng, tích tụ chân sườn, phát triển trên cấu trúc phức tạp

Phía Tây đồng bằng nằm ngay ở chân sườn kiến tạo, phía Đông giáp với chân cao nguyên san hô Hoàng Sa.

Độ sâu phân bố của bề mặt từ 1.050m đến 1.200m nước, lác đác một số đồi và núi sót nhô cao trên đáy từ 100 - 400m. Đây là một bề mặt tích tụ tương đối bằng phẳng phân bố ở phía dưới của bề mặt đáy vịnh Bắc Bộ và được ngăn cách nhau

bằng một bề mặt sườn có độ cao gần 800m, có lẽ chúng được hình thành do cơ chế sụt bậc không đều của móng granit làm tách một phần của thềm lục địa Bắc Bộ bị nhấn chìm xuống độ sâu kể trên. Móng kết tinh của đồng bằng này nằm ở độ sâu không lớn, từ 2.000 - 4.000m.

35. Đồng bằng đồi bị phân cắt dạng di tích bán bình nguyên, phát triển trên các cấu trúc phức tạp.

Diện phân bố kiểu địa hình này chiếm một diện tích khá lớn ở các khu vực Bắc Macclesfield nam quần đảo Hoàng Sa, phía Đông Cù Lao Thu và khu vực quần đảo Trường Sa. Độ sâu bề mặt có giá trị thay đổi từ trên 1.500m - 2.500m.

Hình thái bề mặt phức tạp, chúng là tập hợp các gò đồi có độ cao sàn sàn nhau phân bố xen kẽ với các khu vực tích tụ bằng phẳng. Hệ thống các thung lũng và Canhon ngầm khá phát triển. Ở khu vực Hoàng Sa, đồng bằng nằm ngay dưới chân cao nguyên san hô, và là phân chuyển tiếp giữa cao nguyên với vùng biển sâu, khu vực Biển Đông Nam và Trường Sa chúng phân bố xen kẽ với địa hình núi và cao nguyên và cũng là vùng chuyển tiếp giữa sườn lục địa xuống trũng sâu Biển Đông. Cơ chế thành tạo có lẽ chúng liên quan với thời kỳ san bằng của hai khối lục địa sót Hoàng Sa và Trường Sa, sau đó bị nhấn chìm do vận động sụt lún của vỏ trái đất.

36. Bề mặt tích tụ - mài mòn kiểu thềm lục địa bị nhận chìm.

Phân bố ở phía Đông đảo Lý Sơn, trên bình đồ bề mặt này thể hiện như là một bậc của sườn kiến tạo nằm ở độ sâu 400 - 500m nước. Phía Tây bề mặt tiếp giáp với sườn có độ cao 200 - 300m, phía Bắc, phía Đông và phía Nam chuyển tiếp xuống khu vực có độ sâu lớn hơn bởi một sườn dốc có chiều cao khoảng 700m. Xét về mặt hình thái chung của khu vực biển Bắc Trung Bộ thì đây là bậc thứ hai kể từ bề mặt thềm lục địa xuống sườn lục địa. Hai đứt gẫy hướng kinh tuyến và đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam cắt nhau ở phía Nam đã tạo cho bề mặt này có dạng một tam giác. Xét theo quá trình động lực thành tạo địa hình thì có thể nghĩ rằng đây cũng là bề mặt thềm lục địa bị nhận chìm do quá trình sụt bậc, trong đó đứt gãy kinh tuyến đóng vai trò chia cắt bề mặt làm cho chúng sụt trượt về phía đông. Hiện tại bề mặt địa hình này được tiếp nhận vật liệu của thềm lục địa đưa xuống thông qua các hệ thống Canhon ngầm chảy qua sườn kiến tạo đưa xuống, đồng thời ở rìa phía Đông Bắc, Đông và Đông Nam lại bị bóc mòn xâm thực do trượt trọng lực và hoạt động của hệ thống Canhon ngầm của sườn phía dưới.

37. Bề mặt thoải, tích tụ - mài mòn móng của cao nguyên san hô.

Bề mặt nằm dưới chân cao nguyên san hô Hoàng Sa ở độ sâu 1000 - 1300m. Trong Kainozoi chúng là bề mặt mài mòn - tích tụ khá bằng phẳng mà từ đó san hô phát triển theo chiều thẳng đứng tạo nên các đảo san hô như ngày nay.

Bề mặt bằng phẳng này chuyển tiếp xuống vùng thấp xung quanh bằng một sườn dốc, rìa tiếp xúc với sườn dốc xuất hiện các đồi và núi sót có độ cao so với đáy là 100 - 700m.

38. Thềm san hô bị nhận chìm phát triển bao quanh các khối nhô.

Thềm nằm ở độ sâu trung bình 1000 – 1.500m tập trung ở Hoàng Sa, Phú Lâm, bãi Cỏ Rong, Song Tử, Ba Đình, Nam Yết,... chúng tạo thành các dải bao quanh cao nguyên san hô và chuyển tiếp xuống khu vực địa hình thấp lân cận bằng bề mặt sườn. Nếu xây dựng một mặt cắt từ bề mặt cao nguyên xuống đáy, ta thấy trắc diện sườn có dạng bậc thang mà bề mặt cao nguyên là bậc trên còn thềm san hô là bậc thứ hai rồi mới đến bề mát đáy sâu. Xét về quá trình thành tạo thì hai bề mặt này hình thành trong hai giai đoạn san bằng khác nhau. Hoạt động của đới cuốn hút giữa Redbank và Palawan đã kéo theo sự nhận chìm thềm san hô này xuống tới độ sâu như hiện nay. Quá trình sụt lún từ từ bề mặt tiếp tục bị mài mòn và san hô đồng thời phát triển đã làm cho độ phân cắt bề mặt trở nên phức tạp hơn.

39. Bề mặt sườn tích tụ - bóc mòn bao quanh các khối nhô.

Kiểu bề mặt sườn này phân bố ở hai khu vực khác nhau đó là bề mặt dốc bao quanh khối nhô Hoàng Sa nằm ở độ sâu từ trên 1.200m đến độ sâu hơn 2.000m, ngăn cách giữa khu vực đáy biển có độ sâu bé hơn với khu vực đáy biển có độ sâu lớn hơn. Độ dốc chung của sườn đạt 15 – 22^0. Bề mặt sườn ở khu vực bãi Cỏ Rong, Song Tử là một bề mặt dốc chuyển tiếp giữa thềm san hô bị nhận chìm xuống trũng sâu của Biển Đông, chúng bắt đầu từ độ sâu 1.200m xuống độ sâu 3.000m, độ dốc chung đạt từ 18 – 25^0. Do sườn hình thành bao quanh khối nhô nên hướng sườn luôn luôn thay đổi, bề mặt bị phân cắt và xâm thực bởi các Canhon ngầm, quá trình bóc mòn do trượt trọng lực ở những khu vực có độ dốc lớn làm cho trắc diện của sườn bị biến dạng phức tạp. Hoạt động xâm thực là bóc mòn trọng lực đã đưa vật liệu tích tụ ở phần chân sườn tạo ra các vạt gấu sườn tích. Tuy nhiên hình thái chung của sườn không phụ thuộc hoàn toàn vào quá trình ngoại sinh mà chúng còn được quyết định bởi cấu tạo đá gốc và chuyển động tân kiến tạo.

40. Sườn phân bậc kiến tạo trượt lở - bóc mòn

Sườn là một dải bao quanh mép ngoài của thềm lục địa Việt Nam tạo thành một dải bắt đầu từ độ sâu 150 - 200m đến độ sâu1.800m – 2.000m. Bề mặt sườn bị khống chế bởi hệ thống đứt gãy sâu hướng á kinh tuyến ở vùng biển miền Trung và đổi hướng á vĩ tuyến tạo thành vòng cung ở phía Bắc và phía Nam.

Hoạt động của đứt gãy sâu cùng với vận động thẳng đứng của vỏ trái đất đã tách một bộ phận của đáy Biển Đông khỏi thềm lục địa và bị kéo theo sự sụt lún của trũng sâu tạo nên một bề mặt nghiêng phân cách giữa hai đơn vị cấu trúc bậc một

của đáy biển là thềm lục địa và sườn lục địa. Sự xuất hiện các phun trào núi lửa dọc theo hai hệ thống đứt gãy sâu chạy qua đỉnh và chân sườn ở khu vực Đà Nẵng, Phan Thiết, Tư Chính,... làm cho cấu trúc vỏ lục địa bị thoái hoá, biến thành vỏ chuyển tiếp, chính vì vậy ảnh hưởng rất nhiều đến cấu trúc và hình thái của sườn. Đa số bề mặt sườn được hình thành trên đá gốc và bị xâm thực phân cắt bởi các hệ thống Canhon ngầm và trở thành bề mặt trung chuyển vật liệu từ thềm lục địa xuống biển sâu, một số ít nơi như phía tây Hoàng Sa, khu vực biển miền Trung, biển Đông Nam (Tư Chính) bề mặt sườn được hình thành do sự lấp đầy các bồn trũng Kainozoi trong suốt Neogen - Đệ Tứ. Sự có mặt của các đồi phun trào bazan trên sườn cũng làm cho hình thái sườn trở nên đa dạng và phức tạp.

41. Cao nguyên san hô hình thành trên khối nhô lục địa sót

Phân bố chủ yếu ở quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa, bề mặt cao nguyên phần lớn bị ngập nước, một số ít các đỉnh sót nhô cao thành các hòn đảo. Hiện tại các cao nguyên này không phải là các bề mặt liên tục mà bị phân cắt thành nhiều mảnh riêng rẽ, nằm ở cùng một mực độ sâu. Các bề mặt này chuyển đột ngột xuống các vùng thấp xung quanh bởi các sườn dốc 30 - 40^0 thậm chí tới 70 - 90^0. Móng của cao nguyên san hô chủ yếu là các đá biến chất Mezozoi và phun trào cổ. Móng này mới bắt đầu chìm xuống từ Miocen và trong suốt Miocen - Pleistocen đã được bồi đắp bởi trầm tích san hô dày trên 1.000m.

Đương nhiên trong quá trình hình thành tầng trầm tích dày hơn 1.000m này không phải hoàn toàn là đồng nhất mà chúng cũng đã trải qua nhiều lần nhô lên khỏi mặt nước và bị mài mòn trong suốt Miocen - Pleistocen. Sự nhô lên này được biểu hiện bằng việc chuyển hoá aragonit nguyên thuỷ trong trầm tích thành canxit. Quá trình sụt chìm từ từ của móng làm cho bề mặt mài mòn - tích tụ của cao nguyên hình thành các ám tiêu san hô dạng atôn khá phổ biến như ta thường thấy trên bản đồ.

42. Cao nguyên san hô ngầm hình thành từ khối nhô bị nhận chìm

Kiểu cao nguyên này phân bố ở bãi ngầm Macclesfield, bãi Cỏ Rong và bãi ngầm Tư Chính. Bề mặt cao nguyên nằm cách mặt nước chỉ 16 - 20m, khác với kiểu cao nguyên mô tả trên là trên bề mặt không có các đảo sót nhô cao khỏi mực nước biển. Cao nguyên Macclesfield bị tách rời khỏi quần đảo Hoàng Sa bởi một dải trũng sâu tới 2.500m, phía Đông Nam bị ngăn cách bởi trũng sâu trên 4.000m. Hai đứt gãy hướng Đông Bắc - Tây Nam ở phía Tây Bắc và Đông Nam đã khống chế cao nguyên này thành một đơn vị độc lập với các khu vực xung quanh, ngược lại cao nguyên Tư Chính - Phúc Nguyên lại nhô cao trên sườn kiến tạo và chúng bị tách thành hai bề mặt do trũng Phúc Nguyên. Kiểu cao nguyên này bề mặt khá phẳng, trên bề mặt còn tồn tại nhiều ám tiêu san hô bị chìm dưới nước. Cấu trúc móng của cao nguyên ở Macclesfield giống với cấu trúc quần đảo Hoàng Sa, còn ở khu vực Tư Chính móng đã phát hiện thấy phun trào bazan.

43. Khối và dãy núi ngầm bị bóc mòn - xâm thực

Phân bố rải rác trên sườn lục địa như ở phía Bắc bãi ngầm Macclesfield, phía đông cù lao Thu và khu vực Trường Sa. Độ cao của núi so với đáy rất khác nhau, thường từ vài trăm mét tới hàng ngàn mét. Cấu tạo thạch học rất đa dạng: ở khu vực Hoàng Sa và Trường Sa thường là đá vôi, khu vực sườn lục địa miền Trung là các đá biến chất Mezozoi hoặc phun trào núi lửa. Các dãy núi phân bố định hướng Đông Bắc - Tây Nam gần trùng với hướng xéo dài của hường đứt gãy và hướng của trục tách giãn. Tuỳ thuộc vào cấu tạo thạch học mà hình thái núi có hình dạng khác nhau, đường đỉnh núi thể hiện không rõ như trên lục địa, trắc diện thường cong dốc ở phần đỉnh, thoải và gãy khúc ở phần chân sườn do ở chân sườn phát triển các vạt gấu sườn tích.

4. Địa mạo chân lục địa

Chân lục địa Biển Bông là một dải hẹp không liên tục, phân bố dưới chân sườn lục địa ở độ từ 2.500 m đến 4.000 m. Bề mặt địa hình chân lục địa tương đối phẳng, độ dốc trung bình từ $0{,}01^0$ đến $0{,}003^0$. Chúng thường là các đồng bằng tích tụ trên các trũng có bề dày trầm tích từ 1- 4km. Cấu trúc vỏ granit bị vát dần và giảm mạnh chỉ còn 2 - 3km và hầu như biến mất khi tiếp giáp với trũng sâu Biển Đông. Là một đới chuyển tiếp, chân lục địa nơi xuất hiện các vạt gấu tích tụ hoặc các nón phóng vật do các Canhon ngầm đưa vật liệu từ sườn xuống.

Tại ranh giới giữa quần đảo Hoàng Sa và Hải Nam có một trũng kéo dài theo hướng Đông - Đông Bắc với chiều rộng trung bình khoảng 100km. Độ sâu 3.500m quan sát thấy ở một số điểm ở chính Bắc quần đảo Hoàng Sa. Từ Đà Nẵng về phía Nam có phân bố một trũng kéo dài theo hướng kinh tuyến, có độ sâu trung bình 2000 - 2500m, trên đáy trũng có nhiều đảo ngầm có độ cao tương đối và hình dạng khác nhau.

Phía Nam quần đảo Trường Sa, nơi tiếp giáp với thềm lục địa Borneo có trũng Palawan rộng trung bình 150 - 200km hướng Đông Bắc - Tây Nam. Đáy là đồng bằng bằng phẳng, sâu tới 3.000m ÷3.500m.

Chân lục địa có các kiểu địa hình sau đây:

44. Đồng bằng nghiêng tích tụ chân sườn phát triển ven rìa đới tách giãn

Phân bố ở khu vực tiếp giáp sườn lục địa với trũng biển sâu ở khu vực miền Trung. Đây là một bề mặt nghiêng thoải chuyển tiếp giữa đồng bằng thềm lục địa cổ bị nhận chìm xuống đồng bằng biển thẳm của trũng sâu Biển Đông. Trên bản đồ chúng thể hiện như một diềm của sườn lục địa. Bề mặt được phủ một lớp trầm tích đệ tứ mỏng trên móng kainozoi cách bề mặt khoảng 1.000 – 1.500m. Móng bazan ở khu vực này nhô lên khá cao, chỉ cách bề mặt đáy khoảng 1 - 2 km. Do ảnh hưởng của đứt gãy ven rìa phía Tây Bắc của đới tách giãn mà kiểu đồng bằng này dường như bị thu hẹp lại.

45. Đồng bằng dạng lòng máng, phát triển trên cấu trúc oằn võng

Phân bố ở phần ngoài của dải trũng nằm giữa quần đảo Hoàng Sa và bãi ngầm Macclesfield. Dải đồng bằng hẹp này bắt đầu từ độ sâu 2.500m – 3.000m, phía Tây nằm giáp với sườn đốc bao quanh khối nhô, phía Đông giáp với đồng bằng đồi. Hai phần nhô cao ở 2 phía của sườn lục địa đã làm cho bề mặt đồng bằng có dạng một trũng bị oằn võng, phía Bắc và phía Đông Bắc chuyển tiếp từ từ xuống trũng Biển Đông. Thực chất đồng bằng này là phần tiếp nối của dải trũng trên sườn lục địa kéo xuống, song do tính chất hỗn hợp của thành phần vật chất cấu tạo gồm sét, sản phẩm san hô, đã làm cho chúng khác biệt với các kiểu địa hình phía trên sườn và phía dưới trũng sâu. Trên bình đồ cấu trúc, kiểu đồng bằng này được hình thành trên phần tiếp giáp phía Tây của trục tách giãn cổ có tuổi 32 triệu năm (một nêm cấu trúc ăn sâu vào sườn lục địa).

46. Đồng bằng tích tụ phát triển trên cấu trúc sụt võng

Nằm phía Tây Nam của bãi ngầm Macclesfield, đây là một đồng bằng trũng dạng thung lũng ăn sâu vào sườn lục địa với độ sâu phân bố từ 3.000 – 4.000m. Đồng bằng tích tụ này có đáy nằm sâu hơn các khu vực thấp của thềm lục địa bao quanh là 500 – 1.000m. Tuy nằm ở độ sâu tới 4.000m nhưng móng của chúng không phải là vỏ bazan mà chỉ là loại vỏ chuyển tiếp. Ở khu vực Đông Bắc bãi ngầm Tư Chính, đồng bằng chân lục địa thể hiện tính chuyển tiếp rõ ràng hơn, chúng là một bề mặt nghiêng thoải phân bố ở độ sâu từ 2.500 – 3.500m.

Trên bình đồ cấu trúc đồng bằng được hình thành trên phần trũng kéo dài của đới tách giãn dạng nêm đâm vào sườn lục địa phía Đông Nam. Các vật liệu cấu tạo nên đồng bằng chủ yếu được đưa từ sườn lục địa xuống thông qua các thung lũng và canhon ngầm. Các vạt gấu tích tụ lấn dần về phía trũng sâu làm cho các đường đẳng sâu ở các khu vực này uốn khúc hoặc khúc khuỷu.

47. Đồng bằng nghiêng thoải, phân cắt, tích tụ dưới chân các khối nâng

Phân bố ở phía Tây Bắc khu vực quần đảo Trường Sa. Bề mặt tích tụ phân bố ở độ sâu 2000 - 3500m, chuyển tiếp giữa đồng bằng đồi và thung lũng ở khu vực Trường Sa ở phía Đông Nam còn phía Tây Bắc bị hệ thống đứt gãy có hướng Đông Bắc - Tây Nam khống chế. Cũng như đồng bằng chân lục địa ở phía Đông Bắc Tư Chính, ở đây cấu trúc vỏ á đại dương rất điển hình. Bề mặt móng Kainozoi chỉ nằm ở độ sâu một vài km. Quá trình tích tụ bề mặt này diễn ra rất phức tạp: tích tụ trọng lực ở khu vực tiếp xúc với khối nhô Song Tử, và các nơi khác, một phần vật liệu được canhon ngầm đưa từ khu vực đồi trung tâm Trường Sa đưa xuống, còn nguồn khác là trầm tích sinh vật, do đó vật liệu cấu tạo đồng bằng là loại trầm tích hỗn hợp.

5. Địa mạo đáy biển thẳm

Địa hình biển thẳm có độ sâu từ 4.000 – 5.500m, chiếm hầu hết diện tích đới tách giãn Biển Đông. Xét về mặt cấu trúc thì bồn trũng nước sâu này có cấu trúc vỏ quả đất là lớp vỏ Bazan điển hình, phần trên bề mặt Bazan là lớp trầm tích Kainozoi có bề dày không lớn từ vài trăm mét đến 2.000m. Quá trình mở rộng diện tích của đáy biển hoàn toàn do hoạt động của đới tách giãn Biển Đông.

Theo đặc điểm hình thái có thể chia ra hai vùng phía Bắc và phía Nam.

Vùng Bắc từ eo biển Đài loan đến quần đảo Macclesfield, đây là một đồng bằng bằng phẳng, góc dốc tăng dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam, trung bình không vượt quá 10 – 20'. Độ sâu khoảng 3.500 – 4.000m, đáy lòng chảo ít đảo và rãnh ngầm.

Vùng Nam từ quần đảo Trường sa về phía tây Nam, độ sâu trung bình 4.000m, lớn nhất là 5.559m. Đáy biển có nhiều bãi và rãnh ngầm hơn, tạo thành các dãy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, hướng kinh tuyến hoặc á vĩ tuyến

Trũng biển sâu được đặc trưng bởi các kiểu địa hình sau đây:

48. Đồng bằng bằng phẳng tích tụ biển thẳm phát triển trong đới tách giãn trẻ cấu tạo chủ yếu là sét biển sâu.

Kiểu đồng bằng này chiếm 2/3 diện tích của bồn trũng sâu Biển Đông, mở rộng về phía Đông Bắc và thu hẹp dần về phía Đông Nam tạo thành hình dạng một nêm đâm vào sườn lục địa phía Đông Nam. Trục kéo dài của đồng bằng trùng với trục của đới tách giãn, rìa phía Tây Bắc và rìa phía Tây Nam bị hai hệ thống đứt gãy sâu hướng Đông Bắc - Tây Nam khống chế. Móng Bazan phân bố rất gần với bề mặt đáy biển, thậm chí nhiều nơi còn lộ trên đáy dưới dạng các đồi và núi sót bazan. Theo các kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy đới tách giãn có hướng Đông Bắc - Tây Nam này được xuất hiện sau khi đổi trục từ hướng Đông - Tây sang Đông Bắc - Tây Nam, tuổi của đới tách giãn này chỉ được xác định theo tài liệu cổ từ là: 17 ÷ 20 triệu năm. Hoạt động tách giãn đã đẩy dần sườn lục địa về phía Tây và đẩy địa khối Trường Sa về phía Đông Nam và kết quả là diện tích đồng bằng biển thẳm có xu hướng tăng dần.

49. Đồng bằng bằng phẳng, tích tụ biển thẳm, phát triển trong đới tách giãn cổ.

Phân bố ở phía Bắc biển thẳm, bề mặt đáy của đồng bằng có độ sâu từ 3.000 – 4.000m tạo thành một dải kéo dài theo hướng Đông - Tây ăn thông ra Thái Bình Dương qua eo biển LuZon. Đồng bằng được hình thành trên đới tách giãn xuất hiện trước khi xuất hiện đới tách giãn có trục kéo dài hướng Đông Bắc - Tây Nam (vào khoảng thời gian 32 triệu năm) thời kỳ được coi là giai đoạn đầu hình thành Biển Đông.

Móng trước Kainozoi nằm cách bề mặt đáy khoảng 1- 2km, cấu trúc vỏ bazan đặc trưng cho kiểu vỏ đại dương. Cũng như kiểu đồng bằng miêu tả trên vỏ bazan ở một số nơi nhô cao khỏi đáy và trở thành khu vực mài mòn.

50. Các vực thẳm và hố sâu tích tụ biển thẳm phân bố rải rác trên đồng bằng biển thẳm.

Độ sâu của các vực này đạt 5.000 – 5.500m, tức là sâu hơn bề mặt đáy biển thẳm tới 1.000m – 1.500m. Chúng thường có dạng trũng elip trục kéo dài biểu hiện theo các hướng khác nhau. Tại khu vực trũng sâu nằm giữa Hoàng Sa và Trường Sa chúng có hướng kéo dài theo trục tách giãn Biển Đông, còn ở phía đông Bắc Hoàng Sa chúng có hướng vuông góc với trục tách giãn kích thước trục dài và trục ngắn của các vực thẳm là 50.000×10.000m, 90.000 x20.000m, 10.000 x5.000m.

Có thể đây là những cửa sổ của vỏ bazan được phủ bởi một lớp trầm tích hiện đại rất mỏng. Về nguồn gốc chúng có khả năng nguồn gốc nội sinh.

51. Gò đồi trên đáy biển thẳm

Phân bố rải rác trong đồng bằng biển thẳm và nhô cao khỏi đáy từ vài chục mét tới 100m. Hình thái của gò đồi có dạng đẳng thước hoặc kéo dài, sườn thoải. Đa số trong chúng là các thành tạo bazan.

52. Khối và dãy núi ngầm trên đáy biển thẳm

Phân bố trung tâm khu vực của đới tách giãn, chúng thường phân bố thành các nhóm hoặc các dải dọc theo đứt gãy. Độ cao của núi dao động từ 200 đến 3.800m đỉnh dạng vòm, sườn thoải. Phần dưới của sườn độ dốc giảm đi rõ rệt do sự xuất hiện các vạt gấu sườn tích. Nhiều núi có cấu tạo là bazan tuổi Neogen. Trong quá trình tách giãn đáy Biển Đông, các dung nham bazan được đưa lên theo các đứt gãy và phun trào dưới đáy biển tạo thành các khối và dãy núi nói trên. Cơ chế hình thành các dãy núi ở trũng biển sâu này có thể liên hệ với việc hình thành các dãy núi giữa đại dương.

6. Địa mạo các đảo

Trên đây đã mô tả 52 kiểu hình thái - nguồn gốc của địa hình đáy Biển Đông. Trong phạm vi Biển Đông còn phân bố hàng ngàn hòn đảo qui mô khác nhau, với diện tích từ vài trăm mét vuông đến hàng kilomét vuông. Dựa theo đặc điểm nguồn gốc chủ yếu, có thể chia chúng thành các nhóm kiểu địa hình các nhóm đảo sau :

Nhóm kiểu địa hình đảo kiến tạo - cấu trúc (Bạch Long Vĩ, Côn Cỏ, Phú Quốc...).

- Nhóm núi lửa (Lý Sơn, Phú Quang, Côn Cỏ,...).

- Nhóm bào mòn thạch học (đảo karst vịnh Hạ Long,...).
- Nhóm mài mòn - bóc mòn (phổ biến).
- Nhóm tích tụ (hình thành trên các đảo chắn cửa sông ven biển).
- Nhóm sinh vật (đảo san hô Hoàng Sa, Trường Sa).

Các đảo ở vùng biển Việt Nam có nguồn gốc khác nhau, đa số các đảo ven bờ có nguồn gốc lục địa và một số lượng nhỏ có nguồn gốc núi lửa (Cồn Cỏ, Lý Sơn), các đảo ngoài khơi là các đảo san hô (Tư Chính, Trường Sa...). Việt Nam có gần 3.000 đảo ven bờ với tổng diện tích 1636 km^2 trải dài từ vùng biển Quảng Ninh đến Kiên Giang. Có thể chia các đảo theo diện tích như đảo cực nhỏ (diện tích nhỏ hơn 0,01 km^2), đảo rất nhỏ (0,01 - 1km^2), đảo nhỏ (1 - 5 km^2), đảo trung bình (5 - 50 km^2) và đảo lớn (> 50 km^2).

Các đảo ven bờ Việt Nam phần lớn là địa hình núi thấp và đồi, còn một phần nhỏ là địa hình đồng bằng. Các đảo cấu tạo bởi đá vôi thường có sườn dốc đứng, các đảo cực nhỏ và rất nhỏ thường có sườn dốc trên 45^0, các đảo nhỏ thường có hai cấp độ dốc 3 - 8^0 và 25 - 30^0, các đảo trung bình và lớn có các cấp độ khác nhau nhưng cấp độ dốc 15 - 25^0 chiếm đa số. Các đảo nhỏ hầu như là một khối đảo nguyên vẹn không bị chia cắt, các đảo trung bình, địa hình đã bị chia cắt khá phức tạp. Các đảo có đặc điểm là gradien địa hình rất lớn, hệ thống đảo nhỏ 300 - 400m/km^2; các đảo trung bình từ 100 - 200m/m^2 và đảo lớn 50 - 100m/km^2.

53. Núi và đồi bóc mòn-xâm thực

Các đảo diện tích lớn có địa hình núi và đồi xâm thực như Phú Quốc, Côn Sơn, Cái Bầu... Ở Đông Bắc Vịnh Bắc Bộ, các đảo thường kéo dài theo phương cấu trúc địa chất. Ở Tây Nam Bộ, đảo Phú Quốc được cấu tạo bởi đá trầm tích và trầm tích biến chất. Trên các đảo mực bóc mòn với độ cao khác nhau. Mực cao nhất là phần sót của mặt san bằng khu vực với lớp vỏ phong hoá dày tới 20m (Côn Đảo). Các bề mặt sườn gồm phần sườn thoải gần đỉnh và phần sườn dốc ở chân sườn, độ dốc đạt tới 30^0 - 40^0. Độ chia cắt sâu của một số đảo cũng khá lớn như ở Phú Quốc là 200m; ở Côn Đảo là 300m.

54. Đồi bóc mòn - mài mòn

Đây là những đảo có kích thước không lớn, độ cao nhô khỏi mực nước vài chục mét (Bạch Long Vĩ, Hòn Khoai, Hòn Dãi, Nam Du, Bà Lụa...). Ở các đảo này gặp hệ thống thềm biển tương đối đầy đủ. Tại hầu hết các đảo có thể quan sát thấy 3 mực thềm biển ở các độ cao 2,5 - 3m; 4 - 6 m và 8 - 10m. Sự tích đọng một khối lượng lớn vật liệu cát trên một số đảo có liên quan đến hoạt động của gió và tạo nên các đụn cát dạng dãy song song hoặc gò đống đơn độc. Bao quanh các đồi đảo là các bề mặt mài mòn - tích tụ hiện đại.

55. Núi, đồi sót cactơ dạng tháp, dạng nón.

56. Đồi, đảo, đồi ngầm núi lửa cấu tạo bởi các thành tạo bazan.

Đây là những đảo liên quan đến hoạt động núi lửa. Đảo Lý Sơn ở Quảng Ngãi tồn tại bốn miệng núi lửa dạng phễu tròn trên độ cao khoảng 120m. Đảo Phú Quý và quần đảo Catwich, Sapate được cấu tạo bởi đá trầm tích phun trào núi lửa và dung nham bazan. Cách đảo Phú Quý 20 km về phía Nam là đảo Tro, độ cao ban đầu là 34 m, sau đó bị sóng biển mài mòn và ngập dưới mực nước biển, đến năm 1965 được ghi nhận ở độ sâu 20m. Ở Vịnh Bắc Bộ đảo Cồn Cỏ cũng là đảo núi lửa. Các đảo núi lửa ngầm thường nằm dưới mực nước biển 20 - 30m, có dạng đỉnh bằng hoặc dạng vòm, các sườn dốc thoải đều.

57. Đảo san hô

Đảo san hô gặp khá phổ biến ở ngoài khơi thềm lục địa Việt Nam như Hoàng Sa, Trường Sa, Tư Chính,... Các ám tiêu san hô phát triển trên khối lục địa sót. Bề mặt cao nguyên Hoàng Sa nằm ở độ sâu trung bình 900 - 1.000m, trên đó nổi lên các ám tiêu san hô, dưới đá vôi san hô là móng bazan và phức hệ trầm tích Cambri. Quá trình lún dần của khối lục địa sót đã làm tăng chiều dày của lớp đá vôi san hô. Các ám tiêu san hô được hình thành theo sự lún dần của các khối nhô, trong khi đó san hô bám xung quanh vẫn phát triển theo hướng thẳng đứng và kết quả là tạo thành các vòng tròn san hô bao bọc một cái hồ ở giữa.

Quần đảo Hoàng Sa nằm trong khoảng $15^0 \div 17^0$ vĩ Bắc trên cao nguyên ngầm bị chia cắt có diện tích lớn hơn 100.000km^2. Quần đảo bao gồm hơn một trăm đảo nổi, đá, bãi nông, bãi ngầm với hơn 60 nơi đã được đặt tên. Các nhà hàng hải chia quần đảo thành 3 cụm lớn là Lưỡi Liềm, Vĩnh An và Mác Leo Phin.

Quần đảo Trường Sa nằm trong khoảng $5^0 \div 12^0$ vĩ Bắc trên cao nguyên ngầm bị chia cắt có diện tích lớn hơn 300.000 km^2. Quần đảo bao gồm hàng trăm đảo nổi, đá, bãi nông, bãi ngầm với hơn 130 nơi đã được đặt tên. Các nhà hàng hải chia quần đảo thành 8 cụm lớn là Song Tử, Thị Tứ, Loại Ta, Nam Yết, Sinh Tồn, Bình Nguyên, Trường Sa và Thám Hiểm..

Hai quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa nằm phân tách qua lòng chảo nước sâu Biển Đông. Tuy cách nhau 5 ÷ 600km nhưng chúng có đặc điểm địa chất - địa mạo rất giống nhau, đặc trưng là có nhiều ám tiêu san hô phát triển các dạng địa hình dương phần lớn có chân nằm ở độ sâu 1.500 ÷ 2.500m, có vỏ trái đất kiểu lục địa dày 24 ÷ 26km.

Các thành tạo ám tiêu san hô trên hai quần đảo có hình thái phụ thuộc cấu trúc địa chất và hướng gió thịnh hành với trục dài phân bố theo hướng Đông Bắc – Tây Nam hoặc Bắc – Nam. Các cấu trúc hình thái dương cấp cao nhất là cao nguyên san hô bị chia cắt thành các cấu trúc hình thái dương cấp thấp hơn

do sự có mặt các cấu trúc hình thái âm biểu thị dưới dạng các rãnh ngầm có độ sâu trên 2.500m. Các cấu trúc hình thái dương thứ cấp này lại bị chia cắt thành các bậc thấp hơn tương ứng với các hệ ám tiêu bởi các cấu trúc hình thìa âm biểu hiện dưới dạng các rãnh ngầm có độ sâu 1700 ÷ 2500m. Trên các hệ ám tiêu phát triển các ám tiêu vòng, các bãi ngầm, các bãi nông, các đá nằm lập lờ mặt nước và các đảo nổi (Trần Đức Thạch và Nguyễn Đình Hồng, 1989).

Các ám tiêu vòng (atoll) nằm trong các đường đẳng sâu 100 ÷ 200m. Các vụng giữa ám tiêu (lagoon) có đường kính 20 ÷ 30m, đôi nơi tới 100m. Độ sâu của vụng trung bình là 50m, đôi khi tới 70 – 80m. Trên vành khuyên của ám tiêu vòng điển hình thường quân sát thấy có mặt đầy đủ các đá, bãi nông và một vài đảo nổi.

Các bãi ngầm san hô (coral bank) thường phân bố ở các khoảng độ sâu 70 – 80m, 40 – 50m và 10 – 20m. Trên mặt các bãi sâu 10 – 20m có nhiều san hô sống dạng phát triển mạnh. Bãi ngầm Macclesfield thuộc quần đảo Hoàng sa là một bãi ngầm có kích thước lớn. Các bãi ngầm ở Trường Sa thường nhỏ hơn nhưng phân bố dày đặc hơn.

Các đá (coral reef) thường phân bố trên vành khuyên của ám tiêu vòng, đôi khi chúng cũng đứng đơn lẻ vươn lên từ độ sâu trên dưới 2000m và thuộc kiểu ám tiêu hình tháp (pinnacle reef), các đá này là thành phần chủ yếu của hai quần đảo san hô. Kích thước của chúng thay đổi rất lớn có khi chỉ (500X300)m nhưng có trường hợp rộng 5 - 6km và kéo dài tới 30km như vùng Thuyền Chài, Đá Lớn. Giữa các đá thường có một hay vài hố nước yên tĩnh đóng kín hay có cửa thông. Hầu hết bề mặt các đá nằm ở độ sâu 3 - 5m, trên rìa có các rãnh ngầm kéo dài xuống sườn ám tiêu. Cũng có các đá lộ ra khi thuỷ triều xuống. bề mặt này có nhiều san hô sống, các loài tảo vôi tạo rạn Hamelida và Lithothamium.

Các bãi nông (coral ahoal) có hình thái và phân bố tương tự các đá nhưng chúng bị ngập chìm sâu dưới hàng chục mét nước, điển hình là các bãi Đình Ba, Núi Cầu, Trăng Khuyết và Suối Ngà.

Các đảo nổi (coral island) thường nằm trên mặt thềm các đá ám tiêu vòng (Hoàng Sa, Nam Yết) hoặc trên mặt thềm các ám tiêu hình tháp riêng lẻ (Tri Tôn, Trường Sa). Quần đảo Hoàng Sa có 16 đảo, độ cao trung bình các đảo 4 - 5m, cá biệt tới 10 - 15m. đảo lớn nhất là Phú Lâm diện tích chừng 150 ha. Quần đảo Trường Sa có 23 đảo nổi, độ cao trung bình là 2 - 4m, rộng trung bình 5 – 16 ha, đảo Thái Bình có diện tích 43 ha cao 5m là đảo lớn và cao nhất.

Để phục vụ cho việc nghiên cứu các đảo san hô, chúng tôi trình bày đặc điểm địa hình khu vực đảo Trường Sa.

Các đảo trong quần đảo Trường Sa (đảo nổi và bãi ngầm) được cấu thành từ

các rạn (reef) sinh vật (khung xương san hô và các sản phẩm biến đổi của chúng) phân bố ở đới sườn lục địa. Có thể gọi các đảo và bãi ngầm trong quần đảo Trường Sa là các rạn san hô. Các rạn sinh vật thường tạo thành các đồi chủ yếu dạng vòm, dạng nón hoặc nón cụt. Phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên của vùng và sự phát triển của san hô, các rạn này có thể tạo nên đảo nổi hoặc bãi ngầm có hình thái cấu trúc và độ sâu khác nhau. Nhìn chung, địa hình đáy biển vùng quần đảo Trường Sa mang tính phân bậc theo độ cao so với đáy biển, ở mỗi mức địa hình, bề mặt tương ứng có diện tích khá rộng, tương đối bằng phẳng. Theo Lê Đức An (1991) tại vùng biển này, có thể chia địa hình thành 7 bậc.

Trên cơ sở này, quần đảo Trường Sa được chia làm 3 phụ miền: đồng bằng dạng bậc, cao nguyên Trường Sa và máng trũng Palawan.

Các rạn san hô biển được chia làm 3 loại cơ bản: rạn viền bờ, rạn chắn bờ và rạn vòng, trong đó rạn vòng chỉ có ở quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa.

Trên cơ sở nghiên cứu mức địa hình lớn hơn 1.500 – 2.000m có thể cho rằng các toà núi ngầm này là nền cho các rạn san hô vòng (atoll) phát triển, tạm gọi là atoll bậc1, trên đó tiếp tục phát triển các atoll bậc tiếp theo. Trong vùng quần đảo Trường Sa có thể xếp các rạn san hô thành 28 atoll bậc 1, chúng phân bố rải rác trong vùng biển Trường Sa, nơi tập trung nhiều nhất là khu vực Đông Bắc quần đảo. Đa số atoll bậc 1 có dạng hình bầu dục kéo dài chủ yếu theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, ngoài ra còn số dạng khá đẳng thước như các atoll Trường Sa, bãi Cạn Chim Biển, Đền Cây Cỏ và Vittern. Trong vùng Trường Sa, các atoll có thể tạo thành loại độc lập, cụm hoặc dãy. Các atoll độc lập chiếm đa số còn atoll kép chiếm số lượng ít...

Trên nền các atoll bậc 1, các atoll nhỏ hơn kế tiếp sinh trưởng, phát triển và cuối cùng tạo nên các bãi ngầm và các đảo san hô hiện tại. Nhìn chung, các atoll nhỏ phát triển theo 2 dạng: san hô phát triển liên tục hoặc không liên tục liền nhau.

Trong vùng quần đảo Trường Sa bề mặt các rạn san hô có thể nổi cao hoặc nằm dưới mực nước biển tạo nên đảo nổi hoặc bãi ngầm. Ở đây quan tâm chủ yếu các rạn san hô có bề mặt đỉnh ở độ sâu từ vài chục mét nước trở lên và các rạn nổi tạo thành đảo.

Các bãi nước nông có độ sâu dao động từ 0 - 10m. Các bãi Sinh Tồn, Colin, Trường Sa Đông, Đá Lớn... có độ sâu 5 - 10m, các bãi Thuyền Chài, Phan Vinh, Song Tử Tây... có độ sâu vài mét, bãi Đá Lát độ sâu khoảng 1m.

Các bãi nước nông phổ biến có dạng oval và dạng vành khuyên kín hoặc có cửa thông với biển. Dạng vành khuyên thường gặp ở các bãi độc lập. Có bãi nông thay đổi hình dạng bề mặt theo mùa trong năm (bãi Trường Sa). Các bãi thường kéo dài theo ba hướng chính Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam và Đông - Tây.

Sườn khối núi các bãi khá dốc (từ 20^0 - 30^0 đến 60^0 - 70^0). Đa số các bãi nông có các sườn dốc không đối xứng. Các bãi nông độc lập thường có sườn dốc cao ngang nhau, các sườn thoải ít gặp và chủ yếu có ở bãi nông nhánh.

Nhìn chung, bề mặt các bãi ngầm không bằng phẳng và khá phức tạp. Ở nhiều bãi trên bề mặt có các mỏm nhô, các hố lõm, các rãnh sâu tới 0,5 - 1m có chiều dài từ một vài mét đến 10 - 20m. Nhiều nơi mật độ khe rãnh khá cao (1 - 2m/rãnh). Một số bãi nông, mép ngoài bãi nổi lên sát mặt nước tạo thành gờ, làm triệt tiêu sóng biển bên trong bãi, chẳng hạn như bãi Nam Yết. Đa số các bãi, trên bề mặt phát triển các quần thể san hô đang sống với độ che phủ khá cao (25% - 70% diện tích bề mặt bãi) dày tới 0,5 - 1,5m, ở các bãi sâu 8 - 10m, độ che phủ san hô đạt tới 90 - 100%. Tại các vụng bên trong bãi nông dạng vành khuyên, san hô hầu như không phát triển được. Phần địa hình dưới nước có độ sâu đến 1,5m là bãi triều hiện đại. Ở đây thành phần trầm tích chủ yếu là các loại vật liệu có kích thước lớn như tảng, cuội, sỏi, dăm, sạn lẫn cát. Các sản phẩm này được gió và sóng đưa từ trên xuống và từ sườn bờ đưa lên, càng xa bờ thì kích thước vật liệu càng thô, bởi vậy khi triều xuống dễ dàng nhìn thấy dãy hành lang có những tảng san hô chồng chất lên nhau, làm cản trở quá trình truyền sóng từ ngoài khơi vào bờ.

Trong khu vực quần đảo, một số các bãi nước nông có một phần diện tích luôn nổi cao trên mặt biển (vài chục cm đến 6 - 7m), tạo thành đảo nổi như các bãi Trường Sa, Nam Yết, Sơn Ca, Song Tử Tây. Trên mặt các đảo nổi địa hình khá đơn giản, bằng phẳng và nghiêng thoải từ trung tâm ra biển. Địa hình trên mặt nước là những phần đảo nổi có chiều cao cách mặt nước biển từ 0,5 - 6m.

Phần địa hình 4 - 6m chỉ có ở phía tây như đảo Song Tử Tây. Vật liệu trầm tích chủ yếu là sạn, cát, sỏi, san hô chứa nhiều vỏ sinh vật như cầu gai, sò ốc. Nhiều nơi còn xuất hiện mùn thực vật và phân chim màu xám nâu. Địa hình cao 2,5 - 3,5m đặc trưng cho một số đảo như Nam Yết, Sơn Ca. Vật liệu trầm tích tạo nên bề mặt địa hình chủ yếu là thành phần hạt thô như sạn, sỏi, cát thô là sản phẩm do quá trình phong hoá phá huỷ từ xác san hô và các vỏ động vật như sò, ốc. Mức địa hình 0 - 1,5m là những dải hẹp bao quanh các đảo nổi. Vật liệu trầm tích là cuội, cát, sỏi, sạn lẫn mảnh vỏ động vật phá huỷ từ xác san hô và vỏ sò.

58. Đảo tích tụ

Đây là các đảo nằm ở cửa các sông lớn như ở cửa Sông Hồng, sông Cửu Long, ven biển Huế, Đà Nẵng. Các đảo tích tụ thường có kích thước nhỏ, hình dạng kéo dài và được cấu tạo bởi các trầm tích cát, cuội, sạn.

III. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN

Địa hình đáy Biển Đông rất đa dạng và phức tạp, chúng đã trải qua một quá trình phát triển với 3 thời kỳ chính sau đây:

1. Thời kỳ Eocen - Miocen

Địa hình đáy Biển Đông thời kỳ này được đặc trưng bằng việc hình thành các bồn trũng Biển Đông mang tính kế thừa của thung lũng rifer trước núi và việc đại dương hoá vỏ lục địa do vận động của vỏ trái đất cộng với quá trình dao động mực nước đại dương.

Vào cuối Eocen địa hình đáy biển chỉ mới tồn tại ở phía ngoài quần đảo Hoàng Sa, còn quần đảo Trường Sa là phần lục địa kéo dài của lục địa đông Nam. Hệ đứt gãy sông Hồng đã tạo thành một thung lũng trước núi có phương Tây Bắc - Đông Nam kéo dài đến đới tách giãn Biển Đông. Địa hình đồng bằng biển thẳm được hình thành và phân bố trong giới hạn của bồn trũng sâu hiện tại.

Cuối Oligocen địa hình tích tụ của bồn trũng Nam Hải Nam và trũng sông Hồng được nối với nhau thành một trũng tam giác, riêng địa hình tích tụ ở trũng Cô Tô - Lôi Châu bị tách biệt do sự khống chế của khối nâng Bạch Long Vĩ nằm giữa các hệ đứt gãy ngang phương Đông Bắc - Tây Nam.

Ở phía Nam đồng bằng tích tụ trên trũng Cửu Long và trũng Nam Côn Sơn cũng được thông với nhau do biển tràn vào trũng Malayxia - Thái Lan tồn tại độc lập như một biển hồ lục địa tích tụ trầm tích sông. Các kiểu địa hình tích tụ các vật liệu cát kết, sét kết xen kẽ có nguồn gốc biển phân bố chủ yếu ở trung tâm bồn trũng nước sâu Biển Đông, đồng thời phát triển kéo dài lên phía Tây Bắc qua trũng sông Hồng và xuống Tây Nam qua trũng Nam Côn Sơn và Cửu Long. Lúc này ở phía Đông Nam Trường Sa trũng Sarawak trở thành khu vực biển thẳm, địa hình Trường Sa bị chia cắt thành các khối độc lập với nhau.

Vào Miocen sớm mực nước Biển Đông dâng lên tràn vào các địa hình trũng, ở phía Bắc thung lũng sông Hồng bị ngập nước và trở thành vịnh Bắc Bộ còn ở phía Nam địa hình trũng Malayxia - Thái Lan được khai thông ra biển qua một eo biển nằm giữa hai khu vực nổi cao là Corat và Natuna. Giữa Miocen trung nước biển rút làm cho đường bờ lùi xa khỏi lục địa, các đồng bằng châu thổ sông Hồng và sông Cửu Long ra đến độ sâu 25 - 40m, đồng bằng châu thổ chiếm cả trũng Malayxia và tiếp giáp với trũng Nam Côn Sơn. địa hình đới ven bờ phản ánh rõ nét nhất ở khu vực từ phía Nam Cù Lao Thu đến Côn Sơn và cả bồn trũng Cửu Long.

Chế độ biển sâu chiếm một phần lớn diện tích sườn lục địa vào tới cửa vịnh Bắc Bộ. Các đảo đá vôi ở 2 khu vực Hoàng Sa và Trường Sa, bị chia cắt rất mạnh.

Cuối Miocen muộn quá trình kiến tạo nâng lên ở khu vực Biển Đông, đồng thời với sự rút lui của mực nước biển làm cho toàn bộ địa hình thềm lục địa thoát khỏi chế độ biển và phát triển theo chế độ lục địa. Đường bờ biển lúc bấy giờ nằm ở vị trí gần trùng với mép ngoài của thềm lục địa hiện nay. Toàn bộ khu vực vịnh Bắc Bộ, Nam Bộ và vịnh Thái Lan hình thành các đồng bằng tích tụ dạng châu thổ do các hệ thống sông lớn từ lục địa mang ra bồi đắp như sông Hồng và sông Cửu

Long. Thời gian này tại khu vực phía Đông và trung tâm của Biển Đông xuất hiện hoạt động của núi lửa, các dung nham bazan trào lên tạo thành những ngọn núi cao hàng ngàn mét.

2. Thời kỳ Pliocen - Đệ Tứ

Thời kỳ này, về cơ bản địa hình đáy Biển Đông gần giống với ngày nay. Các đồng bằng tích tụ châu thổ trên thềm lục địa tiếp tục phát triển kéo dài từ cuối Miocen đến đầu Pliocen. Đầu Pliocen cùng với giai đoạn tạo núi Hymalaya lần thứ ba, quá trình sụt lún của trũng sông Hồng diễn ra với biên độ khá lớn (3.000m). Sự có mặt của đợt phun trào Bazan (tuổi xác định K/Ar 3,95 triệu năm) tạo thành các núi lửa phân bố ở phía Nam và Tây Nam Biển Đông đã minh chứng cho một thời kỳ hoạt động kiến tạo khá sôi động của khu vực biển rìa nói chung.

Cuối Pliocen, biển tiến Đông Nam Á lần thứ tư với qui mô khá lớn làm cho toàn bộ các đồng bằng ven biển Việt Nam bị chìm ngập. Trong lịch sử phát triển của địa hình đáy Biển Đông, có lẽ đây là thời kỳ thềm lục địa lớn nhất ăn sâu vào lục địa. Chế độ biển thiết lập đã bồi đắp cho đồng bằng một lớp trầm tích cát, bột kết (hệ tầng Biển Đông) chứa hoá thạch Foraminifera, đồng thời hình thành hệ thống thềm biển phân bố ven rìa các đồng bằng có độ cao khá lớn (ví dụ thềm Mavieck cao 75 - 80m).

Địa hình hai quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa bị chìm ngập trở thành các khối và cao nguyên san hô ngầm.

Đầu Pleistocen biển thoái trên phạm vi toàn cầu, mực nước Biển Đông rút ra xa thềm lục địa đến độ sâu 180 - 200m ở khu vực biển Bắc và Nam Bộ, tới 300 - 400m ở vùng biển miền Trung. Ở phía Bắc đồng bằng tích tụ sông Hồng trải dài đến cửa vịnh Bắc Bộ. Ở phía Nam đồng bằng tích tụ sông Cửu Long phát triển rộng khắp thềm lục địa phía Nam. Khu vực miền Trung, đồng bằng tích tụ ven biển mở rộng ra cách xa bờ hiện đại tới 30 - 50km.

Thời gian này cung đảo Philippin, Inđonexia nối liền lại với nhau thành một dải kéo dài chắn phía ngoài bồn trũng Biển Đông.

Khí hậu lạnh ở khu vực Đông Nam Á nói chung và Việt Nam nói riêng đã tạo điều kiện để hình thành tầng sản phẩm đá vôi vụn nát do phong hoá vật lý tạo ra với mức độ gắn kết kém như ở cao nguyên san hô Hoàng Sa và Trường Sa. Ở thềm lục địa miền Trung, hình thành bề mặt tích tụ vật liệu thô tìm thấy ở độ sâu 497m (E - Saurin, 1962). Các hệ thống đảo ven bờ bị bóc mòn mãnh liệt và trở thành nơi cung cấp vật liệu cho các vùng trũng xung quanh.

Chế độ kiến tạo thời kỳ đầu Pleistocen biểu hiện khá mạnh, dọc các đứt gãy sâu và nơi tiếp xúc giữa vỏ lục địa và vỏ đại dương xuất hiện các phun trào Bazan ví dụ như đảo Vĩnh Hòn Tháp (thuộc quần đảo Hoàng Sa), đảo Lý Sơn và Cù Lao

Thu ở miền Trung và có thể ở cả khu vực bãi ngầm Tư Chính và một số nơi ở Trường Sa. Vành đai núi lửa này bao bọc lấy trũng sâu Biển Đông.

Thời kỳ Pleistocen trung mực nước Biển Đông cao dần và lấn vào một số khu vực trũng của đồng bằng như Tiền Hải ở đồng bằng sông Hồng với việc thành tạo trầm tích cát bột chứa hoá thạch foraminifera, các đụn cát đổ phân bố ở ven biển miền Trung. Khí hậu ấm áp của thời kỳ này tạo điều kiện cho san hô ở hai quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa phát triển tạo thành tầng sản phẩm đá vôi san hô ngầm dày tới 150m. Cuối Pleistocen trung biển rút lui làm cho đồng bằng ven biển bị phong hoá tạo ra sản phẩm laterit.

Hoạt động núi lửa cũng xuất hiện ở một số nơi trên các đảo và dưới đáy biển. Bazan ở Hoàng Sa chủ yếu là bazan Plagioclase, bazan Olivin. Ở khu vực phía Tây lòng chảo Biển Đông hình thành các núi lửa ngầm có độ cao từ vài trăm đến hàng ngàn mét.

Pleixstocen muộn là thời kỳ tan băng trên toàn cầu làm cho mực nước đại dương dâng cao tràn ngập và nhận chìm các vùng trũng ven biển.

Ở Việt Nam một lần nữa ranh giới phía trong của thềm lục địa được mở rộng ăn sâu vào đất liền.

Hoạt động của biển thời kỳ này đã để lại ở các đồng bằng ven biển các thềm tích tụ cao 10 - 15m.

Mực nước dâng cao làm cho nhiều khối núi trên đồng bằng tách khỏi đất liền tạo thành các đảo, đồng bằng delta sông Hồng, sông Cửu Long bị ngập dưới nước hàng chục mét và lúc này thềm lục địa mở rộng vào tận chân đồi của miền trung du hiện tại. Sự xuất hiện phun trào núi lửa ở đảo Cao Tiêm Thạch (thuộc quần đảo Hoàng Sa) đồng thời với phun trào ở bán đảo Lôi Châu (Trung Quốc) và khu vực miền Trung cho thấy vành đai núi lửa của thềm lục địa tái hoạt động trở lại.

Cuối Pleistocen muộn là thời kỳ biển thoái trên toàn cầu, theo J.Jelgerma. 1978, mực nước đại dương lúc bấy giờ nằm ở độ sâu 50 - 60m. Ở Trung Quốc người ta đã phát hiện đường bờ nằm ở độ sâu 150m có tuổi xác định là 22.000 - 12.000 năm và bậc thềm phân bố ở độ sâu 130 - 155m có tuổi 23.700 - 14.000 năm. Thời gian này phần lớn thềm lục địa Biển Đông (đến độ sâu 110 - 120m) nhô lên khỏi mực nước và chịu chế độ bóc mòn lục địa.

Hai cao nguyên Trường Sa và Hoàng Sa nhô lên khỏi mực nước ít nhất là 50 - 60m nhiều ám tiêu san hô vòng trở thành các hồ nước ngọt, diện tích cao nguyên mở rộng gấp nhiều lần so với hiện tại.

Sau thời kỳ mực nước biển lên từ từ và dừng lại ở độ sâu 40 - 60m để tạo các bề mặt tích tụ mài mòn trên thềm lục địa ví dụ thềm mài mòn bao quanh đảo Hải Nam (40 - 60m) ở Hoàng Sa (45 - 50m) có tuổi là 11000 năm.

3. Thời kỳ Holocen - hiện đại

Đầu Holocen khí hậu lạnh tiếp tục một thời gian ngắn, sau đó ấm dần làm cho mực nước biển tăng lên. Vào khoảng 9.000 – 7.000 năm tiểu lục địa Hoàng Sa - Trường Sa lớn gấp 20 lần so với ngày nay và đường bờ biển lúc đó nằm ở độ sâu 40 - 60m. Dấu vết đường bờ biển này để lại là những doi cát phân bố ở phía Đông Nam Côn Sơn, ở Miền Trung và Vịnh Bắc Bộ các thềm mài mòn có độ sâu tương tự phát hiện được ở bãi Tư Chính và Trường Sa. Ở khu vực phía Đông Nam bãi ngầm Tư Chính, vũng Mây, các đảo trong quần đảo Trường Sa Nhỏ cao khỏi mực biển hàng chục mét.

Thời kỳ Holocen Trung khí hậu toàn cầu ấm áp, quá trình băng tan và biển tiến Flandrian (6000 - 4000 năm) làm cho mực nước biển dâng cao 4 - 5m, một lần nữa thềm lục địa Việt Nam được nới rộng vào lục địa. Hoạt động của biển đã để lại các thềm tích tụ cao 4 - 5m và các doi cát phân bố ở đồng bằng ven biển.

Giữa và cuối Holocen muộn mực nước có dao động lên xuống không đáng kể và kết quả của các đợt dao động này là việc hình thành các gồng cát ven biển cao 1,5 - 3,0m ở đồng bằng sông Cửu Long và sông Hồng. Chỉ cách ngày nay 5 - 6 thế kỷ, mực nước tiếp tục dâng lên với tốc độ 1.5 - 2mm/năm.

Kết luận

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu địa hình - địa mạo Biển Đông và các vùng kế cận, có thể rút ra các nhận định sau:

- Sự kết hợp tương tác giữa các tác nhân nội sinh và ngoại sinh đã tạo nên hình thái địa hình cấu trúc đáy Biển Đông rất đa dạng và phức tạp, vừa có đặc điểm lục địa vừa có đặc điểm đại dương. Sự đan xen giữa các khối lục địa cổ với bồn trũng sâu tạo nên mối tương phản của địa hình đáy biển khác biệt với các biển rìa khác.
- Địa hình đáy biển được đặc trưng bằng các bậc chuyển tiếp nhau với thời gian hình thành tương ứng với các thời kỳ dao động mực nước Biển Đông trong Neogen - Đệ Tứ. Địa hình đáy biển đã xuất hiện cách ngày nay ít nhất là 32 triệu năm, tương ứng với thời kỳ tách giãn lần thứ nhất, khi đó mực nước Thái Bình Dương tràn vào chiếm một hệ thống thung lũng trước núi.
- Trong quá trình phát triển, địa hình đáy biển liên quan với các đứt gãy sâu và các chu kỳ kiến tạo đó Oligocen- Miocen, Pliocen - Đệ Tứ và Holocen- hiện đại
- Bờ biển Việt nam có thể chia thành các đoạn như Móng Cái- Đồ Sơn- Lạch Trường - Quy Nhơn - Cà Ná - Vũng Tàu- Hà Tiên. Dựa vào nguồn gốc và động lực bờ có thể chia thành các nhóm bờ hình thành do các quá trình khác nhau như quá trình chia cắt kiến tạo và lục địa, quá trình sóng và quá trình không phải sóng.

- Chuyển động thẳng của vỏ trái đất gây nên sụt bậc của địa hình đáy biển làm xuất hiện các đơn vị thềm lục địa, sườn lục địa, chân lục địa và bồn trũng nước sâu của Biển Đông.
- Thềm lục địa là phần kéo dài của lục địa bị ngập nước với ranh giới ngoài đạt đến độ sâu trung bình 150 - 160m và cực đại là 300m, có cấu trúc vỏ granít đồng nhất dày từ 15 - 17km. Quá trình sụt chìm dạng bậc không đều của móng granít đã tạo ra hàng loạt các trũng Kainozoi có chiều dày trầm tích cực đại tới 14 km. Sự có mặt của những địa hình tàn dư có nguồn gốc lục địa là những đường bờ biển cổ phân bố ở các độ sâu 20 - 25m, 30 - 35m, 50 - 60m, 100 - 110m.
- Sườn lục địa Việt Nam là một dải đáy biển bao quanh thềm lục địa, kéo xuống đến độ sâu trung bình 2.500 - 3.000m, cực đại tới 4.000m, với cấu trúc vỏ đặc trưng là vỏ chuyển tiếp (tồn tại cả vỏ granít và vỏ bazan). Sườn lục địa được hình thành bởi cấu trúc đoạn tầng, oằn võng và các khối nâng, hố sụt, tạo cho địa hình đáy biển bị phân dị rất lớn.
- Chân lục địa là những dải hẹp không liên tục, phân bố dưới chân sườn lục địa ở độ sâu từ 2.500 đến 4.000 m, là đới chuyển tiếp giữa sườn lục địa với trũng sâu Biển Đông do đó cấu trúc vỏ granít bị vát mỏng chỉ còn 2 - 3km và biến mất khi tiếp giáp với bồn trũng nước sâu. Quá trình hoạt động của canhon và sông ngầm trên sườn lục địa đã đưa vật liệu xuống chân sườn tạo ra các nón phóng vật và các vạt gấu sườn tích rất đặc trưng.
- Địa hình đáy biển thẳm có độ sâu trung bình là 4.000 m, cực đại đạt 5.500 m chiếm hầu hết diện tích của đới tách giãn Biển Đông. Cấu trúc lớp vỏ đại dương điển hình là bazan, lớp phủ trầm tích chỉ đạt từ vài trăm mét đến 2.000 m. Sự có mặt của hệ thống núi ngầm có chiều cao từ 200m đến 3.800 m trên nền đồng bằng biển thẳm rất đặc trưng cho kiểu địa hình đáy biển rìa.

Chương III

ĐẶC ĐIỂM CÁC TRƯỜNG ĐỊA VẬT LÝ VÀ CẤU TRÚC SÂU VỎ TRÁI ĐẤT

I. ĐẶC ĐIỂM TRƯỜNG TRỌNG LỰC

1. Trường bất thường trọng lực thềm lục địa Việt Nam

Trên cơ sở cấu trúc trường bất thường trọng lực, có thể chia thềm lục địa Việt Nam thành 4 vùng đặc trưng:

a) Vùng vịnh Bắc Bộ

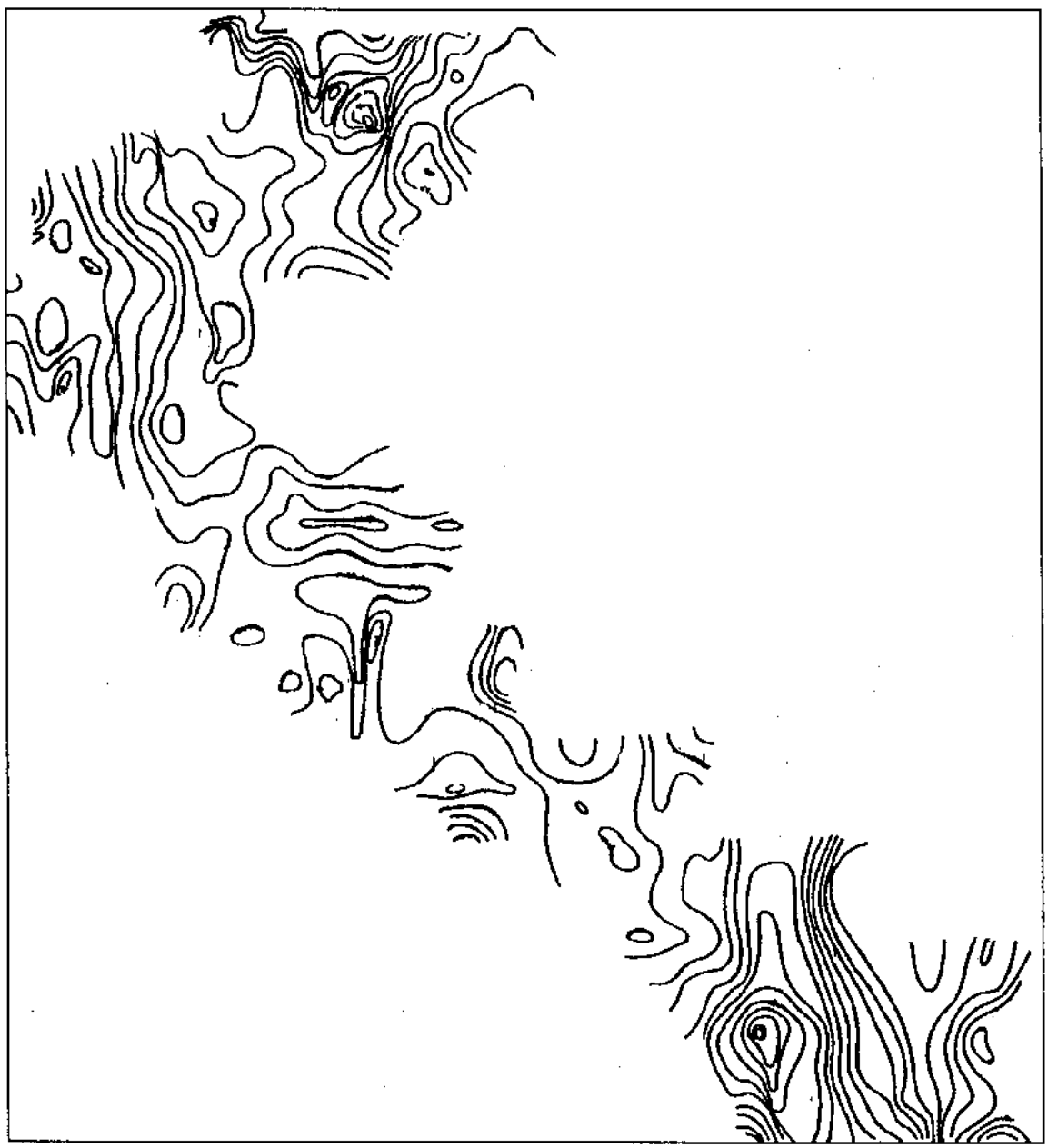
Trường bất thường Bughe có cấu trúc phức tạp với các trị số biến đổi từ - 35 đến +50mgal. Có 2 bất thường âm lớn, theo hướng Bắc - Tây Bắc và hướng kinh tuyến. Đới lớn nhất chạy từ Đồ Sơn đến bờ biển Quảng Bình có bề rộng tới 50 km, biên độ bất thường này đạt 30 - 35 mgal. Dải thứ 2 hẹp hơn có hướng Bắc - Tây Bắc xuất phát từ Tam Kỳ kéo đến trung tâm của vịnh, có biên độ 10 - 15mgal. Ở phía Bắc đảo Bạch Long Vĩ còn có một bất thường âm hướng Đông Bắc với biên độ đạt 30mgal.

Giữa các đới bất thường âm hình thành 3 đới bất thường dương có biên độ nhỏ hơn, xấp xỉ 5 - 10 mgal phân bố ở các khu vực khác nhau: Phía Bắc đảo Bạch Long Vĩ, có hướng vĩ tuyến; phía ngoài bờ biển Ninh Bình, Thanh Hoá hướng kinh tuyến và khá phân dị; phía ngoài bờ biển ở vùng bán đảo Sơn Trà theo hướng Tây Bắc.

Phía Đông Nam của vịnh Bắc Bộ còn một bất thường dương lớn biên độ đạt 50 mgal và có hướng Đông Bắc.

b) Vùng thềm lục địa miền Trung

Trường bất thường có giá trị dương và tăng mạnh từ 5 mgal ở ven bờ đến +120, +130 mgal ra phía ngoài biển. Dải bất thường bậc thang ở đây có chênh lệch giá trị tới hàng trăm mgal trên khoảng cách 15 - 20 km. Các đường đẳng trị Bughe chạy sít và song song với nhau kéo dài theo phương kinh tuyến.



Hình 3.1. Trường bất thường trọng lực FAI thềm lục địa vịnh Bắc Bộ
(theo kết quả tàu Gagarinsky, 1990-1992)

Lấy kinh tuyến $109^0 30'E$ làm ranh giới có thể chia dải này thành 2 phần rõ rệt. Phần bên trong phía bờ biển trường bất thường biến đổi nhẹ và có thể phân chia thành những bất thường âm dương chạy song song đường bờ biển có biên độ trung bình 20, 30 mgal. Phần bên ngoài cho đến kinh tuyến 110^0E hình thành một "bức vách" trọng lực dựng đứng. Nếu lấy vĩ tuyến 15^0N làm ranh giới thì phần phía bắc trường Bughe phân bố phức tạp hơn do ảnh hưởng của các hệ đứt gãy hướng Đông Bắc và hướng kinh tuyến cắt chéo nhau tạo nên phần từ vĩ độ 15^0N trở xuống phía nam trường trọng lực có cấu trúc tuyến tính đơn giản.

Trường bất thường trọng lực Fai thềm lục địa Vịnh Bắc Bộ được nêu trên hình 3.1

c) Vùng thềm lục địa phía Đông Nam

Có thể chia ra 4 đới bất thường Bughe khác nhau

- Đới trũng Cửu Long có trường bất thường phân dị với nhiều hướng khác nhau: kinh tuyến, vĩ tuyến, Đông Bắc với giá trị trường phổ biến là âm từ -5 đến 5 mgal.
- Đới nâng Côn Sơn phân cách với đới trũng Cửu Long bằng một dải bất thường bậc thang rất mạnh và kéo dài theo phương Đông Bắc chạy qua rìa Đông Nam quần đảo Côn Sơn. Đới nâng Côn Sơn gồm các bất thường dương hình dạng phức tạp, biên độ từ 10 đến 30mgal, định hướng cấu trúc theo kinh tuyến, Đông Bắc và Tây Bắc. Giá trị trường dương cực đại là 55 mgal.
- Đới trũng Nam Côn Sơn giới hạn từ 2 phía Đông và Đông Bắc bởi 2 dải bất thường bậc thang lớn có biên độ 20 - 30 mgal. Bên trong đới này trường biến đổi bình ổn, phân bất nhẹ nhàng tạo thành các dải bất thường theo hướng vĩ tuyến, kinh tuyến. Các bất thường ở đới này có trị số thay đổi từ -25, -30 mgal đến + 20, +30 mgal.
- Đới bất thường bậc thang và tuyến tính theo phương kinh tuyến có giá trị dương lớn đạt + 40, +50 mgal và thay đổi đến giá trị cực đại là +120 mgal ở phía Đông của đới này.

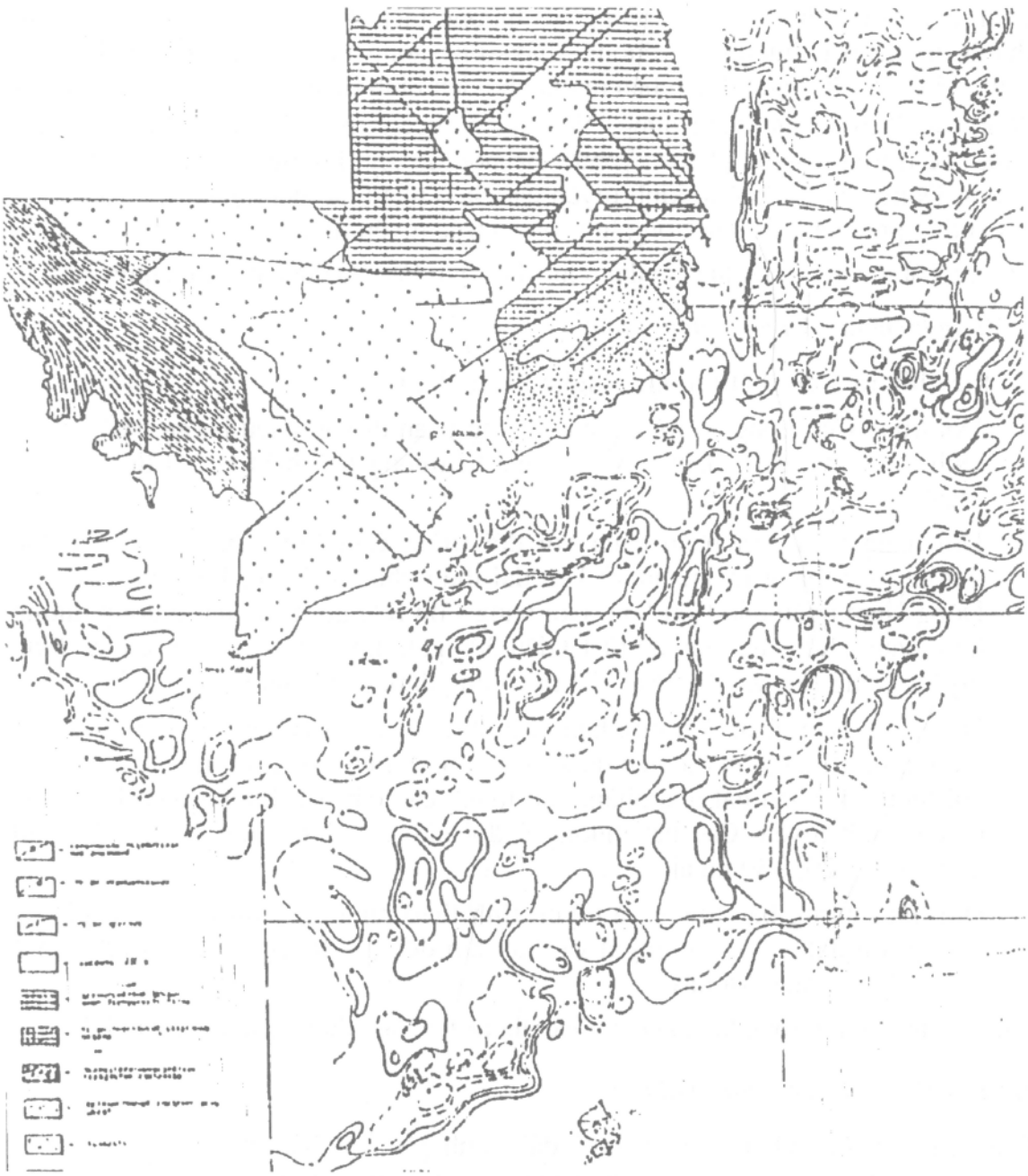
Trường bất thường trọng lực Fai thềm lục địa Đông Nam được nêu trên hình 3.2

d) Vùng thềm lục địa vịnh Thái Lan

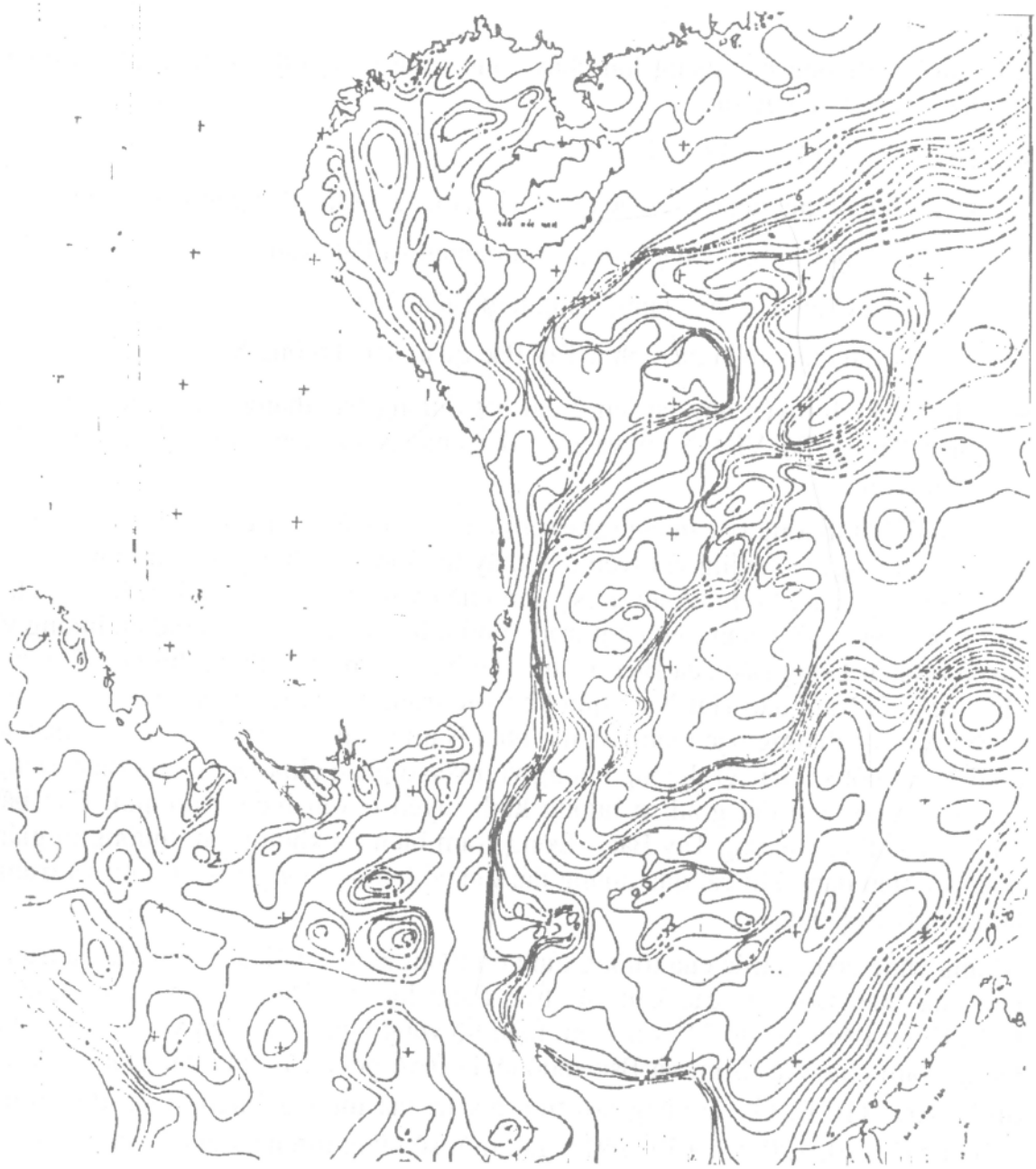
Trường bất thường phân dị rõ thành 2 dải chính gồm các bất thường âm và dương dạng khối. Hai dải này chạy song song với nhau theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Hướng cấu trúc của mỗi bất thường này là Đông Bắc hoặc kinh tuyến. Về phía Bắc và Tây Bắc của vịnh Thái Lan giá trị trường âm mở rộng và tăng dần.

2. Trường trọng lực trên Biển Đông

Trường trọng lực trên Biển Đông nhìn chung có cấu trúc rất phức tạp và phân dị, nhìn khái quát trên bản đồ trọng lực Bughe tỷ lệ 1: 1.000.000 cũng như trên một số tờ bản đồ tỷ lệ 1: 500 000 đều thấy nổi bật hướng cấu trúc áp đảo là Đông Bắc



Hình 3.2. Trường trọng lực Fai (thềm lục địa Đông Nam Việt Nam)



Hình 3.3. Trường dị thường trọng lực Bughe Biển Đông

- Tây Nam và kinh tuyến, đặc biệt rõ là một loạt dải bất thường bậc thang với biên độ hàng trăm mgal kéo dài hàng nghìn km theo hướng Bắc và Đông Bắc (hình 3.3).

Các dải bất thường bậc thang lớn chạy song song và tạo thành từng nhóm quan sát thấy ở các khu vực sau:

- Hướng Đông Bắc gồm có:
  - Dải chạy qua phía Tây Bắc quần đảo Hoàng Sa lên đến gần Đài Loan.
  - Dải chạy ven bờ biển các đảo Kalimantan và Palawan.
  - Ba dải chạy dọc theo vùng trung tâm Biển Đông.
  - Một dải chạy men theo phía Tây Bắc quần đảo Trường Sa.
- Hướng kinh tuyến nổi bật lên 2 dải bất thường bậc thang chạy dọc theo ven biển Trung Bộ Việt Nam và một dải chạy song song ven biển phía Tây Philippin.

Các nhóm bất thường bậc thang (gradien) hướng Tây Bắc - Đông Nam (cắt ngang trục Biển Đông) và hướng vĩ tuyến đều thấy thể hiện rõ nhưng biên độ không lớn và độ dài hạn chế, bị đứt đoạn do sự đan chéo với những dải gradien hướng chủ đạo Đông Bắc - Tây Nam. Nổi bật trong nhóm này là những dải gradien hướng vĩ tuyến ở phần Đông Bắc của Biển Đông, dải bất thường bậc thang hướng vĩ tuyến chạy từ phía Nam đảo Hải Nam qua khu vực trung tâm Biển Đông sát trên vĩ độ 16^0N. Dải bất thường bậc thang nằm ở phía Nam quần đảo Trường Sa trải theo vĩ độ 6^0N và một số dải bất thường hướng vĩ tuyến ở phần phía Đông của Biển Đông cắt vuông góc với dải gradien hướng kinh tuyến ở ven biển Philippin. Các bất thường bậc thang hướng Tây Bắc - Đông Nam biên độ không lớn, thường bị gián đoạn và biến dạng khi cắt qua những dải lớn có hướng Đông Bắc ở sườn và trung tâm của Biển Đông.

Những vùng có cấu trúc của trường bình ổn tương đối so với các vùng rìa và trung tâm của Biển Đông là các khu vực trên thềm lục địa Đông Nam Trung Quốc. Phần Đông Bắc từ vĩ độ 21^0N trở lên, toàn bộ vùng vịnh Thái Lan và thềm lục địa Đông Nam của Việt Nam và Bắc Inđônêxia ở về phía Tây của dải gradien kinh tuyến 109^0-110^0E. Ở các vùng nói trên giá trị bất thường Bughe biến đổi trong giới hạn từ ±10, ±20 đến +50, +60 mgal, một số vùng trường vẫn có giá trị âm cỡ vài ba chục mgal. Bức tranh các bất thường biến động từ từ, không có những dải gradien mạnh kéo dài, hướng cấu trúc thể hiện tương đối rõ như ở các vùng vịnh Thái Lan, thềm lục địa Đông Nam Việt Nam và thềm lục địa phía Bắc Inđônêxia.

Ở vùng quần đảo Hoàng Sa trường trọng lực có cấu trúc tương đối phức tạp, phân dị thành các bất thường dạng hẹp kéo dài. Hướng cấu trúc ở Hoàng Sa áp đảo là hướng vĩ tuyến. Ở quần đảo Hoàng Sa giá trị trọng lực Bughe biến đổi từ +30 đến +120 mgal. Các vùng rìa phía Tây Bắc, Nam và phía Đông đều có các dải bất

thường gradien lớn bao bọc.

Vùng trung tâm Biển Đông kéo dài theo phương Đông Bắc có đặc điểm cấu trúc của trường trọng lực khác hẳn và khá đặc trưng, giá trị bất thường Bughe rất lớn, biến đổi trong giới hạn từ +200 đến +300, +320 mgal. Toàn bộ vùng này giới hạn bởi các dải bất thường bậc thang biên độ rất lớn gồm các đường đẳng mức chạy sít nhau. Bên trong của vùng cấu trúc trường tương đối bình ổn tạo nên một số bất thường nhỏ và có dạng khối đều đặn. Ở phía Đông Bắc hình thành một vài dải bất thường bậc thang cắt theo hướng vĩ tuyến và Tây Bắc - Đông Nam.

Các vùng phía đông thềm lục địa miền Trung Việt Nam và phía Đông Bắc quần đảo Hoàng Sa trường trọng lực có cấu trúc phức tạp nhất do hiện tượng đan chéo của các dải gradien mạnh theo nhiều hướng khác nhau. Ở đây các đường đẳng trị trọng lực biến đổi đột ngột, phức tạp tạo nên bức tranh phân dị không thể hiện rõ hướng cấu trúc chủ đạo. Vùng thềm phía Tây Bắc đảo Palawan cũng là nơi đan chéo của các dải bất thường gradien theo 3 hướng khác nhau: Đông Bắc, kinh tuyến và vĩ tuyến, tạo nên một bức tranh bất thường phức tạp. Giá trị bất thường Bughe ở các vùng này biến đổi từ +50mgal đến +180, +200mgal. Cùng với các vùng quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa các vùng bất thường trên đây tạo nên một đai chuyển tiếp bao quanh vùng trung tâm, có đặc điểm cấu trúc phức tạp và giá trị bất thường tương đối lớn, biến đổi trong giới hạn khá rộng.

3. Trường bất thường trọng lực vùng quần đảo Trường Sa

Đặc điểm cấu trúc trường trọng lực trong vùng quần đảo Trường Sa thể hiện đầy đủ và rõ nét trong bản đồ bất thường trọng lực Bughe và các bản đồ bất thường khu vực, địa phương và gradien ngang được thành lập trên cơ sở xử lý nguồn số liệu đo trên mặt biển của các nước như Mỹ, Trung quốc, Liên xô (cũ) và số liệu đo trên vệ tinh SEA SAT của Mỹ. Đặc biệt là sau khi thực hiện các chuyến khảo sát của tàu Gagarinsky năm 1990-1992 và AtaLante năm 1993 trong khu vực quần đảo và các vùng kế cận thì hoàn toàn đủ để thể hiện các bản đồ ở tỷ lệ 1:1 000 000. So sánh bản đồ này với bản đồ trọng lực tỷ lệ 1: 2.000.000 cho toàn Biển Đông do các nhà khoa học Trung quốc thành lập năm 1987 đã cho thấy mức độ chi tiết cao hơn, đặc biệt là có những chuyến đo liên tục cắt qua toàn vùng quần đảo đã cho phép xây dựng những mặt cắt cấu trúc tổng hợp theo phương pháp mô hình hoá.

Trên bản đồ trọng lực Bughe ta thấy trường trọng lực ở vùng quần đảo có cấu trúc khác biệt hẳn so với bức tranh trường trên các vùng còn lại của Biển Đông. Về mặt giá trị trọng lực thì trường biến đổi trong giới hạn từ 100mgal đến 160 - 170mgal. Riêng dải ranh giới phía Tây Bắc nơi giáp giữa vùng quần đảo với vùng trũng trung tâm Biển Đông thì có dải bất thường gradien rất lớn trùng với hệ đứt gãy hướng Đông Bắc. Trong dải này có các đường đẳng trị từ 170 mgal đến 200mgal chạy song song và sít nhau. Ở những phần còn lại của vùng quần đảo trường trọng lực biến đổi bình ổn hơn nhưng vẫn phân bố thành những bất thường

có hướng Đông, Đông Bắc, kinh tuyến và hướng Tây Bắc - Đông Nam. Trong số này, hướng sau cùng thể hiện không rõ rệt và không liên tục. Rõ nhất vẫn là hướng kinh tuyến và hướng Đông Bắc. Nếu lấy kinh tuyến 114^0E là ranh giới thì ở về phía Tây trường trọng lực có hướng Đông - Đông Bắc, hình thành những bất thường âm có biên độ vài ba chục mgal, kích thước trung bình từ hàng chục đến hàng trăm km. Phía Đông của vùng giữa các kinh tuyến 114^0E và 115^0E là dải bất thường âm với biên độ trung bình từ 30 đến 50 mgal với trị số bất thường Bughe ở phần đỉnh là 100 - 120 mgal chạy theo hướng kinh tuyến và có dạng kéo dài, phân chia thành hai bất thường tách biệt có chiều dài từ 100 - 200 km. Đi tiếp về hướng Đông, Đông Bắc là vùng bãi ngầm Reed Bank. Ở đây trường trọng lực có cấu trúc gần đều và giá trị Bughe giảm từ 120 đến 20 - 30 mgal tạo thành một vùng bất thường âm tương đối có biên độ hàng trăm mgal.

Phía Đông Nam của vùng Trường Sa là một dải bất thường dương có biên độ lớn hơn 50 mgal kéo dài theo hướng Đông Bắc trùng với máng nước sâu Palawan, nơi có mặt Moho nâng lên đến 16-17 km. Phía Tây Bắc của vùng Trường Sa là trũng lòng chảo trung tâm có bất thường Bughe dương đạt trị số cao nhất, hơn 300 mgal. Tại đây mặt Moho nâng lên cao nhất với độ sâu của phần đỉnh chỉ còn 10 - 11 km và tạo nên vùng bất thường dương mang đặc điểm trường của vùng sống núi đại dương.

Về phía Tây của vùng Trường Sa, kể từ kinh tuyến 111^0E là phần kề sát với thềm lục địa phía Nam Việt Nam trường trọng lực Bughe có giá trị giảm nhanh từ dưới 140 mgal, qua dải đứt gãy 109^0E xuống đến những giá trị 40 - 50 mgal và thấp hơn nữa.

Trên bản đồ trường trọng lực khu vực, xây dựng theo phép nâng trường lên các độ cao 10, 20, 30 km và phép lọc tần số với bước sóng 100 và 200 km, ta thấy vùng Trường Sa chỉ còn lại 3 miền bất thường âm tương đối là vùng trung tâm giữa các đảo Trường Sa, bãi Vũng Mây và đảo An Bang, có trị số trung bình là 130 mgal và có cấu trúc gần tròn, kích thước lớn, biên độ nhỏ. Miền trường âm thứ hai ở phía Đông kinh tuyến 114^0E có dạng kéo dài theo hướng kinh tuyến, biên độ 20 - 30 mgal, kích thước ngang tương đối hẹp. Miền bất thường thứ ba ở phía Nam bãi Vũng Mây và đảo An Bang, có cấu trúc dương, biên độ 20-30 mgal hướng cấu trúc là Đông - Đông Bắc.

Trường bất thường địa phương của vùng Trường Sa thể hiện trên các bản đồ bất thường dư khi nâng lên các độ cao khác nhau và sau phép lọc tần số (hình 3.4.)

Đặc điểm cấu trúc trường bất thường địa phương rất đáng chú ý và thể hiện những yếu tố cấu trúc địa phương và khu vực rất quan trọng. Trên bình đồ chung của cả vùng và khu vực lân cận ta thấy phân chia ra các bất thường âm và dương. Có thể nhìn thấy các dải bất thường dương có biên độ rất lớn nằm ở phía Tây Bắc trùng với đới Trung tâm của Biển Đông. Ở phía Đông Nam trùng với Palawan là dải bất thường dương có biên độ 30-50 mgal kéo dài theo hướng Đông Bắc lên đến gần cao nguyên Reed Bank. Phía Tây và Tây Nam của vùng kể từ kinh tuyến 111^0E là

một bất thường âm có biên độ lớn bao trùm toàn bộ vùng bãi ngầm Phúc Nguyên - Tư Chính - Huyền Trân trên thềm lục địa của Việt Nam.

Trong phạm vi của vùng Trường Sa ta thấy có các bất thường âm sau đây: bất thường vùng bãi Vũng Mây có biên độ 30 mgal, hướng cấu trúc là Đông Bắc; bất thường vùng đảo Trường Sa có biên độ 20 - 30 mgal có hướng cấu trúc là Đông - Đông Bắc; bất thường vùng đá Chữ Thập gồm 2 bất thường nối nhau, biên độ 30 mgal, chiều dài trên 100 km, hướng Đông Bắc; bất thường nhóm đảo An Bang có biên độ 20 mgal và hướng cấu trúc là vĩ tuyến. Phía Đông của kinh tuyến 114^0E là hai bất thường âm khá lớn, biên độ 30 - 50 mgal, hướng cấu trúc là kinh tuyến. Đó là bất thường bãi Kiêu Ngựa ở phía Nam và bất thường các đảo Nam Yết, Song Tử Tây ở phía Bắc. Vùng Reed Bank là một bất thường âm có biên độ 50 mgal và kích thước lớn. Giữa các kinh tuyến 115^0E và 116^0E là một bất thường âm khác có biên độ nhỏ, hướng cấu trúc là Bắc - Đông Bắc.

Điều đặc biệt có ý nghĩa là khi đối chiếu bản đồ bất thường địa phương nói trên với bản đồ phân bố bề dầy các trầm tích Kainozoi ta thấy sự trùng lặp, các bất thường âm nói trên đều trùng với các nhóm bể hoặc địa hào có bề dầy trầm tích lớn với trị số trung bình từ 6 - 7 km đến 3 - 4 km.

Như vậy, trong phạm vi vùng quần đảo Trường Sa phát hiện được những bất thường trọng lực có mối quan hệ chặt chẽ với những khu vực có bề dầy trầm tích lớn, đó là các bất thường bãi Vũng Mây, đảo Trường Sa, đá Chữ Thập, đảo An Bang, bãi Kiêu Ngựa, đảo Nam Yết và vùng Reed Bank. Đây cũng là những khu vực cần tập trung sự chú ý để triển khai những khảo sát tiếp theo nhằm đánh giá chính xác bề dầy trầm tích và những đặc điểm cấu trúc liên quan đến triển vọng dầu khí.

II. ĐẶC ĐIỂM TRƯỜNG TỪ

1. Trường từ trên thềm lục địa Việt Nam

a. Trường bất thường ΔTa:

Trường bất thường ΔTa trên các bản đồ tỷ lệ 1:500 000 của thềm lục địa Việt Nam là bức tranh của những hiệu ứng tổng thể cấu trúc và thành phần của các loại đất đá từ tính khác nhau trong vỏ trái đất. Bức tranh cấu trúc của trường ΔTa tương đối phức tạp và phân dị đặc trưng cho các vùng khác nhau.

Trên thềm lục địa vịnh Bắc Bộ trường bất thường ΔTa được chia làm 3 đới chính.

- Đới phía Tây Bắc gồm các bất thường có giá trị dương với biên độ trung bình 50nT, kích thước nhỏ và hơi kéo dài theo phương Đông Bắc thành 3 dải rõ rệt chạy song song với nhau.
- Đới sườn Tây Nam gồm các bất thường âm và dương xen kẽ nhau với biên độ

50 - 100nT, kích thước nhỏ kéo dài theo hướng kinh tuyến và Tây Bắc - Đông Nam.

- Đới Đông Nam (từ đảo Côn Cỏ trở xuống phía nam gồm các bất thường âm hình dạng phức tạp, có biên độ từ -50nT - 100nT có hình dáng kéo dài theo phương Tây Bắc và kinh tuyến.

Trên thềm lục địa miền Trung

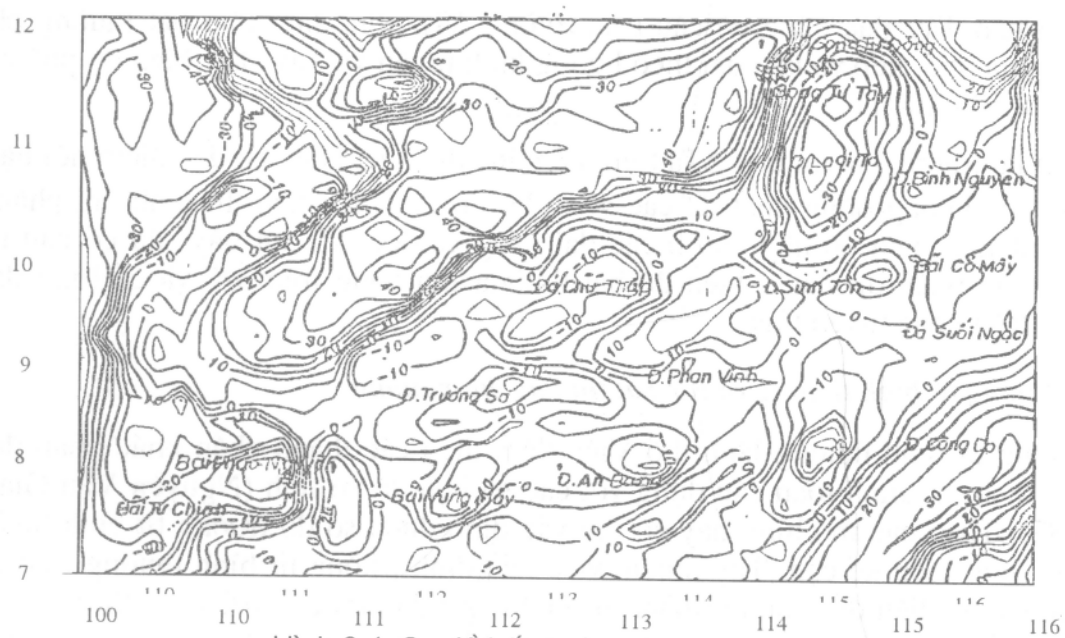
- Phần phía Bắc chia làm 2 đới:.Đới âm có phương Đông Bắc, đới dương có phương Đông - Đông Bắc, biên độ 50 - 100 nT.
- Phần trung tâm giữa các vĩ tuyến 12^0N và 13^0N là bất thường dương lớn hướng kinh tuyến, biên độ cực đại 300 nT.
- Phần phía Nam biên độ bất thường nhỏ, các bất thường âm dương xen kẽ, hướng cấu trúc không rõ.

Ở thềm lục địa Đông Nam trường bất thường ΔTa có cấu trúc phức tạp, các bất thường âm và dương có dạng ổ và biên độ lớn. Chia làm 3 đới chính (hình 3.5).

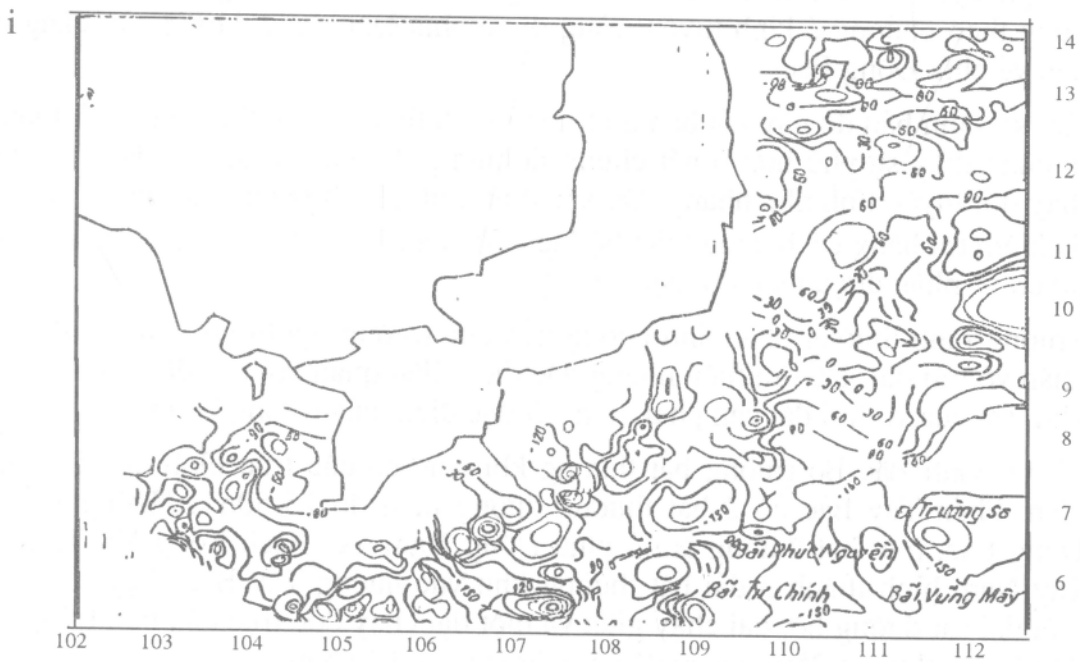
- Đới thứ nhất gồm trũng Cửu Long mở rộng dần về hướng Đông Bắc từ vĩ tuyến $9^030'$N trở lên (ven bờ và ngoài khơi từ cửa sông Cửu Long lên đến Phan Rang). Trường từ ở đây bình ổn, các bất thường dương là chủ yếu, hình dáng đều và biên độ trên dưới 50nT.
- Đới thứ hai gồm dải nâng Côn Sơn mở rộng và bao trùm cả 2 phần rìa của trũng Cửu long và trũng Nam Côn Sơn. Bức tranh bất thường ΔTa phức tạp nhất, phân bất mạnh thành các bất thường có dạng ổ và có dấu âm là chủ yếu xen kẽ các bất thường dương có biên độ yếu hơn. Biên độ trung bình của các bất thường đạt ± 200, ± 300nT. Hướng phân bố là Đông và Đông Bắc.
- Đới trũng Nam Côn Sơn có bức tranh bất thường ΔTa bình ổn, các bất thường có biên độ dưới 100nT, mở rộng và có hướng kéo dài theo hướng Đông, Đông Bắc.

Trên vịnh Thái Lan trường ΔTa phức tạp, đặc biệt là những phần nằm trên phạm vi dải nâng Natuna - Côn Sơn. Có thể chia làm hai phần chính (hình 3.6).

- Phần Đông Nam là khu vực rẽ nhánh Natuna - Côn Sơn có cấu trúc trường phức tạp, phân chia thành các bất thường nhỏ âm và dương xen kẽ, biên độ từ 100nT đến 200nT. Hướng cấu trúc chủ yếu là Đông Bắc.



Hình 3.4. Sơ đồ bất thường trọng lực địa phương vùng quần đảo Trường Sa (Z = 30km)



Hình 3.5. Sơ đồ trường từ ΔTa thềm lục địa Nam Trung Bộ

- Phần Tây Bắc cũng có cấu trúc trường ΔTa phức tạp. Các bất thường phân chia nhỏ, hẹp và kéo dài theo hướng kinh tuyến và Tây Bắc, biên độ phổ biến từ 50 - 100nT.

Tóm lại trường bất thường ΔTa trên thềm lục địa Việt Nam có đặc điểm nổi bật là cấu trúc không đồng nhất. Ở các vùng bồn trũng trầm tích thì bình ổn, phân dị nhẹ nhàng, biên độ nhỏ còn ở các dải nâng và dọc đới đứt gãy sâu có cấu trúc phức tạp phân dị mạnh, biên độ bất thường lớn hàng trăm nT và có hình dạng khối tròn hoặc tuyến tính.

b. Trường từ bình thường và các bất thường địa phương

Trường từ bình thường lãnh thổ Việt Nam theo các thành phần khác nhau được tính theo mô hình toàn cầu dựng với các số liệu đo vệ tinh (Nguyễn Văn Giảng, 1987). Theo các mô hình này có thể xác định được sơ đồ trường từ bình thường trên vùng biển kế cận. Tuy nhiên, việc xác định trường từ bình thường trực tiếp theo các số liệu đo thực tế (thành phần T) như đã làm đối với vùng thềm lục địa phía nam là cần thiết để tính trường bất thường ΔTa một cách sát với thực tế hơn. Đối với vùng thềm lục địa miền Trung và vịnh Bắc Bộ thì phép đo trên mặt biển của VietsovPetro đã cho phép xác định các giá trị trường bình thường tính theo mô hình của Gaus trên cơ sở công thức giải tích với các hệ số đã chỉnh theo số liệu vệ tinh nhân tạo quả đất Cosmos - 321 (Ianovsky, 1984).

Đặc điểm của trường bình thường trên thềm lục địa phía nam là một phông tương đối phẳng, biến đổi tuyến tính nhẹ nhàng với các đường đẳng trị chạy gần thẳng đứng theo phương á kinh tuyến, càng đi về phía Đông các đường này càng cong dần về phía Đông Bắc.

Khi so sánh bản đồ này với bản đồ trường bình thường tính theo mô hình toàn cầu ta cũng thấy sự phù hợp ở nét chung là hướng đi của các đường đẳng trị với sự thay đổi tuyến tính nhẹ nhàng. Để xác định tính phù hợp của mô hình dựng được đã kiểm tra bằng cách cộng toàn bộ biên độ của các bất thường ΔTa tính theo các tuyến và nhận được biên độ xấp xỉ 0.

Trường bình thường phản ánh phông nền của trường địa từ có nguồn nằm ngoài phần vỏ trái đất. Để tìm hiểu những đặc điểm liên quan với các đặc điểm cấu trúc khu vực của vỏ trái đất cần phải xem xét đặc điểm của trường khu vực.

- Trên vịnh Bắc Bộ trường bất thường khu vực có cấu trúc bình ổn và khá đơn giản. Phần Tây Bắc có 2 bất thường dương biên độ 25-50nT. Hướng Đông và Đông Bắc, một bất thường âm ở phía Đông Nam đảo Bạch Long Vĩ. Trên sườn Tây Nam hình thành 3 dải bất thường khu vực hướng Tây Bắc chạy song song, một dải sát đường bờ, dải chạy giữa và một dải chạy dọc trục của bồn trũng. Biên độ các bất thường 25nT và có dấu âm dương xen kẽ nhau.

- Trên thềm lục địa miền Trung trường khu vực có giá trị dương và bình ổn. Hình

thành 3 bất thường dương lớn. Bất thường thứ nhất hướng kinh tuyến kéo dài từ vĩ tuyến 12^0N đến vĩ tuyến 14^0 N bám sát đường ven biển có giá trị cực đại ở vùng Tuy Hoà với biên độ 250 - 300 nT. Phía ngoài kinh tuyến 110^0E có bất thường dương thứ hai với biên độ trên 100 nT. Bất thường dương thứ 3 ở phía Đông Bắc của vùng có biên độ 150 nT và kéo dài theo phương Đông Bắc.

- Trên vùng thềm lục địa Đông Nam trường bất thường khu vực có cấu trúc tương đối phức tạp phân dị thành các đới khác nhau. Đới bất thường dương có biên độ nhỏ bao trùm cả bồn trũng Cửu Long và mở rộng ra cả phần phía bắc vĩ tuyến 10^0N có hướng đông và Đông Bắc. Đới bất thường âm lớn bao trùm cả dải nâng Côn Sơn và phần Đông Bắc bồn trũng Nam Côn Sơn, có biên độ trên 100 nT, phân dị thành các bất thường dạng nối tiếp nhau thành các dải có hướng bắc và Đông Bắc.

Đới trũng Nam Côn Sơn chỉ còn một bất thường dương lớn bao trùm toàn bộ phần Trung tâm và Đông Nam của trũng, biên độ trên 100 nT có phần cực đại xê dịch về phía Đông Nam.

- Trên thềm lục địa vịnh Thái Lan trường bất thường khu vực ΔTa đặc trưng bằng hai đới khác biệt. Đới Đông Nam nằm trên vùng giao nhau của 2 dải nâng Natuna và Côn Sơn, các bất thường có dạnh khối lớn, hướng Đông Bắc và Tây Bắc với biên độ xấp xỉ 100 nT. Đới Tây Bắc gồm các bất thường có biện độ nhỏ hơn và biến đổi nhẹ nhàng theo hướng Bắc và Tây Bắc.

Tóm lại, trường bất thường khu vực ΔTa trên các vùng của thềm lục địa có đặc điểm cấu trúc khác biệt nhau rõ rệt. Ở vịnh Bắc Bộ và thềm lục địa miền Trung bình ổn và có cấu trúc tuyến tính, ở thềm lục địa Đông Nam và vịnh Thái Lan trường phức tạp, phân dị và có dạng khối với biên độ lớn.

Trường từ bất thường địa phương ΔTa.

Trường bất thường từ địa phương phản ánh những chi tiết cấu trúc của trường liên quan với những cấu trúc ở phần trên cùng của lát cắt vỏ và những thay đổi cục bộ về từ tính của đất đá. Bức tranh của trường từ địa phương phản ánh những đặc điểm biến đổi cục bộ và những biến động mới nhất trong lịch sử phát triển cấu trúc của vỏ quả đất. Bức tranh này rất đa dạng và không đồng nhất trên toàn bộ thềm lục địa Việt Nam.

Trên thềm lục địa vịnh Bắc Bộ các bất thường địa phương có kích thước và biên độ khác hẳn nhau. Hình dáng các bất thường phức tạp và biến đổi nhanh.

- Thềm Tây Bắc tương đối bình ổn, chỉ có một số bất thường nhỏ kéo dài theo phương Đông Bắc.

- Phần sườn Tây Nam trũng vịnh Bắc Bộ có các bất thường nhỏ và hẹp, kéo dài thành các dải hướng Tây Bắc. Tương đối rõ là dải trung tâm gồm các bất thường âm dương xen kẽ. Hai dải khác chạy song song với đường bờ có các bất thường dương là chủ yếu.

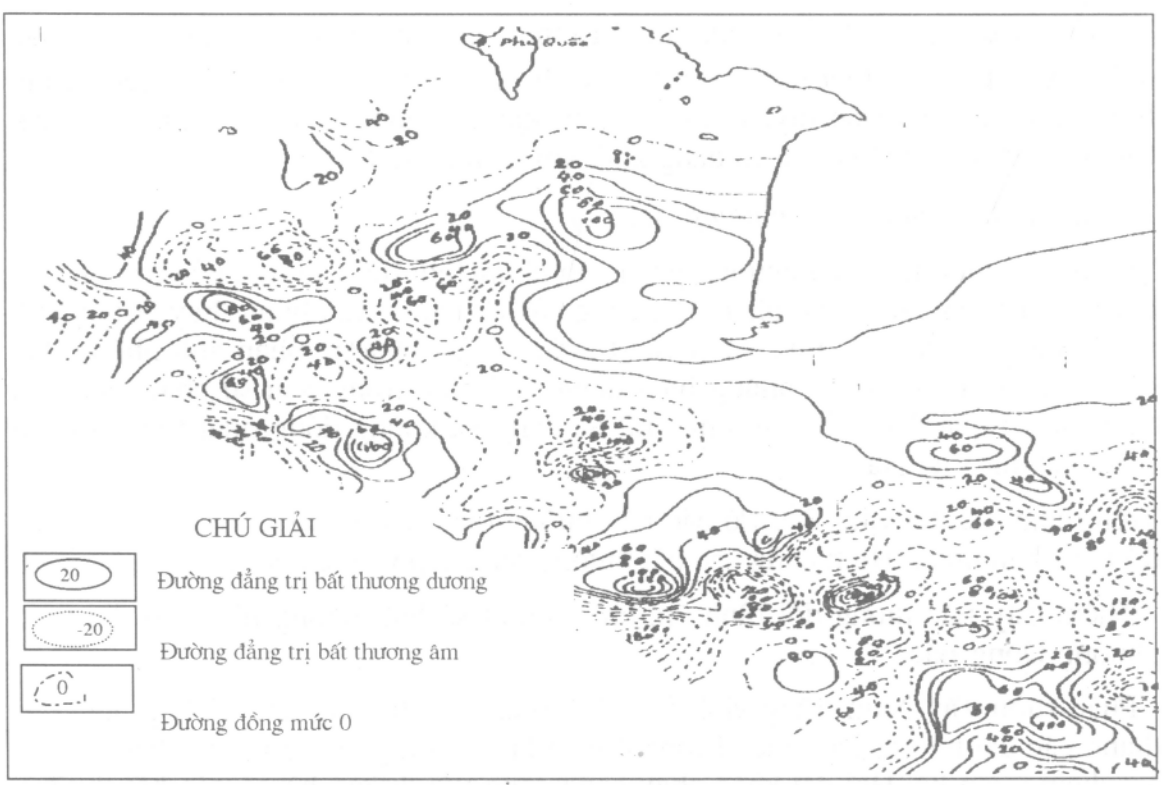
Trên thềm lục địa miền Trung thể hiện phương cấu trúc kinh tuyến rất rõ. Các bất thường địa phương nhỏ nối nhau thành 3 dải chạy song song. Hướng Đông Bắc có 2 dải với chiều dài hạn chế hơn. Hướng Đông Nam khá rõ có 1 dải ở khu vực bên ngoài Nha Trang và Phan Rang.

Trên thềm lục địa Đông Nam các bất thường địa phương ΔTa phức tạp và phân dị rõ rệt nhất có thể chia thành 3 đới đặc trưng:

- Đới phía bắc bao gồm trũng Cửu Long và mở rộng ra phía Bắc của vùng Đông Nam từ vĩ độ $9^0 30'N$: các bất thường thưa thớt, biên độ và kích thước nhỏ, phân bố thành những dải có hướng Đông và Đông Bắc. Đới nâng Côn Sơn có các bất thường địa phương nhỏ, hẹp, dạng tròn và hơi kéo dài, biên độ 50 nT và lớn hơn, phân bố thành các dải theo hướng Đông Bắc, Tây Bắc và kinh tuyến. Hướng Đông Bắc là nổi bật và có chiều dài lớn hơn cả. Hướng Tây Bắc rất rõ nhưng chiều dài hạn chế.

- Đới trũng Nam Côn Sơn có các bất thường địa phương đơn giản phân bố thành vài nhóm ở các vùng rìa Đông Bắc và Tây Nam của trũng với hướng kéo dài theo vĩ tuyến.

Ở thềm lục địa vịnh Thái Lan bức tranh các bất thường địa phương khá phân dị (hình 3.6).



Hình. 3.6. Sơ đồ trường từ ΔTa thềm lục địa Tây Nam

- Trên phần Đông Nam mức độ phân dị lớn nhất với các bất thường nhỏ, biên độ 50 nT, phân bố theo hướng Tây Bắc và Đông Bắc.

- Phần Tây Bắc của trũng có các bất thường nhỏ, biên độ 25nT phân bố thành nhiều đải theo hướng Tây Bắc và hướng kinh tuyến.

Tóm lại, đặc điểm cấu trúc nổi bật của trường bất thường địa phương ΔTa trên các vùng khác nhau của thềm lục địa Việt Nam là các bất thường nhỏ, hẹp, biên độ vài ba chục nT phân bố theo dạng mắt xích thành các dải có phương rất khác nhau.

Tại các vùng trung tâm của các bồn trũng trầm tích các bất thường này thưa thớt và phân bố không rõ hướng. Ở các vùng rìa các trũng và trên các dải nâng, dọc các đới đứt gãy sâu,... Các bất thương địa phương ΔTa dày đặc, phân dị, nối tiếp nhau thành các dải chạy theo các đường phương đứt gãy hoặc theo những yếu tố cấu trúc địa chất tuyến tính khác.

2. Trường từ trên Biển Đông

Các nguồn tài liệu địa từ hiện có trên Biển Đông khá phong phú và đa dạng gồm các số liệu đo trên mặt biển trong tổ hợp các phương pháp địa vật lý (như trên vùng thềm lục địa nước ta, các chuyến tàu nghiên cứu của Liên xô, Mỹ..), các số liệu đo độc lập trên thành tàu, các số liệu đo trên máy bay, các số liệu đo trên vệ tinh... Tuy nhiên, mật độ của các khảo sát địa từ trên Biển Đông không đồng đều, tập trung nhiều ở các vùng thềm lục địa và ven bờ. Ở vùng trung tâm chỉ có các tuyến đo thưa thớt, ở vùng gần xích đạo số liệu không chi tiết vì nó không có mục đích xử lý địa chất. Ở đây do ảnh hưởng của vòng điện xích đạo theo phương vĩ tuyến nên biểu hiện từ tính của các vật thể có cấu trúc theo phương kinh tuyến bị biến dạng và làm yếu đi, rất khó xử lý có kết quả.

Điều đáng lưu ý thứ hai là thời gian tiến hành các khảo sát rất khác nhau và rải rác trong hơn 20 năm. Với đặc điểm biến thiên theo thời gian của trường địa từ trên Biển Đông rất phức tạp và chưa đánh giá được quy luật phân bố và trị số biến đổi cụ thể của nó đã là nguyên nhân chính không cho phép ta xác định những hiệu chỉnh cần thiết và đủ độ tin cậy để đưa tất cả các nguồn số liệu về cùng một thời kỳ và thể hiện trong cùng một tỷ lệ. Vì vậy, không có khả năng thành lập một bản đồ trường địa từ thống nhất cho cả Biển Đông trên cơ sở liên kết các nguồn số liệu khác nhau đã nêu. Đáng chú ý là trong tập Atlas địa chất địa vật lý Biển Đông do Trung Quốc xuất bản năm 1987 đã có bản đồ bất thường từ toàn Biển Đông tỷ lệ 1: 2.000.000 được xây dựng chủ yếu theo số liệu đo trên máy bay như đã nêu.

Sử dụng những mảng tư liệu về trường địa từ nói trên (Chen Sen Quang, 1981, 1987. Taylor B, Hayes D, 1983. Kulinhic and Others 1989) và những tư liệu chưa công bố của một số chuyến đo khảo sát trên biển của các tàu Liên xô trong những

năm từ 1985 đến nay, hoàn toàn có thể xác định được những đặc điểm chủ yếu về cấu trúc của trường địa từ trên toàn Biển Đông.

Vùng có các bất thường từ biểu hiện mạnh nhất là vùng trung tâm Biển Đông. Ở đây vì lớp trầm tích phủ rất mỏng cho nên các đất đá của móng từ tính trồi lộ sát mặt đáy, ở một số vùng đất đá núi lửa và phun trào nằm trực tiếp trên nền đáy biển, vì thế các bất thường từ ở đây phân dị và khá phức tạp. Các bất thường khá lớn biên độ hàng trăm nT phát triển theo hướng vĩ tuyến và á vĩ tuyến. Ở phần Tây Nam của vùng trũng sâu Biển Đông các bất thường từ có biên độ mạnh tới 500 nT. Phổ biến là các bất thường từ mang dấu âm. Sự phân bố các bất thường từ ở đây còn có đặc điểm đối xứng nhau qua đường trục của trũng lòng chảo Biển Đông, vì vậy, các tác giả khác nhau đã dùng để giải thích cơ chế tách giãn đáy cuả Biển Đông và xác định tuổi của vỏ trái đất ở đây vào khoảng từ 32 đến 17 triệu năm (Taylor, Hayes, 1983).

Ở phần Tây Nam của trũng lòng chảo Biển Đông có nhiều cặp bất thường tuyến tính hướng Đông Bắc, cùng với các số liệu trọng lực và địa chấn, nhiều tác giả đã giải thích trục tách dãn có hướng Đông Bắc - Tây Nam. Còn ở vùng trung tâm và phần phía Bắc của trũng lòng chảo lại có các nhóm bất thường tuyến tính hướng vĩ tuyến và á vĩ tuyến phân bố đối xứng qua đường sống lôi Xcarbôro là cơ sở để giải thích cơ chế tách dãn đáy biển và xác định đường trục tách giãn thứ hai có hướng khác với trục tách giãn thứ nhất đã nêu.

Ở các vùng sườn lục địa bao quanh trũng lòng chảo, vì các lớp trầm tích có bề dầy tăng dần cho nên cường độ các bất thường từ cũng giảm dần đi. Đặc biệt là trên vùng thềm lục địa Đông Nam Trung Quốc các bất thường từ bình ổn và có biên độ rất nhỏ, xấp xỉ 0. Ở phần phía đông đảo Hải Nam trường bất thường từ bình ổn với biên độ 50-100 nT. Trường bất thường từ ở vùng quần đảo Hoàng Sa và vùng đảo ngầm Macclesfield biến đổi tương đối bình ổn, phân dị thành các bất thường có biên độ từ 50 đến 100 nT, hướng của bất thường là Đông - Đông Bắc. Ở vùng biển phía ngoài thềm lục địa miền Trung của Việt Nam trường đặc biệt bình ổn, ít phân dị, biên độ bất thường rất yếu và có hướng kinh tuyến. Đi về phía Nam, dọc theo phần ngoài của thềm lục địa Việt Nam bắt đầu xuất hiện các bất thường có biên độ lớn từ 200 đến 500 nT. Các bất thường này liên quan với các nhóm núi lửa đã hoạt động.

Trên vùng Tây Nam Biển Đông (vùng thềm Sunda) trường bất thường không đồng nhất, biến đổi khá mạnh với mức trung bình là 50 nT. Các bất thường lớn tập trung ở phía bắc dải Natuna (giữa vĩ tuyến 5^0N và $6^0$38'N). Các bất thường ở đây có biên độ đạt 700 nT. Ở hai bên thành của dải nâng Côn Sơn cũng có hàng loạt bất thường có biên độ lớn tương tự và luôn đổi dấu. Các bất thường này chủ yếu liên quan với các đất đá núi lửa và xâm nhập theo các đường đứt gãy ở 2 bên thành của dải nâng.

Trên những khu vực còn lại của Biển Đông không có các bất thường có biên độ cao và hầu như đều khá bình ổn và ít phân dị.

Nhìn chung, đặc điểm cấu trúc của trường bất thường từ trên Biển Đông đều được hình thành bởi các quá trình hoạt động macma trong Kainozoi xảy ra cùng quá trình tách giãn đáy biển và sự phát triển của vỏ đại dương ở vùng lòng chảo Biển Đông như đã nêu ở trên.

3. Trường bất thường từ vùng quần đảo Trường Sa

Đặc điểm cấu trúc của trường từ trong vùng quần đảo Trường Sa và vùng lân cận được thể hiện trên bản đồ từ ΔTa. Bản đồ này được thành lập từ các nguồn số liệu thực tế khác nhau, cũng vì thế chất lượng và độ chính xác trên toàn vùng không hoàn toàn đồng nhất. Phần phía Tây của quần đảo Trường Sa từ kinh tuyến 113^0E và phía thềm lục địa và ven biển của Việt nam, bản đồ ΔTa được thành lập từ các số liệu đo trên mặt biển của các tàu Liên Xô cũ trong các năm 1980 - 1986 và chuyến khảo sát của tàu Gagarinsky năm 1990. Toàn bộ số liệu này đủ để thành lập bản đồ ΔTa ở tỷ lệ 1: 1.000.000. Phần phía Đông của quần đảo từ kinh tuyến 113^0E trở đi có các nguồn số liệu đo của Trung Quốc (1989) và của Mỹ trước đây (Hayes, Tailor, 1984) ở mức độ sơ lược hơn và có lẽ chỉ thỏa đáng ở tỷ lệ 1: 2.000.000. Một khó khăn nữa là hai phần số liệu ΔTa như đã nêu, do khác biệt về thời gian khảo sát, về phương pháp đúc kết số liệu mà không thể đưa về cùng một mức, do đó chưa liên kết được một cách có cơ sở giữa hai phần phía Đông và phía Tây kinh tuyến 113^0E. Tuy nhiên, để tìm hiểu đặc điểm cấu trúc của bất thường từ thì yếu tố này không gây cản trở đáng kể và vẫn có thể xem xét hai phần bản đồ một cách riêng rẽ.

Trên phần phía Tây từ kinh tuyến 109^0E đến kinh tuyến 113^0E ta thấy bất thường từ có cấu trúc khác biệt rõ rệt giữa vùng Trường Sa ở phía Nam, Đông Nam với lòng chảo trung tâm ở phía Bắc, Tây Bắc. Cấu trúc bất thường ở vùng này khá phân dị và phức tạp, có biên độ từ 100 đến 200 nT. Các bất thường từ có hình dạng không đều, kích thước lớn và có các hướng cấu trúc chủ yếu là Đông - Đông Bắc và Tây Bắc - Đông Nam. Rõ ràng ở đây do lớp phủ trầm tích mỏng (1- 2 km) và móng bazan nâng lên gần bề mặt mà bất thường từ thể hiện khá mạnh mẽ. Đặc điểm này càng đi về hướng Đông Bắc và bắc càng rõ hơn, vì vậy vùng trung tâm, nơi xảy ra tách giãn đáy biển, lớp bazan trồi lộ ở nhiều khu vực, ta thấy bất thường có biên độ lớn đến 300 - 400 nT và kích thước khá lớn.

Trong phạm vi quần đảo Trường Sa cũng thể hiện một số bất thường có kích thước lớn hơn 100nT. Cấu trúc của trường bất thường ΔTa ở các bản đồ khu vực cũng như địa phương đều thấy ảnh hưởng rõ rệt của hệ thống đứt gãy hướng Đông Bắc và ảnh hưởng của địa hình bề mặt móng và mặt Conrad. Song, điều đáng chú ý ở đây là độ chính xác chưa cao và không đồng nhất của các bản đồ này đã làm hạn chế khả năng dựa theo các bất thường từ xác định các thông số

cấu trúc của các nhà thành tạo móng. Chúng ta đều biết rằng, vùng quần đảo Trường Sa nằm trọn trong vùng ảnh hưởng của xích đạo từ. Ở đây các biến thiên trường từ phức tạp và mạnh mẽ đã làm cho việc khảo sát trường địa từ trở nên thiếu chính xác và khó đồng nhất trong một bản đồ có độ chi tiết cao.

Tuy nhiên về mặt định tính, đặc điểm cấu trúc chung của trường từ ΔTa trên vùng quần đảo Trường Sa nói riêng và toàn bộ vùng Biển Đông nói chung đều phản ánh những sự khác biệt giữa các vùng có cấu trúc và thành phần vỏ trái đất khác biệt nhau.

Về đặc điểm biến đổi của trường địa từ theo thời gian.

Chúng ta đều biết khu vực quần đảo Trường Sa nằm ở vĩ độ thấp do đó đặc điểm cấu trúc không gian và thời gian của trường địa từ thể hiện rất phức tạp dưới ảnh hưởng của nhiều yếu tố trường bên ngoài và bên trong quả đất. Từ năm 1993, trong khuôn khổ chương trình Trường Sa Biển Đông đã tổ chức các chuyến khảo sát đo biến thiên từ trên đảo Trường Sa thuộc vùng biển phía Nam. Có thể nói đây là công trình khảo sát biến thiên trường từ đầu tiên của Việt Nam được tiến hành trên vùng biển cận xích đạo từ (Bùi Công Quế và n.n.k, 2000). Tổng hợp những tư liệu đã có về đặc điểm biến thiên trường từ trên lãnh thổ và trên vùng biển phía Nam nước ta, các tác giả Việt Nam và Nga đã đưa ra những kết quả và nhận định tương đối phù hợp nhau về đặc điểm biến thiên của trường địa từ trên vùng biển và ven biển cực nam của Việt Nam.

Ngay từ những năm đầu 1980 - 1982 các nhà địa từ Nga và Việt Nam đã sơ bộ xác định vị trí của đường xích đạo từ chạy qua phần cực nam nước ta, gần trùng vĩ độ $8^0$30'N. Tiếp theo đó đã lần lượt tổ chức những khảo sát biến thiên từ ở vùng Bạc Liêu, Nam Căn, Cái Nước, đảo Hòn Khoai, Cà Mau. Trên cơ sở phân tích và tổng hợp các tài liệu nhận được đã xác định tương đối cụ thể xích đạo từ năm 1990 đi qua vùng Rạch Gốc (mũi Cà Mau) và có vĩ độ $\varphi = 8^0$32N. Từ năm 1985 xích đạo từ có vĩ độ $8^0$39'N, năm 1988 là $8^0$35'N và như vậy, xích đạo từ có xu hướng di chuyển dần về phía nam. Cũng bằng các kết quả phân tích số liệu biến thiên từ ở vùng này, đã xác định được đường trung tâm của vòng điện xích đạo chạy qua vùng cực nam và biển phía nam của nước ta gần trùng với xích đạo từ. Các kết quả nghiên cứu cũng cho phép xác định sơ bộ giới hạn vùng ảnh hưởng của vòng điện xích đạo trên vùng biển phía nam của nước ta.

Như vậy, do ảnh hưởng của vòng điện xích đạo mà đặc điểm trường từ biến đổi trên vùng biển phía Nam có nhiều nét khác biệt với biến thiên từ ở các vùng khác. Để làm rõ những đặc điểm đó, những số liệu biến thiên từ ghi được trên vùng biển và lãnh thổ phía nam đã được so sánh và đối chiếu với các số liệu ghi tại trạm Sa Pa, Hà Nội được coi là nằm ngoài vùng ảnh hưởng của vòng điện xích đạo.

Trong những đặc trưng biến thiên của trường địa từ, biến thiên ngày đêm vào những ngày yên tĩnh là đặc trưng quan trọng nhất. Trong những nghiên cứu gần đây (Trương

Quang Hảo, Lê Huy Minh, 1987) đã đề cập khá cụ thể về đặc trưng này. Theo đó biên độ biến thiên ngày và đêm thành phần H và Z có xu thế tăng rất nhanh khi đi về phía xích đạo từ. Kết quả tính biên độ ΔSq(H) trung bình (nT) đã được tính như sau:

Tên trạm	Cả năm	Mùa hè	Mùa đông	Phân điểm
SaPa	19,5	15	15	27
Hà Nội	22	21	16	29
Đà Nẵng	35	35.5	24.5	16.5
Đà Lạt	53	51	39	76
Bạc Liêu	90	81	78	113

Theo một phương pháp khác tính biên độ ΔSq(H) và ΔSq(Z) với những số liệu bổ sung thêm, Nguyễn Văn Giảng cũng đã xác định được các giá trị biên độ ΔSq(H) ở các trạm Bạc Liêu, Nha Trang, T.P. Hồ Chí Minh, Cà Mau và theo đó thì những trị số biên độ còn lớn hơn nữa so với những kết quả nêu trên. Chẳng hạn trong ngày phân điểm ΔSq(H) ở Bạc Liêu có thể đạt 130 nT (Nguyễn Văn Giảng, 1990).

Từ 1992 đến nay, đã tiến hành đo biến thiên từ tại đảo Trường Sa và đã tổng hợp cùng với các số liệu biến thiên địa từ trên phần phía nam của trạm Bạc Liêu, Đà Lạt, đánh giá các đặc trưng biến thiên Sq một cách chi tiết hơn. Đã phân ra năm mặt trời hoạt động mạnh (1985) và năm mặt trời hoạt động yếu (1988) để xác định biên độ trong những ngày yên tĩnh và so sánh đối chiếu để xác định sự phụ thuộc của trường vào hoạt động của mặt trời. Các kết quả được đối sánh với các số liệu tại trạm Sa Pa, Hà Nội. Kết quả chỉ ra rằng biên độ biến thiên ΔSq(H) của trường địa từ ở Trường Sa đạt tới cực đại là 150 nT, lớn hơn cả ở Bạc Liêu (xấp xỉ 120 nT). Cùng lúc đó Đà Lạt là 60, Đà Nẵng là 35, Sa Pa và Hà Nội xấp xỉ 25. Ngoài ra kết quả phân tích còn cho thấy biên độ biến thiên ngày đêm của trường địa từ ở đây phụ thuộc chặt chẽ vào mức độ hoạt động của mặt trời.

Khi khảo sát biến thiên ngày đêm của trường từ trong những ngày nhiễu loạn ΔSq đã đi đến nhận định là hình dáng đường cong biến thiên các thành phần H và Z đều tương tự như trong những ngày yên tĩnh nhưng biên độ biến đổi của cường độ trường từ tăng gấp hai lần. Điều này rất quan trọng và càng nhấn mạnh sự biến đổi mạnh mẽ và khác thường của trường từ trong vùng ảnh hưởng của vòng điện xích đạo.

III. ĐẶC ĐIỂM TRƯỜNG SÓNG ĐỊA CHẤN

1. Trường sóng địa chấn thềm lục địa Việt Nam

Trường sóng địa chấn trong lớp phủ trầm tích ở thềm lục địa Việt Nam được nghiên cứu khá tỷ mỷ và chi tiết từ các nguồn số liệu thăm dò địa chấn phản xạ

sâu và thăm dò địa chấn nông phân giải cao.

- Tài liệu cơ sở để nghiên cứu các đặc trưng địa chấn là toàn bộ các mặt cắt địa chấn mà trên đó là một tổ hợp các ranh giới phản xạ phức tạp.
- Lớp phủ trầm tích ở đây được hiểu là toàn bộ lát cắt địa chất kể từ móng âm học đến đáy nước (hay đáy biển hiện đại).

Dưới đây trình bày một số đặc trưng trường sóng và sự biến đổi của chúng trong lớp phủ trầm tích.

a. Tốc độ sóng địa chấn

Sự phân bố tốc độ trong lớp phủ trầm tích thềm lục địa Việt Nam rất phức tạp, tốc độ thay đổi theo chiều sâu và theo diện tích. Sự thay đổi theo chiều sâu chủ yếu do sự tăng của áp suất địa tĩnh, phân lớp thạch học và tuổi tuyệt đối, điều này thể hiện rõ trong loại đá trầm tích lục nguyên. Sự thay đổi theo chiều ngang phần lớn là do biến đổi tướng, sự vát nhọn của các tầng đất đá, góc nghiêng của các lớp, các bất chỉnh hợp góc.....

Ở thềm lục địa Việt Nam, tốc độ của sóng trong tầng đất đá lục nguyên thường thay đổi từ 1700m/s - 4600m/s, còn trong đá cacbonat là 3500 - 4500m/s, trong các đá có nguồn gốc núi lửa khoảng 4000m/s.

Tuổi của đất đá khác nhau cũng có tốc độ sóng địa chấn khác nhau: Oligoxen: 3500 - 5000m/s; Miocen: 2500 - 4000m/s; Pliocen đệ tứ: 1700 - 2500m/s.

Có thể tóm tắt sự thay đổi tốc độ ở thềm lục địa Việt Nam như bảng 3.1

Bảng 3.1

Loại đất đá	Tuổi địa chất	Độ sâu đất đá
Đá lục nguyên: 1700 - 4600m/s	Pliocen đệ tứ: 1700 - 2700m/s	1000m: 1800 - 2500m/s
Đá cacbonat : 3500 - 4500m/s	Miocen : 2500 - 4000m/s	2000m: 2300 - 3000m/s
Đá móng : 3500 - 5500m/s	Oligoxen : 3500 - 5000m/s	3000m : 2500 - 4500m/s

Trên đây chỉ nêu một cách khái quát sự biến đổi tốc độ ở thềm lục địa Việt Nam, sự biến đổi này rất phức tạp theo từng vị trí địa lý trên thềm lục địa. Ngoài các yếu tố trên sự thay đổi của tốc độ còn phụ thuộc vào độ rỗng, độ bão hoà, hay quá trình biến chất. Ví dụ, qua quan sát thực nghiệm thấy rằng tốc độ giảm đi khoảng 10-15% trên các cấu trúc vòm (do tăng độ rỗng) hay ở những vùng ngậm dầu khí,..

b. Độ dày của lớp phủ trầm tích (hay độ sâu của móng)

Qua nghiên cứu tốc độ và thời gian truyền sóng địa chấn ở thềm lục địa Việt Nam, đã tính được độ sâu của móng và bề dày lớp phủ trầm tích. Độ sâu của móng âm học thay đổi từ vài trăm mét ở vùng ven bờ đến hàng chục kilômet ở trũng sâu (bảng 3.2). Trong bảng 3.3 là sự thay đổi độ dày các phức hệ trầm tích có tuổi khác nhau.

Bảng 3.2

Vịnh Thái Lan	Cửu Long	Nam Côn Sơn	Khu vực miền Trung	Vịnh Bắc bộ
800 - 5000m	1000 - 8000m	1000 - 14000m	500 - 10000m	1000 - 14000m

Bảng 3.3

Tập trầm tích	Cửu Long (m)	Nam Côn Sơn (m)	Khu vực miền Trung (m)	Vịnh Bắc bộ (m)
Pliocen - Đệ tứ	400 - 650	1000 - 3000	500 - 3000	1000-3500
Miocen	2000 - 3000	2000 - 3000	750 - 2000	2000-6000
Trước Miocen	1000 - 4000	1000 - 7000	500 - 3000	1000-6500

Bảng 3.4

Một số đặc trưng trường sóng		Các thông tin địa chất
Tần số	Cao	Các lớp đất đá mỏng, đất đá rắn kết, ít hấp thụ sóng
	Thấp	Các lớp đất đá dày. Đất đá nằm ở độ sâu lớn, hoặc có độ hấp thụ năng lượng sóng lớn, hoặc liên quan đến những đới có độ rỗng lớn
Tốc độ	Cao	Các đá rắn chắc: Đá móng, đá cacbonat, dolomit, ám tiêu san hô, muối mỏ, anhydrit, đá bazan núi lửa,...
	Thấp	Các đá không rắn kết, có độ rỗng lớn, ngậm khí hoặc chất lỏng.
Biên độ	Cao	Các đá rắn chắc: Đá móng kết tinh, cacbonat, các đá ngậm nhiều chất lỏng, vùng thiếu trầm tích (mặt bất chỉnh hợp).
	Thấp	Các đá không rắn chắc, phân lớp rất dày, hoặc đá trội một loại thành phần thạch học (cát hoặc sét), thường là trầm tích nước sâu.
Độ liên tục	Tốt	Độ liên tục của các lớp trầm tích tốt, phân lớp tốt,các mặt bất chỉnh hợp địa tầng, thường liên quan đến trầm tích biển, ít thay đổi tướng.
	Kém	Năng lượng trầm tích thay đổi, thay đổi tướng, thường đặc trưng cho trầm tích lục địa, các đồi cát sét, kênh lạch sông ngòi, vùng phá huỷ kiến tạo,vùng bazan núi lửa.

c) Một số đặc trưng của trường sóng địa chấn

Biên độ phản xạ, độ liên tục, tần số, hình dáng sóng, kiến trúc sắp xếp các yếu tố phản xạ... là những đặc trưng đáng chú ý của trường sóng địa chấn. Chúng cũng thay đổi mạnh theo chiều ngang và chiều thẳng đứng trên toàn thềm lục địa Việt Nam. Các đặc trưng này phản ánh năng lượng trầm đọng của lớp phủ trầm tích, thành phần thạch học, cấu kiến trúc và đặc điểm phân lớp của đất đá.

Những vùng trường sóng có biên độ thấp (cường độ yếu) thường phản ánh sự phân lớp mỏng của lớp phủ trầm tích, hoặc trội lên một loại thành phần thạch học nào đó (ví dụ cát hoặc sét).

Một số thông số trường sóng như tần số, tốc độ, biên độ, tính liên tục và các thông tin địa chất lớp phủ trầm tích thềm lục địa Việt Nam được tóm tắt trên bảng 3.4.

Dưới đây là đặc điểm bức tranh sóng trong những phức hệ chính:

1. Móng âm học

Đây là một tầng phản xạ mạnh (2- 3 pha sóng) có biên độ lớn, liên tục. Tầng này có đặc trưng là ổn định về mặt phổ năng lượng và tốc độ truyền sóng. Tuy nhiên ở vùng trung tâm vịnh Bắc Bộ và địa hào miền trung (vùng biển Đà Nẵng) do trầm tích quá dày (tới khoảng 12 - 14 km) nên rất khó quan sát. Dưới móng âm học (có thể ứng với móng Kainozoi) các phản xạ rất khó phân định do trên bức tranh sóng tồn tại nhiều nhiễu tần số thấp.

Ở khu vực bể trầm tích miền Trung (từ Quy Nhơn đến giáp giới trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn) tầng móng âm học khác so với vùng trũng Sông Hồng về pha, độ nghiêng của mặt phản xạ, mức độ phân cắt... Do ảnh hưởng của các khối nâng (có thể do quá trình phun trào) xuyên tới trên bề mặt đáy biển, trên bức tranh sóng có thể nhận thấy các dạng sóng tán xạ, phản xạ - khúc xạ sườn.... Ở bể trầm tích Nam Côn Sơn, tầng móng theo dõi được không liên tục, ở vùng trung tâm bể hầu như không theo dõi được. Ở đây trầm tích Kainozoi có thể dày tới 10-12km (lô 05,06). Đặc điểm tầng móng ở đây bị phân cắt mạnh, tồn tại nhiều đứt gãy (với các biên độ khác nhau). Tầng móng âm học này nâng dần về phía nam cho tới đới nâng Natuna và Côn Sơn. Móng âm học ở đây tương ứng với ranh giới phản xạ 2 - 3 pha có cường độ mạnh, hình dạng sóng ổn định cho toàn bồn trũng.

Ở vùng trũng vịnh Thái Lan, móng âm học cũng tương ứng với ranh giới phản xạ 2 pha mạnh. Móng âm học rất ổn định ít đứt gãy. Tuy nhiên, do chỉ tiến hành quan sát ở vùng thềm lục địa Việt Nam cho nên thực chất mới nghiên cứu được vùng Đông Bắc của cả bể trầm tích vịnh Thái Lan. Ở khu vực nghiên cứu tầng móng âm học nằm khá nông (phổ biến ở độ sâu 3.000 – 4.000m).

Ở trũng Cửu Long, cũng khá giống như tầng móng âm học ở trũng Nam Côn Sơn, nó cũng tồn tại khá nhiều đứt gãy và chiều sâu lớn nhất (khoảng 5.000 – 6.000m)

2. Phức hệ trầm tích Paleogen

Trên cơ sở các đặc điểm về trường sóng và kết quả nghiên cứu địa chất có thể phân định được ranh giới phức hệ địa chấn A (tương ứng với phức hệ trầm tích Paleogen). Mặt ranh giới phản xạ ứng với mái của Paleogen là mặt bất chỉnh hợp rõ nét và tồn tại trên toàn thềm lục địa Việt nam.

Ở bồn trũng Sông Hồng phức hệ địa chấn A được thể hiện bằng các sóng phản xạ đơn pha, nằm gần như song song (ở vùng có bề dày trầm tích lớn); có đặc trưng động học ổn định chứng tỏ điều kiện trầm tích lần lượt có năng lượng cao và thấp ở môi trường biển nông. Tập phản xạ này nằm bất chỉnh hợp với móng âm học. Ở vùng trung tâm và phía nam của bồn trũng mặt bất chỉnh hợp này nằm khá sâu, có những chỗ không quan sát thấy một cách rõ nét.

Ở bồn trũng miền Trung, mặt phản xạ mái phức hệ địa chấn A nằm khá nông nên theo dõi tốt theo sự thay đổi của các ranh giới động lực học tần số thấp của phức hệ bên dưới bằng các ranh giới kéo dài có biên độ nhỏ hơn hoặc mất hẳn ở phức hệ bên trên.

Ở bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn, phức hệ địa chấn A chỉ có mặt ở những vùng có trầm tích dày bên sườn các cấu tạo và phức hệ địa chấn này có đặc trưng động học khá ổn định và nằm bất chỉnh hợp với móng âm học ở vùng sườn cấu tạo, đới nâng... Các phản xạ rõ nét, đơn pha và hầu như song song với nhau.

Ở bồn trũng vịnh Thái Lan phức hệ trầm tích này mỏng và không hiện diện trên toàn vùng.

3. Phức hệ trầm tích Miocen

Phức hệ này ứng với tập phức hệ địa chấn B. Phức hệ này có thể chia ra hai phụ phức hệ, tuy nhiên khi nghiên cứu khu vực toàn thềm lục địa có thể gộp lại thành một phức hệ.

Phức hệ địa chấn B có tần số cao và độ liên tục phản xạ kém hơn phức hệ địa chấn A. Trong phức hệ này tồn tại các phản xạ thể hiện bất chỉnh hợp bên trong phức hệ, nhưng bất chỉnh hợp này theo dõi khó và không liên kết được đầy đủ đối với toàn thềm lục địa.

Ở bồn trũng Sông Hồng, mặt bất chỉnh hợp địa chấn bên trong phức hệ này theo dõi khá tốt nhưng càng về phía nam vịnh Bắc Bộ, mặt phân chia này lại dần dần chỉnh hợp hơn và mất dần dấu hiệu gián đoạn trầm tích. Ở vùng gần Đà Nẵng có thể quan sát thấy các phản xạ biên độ nhỏ và phổ tần số tăng dần, đó là những biểu hiện tương ứng với tập trầm tích có thành phần thạch học đồng nhất hoặc phân lớp mỏng. Đến vùng Đà Nẵng thì tướng địa chấn khá độc lập và tương ứng với điều kiện năng lượng trầm tích biến đổi từ thấp đến cao. Ranh giới của phức hệ địa chấn B với phức hệ bên trên là một bất chỉnh hợp khu vực khá rõ nét. Mặt

phản xạ này có cường độ mạnh. Càng về phía nam thì mặt phản xạ này càng chìm sâu xuống và đặc trưng động học giảm đi. Mức độ theo dõi so với tập phức hệ dưới thì phức hệ này rõ hơn nhất là ở khu vực bể trầm tích miền Trung. Ở đây phức hệ B mỏng, các mặt phản xạ khá song song với nhau và nằm ngang hoặc nghiêng với góc rất nhỏ, không bị biến dạng ở vùng phía nam bồn trũng Sông Hồng. Biên độ đứt gãy trong phức hệ này giảm dần từ dưới lên. Mặt ranh giới phản xạ thể hiện khá mạnh (2-3 pha) chứng tỏ trường sóng ở đây khá ổn định.

Ở bồn trũng Cửu long và Nam Côn Sơn, phức hệ địa chấn này được nghiên cứu khá rõ và được soi sáng bởi các tài liệu địa chất. Trong phức hệ này có thể chia được hai phụ phức hệ. Phụ phức hệ phía dưới khác hẳn phía trên về hình thái phản xạ, và nó được thể hiện bằng các phản xạ ngắn, có tần số thấp và biên độ trung bình, còn phản xạ ở phức hệ trên rất rõ nét có mức độ theo dõi khá liên tục, tần số cao. Đặc tính này giảm dần từ dưới lên trên. Mặt ranh giới hai phụ phức hệ này theo dõi khá tốt trên toàn vùng trũng, tuy nhiên ở phía Đông của trũng Nam Côn Sơn (lô 12, 6) theo dõi không được tin tưởng lắm.

Ở bồn trũng vịnh Thái Lan, phức hệ địa chấn B có đặc trưng khá ổn định, ít biến dị. Tập phức hệ này có mặt ở toàn bồn trũng nhưng không dầy. Các phản xạ trong phức hệ khá mạnh và liên tục.

2. Trường sóng địa chấn vùng quần đảo Trường Sa

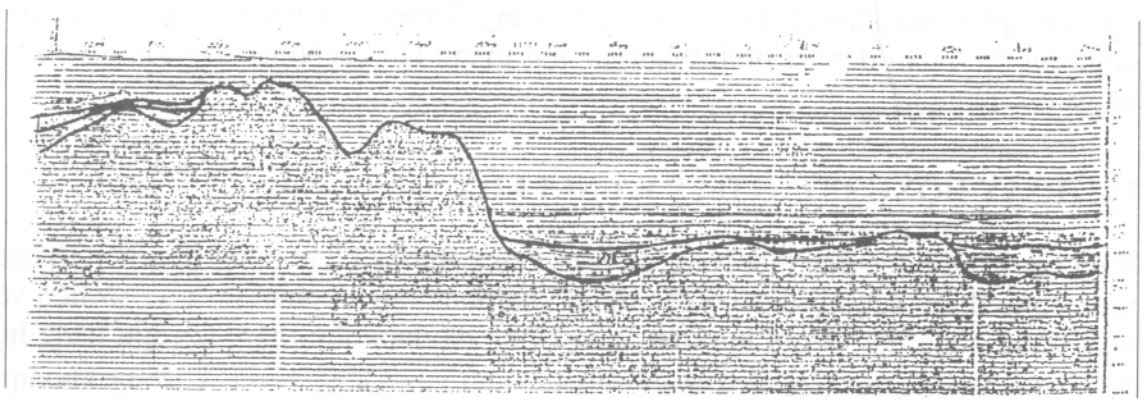
Kết quả phân tích các băng địa chấn ở phần phía Đông - Đông Nam của vùng Trường Sa, gần dải Palawan, lớp phủ trầm tích có thể chia thành 5 phức hệ địa chấn. Phức hệ 5 (dưới cùng) lấp đầy các địa hào và nửa địa hào, có bề dày 1,5 -2 km và lớn hơn. Ở đây, phức hệ này là tướng địa chấn lắng đọng có gián đoạn. Sự tích tụ và lắng đọng trầm tích xảy ra trong điều kiện xoay dịch của các khối nâng móng trong bối cảnh tách giãn.

Trên một trong các mặt cắt ở phần phía Tây của vùng ta thấy phức hệ địa chấn 5 có hình nêm trên sườn dốc của một trũng lớn. Cũng tại đây có thể thấy phần dưới của phức hệ địa chấn 4 có dạng vỏ phủ và hình thành do sự lắng đọng ở các lòng sông cổ trên các thềm cổ (hình 3.7).

Trên một mặt cắt ở phần Tây Nam phức hệ địa chấn 4 cũng có dạng nêm do vùi lấp giống như phức hệ 5 nhưng có đặc điểm phân bố khác về bề dày trong giới hạn các địa hào. Ở phía Tây Nam của vùng cũng có thể tách ra được hai phức hệ địa hào mà giữa chúng đã xảy ra sự thay đổi cấu trúc.

Trong các mặt cắt của phức hệ 5, trên cạnh của các khối nâng tách ra được các đơn vị tướng địa chấn dạng ổ với bức tranh phân bố khá hỗn loạn, có thể ứng với tích tụ cacbonat. Nhưng khối tích tụ này tìm thấy khá nhiều và liên tục ở mặt cắt của các phức hệ 4 và 5. Trong mặt cắt phức hệ 4 có thể phát triển các thành tạo cacbonat nền thềm khác với những tích tụ riêng lẻ như ở phức hệ 5.

Kết quả lấy mẫu ở đáy phần phía đông của vùng cho thấy nổi bật nhất trong các mẫu cacbonat là hai phức hệ: Oligocen trên - Miocen dưới (đôi khi Oligocen trên Miocen giữa) và Miocen dưới được thể hiện bằng những tướng khác nhau từ nước nông đến biển khơi sâu. Phần dưới của mặt cắt Kainozoi, theo kết quả lấy mẫu đáy, bao gồm alevrolit màu xanh xám tuổi Paleocen muộn và kết hạt nhỏ. Ở đây có thể có sự tích tụ cacbonat Oligocen trên và Miocen dưới của phức hệ địa hào dưới và là hậu quả của sự lún chìm sau hình thành riftơ trong giới hạn vùng tách giãn, nơi xảy ra chuyển động tạo thành riftơ trong Eocen và Oligocen sớm. Tiếp theo sự tạo thành Riftơ trong Miocen sớm thể hiện ở dạng nhịp chuyển động tách giãn phần phía Tây của vùng gần với vùng lòng chảo và với các bể Nam Côn Sơn và Đông Natuna. Ở phần phía đông của vùng trong thời gian này thống soái là các quá trình lún chìm không có tách giãn đáng kể. Ở một số nơi phức hệ trên địa hào 4 nằm trực tiếp trên mặt móng.



Hình 3.7. Mặt cắt địa chấn vùng biển Trường Sa

Phức hệ cacbonat tuổi Miocen sớm và giữa được lấy từ mẫu đáy chủ yếu có tướng biển sâu và nước nông hở, đặc trưng cho các cấu trúc trẻ. Đã tách ra những cấu trúc cacbonat lớn hình thành trong Miocen giữa và Pliocen cho đến tận Pleictocen nhờ sự biến thiên bù trừ xảy ra trong suốt thời gian này.

Phức hệ cacbonat Miocen sớm và giữa thuộc phức hệ địa chấn 3 được tích tụ trong vùng đồng thời vơi quá trình tạo các chờm nghịch trong giới hạn các vùng rìa của bồn trũng Palawan, nơi có các tầng cùng tuổi tham gia vào tạo thành các nếp chờm nghịch. Phức hệ địa chấn này đặc trưng bởi bề dày trong giới hạn trũng Palawan và tăng dần ra các vùng. Ở móng của nó các phản xạ của phức hệ đổi từ phân lớp đều đặn sang thành biến dạng và không liên tục. Phản xạ của phần dưới mặt cắt lún chìm dưới bể trong khi phản xạ phần mỏng phía trên tìm thấy theo hướng đi lên theo sườn của bể.

Ở phía Tây của vùng các phức hệ địa chấn thể hiện rõ trên một số mặt cắt, trên địa hào hình thành các dạng lớp đáy với thế nằm nghiêng và vát mỏng về phía rìa.

Trong giới hạn các cấu tạo nâng và thành các địa hào các phức hệ này có tướng vỏ phủ, thỉnh thoảng được thay bằng tướng địa chấn cấu tạo cacbonat. Trong quá trình tích tụ phức hệ địa chấn 3 đã xảy ra các lún chìm kế tục các tụt bậc. Ở giai đoạn đầu của tích tụ phức hệ địa chấn 2 cho thấy có biểu hiện pha nén ép. Cũng theo số liệu lấy mẫu đáy, ngoài cacbonat ra, trong mặt cắt phức hệ 2 còn thấy có sét mật độ lớn tuổi Miocen muộn. Phức hệ địa chấn Pliocen - Đệ tứ trong vùng Trường Sa là những trầm tích phủ bọc tướng nước sâu tương đối. Phía trên các địa hào chúng tạo thành các dạng vùi lấp thoải giống với các phản xạ tần số cao và biên độ nhỏ. Trong thời gian tích tụ phức hệ này ở trong vùng xảy ra quá trình phun trào bazan (tuổi từ 0,47 đến 2,7 triệu năm). Trên các mặt cắt địa chấn thấy rõ một số vỏ phủ bazan khá lớn nằm trong trầm tích của các bể.

Tóm lại, trong vùng Trường Sa thể hiện không đều khắp hai pha tạo Rifto: Paleogen muộn, kết thúc vào cuối Oligoxen và đầu Miocen và Miocen sớm kết thúc vào đầu Miocen giữa. Pha sau cùng chỉ thể hiện ở vùng phía Tây của vùng. Từ cuối pha đầu khoảng Olioxen muộn vùng Trường Sa rơi vào quá trình lún chìm ổn định dẫn đến sự hình thành những thành tạo cacbonat dày khắp và trên tất cả các phức hệ.

IV. HOẠT ĐỘNG ĐỘNG ĐẤT VÀ NÚI LỬA

Trên vùng thềm lục địa Việt Nam và Biển Đông trường chấn động tự nhiên từ các hoạt động động đất, núi lửa có đặc điểm khá phức tạp và phân dị. Các số liệu về hoạt động động đất và núi lửa trên Biển Đông đã được thu thập, lưu giữ bằng hệ thống các trạm quan trắc trên thế giới và ở khu vực Đông Nam Á trong khoảng 100 năm qua. Ở Việt Nam, trong thời gian đầu thập kỷ 50 - 60 (thế kỷ XX) số liệu về động đất trên phần lãnh thổ đất liền và ven biển được nghiên cứu trong các công trình của Phạm Văn Thục (1980,1999), Nguyễn Đình Xuyên (1989,1997)...

Bắt đầu từ những năm 1980 trở đi, trong khuôn khổ các đề tài thuộc chương trình Nghiên cứu Biển, vấn đề hoạt động động đất trên vùng thềm lục địa và Biển Đông đã được Phạm Văn Thục, Nguyễn Kim Lạp, Nguyễn Văn Lương tập trung nghiên cứu. Trong các công trình nghiên cứu này các tác giả đã thu thập số liệu và xây dựng danh mục động đất của vùng Biển Đông và kế cận để làm cơ sở nghiên cứu các đặc trưng địa chấn khác nhau. Cũng về hoạt động động đất trên vùng Biển Đông, thời gian qua đã có nhiều công trình được công bố của các tác giả Trung Quốc, Nga, Nhật, Mỹ và các nhà nghiên cứu của các nước khác trong khu vực

1. Phân bố chấn tâm động đất

Số liệu động đất trong danh mục được đưa lên sơ đồ chấn tâm. Chấn tâm động đất, mặc dù được xác định với một sai số nhất định nhưng không phân bố ngẫu nhiên mà tập trung vào từng dải và đới. Ở vùng Biển Đông nổi bật trên sơ đồ những đới chấn tâm động đất sau:

- Đới động đất phương kinh tuyến dọc đứt gãy ven biển miền Trung Việt Nam (kinh độ 109^0 30' E). Đây là đải chấn tâm động đất hoạt động tích cực nhất trên vùng thềm lục địa Việt Nam. Magnitude của những động đất này trong khoảng 4 đến 5,5 độ Richter. Tất cả động đất trong đới chấn tâm này đều không xảy ra trong vỏ trái đất. Trên bản đồ phân vùng động đất lãnh thổ Việt Nam (1985) thì đới chấn tâm động đất này có khả năng phát sinh động đất tới cấp VIII (thang chấn động MSK - 64). Những động đất ở dưới chấn tâm này không tập trung chồng chéo lên nhau mà phân bố đều trên một vùng đứt gãy trong khoảng vĩ độ từ 10^0N đến 12^0N. Theo sự phân bố chấn tâm động đất thì đới đứt gãy này định hướng theo phương kinh tuyến là rất rõ.

- Sát vùng biển Nha Trang quan sát thấy hàng loạt động đất yếu với magnitude $M \leq 4$ và độ sâu chấn tâm $h \leq 5$ km. Những động đất này liên quan tới những đứt gãy địa phương.

- Đới chấn tâm động đất phương Đông Bắc - Tây Nam ở vùng ven biển từ Vũng Tàu đến Cà Mau. Đây là vùng động đất có magnitude $M \leq 5$ và độ sâu chấn tiêu nằm trong vỏ Trái đất.

- Đới chấn tâm phía bắc quần đảo Trường Sa tập trung chủ yếu trong vùng $\Delta\varphi = 12^0N - 13^0N$; $\Delta\lambda = 114^0E - 115^0E$. Trong vùng này chấn tiêu động đất tập trung trong vỏ Trái đất, song cũng có những động đất xảy ra ở độ sâu tới 68km. Động đất ở vùng này có magnitude $M \leq 6,1$. Đây cũng là vùng hoạt động địa chấn tích cực ở Biển Đông Việt Nam (Nguyễn Kim Lạp, 1984, 1986).

- Đới chấn tâm động đất Hoàng Sa có phương Đông Bắc- Tây Nam, magnitude động đất của vùng này $M \leq 5,6$. Độ sâu động đất đạt tới 30 km.

- Vùng vịnh Bắc Bộ quan sát được một số động đất yếu với magnitude $M \leq 4$. Hầu hết những động đất này nằm trong phần kéo dài từ đất liền ra Biển Đông của các hệ thống đứt gãy Sông Chảy, Sông Lô, Sông Hồng, Sông Đà, Sơn La, Sông Mã và Sông Cả. Những động đất này nhìn chung yếu và độ sâu chấn tiêu nông $h \leq 20$ km. Đặc biệt là ở vùng ven biển Quảng Ninh đã xảy ra một số động đất yếu với cường độ chấn động ở chấn tâm $Io \leq 6$. Những động đất này có khả năng ảnh hưởng trực tiếp đến việc đảm bảo an toàn ở các vùng khai thác than ngầm thuộc tỉnh Quảng Ninh. Đặc biệt trong những năm gần đây 1988 - 1990, ở vùng biển này xảy ra nhiều động đất làm rung động cả vùng ven biển.

- Đới chấn tâm động đất phía Đông Nam đảo Hải Nam Trung Quốc dọc theo hệ đứt gãy sâu hướng Đông Bắc - Tây Nam. Trong đới chấn tâm này đã quan sát thấy ít nhất ba động đất mạnh với magnitude $M = 6 - 7$. Số động đất yếu trong đới chấn tâm này ít không phải không xảy ra mà do trạm địa chấn trong khu vực không đủ khả năng ghi nhận được. Động đất trong đới chấn tâm này thường xảy ra trong vỏ trái đất, sâu nhất cũng chỉ đạt tới 30 km.

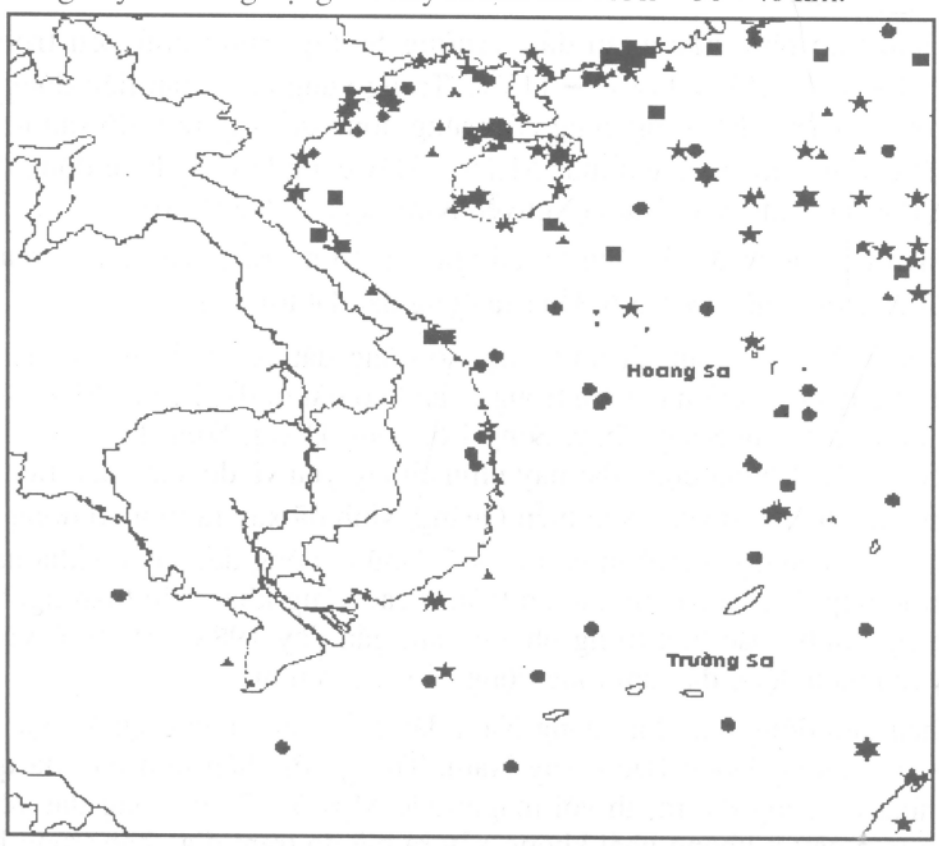
- Vùng chấn tâm động đất phía Tây đảo Lôi Châu Trung Quốc gồm những động đất yếu và nông, tập trung trong hệ đứt gãy á vĩ tuyến và Đông Bắc - Tây Nam

- Khu vực giữa Biển Đông, nơi diễn ra hiện tượng tách giãn vỏ Trái đất cũng quan sát được 2 động đất yếu, điều này cũng phù hợp với nguyên lý là tại những vùng tách dãn đáy đại dương thường diễn ra hoạt động địa chấn yếu.

- Đới chấn tâm động đất Côn Sơn có phương Đông Bắc - Tây Nam. Từ đầu thế kỷ XX đến nay ở đới Côn Sơn này đã xảy ra ít nhất 5 động đất với magnitude $M \leq 6,1$. Độ sâu chấn tiêu của những động đất này nhỏ hơn 25 km. Đới chấn tâm Côn Sơn kéo dài về phía Đông Bắc và gặp đới động đất Tây Biển Đông trong vùng $\varphi = 9,5^0N - 10,5^0N$; $\lambda = 109^0E - 110^0E$.

- Ở phía Nam và Tây Nam quần đảo Trường Sa cũng đã xảy ra một số động đất nhưng không tập trung thành từng đới rõ rệt và độ mạnh của những động đất này cũng không xác định được. Nhưng để xác định được chấn tâm bằng hệ thống các trạm địa chấn trong khu vực thì những động đất này phải có magnitude $M \geq 4,5$.

- Đới chấn tâm động đất Palawan. Trong thế kỷ này đới Beniof Palawan hoạt động yếu, trong vòng 909 năm ở đới này chỉ quan sát thấy 4 động đất với magnitude $M \leq 6$, nhưng đây là những động đất xảy ra khá sâu với h = 30 - 40 km.



☆ M không xác định ◆ M < 3 ν M = 3 – 3,9
σ M = 4 – 4,9 M = 5 – 5,9 M = 6 – 6,6

Hình 3.8. Sơ đồ phân bố chấn tâm động đất

- Đới chấn tâm động đất theo phương á kinh tuyến từ đảo Đài Loan đến đảo Ludông. Trong đới chấn tâm này đã xảy ra những động đất mạnh với magnitude M = 6 -7 và độ sâu chấn tiêu đạt tới giá trị 100 km. Nhiều lần động đất trong đới này đã gây chấn động ở Nam đảo Đài Loan và Bắc đảo Ludông.

- Đới chấn tâm Manila trùng với Beniof Manila nằm ở phía tây đảo Ludông. Đây là đới có độ hoạt động địa chấn cao nhất trong vùng Biển Đông. Trong đới này thường xuyên xảy ra động đất ở độ sâu từ 0 đến 200 km. Đới động đất Manila có độ sâu tăng dần từ ngoài biển chìm dần xuống dưới vùng đảo Ludông nhưng sâu nhất cũng chỉ đạt tới 200 km. Động đất trong vùng này rất mạnh, magnitude đạt tới 7 độ Richter và đã nhiều lần gây chấn động đến đảo Ludông Philippine. Động đất trong đới Beniof Manila có chấn tiêu lớn có nghĩa là động đất ở đây xảy ra trong hệ thống đứt gãy tồn tại từ trước. Phần lớn động đất trong đới Beniof Manila là do nguyên nhân hoạt động kiến tạo, nhưng cũng có một số động đất do hoạt động núi lửa. Những động đất do hoạt động núi lửa thường yếu hơn, nhưng khi xảy ra lại có chu kỳ cao hơn.

- Vùng chấn tâm động đất Đông Bắc Biển Đông (φ= 18^0N – 21^0N ;λ= 113^0E – 118^0E) bao gồm 13 động đất trong đó có động đất mạnh M = 6,75. Những động đất này tập trung trong hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam.

Sơ đồ phân bố chấn tâm động đất và núi lửa trong vùng biển Việt Nam được mô tả trên hình 3.8.

2. Hoạt động núi lửa

Trong vùng Biển Đông có nhiều núi lửa hoạt động khá tích cực. Một số động đất xảy ra cũng do nguyên nhân hoạt động núi lửa. Trong công trình này không trình bày chi tiết về núi lửa mà chỉ đề cập đến sự phân bố của chúng nhằm mục đích xác định các vùng hoạt động địa chấn kiến tạo tích cực trong khu vực.

Ở vùng biển Việt Nam, sự phân bố núi lửa có thể được chia thành 4 khu vực:

- Núi lửa tập trung ở vùng biển ngoài khơi Đồng Hới - Đà Nẵng, dải núi lửa này có phương Tây Bắc - Đông Nam.
- Dải núi lửa dọc hệ thống đứt gãy tây Biển Đông.
- Dải núi lửa vùng biển ngoài khơi Phan Thiết qua Côn Đảo có phương Đông Bắc - Tây Nam.
- Dải núi lửa vùng thềm lục địa có phương kinh tuyến từ Rạch Giá đến Cà Mau.
- Dải núi lửa Manila có phương á kinh tuyến nằm ở bắc đảo Ludông.

Ngoài những dải núi lửa chính trên đây, còn quan sát thấy một số núi lửa nằm rải rác ở quần đảo Trường Sa, Hoàng Sa, đảo Hải Nam và ngoài khơi Quảng Ninh.

Núi lửa Hòn Tro là một trong những vùng núi lửa đặc trưng nhất ở vùng biển Việt

Nam. Núi lửa Hòn Tro đã gây chấn động cả một vùng thuộc tỉnh Phan Thiết bắt đầu từ đêm 15- 2- 1923 kéo dài suốt một tuần và đến tháng 3- 1923 thì núi lửa xuất hiện, nước và tro bốc lên rất cao và ngay tại đó xuất hiện một hòn đảo. Trước mỗi đợt phun nham thạch lại phát ra tiếng nổ dữ dội, đến ngày 11- 3- 1923 theo chiều gió bọt đá bị đánh bạt xuống tận Côn Đảo cách xa nơi phun tới 300 km với khối lượng tới 500 m^3. Ngày 15-3-1923 núi lửa ngừng phun, ngày 20- 4- 1923 núi lửa phun lại và gây chấn động cả một vùng xung quanh. Đây là loại núi lửa dạng Stromboli. Sau đó khoảng tháng 7-1923 đảo Hòn Tro lại bị chìm xuống dưới mặt nước biển.

3. Khả năng xảy ra sóng thần

Dọc bờ biển Việt Nam là những nơi đông dân và có các thành phố công nghiệp quan trọng, nên việc nghiên cứu ảnh hưởng của sóng thần đến bờ biển Việt Nam là rất quan trọng. Ở đây sơ bộ thống kê một số đợt sóng biển dâng cao gây thiệt hại lớn đến các vùng ven biển Việt Nam như:

- Đêm ngày 7 rạng ngày 8-6-1903, sóng biển gây hư hại đến vùng biển Thái Bình, Nam Định. Tại vùng Thái Bình sóng dâng cao 3m cuốn đi tất cả đê điều, cầu cống, nước mặn đã tràn sâu vào đồng ruộng.

- Ngày 1- 5 -1904 tại Mỹ Tho, Gò Công, Tân An, Chợ lớn Gia Định, nhất là vùng duyên hải nhiều làng bị sóng cao 3,5 m cuốn đi, các tàu thuyền bị đắm, đường tàu hoả bị cuốn trôi làm thiệt hại nhiều người và của cải.

- Ngày 11- 9- 1904 tại Thừa Thiên, Hà Tĩnh, Vinh nhiều nhà cửa và người bị sóng biển dâng cao và cuốn trôi.

Những đợt sóng dâng cao trên đây chủ yếu là do nguyên nhân khí tượng. Còn hiện tượng sóng thần được gây ra do động đất. Điều kiện cần thiết để động đất xảy ra dưới biển có thể gây ra sóng thần là phải tạo ra dịch chuyển ở chấn tâm với biên độ lớn và có tốc độ biến dạng rất nhanh. Khi nghiên cứu sóng thần toàn thế giới, Solovev (1974) đã xác định những vùng có khả năng gây ra sóng thần. Trong vùng biển Việt Nam. Solovev (1974) đã xác định vùng biển tây Ludông, vùng biển nam Đài Loan là những vùng có khả năng gây ra sóng thần tác động trực tiếp tới vùng biển Việt Nam. Vành đai động đất Thái Bình Dương là nơi có khả năng gây sóng thần mạnh nhất, nhưng quần đảo Philippin và Inđônêxia đã là vành đai chắn sóng thần từ phía Đông, Bắc, Nam tới vùng biển Việt Nam.

Ở vùng Biển Đông, việc nghiên cứu sóng thần mới chỉ bước đầu, nhiều động đất mạnh đã xảy ra và tiếp tục xảy ra nên việc nghiên cứu sóng thần cần phải tiếp tục triển khai trên quy mô lớn.

4. Trường chấn động tự nhiên

a) Độ hoạt động địa chấn A_{10}

Độ hoạt động địa chấn A_{10} vùng biển Việt Nam được xác định theo các vùng khác nhau. Động đất đặc trưng cho từng vùng cũng khác nhau: vùng ven biển miền Trung và Nam Bộ M_{min}= 4,0, vùng Beniof Manila M_{min}= 5,0, các vùng còn lại có động đất đặc trưng M_{min} = 5. Giá trị N_{Σ} trong công thức xác định A_{10} được chọn lọc như sau: với vùng biển Việt Nam N_{Σ} = 3 nên sai số tính toán độ hoạt động địa chấn δA_{10} =58 %, với vùng Beniof Manila N_{Σ} = 5 dẫn đến sai số δA_{10} =40 %.

Theo giá trị độ hoạt động địa chấn A_{10} thì vùng biển Việt Nam được chia thành những vùng chính sau đây:

- Vùng vịnh Bắc Bộ có A_{10}= 0,05 – 0,5. Những giá trị này liên quan trực tiếp đến hệ thống các vùng phát sinh động đất kéo dài từ đất liền ra Vịnh Bắc Bộ dọc theo hệ thống các đứt gãy sâu: Sông Chảy, Sông Hồng, Sơn La, Sông Mã, Sông Cả và vùng đứt gãy Côtô.
- Vùng Tây quần đảo Hoàng Sa. Trong vùng này giá trị A_{10}= 0,2 – 0,5. Những giá trị này liên quan đến hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam ở phía Tây quần đảo Hoàng Sa của Việt Nam.
- Vùng đứt gãy Tây Biển Đông. Trong vùng này giá trị A_{10}= 0,5 - 1. Đây là vùng có độ hoạt động địa chấn A_{10} cao nhất ở thềm lục địa Việt Nam. Vùng này có phương kinh tuyến chạy dọc theo hệ đứt gãy tây Biển Đông.
- Vùng ven biển từ Phan Thiết tới Cà Mau có độ hoạt động địa chấn A_{10}= 0,1 – 0,5. Vùng này có giá trị A_{10} cao nhất ở ngay cửa Sông Tiền và Sông Hậu.
- Vùng Côn Sơn có độ hoạt động địa chấn A_{10} = 0,1 – 0,5 liên quan trực tiếp tới hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam của đới Côn Sơn.
- Vùng quần đảo Trường Sa có độ hoạt động địa chấn A_{10} = 0,1 – 2,0. Giá trị A_{10} cao nhất tập trung ở ngay bắc các đảo Song Tử Đông và Song Tử Tây.
- Vùng đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam ở phía Đông Nam của đảo Hải Nam có độ hoạt động địa chấn A_{10} = 0,1 – 0,2. Những đường đẳng trị A_{10} có phương trùng với phương của hệ thống đứt gãy này.
- Vùng Beniof Manila có độ hoạt động địa chấn cao nhất ở Biển Đông Việt Nam với A_{10} = 1- 10. Đường đẳng trị A_{10} = 10 có phương kinh tuyến chạy dọc theo hệ Beniof Manila, còn vùng A_{10} = 1 chiếm diện tích rộng lớn ở phía Tây đảo Ludông. Số liệu thực tế chứng minh rằng vùng này thường xuyên xảy ra động đất.
- Vùng Đông Bắc Biển Đông có độ hoạt động địa chấn cao A_{10} = 0,5 – 2 và các

đường đẳng trị có phương Đông Bắc - Tây Nam. Ở đây xảy ra nhiều động đất với magnitude M = 5, lớn nhất là động đất với M = 6,75 (φ = 19,3^{0}N, λ = 113^{0}E).

- Các vùng còn lại của Biển Đông nói chung có độ hoạt động địa chấn thấp với $A_{10} \leq 0,2$ và nằm rải rác không tập trung thành từng đới cụ thể.

b) Động đất cực đại K_{max}

Động đất cực đại ở vùng biển Việt Nam được xác định theo mối liên quan giữa độ hoạt động địa chấn trung bình A_{10} và khả năng động đất cực đại K_{max}. Giá trị động đất cực đại rất quan trọng vì nó phục vụ trực tiếp cho việc đánh giá độ nguy hiểm động đất trong khu vực nghiên cứu. Toàn bộ quá trình đánh giá động đất cực đại K_{max} được thực hiện trên máy tính điện tử với ngôn ngữ Fortran: Các giá trị K_{max} xác định được trên Biển Đông chia thành các vùng chính sau đây:

- Vùng vịnh Bắc Bộ K_{max} = 13 −16
- Vùng Tây Nam quần đảo Hoàng Sa K_{max} = 15 −16
- Vùng đứt gãy tây Biển Đông K_{max} = 16−17
- Vùng ven biển Phan Thiết-Cà Mau K_{max} = 15 −16
- Vùng Côn Sơn K_{max} = 12 −15
- Vùng quần đảo Trường Sa K_{max} = 14−17
- Vùng Đông Bắc Biển Đông K_{max} = 15 −17
- Vùng đứt gãy hướng Đông Bắc - Tây Nam ở phía Đông Nam đảo Hải Nam có K_{max} = 14 - 15
- Các vùng còn lại ở Biển Đông có K_{max} = 10 - 15, nhưng không tập trung thành từng đới rõ rệt.

Kết quả xác định khả năng xảy ra động đất cực đại K_{max} đã khẳng định chắc chắn là Biển Đông có độ hoạt động địa chấn cao nhưng chỉ tập trung vào từng vùng.

c) Về độ nguy hiểm động đất

Toàn bộ số liệu động đất vùng biển Việt Nam từ năm 1900 đến 1980 đã được sử dụng để đánh giá xác suất xảy ra động đất theo hàm tiệm cận Gumbel I. Thời gian quan sát được chia thành 88 năm với Δt = 1 năm. Giá trị magnitude cực đại trong từng năm được xác định từ danh mục động đất Biển Đông Việt Nam và được sắp xếp theo thứ tự tăng dần. Chu kỳ lặp lại động đất xác định theo hàm tiệm cận Gumbel I được trình bày trong bảng 3.5. Độ nguy hiểm động đất chung cho cả vùng Biển Đông được xác định cho chu kỳ T = 30.

Chu kỳ lặp lại động đất và độ nguy hiểm động đất trong 30 năm ở vùng Biển

Đông Việt Nam theo phương pháp Gumbel I.

$$B=2,15 \qquad \ln \alpha x = 12,38 \qquad U=5,76$$

Các giá trị T(x) và R(x) trong bảng 3.5 đã khẳng định xác suất xảy ra động đất ở Biển Đông là cao nhưng tập trung chủ yếu vẫn là ở đới Beniof Manila.

Bảng 3.5

N⁰	X	T(x)	R(x)
1	4,0	1,0	1
2	5,0	1,01	1
3	6,0	5,38	1
4	7,0	42,19	0,51
5	8,0	357,14	0,08

Ở ven biển Việt Nam, xác suất xảy ra động đất thấp hơn, nhưng số liệu động đất thu thập được chưa đủ cơ sở để tính chính xác riêng cho vùng thềm lục địa Việt Nam. Hạn chế của hàm cực trị tiệm cận Gumbel I là không xác định được động đất cực đại K_{max} của vùng nghiên cứu nên hàm Gumbel III đã được áp dụng trong công trình này. Cũng như khi xác định hệ số của hàm Gumbel I, các giá trị cũng được xác định như Δt = 1 năm, động đất cực đại trong từng năm được chọn và cũng được sắp xếp theo thứ tự tăng dần để xác định $G_3(x)$. Các hệ số của hàm cực trị Gumbel III được xác định trên máy tính điện tử với ngôn ngữ Fortran. Giá trị động đất cực đại có thể xảy ra ở vùng Biển Đông Việt Nam Max=7,9; β=2,15 $\ln(\alpha)$= -2,36. Chu kỳ lặp lại và độ nguy hiểm động đất trong 35 năm xác định theo hàm Gumbel III được trình bày trong bảng 3.6

Giá trị magnitude của động đất cực đại tính theo hàm phân bố cực trị tiệm cận Gumbel III (M_{max} = 7,9) gần trùng với giá trị động đất quan sát bằng hệ thống các trạm địa chấn trong thời kỳ 1900 - 1988.

Chu kỳ lặp lại động đất và độ nguy hiểm động đất trong 30 năm theo Gumbel III.

Bảng 3.6

N⁰	X	T(x)	R(x)
1	4,0	1	1
2	5,0	1	1
3	6,0	3	0,9
4	7,0	13	0,8
5	8,0	45	0,4

V. TRƯỜNG ĐỊA NHIỆT

1. Trường địa nhiệt trên thềm lục địa Việt Nam

Đặc điểm của trường địa nhiệt trên thềm lục địa Việt Nam được nghiên cứu cùng với sự triển khai mạnh mẽ công tác thăm dò tìm kiếm dầu khí, đặc biệt là việc thực hiện các lỗ khoan tìm kiếm và thăm dò ở các bể trầm tích Đệ Tam.

Tài liệu nhiệt độ của 125 giếng khoan tìm kiếm thăm dò với độ sâu từ 300 m (ở bể Sông Hồng) đến 4500 m (ở bể Cửu Long) đã được phân tích. Độ dẫn nhiệt của 1027 mẫu lõi được đo bằng thiết bị đo nhanh hệ số dẫn nhiệt QTM của Việt Nam và Nhật Bản. Các mẫu lõi được lựa chọn kỹ, đặc trưng cho địa tầng, diện tích và các loại đá: cát kết, bột kết, đá vôi, đolomit, granit và than. Thiết bị đo nhanh hệ số dẫn nhiệt QTM NoTC 991 và THERCON2 của Việt Nam cho kết quả tin cậy về độ dẫn nhiệt của đá, vật liệu xây dựng. Sai số lớn nhất của phép đo với cùng một mẫu đồng nhất không quá 2%. Qua nhiều lần đo cho thấy kết quả đo của hai máy trên cùng một mẫu là như nhau.

Bản đồ dòng nhiệt, độ dẫn nhiệt và gradient địa nhiệt của các bồn trầm tích được thành lập ở tỷ lệ 1: 500.000 và với toàn thềm lục địa 1: 1.000.000. Sau đây là một số đặc trưng chính về trường địa nhiệt trên thềm lục địa Việt Nam.

Về độ dẫn nhiệt

Độ dẫn nhiệt có xu hướng cao về phía bắc và cao nhất ở bồn Sông Hồng và giảm dần về phía Đông và Đông Nam đặc biệt nơi có trầm tích cacbonat như khu vực Huế - Quảng Đà độ dẫn nhiệt giảm đi rõ rệt. Ở khu vực phía Nam chia làm 3 đới rõ rệt cao ở phần phía Tây bồn Nam Côn Sơn và thấp ở bồn Cửu Long và phía Đông bồn Nam Côn Sơn.

Các đá trầm tích như cát kết, bột kết, đá vôi và một số đá móng có độ dẫn nhiệt thay đổi trong miền giá trị từ 2,28 - 3,37 W/mK. Với miền dẫn nhiệt tốt này là điều kiện thuận lợi để dẫn nhiệt từ dưới sâu như tầng móng, tầng bazan đưa lên cung cấp nhiệt cho các bồn trầm tích. Độ dẫn nhiệt ở các bồn trầm tích thềm lục địa Việt Nam liên quan chặt chẽ đến độ hạt mịn, hạt thô.

Về gradient địa nhiệt

Gradient địa nhiệt có tính chất phức tạp với đặc điểm phân bố mang tính địa phương rõ rệt. Gradient địa nhiệt cao ở bồn Nam Côn Sơn, bồn Sông Hồng, gradient địa nhiệt thấp ở bồn Cửu Long và bồn Phú Khánh.

Nhìn chung trong các bể trầm tích thềm lục địa Việt Nam gradient địa nhiệt có giá trị cao, thay đổi trong khoảng 2,87 - 3,59 ^{0}C/100 m. Điều này cho thấy các bồn trầm tích trẻ thềm lục địa Việt Nam có chế độ địa nhiệt cao. Đó là hậu quả của quá trình phát triển địa chất liên quan đến các quá trình hoạt động kiến tạo, macma, núi lửa và hình thành tích tụ dầu khí.

Về dòng nhiệt

Giá trị dòng nhiệt trong các bồn trầm tích Sông Hồng, Cửu Long và Nam Côn Sơn thay đổi trong khoảng 64 - 119mW/m^2, giá trị đó lớn hơn giá trị trung bình dòng nhiệt trái đất (63 mW/m^2) và cũng lớn hơn giá trị dòng nhiệt Biển Đông, khu vực Philippine và khu vực Thái Bình Dương. So với các bồn dầu khí của Đông Nam Châu Á như ở Malaixia, Indonesia, Thái Lan thì dòng nhiệt các bồn trầm tích chứa dầu thềm lục địa Việt Nam có giá trị tương đương. Đặc biệt các đường đẳng trị về dòng nhiệt, độ dẫn nhiệt, gradient địa nhiệt có thể ghép nối một cách dễ dàng.

Dòng nhiệt thềm lục địa Việt Nam có xu thế tăng về phía bắc (bồn Sông Hồng) và giảm về phía Nam (bồn Nam Côn Sơn, Cửu Long).

Điều thú vị là dạng phân bố dòng nhiệt trong các bồn trầm tích thể hiện sự liên quan chặt chẽ đến hoạt động kiến tạo, hoạt động núi lửa, đến độ hạt thô, mịn của đá trong các bồn trầm tích thềm lục địa Việt Nam. Lịch sử dòng nhiệt gắn liền với lịch sử hình thành và phát triển các bồn trầm tích.

Nhìn chung chế độ địa nhiệt trong các bồn trầm tích thềm lục địa Việt Nam có tính phân vùng rõ rệt, cao nhất ở bồn Sông Hồng (119 mW/m^2) thấp nhất ở bồn Cửu Long (64 mW/m^2). Trong những vùng nghiên cứu đó ta có thể phân chia ra các vùng có đặc điểm địa nhiệt khác nhau một cách rõ rệt như vùng ấm, vùng nóng, vùng lạnh.

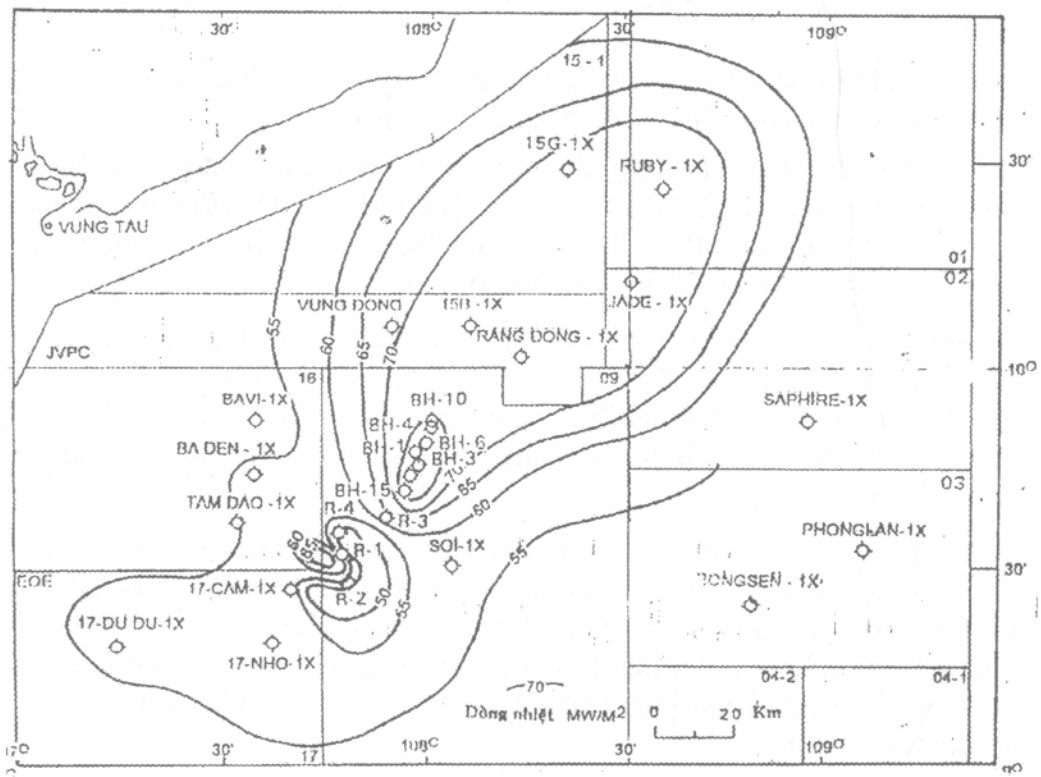
Các hệ thống đứt gãy lớn như hệ thống đứt gãy Sông Hồng, Vĩnh Ninh hệ thống đứt gãy Bắc - Nam ở vịnh Bắc Bộ và nhiều hệ thống đứt gãy khác trong bồn trầm tích là những kênh dẫn nhiệt lớn. Những pha tạo riftơ chính cũng như những pha hoạt động núi lửa cổ, trẻ ở đất liền hay thềm lục địa đều là nguồn cung cấp nhiệt chủ yếu trong suốt quá trình phát triển địa chất như ở các bồn Sông Hồng, Cửu Long và Nam Côn Sơn.

Khác với những bồn trầm tích khác thuộc các nước láng giềng và khu vực như bồn Java, Sumatra (Indonesia), Malay (Malaysia), Bangkok (Thái Lan), các bồn trầm tích chứa dầu thềm lục địa Việt Nam có những tầng chắn nhiệt tốt như tầng than trong lát cắt trầm tích chứa nhiều sét xen lẫn cát dày khoảng 400 m từ khoảng độ sâu 800 - 1200 m ở bồn Sông Hồng, tầng sét Rotalit dày khoảng 200 m từ khoảng độ sâu 2000 -2200 m ở bồn Cửu Long và tầng chắn khu vực ở bồn Nam Côn Sơn.

Đặc trưng của bồn Sông Hồng là các giá trị dòng nhiệt cao, các nhóm đá khác nhau có độ dẫn nhiệt rất khác nhau, phụ thuộc vào độ hạt của các thành tạo trầm tích. Song quy luật chung là độ dẫn nhiệt tăng về phía trung tâm bồn và điều này cũng phù hợp với sự tăng trưởng gradient địa nhiệt và quy luật phân bố nhiệt độ. Nhiệt độ cao nhất đo được trong bồn hiện nay là 179^{0}C.

Ở bồn Cửu Long, các đất đá có độ dẫn nhiệt thay đổi trong khoảng 1,6 - 8 W/mK, và tăng theo chiều sâu. Nhiệt độ tăng không đáng kể trong khoảng độ sâu

3500 - 4500 m và nguyên nhân của nó có thể là đá có độ rỗng tốt. Các đá macma cũng có độ dẫn nhiệt tương tự như đá trầm tích. Giá trị độ dẫn nhiệt thay đổi trong khoảng 2,0 - 2,6 W/mK. Bồn Cửu Long có gradient địa nhiệt thấp hơn so với bồn Nam Côn Sơn, bồn Sông Hồng, gradient địa nhiệt tăng nhanh về phía trung tâm trung bình 4^0C /100 m. Dòng nhiệt bồn Cửu Long thay đổi trong khoảng 55 - 80 mW/m^2. Giá trị dòng nhiệt trung bình 64 mW/m2. Bản đồ dòng nhiệt ở bể Cửu long được minh hoạ trên hình 3.9.



Hình 3.9. Sơ đồ dòng nhiệt Bể Cửu Long

Bồn Nam Côn Sơn có nhiệt độ phát triển từ 90 - 170^0C tương ứng với khoảng chiều sâu từ 1700 - 4500 m. Gradient địa nhiệt bồn Nam Côn Sơn tương đương với bồn Sông Hồng, cao hơn bồn Cửu Long. Gradient địa nhiệt trung bình $3,59^0$C /100 m. Đặc biệt có sự khác biệt giữa địa nhiệt của trầm tích Miocen và Oligoxen. Phần phía Nam bồn Nam Côn Sơn phát triển trầm tích cacbonat bởi vậy độ dẫn nhiệt giảm.

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng chế độ địa nhiệt của bồn Sông Hồng thích hợp với quá trình tạo khí, bồn Nam Côn Sơn, Cửu Long thích hợp cho quá trình tạo dầu. Chi tiết, từ các đường đẳng trị 150^0C, 165^0C và 220^0C xác định được vùng thành tạo dầu, vùng thành tạo khí và vùng chưa trưởng thành.

Bảng 3.7. Các thông số bất thường địa nhiệt trên thềm lục địa Việt Nam

Bồn trầm tích	Độ dẫn nhiệt (W/mK)			Gradient địa nhiệt (^{0}C/100)			Dòng nhiệt (mW/m^2)		
	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình
Sông Hồng	2.64	3.27	3.37	2.93	4.24	3.59	100	140	119
Nam Côn Sơn	2.28	4.13	2.67	2.60	4.15	3.59	50	110	80
Cửu Long	1.77	2.61	2.28	2.26	3.35	2.87	45	85	64

Các kết quả nghiên cứu địa nhiệt của ba bồn Sông Hồng, Cửu Long và Nam Côn Sơn thể hiện mối liên quan của chế độ địa nhiệt với các cấu trúc không gian, phá huỷ kiến tạo, hoạt động macma, thành phần đá và mức độ biến dạng của chúng (bảng3.7).

2. Trường địa nhiệt trên Biển Đông

Trường địa nhiệt trên vùng Biển Đông được nghiên cứu chậm và có ít kết quả khảo sát hơn so với các trường địa vật lý khác. Đi đầu trong hướng nghiên cứu dòng nhiệt trên vùng Biển Đông là các nhà nghiên cứu của Trung Quốc, Mỹ và Nga.

Việc nghiên cứu dòng nhiệt tại Biển Đông được tiến hành trong phạm vi 4^{0}N đến 25^{0}N và 104^{0}E đến 125^{0}E, tuy nhiên các nghiên cứu không đều và chưa đầy đủ. Nguồn tư liệu chủ yếu là số liệu xác định trực tiếp thông số này vào các thời điểm khác nhau và tính toán chúng theo số liệu khoan thăm dò trong tầng trầm tích của thềm và sườn lục địa. Số liệu chủ yếu được sử dụng ở đây được thu thập từ một số nguồn đã công bố và một số tư liệu thực tế chưa công bố. Một phần số liệu tại miền tây Biển Đông do một số các cơ quan tiến hành như Viện núi lửa, Viện Hải dương học, Viện Địa vật lý và Địa chất biển của Phân viện Viễn đông, Viện hàn lâm khoa học Liên Xô, Viện Địa chất thuộc Bộ Địa chất và Khoáng sản Trung Quốc.

Nhìn chung Biển Đông là vùng có hoạt động địa nhiệt gia tăng. Sự phân bố dòng nhiệt trong khu vực không đồng nhất, nhất là tại những hố sâu. Giá trị của thông số này đạt cao nhất tại phần Tây và Tây Nam và tạo nên bất thường phức tạp được bao bọc bởi đường đẳng trị 2 "đơn vị dòng nhiệt" (ĐVDN), (1ĐVDN= 41,87mW/m^2). Phần tiếp giáp với máng Philippin và quần đảo Palawan, được đặc trưng bởi giá trị giảm của dòng nhiệt đến 1 – 0,5 ĐVDN. Từ phía Tây hướng về đây có 3 dải bất thường gia tăng dòng nhiệt, một trong số đó bao trùm vùng thềm và vùng sườn lục địa Trung Quốc tới đảo Hải Nam (19 - 20^0 N). Dải thứ hai kéo dọc theo sống núi ngầm Scabôrô (15^0 - 17^{0}N) và dải thứ ba vươn theo dải 12^0 - 13^{0}N. Trong phạm vi của các bất thường trên, giá trị dòng nhiệt đạt tới 2 - 2,5 ĐVDN. Giá trị cực đại của dòng nhiệt tập trung vào phần Tây Nam và đạt tới 3,5 ĐVDN.

Ở vùng chuyển tiếp từ hẻm sâu tới thềm lục địa nói chung dòng nhiệt tăng từ từ trong phạm vi 1,5 - 2 ĐVDN, vào vùng thềm lục địa giá trị dòng nhiệt giảm đến 1- 1,5 ĐVDN. Trên phông này cũng tách ra được vài vùng có bất thường dòng nhiệt. Tất cả các bất thường này nằm ở phạm vi thềm lục địa Sunda và vùng Tây Bắc của đảo Kalimantan. Một trong những vùng bất thường lớn hơn cả nằm giữa đảo Natuna và bờ phía tây của đảo Kalimantan, chiếm cả vùng thềm lục địa và sườn của vùng biển này và vươn tới bể trầm tích Xarawak và đông Natuna. Giá trị dòng nhiệt ở đây đạt tới 3- 3,5 ĐVDN. Từ đây dọc theo rìa của thềm lục địa theo hướng kinh tuyến đến bờ biển Đông Nam bán đảo Đông Dương có một dải gia tăng dòng nhiệt. Trong phạm vi của đới này quan sát thấy hai khu vực bất thường. Một trong số chúng nằm giữa 6 - 7^0N, còn khu vực thứ hai thuộc về đảo núi lửa Cù lao Thu. Giá trị dòng nhiệt ở khu vực một đạt tới 3 ĐVDN còn khu vực hai là 8 ĐVDN. Còn một vùng có giá trị dòng nhiệt cao nằm trong phạm vi phần Đông Nam vịnh Thái Lan và phía tây đảo Natuna và thuộc bể trầm tích Kainôzôi. Giá trị dòng nhiệt ở đây đạt tới 2 - 3 ĐVDN. Về chế độ nhiệt độ trong bể trầm tích có thể đánh giá theo giá trị grad T, hoặc xác định trực tiếp trong các giếng khoan (bảng 3.8).

Trong phạm vi Biển Đông giá trị dòng nhiệt cao còn quan sát thấy ở phạm vi quần đảo Xulu và Xulaveexi. Giá trị tại đây đạt tới 1,5 - 2 ĐVDN. Cấu trúc trường nhiệt xác định bởi các bất thường có hướng Đông Nam - Tây Bắc tương quan với cấu trúc địa mạo của vịnh Bắc Bộ. Giá trị dòng nhiệt nhỏ (0,5 ĐVDN) đặc trưng bởi phần Tây Nam của biển Xulaveexi. Các dải bất thường hẹp có giá trị cao vươn theo hướng kinh tuyến từ cuối đảo Luzon đến bờ đông của đảo Đài Loan. Trong phạm vi vùng này giá trị dòng nhiệt đạt tới 10 ĐVDN. Nói chung sự phân bố dòng nhiệt có sự phụ thuộc rõ ràng tới kiến tạo địa mạo của vùng. Giá trị cao tương quan với cấu trúc Kainozoi dãn (vùng sâu, vịnh Rifto) và với vùng hoạt động kiến tạo hiện đại có sự xuất hiện núi lửa.

Trên khu vực thềm lục địa Việt Nam một điểm đáng chú ý là quan sát thấy bất thường dòng nhiệt dọc theo đứt gãy kinh tuyến 109^0E. Tại đây giá trị đạt tới ≈ 10 ĐVDN. Bất thường này nằm ở phía Nam của lãnh thổ Việt Nam và nằm ở phần cuối của hệ thống đứt gãy sâu 109^0E.

Rõ ràng hệ thống đứt gãy sâu này hoạt động đến đáy tầng trầm tích Kainozoi, còn ở một số hệ thống đứt gãy khác chưa quan sát được bất thường địa nhiệt có thể là do mức độ hoạt động của các hệ thống đứt gãy chưa đạt tới tầng trầm tích trên.

Do tài liệu chưa đầy đủ nên sự phân bố dòng nhiệt tại vịnh Bắc Bộ và phía Nam đảo Hải Nam còn sơ sài. Những số liệu hiện có chưa phản ánh đầy đủ hoạt động hiện đại của vỏ trái đất tại đây, đặc biệt nếu đem đối sánh với hoạt động địa chấn của khu vực này. Tuy nhiên, những số liệu sơ lược về phân bố dòng nhiệt trên Biển Đông cho thấy sự phù hợp và mức độ liên quan với các trường địa vật lý khác như địa từ, địa chấn, trọng lực và có chung những nguồn chính là cấu trúc

đứt gãy của vỏ trái đất và các hoạt động macma và núi lửa dọc theo các hệ đứt gãy sâu.

Số liệu khảo sát địa nhiệt trên các vùng trung tâm, phía bắc và Tây Nam của Biển Đông theo các tuyến chi tiết cũng như hàng trăm trạm đo bổ sung đã được liên kết xử lý, xây dựng thành những mặt cắt và tiến hành so sánh với số liệu bất thường từ trên vùng biển (Qiang Yipeng, 1990). Sự so sánh này cho kết quả phù hợp giữa hai nguồn số liệu về đặc điểm hình thành cấu trúc và tuổi hình thành vỏ trái đất trên Biển Đông. Căn cứ vào số liệu dòng nhiệt thực tế và những mô hình tiến triển của vỏ trái đất đã tái lập được khoảng thời gian tiến hoá về địa nhiệt đó cũng là khoảng thời gian tồn tại của vỏ quả đất.

Bảng 3.8. Grad T và nhiệt độ tầng trầm tích Biển Đông

Lưu vực	Grad T (^{0}C/100 m)	Nhiệt độ (^{0}C)	Độ sâu xác định nhiệt độ (m)
Thái Lan	4,5 - 7,3	176	3200
Malaixia	3,5 - 5,5	150	2135
Tây Natuna	3,4 - 5,2	-	-
Xaravak phần Tây (Đông Natuna)	3,2 - 6,4	150	2100 - 2450
Phần Đông Balixan	4,2	-	-
Trung tâm Lucônhia	3,7 - 5,6	-	-
Châu thổ Baram	2,6	-	-
Trũng Hà Nội	2,8 - 4,1	60 - 80	800 - 1400
Trũng Cửu Long		90 - 135	1500 - 3250
Nam Côn Sơn		135 - 180	2500 - 400

Theo những kết quả khảo sát toàn Biển Đông có thể chia ra 5 vùng địa nhiệt khác nhau (bảng 3.9).

- Vùng dòng nhiệt thấp là dải ven Palawan và Manila (Philippine) giá trị trung bình ở ven biển Palawan 47,46 mW/m^2/s, ở ven biển vùng Manila = 38,22 mW/m^2/s. Chỉ có một trạm ở đây có giá trị cao là 121,8 mW/m^2/s (15^{0}20'N và 119^{0}30'E).

Bảng 3.9

Vùng	Giá trị trung bình dòng nhiệt mW/m^2/s	Tuổi xác định địa nhiệt (triệu năm)	Tuổi xác định theo bất thường từ tuyến tính (triệu năm)
Phần phía Bắc	89,46	22	32
Phần Trung tâm	100,38	17	17
Phần Tây Nam	108,36	15	15

- Vùng giá trị dòng nhiệt cao là Tây Nam của trũng lòng chảo Biển Đông (từ 88,2 mW/m^2/s đến 152 mW/m^2/s).
- Vùng có dòng nhiệt khá cao ở trung tâm Biển Đông (từ 80,2 đến 111,3 mW/m^2/s) giá trị trung bình ≈ 100 mW/m^2/s.
- Vùng có dòng nhiệt tương đối cao ở phía bắc Biển Đông giá trị trung bình từ 75,6 đến 103,32 mW/m^2/s.
- Vùng có dòng nhiệt trung bình trên vùng sườn lục địa phía Bắc Biển Đông. Giá trị trung bình là 81,8 mW/m^2/s.

VI. BẢN CHẤT ĐỊA CHẤT CỦA CÁC BẤT THƯỜNG TRỌNG LỰC VÀ TỪ

Việc xác định bản chất của các bất thường trọng lực và từ được thực hiện trên cơ sở tổng hợp và đối sánh các nguồn tài liệu địa chấn, khoan và các số liệu địa chất, địa nhiệt có được trên các vùng và các khu vực khác nhau. Ngoài ra còn liên kết với những số liệu vùng ven biển và đất liền. Ở đây cũng sử dụng những kết quả phân tích xử lý trong các công trình nghiên cứu gần đây và số liệu mật độ ở các giếng khoan vùng Tây Lôi Châu của Trung Quốc và trên vịnh Bắc Bộ.

1. Mối liên quan giữa trường từ và trọng lực với các ranh giới địa chất

a. Các bất thường trọng lực

Trên các mặt cắt theo tài liệu địa chấn thăm dò ở vùng bồn trũng trầm tích cũng như trên các dải nâng ta thấy đường cong bất thường Bughe và các ranh giới trong tầng trầm tích Kainozoi không biểu hiện sự liên kết chặt chẽ và đồng nhất.

- Hầu như ở mọi nơi bất thường Bughe không liên quan với các ranh giới nằm phía trên móng âm học.

- Bất thường Bughe chỉ liên quan với các móng âm học trên từng khu vực cụ thể. Mối quan hệ giữa 2 yếu tố này rất biến động. Ở các trung tâm của các trũng như Sông Hồng, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Quảng Đà và vịnh Thái Lan mối quan hệ khá rõ và thuận. Trên một số khu vực rìa vùng trũng và dải nâng thường thấy 2 trường hợp quan hệ phổ biến là tương xứng giữa 2 yếu tố và đối nghịch giữa chúng. Quan hệ đối nghịch này thấy ở dải nâng Natuna, sườn Đông Bắc, ở trũng Quảng Đà và ở trũng Phú Khánh... trong những trường hợp có quan hệ đối nghịch, bên dưới móng âm học có sự oằn võng mạnh của ranh giới mật độ khác. Như vậy bất thường Bughe có nguồn mạnh nằm ở tầng sâu hơn móng âm học.

- Các bất thường khu vực trọng lực có hình dạng và kích thước thay đổi dần qua những phép biến đổi khác nhau. Càng nâng lên cao kích thước bất thường lớn dần và các bất thường nhỏ bị triệt tiêu. Ở trung tâm các vùng trũng trước đó là những

bất thường âm tương đối, bây giờ xuất hiện các bất thường dương bình ổn (nâng 20km và cao hơn nữa). Mối quan hệ của các đường cong biến đổi với các ranh giới trong tầng Kainozoi càng yếu đi. Như vậy từ độ cao 10km bất thường trọng lực khu vực liên quan nhiều hơn với các ranh giới sâu và các yếu tố cấu trúc sâu của vỏ trái đất và manti thượng.

- Các bất thường trọng lực địa phương liên quan chủ yếu với các phân dị cấu trúc bậc 2 và bậc 3 trong tầng trầm tích Kainozoi. Sự phân bố các bất thường thành những dải thường trùng với các dải cấu trúc âm và dương địa phương trong các bồn trũng trầm tích khác nhau. Bán kính trung bình càng nhỏ thì các bất thường địa phương càng phân dị và liên quan với các biến đổi cục bộ nhỏ hơn ở phần trên lát cắt. Yếu tố cấu trúc chủ yếu chi phối sự phân dị các bất thường địa phương là mặt móng âm học với các thể cấu trúc liên quan với nó.

- Các cực đại gradien hoàn toàn phù hợp với các đường đứt gãy sâu và khu vực. Những cực đại chủ yếu và đơn độc (không nối thành các dải dài) phản ánh những phá huỷ kiến tạo nhỏ hoặc những ranh giới bất đồng nhất thành phần đất đá. Trên một số tuyến giữa đứt gãy trong tầng Kainozoi và cực đại gradien bị xê dịch khá lớn. Trong trường hợp này, rõ ràng mặt đứt gãy cắm nghiêng về phía gradien phản ánh cả phần hiệu ứng của chênh lệch mật độ ở dưới sâu.

b. Các bất thường từ

Trên nhiều mặt cắt đường cong ΔTa ít liên quan nhất với các ranh giới trong tầng trầm tích Đệ Tam, kể cả với ranh giới móng âm học. Trên rất ít đoạn ngắn có sự phù hợp nào đó với bất thường ΔTa nhỏ, có lẽ là sự liên quan gián tiếp.

- Kết quả đối sánh trên các vùng cho thấy tầng trầm tích ở các vùng trũng không phải là nguồn gây nên các bất thường từ. Các bất thường từ ΔTa có một "móng từ" nào đó khá phân dị và biến động giữa các vùng khác nhau. Ở vùng vịnh Bắc Bộ đó là các đới rìa và thành của trũng ở đó móng kết tinh gồm các đá có từ tính nằm không sâu và dọc các đứt gãy sâu sông Hồng, sông Chảy, sông Lô, có các thành tạo xâm nhập lên tới lớp trầm tích Kainozoi. Ở thềm lục địa miền Trung là các thành tạo xâm nhập và núi lửa dọc đới đứt gãy sâu hướng kinh tuyến và móng kết tinh nâng dọc đới bờ biển. Ở vùng lục địa Đông Nam và vịnh Thái Lan móng từ hình thành chủ yếu do móng kết tinh nâng lên cao ở rìa các trũng và ở trên dải nâng Natuna và Côn Sơn, các thành tạo núi lửa và xâm nhập sâu từ dưới theo các đường đứt gãy xuyên qua móng âm học lên tận phần dưới của tầng trầm tích Đệ Tam. Những cấu trúc này trên các mặt cắt địa chấn cũng đều thể hiện rõ.

- Các bất thường khu vực của trường ΔTa thể hiện chủ yếu hiệu ứng tổng thể của những khối vật chất ở dưới sâu là Kainozoi. Còn phần hiệu ứng cục bộ và biến động của Kainozoi thì bị yếu (bị lọc đi) nhiều. Trên một số bất thường cụ thể ở phần Đông Nam hoặc ở ven biển miền Trung đó là mặt móng kết tinh dọc các đới rìa của trũng hoặc trên các dải nâng. Trên một số bất thường khác đó là những

khối lớn hoặc một nhóm những thành tạo xâm nhập và núi lửa nằm ở dưới độ sâu lớn. Theo mọi dự đoán, ở các bồn trũng, mặt Conrad có lẽ không còn có hiệu ứng từ nữa vì nó nằm sâu hơn mặt Quyri (16- 18km).

- Bức tranh bất thường địa phương của ΔTa ở một số khu vực cho thấy rõ nó phản ánh phần biến đổi cục bộ của phần trên của lát cắt, chủ yếu là các dạng phun trào nhỏ theo các hệ đứt gãy sâu và khu vực, các miệng núi lửa chìm. Những dải bất thường địa phương dạng dây xích thường trùng với các đường đứt gãy khu vực và trùng với mặt trên cùng của đứt gãy. Trong khi đó dải gradien cực đại trọng lực xê dịch về phía cắm sâu của mặt đứt gãy (Bùi Công Quế, 1987). Đương nhiên, bức tranh này hoàn toàn không đơn giản. Bản thân các bất thường ΔTa cũng sẽ bị xê dịch đi do hiện tượng từ hoá nghiêng. Do đó trong những trường hợp này việc minh giải định lượng các bất thường từ là rất phức tạp nhưng cần thiết để có những đánh giá bán định lượng về thông số nguồn của các bất thường.

2. Minh giải địa chất các bất thường từ ΔTa

Khi chọn các bất thường từ và áp dụng các phương pháp minh giải địa chất để xác định các thông số vật thể địa chất gây nên bất thường, trước hết phải đánh giá được trạng thái từ hoá của vật thể thông qua các bất thường quan sát trên mặt. Vùng thềm lục địa phía Nam thuộc vùng gần xích đạo với các đường sức của trường từ gần như nằm ngang, do đó $\Delta T \cong \Delta H$, mặt khác hiện tượng từ hoá nghiêng khá phổ biến đòi hỏi phải xác định được góc từ hoá của vật thể địa chất trên mỗi khu vực cụ thể.

Hệ phương pháp lựa chọn và phân tích các bất thường từ bao gồm những bước sau:

Khảo sát đánh giá sự phân bố đường cong ΔTa trên mô hình thực nghiệm làm cơ sở xác định góc từ hoá theo đường cong ΔTa. Bài toán lập mô hình được giải cho các vật thể hình quả cầu và trụ tròn nằm ngang cho những góc từ hoá nằm nghiêng cho trước.

Đưa các bất thường từ cụ thể vào phân tích đối sánh với các đường cong dựng được, trên cơ sở đó xác định góc từ hoá của chúng.

Tiến hành hiệu chỉnh từ hoá nghiêng, đưa về trạng thái từ hoá thẳng đứng ($J = 90^0$) hoặc từ hoá nằm ngang ($J = 0$) rồi áp dụng những phương pháp minh giải tương ứng.

Sau đây là kết quả phân tích theo từng bước đã nêu:

- Theo phương Bắc- Nam góc từ hoá $J = 0$, đường cong ΔTa phân bố thành 3 vùng rõ rệt: bất thường dương ở phía trên vật thể, hai bên là 2 bất thường âm.
- Để áp dụng phương pháp đồ thị theo mô hình hoá, trước hết phân tích từng bất thường, phân nhóm theo các trạng thái từ hoá nghiêng của vật thể, xác

định cụ thể góc từ hoá, nếu góc từ hoá $\leq 30^0$ dùng các biểu thức minh giải cho vật thể từ hoá ngang, nếu $I \geq 60^0$ dùng biểu thức của vật thể từ hoá thẳng đứng.

- Trường hợp vật thể có góc từ hoá từ 30 đến 60^0 phải sử dụng những phương pháp tính theo các điểm đặc trưng, các trường hợp này kết quả có độ tin cậy kém .

Một số kết quả xác định độ sâu theo các bất thường từ vùng biển phía nam Việt Nam được mô tả ở bảng 3.10.

Bảng 3.10. Kết quả xác định độ sâu theo các bất thường từ vùng biển nam Việt Nam

Số thứ tự bất thường	Tọa độ		h (km)	Độ sâu lớp phủ (km)	Biên độ bất thường (nT)
Ia	70 5- N	1050 8' E	7,5	3 – 7	200
Ib	70 30- N	1040 40'E	7,5	3 - 7	240
II	70 15- N	1040 25'E	7,0	3 - 7	340
III	80 N	1040 15'E	2,2	1	280
IX	90N	1030 10'E	2,5-3	> 1	130
XII	60 40- N	1060 E	12		190
XIV	70 50- N	1060 E	12		180
XV	70 10' N	1060 20'E	5		124
XXII	80 10' N	1070E	15	> 6	300
XXIII	90 N	1070 8'E	1,8		266
XXIV	8015' N	1070 45'E	12-15		150
XXV	80 50' N	1070 40'E	5		380

Một số nhận định về kết quả minh giải :

- Trong vùng nghiên cứu các bất thường có góc từ hoá rất khác nhau, phổ biến là các nhóm bất thường có góc từ hoá $\leq 30^0$, sau đó là nhóm các bất thường có góc từ hoá $\geq 60^0$. Đặc điểm này cho phép nhận định rằng các vật gây bất thường được từ hoá chủ yếu bởi từ trường hiện tại và các vật thể xuất hiện trong hoạt động xâm nhập phun trào của macma có thể cũng bị từ hoá nghiêng.

- Trong phạm vi vùng biển phía Đông Nam các vật thể gây bất thường từ có 2 dạng cấu trúc khá phổ biến: dạng ổ gần với hình dạng quả cầu hoặc hình trụ thẳng đứng và dạng hình trụ tròn nằm ngang. Đây cũng là dạng cấu trúc có thể có như các thể xâm nhập macma, thành tạo núi lửa, họng núi lửa ngầm, các đai mạch hình thành dọc các đường đứt gãy sâu và khu vực.

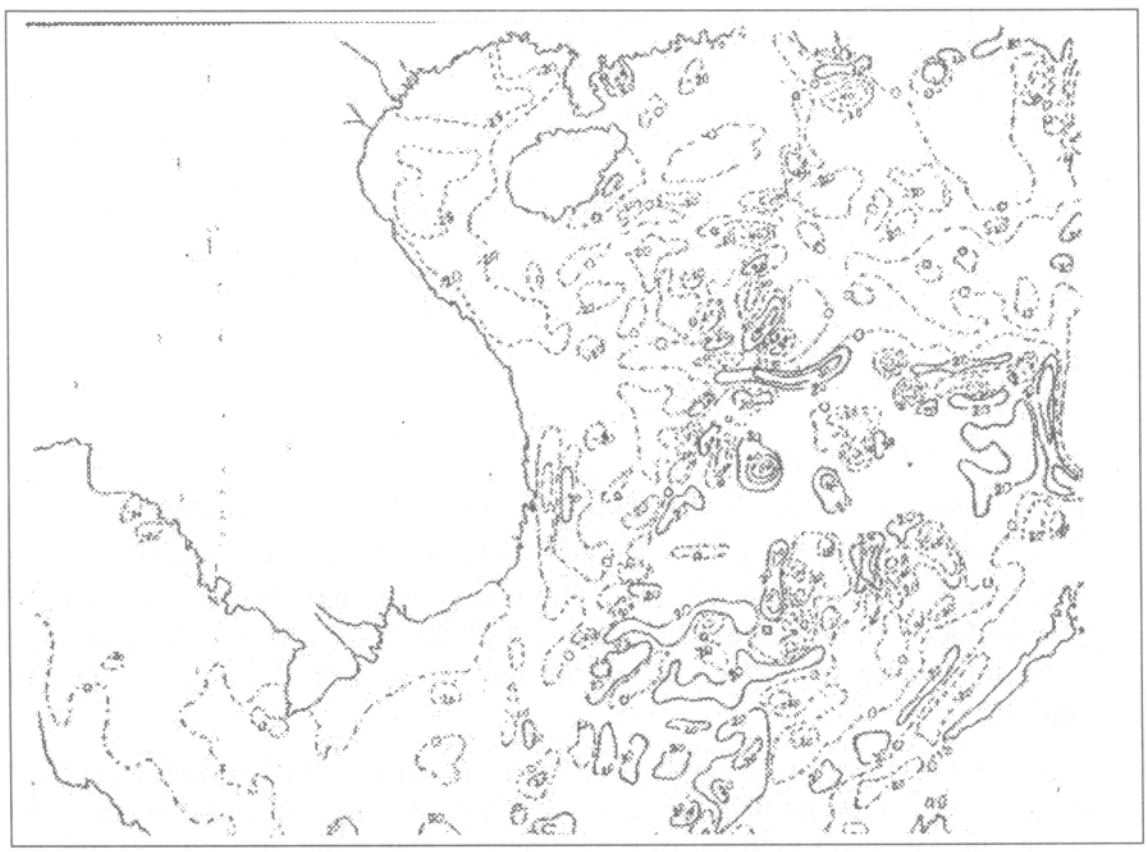
- Trong một số bất thường ở gần ven bờ vật thể gây bất thường có dạng vỉa

mỏng nằm ngang có độ sâu 2 -3 km đôi chỗ đạt 5 km, đây có thể là bazan dạng thấu kính hoặc những thành tạo núi lửa đã bị vùi lấp dưới các trầm tích hiện đại.

3. Về trạng thái cân bằng đẳng tĩnh vỏ trái đất

Để đánh giá trạng thái cân bằng đẳng tĩnh vỏ trái đất Biển Đông trong điều kiện chỉ có các tài liệu trọng lực, đã áp dụng phương pháp tính bất thường đẳng tĩnh theo sơ đồ của Graff- Hunter và tính bề dày lớp bù trừ đẳng tĩnh (Bùi Công Quế, 1983, 1990). Vì chưa có đủ cơ sở xác định tính chất tối ưu của bán kính san bằng địa hình đáy biển, cho nên đã căn cứ vào đặc điểm biến đổi địa hình đáy Biển Đông tương đối ổn định qua các bước san bằng để sử dụng bất thường Fai như là bất thường đẳng tĩnh đối với các vùng trên đại dương.

Tổng hợp và đối sánh các loại tài liệu trên đây dưới dạng những bản đồ tỷ lệ 1: 1.000.000 cho toàn Biển Đông có thể thấy đặc điểm về trạng thái cân bằng đẳng tĩnh (hình 3.10).



Hình 3.10. Sơ đồ phân bố các bất thường đẳng tĩnh trọng lực vùng Biển Đông.

Trên thềm lục địa Việt Nam, vùng vịnh Bắc Bộ có bức tranh trạng trái cân bằng khá phân dị. Đới trung tâm của vịnh Bắc Bộ và phần phía Bắc- Đông Bắc có mức độ bất cân bằng tương đối lớn. Trường bất thường đẳng tĩnh có dấu âm với trị số 20 ÷ 30 mgal, bề dày lớp bù trừ là 1.200 - 1.300m, chứng tỏ các hệ thống đứt gãy sâu đã tạo nên một cơ chế động và đưa các khối vỏ xê dịch đi khá lớn gây nên trạng thái bất cân bằng tương đối như trên thực tế.

Tại vùng thềm lục địa miền Trung, dọc theo hệ đứt gãy sâu kinh tuyến 109^0E ta thấy ở về 2 phía có các bất thường đẳng tĩnh trái dấu (-) và (+) với các dạng khối và biên độ ± 50, ± 60 mgal kéo dài liên tục từ phía nam đảo Hải Nam xuống hết phần thềm lục địa Đông Nam. Rõ ràng đây là một hệ đứt gãy sâu và hoạt động mạnh tạo nên sự chuyển dịch của các khối ở 2 phía làm xuất hiện những trạng thái bất cân bằng cục bộ như đã mô tả trên bản đồ các bất thường. Bề dày lớp bù trừ tính được dọc đới này ở cả 2 phía là từ -500 đến +500, +800m trên từng khối cụ thể.

- Ở vùng thềm lục địa Đông Nam có thể thấy trạng thái cân bằng khá tốt, các bất thường đẳng tĩnh có biên độ nhỏ, sự phân dị yếu, bình ổn, các giá trị bất thường không lớn, bề dày lớp bù trừ 200 - 400m.

- Vùng vịnh Thái Lan cũng có sự phân dị trạng thái cân bằng. Phần Tây Bắc sát đới bờ biển Campuchia và Thái Lan bất thường đẳng tĩnh có biên độ -20, -5 mgal. Ở vùng trung tâm và vùng Đông Nam bất thường lại yếu hơn và phân dị nhẹ.

Trên Biển Đông, dọc theo vùng trung tâm, các bất thường đẳng tĩnh không lớn và bình ổn với biên độ ± 50 mgl và đổi dấu nhẹ nhàng. Sự đổi dấu thường xảy ra qua các hệ đứt gãy chứng tỏ một trạng thái cân bằng chung khá tốt, song do các hệ đứt gãy đã làm xảy ra sự xê dịch và tạo nên trạng thái bất cân bằng cục bộ. Bề dày lớp bù trừ tính được không quá 500m.

Các vùng chuyển tiếp bao quanh vùng trung tâm có bức tranh bất thường đẳng tĩnh phức tạp và phân dị nhất. Ở phía thềm lục địa Trung Quốc các bất thường đẳng tĩnh có dấu âm, một số có biên độ ± 50mgl, bề dày lớp bù trừ lớn nhất là 1500m. Ở phần Đông Bắc có trạng thái bất cân bằng cao hơn với các bất thường ±70mgl và bề dày lớp bù trừ đạt 2.000m. Dọc theo đới đứt gãy sâu lớn hướng Đông Bắc, ở phía Nam và Đông Nam đảo Hải Nam có dấu bất thường đẳng tĩnh lớn dài hàng trăm km, biên độ + 80 mgal.

Trên vùng quần đảo Hoàng Sa các bất thường đẳng tĩnh có dấu âm dương xen kẽ, dạng khối tảng biên độ trung bình ± 50mgal. Ở vùng đảo ngầm Macclesfield có các bất thường đẳng tĩnh dương +70, +80 mgal, rõ ràng quần đảo này mới nâng lên còn chưa được bù trừ hết.

Quần đảo Trường Sa có các bất thường đẳng tĩnh hướng Đông- Đông Bắc biên độ khá lớn -50, -60 mgl, bề dày lớp bù trừ tính được đến 1200-1500m.

Dọc theo rãnh nước sâu phía bắc đảo Kalimantan và Palawan là các bất thường đẳng tĩnh có dấu âm có biên độ –60 mgal. Dọc đới này, do các đứt gãy khống chế và chi phối đã xuất hiện những chuyển động gây nên trạng thái bất cân bằng khá lớn.

Dọc theo đới đứt gãy sâu ven biển phía tây Philippin các bất thường đẳng tĩnh lớn hơn cả, đạt ±80 mgal, bề dày lớp bù trừ từ 1.500 – 2.000m.

Tóm lại, sự phân dị và chia cắt sâu vỏ trái đất ở vùng biển Đông bắc qua các hệ đứt gãy sâu đã là nguyên nhân của những xê dịch cục bộ và khu vực làm phân dị và tạo nên những bất thường của trạng thái đẳng tĩnh. Đặc điểm chung là trung tâm Biển Đông nằm trong trạng thái tương đối cân bằng đẳng tĩnh, những bất thường đẳng tĩnh cục bộ và phân dị, có biên độ lớn, ở các vùng rìa. Rõ ràng các chuyển động đẳng tĩnh phổ biến xảy ra dọc các hệ đứt gãy sâu trên các vùng rìa và sườn lục địa trên Biển Đông với mức độ phân dị khá lớn. Ở đây, tồn tại cả hai dạng bù trừ non và bù trừ già trên các vùng của Biển Đông.

VII. ĐẶC ĐIỂM CÁC RANH GIỚI CƠ BẢN TRONG VỎ TRÁI ĐẤT

Đặc điểm các ranh giới cơ bản trong vỏ trái đất trên thềm lục địa Việt Nam và Biển Đông được nêu trong một số công trình (Hồ Đắc Hoài, 1985; Bùi Công Quế, 1990, 1996, 1999, 2000; Wujimin, 1994; Lieng De hua, 1993; Kulinic, 1989;. Hayes, 1986; Rangin, 1986,1990; Watkins, 1994, Hinz, 1985,1996...

Phương pháp xác định địa hình bề mặt Moho trên Biển Đông chủ yếu dựa theo tài liệu trọng lực theo các bước như sau:

- Phần thềm lục địa và ven bờ xác định theo công thức tương quan của Andreev. Công thức này cũng đã được sử dụng để tính độ sâu bề mặt Moho trên phần đất liền và ven biển của Việt Nam và đã được xác minh trên cơ sở số liệu về độ sâu thực tế tại các trạm địa chấn ở Việt Nam và vùng Đông Nam lục địa Trung Quốc (Bùi Công Quế, 1990, 1996).

$$h_M = 30 - 0,1\Delta g_B$$

- Phần ngoài khơi bao gồm sườn lục địa và các trũng biển sâu kể cả phần trung tâm Biển Đông áp dụng công thức tương quan được xây dựng cho các vùng đại dương của Wollard và Strange (1962) như sau:

$$h_M = 32 - 0,08\Delta g_B$$

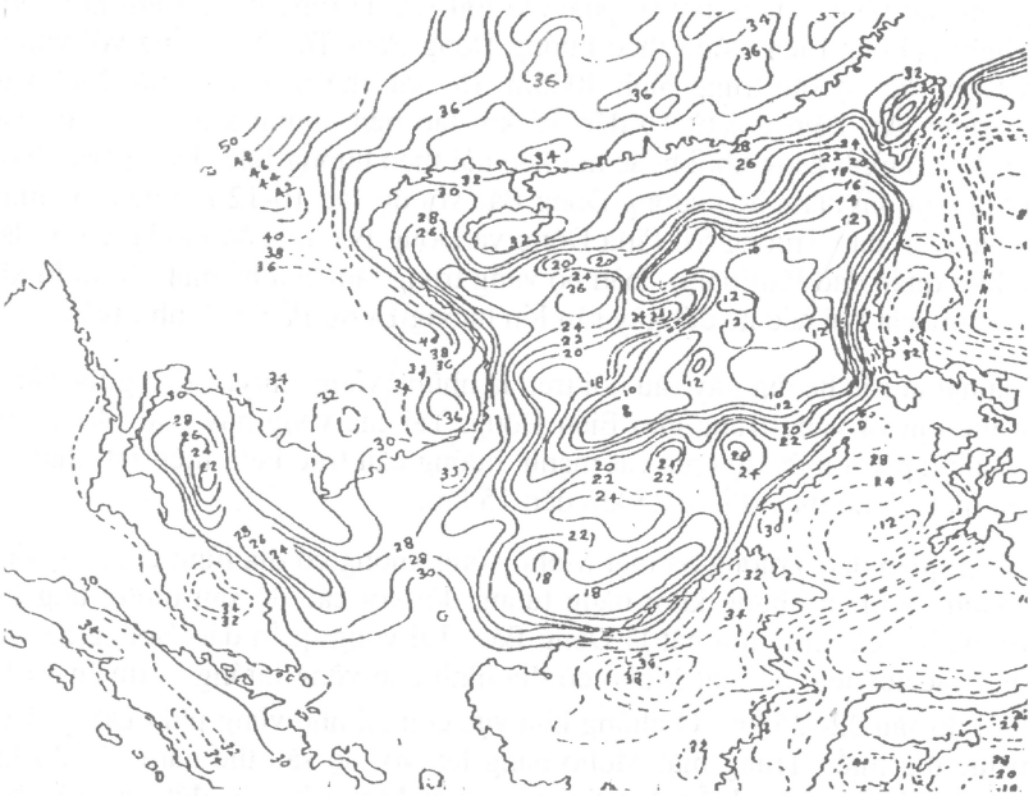
- Việc liên kết các kết quả tính theo 2 công thức trên theo mỗi tuyến được thực hiện trên cơ sở phương pháp lựa chọn và đối chiếu với địa hình mặt M trên phần đất liền Việt Nam. Δg_B là giá trị trọng lực Bughe được nâng lên độ cao 20 km.

Đối với mặt Conrad do tính chất biến động theo chiều ngang và thiếu số liệu chuẩn địa chấn không thể xây dựng được các phương trình hồi quy, đã áp dụng phương pháp Andreev và Tsuiboi (Bùi Công Quế, 1980) trên các mặt cắt liên kết với độ sâu mặt Conrad trên phần ven biển và đất liền.

1. Địa hình bề mặt Moho

Nét khái quát địa hình bề mặt Moho trên toàn Biển Đông là khá phân dị và nâng cao dần theo hướng đi từ các vùng rìa vào phần trung tâm. Hướng cấu trúc chủ đạo của bề mặt Moho là Đông Bắc- Tây Nam. Địa hình mặt Moho ở trạng thái chung là đối nghịch với địa hình đáy biển (hình 3.11).

Ở các vùng đáy biển của Việt Nam, Trung Quốc, Inđônêxia mặt Moho có độ sâu trung bình là 30km. Trong phạm vi các vùng thềm lục địa, địa hình mặt Moho biến đổi bình ổn, thay đổi độ sâu thế nằm từ 25 đến 30 km. Trên thềm lục địa Việt Nam ở khu vực vịnh Bắc Bộ mặt Moho tạo nên một dải nâng với 30 km độ sâu ở vùng rìa và 27 km độ sâu ở vùng trung tâm với hướng cấu trúc Tây Bắc-Đông Nam. Ở vịnh Thái Lan địa hình mặt Moho cũng có bức tranh cấu trúc và giá trị độ sâu tương tự. Trên thềm lục địa Đông Nam mặt Moho có địa hình phức tạp và phân dị hơn cả với độ sâu thế nằm biến đổi từ 25 đến 30 km. Bên dưới bồn trũng Cửu Long mặt Moho nâng lên, đạt độ sâu 28 km, bên dưới bồn trũng Nam Côn Sơn độ sâu mặt Moho 25-26 km, trong khi đó bên dưới dải nâng Côn Sơn mặt này võng xuống và có độ sâu 28-29 km. Cấu trúc mặt Moho ở vùng này đều có hướng Đông Bắc rõ nét.



Hình 3.11. Sơ đồ các đường đẳng sâu mặt Moho vùng Biển Đông và kế cận
(Theo Kulinic, 1989)

Dọc theo thềm lục địa miền Trung mặt Moho giảm độ sâu từ 30 km dọc đường bờ biển đến 22- 23 km ở phía ngoài đứt gãy 109^0E chỉ trên khoảng cách 25-30 km tạo nên một bờ vách dựng đứng của mặt Moho đổ về phía lục địa Công Tum, đối nghịch với đường vách bờ biển dựng đứng đổ ra phía biển. Đặc điểm cấu trúc tuyến tính của mặt Moho ở đây thể hiện rõ nhất với hướng kinh tuyến bị khống chế bởi hệ đứt gãy sâu kinh tuyến 109^0E.

Trên thềm lục địa phía Bắc và Tây Bắc các đảo Kalimantan và Palawan địa hình bề mặt Moho biến đổi mạnh về độ sâu trong giới hạn 20-25 km tạo nên một vách đứng chạy song song đường bờ biển. Song song với bờ biển đảo Kalimantan là một dải nâng hẹp của dải Moho với độ sâu trung bình 17-18 km. Tương ứng với dải nâng này ở phía trên là một rãnh sâu của địa hình đáy biển.

Thềm lục địa phía tây bờ biển Philippin đặc trưng bằng cấu trúc nâng nghiêng hẹp và kéo dài của mặt Moho về phía trung tâm Biển Đông với độ sâu trung bình 18-20 km. Đặc điểm cấu trúc tuyến tính hướng kinh tuyến và khá đơn giản này được tạo nên bởi ảnh hưởng mạnh mẽ của hệ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến ven biển phía tây Philippin. Đứt gẫy này có độ cắm sâu hàng trăm km và hoạt động kiến tạo tích cực với biểu hiện địa chấn rất mạnh mẽ.

Vùng trung tâm của Biển Đông có địa hình mặt Moho với cấu trúc đơn giản và nâng lên cao nhất. Vùng này có phạm vi lớn với bề rộng hàng trăm km kéo gần hết chiều dài của Biển Đông theo hướng Đông Bắc- Tây Nam ứng với vùng đáy Biển Đông có độ sâu trung bình 4000m. Độ sâu thế nằm của mặt Moho trong vùng trung tâm biến đổi từ 10 đến 15 km tạo nên những khu vực nâng và sụt tương đối có hình dạng khối hoặc hơi kéo dài theo hướng Bắc- Đông Bắc. Nổi bật ở đây là một dải nâng hẹp hướng Đông Bắc với độ sâu 10-12 km nằm ở phía Tây Bắc của quần đảo Trường Sa. Phía Đông và Đông Bắc mặt Moho lại chìm dần về phía dưới quần đảo Philippin. Toàn bộ vùng trung tâm của bề mặt Moho bị khống chế và chia cắt bởi các hệ đứt gãy sâu lớn hướng Đông Bắc và kinh tuyến.

Ở phía ngoài các hệ đứt gãy sâu nói trên là những vùng chuyển tiếp giữa các vùng thềm lục địa và vùng trung tâm Biển Đông. Tại các vùng này mặt Moho có cấu trúc phức tạp với mức độ chia cắt mạnh, hướng cấu trúc biểu hiện rất khác nhau, độ sâu mặt Moho thay đổi từ 25 km đến 15 km.

Tại vùng quần đảo Trường Sa mặt Moho võng xuống có địa hình chia cắt và biến đổi mạnh, tạo nên những khối nâng tương đối với các độ sâu tương ứng là 20-22km, hướng cấu trúc nổi bật là Đông Bắc. Tại vùng quần đảo Hoàng Sa và đảo ngầm Macclesfield bề mặt Moho có địa hình oằn võng hướng vĩ tuyến và Đông Bắc với độ sâu 22- 25 km. Ở những khu vực còn lại như vùng phía Đông Bắc của thềm lục địa miền Trung mặt Moho nâng lên với độ sâu thế nằm 17- 20 km, ở vùng biển phía bắc bờ biển đảo Palawan mặt Moho bị các đứt gãy sâu hướng Đông Bắc và vĩ tuyến chia cắt tạo nên những khối nâng có độ sâu 18-20 km.

2. Địa hình mặt Conrad

Mặt Conrad là ranh giới phân cách giữa lớp bazan ở phía dưới và lớp granít ở phía trên. Do tính chia cắt đứng của vỏ trái đất bởi các hệ đứt gãy sâu và qua nhiều thời kỳ hoạt động kiến tạo, bên trong vỏ trái đất xảy ra những biến đổi phức tạp về thành phần và cấu trúc của các lớp cơ bản và do đó ở nhiều nơi việc xác định ranh giới Conrad theo các tài liệu địa vật lý gặp nhiều khó khăn. Đặc biệt là trong hoàn cảnh có ít hoặc không có số liệu địa chấn sâu chính xác để làm cơ sở như ở vùng thềm lục địa nước ta và Biển Đông việc xác định địa hình ranh giới Conrad dù là bằng một phương pháp xử lý tài liệu trọng lực khá công phu cũng còn mang nhiều tính giả định. Tuy vậy hình ảnh định lượng hoá của bề mặt ranh giới này cũng có ý nghĩa nhất định để tìm hiểu những quy luật cấu trúc chính ở vùng nghiên cứu.

Mặt Conrad có cấu trúc phức tạp và phân dị mạnh hơn bề mặt Moho. Trên quy mô lớn cả hai mặt ranh giới này có tính kế tục và tương đồng nhưng trên những vùng cụ thể, có thể có cấu trúc đối nghịch hoặc khác hẳn nhau.

Dọc theo vùng ven biển Việt Nam mặt Conrad có độ sâu trung bình 12-14km và cấu trúc phân dị tạo nên những khối nâng và sụt có hình dạng kéo dài theo hướng kinh tuyến hoặc Tây Bắc - Đông Nam.

Dọc theo vùng trung tâm của vịnh Bắc Bộ mặt Conrad võng xuống đạt độ sâu 18-20 km, đối nghịch với địa hình nâng lên tương đối của mặt Moho với độ sâu 27 km. Như vậy ở vùng trung tâm Vịnh Bắc Bộ bề dày lớp bazan giảm mạnh, chỉ còn 7 km so với 14-15 km ở hai vùng rìa của vịnh. Việc giảm bề dày của lớp bazan và đặc biệt của lớp granit được bù trừ bằng tăng mạnh bề dày lớp trầm tích có thể tới 17 km.

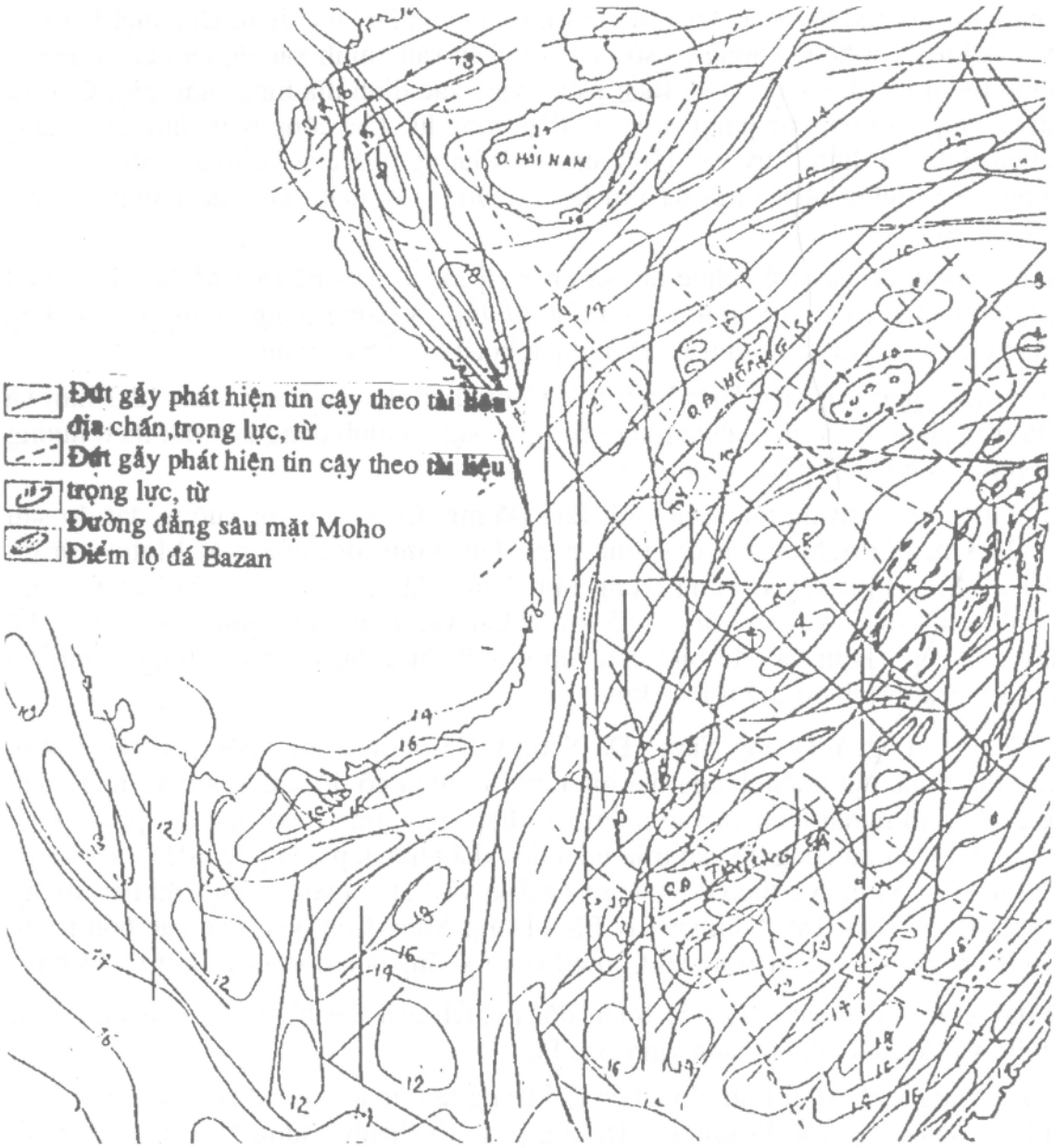
Ở vùng phía ngoài Quảng Nam - Đà Nẵng mặt Conrad võng xuống độ sâu 16km. Dọc thềm lục địa miền Trung địa hình mặt Conrad có độ sâu 14km và nâng dần về 2 phía, ra ngoài biển và vào thềm lục địa. Trên vùng thềm lục địa phía Đông Nam mặt Conrad cũng có cấu trúc biến đổi khá phức tạp, nâng lên đến các giá trị độ sâu 12- 13 km dọc theo đới nâng Côn Sơn và Natuna với hướng cấu trúc tương ứng là Đông Bắc- Tây Nam và Tây Bắc- Đông Nam. Còn bên dưới các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn mặt Conrad võng xuống đến độ sâu 16 km và 18 km.

Ở đây cũng quan sát thấy bức tranh đối nghịch của địa hình các mặt ranh giới Moho và Conrad như ở vùng vịnh Bắc Bộ.

Trong vùng vịnh Thái Lan, dọc theo đới trung tâm mặt Conrad có cấu trúc tuyến tính và oằn võng với độ sâu 16- 18 km, phân dị thành những khối nhỏ có hình dạng kéo dài theo phương Tây Bắc và kinh tuyến.

Ở vùng quần đảo Trường Sa mặt Conrad nâng lên và có cấu trúc phân dị tạo nên các khối nhỏ hướng Đông Bắc với độ sâu thế nằm 12 -14 km. Ở vùng quần đảo Hoàng Sa mặt Conrad cũng có địa hình nâng lên tương đối và hướng cấu trúc là vĩ tuyến. Dọc vùng sườn lục địa phía Đông Nam Việt Nam (bên ngoài thềm lục

địa miền Trung) mặt Conrad lại nâng lên dần dần đạt các giá trị độ sâu 14-12 km và nâng lên về phía trung tâm Biển Đông. Ở vùng trung tâm mặt Conrad có độ sâu từ 8 đến 6 km. Sơ đồ cấu trúc mặt Conrad vùng biển Việt Nam và kế cận được minh hoạ trên hình 3.12.



Hình 3.12. Sơ đồ cấu trúc mặt Corat vùng biển Viêt Nam và kế cận

3. Móng granit

Theo tài liệu địa chấn thăm dò, trọng lực và từ ta thấy mặt móng âm học trên thềm lục địa Việt Nam tương ứng với đáy của trầm tích Kainozoi võng khá sâu ở trung tâm các bồn trũng và nâng lên sát mặt đất ở các đới rìa. Phương pháp xây dựng các mặt cắt gradien chuẩn hoá toàn phần đã cho phép xác định các điểm đặc biệt trên toàn độ sâu của lát cắt vỏ trái đất. Số điểm đặc biệt xác định được trên mỗi mặt cắt khá nhiều và đủ để liên kết chúng với nhau thành những mặt ranh giới mật độ riêng biệt. Hầu hết các điểm đặc biệt ở phần trên vỏ trái đất liên quan với mặt móng âm học, và như thế cũng khẳng định đây là một trong những mặt ranh giới mật độ rõ rệt. Nhóm các điểm đặc biệt tiếp theo nằm sâu hơn mặt móng âm học và ở các khu vực trung tâm các vùng trũng đều đạt độ sâu cực đại so với các khu vực rìa. Về hình thái mặt ranh giới mật độ này có cấu trúc tương tự với mặt móng âm học và nằm sâu hơn từ 3 đến 5 km. Ở vịnh Bắc Bộ, trên các mặt cắt ta đều thấy rõ hình thái cấu trúc oằn võng về trung tâm và độ sâu cực đại của ranh giới này đạt 16- 17 km. Ở các khu vực rìa độ sâu của mặt này là 4- 6 km, có nơi còn lớn hơn.Trên các mặt cắt ở thềm lục địa phía Đông Nam đều liên kết được các điểm đặc biệt nằm sâu hơn ranh giới móng âm học. Ở bồn trũng Cửu Long ranh giới này đạt độ sâu cực đại 12 km, ở bồn trũng Nam Côn Sơn độ sâu cực đại là 15- 16 km. Ở vùng vịnh Thái Lan ranh giới này đạt độ sâu cực đại 16 km. Như vậy, nếu coi mặt ranh giới này là mặt móng kết tinh thì rõ ràng bề dày trầm tích các bồn trũng ở thềm lục địa Việt Nam là rất lớn. Hiện chưa có số liệu chuẩn xác nào khác về độ sâu bề mặt kết tinh ở các vùng này nhưng một số kết quả xác định độ sâu móng từ tính một số bất thường từ hoàn toàn trùng hợp với mặt ranh giới mật độ này. Một thực tế khác là độ sâu cực đại của mặt móng âm học trong phạm vi các vùng trũng luôn nhỏ hơn và ở đới trung tâm của các trũng đạt cực đại nhưng vẫn nhỏ hơn so với giá trị độ sâu cực đại của ranh giới này.

Tóm lại, tuy mới liên kết được các điểm đặc biệt trên các mặt cắt địa chấn - địa vật lí tổng hợp và còn mang tính chất giả định, song đây là những kết quả rất đáng quan tâm về độ sâu và hình thái cấu trúc của mặt móng kết tinh trên các vùng thềm lục địa Việt Nam. Với việc xuất hiện những tài liệu địa chấn mới hoặc các kết quả khoan sâu cần khai thác những thông tin cơ sở chính xác để tiến hành xử lý lại nâng cao độ chính xác của các bất thường trọng lực và từ về mặt ranh giới cơ bản này.

VIII. ĐẶC ĐIỂM CÁC HỆ THỐNG ĐỨT GÃY TRONG VỎ TRÁI ĐẤT

Trong các công trình của nhiều tác giả khác nhau, đã thể hiện khá rõ các hệ đứt gãy sâu chạy gần song song ven biển miền Trung, hệ đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy trên sườn Tây Nam vịnh Bắc Bộ, hệ đứt gãy hướng Đông Bắc trên thềm lục địa Đông Nam phân chia các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn với các vùng kế cận. Trên vùng Biển Đông cũng vạch ra các hệ đứt gãy sâu hướng Đông Bắc-Tây Nam, hướng kinh tuyến và một số tác giả đã dự đoán những hệ đứt gãy sâu

hướng Tây Bắc-Đông Nam cắt qua Biển Đông tới Philippin (hình 3.13).

Phương pháp xác định các hệ đứt gãy theo tài liệu địa vật lí là sử dụng tổng hợp các tiêu chuẩn và xác định mối quan hệ định lượng đã được áp dụng có kết quả trong các công trình nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ trái đất. Các đặc trưng cấu trúc của các hệ đứt gãy sâu được đánh giá theo phương pháp đồ thị logarit kép của Vasilop (1973) và phương pháp xác định góc cắm và biên độ đứt gãy của Chiapkin (1975). Trên cơ sở tổng hợp và phân tích khối lượng lớn các tài liệu địa vật lý và phương pháp tổng hợp theo các nguồn số liệu khác nhau, đặc biệt là xây dựng các bản đồ gradien ngang toàn phần của trường trọng lực, các sơ đồ đứt gãy cho các vùng thềm lục địa Việt Nam tỉ lệ 1: 500.000 và sơ đồ đứt gãy Biển Đông tỉ lệ 1: 1 000 000 đã được xây dựng (Bùi Công Quế, 2001).

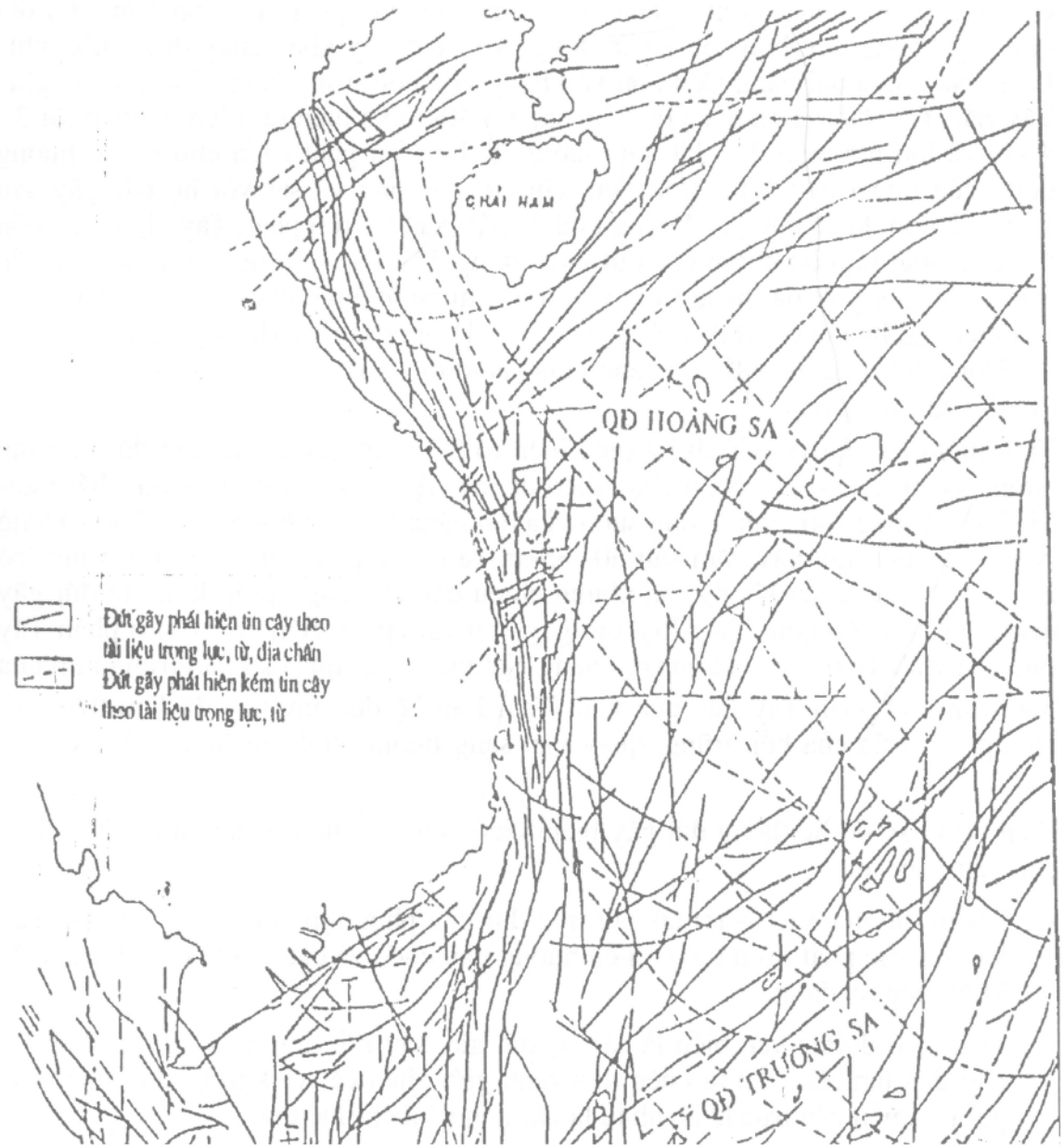
1. Đứt gãy trên thềm lục địa Việt Nam

Trên sơ đồ đứt gãy thềm lục địa Việt Nam ở khu vực vịnh Bắc Bộ đã thể hiện rõ rệt hệ đứt gãy sâu Sông Hồng, Sông Chảy chạy gần song song với nhau và với đường bờ biển Thanh Nghệ Tĩnh và Quãng Bình đến tận ngoài khơi vùng Đà Nẵng thì nhập vào hệ đứt gãy sâu ven biển miền Trung (hay đứt gãy kinh độ 109^0E). Hệ đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy là yếu tố cấu trúc chủ yếu khống chế sườn phía Tây Nam của bồn trầm tích lớn vịnh Bắc Bộ. Bên sườn phía Đông Bắc là đường đứt gãy sâu cũng phát triển từ vùng trũng Hà Nội, có lẽ là đứt gãy Vĩnh Ninh kéo dài tới khi gặp hệ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến đã nêu trên đây. Hệ đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy cắm về phía trục của bồn trũng và đứt gãy sâu Vĩnh Ninh ở sườn bên Đông Bắc thì cắm ngược lại, đây là những yếu tố chủ yếu gây nên sự sụt lún sâu và trầm tích dày của bồn trũng vịnh Bắc Bộ. Dọc theo bồn trũng còn có những đường đứt gãy hướng Tây Bắc - Đông Nam khác nữa chạy gần song song với các đứt gãy đã nêu.

Ở phía Bắc - Tây Bắc của vịnh Bắc Bộ lại có bức tranh đứt gãy khác hẳn. Các đứt gãy rẽ theo hướng vĩ tuyến và Đông Bắc. Có ít nhất ba đường đứt gãy song song với nhau chạy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam từ phía Bắc vịnh Bắc Bộ cắt qua các hệ đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy và Vĩnh Ninh. Ngoài những hệ Tây Bắc - Đông Nam và Đông Bắc - Tây Nam như ở phần Trung tâm cũng như phần Tây Nam vịnh Bắc Bộ ta còn thấy những đứt gãy khu vực có phương kinh tuyến khá rõ và có độ dài đáng kể. Theo kết quả đánh giá định lượng thì hệ đứt gãy Sông Hồng- Sông Chảy cắm sâu 30 - 35km. Hệ đứt gãy hướng Đông Bắc thể hiện yếu hơn và cắm sâu 10 - 12km, tức là tới lớp bazan.

Trên vùng thềm lục địa miền Trung hệ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến thể hiện bằng 3 đường gần song song nhau chạy từ phía nam đảo Hải Nam kéo dài theo kinh tuyến $109^030'$E xuống đến tận vùng ven biển Inđônêxia. Hệ này gồm nhiều đường đứt gãy sụt dần theo dạng bậc thang về phía Biển Đông, nhưng ở khu vực ven biển miền Trung thì mặt đứt gãy lại cắm về phía lục địa, tức là xuống dưới địa khối Kon Tum. Độ sâu của hệ đứt gãy rất lớn. Xác định theo cả 2 nguồn số liệu trọng lực và địa chấn đều cho thấy độ sâu 70 - 80 km và có thể còn lớn hơn.

Ở phần phía Bắc của thềm lục địa miền Trung có một hệ đứt gãy hướng Đông Bắc chạy thẳng vào đến phần đất liền, cắt qua hệ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến đã nêu tạo nên những dạng cấu trúc khối của vỏ trái đất. Hệ Đông Bắc này gồm các đứt gãy sâu và khu vực chạy gần song song và có độ sâu khá lớn, chúng phát triển với chiều dài hàng nghìn km bắt đầu từ vùng thềm lục địa Trung quốc phía đông đảo Hải Nam.



Hình 3.13. Sơ đồ đứt gãy vùng biển Việt Nam và kế cận

Ở phía Tây của hệ đứt gãy sâu 109^0E ta thấy biểu hiện của một số đứt gãy hướng Đông Nam, nhóm này gồm một số đứt gãy chạy song song nhưng cách xa nhau và có một vài đứt gãy cắt qua hệ kinh tuyến 109^0E chạy thẳng vào tới đường bờ ở khu vực Nha Trang và Cam Ranh.

Trên thềm lục địa Đông Nam thể hiện nổi bật hệ đứt gãy sâu hướng Đông Bắc. Hệ này có chiều dài từ hàng trăm đến gần 1.000km gồm đứt gãy song song và sát đường bờ biển từ Phan Rang tới mũi Cà Mau, phía sườn Tây Bắc của dải nâng Côn Sơn là một đứt gãy khác chạy suốt qua khu vực quần đảo Côn Sơn. Hai đứt gãy này khống chế bồn trũng Cửu long. Một đứt gãy khác chạy theo sườn phía Đông Nam của dải nâng Côn Sơn và khống chế bồn trũng Nam Côn Sơn về phía Tây Bắc. Các đứt gãy này có độ cắm sâu tới 40km và biên độ dịch chuyển tới 3 - 4 km và lớn hơn nữa. Hệ đứt gãy hướng kinh tuyến phát triển chủ yếu ở hướng đông của bồn trũng Nam Côn Sơn, chạy song song và sát với hệ đứt gãy sâu 109^0E. Nhóm khác cũng có hướng kinh tuyến phát triển ở phần Tây Nam của bồn trũng. Ngoài ra, còn nhóm các đứt gãy hướng Tây Bắc - Đông Nam cắt qua bồn trũng Cửu Long và dải nâng Côn Sơn, nhìn chung nhóm này có độ sâu không lớn và chiều dài hạn chế. Sự đan chéo của 3 hệ đứt gãy sâu và khu vực trên thềm lục địa Đông Nam tạo nên khung cảnh chia cắt khối rất rõ của bức tranh cấu trúc vỏ trái đất của vùng này.

Trên thềm lục địa vịnh Thái Lan thể hiện rõ 2 hệ đứt gãy chính. Hệ đứt gãy sâu hướng Đông Bắc - Tây Nam chạy theo đường trục của bồn trũng vịnh Thái Lan-Mã Lai và song song với đường sườn của dải nâng Natuna hướng Tây Bắc - Đông Nam. Các đứt gãy này cắm sâu 30- 35km và đổ về phía trục của bồn trũng, có biên độ dịch chuyển không lớn nhưng chiều dài tới hàng nghìn km. Hệ đứt gãy hướng kinh tuyến gồm hàng loạt đứt gãy khu vực, phát triển chủ yếu ở phần Tây Bắc của vịnh Thái Lan, cắt qua dải nâng Natuna và cắt qua cả phần trung tâm của bồn trũng. Ở phần Tây Bắc của vịnh Thái Lan hệ đứt gãy này đã làm thay đổi hướng cấu trúc của bồn trũng, quay dần sang hướng kinh tuyến và kéo về phía Bắc.

Trên cơ sở sơ đồ hệ thống đứt gãy biển Việt Nam, có thể rút ra những nhận định chủ yếu như sau:

- Thềm lục địa Việt Nam có cấu trúc đứt gãy phức tạp với những đứt gãy sâu và khu vực phát triển theo nhiều hướng đan chéo và cắt nhau tạo nên cấu trúc khối tảng đa dạng.
- Dọc theo đường ven biển là các hệ đứt gãy sâu nối tiếp từ phía vịnh Bắc Bộ cho đến tận Hà Tiên tạo nên một ranh giới phân cắt và khống chế mạnh mẽ giữa 2 miền cấu trúc khác nhau là đất liền và thềm lục địa.

  Hệ đứt gãy ven biển miền Trung là hệ đứt gãy sâu phát triển trên quy mô lớn cả về chiều dài, bề rộng cũng như chiều sâu. Hệ này tạo nên một chế độ địa động lực mạnh mẽ và ảnh hưởng tích cực trên cả vùng đất liền và thềm lục địa Việt Nam.

- Thềm lục địa Việt Nam có thể chia ra ít nhất 7 vùng có bức tranh cấu trúc đứt gãy khác nhau. Đó là vùng Tây Bắc vịnh Bắc Bộ, vùng Tây Nam vịnh Bắc Bộ, vùng phía bắc thềm lục địa miền Trung, thềm lục địa Trung Bộ, bồn trũng Cửu long và ven biển kế cận, bồn trũng Nam Côn Sơn và đải nâng Côn Sơn, thềm lục địa Đông Bắc vịnh Thái Lan.

2. Đứt gãy trên Biển Đông

Ngoài những hệ đứt gãy sâu trên thềm lục địa Việt Nam đã mô tả, trên toàn Biển Đông còn có nhiều hệ đứt gãy lớn. Có thể điểm qua một số nhóm chính như sau:

- Các hệ đứt gãy sâu hướng Đông Bắc là những hệ đứt gãy sâu lớn nhất, nổi rõ nhất và chi phối mạnh mẽ sự biến đổi kiến tạo của Biển Đông. Đó là hệ đứt gãy chạy dọc theo trục Biển Đông, hệ đứt gãy phân cách vùng trung tâm Biển Đông với các vùng chuyển tiếp phía Tây Bắc và phía Đông Nam. Hệ đứt gãy chạy từ phía Tây Bắc quần đảo Hoàng Sa về phía Đài Loan khống chế phía ngoài thềm lục địa Đông Nam Trung quốc. Hệ đứt gãy sâu chạy theo phía Tây Bắc quần đảo Trường Sa và hệ đứt gãy sâu chạy song song đường bờ biển các đảo Kalimanta và Palawan. Đây là các hệ đứt gãy sâu có chiều dài tới hàng nghìn km, độ cắm sâu lớn từ 60 - 70km đến hơn 100km. Dọc theo các hệ đứt gãy đều thấy có nhiều chấn tâm động đất lớn. Hướng cắm của các hệ đứt gãy này xác định được theo các tài liệu địa vật lý đều khá phù hợp với các cơ chế tách giãn và mở rộng đáy Biển Đông tạo nên các vùng nén ép ở các rìa Tây Bắc và Đông Nam.

Các hệ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến phân bố rải rác trên Biển Đông nhưng tập trung chủ yếu ở 2 vùng Việt Nam và Philippin. Hệ đứt gãy 109^0E ở ven biển Việt Nam đã được đề cập ở trên. Hệ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến ven biển phía Tây Philippin cũng có quy mô tương tự. Đặc biệt ở hệ đứt gãy sâu này tính địa chấn mạnh mẽ hơn nhiều và độ sâu của hệ đứt gãy này cũng rất lớn, cắm xiên về phía quần đảo Philippin tạo nên đới đứt gãy Benniop điển hình có tên là đới Benniop Manila.

Hệ đứt gãy sâu hướng Tây Bắc - Đông Nam. Hệ này gồm nhiều đứt gãy rời rạc cách nhau trên những khoảng rất lớn và cắt qua vùng trung tâm của Biển Đông. Biểu hiện của các đứt gãy này trên trường trọng lực khá rõ nhưng chúng luôn bị ảnh hưởng của hệ đứt gãy sâu hướng Đông Bắc quá nổi làm mờ đi đôi khi khó nhận biết. Tuy nhiên trên các tài liệu địa chấn, từ cũng đều thấy có những đứt gãy theo hướng này. Song, không có đứt gãy nào có chiều dài quá lớn và chạy xuyên suốt vào lục địa như trên một số sơ đồ của các tác giả chủ yếu dự đoán theo quy luật phát triển kiến tạo.

Nhóm các đứt gãy hướng vĩ tuyến thể hiện khá rõ ở phần phía Đông Bắc của Biển Đông và ở nửa phía đông phần tiếp giáp với thềm lục địa Philippin. Các đứt gãy nhóm này có chiều dài hạn chế nhưng biểu hiện khá rõ trên các bản đồ địa vật lý.

3. Đứt gãy trên vùng quần đảo Trường Sa

Hệ thống đứt gãy sâu và khu vực vùng quần đảo Trường Sa có thể chia thành 3 nhóm chính.

Nhóm đứt gãy hướng Đông Bắc - Tây Nam là nhóm nổi bật nhất trên bình đồ cấu trúc quần đảo và khu vực kế cận. Nhóm này gồm một số đứt gãy sâu và khu vực có độ dài hàng trăm km chạy xuyên suốt vùng quần đảo. Trong số này có hai đứt gãy khống chế vùng quần đảo từ hai phía Tây Bắc và Đông Nam, ranh giới phân cách vùng quần đảo với các vùng trũng lòng chảo trung tâm Biển Đông và máng biển Borneo - Palawan. Giữa 2 đứt gãy này là đứt gãy sâu khác chạy gần song song, tạo thành các dải địa hào hướng Đông Bắc trên mặt móng và đặc điểm phân bố bề dày các bể trầm tích trong vùng quần đảo.

Trên các mặt cắt vỏ trái đất cắt qua vùng quần đảo theo hướng Tây Bắc - Đông Nam ta thấy rõ hướng cắm và độ sâu của các đứt gãy này. Đây hầu hết là các đứt gãy xuyên cắt vỏ trái đất với manti thượng và có hướng cắm không giống nhau. Đứt gãy chạy theo rìa Tây Bắc cắm về hướng trục tách giãn Biển Đông. Đứt gãy rìa phía Đông Nam thì cắm về phía đảo Palawan. Các đứt gãy khác đều cắm theo các hướng như đã nêu với các góc cắm khác nhau, tạo nên bức tranh chia cắt vỏ trái đất ra nhiều khối có kích thước và hình dạng rất khác biệt và đa dạng.

Hệ thống đứt gãy hướng Đông Bắc được thể hiện rất rõ trên các bản đồ bất thường trọng lực như bản đồ Bughe, bản đồ bất thường địa phương và bản đồ gradien ngang. Trên các bản đồ này ta đều thấy nổi bật hướng Đông Bắc - Tây Nam và hình thành các dải bất thường hẹp và tuyến tính, có biên độ từ 5- 10 mgal đến hàng chục mgal. Trên các bản đồ từ cũng thể hiện rất rõ các dải bất thường cực đại và cực tiểu hẹp có dạng tuyến tính chạy theo chuỗi như các mắt xích liên tục theo đường đứt gãy. Ngoài ra nhóm đứt gãy này còn được thể hiện rõ trên bình đồ cấu trúc của tầng trầm tích, trên các mặt địa chấn sâu, nông và trên bản đồ địa hình của vùng quần đảo. Trên bản đồ này ta thấy rõ hướng của các đường đẳng sâu đáy biển là Đông Bắc - Tây Nam thể hiện áp đảo và hình dạng các đảo, các bãi ngầm đều kéo dài theo hướng trên.

Nhóm đứt gãy thứ 2 là các đứt gãy hướng Tây Bắc - Đông Nam. Nhóm này gồm các đứt gãy gần như thẳng góc với hệ đứt gãy hướng Đông Bắc như đã nêu ở trên. Một số đứt gãy có chiều dài qua hết bề rộng của Biển Đông từ thềm lục địa Việt Nam đến Palawan và Kalimantan. Trên các bản đồ trọng lực và từ cũng như bản đồ độ sâu ta thấy hệ đứt gãy này tuy không được đậm nét như hệ đứt gãy hướng Đông Bắc, song chúng làm xê dịch và gãy khúc các đường đồng mức một cách hệ thống và liên tục trên các khoảng cách rất lớn. Nhóm đứt gãy này có độ sâu xuyên vỏ trái đất và từng là các đứt gãy chuyển dịch, theo đó xảy ra quá trình tách giãn Biển Đông trong khoảng 20 - 30 triệu năm trở lại đây. Tuy nhiên, nhìn trên bản đồ cấu trúc của cả 2 hệ này ở vùng Trường Sa nói riêng và trên toàn Biển Đông nói chung, ta thấy rất rõ những xê dịch ngang của khối vỏ dọc theo hệ đứt gãy hướng Đông Bắc làm uốn cong và đứt đoạn các đứt gãy hướng Tây Bắc - Đông Nam.

Hệ đứt gãy thứ 3 quan sát được trong vùng quần đảo là các đứt gãy hướng kinh tuyến. Nhóm này gồm ít đứt gãy hơn, song chúng cũng có độ dài và độ sâu rất đáng kể nhất là 3 đứt gãy gần trùng với các kinh độ 111^0E, 114^0E, và 115^0E. Ba đứt gãy này thể hiện rất rõ trên bản đồ bất thường trọng lực, từ và trên bản đồ độ sâu đáy biển. Hai đứt gãy 114^0Evà 115^0E còn thể hiện rõ trên bản đồ chấn tâm động đất với những chấn tâm có độ sâu tới 60-70 km. Kết quả xác định cơ cấu chấn tiêu và ứng suất theo các đứt gãy này cho thấy dọc theo chúng có sự xê dịch ngang giữa các mảng vỏ theo hướng kinh tuyến và là đứt gãy thuận. Đứt gãy 114^0E còn là ranh giới phân chia vùng quần đảo ra 2 phần có đặc điểm cấu trúc và đặc trưng các trường địa vật lý rất khác biệt (Bùi Công Quế và n.n.k, 2000).

Đứt gãy sâu kinh độ 111^0E là ranh giới phía tây và Tây Nam vùng quần đảo phân cách nó với vùng sụt lún Phúc Tần - Tư Chính trên thềm lục địa Việt nam.

Tóm lại, trên toàn Biển Đông đã phát hiện đầy đủ và hệ thống lại thành 21 hệ đứt gãy với quy mô phát triển, mức độ hoạt động, độ sâu và biên độ dịch chuyển rất lớn.

Các đứt gãy sâu Biển Đông phát triển theo 4 hướng chủ yếu là Đông Bắc - Tây Nam, kinh tuyến, Tây Bắc - Đông Nam và vĩ tuyến với mật độ đứt gãy khá lớn tạo nên chế độ địa động lực tích cực và sự biến đổi mạnh mẽ cấu trúc vỏ quả đất của vùng biển này.

IX. CÁC KIỂU VỎ TRÁI ĐẤT VÀ MẶT CẮT CẤU TRÚC ĐẶC TRƯNG

Cơ sở tư liệu để phân tích và tổng hợp về cấu trúc của vỏ trái đất là toàn bộ kết quả xác định đặc điểm các bất thường trọng lực và từ, đặc điểm cấu trúc vỏ trái đất như cấu trúc tầng trầm tích, đặc điểm địa tầng Kainozoi, đặc điểm cấu trúc móng âm học (móng trước Kainozoi), đặc điểm cấu trúc các bề mặt ranh giới cơ bản như móng kết tinh, mặt Conrad, mặt Moho, đặc điểm phân bố bề dày lớp granit trong vỏ, cấu trúc của mạng lưới đứt gãy trong vỏ, đặc điểm địa động lực và địa chấn kiến tạo.

1. Các kiểu vỏ trái đất

Phương pháp phân chia các kiểu vỏ trái đất trên các vùng lục địa và đại dương, các vùng chuyển tiếp giữa lục địa và đại dương... đã được nghiên cứu xác lập trong các công trình của các nhà khoa học nổi tiếng của Nga và Hoa kỳ như Denmenixkaya, Gainanov, Stroev, Kulinic, Hayes, Taylor, Ludwig và nhiều người khác. Theo các tác giả nói trên vỏ trái đất được chia làm 4 kiểu đặc trưng cho các miền vỏ khác nhau trên mặt địa cầu là:

1. Vỏ trái đất kiểu lục địa đặc trưng bằng trường bất thường trọng lực âm với giá trị từ xấp xỉ 0 đến hàng trăm mgal, bất thường từ âm và phân dị mạnh, vỏ trái đất có bề dày từ 30km đến 60 - 70 km với đủ 3 lớp bên trong: trầm tích, granit và bazan.

2. Vỏ trái đất kiểu đại dương có bất thường trọng lực dương với trị số hàng trăm

mlgal, có bất thường từ dương, cường độ mạnh, phân dị thành từng cặp tuyến tính đối xứng... bề dày vỏ xấp xỉ 10km, cấu trúc bên trong gồm 1 lớp bazan là chính và lớp trầm tích rất mỏng phủ trên bề mặt.

3. Vỏ trái đất kiểu á lục địa, gần với kiểu vỏ lục địa có bề dày từ 20 - 30 km, cấu tạo bên trong gồm 3 lớp trong đó lớp bazan có bề dày lớn, lớp granít có bề dày nhỏ hơn, lớp trầm tích có bề dày lớn, cấu tạo phức tạp, phân dị, bất thường trọng lực có giá trị dương từ 0 đến +60, +70 mgal.

4. Vỏ trái đất kiểu á đại dương gần với kiểu vỏ đại dương có bề dày nhỏ, từ 10-20km, cấu tạo bên trong có lớp bazan bề dày lớn, lớp granit có bề dày nhỏ, giảm rất nhanh còn lớp trầm tích có bề dầy nhỏ, ổn định phân dị yếu. Bất thường trọng lực có giá trị dương và cường độ bất thường khá lớn.

Hai kiểu vỏ cuối cùng khá đặc trưng ở các vùng chuyển tiếp giữa lục địa sang đại dương như ở các biển rìa phía Tây Thái Bình Dương (Gainanov, 1974).

Căn cứ vào cơ sở tài liệu và kết quả xác định các đặc điểm bất thường địa vật lý và cấu trúc vỏ trái đất, theo các tiêu chuẩn như đã nêu, trên vùng biển Việt Nam và vùng Biển Đông kế cận đang tồn tại 4 kiểu vỏ trái đất đất như trên. Ranh giới của các vùng với những kiểu vỏ đã nêu được hoạch định khá rõ ngay trong các công trình của các tác giả Trung Quốc năm 1987 và Kulinhic năm 1989, (hình 3.15). Trong các nghiên cứu tiếp theo ở tỷ lệ lớn hơn và với những kết quả mới, có độ chính xác cao hơn, các vùng với các kiểu vỏ đặc trưng đã được phân chia khá cụ thể (Bùi Công Quế và n.n.k, 1996, 1999, 2000) (hình 3.14).

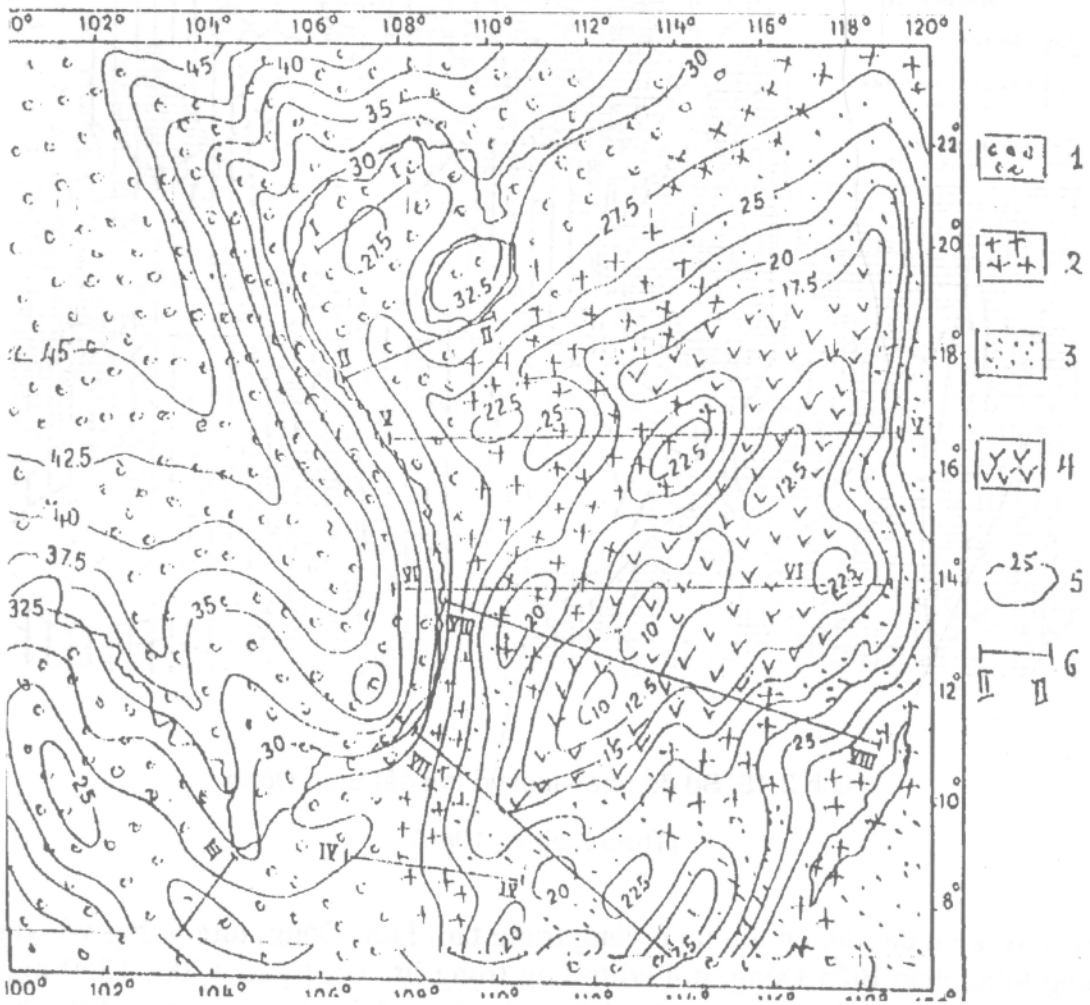
Vùng có kiểu vỏ lục địa bao gồm toàn bộ phần đất liền phát triển ra đến hết vùng thềm lục địa tự nhiên, đến vùng thềm có độ sâu 100 - 200mét nước. Ở đây, trên thềm lục địa vỏ có bề dày 26-30km với 3 lớp rõ rệt: trầm tích, granit và bazan, giá trị bất thường trọng lực xấp xỉ 0-30mgal, trường bất thường từ giá trị âm và phân dị tương đối yếu.

Vùng có kiểu vỏ á lục địa tiếp tục từ mép thềm lục địa tự nhiên kéo dài ra đến hết vùng có độ sâu 2000m ở phía Nam và Đông Nam và vùng có độ sâu 2500-3000m ở vùng biển bắc Trung Bộ, bao gồm cả vùng quần đảo Hoàng Sa và vùng đảo ngầm Macclesfield vốn được coi là các tiểu lục địa đã bị đẩy và ép sát vào nhau.

Vùng vỏ á lục địa ở vùng biển miền Trung khá hẹp và kéo dài theo đường đứt gãy 109^0E. Rõ ràng vùng vỏ trái đất kiểu á lục địa tương ứng với vùng sườn lục địa ở trên bề mặt. Cũng cần lưu ý là vùng đảo ngầm Macclesfield trong nhiều công trình nghiên cứu khác nhau đều thống nhất được xếp vào miền có kiểu vỏ á lục địa.

Vùng vỏ kiểu á đại dương bao quanh vùng vỏ á lục địa về phía đông và mở rộng đến hết vùng có độ sâu 3000-3500m ở vùng biển bắc Trung Bộ bao gồm dải rìa phía đông và Đông Bắc đảo ngầm Macclesfield, vùng phía Đông Bắc quần đảo

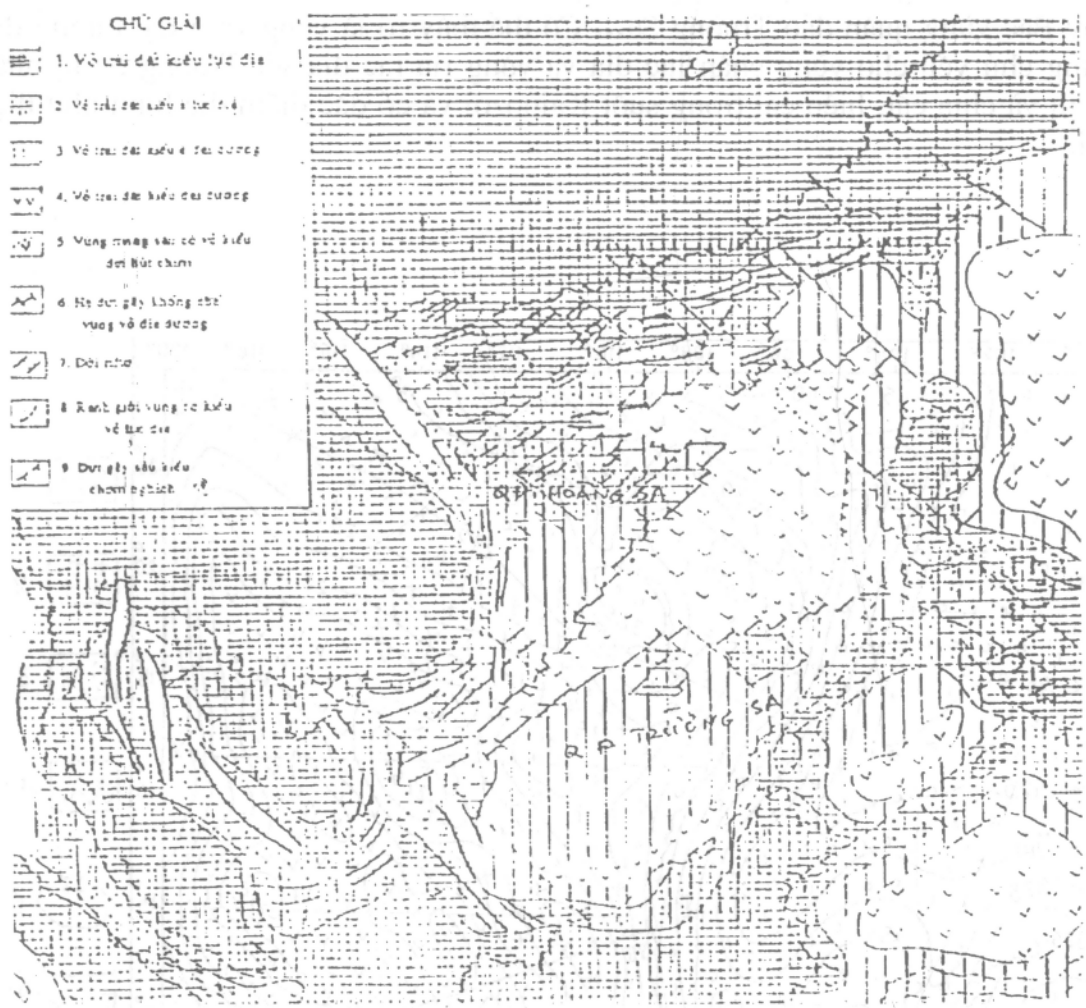
Hoàng Sa, vùng thềm lục địa ngầm (bị nhấn chìm) Phú Khánh, dải rìa phía Bắc - Tây Bắc vùng quần đảo Trường Sa... Có thể thấy rõ là vùng vỏ á đại dương đặc trưng chủ yếu cho vùng chân lục địa và vùng rìa lục địa sót Trường Sa bị nhận chìm và chia cắt, biến cải trong suốt Kainozoi và có đặc điểm địa hình như hiện đại.



Hình 3.14. Sơ đồ phân bố bề dày vỏ trái đất và phân vùng kiểu vỏ trái đất trên Biển Đông (Bùi Công Quế, 1999)

1. vỏ lục địa, 2. vỏ á lục địa, 3. vỏ á đại dương, 4. vỏ đại dương,

5. đường đẳng trị bề dày vỏ, 6. vị trí các mặt cấu trúc



Hình 3.15. Sơ đồ phân loại vỏ trái đất Biển Đông

(Theo Kulinic, 1989)

Vùng vỏ kiểu đại dương tồn tại ở vùng trung tâm Biển Đông, tương ứng với vùng trũng lòng chảo Biển Đông, nơi có trường trọng lực với trị số +300, +350 mgal, trường bất thường từ dương, tuyến tính, phân dị và đối xứng qua trục Biển Đông hướng Đông Bắc- Tây Nam. Vỏ trái đất ở đây có bề dày 10-12km kể cả lớp nước. Nếu loại trừ lớp nước biển nó chỉ còn 5-7 km với một lớp trầm tích 0,5- 1km trên bề mặt và lớp bazan ở phần dưới.

Phần trung tâm Biển Đông có kiểu vỏ đại dương được phân định khá tin cậy và giống nhau trong các công trình nghiên cứu của các tác giả Nga, Trung Quốc, Mỹ, và các nhà kiến tạo Việt Nam.

Sự phân định ranh giới giữa các vùng có kiểu vỏ khác nhau được thể hiện trên các mặt cắt tổng hợp cấu trúc vỏ trái đất và ở đó cũng thấy rõ sự tương ứng của các kiểu vỏ trái đất với các kiểu cấu trúc của thềm lục địa như thềm lục địa tự nhiên, sườn lục địa, chân lục địa và vùng biển thẳm đại dương (hình 3.15)

2. Các kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất trên thềm lục địa Việt Nam

Kết quả tổng hợp và xây dựng một loạt mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất ở các vùng khác nhau trên thềm lục địa Việt nam và các vùng biển kế cận đã cho phép tìm hiểu đặc điểm cấu trúc sâu, mối quan hệ giữa các tầng cấu trúc trong mặt cắt, về đặc điểm kiến tạo, địa động lực, về đặc điểm tiến hoá của vỏ trái đất. Trên cơ sở phân tích đối sánh các đặc điểm trên đã phân định được những kiểu mặt cắt cấu trúc đặc trưng cho các vùng này. Một số mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất trên thềm lục địa Việt Nam được nêu trên hình 3.16.

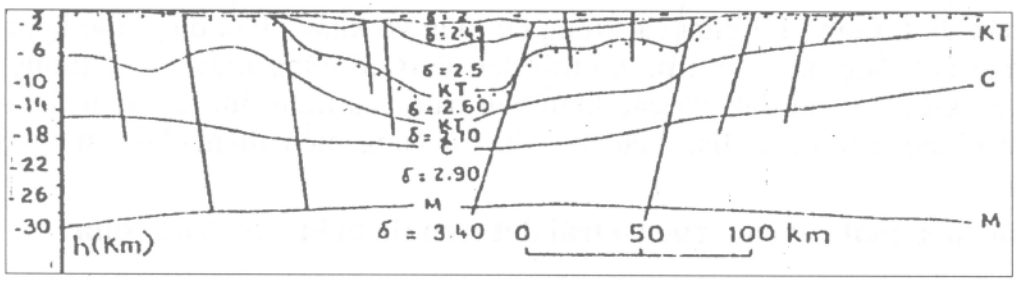
Mặt cắt cấu trúc vỏ trong vịnh Bắc Bộ:

Vỏ trái đất có chiều dày tổng thể biến đổi từ 30-31 km ở 2 miền rìa, giảm dần về phía trung tâm do sự nâng lên của mặt Moho, đến giá trị nhỏ nhất 25-26 km dọc vùng trung tâm của bồn trũng. Trong mặt cắt này tồn tại đủ 3 lớp: trầm tích, granit và bazan. Tuy nhiên, ranh giới giữa 3 lớp hay là bề dày của mỗi lớp biến đổi rất mạnh theo chiều ngang. Lớp trầm tích có bề dày nhỏ (2-3 km) ở 2 miền rìa, tăng lên đột ngột và nhảy bậc về phía trung tâm, giá trị cực đại 17-18 km. Trong thành phần của lớp trầm tích, bề dày chủ yếu thuộc về các trầm tích Kainozoi. Rất có thể dọc theo dải trung tâm không có mặt các trầm tích Mezozoi và Paleozoi. Ở đây trầm tích Kainozoi nằm trực tiếp trên móng granit ?

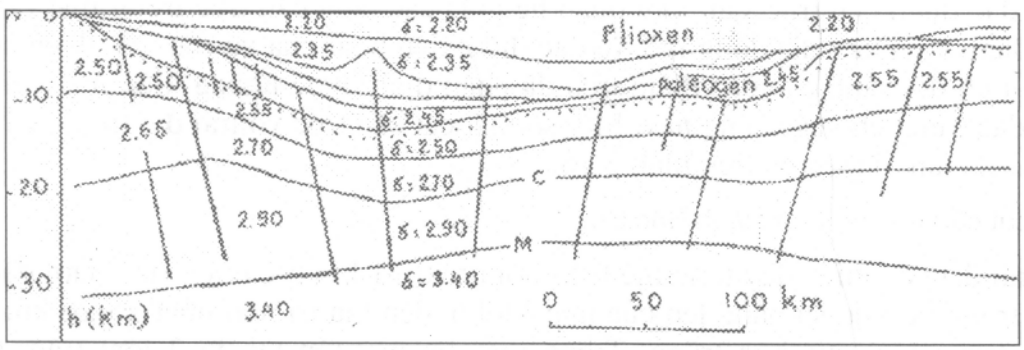
Lớp Granít có bề dày trung bình 12-13 km ở 2 miền rìa, ngược lại giảm rất nhanh về phía trục bồn trũng. Dọc dải trung tâm móng granit chỉ có bề dày 3- 4km.

Lớp bazan cũng có xu thế giảm bề dày theo hướng đi từ 2 phía rìa vào trung tâm của bồn trũng. ở đây, dưới bề dày 3-4 km của lớp granit là lớp bazan nằm trên dải nâng của mặt Moho với bề dày 4-5km. Trong khi đó, dọc 2 miền rìa bề dày lớp này đạt giá trị 12-14km. Cấu trúc bề mặt Moho trong mặt cắt khá đơn giản và có xu thế nâng lên khá mạnh dọc theo đới trung tâm của các bồn trũng. Độ sâu trung bình của mặt Moho dọc đới này là 25- 26 km. Đi vào trong đất liền, dọc theo trũng Hà Nội mặt Moho vẫn có đặc điểm nâng lên so với đới rìa nhưng chìm xuống sâu hơn độ sâu trung bình 30-31 km.

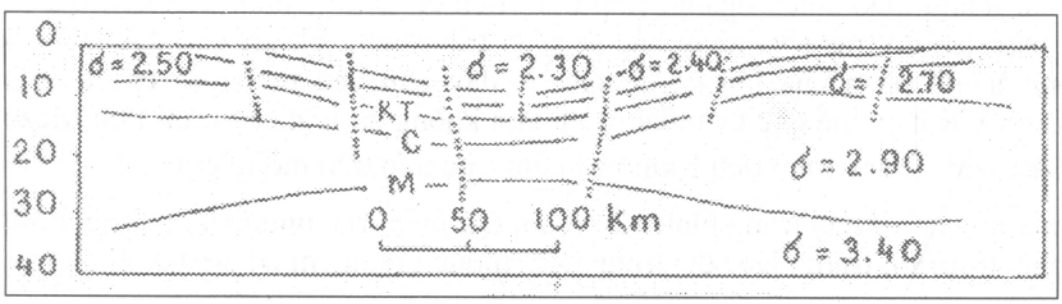
Theo sơ đồ trên hình 3.14, các đứt gãy trong mặt cắt có mật độ phân bố khá lớn. Các đứt gãy sâu có hướng cắm hơi nghiêng theo chiều thuận hoặc gần thẳng đứng, về phía trục của các bồn trũng và xuyên cắt vỏ Trái đất, cắm tới lớp manti thượng, độ sâu 35-40 km. Biên độ dịch chuyển thẳng đứng của các đứt gãy này khá lớn, biến đổi từ 2-3 km ở ven rìa đến 7-8 km ở các đứt gãy nằm trong đới trung tâm. Sự sụt bậc qua các đứt gãy từ 2 đới rìa vào đến đới trung tâm là rất lớn tạo nên bể trầm tích Kainozoi dày tới 17-18 km.



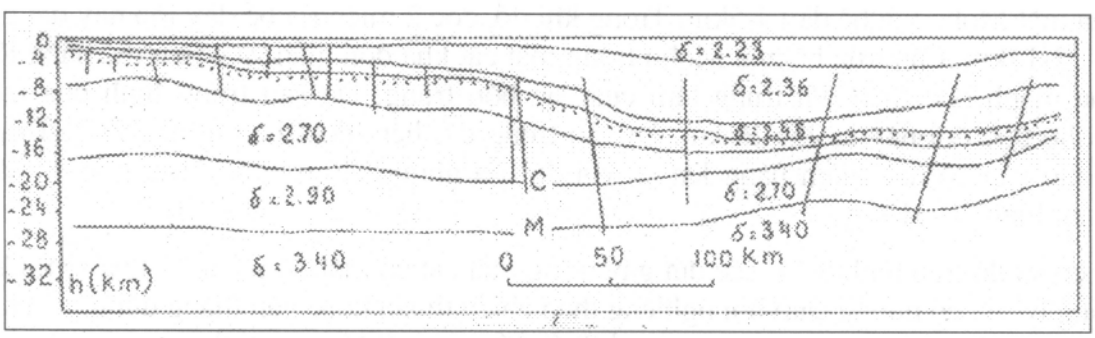
Mặt cắt I – I



Mặt cắt II – II



Mặt cắt III– III



Mặt cắt IV - IV

Hình 3.16. Các mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất trên thềm lục địa Việt Nam
(Theo sơ đồ trên hình 3.14)

Dạng cấu trúc kiểu vỏ lục địa như trên biểu hiện khá giống nhau ở các mặt cắt qua các bể Sông Hồng và trũng Hà Nội. Sự khác biệt không đáng kể giữa chúng chỉ là những chỉ số về độ sâu về các ranh giới hoặc là bề dày của mỗi lớp.

Kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ trong vịnh Thái Lan:

Bề dày tổng thể của vỏ trái đất ở đây biến đổi mạnh trong giới hạn từ 30 km dọc các đới rìa 24-25 km dọc đới trung tâm của các bồn trũng do sự nâng lên khá mạnh của mặt Moho.

Ở phần trên của mặt cắt lớp trầm tích có bề dày biến đổi từ 1 - 2 km ở các đới rìa, tăng lên khá nhanh đạt độ dày tới 14 - 15 km ở đới sụt lún trung tâm các bồn trũng, tạo nên các bể trầm tích Kainozoi như Mã lai- Thổ chu và Patani có hướng Tây Bắc và Bắc - Tây Bắc.

Lớp granit có bề dày 11-12 km ở các đới rìa và các vùng kế cận đột ngột giảm dần dọc theo trục của các bồn trũng với bề dày trung bình còn lại 2 - 3 km.

Lớp bazan cũng giảm bề dày khá mạnh từ 2 rìa vào phía trung tâm do hậu quả của 2 quá trình đối nghịch nhau: sự oằn võng của ranh giới Conrad ở trên và nâng lên bù trừ của mặt Moho ở phần dưới. Kết quả là bề dày lớp bazan từ 2 phía rìa là 14 - 15 km giảm dần vào lớp trung tâm chỉ còn lại 6- 7 km.

Các đứt gãy trong mặt cắt vỏ trái đất cũng tương tự như ở vịnh Bắc Bộ, có độ cắm nghiêng theo chiều thuận, góc cắm không lớn, độ cắm sâu tới 30- 35 km, biên độ dịch chuyển thẳng đứng biến đổi từ 2 - 3 km đến 5 - 6 km và có thể lớn hơn nữa ở đới trung tâm của vùng.

Các đứt gãy nhỏ hơn trong mặt cắt cắm sâu tới lớp bazan. Như vậy, về tổng thể, mặt cắt cấu trúc vỏ ở vịnh Thái Lan có dạng gần giống mặt cắt ở vịnh Bắc Bộ. Đó là tính đối nghịch trong hình thái của ranh giới Moho ở phía dưới các ranh giới bazan, granit và các ranh giới trong trầm tích ở phía trên. Tuy nhiên, sự khác nhau thể hiện ở các chi tiết cấu trúc, hình thái cũng như trị số độ sâu các ranh giới và bề dày lớp.

Kiểu mặt cắt cấu trúc thềm lục địa Đông Nam Việt Nam :

Mặt cắt qua bể Cửu Long có bề dày vỏ trái đất biến đổi 27 - 30 km. Bên dưới vùng trũng mặt Moho nâng lên nhẹ, đối nghịch với sụt lún và tích tụ tầng trầm tích Kainozoi khá dày ở phía trên, đạt bề dày cực đại 8- 9km dọc theo đới trục của bồn trũng.

Lớp granit có bề dày biến đổi từ 7- 8 km ở trung tâm đến 10 km ở phía dưới dải nâng Côn Sơn và 12 - 14km ở rìa phía đất liền. Cấu trúc mặt granit gồ ghề, chia cắt phức tạp, phân dị.

Lớp bazan có bề dày biến đổi từ 10 - 11 km đến 14- 15 km, tạo nên sự sụt lún oằn võng tương đối ở trung tâm dọc theo trục của bồn trũng.

Các đứt gãy ở 2 đới rìa bồn trũng ở độ sâu đáng kể và góc cắm theo chiều thuận

tương đối lớn. Các đứt gãy còn lại trên mặt cắt có độ sâu hạn chế, cắt qua lớp granit cắm tới lớp bazan.

Mặt cắt qua bể Nam Côn Sơn có đặc điểm tương tự nhưng khác về các trị số cấu trúc cụ thể. Mặt Moho ở phần dưới cũng nâng lên với biên độ 2- 3km với độ sâu thế nằm ở phần trục bồn trũng là 25km đối nghịch với đới sụt lún và tích tụ lớp trầm tích có bề dày cực đại 15 - 16 km ở phần trên.

Lớp trầm tích chủ yếu là Neogen có đặc điểm phân lớp ngang và chia cắt phức tạp qua nhiều bậc sụt lún của các khối móng. Lớp trầm tích trên mặt cắt ở một số chỗ bị xuyên cắt bởi các đạng xâm nhập hoặc họng núi lửa trẻ. Những cấu tạo này cũng được thể hiện phía trên mặt cắt bởi các bất thường từ có biên độ khá lớn.

Lớp granit bị chia cắt và sụt lún qua các đứt gãy có bề dày biến đổi từ 10km ở ven rìa phía tây giảm 6 - 7 km ở đới trung tâm bồn trũng rồi giảm dần về phía đông qua những bậc sụt lún ở khu vực Tư Chính - Phúc Nguyên chỉ còn giá trị 4 - 5 km và có thể nhỏ hơn nữa.

Lớp bazan có bề dày lớn hơn trong mặt cắt cũng bị giảm bề dày về phía trục bồn trũng, đạt tới 7 - 8 km, trong khi đó ở 2 phía rìa giá trị bề dày trung bình là 10 - 12 km. Đặc điểm của cấu trúc và bề dày các lớp trong mặt cắt như trên cho thấy vỏ Trái đất ở thềm lục địa Đông Nam thuộc kiểu vỏ lục địa.

Các đứt gãy trên mặt cắt này có hướng cắm khá lớn và cắm khá sâu, một số đứt gãy xuyên cắt vỏ trái đất với độ sâu 35 - 40km. Các đứt gãy ở sườn phía đông theo hướng Đông Bắc cắm theo chiều ngược lại so với các đứt gãy bên sườn phía tây. Tuy nhiên đây vẫn là những đứt gãy thuận hoặc gần thuận. Các đứt gãy này hình thành sớm hơn trong cơ chế tách giãn Biển Đông nói chung và hình thành bồn trũng Nam Côn Sơn nói riêng. Sau đó hình thành đới đứt gãy sâu hướng kinh tuyến trên sườn lục địa ở phía đông. Đới đứt gãy này chịu tác dụng của cơ chế nén ép ngang do pha tách giãn tiếp của Biển Đông và bị cắm nghiêng về phía tây tạo nên dạng đứt gãy nghịch trên mặt cắt qua phần còn lại của Biển Đông. Những pha tách giãn tiếp theo ở phần trung tâm Biển Đông đã tạo nên những dịch chuyển ngang và tạo ra nững chuyển động uốn nếp phức tạp và phân dị bên trong các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn đã nêu ở trên.

Kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ ở thềm lục địa miền Trung Việt Nam. (hình 3.16)

Đặc điểm nổi bật của mặt cắt là sự sụt lún của địa hình về phía biển ở phần trên được bù trừ bằng sự nâng lên mạnh của mặt Moho ở phía dưới tạo nên sự vát mỏng rất nhanh của vỏ trái đất. Giá trị bề dày của vỏ giảm từ 31 - 32 km trên đới ven bờ đến 17km ở phía ngoài khơi cách bờ không xa. Theo hướng này, lớp granit cũng bị vát mỏng rất nhanh. Từ trên đất liền có bề dày trung bình 10 - 12 km, đi ra Biển Đông qua hệ thống đứt gãy sâu hướng kinh tuyến, bị sụt lún và biến dạng mạnh, chỉ còn bề dày trung bình 2 - 3 km trên cánh phía Đông của hệ đứt gãy này. Ra khỏi vùng chân dốc lục địa lớp granit giảm tiếp tục và biến mất hẳn trên mặt cắt ở vùng trung tâm Biển Đông. Lớp bazan cũng giảm bề dày,

nhưng nhẹ nhàng và ổn định hơn. Trên phần đất liền lớp này có bề dày trung bình 15-16 km, còn ra phía biển, bên ngoài hệ đứt gãy sâu nói trên giá trị bề dày chỉ còn từ 10 - 12 km. Lớp này cũng bị xuyên cắt và xê dịch mạnh bởi hệ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến cắm về phía Tây, bên dưới lục địa Kon Tum, có độ cắm sâu trên 100 km với biên độ dịch chuyển thẳng đứng gần 10 km

Đây là dạng đứt gãy nghịch chờm lớn nhất trên bình đồ cấu trúc của lãnh thổ Việt Nam và vùng Biển Đông kế cận.

Ở phần trên mặt cắt, lớp trầm tích bị uốn nếp, oằn võng và phân dị mạnh với bề dày biến đổi từ 1- 2 km đến 5 - 6 km, tạo thành các bồn trũng nhỏ, hẹp và kéo dài theo phương kinh tuyến như bồn trũng Quảng Đà ở phía Bắc, bồn trũng Phú Khánh ở phía Nam. Trên mặt cắt cũng thấy rõ các đứt gãy toả tia từ đứt gãy sâu hướng kinh tuyến xuyên cắt vỏ lên đến lớp trầm tích trên cùng, tạo nên những sụt bậc khá lớn về phía đông, tạo nên bức tranh đứt gãy thuận ở phía trên mặt cắt. Song ở phía dưới, rõ ràng đây là một đứt gãy nghịch, cắm xiên về phía lục địa.

3. Các kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất trên Biển Đông

Các kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất vùng trung tâm Biển Đông

Bề dày lớp vỏ kể cả lớp nước là 10 - 12 km, trong đó bề dày lớp nước là 4 - 5 km, bề dày lớp trầm tích 1- 2 km còn lại là lớp bazan với bề dày 5 - 6 km. Không có lớp granit. Lớp vỏ cứng hình thành từ lớp bazan và lớp trầm tích mỏng, bề dày tổng thể là 5- 6 km, bị xuyên cắt bởi hàng loạt đứt gãy có hướng cắm gần thẳng đứng.

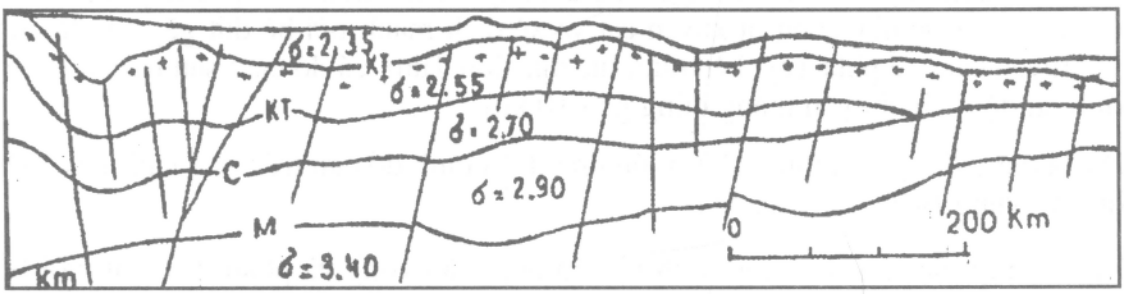
Vỏ trái đất kiểu này điển hình cho vỏ đại dương và được hình thành trong quá trình tác động của các lực tách giãn ngang do lực đẩy lên từ dưới lớp manti, hình thành dải nâng cao nhất của mặt Moho trong toàn bộ bình đồ cấu trúc của Biển Đông.

Kiểu mặt cắt ở vùng máng sâu Palawan

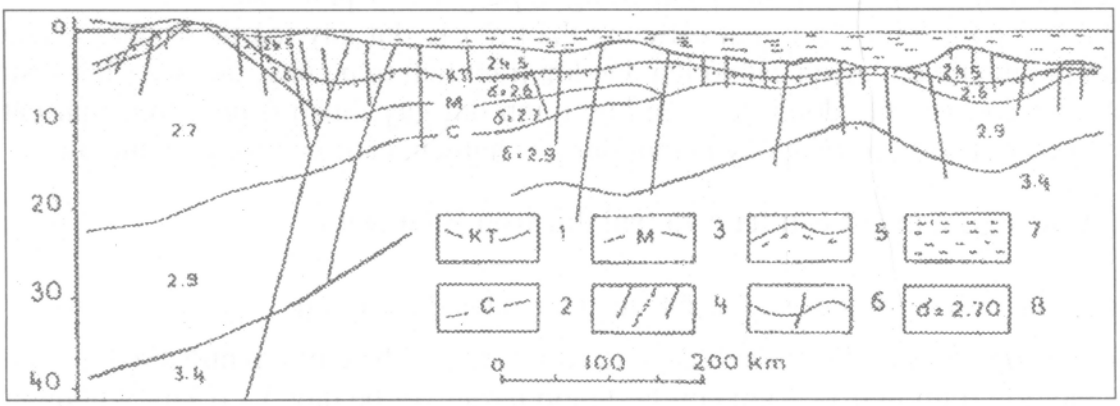
Chiều dài của mặt cắt này hạn chế do máng Palawan tương đối hẹp và kéo dài. Phía dưới của dải nước sâu 4-5 km là dải nâng cao và hẹp kéo dài của mặt Moho, tạo thành một lớp granit, vát mỏng, dọc phần trung tâm chỉ có lớp bazan với bề dày 10- 12 km và lớp trầm tích mỏng khoảng 2-3 km. Về phía rìa của máng sâu, trên mặt cắt dần dần tăng bề dầy lớp granit và lớp trầm tích (Hinz, 1985).

Đây là kiểu mặt cắt có dạng đặc biệt, hình thành dưới tác dụng của lực nén ép ngang từ 2 phía ngược lại làm cho vi mảng vỏ Palawan chờm lên phía trên mảng vỏ phía Đông Nam Biển Đông, tạo nên máng sâu Palawan với kiểu vỏ á đại dương gần giống kiểu vỏ ở trung tâm Biển Đông. Vỏ trái đất ở vùng máng sâu phía tây đảo Luzông cũng thuộc kiểu vỏ này (Kulinhic, 1989).

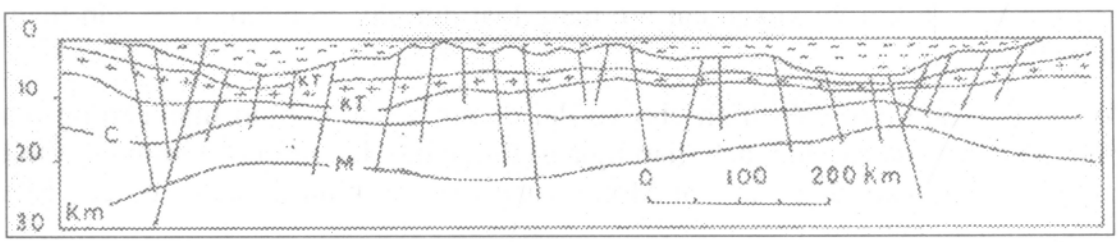
QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA



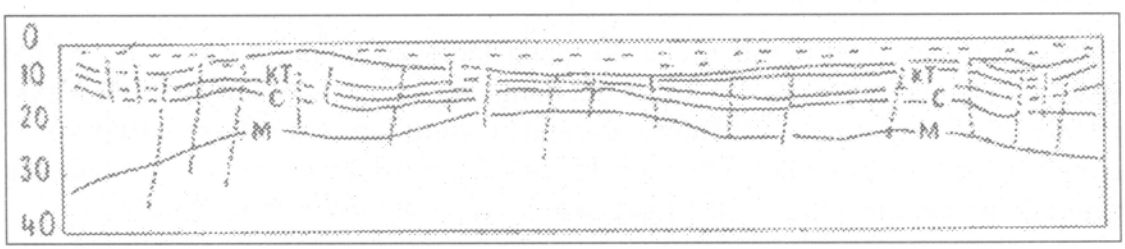
Mặt cắt V– V



Mặt cắt VI – VI



Mặt cắt: VII - VII



Mặt cắt VIII-VIII

Hình 3.17. Các mặt cắt cấu trúc vỏ trái đất trên vùng quần đảo Trường Sa và Biển Đông
(Theo sơ đồ trên hình 3.14)

Kiểu mặt cắt ở vùng quần đảo Trường Sa

Mặt cắt có chiều dầy tổng thể từ 20 km đến 24 km. Phía trên cùng là lớp nước có bề dày từ 2 - 3 km. Phần vỏ cứng gồm 3 lớp. Lớp trầm tích có bề dày biến đổi từ 1- 2 km đến 5 - 6 km, bị uốn nếp và phân dị mạnh mẽ. Lớp granit có bề dày 5 - 6 km bị chia cắt thành các khối và xê dịch mạnh theo các mặt đứt gãy. Lớp bazan ở phía dưới có bề dày xấp xỉ 10 km. Các đứt gãy trong mặt cắt cắm nghiêng theo nhiều hướng với chiều sâu lớn, xuyên cắt vỏ trái đất. Kiểu vỏ của vùng quần đảo Trường Sa phản ánh một mảng vỏ Trái đất kiểu á lục địa với 3 lớp vỏ nhưng bề dày lớp bazan áp đảo so với bề dày các lớp granit và trầm tích ở phía trên.

Một số kiểu mặt cắt vùng quần đảo Trường Sa và trên Biển Đông được minh hoạ trên hình 3.17.

Kiểu mặt cắt vỏ vùng quần đảo Hoàng Sa và khối ngầm Macclesfield

Vỏ trái đất ở vùng này có chiều dày tổng thể 20 - 22 km. Phía trên cùng là lớp nước sâu 2 - 3 km. Lớp trầm tích có bề dày 5 - 6 km, uốn nếp và phân dị mạnh. Lớp granit có bề dày 4 - 5 km. Lớp bazan có bề dày xấp xỉ 10 km. Như vậy khối Hoàng Sa và Macclesfield cùng có kiểu vỏ tương tự khối Trường Sa và thuộc kiểu vỏ á lục địa. Khối này mở rộng về phía nam, Tây Nam và tiếp giáp trực tiếp với dải sườn lục địa ở phía Đông của đới đứt gãy sâu hướng kinh tuyến ở thềm lục địa miền Trung như đã nói ở trên.

Kết luận

- Trường trọng lực vùng biển Việt Nam có cấu trúc phức tạp, phân dị và biến đổi mạnh. Trong phạm vi thềm lục địa, vùng vịnh Bắc Bộ trường trọng lực có kích thước và biên độ tương đối lớn, hướng chủ đạo là Bắc Tây Bắc và kinh tuyến. Vùng miền Trung và Đông Nam phổ biến có các bất thường tuyến tính hướng kinh tuyến và Đông Bắc, kích thước, biên độ và dấu luôn biến đổi. Ở vùng vịnh Thái Lan các bất thường có dạng ổ kéo dài thành chuỗi theo hướng Tây Bắc. Trên Biển Đông, trường bất thường trọng lực có giá trị dương, cấu trúc phức tạp và biến đổi mạnh. Miền trung tâm tương đối bình ổn với giá trị cực đại +300, +350 mgal. Miền chuyển tiếp trường bị phân dị, dạng tuyến tính kéo dài, biên độ thay đổi từ +100 đến +250 mgal. Ở miền rìa lục địa trường có giá trị dương không lớn, tương đối bình ổn và hướng thay đổi khác nhau. Có một số dải bất thường bậc thang lớn, kéo dài theo các đường bờ phía Tây và phía Đông, Đông Nam của Biển Đông. Các bất thường trọng lực thường liên quan với cấu trúc của móng trầm tích Kainozoi và các ranh giới sâu, với các đứt gãy trong vỏ trái đất
- Trường từ trên các vùng của thềm lục địa Việt Nam có cấu trúc phức tạp,

phân dị và chia cắt lớn, hình thành những dải bất thường âm dương xen kẽ, kích thước nhỏ, hình dạng tuyến tính hoặc dạng ổ kéo dài theo các hướng Tây Bắc, Đông Bắc, kinh tuyến hoặc vĩ tuyến. Ở trung tâm các bể trầm tích trường bất thường bình ổn, dọc các dải nâng hoặc các rìa của bồn trũng trường bất thường biến đổi và phân dị mạnh, có biên độ đạt hàng trăm nT. Trên Biển Đông trường từ biến đổi phức tạp và không đồng nhất. Ở vùng trung tâm trường bất thường biến đổi mạnh, chia cắt, dạng tuyến tính, hình thành nhiều cặp phân bố đối xứng qua đường trục tách giãn chính, biên độ bất thường đạt hàng trăm nT. Ở các vùng sườn lục địa trường bất thường bình ổn hơn, biên độ nhỏ, dạng tuyến tính hoặc ổ kéo dài theo các hướng Tây Bắc, kinh tuyến hoặc vĩ tuyến, á vĩ tuyến, Đông Bắc. Ở vùng sườn phía tây, Tây Nam Biển Đông trường biến đổi khá mạnh với biên độ hàng trăm nT. Các bất thường từ liên quan nhiều hơn với thành phần đất đá có từ tính như đá biến chất, xâm nhập, phun trào và ít liên quan với các đất đá trầm tích.

Giá trị biến thiên trung bình ngày đêm của trường từ biến đổi tăng dần về xích đạo, đạt cực đại tại vùng đảo Trường Sa. Giá trị cực đại trong ngày yên tĩnh tại vùng ven biển Bạc Liêu đạt 120 nT và trên vùng quần đảo Trường Sa đạt 150 nT. Các giá trị cực trị của các thành phần khác nhau trong các ngày nhiễu loạn cũng biến đổi theo quy luật tương tự.

- Đặc điểm trường sóng địa chấn trên thềm lục địa Việt Nam biến đổi mạnh theo chiều ngang và chiều thẳng đứng trên toàn thềm lục địa, phản ánh mức độ chia cắt, biến đổi cấu trúc và thành phần đất đá theo chiều ngang, sự phân lớp mỏng theo chiều thẳng đứng của môi trường đất đá trầm tích. Căn cứ bức tranh trường sóng đã phân chia được các phức hệ địa chất chính là: móng âm học, trầm tích Paleogen, Miocen và Pliocen - Đệ Tứ.
- Từ các các kết quả nghiên cứu về độ hoạt động động đất A_{10}, năng lượng động đất cực đại K_{max}, độ nguy hiểm động đất, chu kỳ lặp lại của động đất... đã phân chia được những đới chấn tâm động đất và núi lửa có độ hoạt động và có độ nguy hiểm động đất khá cao trên thềm lục địa Việt Nam. Đó là đới ven biển miền Trung, đới Tây Bắc vịnh Bắc Bộ, đới hướng Đông Bắc trên dải nâng Côn sơn...Trên vùng Biển Đông có đới chấn tâm động đất mạnh Đài loan- Luzon, đới động đất Manila ở phía tây của đảo Luzon M≤ 7, đới động đất Palawan với M≤ 6...Vùng quần đảo Trường Sa với những đứt gãy sâu hướng kinh tuyến cũng là nơi có động đất mạnh trên vùng Biển Đông.
- Trên thềm lục địa Việt Nam đã phân định được những vùng có bất thường dòng nhiệt tương đối cao ở các bồn trầm tích Sông Hồng, Cửu long và Nam Côn Sơn. Các giá trị này tương đương với các bể dầu khí ở thềm lục địa Malayxia, Indonexia và Thái Lan. Trên vùng Biển Đông đã phân định

được những vùng có bất thường đồng nhiệt cao như vùng ven biển và thềm lục địa miền Trung, một số bể trầm tích vùng ven bờ của Philipin, Indonexia. Trường bất thường địa nhiệt có mức độ phân dị khá mạnh .

- Các bất thường đẳng tĩnh trọng lực khá phân dị và có cường độ tương đối lớn, phản ánh mức độ chưa đạt cân bằng đẳng tĩnh của vỏ trái đất và cả phần trên của Manti. Điều này phản ánh xu thế chuyển động của các khối của vỏ và Manti trên theo phương thẳng đứng để đạt đến sự cân bằng lý tưởng. Chuyển động này là nhân tố quan trọng tác động đến chế độ địa động lực trong vùng nghiên cứu.
- Cấu trúc của mặt Moho có đặc điểm phân dị và chia cắt mạnh, nâng lên khá cao làm vát mỏng ở vùng trung tâm Biển Đông và hạ thấp dần về các vùng rìa, vùng ven bờ. Mặt Conrad trên quy mô khu vực cũng biến đổi tương đối kế thừa cấu trúc mặt Moho. Sự biến đổi của 2 ranh giới sâu nói trên cùng với bề mặt móng granit cho phép phân định khá cụ thể các vùng vỏ trái đất với các kiểu vỏ đại dương, vỏ lục địa, vỏ á đại dương và vỏ á lục địa.
- Trên vùng biển Việt Nam tồn tại mạng lưới đứt gãy với nhiều hệ thống phát triển theo các hướng Tây Bắc - Đông Nam, Tây Nam, kinh tuyến và vĩ tuyến, trong đó hướng kinh tuyến và Đông Bắc là những hướng chủ đạo và là những hệ đứt gãy hình thành sớm hơn cả. Các đứt gãy được chia làm 3 bậc chủ yếu. Bậc I là những đứt gãy sâu phân cách giữa các vùng có kiểu vỏ khác nhau. Bậc II gồm những đứt gãy phân chia các khối cấu trúc vỏ và giữa các miền có chế độ địa động lực khác nhau. Bậc III gồm những đứt gãy nhỏ hơn bên trong các khối của vỏ.
- Trên cơ sở nghiên cứu đã phân định được các vùng vỏ đại dương phân bố trên vùng trung tâm Biển Đông với độ sâu đáy biển từ 3000-4000m , các vùng thềm lục địa và ven bờ thuộc kiểu vỏ lục địa. Giữa 2 loại vỏ nói trên là vùng sườn và chân lục địa thuộc kiểu vỏ chuyển tiếp á lục địa và á đại dương. Tổng hợp các đặc trưng cấu trúc đã cho phép phân định trên vùng thềm lục địa Việt nam 4 kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ đặc trưng và trên vùng Biển Đông kế cận 4 kiểu mặt cắt cấu trúc vỏ khác. Sự phát triển đa dạng của các kiểu cấu trúc vỏ phản ánh quá trình phát triển kiến tạo khá phức tạp và phân dị của vùng Biển Đông.

Chương IV

ĐỊA CHẤT ĐỆ TỨ VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Trong những năm qua các nghiên cứu về địa chất Đệ Tứ ở nước ta thường tập trung ở phần đất liền, một số đảo và các đới ven biển. Do vùng biển rộng lớn và quá trình khảo sát rất phức tạp nên các kết quả nghiên cứu các thành tạo địa chất phần nông của thềm lục địa đạt được còn hạn chế. Tuy nhiên, với các nghiên cứu từ những góc độ khác nhau của các tác giả Việt Nam và nước ngoài từ trước tới nay có thể cho phép chúng ta những tài liệu có ý nghĩa.

I. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT ĐỆ TỨ

1. Cơ sở phân chia địa tầng Pliocen - Đệ Tứ

Trên cơ sở tổng hợp tài liệu cổ sinh của một số giếng khoan trên thềm lục địa, phân tích địa chấn- địa tầng, thạch - địa tầng và các tài liệu khác đồng thời đối sánh với ranh giới địa tầng trên đất liền có thể nêu những nét khái quát sau.

a. Đặc điểm ranh giới địa chất theo sinh- địa tầng

Trầm tích Đệ Tứ không phải là đối tượng thăm dò dầu khí nên các giếng khoan thường phá mẫu, tuy nhiên ở một số giếng khoan có lấy mẫu phân tích để nghiên cứu địa tầng.

Theo các kết quả phân tích cổ sinh trầm tích tầng mặt đáy biển có tuổi cổ nhất là Pleistocen muộn và trên nó là Holocen, trong các giếng khoan còn gặp các tập hợp vi cổ sinh tuổi Pleistocen sớm, giữa và muộn.

Tuổi Pleistocen của trầm tích dựa vào sự có mặt của các đại biểu Foraminifera: *Globorotalia truncatulinoides* và *Globigerinella calida*(đới N22). Trong các trầm tích Pleistocen ở thềm lục địa miền Trung và Bể Nam Côn Sơn có chứa phong phú hoá đá Plankton Foraminifera và các Foraminifera bám đáy như: *Bolivina, Bulimina, Uvigerina, Nodosaria, Ammonia, Cibicides...* Điều này cho phép xác định trầm tích này được thành tạo ở môi trường biển nông, thềm giữa-ngoài đến

sườn trên. Ở Vịnh Bắc Bộ và Bể Cửu Long, thành phần phức hệ Foraminifera trong trầm tích Pleistocen chủ yếu là nhóm bám đáy: *Pseudorotalia, Asterorotalia, Textularia, Ammonia*..và ít Plankton, điều này cho thấy trầm tích ở những vùng này được thành tạo trong môi trường biển nông, thềm trong.

Nhóm hoá đá Nannofossil gặp ít, chúng chứa *Pseudoemiliana laculosa, Gephyrocapsa oceanica, Helicosphaera selli*, tương ứng với đới NN19, tuổi Pleistocen. Nhóm Bào tử phấn phong phú và đa dạng chủ yếu là: *Liquidambar, Phyloclladus, Dacrydium*...

Như vậy, các trầm tích tuổi Pleistocen được xác định bởi đới N22 của Foraminifera plankton và đới NN19 của Nannofossil. Đáy của trầm tích Pleistocen được xác định ở khoan 119-CH-IX ở độ sâu 650m và giếng khoan 118-CVX-IX ở độ sâu 840m bởi sự xuất hiện lần đầu của các hoá đá đới N22 và đới NN19, cũng như sự xuất hiện lần cuối của các hoá đá đới N21 và NN18 của trầm tích Pliocen.

- Trầm tích Pliocen: Trầm tích Pliocen ở vịnh Bắc Bộ là Hệ tầng Vĩnh Bảo, ở thềm lục địa Miền Trung và Miền Nam là Hệ tầng Biển Đông. Thành phần trầm tích chủ yếu là cát màu xám, vàng nhạt; xen kẽ có bột sét kết, gắn kết yếu, ngâm trong nước đều mềm bở. Trầm tích này chứa khoáng vật glauconit và rất nhiều hoá đá Foraminifera, Nannofossil, bào tử phấn hoa.

Nhóm Foraminifera bao gồm: *Globorotalia tosaensis, Grt. margaritae, Pulleniatina obliquiloculata, Globoquadrina altispira, Globigerinoides extremus, Sphaeroidinella dehiscens, Hastigerina aequilateralis*...Tuổi của phức hệ dựa vào sự có mặt của *Globoquadrina altispira- Sphaeroidinella dehiscens*, tương ứng đới N19; *Globigerinoides extremus, Globorotalia margaritae*, tương ứng đới N19-20 và *Globorotalia tosaensis, Pulleniatina obliquioculata*, tương ứng đới N21.

Nhóm Nannofossil đặc trưng bởi *Discoaster brouweri, D. pentaradiatus, D. surculus, D. tamalis, Coccolithus pliopelagicus, Helicosphaera kamtneri*. Các hoá đá này thuộc đới N13-N18 tuổi Pliocen.

Nhóm bào tử phấn đặc trưng: *Dacrydium, Pinus, Florschuetzia meridionalis, F. levipoli, Chenopodium, Liquidambar, Podocarpus imbricatus* cũng cho tuổi Pliocen.

Ranh giới trên của Pliocen được xác định bởi sự diệt chủng của *Globorotalia tosaensis* (N21) và *Discoaster brouweri* (NN18), cũng như sự xuất hiện của *Globorotalia truncatulinoides* (N22) và *Pseudoemiliana lacunosa, Gephyrocapsa oceanica* (NN19). Ranh giới dưới của Pliocen được xác định bởi sự xuất hiện lần đầu của *Globorotalia margaritae, Globigerinoides extremus* (N19) và sự kết thúc của *Discoaster quinqueramus* (NN11), *D. berggerii* (NN11), *Globorotalia pleisiotumida, globigerina nepenthes* (N17).

Một số Foraminifera có ý nghĩa địa tầng theo các giới hạn phân bố được nêu trên hình 4.1.

b. Đặc điểm ranh giới địa chất theo địa chấn- địa tầng

Bên cạnh hạn chế về phân bố mẫu tại từng giếng khoan, tài liệu cổ sinh còn phân bố không đồng đều, vì vậy để xác định ranh giới địa tầng cần sử dụng tài liệu địa chấn và địa vật lý giếng khoan. Các tập địa chấn được phân chia tỉ mỉ dựa trên các đặc điểm kết thúc phản xạ như kề áp đáy, phủ đáy, kề áp nóc. Độ dâng mực nước biển tương đối trong một tập được xác định bằng biên độ nâng tính từ phản xạ kề áp đáy thấp nhất cho tới phản xạ cao nhất trong tập. Độ hạ mực nước biển được tính từ đỉnh tập dưới cho tới kề áp đáy đầu tiên của tập tiếp theo (Evans et a,1984,v.v.).

Các dấu hiệu để xác định các mặt ranh giới phản xạ gồm :

- Ranh giới gây nên do thay đổi thành phần thạch học và độ gắn kết. Tin cậy nhất là các mặt phản xạ do có các lớp vỏ phong hoá tạo vào thời gian biển lùi. Ngoài ra còn có các lớp bùn vôi, đá vôi tạo kỳ biển tiến đạt đỉnh cao nhất.
- Ranh giới lồi lõm, ghồ ghề liên quan tới quá trình bào mòn xâm thực bề mặt các lớp trầm tích và các loại đá magma, biến chất. Loại này phổ biến ở đới biển ven bờ 0- 50m nước miền Trung, Quảng Ninh, Hà Tiên- Rạch Giá.
- Ranh giới kiểu kề áp đáy, kề áp nóc gián đoạn trầm tích hoặc bào mòn. Các ranh giới này có mặt ở rìa thềm lục địa độ sâu 100-300m nước.
- Ranh giới kiểu vát nhọn- cắt cụt là kết quả của gián đoạn và bào mòn trầm tích trong giai đoạn ngắn hoặc là có sự trượt lở do đứt gãy gây nên thường đi song song với kiểu trên, gặp nhiều ở vùng nước 0- 20m; 90- 200m.
- Ranh giới bất chỉnh hợp góc kiến tạo như ở vịnh Bắc Bộ, đảo Bạch Long Vĩ

Các ranh giới do bào mòn và vỏ phong hoá tạo nên khi mực nước biển lùi xa ngoài thềm lục địa có ý nghĩa quan trọng trong việc phân chia và so sánh địa tầng Pliocen- Đệ Tứ thềm lục địa đặc biệt là ở các bồn trũng trước châu thổ Sông Hồng, Đà Nẵng, Cửu Long. Các ranh giới này thường dễ bị phá huỷ do hoạt động của sông cổ, tuy nhiên ở nhiều nơi nó còn giữ được giúp ta liên kết được chúng với nhau.

Qua phân tích các băng địa chấn thấy trầm tích biển tiến thể hiện khá tốt trong mặt cắt và phủ gần như toàn bộ diện tích thềm lục địa. Trên mặt cắt phần biển lùi có thể chia trầm tích châu thổ, aluvi (lòng sông và bãi bồi, hồ, đầm lầy và biển nông).

c. Đặc điểm ranh giới địa chất theo thạch địa tầng và tuổi tuyệt đối

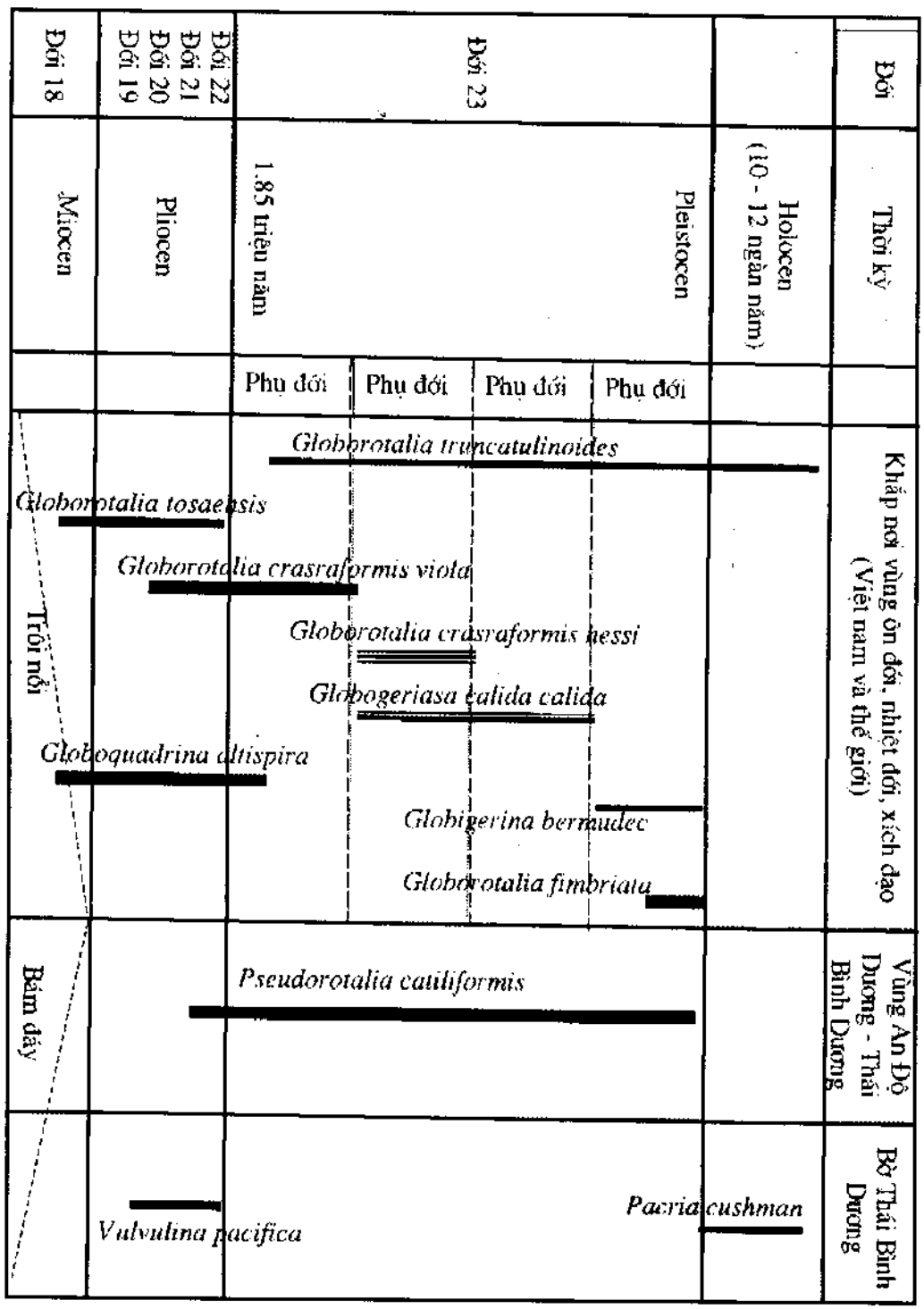
Xác định thành phần thạch học, tướng, môi trường trầm tích và tính chu kỳ của nó trong mối quan hệ với biển thoái, biển tiến, xác định các lớp phong hoá sau mỗi pha biển tiến. Tuổi tuyệt đối C^{14}, TL được xác định theo nhiệt huỳnh quang thạch anh.

Về ranh giới tuổi tuyệt đối có thể sử dụng các mốc quan trọng như khu vực Đông Nam Á đã thống nhất: Pliocen - Miocen (5 triệu năm), Pliocen - Pleistocen dưới (1,6 triệu năm), Pleistocen dưới - Pleistocen giữa (700.000 năm), Pleistocen giữa - Pleistocen muộn (125.000 năm), Pleistocen muộn - Holocen (10.000 năm), Holocen sớm - Holocen giữa (5.000 năm) và Holocen giữa - Holocen muộn (2.000 năm)

d. Cơ sở xác định đường bờ cổ

Những căn cứ khoa học và những dấu hiệu trực tiếp xác định ranh giới đường bờ cổ được thu thập qua nhiều lần khảo sát trên đáy biển thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận bao gồm:

- Dấu hiệu địa hình - địa mạo về các bậc thềm biển ngập nước, dấu ấn mài mòn do sóng vỗ ven bờ phân bố có quy luật theo độ sâu. Càng ra sâu các thành tạo trầm tích và tuổi bậc thềm càng cổ và ngược lại.
- Thành phần hạt thô (sạn, cuội) trầm tích tầng mặt phân bố thành các trường đặc biệt được coi là bằng chứng của đới bờ biển cổ:
  + Cuội, sạn mài tròn tốt tạo thành dải khuôn theo đường đẳng sâu đó là bằng chứng của bãi triều cổ do sóng tác động
  + Đê cát ngầm chọn lọc tốt chạy song song với đường đẳng sâu cộng sinh với các thể sét bùn cổ là bằng chứng về tổ hợp cộng sinh tướng đê cát - lagoon ven bờ có sóng hoạt động mạnh.
- Sự có mặt các hệ thống nón quạt cửa sông với mạng lưới lòng sông cổ và lạch triều dạng rẻ quạt hoặc cành cây là bằng chứng của một hệ châu thổ tàn dư đã từng hình thành và phát triển ngay trên đới bờ cổ.
- Các tập phản xạ địa chấn tương ứng với các chu kỳ trầm tích, mặt cắt đầy đủ nhất của Đệ tứ bao gồm 6 chu kỳ: Pleistocen sớm (Q_I), Pleistocen giữa (Q_{II}), Pleistocen muộn phần sớm (Q_{III}^1), Pleistocen muộn phần muộn (Q_{III}^2), Holocen (Q_{IV1-2}) và Holocen muộn (Q_{IV3}).
- Dấu hiệu lòng sông cổ và lạch triều phát triển trong phần dưới của một chu kỳ tương ứng với thời kỳ biển lùi lục địa mở rộng hoạt động của sông thắng thế. Trong mặt cắt địa chấn thấy rõ phân lớp xiên chéo lòng sông.
- Dấu hiệu biển tiến thấy rõ trong mặt cắt địa chấn là các cấu tạo kề áp đáy,áp sườn...
- Tuổi tuyệt đối: C^{14}, nhiệt huỳnh quang thạch anh mới có vài số liệu ở quanh các đảo, biển nông Hà Tĩnh...
- Phân tích thành phần trầm tích qua mẫu ống phóng trọng lực:
- Quan sát bề dày và sự phân bố của tầng sét xám xanh vũng vịnh giàu monmonilonit, có tính chất đánh dấu. Quan sát diện và độ sâu phân bố của tầng sét loang lổ biển thoái Pleistocen muộn (Q_{III}^2).



Hình 4.1: Một số Foraminifera có ý nghĩa địa tầng theo các giới hạn phân bố (xuất hiện hoặc diệt chủng) (Mai Văn Lạc, 2000)

- Sự có mặt các lớp than bùn trên đáy biển ở các độ sâu 25 - 30m và sự xuất hiện các trường cát, sóng cát chứa sạn laterit là bằng chứng của đới bờ cổ Pleistocen muộn - Holocen sớm (Q_{III}^2 - $_{IV}^1$) bắt đầu biển tiến Flandrian. Sóng hoạt động mạnh bào mòn và tái lắng đọng tầng trầm tích loang lổ.
- Cuối cùng là phương pháp đối sánh trầm tích Đệ Tứ vùng đất liền và thềm lục địa. Có như vậy mới đảm bảo tính hợp lý và sự chính xác về qui luật về sự tiến hoá trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển toàn cầu và chuyển động kiến tạo như một yếu tố địa phương.

2. Đặc điểm trầm tích Đệ Tứ các đồng bằng ven biển

1. Giới Kainozoi - Hệ Neogen - Đệ Tứ (N_2 - Q_I):

Trầm tích Đệ Tứ trên đất liền thuộc đồng bằng Sông Hồng và Sông Cửu Long có thể phân biệt ranh giới Q_I với Neogen bằng đáy của hệ tầng Lệ Chi và Bà Miêu.Các tập trầm tích hạt mịn sét - bột tướng vũng vịnh, ven biển, hồ, châu thổ và bãi bồi bắt gặp trong các lỗ khoan sớm là một phức hệ trầm tích liên tục không thể phân chia.Trầm tích cát bột lẫn sạn tướng aluvi - delta, bùn cát lẫn cát tướng vũng vịnh giàu mảnh vụn sò ốc của đồng bằng Sông Hồng có nguồn gốc tái trầm tích, thành tạo trong môi trường vũng vịnh với chỉ số cation trao đổi lớn hơn 1,2 có chứa tảo nước mặn: Cyclotellaomarensts và Foraminifera như: Pseudorotalia sp., Enphidium sp., Cibicides sp., Globigerina sp., Quenqueeloculina sp.,

2. Thống Pleistocen sớm - Hệ tầng Lệ Chi (a Q_I lc)

Trầm tích aluvi – châu thổ này là phần tiếp nối trầm tích Pliocen - Đệ Tứ và có thể xếp vào tuổi Q_I bởi lý do sau đây:

- Tầng cuội lót tương ứng đáy aluvi là tương ứng với pha biển lùi đối sánh với phức hệ này ở Trung Quốc, Nam Triều Tiên và Italia.
- Phủ trên hệ tầng cuội là tập trầm tích sét - bột vũng vịnh sản phẩm của pha biển tiến cách đây 0,9 - 1,0 triệu năm.
- Bậc thềm cao 80 - 100m là bậc thứ V từ dưới lên và tương ứng với chu kỳ thứ 5 của trầm tích.

3. Thống Pleistocen giữa và trên

Đồng bằng Sông Hồng bao gồm trầm tích sạn sỏi cuội tảng tướng Proluvi thuộc hệ tầng Hà Nội (a, ap Q_{II-III} hn).

Đồng bằng Sông Cửu Long tương đương với hệ tầng Thủ Đức, Long Toàn, Thuỷ Đông (Q_{II-III} tđ, lt, tđ). Đây là phức hệ trầm tích thuộc chu kỳ thứ 3, bao gồm 2 tập trầm tích cơ bản: tập dưới hạt thô tướng lục địa tương ứng với pha biển lùi . Tập trên gồm sét bột tướng vũng vịnh tương ứng với pha biển tiến sau băng hà Mindel. Đồng thời ngấn biển cực đại ứng với bậc thềm cao 40 - 60m.

4. Thống Pleistocen trên, hệ tầng Vĩnh Phúc, hệ tầng Long Mỹ, hệ tầng Mộc Hoá

Trầm tích Pleistocen muộn gồm hai tập cơ bản:

- Tập dưới: cát - sạn tướng lòng sông đồng bằng, bột - sét bãi bồi, cát - bột - sét châu thổ tương ứng với pha biển lùi.
- Tập trên: Bột - sét châu thổ, sét bột vũng vịnh chuyển tướng nhanh tương ứng với pha biển tiến.
- Tuổi tuyệt đối phân tích từ mẫu mùn bã hữu cơ trong tập dưới bằng phương pháp C^{14} trong khoảng tuổi từ 37.000 - 43.000 năm

Một số kết quả xác định tuổi tuyệt đối trong trầm tích Pleistocen muộn và Holocen được nêu trên bảng bảng 4.1 và 4.2.

Bảng 4.1. Trầm tích Pleistocen muộn

TT	Giếng khoan	Độ sâu (m)	Địa danh	Thời gian (năm)	Chu kỳ trầm tích	Nguồn tài liệu
1	9-204	23	Từ Sơn - Hà Bắc	40.000	Thứ 4 (QIII2)	Viện khảo cổ
2	19-204	59	Tiền Hải - Thái Bình	47.500	Thứ 4 (QIII2)	Đặng Văn Bát
3	15-204	62.5	Kim Sơn - Hà Nam	37.600	Nt	nt
4	159 - 204	100.6	Nt	43.390	Nt	nt

Bảng 4.2. Trầm tích Holocen

TT	Giếng khoan	Độ sâu (m)	Địa danh	Thời gian (năm)	Địa tầng trầm tích	Nguồn tài liệu
1	-	2,0	Phố Nối, HH	5730+60	Q_{IV}^1hh	Đoàn 204
2	-	3,5	Cống Chanh, Hải Hưng	6360+75	Q_{IV}^1hh	Vũ Đình Chỉnh
3	-	3,5	Phố Nối, Hải Hưng	6800+40	Q_{IV}^1hh	Đặng Văn Bát
4	-	2,0	Gia Lộc, Hải Hưng	4145+50	Q_{IV}^1hh	Đoàn 204
5	9-204	5,0	Từ Sơn, Hà Bắc	6000	Q_{IV}^1hh	Viện Khảo cổ
6	9-209	9,0	Nt	7190+90	Q_{IV}^1hh	Đoàn 204
7	9-204	2,5	nt	6290+60	Q_{IV}^1hh	Đặng Văn Bát

Các trầm tích ven biển Miền Trung đã thể hiện 2 pha biển tiến trong Peistocen muộn:

- Pha thứ nhất: tạo đê cát ven bờ màu xám trắng cao 20 - 30m và cát bãi triều cổ ở độ cao 20 - 30m bị phong hoá thấm đọng thành màu vàng đậm.
- Pha thứ hai: tạo đê cát cao 10 - 15m và thềm biển tương ứng, kể cả thềm cát vàng mài tròn được phủ cát trắng trên bề mặt.
- Trầm tích Pleistocen gặp trong các giếng khoan ở bể Cửu Long, bể Sông Hồng chủ yếu là một phức hệ tướng biển thuộc chu kỳ thứ 4 giàu vỏ sò và sét biển nông ven bờ xen vũng vịnh.
- Trên bề mặt của trầm tích Pleistocen muộn cả vùng lộ và vùng bị phủ đều tìm thấy đặc trưng loang lổ.

5. Thống Holocen - phụ thống dưới - giữa: Bao gồm 2 tập

- Tập dưới: bột - sét giàu mùn bã hữu cơ thuộc tướng đầm lầy ven biển ở địa hình thấp và tướng bãi bồi cao ở địa hình cao.
- Tập trên: sét xám xanh đặc trưng tướng môi trường vũng vịnh giàu sò điệp.

6. Thống Holocen - phụ thống trên

Trầm tích biển thuần tuý gặp ở phần ngập nước bao gồm các tướng đê cát vũng vịnh, biển nông, bãi triều. Trong phần đất liền trầm tích chủ yếu là aluvi, đồng bằng châu thổ và tiền châu thổ.

Trầm tích Holocen muộn được phân biệt với trầm tích Holocen sớm - giữa bằng nóc của tầng sét xám xanh. Nghĩa là được đánh dấu bằng tập mở đầu của pha biển lùi sau biển tiến Flandrian và chúng tôi coi đó là một chu kỳ trầm tích cuối cùng trong Đệ Tứ và chưa kết thúc. Pha biển tiến hiện đại kết thúc sẽ hoàn thiện chu kỳ thứ 6 (kể từ Pliocen - Pleistocen được tính là chu kỳ thứ nhất).

Hình ảnh một mặt cắt tướng đá tuyến ngang ở trung tâm đồng bằng Sông Hồng được nêu trên hình 4.2.

3. Đặc điểm trầm tích Đệ Tứ bắc bồn trũng Sông Hồng (Vịnh Bắc Bộ)

Vùng thềm lục địa Vịnh Bắc bộ kéo dài từ biên giới Việt Trung vào đến Đà nẵng.

Đặc điểm trầm tích Đệ Tứ theo các đới thềm được mô tả như sau:

1. Thống Pleistoxen (Q_I - Q_{III})

a. Pleistoxen hạ Q_I

Ở các đồng bằng ven biển thuộc Pleistoxen hạ (Q_I) có các hệ tầng Thái Thuỵ (am Q_I^{tt}), Lệ Chi (a_I am Q_I^{LC}), Sầm Sơn, Thanh Hoá, Nghi Xuân, Tân Mỹ (a, am

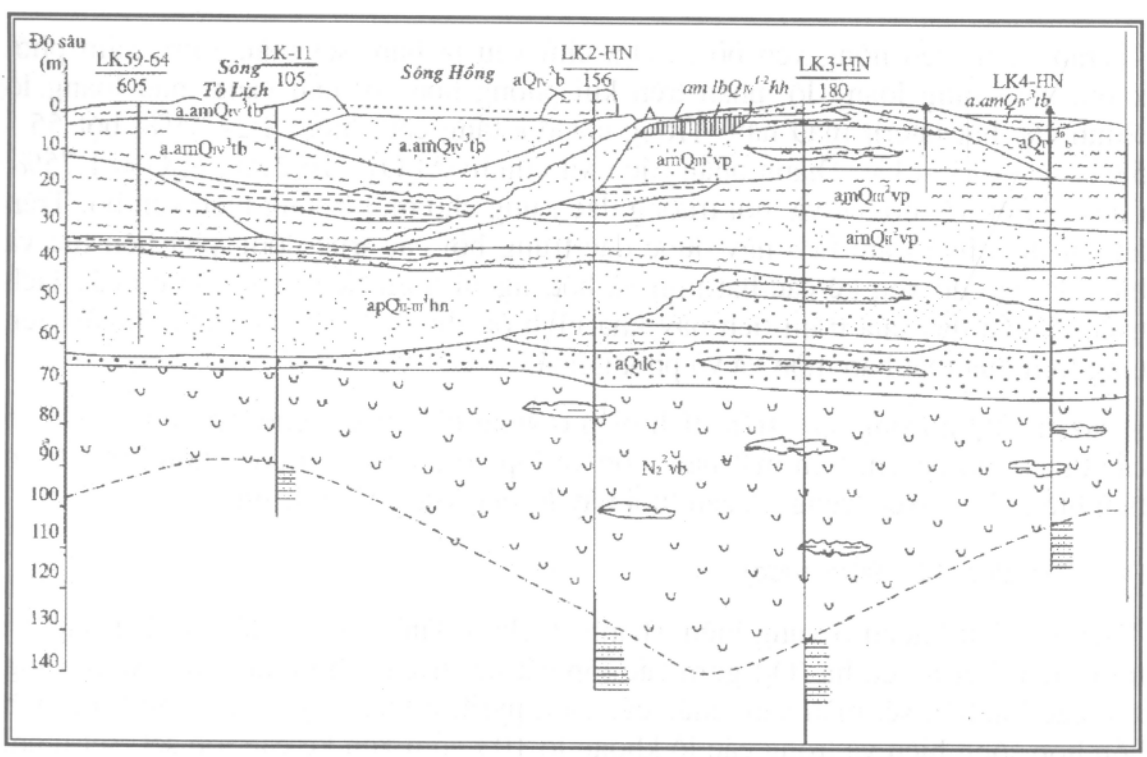
Q_I^{tm}). Phần lớn chúng có chiều dày thay đổi từ vài mét đến 204m, kéo dài ra biển nông.

Đới thềm trong (0 - 30m nước)

- Trầm tích hỗn hợp sông - biển (am Q_I): phổ biến ở vùng biển Quảng Ninh, Hải Phòng, Ninh Bình, Huế và trước các cửa sông hiện đại phủ trực tiếp trên trầm tích Plioxen hoặc các đá cổ hơn.Thành phần trầm tích gồm cuội, sạn mài tròn rìa tốt, chọn lọc vừa và kém xen kẽ các lớp cát hạt thô, nhỏ, bột, sét màu xám sáng, khi phong hoá màu vàng, xám, nâu loang lổ phần trên các lớp cát chiếm 52%, bột 48% (LK 96-1) đặc trưng cho trầm tích cửa sông ven biển.

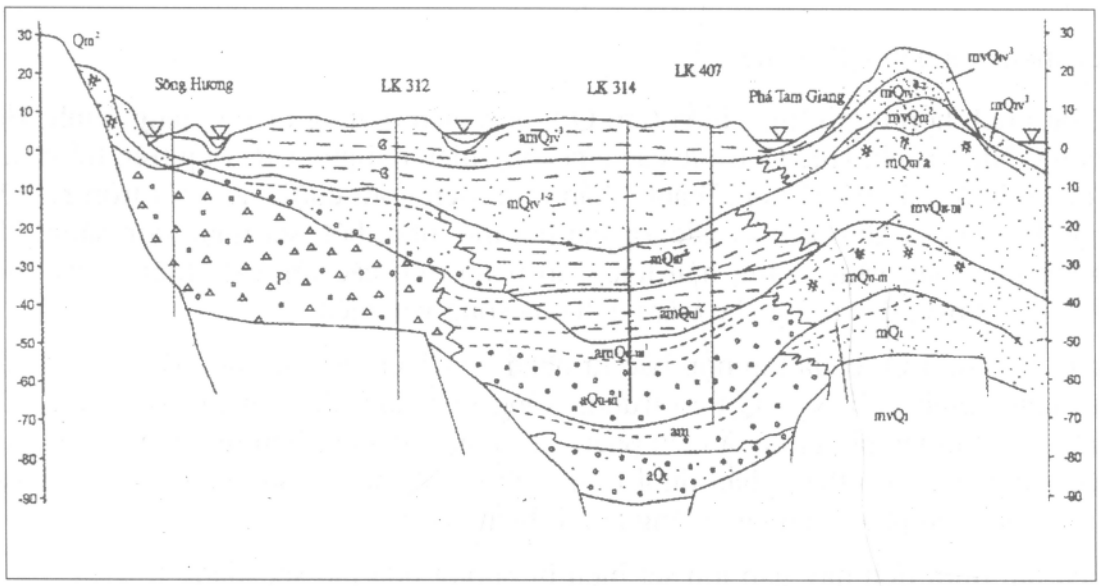
Trầm tích tuổi Q_I chứa tập hợp bào tử phấn hoa.Trên lát cắt địa chấn, mặt phản xạ mạnh (ranh giới N_2 - Q_I) có trường sóng hỗn độn, độ liên tục kém, biên độ không đều và lên phía trên là kiểu phản xạ song song đều, liên tục, biên độ mạnh. Đặc điểm trên cho thấy phần dưới trầm tích trong môi trường cửa sông có năng lượng cao, còn phần trên nước lặng hơn ở biển nông.

Trên tập trầm tích này gặp lớp sét biển bị phong hoá tạo sét loang lỗ (LK 96-1) và trên đó là trầm tích Q_{II}. Chiều dày trầm tích thay đổi từ 5m ở ven bờ đến 75m ở ngoài khơi.



Hình 4.2. Mặt cắt tướng đá tuyến ngang ở trung tâm đồng bằng Sông Hồng

(Trần Nghi, Ngô Quang Toàn, 1991)



Hình 4.3. Mặt cắt trầm tích đồng bằng Thừa Thiên Huế (Trần Nghi, 1995)

- Trầm tích biển nông ven bờ (mQ_I): chủ yếu là bùn, sét màu xám, xám phớt xanh, xám sáng loang lổ, phần trên khi phong hoá có màu vàng, nâu loang lỗ chính các hạt laterit màu nâu. Trong cột địa tầng cát chiếm 1,2- 35%, bột 55 - 58%, sét ~ 25 -43%. Thành phần các oxit chính: Al_2O_3 - 16,29%; K_2O = 1,75%. Các chỉ tiêu về độ hạt và môi trường đặc trưng cho môi trường biển ven bờ. Trên lát cắt địa chấn trầm tích này được đặc trưng bởi các trục đồng pha liên tục và biên độ cao do xen kẽ các hạt mịn và bột, ngoài trầm tích biển còn có các lạch triều. Chiều dày của trầm tích này khá bình ổn thay đổi từ 40-50m. Chuyển lên tầng trên qua mặt bào mòn và vỏ phong hoá.

- Bazan (βQ_I): trong tầng trầm tích biển ở vùng biển bắc Nghệ An và Cồn Cỏ có các thành tạo bazan, trên mặt bào mòn và lớp vỏ phong hoá của chúng phủ trầm tích biển Pleistoxen trung. Bazan tuổi này lộ ra ở vùng Vĩnh Linh.

Đới thềm giữa (30 - 90m nước)

Theo tài liệu khoan ở vùng biển Thanh- Nghệ - Tĩnh, quanh đảo Bạch Long Vĩ trầm tích Pleistoxen hạ (Q_I) gồm các lớp cát hạt trung, thô màu xám, xám trắng xen các lớp bột, sét màu xám chứa các đám pyrit, ổ than, đặc trưng cho trầm tích hỗn hợp sông biển và trong các lỗ khoan lô 103 gồm xen kẽ các lớp sét, sét than, than, bột, ít cát mịn, trung - thô chứa pyrit, kết vón vôi thuộc kiểu trầm tích sông, đầm lầy ven hồ, ven biển. Như vậy, ở tâm trũng Sông Hồng phát triển kiểu trầm tích đầm lầy, vũng vịnh và biển nông.

Trên các mặt cắt địa chấn ta thấy phần rìa bồn chủ yếu là kiểu phản xạ lộn xộn, đứt đoạn xen kẽ song song, trong khi đó ở phần tâm chủ yếu là sóng phản xạ song song với biên độ mạnh, độ liên tục tốt kiểu thành tạo trong điều kiện năng lượng thấp (khi mực nước dâng cao).

Đới thềm ngoài (90-200m nước)

Qua 2 lỗ khoan ở lô 114, trầm tích Pleistoxen sớm bắt đầu bằng lớp cuội - sạn cơ sở ở độ sâu 650m và sau đó là các nhịp bột - sét xám với các lớp đá vôi tạo khi biển tiến cao nhất. Trầm tích này có độ phóng xạ thấp hơn hẳn Pliocen . Trong các lớp bột lẫn vôi khá giàu hoá đá Foram, Nanofosill...

Theo tài liệu địa chấn, ở thềm ngoài trầm tích Q_I tạo nên cấu tạo nêm tăng trưởng được tạo vào thời kỳ biển lùi và có ít nhất 3 thấu kính. Ở thấu kính chính chiều dày Q_I đạt gần 600m (trung bình 250m). Đây là thời kỳ tạo nêm tăng trưởng mạnh nhất.

b. Pleistocen trung (Q_{II})

Ở các đồng bằng ven biển trầm tích Pleistoxen trung cùng với phần dưới của Pleistoxen thượng hợp thành một phân vị (Q_{II}-Q_{III}^1) được đặt tên hệ tầng Hà Nội (Móng Cái đến Đèo Ngang), Quảng Điền (Đèo Ngang- Hải Vân), với các kiểu trầm tích cơ bản ap, a, am và m. Các trầm tích này kéo dài ra phần biển nông và ít bị bào mòn hơn nên có thể tách chúng thành Q_{II} và Q_{III}.

Đới thềm trong (0 - 30m nước)

Tại lỗ khoan bãi triều ở cửa sông Đáy trầm tích Q_{II} chủ yếu là bột và sét xen lớp cát mịn ít nhiều bị phong hoá tạo laterit. Còn ở LK 110 ở Cồn Đen chủ yếu là cuội sạn lòng sông nằm ngay trên trầm tích Plioxen. Tại LK 93-2 ở cửa Thuận An mặt cắt chủ yếu là cuội sạn ở đáy và cát ở phần trên. Các trầm tích này xếp chung vào kiểu sông biển hỗn hợp.

Trầm tích Pleistoxen trung được cấu tạo bởi bùn, sét, cát hạt mịn giàu vi sinh vật nguồn gốc biển, có nơi là vũng vịnh và cát có sóng xiên kiểu trầm tích lòng sông, châu thổ. Đã ghi nhận 2 đợt biển tiến và 2 lần biển lùi trong Pleistoxen trung. Trong các trầm tích biển đã phát hiện hoá đá Foraminifera và Nanofosill.

Đới thềm giữa (30 - 90m nước)

Trong GK103-T-G IX khu vực ngoài khơi Thái Bình - Ninh Bình, trầm tích biển Pleistoxen trung gặp ở độ sâu 150-240m, còn ở ngoài khơi Thanh Hoá đến Thừa Thiên gặp ở độ sâu 40-50m, trên bề mặt có nhiều hố đào khoét và được lấp đầy bằng trầm tích hạt thô. Thành phần thạch học bao gồm bột sét lẫn cát sạn phong hoá loang lổ, màu xám, xám xanh, xám trắng gặp nhiều kết hạch oxit Fe màu nâu, độ mài tròn khá tốt, gắn kết yếu. Địa tầng lỗ khoan 103-T-G-IX cho thấy trầm tích gồm xen kẽ các lớp sét bột, cát.

Các trầm tích Pleistoxen trung phủ trực tiếp lên bề mặt bào mòn của đá gốc cổ hoặc lên trầm tích Pleistoxen hạ. Phía trên chúng bị phủ bởi trầm tích Pleistoxen thượng. Theo tài liệu địa chấn, ở trên mặt nhiều nơi gặp nhiều hố đào xới của dòng chảy cổ, chứng tỏ vào cuối Pleistoxen giữa các khu vực ven vịnh Bắc Bộ cho tới dải biển ven bờ miền Trung biển lùi ra xa tới độ sâu 40-50m so với hiện tại, cả khu vực khi đó đã trở thành lục địa. Các quá trình xâm thực, bóc mòn, phong hoá đã xảy ra mãnh liệt làm biến dạng bề mặt trầm tích Q_I, hoạt động kiến tạo có vai trò tích cực khác nhau ở các khu vực trong thời kỳ này. Chiều dày trầm tích Pleistoxen trung giao động 10-90m, vùng gần tâm vịnh chiều dày càng lớn song ra rìa thềm lục địa trở nên mỏng dần.

Tại các lô 102, 103, 107, 112 trầm tích Pleistoxen trung có hai nhịp, mỗi nhịp bắt đầu bằng lớp cát dầy và kết thúc là các lớp bột sét xám, sét than. Chiều dày của trầm tích Q_{II} thay đổi 50-150m.

Đới thềm ngoài (90 - 200m)

Tại LK 114-TK-IX mặt cắt bao gồm các lớp cát xen kẽ các lớp mỏng bột, sét. Các lớp cát dày 10-50m chứa các vỏ Foraminifera... có thể thấy 3 nhịp bậc II cát - sét, chiều dày 180m. Xa hơn về phía biển ở lô 118 chủ yếu là sét bột và các lớp thấu kính sét vôi, vôi có nhiều hoá thạch Foraminifea trôi nổi. Chiều dày ở LK 118-CVX-IX khoảng 180m.

Trên các tuyến địa chấn ở phần rìa thềm thấy trầm tích Q_{II} tạo nên 2 nêm tăng trưởng về phía biển do xen kẽ các lớp sét biển tiến và các thấu kính cát, bột sét tạo kỳ biển lùi. Chiều dày đạt 180m.

c. Pleistocen thượng (Q_{III})

Đới thềm trong (0 - 30m nước): Gồm trầm tích hỗn hợp sông biển; trầm tích biển gió, trầm tích vũng vịnh đầm lầy và trầm tích biển.

- Trầm tích sông biển (amQ_{III}): phân bố ở khu vực biển Thái Bình- Ninh Bình, Thanh Hoá- Hà Tĩnh và Quảng Trị - Thừa Thiên. Chúng lộ ra trên đáy biển ở độ sâu lớn hơn 40m như khu vực Cồn Cỏ và từ Cửa Việt đến cửa Tư Hiền và chút ít ở nam Cửa Hội (Hà Tĩnh). Các nơi khác chỉ được phát hiện qua các lỗ khoan sâu và phân tích băng địa chấn nông độ phân giải cao.

Thành phần trầm tích thay đổi từ cuội sạn sỏi đa khoáng màu xám - xám đen đến cát bột, bột cát, bùn sét màu xám - xám nâu, độ mài tròn chọn lọc trung bình đến yếu. Trên lát cắt địa chấn thể hiện các hố đào khoét của các con sông vào cuối Pleistoxen trung đầu Pleistoxen thượng và được lấp đầy bởi trầm tích hạt thô: cuội sạn sỏi, cát

Kết quả phân tích mẫu ở các lỗ khoan cho thấy phong phú Foraminifera đặc trưng cho vùng cửa sông ven biển gồm các loài tuổi Pleistoxen muộn. Các mẫu bào tử phấn hoa đều cho tập hợp phấn của thực vật ngọt và ngập mặn

Về quan hệ địa tầng, trầm tích Pleistoxen muộn nằm dưới lớp bùn sét xám xanh tuổi Holoxen và nằm trên bề mặt phong hoá của trầm tích sét biển Pleistoxen giữa. Ở Cửa Hội (Hà Tĩnh) chúng có độ sâu 25m nước, từ Cửa Tùng đến cửa Tư Hiền có độ sâu 15m.

Ở các lỗ khoan và một số mặt cắt địa chấn nông ở độ sâu 80-100m khu vực nam cửa Sông Hồng, ranh giới Q_{III} và Q_{IV} không gặp được bề mặt sét loang lổ. Điều đó chứng tỏ vào pha biển lùi cuối Q_{III} khu vực cửa Ba Lạt vẫn chịu ảnh hưởng của sông đào khoét sâu nên sét loang lổ bị bào mòn. Chiều dày 10-50m, dày nhất ở khu vực cửa sông Hồng.

- Trầm tích biển Pleistoxen muộn (mQ_{III}), gồm 2 phần mQ_{III}^1 và mQ_m^2

Phần dưới (mQ_{III}^1) gồm các trầm tích hạt thô nằm ở đáy các mặt cắt gặp ở các lỗ khoan khu vực đảo Ngọc Vừng, Trà Cổ cũng như hàng loạt các tuyến địa chấn khu vực từ Móng Cái đến Hải Phòng. Kết quả phân tích thạch học bở rời cho thấy trầm tích có thành phần đơn khoáng.

Các mặt cắt địa chấn nông cho thấy các trầm tích hạt thô này thường lấp đầy vào các hố trũng hoặc các hố đào khoét trên bề mặt trầm tích Q_{II}. Trong một số mặt cắt gặp qua các trầm tích cát có cấu tạo xiên kiểu trầm tích biển ven bờ thuộc đới bãi triều.

Phần trên (mQ_{III}^2) có diện phân bố khá rộng ở các khu vực Móng Cái - Sầm Sơn, cửa Hội - Cửa Khẩu... có thể quan sát được trong hầu hết các lát cắt địa chấn nông và chúng lộ ra trên bề mặt đáy biển ở độ sâu quá 20m qua các mẫu ống phóng trọng lực, thậm chí có nơi lấy được mẫu bằng cuốc đại dương. Riêng khu vực Sầm Sơn - Nga Sơn, trầm tích Pleistoxen lộ ra ở độ sâu 12m.

Trong hầu hết các lỗ khoan bãi triều ven bờ và các đảo đều bắt gặp trầm tích mQ_{III}^2 ở độ sâu và bề dày khác nhau. Thành phần của tập mQ_{III}^2 này thay đổi từ cát bùn, bùn cát đến bùn sét, bột sét màu sắc loang lổ, sặc sỡ xám xanh, xám vàng - nâu đỏ. Trên bề mặt lớp loang lổ này thường thấy sạn sỏi và vón laterit màu nâu. Một số nơi còn thấy kết vón laterit dạng khung, dạng ống tạo thành các ổ với nhiều lớp oxit Fe màu nâu mỏng bao bọc lấy trầm tích bùn cát - bùn sét hoặc sét loang lổ dạng phân dải. Các kết quả phân tích cho thấy trầm tích sét loang lổ có hàm lượng các oxit Fe và Al tăng lên một cách đáng kể.

Các mẫu phân tích khoáng vật sét chỉ thị cho môi trường lắng đọng trầm tích thuộc vùng biển nông ven bờ. Các chỉ số môi trường cũng cho thấy trầm tích được thành tạo trong môi trường biển.

Về quan hệ địa tầng, trầm tích biển mQ_{III}^2 phủ lên trên các thành tạo amQ_{II}^2 và bmQ_{II}^2 hoặc phủ trực tiếp lên trên bề mặt bào mòn mQ_{II}^2. Phía trên bị phủ bởi trầm tích Holoxen. Chiều dày thay đổi trong khoảng 5-20m.

- Trầm tích biển gió (mv Q_{III}^2)

Phân vị này được xác lập thông qua phân tích mặt cắt địa chấn ở phía đông - đông nam cửa Ba Lạt và phía đông cửa Thuận An. Trên địa hình ở các khu vực này có dạng địa hình cồn cát... trong đó có cồn cát còn giữ lại được đỉnh như lúc nó mới hình thành và những gờ cát đó ứng với các gờ nổi cao trên địa hình đáy, còn một số cồn khác đã bị san bằng do quá trình biển tiến Holoxen về sau. Các cồn cát này phủ trên tầng trầm tích biển Pleistoxen thượng mQ_{III}^2, ranh giới rất rõ ràng. Bản thân các cồn cát này cũng bị đào xới và lấp đầy bởi vật liệu hạt thô của Holoxen sớm.

Các phức hệ cồn cát được thành tạo vào giai đoạn biển lùi cuối Q_{III}, gió cũng là nhân tố tích cực để hình thành các cồn cát, đê cát song song với đường bờ vào giai đoạn biển lùi. Kiểu cấu tạo phân lớp xiên song song một chiều là kiểu trầm tích ảnh hưởng của gió và đó cũng chính là các đường bờ cổ của giai đoạn biển lùi cuối Q_{III}. Chúng tôi cũng tạm tách thành phân vị riêng nguồn gốc biển gió tuổi Pleistoxen muộn mvQ_{III}^3.

2. Thống Holoxen

Trầm tích Holoxen bao gồm trầm tích sông biển (am), biển (m) và đầm lầy (mb)

Trầm tích sông biển amQ_{IV}.

Trầm tích phần dưới amQ_{IV}^a được phát hiện ở độ sâu 22-30m nước vùng biển Đèo Ngang- Móng Cái, phân bố gần vuông góc với đường bờ cổ nằm trước các châu thổ hiện đại có thể là các bar cát ngầm cửa sông. Thành phần chủ yếu là cát (92-98%) độ chọn lọc mài tròn tốt. Trong trầm tích này phát hiện nhiều vi cổ sinh cho tuổi Q_{IV}. Chiều dày trầm tích từ 3-5m. Vùng biển Hải Vân - Đèo Ngang các thành tạo trầm tích này có diện lộ không lớn độ sâu 10-15m nước. Trầm tích chủ yếu là cát pha, sét pha màu xám, xám xanh đen, các thấu kính cát hạt mịn... cát có thành phần đa khoáng. Tập hợp vi cổ sinh chứa trong các thành tạo này cho tuổi Q_{IV}^{1-2} nghiêng về Q_{IV}^2. Chiều dày chung của trầm tích Q_{IV}^a đạt 5-13m.

Trầm tích phần trên (amQ_{IV}^b): lộ ra trên đáy biển ở độ sâu 0 - 15m nước ở phía nam và 0-5m nước ở phía bắc vùng Nga Sơn, Hải Phòng. Trong các lỗ khoan bãi triều gặp chúng ở độ sâu 0-10m. Thành phần gồm trầm tích cát mịn, bùn cát, cát bùn màu nâu, xám nâu, thuộc các đới trầm tích bãi triều, các cồn cát nổi, các bar cát ngầm vùng cửa sông như sông Hồng, sông Đáy, sông Thái Bình... Thành phần cấp hạt của chúng gồm: cát 90-99%; bột 1-10%; Cát có độ chọn lọc và mài tròn tốt, thành phần đa khoáng. Mặt cắt đầy đủ của tầng được thể hiện qua GK 96-2 tại Cồn Vành

Vùng biển Đèo Ngang- Nga Sơn trầm tích này chỉ gặp ở các cửa sông như sông Mã, cửa Hội, cửa Sót, cửa Khẩu... Thành phần trầm tích gồm cuội sỏi, cát màu xám, xám sẫm, bùn sét phù sa màu đỏ, thành phần đa khoáng

Vùng biển ven bờ Hải Vân, Đèo Ngang trầm tích này phân bố chủ yếu ở các cửa sông như cửa Gianh, cửa Tùng, cửa Thuận An... Thành phần trầm tích chủ yếu cát mịn, bùn sét màu xám, xám xanh xen kẹp các thấu kính cát pha, sét pha. Cát có thành phần đa khoáng. Trầm tích sông biển nằm chuyển tiếp lên trên trầm tích biển sông. Chiều dày 6-10m.

Trầm tích biển Holoxen (mQ_{IV}): Có thể chia làm 2 phần mQ_{IV}^{a} và mQ_{IV}^{b}.

- Trầm tích phần dưới mQ_{IV}^{a}: Phổ biến nhất trong vùng biển nông Hải Phòng - Móng Cái, chúng lộ ra trên đáy biển ở độ sâu 8-12m nước ở phía bắc và 18-20m nước ở phía nam. Trầm tích gặp khá đa dạng: cát sạn, cát lẫn sạn, cát bùn sạn, bùn cát và bùn sét. Cát sạn đơn khoáng đến ít khoáng. Các mẫu phân tích thạch học bở rời trong trầm tích này cho thấy cát bùn, cát bùn sạn có thành phần ít khoáng đến đa khoáng.Các khoáng vật sét gặp trong trầm tích bùn sét, bùn cát chứng tỏ các thành tạo trầm tích thuộc vùng nước sâu.

Vùng biển Hải Phòng - Nga Sơn trầm tích biển mQ_{IV}^{a} lộ ra dưới độ sâu 20m nước, ở phía nam lộ ra ở dưới độ sâu 25m nước, kéo dài ra ngoài tới độ sâu 50m nước. Thành phần trầm tích gồm: trầm tích cát đơn thuần thành phần đa khoáng; trường bùn cát, cát bùn, bột cát khá phổ biến trầm tích có màu xám xanh giàu vụn sinh vật, thành phần cấp hạt trung bình đặc trưng môi trường biển nông.

Vùng biển Nga Sơn - Đèo Ngang trầm tích biển lộ trên đáy biển ở độ sâu 0-12m nước. Thành phần trầm tích gồm cát sét màu xám, xám xanh lẫn ít cuội sạn. Trầm tích biển mQ_{IV}^{a} còn gặp trong các lỗ khoan bãi triều ở độ sâu 5-10m nước.

Vùng biển Đèo Ngang - Hải Vân, các thành tạo trầm tích biển mQ_{IV}^{a} phân bố ở độ sâu 10-15m nước, chúng phủ trên các bậc thềm 8-10m và địa hình hiện đại của sườn bờ ngầm và các bãi triều hiện đại. Trầm tích chủ yếu cuội sạn, cát hạt thô chuyển lên là cát mịn trung, cát pha sét. Trầm tích chứa phong phú các dạng vi cổ sinh tuổi Q_{IV}^{a}. Chiều dày trung bình từ 1-7m đến 10-15m.

- Trầm tích phần trên (mQ_{IV}^{b}): lộ ra trên vùng biển Hạ Long, Bái Tử Long và rìa đảo Vĩnh Thực, Cái Lim dưới độ sâu 0-12m nước. Trầm tích gồm bùn cát, bùn sét, cát và cát bùn màu xám tối, xám xanh có chứa vụn sinh vật.

Vùng biển nông ven bờ Đèo Ngang- Nga Sơn, trầm tích biển lộ ra ở vùng Tĩnh Gia, vùng bắc Sầm Sơn và vùng nam Cửa Hội tới Đèo Ngang, thành phần trầm tích gồm cát, sét màu xám, xám xanh lẫn ít cuội sạn. Trong trầm tích chứa phong phú sinh vật.

Vùng biển nông Hải Vân- Đèo Ngang trầm tích này lộ trên đáy biển từ 0m đến 10-15m nước, chúng còn phủ trên sườn bờ ngầm bậc thềm 8-10m và các bãi biển hiện đại. Thành phần trầm tích chủ yếu gặp cuội sạn cát thô phần trên là cát mịn trung, cát mịn màu xám trắng, xám xanh lẫn cát pha sét. Chiều dày các thành tạo biển Holoxen từ 2-15m.

Trầm tích biển sông Holoxen (maQ_{IV}):

Trầm tích này lộ ra ở cửa sông Bạch Đằng tới Cát Bà và trong khu vực Tiên Yên, Đầm Hà thuộc vùng biển Hải Phòng - Móng Cái. Thành phần trầm tích gồm cát màu xám xanh, cát bùn, bùn cát và bùn sét màu xám nâu. Các trầm tích có thành phần đa khoáng, dày 5-10m. Đây là các trầm tích hiện đại.

Vùng biển nông ven bờ Hải Phòng - Hải Vân các trầm tích biển sông được lộ ra ở phía bắc dưới độ sâu 6-20m nước, ở phía nam 10-25m nước. Chúng tạo thành một dải bùn sét liên tục từ bắc xuống nam. Các trầm tích sét có nguồn gốc từ phù sa Sông Hồng, Sông Đáy, Sông Thái Bình, được tích tụ trong môi trường biển. Các trầm tích này còn gặp trong các lỗ khoan bãi triều ở các độ sâu khác nhau. Chiều dày thay đổi từ 3-10m.

Trầm tích đầm lầy biển Holoxen (mbQIV)

Các trầm tích này phân bố thành dải hẹp ở vùng biển cửa sông Bạch Đằng, khu vực Quảng Yên, vịnh Cuốc Bê, Đầm Hà, Móng Cái. Thành phần trầm tích gồm bùn cát, cát bùn, bùn sét màu xám tới xám tối giàu mùn thực vật, bã hữu cơ. Trong trầm tích gặp tập bào tử phấn hoa đặc trưng cho trầm tích đầm lầy cửa sông ven biển. Chiều dày trầm tích 1,5-10m. Vùng biển nông phía đông quần đảo Long Châu và nam đảo Bạch Long Vỹ gặp trầm tích này trên đáy biển ở độ sâu 20-50m nước. Thành phần trầm tích gồm bùn cát, bùn, sét màu xám tối chứa mùn thực vật, bã hữu cơ màu nâu đen.Trầm tích được thành tạo trong môi trường khử mạnh.

Tại vùng biển Nga Sơn- Hải Phòng trầm tích gồm bột sét ít cát giàu mùn thực vật màu xám đen, chúng được thành tạo trong các hố trũng, lagoon mà trước đây là đầm lầy ven biển. Vùng biển Đèo Ngang- Nga Sơn chỉ gặp chủ yếu trong đáy vịnh biển Diễn Châu ở độ sâu 15-23m nước và trong các lỗ khoan bãi triều ở độ sâu 6-20,8m. Thành phần tầm tích chủ yếu là sét, sét bột màu xám tro, xám đen, dẻo mịn có chứa tàn tích thực vật.

Vùng biển Đèo Ngang- Nga Sơn trầm tích vũng vịnh đầm lầy ven biển mbQ_{IV} chỉ gặp trong 2 lỗ khoan bãi triều.

Biển nông ven bờ Hải Vân- Đèo Ngang, trầm tích đầm lầy biển Holoxen trung lộ ra trên đáy biển vùng Thuận An. Chúng phân bố dưới dạng kéo dài, thành phần trầm tích chủ yếu là bùn cát, bùn sét xám đen, xám xanh pha cát hạt mịn. Trong trầm tích chứa bào tử phấn hoa đặc trưng cho trầm tích biển nông gần bờ. Chiều dày trầm tích đạt 5-7m. Các thành tạo trầm tích biển đầm lầy, đầm phá Holoxen (bmQ_{IV}^{3}) phân bố ở vụng An Cư và đầm Cầu Hai. Đây là các thành tạo trẻ phủ trên bề mặt đáy các mũi thông ra biển chịu ảnh hưởng của thủy triều. Trầm tích bao gồm phần dưới là cát mịn pha sét màu xám đen, xám xanh chuyển lên trên là bùn sét xám đen chứa nhiều di tích động thực vật. Trầm tích nằm phủ trực tiếp lên các thành tạo Q_{IV}^{1-2}. Chiều dày các thành tạo này đạt từ 2-3m đến 6-8m.

Trên cơ sở xây dựng các lát cắt đặc trưng cho vùng Vịnh Bắc bộ có thể rút ra mấy nhận xét sau:

- Quan hệ trên và dưới các phân vị là các gián đoạn trầm tích có mặt bào mòn hoặc lớp laterit.
- Ở phía ven bờ biển các phân vị có chiều dày nhỏ và thường hay bị vát nhọn còn ra phía tâm vịnh chiều dày của chúng tăng nhanh và chủ yếu là loại trầm tích hạt mịn. Các lớp trầm tích thường có xếp lớp nằm ngang.
- Tầng trầm tích phun trào N_2^2 phân bố trên các mặt cắt dạng lấp đầy trũng tâm vịnh Bắc Bộ.
- Ở rìa thềm lục địa quá trình tạo các nêm lấn tăng trưởng xảy ra mạnh mẽ trong Đệ tứ và có ít nhất 10 lần tạo nêm tăng trưởng.
- Có nhiều biểu hiện đứt gãy và khe nứt xuyên qua trầm tích N_2-Q và ít nhất có 4 thời kỳ xảy ra trước N_2^1, N_2^2, Q_I,Q_{III} và có thể trong Q_{IV}. Điều này chứng tỏ địa động lực xảy ra khá mạnh mẽ.

4. Đặc điểm địa chất Đệ Tứ nam bồn trũng Sông Hồng

Vùng biển này được giới hạn từ bán đảo Đà Nẵng tới mũi Cà-Ná hướng ra biển. Theo các mặt cắt địa chấn, địa hình mép rìa thềm phức tạp, có độ sâu không đồng đều, đa phần ở độ sâu 150m thấy rõ nếp uốn địa hình. Về mặt cắt cấu trúc địa chất, đây là rìa tây của các bồn Kainozoi Nam Sông Hồng, Phú Khánh và là rìa đông của khối Kontum, đới Mezozoi Đà Lạt.

Trầm tích Đệ Tứ lộ ra có tuổi từ Q_I - Q_{IV} tạo thành từng dải hẹp có tuổi trẻ dần từ ngoài bờ và tương đối phù hợp với các hệ thống đứt gãy dạng bậc hướng kinh tuyến (Trung Bộ) và hướng Đông Bắc Tây Nam (Bắc Trung Bộ). Trầm tích Đệ Tứ có chiều dày mỏng từ 0 - 100m, phát hiện các tướng cuội sạn ven bờ cổ từ Q_I đến Q_{II-III}^1, một phần Q_{III}^2 thuộc giai đoạn cuối biển lùi đầu biển tiến và các tướng đê cát cổ xen kẽ lagoon từ Q_I đến Q_{IV}. Vật liệu do sông mang ra được động lực của sóng đóng vai trò chủ đạo kiến lập nên các thực thể trầm tích hiện tại. Trong phạm vi thềm lục địa từ Phan Rang đến Quy Nhơn đáy biển dốc và hẹp, trầm tích Đệ Tứ cũng bị co hẹp lại và bề dày rất mỏng áp sát vào đường bờ hiện đại. Các thành tạo Q_{I-II} phân bố ở độ sâu 1000 - 2000m.

Đặc điểm địa chất Đệ Tứ theo các đới được mô tả như sau:

1. Thống Pleistoxen

a. Pleistoxen hạ Q_I

- Đới thềm trong (0-30m nước)

Các trầm tích Pleistoxen hạ ở các đồng bằng ven biển từ Đà Nẵng trở vào bao

gồm trầm tích các hệ tầng Tân Mỹ (a, am Q_I), Đại Phước (aQ_I *dp*) ở ven biển Đà Nẵng, Quảng Ngãi, hệ tầng Tuy Hoà (mQ_I *th*) ở Bình Thuận - Ninh Thuận và hệ tầng Trảng Bom (Đất cuốc).

Ở vùng Điện Bàn Quảng Nam trầm tích Q_I gồm cuội, cát đa khoáng mài tròn tốt, chọn lọc kém thuộc kiểu tướng lòng sông ở sâu > 70m. Ven biển Tuy Hoà, Bình Thuận trầm tích biển bao gồm các tập cát đỏ sẫm có bề mặt bị laterit hoá mạnh. Các kiểu trầm tích này còn phổ biến ở biển ven bờ và thể hiện rõ trên các tuyến địa chấn. Như vậy ở vùng Hàm Tân thấy rõ trên Plioxen là tập cuội sạn kiểu trầm tích sông và phủ trên đó là trầm tích bột, cát, sét biển nông.

- Đới thềm giữa (30-90m nước)

Theo các lát cắt địa chấn ở đới thềm giữa tầng trầm tích xen kẽ cát mịn, bột, sét có các phản xạ song song, độ liên tục tốt và biên độ mạnh. Không loại trừ trong đó có ít lớp sét vôi - đá vôi.

- Đới thềm ngoài (90-200m nước)

Tại lô 118, giếng khoan 118-CVX-IX trầm tích Pleistoxen hạ bắt đầu bởi lớp cuội sơ sở sau đó lên phía trên là các nhịp bột - sét - đá vôi (sét vôi) (có 3 nhịp). Trong trầm tích giàu hoá đá. Chiều dày ~ 270m, chuyển lên trầm tích Pleistoxen trung qua lớp cát thô, trong khi đó tại lô 119 trầm tích Q_I chủ yếu là sét và bột ít lớp sét vôi.

Thành phần cơ bản của Q_I là sét, bột và cơ bản là các lớp sét vôi. Theo tài liệu địa chấn ở rìa thềm trước cửa các sông lớn miền Trung thường tạo nên các nêm tăng trưởng dạng thấu kính nhất là trước cửa sông Đại (Quảng Nam), sông Đà Rằng (Tuy Hoà). Đây là trầm tích châu thổ tạo vào kỳ biển lùi.

b. Pleistocen trung

Trước đây các nhà địa chất chia một phân vị Pleistoxen trung - thượng (phần dưới) Q_{II-III}^1 và cho rằng được thành tạo trong một chu kỳ (Ngô Quang Toàn, nnk, 1999...). Dọc ven biển nam Trung Bộ từ Đà Nẵng đi vào có các hệ tầng Vĩnh Hảo (mQ_{II-III}^1), Miếu Bông, Phan Thiết và Củ Chi (amQ_{II-III}^1). Trong vài năm gần đây có xu hướng tách riêng Pleistoxen trung Q_{II} (Vũ Văn Vĩnh, 1998).

Ở ven biển Quảng Nam - Đà Nẵng các trầm tích Pleistoxen trung có 2 kiểu nguồn gốc sông biển và biển.

Trầm tích sông biển (amQ_{II}) gồm 2 tập dày 10-30m, tập dưới có cát, sạn, sỏi xen lớp mỏng bột sét màu xám xanh, xám vàng; tập trên có sét bột, bột sét xen kẽ các lớp mỏng cát bột, cát - bột - sét màu xám, xám tro.

Trầm tích biển (mQ_{II}) bắt gặp ở các lỗ khoan bãi triều ở Cửa Đại ở độ sâu trên 42m. Ở phần dưới bao gồm cát mịn, ít cát thô màu xám xanh, xám trắng độ chọn

lọc và mài tròn tốt và ở phần trên gồm sét bột phong hoá loang lổ màu xám vàng chứa cát kết vón laterit, chiều dày khoảng 30m.

Tại vùng Mũi Né cát pha bột sét, cát bột lẫn sạn màu xám gắn kết rắn chắc và bị phong hoá tạo màu loang lổ đỏ vàng và chứa các bào tử phấn với chiều dày thay đổi 2-21m. Tại mặt cắt Suối Tiên đặc trưng cho hệ tầng Phan Thiết có 4 tập: cát thạch anh hạt trung màu xám trắng, gắn kết trung bình, cát gắn kết yếu, cát thạch anh hạt vừa màu vàng, vàng nâu gắn kết yếu; cát thạch anh hạt nhỏ pha bột màu đỏ gắn kết trung bình.

Đới thềm trong (0-30m nước)

Các trầm tích sông biển và biển nêu trên kéo dài ra biển nông, tuy nhiên độ hạt nhỏ dần. Trên các tuyến địa chấn thấy rõ tập trầm tích Q_{II} có thành phần chủ yếu là cát hạt nhỏ phân lớp xiên kiểu nêm tăng trưởng nhẹ, đa phần là bột và sét gắn kết yếu.

Đới thềm giữa (30-90m nước)

Theo các tuyến địa chấn thấy Pleistoxen trung chủ yếu là cát hạt mịn xen kẽ các lớp bột, sét.

Đới thềm ngoài (90-200m)

Tại lỗ khoan 118-CVX-IX, ở phần dưới là tập xen bột - sét - sét vôi hoặc đá vôi dày khoảng 200m, còn ở phần trên chủ yếu là xen kẽ giữa bột và sét ít thấu kính sét vôi và kết thúc là lớp sét nằm dưới lớp cát, dày 150m. Trên các tuyến địa chấn ở nhiều nơi trầm tích Q_{II} tạo các nêm tăng trưởng lớn chủ yếu là sét - bột - đá vôi (dày hơn trầm tích Q_I và Q_{III}). Có nơi chiều dày đạt 500-600m. Các nêm tăng trưởng thấy ở các tuyến địa chấn trước châu thổ sông Cửa Đại, Quy Nhơn, Quảng Ngãi, Đà Rằng, Hòn Gốm.

c. Pleistocen thượng (Q_{III})

Trầm tích Pleistocen thượng ở các đồng bằng ven biển có phần dưới gắn liền với Pleistoxen trung còn phần trầm tích biển được tách riêng một phân vị hệ tầng Vĩnh Hảo, Sông Luỹ, Đà Nẵng, Mộ Đức, Suối Chùa.

- Trầm tích sông (aQ_{III}) gặp ở đồng bằng Phan Thiết (hệ tầng Sông Luỹ) cạnh quốc lộ 1A gồm bột sét, cát sét màu xám, xám xanh chứa tảo nước ngọt, bào tử phấn hoa, dày 11,5 m. Đây là tầng trầm tích sông thềm bậc I phủ lên trầm tích bề mặt thềm bậc II có tuổi Q_{II-III}^{1}.

- Trầm tích sông biển (amQ_{III}) lộ ở ven rìa đồng bằng Quảng Nam, Quảng Ngãi gồm cát lẫn sét bột có lót đáy cuội sỏi thạch anh mài tròn tốt, màu xám, xám vàng loang lổ, chứa các loại tạo cửa sông đầm lầy ven biển, dày 6-10m. Trong bột sét có bào tử phấn và các vỏ vi cổ sinh cửa sông ven biển.

- Trầm tích biển (mQ_{III})

Ở Mộ Đức trầm tích này là các lớp cát vàng xen các lớp sét xám xanh chứa bào tử phấn tuổi Q_{III}. Ở các đồng bằng Bình Định, Phú Yên trầm tích này tạo các bậc thềm có bề mặt phẳng cao 10-15m, rộng 1km, kéo dài 4-5km. Trong các lỗ khoan mặt cắt có 2 tập nằm trên trầm tích sông biển amQ_{III}^2, đó là tập cát, bột - cát màu xám trắng, trắng, dày 12cm và tập cát màu xám, đôi nơi bị nhuộm bẩn màu đen, xám đen, nâu chứa nhiều bào tử phấn hoa, dày 4m.

Tại đồng bằng Ninh Hoà, Hàm Tân, Phan Thiết trầm tích mQ_{III} tạo bề mặt dới lượn sóng thoải hơi nghiêng về phía biển, rộng 4-5km^2, cao 10-15m. Trầm tích gồm các lớp sỏi, sạn, cát hạt trung thô, mịn, màu xám, xám xanh, xám đen, nâu nhạt xen kẽ nhau, phân lớp ngang, xiên, xiên chéo, có bề dày không ổn định, chứa các vi cổ sinh biển. Dày 50-100m .

Ở thềm Cà Ná II, cao 10-15m các lớp sạn kết sạn hô gắn kết, cuội nhỏ cùng các mảnh vụn sạn hô, vỏ sò ở phần đáy. Các lớp cát vôi gắn chặt đặc xít dày 3m. Tuổi tuyệt đối 18.500 ± 250 năm.

Ở sân bay Phan Thiết, Hòn Rơm, Tuy Phong trầm tích mQ_{III} là cát màu vàng sẫm, vàng phớt đỏ phân bố ở độ cao 40-60m địa hình.

Đới thềm trong (0 - 30m nước)

Tại các lỗ khoan bãi triều ở Hội An bắt gặp trầm tích sông biển, còn các nơi khác, trầm tích mô tả nêu trên ở ngay rìa bờ biển và kéo dài ra phía biển tuy nhiên kiểu nguồn gốc biển chiếm ưu thế hơn. Điều này thể hiện ở các mặt cắt địa chấn nông độ phân giải cao. Trên trầm tích mQ_{III} là lớp phủ sạn, cát, bột (amQ_{III}) tạo nên một chu kỳ biển tiến và lùi vào Q_{III}.

2. Thống Holoxen

Trầm tích thống Holoxen có mặt khắp nơi dọc đới ven biển và biển ven bờ 0-20m nước, chủ yếu là cát các loại, nơi gần núi sông có thêm cuội, sạn, còn ở các vũng vịnh phần lớn là bùn, sét, đặc biệt phong phú cát thuỷ tinh, cát đỏ. Theo nguồn gốc có thể chia các kiểu am, bm, m, vm.

- Trầm tích hỗn hợp sông-biển (amQ_{IV}): Thành phần chủ yếu là cát hạt trung, hạt mịn, đa khoáng, lựa chọn và mài tròn từ trung bình ở vùng cửa sông và lựa chọn tốt ở vùng cát bãi. Sạn-cát-pha sét màu xám giàu vụn vỏ sò ốc, trong đó sạn 30-40%; cát 20-25%; bột 10-15%; sét 15-22%, có các dạng Foraminifera và bào tử phấn. Chiều dày 3-10m. Tại các châu thổ đạt 10-20m.

- Trầm tích biển (mQ_{IV}): ở biển ven bờ các trầm tích này chủ yếu là cát hạt trung, mịn màu xám, xám xanh, xám đen, đơn khoáng thạch anh dày 10-15m.

Ở đảo Lý Sơn trầm tích có thành phần cát vôi, cát san hô, vỏ sò ốc màu xám

trắng phớt vàng có chiều dày trên 5m. Ven biển Tuy Hoà lộ cát lẫn bột sạn màu trắng phớt vàng chứa vụn sò ốc, ở dưới chúng là bột sét màu xám. Bờ biển phía nam phổ biến tầng "cát trắng Cam Ranh" và các thành tạo cát, cát san hô, vỏ sò, ốc có tuổi 4200 - 4500 ± 200 năm. Cát thuỷ tinh Cam Ranh là cát hạt trung, chiều dày từ 6 - 15 m, thạch anh (95 - 48%) SiO_2 đạt 98 - 99,6%.

Trầm tích biển Holoxen phủ toàn bộ đới 0 - 20 m nước có thành phần thay đổi từ sạn, cuội đến sét và chiều dày từ 3 - 10 m. Đây là các trầm tích bãi, cồn ngầm, lạch và chân các châu thổ.

- Trầm tích biển gió (mvQ_{IV}): Các cồn cát ven biển khá phổ biến ở nhiều nơi từ Đà Nẵng vào Vũng Tàu có thành phần cát hạt nhỏ lẫn vụn sò ốc, đơn khoáng hoặc đa khoáng. Chân cửa các cồn cát thường có các bãi biển. Tại đây được phân dị tạo các thành sa khoáng ilmenit - zircon, chiều dày từ 5 - 10 m.

Trên cơ sở nghiên cứu các lát cắt địa chất điển hình theo các tuyến địa chấn trong vùng này có thể nhận xét: thềm lục địa Việt Nam là nơi phát triển các thấu kính tăng trưởng của các châu thổ cổ.. Các đứt gãy hay khe nứt xuyên qua các trầm tích trước Plioxen- Đệ tứ kèm theo là các mặt trượt ở đới bờ biển dốc. Phát triển các phun trào bazan như ở Cù Lao Ré, đảo Phú Quý với nhiều đợt khác nhau.

5. Đặc điểm địa chất Đệ Tứ các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn

Vùng biển này có diện tích lớn nhất trong đó có các cấu trúc Kainozoi như trũng Cửu Long, Nam Côn Sơn, trũng nhỏ Định An, đới nâng Hòn Khoai - Côn Sơn và thuộc thềm lục địa Sunda. Ở các trũng khác nhau và tuỳ theo độ sâu nước biển có các kiểu mặt cắt đặc trưng khác nhau.

Lát cắt giếng khoan Bạch Hổ được phân tích tỷ mỉ và được dùng để phân chia địa tầng trầm tích Đệ Tứ ở bể Cửu Long.

Trầm tích Pleistocen dưới (Q_I) dày 26,2m ở độ sâu 30,2 - 57,8m bao gồm cát xám vàng tướng đồng bằng châu thổ, sét bột loang lổ tướng tiền châu thổ.

Trầm tích Pleistocen trên (Q_{III}^2) có hai nhịp kiểu lagoon cát - bột - sét. Cát hạt trung tướng đê cát ven bờ cổ, bột sét vũng vịnh. Nằm ở độ sâu 0,6 - 30,2m; dày 29,6m.

Trầm tích Holocen (Q_{IV}) chủ yếu là cát hạt nhỏ chứa vỏ sinh vật biển nông, dày 0,6m.

Đặc điểm địa chất Đệ Tứ theo các đới được mô tả như sau:

1. Thống Pleistoxen

a. Pleistocen hạ Q_I

Ở đồng bằng Nam Bộ trầm tích Pleistoxen hạ phủ trái khớp trên các trầm tích Plioxen và được phân chia các hệ tầng Đất cuốc (aQ_Ide), Trảng Bom (aQ_Itb), Mỹ Tho (amQ_Imt), Kiên Lương (aQ_Ikl) và hệ tầng Cà Mau (aQ_Icm).

Đới thềm trong (0 - 30 m nước)

Trầm tích Q_I tại các lỗ khoan ven biển và bãi triều được ngăn cách bởi 2 mặt bào mòn ở phía trên và dưới, thành phần gồm sạn hạt nhỏ, cát - sạn, các hạt thô, trung thường nằm dưới mặt cắt và các hạt nhỏ, bột, sét nằm ở phía trên. Trầm tích sét - bột trắng biển thường có chứa tảo vôi tuổi Q_I, tướng đầm hồ triều lầy có các vết in lá cây và mùn thực vật, tướng lạch triều hay lòng sông gặp ở một số lỗ khoan. Phần đáy thường gặp lớp sạn, sỏi cơ sở tạo khi biển tiến. Trên cùng của Q_I thường gặp lớp sét, bột bị laterit hoá màu loang lổ. Gặp một số lớp tro núi lửa. Trên lát cắt địa chấn thấy một tầng có kiểu phản xạ hỗn độn xen các lớp phản xạ song song đứt đoạn đây là tầng trầm tích aluvi. Chiều dày thay đổi từ 72 - 80 m (ở đồng bằng và đới nâng) tới 250 m (ở tâm các trũng)

Đới thềm giữa (30 - 90 m nước)

Theo tài liệu khoan ở lô 15, ở bể Cửu Long trầm tích Q_I bao gồm xen kẽ các tập cát là chủ yếu với các lớp bột và sét, còn ở đới nâng Côn Sơn (lô 16) là tầng cát dày chuyển về phía nam xa bờ hơn là cát mịn xen bột và sét, sét vôi, chiều dày đạt 200-300 m. Theo tài liệu địa chấn cho thấy có sự thay đổi từ trầm tích hạt thô sang hạt mịn và tăng chiều dày từ Tây sang Đông.

Đới thềm ngoài (90 - 200 m nước)

Ở GK28 -A-IX trầm tích Pleistoxen hạ gồm các lớp bột dày 10 - 30 m xen các lớp mỏng cát và sét, sét vôi chứa pyrit, vi cổ sinh. Chiều dày 400 m.

Trên lát cắt địa chấn ở vùng mỏ Đại Hùng trầm tích Pleistoxen hạ dày 150 - 170 m có 3 tập mỗi tập có kiểu song song ở phần dưới và kiểu lộn xộn ở phần trên. Xuyên qua chúng có túi khí hay bazan (?). Kết thúc là tập aluvi với trường sóng hỗn độn điển hình. Nóc của chúng liên quan đến mặt phản xạ mạnh có thể là mặt bào mòn và phong hoá tạo laterit. Các thấu kính tăng trưởng và đứt gãy tạo cho mặt cắt trở nên phức tạp và chứng tỏ vào Q_I đới nâng là rìa thềm lục địa.

b. Pleistoxen trung Q_{II}

Ở đồng bằng Nam Bộ trầm tích Q_{II} không được tách riêng mà gộp chung vào phần dưới của Q_{III} tạo nên các hệ tầng Củ Chi (aQ_{II-III} cc), Thủ Đức (aQ_{II-III} tđ), Thuỷ Đông (amQ_{II-III} tđg) và hệ tầng Long Toàn (mQ_{II-III} lt)

- Đới thềm trong (0 - 30 m nước)

Nghiên cứu các lỗ khoan bãi triều cho thấy trầm tích Pleistoxen trung dày 30 - 70m và có thể chia thành 2 nhịp trầm tích Q_{II}^1 - Q_{II}^2 có ranh giới trên và dưới là các lớp sét loang lổ cùng mặt bào mòn.

- Đới thềm giữa (30 - 90 m nước)

Ở GK 11-2-RĐ-IX thuộc bể Nam Côn Sơn, phân vị Q_{II}^{1} được bắt đầu bởi lớp cát biển tiến sau đó chủ yếu là xen kẽ giữa các lớp bột, bột - sét, sét và phần trên ($Q_{II}^{2?}$) có đường cong karota khác hẳn và lượng sét tăng cao. Chiều dày phân vị đạt 90 m.

Tại bể Cửu Long, trầm tích Q_{II} trong GK BH-2 gồm các lớp cát nhỏ mịn, bột màu vàng, đỏ xám không chứa Foraminifera ở độ sâu 57,8 - 93,4 m. Ở GK70 vùng 12 gặp trầm tích Q_{II} từ 60 - 99m gồm 3 lớp cát hạt trung xám chứa sạn, sét xám chứa các ổ cát, bột - sét và lớp cát xám hạt trung rắn chắc. Chúng thuộc tướng trầm tích aluvi

c. Pleistoxen thượng - Q_{III}

Ở đồng bằng Nam bộ một phần Q_{III} thuộc các phân vị như mô tả Q_{II} còn Q_{III}^{2} có các hệ tầng Củ Chi (aQ_{III}^{2}cc), Mộc Hoá (amQ_{III}^{2}mh) và Long Mỹ (mQ_{III}^{2}lm)

- Đới thềm trong (0-30 m nước)

Theo tài liệu khoan bãi triều, trầm tích Q_{III} có thể chia làm 2 phần Q_{III}^{1} và Q_{III}^{2} tương ứng với hai nhịp trầm tích.

Trầm tích Q_{III}^{1} thường được bắt đầu bằng lớp sạn, cát sạn cơ sở nằm trên mặt sét bào mòn, bột bị laterit hoá. Các hạt sạn chủ yếu là cát kết vón laterit hoặc hạt thạch anh. Kết thúc là lớp sét giàu mùn thực vật, rễ cây kiểu trầm tích bãi triều lầy hoặc là lớp bột sét, ở phần giữa của tập có lớp giàu vỏ sò ốc.

Trầm tích Q_{III}^{2} có thành phần phức tạp hơn. Đáy của nó có nơi là mặt bào mòn nằm trên lớp sét - bột bị phong hoá có nơi không rõ mặt bào mòn. Thành phần chủ yếu sét, sét-bột, bột mịn chứa nhiều vỏ sinh vật đặc biệt là Foraminifera. Tại lỗ khoan ở Gành Hào gặp lớp bột và giàu sò, ốc cỡ lớn. Trầm tích bị phong hoá mạnh tạo nên lớp laterit còn sét chuyển thành sét "gạch ngói". Nóc của trầm tích này là 1 mặt bào mòn

Trên các tuyến địa chấn nông ở độ sâu 10 - 30m nước dễ dàng vạch các mặt phản xạ và nhận biết các tập aluvi tạo vào cuối Q_{3}^{1}. Ở độ sâu này đáy biển bị phủ lớp sét biển Q_{III}^{2} khá dày 10 - 20m. Trên lớp này là lớp rất mỏng 0,2 - 5m cát hoặc bùn Holoxen.

- Đới thềm giữa (30 - 90m nước)

Trầm tích Q_{III} được mô tả chi tiết ở LK-BH-II trũng Cửu Long. Một loạt lỗ khoan địa chất công trình được trình bày trong các báo cáo địa chất của Vietxopetro cho thấy trầm tích Q_{III} gặp ở độ sâu 0-58,5m và có thể chia ra 2 nhịp (LK 70-IG vùng 12 Bạch Hổ):

Nhịp dưới (58 - 25m) phủ trên lớp bột - sét bị phong hoá màu loang lổ, chứa khoảng 10% hạt sạn và từ dưới lên theo thứ tự sét màu hoa huệ, dẻo (dày 2,5m)

bột-sét xám (5,5m), sét xám, cứng vừa có vỏ sò (3,1m) bột với các lớp vỏ sò (1,5m) (độ sâu 51,5 - 29,5m là trầm tích vịnh - biển) trên cùng là cát xám hạt trung, rắn (1,0m). Nhịp trên (29,5 - 8,2m) gồm các lớp sét xám giàu vỏ sò và các lớp bột (2,4m), bột xám đồng đều xen các lớp vỏ sò (7,6m) và bột - sét bị phong hoá màu hoa huệ, nâu kèm 25% vi lớp cát xám, (các lớp trầm tích biển).

Trên các lát cắt địa chấn nông có thể nhận thấy các tập từ trên xuống dưới: tập A gồm phản xạ song song, liên tục, gợn sóng kiểu cát hạt mịn dày 0-8m (Holoxen). Tập B gồm phản xạ gợn sóng, đứt đoạn không đều do xen kẽ cát mịn, bột, sét kiểu trầm tích phù sa châu thổ, dày 12,3m (Pleistoxen thượng). Tập C gồm phản xạ kiểu lượn sóng, đậm do cát bột tạo nên (kiểu trầm tích bãi bồi, đê cát ven sông) dày 10,6m; phần dưới phản xạ hỗn độn do dòng chảy mạnh kiểu trầm tích cát hạt trung, nhỏ lòng sông dày 8,2m. Tập D gồm phản xạ song song là chủ yếu, liên tục, biên độ mạnh (trầm tích cát mịn-bột-sét biển nông) dày 21,4m.

Đáy của tập là mặt phản xạ mạnh liên quan lớp sét bị laterit hoá và dưới đó là trầm tích Q_{II}.

- Đới thềm ngoài (90 - 200m nước)

Ở bể Nam Côn Sơn, các lỗ khoan địa chất công trình thường chỉ gặp phần trên của Q_{III}. Trên các lát cắt địa chấn nông từ trên xuống có thể chia 3 tập: Tập Holoxen gồm cát mịn, bột, dày 0 - 6,4m; Tập trầm tích Pleistoxen thượng (Q_{III}^2) gồm các thấu kính có phản xạ xiên chéo dày 0-8m ở phần trên và phản xạ hỗn độn, xiên chéo kiểu trầm tích năng lượng cao của lòng sông (trầm tích aluvi) ở phần dưới; Tập Pleistoxen dưới (Q_{III}^1) có phản xạ song song, liên tục do xen kẽ các lớp bột và sét (trầm tích biển) dày 61m. Ở rìa thềm lục địa, trên các băng địa chấn có thể nhận thấy hai thấu kính nêm tăng trưởng

2. Thống Holocen

Trầm tích Holoxen phát triển ở Đông Nam Bộ có nhiều kiểu nguồn gốc khác nhau, được chia thành các phân vị Q_{IV}^{1-2}, Q_{IV}^{2-3} và Q^3_{IV} với chiều dày thay đổi từ 2- 5m ở ven rìa đến 20 - 25m ở bắc sông Tiền và tây nam sông Hậu, sâu nhất giữa hai sông này dày 48m - 61m ở Long Hồ đến 63 - 76m ở phía Cần Thơ, ra đến bãi biển dày 15 - 20m.

Đới thềm trong (0 - 30m nước)

Trầm tích Holoxen khá phổ biến là cát hạt nhỏ, bùn, sét màu xám giàu vỏ sinh vật có mức độ phân dị hạt nhỏ dần và chiều dày giảm dần từ bờ ra khơi đến độ sâu 20 - 25m. Ngoài độ sâu này là trầm tích lấp đầy các hố, rãnh đào cuối Pleistoxen gồm bùn, sét màu xám chứa vụn thực vật (trầm tích vũng vịnh) tạo vùng biển tiến và lớp trầm tích sạn laterit, vụn sinh vật, cát các loại có nhiều kết vón sắt, có khi được bọc bởi màng mỏng oxit mangan, giàu Foraminifera đáy và chứa các quc thuỷ tinh núi lửa. Có các cồn bãi chiều dày 2 - 8m được cấu tạo bởi

cát màu vàng hạt nhỏ, thạch anh, lựa chọn tốt chứa ít vụn vỏ sinh vật mỏng (trầm tích biển gió). Dưới các trầm tích mô tả trên đây là lớp sét, bột bị laterit hoá mạnh. Chiều dày Holoxen ở đới 20 - 30m nước thay đổi từ 0,2 - 8m

Đới thềm giữa (30 - 90m nước)

Trầm tích Holoxen có kiểu lấp đầy và gò đồi: Kiểu lấp đầy lòng sông với thành phần chủ yếu là sét, bùn và cát mịn có chiều dày 1- 20m (có nơi đạt 40 - 50m). Kiểu gò đồi gồm các cồn cát hạt trung, nhỏ màu vàng (dày 5 - 10m) và lớp phủ mỏng (0,3 - 2m). Thông thường trên mặt các loại này có sóng cát với chiều cao 1-6m. Ở độ sâu trên 40m có các rạn san hô phát triển trên nền laterit hoặc cát gắn kết và tạo nên các cồn nổi chiều cao 15 - 25m.

Các bãi sạn, cát, cát hạt trung có chiều dày 5- 8m gặp ở độ sâu 50 - 60m có thành phần thạch anh - silic- fenpat.

Đới thềm ngoài (90 - 200m nước)

Lớp bùn, sét mỏng (0,1 - 3m) màu xám giàu vật liệu núi lửa và Foraminifera trôi nổi phủ hầu hết diện tích nghiên cứu. Ngoài ra ở độ sâu 150 - 160m gặp các bãi cuội, sạn, cát hạt thô trung màu vàng, xám, ít khoáng (đường bờ cổ cuối Pleistoxen muộn ?). Trên các khối nhô (do núi lửa hoặc do địa hình) tiếp tục phát triển các rạn san hô có từ trước hoặc là các rạn san hô chết.

Tại sườn lục địa khoảng độ sâu hơn 150m gặp các thấu kính bùn, sét màu xám xanh, có nơi là bùn Foraminifera.

Ở thềm lục địa Đông Nam Bộ trầm tích Holoxen phân bố ở ven bờ (0 - 20m nước) có nhiều kiểu nguồn gốc, chiều dày 20 - 5m còn ở các diện tích còn lại phủ một lớp mỏng 0,1 - 0,5m ở các cồn cát và các rãnh, hố trũng bùn, sét có thể đạt 5 - 15m.

Các mặt cắt địa chất - địa vật lý dựa theo tài liệu địa chấn cho thấy trầm tích Plioxen - Đệ tứ vùng đông Nam Bộ đa dạng về thành phần độ hạt, có chiều dày thay đổi; nhỏ nhất ở đới ven bờ trên khối nâng Cò Rạt - Côn Sơn và lớn nhất ở trũng Cửu Long và nhất là trũng Nam Côn Sơn. Tại rìa thềm ở độ sâu trên 150m phát triển các nêm lấn tăng trưởng và bị phức tạp hoá bởi hoạt động đứt gãy và các thể phun trào bazan Neogen - Đệ tứ. Các đứt gãy hoạt động mạnh xảy ra trước Plioxen - Đệ tứ

Cột địa tầng trầm tích Đệ Tứ theo GK BH 2 được nêu trên hình 4.4

6. Đặc điểm địa chất Đệ Tứ bồn trũng Malay - Thổ Chu

Bồn trũng Malay - Thổ Chu thuộc thềm lục địa tây Nam Bộ. Cuối Miocen có một đới nâng kéo dài từ Châu Đốc, Tri Tôn đến U Minh, Hòn Khoai kéo dài ra biển tạo nên đường phân thuỷ trong Plioxen - Đệ tứ. Hướng vận chuyển vật liệu tạo nên các tầng N_2-Q theo hướng Tây, Tây nam là chủ yếu, khác với biển Đông

Nam bộ có hướng Đông, Đông nam. Ở các đồng bằng ven biển từ nam Hà Tiên đến tây Cà Mau trầm tích N_2-Q tương tự như đồng bằng tây sông Hậu song lượng trầm tích sông ít hơn và chiều dày nhỏ hơn. Vùng Hà Tiên - Rạch Giá trầm tích N_2-Q tạo trong điều kiện giữa các đảo như ở Quảng Ninh song mức độ phân dị kém hơn.

Khu vực thềm lục địa Đông Nam đến Tây Nam Việt Nam, trầm tích Đệ Tứ phát triển trên móng nâng Korat và ở các bể Đệ Tam có móng nông khoảng 4km với quy luật phân bố được tóm tắt như sau:

Trầm tích Q_I và Q_{II} phân bố ở đới ngoài thềm và sườn lục địa bao gồm các trầm tích hạt thô tướng aluvi và aluvi biển.

Trầm tích Q_{II-III}^1 phân bố ở dải nâng Côn Sơn bao gồm sỏi, sạn cát tướng aluvi và bột - sét tướng châu thổ ở độ sâu 30-80m.

Trầm tích Q_{III}^2 phân bố trên một diện tích rộng lớn từ Đông Nam đến Tây Nam bao quanh mũi Cà Mau, ở độ sâu từ 20 - 50m bao gồm sạn cát tướng lòng sông, sông, biển hỗn hợp và tướng châu thổ bị phong hoá loang lổ.

Trầm tích Holocen phân bố ở dải ven bờ và ở các bể Đệ Tam thuộc vịnh Thái Lan bao gồm cát-sạn tướng ven bờ cổ và bùn sét vũng vịnh giàu vỏ động vật thân mềm.

Đặc điểm địa chất Đệ Tứ theo các đới được mô tả như sau:

1. Thống Pleistocen

a. Pleitocen hạ

- Đới 0-30m nước

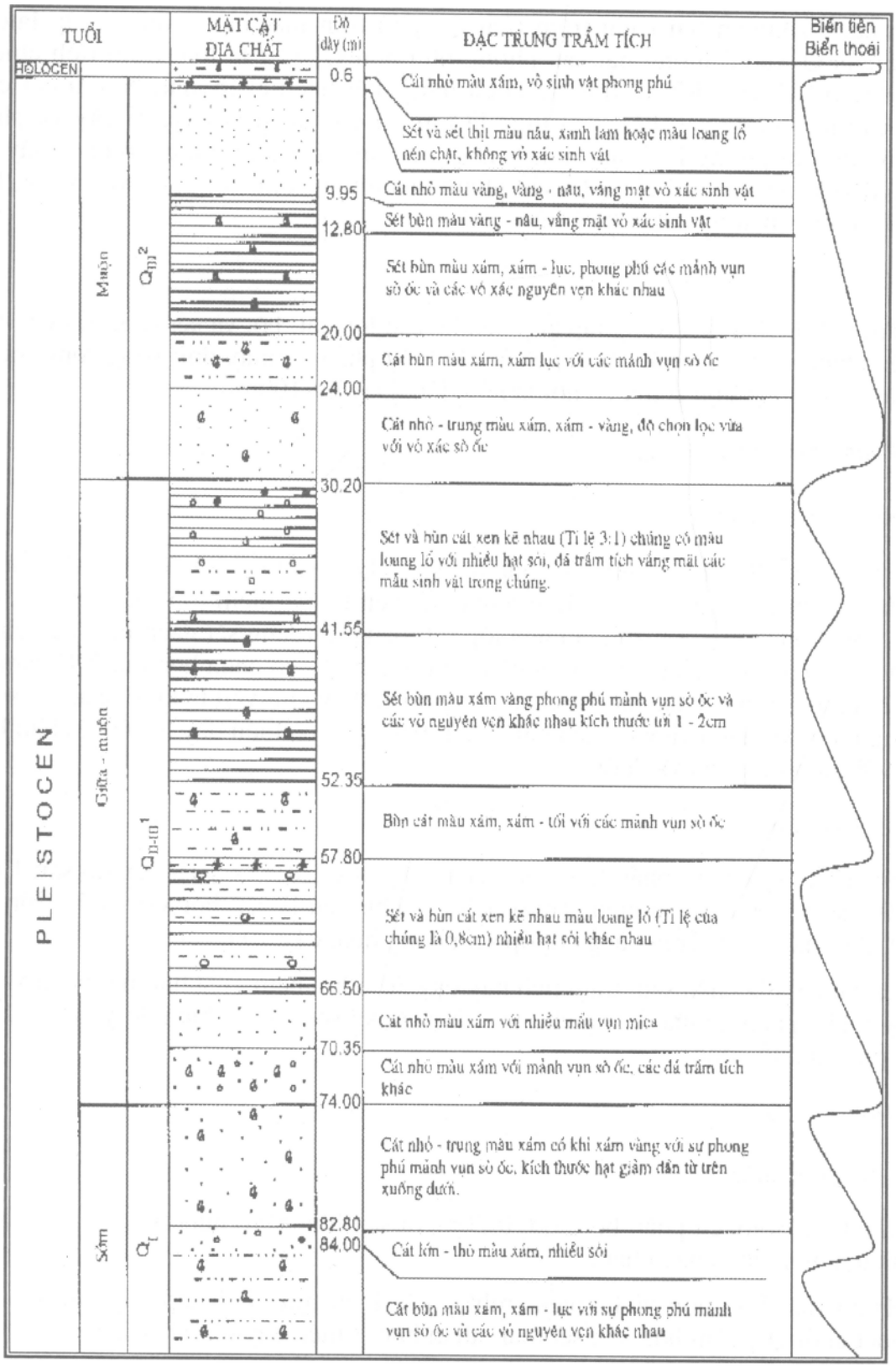
Trầm tích gồm các lớp cát trung- mịn xen các lớp bột ở phía dưới sau đó chuyển lên trên là xen kẽ giữa các lớp bột và sét. Trong bột có các ổ kết hạch vôi và di tích Foram và Nanofosil. Nóc là một lớp bào mòn. Tài liệu địa chấn nông cho thấy trầm tích Pleistoxen hạ có kiểu phản xạ đứt đoạn, lộn xộn xen các lớp song song lượn sóng, chiều dày 75- 60m

- Đới 30-90m nước

Theo GK 51-MH-IX trầm tích Pleistoxen hạ có bề dày 180m, bắt đầu bằng lớp cát hạt mịn, xám, sạch, thạch anh dày 15m, trên đó là lớp sét biển dày 30m; càng lên trên các lớp cát dày hơn và kết thúc là lớp sét, sét than và lớp cát hạt mịn. Trên băng địa chấn nóc và đáy của Pleistoxen hạ được ngăn cách bởi hai mặt phản xạ khá mạnh. Đặc trưng trường sóng chủ yếu là kiểu song song hoặc trắng, một số nơi dạng hỗn độn. Chiều dày thay đổi trong khoảng 100 -180m.

b. Pleistocen trung (Q_{II})

- Đới 0 - 30m nước



Hình 4.4: Cột địa tầng trầm tích Đệ Tứ theo GK BH 2 (Trịnh Thế Hiếu, 1987)

Tại các lỗ khoan bãi triều trầm tích Q_{II} phủ trên mặt bào mòn có lớp laterit hoá của Q_I và có lượng hạt sạn phong phú hơn Q_I. Cát là loại trầm tích chiếm ưu thế ở LK 98-I-RT và thường chứa pyrit, kết hạch cacbonat. Ngoài cát còn có các lớp mỏng sét, bột. Kết thúc là lớp sét có vết in lá cây, rễ cây và phần trên cùng bị phong hoá tạo laterit. Dày 170,0m. Tài liệu địa chấn cho thấy có các đào khoét, có nơi còn gặp sản phẩm của aluvi (lòng sông, đê ven sông, bãi bồi và hồ ven sông) dày 30-60m

- Đới 30 - 90m nước

Trầm tích Pleistoxen trung tập hợp xen kẽ các lớp cát, bột và sét (LK 51-MH-IX) kiểu phân nhịp. Trên lát cắt địa chấn các kiểu phản xạ thay đổi: song song, trắng hoặc song song gợn sóng, có nơi là hỗn độn. Dày 60-100m.

c. Pleistocen thượng (Q_{III})

- Đới 0 - 30m nước

Có thể chia *Pleistoxen thượng* thành 2 phần Q_{III}^1 và Q_{III}^2. Ở LK 98-I-RT, trầm tích Q_{III} được đặc trưng bởi các lớp bột, sét xen kẽ rất hiếm lớp cát mịn. Sét, bột Q_{III}^2 bị phong hoá rất mạnh tạo nên lớp sét loang lổ (dạng sét gạch ngói) có chiều dày 30-40m. Trên cùng là lớp sét nâu. Trầm tích Q_{III} có chứa hoá thạch Foram và Nanofosil. Trên các lát cắt địa chấn nông nhận thấy chủ yếu là kiểu phản xạ song song biên độ mạnh và vừa, kéo dài. Trầm tích Q_{III} có chiều dày 40-60m phân biệt rõ với trầm tích trên và dưới.

- Đới 30 - 90m.

Trầm tích Q_{III} chiếm phần trên cùng của mặt cắt ở LK 51- MH-IX), độ sâu 100 - 170m so với mực nước biển. Trầm tích Q_{III} chủ yếu là sét, bột xám, có ít lớp cát hạt nhỏ màu xám. Trên cùng có lớp sét phong hoá, dày 70m.

Trên lát cắt địa chấn sâu, trầm tích này dày 50-60m, nằm giữa hai mặt phản xạ rất mạnh khá phẳng, giữa chúng chủ yếu là phản xạ song song biên độ yếu đôi đoạn có phản xạ hỗn độn,

2. Holoxen (Q_{IV})

Đới 0 - 30m nước

Trầm tích Holoxen phân bố ở đới 0-20m và sâu hơn 50m nước là chủ yếu và có nhiều nguồn gốc khác nhau:

- Trầm tích hỗn hợp vịnh- biển (mbQ_{IV}) là kiểu trầm tích lấp đầy các hố đào khoét cuối Q_{III} gồm bột, sét, sét than, than bùn. Chiều dày lớn nhất 20m.

- Trầm tích biển mQ_{IV} phổ biến nhất ở ven bờ, các lớp bùn, sét giàu vụn vỏ sò ốc

và mùn thực vật, nhão và dễ phá huỷ. Chiều dày khoảng 0,5-10m. Một số nơi như ở bãi cạn Cà Mau phủ lớp cát mịn mỏng tuổi Holoxen.

Đới 30-90m nước

Theo tài liệu khoan và địa chấn ở độ sâu trên 50m, lớp bùn, bùn sét màu xám xanh, nhiều vỏ sò ốc, nhão bị phong hoá nhẹ. Ở vịnh Thái Lan lớp này tạo nên dạng thấu kính có chiều dày từ 0,5- 1,0m ở độ sâu 50-60m đến 7- 8m.

Sự phân vùng trầm tích Pliocen - Đệ Tứ và so sánh giữa chúng được nêu trên bảng 4.3. Sơ đồ phân bố các thành tạo địa chất Plioxen - Đệ tứ được trình bày trên hình 4.5.

Từ các kết quả nêu trên có thể rút ra một số nhận xét :

- Bề dày trầm tích Đệ Tứ thay đổi phụ thuộc vào biên độ sụt lún của các bồn trũng Kainozoi và miền cung cấp vật liệu.

Bể Sông Hồng có bề dày trầm tích Đệ Tứ tăng từ 180m ở phần đất liền đến 438m ở vịnh Bắc Bộ. Biên độ sụt lún tăng dần từ lục địa ra biển. Tốc độ sụt lún cũng tăng đáng kể từ 0,26-0,3mm/năm. Bể Cửu Long phần đất liền sụt lún lớn hơn phần ngập nước. Bề dày trầm tích Đệ Tứ giảm từ 175m ở phần đất liền đến khoảng 100m ở phần thềm lục địa. Tốc độ sụt lún ở ngoài biển bể Cửu Long chậm hơn trong đất liền. Điều đó có thể giải thích bởi các chuyển động khối tảng tạo nên các hệ thống địa hào và địa luỹ xen kẽ dưới tác động nén ép tắt dần của tách giãn Biển Đông.

- Đối với khu vực Miền Trung các bể trầm tích Đệ Tứ là kết quả lấp đầy các hố sụt có biên độ không giống nhau, vì vậy bề dày rất khác nhau từ vài chục mét đến 160m. Các hố sụt và phân bậc đó ngăn cách với sườn bờ ngầm của đáy biển hiện đại bởi một gờ nâng tương đối có vai trò như các "baric" chắn cát. Nhờ cấu trúc địa chất như vậy đã tạo nên các đê cát và lagoon cộng sinh với nhau như một đặc trưng tiêu biểu của các cảnh quan ngoại sinh Miền Trung

3. Bên cạnh các hố sụt được lấp đầy trầm tích Neogen-Đệ Tứ phát triển qua 6 chu kỳ quan trọng thì các đới ven rìa kế cận lại có xu thế nâng cao dạng bậc tương ứng với các chu kỳ trầm tích ở bồn trũng các thềm tích tụ đã được đối sánh với các chu kỳ trầm tích (Trần Nghi, 1991) và các thềm mài mòn sẽ được liên hệ với các thềm tích tụ theo độ cao tương ứng.

4. Đối với phần ngập nước chuyển động kiến tạo thể hiện quy luật :

- Chuyển động sụt lún kế thừa trong Neogen ở các bể trầm tích theo 6 chu kỳ cơ bản thuộc một chu kỳ bậc hai (Pliocen - Đệ Tứ). Các bể Đệ Tứ này có tính đối xứng theo hướng vuông góc với trục dài của bể. Bề dày thay đổi từ 100m (Bể Cửu Long) đến 238m (bể Sông Hồng) (bảng 4.4).

- Vùng đáy biển không có bồn trầm tích có địa hình phân bậc từ trong bờ ra ngoài

khơi. Các bậc thềm đáy biển cũng có tuổi khác nhau theo quy luật càng sâu càng cổ. Chuyển động sụt bậc của đáy biển thềm lục địa Việt Nam được bắt đầu từ Paleogen liên quan đến các pha tách giãn biển Đông. Quá trình đó được tiếp tục và yếu dần trong Pliocen - Đệ Tứ.

7. Đặc điểm trầm tích Đệ Tứ vùng quần đảo Trường Sa

1. Trầm tích Pliocen - Pleistocen (?) (N_2 - Q_1)

Bảng 4.3. Phân vùng phân bố Pliocen- Đệ Tứ và sự so sánh giữa chúng

Vùng biển / Nét đặc trưng	Vịnh Bắc Bộ (Móng Cái - Đà Nẵng,	Nam Trung bộ (Đà Nẵng - Vũng Tàu,	Đông Nam Bộ (Vũng Tàu - Cà Mau)	Vịnh TháiLan (Cà Mau- Hà Tiên)
1. Các bồn Kainozoi	Sông Hồng	Quảng Ngãi - Phú Khánh	Cửu Long, Nam Côn Sơn	Ma Lay - Thổ Chu
2. Nguồn cung cấp vật liệu chính	Hệ thống sông Hồng, sông Cả, sông Mã	Sông miền Trung từ Quảng Ngãi - Đà Rằng	Hệ thống sông Cửu Long	Hệ thống sông nhỏ và sông Cửu Long
3. Địa hình	Vịnh nửa kín	Sườn nghiêng dốc	Đồng bằng châu thổ	Vịnh nửa kín
4. Hệ thống đảo	Phát triển ở phía bắc, đảo núi lửa	Nhiều đảo lớn	Ít đảo	Nhiều đảo phía bắc(vùngRạch Giá - Hà Tiên)
5. Trầm tích của mặt cắt	Phát triển tầng cuội-sạn cát đầu Đệ Tứ, trầm tích phun trào, Tam giác châu	Mặt cắt chủ yếu là cuội - sạn - cát có nhiều nêm tăng trưởng	Nhiều aluvi cát bột sét. Nêm tăng trưởng bị biến dạng	Bùn sét chiếm ưu thế.
6. Trầm tích tầng mặt	Diện phân bố cát và bùn, sét tương đương	Chủ yếu là cát	Chủ yếu là cát nhỏ mịn và bùn	Sạn, cát, bùn phức tạp, phát triển tầng laterit trên mặt
7. Đường bờ cổ	Thể hiện 3 đường bờ cổ rõ ở 90m, 60m và 30m	Bị xói mòn mạnh nên ít bảo tồn	Đường bờ cổ rìa lục địa biến dạng mạnh còn các đường bờ ở 60m, 30m thể hiện yếu	Thể hiện yếu các đường bờ cổ.
8. Lòng sông chôn vùi	Thể hiện rõ ở độ sâu 30-60m	Thể hiện không rõ	Thể hiện một vài nơi	Giữ được nhiều đoạn lòng sông cổ chảy về hướng tây.

Bảng 4.4. Sự tương phản giữa hai hướng chuyển động của vùng nâng và vùng sụt

TT	Độ sâu (m)	Tốc độ sụt (mm/năm)	Độ cao thềm ven rìa (m)	Tốc độ nâng (mm/năm)	Tỷ số nâng/sụt
Đồng bằng Sông Hồng	180	0.26	60	0.07	1/3
Bể Sông Hồng	238	0.30			
Đồng bằng Sông Cửu Long	175	0.25	60	0.07	1/3
Bể Cửu Long	100	0.14			
Ven biển miền Trung	1.65	0.23	90	0.16	1/2
Thềm lục địa	500		100		

Phân bố ở trũng sâu trên 4.000m phía Bắc quần đảo Trường Sa tạo thành một lòng chảo khép kín kéo dài trên 600km theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Thành phần trầm tích chủ yếu là bùn sét lẫn sạn cát. Tuổi bồn trũng này đang là giả định dựa vào qui luật phân bậc địa hình từ nhiều phía. Đặc biệt từ bờ biển Nam Trung Bộ Việt Nam đi về phía Đông, đây là bậc sụt địa hình thứ 5 và trên mặt cắt địa chấn bị thiếu hụt 3 tập phản xạ phía trên.

2. Trầm tích Pleistocen sớm - giữa (?) (Q_{I-II})

Bao gồm cát sạn lẫn bùn sét chọn lọc kém phân bố viền quanh bồn trũng (N_2 - Q_1) sâu 3.000 - 4.000m và một trũng sâu trên 2.500m dọc bờ biển Malaysia và đảo Palawan kéo dài khoảng 600km và cách bờ đảo hiện đại khoảng 300km theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Đây là bậc địa hình thứ 4 tương ứng với chu kỳ trầm tích thứ hai trong Đệ Tứ. Trên diện tích phân bố thành tập Pleistocen sớm - giữa bắt gặp nhiều loại trầm tích khác nhau như bùn sét hiện đại chứa Trùng lỗ và gai Hải miên, sạn cát lục nguyên thuộc tướng bãi nón quạt cổ, bãi triều cổ. Trong suốt thời gian từ 1,6 triệu năm đến nay khu vực quần đảo Trường Sa đã trải qua 5 lần biển lùi và tiến. Những vị trí đường bờ cổ tuổi Q_{I-II} cách bờ biển Việt Nam khoảng 400 - 500km. Chắc chắn phải liên quan đến sự sụt lún kiến tạo xảy ra ngay khi biển lùi và tiếp tục đến ngày nay để đưa thành tạo Q_{I-II} xuống độ sâu trên 2500m. Nói cách khác độ sâu thực của đường bờ cổ khi pha biển lùi Q_{I-II} so với mực nước biển hiện tại phải nhỏ hơn 2.500m, tuy nhiên biên độ này là bao nhiêu đến nay chưa được nghiên cứu chính xác. Thành phần trầm tích bao gồm nhiều loại, nhiều nguồn gốc khác nhau và nhiều tuổi khác nhau là một bằng chứng về lịch sử tiến hoá lâu dài và phức tạp.

3. Trầm tích Pleistocen giữa - muộn (Q_{II-III}^{1})

Thành phần chủ yếu là sạn cát tướng aluvi cổ, tướng nón quạt và tướng bãi triều ven biển cổ có sóng hoạt động mạnh. Ngoài ra trên diện tích phân bố này bắt gặp nhiều trầm tích bùn sét chứa Trùng lổ, san hô và vỏ động vật thân mềm. Thực chất phân tích tuổi của các kiểu trầm tích là rất khó song có thể thừa nhận những vấn đề mang tính chất quy luật định hướng như sau:

- Trầm tích cát sạn lẫn bùn sét phân bố ở độ sâu 1000 - 2500m với một diện tích rộng lớn trước cửa biển Nam Trung Bộ và khu vực quần đảo Trường Sa. Trong bậc độ sâu này địa hình bị phân dị địa phương khác nhau. Vùng quần đảo Trường Sa như một bộ phận của lục địa cổ bị đập vỡ mạnh tạo nên hàng loạt các khối tảng nổi cao thuận lợi cho các quần thể san hô phát triển thành những đảo san hô nhô cao khỏi mặt nước do biển tiến và biển thoái đan xen nhau.

Chúng ta có thể tìm thấy thành phần trầm tích phức tạp trên cùng một khu vực. Điều đó sẽ được lý giải bởi nhiều quá trình trầm tích khác nhau phụ thuộc vào nguồn vật liệu, quãng đường vận chuyển, chế độ thuỷ động lực và chế độ hoá lý môi trường thay đổi.

- Trong mặt cắt địa chấn tuyến từ Tây Bắc bãi Tư Chính - Tây Bắc Song Tử Tây ở độ sâu trên 1.000m thiếu hụt mất một tập phản xạ sắc nét tức trầm tích Pleistocen muộn (Q_{III}^{2}) và Holocen (Q_{IV}) có mặt nhưng không đủ dày để tạo nên một tập cấu trúc có ranh giới phản xạ rõ vì vậy chỉ coi trầm tích tầng mặt ở đây là Pleistocen giữa - muộn thuộc chu kỳ thứ kể từ Plitocen - Pleistocen.

4. Trầm tích bùn sét lẫn sạn san hô tuổi Pleistocen muộn

Thực chất trầm tích Pleistocen muộn phân bố rất rộng rãi từ độ sâu 30m - 200m nước thậm chí đến 1000m nước. Thành phần trầm tích bao gồm cát, bùn sét của pha biển lùi và sét bùn của pha biển tiến. Chúng luôn luôn chiếm một hàm lượng đáng kể mảnh vụn san hô và vỏ sinh vật biển chủ yếu là vỏ động vật thân mềm. Diện phân bố của thực thể trầm tích này chủ yếu là ở đới biển nông ven bờ Nam Trung Bộ Việt Nam có độ sâu tối đa là 1000m nước. Phía Tây Nam quần đảo Trường Sa và kéo dài song song với bờ biển của Malaixia và đảo Palawan, trầm tích Pleistocen muộn phân bố trên một địa hình đáy biển đơn nghiêng ra một trũng sâu hẹp, tuy nhiên bề dày trầm tích Q_{III}^{2} rất khác nhau tuỳ thuộc vào các vị trí khác nhau. Ví dụ dải ven biển miền Trung Việt Nam đáy biển dốc địa hình phân bậc, bề dày mỏng (trung bình 10m) càng ra sâu càng giảm dần và vắng mặt chỉ cách xa bờ khoảng 100km. Ngược lại, càng xuống phía Nam, diện phân bố mở rộng và bề dày trầm tích cũng tăng lên và mỏng hơn là những nơi có địa hình tương đối bằng phẳng như Nam quần đảo Trường Sa (trung bình 15m). Trong khu vực biển quần đảo Trường Sa, trầm tích Pleistocen muộn phân bố ở các khối nâng bao quanh đảo san hô chịu ảnh hưởng của quá trình phá huỷ và tái trầm tích liên quan đến pha biển lùi đầu Pleistocen muộn và pha biển lùi cuối Pleistocen - đầu Holoxen. Giữa hai chu kỳ băng hà biển kiến tạo nên trầm tích Q_{III}^{2} rất mỏng ở độ

sâu trên 1000m. Còn ở các khối nâng bao quanh các đảo như Ba Bình, Nam Yết, Song Tử, Bình Uyên, Sinh Tồn... nằm ở kinh tuyến 114° đến 118° kinh đông và vĩ tuyến 8° đến 11° vĩ bắc được thành tạo do dập vỡ một mảng lục địa cổ sau đó phân dị khối tảng mãnh liệt, các khối nâng tiếp tục nâng tạo điều kiện môi trường luôn luôn thích hợp để phát triển san hô dạng sạn. Diện tích rộng lớn của đáy biển còn lại là những khối sụt lún với tốc độ nhanh hiện ở độ sâu từ 1500 - 2900m. Như vậy việc xác định tuổi Pleistocen muộn trên các địa hình nâng cũng chỉ mới là giả định, chủ yếu căn cứ vào các mặt cắt địa tầng san hô trên một số đảo và theo mặt cắt địa vật lý.

5. Trầm tích bùn sét lẫn cát sạn san hô tuổi Holocen(Q_{IV})

Phân bố ở đới biển ven bờ từ 0 -50m nước. Ở vùng biển hiện đại nói chung và vùng biển Trường Sa - Philipin nói riêng không có trầm tích lục địa tuổi Holocen mà chỉ có một thành tạo trầm tích biển tiến phủ trên bề mặt phong hoá loang lổ Pleistocen muộn. Thực chất khi biển tiến cực đại Flandrian cách đây 5000 - 6000 năm vùng biển nghiên cứu trở thành một vùng biển khơi rất xa bờ. Vì vậy vật liệu trầm tích chỉ có thể chuyển tải xuống khu vực có độ sâu 50m nước hiện tại, ở độ sâu trên 50m hầu như chỉ xảy ra quá trình tái phân bố trầm tích và sự phát triển các quần thể sinh vật đặc biệt là các rạn san hô. Lúc này đường bờ bị đẩy sâu vào trong lục địa so với đường bờ hiện tại đồng thời các đảo san hô thuộc quần đảo Trường Sa đều bị ngập nước tạo điều kiện cho san hô rạn phát triển rầm rộ trong Holocen phủ trực tiếp lên tầng tảng, sạn kết tuổi Pleistocen muộn.

Hiện nay những phần nổi cao trên mặt nước là những bộ phận khổng lồ san hô đã bị chết và đang bị những quá trình rửa trôi, hoà tan và tái kết tinh. Riêng các đảo ngầm và phần ngập nước của các rạn san hô hiện đại khiến cho cấu trúc của đảo luôn luôn được đa dạng hoá bởi nhiều qúa trình liên tiếp xảy ra.

8. Đặc điểm môi trường trầm tích Đệ Tứ

Đặc điểm thạch học, trầm tích Đệ Tứ có thể tổng hợp dựa trên kết quả phân tích mẫu của các giếng khoan, mẫu đáy biển. Số lượng tài liệu này mang tính chi tiết cho từng điểm, nhưng lại rất hạn chế khi nghiên cứu khu vực vì phân bố rất thưa, không đồng đều. Để khắc phục hạn chế này có thể nghiên cứu qui luật phân bố và dự báo đặc điểm thành phần thạch học trầm tích Đệ Tứ trên cơ sở minh giải tài liệu địa vật lý.

Tài liệu địa vật lý giếng khoan cho phép phân tích một số qui luật liên quan đến thành phần thạch học trầm tích như từ đường cong gamma có thể dự báo thành phần cát sét trong các thành tạo Đệ Tứ. Thông thường sét cho giá trị gamma cao hơn cát. Căn cứ vào đường chuẩn của cát sạch và 100% sét có thể tính toán tỉ lệ cát, sét trong tầng trầm tích đang nghiên cứu. Tuy nhiên do số giếng khoan có hạn và phân bố không đồng đều nên việc dự báo thành phần thạch học Đệ Tứ thềm lục địa Việt Nam chủ yếu dựa vào tài liệu địa chấn. Các đặc điểm trường sóng phản xạ như độ liên tục, tần số, biên độ, hình dáng phản xạ... cho phép dự

báo sơ bộ môi trường thành tạo, đặc điểm thành phần thạch học của các tập trầm tích.

Bằng các phương pháp phân tích này có thể khoanh được các vùng phát triển trầm tích đồng bằng châu thổ, ven bờ, thềm trong, thềm ngoài, sườn thềm và biển sâu cũng như hướng cung cấp các vật liệu trầm tích. Mỗi một môi trường lắng đọng như vậy thường tương ứng với các đặc điểm trầm tích khác nhau. Môi trường ven bờ và sườn thềm thường tạo thành tổ hợp trầm tích hạt thô, thềm ngoài tạo thành trầm tích hạt mịn hơn, ra biển sâu chủ yếu là các thành tạo sét. Khu vực phát triển các kênh đào khoét ngầm đáy biển là những nơi đáng chú ý khi xem xét, đánh giá điều kiện xây dựng các công trình biển. Phương pháp phân tích các đặc điểm phản xạ của sóng địa chấn còn cho phép dự báo vùng phát triển các thành tạo cacbonat, núi lửa, v..v... Đó là những thông tin quan trọng cho việc khoanh vùng dự báo điều kiện địa chất công trình.

Nhìn chung trầm tích Đệ Tứ thềm lục địa Việt nam được thành tạo chủ yếu trong môi trường ven bờ, thềm trong, thềm ngoài và biển sâu..

Môi trường ven bờ phân bố ở Đông và Bắc bể trầm tích Sông Hồng, chiếm gần toàn bộ thềm Tây Nam và phần lớn thềm Đông Nam. Dọc bờ biển từ Quảng Trị tới Phan Rang, môi trường ven bờ tạo thành một dải rất hẹp, chiều rộng khoảng vài ba chục km. Bức tranh sóng địa chấn của môi trường ven bờ có đặc trưng phản xạ song song, độ liên tục kém đến trung bình, biên độ trung bình, chủ yếu liên quan đến các thành phần hạt thô. Mô tả thạch học mẫu lấy từ các giếng khoan 103T-G, 103T-H cho thấy độ hạt của cát từ trung bình đến thô, rất thô; độ mài tròn từ trung bình đến kém, có lẫn nhiều mảnh vụn vỏ sò, mảnh than. Tại khu vực thềm lục địa Tây Nam tướng địa chấn Đệ Tứ có độ liên tục kém cho thấy ở đây có sự pha trộn môi trường ven bờ và lục địa dẫn tới hạt rất thô.

Môi trường thềm trong nằm kề môi trường ven bờ, phát triển bao quanh khu vực trung tâm bể Sông Hồng, tây bể Nam Côn Sơn và trung tâm bể Mã lai-Thổ Chu. Dọc vùng thềm lục địa miền Trung dải môi trường thềm trong cũng hẹp tương tự như đới ven bờ. Tướng địa chấn đặc trưng cho môi trường này là phản xạ song song, độ liên tục trung bình đến tốt, biên độ trung bình. Tướng này cho phép dự báo thành phần trầm tích gồm hạt thô, mịn xen kẽ. Đối với Đệ Tứ, căn cứ đặc điểm phản xạ, môi trường thềm trong còn có thể chia thành các khu vực có kề áp sườn, không kề áp sườn và có kề áp mái. Đó chính là những đặc điểm riêng của môi trường lắng đọng trầm tích thềm trong khi đi vào phân tích tỉ mỉ tướng địa chấn.

Môi trường thềm ngoài phát triển chủ yếu ở trung tâm bể Sông Hồng. Tướng địa chấn của môi trường này là phản xạ song song, độ liên tục tốt, biên độ trung bình cho thấy thành phần ở đây là hạt thô, mịn xen kẽ, trong đó mịn chiếm ưu thế. Độ hạt ở đây thường là trung bình, độ mài mòn và chọn lựa tốt. Sự xen kẽ mịn thô là kết quả của các quá trình thăng, giáng mực nước biển.

Đới sườn thềm có phản xạ rất đặc trưng từ dạng hình chữ S cho đến lộn xộn, tạo thành một dải hẹp chạy dọc kinh tuyến 110° ở phần thềm lục địa miền Trung xuống đến khu vực bể Nam Côn Sơn. ở Đông Nam bể Sông Hồng đới này là đới chuyển tiếp giữa thềm ngoài với biển sâu, còn từ thềm lục địa miền Trung trở xuống bể Nam Côn Sơn đới này là đới chuyển tiếp trực tiếp giữa thềm trong và biển sâu do độ dốc của thềm lục địa lớn hơn.

Đặc điểm thạch học của đới này là hạt thô đến rất thô, thậm chí lẫn cuội, sỏi. Mô tả thạch học mẫu lõi khoan giếng 118-CVX ở khoảng độ sâu 600-700m cho thấy cuội có thành phần mảnh đá màu đỏ nâu, độ mài tròn rất kém, có góc cạnh. Trong Đệ Tứ sườn thềm còn có thể chia ra thành đới trầm tích lấn biển và đới bồi tụ dựa vào các đặc trưng phản xạ của chúng.

Trong đới thềm trong và sườn thềm ở bể Nam Côn Sơn, gần đảo Cồn Cỏ và phía Nam bể Sông Hồng có nhiều biểu hiện núi lửa trong Đệ Tứ, làm phức tạp thêm bức tranh chung của sơ đồ dự báo thành phần thạch học trầm tích.

Môi trường biển sâu ngoài kinh tuyến 110° và vùng chuyển tiếp bể Nam Côn Sơn-Tư Chính. Tướng địa chấn biển sâu có đặc trưng chủ yếu là phản xạ song song, độ liên tục tốt, biên độ nhỏ. Thành phần thạch học chủ yếu là sét. Tại một số nơi của thềm lục địa miền Trung có thể gặp tướng phản xạ trắng hoặc lộn xộn. Phản xạ trắng có thể là sét biển sâu, dày, không phân lớp rõ rệt, vùng phản xạ lộn xộn có thể có hạt thô hơn, liên quan đến các thân cát ngầm.

So sánh hai sơ đồ dự báo đặc điểm môi trường và thạch học trầm tích Pliocen và Đệ Tứ có thể thấy đới sườn thềm có sự dịch chuyển về phía Đông trong Đệ Tứ tạo nên một loạt trầm tích nước thấp và nhiều kênh đào khoét do dòng chảy ngầm. Trầm tích Đệ Tứ có thành phần phức tạp hơn so với Pliocen do có nhiều thành tạo núi lửa.

Ngoài môi trường thành tạo như đã nêu trên, phân tích địa chấn còn cho phép dự đoán sự có mặt và phân bố của các thành tạo đặc biệt, ví dụ như cacbonat, thành tạo núi lửa, diapir sét. Các loại đá cácbonat và núi lửa đều có cùng đặc trưng biên độ cao, hình dáng phản xạ đặc thù. Diapir sét có phản xạ trắng đến lộn xộn thường hay phá vỡ tính liên tục của các phản xạ xung quanh.

Qua phân tích các tướng địa chấn đặc biệt này ta thấy diapir sét xuất hiện chủ yếu trong các trầm tích Pliocen vùng Nam đảo Hải Nam. Các thành tạo núi lửa thì phát triển mạnh vào Đệ Tứ ở quanh khu vực bể Nam Côn Sơn và dọc thềm lục địa miền Trung. Sơ đồ dự báo thành phần thạch học trong trầm tích Đệ Tứ được nêu trên hình 4.6.

II. ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH ĐÁY BIỂN (TRỊNH THẾ HIẾU, 1995)

1. Các kiểu trầm tích tầng mặt và sự phân bố của chúng

Trong phần này, đưa ra những nhận xét về đặc điểm thành phần vật chất của các kiểu trầm tích phân bố trên đáy biển thềm lục địa Việt Nam, đồng thời xác định chế độ lắng đọng và quá trình thành tạo của chúng. Việc mô tả các kiểu trầm tích theo bảng phân loại thống nhất cho toàn vùng biển và thềm lục địa Việt Nam. (Bảng 4.5).

Phụ thuộc vào quá trình tiến hoá và sự phát triển của Biển Đông và của miền lục địa liền kề, các đặc trưng hình thái địa hình đáy biển, trầm tích tầng mặt đáy biển và thềm lục địa Việt Nam rất đa dạng, có mặt từ tảng, cuội, sỏi đến bùn sét và sét với sự phân bố không đồng đều trên phạm vi toàn vùng (hình 4.7). Trong Vịnh Thái Lan, kiểu trầm tích ưu thế là cát bùn, vùng thềm lục địa phần phía Nam là kiểu trầm tích cát nhỏ, khu vực miền Trung nơi có thềm lục địa hẹp lại có nhiều vũng vịnh, các kiểu trầm tích có sự phân dị cơ học phức tạp. Trong Vịnh Bắc Bộ, kiểu trầm tích ưu thế thuộc về cát bùn và cát nhỏ.

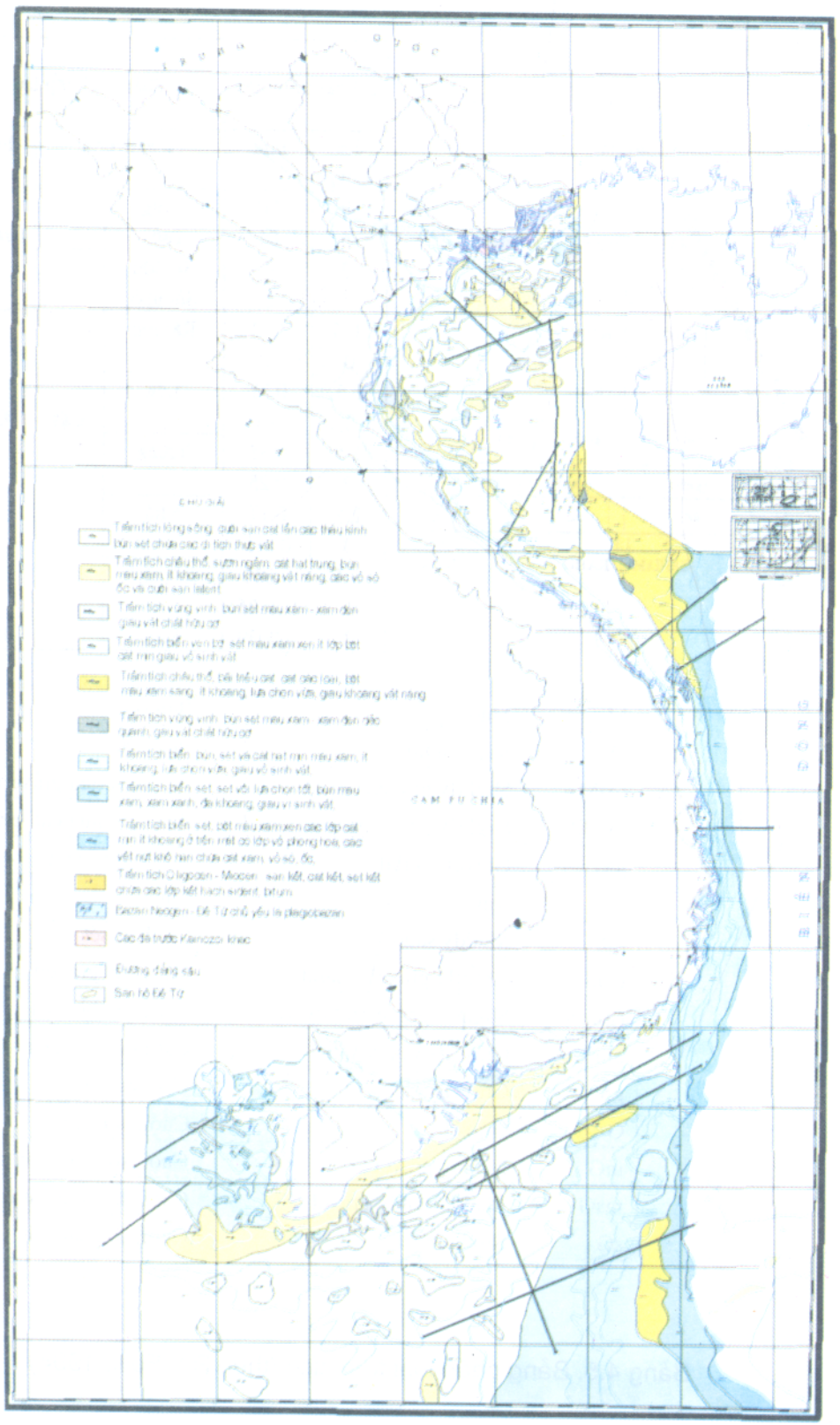
Sự hiện diện của các vùng lộ đá gốc trên bề mặt đáy biển đã được nhiều tác giả khẳng định (Shepard, 1949; Niino, 1963; Trịnh Thế Hiếu, 1987, 1990, 1995; Phạm Văn Thơm, 1981) nằm rải rác trong Vịnh Bắc Bộ, phổ biến trên thềm lục địa và sườn lục địa miền Trung và phần phía Nam. Chúng thường nằm ở độ sâu rất khác nhau từ chục mét ở vùng ven bờ Cà Ná đến 60 – 70m hay hơn 100m ở thềm và sườn lục địa, trong đấy thường gặp là ở các độ sâu 40- 50m, có khi tới vài trăm mét.

Các trầm tích thu được có thành phần bao gồm các đá cacbonat chứa cát, đá cát kết hạt nhỏ, đá sét vôi. Các đá cacbonat chứa cát hạt nhỏ màu nâu xám có nhiều hang lỗ thứ sinh, thành phần vật liệu vụn bao gồm thạch anh, mica, fenspat, các mảnh đá vi tinh giàu thạch anh, nhiều vỏ các sinh vật. Thành phần xi măng là canxit vi tinh (có chỗ là xi măng canxit khảm). Đá có nhiều lỗ hổng được lấp đầy bởi canxit hạt thô, rất sạch.

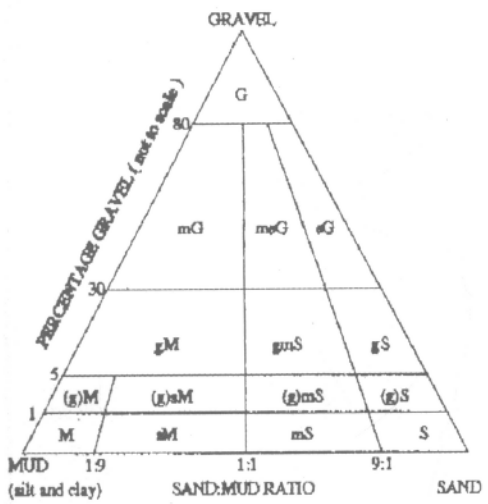
Đá cát kết hạt nhỏ màu xám nhạt, ximăng canxit vi tinh. Vật liệu vụn gồm thạch anh góc cạnh, fenspat, mica, mảnh đá, amphybol. Xác sinh vật thường gặp nhất là foraminifera với mức độ bảo tồn tốt.

Đá sét vôi màu nâu, nâu nhạt, cấu tạo bởi chủ yếu là canxit vi tinh và sét lẫn các hạt thạch anh, fenspat, mica và vỏ xác sinh vật.

Dựa vào thành phần, vị trí phân bố và kết quả phân tích vi cổ sinh (Diatomea) trong trầm tích, các trầm tích này được xác định có tuổi Miocen trung.



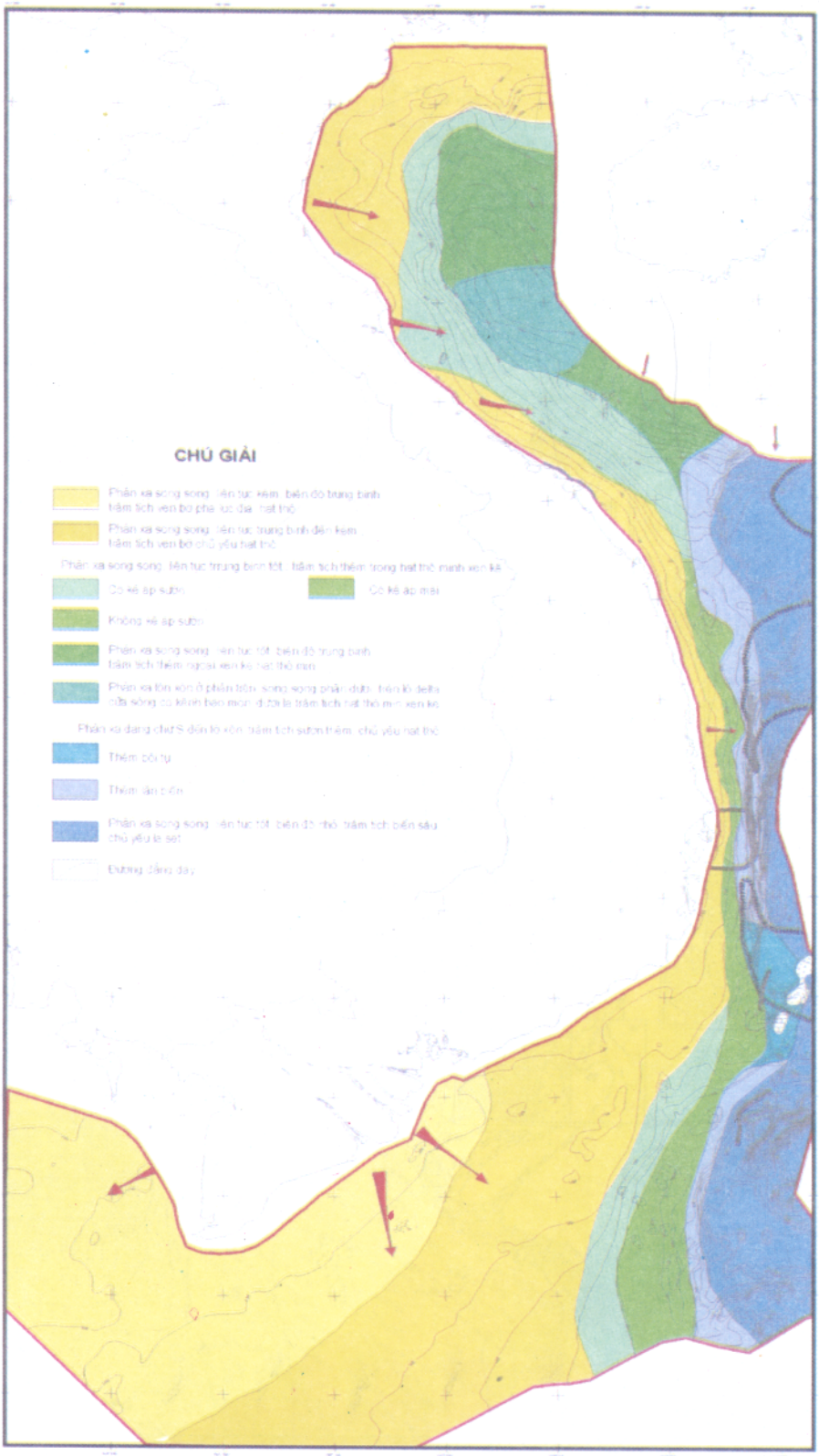
Hình 4.5. Bản đồ đia chất Pliocen - Đê Tứ thềm lục địa Việt Nam



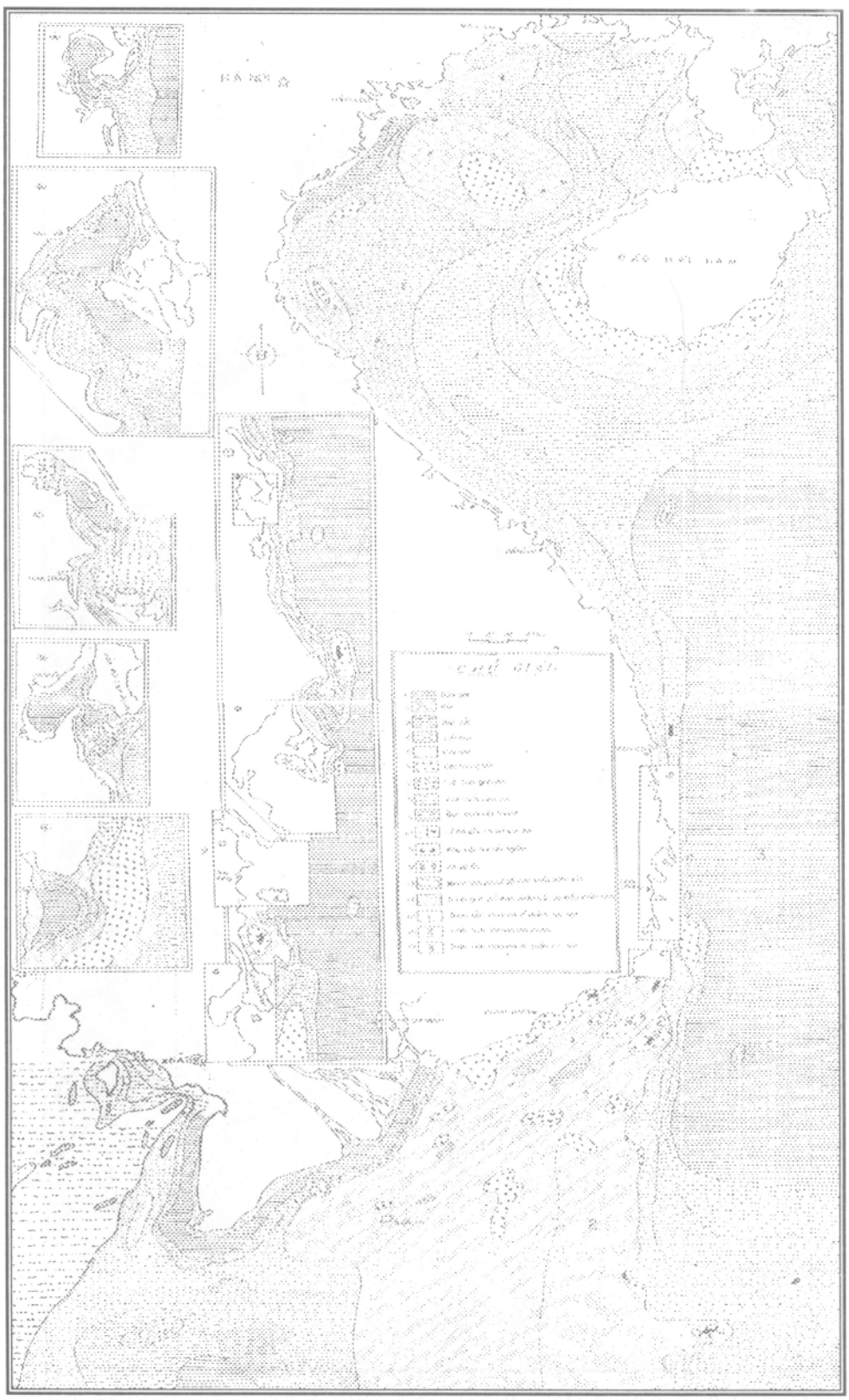
Độ hạt trầm tích		Phân loại cấp hạt		
θ = Log_2	mm	Wentworth		Folk
-8	256	Tảng		Graven
-6	64	cuội		
-2	4	Sỏi lớn		
-1	2	Sỏi nhỏ		
-0.5	1.41	Rất lớn	Cát	Cát
0	1			
0.5	0.71	Lớn		
1	0.5			
1.5	0.35	Trung		
2	0.25			
2.5	0.17	Nhỏ		
3	0.125			
3.5	0.088	Rất nhỏ		
4.	0.0625			
8	0.0039	Bùn		Bùn

M	Mud	Bùn sét
sM	Sandy mud	Bùn cát
(g)M	Slightly gravelly mud	Bùn sét chứa graven
(g)sM	Slightly gravelly sandy mud	Bùn sét chứa cát graven
gM	Gravelly mud	Bùn sét graven
S	Sand	Cát
mS	Muddy sand	Cát bùn sét
(g)S	Slightly gravelly sand	Cát chứa graven
(g)mS	Slightly graven mudy sand	Cát chứa bùn sét graven
gmS	Gravelly mudy sand	Cát bùn sét graven
gS	Gravelly sand	Cát graven
G	Gravel	Cuội, sỏi, sạn
mG	Muddy gravel	Cuội, sỏi, sạn bùn sét
msG	Muddy sandy gravel	Cuội, sỏi, sạn cát bùn sét
sG	Sand gravel	Cuội, sỏi, sạn cát

Bảng 4.5. Bảng phân loại trầm tích (theo R.L.Folk, 1994)



Hình 4.6. Sơ đồ dự báo thành phần thạch học trầm tích Đệ Tứ thềm lục địa Việt Nam



Hình 4.7. Sự phân bố trầm tích mặt vùng biển Việt Nam

Ngoài các vùng đá gốc tuổi Đệ Tam lộ ra trên thềm lục địa và dọc theo mép thềm trong vùng biển Việt Nam còn bắt gặp đá sét màu đen lẫn nhiều vỏ xác sinh vật mà ưu thế tuyệt đối là Foraminifera. Diện phân bố của chúng là ở khu vực phía Bắc gò Tritol (ngoài khơi Quảng Ngãi) ở độ sâu 370m (tài liệu của tàu Atalante, 1993). Tuổi của đá trầm tích này cho đến nay vẫn chưa xác định rõ, có thể có tuổi < Neogen?. Các trầm tích đá vôi phân bố ở dọc trũng sâu tách giãn Biển Đông ở vùng trước "châu thổ sâu" thềm lục địa phía Nam, có cấu tạo chặt sít, rắn chắc chứa ít vỏ foraminifera bảo tồn kém cũng được cho là có tuổi Miocen ?

Tảng thường gặp rất ít. Một trường hợp duy nhất thu được 4 tảng ở các độ sâu 32-34m tại khu vực có vị trí $107^0$50' kinh độ Đông, $9^0$50' vĩ độ Bắc. Cả 4 tảng này có hình dạng và kích thước khác nhau và thường là 1x0,6x0,8m. Trên bề mặt còn nhiều vi sinh vật bám như hà Balanus, hàu. Các tảng này đều có một bề mặt bằng phẳng, bên hông có nhiều hang hốc với chiều rộng lớn hơn chiều sâu, dấu vết của quá trình xâm thực, mài mòn do sóng. Các tảng này có thể liên quan với các lộ đá gốc trên bề mặt đáy biển. Các tảng bắt gặp ở khu vực này là sản phẩm phá huỷ do sóng các lộ đá gốc tại chỗ trong thời kỳ mực biển thấp hơn ngày nay (Trịnh Thế Hiếu, 1990).

Ngoài ra, các khối tảng còn gặp ở những nơi có địa hình bờ phức tạp và thường liên quan đến các vùng có lộ đá gốc và ven rìa các chân đảo. Ở khu vực Miền Trung, thành phần của chúng tương ứng với các đá cấu tạo vùng bờ và các đảo granit, bazan, granodiorit, granosfia, micmatit. Riêng ở vùng bãi cạn Thuỷ Triều, các khối tảng là đá trầm tích cát kết hạt nhỏ có tuổi Đệ Tam (Phạm Văn Thơm, 1981). Vùng ven bờ Tiên Yên, Trà Cổ, Đầm Hà các tảng là các đá phún xuất Riolit, còn ở khu vực quanh đảo Bạch Long Vĩ chúng có thành phần là đá trầm tích, đá phiến sét giàu silic.

Trầm tích cuội sỏi bắt gặp và thu được ở nhiều trạm bằng lưới cào và cuốc đại dương và bằng phương pháp lặn có khí tài với số lượng khác nhau. Chúng thường không hình thành kiểu trầm tích riêng biệt mà lẫn trong trầm tích cát, hình thành kiểu trầm tích cát chứa graven (cuội sỏi sạn) hay trong bùn sét, cát bùn sét, bùn sét cát. Các kiểu trầm tích cát chứa graven, bùn sét chứa graven phân bố thành từng điểm riêng biệt dạng dải nhỏ hay vệt đốm trên nền các kiểu trầm tích khác nhau. Diện phân bố của chúng rải rác ở ngoài khơi cửa sông Gianh, quần đảo Cồn Cỏ, Đông Bắc và Đông Cù Lao Thu, quanh đảo Lý Sơn, ngoài khơi Tuy Hoà và đặc biệt phổ biến ở ngoài khơi Cam Ranh, Phan Rang và thềm lục địa phía Nam. Hàm lượng của graven trong cát chiếm khoảng 7-10%, có khi đạt tới 15-17% (Trạm BĐ-19, TH-MH-4B, TH-MH-02). Hầu hết các viên graven có hình dạng rất khác nhau và trên bề mặt thường được bao bởi lớp vỏ vôi mỏng, nhiều viên được gắn kết với nhau bởi xi măng canxit. Trên bề mặt các viên graven đều quan sát thấy các sinh vật bám: hà Ballanus, san hô và động vật dạng rêu với mực độ bảo tồn tốt. Ở một trạm (Trạm TH- MH- 134) gặp cua hoá đá gắn kết rất chắc với viên graven có sự bảo tồn rất tốt, cho đến nay vẫn chưa định được tên chính xác.

Thành phần các viên graven chủ yếu là các đá trầm tích, thường là các đá trầm tích cacbonat (Trạm TH- MH- 01, TH-MH-02, TH-MH-4B); các đá cacbonat (Trạm TH-MH-4B, B–94-170), đá trầm tích cát nhỏ (Trạm BĐ- 19, TH-MH- 02) và các hạt laterit sắt (Trạm BĐ-20, BĐ- 5, TH-MH-157).

Sự hiện diện của vật liệu cuội sỏi trong trầm tích tầng mặt vùng biển và thềm lục địa Việt Nam có thể do hai nguồn chính: một là nguồn tiếp từ lục địa do các sông mang ra, vào thời kỳ mực biển thấp hơn ngày nay. Hai là quá trình phá huỷ, mài mòn các lộ đá gốc trên bề mặt đáy biển.

Đối với các laterit sắt, nguồn cung cấp chủ yếu là từ các khu vực lục địa liền kề, một phần do quá trình mài mòn lớp vỏ phong hoá trước Pleistocen muộn hiện còn lộ trên nền đáy biển hiện nay (Trịnh Thế Hiếu, 1990). Sự có mặt của chúng trong các kiểu trầm tích khác nhau từ cát kết đến bùn sét, phân bố rất rộng rãi trên toàn bộ vùng biển và thềm lục địa Việt Nam.

Vấn đề được quan tâm ở đây là sự hiện diện của các đá trầm tích cacbonat rất phổ biến trên thềm lục địa miền Trung và phía Nam và đá trầm tích ở Vịnh Bắc Bộ. Chúng thường có mặt ở những nơi có địa hình phức tạp và gần với những khu vực đồi ngầm, nơi có lộ đá gốc trên nền đáy. Theo kết quả phân tích thành phần Foraaminifera (Nguyễn Ngọc, 1980) và Diatomea (Trần Đức Thạnh, 1997) thì các đá trầm tích cacbonat ở vùng thềm lục địa (Trạm L - 155, TH – MH - 01, TH – MH - 02, TH - MH- 11, BĐ - 19, B - 94, 59, B – 94 - 170) có tuổi không cổ hơn Kainozoi. Trong các dạng Foraminifera gặp được phổn biến là bọn Elphidium, Globigerina bulloides, Globirinoides,... Các plankton biển đa dạng hơn và chúng đều đặc trưng cho trầm tích tuổi Neogen.

Từ những đặc điểm nêu trên, có thể đi đến nhận xét là các viên graven có mặt trên vùng biển Việt Nam là sản phẩm phá huỷ tại chỗ các lộ đá gốc trên nền đáy. Quá trình thành tạo của chúng xảy ra trong điều kiện động lực đới bờ da tác động mạnh của sóng khi mực biển thấp hơn so với ngày nay. Hầu hết các viên graven được hình thành đã không di chuyển hoặc rất ít di chuyển trong quá trình tạo và tái thành tạo trầm tích.

Cát chứa graven thường có màu xám vàng, độ chọn lọc trung bình kém (S_0 >2), độ mài tròn tốt. Thành phần vật chất chủ yếu là vật liệu vụn cơ học, vỏ xác sinh vật vỡ nát và nguyên vẹn. Hàm lượng của graven trong thành phần trầm tích thường thay đổi từ 5 - 10% có khi đạt tới 65 - 67% (Trạm TH - MH - 02, 95 - 65, 83 - 01; B88 - 19, 93 - 02). Các viên cuội có hình dạng rất khác nhau, nhiều viên trên bề mặt quan sát thấy sinh vật bám hà Ballanus, san hô, động vật dạng rêu với mức độ bảo tồn tốt.

Cát bùn sét chứa graven hay bùn cát sét chứa graven màu xám xanh, xám vàng, độ chọn lọc kém (S_0 >5). Thành phần của các viên graven rất khác nhau, phụ thuộc vào vị trí phân bố của chúng. Ở phía Bắc chúng thường là đá bazan, thạch anh, laterit với bề mặt nhẵn, nửa mài tròn, mài tròn, nhiều viên còn góc cạnh. Ở

phía Nam, thành phần của chúng thường là các đá trầm tích - đá cát kết chứa cacbonat, đá cacbonat chứa cát, các kết hạch Fe-Mn, nhiều nơi gặp mảnh san hô đã được mài tròn tốt.

Dựa vào đặc điểm phân bố, cấu trúc hình thái địa hình đáy biển và điều kiện thuỷ động lực hiện tại, có thể thấy các kiểu trầm tích này đã được tích tụ trong các đới bờ cổ của thời kỳ biển tiến, biển dừng trong Pleistocen muộn- Holocen sớm. Các kiểu trầm tích này phân bố phổ biến trên toàn thềm lục địa Việt Nam đã được nhiều tác giả đề cập tới và mô tả chi tiết (Phạm Văn Thơm, 1979; Trịnh Thế Hiếu, 1994, 1996; Trịnh Phùng, 1991; Nguyễn Biểu, 1994; Trần Nghi, 1994).

Cát phân bố không đồng đều trên toàn vùng biển và thềm lục địa. Nếu như ở Vịnh Thái Lan hay Vịnh Bắc Bộ trầm tích cát phân bố không đều, chỉ tập trung ở một vùng chính trung tâm vịnh và các khu vực quanh các đảo thì ở thềm lục địa phía Nam chúng hoàn toàn chiếm ưu thế về diện tích phân bố. Theo Trịnh Thế Hiếu (1987) thì diện tích phân bố của trầm tích cát nhỏ ở thềm lục địa phía Nam có thể còn kéo dài tới Natuna. Dựa vào thành phần độ hạt trầm tích có thể chia thành các loại: cát lớn, cát trung và cát nhỏ. Ở vùng biển miền Trung, chúng phân bố thành dải hẹp ôm sát và song song với đường bờ. Ngoài ra còn gặp chúng rải rác tại các khu vực có dạng địa hình dương thuộc kiểu trầm tích di tích. Sự phân bố của các trầm tích cát thể hiện quy luật thành tạo trầm tích trong quá trình tiến hoá và phát triển của vùng biển và thềm lục địa.

Trầm tích cát lớn, cát trung chiếm diện tích không đáng kể trên toàn bộ vùng biển và thềm lục địa Việt Nam. Chúng phân bố ở dạng đốm (trong vịnh Thái Lan) hay dạng dải dọc bờ và tại các bar cổ (thềm lục địa phía Nam). Trong Vịnh Bắc Bộ hình thành khu rộng ở trung tâm và viền quanh đảo Hải Nam Trung Quốc, một vài đốm ở khu vực bờ phía Tây. Cát lớn, cát trung thường có thành phần khoáng vật chủ yếu là thạch anh (51,26- 52,32%), fenspat (21,20- 27,34%), các mảnh đá (20,51 – 26,22%), hàm lượng các khoáng vật nặng không đáng kể, chỉ khoảng 0,27- 0,89%.

Nhìn vào bức tranh phân bố trầm tích, chúng ta nhận thấy rằng trầm tích cát lớn, cát trung thường phân bố ở đới sát bờ hay hình thành các dải dọc mép ngoài của bậc thềm trong và bậc thềm ngoài (vùng Cà Ná - Cam Ranh) hoặc các bar song song với nhau và với đường bờ ở các nơi uốn cong của địa hình ở các độ sâu 36, 50, 70, 120- 140m (khu vực Bắc Cù Lao Thu, vùng Thanh Hoá, Hà Nam và trung tâm Vịnh Bắc Bộ). Sự phân bố của kiểu trầm tích này theo Trịnh Thế Hiếu (1987; 1994) trùng với các đường bờ cổ có tuổi khác nhau. Thành phần độ hạt của trầm tích cát lớn, cát trung được trình bày trong bảng 4.6.

Bảng 4.6. Thành phần độ hạt của trầm tích cát lớn, cát trung

Cấp hạt (mm)	Hàm lượng (%)			
	Đới bờ	Đới 50-70m	Đới 120m	Đới 140m
> 4	0 – 4,91	0 – 2,38	0 – 7,06	4,25 – 21,25
4 - 2	0,78 – 7,90	2,91 – 4,49	0,58 – 6,37	3,15 – 14,99
2 - 1	2,78 – 18,53	17,19 – 27,16	2,63 – 16,57	9,33 – 19,41
1 – 0,5	15,89 – 65,64	25,56 – 49,08	13,86 – 43,61	23,01 – 50,71
0,5 – 0,25	26,36 – 48,30	19,85 – 37,95	35,75 – 51,80	18,80 – 40,67
0,25 – 0,125	3,79 – 26,01	0,62 – 10,67	0,30 – 14,63	0,55 – 3,87
0,125 – 0,062	0,09 – 5,60	0 16 – 0,38	1,94 – 29,84	0,19 – 4,96
M_d	0,33 – 0,38	0,53 – 0,70	0,27 – 0,50	0,32 – 0,56
δ_g	0,60 – 0,63	0,67 – 0,70	0,48 – 0,67	0,56 – 0,62

Cát nhỏ là kiểu trầm tích phổ biến nhất ở phần thềm lục địa phía Nam, trong Vịnh Thái Lan và Vịnh Bắc Bộ chúng bao quanh bên ngoài các khu vực phân bố cát lớn, cát trung. Thành phần vật chất và thành phần khoáng vật của chúng tương tự như cát lớn, cát trung.

Trong Vịnh Thái Lan cát nhỏ thường có màu xám, xám vàng, độ chọn lọc tốt. Thành phần vật chất chủ yếu là vật liệu lục nguyên, núi lửa và ít mảnh vụn vỏ xác sinh vật (hàm lượng $CaCO_3$ từ 7 – 10%). Thành phần khoáng vật chủ yếu vẫn là thạch anh, fenspat, đôi nơi các mảnh đá bazan cũng chiếm vai trò quan trọng. Hàm lượng các khoáng vật nặng không đáng kể (thường dưới 1%). Khác với ở Vịnh Thái Lan, cát nhỏ ở Vịnh Bắc Bộ thường có màu vàng, vàng nâu, độ chọn lọc tốt chứa ít vụn vỏ xác sinh vật (hàm lượng $CaCO_3$ có khi đến 10%), thành phần là cát thạch anh, fenspat.

Đối với vùng thềm lục địa thì ở phần phía Nam cát nhỏ chiếm ưu thế tuyệt đối về diện tích phân bố, ở thềm lục địa miền Trung chúng chỉ phân bố ở khu vực sát bờ trước các cửa sông, trên phần ngầm các bãi cát hay dọc theo các bãi cát trong các vũng vịnh.

Ở phần thềm lục địa phần phía Nam, dựa vào thành phần độ hạt và thành phần vật chất có thể phân biệt thành hai khu mà ranh giới là Vũng Tàu. Khu vực phía Bắc, từ bờ ra tới độ sâu 20 – 30m, cát nhỏ có màu xám, thường chứa trên 10% hàm lượng $CaCO_3$, ở một vài nơi đạt tới gần 30% (Trạm B83-60, B83-62, TH-MH-07) mà ưu thế là bọn Turitella sp., Tellina sp., Arca sp., Corbula crasea Hind. Thành phần cát nhỏ ở khu vực này là grauvac-thạch anh-fenspat, chứa nhiều vỏ xác sinh vật vỡ nát và nguyên vẹn, chuyển sang grauvac- fenspat- thạch anh với thành phần loài và số lượng mảnh vỏ sinh vật giảm đi rõ rệt ở bậc thềm ngoài. Thành phần độ hạt của trầm tích cát nhỏ được thể hiện ở bảng 4.7.

Bảng 4.7: Thành phần độ hạt của trầm tích cát nhỏ khu Bắc Vũng Tàu

Cấp hạt (mm)	Đới trong		Đới ngoài
	Phần ven bờ	Phần ngoài	
> 4	0 – 5,11	0 – 2,51	-
4 - 2	0,60 – 7,94	0 – 7,22	0 – 0,72
2 - 1	1,42 – 6,89	0 – 8,12	0,29 – 0,68
1 – 0,5	5,72 – 10,38	1,89 – 10,84	0,44 – 3,09
0,5 – 0,25	5,16 – 17,82	4,80 – 28,90	1,64 – 13,94
0,25 – 0,125	57,39 – 83,60	49,76 – 61,79	54,89 – 70,74
0,125 – 0,062	3,17 – 13,04	4,09 – 15,51	2,71 – 21,31
< 0,062	0,83 – 2,33	3,66 – 8,07	10,80 – 19,95
M_d	0,15 – 0,24	0,18 – 0,23	0,15 – 0,22
δ_g	0,27 – 0,43	0,51 – 0,74	0,24 – 0,44

Khu vực phía Nam, nơi phân bố của cát nhỏ hoàn toàn chiếm ưu thế. Cát nhỏ màu xám, độ chọn lọc tốt, phân bố từ độ sâu 20 – 22m tới độ sâu 120 – 130m tạo thành một đồng bằng ngầm rộng lớn. Nếu như khu vực phía Bắc, mức độ chọn lọc của cát nhỏ thường ở mức trung bình với hàm lượng $CaCO_3$ cao thì ở đây vật liệu cacbonat tham gia trong thành phần trầm tích với hàm lượng thấp (hàm lượng $CaCO_3$ thường < 5% hoặc chỉ khoảng 5-7%), vật liệu mịn (các cấp hạt < 0,062mm) hầu như vắng mặt. Thành phần khoáng vật là thạch anh-fenspat, trong đó thạch anh chiếm từ 33,90 – 40,32%, fenspat chiếm 24,72- 24,84%, các mảnh đá 23,14-24,86%, các khoáng vật nặng với hàm lượng từ 1- 3%. Thành phần độ hạt trầm tích cát nhỏ ở đây được thể hiện trong bảng 4.8.

Bảng 4.8: Thành phần độ hạt của trầm tích cát nhỏ khu vực Nam Vũng Tàu

Cấp hạt (mm)	Hàm lượng cấp hạt tại một số trạm						
	TH-MH-10	B83-61	B83-24	B83-12	B83-42	B83-45	B83-46
> 4			0.57	0.49			
4 - 2	0.03	0.91	0.29	0.25	0.15	0.98	0.34
2 - 1	0.25	2.68	1.32	2.84	0.14	0.92	0.29
1 – 0,5	1.24	5.57	2.28	6.31	0.12	0.95	0.66
0,5 – 0,25	14.71	26.17	8.54	20.19	3.35	4.27	6.07
0,25–0,125	82.79	64.26	84.36	61.85	94.83	89.99	82.19
0,125–0,062	0.98	0.41	2.46	7.80	1.44	2.89	0.46
< 0,062	-	-	0.17	0.27	-	-	-
M_d	0.22	0.18	0.20	0.25	0.18	0.21	0.18
δ_g	0.23	0.25	0.20	0.25	0.18	0.18	0.20

Dựa vào đặc điểm phân bố, các yếu tố thuỷ động lực hiện tại, nguồn tiếp bồi tích và các nét đặc trưng cấu trúc hình thái địa hình đáy biển, chúng tôi cho rằng, dải trầm tích cát sát bờ thuộc trầm tích hiện đại được thành tạo do quá trình xâm thực các bờ cát, các mũi nhô đá gốc và do quá trình phong hoá. Nhiều nơi được thành tạo do quá trình di chuyển ngang bồi tích. Đối với đới cát biển nông vùng phía Nam và một số điểm phân bố khác, chúng là kiểu trầm tích di tích đã được thành tạo trong thời kỳ trước biển tiến Flandrient. Do tốc độ biển tiến nhanh, nguồn vật liệu bồi tích bị thiếu hụt không đủ san bằng lấp đầy các trầm tích thành tạo trước đây.

Cát bùn sét là kiểu trầm tích phân bố chủ yếu ở trong vịnh Thái Lan và ở vịnh Bắc Bộ. Ở vùng thềm lục địa phía Nam, chúng phân bố ở phần trên của sườn lục địa và một dải hẹp ở tiền châu thổ hệ thống cửa sông Cửu Long và sông Đồng Nai.

Trong vịnh Thái Lan, cát bùn chiếm gần hết diện tích bề mặt đáy và kéo dài ra ngoài phía cửa xuống vùng Tây Nam quần đảo Côn Sơn. Chúng có màu xám, xám phớt vàng chứa vụn vỏ xác sinh vật (hàm lượng $CaCO^3 \cong 7 - 10\%$), độ chọn lọc kém, độ ẩm cao. Thành phần khoáng vật của cát là thạch anh, fenspast, các mảnh đá và ít khoáng vật nặng. Hầu hết các hạt ở dạng nửa mài tròn, góc cạnh, bề mặt bị phủ bởi lớp màng mỏng của oxyt sắt.

Trong vịnh Bắc Bộ, kiểu trầm tích này hình thành một đới khá rộng chạy dọc theo bờ phía Tây, vòng xuống ôm sát phần ngoài của thềm lục địa miền Trung. Cát bùn có màu vàng phớt nâu chứa mảnh vỏ xác sinh vật vỡ nát và nguyên vên. Ngoài ra còn một dải hẹp ôm lấy đới cát quanh đảo Hải Nam, rồi mở rộng ra về phía Đông Nam và Đông của đảo.

Bùn, sét, cát ở các khu vực địa lý khác nhau có màu sắc, thành phần thạch học và diện tích phân bố khác nhau. Ở vịnh Bắc bộ chúng có màu xám vàng phớt nâu phân bố thành một dải chạy dọc theo cửa vịnh kéo dọc theo phần dưới của sườn lục địa. Ở khu vực miền Trung có màu xám, xám vàng và đường đẳng phân bố của chúng tới độ sâu hàng nghìn mét. Ở cửa vịnh Thái Lan chúng có màu xám xanh, độ dính cao, với diện phân bố hẹp.

Nhìn chung các kiểu trầm tích này có sự chọn lọc kém (So > 3) có nơi rất kém (So > 5 –7).

Bùn sét màu xám xanh phân bố chủ yếu ở phần biển sâu, ngoài ra còn gặp ở rìa ngoài phía trước châu thổ của các hệ thống sông Cửu Long và sông Đồng Nai, hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình, ở một vài trũng sâu của thung lũng sông cổ cửa vịnh Bắc Bộ, ngoài khơi Hàm Tân và ở trung tâm các vùng vịnh khu vực miền Trung.

Đối với dải bùn sét dọc theo bờ Tây Vịnh Bắc Bộ kéo dài từ cửa hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình xuống tới vụng Dung Quất có thể phân biệt phần trong và phần ngoài dựa vào sự khác biệt về tỷ lệ hàm lượng các cấp hạt, màu sắc cũng

như điều kiện lắng đọng trầm tích và diện phân bố :

- Ở phần trong trầm tích có màu nâu, nâu đỏ, hàm lượng cấp hạt 0.062 – 0.031mm chiếm tỷ lệ cao hơn (thường > 40%) so với hàm lượng cấp hạt 0.004 – 0.001mm chiếm tỷ lệ thấp hơn (25 – 30%) và được phân bố từ khoảng độ sâu 20 – 25m đến 48 – 52m thành một dải rộng 5 – 7km chạy song song với đường bờ và kết thúc ở vụng Dung Quất.

- Ở phần ngoài trầm tích có màu xám xanh, xám vàng, tỷ lệ hàm lượng cấp hạt của chúng theo chiều ngược lại chúng được phân bố tới độ sâu 85 – 87m chấm dứt ở ngoài khơi mũi Chân Mây Đông.

Sự hình thành dải bùn sét ở phần trong rõ ràng chịu ảnh hưởng của dòng chảy dọc bờ Tây vịnh Bắc Bộ và dòng bồi tích của hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình và được bổ xung vật liệu do một số sông khu vực đưa ra. Ở phần ngoài được lắng đọng trong điều kiện động lực tĩnh hơn, không phải trong điều kiện động lực hiện tại. Đây có thể là kiểu trầm tích vũng vịnh cổ trong khu vực hệ thống các cửa sông cổ? được hình thành vào thời kỳ Pleistocen, Sau đó là các quá trình biển tiến, biển dừng và lượng bồi tích của hệ thống các sông cổ đã không đủ để lấp đầy phủ trên bề mặt này.

Trầm tích bùn sét chủ yếu có nguồn gốc lục nguyên, chỉ một vài nơi ở phần biển sâu gặp lượng $CaCO_3$ tới 7,25 – 15,7%. Cá biệt tại trạm BĐ-10 ở độ sâu 1500m hàm lượng $CaCO_3$ trong trầm tích đạt tới 60,82%, tạo "bùn sét foraminifera" hay "bùn Globigerina". Thành phần khoáng vật của sét được trình bày trong bảng 4.9.

Từ những kết quả phân tích trên thấy rằng : ở khu vực trung tâm vịnh Phan Rang, thành phần trầm tích thương gặp là kaolinit, thuỷ mica, trong đó kaolinit chiếm ưu thế. Nguồn gốc các khoáng vật này là sản phẩm của quá trình phong hoá hoá học các đá macma khu vực lục địa liền kề.

Ở khu vực trước châu thổ hệ thống sông Cửu Long và sông Đồng Nai, thành phần trầm tích thường gặp là kaolinit, thuỷ mica (TH-MH-129, TH-MH-137). Ở một vài trạm (B83-16, B83-19, TH-MH-168, TH-MH-1830 còn gặp montmorilonit. Các khoáng vật này là một phần của dòng cứng do các sông trong khu vực mang ra từ đất liền, quá trình lắng đọng của chúng chịu ảnh hưởng của quá trình tác động tương tác sông - biển và chủ yếu lắng đọng ở dạng keo.

Ở vùng biển sâu và cửa vịnh Thái Lan cũng gặp các tổ hợp khoáng vật trên nhưng ở mức độ phân bố theo chiều ngược lại. Nếu ở các khu vực trên, thành phần khoáng vật kaolinit chiếm ưu thế, thì ở đây chủ yếu là montmoriloni và thuỷ mica (trạm BĐ-05, BĐ-14, BĐ-31). Ở một vài trạm (BĐ-10, BĐ-28, 80-23/23) montmoriloni chiếm ưu thế và có sự xuất hiện các khoáng vật clorit, canxit.

Ngoài các kiểu trầm tích chính đã được mô tả ở trên, còn gặp các kiểu trầm tích: sinh lưu chuyển, sinh vật, núi lửa.

Các trầm tích sinh lưu chuyển thường có màu trắng, trắng xám đôi khi có lẫn các hạt màu đỏ, nâu, nâu vàng, các mẫu chứa bùn sét có màu xám xanh hoặc xám nâu, xám vàng. Thành phần chính của trầm tích sinh lưu chuyển là các mảnh san hô, các loại thân mền và foraminifera. Hầu hết các trầm tích sinh lưu chuyển đều có chứa các vật liệu cacbonat bị thay thế một phần bởi vật liệu màu nâu (có thể là các khoáng vật tự sinh) không tan trong HCL 10%. Trầm tích này thường gặp ở các đới chân rạn san hô hay rìa chân các đồi ngầm, bãi cạn.

Trầm tích sinh vật có thành phần chủ yếu là vỏ xác sinh vật vỡ nát và nguyên vẹn lẫn ít vụn thạch anh, các mảnh đá. Thành phần vỏ xác sinh vật rất đa dạng, chủ yếu là các loại nhuyễn thể, san hô, foraminifera.

- Trầm tích sinh vật thường gặp ở dạng cát hay cát chứa graven, phân bố với diện tích hẹp tại một số vùng và trong các đầm phá, vũng vịnh như bờ phía Bắc vịnh Phan Rang, một dải hẹp ở phía ngoài cửa Phan Thiết và ngoài khơi Quảng Ngãi.

- Trầm tích foraminifera chỉ bắt gặp tại một trạm nằm ở phía Đông Cù lao Thu. Hàm lượng foraminifera trong trầm tích rất cao về thành phần giống loài tạo "bùn foraminifera" hay "bùn Globigerina".

- Trầm tích san hô là tập hợp một nhóm trầm tích liên quan chặt chẽ với khu vực nước nông nằm trong đới phát triển của rạn san hô bao gồm : các kiến tạo ran san hô hình thành trong thời gian hiện tại và các sản phẩm phá huỷ từ chúng, ngoài ra còn gặp cả bọn bọt biển, rong vôi khá phổ biến. Trong vùng biển và thềm lục địa Việt Nam, trầm tích san hô phân bố ở các khu vực bờ đá gốc, trong các vũng vịnh, quanh các đảo và một số bãi, đồi ngầm.

Trầm tích núi lửa trên bờ mặt đáy là sản phẩm của sự hoạt động núi lửa trong các thời kỳ Đệ Tứ và hiện đại (Saurin, 1962). Thành phần của chúng là những mảnh đá núi lửa, các lava và tro núi lửa. Diện phân bố của chúng quanh quần đảo Cù Lao Thu, quần đảo Katwich và đảo Cù Lao Re. Ngoài ra còn gặp được ở vùng trước châu thổ sâu phần thềm lục địa phía Nam (theo kết quả nghiên cứu của tàu Atalante, 1993).

Ở vùng biển quần đảo Trường Sa, trầm tích tầng mặt có 9 kiểu cơ bản : cát, cát chứa vụn sinh vật, bột - cát, cát - bột chứa sét, cát - bột - sét, sét chứa bột và trùng lỗ, sét - bột chứa trùng lỗ và trùng tia, sét biển sâu và vụn san hô:

- **Cát lục nguyên:** Loại trầm tích này thường có 70-90% các hạt cát nguồn lục sinh, độ chọn lọc tốt còn các loại hạt sỏi, bột, sét mỗi loại chiếm ~5%. Cát hạt nhỏ, mịn, đa phần là thạch anh (80%), ít fenspat, mica, kết vón hydro oxyt sắt màu đỏ, nâu đỏ, khoáng vật nặng ilmenit. Mảnh vụn thô trong trầm tích là các mảnh vụn vỏ vôi của ốc, sò, Bryozoa, Trùng lỗ.

Trầm tích cát phân bố trước cửa sông Cửu Long dạng lưỡi đến độ sâu 150-200m, giáp kề với trường trầm tích lục nguyên và sinh vật ở phía nam và trường trầm tích sét và cacbonat sinh vật - hoá học.

- **Cát chứa vụn sinh vật:** mảnh vụn sinh vật chiếm 20-30% trong đó vỏ Trùng lỗ chiếm tới 10-15%. Ngoài các vỏ của Mollusca còn có Pteropoda, Ostracoda, Bryozoa, xương gai Spongia, Echinoidea, trong ruột các vỏ sinh vật có khoáng vật gloconit. Độ chọn lọc trung bình, tốt So=0,42 - 2,63, chủ yếu ~1,94. Diện phân bố của chúng dọc theo đới giới hạn bởi vĩ tuyến 4-6° bắc kéo dài từ Natuna tới Palavan.

- **Bột - cát :** có lượng cấp hạt lớn hơn 0,063mm nhỏ hơn 20%. Các hạt cát có thành phần là thạch anh và zircon. Gặp các hạt glauconit, pyrit. Lượng của sạn ~5%, bột - 30%, sét 10-20%. Độ chọn lọc kém. Trong số mảnh vụn sinh vật trùng lỗ chiếm 90%. Trầm tích phân bố trong diện tích nhỏ ở đông đảo Natuna ở độ sâu 80-150m.

- **Cát - bột chứa sét:** cấp hạt cát chiếm 16-46%, bột chiếm 23-59% và sét 19-26%, các hạt sạn 0-4%. Phong phú vụn vỏ sinh vật ngoài các loại nêu ở trên còn gặp các vụn san hô và chiếm 85% loại cấp hạt trên 0,5mm, ít kết vón hydro oxyt sắt màu nâu. Trầm tích hỗn hợp này phân bố ở độ sâu 50-100m vùng quần đảo Natuna - Yananbasi.

- **Cát - bột - sét:** phân bố cấp hạt : cát < 20%, bột 32-69%, sét 23-67%và thay đổi tuỳ theo địa hình:nơi dốc hạt thô chiếm ưu thế. Các mảnh vụn vỏ sinh vật chiếm khá cao tới 20%, khi gần các đảo san hô mảnh vụn san hô chiếm ưu thế, ở nơi nước sâu mảnh vỏ Foraminifera vượt trội. Trong vỏ sinh vật hay gặp các cầu pyrit. Loại trầm tích này phân bố ở khu vực thềm ngoài rìa lục địa và dốc đảo.

- **Sét chứa bột và Trùng lỗ:** ngoài sét lượng các vỏ sinh vật các loại có sự thay đổi theo chiều sâu:

Ở phần cao dốc sườn lục địa 150-1500m mảnh vụn sinh vật vỏ canxit là chủ yếu, trong đó trùng lỗ (Foraminifera) chiếm 20-25% và là loại phù du trôi nổi, ít loài kích thước cực nhỏ, ít loài vỏ silic Diatomea và Radiolaria, gặp Ostracoda, ốc, Preropoda, Spongia và Echinoidea. Ở đây ngoài khoáng vật sét còn gặp các mảnh vụn thạch anh, fenspat, vẩy mica.

Ở phần thấp sườn lục địa (1500-3000m) lượng vỏ sinh vật canxi vẫn là chính song lượng vụn sinh vật silic tăng lên rõ rệt. Foraminifera chiếm 10-20% trầm tích và dễ vỡ vụn theo chiều sâu của nước. Táo vôi có hàm lượng tăng. Sinh vật có vỏ silic chủ yếu là Diatomea và Radiolaria.

Đây là loại trầm tích sườn lục địa và sườn các đảo.

- **Sét bột chứa trùng lỗ, trùng tia (Foraminifera, Radmiolaria):** hạt cát chiếm <5%, bột ~30%, sét <60% chứa lượng vỏ sinh vật 20-25%. Hàm lượng vỏ sinh vật các loài thay đổi theo độ sâu nước biển từ 3000-4000m như sau : Foraminifera (5-15% giảm xuống 1-4%), Nannofosil (2-5% xuống <2%). Radiolaria (7-15% xuống 10-20%), Diatomea (7% - 15% ?). Sinh vật vỏ silic tăng so với loài vỏ canxi. Trầm tích này phân bố ở chân rìa lục địa biển Đông và quanh các quần đảo Hoàng Sa, Trường Sa.

- **Sét biển sâu:** sét chiếm chủ yếu (>70%), cát <2%, hàm lượng vỏ sinh vật <10%, sinh vật silic là chủ yếu (Radiolaria- 5-10%, Diatomea - 3-10%, ít Spongia, tảo roi (Flagellatoc), vỏ sinh vật canxi chiếm <10% chủ yếu là Foraminifera. Mảnh vụn là thạch anh, vật liệu núi lửa. Tại vùng nước sâu còn gặp sét màu đỏ nâu tương tự như sét đỏ đại dương nổi tiếng. Trầm tích chiếm diện tích của đồng bằng biển thẳm sâu trên 4000m.

- **Trầm tích vụn san hô:** Các lớp trầm tích vụn san hô có cỡ hạt từ sạn, sỏi cho đến bùn - sét. Độ lựa chọn và chọn lọc của chúng tuỳ thuộc vào môi trường động lực mà nó thành tạo, có nơi san hô còn nguyên cành song có nơi chúng nhờ sóng nên lựa chọn tốt và tạo nên các nhịp có độ hạt khác nhau. Ngoài vụn san hô còn có vụn vỏ các loại sinh vật vỏ vôi khác nhau. Trong các lớp trầm tích san hô ở các đảo quần đảo Trường Sa còn chứa các lớp photphorit Guanno (Nguyễn Biểu, 1985). Ở sườn các đảo vụn san hô thường tấp đống không tạo nên lớp rõ rệt giống như trầm tích đới xáo trộn cuồng loạn (turbidit). Sự sinh sản và diệt vong của san hô để lại khung xương vôi tạo nên các đảo san hô atol trên các nền móng đá gốc trước Đệ tứ.

2. Trầm tích dưới tầng mặt

Trầm tích dưới tầng mặt được hiểu là tầng trầm tích nằm dưới lớp phủ bề mặt địa hình hiện đại từ 20 – 30cm. Trong phần này chỉ đề cập đến các trầm tích được thành tạo trong thời kỳ Pleistocen muộn – Holocen. Các cột mẫu được thu bằng các loại ống phóng trọng lực và thuỷ trọng lực GSP-1, trên các tàu nghiên cứu khoa học khác nhau của Việt Nam, Liên Xô (cũ), Nga và Pháp trong phạm vi vùng biển và thềm lục địa Việt Nam, đồng thời tài liệu các lỗ khoan công trình tại vùng Bạch Hổ và Rồng.

Trên hình 4.8, 4.9, 4.10, là sơ đồ phân bố các cột mẫu đại diện hơn 400 cột mẫu tại các khu vực khác nhau trên thềm lục địa (gồm cả đới trong và đới ngoài), sườn lục địa và vùng biển sâu. Phụ thuộc vào tính chất và thành phần của trầm tích tầng mặt và dưới tầng mặt, các cột mẫu thu được có chiều dài khác nhau, thay đổi từ 40 – 50cm trên thềm lục địa đến hơn 500cm ở vùng biển sâu.

Trong vịnh Thái lan chiều dài tối thiểu của cột mẫu là 35cm (trạm 8789) và chiều dài tối đa là 145cm (trạm 8723). Trong hầu hết các cột mẫu đều thấy : tầng trầm tích biển (cát nhỏ, cát bùn sét và bùn sét cát) tuổi Pleistocen muộn – Holocen có bề dày thay đổi từ 20 – 60cm. Nằm bên dưới là bề mặt vỏ phong hoá "tầng sét loang lổ vàng thô" nguồn gốc lục địa. Ranh giới giữa chúng là một bề mặt mài mòn có nơi in đậm dấu vết giun bò đã được lấp đầy bởi vật liệu cát sinh vật. Thành phần của lớp vỏ phong hoá thường là bùn sét chặt xít có độ dính cao, màu sặc sỡ (xanh lơ, nâu, vàng) phân bố dạng chấm đốm, có khi là bùn sét màu sặc sỡ chứa cát màu vàng hay cát bùn sét màu xám nâu. Trong mọi trường hợp chúng đều chứa nhiều hạt laterit sắt kích thước tới 0.5 – 1cm. Tại một số nơi (trạm 8795, 8796) còn gặp các cục đá cacbonat kích thước lớn (15x10x4cm). Ở cột mẫu 8723 dài 145cm gặp các lớp than bùn phân lớp xen kẽ với trầm tích bùn cát ở khoảng độ sâu 60 – 105cm của cột mẫu. Tầng trầm tích này có lẽ đã được thành tạo trong điều kiện đầm hồ ven biển thời kỳ trước đây.

Đối với vùng thềm lục địa, các cột mẫu thu được dài nhất là 235cm. Ở hầu hết các cột

mẫu đều thấy rằng tầng trầm tích biển cuối Pleistocen muộn -- Holocen có sự thay đổi bề dày rất đáng kể từ vài cm tới vài chục cm, có nơi hàng trăm cm. Tại một số nơi (phần ngoài thềm lục địa phía Nam), trầm tích Holocen hầu như vắng mặt. Bên dưới tầng trầm tích biển này là bề mặt phong hoá được cấu tạo bởi sét màu vàng thổ loang lổ có độ chặt xít cao. Chúng được phân biệt với tầng trầm tích biển phủ trên nó bởi sự vắng mặt hầu như hoàn toàn của vật liệu cacbonat, bởi tỷ trọng cao hơn và độ ẩm thấp hơn. Ranh giới giữa tầng trên và tầng dưới rất đột ngột, với những dấu vết mài mòn rõ ràng. Có khi trên bề mặt của vỏ phong hoá này còn quan sát thấy khá nhiều dấu vết giun bò và nó được lấp đầy bởi vật liệu trầm tích biển. Cũng trên bề mặt này thường gặp những viên đá vôi với hình dạng khác nhau và kích thước có khi đạt tới 3 – 5cm. Bề mặt vỏ phong hoá bị laterit hoá mạnh này phổ biến rộng khắp trên phạm vi thềm lục địa.

Trong vịnh Bắc Bộ, các cột mẫu thu được có độ dài trung bình là 0.94cm, dài nhất là 245cm, được thu tại các khu vực khác nhau, có độ sâu thay đổi từ 20-22m đến 85-90m. Trong hầu hết các cột mẫu đều thấy trầm tích vịnh có hai tầng rõ rệt. Tầng trên là trầm tích biển cuối Pleistocen muộn – Holocen có độ ướt cao, mềm và bở rời với bề dày thay đổi từ 20 – 60cm, tầng dưới là "tầng sét loang lổ vàng thổ" tuổi Pleistocen muộn (Trần Đức Thạnh, 1991), chặt xít, độ ướt nhỏ, độ dính cao, bề mặt có dấu hiệu phong hoá rõ ràng, nhiều chỗ gặp sản phẩm laterit. Ranh giới giữa hai tầng tại các vùng khác nhau nằm ở vị trí khác nhau, thường thay đổi từ 10 – 160cm, trung bình là 50 – 70cm dưới bề mặt đáy. Cũng tương tự như vịnh Thái Lan và trên thềm lục địa, trong "tầng sét loang lổ vàng thổ" thường gặp lớp kẹp cát sinh vật màu xám, xám trắng, có nơi (trạm 7901) trên bề mặt này là lớp mỏng vụn san hô lẫn ít vỏ xác sinh vật vỡ vụn nằm ở độ sâu 50cm dưới bề mặt đáy. Trong thành phần tầng sét phong hoá này có hàm lượng vật chất hữu cơ và $CaCO_3$ thấp còn Al_2O_3 và Fe_2O_3 cao so với tầng trên.

Từ những kết quả trên thấy rằng, đối với tầng trầm tích Pleistocen muộn – Holocen vùng biển và thềm lục địa Việt Nam có thể phân biệt ba tầng chuyển tiếp giữa tầng trầm tích biển cuối Pleistocen muộn – Holocen và "tầng sét loang lổ vàng thổ" tuổi giữa Pleistocen muộn: Một là trầm tích nguồn gốc biển tướng khác nhau, tuổi cuối Pleistocen muộn – Holocen nằm phủ trực tiếp trên "tầng sét loang lổ, vàng thổ", phổ biến rộng khắp trong vungf biển và thềm lục địa (trạm 8716, 8795, 8791, 8726, 8794,... trong vịnh Thái Lan; TH-MH-134, 8614, 8379, 8388, 9210,...trên thềm lục địa và 7502, 7802, 8774,... trong vịnh Bắc Bộ. Hai là trầm tích tướng đầm lầy – biển Holocen phủ trực tiếp lên tầng sét. Đặc trưng cho kiểu ranh giới này là các cột mẫu trong vịnh Bắc Bộ (trạm 7405) và trong vịnh Thái Lan (trạm 8723). Ba là trầm tích tướng bãi bồi châu thổ ngập triều Holocen phủ trực tiếp trên tầng sét được gặp ở khu vực Phan Rí Cửa (cột mẫu 9402, 9416). Ở phía ngoà cửa Ba Lạt trong cột mẫu 7401 (Trần Đức Thạch, 1995).

Sự thành tạo trầm tích Pleistocen muộn – Holocen (hình 4.11, 4.12) phụ thuộc vào sự tiến hoá của biển Đông. Sau đợt biển tiến rộng khắp vào đầu Pleistocen muộn (biển tiến Wurm cách đây 20.000 năm) là thời kỳ biển lùi. Cách đây vào khoảng 18.000 – 20.000 năm, toàn bộ thềm lục địa Việt Nam bị phơi ra : ở phía Bắc, toàn bộ đáy vịnh Bắc Bộ là một đồng bằng lục địa, ở phía Nam và vịnh Thái Lan thềm lục địa cũng bị phơi ra và được nối liền với thềm Sunda. Lúc này bờ biển ở xa hàng trăm km so với bờ biển hiện

nay và nằm ở khu vực tương ứng với độ sâu 120 – 140m đáy biển hiện nay. Trong thời kỳ này, quá trình phong hoá xảy ra mạnh mẽ trong điều kiện lục địa và "tầng sét loang lổ vàng thổ" được hình thành. Sau đó vào cuối Pleistocen muộn (khoảng 11.000 năm trước đây), biển lại tiếp tục tiến về phía lục địa. Các pha biển tiến, biển dừng trong thời kỳ này đã để lại các dấu vết của các đường bờ cổ ở các độ sâu khác nhau (80 – 100m, 76 –78m, 68 – 72m, 60 – 65m) trên thềm lục đạ hiện nay.Cuối cùng là biển tiến Holocen có lẽ bắt đầu từ độ sâu 60m hiện nay, vị trí đường bờ biển chuyển dịch dần lên các độ sâu 50m, 35 – 37m, 28 – 30m, 20 – 22m, 10 – 12m.

Kết quả của đợt biển tiến châu tỉnh với tốc độ khá nhanh này là hình thành tầng trầm tích biển tuổi cuối Pleistocen muộn – Holocen với bề dày không lớn. Do quá trình biển tiến với tốc độ nhanh (8 – 10mm/năm), khối lượng dòng vật liệu bồi tích từ lục địa ra giảm, đã không đủ để phủ lấp những thành tạo trước đây, nhiều nơi trên thềm lục địa (phần ngoài) các thành tạo giữa Pleistocen muộn còn lộ ra trên bề mặt đáy, hay những dấu vết của các lòng sông cổ chưa bị san bằng.

Ở vùng sườn lục địa, các cột mẫu thu được chủ yếu từ Đà Nẵng trở vào phía Nam. Trên hình 4.13 là phần mặt cắt tiếp tục của mặt cắt hình 4.12. Từ các mặt cắt này thấy rằng, một thềm mài mòn ở độ sâu 120 – 140m khá rộng và bằng phẳng, sau đấy bề mặt địa hình thoải dốc dần cho tới độ sâu 500 – 600m, bắt đầu từ độ sâu này hình thành sườn dốc đột ngột cắm xuống tới độ sâu trên 1000m. Lùi về phía Nam thấy rằng nơi biển đổi độ sâu dốc đột ngột nằm ở độ sâu 300m (hình 4.14).

Từ kết quả phân tích các cột mẫu tại hai mặt cắt trên hình 4.13, 4,14 cho thấy lớp phủ trầm tích bề mặt vùng sườn lục địa có thể phân biệt được ba lớp địa tầng:

- Lớp trên cùng dày 60 – 80cm là lớp trầm tích cát chứa bùn sét hay bùn sét chứa cát nguồn gốc lục nguyên. Hàm lượng cacbonat trong trầm tích thường đạt 7 – 10%. Ranh giới dưới của lớp này được xác định tuổi là 7000 –9000 năm (kết quả phân tích C_{14} tại Viện Địa hoá, Moscow, 1987).

- Lớp thứ hai là bùn, bùn sét lục nguyên độ dính cao, màu xám hoặc xám xanh. Hỗn hợp vật liệu cacbonat (bao gồm vỏ Foraminifera, kokolit, vụn vỏ sò ốc) không đáng kể và thường < 1%. Đặc trưng của lớp này là sự đa dạng của kiến trúc trong lớp do sự di chuyển trọng lực của vật liệu theo độ dốc sườn. Tính phân lớp của dòng rối không hoàn toàn với bề dày của mỗi chu kỳ là 10 - 30cm, thường có sự phân lớp xen kẽ của các lớp bùn sét chứa cát và bùn sét. Trong các lớp mỏng của chu kỳ này có gặp mảnh bùn pelit màu xanh, dẻo, có thể đó là sản phẩm của tầng trầm tích cổ hơn. Ở ranh giới của lớp thứ nhất và lớp thứ hai, gặp các vết trượt với sự phá huỷ kiến trúc trầm tích ban đầu. Điều này thể hiện bởi sự hiện diện của các mảnh vật liệu không đồng nhất trong mỗi chu kỳ như đã đề cập tới ở trên. Tuổi của lớp thứ hai được xác định vào khoảng 8000 – 9000 năm đến 14000 năm và lớn hơn.

- Lớp thạch địa tầng thứ ba chỉ gặp ở trạm 8397. Trầm tích là bùn sét màu tối, độ dính cao, lẫn ít vỏ foraminifera và các nhuyễn thể. Tuổi của lớp này được xác định trên 47000 năm.

Bảng 4.9: Thành phần khoáng vật cấp hạt < 0,001mm

Ký hiệu mẫu	Phân tích Rơnghen	Phân tích nhiệt	Phân tích kính hiển vi ĐT
		Khu vực trung tâm Vịnh Phan Rang	
TH-MH-10	Kaolinit	Kaolinit	Kaolinit
	Hydromica	Hydromica	Hydromica
TH-MH-42	Kaolinit	Kaolinit	Kaolinit
TH-MH-44	Kaolinit	Kaolinit	kaolinit
	Hydromica	Hydromica	Hydromica
			Montmorillonit
			Galuazit
		Khu vực avan delta hệ thống cửa sông Cửu Long và sông Đồng Nai	
TH-MH-128	Kaolinit	Kaolinit	Kaolinit
	Hydromica	Hydromica	Hydromica
TH-MH-129	Kaolinit	Kaolinit	Kaolinit
	Hydromica	Hydromica	Hydromica
TH-MH-137	Kaolinit	Kaolinit	Kaolinit
		Hydromica	Hydromica
TH-MH-168	Kaolinit	Montmorillonit	Kaolinit
	Montmorillonit	Kaolinit	
	Hydromica		
	Clorit		
TH-MH-117	Kaolinit	Kaolinit	Kaolinit
		Hydromica	Hydromica
			Montmorillonit
		Khu vực cửa Vịnh Thái Lan	
BĐ-28	montmorillonit	Montmorillonit	
	Kaolinit	Kaolinit	
	Hydromica	Cacbonat	
	Clorit, Canxit		
BĐ-31	Kaolinit	Montmorillonit	Kaolinit
	Hydromica	Kaolinit	Montmorillonit
	Canxit	Cacbonat	

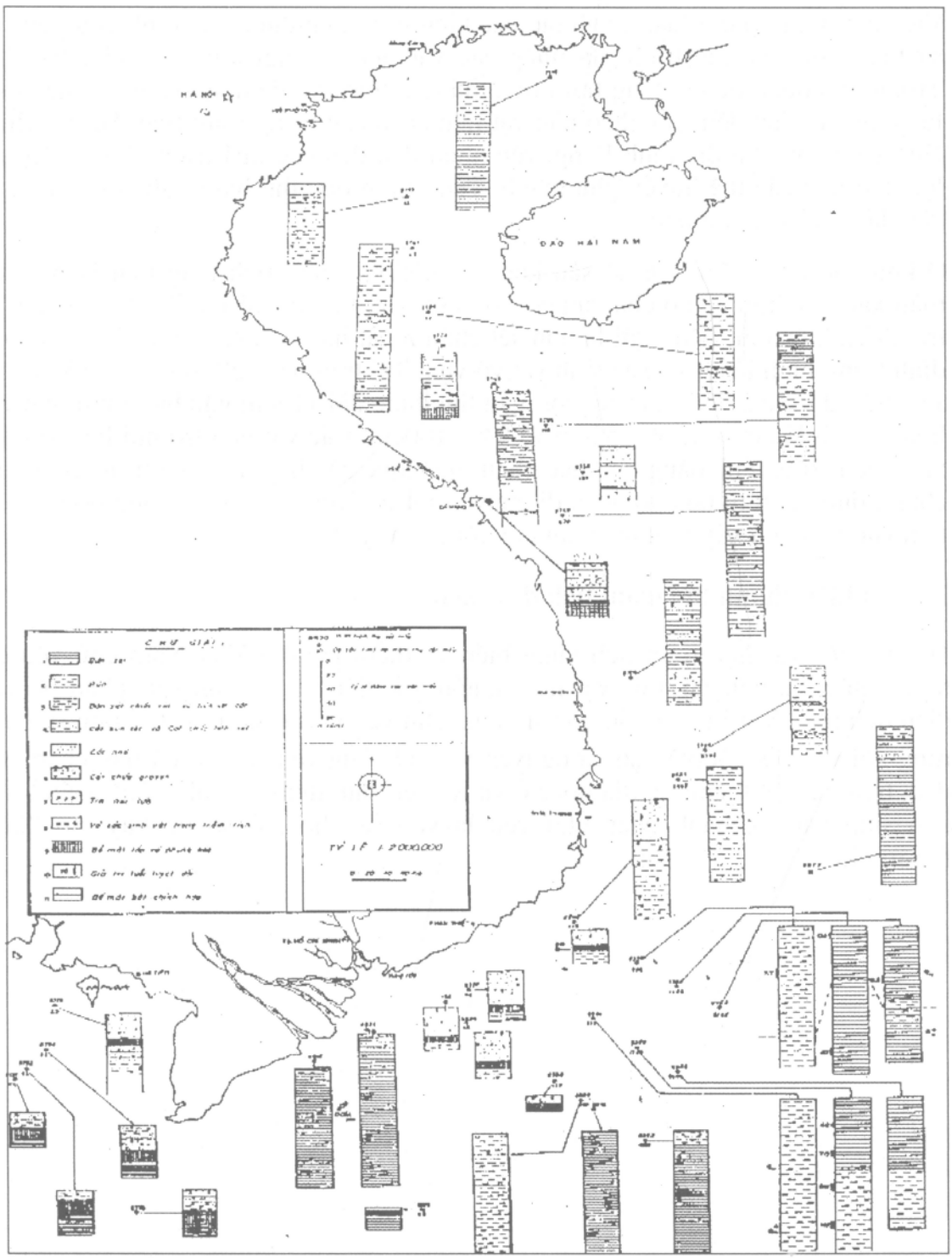
	Vùng biển sâu		
BĐ-05	Montmorillonit	Hydromica	
	Kaolinit	Montmorillonit	
	Hydromica	Kaolinit	
	Clorit		
BĐ-10	Montmorillonit	Montmorillonit	
	Kaolinit		
	Hydromica		
	Clorit		
	Canxit		
	Ven bờ Hải Vân- Đèo Ngang (**)		*(Ghi chú)*
T93-24b	Hydromica	Hydromica	Lagoon cổ
	Kaolinit	kaolinit	Hydromica : 40-55%
	Clorit	Clorit	Kaolinit: 20-40%
	Montmorillonit		Chlorit: 8-17%
T93-22	Hydromica	Hydromica	Montmorillonit: 4-9%
	Kaolinit	Kaolinit	
	Clorit	Clorit	
	Montmorillonit		
T93-66	Hydromica	Hydromica	
	Kaolinit	Kaolinit	
	Clorit	Clorit	
	Montmorillonit		
B93-8c	Hydromica	Hydromica	Đầm phá hiện đại
	Kaolinit	Kaolinit	Hydromica:40-55%
	Clorit	Clorit	Kaolinit: 20-40%
	Montmorillonit		Clorit: 10-17%
			Montmorillonit: 4-12%
B93-31	Hydromica	Hydromica	
	Kaolinit	Kaolinit	
	Clorit	Clorit	
	Montmorillonit		
T93207	Hydromica	Hydromica	Biển nông
	Kaolinit	Kaolinit	Hydromica: 40-60%
	Clorit	Clorit	Kaolinit: 20-33%
	Montmorillonit		Clorit: 10-15%
T93-326	Hydromica	Hydromica	Montmorillonit: 5-10%
	Kaolinit	Kaolinit	
	Clorit	Clorit	
	Montmorillonit		

Việc làm sáng tỏ qui luật thành tạo các tầng trầm tích được xác định chủ yếu bởi sự thay đổi của quá trình gia nhập các vật liệu lục nguyên vào sườn lục địa. Trong giai đoạn tích tụ tầng trầm tích thứ hai, thấy sự gia tăng đáng kể của dòng lục nguyên, dẫn đến sự nghèo nàn vật liệu cacbonat trong trầm tích, Sự lún chìm chung của bề mặt địa hình là nguyên nhân dẫn đến các quá trình phân bố trọng lực, tạo nên các thể huyền phù mạnh. Tầng trầm tích thứ hai có thể được tích tụ vào đầu Pleistocen muộn.

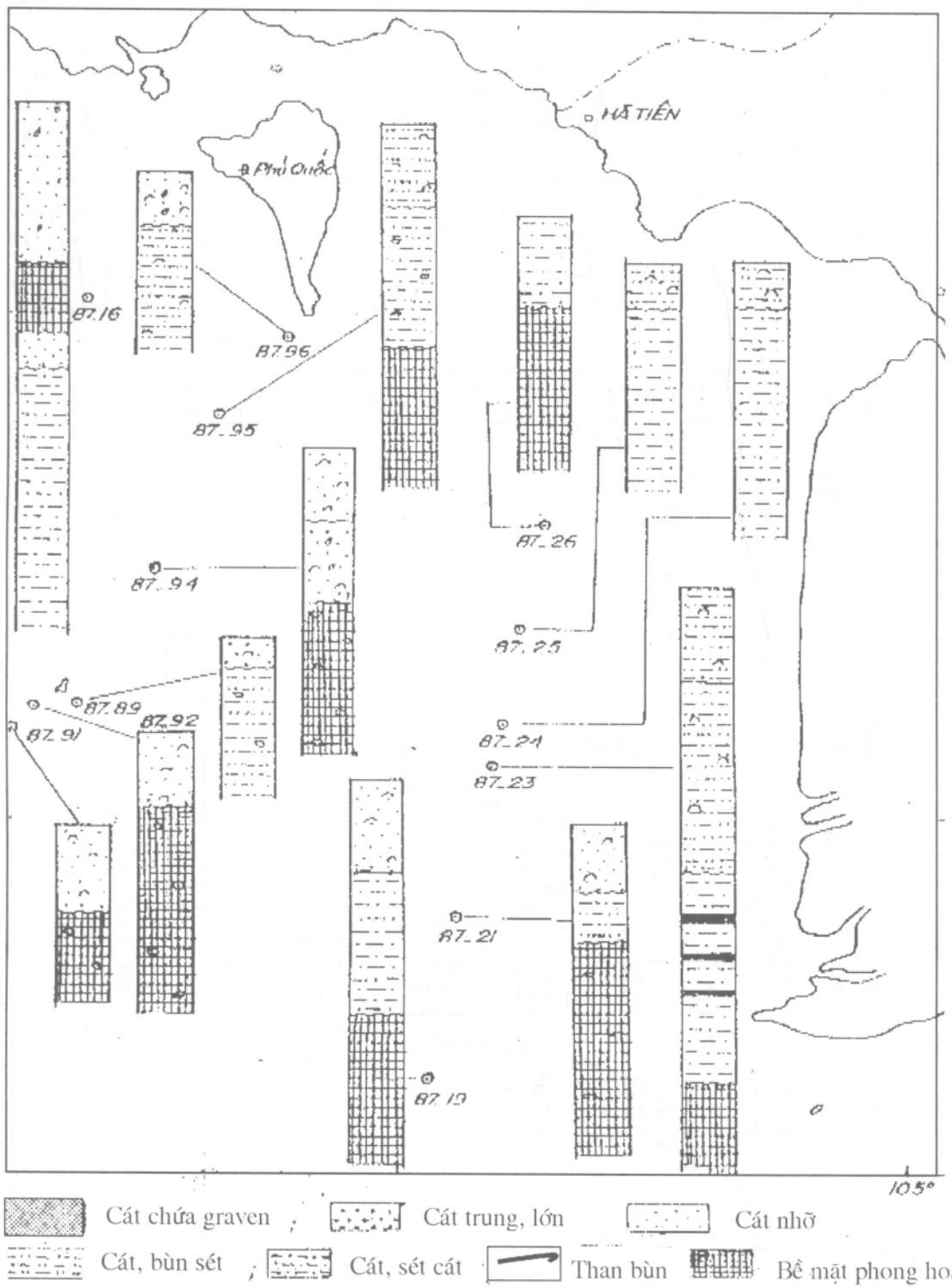
Ở khu vực bồn trũng với độ sâu khoảng 3.000m, trầm tích tầng mặt là bùn sét màu xám xanh, màu đỏ chá vụn có xác sinh vật, thường có bề dày 10 – 12cm là trầm tích hiện đại. Bên dưới là bùn sét chứa ít cát hay bùn sét màu xám xanh, độ dính trung bình lẫn ít vỏ xác sinh vật vỡ vụn. Tại trạm I. 8728, ở toạ độ $13^0$00' và $110^0$52', độ sâu 2.730m; trong cột mẫu thu được dài 115cm gặp hai lớp mỏng vật liệu tro núi lửa ở vị trí 50 –52cm và 94 – 100cm. Các vật liệu tro núi lửa có màu xanh đen, xốp, hình dáng rất khác nhau (que, que gậy hay nửa mài tròn) chứng tỏ chúng được tích tụ tại chỗ hoặc di chuyển rất ít. Trong quá trình lắng đọng trầm tích vùng này đã xảy ra ít nhất hai lần núi lửa hoạt động.

3. Điều kiện thành tạo trầm tích đáy biển

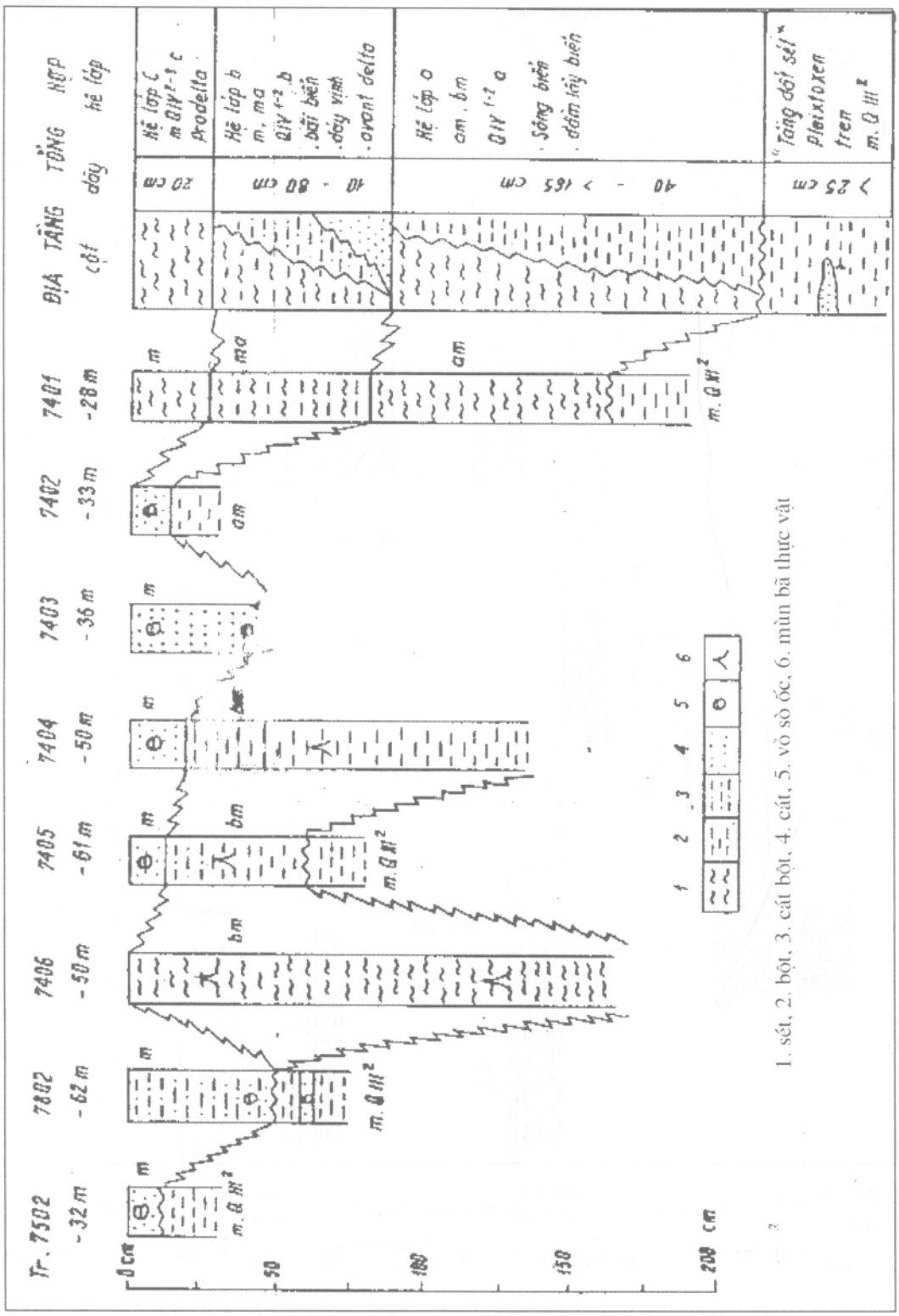
Thành phần vật liệu trầm tích vùng biển và thềm lục địa Việt Nam chủ yếu có nguồn gốc lục nguyên. Các vật liệu nguồn gốc núi lửa và sinh vật phân bố với diện tích nhỏ. Vật liệu nguồn gốc sinh vật chủ yếu là các sinh vật tạo ran: san hô, rong vôi và vỏ sò ốc vỡ vụn và nguyên vẹn. Ở vùng ven các bờ đá hay chân các đảo, trên bề mặt thềm lục địa hoặc ở vùng biển sâu, thường hình thành kiểu trầm tích sinh vật có thành phần chủ yếu là vụn san hô, vỏ sò ốc hay tạo "bùn foraminifera".



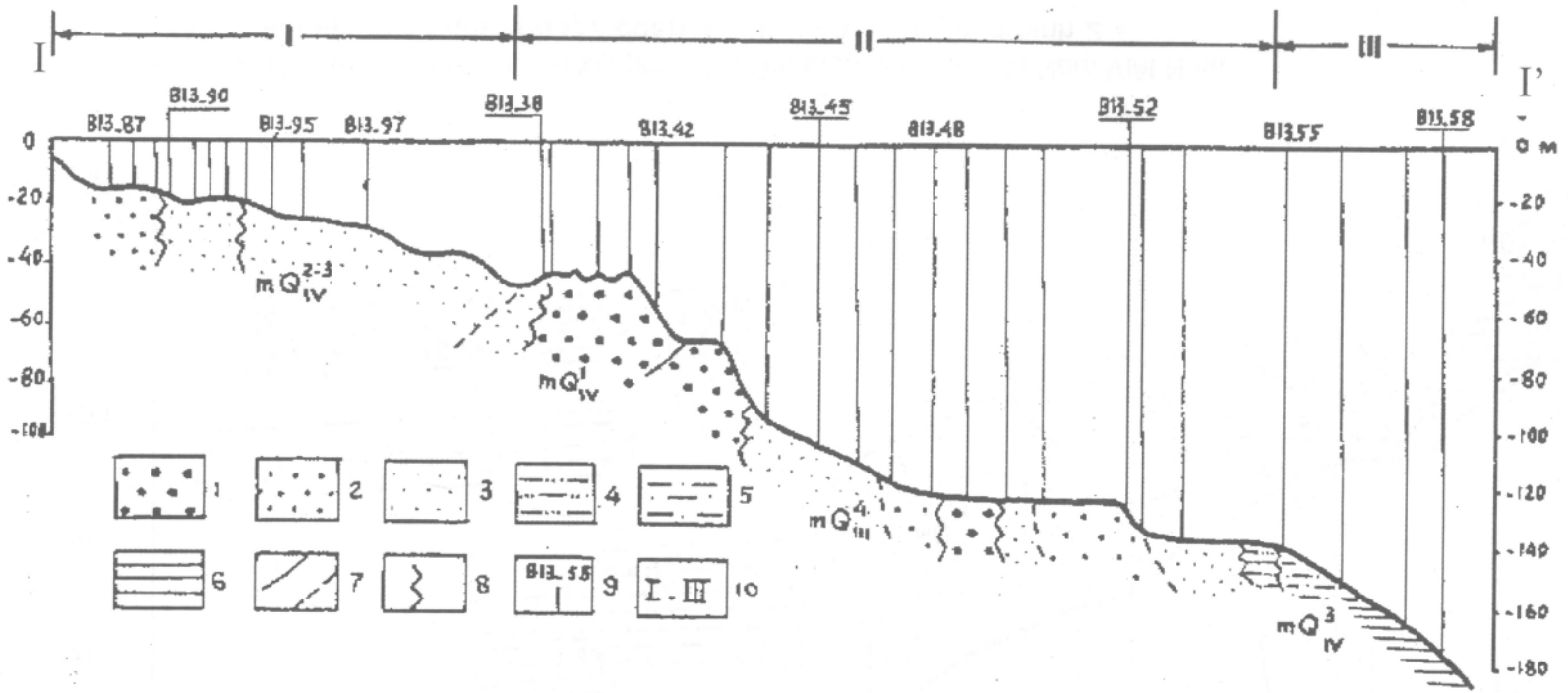
Hình 4.8. Sơ đồ phân bố các cột mẫu thẳng đứng vùng biển Việt Nam



Hình 4.9. Sơ đồ phân bố và đặc điểm các cột mẫu
(Trịnh Thế Hiếu, 1995)

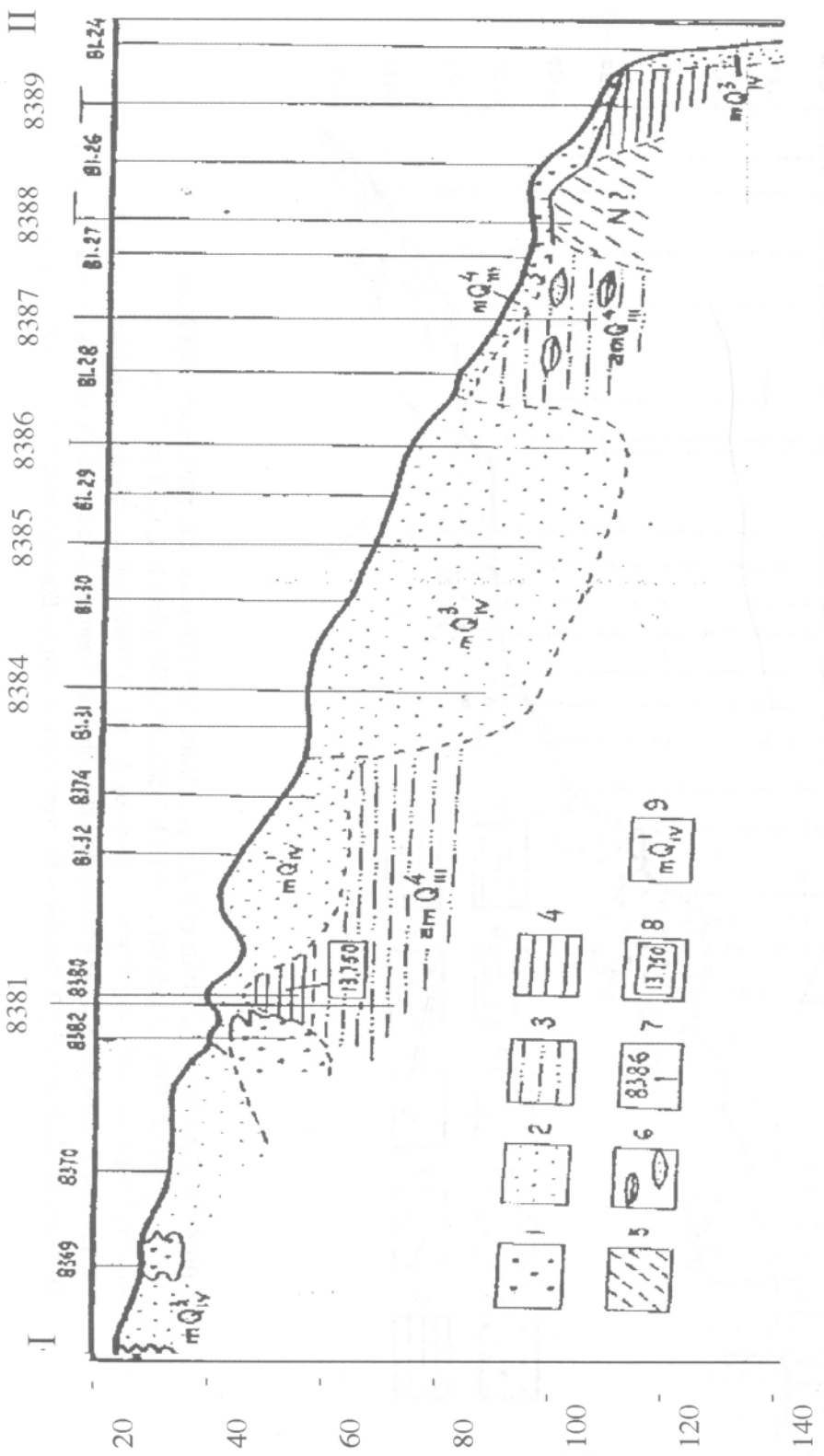


Hình 4.10. Sơ đồ liên kết địa tầng Holocen các cột mẫu thềm lục địa vịnh Bắc Bộ (Trần Đức Thạch, 1995)

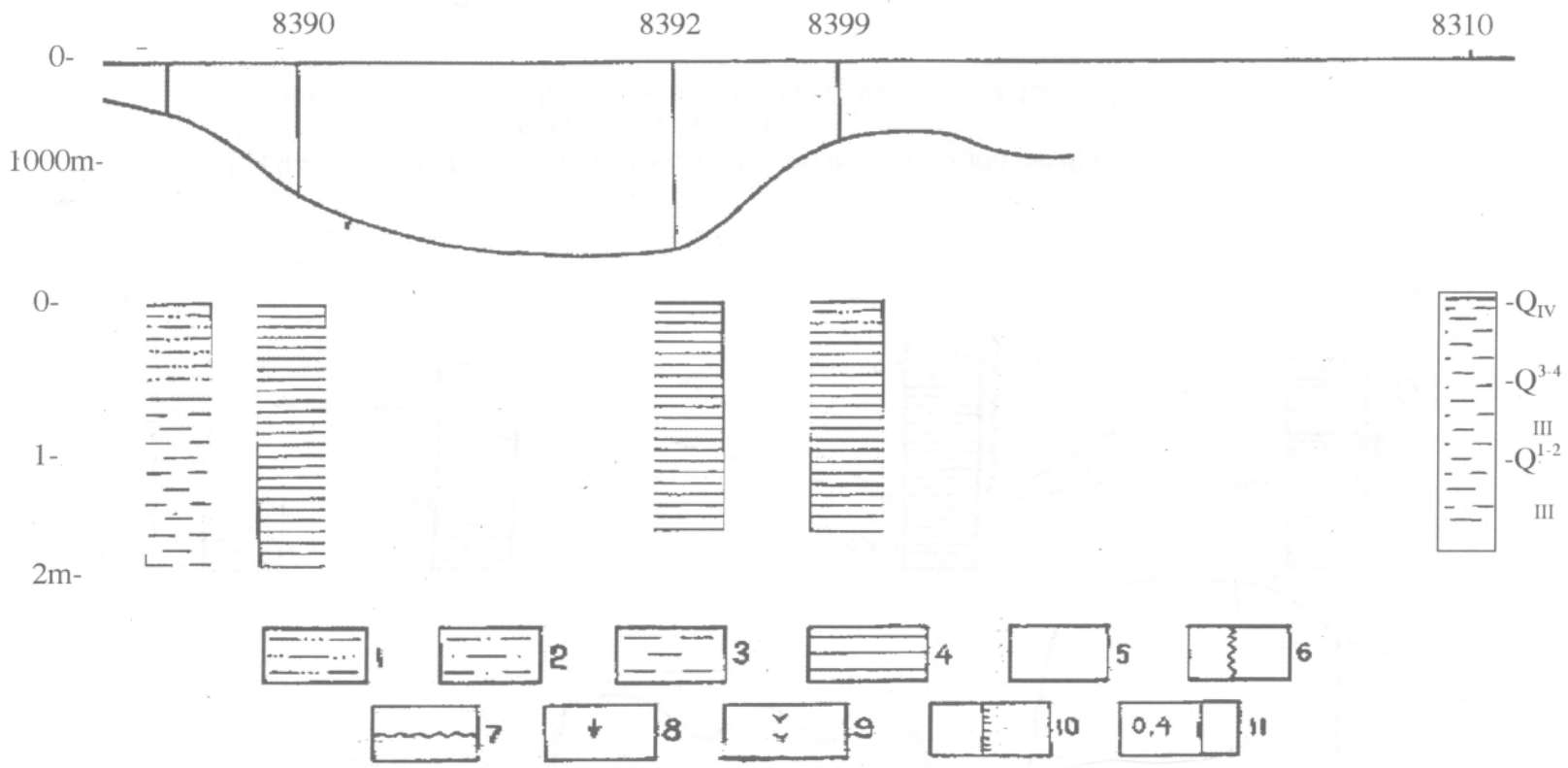


Hình 4.11. Cấu trúc phần trên của lớp phủ trầm tích thềm lục địa phía Nam Việt Nam
(Mặt cắt theo các trạm từ B13-87 đến B13-58, phía bắc Cù Lao Thu)

Cát (thạch anh, fenspats); 2. cát trung (thạch anh và arco); 3. cát nhỏ (thạch anh và grauvac); 4. cát bùn; 5. bùn cát, 6. bùn sét; 7. Ranh giới của các trầm tích tuổi khác nhau; 8. Ranh giới giữa các kiểu trầm tích khác nhau; 9. Tram thu mẫu trầm tích;;10. Các đới: I- Đới trong thềm lục địa; II- Đới ngoài thềm lục địa; III- Sườn lục địa

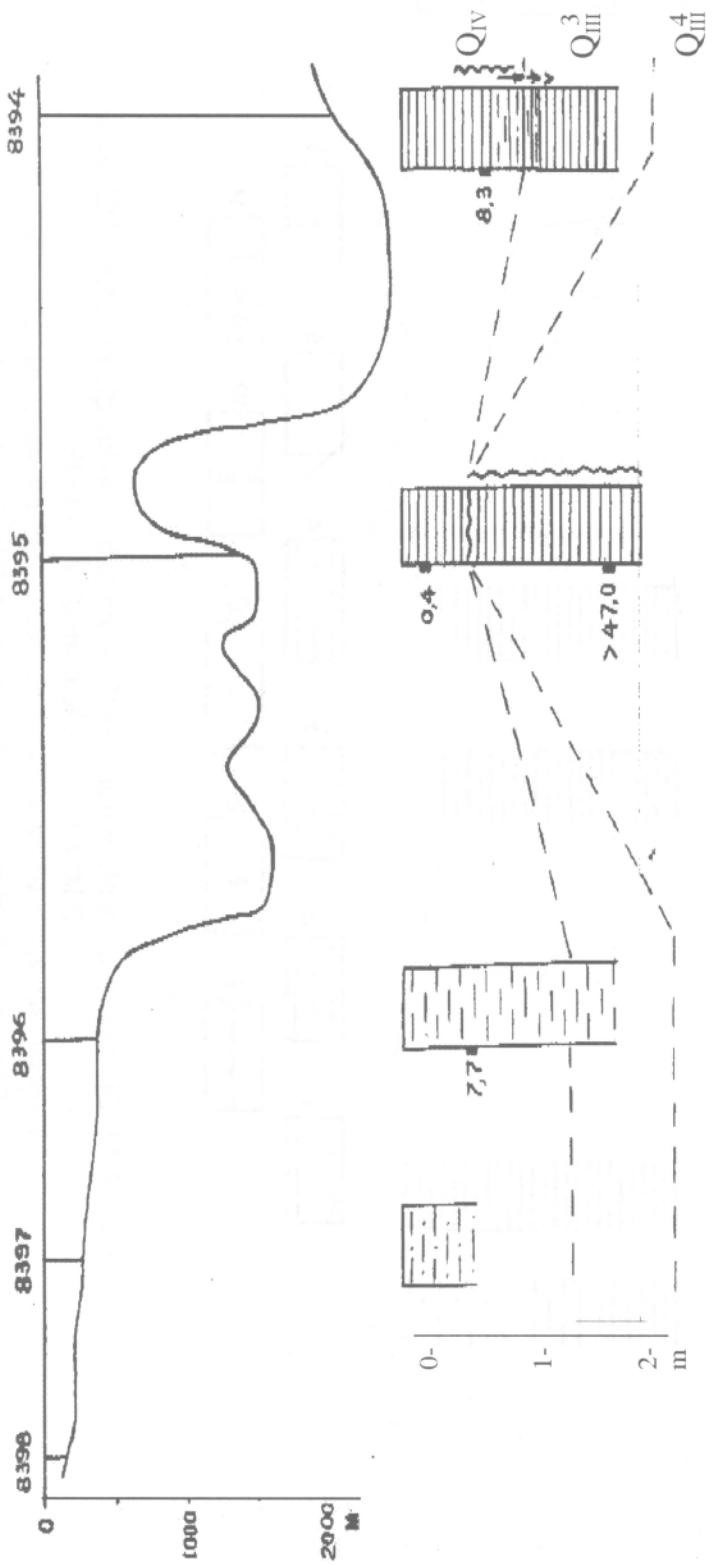


Hình 4.12. Cấu trúc phần trên của lớp phủ trầm tích thềm lục địa phía Nam Việt Nam
(Mặt cắt theo các trạm từ 8357 ddến 8389). Xem chú giải ở hình 2.7



Hình 4.13. Địa hình đáy và phần trên của lớp trầm tích sườn lục địa phía Nam Viét Nam
(Mặt cắt theo các trạm 8390 – 8393)

1. Cát bùn sét; 2, bùn sét cát; 3. bùn; 4. bùn sét; 5. Trầm tích với sự phá vỡ kiến trúc
6. Bề mặt trượt; 7. Trầm tích phân lớp dòng rối; 8. Trầm tích giàu vật liệu lục nguyên.
9. Phân bố vi lớp; 10. Tuổi tuyệt đối (C_{14}) (nghìn năm)



Hình 4.14. Địa hình đáy và phần trên của lớp phủ trầm tích sườn lục địa phía Nam Việt Nam
(Mặt cắt theo các trạm 8398 – 8394). Xem chú giải ở hình 4.13

Dựa vào đặc điểm và sự phân bố của các trầm tích có thể phân biệt các đới trầm tích sau:

1. Trầm tích đầm phá, vũng vịnh hiện đại ven bờ

Hiện nay trong các đầm phá, vũng vịnh hiện đại ven bờ quá trình tích tụ trầm tích xảy ra mạnh mẽ và liên tục. Do tốc độ lắng đọng nhanh của bồi tích, nhiều nơi như phá Tam Giang, đầm Cầu Hai, đầm Ô Loan, đầm Nha Phu đang diễn ra quá trình nông hoá đáy đầm với tốc độ khá nhanh; ảnh hưởng lớn đến hệ sinh thái các đầm phá ven bờ và đặc biệt là nguồn lợi sinh vật các vùng này. Mặc dù vậy, tại một số nơi như trung tâm vịnh Nha Trang, cửa lớn vịnh Cam Ranh, quá trình lắng động trầm tích diễn ra rất chậm hoặc không xảy ra. Ở đây nguồn cung cấp vật liệu bồi tích và chế độ thuỷ động lực (Vịnh Nha Trang) và hiện tương nước trôi (vùng cửa lớn vịnh Cam Ranh) đã ngăn cản quá trình trầm tích.

2. Đới trầm tích cát ven bở

Trầm tích trong đới này phân bố theo qui luật phân dị cơ học rõ ràng từ bờ ra khơi. Yếu tố ảnh hưởng đến sự lắng đọng của vật liệu trầm tích là sông, sóng (chủ yếu là dòng chảy dọc bờ). Nguồn cung cấp vật liệu bồi tích chủ yếu do các sông mang ra từ lục địa, quá trình xâm thực, mài mòn các vùng bờ với các điều kiện thuỷ động lực hiện tại thấy rõ đới này là môi trường tích tụ của trầm tích hiện đại. Trong đới có điều kiện thuận lợi cho quá trình tập trung các khoáng vật và khả năng hình thành các mỏ sa khoáng có ý nghĩa công nghiệp.

3. Đới bùn sét ven bờ biển nông

Đới trầm tích này chỉ gặp ở vùng bở Tây vịnh Bắc Bộ và đã được đề cập chi tiết ở phần trên. Kết quả phân tích cho thấy : dải trầm tích ở phần trong thuộc thành phần chủ yếu của dòng bồi tích sông Hồng, sông Thái Bình và có một phần (phần mịn) do các sông khu vực đưa ra. Sự phân bố lắng đọng trầm tích chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi dòng chảy Tây vịnh Bắc Bộ, có sự đóng góp của dòng chảy sông theo mùa. Ảnh hưởng của dòng bồi tích sông Hồng, sông Thái Bình kết thúc ở phía Bắc mũi Ba Lang An và đảo Lý Sơn. Dải bùn sét ở phần ngoài, thuộc trầm tích di tích nguồn gốc vũng vịnh cổ được tích tụ trong điều kiện động lực tĩnh hơn vào thời kỳ mực biển thấp hơn ngày nay.

4. Đới cát bùn và bùn sét cát thềm lục địa và sườn lục địa

Trong đới này có phân biệt các vùng khác nhau : vùng trên cửa Bắc Bộ, vùng cửa vịnh Thái Lan và vùng Trung Trung Bộ. Đây là đới tích tụ yếu trong điều kiện không có sóng mà chỉ chịu ảnh hưởng của dòng chảy và triều, Riêng vùng Trung Trung Bộ chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi dòng bồi tích dọc bờ mạnh. Trên bề mặt một vài nơi còn lại những phần sót của các thành tạo Pleistocen muộn, thuộc dạng bar cửa sông cổ hay dấu vết của các đường bờ vào thời kỳ mực nước biển thấp hơn ngày nay.

5. Đới cát biển nông

Trong đới này bao gồm toàn bộ thềm lục địa phía Nam. Các trầm tích ở đây có độ chọn lọc rất tốt, hầu như không chứa vật liệu mịn (cấp hạt < 0/062mm), phản ánh các yếu tố động lực mạnh mà chủ yếu là dòng chảy đáy (tốc độ dòng chảy đáy đạt tới 35 – 37cm/s). Tại nhiều nơi gặp các vật liệu graven trong trầm tích cát, các khu vực đường bờ cổ ở các độ sâu khác nhau. Vật liệu graven được hình thành trong quá trình xâm thực tại chỗ các lộ đá gốc hiện còn lộ ra trên bề mặt đáy biển hiện nay và do các sông cổ mang ra. Từ các dấu hiệu trên chứng tỏ trầm tích đới này là các trầm tích di tích đã được thành tạo trong thời kỳ biển tiến lần cuối. Trong điều kiện thuỷ động lực hiện tại, do ảnh hưởng của hiện tượng nước trôi và nguồn tiếp từ bờ ra, quá trình lắng đọng trầm tích ở đây xảy ra rất chậm. Khu vực các đường bờ cổ, đồi ngầm quá trình lắng động trầm tích hiện đại không xảy ra.

6. Đới bùn sét ở phía ngoài thềm lục địa

Đới này mang tính chất biển khơi rõ rệt, hiện nay chỉ xảy ra quá trình tích tụ trầm tích bùn sét, ở một vài nơi các plankton biển khơi phát triển rất mạnh tạo "bùn Globigerina". Vật liệu lục nguyên trong trầm tích đới này có lẽ được cung cấp từ nhiều nguồn khác nhau.

III. ĐẶC ĐIỂM TƯỚNG ĐÁ - CỔ ĐỊA LÝ

1. Khái quát

Bản đồ tướng đá - cổ địa lý phản ánh những đặc trưng về thành phần thạch học, cổ sinh, môi trường thủy động lực, đặc trưng địa hoá môi trường, diện phân bố vùng xâm thực phong hoá và các sản phẩm phong hoá, hình thái, quy mô của bồn trũng lắng đọng trầm tích... Trên bản đồ này thể hiện mối quan hệ giữa các yếu tố: thành phần vật chất, sự thay đổi mực nước biển và chuyển động kiến tạo.

Sự thay đổi mực nước biển trong Đệ Tứ toàn cầu là nguyên nhân trực tiếp còn chuyển động kiến tạo và cấu trúc địa chất là nguyên nhân sâu xa đối với thành phần trầm tích. Cả hai yếu tố đó xảy ra đồng thời và có tính chu kỳ. Mở đầu các chu kỳ trầm tích cơ bản được đánh dấu bởi tập trầm tích hạt thô (cuội, sạn, cát hạt lớn) phản ánh địa hình phân cắt đứng rất rõ nét do chuyển động kiến tạo mạnh mẽ vùng xâm thực bóc mòn nâng cao (vùng ven rìa đồng bằng, đồi núi ven biển) tạo thềm sông, thềm biển.

Ngược lại trung tâm các bồn trũng Kainozoi (kiểu rift như bồn Sông Hồng, sông Cửu Long, Nam Côn Sơn, Phú Khánh, các bồn dạng khối tảng ven biển miền Trung) và thềm lục địa đơn nghiêng sụt bậc như đáy biển Nam Trung Bộ thì chuyển động sụt lún xảy ra theo từng chu kỳ và thống nhất đối với tất cả bồn trũng cả trên lãnh thổ và dưới lãnh hải nước ta. Bởi vậy, tập hạt thô lót đáy các

chu kỳ trầm tích là phản ánh năng lượng dòng chảy mạnh, chuyển động nâng kiến tạo, ở vùng ven rìa có ưu thế trội hơn chuyển động hạ lún ở các bồn trũng. Đồng pha với thời kỳ băng hà là biển thoái toàn cầu làm cho diện tích lục địa mở rộng, diện tích phần ngập biển bị thu hẹp. Vì vậy, diện phân bố tướng proluvi, aluvi chiếm ưu thế.

Khi biển tiến toàn cầu, khí hậu ấm lên, năng lượng dòng chảy lục địa giảm thiểu, phương thức phong hoá hoá học chiếm ưu thế hơn phong hoá vật lý. Đó là nguyên nhân trầm tích hạt mịn lại chứa hàm lượng sản phẩm phong hoá hoá học trong trầm tích (sét và trầm tích sinh hoá) cao hơn vật liệu vụn cơ học. Tập trầm tích hạt mịn đặc trưng cho môi trường biển nông, châu thổ, vũng vịnh được lấy làm ranh giới trên mỗi chu kỳ về hình học và tương đương với giai đoạn biển tiến cực đại.

Các thành tạo Pliocen - Đệ Tứ Việt Nam được hình thành trên bình đồ kiến trúc của Miocen. Bình đồ đó là kết quả tiến hoá của 4 chu kỳ kiến tạo trong Kainozoi : Chu kỳ 1: 38 - 32 triệu năm (Eocen), chu kỳ 2: 32 - 26 triệu năm (Oligocen), chu kỳ 3: 26 - 16 triệu năm (Miocen sớm) và chu kỳ 4: 16 - 5 triệu năm (Miocen giữa - muộn).

Các thành tạo Pliocen - Đệ Tứ có tuổi từ 5 triệu năm trở lại đây và cũng là chu kỳ kiến tạo thứ 5 với một bậc kiến trúc riêng nằm bất chỉnh hợp trên bình đồ Miocen. Như vậy bình đồ kiến trúc trước Pliocen - Đệ Tứ là nền móng cơ bản ban đầu cho một quá trình địa chất nội - ngoại sinh diễn ra lại bị ảnh hưởng của biển thoái và biển tiến tức quá trình đóng băng và gian băng trong Đệ Tứ.

Vấn đề biển thoái và biển tiến là một sự kiện lớn nhất trong các sự kiện xảy ra trong Đệ Tứ liên quan đến băng hà và gian băng. Vì vậy, kỷ Đệ Tứ còn gọi là Kỷ Băng hà.

Để nghiên cứu cổ địa lý trên thềm lục địa Việt Nam trong Đệ Tứ có thể chọn các thời kỳ băng hà và gian băng làm hệ thống thang chuẩn để đối sánh: Băng hà Dunai (Pliocen), Gunz (Pleistocen sớm), Mindel (đầu Pleistocen giữa), Riss (cuối Pleistocen giữa), Wurm 1 (đầu Pleistocen muộn), Wurm 2 (cuối Pleistocen muộn). Giữa các đợt Băng hà có các pha gian băng xen kẽ.

Các thời kỳ Băng hà tương ứng với các pha biển thoái còn các thời kỳ gian băng tương ứng với các pha biển tiến. Ngoài ra ở Việt Nam cũng tương đồng với hai sự kiện xảy ra có tính toàn cầu là biển tiến Flandrian xảy ra từ 18.000- 5.000 năm (Q_{III}^2 - Q_{IV}^{1-2}), biển lùi từ 5.000 - 1.000 năm và biển tiến hiện đại từ 1.000 năm đến nay.

Trong điều kiện tài liệu cổ sinh không đầy đủ, việc sử dụng tài liệu trầm tích để đối sánh địa tầng và đánh giá các sự kiện cổ địa lý là rất cần thiết. Trầm tích và sự dao động mực nước biển có mối quan hệ chặt chẽ với nhau vì vậy phân tích tướng trong mối quan hệ với băng hà và gian băng là cần thiết trong nghiên cứu tướng đá - cổ địa lý. Trên bảng 4.10 trình bày tổng hợp tướng đá cổ địa lý trầm tích Pliocen- Đệ Tứ thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận.

2. Đặc điểm tướng đá - cổ địa lý trong các giai đoạn Đệ Tứ

a. Giai đoạn Pleistocen sớm (Q_I)

Vào đầu Pleistocen sớm toàn cầu chịu ảnh hưởng của một đợt băng hà mạnh mẽ (Băng hà Gunz). Trên thềm lục địa Việt Nam đường bờ biển hạ xuống rất thấp. Hiện tại tìm thấy dấu ấn đầu tiên của Đệ Tứ ở độ sâu 2000 - 2500m (bản đồ tướng đá - cổ địa lý). Theo tài liệu bản đồ địa hình do tàu Ponnaga (Pháp, 1995 - 1996) khảo sát và xử lý đã thể hiện chính xác các hệ thống lòng sông cổ bao gồm các lòng sông chính và các lạch triều phụ lưu tạo thành một mạng lưới lòng dẫn chằng chịt hội tụ vào một số cửa sông chính rồi đổ ra biển cổ dưới dạng các nón quạt.

Các tướng nón quạt cửa sông nối tiếp nhau tạo thành một đới bờ có bề rộng vài km và chiều dài hàng chục km. Trên thềm lục địa đã xuất hiện các nhóm tướng và tướng trầm tích đặc trưng biển lùi cộng sinh với nhau: tướng cuội - sạn - cát, cát - bùn châu thổ cổ. Trong giai đoạn biển lùi băng hà Gunz, trên bản đồ không thể hiện tướng aluvi vì chúng bị trầm tích biển tiến của gian băng Gunz - Mindel phủ kín.

Trầm tích Pleistocen sớm biểu thị chu kỳ thứ 2 trong mặt cắt địa chấn. Những dấu ấn đào khoét của lòng sông cổ và lạch triều trong giai đoạn biển lùi thấy rõ ở mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến 13 vùng biển Tây - Nam.

Trong các mặt cắt địa chấn sâu trầm tích Pleistocen sớm chỉ thể hiện một tập riêng biệt có ranh giới khá rõ với tập đầu tiên (Pliocen) và tập thứ 3 (Pleistocen muộn - phần sớm) tuy nhiên rất khó phân biệt pha biển tiến và biển thoái như trong mặt cắt địa chấn nông phân dải cao.

Trên bình đồ đáy biển ranh giới giữa Q_I và Q_{II} được nhận biết qua sự mất đi một tập địa chấn địa tầng phía trên. Có thể thấy rõ trên mặt cắt địa chấn ở đáy biển Nam Trung Bộ khi đi từ thềm trong ra thềm ngoài, tại "điểm uốn" địa hình ở độ sâu 500m, 700 - 800m hiện tượng khuyết đi một lớp phía trên. đó cũng là ranh giới của hai hệ tầng và cũng là đới đường bờ cổ của Pleistocen sớm.

Tương ứng với giai đoạn này trong các bồn trũng Kainozoi trên lục địa (như miền võng Hà Nội, bồn trũng sông Cửu Long, các bồn trũng ven biển Miền Trung) và các bồn trũng trên thềm lục địa (bồn sông Hồng, bồn Cửu Long, bồn Phú Khánh, bồn Nam Côn Sơn và bồn Mã Lai - Thổ Chu đã xuất hiện các tướng trầm tích cuội sạn lòng sông (a), và sét bột pha cát châu thổ (am) và bãi bồi (a) phân bố ở phần dưới của chu kỳ trầm tích thứ nhất của Đệ Tứ. Chu kỳ trầm tích này tương đương với các hệ tầng Lệ Chi (đồng bằng Sông Hồng), Trảng Bom (đồng bằng Sông Cửu Long) và Đại Phước (đồng bằng ven biển Miền Trung).

	msQ_{III}^{2}	Tướng cát, cát sạn đê cát ven bờ bãi triều cổ			- Đê cát ven bờ
Pleistocen muộn	amQ_{III}^{1}	Tướng cát sạn, bột sét châu thổ (fans) cổ	Biển lùi ứng với thời kỳ băng hà Wurm I	-200 đến -300m	-Nón quạt cửa sông cát bột sét pha sau - Đê cát ven bờ
	mQ_{III}^{1}	Tướng cát bột bùn sét biển nông ven bờ cổ			
	msQ_{III}^{1}	Tướng cát,cát sạn, đê cát ven bờ bãi triều cổ			
Pleistocen giữa	amQ_{II}^{2}	Tướng cát sạn, cát bùn, châu thổ (fans) cổ	Biển lùi ứng với thời kỳ băng hà Riss	-400 đến -500m	- Nón quạt cửa sông - Vỏ sò cát sạn bãi triều
	mQ_{II}^{2}	Tướng cát, cát bột, bùn sét biển nông ven bờ cổ			
	amQ_{II}^{1}	Tướng sạn, cát sạn, cát bùn châu thổ (fans) cổ	Biển lùi ứng với thời kỳ băng hà Mindel	-1000 đến -1500m	- Nón quạt cửa sông - Vỏ sò + cát sạn bãi triều - Đê cát ven bờ
	mQ_{II}^{1}	Tướng cát, cát bột, bùn sét biển nông ven bờ cổ			
	msQ_{II}^{1}	Tướng cát sạn, vỏ sò bãi triều, đê cát ven bờ cổ			
Pleistocen sớm	amQ_{I}	Tướng cuội sạn cát, cát bùn châu thổ (fans) cổ	Biển lùi ứng với thời kỳ băng hà Gunz	-2000 đến 2500m	-Nón quạt cửa sông -Vỏ sò + cát sạn bãi triều
	mQ_{I}	Tướng cát, cát bột, bùn sét biển nông ven bờ cổ			

Tuổi	Ký hiệu	Tướng trầm tích	Các pha băng hà và gian băng	Đới bờ cổ	Các dấu hiệu nhận biết đới bờ
1	2	3	4	5	6
Holocen	amQ_{IV}^{3}	Tướng cát bột, bột sét tiền châu thổ	Biển lùi sau biển tiến cực đại Flandrian	0m	-Đường bờ hiện đại - Đệ cát + lagoon - Bãi triều cao và bãi triều lầy
	mQ_{IV}^{3}	Tướng cát bùn sét biển nông			
	bmQ_{IV}^{3}	Tướng bùn sét, than bùn đầm lầy ven biển			
	mQ_{IV}^{3}	Tướng bùn sét vũng vịnh hiện đại			
	mQ_{IV}^{1-2}	Tướng bùn sét, cát bột biển nông cổ	Biển tiến Flandrian	-20 đến -30m	- Đê cát ven bờ - Sét, lagoon cổ -Cát sạn bãi triều cổ -Than bùn đầm lầy
	bmQ_{IV}^{1-2}	Tướng bùn sét than bùn đầm lầy ven biển cổ			
	msQ_{IV}^{1-2}	Tướng cát, cát sạn đê cát ven biển cổ			
Pleistocen muộn - Holocen sớm	$mQ_{III}^{2}-_{IV}^{1}$	Tướng cát bùn sét biển nông cổ	Biển tiến Flandrian	-50 đến -60m	- Đê cát ven biển cổ - Bùn sét đầm lầy ven biển cổ
	$mQ_{III}^{2}-_{IV}^{1}$	Tướng bùn sét đầm lầy ven biển cổ			
	$maQ_{III}^{2}-_{IV}^{1}$	Tướng bùn sét pha cát, lạch triều, lòng sông cổ tàn dư			
	$smQ_{III}^{2}-_{IV}^{1}$	Tướng "sóng cát" biển nông ven bờ biển cổ và đê cát ven bờ			
	amQ_{III}^{2}	Tướng cát-bột-sét châu thổ (fans) cổ	Biển lùi ứng với thời kỳ băng hà Wurm 2	-100 đến -120m	- Nón quạt (fans) cát bột sét
	mQ_{III}^{2}	Tướng bùn sét, cát bột biển nông ven bờ cổ			

Bảng. 4.10. Bảng tổng hợp tướng đá cổ địa lý trầm tích Pliocen - Đệ Tứ thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận

Cuối Pleistocen sớm khí hậu toàn cầu ấm lên, gian băng Gunz - Mindel đã dâng cao mực nước biển. ở Việt Nam đã thành tạo các tướng bột - sét biển nông, trên đáy biển thềm lục địa và tướng bột - sét xám xanh vũng vịnh trong các bồn trũng Kainozoi phân bố phần trên của các hệ tầng nói trên. Tương ứng với mực nước biển tiến cực đại là các bậc thềm biển, thềm sông có độ cao 60 - 80m và 80 - 100m gặp nhiều nơi ở ven biển tỉnh Quảng Ninh và ven biển Miền Trung.

Trong các bồn trũng gặp các tướng trầm tích sét bột xám xanh, xám đen vũng vịnh hoặc tướng sét bột sông - biển hỗn hợp:

- Đồng bằng sông Hồng: Tướng sét bột sông - biển hỗn hợp và vũng vịnh phủ trên tướng cuội sạn aluvi, cát bột châu thổ thuộc hệ tầng Lệ Chi (am, $mQ_I^{}lc$). Mặt cắt tướng trầm tích này gặp tiêu biểu ở lỗ khoan LK2HP độ sâu 116,5 - 129m (dày 12,5m) chứa phổ phấn: Gleichenia, Taxodium, Sphaglum, Ilex, Quercus, Salix, Castanae, Cyathea... đặc trưng cho môi trường cửa sông tuổi Pleistocen sớm.

- Đồng bằng sông Cửu Long: Tướng bột pha cát châu thổ thuộc hệ tầng Mỹ Tho tiêu biểu gặp ở lỗ khoan LK209BM (thị trấn Cái Vồn, huyện Bình Minh, Vĩnh Long) độ sâu 132,5 - 148,7m (dày 16,2m) chứa phổ phấn Polydiaceae, Pinus, Polypodium, Quercus, Castanopsis, Castanea và tảo Cyclotella, Eunotia, Synedra, Thalasiosira,... thuộc môi trường cửa sông ven biển tuổi Pleistocen sớm (amQ_I).

- Ở ven biển Miền Trung: Đặc trưng cho giai đoạn biển tiến này là trầm tích cát đỏ Phan Thiết hệ tầng Mũi Né. Năm 1998, Trần Nghi và nhóm chuyên gia Australia đã phát hiện tại Hòn Rơm (Mũi Né) tectit sắc cạnh nguyên dạng cắm trên bề mặt của một tầng cát đỏ bị laterit hoá. Như vậy, nếu tuổi tuyệt đối của tectit là xấp xỉ 700.000 năm thì tầng cát đỏ dưới đó sẽ có tuổi Q_I (?).

Sơ đồ tướng đá- cổ địa lý trong Pleistocen sớm được mô tả trên hình 4.15

b. Giai đoạn Pleistocen giữa (Q_{II})

Ranh giới hệ tầng chỉ là tương đối vì chưa có tuổi tuyệt đối phân tích đầy đủ cho mặt cắt chuẩn địa tầng Đệ Tứ, số liệu vi cổ sinh chỉ có từ Pleistocen muộn đến Holocen mà cũng chỉ là tương đối. Vì vậy, chu kỳ trầm tích và sự tiến hoá thành phần vật chất trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển và chuyển động kiến tạo là rất quan trọng trong việc phân chia và đối sánh địa tầng và cổ địa lý ở các vùng khác nhau trên lục địa cũng như giữa lục địa và biển. Vị trí của đường bờ sẽ qui định các cảnh quan của miền xâm thực, miền vận chuyển và kiểu bồn trũng lắng đọng trầm tích. Các cảnh quan đó lại qui định các tướng và nhóm tướng trầm tích. Khi phân tích địa tầng và cổ địa lý cần xem xét sự chuyển tướng theo thời gian và không gian trong mối quan hệ với sự thay đổi đường bờ cổ.

Trong thời kỳ đầu Pleistocen giữa (Q_{II}) băng hà Mindel đã làm hạ thấp mực nước biển toàn cầu. Trên đáy biển thềm lục địa Việt Nam ở bậc địa hình thứ ba có độ sâu 1000 - 1500m nước (từ ngoài vào) đã hiện diện một đới đường bờ cổ với sự có mặt các hệ thống lòng sông cổ và các tướng nón quạt cửa sông

Liên quan với đới đường bờ cổ này có các tướng trầm tích như sau:

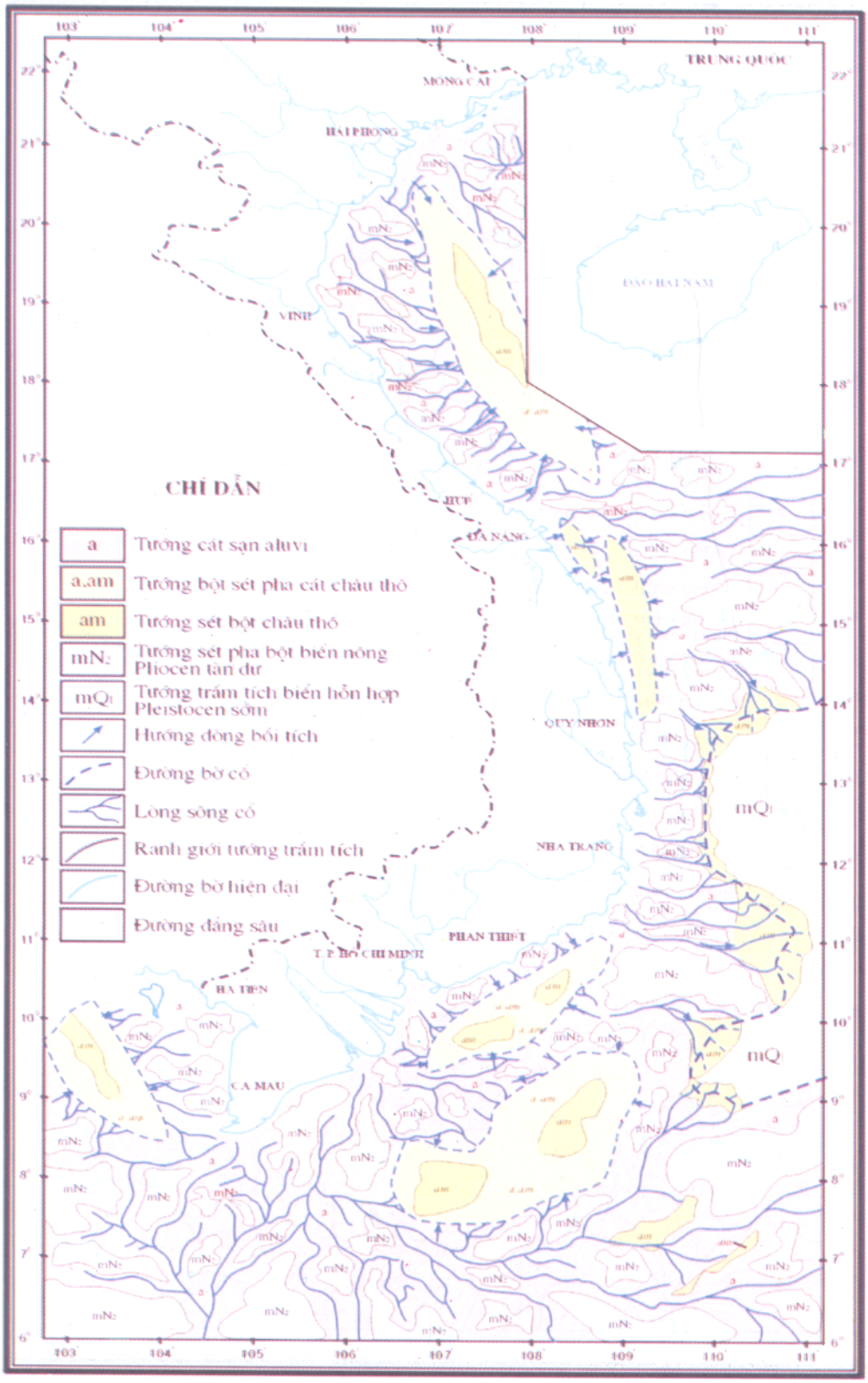
- Tướng cát sạn, vỏ sò bãi triều, tướng đá cát ven bờ (msQ_{II}^{1})
- Tướng cát, cát bột, bùn sét biển nông ven bờ (mQ_{II}^{1})
- Tướng sạn, cát sạn, cát bùn châu thổ (fans) (amQ_{II}^{1})
- Tướng cát, cát bột, bùn sét biển nông ven bờ (mQ_{II}^{1})

Trong thời kỳ đầu Pleistocen giữa đã xảy ra một pha biển lùi ghi rõ một bậc thềm mài mòn - tích tụ với các dấu hiệu tiêu biểu cho một đới đường bờ cổ: hệ thống lòng sông cổ và lạch triều, tướng cát sạn nón quạt cửa sông và cát ven bờ cổ ở độ sâu 1000 - 1500m nước.

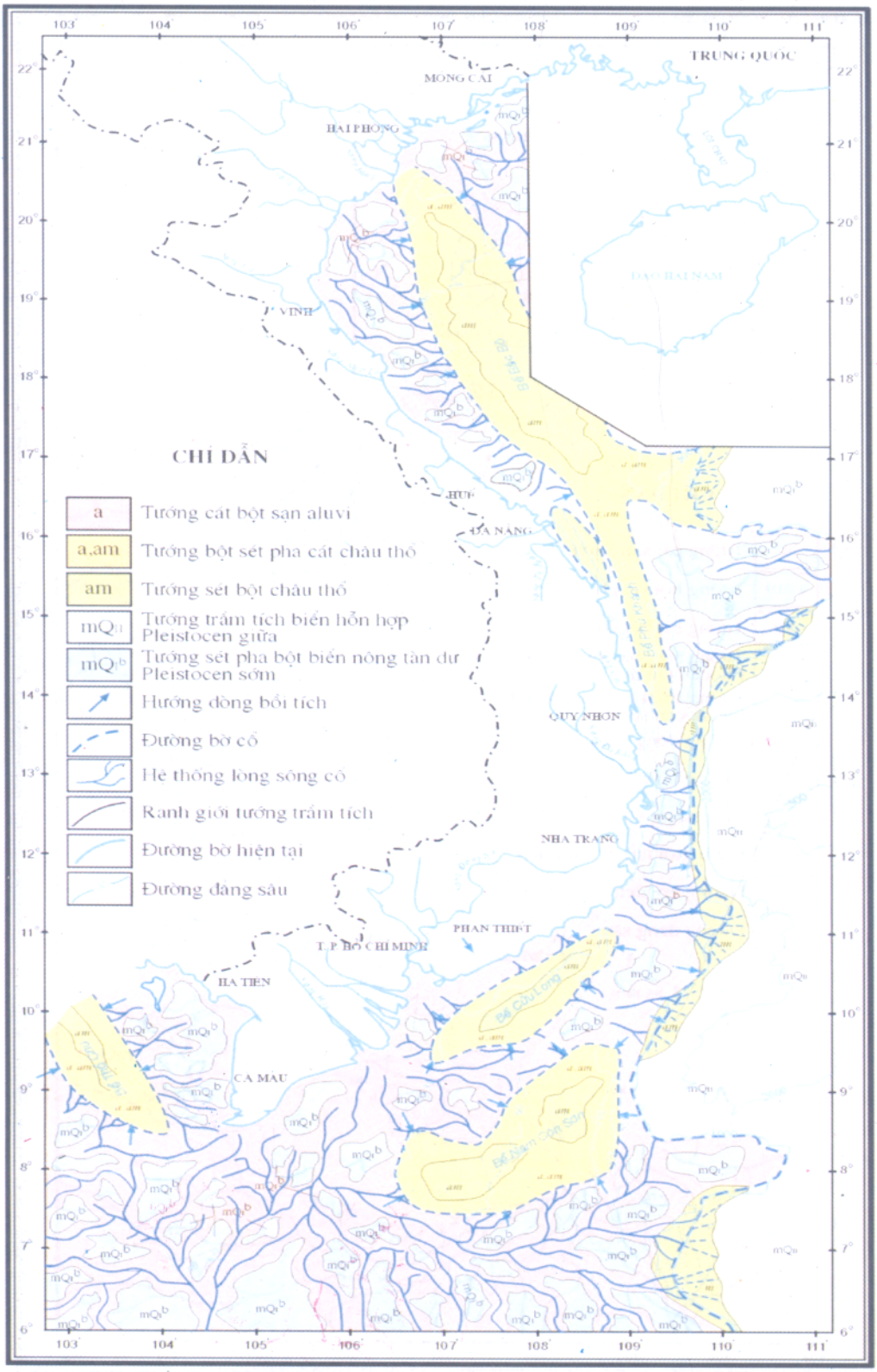
Các tướng trầm tích liên quan đến đới bờ này bao gồm cát, cát bột, bùn sét biển nông (mQ_{II}^{1}) và cát, cát sạn, cát bùn nón quạt cửa sông (fans) tướng trầm tích được thể hiện qua các cảnh quan địa hình, địa mạo của hệ thống lòng sông cổ và nón quạt cửa sông mà tàu Atalan đã chụp ảnh, đo vẽ một cách chính xác khá tin cậy. Toàn bộ đới đường bờ cổ của băng hà Riss ở khu vực Miền Trung chạy theo hướng Bắc - Nam dao động chung quanh kinh tuyến $109^{0}50$ - 110^{0}. Rõ ràng ở thềm lục địa Miền Trung đứt gãy 110^{0} liên quan đến tách giãn biển Đông trong Kainozoi là người mẹ khai sinh ra các bậc thềm có hướng kinh tuyến và vô số các đứt gãy nhỏ hướng vĩ tuyến tiền đề để phát triển mạng lưới thuỷ văn đổ vào biển Đông cổ có đường bờ biển chạy theo hướng Bắc - Nam từ Pleistocen sớm đến Pleistocen giữa.

Trong giai đoạn này trên lục địa các lòng sông trở thành sông miền núi và trung du phát triển nhiều suối nhánh vì vậy đã tạo ra một trường trầm tích cuội - sạn - cát thô đa khoáng proluvi, aluvi miền núi, chọn lọc kém, mài tròn trung bình đến tốt phủ gần như toàn bộ diện tích các đồng bằng sông Hồng, sông Cửu Long và các đồng bằng ven biển Miền Trung..

Tướng cuội - sạn sông - lũ Pleistocen giữa - muộn phủ bất chỉnh hợp lên trên các thành tạo trầm tích tuổi Pleistocen sớm (Q_{I}) hoặc đất đá cổ hơn và bị phủ bởi tướng cát - bột bãi bồi, sét xám xi măng vững vịnh.



Hình 4.15. Sơ đồ tướng đá - cổ địa lý thềm lục địa Việt Nam giai đoạn Pleistocen sớm



Hình 4.16. Sơ đồ tướng đá - cổ địa lý thềm lục địa Việt Nam giai đoạn Pleistocen giữa

Trong giai đoạn này, toàn bộ các dòng sông đã vươn dài ra thềm lục địa đồng thời với quá trình dịch chuyển đường bờ tới độ sâu 1000 - 1500m. Như vậy, các dòng sông là phương tiện duy nhất đã chuyển tải một khối lượng cát và cát sạn khổng lồ từ vùng xâm thực ở lục địa là sản phẩm chủ yếu do phương thức phong hoá vật lý và phá huỷ kiến tạo. Theo tài liệu nghiên cứu về bào tử phấn trong giai đoạn Pleistocen giữa khí hậu Việt Nam kiểu nhiệt đới không điển hình. Các dạng thực vật bậc thấp, thực vật hạt trần, hạt kín của vùng nhiệt đới phát triển xen kẽ với các đại biểu đặc trưng cho cận nhiệt đới như Quercus sp., Castanopsis sp., Carys sp., Platycarya sp.,... phát triển ở vùng đất thấp. Theo kết quả nghiên cứu lát mỏng thạch học bở rời hệ tầng Hà Nội (Trần Nghi, 1995) đã cho thấy khoáng vật vụn microclin song tinh mạng lưới và plagiocla trung tính song tinh đa hợp vẫn còn rất tươi chưa bị phong hoá hoá học (pelit hoá). Dấu hiệu đó chứng minh cho khí hậu ôn hoà không phải nhiệt đới điển hình.

Trầm tích biển tiến Pleistocen giữa - muộn phân bố từ độ sâu 1000 - 1500m nước đến đồng bằng ven biển và các bồn trũng Kainozoi thềm lục địa Việt Nam. Mặt cắt ở các bồn trũng sụt lún gặp tướng sét xám xanh pha bột vũng vịnh có tính chất thống nhất từ Bắc chí Nam:

- Đồng bằng sông Hồng: Tướng sét xám xi măng pha bột vũng vịnh có độ pH > 8.5 dày từ 1 - 15m phủ trên tướng cuội sạn proluvi, aluvi. Trong các lỗ khoan gặp tướng trầm tích này ở độ sâu: 45m đến 70m (LK 6TB, Đông Hưng - Thái Bình)

- Ở đồng bằng sông Cửu Long đặc trưng cho môi trường biển cửa sông là hệ tầng Mỹ Tho và môi trường vũng vịnh là hệ tầng Long Toàn gặp ở lỗ khoan LK21TC (Tiểu Cần - Vĩnh Long) độ sâu 106 - 100m chứa bào tử phấn hoa rừng ngập mặn: Polydiacae, Compositae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Castanae, Fagaceae, Quercus, Pinaceae).

- Ở ven biển Miền Trung gặp tập trầm tích biển tiến tướng sông biển hỗn hợp và biển vũng vịnh thuộc hệ tầng Vĩnh Hảo và cát đỏ thuộc hệ tầng Phan Thiết. Theo kết quả phân tích tuyệt đối cát xám lấy ở suối tiên Mũi Né bằng phương pháp nhiệt huỳnh quang thạch anh (Trần Nghi, 1997 - 1999)

  Sơ đồ tướng đá- cổ địa lý trong Pleistocen giữa được mô tả trên hình 4.16

c. Giai đoạn Pleistocen muộn (Q_{III}^1 và Q_{III}^2)

Giai đoạn Pleistocen muộn chịu 3 pha biển lùi thuộc băng hà Riss, Wurm 1, Wurm 2 và 2 pha biển tiến hành tinh khá mạnh mẽ gọi là biển tiến Vĩnh Phúc. Băng hà Riss là đợt băng hà xảy ra từ khoảng 125.000 - 100.000 và băng hà Wurm từ 70.000 năm đến 18.000 năm.

Băng hà Riss để lại dấu ấn ở độ sâu 400 - 500m nước. Ở Việt Nam có 2 đới đường bờ cổ ở độ sâu 200 - 300m (tương đương với Wurm 1) và 100 - 120 m (tương đương với đợt băng hà cuối cùng - Wurm 2).

Trên đáy biển thềm lục địa Việt Nam dấu hiệu đặc trưng cho giai đoạn biển lùi này là tầng sét loang lổ vàng đỏ do quá trình laterit hoá theo phương thức phong hoá thấm đọng tầng sét biển tiến Vĩnh Phúc (mQ_{III}^2a) trong điều kiện khí hậu khô nóng. Tầng sét loang lổ rất phổ biến phân bố trên một diện tích rộng lớn từ 0 đến 120m nước. Có thể sử dụng tầng sét loang lổ như một tầng đánh dấu cho giai đoạn biển lùi băng hà Wurm cuối cùng đặc trưng khí hậu khô nóng. Thường tầng sét loang lổ này bị một lớp mỏng trầm tích Q_{III}^2 -$_{IV}^1$ phủ. Trong mặt cắt đo sâu hồi âm và địa chấn nông đã thấy rõ trầm tích Q_{III}^2 trong giai đoạn biển lùi có hai quá trình địa chất đồng thời:

- Phong hoá thấm đọng tạo màu loang lổ vàng - đỏ tầng biển tiến Vĩnh Phúc
- Xâm thực đào khoét tầng mQ_{III}^2a tạo ra một hệ thống lòng sông cổ và lạch triều với trầm tích lấp đầy thuộc tướng lòng sông và bãi bồi có tuổi Pleistocen muộn (aQ_{III}^2b)

\+ *Thời kỳ biển lùi Q_{III}^1 (băng hà Wurm 1)* bao gồm các tướng trầm tích sau:

- Tướng cát, cát sạn, cát bột lòng sông cổ và lạch triều cổ (a, am Q_{III}^1) được thể hiện rõ nét trong mặt cắt địa chấn nông.
- Tướng cát, cát sạn đê cát ven bờ, bãi triều cổ (msQ_{III}^1) phân bố phía trong ở đới đường bờ cổ 200 - 300m.
- Tướng cát bột, bùn sét biển nông ven bờ cổ (mQ_{III}^1) phân bố phía ngoài sát đường bờ cổ 200 - 300m nước.
- Tướng cát sạn, bột sét châu thổ (fans) (amQ_{III}^1). Trên bản đồ tướng đá - cổ địa lý Pliocen - Đệ Tứ tướng trầm tích này được tô màu vàng da cam và có dạng hình quạt phân bố bám sát đới đường bờ cổ 200 - 300m nước chạy dài hàng nghìn cây số từ đáy biển Bắc Trung Bộ đến Đông Nam Bộ. Đây là thế hệ fans thứ 4 kể từ thế hệ fans thứ nhất đặc trưng cho biển lùi Q_I (băng hà Gunz) ở độ sâu > 2000m.

\+ *Thời kỳ biển tiến sau Wurm 1 (Q_{III}^2a)* rất mạnh mẽ có tính chất toàn cầu và để lại những dấu ấn đậm nét bởi một thực thể trầm tích biển tiến "Vĩnh Phúc" tướng sét xám sáng, xám xanh đặc trưng cho sản phẩm phong hoá hoá học bị phong hoá loang lổ. Tầng sét này phân bố rộng khắp trên các đồng bằng ven biển phủ trên tập trầm tích cát lòng sông phân lớp xiên chéo. Địa hình biển tiến bằng phẳng nghiêng thoải tuổi Q_{III}^2 đã đánh dấu một giai đoạn phát triển trầm tích Đệ Tứ khá quan trọng trong lịch sử tiến hoá các đồng bằng ven biển Việt Nam được đặc trưng bởi các hệ tầng quan trọng: Hệ tầng Vĩnh Phúc (ĐBSH), Đà Nẵng (Miền Trung) và Mộc Hoá

Thành tạo trầm tích cát vàng nghệ ven biển Miền Trung Việt Nam dưới dạng đê cát ven bờ cổ hoặc thềm cát cao từ 10 - 15 m phổ biến từ Sen Thuỷ - Quảng Bình, Đà Nẵng đến cát đỏ Phan Thiết là đặc trưng cho pha biển tiến "Vĩnh Phúc" Q_{III}^2. Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối, các mặt cắt cát đỏ Phan Thiết cho tuổi từ 52,3

±6.000 năm (Chí Công) đến 107 ± 38.000 năm.

Theo nghiên cứu bào tử phấn hoa khí hậu trong Pleistocen muộn biểu hiện nhiệt đới nóng ẩm. Các thảm thực vật nhiệt đới phát triển mạnh. Loại ưa ẩm và ẩm: Adiatum sp., Cyathea sp., Polypodium sp. Loại cây lá rộng: Quercus sp., Magnolia sp., Michelia sp., Liriodendron sp., Pinus sp., Pseudolarix sp., Cedrus sp., Taosdium sp.

Ở Bắc Trung Bộ phát triển rừng ngập mặn với các dạng đặc trưng là: Rhozophora sp., Soneratia sp., Các dạng Foraminiera như: Ammonia beccari L., Quinqueloculina L., Elphidium sp., Streblus sp., Các dạng Diatomae nước mặn: Cyclotella Stelligeracl et Grum, Melorira italica Omiill, Coscinodiscus sp., Thalassionema sp., đặc trưng cho biển nông ven bờ và ưa nhiệt.

+ *Thời kỳ biển lùi băng hà cuối cùng (Wurm 2) (Q_{III}^2b)*

Thời kỳ băng hà này kéo dài khoảng hơn 30.000 năm (50.000 - 18.000 năm).

Phần biển nông thềm lục địa (0 - 100, 120m nước)đều thuộc chế độ lục địa. Các dòng sông lớn một lần nữa lại vươn dài ra tận đường bờ biển ở độ sâu 100 - 120m nước. Trên lãnh thổ rộng lớn của thềm lục địa Sunda đã xảy ra các quá trình hoạt động địa chất ngoại sinh mãnh liệt và để lại những dấu ấn và những thực thể địa chất tiêu biểu:

- Quá trình phong hoá thấm đọng trong điều kiện khí hậu nóng - khô, nóng - ướt xen kẽ. Theo Zhange (1987) trong Pleistocen muộn có 5 lần khô lạnh là: 60.000năm, 46.000 - 55.000 năm, 32.000 - 40.000 năm, 15.000 - 18.000 năm, và 11.000 năm. Còn các thời kỳ ẩm ướt là: 58, 45, 30, 20 và 12 nghìn năm cách ngày nay.
- Qúa trình xâm thực đào khoét nền địa hình biển tiến "Vĩnh Phúc" tạo nên nhóm tướng cát bột lòng sông, bột sét bãi bồi, sét hồ - đầm lầy và bột sét lạch triều.
- Quá trình thành tạo các tướng trầm tích đới bờ chuyển tiếp lục địa - biển.
- Quá trình thành tạo trầm tích trong môi trường biển nông ven bờ thuộc một bộ phận của biển Sulu.

Các tướng trầm tích xuất hiện trong giai đoạn đới bờ ở độ sâu 100 - 120m nước là:

- Tướng sét bột biển nông vũng vịnh tàn dư bị phong hoá loang lổ (mQ_{III}^2a) (biển tiến Vĩnh Phúc) sót lại trên đáy biển dưới dạng da báo thường phân bố ở độ sâu 0- 20m nước.
- Cát bột pha sét bãi bồi sông (aQ_{III}^2b) chiếm phần lớn diện tích đáy biển nông thềm lục địa hiện tại ở độ sâu từ 0 - 50m nước phủ trên tướng cát lòng sông (aQ_{III}^2b).
- Tướng bột sét pha cát đồng bằng châu thổ (amQ_{III}^2b) ở độ sâu 50- 100m nước.

- Tướng cát bột sét, cát bột giàu vỏ sò tiền châu thổ dạng nón quạt cửa sông (maQ_{III}^2b).

Cả hai nhóm tướng trầm tích này tạo nên nhóm tướng châu thổ có hình rẻ quạt phân bố bám theo đường bờ 100 - 120m nước nơi các dòng sông lớn đổ ra biển Sulu.

- Tướng cát bột, cát sạn, bột sét bãi triều (mQ_{III}^2b) nằm xen kẽ với tướng fans, chạy dọc đới bờ cổ.
- Tướng trầm tích biển hỗn hợp không phân chia (mQ_{III}) phân bố ngoài phạm vi đới bờ. Thành phần trầm tích bao gồm cát bột biển nông giàu vụn vỏ sò, sét bột biển nông và sét biển sâu lẫn nhiều vật liệu núi lửa và cacbonat hoá học.

Pha biển lùi hành tinh Q_{III}^2 đã ảnh hưởng lớn đến lãnh thổ và lãnh hải Việt Nam: Trước hết là quá trình phong hoá hoá học tạo vật liệu sét và vật liệu keo, dung dịch thật phong phú, tạo các vỏ phong hoá có tính phân đới điển hình: litoma (loang lổ), feralit và laterit đối với đá gốc. Sau đó là tạo vỏ phong hoá theo phương thức thấm đọng đối với các thành tạo biển tiến (sét vũng vịnh, đê cát ven bờ cổ) biến chúng thành những thể "Sét loang lổ" và "Cát vàng Đà Nẵng", "Cát đỏ Phan Thiết" đặc trưng ven bờ nông, khá bằng phẳng, nguồn vật liệu cát tiềm tàng khá phong phú.

Sơ đồ tướng đá- cổ địa lý trong Pleistocen muộn được mô tả trên hình 4.17

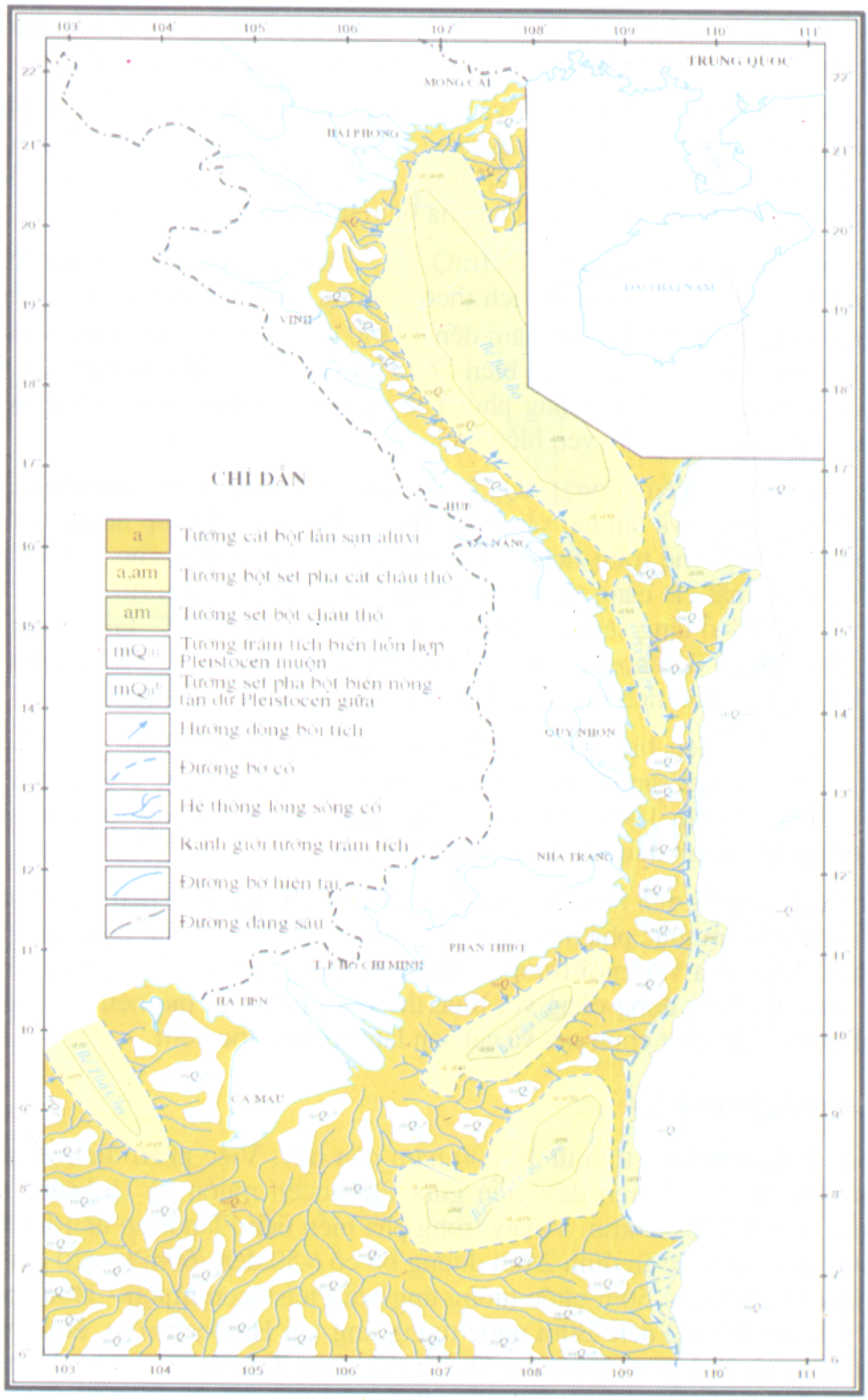
d. Giai đoạn Pleistocen muộn - Holocen sớm (Q_{III}^2 - $_{IV}^1$)

Từ 18.000 đến 8.000 năm đã tạo nên các tướng trầm tích đặc trưng của biển tiến thời kỳ giao thời Pleistocen muộn - Holocen sớm (mQ_{III}^2 - $_{IV}^1$):

- Tướng "sóng cát" biển nông ven bờ và đê cát ven bờ (sm Q_{III}^2 - $_{IV}^1$) được thành tạo trong môi trường đáy biển nông tạo nên một dạng địa hình độc đáo.

"Sóng cát"nguyên là các val cát ven bờ được tạo nên trong đới sóng đổ cách bờ khoảng 50 -100m. Cự ly phân bố của các đới "sóng cát" tương đối đều chạy song song với nhau thể hiện quá trình biển tiến xảy ra liên tục, địa hình đáy ít phân dị và tương đối nông.

Quá trình tạo sóng cát đồng thời với quá trình vận chuyển cát từ ngoài khơi vào sát bờ do phương thức dồn đẩy. Đó chính là dòng bồi tích ngang do sóng. Tuy nhiên vai trò dòng chảy ven bờ cũng được tính đến song chỉ là thứ yếu. Ở độ sâu từ 50m đến 10m trên đáy biển trước cửa sông Cửu Long gặp hệ thống "sóng cát" khá tiêu biểu và phân bố trên một diện tích rộng lớn thấy rõ trên băng đo sâu hồi âm, địa chấn nông phân giải cao và được kiểm tra bằng mẫu trầm tích tầng mặt. Hầu hết thành phần cát trên các "sóng cát" khá đồng nhất chủ yếu là cát thạch anh hạt nhỏ pha hạt trung, chọn lọc và mài tròn tốt (S_0 <1,2, R_0 = 0,5 - 0,7) là kết quả của động lực sóng tác động nhiều lần trước khi tái trầm tích cũng do sóng và một phần do dòng chảy ven bờ tác dụng đồng thời.



Hình 4.17 Sơ đồ tướng đá - cổ địa lý thềm lục địa Việt Nam giai đoạn Pleistocen muộn

Kết quả phân tích độ hạt tầng cát dày 1,3 - 2,6m hàm lượng cát chiếm trên 90% là bằng chứng về một thể đê cát ven bờ tiêu biểu chịu tác động của sóng.

- Tướng bùn sét pha cát lạch triều và lòng sông cổ tàn dư ($maQ_{III}^{2}{}_{-IV}^{1}$): phân bố trên khắp đáy biển nông ven bờ ở độ sâu 15 - 60m xung quanh các đới bờ cổ phủ bất chỉnh hợp trên nền trầm tích Q_{III}^{2} hoặc phát triển kế thừa trên các tướng cát bột lòng sông và bột sét lạch triều của pha biển lùi băng hà Wurm.

- Tướng bùn sét đầm lầy ven biển cổ ($mQ_{III}^{2}{}_{-IV}^{1}$) theo kết quả nghiên cứu cho thấy tuổi tuyệt đối của than bùn phân tích theo phương pháp C^{14} thuộc tướng đầm lầy ven biển dao động từ 8235 ±130 năm đến 12140 ± 800 tương ứng với độ sâu 15,5 đến 60,0m nước ở vịnh Bắc Bộ và biển Tây vịnh Thái Lan, Hà Tiên và Cà Mau ở độ sâu 35 - 50m nước. Trong ống phóng trọng lực gặp than bùn và bùn sét giàu mùn thực vật tướng đầm lầy ven biển cổ.

- Tướng cát bùn sét biển nông, ($mQ_{III}^{2}{}_{-IV}^{1}$). Theo mẫu ống phóng thu thập của tầu Sonne (1996 - 1997) và tàu hải sản Nhật Bản, 1998 đã cung cấp những thông tin quan trọng về thực thể trầm tích biển nông ven bờ đặc trưng cho giai đoạn đầu biển tiến. Theo mặt cắt càng xuống sâu hàm lượng cát tăng lên (từ 3% - 6% tầng mặt đến 13 - 23% ở tầng sâu (3 - 5m)). Đặc biệt đạt tới 59,79% tại độ sâu 6,48 - 6,63m trầm tích có độ chọn lọc từ kém đến rất kém (So = 2,5 - 7,0) thể hiện môi trường lắng đọng trầm tích ít chịu ảnh hưởng của sóng vỗ ven bờ.

Trầm tích $Q_{III}^{2}{}_{-IV}^{1}$ tiêu biểu là tầng đệm có thành phần hỗn hợp, sét bột và cát chứa từ 2 - 5% cát hạt sạn laterit (Fe_2O_3) kích thước từ 1 - 8mm. Đây là tầng trầm tích phân bố từ độ sâu 100 - 30m nước phản ánh quá trình động lực của sóng vỗ ven bờ trong giai đoạn đầu của biển tiến Flandrian.

Các hạt sạn laterit bị mài tròn do quá trình di chuyển, tái trầm tích dưới tác dụng sóng vỗ ven bờ xâm thực phá huỷ tầng sét loang lổ mQ_{III}^{2}. Thành phần sét chưa bị phong hoá được đưa vào môi trường biển dưới dạng phù sa mới còn các hạt kết vón sắt được tái lắng đọng cùng với thực thể trầm tích mới tạo nên một hỗn hợp đa thành phần: sét - bột chứa sạn và cát sạn laterit chọn lọc kém

g. Giai đoạn Holocen (Q_{IV})

Giai đoạn Holocen được tính từ 10.000 năm đến nay. Việc phân định được ranh giới thực thể trầm tích trên đáy biển giữa Pleistocen muộn và Holocen 1 cách chính xác là điều hết sức khó. Vì vậy trong pha biển tiến Flandrian từ 18.000 năm đến 5.000 năm sẽ được ấn định 2 đới đường bờ cổ (-50 đến -60m và -20 đến -30m nước). Đới bờ -50 đến -60m nước tướng ứng với Pleistocen muộn - Holocen sớm ($Q_{III}^{2}{}_{-IV}^{1}$) và đới bờ -20 đến -30m nước tướng ứng với Holocen sớm. Song vì giữa Holocen sớm và Holocen giữa cũng không thể phân định được vì vậy để thể hiện quá trình tiến hoá liên tục trầm tích theo thời gian tác giả gọi là thời kỳ Holocen sớm - giữa (Q_{IV}^{1-2}). Theo kết quả phân tích tuổi tuyệt đối bằng C^{14} của Huang Jinsen và Zhu Zhongrong, 1987 các mẫu san hô ám tiêu lấy trên Tombolo

Luhutou (Nam Trung Quốc) đã cho các giá trị dao động từ 8235±105 đến 2300±90. Điều đó chứng tỏ các ám tiêu san hô phát triển thành 2 giai đoạn: giai đoạn biển tiến Q_{IV}^{1-2}) là đối với các giá trị từ 8000 đến 5000 năm còn sau 5000 năm là biển thoái. Tương tự như vậy đối với loạt mẫu phân tích vùng biển ven bờ phía đông Trung Quốc lấy trên các bãi biển, ven bờ và đáy các vịnh ven bờ (Han Yousong và Meng Guanglan, 1987) đều cho kết quả 8235 ± 130 năm (-15,5m) đến 2880 ± 85 (+ 1,5m).

Năm 1984 đến 1993, Korotky A.M đã phân tích C^{14} các mẫu san hô, vỏ sò và than bùn lấy trên các đảo ven bờ Việt Nam (Cô tô, Cam Ranh, Côn Đảo, Bãi Cạn (Tư Chính) và Thổ Chu) đã cho kết quả từ 6800 ± 100 năm đến 5060 ± 70 năm ứng với giai đoạn biển tiến Holocen sớm - giữa (Q_{IV}^{1-2}) đến 915 ± 101 năm ứng với giai đoạn biển lùi Holocen muộn Q_{IV}^{3}.

- *Giai đoạn Holocen sớm - giữa (Q_{IV}^{1-2})*: Pha biển tiến Flandrian trong Holocen sớm giữa là nguyên nhân trực tiếp tạo nên các tổ hợp cộng sinh tướng phân bố từ -30m nước đến +6m trên phần đất liền.

Theo quy luật chuyển tướng từ sâu đến nông trong mối quan hệ với đường bờ dịch chuyển liên tục từ biển vào đất liền trong quá trình mực nước biển dâng cao trên đáy biển có mặt các tướng như sau:

1- Tướng bùn sét chứa than bùn đầm lầy ven biển cổ (bm Q_{IV}^{1-2}) phân bố ở độ sâu 20 - 30m nước và là bằng chứng của đới đường bờ cổ biển tiến.

2- Tướng cát, cát sạn, đê cát ven biển cổ (msQ_{IV}^{1-2}) đê cát ven bờ là thực thể trầm tích rất phổ biến ở đáy biển và ven bờ biển Miền Trung đặc trưng cho biển tiến dưới tác dụng của sóng vỗ ven bờ. Trên đáy biển có dạng đê nổi cao hơn nền đáy, chạy song song với bờ biển hiện đại thành phần độ hạt trầm tích thường chủ yếu là cát hạt trung, hạt lớn đôi khi pha sạn chọn lọc và mài tròn tốt. Thành phần khoáng vật chủ yếu là đơn khoáng thạch anh hoặc ít khoáng (thạch anh và một ít mảnh đá)

Trên đáy biển ven bờ (0 - 30m nước) từ Nghệ An đến Vũng Tàu và biển Tây từ Hà Tiên đến Cà Mau, bắt gặp hai thế hệ đê cát ven bờ: thế hệ thứ nhất phân bố ở độ sâu 20 - 30m có tuổi Q_{IV}^{1-2}a, thế hệ thứ hai phân bố ngay ở đới bờ hiện đại có tuổi Q_{IV}^{1-2}b. Cả hai thế hệ tướng đê cát này đều cộng sinh với tướng sét lagoon thành một tổ hợp tướng cộng sinh.

Sự hình thành các đê cát - lagoon liên quan đến các nguyên nhân sau đây:

- Cấu trúc địa chất: khối nâng và sụt tương đối dạng tuyến song song với bờ hiện đại do chuyển động kiến tạo kiểu khối tảng trong Kainozoi. Khối nâng là tiền đề phát triển đê cát, khối sụt là tiền đề phát triển lagoon. Mối quan hệ giữa tướng trầm tích và cấu trúc địa chất được thể hiện rất rõ ở các thành tạo cát - lagoon ở Phan Thiết, Thuận An, Đồng Hới.

- Biển tiến và động lực sóng: sự dâng cao mực nước biển đã làm dịch chuyển dần đường bờ từ sâu đến nông. Quá trình đó tạo nên một dòng ngang do sóng, đặc biệt là sóng bão dồn đẩy cát từ ngoài vào và tái lắng đọng cát trên các "Baric" nổi cao của móng Đệ Tứ với một tốc độ đột biến.

3- Tướng bùn sét, cát bột biển nông (mQ_{IV}^{1-2}) phân bố trên một diện tích rộng lớn nằm giữa hai đới đường bờ cổ -60m (Q_{III}^{2}-$_{IV}^{1}$) và -20 đến -30m (Q_{IV}^{1-2}). Đây là sản phẩm trầm tích phổ biến của pha biển tiến Flandrian và chuyển tướng dần từ bùn sét biển nông (phần ngập nước) đến sét xám xanh vũng vịnh (trên các đồng bằng ven biển đất liền hiện nay). Tướng sét xám xanh vũng vịnh tuổi Holocen sớm - giữa phần đất liền là kết thúc giai đoạn biển tiến cực đại Holocen giữa, được đặc trưng bởi hệ tầng Hải Hưng (ĐBSH), hệ tầng Hậu Giang (ĐBSCL) và hệ tầng Thiệu Hoá (ĐB ven biển Miền Trung).

Tướng sét xám xanh đặc trưng bởi thành phần trầm tích khá đồng nhất; các hạt sét (< 0,01mm) chiếm trên 60%, độ chọn lọc từ trung bình đến kém. Thành phần khoáng vật bao gồm: sét hydromica, monmorilonit và kaolinit. Trong đó monmorilonit đặc trưng vũng vịnh biển chiếm từ 5 - 20% và clorit chiếm từ 5 - 10% đã tạo nên sắc phớt lục của sét xám xanh. Tập sét này có thể được coi là tập đánh dấu của giai đoạn biển tiến Flandrian đặc trưng cho khí hậu nóng ẩm. Ở ven biển Miền Trung đặc trưng cho giai đoạn biển tiến Holocen sớm - giữa là các thành tạo cát trắng thuộc tướng đê cát ven bờ cổ, hết sức độc đáo với hàm lượng thạch anh trên 95% và trở thành một loại khoáng sản quý là nguyên liệu sản xuất thuỷ tinh, pha lê. Về sau cát trắng bị gió tái tạo xáo trộn hình thành các cồn cát đụn làm biến dạng từng phần hình thái địa mạo nguyên thuỷ. Điển hình nhất là cát trắng Ba Đồn, Quảng Trị, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Cam Ranh v. v... Tướng cát trắng thường cộng sinh với than bùn, điều đó chứng tỏ môi trường trầm tích không chỉ bị khống chế bởi chế độ khí hậu nóng ẩm mà còn là môi trường khử mạnh. Cát Holocen tái trầm tích cát vàng, đỏ Pleistocen bị hai quá trình "tẩy" trắng, cọ xát cơ học do sóng biển và khử hoá học làm sạch vỏ bẩn của Fe^{+3} bên ngoài các hạt thạch anh.

Trong giai đoạn này các phức hệ động thực vật rất đa dạng. Thảm thực vật nhiệt đới phát triển đạt tới cực thịnh chiếm 60 - 80%, trong đó loài ưa ẩm chiếm 90 - 95%. Thực vật bậc thấp cũng phát triển cực thịnh với các đại biểu như Selaginellaceae (Selaginella sp.), Schizacaceae (Schizaea sp., Lygodium sp.), Lycopodiaceae (Lycopodium sp.) Osmundaceae (Osmunda sp.), Adiantaceae (Adiantum sp.), Pteridaceae (Pteris sp.), Polypodiaceae Polypodium sp.), Cyatheaceae (Cyathea sp.).

Vùng cửa sông ven biển được đặc trưng bởi thảm thực vật ngập mặn như: Rhizophora sp.,Sonneratia sp., Bruguiera sp....Đây là vật liệu tạo lớp than bùn lót dưới tầng sét xám xanh đặc trưng cho tướng đầm lầy ven biển.

Giai đoạn biển tiến cực đại tương đương với các đê cát trắng ở Trung và Nam Trung Bộ là các cồn sò điệp ở Quỳnh Lưu - Nghệ An với các đại biểu như sau:

- Mollusca: Arca sp., Cardium sp., Dóinia sp., Turitella sp., Cerithium sp., Placula placenta L. Tapes sp.,Peeten sp.

- Foraminifera: Elphidium Travenum Cush., E. hipidulum Cush., Elphidiella sp., Triloculina tricanina Orb., Pyrgo sp., Quinqueloculina sp., Ammonia beccariL.

- Diatomae: Melosira islandica Omiill, Cyclotella comta (Ehr) Kutz., Coscinodiscus subtilus Her., C. Ocullatus Her., Thalassionema nitzschioides Grun., Amphora cf. Crassa A.S.

Đây là các loài thích sống trong môi trường biển nông ấm.

Giai đoạn Holocen muộn (Q_{IV}^3):

Pha biển lùi Holocen muộn (amQ_{IV}^3) và pha biển tiến hiện đại xảy ra từ 4.000 năm đến nay đã tạo nên các tướng trầm tích sau đây:

- Tướng bùn sét vũng vịnh hiện đại (mQ_{IV}^3) phân bố ở vịnh Hạ Long, các vũng vịnh nửa kín ven biển Miền Trung phát triển kế thừa các giai đoạn trước.

- Tướng bùn sét chứa than bùn đầm lầy ven biển (bmQ_{IV}^3) phân bố ở đới đồng bằng châu thổ (delta plain), tiền châu thổ (delta front) sông Hồng và sông Cửu Long là 2 châu thổ bồi tụ mạnh. Ở đó đường bờ đang tiến ra biển, rừng ngập mặn liên tục bị chôn vùi tạo ra các tướng đầm lầy kiểu "biển lùi".

Ngoài ra tướng bùn sét chứa than bùn còn gặp ở hai cảnh quan đặc trưng khác là cửa sông (Bạch Đằng) và bán đảo Cà Mau

Cửa sông Bạch Đằng đang bị biển lấn có dạng estuary. Rừng ngập mặn bị chôn vùi bởi trầm tích bùn sét bãi triều chuyển lên bùn sét biển ven bờ và biến thành đầm lầy ven biển.

Bán đảo Cà Mau đã và đang hình thành các vỉa than bùn Holocen muộn do rừng ngập mặn liên tục tăng trưởng ra phía biển nhờ bãi triều lầy được mở rộng nhờ quá trình phân dị "ngược" trầm tích và bồi tụ từ ngoài khơi vào bờ bằng vật liệu sét mịn (> 70% cấp hạt < 0,01mm).

- Tướng cát bùn sét biển nông ($m Q_{IV}^3$) phân bố chủ yếu trên đáy biển từ 0 - 20m nước. Đây là trường trầm tích hiện đại dưới tác dụng của 4 yếu tố thuỷ động lực: sóng, dòng chảy, dòng phù sa của sông, dòng chảy ven bờ và thuỷ triều. Nói cách khác vật liệu do sông mang ra biển sau đó được tái vận chuyển và tái trầm tích do sóng, dòng chảy ven bờ và thuỷ triều.

- Tướng cát bột, bột sét tiền châu thổ ($am Q_{IV}^3$) tướng trầm tích này tiêu biểu nhất là cửa sông Hồng (cửa Ba lạt), cửa Đáy và cửa sông Cửu Long. Trầm tích tiền châu thổ tiếp nối với sườn châu thổ tạo thành châu thổ ngập nước hình rẻ quạt đối xứng có địa hình phức tạp do hình thành các bãi cát cửa sông hình lưỡi liềm theo các chu kỳ 20 và 40 năm đặc trưng cho khí hậu nhiệt đới.

Trường trầm tích hiện đại Q_{IV}^3 được hình thành suốt trong giai đoạn biển lùi và cả trong giai đoạn biển tiến hiện đại phủ chồng gối lên trầm tích biển tiến Holocen sớm - giữa thành một đới (0 - 20m nước) bao quanh đường bờ hiện đại.

Sơ đồ tướng đá- cổ địa lý giai đoạn băng hà cuối cùng được nêu trên hình 4.18. Sơ đồ tướng đá - cổ địa lý Pliocen - Đệ Tứ được nêu trên hình 4.19

IV. TIẾN HOÁ TRẦM TÍCH VÀ CỔ ĐỊA LÝ TRONG ĐỆ TỨ THỀM LỤC ĐỊA VIỆT NAM

1. Tiến hoá trầm tích Đệ Tứ

Để nhận biết về lịch sử phát triển địa chất Đệ Tứ thềm lục địa Việt nam cần xét các thực thể địa chất trong quá trình thành tạo ra chúng. Cơ sở để giải quyết vấn đề tiến hoá trầm tích là biên độ dao động mực nước biển trong Pliocen-Đệ Tứ giảm dần theo thời gian và không gian. Các tác giả nghiên cứu mối quan hệ thành phần vật chất và các kiểu cấu trúc trầm tích với các nhân tố chuyển động kiến tạo, địa hình đáy, kiểu bể trầm tích, sự thay đổi mực nước biển và sự thay đổi vị trí của đường bờ cổ, sự thay đổi cổ khí hậu và môi trường trầm tích (chế độ thuỷ động lực và địa hoá môi trường). Mối quan hệ này được biểu thị qua hai dấu hiệu là thành phần vật chất và dấu ấn các bậc thềm

Thành phần vật chất cho phép xác định các quá trình địa chất, khôi phục lịch sử để xây dựng bức tranh tiến hoá của trầm tích; hệ số mài tròn, độ cầu... cho phép luận giải về chế độ thuỷ động lực, quãng đường vận chuyển vật liệu trầm tích; thành phần độ hạt cho phép xác định chế độ thuỷ động lực, chế độ kiến tạo; thành phần khoáng vật sét và các chỉ tiêu địa hoá môi trường giúp xác định tướng trầm tích, đặc tính địa hoá của môi trường trầm tích.

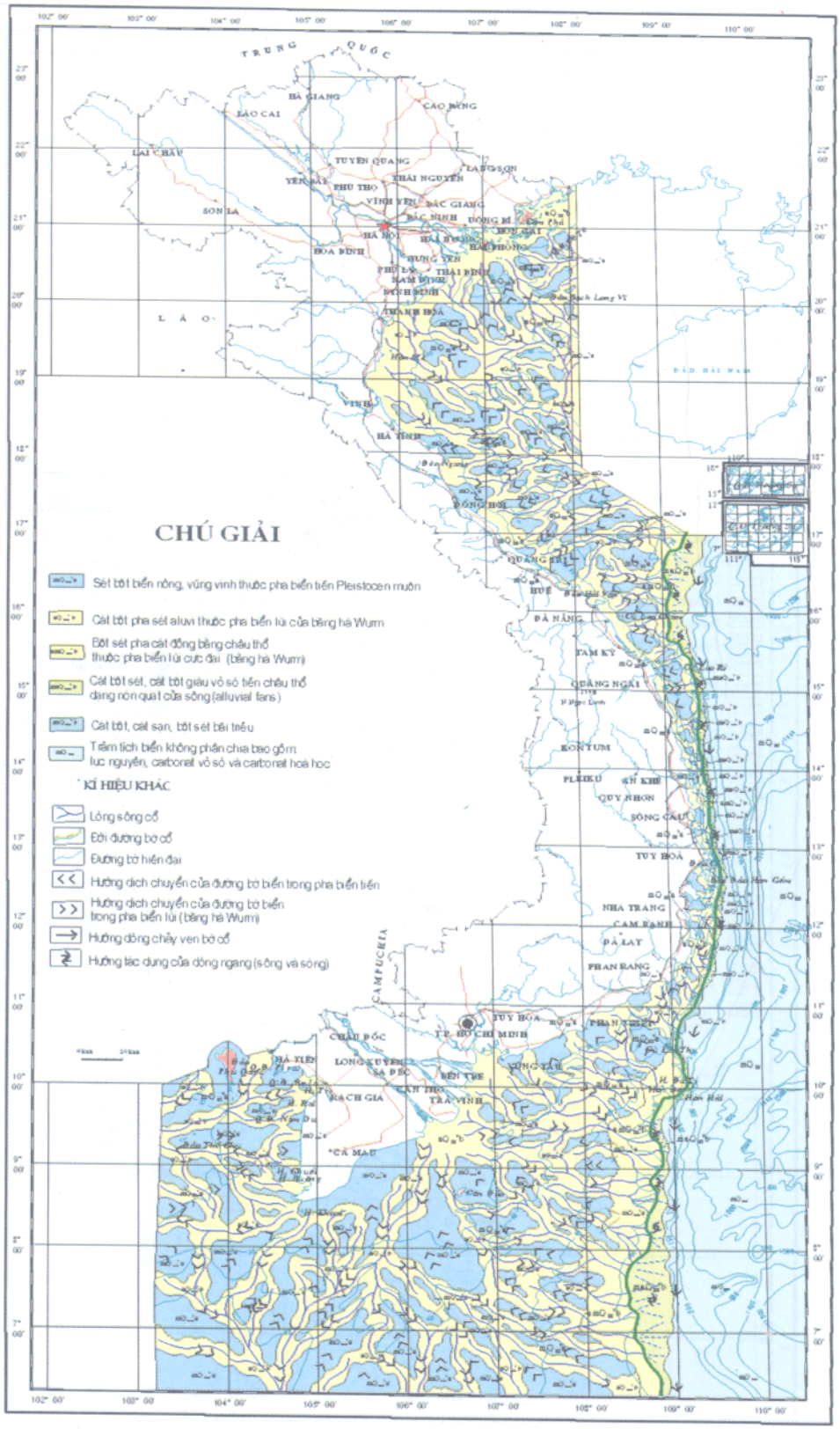
Cấu trúc của chu kỳ trầm tích là kết quả của các pha xâm thực và phong hoá đồng thời cũng là kết quả gián tiếp của các pha kiến tạo.

Trầm tích có sự lặp lại thành phần độ hạt và phản ánh các chu kỳ biển lùi và biển tiến. Mối quan hệ chu kỳ và thành phần trầm tích, các thềm biển trên lục địa và dưới đáy biển với các chu kỳ băng hà và gian băng được xác định như sau:

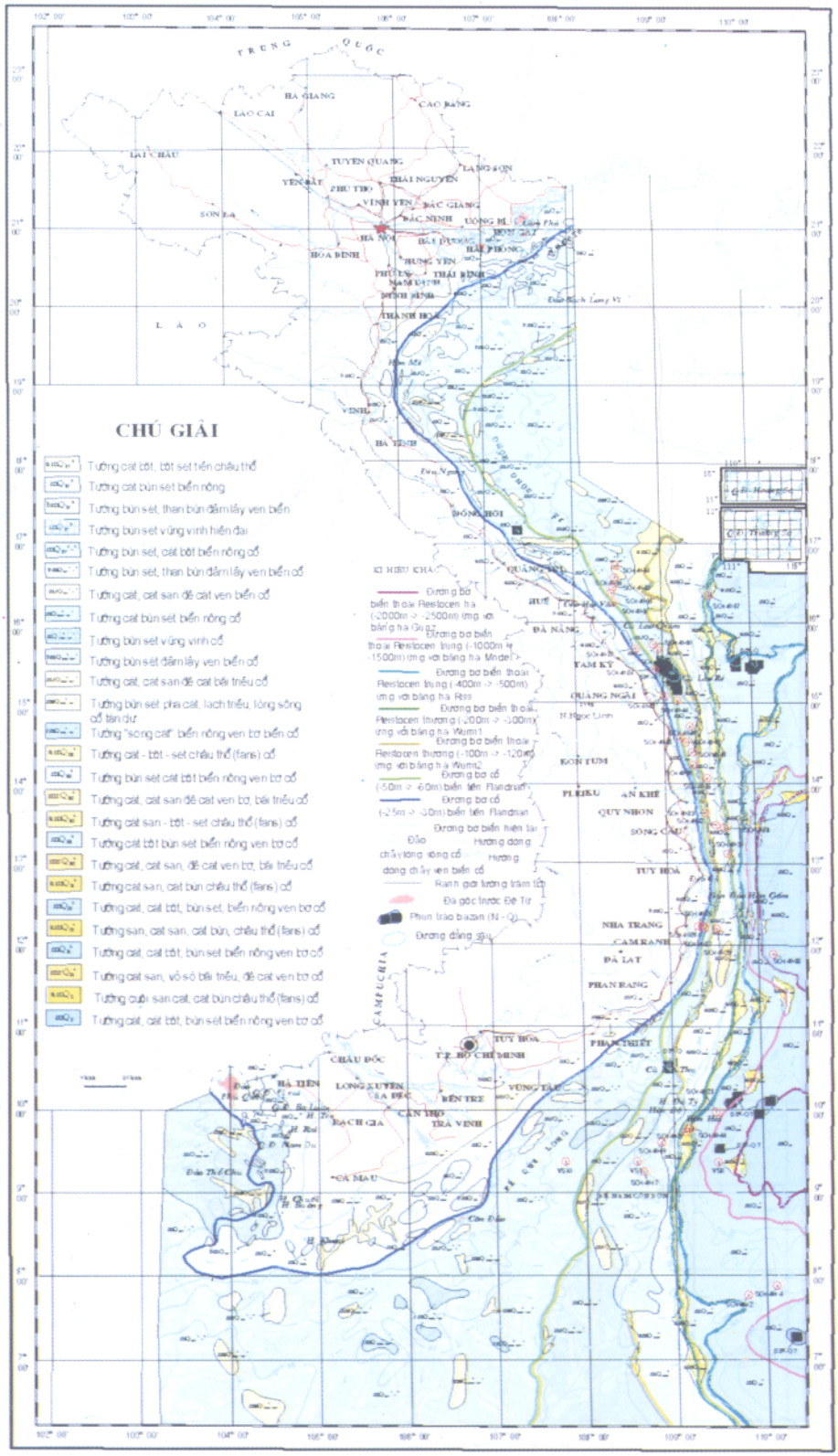
-Tương ứng với các pha băng hà là biển lùi. Trong cột địa tầng trầm tích thể hiện dấu hiệu hạt thô (thường là tướng cuội sạn, sạn cát lục địa) hoặc màu vàng đỏ loang lổ do quá trình laterit hoá của các thực thể trầm tích có trước (cũng có thể là lục địa và cũng có thể là biển).

- Tương ứng với các pha gian băng là biển tiến. Giai đoạn này trầm tích có hạt mịn là chủ yếu gồm : cát bột và bột sét thuộc tướng biển, vũng vịnh và châu thổ.

- Vùng xâm thực ven rìa đồng bằng và các vùng xâm thực ven biển có xu thế nâng lên sau mỗi chu kỳ băng hà, ngược lại ở các bồn trũng tích tụ trầm tích ở lục địa và ở biển (bể sông Hồng, Cửu Long, Nam Côn Sơn) liên tục sụt lún tương ứng với các nhịp nâng ở vùng xâm thực. Ở các vùng đáy biển có địa hình đơn nghiêng dạng bậc thang sẽ có sự sụt lún tương ứng sau mỗi chu kỳ băng hà.



Hình 4.18. Sơ đồ tướng đá - cổ địa lý thềm lục địa Việt Nam giai đoạn băng hà cuối cùng



Hình 4.19. Sơ đồ tướng đá - cổ địa lý Pliocen - Đệ Tứ thềm lục địa Việt Nam (không tỷ lệ)

Tuổi	Tầng	Trầm tích	Dày (m)	Môi trường trầm tích	Tầng	Trầm tích	Dày (m)	Môi trường trầm tích	Tầng	Trầm tích	Dày (m)	Môi trường trầm tích
Đệ tứ	Kiến Vương		300	Tiền châu thổ, vũng vịnh	Biển Đông		500-700	Vũng vịnh	Biển Đông		900 2000	Vũng vịnh,châu thổ,biển nông.
Miocen trên	Tiên		500 1200	Tiền Châu thổ, Thềm carbonat	Đồng Nai		600	Đầm lầy,tiền châu thổ	Nam Côn Sơn		650	Biển nông, vũng vịnh,thềm lục địa.
Miocen giữa	Phủ Cừ		2000	Tiền châu thổ,thềm lục địa có carbonat.	Côn Sơn		1000	Vũng vịnh, đầm lầy.Tiền châu thổ	Thông Mãng cầu		1000 2000	Vũng vịnh, biển nông,thềm lục địa,tiền châu thổ.
Miocen dưới	Phong Châu		1000	Chân châu thổ,đồng bằng duyên hải,thềm lục địa.Đáy thường biển có than	Bạch Hổ		800	Vịnh, biển nông.Tiền châu thổ.	Dừa		900	Châu châu thổ,Tiền châu thổ,đồng bằng châu thổ.
Oligocen	Đình Cao		> 1000	Đầm lầy, vịnh,tiền châu thổ,Chuyển tướng biển	Trà Tân		600	Vũng vịnh,tiền châu thổ.	Cau		5000	Vũng vịnh, đồng bằng ven biển
Eocen Oligocen	Phù Tiên		400	Nón quạt	Cá Cối		300	Nón quạt	?		?	Trước tiết liên quan đới hút chìm và tới dạt.Bị chôn vùi.
Mốn	PZ				MZ				MZ			
		I				II				III		

Bảng 4.11. Đối sánh các chu kỳ trầm tích Biển Đông
(I. Bắc Bộ; II. Cửu Long. III. Nam Côn Sơn)

- Mở đầu chu kỳ là biển lùi cực đại sẽ tạo ra thềm biển, tức đường bờ cổ dưới đáy biển ở mực thấp nhất và kết thúc chu kỳ là biển tiến cực đại sẽ tạo ra đường bờ cổ trên lục địa ở mức cao nhất.

- Tuổi của thềm biển trên lục địa được phân biệt theo thứ tự càng cao thì càng cổ và thềm biển dưới đáy biển càng sâu càng cổ.

Trên quan điểm đó, lịch sử phát triển của trầm tích Đệ Tứ ở Việt nam được phân tích, hệ thống hoá và nhìn nhận theo không gian và thời gian.

Sự đối sánh các chu kỳ trầm tích vùng Vịnh Bắc bộ, bồn trũng Cửu long và Nam Côn Sơn được minh hoạ trên bảng 4.11

2. Chu kỳ trầm tích, lịch sử tiến hoá các thành tạo Đệ Tứ

Các chu kỳ trầm tích trên thềm lục địa được phân biệt nhờ sự lặp lại thành phần độ hạt và môi trường trầm tích tương ứng với các phân vị địa tầng sau đây: Các trầm tích Plioxen (N_2), các trầm tích Pleistoxen sớm (Q_I); các trầm tích Pleistoxen giữa- muộn (Q_{II-III}^{1}); các trầm tích Pleistoxen muộn (Q_{III}^{2}); các trầm tích Holoxen sớm- giữa (Q_{IV}^{1-2}) và các trầm tích Holoxen giữa- muộn (Q_{IV}^{2-3})

Phần thấp nhất của mỗi chu kỳ có thành phần hạt thô là chủ yếu thuộc tướng lục địa ứng với lúc biển lùi là xa nhất. Ngược lại phần cao nhất của mỗi chu kỳ có thành phần hạt mịn là chủ yếu thuộc tướng biển hoặc sông- biển hỗn hợp. Mỗi chu kỳ trầm tích khởi điểm là biển lùi cực đại và kết thúc là biển tiến cực đại. Mối quan hệ giữa các chu kỳ trầm tích và chu kỳ băng hà là cơ sở để phân chia và đối sánh các giai đoạn và sự kiện địa chất quan trọng trong toàn lãnh hải Việt nam.

1. Chu kỳ thứ nhất. Giai đoạn băng hà Dunai và gian băng Dunai- Gunz thành tạo trầm tích Plioxen (N_2), đây là thời kỳ tích tụ các trầm tích chứa than và kaolin trong các trũng địa hào giữa núi và trước núi phủ bất chỉnh hợp trên bình đồ cấu trúc Mioxen bị uốn nếp nâng lên và bị xâm thực bào mòn.

2. Chu kỳ thứ 2. Giai đoạn băng hà Gunz và gian băng Gunz - Mindel thành tạo trầm tích Pleistoxen sớm (Q_I)

Ở đồng bằng Bắc Bộ và đồng bằng Thanh Hoá - Vinh cũng như các đồng bằng ven biển Miền Trung xuất hiện một tầng cuội đa khoáng phân bố ở đầu chu kỳ song chủ yếu là cuội sạn thạch anh được mài tròn từ tốt đến trung bình, kích thước từ 2mm đến 5cm. Ở đồng bằng Nam Bộ vật liệu có kích thước giảm hơn, nhiều chỗ chuyển sang sạn cát song có thể khẳng định giai đoạn đầu Pleistoxen sớm do ảnh hưởng của băng hà Gunz và có sự nâng lên đáng kể của các vùng rìa đồng bằng do chuyển động khối tảng, tạo nên các bồn sụt và khối nâng tương phản. Tiếp đến là những trận mưa lũ lớn đã lôi cuốn toàn bộ sản phẩm phong hoá vật lý xuống các bồn trũng Đệ Tứ bằng những dòng chảy lớn như sông Hồng, sông Mã, sông Cửu Long và nhiều các sông cổ ngắn và dốc ở Miền Trung tạo nên một bề dày trầm tích hạt thô đáng kể từ 10 - 25m, trong đó lượng cuội sạn thay đổi từ 15- 20,85% .

Sự có mặt của hạt microclin và plagiocla trung tính có song tinh sắc nét và rất tươi trong thành phần hạt thô (cuội, sạn) lót đầy đồng bằng Bắc Bộ chứng tỏ vào giai đoạn này yếu tố phong hoá vật lý thống trị, còn yếu tố phong hoá hoá học rất mờ nhạt, bởi lẽ chưa có khí hậu nhiệt đới ẩm vì felspat còn tươi nên sét xuất hiện trong trầm tích không đáng kể. Xét đặc điểm biến đổi của felspat có thể suy luận khí hậu lúc này ôn hoà, khô xen lẫn những trận mưa lớn. Tương ứng với pha biển lùi này là giai đoạn băng hà, ở Việt nam xuất hiện dạng thực vật ưa lạnh như Salix, Juglans... Giai đoạn này, các sông ở Miền Trung vận chuyển cát ra biển với một cường độ lớn, dấu hiệu đường bờ cổ ở độ sâu 2 - 2.5km. Đến cuối Pleistocen sớm biển tiến toàn cầu cùng với gian băng Gunz- Mindel để lại thềm biển cao 80 - 100m ở Quảng Ninh và ven rìa đồng bằng Miền Trung. Đợt biển tiến này đã để lại trầm tích châu thổ và vũng vịnh ở đồng bằng Bắc Bộ, bắc Trung Bộ, Nam Bộ và trầm tích sét bột vũng vịnh ở các đồng bằng ven biển Miền Trung. Biển tiến là thời kỳ gian băng, khí hậu ấm áp và quá trình phong hoá hoá học phát triển tạo các khoáng vật sét mang đến lắng đọng ở các bồn trầm tích thuộc đợt biển tiến Q_I. Tuy nhiên tỷ lệ sét vẫn nhỏ, tướng bột sét châu thổ và vũng vịnh không dày quá 5m. Các mặt cắt trầm tích thể hiện sự chuyển tướng phù hợp với quá trình dịch chuyển đường bờ vào lục địa.

Ở Miền Trung trong giai đoạn biển tiến Pleistocen sớm đã bắt đầu hình thành thế hệ đê cát ven bờ và lagoon đầu tiên trong Đệ Tứ. Các đê cát cổ này được ở Hòn Rơm (bắc Mũi Né) với một tầng cát đỏ nằm dưới, có bề mặt bị laterit hoá với các kiểu "mũ sắt" bị tectit nguyên dạng cắm trên bề mặt.

Như vậy, có mối liên quan giữa quá trình tạo sét ở vùng xâm thực và trầm tích sét ở bồn trũng, cũng như mối quan hệ giữa quá trình tạo vỏ laterit (đá ong, kết vón) với giai đoạn làm loang lổ trầm tích tầng mặt sau khi biển rút.

3. *Chu kỳ thứ 3.* Giai đoạn băng hà Mildel và gian băng Mindel-Riss tạo thành trầm tích Pleistocen giữa, phần sớm (Q_{II}^1)

Vào đầu Pleistocen giữa, pha biển lùi thứ 2 xuất hiện ứng với băng hà Mindel. Trên lãnh thổ Việt Nam xảy ra một pha nâng mạnh ở vùng ven rìa đồng bằng. Các dòng chảy có năng lượng lớn xuất hiện nhiều hơn đổ vào các đồng bằng giữa núi và trước núi. Lượng cuội sạn thạch anh tăng lên, độ mài tròn và độ chọn lọc kém do xuất hiện nhiều tướng proluvi. Toàn bộ đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và Nam Bộ cũng như các đồng bằng kiểu hố sụt khối tảng miền Trung được tích tụ một tầng cuội sạn cát dày (10-80m). Các dòng sông vươn dài ra rất xa để đổ vào bờ biển cổ ở độ sâu trên 500m nước so với mực biển hiện đại và độ sâu từ 50 - 80m của các địa tầng thuộc bồn trũng Kainozoi (sông Hồng, sông Cửu Long, Nam Côn Sơn...).

Đó là giai đoạn phong hoá vật lý thống trị và nguồn cát do sông mang tới lần thứ 2 không chỉ phân bố trên toàn bộ đới ven bờ hiện tại mà đến tận cả mép ngoài của thềm lục địa. Các lát mỏng thạch học mài từ cát bở rời cho biết các hạt tinh thể plagiocla còn rất tươi và sắc nét tương tự như trong giai đoạn biển lùi đầu

Pleistocen sớm. Nghĩa là khí hậu lạnh hơn hiện tại và có nhiều đợt mưa dữ dội nhưng tương đối khô. Trên đồng bằng Bắc Bộ trong trầm tích lúc này có một số bào tử phấn thuộc loại ưa lạnh như Corylus, Tilia, Juglans có xu thế tăng lên.

Vào cuối Pleistocen giữa - muộn (Q_{II-III}^{1-2}) các thành tạo trầm tích có lượng bột sét tăng lên 60%. Từ Bắc chí Nam xuất hiện nhiều tướng trầm tích biển khác nhau như tướng sét kaolin- hydromica - monmorilonit vũng vịnh ở đồng bằng Bắc Bộ; tướng đê cát ven biển cổ phân lớp ngang, xiên chéo rất phổ biến ở Miền Trung; tướng sét vũng vịnh, sét biển hỗn hợp ở đồng bằng Nam Bộ và tướng bột sét tiền châu thổ của đồng bằng Thanh Hoá.

Các tướng biển này là bằng chứng của một pha biển tiến rộng khắp ở Việt Nam. Có thể độ cao của mực nước biển cực đại ứng với thềm biển 25- 40m gặp ở ven rìa đồng bằng Bắc Bộ, đồng bằng Thanh Hoá, 40- 60m rất nhiều nơi ven biển và trên các đảo ở Nam Trung Bộ và cát đỏ ở độ cao 60-80m (Phan Thiết).

Các tướng trầm tích biển tiến cực đại trong Q_{II-III}^{1} có thể chia làm 3 kiểu cơ bản:

- Kiểu vũng vịnh lớn phủ trên đồng bằng aluvi bị chìm ngập có địa hình đơn nghiêng ra biển đặc trưng là các đồng bằng Bắc Bộ, Thanh Hoá và Nam Bộ.

- Kiểu vũng vịnh nhỏ dạng bán nguyệt nằm phía trong cộng sinh với đê cát ven bờ hoặc các doi cát nối đảo đặc trưng là các đồng bằng ven biển Miền Trung.

- Kiểu nón quạt proluvi biển đặc trưng là vùng ven biển Quảng Ninh.

Như vậy, trong thời điểm này đã xác định một đới đường bờ cổ ven rìa các đồng bằng và ven biển Miền Trung tương ứng với độ cao thềm bậc III hiện tại (30-80m). Độ cao hiện tại bị thay đổi ở các vùng khác nhau không còn cùng độ cao biển tiến thời điểm ban đầu do chuyển động kiến tạo địa phương. Liên quan đến đới đường bờ cổ này, có một thành tạo tướng trầm tích bãi triều cổ gồm cát, bột màu xám, xám vàng chọn lọc từ trung bình đến kém, có thành phần ít khoáng đến đa khoáng, cấu tạo khối kiểu đất cổ, phân bố ven rìa đồng bằng từ Bắc vào Nam, ở độ cao từ 25-35m.

4. *Chu kỳ thứ 4.* Giai đoạn băng hà Riss và gian băng Riss- $Wurm_1$ thành tạo trầm tích Pleistocen giữa, phần muộn (Q_{II}^{2}).

Vào đầu Q_{II}^{2} phát triển các tướng cát sạn aluvi phủ trên sét loang lổ Q_{II}^{1}. Sự chuyển tiếp trầm tích đột ngột và sự phong hoá loang lổ của tầng dưới phản ảnh giai đoạn biển lùi, gián đoạn trầm tích, khí hậu ấm khô-ẩm xen kẽ nhau, nước ngầm lên xuống gây nên phong hoá thấm đọng. Giai đoạn biển lùi này ứng với băng hà Riss. Trong địa tầng xuất hiện tướng đá, cát sạn, lòng sông phân lớp xiên chéo, ví dụ cát vàng xây dựng và các đồng bằng ven biển Miền Trung với hàm lượng cát thay đổi từ 46 đến 65%. Vào cuối Q_{II}^{2} có 2 sự kiện quan trọng:

- Biển tiến khu vực với tướng sét bột vũng vịnh lớn ở vùng trũng và bột cát xám xốp dính kết yếu ở ven rìa cac đồng bằng Sông Hồng và sông Cửu long (cao 20 - 25m), tướng đê cát ven bờ, lagoon ở khu vực Miền Trung ứng với bậc thềm cao

10 - 16m, 16 - 25m. Thành phần sét và các chỉ tiêu địa hoá xác định môi trường vịnh biển.

- Phong hoá tạo màu sắc loang lổ trên bề mặt rất nhiều đối tượng: đá gốc vùng xâm thực (vỏ Ferosialit), trầm tích bột sét tướng bãi bồi, châu thổ, vũng vịnh.

Việc xác định sự phạm vi biển tiến cuối Q_{II}^2 và trầm tích trên đồng bằng để vạch đường bờ cổ là một vấn đề phức tạp. Trầm tích cát xám, cát vàng phủ lên trên bề mặt trầm tích Q_{II}^1 ở rìa các đồng bằng cao 10 - 25m có nguồn gốc biển có thể liên quan đến gian băng Riss- $Wurm_I$ (?) với các lý do:

- Trầm tích này phủ trên bề mặt của đồng bằng ở độ cao 10-20m ven rìa đồng bằng sông Hồng, 15 - 25m ven biển miền Trung và 10 - 15m ở rìa đồng bằng sông Cửu long. Trầm tích có độ chọn lọc trung bình đến tốt.

- Trầm tích có sự phân dị độ hạt theo mặt cắt, trong lớp có cấu tạo khối song cả tầng trầm tích lại có cấu tạo xích ma, phủ chờm lên nhau kiểu chồng gối của một cấu trúc bãi triều dốc vũng vịnh nửa kín.

- Trầm tích có thành phần rất khác nhau ở ven rìa đồng bằng Bắc Bộ và Thanh Hoá chủ yếu là cát bột, cát bột lẫn sạn đa khoáng phân dị kém, độ mài tròn kém, độ chọn lọc trung bình. Ở ven rìa đồng bằng Thừa Thiên Huế, mặt cắt điển hình ở độ cao 20m cát vàng nghệ có độ chọn lọc từ trung bình đến tốt, độ mài tròn trung bình, thành phần đơn khoáng đến ít khoáng. Lượng bột thấp hơn trầm tích ở rìa đồng bằng Bắc Bộ, Thanh Hoá (10%). Lượng thạch anh lớn hơn 70% chứng tỏ môi trường có động lực sóng mạnh hơn, biển hở do sườn đông dãy Trường Sơn chính là bờ biển cổ.

Dựa vào hình thái độ cao, địa mạo và đặc điểm trầm tích như trên có thể hình dung một đới đường bờ cổ vào lúc biển tiến vào cuối Pleistocen giữa ở khoảng độ cao từ 10-20m đến 25m. Biên độ xác định rộng như vậy bởi lẽ do sự nâng lên khác nhau của từng vùng đã làm nhiều vị trí thực ban đầu của chúng.

Trong pha biển tiến này ở các đồng bằng Bắc Bộ, Thanh Hoá-Vinh và đồng bằng Nam Bộ một lần nữa lại chìm dưới vịnh biển. Đáy vịnh nghiêng thoải ra phía biển được phủ bởi một tập sét bột tướng vũng vịnh có bề dày tăng dần về phía biển.

Trong lúc đó ở ven biển Miền Trung đã hình thành các đê cát ven bờ ở quy mô lớn. Hiện nay cát biển đó đã trở thành màu vàng nghệ ở Bắc Trung Bộ và màu đỏ ở Phan Thiết, Côn Đảo, đảo Phú Quý. Dấu tích của giai đoạn biển lùi là trầm tích bị phong hoá thấm đọng. Các đê cát ven bờ cổ này có thể gặp từ Lệ Thuỷ (Quảng Bình), Đà Nẵng, Quảng Ngãi và ở Phan Thiết cộng sinh với các tướng bột sét lagoon cổ phía trong bị phủ bởi trầm tích bột sét tướng lagoon tuổi Holocen.

5. *Chu kỳ thứ 5.* Giai đoạn băng hà $Wurm_I$ và gian băng W_I-W_2 thành tạo trầm tích Pleistocen muộn phần sớm (Q_{III}^1).

Trong giai đoạn này các dòng sông vươn ra biển tới 200 - 300m tạo nên tướng aluvi châu thổ sau đó là biển tiến Vĩnh Phúc (?). Trong trầm tích cát tướng lòng

sông của Q_{III}^1 không gặp felspat tươi, đồng thời xen kẹp nhiều thấu kính bột sét chứng tỏ giai đoạn này khí hậu ấm hơn, phong hoá hoá học mạnh hơn trước.

6. Chu kỳ thứ 6. Bao gồm băng hà W_2 (băng hà cuối cùng) và biển tiến Flandrian. Giai đoạn biển lùi có 2 sự kiện quan trọng: thành tạo trầm tích aluvi và châu thổ khi đường bờ lùi đến 100-120m nước và phong hoá loang lổ tầng biển tiến "Vĩnh Phúc". Khí hậu nóng ẩm đã tạo điều kiện cho nước ngầm hoạt động theo cơ chế thấm đọng. Cát có màu vàng nâu đỏ, thậm chí "kết vón cát" như kết vón laterit (điển hình là cát đỏ Phan Rang, Phan Thiết thuộc vùng khí hậu khô nóng, ẩm).

Có thể liên hệ giai đoạn tạo loang lổ của trầm tích (hệ tầng Vĩnh Phúc, Củ Chi, Mộc Hoá) có tuổi Q_{III}^2 tương đương với một giai đoạn tạo phong hoá laterit ở vùng rìa đồng bằng. Kết quả phân tích hoá cho thấy chỉ số hàm lượng Fe_2O_3/FeO trong trầm tích đạt tới 4,0. Các dạng bào tử phấn ưa nóng ẩm như: Polypodiaceae, Palmae cùng một số dạng ưa khô như Ginkgo, Larix giải thích cho nhận định nói trên.

Với trầm tích cát trắng lý tưởng và xuất hiện than bùn trước và sau biển tiến Holocen giữa là một hiện tượng mới lạ trong tiến hoá trầm tích Đệ Tứ. Môi trường trầm tích tạo than bùn chủ yếu có chế độ khử và "rửa" cát trắng ra theo cơ chế hoá học sau khi đã được làm sạch trong môi trường có động lực sóng mạnh. Với tầng sét xám xanh, tướng vũng vịnh phổ biến khắp bồn trầm tích Đệ Tứ ở Việt nam, các vỉa than bùn dưới và trên nó là bằng chứng cho giai đoạn khí hậu ấm áp ôn hoà. Các dạng bào tử ưa ẩm như Poypodiaceae, Quercuseeae... cũng được phát hiện trong trầm tích tướng đầm lầy.

Ở đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ trầm tích Holocen sớm- giữa thuộc chu kỳ thứ năm được đặc trưng bởi hai phức hệ tướng cộng sinh theo thời gian và theo không gian, phức hệ dưới gồm cát bột tướng delta và sét bột giàu mùn bã hữu cơ và các vỉa than bùn, phức hệ trên gồm sét xám xanh tướng biển vũng vịnh. Các vùng ven biển miền Trung cảnh quan trầm tích khác hẳn với trầm tích của hai đồng bằng lớn nói trên, đó là sự cộng sinh chặt chẽ giữa các đê cát venbờ với các lagoon bên trong.

Giai đoạn biển tiến cực đại trong Holocen giữa đã để lại dấu ấn của đường bờ cổ ven rìa các đồng bằng hiện đại. Những tiêu chí xác định đường bờ cổ cực đại là than bùn ven rìa tướng đầm lầy ven biển; cát trắng với hàm lượng thạch anh trên 98% có độ chọn lọc tốt phân bố ven rìa các lagoon và đồng bằng giáp núi ở Miền Trung và tầng sét xám xanh tướng vũng vịnh chứa Foraminifera và sét monmorilonit ở đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ.

Đường bờ cổ Holocen giữa ở đồng bằng Bắc Bộ: từ cửa Bạch Đằng qua phía bắc thị xã Hải Dương về Hà Nội sau đó qua thị xã Ninh Bình về cửa Đáy. Những bằng chứng của giai đoạn biển tiến cực đại Flandrian được xác nhận qua các yếu tố :

Bảng 4.12. Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối C^{14} trong trầm tích Holocen đồng bằng Bắc Bộ

TT	Độ sâu (m)	Địa danh	Thời gian	Người phân tích
1	2.0	Phố Nối - Hưng Yên	5730 ± 60	Đoàn 204
2	3,5	Cống Chanh - Hưng Yên	6360 ± 75	Vũ Đình Chinh
3	3,5	Phố Nối - Hưng Yên	6800 ± 40	Đặng Văn Bát
4	2,0	Gia Lộc - Hải Dương	4145 ± 50	Đoàn 204
5	5,0	Gia Lộc - Hải Dương	6000 ± 50	Viện Khảo cổ
6	9,0	Gia Lộc - Hải Dương	7190 ± 90	Đoàn 204
7	2,5	Từ Sơn - Bắc Ninh	6290 ± 60	Đặng Văn Bát

- Phân tích bằng phương pháp C^{14} các tàn tích thực vật trong than bùn và các tướng đầm lầy ven biển hiện bị chôn vùi ở các độ sâu khác nhau cho thấy tuổi tuyệt đối cách đây 4000-7000 năm. Vì vậy đường bờ cổ không phải chạy qua các vị trí này mà nằm sâu hơn về phía lục địa. Vùng đá vôi Ninh Bình, Cát Bà có ngấn biển cao 4-4,5m chính là bằng chứng của mực biển cực đại biển tiến Holocen giữa.

- Thành phần trầm tích biển được biểu thị bởi một tầng sét màu xám xanh giàu clorit, hydromica và một phần monmorilonit rất phổ biến ở đồng bằng Bắc Bộ. Bề dày thay đổi từ 0,6 - 4,5m phân bố dạng đẳng thước dày nhất ở trung tâm đồng bằng và mỏng dần về ven rìa, vắng mặt trầm tích bột sét loang lổ tuổi Pleistocen muộn đường bờ cổ trở vào.

- Các vỉa than bùn đầm lầy ven biển đẳng thước, dạng thấu kính thuộc tướng lạch triều cổ phân bố ở độ cao 5 - 10m ven rìa đồng bằng là nhân chứng của thế hệ than bùn được thành tạo kế tiếp sau pha biển tiến cực đại, mở đầu của pha biển lùi Holocen giữa-muộn.

Hiện nay tầng sét xám xanh vũng vịnh tuổi Holocen giữa bị phủ kiểu "da báo" bởi trầm tích aluvi và aluvi - biển trong giai đoạn biển lùi. Những nơi đó dần dần trở thành những vùng trũng có độ cao tuyệt đối bằng hoặc thậm chí thấp hơn mực nước biển và thường xuyên bị ngập úng.

Trong pha biển tiến Holocen giữa đã xuất hiện nhiều ám tiêu san hô vùng biển ven bờ Vịnh Bắc Bộ và ven các đảo. Hiện nay các ám tiêu đó đã bị phá huỷ tạo nên các thềm san hô nằm ở độ sâu 1-3m nước chứa nhiều cuội, tảng và cát san hô trên bề mặt.

Đường bờ cổ Holocen giữa ở đồng bằng Nam Bộ

Đồng bằng Nam Bộ và đồng bằng Bắc Bộ có những nét tương đồng về đặc điểm và quy luật phân bố các thành tạo trầm tích Holocen:

- Trầm tích sét xám xanh dày từ 1-2m phân bố trên hầu hết diện tích đồng bằng ở độ cao từ 2m trở xuống. Tổ hợp khoáng vật sét bao gồm hydromica-kaolinit-clorit và monmorilonit đặc trưng cho tướng vũng vịnh.

- Trầm tích sét xám xanh có bề dày mỏng dần về phía địa hình cao nói trên và phủ trực tiếp trên phức hệ trầm tích bùn sét pha cát giàu mùn bã hữu cơ tướng đầm lầy ven biển trước biển tiến cực đại. Ranh giới của trầm tích sét xám xanh với trầm tích sét loang lổ tuổi Q_{III}^2 có thể tìm thấy ở Mộc Hoá, Đức Hoà (Long An), An Giang và Đồng Tháp. Đó cũng là đường bờ cổ của biển tiến Holocen giữa.

- Tại đới đường bờ cổ phân bố thành một vành đai than bùn thuộc tướng đầm lầy ven biển và tướng lạch triều kiểu mạng nhện. Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối C^{14} trong than bùn bắt đầu biển lùi cho các giá trị 4500 năm (tại Cao Lãnh Đồng Tháp) và 3400 năm (Kiên Giang).

- Các núi đá vôi ở Hà Tiên có 3 ngấn nước biển rất điển hình: 4,5m; 3,5m và 2,5m. Như vậy mực 4,5m là ngấn biển của biển tiến cực đại Holocen trung còn mức 3,5m và 2,5m là biển dừng tương đối có thể sau biển tiến cực đại.

Đường bờ cổ Holocen giữa ở ven biển Miền Trung

Trầm tích Holocen sớm- giữa ven biển miền Trung phát triển kế thừa và phủ trên bề mặt loang lổ của các trầm tích Q_{III}^2. Có thể phân biệt 4 thành tạo trầm tích Holocen sớm- giữa từ bờ biển vào đến chân dãy núi Trường Sơn:

- Trầm tích cát trắng, trắng xám phớt vàng thuộc tướng đê cát ven bờ

Ở đồng bằng ven biển miền Trung từ Nghệ An đến Phan Thiết trong giai đoạn Holocen sớm-giữa đã hình thành các cảnh quan trầm tích cộng sinh giữa các đê cát ven bờ và các lagoon ở bên trong đê cát. Các đê cát được phát triển kế thừa các đê cát của giai đoạn biển tiến trước (đê cát Q_{III}^2) chúng phủ kín tôn cao thêm hoặc phủ bên sườn của đê cát cổ màu vàng nghệ. Dó tác động mạnh mẽ của sóng biển và do môi trường trầm tích của các lagoon có chế độ khử thống trị của một thời kỳ khí hậu nóng ẩm mưa nhiều, cát thạch anh của các đê cát và thềm cát Holocen giữa có màu trắng đặc trưng. Đỉnh các đê cát thay đổi từ 6-10m thậm chí ở Phan Thiết có nơi lên tới 50m do nâng kiến tạo mới.

Nhìn chung khối lượng các thành tạo trong biển tiến Holocen giữa ở ven biển Miền Trung rất lớn. Cát có độ chọn lọc và mài tròn rất tốt. Hàm lượng thạch anh chiếm từ 97-100%. Ở Quỳnh Lưu (Nghệ An), bên cạnh các đê cát thạch anh lại có thêm các đê cát sò điệp (vỏ mollusca) có độ cao từ 4-8m so với mực nước biển. Theo Viện Khảo cổ vỏ mollusca có tuổi 4500 năm; ở Bầu Tró (thị xã Đồng Hới) đê cát ven biển lagoon có tuổi 6000 năm.

- Trầm tích bùn sét giàu vật chất hữu cơ thuộc tướng lagoon hẹp nước sâu.

Đây là trầm tích đặc trưng cho các lagoon kế liền với các đê cát chạy dọc bờ và

song song với đê cát. Các lagoon kế thừa thế hệ trước Holocen và bị lùi hoá theo các thời gian khác nhau. Nhìn chung chúng kết thúc hoạt động trong pha biển lùi Holocen giữa-muộn cùng với việc hình thành các đồng bằng phía trong lục địa. Lúc đó các lagoon chỉ còn lại một lạch thoát triều và còn hoạt động cho đến ngày nay. Bên cạnh đó vẫn có các lagoon đang hoạt động như một lagoon điển hình như phá Tam Giang, Vịnh Nước Ngọt, phá Quảng Nam...

Biển tiến Holocen giữa được thể hiện trong các trầm tích lagoon là lớp vỏ sò dày từ 0,3 - 1,0m nằm sâu 0,5m cách mặt đáy rất phổ biến ở hầu hết các lagoon có tuổi từ 6000 - 5000 năm.

- Trầm tích bột sét pha cát thuộc tướng lagoon cạn

Các đồng bằng dạng bán nguyệt ven biển được hoàn thiện vào giai đoạn Holocen giữa - muộn. Trong giai đoạn biển tiến cực đại Holocen giữa chúng là các vịnh nông ven bờ được lắng đọng bởi các trầm tích bột sét pha cát màu xám xanh, xám nâu. Cộng sinh với các lagoon cạn là các vỉa than bùn ven rìa đồng bằng như Vĩnh Thành (Nghệ An), Đức Sơn (Hà Tĩnh), Ba Đồn (Quảng Bình), Phú Vang (Huế), Ngọc Sơn (Quảng Nam), Nghĩa Thắng (Quảng Ngãi)... Các vỉa than bùn này thuộc tướng đầm lầy ven biển của pha biển tiến Holocen trung.

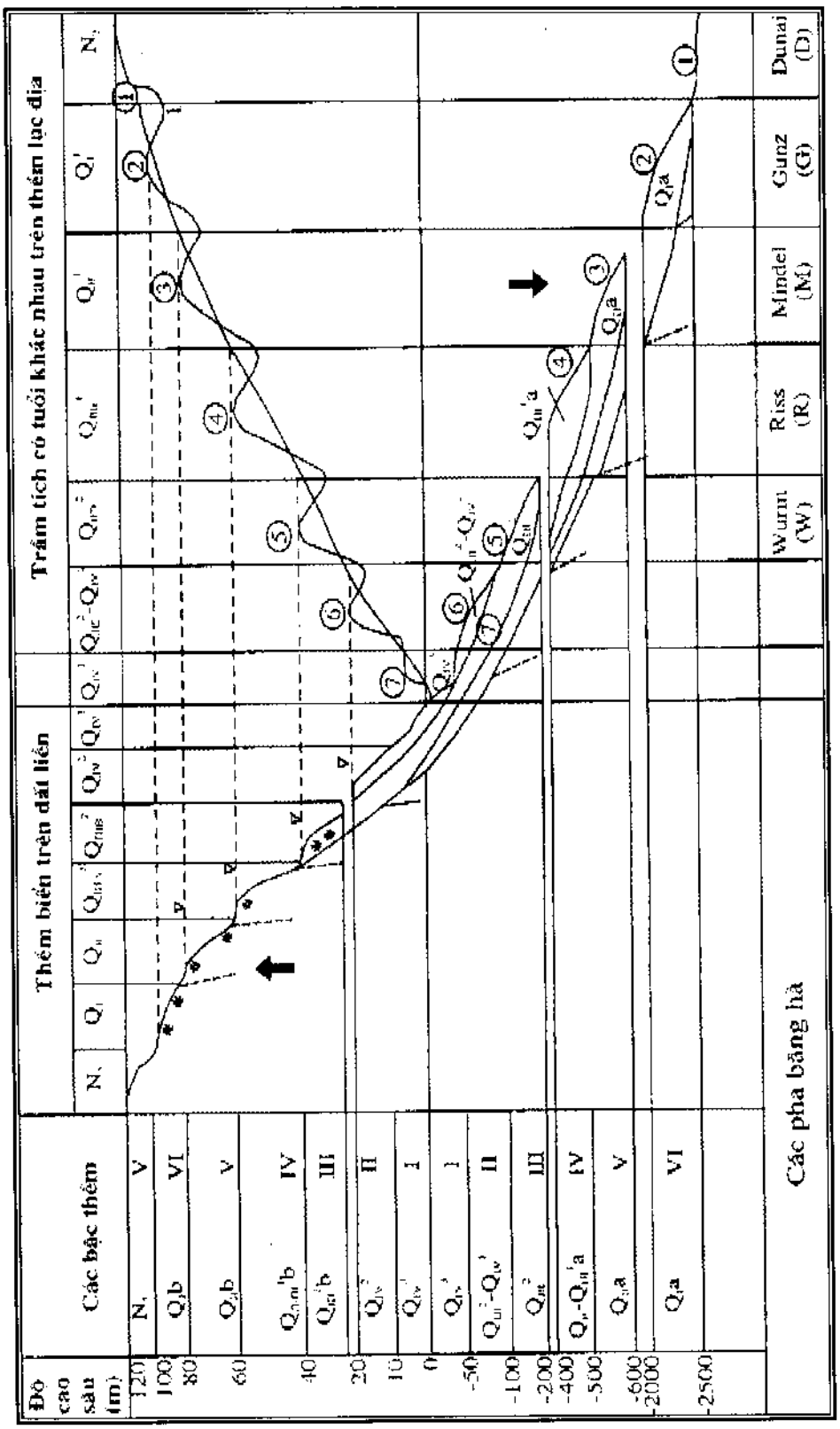
- Trầm tích cát trắng bãi triều ven biển cổ:

Phân bố thành từng dải ven chân phía đông dãy Trường Sơn ở độ cao 5- 8m có nơi trên 20m với các tướng bột sét pha cát lagoon. Do hoạt động của sóng vỗ ven bờ cổ nên cát thạch anh có độ chọn lọc tốt và mài tròn từ tốt đến trung bình.

7. *Chu kỳ thứ 7.* Sau biển tiến Flandrian và biển tiến hiện đại Holocen muộn là pha biển lùi. Trên lãnh thổ Việt nam hiện tại đã diễn ra sự biến động các cảnh quan trầm tích dẫn đến sự chuyển tướng liên tục từ biển sang lục địa đồng thời với quá trình dịch chuyển đường bờ ra phía biển.

Trên đồng bằng Bắc Bộ trầm tích Holocen giữa- muộn lắng đọng khi bắt đầu biển rút cách đây 1000 năm. Phù sa sông Hồng không được lắng đọng trên bề mặt đồng bằng để tăng bề dày tướng bột cát- sét bãi bồi và sét bột châu thổ lắng đọng ngay trên lòng sông và bãi bồi ngoài đê ngày một cao hơn bề mặt đồng ruộng trong đê. Đồng bằng châu thổ được mở rộng về phía biển theo từng chu kỳ ngắn, đánh dấu bằng các giồng cát nổi cao song song với đường có độ cao từ 2- 3m so với mực nước biển. Chúng là "di chỉ" của các cồn cát cửa sông được bồi tụ mở rộng diện tích từ phía biển vào lục địa tạo ra lạch triều bé dần sau đó cũng bị lấp song có địa hình thấp với tướng bùn sét đầm lầy ven biển.

Đồng bằng Nam Bộ cũng tiến hoá theo cơ chế như đồng bằng Bắc Bộ song không có hiện tượng đắp đê nhân tạo. Các thế hệ giồng cát từ trong ra biển có tuổi trẻ dần từ 4000- 3500 năm ở Cao Lãnh - Đồng Tháp đến 1000 năm ở đới ven biển hiện đại. Quá trình thành tạo bán đảo Cà Mau trong Holocen giữa - muộn xảy ra theo một cơ chế độc đáo. Vật liệu trầm tích sông Cửu Long mang



Hình 4..20. Quan hệ giữa các bậc thềm và các chu kỳ trầm tích Pliocen - Đệ tứ trên đáy biển thềm lục địa Việt Nam và đất liền

tới do các dòng biển ven bờ sau đó được bồi tụ các cồn cát biển Đông và bồi tụ tăng trưởng theo cơ chế phân dị ngược bởi sóng dồn đẩy vật liệu mịn từ ngoài khơi vào bờ (vịnh Thái Lan).

Trong pha biển tiến hiện đại (1000 năm trở lại đây) tốc độ 1- 2mm/năm, trầm tích Đệ Tứ ven biển bị biến động theo 2 hướng bồi tụ và xói lở. Hầu hết bờ biển Việt nam đang bị xói lở trừ châu thổ Sông Hồng, Sông Cửu Long và bờ biển phía Tây bán đảo Cà Mau thì lại đang được bồi tụ mạnh. Cửa sông Bạch Đằng và cửa Soài Rạp đang phát triển do châu thổ thiếu hụt trầm tích bị phá huỷ bởi mực nước biển dâng cao.

Mối quan hệ giữa các bậc thềm biển và các chu kỳ trầm tích Pliocen - Đệ Tứ trên đáy biển thềm lục địa Việt Nam và đất liền được nêu trên hình 4.20

V. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH THỀM LỤC ĐỊA VIỆT NAM

Việc nghiên cứu địa chất công trình biển thềm lục địa Việt Nam có ý nghĩa quan trọng trong chiến lược phát triển các công trình biển, tuy nhiên các kết quả nghiên cứu đạt được chủ yếu mới ở mức độ tổng quan, điều này đòi hỏi phải có các nghiên cứu từng khu vực một cách tỷ mỷ hơn trong thời gian tới

Các thành tạo địa chất liên quan đến điều kiện địa chất công trình thềm lục địa Việt Nam bao gồm các trầm tích bở rời tuổi Đệ Tứ với các nguồn gốc khác nhau và các trầm tích macma phun trào tuổi Pliocen và trước Pliocen. Có thể phân chia điều kiện địa chất công trình thành bốn vùng có đặc điểm khác nhau, mỗi vùng có thể phân chia thành ba đới theo độ sâu ngập nước.

Nghiên cứu tính chất cơ lý của trầm tích theo phức hệ địa tầng- nguồn gốc cho phép làm sáng tỏ mối liên hệ về nguồn gốc, tuổi địa chất và mức độ thành đá trong sự hình thành tính chất của chúng. Trong vùng thềm lục địa, các trầm tích có tuổi cổ, mức độ nén chặt và thành đá cao, có tính chất cơ lý tốt hơn. Có mối liên hệ giữa tính phân bậc của trầm tích ở đáy biển theo chiều sâu ngập nước với tuổi địa chất, mức độ nén chặt, mức độ thành đá và tính chất cơ lý của chúng. Trên tổng thể, các trầm tích phân bố ở xa bờ, trong vùng ngập nước sâu có tuổi cổ hơn, độ bền lớn hơn và ngược lại.

1. Phân chia các thể địa chất công trình

Trên sơ đồ địa chất công trình các thể địa chất được phân chia thành các phức hệ địa tầng, nguồn gốc, có đối sánh với sự phân loại đất đá theo nguyên tắc địa chất công trình. Theo nguyên tắc này đất đá được phân chia thành lớp đất đá có liên kết cứng và lớp đất đá không liên kết cứng. Trên sơ đồ địa chất công trình thể hiện các phức hệ địa tầng nguồn gốc như $\mathbf{mbQ_{IV}}$, $\mathbf{(a, am)Q_{IV}}$, $\mathbf{mQ_{IV}}$, $\mathbf{(am,bm)Q_{III}^2}$, $\mathbf{mQ_{III}^2}$, $\mathbf{mQ_{II-III}}$,$\mathbf{rQ_{IV}}$ và các phức hệ trầm tích trước Đệ Tứ, phức hệ phun trào bazan (Bảng 4.13).

Các phức hệ trầm tích Holocen phân bố không rộng, thường từ 60m nước trở vào,

đặc biệt là từ 0 đến 30m nước. Trong các phức hệ này, nhất là phức hệ biển, đầm lầy phổ biến là các loại đất yếu có mức độ thành đá thấp đó là các loại bùn sét, bùn sét pha, cát pha, sét pha, sét ở trạng thái dẻo mềm hoặc dẻo chảy, chứa vật chất hữu cơ. Đất có cường độ chịu tải thấp, tính biến dạng cao, không thuận lợi cho xây dựng. Phức hệ trầm tích hỗn hợp sông biển phân bố ở cửa các sông lớn, trong đó một vài loại đất có mức độ thành đá và cường độ cao hơn. Phức hệ trầm tích biển thường phân bố ở nơi có độ sâu ngập nước lớn hơn, diện phân bố rộng và có thể gặp đất ở trạng thái dẻo cứng.

Bảng 4.13. Phân chia các thể địa chất trên bản đồ địa chất công trình

Lớp	Nhóm	Phụ nhóm	Phức hệ địa tầng nguồn gốc	Mô tả đất đá
Không liên kết cứng	*Trầm tích*	Trầm tích mềm dính, trầm tích mềm rời	mbQ_{IV}	Sét, sét pha, cát pha, bùn sét và bùn sét pha
			$(a,am)Q_{IV}$	Sét, sét pha, cát pha, cát.
			mQ_{IV}	Sét, sét pha, cát pha và cát.
			$(am,bm)Q_{III}^{2}$	Sét, sét pha, cát pha.
			mQ_{III}^{2}	Sét, sét pha, cát pha, cát.
			mQ_{II-III}^{1}	Sét,Sét pha,cát pha, cát có chỗ lẫn mảnh vụn vỏ sò, cát thô lẫn cuội sỏi.
			mQ_{I}	
Có liên kết cứng	*Trầm tích*	Trầm tích sinh hoá	rQ_{IV}	San hô
		Trầm tích vụn kết xi măng hoá	N_2	Cát sạn cuội kết, bột kết, sét kết gắn kết yếu.
			Trước N_2	Cát kết, bột kết, sét kết.
	Macma	Phun trào	N_2-Q	Bazan

Các phức hệ trầm tích Pleixtoxen có phạm vi phân bố rộng, chủ yếu ở đới sâu của thềm, gồm trầm tích mềm dính và mềm rời có mức độ thành đá cao. Đất sét thường ở trạng thái cứng, nửa cứng và dẻo cứng, mật độ tương đối cao, độ rỗng thấp, cường độ cao và tính biến dạng thấp, thuận lợi cho công trình xây dựng. Các lớp đất mềm rời có bề dày lớn, thường là cát, độ chặt từ trung bình đến rất chặt, thuận lợi cho đặt móng công trình có tải trọng lớn. Trong phức hệ này có thể gặp một số lớp đất yếu xen kẹp, có thể liên quan đến sự thoát nước trong quá trình nén chặt.

Đá thuộc lớp liên kết cứng có diện phân bố hẹp, trong đó cần lưu ý phức hệ san hô. Tính chất cơ lý của san hô đã được nghiên cứu khá chi tiết tại các bãi ngầm Tư Chính và Phúc Tần.

Có thể phân biệt đặc điểm và điều kiện địa chất công trình thành 3 đới theo chiều sâu mực nước và 4 vùng theo khu vực, đó là các đới 0-30m, 30-90m, 90-200m và

các vùng Vùng Vịnh Bắc Bộ, thềm lục địa Nam Trung Bộ, Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ. Sơ đồ địa chất công trình thềm lục địa Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000 thu nhỏ được minh hoạ trên hình 4.21.

2. Tính chất cơ lý của đất đá

Tính chất cơ lý của đất đá thềm lục địa Việt Nam được thống kê theo loại thạch học, theo từng vùng và được trình bày theo hệ thống phân loại địa chất công trình.

Phức hệ biển- đầm lầy Holocen (mbQ_{IV}): có diện phân bố không rộng, là những thành tạo trẻ nên thường phân bố thành những dải hẹp nằm ở phần biển nông kề sát với lục địa. Ngoài ra, còn gặp một số diện lộ nhỏ ở phía bắc và nam đảo Bạch Long Vĩ khoảng 50- 80 km; cách Côn Đảo 170 -180 km về phía nam. Trong phức hệ trầm tích này thường gặp phụ nhóm đất mềm dính, gồm các loại đất yếu, phổ biến là bùn sét, bùn sét pha và cát pha trạng thái dẻo.

Phức hệ hỗn hợp sông - sông biển Holocen ($a,am)Q_{IV}$: Phân bố rộng, thường có dạng dải kéo dài sát với lục địa hoặc nằm ngoài các trầm tích trẻ mbQ_{IV}. Ở vùng biển phía bắc chúng lộ ra thành dải hẹp ở khu vực Móng Cái; một dải khác kéo dài liên tục từ Đồ Sơn tới Hà Tĩnh và những diện lộ có kích thước khác nhau phân bố rải rác chịu ảnh hưởng của hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình... Ở vùng biển miền Trung trầm tích chỉ lộ thành diện hẹp kéo dài từ Hà Tĩnh tới Qui Nhơn. Ở vùng biển từ Phan Thiết trở vào phức hệ lộ thành dải liên tục, kéo dài từ Phan Thiết tới Cà Mau. Do ảnh hưởng của hệ thống sông Cửu Long, ở phía nam phức hệ trầm tích phân bố rộng, có thể trên 50 km (theo hướng vuông góc với bờ biển).

Phức hệ biển Holocen (mQ_{IV}): Phân bố khá rộng rãi, lộ thành dải kéo dài từ Móng Cái tới mũi Cà Mau. Tính chất cơ lý ở khu vực mỏ Bạch Hổ và Rồng đ-ược nghiên cứu có hệ thống và đầy đủ nhất. Bề dày phức hệ trầm tích đạt xấp xỉ 20 m.

Phức hệ đá san hô (rQ_{IV}): Các rạn san hô thường gặp ở thềm lục địa Việt Nam, phổ biến ở vùng thềm Đông Nam Bộ, Trung Bộ, vùng quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa. Các rạn san hô này là phần mặt đỉnh của các cao nguyên san hô rộng lớn. Tuỳ theo độ cao của rạn san hô so với mực nước biển thường phân biệt:

- Đảo san hô: Bề mặt luôn cao hơn mực nước biển, phần lớn có độ cao 2-4m trên mực nước biển trung bình;
- Rạn san hô nổi: Bề mặt lộ ra khi triều thấp;
- Rạn san hô chìm: Bề mặt bị ngập từ 1-2m đến 8-10m nước;
- Bãi ngầm: Bề mặt bị ngập sâu từ 10-20 đến 100-200m nước, từ 10- 40m.

Ngoài ra, còn gặp cả san hô bị chôn vùi trong trầm tích Đệ Tứ. Về mặt hình thái, các rạn san hô có dạng vòng phức và đơn, dạng mặt bàn.

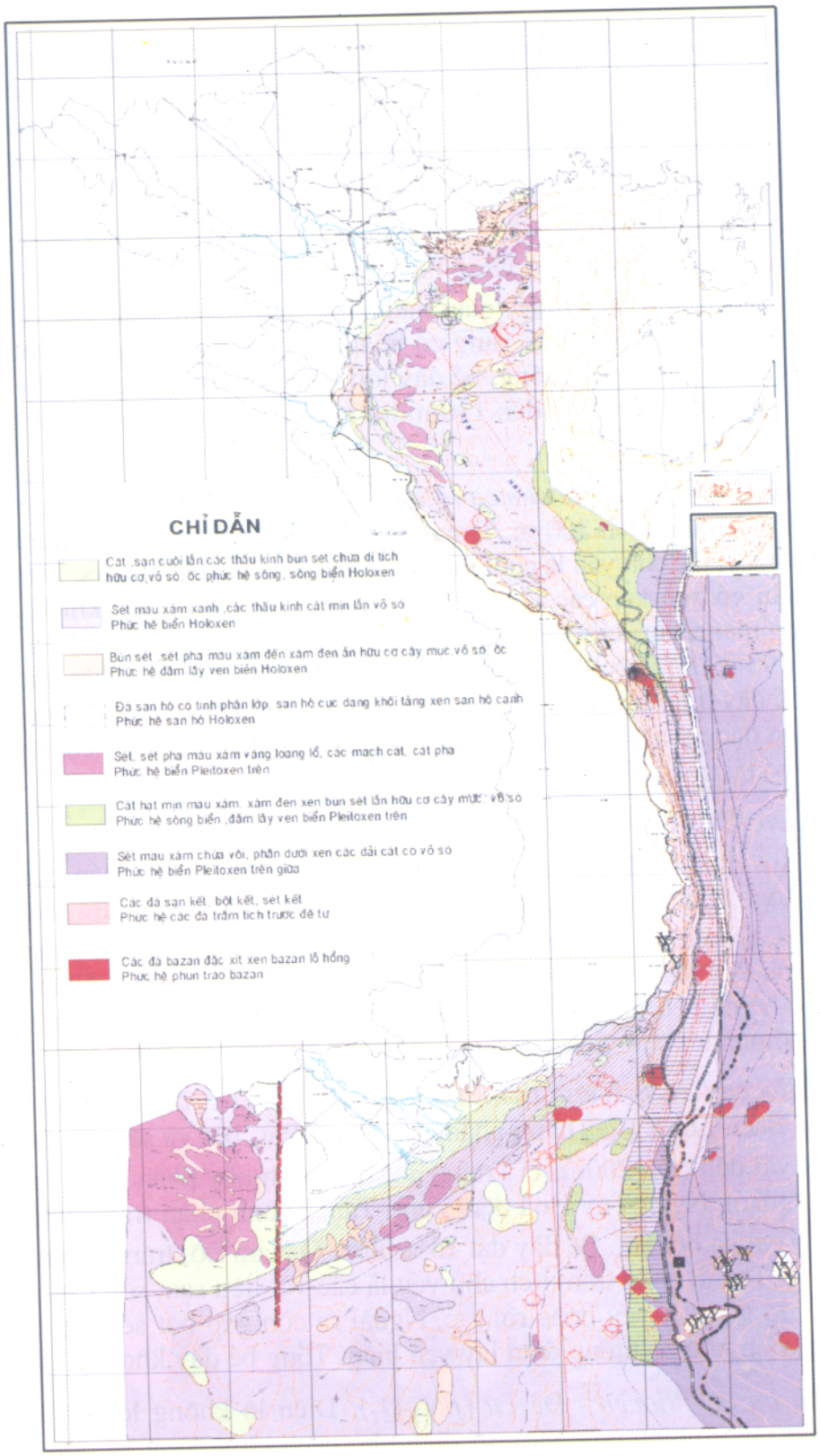
Kết quả khảo sát địa chất công trình ở các bãi ngầm như Phúc Tần, Ba Kè, Tư

Chính... và một số đảo thuộc quần đảo Trường Sa cho thấy san hô có cấu tạo không đồng nhất theo chiều ngang và chiều sâu. Trên bề mặt các bãi ngầm thường có san hô đang sống tạo thành các mảng và cụm cao 0.3-0.5m, mềm yếu, dễ bị san gạt. Bề mặt các đảo và trong khe rãnh ở các bãi ngầm thường có lớp sạn san hô dày vài chục cm tới 1.5m. Trong phạm vi chiều sâu 20-30m thường gặp một nhịp thành tạo san hô, từ trên xuống gồm lớp san hô cành vỡ vụn, lớp san hô cành tảng gắn kết yếu rồi tới lớp san hô tảng- khối nhưng mức độ chặt sít và cường độ không đồng đều. Các nhịp này có thể thiếu vắng một lớp nào đó. Lớp san hô cát sạn và cành vỡ vụn dễ bị sóng xói và di chuyển. Ở một số bãi ngầm, gặp lớp san hô tảng-khối ngay từ trên mặt, có thể là các lớp san hô cành vỡ vụn và gắn kết yếu đã bị sóng bào mòn mất. Trên mặt cắt tại bãi ngầm Tư Chính và Phúc Tần, thấy rõ sự xen kẽ giữa các lớp san hô cứng trung bình có các ổ hoặc các hang hốc lấp đầy cát sạn san hô với các lớp san hô tảng, cành vụn gắn kết yếu.

San hô cành vụn và cát sạn có sức chịu tải qui ước R = 3 - 5 kG/cm^2. San hô gắn kết yếu thường có tỷ lệ nõn khoan tương đối nguyên thỏi khoảng 35 đến 40%, cường độ kháng nén một trục ở trạng thái khô dao động trong khoảng 30-70 kG/cm^2, trung bình 40-45 kG/cm^2, ở trạng thái bão hoà trung bình là 30-40 kG/cm^2. San hô tảng khối có cường độ kháng nén trung bình là 70-80 và 60-70 kG/cm^2, hệ số hoá mềm khoảng 0.9. Trong san hô thường có các khe rãnh, nhiều lỗ hổng, mức độ chặt xít không đều nên cường độ của mẫu lớn hoặc của khối nhỏ hơn nhiều so với cường độ của mẫu thí nghiệm. Trong quá trình khai thác các đảo và bãi ngầm san hô cần bảo tồn điều kiện sống và phát triển của san hô, đảm bảo duy trì, mở rộng, tôn cao các đảo và bãi ngầm theo nhịp độ nâng cao mực nước biển hiện nay. Các vật liệu vụn cấu tạo nên đảo do chính rạn san hô bao quanh đảo cung cấp, vì thế sự phát triển tốt của rạn san hô cả về bề rộng và chiều cao giúp cho đảo có vật liệu bồi đắp và bền vững trước sóng gió. Các công trình xây dựng ở đảo không được làm mất đi sự tích tụ vật liệu vụn rời, mà phải tạo điều kiện cho sự bồi đắp vật liệu.

Phức hệ hỗn hợp sông biển - đầm lầy biển Pleixtoxen trên (am,bm)Q_{III}^2: Thường phân bố ở vùng nước sâu hơn các thành tạo mQ_{IV}. Từ vùng biển Đồng Hới tới Quảng Ngãi lộ thành dải kéo dài. Ngoài ra, còn gặp hai diện lộ khác cách bãi Tư Chính khoảng 40 km về phía Tây và Bắc Tây Bắc. Trong phức hệ này có các loại đất thuộc phụ nhóm trầm tích mềm dính và mềm rời gồm: sét nửa cứng, sét pha dẻo cứng, cát pha trạng thái cứng và cát.

Phức hệ biển Pleixtoxen trên $mQ_{III}2$: Ở vùng biển phía bắc từ Móng Cái đến Hà Tĩnh, các trầm tích của phức hệ bị phủ bởi các trầm tích trẻ hơn, lộ thành những diện nhỏ. Ở phía Nam, chúng lộ thành diện kéo dài từ đảo Lý Sơn đến hết phần thềm lục địa phía nam. Phức hệ thường phân bố ở vùng nước sâu hơn so với phức hệ mQ_{IV}, càng vào phía Nam diện lộ theo hướng vuông góc với bờ biển càng rộng, đạt trên 200 km, trong phức hệ này có các loại thạch học và dạng sét nửa cứng, sét dẻo cứng. Các trầm tích này có màu xám trắng, nâu đỏ loang lổ. Tại khu vực mỏ Bạch Hổ phân bố ở độ sâu từ khoảng 20 m trở xuống. Đất có độ chặt cao, chịu tải tốt.



Hình 4.21. Sơ đồ địa chất công trình thềm lục địa Việt Nam

Phức hệ biển Pleixtoxen giữa- trên mQ_{II-III}^{1}: Lộ ra ở phần ngoài cùng của vùng nghiên cứu, tạo thành một dải kéo dài từ vùng biển Quảng Trị đến hết thềm lục địa phía nam. Phức hệ trầm tích này có bề dày khá lớn, nằm dưới phức hệ trầm tích mQ_{III}^{2} và phân bố ở độ sâu khoảng 40-50m trở xuống. Phức hệ này gồm các trầm tích thuộc phụ nhóm mềm dính và phụ nhóm mềm rời.

Thuộc phụ nhóm trầm tích mềm rời có loại cát hạt nhỏ và hạt trung màu nâu vàng, phân bố khá phổ biến ở vùng biển phía Nam thuộc khu vực mỏ Bạch Hổ, Rồng. Cát thạch anh hạt trung, màu nâu vàng, trạng thái chặt vừa. Ở vùng mỏ Bạch Hổ, cát hạt nhỏ màu nâu vàng có phạm vi phân bố tương đối rộng, thường gặp ở độ sâu 60 -70 m trở xuống, bề dày lớp khá lớn, dao động từ 10 - 30 m. Cát hạt trung gặp ở độ sâu từ 94 đến 110 m trở xuống. Bề dày của lớp cát này có thể lớn hơn 8 m

Phức hệ sông, sông biển Pleistocen (a,am)Q_I: Phân bố rộng khắp vùng biển. Chiều dày thay đổi từ vài m đến 200 m. Trong phức hệ này chủ yếu là các trầm tích mềm rời. Từ 0-30 m nước chủ yếu là cuội sạn mài tròn tốt, mức độ chọn lọc kém đến trung bình, đôi khi có xen kẹp các lớp cát, bột và sét màu xám sáng, khi bị laterit hoá chuyển sang màu vàng, xám nâu loang lổ. Từ 30-90 m nước chủ yếu là cát có xen lớp sét vôi. Từ 90-200m nước thường là các nhịp bột sét và đá vôi. Nhìn chung, đất đá nằm sâu, bề dày trầm tích lớn, các loại đất đều độ nén chặt cao nên cường độ cao và mức độ biến dạng thấp, hoàn toàn thuận lợi cho việc sử dụng làm nền xây dựng các công trình có tải trọng lớn.

Phức hệ biển Pleistocen dưới (mQ_I*):* Chỉ gặp ở vùng biển miền Bắc và miền Trung (khu vực Tuy Hoà, Ninh Thuận). Ở vùng biển miền Bắc, thành phần của đất thuộc phụ nhóm trầm tích mềm dính, loại đất sét màu xám, phớt xanh, xám sáng loang lổ, bị laterit hoá, chứa các kết vón sắt. Ở vùng biển miền Trung đất thuộc phụ nhóm trầm tích mềm rời, loại đất cát màu đỏ sẫm, bề mặt bị laterit hoá mạnh. Nhìn chung đất thuộc phức hệ này có mức độ thành đá cao, độ bền của đất khá tốt, mức độ biến dạng thấp, thuận lợi cho việc xây dựng các công trình có tải trọng lớn.

Phức hệ Pliocen (N_2*):* Trầm tích Pliocen chiếm hầu hết diện tích vịnh Bắc Bộ, lộ ra ở đảo Bạch Long Vĩ. Thành phần chủ yếu là cát, bột và sét kết. Bề dày thay đổi từ một vài đến trên 200m. Ở Trung Bộ, trầm tích này phân bố ở ven biển Đà Nẵng đến Quảng Ngãi, Tuy Hoà đến Vũng Tàu. Thành phần trầm tích là cát sạn xen các lớp cát và bột kết. Bề dày đạt 15- 200m. Ở Nam Bộ, trầm tích này chỉ gặp ở biển nông. Thành phần trầm tích chủ yếu là các vật liệu sạn, sỏi, cát, nguồn gốc sông, mức độ gắn kết yếu hoặc rời rạc. Ngoài ra còn gặp bột sét xen cát mịn có chứa các di tích hữu cơ tướng đầm lầy ven biển. Tổng bề dày khoảng 100 -200m.

Phức hệ đá bazan Pliocen - Đệ Tứ (βN_2-Q_I*):* Diện lộ không lớn và không liên lục, nằm rải rác ở nhiều nơi. Mộy số diện nhỏ cách phía đông và đông nam đảo Lý Sơn chừng 100-150 km. Một diện lộ nhỏ khác, nằm ở phía đông- đông nam Bãi Tư Chính chừng 150 km.

Phức hệ trầm tích trước Pliocen: Phức hệ này chủ yếu là cát, bột và sạn kết màu xám, lộ ra chủ yếu ở một số đảo thuộc các vùng biển. Đá thuộc lớp có liên kết cứng có diện phân bố hẹp, trong đó cần lưu ý phức hệ san hô. Tính chất cơ lý của san hô đã được nghiên cứu khá chi tiết tại các bãi ngầm Tư Chính và Phúc Tần.

Kết luận

- Các kết quả nghiên cứu đã khẳng định cấu trúc địa chất Đệ Tứ vùng biển Việt nam rất phức tạp và đa dạng. Bình đồ kiến trúc Đệ Tứ thềm vùng biểnViệt nam mang tính kế thừa các giai đoạn Oligoxen, Mioxen trong Đệ Tam. Kết quả nghiên cứu hình thái cấu trúc đã cho phép xây dựng sơ đồ đẳng sâu và đẳng dày của trầm tích Đệ Tứ thềm lục địa Việt nam tỉ lệ 1:1.000.000.
- Trên cơ sở phân tích tài liệu địa vật lý, sinh địa tầng, thạch địa tầng, chu kỳ trầm tích và các phương pháp khác... đã cho phép phân chia các ranh giới địa tầng trong trầm tích Đệ Tứ vùng biển Việt nam gồm Pleistocen hạ Q_I; Pleistocen trung Q_{II}^1; Q_{II}^2; Pleistocen thượng Q_{III}^1; Q_{III}^2 và Holocen Q_{IV}; đồng thời chia nhiều phân vị kèm theo nguồn gốc. Các kết quả nghiên cứu đã cho phép thành lập sơ đồ các thành tạo địa chất Pliocen - Đệ Tứ thềm lục địa Việt nam tỷ lệ 1:1000.000, phát hiện các nêm lấn tăng trưởng ở rìa lục địa, các trầm tích phun trào ở Vịnh Bắc bộ, các cồn cát ở độ sâu 30 - 90m...
- Thành phần thạch học, khoáng vật trầm tích, cấp độ hạt của Đệ Tứ thềm lục địa được xác định bởi nguồn vật liệu từ các con sông và có đặc điểm khác nhau. Nhìn chung trầm tích lục nguyên chiếm ưu thế, các lớp đá vôi gắn kết yếu, trầm tích núi lửa phân bố không đều. Đới thềm trong giàu aluvi, phát triển vỏ phong hoá, chiều dày nhỏ. Đới thềm giữa nhiều bùn sét và vật liệu núi lửa, chiều dày lớn. Đới thềm ngoài nhiều lớp cát, sạn, các lớp đá vôi và các nêm tăng trưởng vào thời kỳ biển lùi. Ở Vịnh Bắc bộ, loại hạt cỡ bột- sét là chủ yếu, cuối Pleistocen có tầng trầm tích phun trào, môi trường trầm tích châu thổ phát triển từ Pliocen đến Pleistocen muộn; thành phần thạch học chủ yếu loại ít khoáng. Thềm lục địa Trung bộ đặc trưng bởi trầm tích cát hạt thô và các lớp bùn sinh vật, xuất hiện tầng cát đỏ ven bờ, ở các vũng vịnh phát triển sét, thành phần thạch học phản ánh các loại đá gốc ven bờ. Thềm lục địa Đông Nam bộ có trầm tích hạt mịn chiếm ưu thế; ngoài vật liệu lục nguyên còn có tro bụi núi lửa và phát triển các cồn cát. Thềm lục địa Tây Nam bộ có trầm tích giàu sét, bảo tồn các dạng trầm tích sông, lớp sét loang lổ bị phong hoá mạnh; trầm tích Holocen có bùn sét chiếm ưu thế.
- Các kết quả nghiên cứu về tướng đá - cổ địa lý đã xác định các đường bờ cổ và phân bố các hệ thống lòng sông cổ tương ứng với các thời kỳ băng hà và quá trình biển tiến, cho phép xây dựng các sơ đồ tướng đá cổ địa lý Pliocen - Đệ Tứ thềm lục địa Việt nam. Đây là bức tranh về lịch sử hình thành và tiến hoá trầm tích, khí hậu, cảnh quan địa lý tự nhiên trong mối quan hệ giữa sự

thay đổi mực nước biển và chuyển động kiến tạo, là những cơ sở phục vụ nghiên cứu điều kiện địa chất công trình biển

- Trầm tích Pliocen - Đệ Tứ phần đất liền và biển có mối quan hệ ngược chiều do sự dao động mực nước biển đại dương. Trong cùng một tuổi, mực nước cạn nhất (băng hà) tạo nên đới bờ sâu và xa bờ hiện đại nhất, đồng thời mực nước cao nhất (gian băng) tạo nên đường bờ cao và cũng xa đường bờ hiện đại nhất. Đới bờ hiện nay là sự hội tụ các chu kỳ chuyển động của biển thoái - biển tiến theo quy luật giảm dần đều và trở lại trạng thái ổn định tương đối. Càng ra sâu bề dày trầm tích Đệ Tứ càng mỏng do sự sụt lún kiến tạo và sự dịch chuyển dần đường bờ cổ vào phía đất liền đồng thời với hiện tượng khuyết dần các chu kỳ trầm tích trẻ.

Chương V

ĐỊA CHẤT ĐỆ TAM VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Các thành tạo trầm tích Đệ tam là những thành hệ cấu trúc chính hình thành các bồn trũng tích tụ. Đây là những đối tượng tiềm năng khoáng sản quan trọng đặc biệt là dầu khí trong lòng đất của Biển Đông và các vùng kế cận. Vì vậy các thành tạo trầm tích Đệ tam đã trở thành đối tượng nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò khoáng sản và dầu khí trong nhiều thập niên qua không chỉ riêng Việt Nam mà tất cả các nước lân cận. Nhờ hàng loạt các nghiên cứu các thành tạo này đã được làm sáng tỏ mặc dù chúng bị chôn vùi sâu dưới các tập trầm tích Đệ Tứ và nước biển.

I. TỔNG QUAN VỀ CÁC THÀNH TẠO TRẦM TÍCH ĐỆ TAM

Các thành tạo trầm tích Đệ tam lấp đầy các bồn trũng tích tụ và các bồn trũng Đệ tam là các yếu tố cấu trúc cơ bản của Biển Đông. Hệ thống khoáng sản quan trọng đặc biệt là dầu khí của Biển Đông được phát hiện và khai thác hiện nay là từ các bồn trũng Đệ tam. Tuy nhiên mức độ nghiên cứu, thăm dò và khai thác nguồn tài nguyên trong lòng đất của Biển Đông hiện nay chưa đồng đều và còn nhiều bất cập.

1. Vị trí và cách phân chia các đơn vị trầm tích

Trong các bồn trũng Đệ tam, các đơn vị thành hệ cấu trúc cơ bản là các hệ tầng trầm tích. Các thành tạo trầm tích kề gối lên trên móng không đồng nhất thuộc các đơn vị thành hệ - cấu trúc trước Kainozoi rất đa dạng và phức tạp. Phần lớn các phát hiện móng của các bồn trũng Đệ tam thuộc Biển Đông Việt Nam là các thành tạo kiểu vỏ lục địa, hiếm nơi là vỏ chuyển tiếp và chưa có phát hiện thấy vỏ đại dương. Ranh giới giữa bể tích tụ và móng trước Kainozoi thường được phản ánh rất rõ thông qua cấu trúc của bề mặt móng trong đó nhiều nơi trùng với mặt móng âm học. Ranh giới này được thể hiện khá rõ ràng bởi mặt phản xạ địa chấn có môi trường truyền sóng rất khác biệt nhau. Tuy vậy một số nơi móng của bồn trũng Đệ tam chìm sâu hoặc là các thành tạo trầm tích có tuổi cổ hơn, nhưng chưa

bị biến chất kết tinh thường rất khó phân biệt và phát hiện theo sóng địa chấn phản xạ. Đó cũng là một tồn tại trong phân tích bồn trũng, nhất là các phần cấu trúc sâu của bồn trũng. Cấu trúc bên trong của các bồn trũng Đệ tam thường thể hiện rõ các phần như sau:

- Các trũng địa hào và bán địa hào là các Trung tâm hay đới sụt lún sâu của bồn trũng thường phân bố các tập trầm tích lục nguyên Paleogen kiểu đồng tách giãn. Các tập trầm tích này thường kề áp vào các hệ đứt gãy thuận và chỉ một số ít trường hợp là các mặt trượt sườn các khối nhô cao móng kiểu đứt gãy nghịch.

- Phủ chồng trên các trầm tích đồng tách giãn trong các địa hào chủ yếu là các tập trầm tích hoặc là lục nguyên hoặc có nơi là cacbonat Miocen phân bố dưới dạng kề gối và mở rộng trong toàn bồn trũng Đệ tam. Sự phân bố của các tập trầm tích Miocen định rõ hình thái của các bồn trũng tích tụ. Các mặt cắt địa chất - địa vật lý cho thấy sự phân bố của các tập trầm tích Miocen ít chịu sự khống chế của các hệ thống đứt gãy sâu từ móng. Đó là các tập sau tách giãn hoặc là do oằn võng nhiệt.

- Các tập trầm tích Pliocen hầu như không khuôn theo bình đồ cấu trúc của các bồn trũng Đệ tam riêng mà cùng với các trầm tích Đệ tứ hoà đồng trong bình đồ cấu trúc chung của Biển Đông hiện tại với các đới thềm lục địa và sườn lục địa.

Đặc điểm địa tầng trầm tích của các bồn trũng Đệ tam ở Biển Đông là những thông số đầu tiên để phân tích bồn trũng; trong đó có rất nhiều hệ tầng đã được thiết lập trong các thập kỷ 70 và 80. Các hệ tầng đã được mô tả theo các đặc trưng thạch học, cổ sinh cùng các dấu hiệu môi trường trầm tích, tướng đá cổ địa lý.

Tuy vậy, do tài liệu chưa đầu đủ, bên cạnh đó sự phối hợp, tổng hợp của các chuyên môn còn có mức độ khác nhau nên một số phân vị địa tầng qua từng thời kỳ và tác giả khác nhau cũng có sự điều chỉnh về ranh giới và tên gọi khác nhau (bảng 5.1a, 5.1b).

Bảng 5.1a. Các phân vị địa tầng của bồn trũng Sông Hồng, Cửu Long và Nam Côn Sơn.
(Đỗ Bạt, Phan Huy Quynh, Phạm Hồng Quế, Lê Đình Thám và nnk., 1993)

Các bồn trũng Hệ tầng		Bồn trũng Sông Hồng	Bồn trũng Cửu Long	Bồn trũng Nam Côn Sơn
Các thời kỳ Đệ tam		Phần Bắc		
Pliocene		Vĩnh Bảo	Biển Đông	Biển Đông
Miocen	Muộn	Tiên Hưng	Đồng Nai	Nam Côn Sơn
	Giữa	Phú Cừ	Côn Sơn	Thông - Măng Cầu
	Sớm	Phong Châu	Bạch Hổ	Dừa
Oligocen		Đình Cao	Trà Tân Trà Cú	Cau
Eocen		Phù Tiên	Cà Cối - Cù Lao Dung	
Paleocen				

Bảng 5.1b. Các phân vị địa tầng của bồn trũng Nam Sông Hồng
(Lê Đình Thám, 1993)

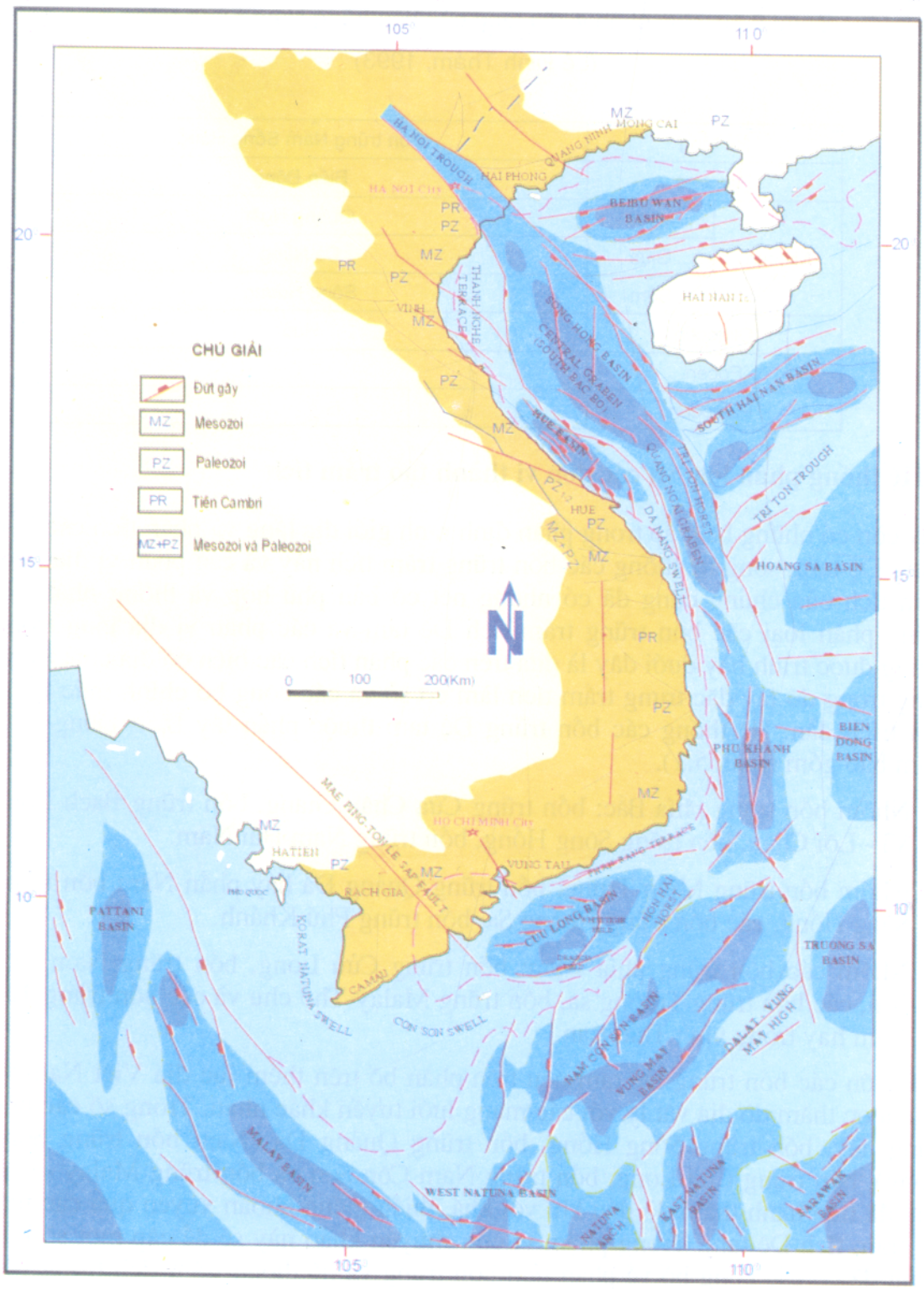
Hệ tầng		Bồn trũng Nam Sông Hồng
Pliocene		Biển Đông
Miocen	Muộn	Quảng Ngãi
	Giữa	Đà Nẵng
	Sớm	Sông Hương
Oligocen		Huế
Eocen		
Paleocen		

2. Hệ thống phân loại và các đơn vị thành tạo trầm tích

Tuy còn có những bất cập trong phân định ranh giới địa tầng và phân tích các bồn trũng Đệ tam, song hệ thống các bồn trũng trầm tích này và các phân vị địa tầng trầm tích của chúng cũng đã có những nét cơ bản phù hợp và thống nhất. Hệ thống phân loại các bồn trũng trầm tích Đệ tam và các phân vị địa tầng trong chúng được trình bày dưới đây là dựa trên các phân tích các biến cố địa chất trong vùng trong đó lấy đặc trưng trầm tích làm cơ sở và các công bố chính thức là tài liệu trích dẫn. Hệ thống các bồn trũng Đệ tam thuộc phần tây Biển Đông Việt Nam bao gồm (hình 5.1).

- Nhóm bồn trũng phía Bắc: bồn trũng Cửa Châu Giang, bồn trũng Bạch Long Vĩ - Lôi Châu, bồn trũng Sông Hồng, bồn trũng Nam Hải Nam.
- Nhóm bồn trũng Miền Trung: bồn trũng Quảng Đà hay phần Nam bồn trũng Sông Hồng, các bồn trũng Hoàng Sa, bồn trũng Phú Khánh.
- Nhóm các bồn trũng phía Nam: bồn trũng Cửu Long, bồn trũng Nam Côn Sơn, các bồn trũng Trường sa, bồn trũng Malay-Thổ chu và các bồn trũng Tây Nam hay trong vịnh Thái Lan.

Phần lớn các bồn trũng Đệ tam nêu trên phân bố trên thềm lục địa Việt Nam và đều được thăm dò địa vật lý với các mạng lưới tuyến khác nhau. Trong số các bồn trũng này, bồn trũng Sông Hồng, bồn trũng Quảng Đà (Nam bồn trũng Sông Hồng), bồn trũng Cửu Long, bồn trũng Nam Côn Sơn và bồn trũng Malay - Thổ Chu đã tiến hành thăm dò dầu khí với khá nhiều giếng khoan xuyên qua các mặt cắt trầm tích Đệ tam. Trong phạm vi của chuyên khảo này sẽ đề cập một số bồn trũng đã có các công bố về phân tích bồn trũng và hệ thống trầm tích trong bồn trũng như: bồn trũng Sông Hồng trong đó phần phía nam có thể là nét chung cho cả bồn trũng Quảng Đà và Phú Khánh; bồn trũng Cửu Long và bồn trũng Nam Côn Sơn.



Hình 5.1. Các bồn trũng trầm tích Đệ tam thuộc Biển Đông Việt Nam

Bồn trũng Sông Hồng phát triển dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng từ Hà Nội kéo dài ra biển và phát triển vào tận thềm lục địa Trung Bộ. Bồn trũng bao gồm các cấu trúc Đệ tam khá sâu và kéo dài với phần ngoài khơi hơn 500 km bao trùm toàn bộ vịnh Bắc Bộ và phần Bắc của thềm lục địa Trung Bộ nghĩa là từ ngoài khơi Móng Cái tới thềm Quảng Đà. Hình thái mặt móng định ra cấu trúc đáy khi bắt đầu hình thành bồn trũng. Sự phân bố của các tập trầm tích trong bồn trũng là kết quả của hàng loạt các biến cố xảy ra trong Kainozoi và theo các tài liệu, có lẽ chủ yếu là từ Oligocen. Trong số này có nhiều biến cố khu vực liên quan với toàn bồn trũng và một số biến cố khác do các tác động địa phương. Vì thế các đặc trưng cấu trúc của bồn trũng không chỉ phản ánh 3 đới phát triển địa động lực khác nhau mà còn thể hiện 3 vùng cấu trúc - địa lý riêng biệt. Vùng Đông Bắc thuộc bắc và Đông Bắc các đới đứt gãy Vĩnh Ninh và đứt gãy Sông Lô với các hệ thống cấu trúc và đứt gãy phát triển chủ yếu theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Phần Trung tâm nằm kẹp giữa hai hệ thống đứt gãy Sông Lô ở phía Đông Bắc và hệ đứt gãy Sông Hồng - Sông Mã - Sông Cả ở phía Nam và Tây Nam với hướng cấu trúc bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam. Vùng thềm Thanh Nghệ thuộc rìa Tây Nam của trũng Trung tâm. Như vậy ranh giới Tây Nam của phần Trung tâm có thể là hệ đứt gãy Rào Nậy. Đới nâng Kỳ Anh kéo dài theo hướng Đông Nam ra biển tạo thành ranh giới ngăn cách giữa phần Trung tâm và Nam bồn trũng Sông Hồng. Tuy vậy, ranh giới này khá phức tạp và rất khó theo rõi. Vùng Nam còn gọi là phụ bồn trũng Huế và bồn trũng Quảng Đà với sự phát triển phức tạp của các hệ thống cấu trúc và đứt gãy trong đó hệ thống đứt gãy á kinh tuyến hay gần Bắc Nam có vai trò chủ đạo. Tương ứng với mỗi vùng cấu trúc này có các đơn vị địa tầng có nhiều đặc trưng khác nhau (bảng 5.2).

Hệ thống trầm tích trong bồn trũng liên quan với 3 phân cấu trúc có hệ thống trầm tích và các hệ tầng khác nhau. Phần Đông Bắc có đặc trưng giống như các trầm tích của bồn trũng Beibu Wan. Phần Trung tâm đặc trưng cho bồn trũng và tương tự với trũng Hà Nội. Phần Nam bồn trũng các đặc điểm địa tầng trầm tích khác hẳn với phần Trung tâm và thường tách thành bồn trũng Quảng Đà.

Cũng như bồn trũng Sông Hồng trên rìa Tây Bắc Biển Đông, bồn trũng Cửu Long được hình thành trong quá trình tách giãn và oằn võng chủ yếu trong Oligocen và Miocen liên quan chặt chẽ với Biển Đông Việt Nam. Tuy vậy bồn trũng Cửu Long có nhiều đặc trưng của kiểu tách giãn tích cực (active rift) trong khi đó bồn trũng Sông Hồng thuộc kiểu tách giãn thụ động (passive rift). Các thành tạo bồn trũng Cửu Long bao gồm phần móng chủ yếu là các phức hệ xâm nhập nông và phun trào núi lửa (pluton- volcanic) Mezozoi và phần lớp phủ trầm tích Kainozoi. Một số thành tạo trầm tích vụn thô và đá phun trào Andesite bị phong hoá phần dưới cùng của mặt cắt trầm tích đều xếp vào Kainozoi tuổi nghi vấn Trước - Oligocen (?). Nếu so sánh các thành tạo tương tự ở trên bờ và các đảo xung quanh nên để chúng có tuổi tương ứng với các xâm nhập cùng họ có thể thích hợp và phù hợp với quy luật của khu vực.

Bảng 5..2. Các phân vị địa tầng bồn trũng Sông Hồng và Nam Sông Hồng

(Phan Trung Điền, 2000)

Hệ tầng, các vùng					
Thang tuổi địa tầng quốc tế 2000			Phần Đông Bắc (Bồn trũng Beibu Wan)	Phần Trung tâm và trũng Hà Nội	Phần Nam (Bồn trũng Huế - Quảng Đà
Các thời kỳ trong Đệ tam		Tr.n.			
Pliocene		05.30	Biển Đông	Biển Đông	Biển Đông
Miocen	Muộn	11.00		Tiên Hưng	Quảng Ngãi
	Giữa	15.80		Phủ Cừ	Đà nẵng
	Sớm	23.50	Bạch Long Vĩ	Phong Châu	
Oligocen	Muộn	28.00		Thuỵ Anh	Sông Hương
	Sớm	33.70	Đồng Ho	Đình Cao	Huế
Eocen	Muộn				
	Giữa			Phù Tiên	
	Sớm	53.00		Trầm tích vụn thô màu đỏ kiểu molas trước tách giãn	
Paleocen		65.00			

Các thành tạo Kainozoi là phức hệ cấu trúc chính của bồn trũng. Trong số này ngoài các tập trầm tích lục nguyên là thành phần chủ yếu của các mặt cát, một số nơi còn có một số các thành tạo phun trào núi lửa basalt và các đá mạch diabase. Các tập hợp thành tạo này cùng với các cấu trúc phân bố của chúng đã phản ánh bồn trũng Đệ tam Cửu Long được hình thành trong điều kiện tách giãn tích cực.

Bồn trũng Cửu Long được hình thành do sự khống chế của hệ thống đứt gãy ĐB-TN. Hệ thống đứt gãy phân bồn trũng thành các trũng địa hào Đông Bắc, Trung tâm và Đông Bạch Hổ. Xen giữa các địa hào là đới nhô cao móng Rồng - Bạch Hổ - Rạng Đông và Ruby (địa luỹ Trung tâm). Hệ thống đứt gãy vĩ tuyến, á vĩ tuyến phân cắt các địa hào và địa luỹ thành nhiều khối nâng sụt xen kẽ nhau phức tạp. Quá trình lấp đầy bồn trũng Oligocen và Miocen có nhiều đặc điểm giống các bồn trũng khác trong khu vực Đông Nam Á với kiến trúc lớp - đôi. Phần dưới đóng vai trò của các tách giãn hẹp hay các địa hào và bán địa hào biểu thị sự căng giãn vỏ trong pha tách giãn. Phần trên hiện rõ sự sụt lún do oằn võng trong pha sau tách giãn (post rift). Tách giãn Oligocen và lấp đầy các cấu trúc địa hào được khống chế bởi các hệ thống đứt gãy thuận theo các hướng Đông Bắc - Tây Nam và Đông Tây. Giai đoạn oằn võng sau tách giãn Miocen do sự sụt lún nguội lạnh trong các trũng mở rộng. Cuối Miocen bồn trũng được sông Mêkông cung cấp nhiều vật liệu trầm tích và biển lùi dần đến đầu Pliocene. Do bồn trũng có cấu trúc như một lòng chảo hình bầu dục nên hệ thống các đơn vị trầm tích giữa các yếu tố cấu trúc trong bồn trũng không có các khác biệt đáng kể.

Bảng 5..3. Các phân vị địa tầng trầm tích của bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn (Phan Trung Điền 1992, 1995, 1999; Phan Trung Điền, Ngô Thường San và nnk. 2000).

Hệ tầng các vùng					
Thang tuổi địa tầng quốc tế 2000			Bồn trũng Cửu Long	Bồn trũng Nam Côn Sơn	
Các thời kỳ trong Đệ tam		Tr.n.		Phần Tây	Phần Đông
Pliocene					
Miocen	Muộn	05.20	Biển Đông	Biển Đông	Biển Đông
	Giữa		Đồng Nai	Nam Côn Sơn	Nam Côn Sơn
	Sớm	10.40	Côn Sơn	Thông	Măng Cầu
Oligocen	Muộn		Cửu Long		
	Sớm	16.30	Bạch Hổ	Dừa	Dừa
Eocen	Muộn		Trà Tân	Cau	Cau
	Giữa	23.30	Trà Cú		
	Sớm	29.30			
Palcocen		35.40			
		38.60	Cà Cối		
		50.00	Trầm tích vụn thô màu sặc sỡ kiểu molas trước tách giãn		
		56.50			
		65.00			

Bồn trũng Nam Côn Sơn gồm các cấu trúc phức tạp xen giữa bồn trũng Cửu Long và nhóm bồn trũng Trường Sa. Giới hạn phía Bắc của bồn trũng là đới nâng Phan Rang, phía Tây Bắc là đới nâng Côn Sơn, phía Tây và phía Nam là đới nâng Natuna. Ranh giới phía đông của bồn trũng tạm coi như dải nâng ngầm Tư Chính - Vũng Mây. Tuy vậy cho đến nay chưa có cơ sở xác minh và có thể bồn trũng còn tiếp tục phát triển xa hơn nữa về phía đông cùng với sự phát triển rộng rãi các thành tạo cacbonat Miocen. Cấu trúc của bồn trũng có thể phân thành nhiều đới có đặc điểm khác nhau.

- *Đới phân dị Tây* được định bởi ranh giới phía đông là đứt gãy Đồng Nai có phương á kinh tuyến. Trên phạm vi đới bề mặt móng ở đây có xu thế nghiêng dần về phía đông từ 1 đến 4km. Sụt nghiêng và có xu thế sâu dần về phía đông là điểm nổi bật của đới, điều này có thể do kết quả hoạt động của các đứt gãy trong đó chủ yếu là các đứt gãy Hậu Giang và Đồng Nai. Các đứt gãy á kinh tuyến đã khống chế hướng cấu trúc chính của đới phân dị Tây. Lớp phủ Kainozoi ở đây đạt tới 5000m tại những trũng kề áp các đứt gãy Hậu Giang, nơi mà có thể gặp đầy đủ các phân vị địa tầng của mặt cắt trầm tích Kainozoi. Nhưng trên đỉnh của các dải nâng thuộc cánh đông của đứt gãy Hậu Giang có thể vắng mặt các thành tạo Oligocen.

- *Đới phân dị phía Bắc* kề với đới nâng Côn Sơn ở phía Bắc và Tây Bắc được định bởi đứt gãy Đồng Nai, còn phía Đông và Đông Nam là các đứt gãy phát triển dọc theo rìa các trũng sâu. Ranh giới phía nam có thể lấy đường đẳng sâu 4000 - 4500m. Đặc trưng cấu trúc của đới chịu sự khống chế của các đứt gẫy rìa có hướng gần như Đông Bắc - Tây Nam và có sự sụt bậc dần theo xu thế từ Tây Bắc xuống Đông Nam.

- *Đới nâng Dừa* tiếp cận với gờ nâng Natuna nằm ở phần nam của bồn trũng. Trong phạm vi đới chủ yếu phát triển các đứt gãy phương á kinh tuyến và á vĩ tuyến. Các đứt gãy này có biên độ thẳng đứng từ vài trăm mét đến 1 - 2 km.

- *Các đới trũng* của bồn trũng Nam Côn Sơn phân bố chủ yếu trong Trung tâm bồn trũng, trong đó phần lớn là các địa hào và bán địa hào chịu sự khống chế của các đứt gãy và do sự sụt lún sâu của các khối móng. Ranh giới ngăn cách giữa các trũng thường là các khối nhô cao móng hay các địa luỹ bên trong bồn trũng. Tính đa dạng của các trũng này phản ánh sự phức tạp của quá trình tách giãn hình thành bồn trũng Nam Côn Sơn. Hình thái và kích thước của chúng phụ thuộc vào vị trí so với trục tách giãn chính hình thành bồn trũng. Phần mặt cắt trầm tích Kainozoi lấp đầy bồn trũng đã được khoan phát hiện là các thành tạo Oligocen, được xếp vào hệ tầng Cau. Chúng là các tập đồng tách giãn kề gối trên mặt móng lấp đầy trong các địa hào và bán địa hào có phần trên bị cắt cụt bởi mặt bất chỉnh hợp gần đỉnh Oligocen. Kề gối trên mặt bất chỉnh hợp này là các trầm tích hệ tầng Dừa. Trầm tích hệ tầng Dừa kề gối trên mặt bất chỉnh hợp và bị cắt cụt bởi mặt bất chỉnh hợp gần đỉnh Miocen dưới do pha sụt lún kế tiếp ngay sau tách giãn. Các hệ tầng Thông - Mãng Cầu và Nam Côn Sơn thuộc các thành tạo sau tách giãn. Các thành tạo này đặc trưng cho sự phát triển riêng của bồn trũng Nam Côn Sơn. Còn các thành tạo thềm Pliocene có chung đặc điểm trên toàn thềm lục địa và có tên chung là hệ tầng Biển Đông.

Như vậy hệ thống phân loại các thành tạo trầm tích Đệ tam thuộc Biển Đông bao gồm các phức tập sau đây:

- Các tập trầm tích Paleogen trước tách giãn (pre - rift) gồm vụn thô lục địa dạng molas với ranh giới dưới kế thừa các trầm tích cuối Mezozoi trong các trũng trước núi. Ranh giới trên của chúng kết thúc pha tạo núi Yến Sơn hay Fanxipan. Các

thành tạo này có thể tương ứng với các thành tạo vụn lục nguyên màu đỏ, màu sặc sỡ và vụn thô núi lửa axit và axit - kiềm Creta - Paleogen phân bố ở Tây Bắc và Nam Trung Bộ.

- Các phức tập trầm tích đông tách giãn (syn - rift) Oligocen chủ yếu là các trầm tích lục nguyên và lục nguyên có than nâu đầm hồ phân bố trong các địa hào và bán địa hào, thường là các trũng sâu của các bồn trũng Đệ tam. Ranh giới dưới của chúng có thể từ cuối Eocen đến đầu Oligocen, nhưng chủ yếu gần giữa Oligocen (khoảng 32 triệu năm) tương ứng với giai đoạn đầu của chu kỳ Hymalaya và đó là mặt bất chỉnh hợp đáy của các địa hào và bán địa hào trên khắp Biển Đông. Ranh giới trên là mặt bất chỉnh hợp gần đáy Miocen dưới, có nơi gần đỉnh Oligocen trên (khoảng 17 - 24 triệu năm) nối các đỉnh của các địa luỹ hay các khối nhô cao móng các bồn trũng Đệ tam. Các thành tạo này có thể tương ứng với pha tách giãn chủ yếu của Biển Đông với các thành tạo basalt đại dương (24 - 32 triệu năm) hay các dị thường từ (17 - 32 triệu năm) phân bố phổ biến ở đáy Biển Đông.

- Các phức tập trầm tích sau tách giãn (post - rift) với thành phần và tướng trầm tích đa dạng phân bố trải rộng trong phạm vi khắp mỗi bồn trũng Đệ tam riêng biệt. Ranh giới trên là mặt bất chỉnh hợp khu vực gần cuối Miocen muộn (khoảng 5 - 7 triệu năm) do các hoạt động núi lửa andesit -bazan -kiềm và nghịch đảo địa phương kiểu Tây Thái Bình Dương.

Các tập trầm tích nền bình ổn Pliocene kế gối lên và kế đè xuống mặt bất chỉnh hợp khu vực gần cuối Miocen và phân bố trải rộng đều khắp cả thềm lục địa liên kết toàn bộ các bồn trũng Đệ tam của Biển Đông. Chúng hầu như chuyển tiếp liên tục lên các trầm tích ĐệTứ ở phía trên. Nhìn chung chúng là một phức tập trầm tích đồng nhất từ Pliocene đến Đệ tứ và hiện tại.

II. ĐỊA TẦNG CÁC BỒN TRŨNG ĐỆ TAM

Trầm tích Đệ Tam đã được phát hiện và nghiên cứu chủ yếu trong các bồn trũng Sông Hồng (Bắc và Nam bồn trũng), Cửu Long, Nam Côn Sơn và Ma lay - Thổ chu...

1. Bắc bồn trũng Sông Hồng (Trũng Hà Nội và Vịnh Bắc Bộ)

Bồn trũng Sông Hồng (Hình 5.2) được chia thành 2 phần là Bắc và Nam bồn trũng. Các trầm tích Đệ tam thuộc bồn trũng Sông Hồng phủ bất chỉnh hợp lên trên các đá cổ có tuổi khác nhau như đá phiến kết tinh Proterozoi (Nam Định, Gia Lâm), đá vôi Cacbon - Permi (Hải Dương, Thái Thụy), phun trào Trias (Phủ Cừ) và các đá vôi Paleozoi (Huế - Quảng Đà).

Trầm tích Đệ tam ở đây được nghiên cứu chi tiết, đặc biệt là vùng trũng Hà Nội. Các đơn vị địa tầng bồn trũng Sông Hồng (hình5.3) được mô tả từ dưới lên như sau:

a. Hệ Paleogen ? - Thống Eocen ? Hệ tầng Phù Tiên (E_2? Pt)

Các trầm tích hệ tầng Phù Tiên lần đầu tiên được phát hiện tại giếng khoan104 thuộc huyện Phù Tiên, tỉnh Hải Hưng, từ độ sâu 3544m - 3930m, sau đó mặt cắt của chúng được bổ sung thêm ở giếng khoan 203 Thái Thụy chúng có chiều dày quan sát được từ 300m - 400m (theo giếng khoan). Các trầm tích này phủ chờm lên tầng sét phong hoá của rhyolite (giống riolit Trias Tam Đảo). Chúng gồm các lớp dày (10 - 20m) vụn thô biến tính: cuội kết, cát sạn kết và cát kết hỗn tạp dạng quarzite màu đỏ tím gan gà thỉnh thoảng có xen các thấu kính mỏng phiến sét sericit màu tím đỏ, đôi khi đốm tím lục theo cấu trúc nhịp aluvi. Phần cơ sở của mỗi nhịp thường là lớp dày cuội kết hỗn tạp, cát kết dạng quartzit, arkoze, grawacke.

Thành phần hạt cuội gồm chủ yếu là đá rhyolite, quarzite, cát kết và đá fenzit có kích thước chủ yếu 10 - 20cm. Các lớp và thấu kính mỏng (2 - 5 cm) phiến sét, sét bột màu đỏ tím, đỏ gạch, tím lục thường là phần kết thúc (đỉnh hay nóc) mỗi nhịp aluvi. Các đá phiến sét này thường bị nén ép mạnh có nhiều mạch thạch anh và mặt trượt láng bóng khá giống các tầng màu đỏ tuổi Mezozoi muộn.

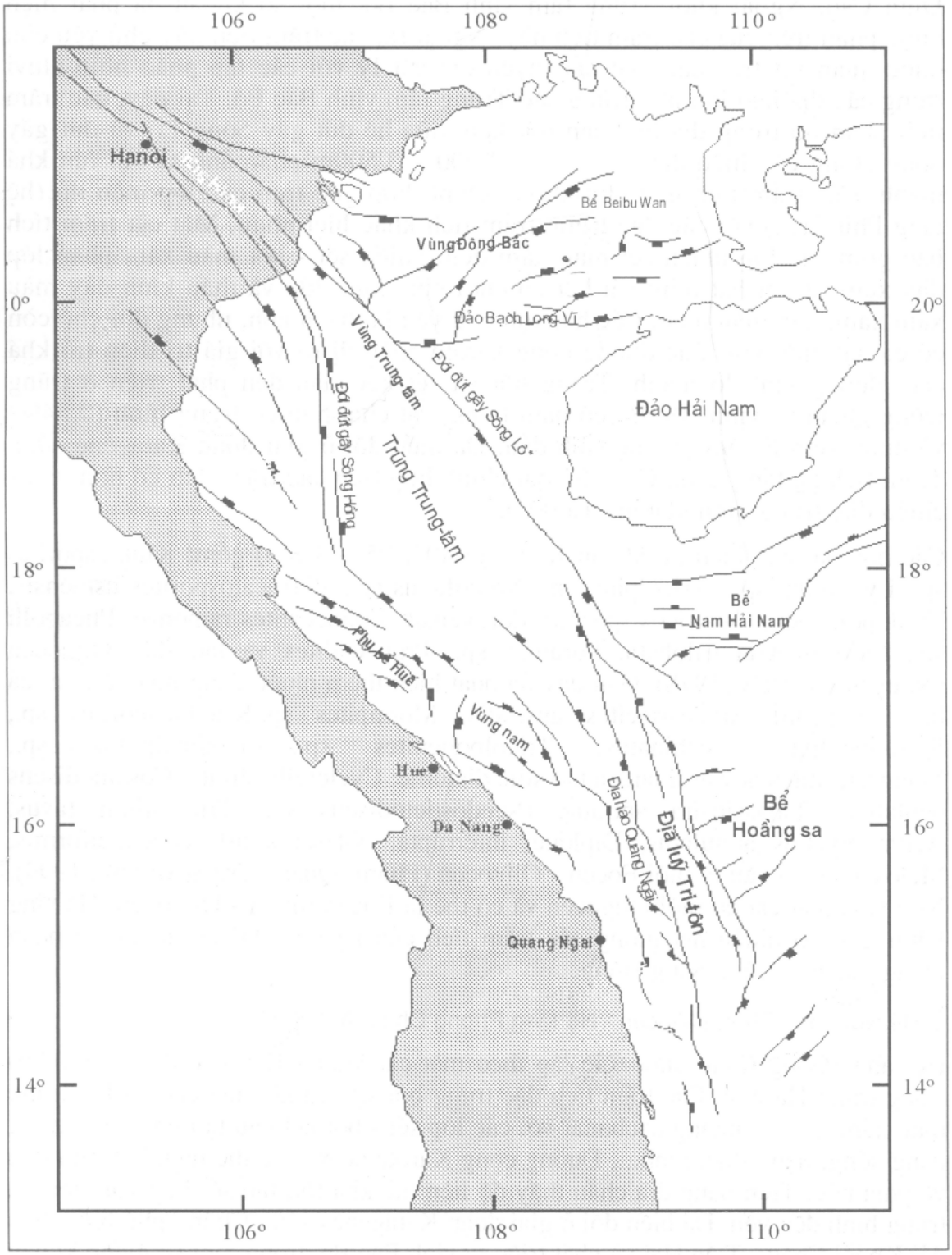
Đá có điện trở suất cao và mật độ lớn (2.7 -2.8g/cm^3), thường bị uốn nếp, vò nhàu, xerixit hoá đá biến đổi ở giai đoạn Katagene. Các trầm tích này phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích cổ hơn.

Trong chúng đã gặp các Sporomorph:*Araucarya, Klukisporites, Cicatricosporites, Trudopollenites, Tricolporopollenites, Elphedripites....* là những dạng phát triển trong thời kỳ từ Creta - Paleogen. Tuy nhiên do đặc điểm mặt cắt trầm tích và vị trí nằm dưới các trầm tích Oligocen (hệ tầng Đình Cao) nên chúng được xếp thành tạo vào thời kỳ Eocen? trong môi trường trầm tích: Đầm hồ - Alluvian. Gần đây trong nhiều văn liệu lưu trữ và công bố của dầu khí, hệ tầng Phù Tiên đã được điều chỉnh về khối lượng, bao gồm thêm những 5 phần chứa bào tử phấn hoa tuổi Eoxen ở trũng Hà Nội (Phạm Quang Trung và nnk. 1997).

Theo các đặc trưng trầm tích học có lẽ hệ tầng Phù Tiên có tuổi Creta - Eocen thuộc vào phần cấu trúc móng của bồn trũng phù hợp với quy luật phát triển địa chất hơn vì các trầm tích này bị biến đổi mạnh và rất giống các trầm tích molas màu đỏ có tuổi Creta - Paleogen trong các cấu trúc trước núi vùng Tây Bắc và An Châu (Phan Trung Điền, 1989, 1993). Nếu vậy thì các trầm tích hệ tầng Phù Tiên chỉ được phát hiện trong duy nhất một giếng khoan. Thành phần và đặc trưng trầm tích của chúng hoàn toàn giống các trầm tích màu đỏ Creta phân bố trên các rìa của trũng Hà Nội. Mặc dù trong trầm tích chứa ít các bào tử phấn cho tuổi nghi vấn Eocen (?).

b. Hệ Paleogen - Thống Oligocen - Hệ tầng Đình Cao (E_3 Đc)

Phần Trung tâm bồn trũng Hà Nội, các trầm tích Eocen muộn - Oligocen được phát hiện điển hình tại khoan K.104 (3.400 – 3.544,0m) trên cấu tạo Phủ Cừ



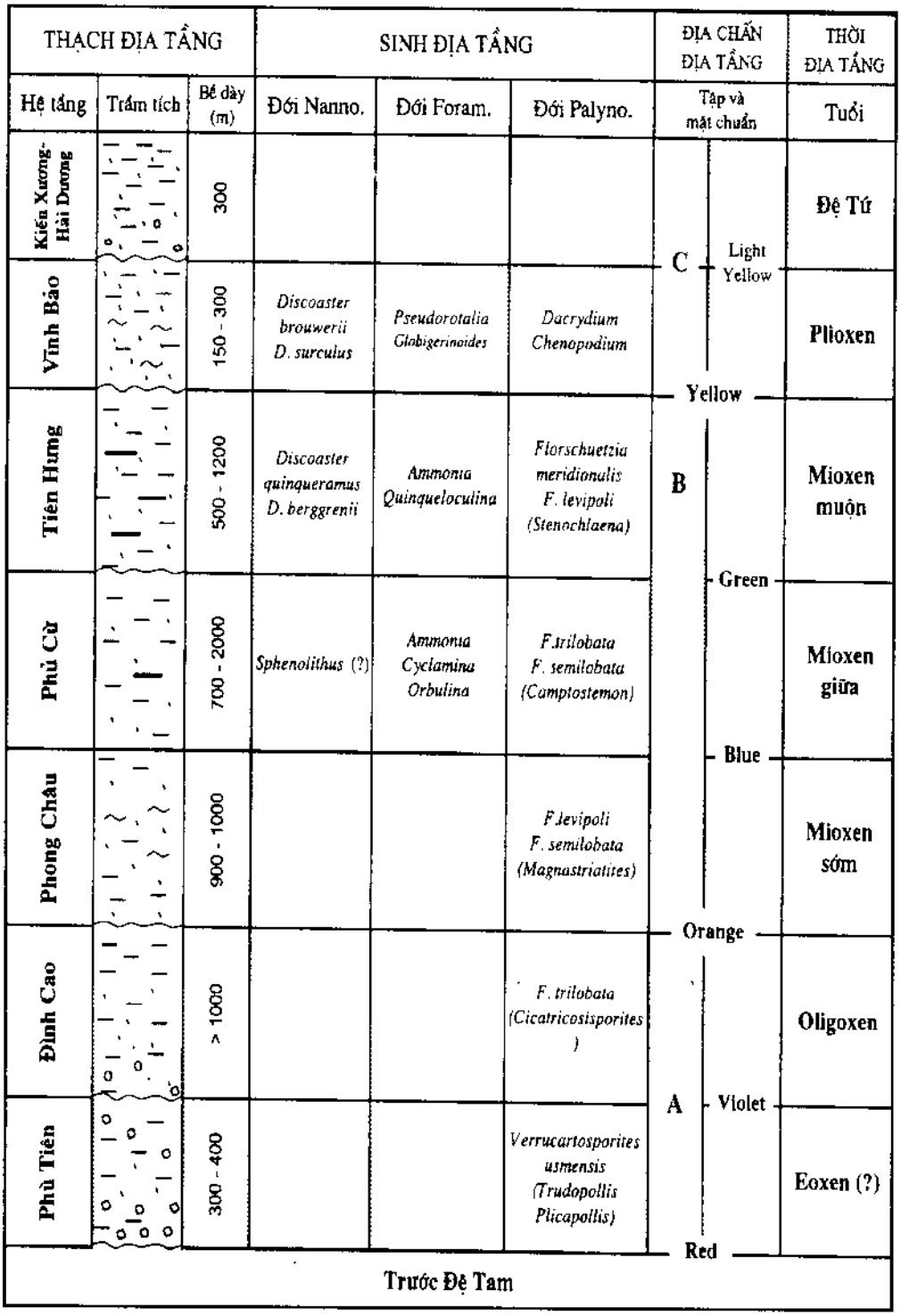
Hình 5.2. Bồn trũng Sông Hồng và các thành hệ cấu trúc chính

trong đới nâng vòm Khoái Châu - Tiền Hải và được xác lập thành hệ tầng Đình Cao. Ngoài khơi Trung tâm vịnh Bắc Bộ, một số khoan đã phát hiện được phần trên của các trầm tích này. Ngoài ra, các trầm tích này chủ yếu còn được quan sát trên các mặt cắt tuyến địa vật lý với các tập phân nhịp aluvi trong các địa hào lớn như trũng sâu Trung tâm vịnh Bắc Bộ. Tại đây, các trầm tích phân bố trong địa hào cân đối kẹp giữa hệ đứt gãy Sông Lô và đứt gãy Sông Hồng có chiều dày rất lớn tới 3.000 – 3.500m phản ánh sự sụt lún khá mạnh. Các trầm tích này phủ không chỉnh hợp góc trên các tập màu đỏ (hệ tầng Phù Tiên) với các đặc trưng trầm tích khác biệt nhau. Mặt cắt trầm tích bao gồm các lớp phiến sét màu xám đen, phiến sét - bột màu xám phân lớp dày xen cát kết hạt mịn, cát kết có cuội nhỏ dạng lớp và thấu kính dày màu xám xẫm, xám nâu nhạt. Các hạt vụn chủ yếu là thạch anh, nhưng đôi chỗ còn có cả hạt cuội vôi. Các đường cong karota phân dị rõ với giá trị điện trở khá cao, đường kính lở mạnh. Trong bột và sét kết màu đen phát triển ở trũng Đông Quan và vịnh Bắc Bộ có hàm lượng vật chất hữu cơ trung bình (0,54%) và được xem là tầng đá mẹ sinh dầu. Đá biến đổi ở giai đoạn Katagene sớm. Trầm tích hệ tầng Đình Cao phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích cổ hơn và có chiều dày trung bình khoảng 1.000m.

Các hoá đá phát hiện tại khoan K.104 (3.407, 95 – 3.544) gồm: Klukiosporites sp., Lygodium sp., Tricolpites sp., Nothofagus sp., Verrucatosporites usmensis; Trudopollis sp., Cicatricosisporites dorogensis, Zonocostites ramonae, Plicapollí sp., Florschuetzia trilobata, Foramea sp., Proteacidites và tảo tuổi Oligocen (Nguyễn Địch Dỹ, 1978). Gần đây đã phát hiện thêm nhiều dạng hoá đá gồm cả bào tử phấn: Araucariacites australis, Momipites sp.,Kludkiosporites sp., Spizonocolpitess echinatus, Tricolpollenites sp., Gothanipollis sp., Magnastriatites howardi lẫn cả tảo silic diatome: Cyclotella striata, Coscinodiscus oculatus, Thalassiosira antiqua, Pseudostictodiscus sp., Triceratium favus, Actynoptychus annulatus, Diplonei interrupta, Nitzschia aff. coceoneiformis, Melosia sp. có yếu tố tuổi Eocen - Oligocen (Phạm Quang Trung và nnk. 1999). Như vậy, mặt cắt có tuổi Oligocen và có thể là Eocen muộn - Oligocen. Hệ tầng Đình Cao có nhiều nét giống các trầm tích của hệ tầng Đồng Ho thuộc phần Đông Bắc bồn trũng Sông Hồng.

c. Hệ Neogen - Thống Miocen - Hệ tầng Phong Châu (N_1^1Ph.ch)

Hệ tầng Phong Châu được xác lập theo mặt cắt khoan K.100 (1820 – 3200m) trong trũng Hà Nội. Các trầm tích đặc trưng bởi sự xen kẽ giữa cát kết hạt trung màu xám trắng, ximăng cacbonat với các lớp sét - bột kết cấu tạo phân lớp mỏng dạng sóng, dạng thấu kính.... Đường cong Karota có xu thế thể hiện hạt mịn dần về phía nóc. Trên băng địa chấn thấy độ liên tục khá tốt, tần số thấp với biên độ trung bình đến yếu. Đá biến đổi ở giai đoạn Katagenes sớm. Chúng phổ biến theo dải Khoái Châu - Tiền Hải và phát triển ra vịnh Bắc Bộ, trong một số giếng khoan như K.110; K.104; 103-TH-1X; 103-TG-1X và các mặt cắt địa chấn với nhạm tướng mịn và thể hiện tính biển rõ hơn.



Hình 5.3. Các phân vị địa tầng Bắc bồn trũng Sông Hồng
(Trũng Hà Nội và Vịnh Bắc Bộ)

Trầm tích hệ tầng Phong Châu phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích hệ tầng Đình Cao hoặc các trầm tích cổ hơn và có chiều dầy quan sát được tại các giếng khoan thay đổi từ 900m - 1000m.

Trong đá của hệ tầng này đã phát hiện thấy các Bào tử phấn hoa có ý nghĩa định tầng như sau: *Alnipollenites, Pteris, Tsuga, Magnastriatites, Florschuetzia levipoli, Florschuetzia semilobata*..... xác định chúng được thành tạo trong thời kỳ Miocen sớm và sự có mặt của thực vật ngập mặn như *Florschuetzia levipoli; Acrostichum*, khoáng vật glauconit đặc trưng cho môi trường được thành tạo trong điều kiện đồng bằng châu thổ liên quan đến biển nông ven bờ.

d. Hệ Neogen - Thống Miocen - Hệ tầng Phủ Cừ ($N_1^2 Pc$)

Các đá của hệ tầng Phủ Cừ phân bố rộng khắp trong đồng bằng Sông Hồng và phát triển ra vịnh Bắc Bộ.

Hệ tầng Phủ Cừ được thiết lập lần đầu tiên ở giếng khoan K.2, độ sâu 955 – 1.180,0m (thị trấn Phủ Cừ). Thành phần trầm tích đặc trưng của mặt cắt bao gồm các tập cát kết dày xen kẽ với các lớp mỏng bột kết, sét kết và phần trên có các lớp mỏng than nâu và sét, than. Cấu trúc mặt cắt theo nhịp Aluvi và chia thành 3 phần tương ứng với 3 phụ tầng Phủ Cừ dưới, giữa và trên. Mỗi phụ tầng được đặc trưng bởi một nhịp Aluvi trong đó phần cơ sở là các lớp dày cát kết hạt vừa màu xám sáng, phần trên là các lớp mỏng sét bột kết, sét than và than. Phụ tầng dưới cát kết là chủ yếu và hầu như không có than. Các trầm tích mịn tăng lên trong phụ tầng giữa và xen trong các lớp sét có các vỉa sét than. Phụ tầng trên có sự cân bằng về độ dày giữa các tập trầm tích mịn và cát kết cùng với vỉa than tăng dần. Độ dày trầm tích có thể đạt tới hàng nghìn mét như 1.104,0m (K.100), 1.758,0m (K.101), 2.158,0m (K.102), 738,0m (K.104), 1010,0m (K.200), 322,0m (103-TH-1X), 700,0m (103-TG-1X), 1.790,0m (102-CQ-1X) và 175,0m (107-PA-1X). Các mặt cắt địa chấn thể hiện độ phân giải rõ đặc biệt là các tập trầm tích sét và sét than.

Đặc điểm trầm tích của chúng được đặc trưng bởi tính chu kỳ rõ rệt, bao gồm các lớp cát kết, cát bột kết phân lớp mỏng, bột kết, cát kết và đôi khi gặp các vỉa than. Nhiều nơi trong cát kết phát hiện thấy glauconit và các hoá đá Foraminifera. Đá biến đổi ở giai đoạn Diagenes, đường cong Karota phân dị tốt, điện trở giảm dần từ dưới lên trên. Trên băng địa chấn thấy độ liên tục từ trung bình đến tốt, tần số và biên độ trung bình.

Trong đá sét có tổng hàm lượng vật chất hữu cơ 0,86% đạt tiêu chuẩn của tầng đá mẹ sinh dầu. Đồng thời cũng chính trong tầng này đã phát hiện những lớp đá chứa có độ rỗng từ 14-16% và độ thấm vài chục mD. Thực tế trong hệ tầng đã phát hiện những vỉa dầu condensat (mỏ Tiền Hải C).

Trầm tích của hệ tầng Phủ Cừ được phát triển chuyển tiếp từ hệ tầng Phong Châu lên. Chúng có chiều dầy thay đổi từ 700m – 2.000m.

Các hoá đá đa dạng, có nơi là thực vật và bào tử phấn nước lợ và nước ngọt: *Florschuetzia semilobata; F. meridionalis. Graminophyllum; Phragmites; Arundo, Artocarpus, Carpinus, Lauracea, Florschuetzia levipoli* (K104; K100; K.110); có nơi lại chứa hoá đá Trùng Lỗ (Foraminifera) có cả loại trôi nổi: *Globorotalia mayeri; Globigerinoides subquadratus; Orbulina universa* (102-CQ-1X; 103-TH-1X, 103-TG-1X) lẫn các dạng bám đáy: *Eponides; Ammonia tochigiensis, Elphidium.... Ammonia; Textularia v.v..* và tảo Nannoplakton: *Discoaster hamatus; D. exilis...* các hoá đá động vật khác: *Balanus, Mollusca: Corbicular, Arca.* Các hoá đá này xác định tuổi Miocen giữa.

Đây là các trầm tích Tam giác châu điển hình, có sự thay đổi từ châu thổ plain đến châu thổ front theo hướng phát triển dần ra biển.

e. Hệ Neogen - Thống Miocen - Hệ tầng Tiên Hưng (N_1^3 Th)

Hệ tầng Tiên Hưng được thiết lập lần đầu tiên tại lỗ khoan K.4 - 235 – 1.010m (huyện Tiên Hưng). Các trầm tích của hệ tầng Tiên Hưng bao gồm các lớp dày cát kết hạt thô và cát sạn kết xen kẽ với các lớp mỏng bột sét kết, sét than. Độ gắn kết của chúng không đồng đều, có chỗ rất rắn chắc khi bị xi măng cacbonat hoá, có nơi gắn kết yếu do xi măng sét, có chỗ còn bở rời. Các trầm tích thường tạo thành nhịp aluvi và càng lên trên các lớp hạt mịn càng mỏng. Phụ tầng Tiên Hưng dưới các trầm tích cát kết ưu thế hơn các trầm tích sét bột kết và sét than. Phụ tầng giữa hầu như không có sét than và các lớp bột sét kết rất mỏng. Phụ tầng trên hầu như chỉ gồm cát hạt thô và cát bột xen kẽ nhau với độ gắn kết yếu có chỗ bở rời. Trên đỉnh các cấu tạo nâng vòm địa phương thuộc đới kề áp đứt gãy Sông Lô, các phụ tầng trên thường bị bào mòn có khi không có cả phụ tầng giữa và dưới. Các trầm tích phân bố rộng rãi trong bồn trũng đặc biệt là phần Trung tâm nhưng phân bố không đều có những khu vực vắng hẳn phụ tầng trên đặc biệt là đới Khoái Châu Tiền Hải và các cấu tạo dương. Theo tài liệu Địa vật lý, đường cong PS có điện trở thấp, còn đường gama phân dị kém; trên mặt cắt địa chấn có độ liên tục trung bình, tần số và biên độ trung bình.

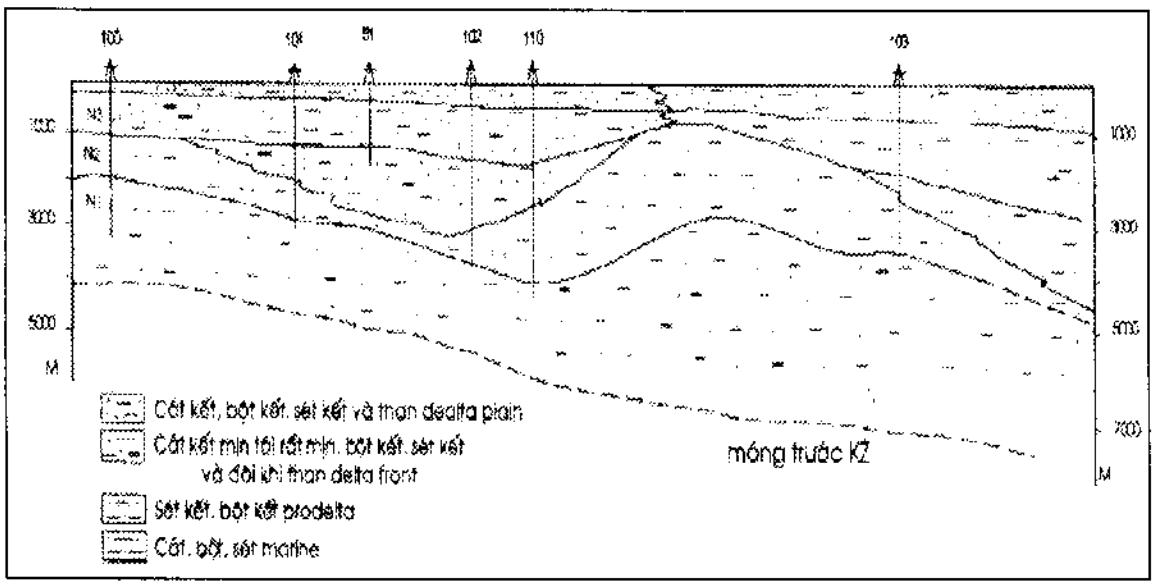
Trong hệ tầng này có những lớp cát kết độ rỗng 14-16% và độ thấm hàng trăm mD, là những lớp có khả năng chứa dầu khí tốt. Chúng được phân bố trong toàn châu thổ Sông Hồng và vịnh Bắc Bộ.

Các đá của hệ tầng này phủ bất chỉnh hợp trên hệ tầng Phủ Cừ và có chiều dày thay đổi từ 500m – 1200m (theo giếng khoan).

- Đặc trưng cổ địa lý của thời kỳ Miocen muộn là có nhiều khối nâng vòm địa phương do các pha nghịch đảo kiến tạo từ cuối Miocen giữa và chủ yếu trong Miocen muộn. Trên đỉnh của các cấu tạo vòm này thường vắng mặt các phần trên của các trầm tích Miocen muộn (phụ hệ tầng Tiên Hưng trên). Do đó, độ dày trầm tích của hệ tầng thay đổi; 775m (K.4), 1100m (103-TH-1X), 770m (TG-1X), 126m (107-PA-1X), 714m (102-HD-1X) 390m (102-CQ-1X), 378m (K.106), 1144m (K.203), 966m (K.81), 564m (K.101), 416m (K.65), 452m

(K.100), 426m (K.102), 310m (K.103), 562m (K.104), 1120m (K.200), 445m (K.3). Phần lớn các giếng khoan trong đất liền phát hiện được bào tử phấn ngập mặn: *Florschuetzia trilobata; F. meridionalis; Rhizophora.* và các giếng khoan ngoài khơi (103-TG-1X, 103-TH-1X, 102-HD-1X, 102-CQ-1X phát hiện nhiều Trùng lỗ (Foraminifera): *Globorotalia acostaensis; Globigerinoides obliquus; G. ruber; G.immaturus.* Các hoá đá biểu thị tuổi Miocen muộn. Tuy nhiên, hệ tầng Tiên Hưng có thể sớm hơn bắt đầu vào gần sát cuối Miocen giữa.

- Môi trường trầm tích: Châu thổ điển hình ở khu vực ven biển ra ngoài khơi vịnh Bắc Bộ có phát triển pha biển liên quan đến trước châu thổ



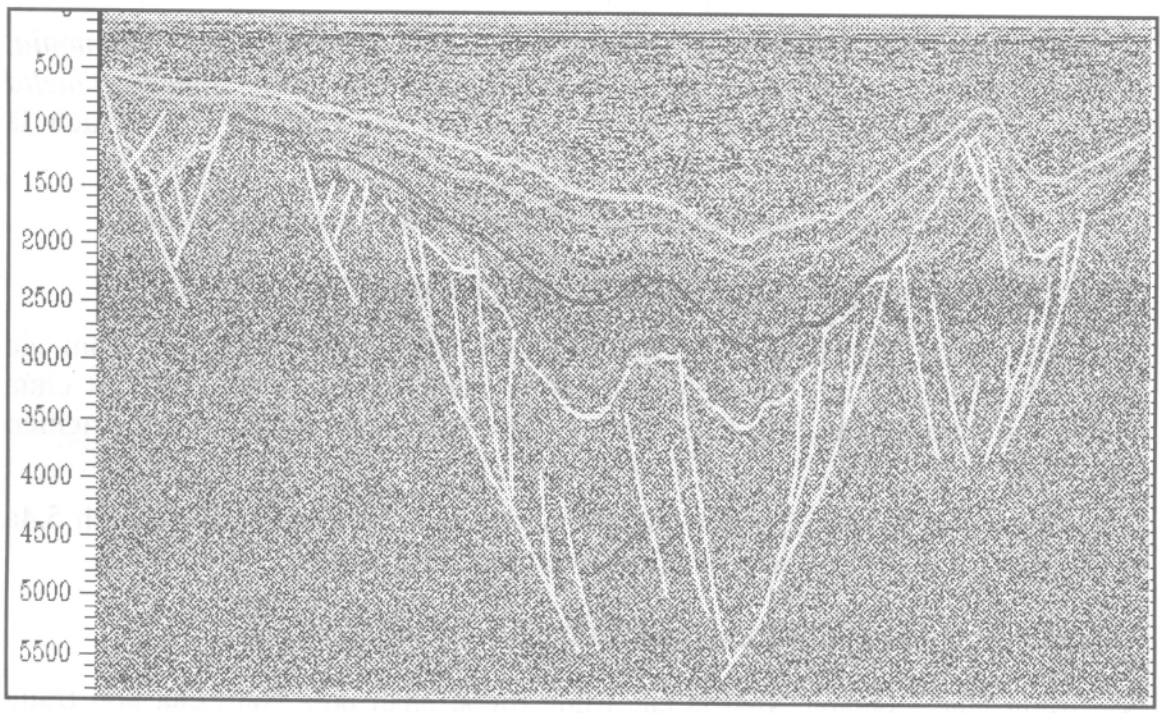
Hình 5.4a. Mặt cắt địa chất Bắc bồn trũng Sông Hồng

(Trũng Hà Nội-Vịnh Bắc Bộ)

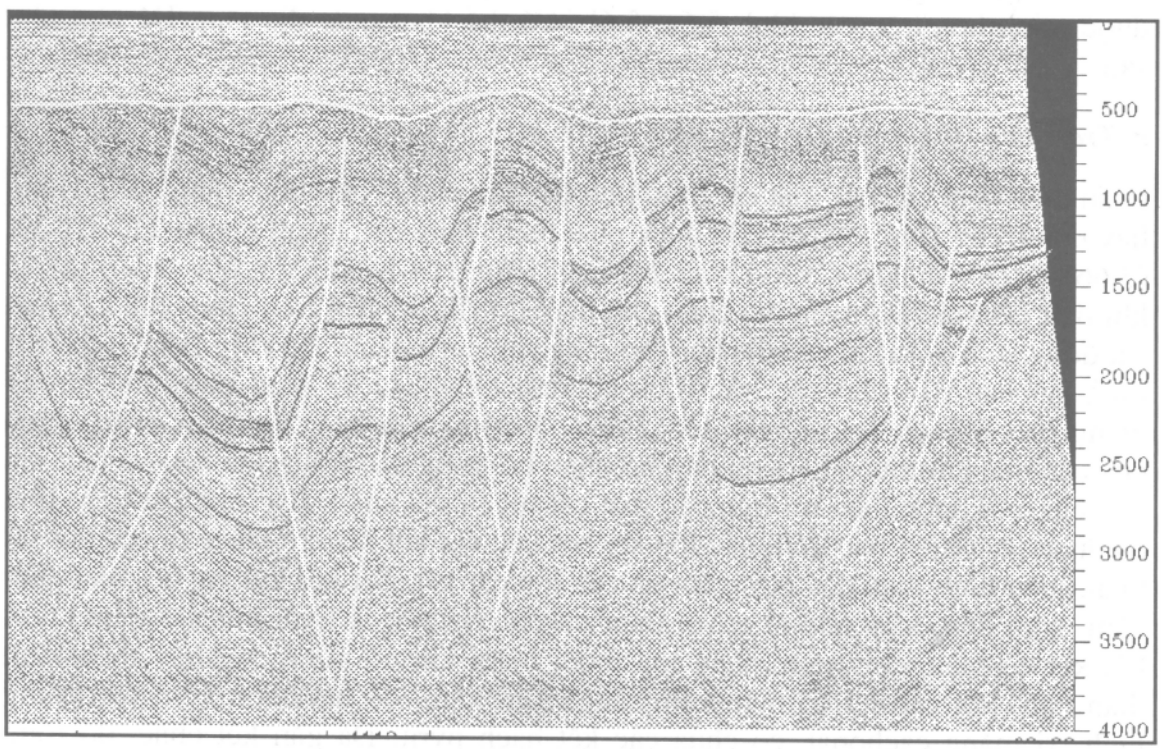
g. Hệ Neogen - Thống Pliocen - Hệ tầng Vĩnh Bảo (N_2Vb)

Tại giếng khoan 3 (Vĩnh Bảo, Hải Phòng), lần đầu tiên phát hiện trầm tích của hệ tầng, sau đó thấy rộng khắp đồng bằng Sông Hồng và ngoài khơi vịnh Bắc Bộ. Đặc điểm trầm tích bao gồm cát, bột màu xám phớt xanh, bở rời, chứa nhiều hoá đá động vật biển. Trên mặt cắt địa chấn có độ liên tục từ trung bình đến tốt, đặc biệt ra biển có hiện tượng phát triển sườn. Nhìn chung sóng có biên độ từ trung bình đến cao.

Trầm tích hệ tầng Vĩnh Bảo phủ bất chỉnh hợp trên trầm tích hệ tầng Tiên Hưng và các trầm tích cổ hơn, chiều dầy của chúng thay đổi từ 150m - 300m và đến 2000m ở trung tâm Vịnh Bắc Bộ.



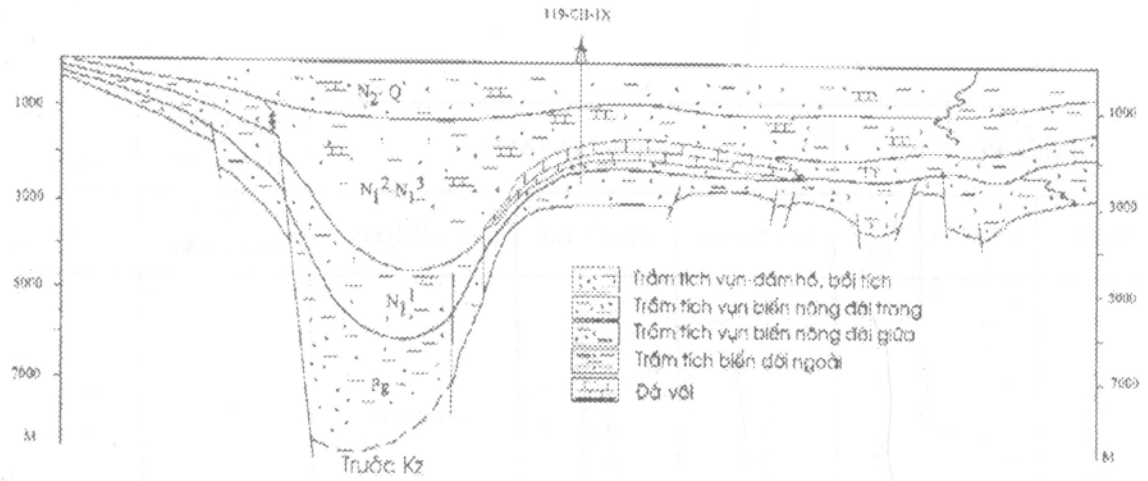
Hình 5.4b. Mặt cắt tuyến (TN-ĐB) qua trung tâm bồn trũng Sông Hồng.



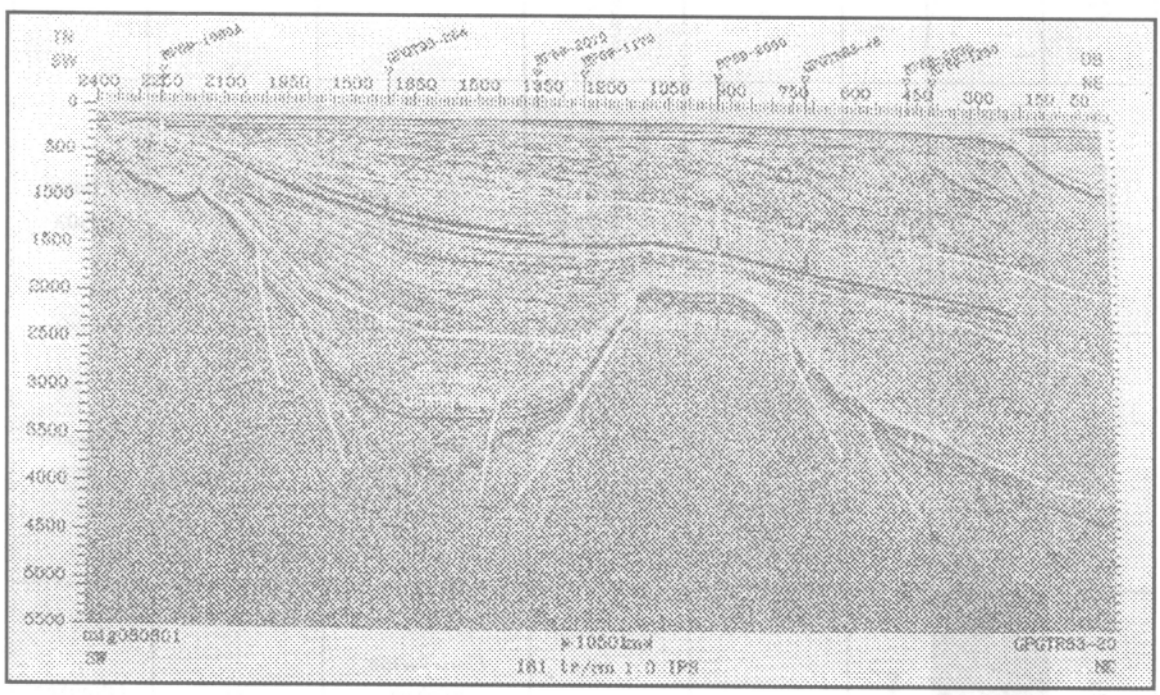
Hình 5.4c. Mặt cắt tuyến Tây Nam - Đông Bắc ngoài khơi Thái Bình bồn trũng Sông Hồng

THẠCH ĐỊA TẦNG			SINH ĐỊA TẦNG			ĐỊA CHẤN ĐỊA TẦNG	THỜI ĐỊA TẦNG
Hệ tầng	Trầm tích	Bề dày (m)	Đới Nanno.	Đới Foram.	Đới Palyno.	Tập và mặt chuẩn	Tuổi
Biển Đông		600 - 1200	*Discoaster surculus* *Discoaster brouweri*	*Pseudorotalia* *Sphaeroidinella dehiscens*	*Dacrydium*	T4	Đệ Tứ - Pliocen
Quảng Ngãi		300 - 1000	*D. quinqueramus*	*Globorotalia acostaensis* *Gtalia tumida*	*Florschuetzia meridionalis*	T3	Miocen muộn
Tri Tôn		400 - 1000	*D. hamatus*	*Globorotalia mayeri* *Gjohsi* *Orbulina universa* *Miogypsina*	*Florschuetzia semilobata*		Miocen giữa
Sông Hồng		400 - 800	*Discoaster druggi*	*Gdes. trilobus*	*Florshuetzia levipoli* *Magnastriatites*	T2	Miocen sớm
Bạch Trĩ		100 - 300			*Florschuetzia trilobata* *Cicatricosisporites*	T1	Oligocen
Trước Đệ Tam							

Hình 5.5. Các phân vị địa tầng bồn trũng Nam Sông Hồng



Hình 5.6a. Mặt cắt địa chất Nam bồn trũng Sông Hồng (Huế - Quãng Ngãi)



Hình 5.6b. Mặt cắt địa chấn qua địa hào Quảng Ngãi và Tri Tôn

(Nam bồn trũng Sông Hồng)

Chúng đặc trưng cho thực vật đầm hồ ngập mặn. Sự phong phú của bào tử *Magnastriatites* chứng tỏ ảnh hưởng mạnh của dòng chảy. Bề dày của hệ tầng thay đổi trong khoảng 100-3.000m. Khi liên kết khoan với các tuyến địa chấn cho thấy hệ tầng Bạch Trĩ chỉ là phần trên của các tập trầm tích đồng tách giãn. Rìa các cấu tạo vòm do các khối nhô cao móng chỉ có phần trên của các tập trầm tích mở rộng về các cánh của các địa hào và bán địa hào ở đó chúng được phát hiện. Do vậy tuổi Oligocen chỉ tiêu biểu cho phần trên của các trầm tích mà thôi; còn phần dưới có thể vẫn có các trầm tích Eocen (?) là phần thấp nhất trong các mặt cắt trầm tích thuộc pha tách giãn chính hình thành các bồn trũng Đệ tam và Biển Đông. Các dấu hiệu thành phần cho thấy đây là các tập trầm tích đầm hồ giàu vật chất hữu cơ. Chúng có thể so sánh với các tập trầm tích đồng tách giãn thuộc các trũng Trung tâm và Đông Bắc bồn trũng và cả các trũng địa hào khác của bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn.

b. Trầm tích Miocen

Trầm tích Miocen ở đây có nhiều nét khác biệt với các trầm tích đã gặp ở phía bắc của bồn trũng Sông Hồng. Ngoài trầm tích lục nguyên cát, sét chứa các hoá đá Foraminifera, ở đây còn phát triển phổ biến các đá vôi liên quan đến các thành tạo biển nông và được chia ra:

+ Trầm tích Miocen dưới - Hệ tầng Sông Hương (N_1^1sh)

Trầm tích thuộc hệ tầng Sông Hương được xác lập tại giếng khoan 112-BT (2437-3667m). Tại đây thành phần trầm tích chủ yếu là các lớp sét bột màu xám, xám sáng, xám nâu cứng chắc, chứa vôi, vụn than nâu xen các lớp cát kết rất mỏng màu xám sáng. Đặc biệt có xen các lớp đá vôi, nhất là phần trên của mặt cắt.

Trầm tích hệ tầng Sông Hương sớm bắt gặp trong tất cả các giếng khoan trong khu vực nhưng có sự biến đổi thành phần thạch học rõ rệt từ Tây sang Đông. Trong các khoan thuộc các lô 112; 114 chủ yếu là trầm tích lục nguyên như sét kết, bột kết, cát kết và ít các lớp sét vôi. Sét bột kết màu xám sẫm, xám nâu khá rắn chắc. Cát kết, cát bột kết đa khoáng. Trong các khoan kể trên địa luỹ Tri Tôn thuộc các lô 115; 118; 119; 120 chủ yếu gặp trầm tích cacbonat có nhiều vết sinh vật và khung xương. Trong trầm tích, đặc biệt phần trên mặt cắt phong phú hoá đá Trùng lỗ (Foraminifera) và tảo vôi: *Catapsydrax* sp.; *Miogypsina* sp.; *Lepidocyclina japonica; Miogypsinoides indicus*. Các hoá đá này có tuổi Miocen sớm. Chiều dày trầm tích của hệ tầng Sông Hương thay đổi trong khoảng 400 - 800m và có thể hơn nữa trong phần Trung tâm địa hào Quảng Ngãi và mỏng dần về phía các rìa như thềm Quảng Đà và địa luỹ Tri Tôn. Sự chuyển hoá tướng trầm tích lục nguyên sang cacbonat được biểu hiện rõ ràng trên địa luỹ Tri Tôn. Phần trên của các tập trầm tích bị cắt cụt bởi mặt bất chỉnh hợp gần đỉnh Miocen dưới (khoảng 17 triệu năm) và là ranh giới trên của hệ tầng Sông Hương. Như vậy hệ tầng có tuổi Miocen sớm như đã được xác minh và có thể gồm một phần trên cùng của mặt cắt trầm tích tuổi Oligocen muộn nằm trên mặt bất chỉnh hợp đáy.

+ Trầm tích Miocen giữa - Hệ tầng Tri Tôn (N_1^2 Trt)

Hệ tầng Tri Tôn được thiết lập tại giếng khoan 119-CH (1454-2165m) để mô tả các trầm tích cacbonat phân bố trên địa luỹ Tri Tôn thuộc rìa Đông của phần Nam bồn trũng Sông Hồng, ngoài khơi Đà Nẵng, Quảng Ngãi. Tuy vậy các trầm tích cacbonat chỉ tiêu biểu cho phần Đông của vùng này hay phần hướng về các bồn trũng Hoàng Sa. Còn phần Tây và trung tâm địa hào Quảng Ngãi mặt cắt trầm tích bao gồm chủ yếu là các trầm tích lục nguyên gồm các lớp cát kết, cát bột kết với các lớp sét kết, sét bột kết xen các lớp vôi. Cát kết đa khoáng dạng arcoz thạch anh, feldspart, đôi chỗ gặp glauconit, xi măng là cacbonat, sét. Sét có màu xám sẫm, xám nâu. Như vậy phần bồn trũng Quảng Đà hay Nam bồn trũng Sông Hồng hệ tầng Tri Tôn được tiêu biểu bởi các tập lục nguyên và lục nguyên cacbonat. Phần phía Đông có thành phần nhiều cacbonat ám tiêu và lớp mỏng cacbonat thềm. Đá vôi ám tiêu khối dày, còn đá vôi nền lớp mỏng có chỗ vôi sét và có nhiều mảnh khung xương sinh vật. Trong đá vôi sinh vật tồn tại nhiều khung xương, rong, tảo và sinh vật bám đáy. Trong đá vôi có các hoá đá trùng lỗ (Foraminifera) tuổi Miocen giữa: *Globorotalia mayeri; G.fohsi; G.peripheroacuta; Orbulina universa; Miogypsina* sp.; *Cyclamina* sp.. Chiều dày của trầm tích Miocen giữa thay đổi từ 400 - 1.200m. Tầng đánh dấu trên đỉnh của các tập cacbonat thuộc hệ tầng Tri Tôn gần cuối Miocen giữa (khoảng 11 triệu năm) là ranh giới trên của hệ tầng.

+ Trầm tích Miocen muộn - Hệ tầng Quảng ngãi (N_1^3 Qn)

Hệ tầng Quảng Ngãi được thiết lập dựa trên phát hiện tại giếng khoan 119-CH (790-1454m) bên rìa địa hào Quãng Ngãi, chúng bao gồm chủ yếu là sét kết xen kẽ các lớp mỏng bột kết, cát kết và ít cacbonat. Đặc trưng trầm tích có sự chuyển đổi giữa các trầm tích lục nguyên ưu thế ở phía Tây sang dần các trầm tích cacbonat ưu thế ở phía Đông, đặc biệt là khu vực địa luỹ Tri Tôn. Trầm tích vụn gồm chủ yếu là sét kết, sét bột kết phân lớp dày xen kẽ các lớp mỏng bột kết, cát bột kết và đôi nơi có các thấu kính sét than và than. Các trầm tích lục nguyên phân bố chủ yếu phía Tây và Trung tâm địa hào Quảng Ngãi và chuyển dần sang trầm tích cacbonat ở phần trên của mặt cắt. Trầm tích cacbonat bao gồm các đá vôi nền và ám tiêu. Chúng phân bố tập trung trên địa luỹ Tri Tôn và thành các lớp mỏng đá vôi nền và các khối nhỏ ám tiêu trên thềm Quản Đà. Trong trầm tích có nhiều hoá đá Trùng Lỗ (Foraminifera) đặc trưng tuổi Mioxen muộn trong môi trường thềm đến các đới biển sâu: *Globorotalia acostaensis; G.menardii; Globigerinoides obliquus; Globigerina venezuelana;* tảo vôi: *Discoaster quinqueramus*. Chiều dày của hệ tầng thay đổi trong khoảng 800-1000m. Như vậy ranh giới dưới của hệ tầng là tầng đánh dấu gần đỉnh Miocen giữa (11-12 triệu năm) và hệ tầng kết thúc gần cuối Miocen muộn (khoảng 5,5 triệu năm) bởi mặt bất chỉnh hợp khu vực do bị bào mòn cắt cụt.

c. Trầm tích Pliocen - Đệ tứ - Hệ tầng Biển Đông (N_2 Bđ)

Là các trầm tích được hình thành trong môi trường biển, gồm sét, bột và cát độ lựa chọn tốt, chứa nhiều di tích sinh vật biển như *Ammonia, Pseudorotalia, Asterorotalia trispilosa, Quynqueloculina, Elphidium, Amphistegina, Operculina, Globigerina, Globigerinoides obliquus, Globorotalia inflata, Globoquadrina altispina, Sphaeroidinella dehiscens, Pulleniatina abliquiloculata* cùng các dạng Nanno: *Discoaster quinqueramus, D. Broweri, D. Surculus* và các dạng bào tử phấn *Rhizophora*.... là các dạng phát triển trong môi trường biển, đặc trưng cho thời kỳ Pliocen - thành tạo thềm lục địa Biển Đông.

3. Bồn trũng Phú khánh

Bồn trũng Phú Khánh nằm ở khu vực biển miền Trung Việt Nam. Phía Tây Nam bồn trũng giáp phần Đông Bắc bồn trũng Cửu Long và bồn trũng Nam Côn Sơn (?), phía Bắc tiếp giáp phần Nam bồn trũng Sông Hồng, phía Tây là bờ biển miền Trung còn phía Đông là phần biển sâu. Phần lớn diện tích của bồn có độ sâu nước biển trên 200m, nên còn ít được nghiên cứu.

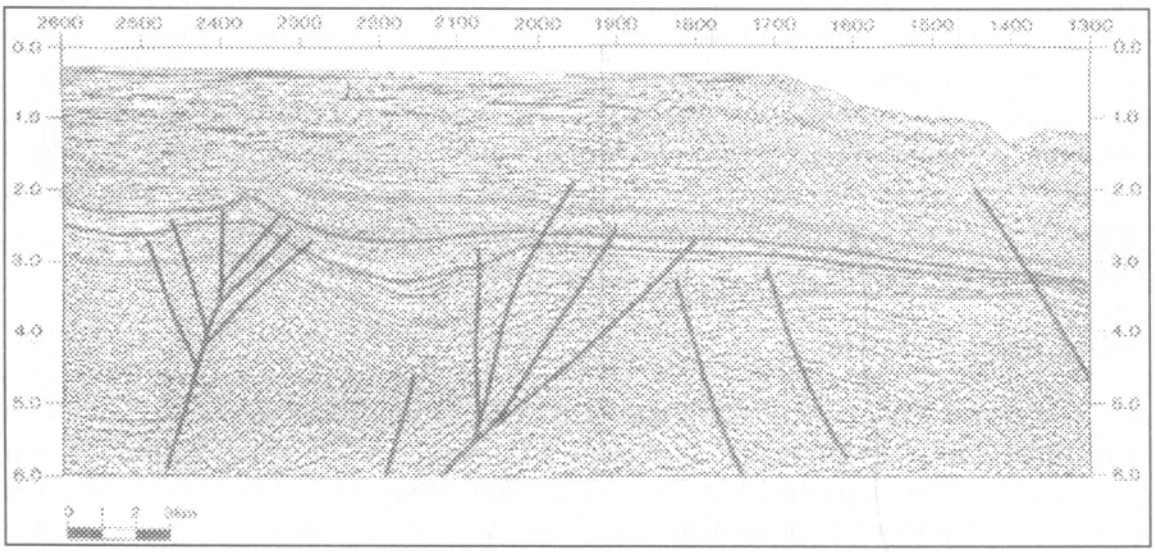
Kết quả minh giải tài liệu địa chấn khu vực, liên kết với tài liệu địa chất giếng khoan lân cận ở bồn trũng Cửu Long, Nam Côn Sơn và Nam bồn trũng Sông Hồng cho phép dự đoán trầm tích Kainozoi phủ chồng gối trên móng là đá biến chất trước Đệ tam (Pz, Kz) và các đá granit, granodiorit. Trầm tích Đệ tam có chiều dầy thay đổi 500m dọc theo rìa phía Tây đến 7.000 - 8.000m ở các trũng sâu phía Đông của bồn, chúng bao gồm chủ yếu:

- Các trầm tích Eocen? Oligocen: Chủ yếu là các trầm tích lục nguyên thô, cát, sét, than. Thành tạo trong hố sụt, đầm hồ, ít pha biển.
- Các trầm tích Miocen: Chủ yếu là các trầm tích lục nguyên châu thổ, xen các pha biển, phần Trung tâm các trũng phía Đông phát triển các đá vôi dạng thềm, đá vôi ám tiêu.
- Các trầm tích Pliocen - Đệ tứ: Là các trầm tích cát, bột, sét, thềm và biển sâu liên quan đến quá trình hình thành thềm lục địa Biển Đông.

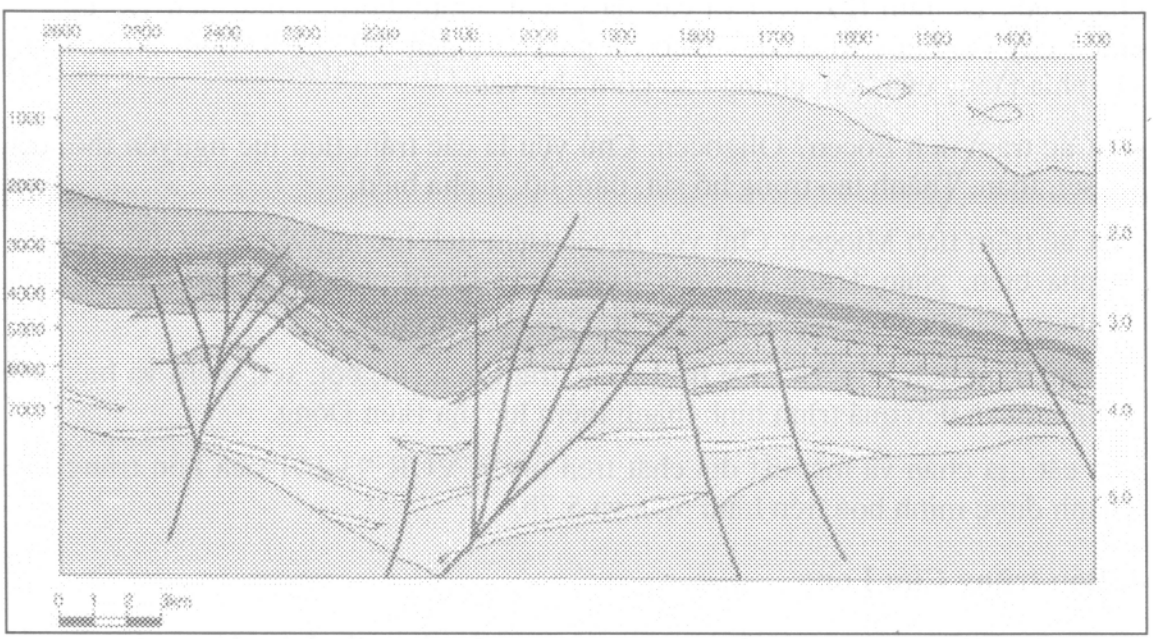
Mặt cắt địa chấn và mặt cắt địa chất trên tuyến VOR 93-101 của bồn trũng Phú Khánh được minh hoạ trên hình 5.7a và 5.7b.

4. Bồn trũng Cửu Long

Bồn trũng Cửu Long phân bố ở phía Nam thềm lục địa Việt Nam. Móng của bồn có cấu tạo không đồng nhất và bao gồm amphibolit, granit, tuổi Creta (Lô 15), granodiorit, granit hai mica, diorit tuổi Creta (Lô 09, Bạch Hổ, Rồng, và các Lô 16, 17). Phủ bất chỉnh hợp lên trên móng là các trầm tích Đệ tam có các phân vị địa tầng được mô tả trên hình 5.8. Hình ảnh mặt cắt địa chất và mặt cắt địa chấn ở bồn trũng này được minh hoạ trên hình 5.9 và 5.10.



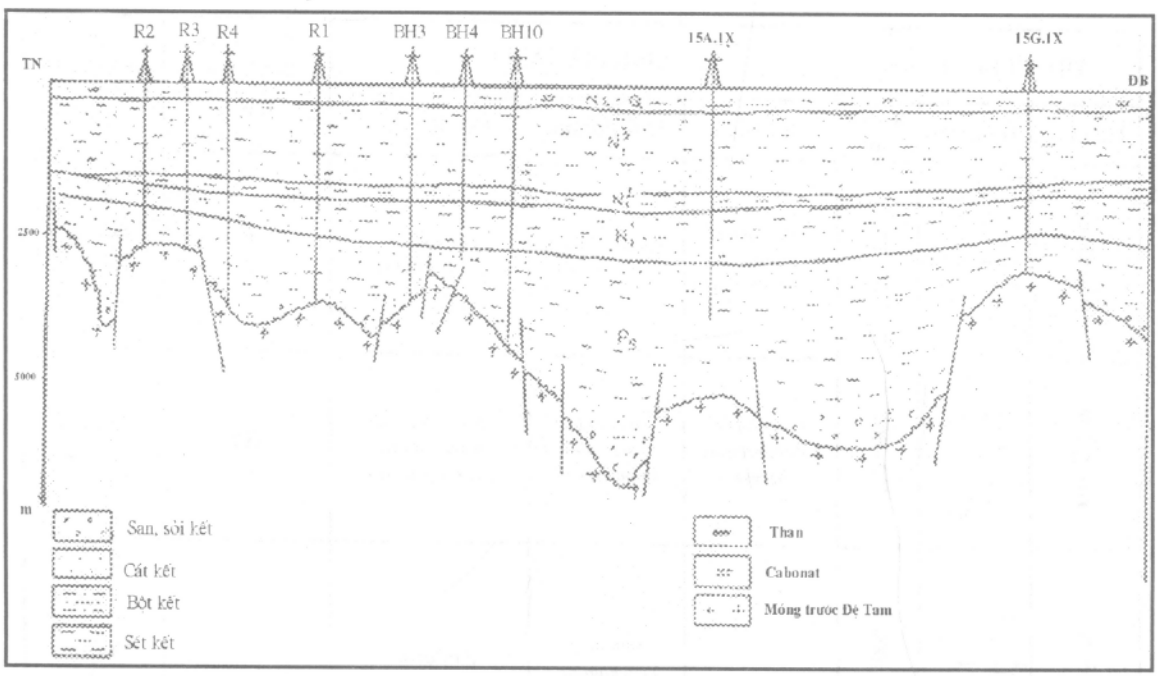
Hình 5.7a: Mặt cắt địa chấn tuyến VOR-93-101 bồn trũng Phú Khánh



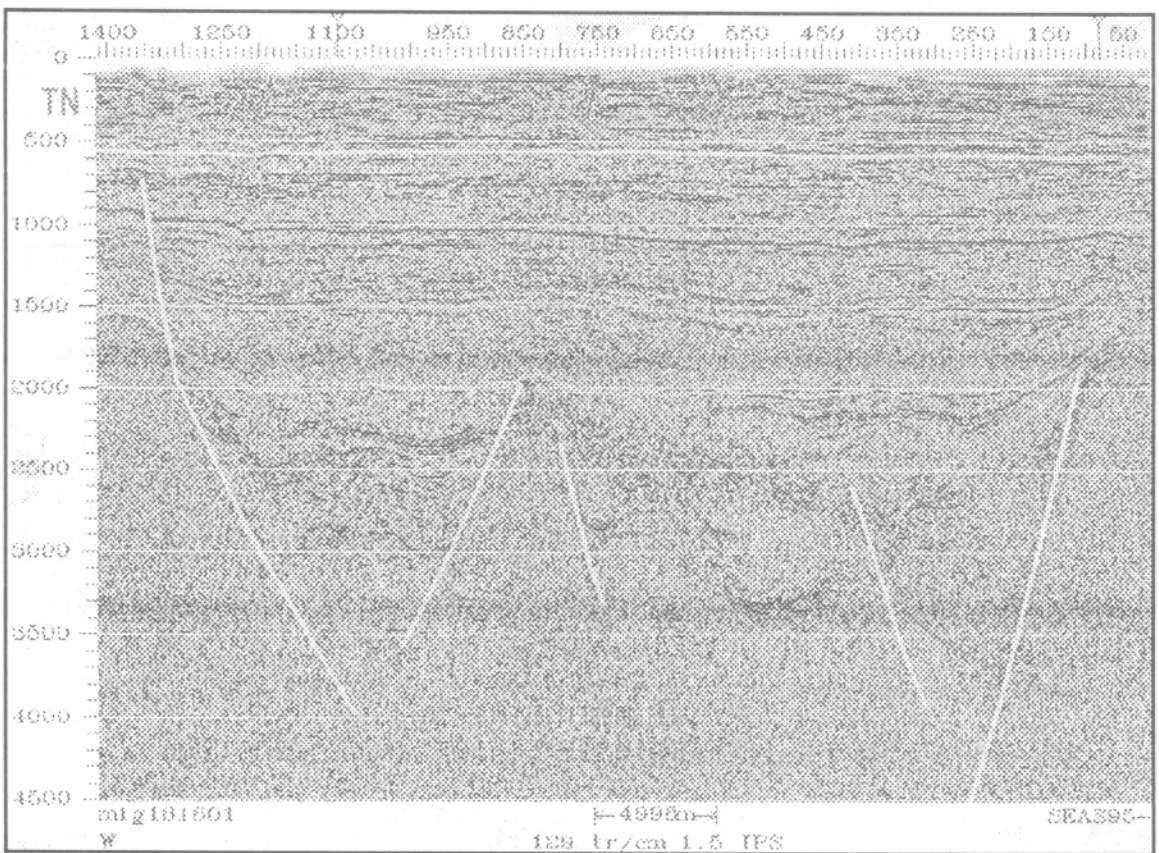
Hình 5.7b: Mặt cắt địa chấn tuyến VOR-93-101 bồn trũng Phú Khánh

THẠCH ĐỊA TẦNG			SINH ĐỊA TẦNG			ĐỊA CHẤN ĐỊA TẦNG	THỜI ĐỊA TẦNG
Hệ tầng	Trầm tích	Bề dày (m)	Đới Nanno.	Đới Foram.	Đới Palyno.	Tập và mặt chuẩn	Tuổi
Biển Đông		500 - 700	*Discoaster brouweri* *D. challengeri*	*Pseudoeponella Globigerinoides*	*Dacrydium Phyllocladus*	A	Đệ Tứ - Pliocen
Đồng Nai		500 - 800	*Discoaster quinqueramus* *D. berggrenii*	*Ammonia Operculina Amphisteriaa*	*Florschuetzia meridionalis (Stenochlaena)*	B2	Miocen muộn
Côn Sơn		800 - 1000		*Ammonia Trochamina Orbulina*	*F. trilobata* *F. semilobata*	B1	Miocen giữa
Bạch Hổ		400 - 800			*F. levipoli* *(Magnastriatites)*		Miocen sớm
Trà Tân		600 - 400		*Operculina Amphistegina*	*F. trilobata* *(Cicatricosisporites)*	C D	Oligocen
Cá Cần		400 - 600			*Verrucatosporites usmensis* *Trudopollis* *Fircapollis*	E	Eocen (?)
Trước Đệ Tam						F	

Hình 5.8. Hệ thống các phân vị địa tầng của bồn trũng Cửu Long



Hình 5.9. Mặt cắt địa chất bồn trũng Cửu Long



Hình 5.10. Mặt cắt địa chấn tuyến từ Sói sang Rạng Đông (qua trũng Đông Bạch Hổ) bồn trũng Cửu Long

a. Hệ Paleogen - Thống Eocen? - Hệ tầng Cà Cối (? Cc)

Lần đầu tiên giếng khoan tìm kiếm dầu khí Cửu Long 1 tại Cà Cối thuộc đồng bằng sông Cửu Long đã phát hiện ra trầm tích của hệ tầng Cà Cối từ độ sâu 1.200m – 2.100m.

Kiểu mặt cắt trầm tích vụn thô màu sặc sỡ chỉ được phát hiện lần đầu tiên tại khoan CL.1 (1200 - 2120m) tại Cà Cối thuộc Trà Cú (Trà Vinh) với độ dày khoảng 800 - 900m và được đặt tên là hệ tầng Cà Cối (Nguyễn Giao, 1985). Sau này có tác giả đổi thành Cù Lao Dung.

Đặc điểm trầm tích của hệ tầng: Đặc trưng là các lớp cuội hỗn tạp xen sạn, sỏi, cát kết và những lớp sét dầy. Theo tài liệu Địa vật lý giếng khoan, đường cong PS có điện trở rất cao. Theo hướng phát triển vào Trung tâm bồn trũng, trầm tích hệ tầng Cà Cối có xu hướng mịn dần và mang tính chất tam giác châu.

Thành phần trầm tích chủ yếu là các lớp cuội kết, sạn kết dày 2 - 3m xen kẽ với các lớp cát kết hạt thô đến nhỏ độ lựa chọn kém. Các thấu kính bột kết và phiến sét hydromica, sericite, clorite rất hạn chế. Thành phần các mảnh vụn chủ yếu là các đá andesite, dacite, rhyodacite, số ít mảnh vụn cát kết với vật liệu nền cát kết. Các mảnh vụn có kích thước rất khác nhau từ hạt cuội (0,1m) đến hạt cát nhỏ (0,1mm). Độ chọn lọc của trầm tích rất kém tiêu biểu cho các lũ tích lục địa. Trầm tích có các màu khác nhau từ nâu đỏ, lục, tím, xám (sặc sỡ). Đá gắn kết rắn chắc tương đương với đá dạng quarzite tương ứng với mức độ biến đổi metagenes trung bình tới mạnh. Trong trầm tích rất hiếm hoá đá hầu như chỉ có một số ít các bào tử phấn thuộc nhóm thực vật khô cạn: *Klukisporites, Triporopollenites, Trudopollis, Cicatricosisporites, Jussiena, Ephedriptes, Anacolosidites, Extratricol poropollenites, Aquilapollenites.* Các dạng hoá đá này thường phổ biến trong Eocen của khu vực Đông Nam Á (Nguyễn Địch Dỹ và nnk. 1985). Các trầm tích nêu trên, về mặt trầm tích khá giống tập cát cuội kết màu sặc sỡ phân bố trên mặt bào mòn của các tập phun trào andesite tuổi Jura - Creta ở vùng núi Châu Thới (Đồng Nai).

Như vậy, các trầm tích nêu trên có đặc trưng hoàn toàn khác với các trầm tích Kainozoi khác nằm kề trên mặt bào mòn của chúng và cũng khác với các trầm tích Kainozoi đã phát hiện trong các khoan ở ngoài khơi Biển Đông, trong khi đó chúng lại khá giống một số các tập vụn thô tuổi Mezozoi muộn trên đất liền. Tương tự như vậy về sự phân bố của chúng cũng rất hạn chế và hầu như không phụ thuộc vào các cấu trúc lõm bên trong của các bồn trũng Đệ Tam mà lại mang đặc điểm kế thừa các trũng tàn dư Mezozoi muộn. Do vậy đây có thể là thành tạo molas trong các thung lũng tạo núi và chân các cung núi lửa trước khi hình thành các bồn trũng Đệ Tam (Phan Trung Điền 1989, 1992, 1995, 2000).

b. Hệ Paleogen - Thống Oligocen? - Hệ tầng Trà Tân (E_3? Trt)

Mặc dù trong bồn trũng Cửu Long đã có hàng vài trục giếng khoan tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí tới móng đá kết tinh của bồn trũng; song do hầu hết các khoan này đều phân bố trên các vòm cấu tạo liên quan với khối nhô cao của móng nên chỉ phát hiện được phần trên của các trầm tích thuộc các mặt cắt đồng tách giãn. Các mặt cắt trầm tích trong các địa hào có thể phân thành hai phần khác nhau. Phần dưới chủ yếu là cát kết hay vụn thô chiếm ưu thế hơn các trầm tích vụn mịn và sét kết. Còn phần trên trầm tích sét và vụn mịn chiếm ưu thế hơn cát kết.

Mặt cắt thuộc hệ tầng Trà Tân tương ứng với các tập địa chấn C và D, được phát hiện trong giếng khoan 15A-1X (2535 - 3038m) trên cấu tạo Trà Tân của bồn trũng Cửu Long. Đặc trưng cho hệ tầng là các trầm tích mịn sét kết màu xám đen với các lớp xen cát kết, bột kết. Sét kết tạo thành lớp dày với thành phần chư yếu là hydromica (illite), chlorite, kaolinite. Cát kết chủ yếu là arkoz, arkoz - lithic và lithic với độ hạt trung bình nhỏ Md = 0,1 - 0,25mm, độ lựa chọn (So = 1,1 - 4,0) và độ mài tròn (Rp = 0,2 - 0,3) xấu. Các vật liệu trầm tích chủ yếu do các khối nhô cao móng granitoid kề cạnh cung cấp.

Trầm tích là cát kết hạt nhỏ đến trung màu xám trắng, xi măng cacbonat, chuyển dần lên trên kẹp nhiều lớp bột và sét kết màu nâu và đen, có xen các lớp mỏng than, có chỗ phát hiện thấy glauconit. Ngoài ra, ở khu vực giếng khoan Ba Vì, Tam đảo (lô 16) còn gặp cuội, sạn, sét giàu vôi và đá phun trào andezit.

Đá biến đổi ở giai đoạn Katagenes muộn. Đường cong karota có điện trở rất cao ở phần dưới và thấp ở phần trên, còn đường gama thì ngược lại.

Trên mặt cắt địa chấn thấy phần dưới độ phân dị kém, không liên tục, phía trên sóng có tần số trung bình và độ liên tục khá.

Kết quả phân tích địa hoá đã xác nhận các trầm tích hạt mịn của hệ tầng Trà Tân có hàm lượng vật chất hữu cơ cao, với Kerogen chất lượng loại 2 đạt tiêu chuẩn tầng sinh dầu khí. Cũng trong tầng này đã gặp những tầng chứa từ trung bình đến tốt (độ rỗng từ 10-20%), thường tập trung ở trung tâm bồn trũng.

Các trầm tích hệ tầng Trà Tân phủ trái khớp trên toàn bộ các thành tạo địa chất cổ hơn. Chiều dày trầm tích thay đổi từ 400m đến 800m mỏng ở đỉnh các khối nhô móng và dày ở các địa hào trung tâm (lô 01, 15, 09,... lô 17, ...). Chiều dày biến đổi và sự phân bố trầm tích chứng tỏ giai đoạn đầu tiên của sự hình thành một bồn trũng tích tụ riêng biệt theo các địa hào xen giữa các địa luỹ thuộc khối nhô cao của móng. Trong các địa hào này các trầm tích thường có độ rỗng tới 10% và trở thành các tầng chứa còn các trầm tích sét, sét bột thường giàu vật chất hữu cơ và trở thành các tầng sinh và chắn địa phương.

Trong trầm tích hệ tầng Trà Tân đã phát hiện thấy các hoá đá bào tử phấn hoa: *Florschuetzia trilobata, Psilatricolpites, Cicatricosisporites, Magnastriatites,* đôi nơi thấy có Foram như *Cibicides, Eponides* và các Nannoplankton như *Discoater aster, D. multiradiatus*.... định tuổi trầm tích là Oligocen.

Hệ tầng này được thành tạo trong môi trường trầm tích đầm hồ, tam giác châu ngập mặn.

c. Hệ Neogen - Thống Miocen - Phụ thống Miocen dưới - Hệ tầng Bạch Hổ (N_1 Bh)

Phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích hệ tầng Trà Tân là trầm tích hệ tầng Bạch Hổ. Chúng phân bố hầu như rộng khắp trên toàn vùng trũng.

Các trầm tích cát kết tuổi Miocen sớm là tầng chứa dầu công nghiệp (thương mại) đầu tiên được phát hiện ở Việt Nam (1974) tại giếng khoan Bạch Hổ - 1X (09-BH-1X). Phát hiện lịch sử này là tiền đề cho hàng loạt các nghiên cứu và sự phát triển của dầu khí và các nghiên cứu trầm tích Đệ tam trong bồn trũng Cửu Long và trên toàn thềm lục địa Việt Nam. Trầm tích hệ tầng Bạch Hổ đã được phát hiện tại giếng khoan này từ độ sâu 2037 - 2960m.

Đặc trưng là những lớp cát kết xám trắng, xen những lớp mỏng sét kết, bột kết, chuyển dần lên trên là lớp sét tạp màu nâu, màu xám, trên cùng là lớp sét màu xám xanh mịn, chứa hoá đá Foram thuộc nhóm Rotalid và gọi là sét Rotalid. Đá biến đổi ở giai đoạn Katagenes muộn.

Đường cong Karota điện trở có xu thế tăng giá trị về phía đáy, đường kính giếng khoan ít sập lở, đường Ps và gama phân dị tốt và biên độ từ trung bình đến cao.

Trầm tích vụn có thành phần đa khoáng arkoz, arkoz-lithic và lithic độ hạt trung bình đến trung bình xấu: Md = 0,1- 0,35- 0,6; So = 1,1- 2,0, 2,1- 4,0.

Các hóa thạch phát hiện nghèo nàn vi cổ sinh nhóm Rotalia và các bào tử phấn: *Florschuetzia levipoli; Fl-semilobata; Pinuspollenites; Alnipollenites; Magnastritites howardi; Castanoides; Quercidites* và hiếm tảo Synedra fondaena, chúng cho tuổi Miocen sớm đến đầu Mioxen giữa. Đặc điểm cấu trúc trầm tích cũng như thành phần trầm tích, cổ sinh biểu thị môi trường bãi cát thuỷ triều kiểu phía trước Châu thổ (front delta) hay vũng vịnh bãi thuỷ triều, chuyển dần lên trên cùng là biển nông. Chiều dày của hệ tầng Bạch Hổ khoảng 400m vùng ven rìa bồn trũng và đạt tới khoảng 800m trong trung tâm bồn trũng (lô 01, lô 15, lô 09, lô 16, lô 17). Trong điệp Bạch Hổ, các lớp cát có độ rỗng trung bình 14 - 20% và là các tầng chứa tốt, còn tập sét Rotalid chính là màn chắn khu vực. Nhiều giếng khoan đã gặp và khai thác dầu khí trong hệ tầng này.

d. Hệ Neogen - Thống Miocen - Phụ thống Miocen giữa- Hệ tầng Côn Sơn (N_1^2 Cs)

Hệ tầng Côn Sơn được mô tả tại giếng khoan 15B - 1X (1538-2248m). Hệ tầng bao gồm chủ yếu là các lớp dày cát kết đa khoáng arkoz và arkoz - lithic các lớp bột kết và các lớp xen mỏng sét kết thuộc tướng bãi cát thuỷ triều phía trước châu thổ với động năng mạnh. Đá ở giai đoạn Katagenes muộn.

Đường cong Karota phân dị khá rõ nét, mặt cắt địa chấn có độ liên tục tốt, biên độ cao và tần số trung bình.

Các lớp cát của điệp Côn Sơn có độ rỗng từ 10 - 20% là các tầng chứa có nhiều

triển vọng.

Chúng phân bố rộng khắp trong toàn bồn trũng và chuyển tiếp từ hệ tầng Bạch Hổ lên, có chiều dày quan sát được tại các giếng khoan từ 800m - 1000m.

Trong trầm tích phong phú các bào tử phấn: *Plorschuetzia levipoli; Acrostichum: Picaepollenites; Rhizophoza; Compositae; Cupuliferoi pollenites*; và một số các dạng trùng lỗ, tảo. Độ rỗng của trầm tích vụn lớn 10 - 20% có tiềm năng chứa lớn, nhưng lại vắng các tầng chắn khu vực bao phủ. Đây là các trầm tích đặc trưng cho thời kỳ mở rộng cực đại của bồn trũng Cửu Long.

e. Hệ Neogen - Thống Miocen-Phụ thống Miocen trên-Hệ tầng Đồng Nai (N_1^3 Đn)

Hệ tầng phân bố rộng trong bồn trũng. Mặt cắt đặc trưng được phát hiện tại giếng khoan 156 - 1X (650-1330m), trên cấu tạo Đồng Nai

Đặc điểm trầm tích của hệ tầng Đồng Nai gồm những lớp cát sạn kết chuyển dần lên là cát kết xen bột kết, sét kết và than, có nơi thấy pyrit và glauconit. Đá biến đổi ở giai đoạn Diagenes.

Đường cong Karota phân dị rõ, thể hiện thành phần thô là chủ yếu. Mặt cắt địa chấn có độ liên tục trung bình, biên độ trung bình đến nhỏ và tần số không ổn định.

Mặc dù trầm tích có độ rỗng lớn 18 - 22% nhưng chưa được trưởng thành đầy đủ trong Diagenez và khó tạo được các bẫy chứa dầu khí vì ít có tầng chắn.

Trong đá đã phát hiệ thấy các Foram: *Operculina, Amphistegina*, các Nannoplankton: *Discoater* và đặc biệt các bào tử phấn *Rhizophora, Florschuetzia trilobata, F. meridionalis*... định tuổi trầm tích là Miocen muộn.

Đá thành tạo trong môi trường trầm tích đồng bằng châu thổ, bãi bồi và đầm lầy ven biển. Hệ tầng Đồng Nai phân bố rộng rãi trong bể Cửu Long và có chiều dày 500- 600m, phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích hệ tầng Côn Sơn.

g. Hệ Neogen - Thống Pliocen - Hệ tầng Biển Đông (N_2 Bd)

Hệ tầng Biển Đông phân bố rộng khắp trên toàn bể Cửu Long.

Chúng đặc trưng bởi trầm tích chủ yếu là cát hạt thô đến mịn xen các lớp bột sét chứa nhiều hoá đá động vật biển, đá còn ở giai đoạn tích tụ bở rời.

Đường cong điện trở có giá trị giảm dần về phía đáy và trầm tích có xu hướng thô đáy, mịn nóc. Trên băng địa chấn các lớp nằm ngang, liên tục, biên độ nhỏ đến trung bình.

Quan sát hệ tầng này phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích hệ tầng Đồng Nai và cổ hơn.

Trong đá đặc biệt phong phú các Foram: *Asterorotalia trispinosa, Pseudorotalia, Globogerinoides (obliquus), Globorotalia inflata, Globoquadrina altispira, Sphaeroidinella dehiscens, Pulleniatina obliquiloculata*, và các dạng

Nannoplankton: *Discoater broweri, D. quinqueramus, D. surculus...* cùng các Bào tử phấn: *Picaepollenites, Florschuetzia meridionalis, Rhizophora...* chứng tỏ đá được thành tạo trong thời kỳ Pliocen - Đệ tứ với môi trường trầm tích thềm biển nông.

5. Bồn trũng Nam Côn Sơn

Bồn trũng Nam Côn Sơn ngăn cách với bồn trũng Cửu Long bởi đới nâng Côn Sơn, có móng cấu tạo không đồng nhất và có địa hình phức tạp. Các loại đá móng đã gặp như diorit (lô 28, 29), granodiorit tuổi Mezozoi (lô 04) và các đá biến chất Mezozoi (lô 12). Các đơn vị thành hệ trầm tích Đệ tam được nêu trên hình 5.11. Hình ảnh mặt cắt tướng- môi trường trầm tích và mặt cắt địa chấn được minh hoạ trên hình 5.12a và 5.12b.

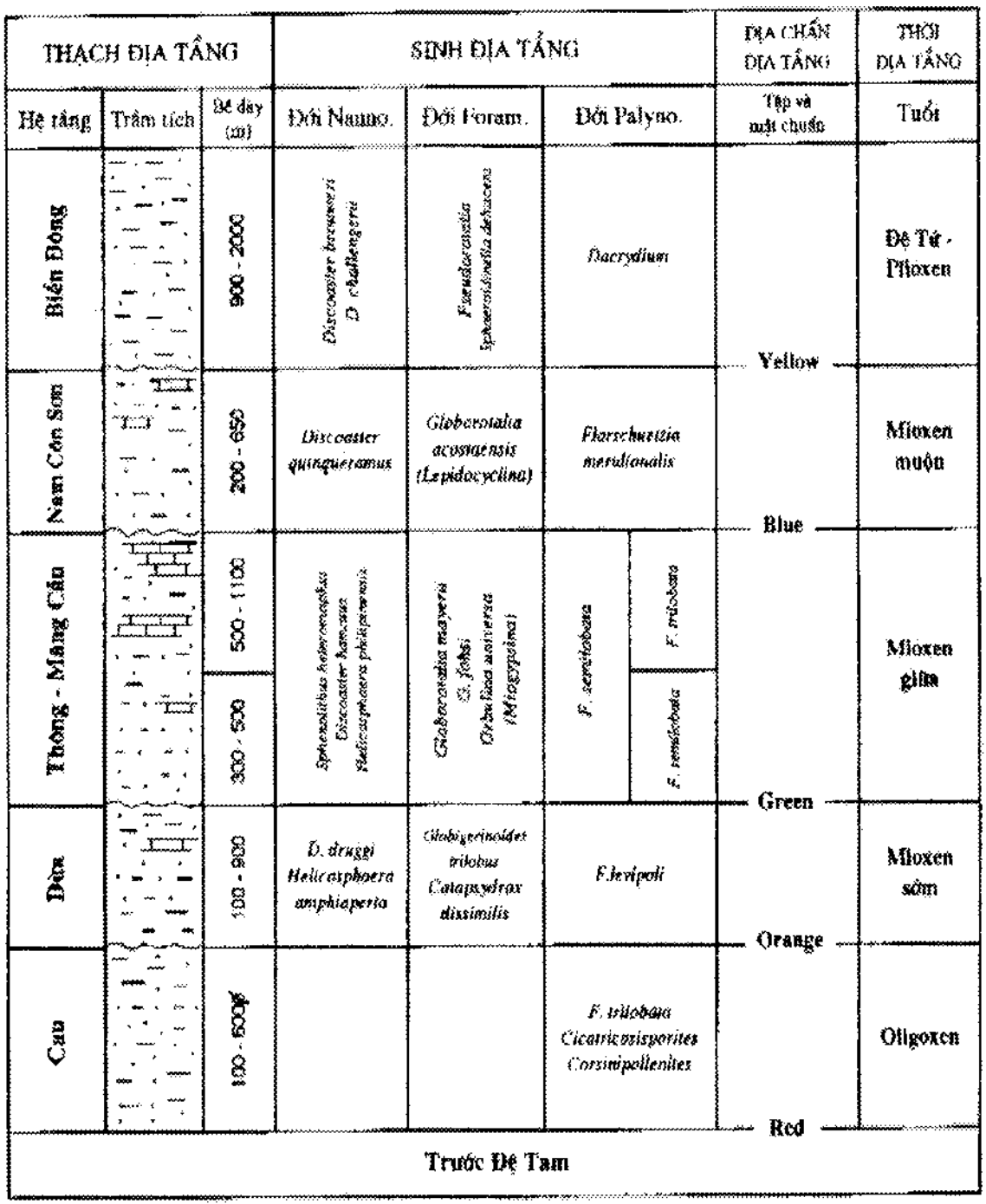
a. Hệ Paleogen - Thống Oligocen - Hệ tầng Cau (E_3 C)

Cũng như các bồn trũng Đệ tam khác trên thềm lục địa Việt Nam và các khu vực khác của Đông Nam Á, các trầm tích Oligocen của bồn trũng Nam Côn Sơn thường phân bố trong các địa hào và bán địa hào. Phần lớn các giếng khoan do đặt trên đỉnh hay gần đỉnh các cấu tạo kế thừa các khối nhô cao của móng nên thường chỉ phát hiện được các trầm tích thuộc phần trên của mặt cắt đồng tách giãn.

Các mặt cắt này được đặt tên là hệ tầng Cau có tuổi Oligocen. Như vậy, phần chính của các mặt cắt phân bố trong các trung tâm địa hào và bán địa hào phần dưới của chúng có thể có tuổi cổ hơn không loại trừ có cả Oligocen sớm và Eocen muộn. Mặt cắt đặc trưng được phát hiện và mô tả tại giếng khoan Dừa-1X, (04-Dua-1X - 3682m - 4038m). Các trầm tích này còn gặp ở các khoan Sông (21-S-1X), 12-C-1X, 12-B-1X, Hướng Dương Bắc (06-HDB-1X), Lan Đỏ (06-LD-1X), Phượng Hoàng (20-PH-1X), Rồng Đôi (11-RD-1X), Nguyệt Thạch (05-NT-1X), Cá Chó (11-CC-1X), Thanh Long (05-TL-1X). Bề dày thay đổi từ 100 - 600m. Phần dưới của hệ tầng gồm các lớp dày cát kết xen sạn cuội kết. Phần trên chủ yếu sét kết, màu xám, xám tối và đen, một số khoan còn gặp các thấu kính và lớp mỏng than nâu. Một số khoan bắt gặp trầm tích Oligocen nằm trực tiếp trên đá móng trước Đệ tam (21-S-1X; 12-C-1X, 12-B-1X, 04-Dừa-1X, 06-HDB-1X).

Trầm tích đặc trưng chủ yếu là các lớp sét kết màu xám đen, xám nâu, xen các lớp cát kết màu xám. Đá biến đổi ở giai đoạn Katagenes muộn.

Đường cong điện trở và gama biến đổi nhanh, xu thế chung mịn về phía nóc. Đường kính giếng khoan sập lở mạnh. Mặt cắt địa chấn có chỗ lộn xộn, tần xuất thấp và có biên độ trung bình. Trong đá sét có vật chất hữu cơ thuộc loại 3, tổng hàm lượng đạt 0-5,8% Cacbon hữu cơ, là tầng đá mẹ ở bồn trũng Nam Côn Sơn. Đá cát kết có độ rỗng thấp (10%), khả năng chứa kém.



Hình 5.11. Các thành hệ địa tầng của bồn trũng Nam Côn Sơn

Trầm tích của hệ tầng Cau phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích cổ hơn chúng phân bố chủ yếu ở lô 12 và trong các trũng sâu ở phía Đông của bồn trũng, với các dạng hoá đá nghèo nàn kể cả Bào tử phấn hoa: *Florschuetzia levipoli; Cicatricosisporites dorogensis, Lycopodiumsporites neogenicus, Verrutricolporites pachydermus, Cosinipollenites* sp., *Trilobapollis ellipticus*; và đôi khi có cả: *Acrostichum* cf.

Aureum, Magnastriatites howardi, Barringtonia sp., *Browlowia* sp., *Florschuetzia trilobata, Stenochlaena palustris, Crassoretitrilrtes nanhaiesis, Alnipollenites verus, Crassoretitriletes vanraadshooveni, Tsugapollenite* sp., *Gemmamonoletes, Caryapollenites, Bostryococcus, Pediastrum.* Các hoá đá này có tuổi Oligocen và cho thấy chủ yếu là môi trường đầm hồ và có biểu hiện của đồng bằng ngập mặn ven biển vào giai đoạn cuối, có nhiều khả năng ở phía Đông tính biển tăng lên.

b. Hệ Neogen-Thống Miocen-Phụ thống Miocen dưới-Hệ tầng Dừa (N_1^1 D)

Hệ tầng Dừa phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích hệ tầng Cau và phân bố rộng rãi trong toàn vùng trũng.

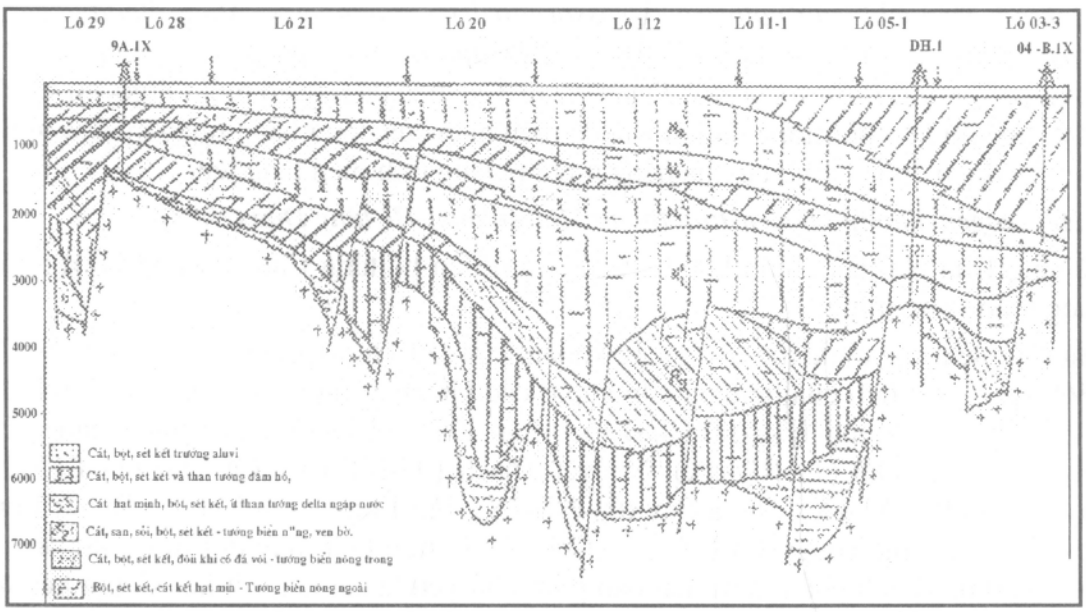
Mặt cắt đặc trưng được mô tả ở giếng khoan Dừa (12-Dua-1X) khoảng độ sâu 2852m - 3682m. Trầm tích của hệ tầng còn gặp ở các khoan Sông (21-S-1X), 12-C-1X, 12-B-1X, Hướng Dương Bắc (06-HDB-1X), Lan Đỏ (06LD-1X), Phượng Hoàng (20-PH-1X), Rồng Đôi (11-RD-1X), Nguyệt Thạch (05-NT-1X), Cá Chó (11-CC-1X), Mộc Tinh (10-TM-1X), Ngựa Bay (04-NB-1X), Phi Long (03-PL-1X), Thanh Long (05-TL-1X), Ưng Trắng (04-UT-1X). Chiều dày trầm tích thay đổi trong khoảng từ 100 - 900m. Thành phần trầm tích bao gồm chủ yếu là cát kết, sét kết và bột kết xen lẫn nhau thỉnh thoảng gặp ít lớp than mỏng và đá cácbonat. Cát kết có cấu tạo dạng khối hạt mịn đến thô là chủ yếu, sét bột kết màu xám, xám nhạt. So với các trầm tích hệ tầng Cau, trầm tích hệ tầng Dừa đã mở rộng diện phân bố khá lớn, song phía Tây bồn trũng, một số nơi vẫn chưa phát hiện được (lô 29A).

Phần giữa của hệ tầng chứa nhiều lớp cát hơn. Đá biến đổi ở giai đoạn Katagene sớm-muộn.

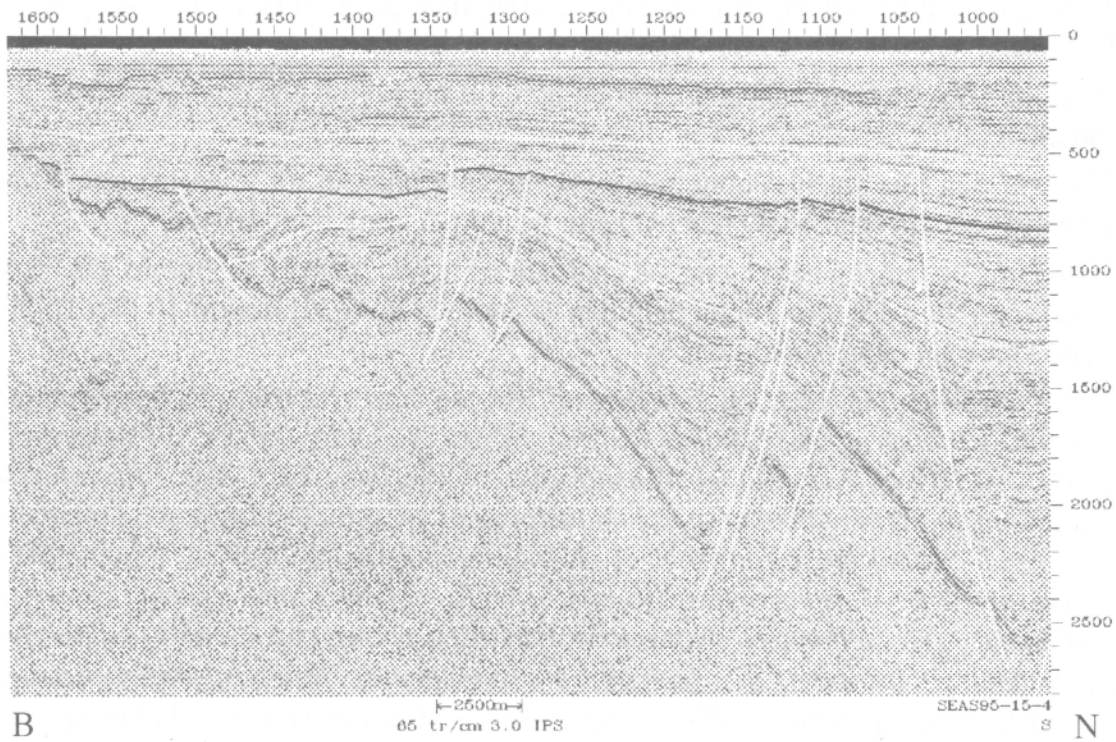
Theo tài liệu Địa vật lý, đường cong PS và gama phân dị tốt, điện trở nhìn chung thấp; mặt cắt địa chấn có độ liên tục kém, biên độ từ trung bình đến thấp.

Đá sét của hệ tầng có hàm lượng vật chất hữu cơ nghèo, thuộc loại Humic. Đá cát kết có độ rỗng thay đổi theo hướng tăng dần từ dưới lên trong khoảng từ 10 đến 18-20% và có khả năng chứa dầu khí tốt.

Trong trầm tích phổ biến các hoá đá tuổi Miocen sớm như trùng lỗ (Foraminifera) trôi nổi: *Globigerinoides trilobus, Catapsydrax dissimilis* (N6-N7), *Praeorbulina glomerosa* (N8), *Praeorbulina transitoriana* và các dạng bám đáy: *Ammonia* sp., *Elphidium* sp., *Trochammina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Amphistegina* sp., *Operculina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Miogypsina* sp. Ngoài ra còn gặp các loại tảo (Nannofossil): *Discoaster druggii, Sphelolithus belemnos, Helicosphaera ampliaperta, Discoaster adamateus, Dis. deflandrei.* Trong trầm tích cũng phong phú cả bào tử phấn hoa: *Florschuetzia trilobata, F. levipoli, F. semilobata, Magnastriatites howardi, Casuarinidites cainozoicus, Florschuetzia ovalis, Calophyllum* sp., *Echiperiporites estelae, Stenochlaena palustris Stenochlaena areolaris, Pinupollenites* sp., *Eugeisona minor, Piceaepollenites* sp., *Tsugapollenites* sp., *Alnipollenites verus, Polypodiaceaesporites* sp., *Magrocolporites wiliamsi, Acrostichum cf. aureum*, tảo *Botryococcus, Pediastrum, Dinoflagellate.* Các đặc trưng trầm tích và cổ sinh thể hiện môi trường biển nông của thềm.



Hình 5.12a. Mặt cắt tướng và môi trường trầm tích Bồn trũng Nam Côn Sơn



Hình 5.12b. Mặt cắt tuyến B-N kề rìa Nam đới nâng Côn Sơn phần Tây Bắc bể Nam Côn Sơn

c. Hệ Neogen-Thống Miocen-Phụ thống Miocen giữa- Hệ tầng Thông (N_1^2 T)

Chuyển tiếp từ hệ tầng Dừa lên là các trầm tích hệ tầng Thông. Mặt cắt đặc trưng tại giếng khoan Dừa - 1X (2743 - 2852m).

Chủ yếu là cát kết có xen những lớp mỏng sét kết, sét vôi chứa Glauconit và xi măng vôi. Đá biến đổi ở giai đoạn Katagenes muộn. Đường cong điện trở cao, trầm tích có xu thế mịn dần về phía nóc, đường kính sập lở khá mạnh. Mặt cắt địa chấn có độ phân dị và biên độ trung bình, khá, liên tục. Đá cát của hệ tầng có độ rỗng thay đổi từ 10- 20%, có khả năng chứa dầu khí tốt.

Chúng phân bố ở lô 12 (12A-1X, 12B-1X, 12C-1X, Dừa-2X,...), mỏng dần về phía Đông của bồn trũng và có chiều dày thay đổi từ 300-500m.

Trong đá đã phát hiện thấy các hoá đá Foraminifera: *Globorotalia menardii, G. mayerii, G. fohsi, Globigerinoides trilobus, Orbulina universa, Ammonia, Elphidium,* các dạng Nannoplankton: *Discoaster nephalis* và các dạng Bào tử phấn hoa như: *Florschuetzia trilobata, F. semilobata, F. levipoli....* định tuổi trầm tích là Miocen giữa, với môi trường trầm tích biển nông.

d. Hệ Neogen, thống Miocen, phụ thống Miocen giữa, hệ tầng Măng Cầu (N_1^2 Mc)

Chuyển tiếp từ hệ tầng Thông lên, hệ tầng Măng Cầu được phát hiện và mô tả tại giếng khoan Dừa-1X (2170-2743m). Đặc điểm của trầm tích được đặc trưng bởi sự xen kẽ giữa trầm tích lục nguyên vôi với đá vôi sinh vật. Lục nguyên vôi chủ yếu ở phần dưới còn đá vôi phát triển ở phần trên thành các tập dày màu xám trắng.

Đường cong Karota phân dị tốt. Mặt cắt địa chấn khá liên tục, biên độ và tần số trung bình cùng với các phản xạ xiên chéo.

Đá vôi có độ nứt nẻ, hang hốc lớn, là tầng chứa quan trọng trong vùng. Một số giếng khoan đã gặp khí với áp suất cao trong đá vôi này.

Đá có quan hệ chuyển tiếp từ hệ tầng Thông lên và phân bố chủ yếu ở phần Đông của bồn trũng (lô 12, 04, 05) và có chiều dày thay đổi từ 500-1100m.

Dựa theo các hoá đá Foraminifera: *Ammonia, Elphidium, Operculina, Amphistegina, Lepidocyclina, Miogypsina, Orbulina universa, Globorotalia mayerii,* Nannoplankton: *Discoaster trinidiensis, D. nephalis* và các dạng bào tử phấn hoa: *Florschuetzia semilobata....* định tuổi trầm tích là Miocen giữa.

Môi trường trầm tích biển nông.

e. Hệ Neogen thống Miocen phụ thống Miocen trên hệ tầng Nam Côn Sơn (N_1^3 Ncs)

Phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích hệ tầng Măng Cầu là các trầm tích hệ tầng Nam Côn Sơn.

Các trầm tích Miocen trên của bồn trũng Nam Côn Sơn được phát hiện đầu tiên

tại giếng khoan Dừa (12-Dua-1X) chiều sâu 1868 - 2710m. Sau đó cả các trầm tích lục nguyên và cacbonat được gộp chung thành hệ tầng Nam Côn Sơn với chiều dày thay đổi trong khoảng lớn 59-874m. Trầm tích hệ tầng Nam Côn Sơn bao gồm cát kết, cát bột kết, sét bột kết, thỉnh thoảng gặp các lớp mỏng sét vôi nằm xen kẽ ở phần tây bồn trũng. Phần phía đông chủ yếu là các khối đá vôi dày phát triển trên đỉnh của các cấu tạo địa phương hay đôi khi là đỉnh của các núi lửa Miocen muộn (hình 5.15). Đây là các đá vôi ám tiêu với rất nhiều dấu vết sinh vật. Xung quanh các khối đá vôi ám tiêu này là các tập đá vôi vi tinh lớp mỏng đôi khi có xen các lớp vôi sét. Phần đáy hệ tầng phát triển nhiều mặt bào mòn địa phương, các hang động liên quan với biến dạng nghịch đảo và nâng vòm do hoạt động núi lửa từ đầu và phát triển trong Miocen muộn.

Phần trên của mặt cắt phát triển các tập đá vôi, đặc biệt là phần trung tâm của bồn trũng. Các đường cong karota phân dị tốt, sóng địa chấn có biên độ và tần số thấp cùng với các phản xạ xiên chéo. Đá vôi không bị tái kết tinh, có lỗ rỗng dạng khe nứt và là tầng chứa tốt.

Chúng phân bố trong toàn bồn trũng và có chiều dày khoảng 200m - 600m.

Trong đá cacbonat phần đông của bồn trũng phong phú các dạng trùng lỗ thuộc các đới từ N16 đến N18 của Blow như: *Globorotalia acostaensis, Gl. plesiotumida, Gl. tumida, Gl. obesa, Gl. dutertre, Gl. menardii, Globigerina venezuelana, Lepidocyclyna* sp., các dạng phân bố rộng hơn như: *Orbulina universa, Globoquadrina altispira, Globigerinoides immaturus, Globigerinoides sacculifer, Globigerinoides obliquus, Globigerinoides trilobus*. Các tảo cũng được phát hiện khá phong phú thuộc các đới Nannoplantone từ số NN10 đến NN11 như: *Discoaster bellus, Discoaster quinqueramu, Discoaster berggrenii, Discoaster praepentaradiatus, Discoaster mendomobensis* hoặc các dạng như: *Discoaster calcaris, Dis. neohamatus, Dis. surculus, Dis. pentaradiatus, Dis. lautus, Dis. challengerii, Reticulofenestra pseudoumbilicus, Sphaenolithus abies*. Phần tây của bồn trũng trong các trầm tích sét và sét-vôi khá phong phú bào tử phấn như: *Florschuetzia meridionalis, Stenochlaena laurifolia, Carya* sp., *Stenochlaena laurifolia, Cephanomappa* sp., *Stemonusus* sp., *Acrostichum* cf *aureum, Margocolporites wiliamsi*. Các hoá đá trên xác định hệ tầng Nam Côn Sơn được thành tạo trong thời kỳ Mioxen muộn và trong môi trường biển nông.

g. Hệ Neogen - Thống Pliocen - Hệ tầng Biển Đông (N_2 - Qbd)

Cũng thuộc các trầm tích của hệ tầng Biển Đông như của bồn trũng Cửu Long.

Đặc điểm trầm tích chủ yếu là cát, bột, sét màu xám, độ lựa chọn, mài tròn kém, hạt cát thô, chứa nhiều hoá đá động vật biển.

Đường cong karota có giá trị điện trở và gama thấp, thành phần thô chiếm ưu thế. Mặt cắt địa chấn có độ liên tục trung bình, tần số cao và có hiện tượng phát triển sườn. Trầm tích có chiều dày rất lớn từ 900m- 2000m.

Các hoá đá Foraminifera rất phong phú: Nhóm *Pseudorotalia, Asterorotalia tripinosa, Ammonia, Globigerinoides obliquus, Gdes. saculifer, Pulleniatina....* và các dạng Nannoplankton: *Discoaster challengeri, D. tamilis, D. broweri, D. quiqueramus....* định tuổi Pliocen - Đệ tứ.

Môi trường trầm tích thềm biển nông.

6. Bồn trũng Malay - Thổ chu

Bồn trũng Malay - Thổ Chu nằm ở khu vực vịnh Thái Lan, Tây Nam Việt Nam, thực tế khu vực nghiên cứu chỉ nằm trong phần rìa phía Đông Bắc của bồn trầm tích Đệ tam Malai - Thổ Chu.

Kết quả khoan và các nghiên cứu địa chất thuộc phần lãnh thổ Việt Nam cho thấy trầm tích Đệ tam phủ chồng gối trên các đá vôi Paleozoi (hệ tầng Hòn Chông) và các đá lục nguyên Mezozoi (loạt Corat).

Địa tầng trầm tích Đệ tam được mô tả trên hình 5.13 và khái quát như sau:

a. Hệ Paleogen - Thống Oligocen - Hệ tầng Kim Long (E_3Kl)

Trầm tích của hệ tầng Kim Long phủ bất chỉnh hợp trên các đá biến chất có tuổi Mezozoi, chúng được phát hiện tại giếng khoan Kim Long (KL-1X) từ 3140 - 3534m. Bao gồm chủ yếu là sét kết xám, xám nâu chứa bột và cacbonat, xen cát kết hạt mịn đến trung bình, đôi khi hạt thô, sét phân lớp mỏng và có nơi kẹp các lớp than.

Trên các băng địa chấn vùng rìa là tập phản xạ hỗn độn, phần giữa là các phản xạ song song, đôi lúc liên tục từ vừa đến tốt với biên độ mạnh.

Các trầm tích của hệ tầng này thường phân bố chủ yếu trong các địa hào và sườn của các cấu tạo và được phân cách bởi các đứt gãy có hướng Đông Bắc - Tây Nam và Bắc Nam, với chiều dày thay đổi từ 500 - 1000m.

Trong đá của hệ tầng Kim Long đã phát hiện thấy các hoá thạch Bào tử phấn hoa như: *Florschuetzia trilobata, Cicatricosisporites dorogensis, Gemmamonoletes....* thường phát triển trong Oligocen và một số Tảo *Botrycocus, Pediastrum* cùng một vài dạng bám đáy của Foram đã xác định môi trường trầm tích đầm lầy ven biển của hệ tầng Kim Long.

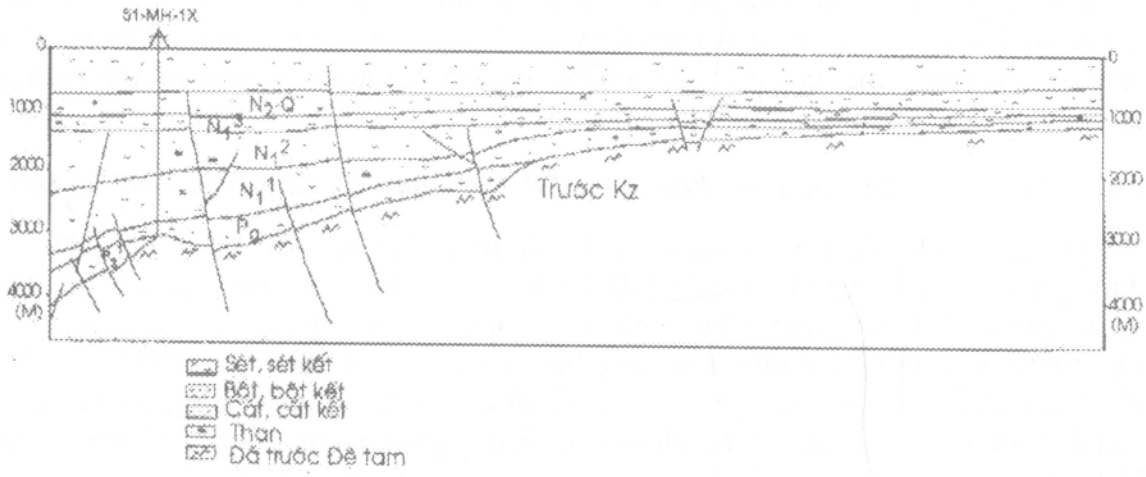
b. Hệ Neogen - Thống Miocen - Phụ thống Miocen dưới - Hệ tầng Ngọc Hiển (N_1^1 Nh)

Trầm tích Miocen dưới gặp ở hầu hết các giếng khoan đã khoan qua, phân bố rộng rãi trong toàn vùng nghiên cứu, chiều dầy của hệ tầng vào khoảng 1900m-1500m và được đặc trưng tại giếng khoan Ngọc Hiển (46-NH-1X) từ 1750 - 2526m. Trầm tích chủ yếu là sét kết xám sáng, xanh lục, ít nâu, chứa nhiều than, than nâu và đôi khi có sét vôi xám sáng.

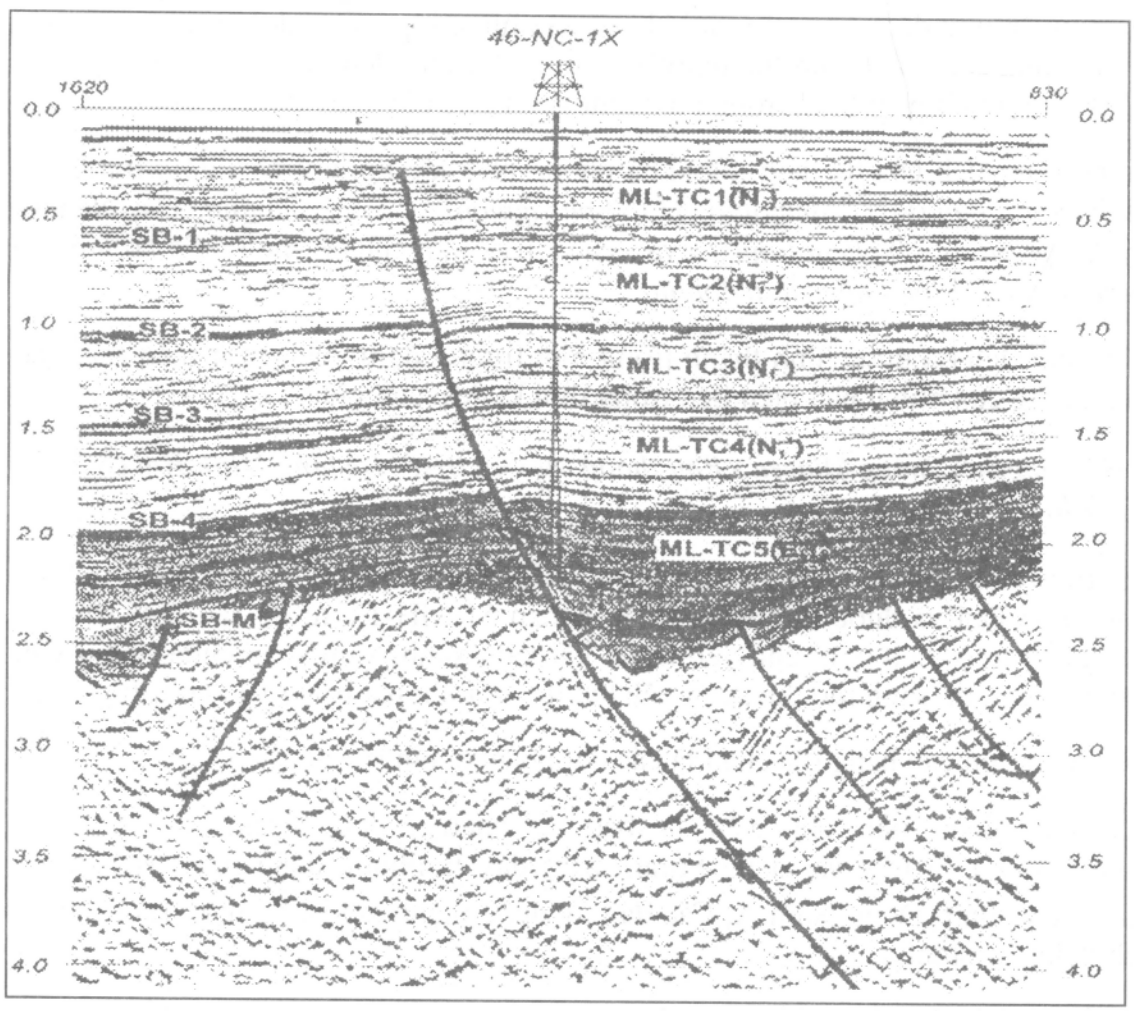
Trên các băng địa chấn là tập có độ dày ổn định với các phản xạ song song, phần dưới có biên độ nhỏ, độ liên tục trung bình, phần trên có độ liên tục tốt hơn và biên độ lớn.

THẠCH ĐỊA TẦNG			SINH ĐỊA TẦNG			ĐỊA CHẤN ĐỊA TẦNG	THỜI ĐỊA TẦNG
Hệ tầng	Trầm tích	Bề dày (m)	Đới Nanno.	Đới Foram.	Đới Palyno.	Tập và mặt chuẩn	Tuổi
Biển Đông		400 - 600	*Discoaster surculus* *Discoaster brouweri*	*Pseudorotalia* *Asterorotalia spinosa*	*Dacrydium*		Đệ Tứ - Plioxen
Minh Hải		100 - 500			*Florschuetzia meridionalis* *Stenochlaena*	T2	Mioxen muộn
Đầm Dơi		300 - 1200	*Sphenolithus* *Cyclicargolithus*	*Haplophragmoides* *Trochammina* *Ammonia*, *Orbulina*	*Florschuetzia meridionalis* *F. trilobata*	T3	Mioxen giữa
Ngọc Hiển		900 - 1500		*Ammonia*	*Florschuetzia levipoli* *Magnastriatites*	T4	Mioxen sớm
Kim Long		500 - 800 ?			*Florschuetzia trilobata* *Cicatricosisporites*	T?	Oligoxen
Trước Đệ Tam							

Hình 5.13. Các phân vị địa tầng bồn trũng Maylay – Thổ Chu



Hình 5.14a: Mặt cắt địa chất bồn trũng Malay - Thổ chu



Hình 5.14b: Mặt cắt địa chấn tuyến VF-90-135 bồn trũng Malay – Thổ Chu

Sự phong phú của các hoá đá bào tử phấn hoa như: *Florschuetzia levipoli, Magnastriatites howardii* và đôi nơi thấy các Foram như: *Ammonia, Globorotalia archeomenardii*... thể hiện các trầm tích trong môi trường ven biển có ảnh hưởng của các pha biển tiến trong thời kỳ Miocen sớm.

c. Hệ Neogen - Thống Miocen - Phụ thống Miocen giữa - Hệ tầng Đầm Dơi (N_1^2 Đd)

Chuyển tiếp từ hệ tầng Ngọc Hiển lên là các trầm tích hệ tầng Đầm Dơi. Chúng được phát hiện tại giếng khoan 46-DD-1X từ 1000 - 1465m. Thành phần chủ yếu là các lớp sét kết xám sáng, xám xanh chứa vôi hoặc các lớp đá vôi mỏng xen các lớp cát kết xám trắng hạt nhỏ đến trung bình cùng các lớp than nâu phát triển khá phổ biến. Biểu hiện trên các băng địa chấn là các phản xạ song song, độ liên tục vừa đến tốt, biên độ trung bình, tần số cao. Riêng phần Đông Nam, phát triển của hệ tầng thấy các mặt bào mòn liên quan đến các mặt phản xạ toplap.

Trầm tích của hệ tầng Đầm Dơi phát triển phổ biến trong vùng, ngoài trầm tích lục nguyên như đã mô tả trên, đôi khi có cả những lớp mỏng dolomit hoặc đá vôi vi hạt chứa các mảnh vụn lục nguyên màu xám trắng đến nâu vàng (46-NH, 46-KM). Trầm tích phát triển trong toàn khu vực và bề dày thay đổi từ 300-1200m.

Trong trầm tích của hệ tầng thấy khá phong phú các Foram: *Orbulina universa, Globorotalia mayeri, Ammonia, Haplophragmoides, trochammina*, các Nanno: *Cyclicagolithus, Sphenolithus*, và các bào tử phấn hoa *Florschuetzia meridionalis, Florschuetzia trilobata*....

Các trầm tích đã được hình thành trong môi trường đồng bằng ven biển thấp, có ảnh hưởng của nhiều pha biển tiến trong thời kỳ Miocen giữa.

d. Hệ Neogen - Thống Miocen - Phụ thống Miocen trên - Hệ tầng Minh Hải (N_1^3 Mh)

Các trầm tích của hệ tầng Minh Hải phủ bất chỉnh hợp (?) trên các trầm tích hệ tầng Đầm Dơi và được mô tả tại giếng khoan 51-MH-1X từ độ sâu 690-1097m. Đặc điểm trầm tích gồm chủ yếu là sét kết xám xanh, xám sáng chứa nhiều vôi, xen cát kết xám sáng mờ đục, chủ yếu hạt thô đôi khi hạt trung và xen ít lớp than.

Biểu hiện trên các băng địa chấn là các dải phản xạ tần số cao.

Hoá đá nghèo nàn chủ yếu là bào tử phấn *Florschuetzia meridionalis, Stenochlaena* và một vài dạng Foram bám đáy là những dạng phát triển trong Miocen muộn ở Đông Nam Á, Các đá này được thành tạo trong môi trường trầm tích delta-frontdelta.

Hệ tầng Minh Hải phát triển rộng rãi trong vùng và có chiều dày thay đổi từ 100 - 500m.

e. Hệ Neogen - Thống Pliocen - Hệ tầng Biển Đông (N_2 Bd)

Cùng phát triển và gắn liền với quá trình hình thành thềm lục địa Biển Đông, các trầm tích Pliocen ở đây được đặc trưng sét, bột xám, mềm bở xen cát hạt nhỏ đến trung, đôi khi thô, độ lựa trọn tốt. Trên băng địa chấn chủ yếu là các phản xạ song song, phát triển trong vùng thềm với chế độ kiến tạo bình ổn và có chiều dày thay đổi từ 400-600m.

Các hoá đá Foram gồm các dạng *Pseudorotalia, Ammonia, Asterorotalia trispinosa, Globorotalia margaritae, Operculina*, các dạng Nanno: *Discoater suculus, D. broweri* và các dạng Bào tử phấn *Dacrydium* được liên hệ với các trầm tích hình thành trong thềm biển nông Pliocen ở trong khu vực.

Hình ảnh mặt cắt địa chất qua giếng khoan 51-MH-1X được nêu trên hình 5.14a và mặt cắt địa chấn qua giếng khoan được nêu trên hình 5.14b.

7. Các bồn trầm tích vùng nước sâu

(Bồn trũng Vũng Mây, Hoàng Sa và nhóm bồn Trường Sa)

Các bồn trầm tích nước sâu ở thềm lục địa và vùng đặc quyền kinh tế của Việt Nam bao gồm bồn Vũng Mây, Hoàng Sa, và nhóm bồn Trường Sa. Trong đó bồn Vũng Mây (tiếp giáp và nằm ở phía Đông bồn trũng Nam Côn Sơn) mới được nghiên cứu địa chấn khu vực, còn bồn Hoàng Sa và nhóm bồn Trường Sa rất ít được nghiên cứu. Về tổng thể có thể hình dung địa tầng của các khu vực này như sau:

Các trầm tích Đệ tam bao gồm lục nguyên, lục nguyên cacbonat có chiều dầy từ 1 đến 7- 8km, phủ trên đá móng trước Đệ tam có thể là các đá xâm nhập granit-granodiorit và các đá biến chất Paleozoi, Mezozoi.

Trầm tích Eocen? Oligocen đặc trưng bằng các tập cát sét kết xen lẫn than, hình thành trong điều kiện đầm, hồ đôi chỗ gặp các thành tạo sạn, cuội kết và trầm tích có nguồn gốc núi lửa.

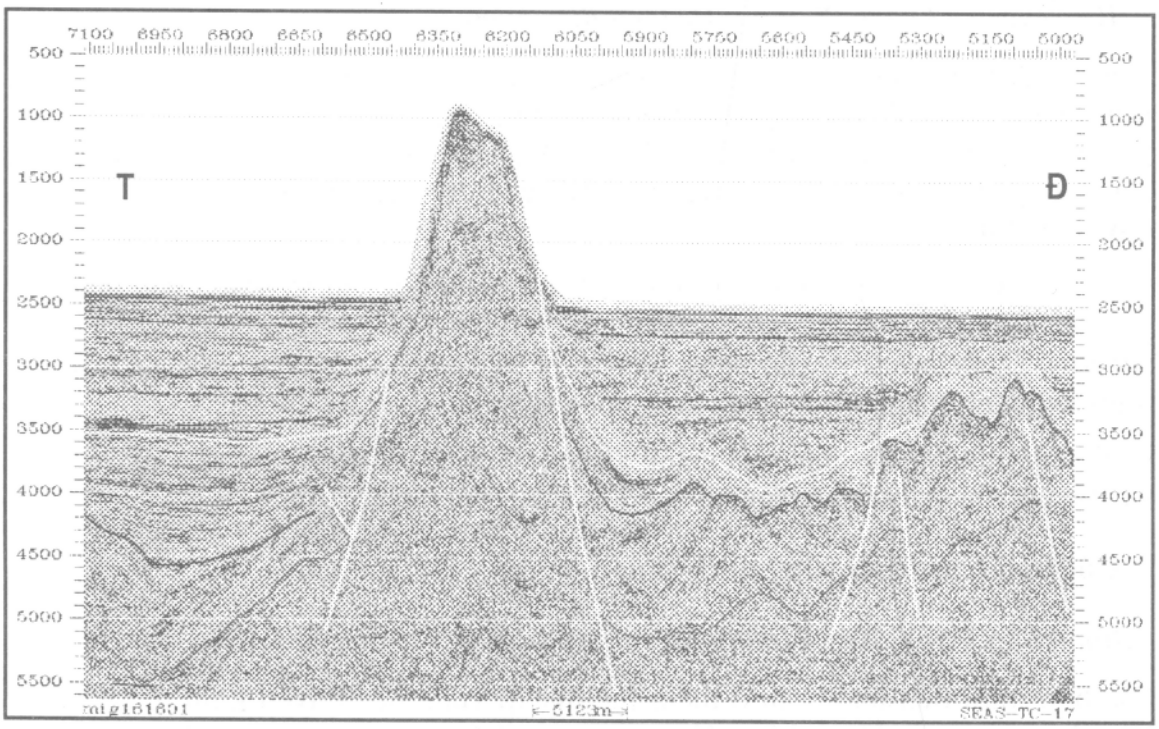
Trầm tích Miocen sớm đặc trưng bằng các tập cát bột kết xen kẽ hình thành trong điều kiện biển ven bờ hoặc đồng bằng châu thổ.

Trầm tích Miocen giữa đặc trưng bằng các tập cát- sét xen kẽ hình thành trong điều kiện biển ven bờ. Ở các đới cao được đặc trưng bằng đá vôi dạng thềm hoặc các ám tiêu san hô. Phần trên lát cắt chủ yếu là các thành tạo lục nguyên.

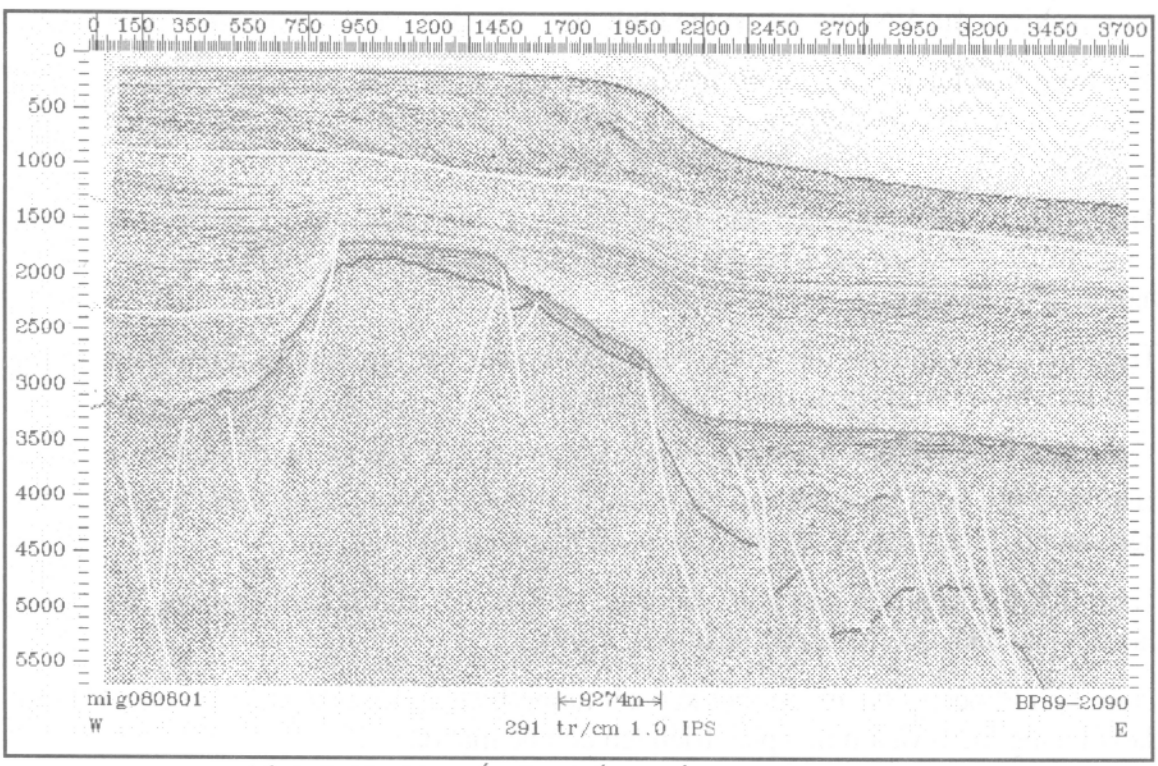
Trầm tích Miocen trên bao gồm các trầm tích sét bột xen ít tập cát tướng biển. Tại các đới cao dạng thềm, san hô phát triển mạnh.

Trầm tích Pliocen - Đệ tứ: Sét bột xen cát tướng biển thềm, biển sâu. Tại các đới cao đá vôi dạng thềm và ám tiêu phát triển lên đến bề mặt đáy biển.

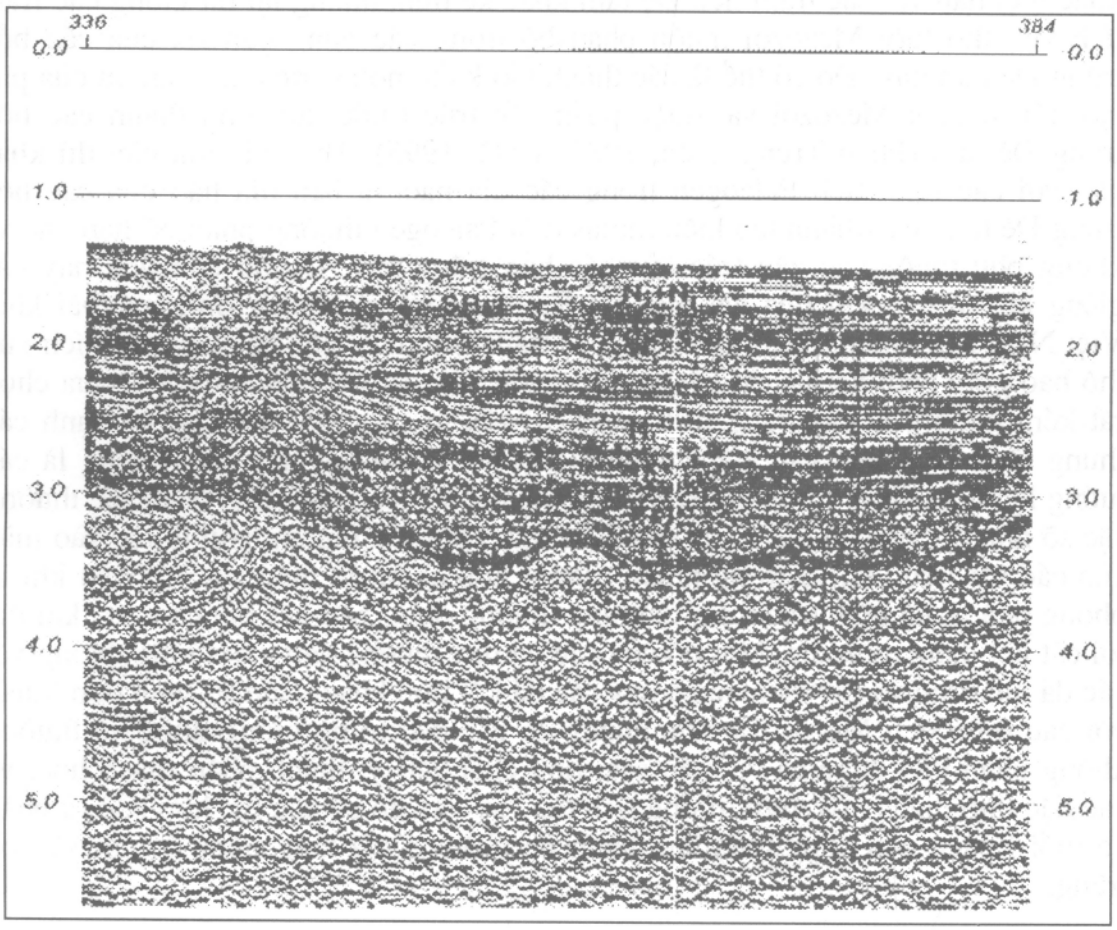
Một số lát cắt địa chấn ở vùng này được minh hoạ trên hình 5.15, 5.16 và 5.17



Hình 5.15 - Mặt cắt địa chấn tuyến Tây- Đông từ rìa đông bể Nam Côn Sơn sang đới Tư Chính - Vũng Mây



Hình 5.16. :Mặt cắt địa chấn tuyến ngang Tây- Đông ngoài khơi địa hào Quảng Ngãi sang bể Hoàng Sa



Hình 5.17: Mặt cắt địa chấn tuyến 2A qua bồn trũng Hoàng Sa

III. ĐẶC ĐIỂM VÀ QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN TRẦM TÍCH ĐỆ TAM

1. Đặc điểm các thành tạo trầm tích Đệ tam

a. Các trầm tích vụn thô Paleogen

Các trầm tích vụn thô nằm dưới cùng của một số mặt cắt Kainozoi trong các giếng khoan K.104 (3544- 3940m) ở Phủ Cừ (Hưng Yên) và K.CL1 (1200-2120m) ở Cà Cối- Trà Cú (Trà Vinh) đã được xác lập thành các hệ tầng Phù Tiên và Cà Cối có tuổi nghi vấn là Eocen đến Creta (Nguyễn Địch Dỹ, 1978) hoặc khẳng định là Eocen (Phạm Quang Trung và nnk. 1999, 2000). Các tác giả nêu trên đều coi đó là phần đáy của các bồn trũng Đệ tam. Tuy vậy, các trầm tích này

có đặc trưng thành phần, cấu trúc, tính chất thạch học - vật lý, mức độ biến đổi khác biệt hẳn với các trầm tích Đệ tam khác kề trên, nhưng lại rất giống các trầm tích vụn thô tuổi Mezozoi muộn phân bố trong các vùng gần rìa của các bồn trũng Đệ tam này. Đó có thể là các thành tạo kiểu molas trước núi tàn dư của pha tạo núi từ cuối Mezozoi và thuộc phần cấu trúc trước khi hình thành các bồn trũng Đệ tam (Phan Trung Điền, 1989, 1992, 1995). Theo tác giả này thì khác hẳn với các trầm tích Paleogen trong các địa hào và bán địa hào của các bồn trũng Đệ tam, các thành tạo kiểu molas tuổi Paleogen thường phân bố hạn chế và không phụ thuộc vào cấu trúc của các bồn trũng này. Do đó cho đến nay các giếng khoan dầu khí qua hết mặt cắt Kainozoi tới móng kết tinh ở ngoài khơi Việt Nam đều không phát hiện được các trầm tích này. Hầu hết các trầm tích vụn thô bao gồm cuội kết và cát kết nhiều nguồn với các vật liệu vụn có độ lựa chọn rất kém thường là các dạng lũ tích bắt nguồn từ các khối núi cao kề cạnh các thung lũng. Vật liệu gắn kết thường là cát bột kết ít vật liệu sét. Chúng là các tướng lục địa tích tụ trong các trũng nhỏ ngay chân các khối núi. Màu sắc thường sặc sỡ như đỏ, nâu có thể có cả các đốm lục. Màu sắc thường phụ thuộc vào màu của các vật liệu vụn và trong nhiều trường hợp chính là màu của vật liệu khi bị phong hoá từ đá gốc. Các trầm tích này thường được gắn kết rắn chắc có khi đạt tới cát kết dạng quaczitc. Mật độ của các đá này thường cao gần tương đương với các đá quaczite và các đá macma hay các đá kết tinh khác. Nếu so sánh đơn thuần với các trầm tích Mezozoi muộn chúng có các đặc trưng tương đồng và thường không phân biệt được cả về màu sắc, tính chất vật lý, thành phần thạch học, và các đặc tính thạch hoá, môi trường tích tụ. Tuy vậy do có các tập hợp bào tử phấn có tuổi Eocen nên được thiết lập thànhcác phân vị địa tầng riêng ở một số bồn trũng.

b. Các thành tạo trầm tích Paleogen

Các thành tạo trầm tích Paleogen kiểu đồng tách giãn được nhận biết trên cơ sở chúng phân bố trong các địa hào và bán địa hào phát hiện qua các mặt cắt tuyến địa chấn 2D trên toàn thềm lục địa và ngoài khơi Biển Đông. Mặc dù chúng phân bố ở nhiều khu vực xa cách nhau, nhưng đặc trưng cấu trúc của các mặt cắt khá giống nhau. Thành phần trầm tích hầu như chỉ gồm các đá lục nguyên tướng đầm hồ với các vật liệu vụn liên quan chủ yếu với các khối nhô cao của móng bồn trũng thuộc các địa luỹ kế cận các địa hào. Đó là các tập trầm tích lục nguyên có độ phân giải khác nhau từ vừa đến rõ và hầu như đều có cấu trúc phân nhịp kiểu aluvial do các lớp vụn thô và mịn xen kẽ nhau. Các tập trầm tích thường kề áp vào các địa luỹ hay các khối nhô cao móng qua các hệ đứt gãy thuận phát triển từ móng bồn trũng và thường kết thúc vào cuối Oligocen và đầu Miocen. Hầu hết các tập trầm tích này kề gối (on-lap) trên mặt bất chỉnh hợp thuộc cấu trúc bề mặt móng các bồn trũng tích tụ tức là mặt đáy không bằng phẳng của các bồn trũng Đệ tam. Một số các giếng khoan dầu khí đã phát hiện được phần trên của các mặt cắt này thường gồm các tập trầm tích lục nguyên màu xám, xám nâu nhạt, xám hơi nâu- vàng nhạt, xám xẫm và xám

đen có tuổi Oligocen muộn. Các trầm tích này thường được gắn kết rắn chắc với cấu trúc lớp vừa đến mỏng và phân lớp rõ do sự xen kẽ của các lớp vụn thô và mịn kiểu nhịp Aluvi (hình 5.4a). Phần phát hiện được do khoan, các lớp vụn mịn thường ưu thế hơn so với các lớp vụn thô (hình 5.10). Phần dưới các trầm tích vụn thô ưu thế hơn và càng vào trong phần Trung tâm các địa hào chiều dày trầm tích rất lớn đó chính là phần cơ bản của các mặt cắt đồng tách giãn (hình 5.4b và 5.16).

c. Các thành tạo trầm tích Miocen

Phần lớn các trầm tích Miocen trong các bồn trũng Đệ tam thuộc Biển Đông phân bố kề gối và mở rộng về các phía các cánh của các địa hào và bán địa hào. Chúng tạo thành các tập trầm tích phủ chồng lên trên các tập trầm tích đồng tách giãn Oligocen và liên kết các địa hào và bán địa hào thành bồn trũng trầm tích riêng biệt (hình 5.4a,b, 5.7,5.10,5.13,5.16). Chúng rất ít hoặc hầu như không chịu sự khống chế của các hệ thống đứt gãy phát sinh từ móng bồn trũng và ít chịu ảnh hưởng lớn của bề mặt cổ địa mạo bề mặt móng trừ các rìa bồn trũng. Quá trình tích tụ trầm tích Miocen chủ yếu là sự sụt lún nhiệt và oằn võng sau tách giãn của các bồn trũng Đệ tam. Tuy vậy một số mặt cắt trầm tích sau tách giãn có thể bắt đầu sớm hơn vào cuối Oligocen muộn và cũng có mặt cắt muộn hơn vào giữa Miocen sớm. Trên các mặt cắt địa vật lý, các tập trầm tích sau tách giãn được phân biệt dễ dàng với các tập trầm tích đồng tách giãn phân bố trong các địa hào và bán địa hào ở phần dưới. Hầu hết các mặt cắt trầm tích sau tách giãn phân bố trải rộng với độ phân giải rõ trên diện mở rộng khắp bồn trũng Đệ tam. Trên rìa các địa hào hay trên đỉnh và rìa các khối nhô cao của móng bồn trũng, các trầm tích sau tách giãn thường kề gối (on-lap) trên mặt bất chỉnh hợp. Trong khi đó các trầm tích đồng tách giãn thường bị mặt bất chỉnh hợp này cắt cụt. Hầu hết các giếng khoan thăm dò dầu khí đều phát hiện được các trầm tích sau tách giãn vì đó là đối tượng sinh, chứa và chắn quan trọng của hệ thống dầu khí và phân bố kề phía trên các trầm tích Oligocen trong các bồn trũng Đệ tam của Biển Đông.

Đặc điểm phân bố của các trầm tích sau tách giãn Miocen là không bị giới hạn trong các địa hào và bán địa hào như các trầm tích đồng tách giãn Paleogen mà thường mở rộng trong cả bồn trũng. Các trầm tích này cũng chỉ được giới hạn trong từng bồn trũng Đệ tam riêng biệt khác với các trầm tích Pliocen và Đệ tứ được liên kết thông tất cả các bồn trũng thuộc Biển Đông. Thành phần trầm tích của các thành tạo sau tách giãn Miocen khá đa dạng từ các trầm tích lục nguyên đầm lầy sông hồ, châu thổ kết cấu, châu thổ huỷ hoại đến các trầm tích biển, cacbonat nền, ám tiêu và đôi khi còn xen cả các phun trào núi lửa. Các khối nhô cao móng bên trong mỗi bồn trũng Đệ tam không còn đóng vai trò cung cấp vật liệu vụn cho các trầm tích lục nguyên. Nguồn vật liệu trầm tích vụn thường liên quan với các khối nâng ven rìa bồn trũng và thường cách xa với bồn trũng tích tụ. Tuỳ theo tiềm năng của nguồn cung cấp vật liệu vụn và quá trình vận chuyển, tích tụ vào bồn trũng mà các các kiểu trầm tích lục nguyên kiểu kết cấu (constructive)

như trầm tích Miocen Trung tâm bồn trũng Sông Hồng hay kiểu huỷ hoại như trầm tích Miocen sớm và giữa của bồn trũng Cửu Long. Các trầm tích cacbonat Miocen cũng chỉ phân bố trong các đới biển mở như phía ngoài địa luỹ Tri Tôn thuộc bồn trũng Quảng Đà, phần Nam bồn trũng Sông Hồng hay phần Đông bồn trũng Nam Côn Sơn. Trên các đới này có thể gặp cả cacbonat nền biển nông trên các vùng thềm rộng và cả kiểu ám tiêu liên quan với các khối nhô cao bên trong bồn trũng trong đó phần lớn là các khối núi lửa vào Miocen giữa và muộn hay các địa luỹ ranh giới các bồn trũng.

d. Các thành tạo núi lửa và lục nguyên núi lửa Neogen

Phân tích hầu hết các mặt cắt địa vật lý có biểu hiện của các hoạt động núi lửa trẻ trên thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận đều thấy rõ các pha phổ biến vào cuối Miocen giữa và trong Miocen muộn. Các tập đá phun trào basalt, bazan-andesit xen trong các tập trầm tích Miocen giữa và muộn thường tiêm nhập, xuyên cắt qua các trầm tích Oligocen và Miocen sớm - giữa. Một số mặt cắt vùng đông bồn trũng Nam Côn Sơn và tây quần đảo Trường Sa (bãi Tư Chính) thể hiện rõ các hoạt động núi lửa xuyên cắt và làm biến dạng các tập trầm tích cổ hơn Miocen muộn; còn các trầm tích Pliocen và Đệ tứ hầu như vẫn nằm ngang bình ổn và kề gối (on-lap) và kề áp (up-lap) vào thành của cột núi lửa đó (hình 5.15). Các hiện tượng hoạt động núi lửa Kainozoi muộn thường thấy khá rõ trong một số mặt cắt địa chấn thuộc các vùng thềm lục địa Bình Trị Thiên, vùng ngoài khơi Phú Khánh tới quần đảo Trường Sa. Điều này cũng phù hợp với các khảo sát thực tế các thành tạo đáy Biển Đông. Thực tế các hoạt động núi lửa trẻ từ Miocen muộn tới Đệ tứ khá phổ biến trên Biển Đông. Các phun trào bazan Miocen muộn đơn pha chủ yếu ở khu vực Đông và Trung tâm Biển Đông; khu vực Nam và Đông Nam chủ yếu là bazan tholeite Pliocen; còn vùng thềm lục địa Việt Nam chủ yếu là basalt nhiều pha suốt từ Pliocen tới nay (Đỗ Minh Tiệp 1996). Tuy vậy, một số khoan vùng nam đảo Phú Quý và các mặt cắt địa chấn cho thấy khá phổ biến cả các núi lửa cuối Miocen giữa và suốt Miocen muộn. Như vậy các hoạt động núi lửa trẻ trong Đệ tam có thể theo 2 pha chính là cuối Miocen và trong Pliocen. Pha cuối Miocen chủ yếu là các basalt tholeite, còn pha Pliocen chủ yếu là bazan kiềm.

Các thành tạo núi lửa này là sản phẩm của các quá trình hoạt động macma- kiến tạo Kainozoi muộn. Các thành tạo này phân bố rộng rãi trong khu vực Đông Nam A, Đông Nam Trung Quốc. Chúng là các thành tạo phủ chờm trên tất cả các thành tạo cổ hơn kể cả Tiền Cambrri, Paleozoi, Mezozoi. Ngoài hàng loạt các địa hình núi lửa miệng núi lửa hay các tập đá phun trào thấy được trên các khu vực ngoài khơi thềm lục địa Bình Trị Thiên (lô 112, 113, 114), ngoài khơi Quảng Ngãi, Phú Khánh, Ninh Thuận, Bình Thuận, Vũng Tàu và cả khu vực Trường Sa hay một số các đảo là các khối basalt Pliocene và Đệ tứ như Côn Cỏ, Phú Quí, Hòn Tranh, Hoa Hồng, Hòn Đồ Lớn, Hòn Đồ Nhỏ, Đá Ti, Hòn Hải, Phan Vinh (vùng quần đảo Trường Sa) v.v... còn có các dấu hiệu gián tiếp của các núi lửa trẻ

thể liên quan với các biểu hiện khí cacbonic đã phát hiện được trong nhiều khoan như 115-A-1X, 118-CVX-1X v.v... Các hoạt động núi lửa có thể bắt đầu từ 12 triệu năm trước đây (Miocen giữa- muộn) nhưng cường độ mạnh và biểu hiện rõ ràng chỉ khoảng 3 triệu năm trở lại cho tới ngày nay nghĩa là trong Pliocen và Đệ tứ (Nguyễn Xuân Hãn và nnk 1996; Đỗ Minh Tiệp 1996).

e. Các thành tạo trầm tích Pliocen

Mặt bất chỉnh hợp kề gối lên (onlap) hay phủ chờm lên các trầm tích Miocen và cổ hơn là tầng đánh dấu cuối Miocen (khoảng 5- 6 triệu năm) có đặc trưng như một bề mặt cấu trúc riêng biệt mang tính toàn thềm. Bất chỉnh hợp cắt cụt sâu trong các gờ nâng nghịch đảo cuối Miocen có thể quan sát được trong nhiều khu vực khác nhau của thềm lục địa như gờ nâng ngoài khơi Trung Bộ (địa luỹ Tri Tôn), gờ nâng Côn Sơn, Natuna, v.v... Đây là một ranh giới phân tập phát triển mạnh thường được đặc trưng bởi các vết cắt cụt của các tập trầm tích nằm dưới với thế biển tiến mạnh, đồng đều và phổ biến không chỉ trên toàn thềm mà còn lấn khá sâu vào trong đất liền thuộc các đồng bằng lớn và nhiều vùng ven biển Việt nam hiện nay.

Từ Pliocen trở đi, thềm lục địa được đặc trưng bởi mức độ lắng đọng trầm tích ngày càng tăng và đặc biệt là các trũng vịnh Bắc Bộ, Đông Phú Khánh và vịnh Thái Lan. Các trầm tích Pliocen phủ chờm lên toàn bộ các cấu tạo nâng địa phương được hình thành vào cuối Miocen và lấn sâu vào trong đất liền của các đồng bằng Sông Hồng, Sông Cửu Long và Sông Mã. Các trầm tích thường rất dày trong phần Trung tâm của các trũng này. Trong đó phần trung tâm Biển Đông ngoài khơi Phú Khánh dọc theo kinh tuyến 109^0 là sâu nhất trên 4 km với trầm tích Pliocen chỗ dày nhất gần đạt tới 3.500m. Tiếp sau đó là trũng Đông Đại Hùng và Hải Thạch với độ sâu xấp xỉ 4 km với trầm tích Pliocen chỗ dày nhất gần đạt được 3.000 m. Trũng vịnh Bắc Bộ có độ sâu gần 4 km với chiều dày trầm tích Pliocen chỗ dày nhất cũng chỉ khoảng 2500m. So với trũng Đệ tam có trước, hình dáng của bề mặt cấu trúc đáy Pliocen đơn giản hơn, với các sườn dốc thoải hơn. Tuy vậy, trong Pliocen lại phát triển các cấu trúc diapia bùn chủ yếu ở vùng Tây Nam đảo Hải Nam (Dong Fang- lô 109) được coi là độ mở góc cắm 4 cánh ngay ở mức nông này. Trũng vịnh Thái lan là nông hơn cả, nơi sâu nhất cũng chỉ khoảng 1,5 km với chiều dày trầm tích dưới 1000 m. Phần lớn các trũng này là các bồn lòng chảo lớn đơn giản hơn các bồn trũng Đệ tam trước đó và bên trong các bồn này hầu như không có các đứt gãy lớn và đứt gẫy sâu, trừ các sập lở gần các đường đứt gãy khâu ven của rìa các bồn lòng chảo như đứt gãy kinh tuyến trong vịnh Bắc Bộ, đứt gãy kinh tuyến 109^0, đứt gãy á kinh tuyến khu vực tây bồn trũng Nam Côn Sơn và một số đứt gãy nhỏ khác thuộc khu vực Tư Chính. Các khu vực có biểu hiện của các đứt gãy trẻ tạo sự thay đổi nhanh độ dày trầm tích và ở đó cũng có thể hình thành các địa hào thoải hay thung lũng đáy biển dọc theo các đứt gãy kinh tuyến 109, nam Bạch Long Vĩ. Sự biến đổi chiều dày trầm tích Pliocen cho thấy khu vực có biểu hiện đứt gãy các đường cong đẳng dày

thường xít nhau. Một số các hoạt động núi lửa basalt, các quá trình thoát khí và các cấu trúc diapia cũng làm thay đổi và phức tạp bình đồ cấu trúc đáy Pliocen (hình 5.15). Các cấu trúc diapia phát triển nhất là các khu vực Tây Nam đảo Hải Nam, trong khi đó phần ngoài khơi thềm lục địa Quảng Đà và Phú Khánh các hiện tượng thoát khí qua các trầm tích Pliocen - Đệ tứ lại phổ biến; còn khu vực ngoài khơi Bình Trị Thiên (lô 112,113), vùng đảo cù lao Chàm chủ yếu là các hoạt động núi lửa.

Trên hầu hết các mặt cắt trầm tích Đệ tam, các thành tạo Pliocen thường được trải rộng trên toàn Biển Đông, trong khi đó các trầm tích Đệ tam phía dưới thường được giới hạn trong từng bồn trũng riêng cách biệt. Trên các mặt cắt này các trầm tích Pliocen rất dễ phân biệt với các trầm tích Miocen phân bố kề ngay phía dưới, nhưng lại không thể phân biệt được với các trầm tích Đệ tứ chuyển tiếp từ từ ở phía trên. Cả trầm tích Pliocen và Đệ tứ đều có chung một hình ảnh về độ phân giải trầm tích song song và nằm ngang, các tập trầm tích đều trải rộng khắp thềm lục địa với chiều dày tăng dần từ các đới bờ tới sườn ngoài. Ngoại trừ các khối ám tiêu, các trầm tích khác đều còn trong trạng thái bở rời và mềm dẻo. Tính chất nén chặt chỉ tuân theo quy luật độ dày không có các dị thường biến đổi áp lực khác. Do sự thống nhất như vậy nên các trầm tích Pliocen và Đệ tứ trên khắp thềm lục địa hiện nay đều được xếp chung trong một hệ tầng Biển Đông. Tuy vậy, trong một số địa phương có các hoạt động núi lửa và thoát khí đều có gây lên các biến dạng cục bộ như ngoài khơi Bình Trị Thiên, ngoài khơi Phú Khánh và quần đảo Trường Sa. Các biến dạng cục bộ này chỉ là các điểm nhỏ trên toàn bình đồ rộng khắp Biển Đông. Song các biến dạng này không chỉ riêng trong mặt cắt Pliocen mà phát triển đều lên cả trầm tích Đệ tứ.

Một số mẫu thu thập được từ các giếng khoan đã cho các hoá đá trong các khu vực khác nhau. Phần thềm lục địa phía Bắc phổ biến một số dạng hoá đá sau: *Globorotalia truncatulinoides; G. margaritae; Globigerina seminulina; G.nepenthes; Globoquadrina altispira; Asterorotalia trispinosa; Globigerinoides extremus; G.ruber; Sphaeroidinellopsis dehiscens; S.seminulina; Pseudorotalia; Ammonia; Textularia; Globorotalia truncatulinoides; G.acostaensis; G.margaritae; Globigerina-seminulina; G. nepenthes;* và các tảo thuộc các đới Nannoplankton N16-N17-N18: *Discoaster surculus; D. brouweri*. Các trầm tích Pliocene trong trũng Hà Nội còn phổ biến một số dạng như: *Pseudorotalia; Globorotalia;* các loại dạng rêu như: *Bryozoar, Molusca*, các loại san hô và các loại rong tảo: *Discuater broweri; Dis-surculus; Disquinqueramus; Cyclococcollitina macynteroin; Haelicopsphaera carteri*; và đặc biệt có nhiều bào tử phấn: *Florchuetzia meridionalis; Stenochlaena Laevigatosporites*. Phổ biến trong các trầm tích Pliocene của thềm lục địa đông Nam Bộ là các dạng sinh vật biển khơi của trùng lỗ (Nguyễn Ngọc, 1999, 2000). Trên các vùng thềm lục địa ngoài khơi của đảo Côn Sơn phổ biến cả các bào tử phấnvà các dạng vi sinh vật khác. Trong vùng này trùng lỗ phổ biến các dạng từ đới N19-N20-N21 như: *Sphaeroidinella dehiscens, Globoquadrina altispira, Globorotalia tosaensis,*

Globigerinoides extremus, Pullenitina obliquiloculata, Globorotalia magraritae, Gl. menardii, Hastigerina aequilateralis, Globorotalia dutertrei, Gl. acostaensis, Gl. multicamerata, Gl. tumida, Gl. miocenica, Globigerinoides ruber, Gl. Fistulosu. Các dạng tảo vôi cũng khá phổ biến với các đới Nannofossil từ NN12 đến NN18: *Discoaster mendomobensis, Cerotolithus rugosus, Reticulofenestra pseudoumbilica, Discoaster brouweri, Dis. petaradiatus, Dis. surculus, Dis. asymentricus, Calcidiscus macintyrei, Helicosphaera kamtneri.* Ngoài các dạng microfossil trong trầm tích Pliocene của vùng thềm đông Nam Bộ cũng phổ biến một số dạng bào tử phấn như: *Dacrydium* sp., *Stenochlaena laurifolia, Podocarpus impricatus, Florschuetzia meridionalis, Florschuetzia levipoli, Anthocerisporites, Altingia sp., Strobilanthidites kudavaensis, Acanthus sp., Avicenia sp., Sonneratia griffithii, Camptostemon sp., Stemonusus sp., Cephanomappa sp., Alnipollenites verus, polypodiaceaesporites sp., Polypodiisporites sp., Acrostichum cf. aureum, Chenopodium sp., Pinuspolllenites sp., Dacrydium sp., Pterisisporites sp., Pterospermun sp.* và một số dạng khác.

Nếu không kể các thành tạo núi lửa, các trầm tích Đệ tam thuộc Biển Đông gồm bốn phức tập theo ba nhóm khác nhau. Các trầm tích thuộc phần thấp nhất của Paleogen hầu như chỉ có các vụn thô màu đỏ và sặc sỡ chỉ phát hiện được tại một vài giếng khoan trong đất liền và chưa có các phát hiện ở ngoài khơi. Các thành tạo này có nét giống các trầm tích vụn thô Mezozoi muộn trong các trũng trước núi (foreland) thuộc nhóm molas tàn dư. Nhóm trầm tích hình thành các bồn trũng Đệ tam của Biển Đông bao gồm hai phức tập đồng tách giãn và sau tách giãn. Chúng là bộ phận chính cấu thành các bồn trũng trầm tích Đệ tam thuộc Biển Đông. Do đó, hầu như chúng phân bố trong giới hạn của từng bồn trũng Đệ tam riêng. Các tập trầm tích đồng tách giãn Oligocen hầu như chỉ phân bố trong các địa hào và bán địa hào, trong khi đó các trầm tích Miocen phân bố phủ chờm trên các tập đồng tách giãn và mở rộng ra toàn bồn trũng. Chỉ một số nơi có kênh hay cửa thông nối giữa các bồn trũng Đệ tam mới có sự liên kết cục bộ của một số phần thuộc các tập trầm tích Miocen sau tách giãn. Các tập trầm tích Miocen tuy được hình thành do các quá trình sau tách giãn với sự phân bố khắp trong giới hạn cuả từng bồn trũng Đệ tam, song cũng thể hiện sự khác nhau giữa hai phần dưới và trên do pha nghịch đảo kiến tạo từ cuối Miocen giữa đến đầu Pliocen. Pha nghịch đảo kiến tạo này đã kết thúc quá trình mở rộng Biển Đông cũng như các bồn trũng Đệ tam và hình thành các cấu tạo vòm nâng địa phương. Tại các vòm nâng này thường vắng mặt các trầm tích Miocen muộn hay phần trên của các tập trầm tích này.

Các trầm tích Pliocen là phần dưới của phức hệ trầm tích thềm lục địa hiện tại và không chịu sự chi phối của bình đồ trước đó của cấu trúc Biển Đông. Tương ứng với từng giai đoạn hình thành các tập trầm tích Đệ tam có thể liên quan với các quá trình hình thành các dạng tiềm năng khoáng sản khác nhau. Trong số này hệ thống dầu khí liên quan chặt chẽ với sự hình thành và tiến hoá của cá tập trầm

tích Đệ tam. Cũng vì sự hình thành và tồn tại các bồn trũng trầm tích Đệ tam đã tạo được các mỏ dầu khí lớn nhỏ khác nhau không chỉ chính trong các trầm tích mà cả trong móng nứt nẻ của các bồn trũng này.

2. Quá trình phát triển trầm tích Đệ Tam

Lịch sử hình thành và phát triển trầm tích Đệ Tam thềm lục địa Việt nam gắn liền với sự hình thành các bồn trũng Đệ Tam và quá trình phát triển địa chất Biển Đông. Đây là một bức tranh rất phức tạp và thú vị được phản ánh bằng sự trùng hợp của các kết quả nghiên cứu, trong đó nghiên cứu địa tầng trầm tích đóng vai trò hết sức quan trọng.

Những vấn đề cơ bản về kiến tạo và lịch sử phát triển địa chất biển Việt Nam sẽ được trình bày đầy đủ trong chương VII. Trong phạm vi nghiên cứu địa chất Đệ Tam, ở chương này chỉ trình bày sự hình thành và các giai đoạn phát triển trầm tích Đệ Tam thềm lục địa Việt Nam trên cơ sở các kết quả phân chia và liên hệ địa tầng đã nêu trên (Đỗ Bạt, 2000)

a. Giai đoạn san bằng kiến tạo trước khi hình thành các bồn trũng Đệ Tam (Paleocen)

Trầm tích Paleocen hầu như không phát hiện thấy ở thềm lục địa Việt Nam. Điều đó phù hợp với nhận định rằng Paleocen là thời kỳ san bằng kiến tạo mang tính chất khu vực. Đó là kết quả của các hoạt động nâng lên và bị bóc mòn của những pha cuối cùng chu kỳ tạo núi Yến Sơn.

Paleocen chính là thời kỳ chuyển tiếp giữa hai giai đoạn vận động tạo núi Yến Sơn (Jura-Kreta-Paleocen) và Hymalaya (Eocen-Oligocen-Neogen). Kết quả đã được phản ảnh bằng hai phức hệ kiến trúc hoàn toàn khác nhau: Phức hệ dưới (móng trầm tích Đệ Tam) liên quan đến các thành tạo trước Kainozoi bị uốn nếp, biến vị mạnh và phức hệ trên (trầm tích Đệ Tam) bao gồm các trầm tích lục nguyên, lục nguyên vôi Kainozoi ít bị biến vị và phát triển liên quan chặt chẽ với sự hình thành phát triển của các bồn trũng trên thềm.

b. Giai đoạn hình thành các bể trầm tích Đệ Tam (Eocen- Oligocen)

Vào đầu Eocen, do ảnh hưởng của các pha đầu vận động tao núi Hymalaya, các đứt gãy sâu có phương Tây Bắc- Đông Nam được hình thành từ trước Đệ Tam tiếp tục hoạt động trở lại, trong đó có các đứt gãy Sông Lô, Sông Hồng và Sông Hậu, tạo nên những địa hào hẹp nhưng rất sâu được lấp đầy bởi những trầm tích vụn thô kiểu Molat (cuội, sạn kết, cát kết đa khoáng màu tím đỏ Phù Tiên và Cà Cối) có bề dầy lớn phản ánh mức độ phân dị địa hình cao và năng lương trầm tích mạnh. Kết quả của những hoạt động kiến tạo kiểu này làm cho lực tách giãn ngày càng mạnh, và đến Oligocen, hoạt động của hệ thống đứt gãy sâu theo phương Đông Bắc-Tây Nam (Vũng Tàu-Côn Sơn) cũng tăng. Các hoạt động tách giãn của Biển Đông đã mở ra các bồn trũng của thềm lục địa và được ngăn cách bằng các

đới nâng khu vực. Như vậy các trầm tích Oligocen đã được thành tạo đồng thời với quá trình tách giãn và sụt lún.

Ở miền võng Hà Nội, các trầm tích Đệ Tam được thành tạo trong điều kiện lục địa và phát triển thành các dải hẹp của các trầm tích lục nguyên thô ở phía Bắc và rìa Đông Bắc, còn các trầm tích mịn thường là sét giàu vật chất hữu cơ có khả năng sinh dầu thành dải hẹp chạy từ trung tâm đến lô 103 rồi theo hướng kéo dài ra trung tâm của bể. Chúng được thay thế dần bởi tướng cát, bột kết ven bờ.

Ở phần thềm lục địa miền Trung, các thành tạo Oligocen thường liên quan đến các tướng trầm tích đầm lầy và ven biển, nằm cạnh các khối nhô cao. Các trầm tích sét mang nhiều tính biển, có khả năng là các tầng sinh, chạy thành hai dải không liên tục từ lô 112-114 và từ lô115-118 kéo xuống lô 119-120.

Trong khi đó bồn trũng Cửu Long, hoạt động sụt lún mạnh dần từ Tây Nam lên Đông Bắc, hình thành ba đới trầm tích kế tiếp nhau: tam giác châu chịu ảnh hưởng nhiều của sông hồ đến đới trung gian và cuối cùng là đới tam giác châu chịu ảnh hưởng nhiều của biển chứa vật chất hữu cơ sapropen, đó là nguồn gốc tạo nên các đá sinh dầu (phân bố ở trung tâm và phần Đông Bắc của bể). Còn các thân cát phát triển trong các trầm tích delta có độ rỗng tới 10-20% chính là các đá chứa quan trọng.

Khác với bồn trũng Cửu Long, bồn trũng Nam Côn Sơn vào đầu thời kỳ Paleocen có những sụt sâu hơn thông với biển mở, vì vậy trầm tích Oliocen ở đây chẳng những đặc trưng bởi tướng lòng sông bãi bồi và châu thổ (ở phía Tây) mà còn đặc trưng bởi tướng ven biển chứa vật chất hữu cơ sinh dầu ở trung tâm và phía Đông của bể. Các đá chứa liên quan đến các thân cát cửa sông và tiền delta ở rìa phía Tây của bể. Tuy nhiên đây cũng chỉ là các đá chứa có độ rỗng từ trung bình đến kém (độ rỗng từ 10-15%).

Như vậy, vào thời kỳ Eocen-Oligocen, các thành tạo trầm tích được hình thành cùng với quá trình sụt lún gây ra bởi các hoạt động tách giãn ở Biển Đông. Do địa hình thay đổi và mức độ lún chìm khác nhau đã tạo nên những sự thay đổi tướng từ sông hồ đến tam giác châu ven biển. Đây là những phức hệ trầm tích đồng tạo Rifto. Quá trình này kết thúc bằng những chuyển động dương, tạo nên bề mặt bào mòn khu vực quan sát thấy trên thềm lục địa và khu vực phụ cận.

c. Giai đoạn phát triển và mở rộng các trầm tích Đệ Tam (Miocen sớm- giữa)

Sau giai đoạn tạo Rifto về cơ bản các bồn trũng và các dải nâng tương đối và các hố sụt đã được hình thành. Hoạt động có tính chu kỳ trở lại của tạo núi Hymalaya vào đầu Miocen sớm đã tác động gây ảnh hưởng đến các chuyển động nâng lên và hạ xuống mang tính khu vực. Quá trình sụt lún và oằn võng của các bồn trũng đã được hình thành trong Oligoxen tiếp tục mở rộng cùng với cao trào biển tiến khu vực. Như vậy trầm tích Mioxen sớm đã phủ chồng gối trên các trầm tích Oligocen và chịu ảnh hưởng kế thừa bề mặt địa hình đã được tạo lập vào cuối Oligocen.

Đặc điểm của tướng đá trầm tích Miocen sớm-giữa chủ yếu là các thành tạo lục nguyên và lục nguyên cacbonat trong đó có chứa các hoá đá động vật biển (Foraminifera và Nannoplankton). Rõ ràng chúng được thành tạo trong điều kiện delta, biển ven bờ và biển nông. Tuy nhiên sự tiến hoá trầm tích trong từng bồn trũng cũng được phản ánh với những mức độ khác nhau.

- Ở bồn Sông Hồng và Cửu Long, quá trình phát triển các trầm tích mang những nét tương tự, các pha biển tiến tăng dần từ Mioxen hạ đến trung, xen với các trầm tích delta và biển tràn vào cùng với sự mở rộng của các tam giác châu và cao trào biển tiến rộng rãi hình thành lớp Rotalid ở bồn trũng Cửu Long và lớp Ammonia ở bồn trũng Sông Hồng.

- Ở bồn trũng Huế-Quảng Đà và Nam Côn Sơn, trầm tích biển ven bờ, biển nông lại chiếm ưu thế. Quá trình phát triển các trầm tích tướng đá vôi biển nông đã tạo thành các đới liên quan đến những khối nâng trong biển mở, sạch và khí hậu nóng ấm, kéo từ lô 115 đến lô 118-119 (trũng Huế-Quảng Đà) hay ở khu vực tiếp giáp giữa lô 04-05 và phía Tây của lô 12 (Bồn trũng Nam Côn Sơn).

Giai đoạn phát triển và mở rộng các bồn trũng Đệ Tam đã tạo nên những tầng chứa dầu khí quan trọng, đó là những doi cát, thân cát liên quan đến các trầm tích cửa sông, hoặc tiền châu thổ trong các trầm tích trước delta. Mặt khác, tầng chứa có ý nghĩa không kém phần qua trọng đó là các đá vôi nứt nẻ, liên quan đến các khối đá vôi ám tiêu biển nông như đã nêu trên.

d. Giai đoạn thu hẹp các bồn trầm tích Đệ Tam (Miocen muộn)

Vào thời kỳ Miocen muộn, mặt cắt trầm tích tướng tam giác châu và biển nông bị thu hẹp dần, thay vào đó là các trầm tích lục địa (hệ tầng Tiên Hưng), hoặc tính lục địa thể hiện ngày càng tăng (hệ tầng Đồng Nai). Các trầm tích delta và biển nông thu hẹp dần, chỉ còn thấy ở trung tâm bồn trũng Sông Hồng (ngoài khơi), trũng Huế- Quảng Đà, trung tâm bồn trũng Cửu Long và bồn trũng Nam Côn Sơn.

Các đá chứa Miocen muộn chủ yếu là tướng lòng sông, bãi bồi, đập cát cửa sông, doi cát thuỷ triều và tướng cát tiền châu thổ, biển nông. Đây là các tầng chứa tốt đồng thời cũng là các đối tượng quan trọng trong tìm kiếm thăm dò dầu khí, bởi vì ngay trên chúng là tầng sét chắn khu vực (hệ tầng Biển Đông).

Có lẽ giai đoạn này liên quan đến các chuyển động nâng trong toàn khu vực, tạo lên bề mặt bào mòn giữa Miocen giữa và Miocen muộn, đồng thời tạo nên phần lớn những uốn nếp trong Neogen.

Giai đoạn Miocen muộn có thể xem là giai đoạn xoá nhoà hoạt động mở rộng của các bồn trũng tạo nên bề mặt bào mòn phổ biến ở thềm lục địa Việt Nam.

e. Giai đoạn hình thành thềm lục địa (Pliocen)

Vào thời kỳ Pliocen, hoạt động biển tiến bắt đầu ảnh hưởng và phát triển rộng khắp khu vực Biển Đông.

Trầm tích Pliocen phủ trên mặt bào mòn như một bất chỉnh hợp đặc trưng. Chúng bao gồm cát, bột xen kẽ, gắn kết yếu đến bở rời, chứa Glauconit và vô cùng phong phú hoá đá động vật biển (Foraminifera và Nannoplankton). Các tập trầm tích thể hiện rõ đặc tính phân lớp nghiêng, thoải, song song hoặc xiên chéo với chiều dầy tăng dần về phía trung tâm và được mở rộng vượt ra khỏi khuôn khổ các bể.

Tướng trầm tích biển cũng phân thành những đới rõ rệt, chủ yếu là thềm biển nông, trong đó bồn trũng Sông Hồng và bồn trũng Cửu Long chủ yếu là đới trong và giữa của thềm còn ở bồn trũng Huế- Quảng Đà có sự xen kẽ nhưng chủ yếu là đới giữa và ngoài.

Có thể nói rằng toàn bộ thềm lục địa Việt Nam có sự thống nhất và phát triển trong thời kỳ Pliocen, đó là giai đoạn phát triển thềm lục địa, san bằng, xoá nhoà các ảnh hưởng của hoạt động địa chất trước đây, tạo lên sự thống nhất của thềm lục địa Biển Đông và khu vực Đông Nam Á.

Kết luận

- Cùng với sự phát triển của quá trình nghiên cứu địa chất dầu khí, các nghiên cứu về địa tầng trầm tích Đệ Tam ở thềm lục địa Việt Nam đã được triển khai một cách toàn diện. Quá trình phân chia địa tầng của các bồn trũng đã được tiến hành bằng tổ hợp các phương pháp chuyên sâu về địa tầng như thạch địa tầng, sinh địa tầng, địa chấn địa tầng và thời địa tầng. Trên cơ sở các kết quả đạt được, các đơn vị địa tầng tương ứng của các bồn trũng Sông Hồng (Trũng Hà Nội, Vịnh Bắc Bộ, bồn trũng Huế- Quảng Ngãi), Cửu Long, Nam Côn Sơn, Mã Lai-Thổ Chu đã được xác lập. Các kết quả nghiên cứu cũng đã cho phép liên hệ địa tầng giữa các bồn trũng và khu vực phụ cận.

- Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng trước khi hình thành các bể trầm tích Đệ Tam là thời kỳ san bằng kiến tạo (Paleocen), đồng thời đã khái quát lịch sử phát triển trầm tích Đệ Tam thềm lục địa Việt Nam theo các giai đoạn: giai đoạn hình thành và phát triển các bể trầm tích Đệ Tam (Eocen, Oligocen); giai đoạn phát triển và mở rộng các trầm tích Đệ Tam (Miocen sớm, giữa); giai đoạn xoá nhoà và thu hẹp của bồn trũng (Miocen muộn); giai đoạn hình thành thềm lục địa Biển Đông (Pliocen).

Chương VI

ĐỊA CHẤT TRƯỚC ĐỆ TAM VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Các thành tạo trước Đệ Tam là bộ phận cấu thành vỏ thạch quyển không đồng nhất và cố kết rắn chắc trong móng của các bể Đệ Tam thềm lục địa Việt Nam. Chúng bị chôn vùi dưới các thành tạo trầm tích Đệ Tam có nơi tới 15- 20km, việc phát hiện trực tiếp các thành tạo Trước Đệ Tam ngoài Biển Đông rất khó khăn và hạn chế.

I. KHÁI QUÁT VÀ HỆ THỐNG PHÂN LOẠI CÁC THÀNH TẠO TRƯỚC ĐỆ TAM

1. Khái quát

Hầu hết các thành hệ cấu trúc trước Đệ Tam thuộc vùng biển Việt Nam đều bị các trầm tích trẻ bao phủ và trở thành móng cố kết không đồng nhất với bề mặt cổ địa hình không bằng phẳng của móng thềm lục địa nói chung và móng các bể Đệ Tam nói riêng (hình 6.1). Ngoài các điểm lộ trên các đảo ven bờ chỉ có một số giếng khoan thăm dò dầu khí phát hiện được chúng trong móng của các bể Đệ Tam. Trên các mặt cắt địa chấn, ranh giới các thành tạo trước Đệ Tam thường không thể hiện rõ. Các tài liệu địa chấn và khoan thường tập trung trong một số khu vực có các đối tượng dầu khí của các bể Đệ Tam. Ngoài phân tích mẫu trực tiếp và các vết lộ, các dấu hiệu khác nhằm nhận biết sự phân bố và phân biệt các thành tạo trước Đệ Tam với nhau thường kém rõ ràng và rất hạn chế. Trên cơ sở phân tích các đặc điểm địa chất cấu trúc chung của đới ven biển, ven bờ, các phát hiện mẫu khoan và theo tài liệu địa chấn, địa vật lý giếng khoan, từ và trọng lực có thể nhận thấy rằng móng của thềm lục địa Biển Đông bao gồm chủ yếu là các thành tạo Paleozoi và Mezozoi (bảng 6.1). Các thành tạo Trước Cambri nếu có

cũng chỉ phân bố rất hạn chế trong móng các bể Đệ Tam thuộc các vùng nhỏ ven rìa thềm Phú Khánh, ven rìa thềm lục địa ở Nam Định và quần đảo Hoàng Sa (Phan Trung Điền và nnk, 1995).

Phần lớn các đảo ven biển có các vết lộ thuộc các thành tạo trước Đệ Tam là nơi có điều kiện tốt để quan sát và thu thập các thông tin địa chất của các thành tạo này. Một số phát hiện của các thành tạo trước Đệ Tam trong các giếng khoan thăm dò tới móng, song khó có thể dự đoán sự phân bố và thay đổi tướng của chúng tới các diện xung quanh (bảng 6.1). Các phát hiện gián tiếp qua các tài liệu địa vật lý thường chỉ có giá trị trên bề mặt móng của các bể Đệ Tam. Bên trong khối móng kết tinh, sóng địa chấn phản xạ thường bị nhiễu và ít có các thông tin địa chất nhằm phân biệt và phân tích chúng.

Hầu hết phát hiện móng các bồn trũng Đệ Tam trên thềm lục địa Việt Nam đều gồm các thành tạo Trước Đệ Tam thuộc các đới thành hệ cấu trúc của phần đất liền hay các đảo kề cận các bể này. Phần lớn các vết lộ đá gốc liên quan với các chỏm địa hình sót nổi cao của đới ven biển và các đảo ven bờ là các thành tạo địa chất Trước Đệ Tam có độ bền cơ học và hoá học lớn như các đá thuộc nhóm granit, đá cacbonat, cát kết dạng quaczit, gnai và các đá phun trào axit. Các phần địa hình dương với các diện xuất lộ địa mạo đồi, núi sót chủ yếu là các khối đá kiểu Si- Al và cacbonat; còn các thành tạo Si-Ma và các trầm tích mềm độ bền kém thường liên quan với các phần địa hình âm và bị các trầm tích trẻ bao phủ. Hình thái cấu trúc và cổ địa mạo này khi chuyển dần ra biển bị các trầm tích Đệ Tam bao phủ và bề mặt cổ địa hình này trở thành đáy của các bể Đệ Tam đã được nêu trongchương V. Như vậy móng của thềm lục địa và cả sườn đều là các phần kế thừa các đới thành hệ cấu trúc từ đất liền và các đảo kế cận.

Các thành tạo biến chất kết tinh trước Cambri hầu như hiếm lộ ra trên các đới ven biển và chưa được phát hiện trừ giếng khoan GK15 ở Nam Định và khoan trên đảo Hoàng Sa. Tại GK15 phức hệ biến chất Proterozoi tạo thành móng rìa Tây Nam trũng Hà Nội thuộc bể Đệ Tam Sông Hồng. Các thành tạo Paleozoi đã phát hiện được trong một số giếng khoan thuộc bể Sông Hồng (112-BT-1X, 112-HO-1X, 10B-STG-1X) và bể Bạch Long Vĩ- Lôi Châu. Các thành tạo Mezozoi đã phát hiện thấy trong nhiều giếng khoan nhưng chủ yếu là các đá kết tinh thuộc nhóm granit Mezozoi và các dạng biến chất động lực của chúng, các đá phun trào trong móng bể Cửu Long và Nam Côn Sơn. Cho đến nay chưa có các xác minh và công nhận về phát hiện các trầm tích lục nguyên Mezozoi trong móng của các bể Đệ Tam.

Phần lớn các báo cáo tìm kiếm thăm dò dầu khí đều coi các tập trầm tích vụn và vụn núi lửa ít nhiều đã bị biến dạng phân bố theo khuôn cấu trúc móng và hầu như không phụ thuộc vào các cấu trúc địa hào hay đáy bể là các thành tạo Paleogen thuộc đáy các bể Đệ Tam (Đỗ Bạt và nnk, 1993). Một số ít lại cho các tập đó là các thành tạo tàn dư của các cấu trúc Mezozoi trong các trũng trước núi thuộc móng có trước khi hình thành các bể Đệ Tam (Phan Trung Điền,

Tài liệu trình bày ở đây theo các tờ bản đồ địa chất ven biển tỷ lệ 1/200.000 được Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam xuất bản, một số tài liệu và điện phân bố ở đáy biển là kết quả điều tra địa chất biển nông ven bờ 0-30 m nước tỷ lệ 1:500. 000 (Nguyễn Biểu và nnk, 2001). Các bồn trũng Kainozoi và vùng nước sâu tài liệu còn hạn chế, chủ yếu dựa vào tài liệu địa vật lý dầu khí (Phan Trung Điền, 2001...).

Địa chất biển nông ven bờ Việt Nam mang tính kế thừa các cấu trúc lục địa. Các thành tạo trước Đệ Tam được chia thành 35 phân vị địa tầng có tuổi từ Arkeirozoi đến Kreta và 12 phức hệ maema có tuổi từ Devon đến Kreta, phân bố ở dưới đáy biển, các đảo và đải ven bờ.

1. Bồn trũng Bắc và Nam Sông Hồng

a) Địa tầng

Giới Arkei

1- Hệ tầng Kim Sơn(AR ks) (Nguyễn Xuân Bao, Trần Tất Thắng, 1979). Phân bố dọc ven biển và dưới đáy biển từ Sa Huỳnh đến biển Hoài Nhơn (Bình Định). Gồm 2 phần: phần dưới đá phiến thạch anh - biotit - silimanit, plagiogneis và gneis biotit - granat; phần trên đá phiến thạch anh - biotit - silimanit, đá phiến thạch anh - biotit - silimanit bị mylonit hoá, phiến hoá. Tổng chiều dày khoảng 1900m.

Giới Proterozoi.

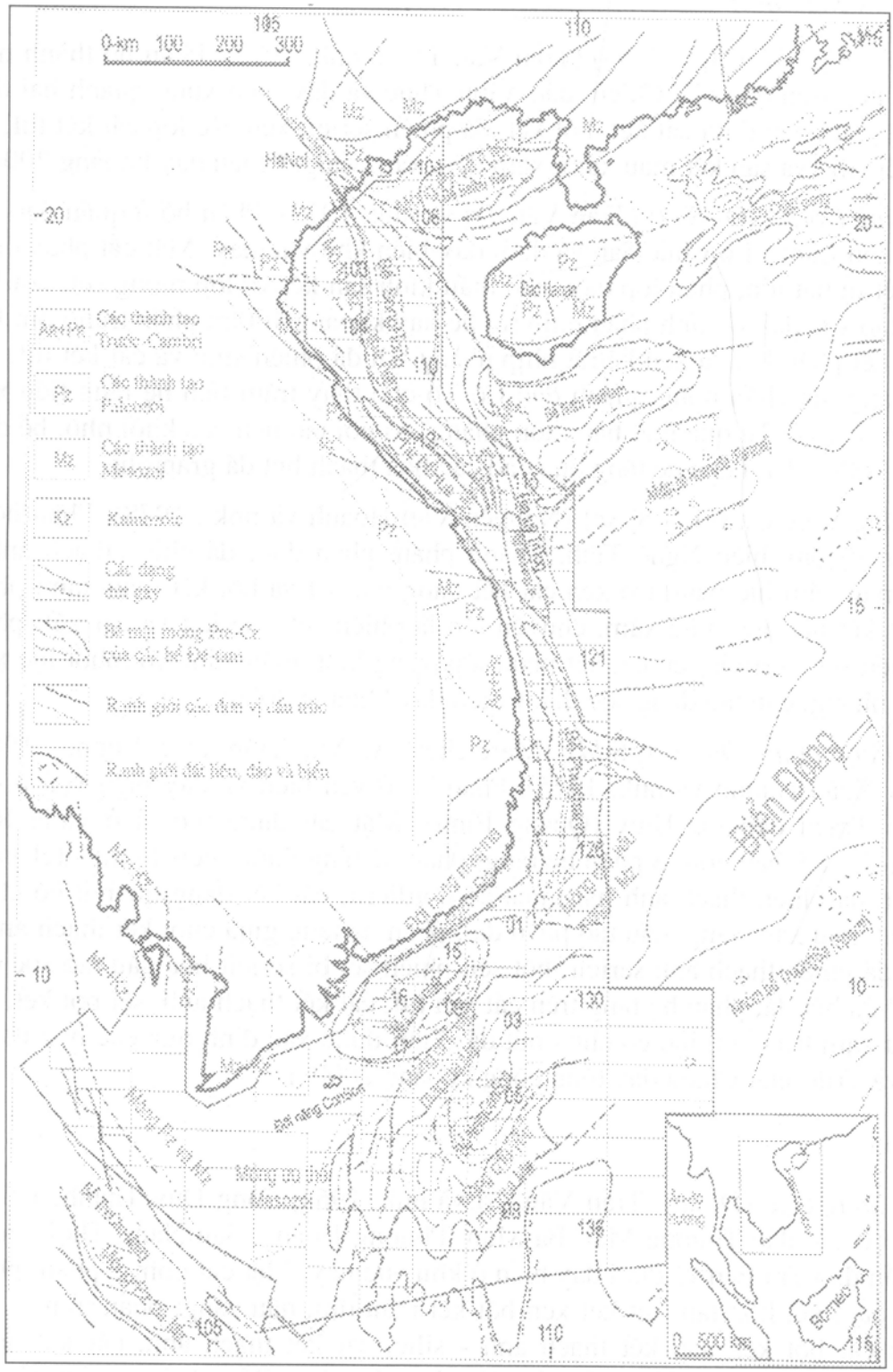
2- Hệ tầng Sông Hồng (PRsh), (Đovjkov và nnk, 1965) lộ ra ở Núi Gôi Nam Định và bắt gặp trong các giếng khoan ở Hải Hậu (GK.54, độ sâu 237 m), Nam Định (GK.15, 149, 6-165 m) gồm các loại đá phiến kết tinh, gơnai. Theo tài liệu địa chấn các đá này có thể kéo dài ra biển hàng chục km.

Giới Proterozoi - Neoproterozoi - Cambri hạ

3. Hệ tầng Nậm Cô (PR_3 - $\in_1 nc$) (Dovjikov, Bùi Phú Mỹ và nnk, 1965). Phân bố ở 2 khu vực Lạch Trường - Hòn Nẹ và Mũi Chao (Sầm Sơn). Mặt cắt gồm 2 phần: phần dưới là đá phiến thạch anh 2 mica, silimanit có granat, màu sẫm, phân phiến mỏng, bề dày 300m. Phần trên gồm cát kết dạng quarzit màu xám phân lớp dày, xen các tập đá phiến thạch anh mica. Trên băng địa chấn nông mặt bào mòn của hệ tầng khá bằng phẳng, bề dày 200m.

Giới Paleozoi: Cambri trung - Ordovic hạ

4. Hệ tầng A Vương ($\in_2$ - O_1 *av*) (Nguyễn Xuân Bao và nnk, 1978). Phân bố dưới đáy biển ven bờ từ nam Cửa Đại (Hội An) đến bắc Chu Lai. Mặt cắt quan sát được ở phần trên gồm đá phiến sericit - thạch anh, đá phiến thạch anh hai mica, đá phiến thạch anh biotit xen lớp mỏng quarzit, đá phiến silic, phiến cacbonat - sericit, dày khoảng 900m. Tuổi dựa vào hoá thạch Graptolit ở các vùng lân cận.



Hình 6.1. Phân bố các thành tạo trước Đệ Tam vùng biển Việt Nam

Ordovic thượng - Silur

5. Hệ tầng Tấn Mài (O_3 - S *tm*) (Trần Văn Trị và nnk, 1977). Phân bố thành một dải nhỏ hẹp trên đảo Cái Chiên, đảo Vĩnh Thực và đáy biển xung quanh hai đảo này. Mặt cắt phần dưới cát kết, bột kết, đá phiến sericit xen các lớp cát kết tuf, đá phiến sét silic và sạn kết màu xám, xám đen, xám vàng. Chiều dày khoảng 200m.

6. Hệ tầng Cô Tô (O_3-S *ct*) (Trần Văn Trị và nnk, 1972). Phân bố ở quần đảo Cô Tô - Thanh Lâm - Lò Chúc San và dưới đáy biển khu vực này. Mặt cắt phần dưới là cát kết tụ hạt lớn, phân lớp dày, xen thấu kính sạn kết và lớp mỏng sét, bột kết có cấu tạo sọc dải, có tính phân nhịp rõ, bề dày khoảng 100m; phần trên gồm bột kết, sét kết phân lớp và xen kẽ rất nhịp nhàng với đá phiến silic và cát kết tuf. Có nhiều băng địa chấn nông quanh đảo Cô Tô cho thấy trầm tích hệ tầng tiếp xúc với trầm tích Đệ Tứ qua mặt bào mòn phẳng, có nơi tạo nên các khối nhô, bề dày khoảng 700m. Tuổi của hệ tầng dựa vào các hoá thạch bút đá graptolit

7. Hệ tầng Sông Cả (O_3 - S_1 *sc*) (Nguyễn Văn Hoành và nnk., 1978). Phân bố ở ven biển và đáy biển Nghệ Tĩnh. Thành phần: phần dưới đá phiến thạch anh - sericit màu xám lục, xám tro xen cát kết dạng quarzit và bột kết màu xám; phần giữa cát kết hạt nhỏ màu xám, chuyển lên là phiến sét - sericit và cát kết; phần trên phiến sét - sericit xen cát kết phân lớp trung bình màu xám tro, phớt lục xen kẽ nhịp nhàng, cấu tạo dạng sọc dải. Chiều dày khoảng 300m.

8. Hệ tầng Long Đại (O_3-S_1*ld*) (Marcichev A. M., Trần Đức Lương, 1965; Nguyễn Xuân Dương và nnk, 1975). Phân bố ở ven biển và đáy biển ven bờ từ nam Bố Trạch đến Lệ Thuỷ (Quảng Bình). Mặt cắt được mô tả ở vùng Rào Thượng- Lệ Kỳ bao gồm 3 phân hệ tầng: phân hệ tầng dưới gneis biotit - felspat - silimalit, đá phiến thạch anh hai mica có cordierit, cát kết dạng quarzit có chứa cacbonat màu xám sáng, cấu tạo phân dải; phân hệ tầng giữa cuội kết thạch anh - sericit, đá phiến thạch anh sericit, bột sét, phiến sét bị sericit hoá cấu tạo sọc dải thanh chứa búi đá; phân hệ tầng trên cát sạn tuf, cát kết thạch anh, sét bột kết, sét kết màu xám tro, xám lục có chứa bút đá. Tuổi được xác định qua các hoá thạch bút đá và Trilobita. Chiều dày tổng cộng khoảng 2000m.

Devon hạ

9. Loạt Sông Cầu (D_1 *sc*) (Trần Văn Trị và nnk, 1964; Tống Duy Thanh, 1979). Phân bố ở các đảo Thượng Mai, Ba Mùn, Phượng Hoàng, Sậu Nam, Thoi Xanh, một phần đảo Trà Bản và dưới đáy biển ở khu vực này. Mặt cắt gồm 2 phần: phần dưới là cuội kết hỗn tạp, cát kết xen bột kết màu tím, nâu vàng; phần trên là bột kết xen cát bột kết, sạn kết thạch anh - silic, cát kết thạch anh, cát kết dạng quarzit và trên cùng là đá phiến sét vôi màu xám đen. Bề mặt bào mòn của hệ tầng trên băng địa chấn nhấp nhô, có nơi tạo nên các gờ cao. Tổng chiều dày là 1200-1300m.

Devon hạ - trung

10. Hệ tầng Dưỡng Động ($D_{1-2}dd$) (Nguyễn Quang Hạp, 1967; Phạm Văn Quang và nnk, 1969). Phân bố thành một dải kéo dài theo hướng TB-ĐN ở các đảo Trà Bản, Thừa Bóng, Châu Dấp, Lũ Con và ở dưới đáy biển xung quanh khu vực các đảo này. Thành phần gồm cát kết dạng quarzit, cát kết xen bột kết màu xám, cát kết thạch anh phân lớp dày, bột kết màu xám. Chiều dày tổng cộng 100-1300m. Tuổi dựa vào hoá thạch tay cuộn và hoá thạch *Atrypa* sp.

Devon Trung

11. Hệ tầng Đồ Sơn (D_2ds) (Saurin, 1956; Tống Duy Thanh và nnk, 1986; Trần Văn Trị và nnk, 1975; Hoàng Ngọc Kỷ, Đặng Trần Quân, 1978). Phân bố ở bán đảo Đồ Sơn và đáy biển quanh khu vực này. Thành phần gồm: phần dưới cát kết dạng quarzit màu nâu đỏ phân lớp dày, bột kết có thấu kính phiến sét. Phần giữa cát kết xám sáng xen bột kết màu nâu đỏ chứa hoá thạch cá cùng thực vật tuổi Giveti - Frasni. Phần trên là bột kết màu nâu đỏ xen cát kết và thấu kính đá phiến sét. Tổng chiều dày 650m.

12. Hệ tầng Bản Páp (D_2bp) (Nguyễn Xuân Bao, 1970). Phân bố rất hạn chế ở đảo Bàn Sen, Đông Nam Cái Bầu và đáy biển khu vực này. Thành phần gồm: phần dưới đá vôi phân lớp mỏng màu xám tái kết tinh, phần giữa đá vôi phân lớp trung bình màu xám tái kết tinh có chứa san hô, phần trên đá vôi phân lớp trung bình đến dày màu xám nhạt, tái kết tinh yếu. Tổng chiều dày 650m.

Devon thượng, Frasni

13. Hệ tầng Đông Thọ (D_3 fr *dt*) (Mareichev A. M., Trần Đức Lương, 1965). Phân bố ở diện hẹp khu vực đèo Lý Hoà và dưới đáy biển vùng này. Thành phần gồm cát kết thạch anh hạt vừa phân lớp mỏng xen bột kết, đá phiến sét xen bột kết than, sét than có chứa nhiều hoá đá tay cuộn, một số nơi phát hiện hoá thạch thực vật và hoá thạch cá.

Devon thượng - Carbon hạ

14. Hệ tầng Phố Hàn (D_3 - C_1ph) (Ngô Quang Toàn, 1992). Phân bố ở đông nam đảo Cát Bà. Mặt cắt gồm: phần dưới đá vôi phân lớp dày đến dạng khối màu đen, xám đen chứa nhiều hoá đá, phần giữa đá vôi, vôi silic xen lớp mỏng silic màu xám đen, vôi sét, sét chứa vôi có hoá đá, phần trên silic xen đá phiến có thấu kính đá vôi phân dải, vôi silic chứa hoá đá. Loại đá vôi này đã gặp trong các giếng ở cửa sông Trà Lý và sông Thái Bình. Băng địa chấn nông cho thấy bề mặt của đá vôi phản xạ sóng mạnh và cấu tạo dạng nhọn tai mèo. Tổng chiều dày 400-600m.

*15. Hệ tầng Tân Lâm (D-Ct1).*Các lớp đá vôi xen đá lục nguyên gặp ở lô 112 tại các cấu tạo Anh Vũ(độ sâu 3935- 4111m), Hoàng Anh(1547-1580m) và Bạch Trĩ (1743-1780m) có lẽ thuộc hệ tầng này ?

Carbon hạ

16. Hệ tầng Cát Bà (C_1cb) (Nguyễn Công Lượng và nnk, 1979). Phân bố chủ yếu ở trên đảo Cát Bà. Mặt cắt gồm: phần dưới đá vôi màu xám đen phân lớp dày, đá vôi có chứa silic kẹp lớp mỏng đá phiến cháy, đá vôi xám trắng, đá vôi trứng cá, phần trên đá vôi xám sẫm phân lớp dày đến dạng khối chứa các hoá thạch. Các băng địa chấn đi qua vùng biển quanh đảo này cho thấy bề mặt các khối đá vôi dạng răng cưa khá phức tạp và giữa chúng có các hố đào khoét sâu. Chiều dày 450m.

Carbon - Permi

17. Hệ tầng Bắc Sơn (C-P *bs*) (Nguyễn Công Lượng, 1979; Nguyễn Văn Liêm, 1979). Phân bố tập trung chủ yếu ở dưới đáy biển và các đảo thuộc vịnh Hạ Long, Bái Tử Long và Đông Nam Cát Bà, vùng ven biển Thạch Hà (Hà Tĩnh). Mặt cắt gồm 2 phần: phần dưới đá vôi xám sáng, đá vôi trứng cá phân lớp dày đến dạng khối chứa nhiều hoá đá, phần trên đá vôi xám sáng phân lớp dày đến dạng khối xen lớp mỏng đá vôi silic, silic vôi chứa hoá đá. Đá cacbonat này gặp trong giếng khoan lô 104 (Quả vải, độ sâu 920-1050 m) Mặt cắt địa chấn đi qua đá của hệ tầng có bề mặt bào mòn bằng phẳng. Dày 750m. Tuổi dựa vào các hoá đá trùng lỗ.

18. Hệ tầng Cẩm Thuỷ (P1 ct) (Phan Cự Tiến, 1973) phân bố ở đảo Hòn Mê Thanh hoá và vùng biển bao quanh trên một diện tích lớn gồm các đá phun trào mafic xen các tập lục sinh. Các băng địa chấn nông qua các đá này có mặt bào mòn gồ ghề phức tạp. Chiều dày khoảng 300m

19. Hệ tầng Bãi Cháy (P_2bc) *(*Nguyễn Văn Liêm, 1967). Phân bố tập trung thành một dải ở ven biển và biển ven bờ từ Cẩm Phả đến Bãi Cháy. Mặt cắt gồm hai phần: phần dưới dăm kết silic xám đen, rắn dòn xen lớp mỏng cát bột kết, phần trên silic xám đen xen các lớp mỏng đá vôi silic có chứa nhiều hoá thạch. Chiều dày 250-300m. Dựa vào các hoá đá xếp tuổi Peemi muộn.

Trias trung - Anizi

20. Hệ tầng Đồng Trầu (T2a dt) (Jamovda, Mareichev, 1965). Phân bố ở 4 khu vực chính, đảo Hòn Mê (Thanh Hoá) và đáy biển vùng lân cận, ven biển và biển Quỳnh Lưu, Cửa Lò (Nghệ An) và vùng biển Đèo Ngang (Hà Tĩnh –Quảng Bình). Mặt cắt có thể chia làm 2 phần khá rõ: phần dưới trầm tích lục nguyên xen lớp mỏng hoặc thấu kính phun trào andezit gồm bột kết, cát kết, cuội kết tuf, đá phiến sét màu đen chứa nhiều hoá đá; phần trên đá vôi màu xám sáng, xám sẫm, xám tro phân lớp mỏng, trung bình đến dạng khối bị tái kết tinh yếu, sét vôi màu nâu đỏ phân lớp mỏng. Tổng chiều dày 1100-1600m.

21. Hệ tầng Đồng Giao (T_2 *dd*) *(*Dovjikov A. E và nnk, 1965). Phân bố tập trung một diện tích rất hạn chế ở biển ven bờ tây nam huyện Kim Sơn (Ninh Bình) và Nga Sơn (Thanh Hoá) . Bao gồm các đá: Phần dưới đá vôi màu xám, xám đen. Phần trên đá vôi màu xám, xám sáng phân lớp dày hoặc dạng khối. Tổng chiều dày 400-600m.

Trias thượng, bậc Nori - Ret

22. Hệ tầng Hòn Gai (T_3n-r *hg*) *(*Pavlov, Dovjikov A. E, 1965). Phân bố tập trung ở khu vực Hòn Gai - Cẩm Phả. Dưới đáy biển khu vực này chỉ chiếm một diện tích hạn chế ở ven bờ đảo Cái Bầu. Phân hệ tầng dưới gồm cuội kết, sạn kết thạch anh, đá phiến sét, sét than và các vỉa than đạt hàm lượng công nghiệp, bề dày 1500-1700m. Phân hệ tầng trên gồm chủ yếu là các trầm tích hạt thô cuội kết, sạn kết thạch anh màu xám sáng xen bột kết màu xám đen. Mặt cắt địa chấn nông ở vịnh Hòn Gai, eo biển Cửa Ông cho thấy mặt bào mòn và cấu trúc các sóng không phân biệt với các hệ tầng Hà Cối và Bãi Cháy. Bề dày 600-700m.

23. Hệ tầng Đồng Đỏ (T_3 *n-r dd) (*Mareichev và nnk, 1965). Phân bố tập trung thành một dải dưới đáy biển ở độ sâu 20m nước vào bờ từ nam cửa Lạch Ghép (Thanh Hoá) đến bắc Cửa Lò (Nghệ An). Mặt cắt gồm: phần dưới là cuội kết, sạn kết thạch anh chuyển lên cát kết, dày 700-1400m; phần trên :cuội kết, sạn kết cát kết màu đỏ. Bề dày 600-1600m.

Jura hạ - trung

24. Hệ tầng Hà Cối (J_{1-2}*hc*) (Jamoida và Phạm Văn Quang, 1965). Phân bố tập trung ở vịnh Hà Cối thuộc vùng biển Quảng Ninh. Phân hệ tầng dưới gồm cuội kết thạch anh, cát kết thạch anh xen cát kết dạng quarzit màu sáng, bột kết nâu, dày 400m; phân hệ tầng trên gồm bột kết nâu tím, nâu đỏ, xám sáng chứa kết hạch vôi, bề dày 800m.

Jura

25. Hệ tầng Mường Hinh (Jmh) (Lê Duy Bách và nnk, 1969). Phân bố chủ yếu ở vùng biển phía nam Hà Tĩnh. Phần dưới dày 400m gồm cuội kết thạch anh xen cát kết, bột kết, lớp mỏng tuf màu nâu đỏ, có các lớp tuf và phun trào ryolit xen kẽ ; phần trên dày 500m chủ yếu là phun trào acit như dacit porphyr thạch anh, ryolit, đacit porphyr xám xanh cấu tạo khối xen vài lớp tuf. Mặt bào mòn thấy trên băng địa chấn gồ ghề.

26. Hệ tầng Yên Châu (K*yc*) (Nguyễn Xuân Bao và nnk, 1969). Phân bố rất hạn chế ở phía bắc Cửa Ghép. Dưới đáy biển ở độ sâu 10m nước trở vào bờ bị các trầm tích Đệ Tứ phủ lên.Thành phần gồm cuội kết, cát kết, bột kết màu đỏ. Chiều dày 200m.

b) Macma

Ở biển nông ven bờ (0-30m nước) gặp các phức hệ macma có tuổi từ Devon sớm tới Paleogen. Gồm các phức hệ sau:

1. Phức hệ Đại Lộc (γaD_1dl) (Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao, 1981).

Chỉ thấy lộ thành một đảo nhỏ (Hòn Khô) trong quần đảo Cù Lao Chàm (Quảng

Nam) và dưới đáy biển quanh đảo này. Các đá thuộc pha 1 của phức hệ gồm granit biotit sẫm màu, granit hai mica. Thành phần khoáng vật gồm felspat kali là microlin pertit (25-40%), plagioclas (20-56%), mica (biotit) 5-15%. Khoáng vật phụ có ilmenit, apatit, zircon, granat, tuamalin. Thạch hoá thuộc phức hệ giàu SiO_2 (68-76,4%), $Na_2O + K_2O$ = 6,4-8,7% ứng với granit á kiềm, Na_2O/K_2O = 0,4-0,64. Địa hoá các nguyên tố Cu, Ti, Ni, Cr, Ga, Y, Yb hàm lượng cao. Sn vượt giá trị Clack. Tuổi đồng vị (K - Ar) 250, 290 và 310 triệu năm, được xếp vào Devon sớm.

2. Phức hệ Mường Lát (γaC₁ml) (Dovjikov A.E., 1965)

Phân bố tập trung ở khu vực ven biển và đáy biển Sầm Sơn (Thanh Hoá). Ngoài khơi chúng bị phủ bởi lớp trầm tích Đệ Tứ mỏng. Thành phần thạch học gồm granit hai mica, granit biotit dạng gnai yếu, đá mạch có aplit, pegmatit chứa tuamalin. Thành phần khoáng vật gồm thạch anh (35-42%), felspat kali (17-35%), plagioclas (12-30%), biotit (4-11%), muscovit (1-10%). Khoáng vật phụ gồm ilmenit, apatit, zircon, granat, tuamalin, cordierit. Thạch hoá thuộc loại giàu silic (SiO_2 = 70-73,2%) giàu nhôm (Al_2O_3 = 15-17%), tổng lượng kiềm = 7-8,9%, thuộc loạt Kali - Natri (Na_2O/K_2O = 0,4-1,0), CaO thấp = 0,6. Trong đá có hàm lượng các nguyên tố Cu, Y, Ga, Ba, Li, Be, Mo, W, Sn, Pb, Zn cao hơn Clack. ở khối Sầm Sơn có nhiều mạch thạch anh xuyên cắt chứa quặng sulfur và gây ra greisen hoá đá vây quanh. Granit xuyên cắt đá biến chất hệ tầng Nậm Cô tuổi Proterozoi.

3. Phức hệ Hải Vân (γaT₃hv) (Nguyễn Xuân Bao, Huỳnh Trung, 1981)

Phân bố rải rác từ Cửa Tư Hiền (Thừa Thiên Huế) vào đến Sơn Trà (Đà Nẵng) và xung quanh Cù Lao Chàm . Dưới đáy biển gặp ở độ sâu 0- 20m nước, ở những khu vực này chúng bị phủ một lớp trầm tích Đệ Tứ mỏng.

Thành phần thạch học gồm 3 pha. Pha 1: granit biotit sẫm màu hạt lớn dạng porphyr; pha 2: granit sáng màu; pha 3: aplit và pegmatit. Thành phần khoáng vật: thạch anh (28-35%), felspat kali (29-39%), plagioclas (21-28%), muscovit - biotit (7-15%). Khoáng vật phụ: ilmenit, zircon, monazit, apatit, granat. Thạch hoá các đá đều bão hoà silic (68-73%), độ chứa nhôm cao (3,2-4,8), Na_2O/K_2O = 0,5-1,15. Các nguyên tố Ti, Co, Cr, Ni, Sn đều cao hơn giá trị Clack. Khoáng sản liên quan gồm pyrit, arsen, vàng, thiếc, chì, kẽm.

4. Phức hệ Chà Vằn (νaT₃cv)

Phân bố tập trung ở đáy vịnh Cầu Hai (Thừa Thiên Huế). Thành phần là gabro - pyroxenit, gabro horblend, gabro diorit. Trong gabro horblend, gabro diorit có thành phần khoáng vật gồm plagioclas (50-60%), pyroxen (10-15%), horblend và biotit (10-15%). Khoáng vật phụ gồm magnetit, sphen. Về thạch hoá có thành phần chính SiO_2 = 44,58%, $Na_2O + K_2O$ = 2,79%, Na_2O/K_2O = 1-4, f = 50-60. Về địa hoá có Ti, Co, Ni, Ba, Ga, Zr thấp hơn giá trị Clack, Cr cao hơn giá trị Clack 1,5-1,75 lần. Khoáng sản liên quan là titan, niken, đồng.

5. Phức hệ Phia Bioc (γaT$_3$n ph)

Phân bố tập trung ở vùng ven biển Hà Tĩnh và đáy biển ngoài khơi ở độ sâu 0-25m nước khu vực này. Trên các băng địa chấn nông độ phân dải cao thấy tập phản xạ sóng rất đặc trưng cho kiểu đá macma xâm nhập. Thành phần thạch học gồm granit biotit sáng màu cấu tạo khối rắn chắc. Thành phần khoáng vật: felspat kali 35%, plagioclas 30%, thạch anh 34% và các khoáng vật khác như biotit, fluorit, zircon và quặng. Các khoáng vật có tần xuất gặp từ 75% trở lên là ilmenit, tuamalin, granat, monazit, apatit, zircon. Quan hệ xuyên cắt đá vôi tuổi C - P tạo đới skarn chứa quặng manhetit hàm lượng cao (Thạch Khê - Hà Tĩnh).

6. Phức hệ Bản Muồng (γtJ - K bm)

Phân bố diện tích nhỏ ở khu vực núi Dinh Chùa (ven biển Vũng Áng, Hà Tĩnh). Thành phần gồm granophyr, granit porphyr, ít mạch aplit, pegmatit.Về không gian, các thể xâm nhập này thường đi cùng và xuyên cắt phun trào hệ tầng Mường Hinh (J*mh*). Các đá của phức hệ thường có felspat kali (microlin, orthoclas) trội hơn plagioclas, nghèo thạch anh và biotit. Các khoáng vật phụ đặc trưng có apatit, zircon, fluorit, turmalin, đôi khi gặp topaz, trong mẫu giã đãi còn có casiterit, molybdenit, ilmenit, granat.Về thạch hoá, chúng có SiO_2 > 72,2%, hơi giàu nhôm, tổng độ kiềm thay đổi trong khoảng 7,2-8,5%, kali hơi cao so với natri. Các đá thường chứa các nguyên tố: Sn, Mo, Co cao hơn Clark từ 1 đến 10 lần. Đôi nơi, các đá của phức hệ Bản Muồng có quan hệ chuyển tiếp từ từ với đá phun trào felsic hệ tầng Mường Hinh. Tuổi đồng vị của pegmatit ở Rú Bành là 90 triệu năm. Do vậy tuổi của phức hệ được coi là trong khoảng Jura - Creta.

7. Phức hệ Bà Nà (γK - P bn)

Chỉ phân bố một diện tích nhỏ hẹp ở khu vực biển ven bờ và mũi Nam Trâm (vịnh Dung Quất). Các đá ở đây thuộc pha 1 của phức hệ gồm granit biotit, granit hai mica sáng màu, giàu thạch anh. Thành phần khoáng vật gồm thạch anh, plagioclas, biotit nâu đỏ và muscovit. Khoáng vật phụ có granat, zircon, casiterit, ilmenit và fluorit. Đặc trưng địa hoá có Sn, Be, Li, Ga, F. Khoáng sản liên quan: thiếc, vàng, volphram và xạ hiếm.

2. Bồn trũng Phú Khánh

a) Địa tầng

Jura trung

27. Hệ tầng La Ngà (J$_2$ ln) (Vũ Khúc và nnk, 1983). Phân bố tập trung ở dải ven bờ và dưới đáy biển vịnh Văn Phong thuộc huyện Vạn Ninh và huyện Ninh Hoà (Khánh Hoà).. Thành phần mặt cắt gồm sét kết màu đen phân lớp mỏng, sét kết màu đen xen bột kết màu xám phân dải, cát kết, bột kết xen kẽ dạng nhịp. Chiều dày 800m.

28. Hệ tầng Nha Trang (Knt) (Belouxov, Nguyễn Đức Thắng và nnk, 1983). Mặt cắt chia làm 2 phần, phần dưới andezit, tuf andezit đôi nơi có dăm kết tuf, cấu tạo khối hoặc dòng chảy; phần trên dacit, ryodacit, ryolit, trachyryolit và tuf của chúng màu xám sáng, xám nâu cấu tạo dòng chảy, dạng khối đặc xít. Trên các băng địa chấn biển Bình Thuận, Khánh Hoà chúng tạo nên các khối nhô phản sóng âm dễ nhầm với các khối granit. Chiều dày khoảng 600m.

b) Macma

8. Phức hệ Vân Canh ($\gamma T_2 vc$).

Phân bố tập trung ở dải ven biển, đáy biển vùng Sông Cầu, Tuy An và đảo Ma Nha (Phú Yên) .

- Pha 1 gồm các đá granodiorit biotit, granomonzonit biotit và monzonit thạch anh - biotit màu xám hồng, cấu tạo khối.
- Pha 2 granosyenit biotit, granit biotit màu hồng hạt thô, cấu tạo khối.
- Pha 3 granit biotit, granosyenit màu hồng.

Thạch hoá thuộc loạt kiềm vôi, dãy á kiềm Na_2O/K_2O = 0,58- 0,76. Các nguyên tố vi lượng (Clack) Ba = 0,32-0,34, Sr = 0,75-0,8, Mo = 11, Sn = 4,6, Yb = 2,1. Tuổi xếp vào Trias giữa.

9. Phức hệ Định Quán ($\gamma J_3 dq$).

Phân bố tập trung ở hai vùng biển ven bờ Ninh Hoà (đảo Chà Là) và phía nam vịnh Cam Ranh (Khánh Hoà). Các đá ở đây đều thuộc pha 2 của phức hệ, gồm granodiorit biotit - horblend, tonalit biotit - horblend. Đá hạt vừa, màu xám trắng có đốm đen, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật gồm felspat kali = 7-22%, plagioclas = 38-64%, thạch anh = 17-30%, biotit = 6-11%, horblend = 4-9%, pyroxen = 0-6%, sphen = 2%, ngoài ra còn apatit, zircon, magnetit. Thạch hoá thuộc loạt kiềm vôi, kiểu kiềm Natri - Kali (Na_2O/K_2O = 0,89-1,76

10. Phức hệ Đèo Cả ($\gamma\xi Kdc$).

Phân bố thành từng khối rải rác dọc ven biển và đáy biển từ Phù Cát (Bình Định) đến Cà Ná (Ninh Thuận) . Phức hệ này phổ biến nhất ở vùng biển Trung và Nam Trung Bộ.

Gồm 3 pha xâm nhập chính và pha đá mạch đều có mặt đầy đủ trong vùng.

- Pha 1 gồm granodiorit biotit - horblend, granomonlonit biotit - horblend màu xám đốm hồng, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật: plagioclas = 28-47%, thạch anh = 17-28%, felspat kali = 18-40%, biotit = 5-15%, horblend = 0-8% ngoài ra còn sphen, apatit, zircon, magnetit.
- Pha 2 granosyenit biotit, granit biotit, đá màu hồng xám hạt lớn, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas = 14-32, thạch anh = 18-34, felspat

kali = 30-62, biotit = 3-10 ngoài ra còn sphen, apatit, zircon, magnetit.

- Pha 3 granit biotit, granosyenit biotit màu hồng, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas = 22-33, thạch anh = 25-38, felspat kali = 33-39, biotit= 3- 6 và sphen, apatit, tuamalin.
- Pha đá mạch đều gặp ở hầu hết các khối gồm: granit aplit, pegmatit và granosyenit porphyr. Khoáng hoá liên quan có đồng, molypden.

11. Phức hệ Cà Ná (γK_2cn).

Phân bố ở đáy đầm Ninh Hoà, ven biển nam Nha Trang, vịnh Cam Ranh và ven biển mũi Đá Vách, chỉ thấy pha 1 của phức hệ gồm granit biotit có muscovit, granit hai mica, granit alaskit, đá hạt thô, màu xám trắng, hồng nhạt khi bị phong hoá, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas = 21-30, felspat kali = 29-51, thạch anh = 28-47, biotit - muscovit = 0,4-0,5 ngoài ra còn có apatit, zircon, fluorit, ilmenit. Đặc điểm thạch hoá có hàm lượng silic cao (S = 76,17-87,41), giàu nhôm. Khoáng hoá liên quan có thiếc là đáng chú ý hơn cả.

3. Bồn trũng Cửu Long , Nam Côn Sơn và đới nâng Côn Sơn

a) Địa tầng

28. Hệ tầng Nha Trang (K nt) Như mô tả ở trên.

29. Hệ tầng Đèo Bảo Lộc (J_3 dbl) (Nguyễn Xuân Bao và nnk, 1981). Chỉ phân bố một diện tích nhỏ hẹp ở trung tâm Côn Đảo, khu vực dốc Trâu Té. Đá gồm andezit pyroxen màu đen có cấu tạo dòng chảy, kiến trúc porphyr với nền kiến trúc andezit pilotatit ngoài ra còn gặp ít loại đá tuf andezit. Bề dày 100m.

b) Macma

9. Phức hệ Định Quán (γJ_3dq)

Các đá thuộc phức hệ Định Quán còn phân bố rải rác ở các đảo và đáy biển vùng Côn Đảo với diện tích vài chục km^2. ở Côn Đảo chỉ thấy lộ pha 1 của phức hệ gồm diorit, gabrodiorit, diorit thạch anh chứa pyroxen và amphibol, hạt nhỏ đến vừa, sẫm màu. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas trung tính = 55-60, felspat kali = 0-7, thạch anh 0- 8, khoáng vật màu 25- 40, khoáng vật phụ là magnetit, apatit. Về thạch hoá các đá có hàm lượng silic thấp: SiO_2 - 49,32-60,56%, Fe_2O_3 = 1,52-3,78%, FeO = 4,36-8,4%, Na_2O = 3,4-3,7%, K_2O = 0,75-2,58%.

10. Phức hệ Đèo Cả ($\gamma\xi Kdc$)

Phân bố chủ yếu ở Côn Đảo và dưới đáy biển khu vực này với diện tích vài chục km^2. ở Côn Đảo chỉ thấy lộ pha 1 của phức hệ gồm: diorit, gabrodiorit, diorit thạch anh chứa pyroxen và amphibol, hạt nhỏ đến vừa, sẫm màu. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas trung tính = 55- 60, felspat kali = 0-7, thạch anh 0-8,

khoáng vật màu 25-40, khoáng vật phụ là magnetit, apatit. Về thạch hoá các đá có hàm lượng silic thấp: SiO_2 - 49,32-60,56%, Fe_2O_3 = 1,52-3,78%, FeO = 4,36-8,4%, Na_2O = 3,4-3,7%, K_2O = 0,75-2,58%.

Theo Aresep và nnk (1997), móng của các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn có thành phần chủ yếu là các loại granitoid như granit, granodiorit, leicodiorit, monzodiorit, diorit, gabro, granitoid chưa rõ thành phần, aplit, granit pooephia, granitodiorit pooephia, gonai, granito gonai và amphibôlit. Các đá này có tuổi theo phương pháp K-Ar -biotit thay đổi từ 326±10 đến 89±3 triệu năm hay tuổi từ Carbon sớm đến Kreta muộn (Aresep, 1997). Điều này cho thấy móng các bồn không những có thành phần khác nhau mà thời gian thành tạo của chúng khá kéo dài trên 200 triệu năm.

4. Bồn trũng Malay-Thổ Chu

a) Địa tầng

Devon-Carbon

30. Hệ tầng Hòn Chông (D - C_1 hc) (Phan Doãn Thích, 1991). Phân bố chủ yếu ở vùng biển, ven bờ và các đảo vùng biển Tây Nam gồm đáy biển phía đông quần đảo Nam Du, đáy biển phía nam Hòn Chông (Hà Tiên). Phần dưới lát cắt gồm cát kết thạch anh hạt vừa và nhỏ phân lớp trung bình, xen đá phiến thạch anh - felspat, bột kết và đá phiến sét, đá phiến silic; bề dày 600m; phần trên là đá vôi màu xám sẫm, xám đen xen ít bột kết vôi màu phớt đỏ, dày 100m. Tổng chiều dày 700m. Dựa vào tập hợp hoá thạch phong phú xếp vào tuổi Devon - Carbon sớm.

Permi

31. Hệ tầng Hà Tiên (P ht) (Nguyễn Xuân Bao, 1978). Phân bố từ Bãi ớt đến Chùa Hang (Hà Tiên). Thành phần mặt cắt khá đồng nhất là đá vôi màu xám trắng, tái kết tinh yếu, phân lớp dày, có xen các lớp sét vôi màu xám tro, xám đen, xám hồng, đá phiến vôi xen các lớp đá phiến sét vôi mỏng màu xám đen. Bề dày khoảng 300m. Dựa vào tập hợp phong phú các hoá thạch trùng lỗ xác định tuổi Permi và quan hệ không chỉnh hợp lên hệ tầng Hòn Chông.

Giới Mezozoi

Trias

32. Hệ tầng Hòn Ngang (T hng) (Fontaine H., 1969). Hệ tầng Hòn Ngang phân bố ở vùng biển và các đảo Vịnh Thái Lan. Thành phần gồm ryolit porphyr, porphyr thạch anh, felsic porphyr và tuf của chúng. Xen trong phun trào có các lớp mỏng bột kết, đá phiến sét và phiến silic. Mặt bào mòn của hệ tầng tương đối

phẳng, vài nơi có dạng gợn sóng. Chiều dày khoảng 500m .

33. Hệ tầng Minh Hoà (T_2a mh): Phân bố một diện tích rất nhỏ bé ở phía bắc hòn Minh Hoà (Hòn Nghệ) và đáy biển sát đảo này. Thành phần thuần tuý là loại đá vôi dạng khối màu xám tro. Dày 200m.

Trias trung

34. Hệ tầng Hòn Nghệ (T_2 hn) (Nguyễn Xuân Bao, Bùi Phú Mỹ, 1979). Phân bố một diện tích nhỏ bé ở bờ tây, tây bắc và đáy biển quanh đảo Hòn Nghệ (Minh Hoà). Thành phần chủ yếu là các trầm tích lục nguyên gồm đá phiến sét màu xám đen bột kết, cát kết và cuội kết, các hạt cuội chủ yếu là cát kết. Chiều dày 220m.

Creta

27. Hệ tầng Nha Trang (K nt) (như mô tả ở trên).

35. Hệ tầng Phú Quốc (K_1 pq) (Nguyễn Xuân Bao và nnk, 1978). Phân bố rộng rãi ở đáy biển và quanh đảo cùng tên, ngoài ra còn thấy ở đáy biển quần đảo An Thới, Thổ Chu và 6 khối nhỏ ở tây nam quần đảo Nam Du. Bề mặt có nhiều khối nhô. Ngoài ra còn gặp dạng các khối nhô riêng lẻ ở vùng biển Kiên Giang. Thành phần gồm cát kết, cuội kết, bột kết.

b) Đá macma

9. Phức hệ Định Quán (γJ_3dq) Các thành tạo macma của phức hệ Định Quán chỉ phân bố tập trung ở đáy biển quanh đảo Hòn Tre và khu vực ven biển Hòn Đất chỉ gặp pha 2: monzonit, monzodiorit, monzonit thạch anh. Thành phần khoáng vật (%): oligoclas - andesit 25-40, orthoclas 35-65, thạch anh 0,5-15, biotit 2-10, horblend 3-8, pyroxen xiên 0-15. Khoáng vật phụ có apatit, sphen, quặng. Thạch hoá đá có hàm lượng SiO_2 = 58,5-63,0%, tổng lượng kiềm cao $Na_2O + K_2O$ = 9,4-10,6%, Na_2O/K_2O= 0,98-1,3.

12. Phức hệ Hòn Khoai (γJ_3 hk)

Thành tạo xâm nhập phức hệ Hòn Khoai chỉ thấy ở đáy biển quanh đảo Hòn Khoai, Hòn Đá Bạc, dưới đáy biển phía tây cửa sông Ông Đốc, gặp trong đất liền ở GK. 216 Năm Căn ở độ sâu 404m. Gồm 2 pha chính, pha 1 có granodiorit biotit horblend, granodiorit biotit hạt nhỏ và vừa. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas 30-40, felspat kali 7-28, thạch anh 20-28, biotit 5-10, horblend 0-6, khoáng vật phụ có apatit, zircon. Pha 2 granit biotit có horblend hạt nhỏ. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas 27-30, felspat kali 38-40, thạch anh 29-30, biotit 5-7, horblend 0-1. Khoáng vật phụ có apatit, zircon. Về thạch hoá các đá thuộc loạt kiềm vôi, thừa nhôm (a = 11-15, Na_2O/K_2O = 0,6-0,8). Tuổi dựa vào 3 giá trị tuyệt đối 208, 201 ± 8, 183 ± 2, lấy tại Hòn Đá Bạc. Xếp vào Trias muộn.

10. Phức hệ Đèo Cả (γξKđc)

Vùng biển này chỉ gặp pha 2 của phức hệ Đèo Cả lộ ra ở Hòn Rái và đáy biển quanh Hòn Rái, ngoài ra trên các băng địa chấn nông độ phân dải cao vùng biển tây nam quần đảo Nam Du và giữa hòn Anh Đông và Anh Tây gặp granit Đèo Cả bị phủ bởi trầm tích Đệ Tứ dày 10-15m.

Thành phần thạch học gồm granit biotit, granosyenit biotit hạt nhỏ tới vừa dạng porphyr yếu. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas 22,5-45, felspat kali 20-57, thạch anh 20-35, biotit 2-10. Khoáng vật phụ có apatit, sphen, quặng, zircon. Về thạch hoá đá có độ acit cao Q = 28-30, SiO_2 = 72-73%, $Na_2O + K_2O$ = 8,72-9,42%, Na_2O/K_2O = 0,9-1,1.

5. Các bồn trũng nước sâu

Tài liệu về các thành tạo địa chất ở các bồn trũng nước sâu hết sức hạn chế và chủ yếu dựa vào giải đoán tài liệu địa vật lý. ở sườn và chân lục địa khá phát triển các thành tạo đá biến chất các kiểu như thường thấy ở khối Kontum và rìa của nó còn ở quần đảo Hoàng Sa có đất đá các phức hệ Proterozoi, Paleozoi và Mezozoi tạo nên các khối nâng sụt khác nhau,móng của quần đảo Trường Sa chủ yếu là đá Paleozoi và Mezozoi (Hayes, Taylor, et al, 1984).

III. SỰ PHÂN BỐ VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN ĐỊA CHẤT TRƯỚC ĐỆ TAM

1. Quy luật phân bố địa chất trước Đệ Tam

Thềm và sườn lục địa thường là phần kéo dài và kết thúc của các đới thành hệ cấu trúc Trước Đệ Tam từ đất liền ra biển. Cũng như trong đất liền, thành phần và sự phân bố của các thành tạo Trước Đệ Tam rất đa dạng và phức tạp. Trong đất liền chúng chỉ bị các trầm tích trẻ hơn bao phủ rất hạn chế dọc theo các đồng bằng châu thổ hay các bãi bồi và sông suối. Còn ngoài Biển Đông hầu như toàn bộ các thành tạo này đều bị các tập dày trầm tích Đệ Tam bao phủ có nơi tới 15- 20km (hình 6.2).

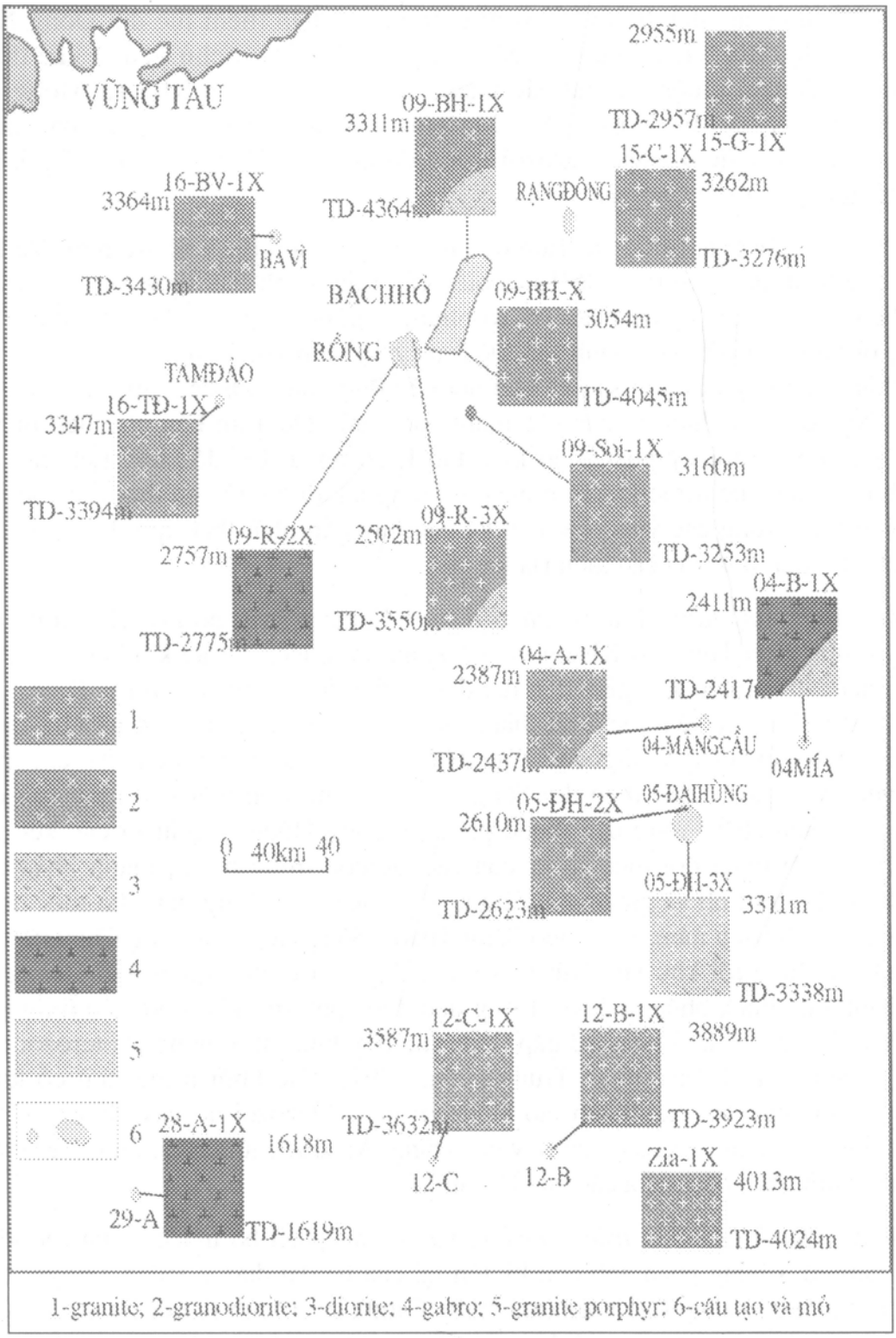
Kết hợp giữa các điểm lộ trên các đảo ven bờ và các hướng cấu trúc của các đới ven biển, ven bờ, các đảo, một số mặt cắt địa vật lý và các phát hiện từ các giếng khoan ngoài khơi, có thể dự đoán về đặc điểm và sự phân bố của các đới thành hệ - cấu trúc trước Đệ Tam thuộc Biển Đông (Phan Trung Điền, 1996, 1998). Các thành tạo biến chất kết tinh Tiền Cambri chỉ phân bố trên các đới hẹp thuộc mút của các địa khối cổ Trung Trung Bộ và đới khâu Sông Hồng. Thềm lục địa Bắc Bộ chủ yếu là các thành tạo Paleozoi thuộc các đới uốn nếp Caledoni và sau Caledoni cùng với các trầm tích Mezozoi. Thềm Trung Bộ, phần Bắc là các đới thành hệ cấu trúc Caledo - Hexini, sauVarixit và các thành tạo Indosini; còn phần Nam chủ yếu là cung Pluton- Volcanic

Mezozoi cùng các thành tạo Indosini giống như phần thềm lục địa Đông Nam Bộ. Thềm lục địa Kiên Giang và cả vùng vịnh Thái Lan chủ yếu là các thành tạo nền Paleozoi muộn và loạt các thành tạo Mezozoi kiểu Khorat. Móng của một số các vi lục địa Hoàng Sa - Macles và Trường Sa liên quan với nhiều kiểu thành tạo Paleozoi và Mezozoi trong đó khu vực Hoàng Sa có thể gồm cả các thành tạo Trước Cambri.

Hầu hết các cấu trúc trước Đệ Tam đều bị các quá trình địa chất trẻ hơn đặc biệt là là quá trình tân kiến tạo (Đệ Tam) biến cải. Các thành tạo trước Đệ Tam trong đất liền tuy có xuất lộ trên các vết lộ nhưng thường bị phong hoá và nhiều nơi cũng bị bao phủ bởi các thành tạo Đệ Tam hoặc lớp vỏ phong hoá. Ngoài khơi các thành tạo này bị chìm sâu và hầu hết đều được phủ bởi các tập trầm tích Đệ Tam. Ngoài ra sự phân bố của các thành tạo trước Đệ Tam hầu như đều bị xáo trộn qua nhiều thời kỳ phát triển kiến tạo khác nhau. Do đó phân tích các đới thành hệ - cấu trúc trước Đệ Tam phân bố ở ngoài khơi chủ yếu dựa vào các mặt cắt phát hiện trong các vùng đất liền kế cận hay gần nhất theo quy luật tiến hoá của chu kỳ tiến hoá của các kiểu rìa lục địa.

+ *Các khối Trung tâm và đới khâu cổ Trước Cambri* phân bố hạn chế trong các khối cổ như Kon Tum, Bù Khạng và đới khâu Sông Hồng. Các khối cổ có thể là nhân của các rìa tiếp xúc giữa các lục địa và đại dương nguyên thuỷ. Riêng đới khâu Sông Hồng có lẽ được hình thành liên quan với hệ thống đứt gãy trẻ trong đó có nhiều dấu vết vào Oligocen. Các dấu vết đó là sự phân bố của dải các trầm tích vụn lục nguyên dọc theo đới Sông Hồng và phủ trên mặt bào mòn của các thành tạo biến chất Proterozoi thuộc phức hệ Sông Hồng. Ngoài ra các kết quả phân tích tuổi tuyệt đối theo K-Ar của các zircon trong biotit, thành phần của các đá phiến kết tinh và plagiognai thuộc phức hệ Sông Hồng đều cho tuổi trong khoảng 27- 30 triệu năm. Dọc theo Sông Thao - Sông Hồng và Sông Chảy từ Yên Bái, Đoan Hùng tới khu vực Núi Gôi (Nam Định) và vùng quần đảo Hoàng Sa các thành tạo thuộc phức hệ Sông Hồng đều được phủ trái khớp bởi các trầm tích Đệ Tam. Do đó có khả năng sẽ gặp được các bẫy khối nhô móng Proterozoi của bể Đệ Tam Sông Hồng (Phan Trung Điền, 1997). Các khối trung tâm cổ khác thường được bao bởi các thành tạo Paleozoi hay Mezozoi do vậy chúng có thể chỉ là móng của các bể Paleozoi hay các trũng Mezozoi ít có khả năng tạo được các bẫy khối nhô móng của các bể Đệ Tam.

+ *Các đới thành hệ - cấu trúc Caledoni và Hecyni* phân bố trên rìa của các khối trung tâm cổ. Chúng phản ảnh chu kỳ tồn tại của bể đại dương Paleo-Tethys trên miền Bắc Đông Dương. Các thành tạo mafic Cambri và Cambri-Ordovic thuộc vùng Hà Giang và Bắc Trường Sơn (A Vương) cùng với trầm tích cacbonat có thể là giai đoạn hình thành và mở rộng Paleo-Tethys với rìa tiệm cận các khối thuộc lục địa nguyên khai Sông Chảy và Phu Hoạt. Đai uốn nếp Caledonit Cô Tô Catazia thể hiện



Hình 6.2. Các thành tạo macma trước Đệ Tam vùng Đông Nam thềm lục địa Việt Nam

các giai đoạn trưởng thành và kết thúc của Paleo-Tethys ở Đông Bắc. Vùng Tây Bắc và Bắc Trường Sơn có thể kết thúc muộn hơn với các thành tạo Hecynit sớm (Varixit). Phần lớn các thành tạo này đều bị biến chất trung bình và yếu dưới tác động của các pha uốn nếp Caledonit và Varixit. Các đá vụn lục nguyên thường biến thành quartzite và độ rỗng hạt nguyên sinh không đáng kể. Hầu hết các thành tạo sinh thành trong các bể Caleodonian và Hecynian thuộc Bắc Bộ và Trường Sơn được phủ bởi các thành tạo sau Caledonit và sau Hecynit và có thể trở thành móng của các bể này, nhưng ít có khả năng tạo được các khối nhô móng của các bể Đệ Tam.

+ *Các thành tạo sau Caledoni và sau Hecyni* phân bố rộng rãi trên phần Bắc Đông Dương. Chúng gồm chủ yếu là các trầm tích biển nông, các xâm nhập axit tuổi Paleozoi muộn. Các thành tạo này thuộc lớp vỏ lục địa phủ nền do đó có diện phân bố ổn định trên vùng rộng lớn của Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Nhiều nơi các thành tạo Paleozoi trên trở thành móng của các bể Mezozoi An Châu, Sông Hiến, Sông Đà, Hoành Sơn và các bể Đệ Tam Sông Hồng, Bạch Long Vĩ- Lôi Châu, Đông Huế. Khá nhiều giếng khoan thăm dò dầu khí thuộc các bể Đệ Tam Sông Hồng (B10-STB-1X), Đông Huế (112-BT-1X), Bạch Long Vĩ- Lôi Châu (Zhou-2X) đã phát hiện các thành tạo cacbonat tuổi Paleozoi muộn bị nứt nẻ chứa dầu khí. Trong khu vực vịnh Hạ Long và trên các đảo như Cát Bà thường phân bố các đá cacbonat màu xám đen tuổi Devon muộn và Cacbon sớm thường kẹp các vật chất hữu cơ hoá than có thể là hydrocacbon bị oxy hoá. Các thành tạo sau Caledoni và sau Hecyni thường phân bố trên diện rộng bao quanh các khối cổ và các đới uốn nếp Caledonit và Hecynit thường có tiềm năng chứa hydrocarbon lớn nhất là khi trở thành các khối nhô móng kề áp các địa hào Oligocen của các bể Đệ Tam.

+ *Các thành tạo Mezozoi sớm* khá đa dạng và phân bố rải rác thành các diện nhỏ chủ yếu trong các cấu trúc chồng có móng là các thành tạo trước Mezozoi. Phần lớn các trầm tích Trias sớm có diện phân bố gắn liền với các trầm tích Peemi muộn trong các trũng biển sót trong các cấu trúc An Châu và Tà Thiết - Sông Sài Gòn hay trong bể tách giãn Peemi Trias Sông Đà. Các thành tạo này biểu thị giai đoạn mở đầu của các trũng Mezozoi An Châu, Sông Hiến, Sông Đà, Sầm Nưa - Hoành Sơn ở phần Bắc Đông Dương. Phần Nam Đông Dương chúng biểu thị sự kết thúc của rìa đại dương Tethys... Sự phổ biến khá rộng của các đá phun trào núi lửa axit trong các trũng An Châu, Sông Hiến, Sầm Nưa. Các thành tạo này có thể liên quan với các đứt gãy rìa các khối nền mới được nâng cao vào cuối Peemi sớm. Trừ phần đại dương sót Sông Đà, các trũng Mezozoi thuộc Bắc Đông Dương đều phát triển trên nền với các thành tạo á lục địa. Vào cuối Trias, toàn bộ các trũng Mezozoi kể cả Sông Đà chỉ còn là các dạng đầm lầy tạo than như Hòn Gai, Vân Lãng (An Châu), Suối Bàng (Sông Đà). Đến Jura toàn bộ rìa lục địa Đông Dương dần bị lục địa hoá.

+ *Các thành tạo Mezozoi muộn* phân bố khá rộng dưới dạng các trũng trước núi và các đới cung đảo cung núi lửa. Chúng gồm phần lớn các vật liệu molas lục

nguyên hay các vụn thô màu đỏ và các macma từ trung tính đến axit và kiềm. Các thành tạo lục nguyên vụn thô màu đỏ phân bố rộng trong các trũng Mezozoi xen giữa một số đới nâng hay các cánh cung tạo núi gồm các cung macma cả xâm nhập và phun trào axit và kiềm ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Trong khi đó Nam Trung Bộ và Nam Bộ phân bố rộng các cung xâm nhập nông và phun trào núi lửa. Cho đến nay chỉ mới có số liệu về tiềm năng chứa của các thành tạo này, còn tiềm năng sinh của chúng chưa được xác minh.

2. Lịch sử phát triển địa chất trước Đệ Tam

Do hạn chế về tài liệu cũng như mức độ nghiên cứu nên trong báo cáo này chỉ nêu một cách rất khái lược lịch sử phát triển địa chất trước Đệ Tam và điểm qua sự có mặt của chúng trong quá trình hình thành lục địa cổ Việt Nam.

1. Thời kỳ NeoArkei- MezoProterozoi.

Đó là thời kỳ địa chất có tuổi cổ nhất ở lục địa Việt Nam đã gặp được trong đới Kon Tum. Trong vùng nghiên cứu, các đá phiến kết tinh thuộc hệ tầng Kim Sơn AR ks gặp ở lục địa ven biển Quảng Ngãi được xếp vào thành tạo địa chất có tuổi nêu trên. Nó là di chỉ của lục địa Gondwana cổ (Nguyễn Xuân Bao, 2000).

2. Thời kỳ NeoProterozoi - Cambri sớm.

Trong thời kỳ này ở lục địa Việt Nam đã gặp được các thành tạo biến chất có tuổi Proterozoi muộn - Cambri sớm ở cả Bắc và Nam Việt Nam. Đó là các thành tạo biến chất tướng amfibolit thuộc hệ tầng Nậm Cô (PR_3-$\in_1$ *nc)*

3. Thời kỳ Cambri giữa - Devon giữa.

Mở đầu thời kỳ này trong Cambri giữa ở khu vực Gondwana có trào lưu mở rift, tạo bồn, phun trào bazan lục địa phát triển mạnh vào lúc đó là đã xuất hiện một Địa trung hải nguyên sơ hay còn gọi là Proto - Tethys ở phía bắc Gondwana. Trong bối cảnh đó có thể Indosinia cùng Hoa Nam (Dương tử) như một mảng nhỏ thống nhất được tách khỏi rìa bắc Gondwana. Trong phạm vi Indosinia các trầm tích chủ yếu lục nguyên có xen ít nhiều đá cacbonat, phiến silic và phun trào tướng phản của các hệ tầng A Vương... được hình thành trong các bồn rift ban đầu và tiếp theo trở thành các bồn nền hay bồn thềm. Lúc đó có thể đã hình thành nên một đại dương nguyên thuỷ (mà di chỉ còn để lại ở đới Khâu Sông Mã).

Vào khoảng cuối Ordovic và Silur xuất hiện các đới hút chìm, tạo nên cung macma vôi - kiềm Trà Bồng - Diên Bình trên đới Kon Tum cũng như rìa đông nam của Hoa Nam. Đằng sau cung này vỏ lục địa bị căng tách tạo thành bồn sau cung Long Đại, Cô Tô, trong đó lắng đọng các trầm tích Turbidit và đá phiến sét, sét silic và vật liệu núi lửa.

Sự có mặt của granit phức hệ Đại Lộc (D_1 *dl*) đã chứng tỏ vào đầu Devon sớm đã xảy ra pha tạo núi làm cho một số bồn biển nước sâu trở thành biển nông ven bờ hoặc một số nơi khác chuyển thành lục địa và tích tụ các trầm tích dạng Molats

tuổi Devon. Riêng ở khu vực Quảng Ninh đã tồn tại chế độ biển ven bờ với các lớp cát kết xiên chéo của hệ tầng Đồ Sơn, hoặc các lớp cát kết, bột kết giàu hoá thạch san hô và các sinh vật biển của hệ tầng Dưỡng Động.

4. Thời kỳ đầu Devon muộn - Carbon sớm.

Trong thời kỳ này hầu hết trên toàn đại dương, xung quanh các khối lục địa tồn tại chế độ biển rìa lục địa thụ động đặc trưng bằng các trầm tích lục nguyên hoặc lục nguyên xen cacbonat (hệ tầng Phố Hàn, Cát Bà, hệ tầng Hòn Chống). Tuy vậy ở một số nơi cũng đã có những biểu hiện hoạt động tích cực (Thanh Hoá với sự thành tạo của pha xâm nhập tạo núi Mường Lát).

5. Thời kỳ Carbon - Permi.

Trong vùng nghiên cứu ở phần phía bắc hầu hết gặp được các trầm tích cacbonat tương đối tinh khiết thuộc hệ tầng Bắc Sơn ở khu vực Hạ Long, Cát Bà, tại đây đã tồn tại chế độ biển nông, tương đối bình ổn nhưng vào cuối Permi có sự nâng nhẹ để thành tạo tầng trầm tích silic (hệ tầng bãi Cháy).

Cũng vào cuối Permi chế độ biển rìa thụ động đã chuyển sang chế độ rìa lục địa tích cực với sự xuất hiện của phun trào bazan kiềm hệ tầng Cẩm Thuỷ (trong vùng nghiên cứu đã gặp được ở đảo Hòn Mê).

6. Thời kỳ Trias.

Vào thời kỳ Trias muộn (T_3) toàn bộ lãnh thổ Việt Nam được ghi nhận là thời kỳ tạo núi lục địa của chu kỳ kiến tạo Indosini, đã xuất hiện hàng loạt các phức hệ xâm nhập tạo núi, ở Bắc, Trung đến Nam Trung Bộ (phức hệ Hải Vân, phức hệ Chà Vằn, phức hệ Phia bioc, phức hệ Hòn Khoai) và kèm theo là hàng loạt các đá núi lửa hoặc á núi lửa cũng được hình thành như hệ tầng Đồng Trầu, Mang Yang, Hòn Ngang, Hòn Nghệ. Trong khi đó ở vùng Bắc Bộ, Quảng Ninh thời kỳ này có lẽ là được nâng thành lục địa không có tích tụ trầm tích.

7. Thời kỳ Trias muộn - Jura giữa.

Vào thời kỳ này, kế thừa những đứt gãy kiến tạo có trước nên hình thành hàng loạt các bồn trũng dạng địa hào Hồng Gai, Hà Cối, Đồng Đỏ ở Bắc Bộ, địa hào Nông Sơn ở Quảng Nam, được lấp đầy bằng trầm tích vụn thô lục địa chứa than Trias muộn, sau đó biến thành vịnh hoặc eo biển hẹp trong Jura sớm. Các thành tạo phun trào Felsic (thuộc hệ tầng Mường Hinh) tạo nên các lớp phủ không chỉnh hợp nằm ở Bắc Trung Bộ đã thể hiện chúng được hình thành trong các bồn trũng lục địa sau rift nội lực.

8. Thời kỳ Jura giữa - Creta.

Phần phía bắc từ Móng Cái đến Đèo Ngang có thể là chế độ lục địa thống trị và kiến tạo tương đối bình ổn chỉ xảy ra một số khu vực sụt lún cục bộ phát triển theo các rift nội lực, được lấp đầy bằng trầm tích Molas (trầm tích hệ tầng Yên Châu - Cửa Ghép).

Phần phía nam từ Sơn Trà - Cà mau được coi là miền "hoạt hoá kiến tạo" với sự

có mặt hàng loạt các phức hệ xâm nhập trẻ kèm theo là các hoạt động phun trào có thành phần từ bazic tới trung tính.

Các thành tạo địa chất này đã gặp được ở dọc ven biển Trung, Nam Bộ tới Hà Tiên gồm các đá xâm nhập phức hệ Định Quán, phức hệ Đèo Cả, Cà Ná và cuối cùng là các đá xâm nhập của phức hệ Bà Nà.

3. Mối quan hệ các thành hệ cấu trúc trên đất liền và các đảo

Phần lớn các thành tạo Trước Đệ Tam được phát hiện trong các giếng khoan dầu khí thuộc thềm lục địa và ngoài khơi Biển Đông Việt Nam đều thuộc lớp vỏ kiểu lục địa và ít nhiều đã lộ ra trên đất liền hay các đảo gần đó. Điều này cho thấy phần lớn các thành tạo Trước Đệ Tam đã được phát hiện có tính kế thừa từ đất liền ra biển. Tuy vậy trong đất liền chúng thường được lộ trên mặt, còn ngoài khơi hầu như chúng đều bị chìm xuống sâu bị bao phủ và trở thành móng của các bể trầm tích Đệ Tam. Tính kế tiếp thành hệ cấu trúc của các thành tạo Trước Đệ Tam cùng với các phát hiện xác minh thông qua các giếng khoan tới móng của các bể Đệ Tam là cơ sở lập lại sự phân bố của chúng ở phần ngoài khơi Biển Đông Việt Nam. Dựa theo sự kế tiếp này có thể suy đoán sự phân bố của các thành tạo Trước Đệ Tam ngoài Biển Đông. Tuy vậy sự kế tiếp của các thành tạo đều có giới hạn nhưng giới hạn này thật khó xác định nếu không có được các giếng khoan xác minh.

Sự phân bố của các thành tạo trước Đệ Tam trong móng các bể trầm tích trẻ hơn thuộc ngoài khơi Biển Đông Việt Nam một mặt phụ thuộc vào các đới thành hệ cấu trúc kế tiếp từ đất liền và các đảo ra biển, mặt khác còn phụ thuộc vào bản chất thành phần, kiến trúc, cấu tạo thể hiện độ bền cơ học và hoá học của đá. Tính kế tiếp của các thành hệ cấu trúc từ đất liền ven biển và các đảo xác minh khả năng tồn tại của các thành tạo này có thể phân bố trong móng của các bể Đệ Tam liền kề. Thông thường các thành tạo có độ bền cơ học và hoá học cao thường chiếm các khối nhô của móng, trong khi đó các thành tạo có độ bền kém thường phân bố trong phần cổ địa mạo lõm nhất của bề mặt móng. Thực tế cho thấy phần lớn các khối móng nhô cao của các bể Đệ Tam là các thành tạo cứng chắc có độ bền cơ học và hoá học cao như các khối granit, các đá quaczit, các đá kết tinh kiểu vỏ Si-Al, trầm tích silic và các đá cacbonat. Các thành tạo macma mafic, siêu mafic, các thành tạo trầm tích có độ bền cơ học và hoá học thấp thường dễ bị phá huỷ và có thể phân bố trong các trũng có móng chìm sâu của các bể Đệ Tam do đó hiếm có các phát hiện được từ các giếng khoan. Phần lớn các khoan dầu khí được đặt trên đỉnh hay gần đỉnh các cấu tạo kế thừa các khối nhô cao của móng nên dễ dàng phát hiện được các đá granit, phun trào axit, quaczit và đá cacbonat.

IV. CÁC THÀNH TẠO MACMA TRƯỚC ĐỆ TAM

Các hoạt động macma được biểu hiện trong đất liền rất đa dạng về chủng loại, phong phú về các diện lộ và khối lượng phân bố cũng như các thời kỳ và giai đoạn phát triển. Tuy vậy ngoài khơi Biển Đông chỉ phát hiện được một số chủng loại trong đó chủ yếu là các xâm nhập nhóm granit Mezozoi và các đá phun trào tương ứng. Một số giếng khoan cũng đã phát hiện được các đá mafic như gabro, diabaz hay các đá trung tính diorit (GK.29A-1X), andezit hoặc cả đá kiềm như syenit (GK.115A-1X). Phần lớn các đảo ven bờ thềm lục địa Nam Việt Nam, Natuna, Borneo thường là các phức hệ macma xâm nhập thuộc nhóm granit và các đá phun trào tương ứng. Tương tự như vậy, nhiều giếng khoan tới móng kết tinh của các bể Đệ Tam như Cửu Long, Nam Côn Sơn, Malay và Thổ Chu thường gặp các đá thuộc nhóm này trong đó phổ biến là granit và granodirit Mezozoi. Không chỉ riêng phần lãnh hải Việt Nam, các phần thềm lục địa của Thái Lan, Malaysia, Indonesia cũng có nhiều giếng khoan gặp móng là các thể xâm nhập nhóm granit và các đá phun trào tương ứng. Căn cứ vào các phát hiện của các giếng khoan đến 2001, các thành tạo macma trên thềm lục địa Việt Nam hiện mới được xác minh một số loại với sự phân bố như sau:

1. Vùng thềm lục địa Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ

Các thành tạo macma trên đất liền Bắc Bộ và Bắc Trung bộ rất phong phú và đa dạng phát triển qua nhiều giai đoạn kiến tạo macma khác nhau:

- Trước Protezozoi muộn
- Protezozoi muộn và Paleozoi
- Pecmi tới Paleogen

Tuy vậy, phần ngoài khơi thuộc Biển Đông do bị các trầm tích Đệ Tam bao phủ và chỉ khi có khoan sâu tới móng của các trầm tích này mới có được các phát hiện cụ thể như GK.104-QN-1X dưới độ sâu 2047,60m tới đáy 2102,6m và GK.115-A-1X từ độ sâu 3491m tới đáy giếng 3538m. Đây là các khối nhô cao cổ địa mạo trong móng của bể Đệ Tam Sông Hồng thuộc ngoài khơi Nam vịnh Bắc Bộ (bảng 6.1).

Các thành tạo macma Protezozoi sớm - giữa (PALEO-MEZO PR)

Các macma trước Proterozoi muộn (Neo Proterozoi) có thể bị biến chất quá mạnh nên các sản phẩm hoạt động của chúng không phân biệt được với các thành tạo biến chất như các đá phiến kết tinh như amphibolit và các đá nhóm gnai. Trên đất liền, các phức hệ metagabro (ν1PR1) Bảo Hà (Dovjicov và nnk, 1965), phức hệ granit-plagiogranit- migmatit Proterozoi (γ∂m1PR2) Ca Vịnh (Fromaget, 1941; Dovjicov, 1965, Trần Văn Trị, 1977). Tuy vậy phần ngoài khơi Biển Đông chưa có các phát hiện dấu vết của các thành tạo loại trừ một số đảo ven biển Thanh Hoá có thể là phức hệ granit- plagiogranit- migmatit Proterozoi (γ∂m1PR2) Ca-vịnh bao gồm các pluton granit, plagiogranit, migmatit granit hoặc migmatit plagiogranit.

Bảng 6.1. Một số phát hiện các thành tạo trước Đệ Tam trong móng các bể Đệ Tam

	Khu vực	Vị trí: Giếng khoan/ độ sâu (m)	Thành hệ	Ghi chú
1	Hải Dương	K.8A/387,00-766,20	Cacbonat - Paleozoi	Trũng Hà Nội – phần đất liền và ven biển của bể Sông Hồng
2	Hải Phòng	K.14/483,00-851,30	Cacbonat - Paleozoi	
3	Hải Hậu	K.54/237-đáy	Gneis-phiến kết tinh PR	
4	Nam Định	K.15/149,6 – 165	Phiến kết tinh - Proterozoi	
5	Phù Cừ - Hưng Yên	K.104/3940 - 4114,92	Phun trào axit - Trias	
6	Cửa sông Trà Lý	14D-STL-1X/	Cacbonat Paleozoi	Đông Bắc bể Sông Hồng
7	Cửa sông Thái Bình	B10-STB-1X/	Cacbonat Paleozoi	
8	Lô 104 - Quả Nhãn	104-QN-1X/2047, 6-2102,6	Granit - Mezozoi	Phần nam bể Sông Hồng thuộc thềm lục địa Bắc Trung Bộ
9	Lô 104 - Quả Vải	104-QV-1X/920 – 1050	Cacbonat - Mz-Pz	
10	Lô 112 - Anh Vũ	112-AV-1X/1743 – 1780	Cacbonat- Lục nguyên Pz	
11	Lô 112 - Bạch Trĩ	112-BT-1X/3935 – 4111	Cacbonat Paleozoi	
12	Lô 112 - H.Oanh	112-HO-1X/1547 – 1580	Carb. và lục nguyên Pz	
13	Nam đảo Hải Nam	115-A-1X/3491 – 3538	Macma kiềm Mezozoi	
14	Lô 01 – Hồng Ngọc	01-RB-1X/2683 – 3108	Granit Mezozoi muộn	Hơn 100 giếng trong bể Cửu Long đã khoan vào móng có nơi trên 1000m Hầu hết chỉ gặp nhóm đá granit tuổi Mezozoi muộn. Số ít gặp đá phun trào, vụn đã bị phong hoá
15	Sa phia-Cửu Long	02-C-1X/4092 – 4483	Macma Mezozoi muộn	
16	Bạch Hổ - Lô 09	09-BH-2X/3191 – 3261	Granit - Mezozoi	
17	Rồng - Lô 09	09-R-1X/2510 – 2559	Granit Mezozoi muộn	
18	Cấu tạo Sói - Lô 09	09-Soi-1X/3202-3286	Granit - Mezozoi	
19	Vừng Đông - Lô 15	15-A-1X/3038 – 3090	Granit - Mezozoi	
20	Rạng Đông - Lô 15	15-C-1X/3276 –3290	Granit Mezozoi	
21	Sư Tử - Lô 15	15-G-1X/2975 – 2977	Phiến, granit Mezozoi	
22	Bà Đen - Lô 16	16-BD-1X/2621 – 4200	Andesit Mezozoi ?	
23	Ba Vì - Lô 16	16-BV-1X/3307 – 3320	Granit Mezozoi muộn	
24	Tam Đảo - Lô 16	16-TD-1X/3269 – 3289	Granit Mezozoi	
25	Cam - Lô 17	17-C-1X/3304 – 3381	Granit Mezozoi	
26	Đu Đủ - Lô 17	17-DD-1X/2328 – 2399	Granit Mezozoi muộn	
27	Nho - Lô 17	17-N-1X/2654 – 3159	Macma Mezozoi muộn	

28	Bể Nam Côn Sơn	04-A-1X2419 – 2462	Granit Mezozoi muộn	Trong bể Nam Côn Sơn rất nhiều khoan vào móng trong đó gặp cả nhóm granit và các đá phun trào tương ứng với các xâm nhập Mezozoi
29	Lô 05 - Đại Hùng	05-DH-1X/3352 – 3362	Granit Mezozoi	
30	Hướng Dương Bắc	06-HDB-1X/3941-3991	Macma Mezozoi	
31	Lô 10 - Bạch Mã	10-BM-1X/1913 – 1961	Macma Mezozoi	
32	Lô 11 - Rồng Bay	11-RB-1X/3932 – 3941	Phun trào Mezozoi	
33	Bể Nam Côn Sơn	12-B-1X/3914 – 3998	Rhyolit-dacit Mezozoi	
34	Bể Nam Côn Sơn	12-C-1X/3612 – 3657	Dacit-andesit Mezozoi	
35	Bể Nam Côn Sơn	12-D-1X/1584 – 1640	Granit Mezozoi	
36	Phượng Hoàng	20-PH-1X/3452 – 3985	Phun trào Mezozoi	
37	Lô 21 - Sông	21-S-1X/4361 – 4401	Granit Mezozoi	
38	Bể Nam Côn Sơn	28-A-1X/1494 – 1594	Granit Mezozoi	
39	Bể Nam Côn Sơn	29-A-1X/1478 – 1610	Diorit-granodiorit Mz	
40	Q. đảo Trường sa	Sampaguita-1X	Vụn thô màu đỏ Mezozoi	
Còn rất nhiều lỗ khoan khác đã gặp các thành tạo Trước Đệ Tam trong móng của các bể Đệ Tam.				

Các thành tạo macma Protezozoi muộn - Paleozoi (NEOPR-PZ)

Các phức hệ macma thời kỳ Proterozoi muộn và Paleozoi phân bố rộng trong khu vực đất liền đặc biệt là khu vực Tây Bắc Bộ. Chúng thường gồm nhiều phức hệ xâm nhập khác nhau như phức hệ granit Proterozoi Cambri (γ1PR3-\1) Bản Ngậm, Làng Nhạp, Suối Đúc. Thành phần thạch học bao gồm các đá granit dạng gnai, granit alaskit, granit biotit với kiến trúc biến tinh và biến dư của granit.

Các thành tạo macma Paleozoi không phân chia phân bố trên nhiều đới cấu trúc Paleozoi Bắc Bộ. Chúng bao gồm từ mafic tới axit và kiềm tiêu biểu cho các giai đoạn phát triển của chu kỳ phát sinh, phát triển, trưởng thành và kết thúc của Paleo-Tethys trong Caledoni và các giai đoạn nền sau Caledonit. Phức hệ gabro-diorit- diabaz Paleozoi sớm ($\nu\delta_2Pz_1$) bao gồm các khối xâm nhập mafic dạng thân nhỏ hay dyke mạch. Thành phần thạch học bao gồm gabro- peridotit, gabrodiabaz, gabrodiorit diabaz và diorit pyroxen. Phức hệ plagiogranit- granit-migmatit Paleozoi ($\gamma\hat{o}m_2Pz$) Po Sen (Trần Văn Trị và nnk, 1977) bao gồm các khối pluton khối Po Sen, Thu Cúc, Sương Mai, Chiềng Cang, Chiềng Khương. Thành phần thạch học gồm granit biotit, plagiogranit biotit, migmatit thường có kiến trúc ban biến tinh. Phức hệ granit- plagiogranit Paleozoi (γ_2Pz) Mường Lát (Dovjicov và nnk, 1965; Trần Văn Trị và nnk, 1977) có thành phần thạch học gồm plagiogranit biotit, granit biotit, granit sáng màu, có nơi có pegmatit. Phức hệ granit kiềm và granosyenit ($\gamma\varepsilon_2$) bao gồm các khối đá granit kiềm dạng gnai với thành phần thạch học chủ yếu là granit kiềm, granosyenit, granosyenit kiềm, syenit nephelin, syenitdiorit thạch anh.

Các phức hệ nêu trên chủ yếu là các vỉa lộ trên đất liền, ven biển và một vài đảo

nhỏ rìa Tây Bắc Biển Đông, song chưa có được các giếng khoan tới móng của bể Đệ Tam thuộc phần Bắc và Trung tâm vịnh Bắc Bộ để phát hiện các thành tạo này. Một số dự đoán cho rằng móng của bể Sông Hồng thuộc Trung tâm vịnh Bắc Bộ có thể phân bố các thành tạo thuộc các phức hệ phổ biến trong phần đất liền này, đặc biệt là một số phức hệ có thành phần siêu mafic, mafic và trung tính.

Các phức hệ macma thời kỳ Pecmi đến Paleogen (P-E)

Các hoạt động macma trong thời kỳ từ Pecmi muộn đến Paleogen khá phong phú trong đất liền và cũng đã phát hiện được trong một số giếng khoan thuộc ngoài khơi phần gần Trung tâm vịnh Bắc Bộ. Các phức hệ xâm nhập trong thời kỳ này rất đa dạng và phức tạp. Phức hệ các thể nhỏ sẫm màu siêu mafic ($\sigma_3 bx$) với thành phần thạch học gồm chủ yếu là dunit và harburgit, peridotit đôi chỗ bị serpentin hoá. Phức hệ này phân bố trên vùng ven biển Bắc Trung Bộ và Nam Bắc Bộ. Do dễ bị phong hoá và bào mòn nên có thể dự báo sẽ gặp trong các phần lõm sâu của móng bể Đệ Tam Sông Hồng vùng Trung tâm vịnh Bắc Bộ. Phức hệ sẫm màu mafic Núi Chúa ($\nu_3 nc$) với thành phần thạch học chủ yếu là gabro olivin và gabro norit. Tuy phức hệ này phân bố hạn chế trên đất liền, song ngoài khơi thuộc thềm lục địa Bắc Trung Bộ cũng có thể phân bố trong các phần mặt móng bị lõm sâu của phần nam bể Đệ Tam Sông Hồng. Phức hệ phân dị các xâm nhập sẫm màu ($\gamma\delta_3$) bao gồm các khối với thành phần khác nhau từ gabrodiorit, diorit horblen pyroxen, diorit horblen, diorit thạch anh, granodiorit horblen- biotit, đến granit biotit với tổ hợp granit- granodiorit-diorit (Dovjicov và nnk, 1965; Trần Văn Trị và nnk, 1977). Trên thềm lục địa thuộc vịnh Bắc Bộ, tuy chỉ có 2 giếng khoan tới móng của bể Đệ Tam song 1 trong 2 giếng đã phát hiện được khối móng granit Mezozoi có thể tương ứng với các phức hệ xâm nhập axit đã gặp trong đất liền (GK104-QN-1X/2047,60-2102,6). Phức hệ các granit á núi lửa kèm rhyolit- dacit Trias (γ_3) phân bố thành các khối nhỏ trong đất liền, ven biển và một số đảo thuộc Bắc Trung Bộ với thành phần chủ yếu là các xâm nhập nông, các mạch granit-granophyr, plagiogranit. Còn phức hệ xâm nhập axit ($\gamma_3 pb$) với thành phần chủ yếu là granit biotit có thể phân bố rộng trong một số các khối nhô cao móng của bể Sông Hồng thuộc các phần Nam vịnh Bắc Bộ và thềm lục địa Bắc Trung Bộ tức là các khối nhô cao cổ địa mạo trong móng phần trung tâm và nam bể Sông Hồng. Các phức hệ xâm nhập nông, á núi lửa mafic và mafic trung tính (ν_4) với thành phần chủ yếu là gabrodiabaz, gabrodiorit, diorit pyroxen, diorit horblen, diorit thạch anh, congadiabaz, các loại lamprophyr phân bố dưới dạng các mạch trong một số nơi thuộc tây Bắc Bộ có thể hạn chế ở ngoài khơi Biển Đông do không có mối liên quan với các đới thành hệ cấu trúc này trong đất liền. Phức hệ xâm nhập nông á núi lửa axit và axit-kiềm (γ^{ξ}_4–ε_4) phân bố dưới dạng các diện nhỏ với thành phần thạch học chủ yếu là granit kiềm, granosyenit, porphyr granosyenit, syenit. Phức hệ axit, axit-á kiềm (γ–$\gamma\xi_5$) với thành phần chủ yếu là tổ hợp granit- granosyenit. Phức hệ xâm nhập kiềm (ε_5) với thành phần chủ yếu là syenit, syenit thạch anh, granosyenit và đôi chỗ có ít syenit kiềm, granit kiềm.

Ngoài khơi Bắc Trung Bộ đã phát hiện được các đá macma kiềm syenit và trachit trong khoan gặp đới nhô cao móng thuộc phần nam bồn trũng Sông Hồng (115-A-1X/3491-3538,0). Phức hệ đá kiềm dạng mạch minet với thành phần chủ yếu là syenit kiềm, các đá minet pyroxen, minet biotit, sonkinit, tinguait, locit (cocit) có thể cũng phân bố thuộc phần móng của bồn trũng này trên các vùng nam vịnh Bắc Bộ, và thềm lục địa Bắc Trung Bộ; song vì ít khoan tới móng nên chưa thể phát hiện được.

2. Vùng thềm lục địa Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ

Cũng như trên đất liền và các đảo ven biển từ Đà Nẵng tới Vũng Tàu, hầu hết các chỏm cổ địa hình nổi cao mặt móng trước Đệ Tam đều phân bố các thành tạo macma Mezozoi từ trung tính đến axit. Hầu hết các giếng khoan sâu tới móng của các bồn trũng Đệ Tam ngoài khơi Phú Khánh tới ngoài khơi Đông Nam Bộ đều phát hiện được các thành tạo thuộc cung macma Mezozoi. Do bản chất chất bền vững cơ học, hoá học và vật lý cùng với diện phân bố rộng rãi của cung xâm nhập nông núi lửa Mezozoi nên các khối nhô cao mặt móng của các bồn trũng Phú Khánh, Cửu Long và Nam Côn Sơn hầu như là các thành tạo nhóm granit và đôi khi là ryolit- dacit. Trên cơ sở các phân tích thạch học, khoáng vật, thạch hoá và tuổi tuyệt đối có thể so sánh các thành tạo gặp trong móng của các bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn hay ngoài khơi Đông Nam Bộ với các phức hệ macma xâm nhập Mezozoi trên đất liền. Phần lớn các phức hệ xâm nhập và các đá phun trào từ Tuy Hoà đến Vũng Tàu (đới Đà Lạt) là các thành tạo Mezozoi thuộc các phức hệ Định Quán và Đèo Cả hoặc các hệ tầng Bảo Lộc (Ca Tô) và Đơn Dương (Phan Cự Tiến và nnk, 1991). Trên đất liền có thể phân biệt được ranh giới giữa các phức hệ xâm nhập, song trong móng các bồn trũng ngoài khơi ranh giới giữa các phức hệ hầu như không quan sát được.

Các phát hiện móng trước Đệ Tam (đến 1994) của các giếng khoan ngoài khơi thuộc phạm vi bể Cửu Long bao gồm chủ yếu là nhóm granit Jura-Creta và các đá phun trào ryolit, dacit và andesit.

3. Vùng thềm lục địa Tây Nam và vịnh Thái Lan

Các phát hiện đá macma trước Đệ Tam trong vùng thềm lục địa Tây Nam Việt Nam (vịnh Thái Lan) hiện nay được hiểu biết rất ít do nguồn tài liệu còn hạn chế. Có sự khác nhau về mức độ và cách phân loại các phức hệ macma giữa Việt nam và Thái lan trong khu vực này.

Một loạt các phức hệ macma lộ trên các đảo và rìa tây vịnh Thái lan gồm chủ yếu là các đá macma nhóm granitoid và các phun trào tương ứng tuổi Mezozoi. Các macma này chủ yếu là kiểu S (paragranit) trong khi đó kiểu I (orthogranit) rất hạn chế. Trong phạm vi bể Bataia (Thái Lan) và bể Malay (Malaysia) đã phát hiện được một số xâm nhập nhóm granitoid Mezozoi kiểu S. Hầu hết các thành tạo

macma thuộc nhóm granitoid kiểu S chỉ một số hán hữu kiểu I (Phan Trung Điền, Sarawit, 1997). Các thành tạo này khá tương đồng với các khối macma trên đất liền và các đảo ven biển đông, đông bắc bán đảo Malay. Tuy nhiên một số đảo ven biển và đất liền ven bờ thuộc phần trung tâm và đông vịnh Thái lan phân bố chủ yếu các phức hệ granitoid Mezozoi muộn kiểu Định Quán và Đèo Cả (Phan Cự Tiến, 1991).

V. CÁC THÀNH TẠO BIẾN CHẤT MẠNH (HAY BIẾN CHẤT SÂU) TRƯỚC CAMBRI

Các thành tạo biến chất kết tinh trước Cambri (AR-PR) phân bố rất hạn chế trong các địa khối và đới khâu cổ lộ trên đất liền. Ngoài khơi Biển Đông hầu như chưa phát hiện được chúng. Tuy vậy chúng vẫn có thể có trong móng của các bồn trũng vì đã phát hiện thấy tại GK.15 ở Nam Định (bảng 6.1) nằm trong móng của trũng Hà Nội.

Hầu hết các thành tạo trước Cambri trên đất liền đều bị biến chất mạnh thuộc các tướng granulit, anmandin và amphibolit. Chúng thường gồm các đá phiến kết tinh, granulit, gneis, amphibolit, quarzit và các đá hoa. Chúng cấu thành phần trung tâm của các khối hay đới cổ như khối Kon Tum (Nam Trường Sơn), Bù Khạng (Bắc Trường Sơn), khối Nậm Cô và đới khâu Sông Hồng (Bắc Bộ). Chúng được phân thành một số phức hệ có thành phần, mức độ đều thuộc các tướng biến chất mạnh. Phức hệ Kan Nack có tuổi Arhei với các thành tạo granulit dưới và khondalit trên. Các phức hệ Ngọc Linh và Xuân Đài có tuổi Proterozoi sớm có thành phần chủ yếu là đá phiến kết tinh, plagiognai, quarzit, amphibolit và đá hoa. Phức hệ Xuân Đài phân bố phần nam Trung Bộ (Nam Trường Sơn), còn phức hệ Sông Hồng phân bố chủ yếu ở Sinh Quyền và Suối Chiềng. Các phức hệ Sông Hồng, Khâm Đức gồm chủ yếu là plagiognai, đá phiến kết tinh, amphibolit. Các thành tạo thuộc các hệ tầng Nậm Cô, Huổi Sai (Lào), Sapa, Sông Chảy, Bù Khạng và Po Cô chủ yếu là đá phiến và quarzit. Về thành phần thạch hoá, các đá phiến thạch anh - feldspat - mica, các đá quarzit có thể là những dấu vết của vỏ lục địa nguyên khai; còn các đá amphibolit, các đá hoa, canxiphia có thể là dấu vết của đại dương nguyên thuỷ Proto-Tethys (Nguyễn Xuân Tùng và nnk, 1992). Theo xu thế phát triển của một số các đới cấu trúc, một số thành tạo này có thể phát triển ra tới ngoài khơi và bị các trầm tích trẻ hơn bao phủ hay chôn vùi. Một số giếng khoan (GK.15 và 54) trong trũng Hà Nội đã phát hiện được các đá phiến kết tinh biotit và gnai Proterozoi thuộc phức hệ Sông Hồng (bảng 6.1). Các thành tạo này cũng đã được phát hiện trong một giếng khoan trên quần đảo Hoàng Sa. Theo xu thế phát triển của các cấu trúc cổ, cùng với các quá trình tách giãn và hành trướng đáy Biển Đông trong Oligocen và Miocen, các thành tạo Trước Cambri nếu có chỉ phân bố hạn chế phần thềm lục địa Trung Bộ.

VI. CÁC TRẦM TÍCH PALEOZOI VÀ SỰ TỒN TẠI CỦA PALEOTETHYS

Các thành tạo Paleozoi sớm và giữa thường phân bố trong các đới uốn nếp bao quanh các địa khối cổ biến chất kết tinh; còn các thành tạo Paleozoi muộn có đặc trưng như các lớp phủ nền với diện phân bố rộng gần đẳng thước. Đặc tính và sự phân bố của các thành tạo này liên quan với sự phát sinh, phát triển, trưởng thành và thoái hoá của Paleo-Tethys thuộc Bắc Bộ và bắc Trung Bộ. Do đó một số giếng khoan sâu tới móng của các bể Đệ Tam ngoài vịnh Bắc Bộ và thềm lục địa bắc Trung Bộ đã phát hiện được chúng. Chúng có thể phân thành các nhóm trầm tích hình thành hay tích tụ liên quan với các giai đoạn tồn tại khác nhau của Paleo-Tethys.

- Nhóm thành tạo trầm tích và trầm tích núi lửa Paleozoi sớm- giữa liên quan với sự phát sinh, phát triển và trưởng thành của Paleo-Tethys phân bố trên phần Bắc Việt Nam. Chúng gồm các trầm tích lục nguyên mịn tướng biển khơi và cacbonat đôi nơi có xen cả phun trào mafic và mafic - trung tính tuổi Cambri và Ordovic sớm phân bố trên một số diện kéo dài của Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Chúng thường bao quanh các địa khối Proterozoi và có thể phát triển trong móng của các bồn trũng thuộc một số nơi ngoài khơi Bắc Bộ và bắc Trung Bộ. Xu thế mở rộng Paleo-Tethys được biểu thị bởi sự phân bố tăng dần của các thành tạo trầm tích mịn và cacbonat cùng đá phun trào mafic tuổi Cambri giữa - Ordovic sớm trên nhiều diện rộng của Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Song các trầm tích phân nhịp và flys cùng các đá phun trào trung tính và acide Ordovic-Silua phân bố trong các đới uốn nếp ven biển và các đảo đông bắc Bắc Bộ (Cô Tô và Thanh Lân) đã đánh dấu sự trưởng thành với xu thế tiêu biến dần của Paleo-Tethys. Nhóm các thành tạo này tuy phân bố rộng trên đất liền thuộc Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ và một số đảo ngoài khơi Bắc Bộ, song chưa có giếng khoan phát hiện chúng trong móng của các bồn trũng khơi. Các dự đoán chúng có thể phân bố trên một số diện nhỏ thuộc phần Đông Bắc vịnh Bắc Bộ và thềm lục địa bắc Trung Bộ.

- Nhóm các thành tạo lục nguyên - cacbonat và cacbonat biển nông tuổi Paleozoi giữa- muộn và muộn kiểu nếp phủ nền sau Caledonit và sau Hexinit phân bố khá rộng rãi với các diện và chiều dày ổn định trên phần bắc Việt Nam và đã phát hiện được trong móng của các bồn trũng ngoài khơi Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Hàng loạt các giếng khoan đã phát hiện được trầm tích cacbonat và vôi- sét Devon, Cacbon-Pecmi thuộc móng của trũng Hà Nội, bồn trũng Bạch Long Vĩ- Lôi Châu, thềm lục địa Bình Trị Thiên. Đây là các thành tạo nông Tethys tiêu biểu cho thời kỳ phân bố nền trên một số vùng của Bắc Bộ. Thềm lục địa Tây Nam hay vịnh Thái Lan các thành tạo cacbonat Paleozoi muộn cũng được phát hiện trong móng của các bồn trũng. Các khối cacbonat Paleozoi thường phân bố thành các khối nhô cao móng cổ địa hình bề mặt móng của các bể trầm tích Mezozoi và Đệ Tam cả trên thềm lục địa Bắc Bộ, bắc Trung Bộ và Tây Nam Bộ. Ngoài ra hàng loạt các đảo ven biển trong các khu vực này cũng phân bố rộng các thành tạo Paleozoi muộn như vịnh Hạ Long, Bái Tử Long và vịnh Thái Lan.

VII. CÁC THÀNH TẠO MEZOZOI VỚI SỰ BIẾN ĐỔI TƯỚNG ĐÁ

1. Các kiểu mặt cắt Mezozoi

Các mặt cắt Mezozoi phản ánh sự thay đổi nhanh về thành phần và tướng trầm tích theo cả không gian và thời gian. Phổ biến nhất là xu thế biển mất dần từ đầu Trias và hoàn toàn là lục địa vào cuối Mezozoi. Sự thay đổi nhanh và phức tạp về thành phần và tướng đá theo thời gian hay thẳng đứng và không gian hay nằm ngang là đặc điểm phổ biến của các thành tạo Mezozoi. Các trầm tích đa dạng từ các đá vụn, vụn núi lửa tới cacbonat và silic thuộc các tướng biển sót, ven rìa và aluvi lục địa. Đại đa số các thành tạo Mezozoi bao gồm các đá vụn, vụn- núi lửa và phun trào tướng ven rìa và lục địa.

Có thể phân các trầm tích Mezozoi sớm thành ba kiểu mặt cắt chính:

- Kiểu biển tàn dư Tây Bắc Bộ hay Meso-Tethys Sông Đà được đặc trưng bởi cacbonat, bazan - cacbonat và cacbonat vụn tướng biển nông và ven rìa tuổi từ Pecmi muộn đến Trias giữa ở phần dưới và các đá vụn á lục địa tuổi Jura ở phần trên. Các thành tạo này phân bố vùng Tây Bắc và có thể phát triển cả ở phần Nam vịnh Bắc Bộ. Thành tạo cacbonat Mezozoi cũng đã được phát hiện trong móng của bể Đệ Tam thuộc phần thềm lục địa bắc Trung Bộ (104-QV-1X).

- Kiểu biển sót cận lục địa tây Nam Bộ vùng Tà Thiết và Bản Đôn gồm các đá vụn và ít cacbonat ven rìa tuổi Trias-Jura. Các trầm tích này có thể phân bố trong các phần lõm sâu của mặt móng trong các bể trầm tích. Các thành tạo cacbonat lục nguyên biển sót phân bố trong một số đảo ven rìa tây vịnh Thái Lan hay trên đảo Hòn Nghệ thuộc phần đông vịnh Thái Lan cũng có những đặc trưng của các kiểu biển sót cận lục địa. Chúng chủ yếu là các đá vôi vụn như calcarenit, calcisiltit và calcilutit. Trong các đá vôi này thường có lẫn một lượng nhỏ vật liệu vụn lục nguyên và sét.

- Kiểu các tích tụ trong các trũng giữa cung đảo, cung núi lửa nội lục như Sông Hiến, An Châu và Sầm Nưa thuộc Bắc Bộ, bắc Trung Bộ. Chúng được biểu thị bởi các trầm tích vụn- silic- cacbonat tướng ven rìa tuổi Pecmi muộn và Trias sớm và các tập đá phun trào, vụn- núi lửa, lục nguyên tuổi từ Trias giữa đến Jura sớm. Thành phần của chúng có sự ưu thế của các đá phun trào núi lửa axit xen với các tập đá vụn lục nguyên. Các trầm tích lục nguyên chứa than thường phân bố trong các trũng sau uốn nếp Indosinit sớm với các diện nhỏ rải rác. Các mặt cắt này khó được phát hiện trong móng của các bồn trũng ngoài khơi do chúng thường phân bố trong các diện nhỏ ít liên quan với các khối nhô cao móng. Tuy vậy một số mặt cắt địa chấn ngoài khơi đều có biểu hiện các kiểu mặt cắt này.

Các thành tạo Mezozoi muộn được đặc trưng chủ yếu bởi các tập lớp màu đỏ vụn thô kiểu molas giữa và trước núi tuổi từ Jura giữa tới Creta và các phức hệ á núi lửa và vụn núi lửa axit-kiềm thuộc phần bắc, còn phía nam chủ yếu là các phức hệ xâm nhập nông-núi lửa trung tính, axit và axit-kiềm có xen các trầm tích vụn.

Chúng đặc trưng cho các cung núi lửa - xâm nhập Mezozoi phân bố rộng rãi cả trên đất liền và ngoài khơi nam Trung Bộ và Nam Bộ. Chúng xác minh cho sự va chạm của hai lục địa Gonvana và Laurasia sau khi tiêu biến mất đại dương Tethys. Hầu hết các khối nhô cao mặt móng của các bể Đệ Tam trong khu vực này là các thành tạo macma. Các đá xâm nhập đã được phát hiện trong khá nhiều khoan ngoài khơi và nhiều nơi khác. Trên ranh giới va chạm của hai lục địa còn lại một số các trũng tàn dư với nước đại dương sót lại và sau đó đã tích tụ trầm tích bốc hơi muối mỏ và thạch cao như Savanakhet, Viêng Chăn và Kho Rat. Về mặt tính chất vật lý, một số các trầm tích vụn Mezozoi rất khó phân biệt với các trầm tích Đệ Tam, do đó trong các mặt cắt địa chấn thường hay bị lẫn và nhầm trong nhiều trường hợp đã coi chúng là các trầm tích Paleogen.

2. Các trũng Mezozoi và sự mở rộng lục địa và vỏ lục địa

Các mặt cắt Mezozoi phản ảnh sự thay đổi nhanh về thành phần và tướng trầm tích. Phổ biến nhất là xu thế biển mất dần từ Pecmi muộn và hoàn toàn là lục địa vào cuối Creta đầu Paleogen. Sự thay đổi nhanh và phức tạp về thành phần và tướng đá theo thời gian hay thẳng đứng và không gian hay nằm ngang là đặc điểm phổ biến của các thành tạo Mezozoi. Các đá macma cũng biểu thị các loại khác nhau từ mafic, trung tính đến axit và kiềm nhưng chủ yếu là các đai xâm nhập nông - núi lửa kiểu vỏ lục địa.

- Các trầm tích đa dạng từ các đá vụn tới cacbonat và silic thuộc các tướng biển sót, ven rìa và aluvi lục địa. Đại đa số các thành tạo Mezozoi bao gồm các đá vụn, vụn-núi lửa và phun trào tướng ven rìa và lục địa. Có ba kiểu mặt cắt Mezozoi dưới:

  - Kiểu biển đại dương tàn dư Mezo -Tethys Tây Bắc Bắc Bộ hay Sông Đà được đặc trưng bởi cacbonat, basalt cacbonat và cacbonat vụn tướng biển nông và ven rìa tuổi từ Pecmi muộn đến Trias giữa ở phần dưới và các đá vụn á lục địa tuổi Jura ở phần trên. Các thành tạo này phân bố vùng Tây Bắc và có thể phát triển cả ở phần Nam vịnh Bắc Bộ. Các tập trầm tích lục nguyên chứa than tuổi Trias muộn ở một số vùng ngoài khơi có thể là nguồn sinh khí quan trọng, song đã quá trưởng thành.

  - Kiểu biển sót cận lục địa Nam Bộ hay Tà Thiết và Bản Đôn gồm các đá vụn và ít cacbonat ven rìa tuổi Trias- Jura. Các trầm tích này có thể phân bố trong các phần lõm sâu của mặt móng trong các bể trầm tích. Một số có thể là tầng chứa tốt, số khác có thể là các đá mẹ nếu như được bảo tồn trong điều kiện chôn vùi tốt. Tuy vậy hiện nay các trầm tích này đều vượt quá trưởng thành

  - Kiểu địa khối trong nền hay Sông Hiến, An Châu và Sầm Nưa được biểu thị bởi các trầm tích vụn-silic-cacbonat tướng ven rìa tuổi Pecmi muộn và Trias sớm và các tập đá phun trào, vụn-núi lửa, lục nguyên tuổi từ Trias giữa đến Jura sớm. Chúng có thể là các tầng chứa tiềm năng ở ngoài khơi nếu như chúng liên quan với các đới nứt nẻ, các đới biến đổi hang hốc.

- Các mặt cắt Mezozỏi trên được đặc trưng chủ yếu bởi các tập lớp màu đỏ vụn thô kiểu molas giữa và trước núi tuổi từ Jura giữa tới Creta và các phức hệ xâm nhập nông- núi lửa axit- kiềm thuộc phần bắc, còn phía nam chủ yếu là các phúc hệ xâm nhập nông- núi lửa trung tính, axit và axit- kiềm có xen các trầm tích vụn. Chúng đặc trưng cho các cung núi lửa - xâm nhập Mezozoi phân bố rộng rãi cả trên đất liền và ngoài khơi nam Trung Bộ và Nam Bộ. Chúng xác minh cho sự va chạm của hai lục địa Gonvana và Laurasia sau khi tiêu biến mất đại dương Tethys. Hầu hết các khối nhô móng trong khu vực này là các pluton-volcan và là các tầng chứa tốt. Chúng đã được phát hiện trong khá nhiều giếng khoan ngoài khơi và nhiều nơi là các mỏ dầu lớn. Trên ranh giới va chạm của hai lục địa còn lại một số các trũng tàn dư với nước đại dương sót lại và sau đó đã tích tụ trầm tích bốc hơi muối mỏ và thạch cao như Savanakhet, Viêng Chăn và Kho Rat.

Chương VII

ĐẶC ĐIỂM KIẾN TẠO VÙNG BIỂN VIỆT NAM

I. BIỂN ĐÔNG TRONG BÌNH ĐỒ KIẾN TRÚC KHU VỰC

Trên bình đồ kiến trúc hiện đại, Biển Đông là một trong những biển rìa đa sinh Tây Thái Bình Dương. Chuỗi biển rìa này nằm trong miền chuyển tiếp giữa đại lục Âu- Á và Thái Bình Dương, là một trong những đai động kỳ vĩ hiện thời của Trái đất (Hình7.1).

Biển Đông có vị trí kiến trúc đặc sắc trong bình đồ kiến trúc hiện đại khu vực Đông Nam á. Biển Đông thuộc rìa Tây Nam của mảng thạch quyển lục địa Âu- á, nơi có sự giáp nối và tác động của các mảng thạch quyển Thái Bình Dương và mảng ấn- úc; đồng thời nó nằm trong đai động Tây Thái Bình Dương, nơi đã và đang xảy ra quá trình tiêu biến của vỏ đại dương dưới gầm lục địa Âu - á. Như vậy, Biển Đông chịu tác động kiến tạo nhiều chiều và các bối cảnh địa động lực phức tạp trong không gian và thời gian, được nảy sinh nơi giao nhau của hệ thống các đai động hành tinh ở Đông Nam á, nơi thạch quyển lục địa được hình thành và tiến hoá chủ yếu bằng cơ chế tăng trưởng trong lịch sử phát triển lâu dài.

Là một bộ phận mới được hình thành từ Kainozoi của thạch quyển Âu- Á, Biển Đông thể hiện là một kiến trúc kiểu huỷ hoại mới tạo có vỏ kiểu đại dương khá điển hình. Đáy Biển Đông được bao quanh bởi các kiến trúc kiến tạo khác nhau: phía Đông là hệ các cung đảo Đài Loan và Philippin; phía Bắc là đai núi lửa pluton rìa lục địa Cathaysia (Nam Trung Quốc); phía Tây là các kiến trúc uốn nếp kiểu lục địa có tuổi khác nhau của bán đảo Đông Dương và bán đảo Malaca; phía Nam là hệ cung đảo và tiểu lục địa Palawan, Borneo (Kalimantan).

Những kết quả nghiên cứu trong hai thập kỷ qua đã làm sáng tỏ một bước đặc điểm về kiến tạo- địa động lực của Biển Đông. Tuy thuộc nhóm các biển rìa Tây Thái Bình Dương nhưng Biển Đông có những nét đặc thù riêng. Khi niệm cổ điển về một "biển sau cung" không thích hợp với cơ chế thành tạo của nó, bởi vì cung đảo Philippin chỉ là một "kiến trúc láng giềng" trong lịch sử sinh thành và tiến

hoá của Biển Đông. Các chế độ địa động lực và các kiến trúc của thạch quyển Biển Đông phản ánh đặc điểm kiến sinh của Đông Nam á, nơi giao nhau của hai đai động lớn là Địa Trung Hải- Hymalaya và Tây Thái Bình Dương trong Mezozoi- Kainozoi.

Trong mối quan hệ kiến tạo - địa động lực của thạch quyển Đông Nam á thì biển rìa Đông Việt Nam nằm ở nơi giáp nối của các khối kiến trúc uốn nếp kiểu lục địa có tuổi tạo lập khác nhau. ở phía Bắc là miền uốn nếp kết dựng đa kỳ (Paleozoi - Mezozoi) Cathaysia bị lôi cuốn vào hoạt động của rìa lục địa tích cực vào cuối Mezozoi - đầu Kainozoi, thuộc đai động Tây Thái Bình Dương. Về phía Tây là miền uốn nếp đa sinh và phát triển đa kỳ Đông Dương thuộc đai động Tethys (Địa Trung Hải - Hymalaya). ở phía Nam và phía Đông là các miền động Alpi - Hiện tại Indonesia và Philippin. Đặc điểm kiến trúc và tiến hoá kiến tạo của Biển Đông có quan hệ mật thiết với những đặc thù của nơi hội giao các kiến trúc động cỡ hành tinh của thạch quyển Đông Nam á.

Khu vực Đông Nam á nói chung và Biển Đông nói riêng nằm trong bối cảnh hoạt động kiến tạo mạnh mẽ và phức tạp diễn ra trong Kainozoi, bao gồm cả kiến sinh gây dựng (constructive tectogenez) và kiến sinh huỷ hoại (destructive tectogenez). Các kiến sinh này đã tạo dựng thế hệ kiến trúc mới, vừa mang tính kế thừa bình đồ kiến trúc kiểu đa sinh cổ hơn, vừa mang tính huỷ hoại các kiến trúc cổ để hình thành các kiến trúc mới tạo chủng loại khác nhau, vào các thời đoạn lịch sử khác nhau ở các địa kiến trúc khác nhau.

Các bối cảnh địa động lực Kainozoi và sự khác biệt của các thành tạo địa chất được chúng tạo ra còn được bảo tồn trong bình đồ kiến trúc hiện đại của Biển Đông là cơ sở cho việc xây dựng các mô hình khác nhau về nguồn gốc, cơ chế sinh thành và quy luật tiến hoá của biển rìa độc đáo này. Chỉ trong khoảng hơn hai thập kỷ gần đây đã có đến gần trăm công trình xuất bản của nhiều tập thể và các nhà khoa học trên thế giới và Việt Nam về nghiên cứu cấu trúc địa chất, đặc trưng kiến tạo - địa động lực, tiềm năng khoáng sản và cơ chế sinh thành biển rìa Đông Việt Nam. Mặc dầu đã đạt được nhiều thành tựu lớn trong các lĩnh vực nêu trên, nhưng vẫn còn tồn tại nhiều vấn đề về cơ chế phát sinh và đặc trưng tiến hoá kiến tạo của Biển Đông đang được bàn luận sôi nổi. Có thể nhận xét rằng, tuy các quan điểm còn khác nhau nhưng đã có những điểm khá thống nhất. Đó là :

- Xem Biển Đông là một biển rìa thuộc đai động Tây Thái Bình Dương;
- Nhận thức vai trò quan trọng của động lực va chạm giữa Indostan và Âu - Á vào Kainozoi sớm và sự phát triển của các kiến trúc thạch quyển Đông Nam Á do chúng tạo ra.
- Tồn tại kiến trúc đại dương cổ (Paleo - Biển Đông) vào cuối Mezozoi- đầu Kainozoi, sau đó bị tiêu biến xuống gần tiểu lục địa đương thời Palawan - Mindoro do quá trình thành tạo Biển Đông Kainozoi vào Oligocen - Miocen.
- Biển Đông có cấu trúc địa chất phức tạp , gồm các kiến trúc có vỏ đại dương mới tạo và các kiến trúc có vỏ lục địa bị cắt rời khỏi các kiến trúc lục địa lân cận.

II. PHÂN VÙNG KIẾN TẠO

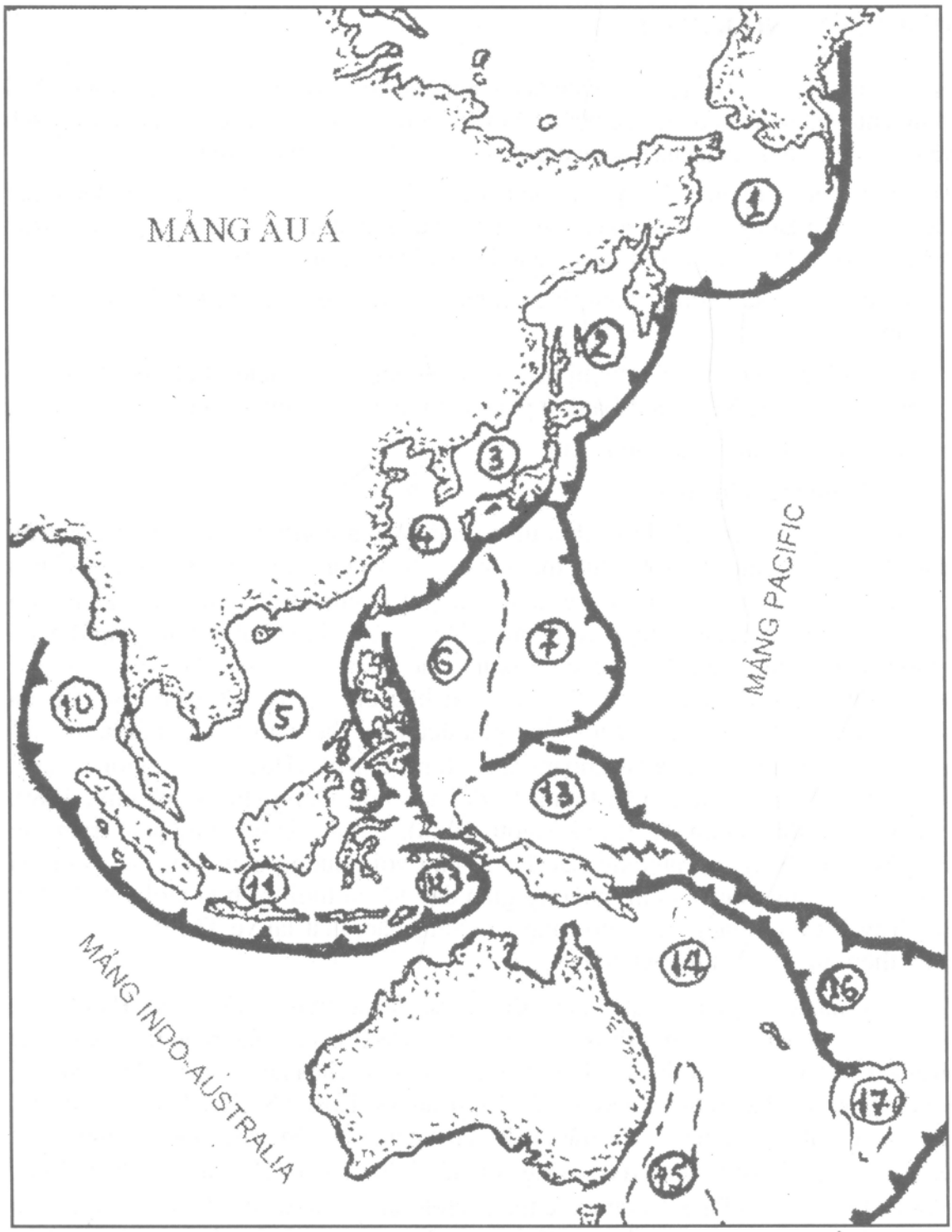
Phân vùng kiến tạo Biển Đông được tiến hành trên cơ sở lý thuyết kiến tạo mảng. Nội dung chủ yếu là nhận dạng các phức hệ thạch động lực (hay còn gọi là phức hệ thạch kiến tạo) theo thực tiễn của các kiến trúc địa động lực chuẩn trên thế giới.

Từ đó xác định quy luật tổ hợp của các phức hệ thạch động lực trên bình đồ kiến trúc hiện đại Biển Đông, làm cơ sở cho việc phân vùng kiến tạo. Trong bình đồ kiến trúc hiện đại, Biển Đông bao gồm các yếu tố kiến trúc sau (hình 7. 2):

- Trũng nước sâu (đồng bằng biển thẳm) có vỏ kiểu đại dương ở phần trung tâm.
- Các vi lục địa có vỏ lục địa bị huỷ hoại: Hoàng Sa - Maclessfield Bank ở phần Bắc và Trường Sa - Reed Bank ở phần Nam của trũng nước sâu
- Hệ thống bờ của trũng nước sâu
- Hệ thống thềm lục địa

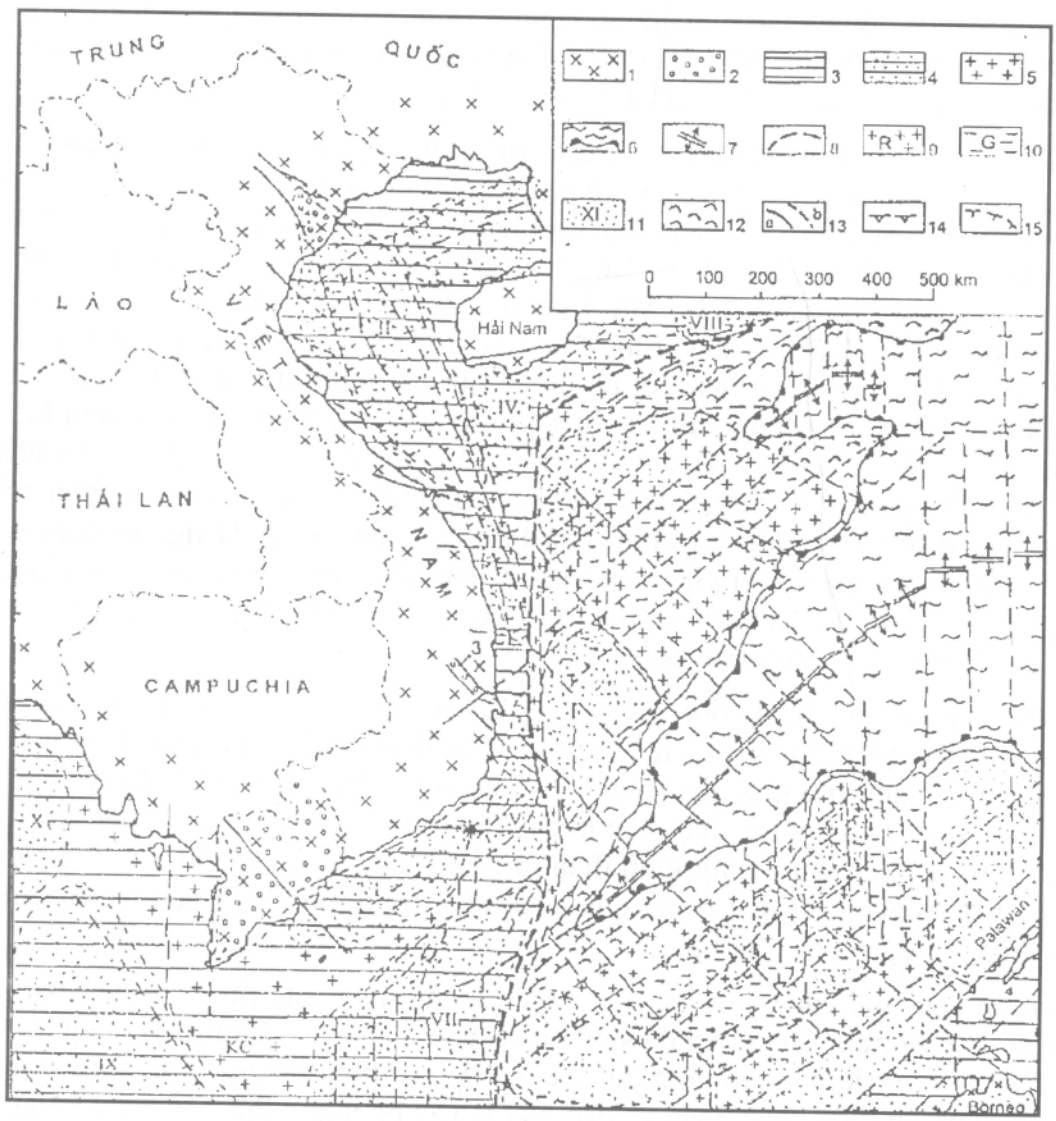
- *Trũng nước sâu* có thể được chia thành hai bồn (á bồn): bồn Đông và bồn Tây Nam (K.Ru & Pigott, 1986, chia thành các á bồn Đông Bắc, Đông và Tây Nam) khác nhau bởi quy mô, phương và tuổi giãn đáy. Ở phần trung tâm Biển Đông tồn tại dãy núi ngầm Scarborough có phương Đông Tây, được coi là tâm giãn đáy đã ngừng hoạt động, trên đó có các đá phun trào bazan sau giãn đáy. Vỏ kiểu đại dương được xác định chủ yếu theo các tài liệu địa vật lý (từ, trọng lực và địa chấn), tuổi của vỏ được xác định bằng giải đoán bất thường từ dạng dải là 32 - 17 tr.n. Ở bồn Đông tuổi của vỏ khoảng 20- 16 triệu năm. (Hayes và Taylor, 1980); ở bồn Tây Nam có tuổi gần tương tự đối với bồn Đông (Briais và nnk, 1989, 1990) hoặc tuổi cổ hơn (K. Ru và Pigott, 1986). Trong các bồn này phát triển các đứt gãy trượt bằng, có phương Bắc Nam, ứng với phương giãn đáy Bắc Nam và Tây Bắc - Đông Nam , cùng phương giãn đáy và có tuổi trẻ hơn (Jolivet, 1992). Bồn Tây Nam có dạng nêm mở rộng về Đông Bắc, thắt lại về Tây Nam, cắt vào phần thềm lục địa Nam Việt Nam.

Các vi lục địa thể hiện trên mặt là các quần đảo san hô tập trung ở các rìa Bắc (Hoàng Sa, Maclessfield Bank) và Nam (Trường Sa, Luconia, Reed Bank) của trũng nước sâu. Các phần lộ trên thường bị phủ bởi các lớp vụn san hô và mùn chứa guano tương đối mỏng, có nơi có phun trào bazan tuổi Pliocen - Đệ Tứ (quần đảo Hoàng Sa, Reed Bank, Penghu). Lót dưới các thành tạo này là các trầm tích và phun trào bị biến dạng, uốn nếp tuổi trước Đệ Tam. Ở quần đảo Hoàng Sa có móng uốn nếp Tiền Cambri (Hutchison, 1989; Wang, 1989). Ở vùng Reed Bank lót dưới các trầm tích Kainozoi là các thành tạo molas nguồn lục địa - biển nông màu đỏ tuổi Jura - Kainozoi. Cấu trúc nội tại của các mảnh lục địa này bao gồm các bồn trũng dạng địa hào và các nâng dạng địa luỹ thường kéo dài theo phương Đông Bắc - Tây Nam, hoặc phương Bắc Nam. Trầm tích Kainozoi lấp các địa hào có chiều dày khá lớn (2.000 m). Chiều dày toàn bộ tầng trầm tích Đệ Tam đến 4 km (Taylor, Hayes, 1980; Holloway, 1981). Ranh giới các kiến trúc này thường là



Hình 7.1: Sơ đồ cấu trúc rìa Tây Thái Bình Dương

1. Biển rìa Kurin; 2.- Biển rìa Okhotsc; 3- Biển rìa Nhật Bản; 4- Biển rìa Hoàng Hải, 5- Biển rìa Đông Việt Nam; 6- Biển rìa Philippin; 7- Biển rìa Marian; 8- Biển rìa Sulu; 9- Biển rìa Sulavelxi (Celebes); 10- Biển rìa Andaman; 11- Biển rìa Java; 12- Biển rìa Banda; 13- Biển rìa Andaman; 14- Biển rìa Coral (San Hô); 15- Biển Tasman; 16- Biển Bắc Fiji; 17- Biển Nam Fiji.



Hình 7.2. Sơ đồ cấu trúc kiến tạo Biển Đông và kế cận

(Ngô Gia Thắng; Lê Duy Bách, 1999)

1. Miền cấu trúc lục địa với các kiến trúc nâng sinh núi lặp lại; 2. Các trũng nội lục (trũng Hà Nội, trũng đồng bằng Sông Cửu Long, trũng Sông Ba); 3. Miền cấu trúc tách dãn - sụt lún thềm lục địa; 4. Các bồn trũng: I. Lôi châu – Bạch Long vĩ, II. Sông Hồng (vịnh Bắc Bộ), III. Quảng Đà, IV. Nam Hải Nam (Qiongdongnan), V. Phú Khánh, VI. Cửu Long, VII. Nam Côn Sơn, VIII. Cửa sông Châu Giang, IX. Malaya, X. Patani; 5. Đới nâng Khorat - Côn Sơn (KC), Miền cấu trúc Biển Đông tách dãn, phá huỷ vỏ lục địa; 6. Vùng có vỏ kiểu đại dương và ranh giới của nó; 7. Trục dãn đáy; 8. Vùng có vỏ lục địa bị huỷ hoại và lún chìm; 9. Nâng dạng địa luỹ; 10. Sụt dạng địa hào; 11. Các bồn trũng; 12. Vách sườn các khối lục địa xuống đồng bằng biển thăm; 13. Đứt gãy xác định (a), đứt gãy giả định (b); 14. Đới hút chìm, 15. Đứt gãy thuận.

các đứt gãy thuận. Khối Luconia nằm kề phía bắc Borneo có cấu trúc tương đối ổn định với các thành tạo nước nông ven bờ và thềm (chủ yếu là cacbonat), móng kiểu lục địa lót dưới khối này. Cấu tạo móng kiểu rìa lục địa thụ động của khối tương tự rìa lục địa Nam Trung Quốc (Hutchison, 1992).

Hệ thống bờ của trũng nước sâu có cấu trúc phức tạp, ở phía Bắc là hệ thống các bồn trũng Kainozoi chồng trên rìa lục địa kiểu thụ động (Ludwig,1979; Taylor, Hayes, 1983; Holloway, 1981; Ru và Pigott, 1986, Hutchison, 1989, 1992...); phía Đông là một đới hút chìm đang hoạt động có phương cắm về Đông xuống dưới cung đảo Philippin (hẻm vực Manila, về phía cung đảo chuyển sang dãy nâng không núi lửa rồi đến trũng trầm tích trước cung và cung đảo núi lửa Luzon); phía Tây bị giới hạn bởi hệ thống đứt gãy kinh tuyến 109 – 110^0, được coi là một trượt bằng (nhiều nhà nghiên cứu cho là dọc theo nó các mảnh lục địa phía Nam, kể cả Borneo đã dịch chuyển về Nam (Fromaget, 1942; Avraham, 1973; Ludwig, 1979, Hutchison, 1989...); phía Nam bao gồm các bồn trũng Kainozoi chồng trên đới hút chìm của Proto - Biển Đông đã ngừng hoạt động (hẻm vực Palawan) do va chạm các mảnh lục địa được đa số các nhà địa chất chấp nhận, ngoại trừ Hinz và Schluter (1983) cho đó là chỉ là đới nghịch chờm về Bắc của Palawan - Đông Bắc Borneo.

Hệ thống thềm lục địa là đới chuyển tiếp giữa một bên là tập hợp các kiến trúc kiểu lục địa gồm nhiều thế hệuốn nếp được hình thành từ Tiền Cambri đến Mezozoi và đang trải qua quá trình huỷ hoại khác nhau trong điều kiện địa động lực nội mảng và rìa mảng, một bên là tập hợp các kiến trúc kiểu chuyển tiếp gồm các kiến trúc kiểu đại dương hình thành trong Kainozoi và các kiến trúc kiểu lục địa bị huỷ hoại, thoái hoá trong quá trình phát triển kiểu biển ven ở đới chuyển tiếp giữa lục địa và đại dương.

Mô hình cấu trúc của thềm lục địa ở Biển Đông được cấu thành từ hai loạt kiến trúc cơ bản là móng uốn nếp đa sinh và vỏ phủ Kainozoi. Móng uốn nếp đa sinh bị chia cắt bởi các hệ thống đứt gãy sâu có lịch sử hình thành và tiến hoá lâu dài, bao gồm nhiều kiểu khác nhau và đặc biệt là các hệ thống đứt gãy trượt bằng. Vỏ phủ Kainozoi được đặc trưng bởi tập hợp các bồn trũng quy mô khác nhau, đa số được bắt đầu bởi sinh rift nội lục dọc theo các hệ đứt gãy trượt bằng từ Paleocen hoặc Eocen. Cơ chế chủ yếu trong quá trình hình thành các bồn trũng thềm lục địa là trượt bằng - tách giãn và sụt lún bù trừ.

Các rìa lục địa kế cận thể hiện trên bình đồ kiến trúc hiện đại bao gồm phía Bắc là miền tạo núi lặp lại Kainozoi Nam Trung Quốc trên móng uốn nếp Caledoni bị biến đổi bởi sự sinh núi hội tụ kiểu And (đai núi lửa - pluton rìa) trong Mezozoi; phía Tây là miền tạo núi lặp lại Kainozoi trên móng uốn nếp đa sinh (địa khối Indosinia và các đai uốn nếp Paleozoi- Mezozoi ở phía Bắc, đai núi lửa-pluton rìa tuổi Mezozoi ở phía Nam), ranh giới giữa chúng là đới đứt gãy Sông Hồng (Lê Duy Bách, 1982, 1984; Hutchison, 1989, 1992) với hoạt động tách giãn (rift) và tách giãn - trượt bằng trong Kainozoi. Phần kéo dài của các kiến trúc này

về phía Biển Đông bị phủ chồng bởi hệ thống các bồn trũng đa sinh Kainozoi thềm lục địa có chiều dày trầm tích lớn. Ranh giới phía Đông là cung đảo núi lửa Philippin đang hoạt động.

Cung đảo núi lửa này ngăn cách với Biển Đông bởi hẻm vực sâu Manila, được xem là đới hút chìm cắm về Đông. Cắt qua trung tâm quần đảo (từ Luzon đến Mindalnao) theo phương Bắc Tây Bắc – Nam Đông Nam là hệ thống đứt gãy trượt bằng trái Philippin. ở phần ven bờ Tây Luzon, Ophiolit Zambales được coi là di chỉ vỏ đại dương của Biển Đông tuổi Eocen muộn (Schweller, Karig, 1979). Phần nội cung đảo núi lửa được đánh dấu bởi các nón phun trào Đệ Tứ - hiện đại kéo thành một dải từ các đảo Mindoro và Marinduque qua trung tâm Luzon đến đảo Babuan. Cung Luzon có hoạt động tích cực ít nhất là từ Miocen muộn (Hutchison, 1982). Phần cực Đông Bắc (khu vực đảo Đài Loan) có cấu trúc phức tạp nằm trên đới va chạm chưa kết thúc giữa hệ thống cung đảo - hẻm vực Ryukyus - Manila và thềm lục địa Nam Trung Quốc (Suppe, 1981) cùng với nâng tạo núi hiện đại (Wu, 1978), cắt qua phần trung tâm đảo theo phương á kinh tuyến là một loạt các nghịch chờm - trượt bằng lớn cắm về Đông Nam thể hiện hoạt động của kiến tạo nén ép trượt dọc theo chúng.

Tốc độ hội tụ hiện đại giữa mảng Biển Philippin ở phía Đông và rìa lục địa Nam Trung Quốc ở phía Tây đạt khoảng 70 km/ triệu năm (Seno, 1977). Cung núi lửa Luzon có xu hướng kéo dài về phía Bắc qua các đảo giữa Luzon và Đài Loan cho đến các dãy núi rìa Đông đảo Đài Loan. Phía Đông các đảo là hào Bắc Luzon, nơi có bất thường dòng nhiệt cao và cấu trúc kiểu tách giãn. Vào Miocen, cung đảo Philippin được di chuyển đến phía Đông Biển Đông gần vị trí hiện nay.

Phía Nam - Tây Nam trũng Biển Đông được bao bọc bởi các phần khác nhau của lục địa Sunda, các đảo Borneo, Calamian, Palawan và Mindoro. Trong cấu trúc đảo Borneo, các đai ophiolit-melange (hỗn hợp vỏ kiểu đại dương và cung đảo núi lửa) đóng vai trò quan trọng, đặc biệt là "Đường Lupar" cắt qua trung tâm đảo phân chia "móng Tây Borneo", các trầm tích thềm lục địa của đới Kuchin, các trầm tích nước sâu bị biến vị uốn nếp mạnh của "Địa hẻm vực Tây Bắc Borneo". Một số khối có móng lục địa nhỏ hơn như Kelabit Hinglands và Long Bawan, Segama, Mangkalibat bị phân chia bởi các đới khâu. Đảo Palawan gồm 2 phần khác biệt bị chia bởi đứt gãy Ulugan, phần Bắc gắn với nhóm đảo Calamian và Mindoro tạo thành vi lục địa Bắc Palawan- Mindoro, hay là Calamian (Holoway, 1982,...), còn phần Nam là tổ phần của đới cung đảo Sabah- Palawan gồm các thành tạo ophiolit, cung đảo và các trầm tích kiểu lăng kính tăng trưởng tuổi Kainozoi. Phần ngoài khơi phía Tây Bắc đảo phát triển các bồn trũng quy mô khác nhau kiểu bồn trước cung bị ép giữa các khối Reed Bank và Bắc Palawan (Hutchison, 1992). Phần Đông Nam đảo này là bồn biển ven Sulu.

III. ĐẶC ĐIỂM KIẾN TẠO KHU VỰC

1. Thềm lục địa

Thềm lục địa được xác định là phần bị ngập nước của vỏ Trái đất rìa lục địa được giới hạn bởi đường mép nước cho đến sườn lục địa (Boilot, 1990, Margaret Galy, 1973). Cấu trúc thềm lục địa có 2 lớp là lớp bazan nằm dưới và lớp granit biến chất nằm trên, trên cùng có hay vắng mặt lớp trầm tích, chiều dày của vỏ Trái đất đạt gía trị trung bình 30-35km, bị vát mỏng đột ngột ở sườn lục địa và rất mỏng đến mất hẳn ở chân lục địa để chuyển sang vỏ đại dương trên đồng bằng biển thẳm.

Thềm lục địa có ranh giới với sườn lục địa rõ rệt, được nhận biết bằng sự tăng độ sâu một cách đột ngột (thường thể hiện là một vách dốc trên bề mặt địa hình đáy biển) và có sự vát mỏng nhanh chóng của chiều dày vỏ Trái đất kiểu lục địa (lớp granit - biến chất đặc trưng cho vỏ lục địa bị thoái hoá hoặc mỏng đi đáng kể). Sườn lục địa là một vách dốc xuống chân lục địa, có sự vát mỏng đột ngột và đáng kể của lớp granit biến chất; mặt khác, có sự chuyển tiếp cả về địa hình xuống đồng bằng biển thẳm (thông qua chân lục địa) và sự chuyển tiếp từ vỏ kiểu lục địa sang vỏ kiểu đại dương thực thụ. Sự biến đổi rõ rệt của các bất thường địa vật lý (trọng lực, địa chấn, từ...) cũng là các dấu hiệu nhận biết các ranh giới này.

Như vậy, bao quanh phần rìa của Biển Đông phát triển miền thềm lục địa rộng lớn và tương đối liên tục, bao gồm phần phía Bắc thuộc thềm lục địa Bắc Biển Đông (Nam Trung Quốc), phía Tây là thềm lục địa Việt Nam, thềm này mở rộng và nối vào thềm Sunda ở phía Tây Nam, với thềm Bắc đảo Borneo- Palawan ở phía Nam và với thềm lục địa kiểu tích cực rất hẹp của quần đảo Philippin ở phía Đông.

a) Thềm lục địa Bắc Biển Đông

Thềm lục địa phía Bắc Biển Đông (Nam Trung Quốc) được giới hạn bởi đường đẳng sâu 200-300m và có thể chia thành phần phía Đông và phía Tây. Phần phía Đông có quan hệ chuyển tiếp rõ rệt và cấu trúc đầy đủ từ vỏ kiểu lục địa đến vỏ kiểu đại dương của bồn trũng sâu Đông Biển Đông có độ sâu từ 2500 đến trên 4000m. Phần phía Tây chuyển sang các kiến trúc vỏ kiểu lục địa của địa khối Quần đảo Hoàng Sa thông qua một hệ thống các trũng kiểu địa hào xen với các đới nhô cao kiểu địa luỹ phía Bắc Quần đảo Hoàng Sa.

Thềm Bắc Biển Đông (Nam Trung Quốc) là phần tiếp tục của các kiến trúc rìa lục địa Đông Nam Trung Quốc, đai uốn nếp Caledonit Cathaysia và đai núi lửa pluton rìa lục địa kiểu And hoạt động từ giữa Jura đến Creta.

Trên thềm này phát triển các bồn trầm tích phân bố theo phương Đông Bắc-Tây Nam như các bồn Tây Nam Đài Loan, Cửa sông Châu Giang, Qiongdongnan hay Nam Hải Nam, trong đó bồn Cửa sông Châu Giang có quy mô lớn hơn cả (hình 7.3). Móng trước Đệ Tam của các trũng này là các đá biến chất tuổi Paleozoi và

các đá trầm tích và macma tuổi Mezozoi. Tuổi tuyệt đối xác định bằng phương pháp K/ar (Kali/Argon) của một số đá macma phát hiện trong các lỗ khoan ở vùng này nằm trong khoảng Creta 130 -70,5 tr.n (Li, 1994).

Mặt cắt trầm tích trong các bồn này thường bắt đầu bằng các thành tạo vụn thô tướng sông hồ lục địa có tuổi Paleocen- Eocen đến Oligocen trung (các hệ tầng Shenhu, Wenchang, Enping, Baoan ở bồn Cửa sông Châu Giang), ở bồn Cửa sông Châu Giang và bồn Qiongdongnan trong một số mặt cắt có mặt cả các thành tạo Creta muộn (He Q. and Zhang,1986; Wu Jinmin, 1988; Wang Shanshu, 1982; K.Ru and Pigott, 1986; Pigott and K.Ru, 1994...) phủ trên móng kết tinh (có thể gồm có granitoit Mezozoi và trầm tích Jura muộn (Li, 1984; Hutchison, 1992).

Trên lục địa, phía Tây Hongkong và gần cửa sông Châu Giang có bồn Sanshui, mặt cắt ở bồn này gồm khoảng 500m cuội kết và cát kết phân lớp xiên chéo nguồn lục địa tuổi Creta muộn- Paleogen bị xuyên bởi granit đi kèm với phun trào riolit (Meyerhoff and Willum, 1976), chúng bị phủ bởi các thành tạo hồ và biển nông (cuội kết, bột kết, cát kết) tuổi Paleocen -Eocen trung và vắng mặt các thành tạo trẻ hơn). Trong hầu hết các mặt cắt địa chấn của các bồn trũng bao quanh trung tâm Biển Đông quan sát thấy một bất chỉnh hợp địa tầng khu vực ở ranh giới Oligocen muộn với các thành tạo trước đó. Thành phần các thành tạo và môi trường trầm tích cũng có sự thay đổi từ lục địa sang tướng biển ngày một xa bờ và sâu hơn. Hệ thống đứt gãy phát triển, chủ yếu là các đứt gãy thuận có phương Đông Bắc - Tây Nam cắt qua các thành tạo móng. Trầm tích Kainozoi phủ trên, nhiều nơi đến Pliocen, tạo nên các địa hào và bán địa hào (thường đặc trưng cho chu kỳ trầm tích lục địa) bị tách biệt bởi các đới nâng dạng địa luỹ, bị phân cách với phần rìa lục địa bởi đới nâng rìa Hainan và giữa chúng với nhau bởi đới nâng trung tâm kéo theo phương Đông Bắc- Tây Nam được chia thành các nâng nhỏ hơn là Dongsha, Panyu và Shenghu (Xia Kanyuan, 1994). Ke Ru (1986) cho rằng có 3 thời kỳ hoạt động kiến tạo liên quan đến sự hình thành các thế hệ đứt gãy của phần thềm lục địa này là Creta muộn - Paleocen; Eocen muộn - Oligocen và Miocen giữa đến muộn.

b) Thềm lục địa Tây Biển Đông (Việt Nam)

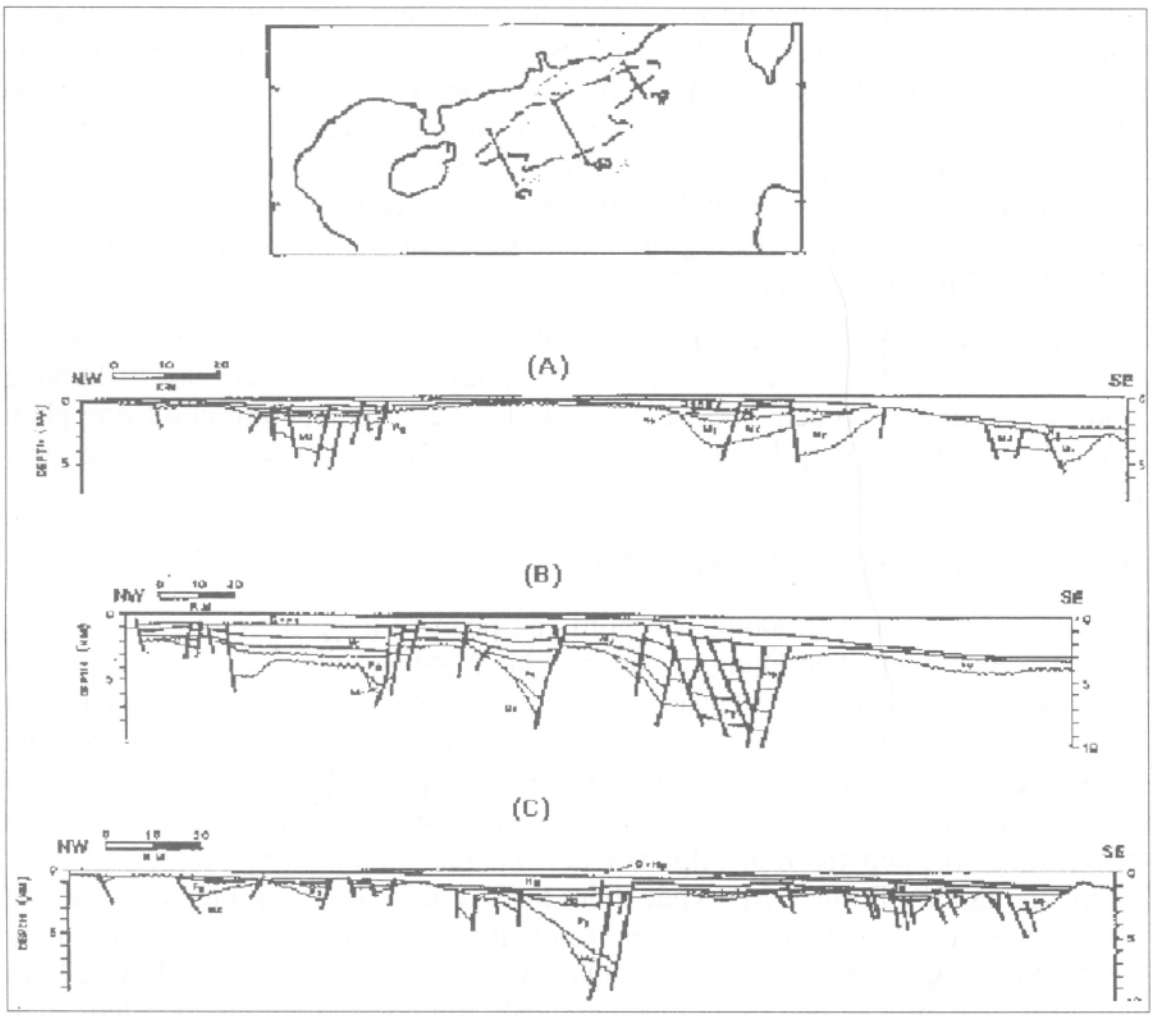
Thềm lục địa Tây Biển Đông (Việt Nam) trải trên móng uốn nếp đa sinh, có cấu trúc phức tạp : phần phía Bắc rộng lớn bao gồm vịnh Bắc bộ nối liền với thềm lục địa Bắc Biển Đông và chuyển tiếp với khối lục địa quần đảo Hoàng Sa thông qua loạt các kiến trúc địa hào và địa luỹ hẹp có phương kinh tuyến và Đông Bắc - Tây Nam. Thềm này thắt lại ở khu vực từ Đà Nẵng đến Phan Rang, nơi một vách sườn dốc hình thành dọc theo đới đứt gãy kinh tuyến Hải Nam - Eo biển Sunda. Không quan sát thấy sự chuyển tiếp của "sườn lục địa" này đến chân lục địa và sau đó đến đồng bằng biển thẳm, nơi vỏ lục địa mất hẳn và chuyển sang vỏ kiểu đại dương, ngược lại nó chuyển sang địa hình và cấu trúc của một vùng núi, cao nguyên (hoặc bình nguyên ?) dạng khối tảng được lót dưới bởi vỏ kiểu lục địa bị thoái hoá, mỏng đi và phân dị mạnh của khối quần đảo Hoàng Sa- Macclessfield Bank. Tiếp tục về phía Nam, thềm mở rộng đáng kể và nối với thềm Sunda (bao

gồm thềm Nam Việt Nam, khu vực Vịnh Thái Lan và lân cận phía Tây Kalimantan). Cần lưu ý rằng việc phân định ranh giới trong nội vi thềm lục địa bao quanh Biển Đông như nêu trên chỉ là tương đối và mang tính chất phân chia địa lý.

Có thể phân định ranh giới của thềm lục địa Việt Nam với sườn lục địa dọc theo hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến Hải Nam - Eo biển Sunda (đứt gãy kinh tuyến 109^0, hay theo một số tác giả là kinh tuyến 110^0). Hệ thống đứt gãy này biểu hiện rất rõ cả trên địa hình đáy biển ở vùng biển Miền Trung như một vách kiến tạo đổ rất dốc từ độ sâu 200m (ở phần phía Bắc) đến các độ sâu 300- 500m. Mặt khác, từ ngoài khơi Đà Nẵng đến ngoài khơi Khánh Hoà nó thể hiện là một vách cấm dốc sâu đổ từ các độ sâu 300- 400m xuống độ sâu 800- 900m, có nơi đến 1200m. Trên bề mặt bờ của vách này rất phát triển hệ thống các canhion ngầm cắt sâu từ trên 10m và lớn hơn. Dọc theo tuyến đứt gãy này có sự biến đổi rõ rệt của các bất thường địa vật lý, đặc biệt là trọng lực (Bùi Công Quế, 1996) và phần nào cả hoạt động động đất, núi lửa. Bức tranh cấu trúc các lớp của thạch quyển cũng có sự biến đổi rất đáng kể dọc theo đới như sự vát mỏng của vỏ lục địa rất nhanh chóng từ 30km dọc theo đường bờ đến chỉ còn 27- 28 km ở trên mép thềm lục địa và giảm đột ngột xuống dưới 24- 22 km sau khi đi qua đới đứt gãy nêu trên. Li Sitian (1999) cho các giá trị của mặt Moho phần ngoài thềm lục địa Đông Việt Nam là dưới 24 km, ngoài khơi Phú Khánh chỉ sâu 16 km, trong đó lớp granit biến chất đặc trưng cho vỏ lục địa chỉ còn rất mỏng và dao động trong khoảng trên dưới 10 km.

Đặc điểm chung của thềm lục địa là lớp vỏ lục địa đa sinh bị căng giãn và thoái hoá ở các mức độ khác nhau và hình thành một chuỗi các trũng sụt lún dạng địa hào bù trừ, phát triển từ các kiến trúc địa hào, bán địa hào nội lục tách biệt nhau vào các giai đoạn đầu đến các kiến trúc sụt lún trên thềm và rìa thềm lục địa trong các giai đoạn sau. Các trũng sụt lún được lấp đầy bù trừ bởi các trầm tích phun trào có tuổi từ Eocen (và cổ hơn) đến hiện tại, tạo nên một bề mặt bằng phẳng, kiểu đồng bằng tích tụ rộng lớn, hơi nghiêng hay sụt bậc về phía trung tâm trên toàn bộ thềm lục địa bao bọc vùng Biển Đông. Ngược lại, địa hình của bề mặt móng uốn nếp đa sinh lót dưới các thành tạo trầm tích Kainozoi có chiều dầy thay đổi khác nhau trên thềm lục địa lại thể hiện một bức tranh hết sức phân dị và rất phức tạp.

Phía Bắc thềm lục địa Việt Nam có diện phân bố rộng lớn dọc theo Vịnh Bắc bộ, nối liền với thềm lục địa Nam Trung quốc, đồng thời ăn sâu vào lục địa. Thềm lục địa Tây Nam Việt Nam mở rộng về phía vịnh Thái Lan và nối về phía Nam và Đông Nam với các phần thềm của các nước kế cận bao quanh Biển Đông thuộc thềm Sunda. Toàn bộ thềm lục địa ở vịnh Bắc Bộ có dạng một trũng lòng chảo, ít nhiều không đối xứng hơi kéo dài theo phương Tây Bắc- Đông Nam trên địa hình đáy biển hiện tại. Trũng địa hình này phản ánh một trũng nguồn rift được lấp đầy bởi một phức hệ trầm tích tuổi Kainozoi dầy xấp xỉ 15 km ở phần trung tâm. Tương tự như thế là phần thềm lục địa vịnh Thái Lan.



Hình 7.3. Các mặt cắt địa chất - địa vật lý bồn trũng
Cửa sông Châu Giang (Wang, 1982)

Phần dọc ven biển Miền Trung từ Đà Nẵng đến Khánh Hoà diện tích thềm lục địa thu hẹp đột ngột chỉ còn khoảng 50-70km và chuyển nhanh xuống sườn lục địa thông qua một số bậc và vách dốc của địa hình ngầm. Bề mặt địa hình của thềm nghiêng về phía Đông. Ở phần ven bờ đến độ sâu 200m, độ nghiêng bé gần như nằm ngang, sau đó chuyển qua một vách khá dốc xuống một bề mặt hơi nghiêng ở độ sâu 300- 400m. Từ độ sâu này địa hình đáy gần như dựng đứng xuống các độ sâu 800- 900m, 1000- 1200m và hơn. Vách dốc vừa nêu kéo dài gần như thẳng theo phương kinh tuyến về phía Nam đi vào phạm vi vùng biển thềm Sunda.

Phần thềm lục địa vùng Đông Nam Việt Nam chia thành hai phần rõ rệt bởi đới

nâng Côn Sơn nhô lên dưới dạng các đảo ở phần trung tâm. Thềm trong là trũng Cửu Long có địa hình đáy nghiêng đều vào trung tâm dưới dạng một lòng chảo đối xứng hơi có dạng bầu dục với trục dài có phương Đông Bắc- Tây Nam, địa hình đáy biển sâu nhất không quá 70m. Thềm ngoài trùng vào diện phân bố của trũng Nam Côn Sơn có địa hình nghiêng dốc về phía Đông, Đông Nam (trên 5-10^0) từ các độ sâu khoảng từ 0- 20m đến độ sâu 1000m và hơn. Tại đây cũng quan sát thấy một số vách từ 200m đến 300 - 400m và từ khoảng 700- 800m đến 1000m và hơn (PONAGA,1993), tuy không rõ rệt và dốc đứng như phần thềm và sườn Miền Trung mô tả trên.

Vỏ Trái đất kiểu lục địa phản ánh kiến trúc uốn nếp đa sinh có mức độ biến vị phức tạp và lâu dài. Về cơ bản bề dày vỏ ở đây có độ sâu thay đổi từ khoảng 30km ở dọc đường bờ đến 24- 26km ở phần rìa thềm ngoài, cũng như trong phần trung tâm các trũng Sông Hồng, Vịnh Thái Lan và Nam Côn Sơn (Bùi Công Quế, 1996).

c) Thềm lục địa Nam Biển Đông (Sunda)

Thềm lục địa Nam Biển Đông bao gồm các phần bị ngập nước của các đảo và quần đảo phía Nam Biển Đông từ khu vực đảo Natuna ở phía Tây Nam, qua phía Bắc đảo Kalimantan và Palawan đến các đảo phía Tây Nam của quần đảo Philippin. Thềm này có dạng mở rộng ở phía Tây Nam và thu hẹp dần về phía Đông Bắc với cấu trúc phân dị phức tạp. Đường Lupa có dạng uốn cong nhập vào đới đứt gãy Hải Nam - Eo biển Sunda ở phía Đông Bắc của đảo Natuna, phân chia móng uốn nếp trẻ tuổi Alpi với đai núi lửa -pluton trên móng biến chất Paleozoi của khối Borneo. Mặt khác thềm lục địa này nằm trong kiến trúc chuyển tiếp từ vỏ lục địa mới được tăng trưởng sau uốn nếp-tạo núi Alpi với các khối tảng lục địa bị huỷ hoại mạnh và lún chìm Quần đảo Trường Sa -Reed Bank. Các khối này được dịch chuyển đến trong quá trình khép kín bồn đại dương cổ Paleo- Biển Đông tuổi Mezozoi dọc theo hẻm vực Palawan. Bối cảnh kiến trúc- kiến tạo phức tạp ấy đã tạo nên các bồn trầm tích vừa gối lên thềm lục địa, vừa chồng trên các đới hẻm vực tàn dư của đới hút chìm và gối lên "thềm lục địa cổ" của các khối lục địa bị huỷ hoại mạnh (như các bồn Sarawak, Đông Natuna, Sabah, Bắc Palawan-Calamian). Mút Đông Bắc của bồn bị chặn bởi đới hút chìm Manila đang hoạt động cắm về phía cung núi lửa Philippin.

d) Các bồn trũng thềm lục địa Việt Nam

Nếu xét thềm lục địa trên góc độ như một thực thể của vỏ Trái đất kiểu lục địa thì có thể nhận thấy rằng vỏ lục địa dưới lớp trầm tích Kainozoi có chiều dày khác nhau đã bị làm mỏng do kéo giãn, sụt lún ở các mức độ khác nhau và do đó có thể phân định các đơn vị (đới kiến trúc) tạo nên các bồn trầm tích khác nhau trên thềm lục địa Việt Nam như sau:

+ *Bồn trũng Lôi Châu - Bạch Long Vĩ (Beibuwan, bể Tây Lôi Châu)*: là một trũng

dạng địa hào kéo dài theo phương Đông Bắc- Tây Nam từ bán đảo Lôi Châu (Trung Quốc) đến khu vực đảo Bạch Long Vĩ của Việt Nam. Đới tách giãn sụt lún địa hào Lôi Châu- Bạch Long Vĩ trên móng uốn nếp Caledoni chiếm phần biển Đông Bắc Việt Nam tới phía Bắc đảo Hải Nam. Trũng có kiến trúc nội tại phân dị và có dạng sụt địa hào bậc thang vào trung tâm, nơi có chiều dày trầm tích Kainozoi đạt trên 5.000m. Đặc điểm đáng chú ý là phần mút phía Tây các thành tạo thuộc phần dưới mặt cắt Kainozoi (Oligocen) lộ lên trên bề mặt dưới dạng một nếp lồi nghịch đảo (đảo Bạch Long Vĩ), còn rìa Bắc đảo Hải Nam ghi nhận hoạt động núi lửa bazan khá mạnh trong Đệ Tứ. Móng uốn nếp Caledoni lộ ra ở phần ven bờ (quần đảo Cô Tô), là phần bị lôi kéo vào sụt lún chủ yếu trong thời kỳ hậu rift.

Khống chế hình thái và cấu trúc của bồn là hệ thống các đứt gãy kiểu thuận theo phương Đông Bắc- Tây Nam, tạo nên sự sụt bậc phân dị với sự tồn tại một đới nâng trung tâm phân chia bồn thành các á bồn Tây Bắc và Đông nam. Mặt cắt trầm tích bắt đầu từ các thành tạo lục địa vụn thô (aluvi) tuổi Paleocen-Eocen sớm (Hệ tầng Changliu) chuyển sang các thành tạo hồ chủ yếu là đá phiến sét đen Eocen giữa- muộn, phần dưới có ít phun trào bazan, hệ tầng Liushagang và các trầm tích sông hồ hệ tầng Weizhu tuổi Oligocen sớm (Li Sitian, 1999). Các thành tạo này lấp đầy các địa hào và bán địa hào hẹp bị tách biệt nhau bởi các đới nâng. Chiều dày trầm tích các hệ tầng nói trên đạt tới 1800- 2000m (Rangin, 1990). Sau một bất chỉnh hợp và gián đoạn địa tầng (Li Sitian,1999) mặt cắt trầm tích chuyển sang các tướng chuyển tiếp biển ven bờ và biển nông (Hệ tầng Xiayang: Oligocen muộn - Miocen sớm, hệ tầng Jiaowei: Miocen Giữa, hệ tầng Dengloujiao: Miocen muộn và hệ tầng Wanglou gang: Pliocen - Đệ Tứ). Trong hệ tầng cuối phát triển phun trào bazan khá rầm rộ. Tổng chiều dày ở các trũng sụt lún mạnh (ví dụ trũng Weishi rìa Bắc đảo Hải Nam) đạt trên 5000m.

Móng của bồn lộ ra ở cánh Bắc (khu vực các quần đảo từ Cát Bà đến Cô Tô) là các thành tạo lục nguyên phun trào uốn nếp tuổi Caledoni, bị phủ bởi các đá cacbonat kiểu thềm biển nông tuổi Cacbon - Peemi, các phức hệ lục nguyên phun trào kiểu trũng, địa hào từ nội lục đến rìa (ven bờ) tuổi Mezozoi (Trias muộn - hệ tầng Hòn Gai, Jura hệ tầng Hà Cối) bị xuyên cắt bởi các đá granit tuổi Creta có lẽ tương tự như đã thấy ở phần rìa Đông Nam Trung Quốc. Phần Nam trũng Lôi Châu - Bạch Long Vĩ, trên Đảo Hải Nam, còn phát hiện các thành tạo từ Proterozoi đến các thành tạo uốn nếp- tạo núi Heeyni. Mặt khác hoạt động núi lửa bazan tuổi Pliocen muộn đến Đệ Tứ khá rầm rộ ngay phần rìa Nam của trũng này, dọc theo đới đứt gãy rìa phương vĩ tuyến. Vỏ trái đất kiểu lục địa dưới trũng này bị mỏng đi, mặt Moho nâng lên đến độ sâu khoảng 26 km (so với 30 km ở ven các bờ phía Bắc và đảo Hải Nam (Li Sitian, 1999). Giá trị gradien địa nhiệt khá cao, đạt 3,0^{0}C/100m (Gong Zaisheng, 1994). Phân tích đường cong sụt lún các lỗ khoan Bei A, Bei B (K.Ru and Pigott,1986) cho thấy quá trình sụt lún có tính chu kỳ khá rõ với các đỉnh cao của tốc độ sụt lún trong khoảng từ Eocen sớm đến cuối Eocen giữa và trong Miocen giữa.

Bồn trũng Lôi Châu – Bạch Long Vĩ tiếp giáp bồn trũng Sông Hồng dưới góc

gần 90^0 thông qua một khối nâng nghịch đảo có dạng vòm là đảo Bạch Long Vĩ. Tại đây lộ ra các thành tạo Oligocen và Miocen thuộc phần dưới (đồng rift) của mặt cắt trầm tích các bồn (Phạm Quang Trung và nnk,1999).

+ *Bồn trũng Sông Hồng:* là một đới tách giãn- sụt lún nguồn rift có móng uốn nếp đa sinh, chủ yếu là các phức hệ uốn nếp Tiền Cambri, nằm trùng vào diện kéo dài ra biển của đới khâu xuyên lục địa Sông Hồng có phương Tây Bắc-Đông Nam. Lịch sử hoạt động từ Tiền Cambri, đặc biệt mạnh mẽ trong Kainozoi. Đây được coi là ranh giới của hai đai động Tây Thái Bình Dương và Địa Trung Hải- Hymalaya (Lê Duy Bách 1975, 1984).

Đới khâu Sông Hồng có kiến trúc phức tạp nằm kẹp giữa các hệ thống đứt gãy kéo dài song song nhau trên 1.000km, khởi nguồn từ phía Đông Tây Tạng (Trung Quốc) cho đến vịnh Bắc Bộ, chiều rộng dao động từ vài km đến gần như mất hẳn (ở những nơi bị thắt lại như Ailaoshan- Daicangshan trên lãnh thổ Vân Nam Trung Quốc) mở rộng dần đến trên mười km về phía lãnh thổ Việt Nam trên diện phân bố của dãy núi Con Voi, nằm kẹp giữa các hệ thống đứt gãy sâu Sông Hồng và Sông Chảy. Từ lân cận Việt Trì, móng chìm dần xuống dưới lớp phủ trầm tích Kainozoi của trũng Sông Hồng (có nơi nhô lên trên bề mặt như ở khu vực núi Gôi Nam Định) tạo nên một đồng bằng châu thổ rộng lớn và tiếp tục mở rộng ra phía biển đến trên 200 km ở phần giữa vịnh Bắc bộ, sau đó bị thắt lại còn dưới 100km và hơi uốn cong về phía Nam theo phương kinh tuyến ở ngoài khơi Đà Nẵng và kết thúc ở ngoài khơi Quy Nhơn với chiều rộng bị thu hẹp chỉ còn trên dưới 60 km.

Phần móng lộ ra trên lục địa gồm các thành tạo siêu biến chất của phức hệ Sông Hồng mà các tổ hợp khoáng vật tạo đá ở một số nơi có thể tương đồng với Phức hệ Kan Nack tuổi archeozoi ở khối nhô Kontum (Trần Tất Thắng, 2000). Hoạt động kiến tạo xiết trượt - dịch trái (Tapponnier, 1985; Leloup, 1993...) mạnh mẽ trong nửa đầu Kainozoi dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy đã gây biến đổi, biến chất mạnh đến xoá nhoà các hoạt động biến chất cổ hơn của thực thể địa chất này.

Phần sụt lún trên thềm lục địa được lấp đầy bù trừ bởi các thành tạo trầm tích-phun trào tuổi Kainozoi không liên quan đến biến chất nhiệt động của phần đất liền như ở dãy núi Con Voi, mà liên quan trực tiếp đến quá trình chôn vùi trầm tích và chế độ nhiệt của quá trình hình thành và phát triển của riêng bồn trũng. Tập trầm tích- phun trào này có chiều dày hiện thấy theo các tài liệu khoan và địa vật lý đạt khoảng 15 km ở phần trung tâm trũng (trũng trung tâm Vịnh Bắc Bộ). Trong khi đó các tài liệu trọng lực cho thấy có sự nâng cao của bề mặt Moho bên dưới trũng có thể ở độ sâu 22 - 24 km (Li Sitian, 1999), hay 28 - 26 km (Bùi Công Quế, 1995) cho thấy lớp granit-biến chất ở đây đã bị mỏng đi đáng kể, chỉ còn lại trên dưới 10km ở phần trung tâm trũng, có nghĩa mức độ kéo giãn β của vỏ lục địa đạt tới 2-3 ở trục rift với giá trị dòng nhiệt đạt từ 65 đến trên 100mw/m2 (Dutchkov, 1995, Li Sitian, 1999). Gradient địa

nhiệt đạt tới 4.5^0C/100m (Gong Zaisheng, 1994). Những dẫn liệu trên cho thấy thạch quyển lục địa bên dưới trũng đã bị giãn mỏng đáng kể và quyển mềm có thể nhô lên đến độ sâu không lớn (dưới 100km), thậm chí dưới 80km (Li Sitian, 1999).

Bồn trũng Sông Hồng (hình 7.4) bị khống chế rõ rệt bởi các hệ thống đứt gãy thuận kéo dài theo phương Tây Bắc- Đông Nam (hệ thống đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy, Sông Lô), tạo cho bề mặt đáy của các trũng có dạng địa hào hẹp, kéo dài sụt bậc phân dị về phía trung tâm ở Vịnh Bắc Bộ và tiếp tục kéo dài và thu hẹp lại về phía Nam đến ngoài khơi Quy Nhơn. Đáng chú ý là trong hệ thống này theo tài liệu địa vật lý, đứt gãy Sông Hồng chỉ quan sát được rõ ở phần trên lục địa và không rõ ở phần ngoài khơi vịnh Bắc Bộ. Hệ thống đứt gãy Đông Bắc- Tây Nam phát triển chủ yếu ở vùng ven biển châu thổ đồng bằng Bắc Bộ và về cơ bản cũng là các đứt gãy thuận cắm về Đông Nam. Phần mút phía Đông- Đông Nam bồn phát triển các hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến- á kinh tuyến tạo nên ranh giới với các bồn thềm lục địa Bắc Biển Đông. Hệ thống đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam phân chia bồn thành 3 kiến trúc chính là trũng trung tâm Vịnh Bắc Bộ và các cánh Tây Nam, Đông Bắc, trong đó cánh Tây Nam là một kiến trúc kiểu đơn nghiêng (đơn nghiêng Thanh Nghệ), ranh giới của nó với trũng trung tâm thể hiện dưới dạng một nếp oằn sâu, thường là đới vát nhọn và mất hẳn của các hệ lớp trầm tích thời kỳ đầu của sụt võng. Kiến trúc này về phía Nam (ở ngoài khơi Bình Trị Thiên) bị phức tạp hoá mạnh bởi các hệ thống đứt gãy phương Tây Bắc- Đông Nam và á vĩ tuyến tạo nên một trũng rìa phân dị mạnh là á bồn Huế. Cánh Đông Bắc của trũng trung tâm nằm vào vùng sụt của phần thềm bao quanh rìa Tây đảo Hải Nam và được gọi là bồn Yenggehai (theo cách gọi của các nhà địa chất Trung Quốc).

Hệ thống đứt gãy Đông Bắc- Tây Nam ở phần phía Bắc bồn phân cách trũng trung tâm Vịnh Bắc bộ với phần oằn võng sụt lún của đồng bằng châu thổ Sông Hồng nằm trên lục địa và được gọi là võng hay trũng Hà Nội. Phần Đông Nam của trũng trung tâm Vịnh Bắc bộ được khống chế bởi các hệ đứt gãy phương kinh tuyến, á kinh tuyến. Chúng tạo nên các kiến trúc địa luỹ có quy mô khác nhau và có thể phân định được kiến trúc địa hào hẹp Quảng Ngãi (trước đây gọi là Quảng Đà) và nâng địa luỹ Tri Tôn (trước đây được gọi là nâng Quy Nhơn). Đới nâng địa luỹ này có dạng thu hẹp và chìm dần về phía Bắc, nhô cao và mở rộng về phía Nam, tạo nên ranh giới phía Đông- Đông Nam của bồn trũng Sông Hồng.

Ngoại suy từ bình đồ kiến trúc kiến tạo phần đất liền bao quanh trũng có thể thấy rằng bồn trũng Kainozoi này nằm chồng gối lên trên một móng uốn nếp đa sinh. Phần phía Đông, lân cận với đảo Hải Nam, các rìa của trũng chồng trên các thành tạo uốn nếp Tiền Cambri và Hecxini của phần trung tâm đảo Hải Nam; phía Đông- Đông Bắc là diện phân bố của móng uốn nếp Caledonit (Cathayzia). Phần trung tâm trũng chồng lên đới khâu Sông Hồng có hoạt

động lâu dài với móng uốn nếp Tiền Cambri (Baicali). Còn ở phần rìa thuộc đơn nghiêng Thanh Nghệ nó chồng trên móng uốn nếp Indosini (Trias muộn) của trũng Sông Đà, được giới hạn phía Nam bởi đới khâu Sông Mã. Toàn bộ phụ bể Huế nằm ngoài khơi Bình Trị Thiên đến vĩ tuyến Huế là diện phân bố của các thành tạo uốn nếp tuổi Hecxini bị phủ chồng bởi các hoạt động Mezozoi (Trũng Sâm Nưa - Hoành Sơn); tiếp về phía Nam là điện phân bố của đới địa hào Mezozoi Nông Sơn có phương vĩ tuyến, được giới hạn với địa khối Tiền Cambri Kon Tum bởi đới đường khâu Tam Kỳ - Phước Sơn ở phía Nam. Toàn bộ trũng địa hào Quảng Ngãi nằm chồng trên móng của địa khối Kontum tái hoạt động mạnh trong Mezozoi đến Creta muộn cùng với hoạt động của rift nội lục Sông Ba và hoạt động núi lửa bazan mạnh mẽ vào Neogen đến đầu Đệ Tứ.

Sự phân dị của các thành tạo trầm tích lấp đầy trũng phản ánh môi trường trầm đọng khác nhau giữa phần phía Bắc và phần phía Nam, nhất là có sự khác nhau giữa các phần dưới (Eocen- Oligocen) chủ yếu gồm các thành tạo nguồn lục địa và phần trên của mặt cắt (Neogen- Đệ Tứ) chủ yếu có nguồn gốc biển.

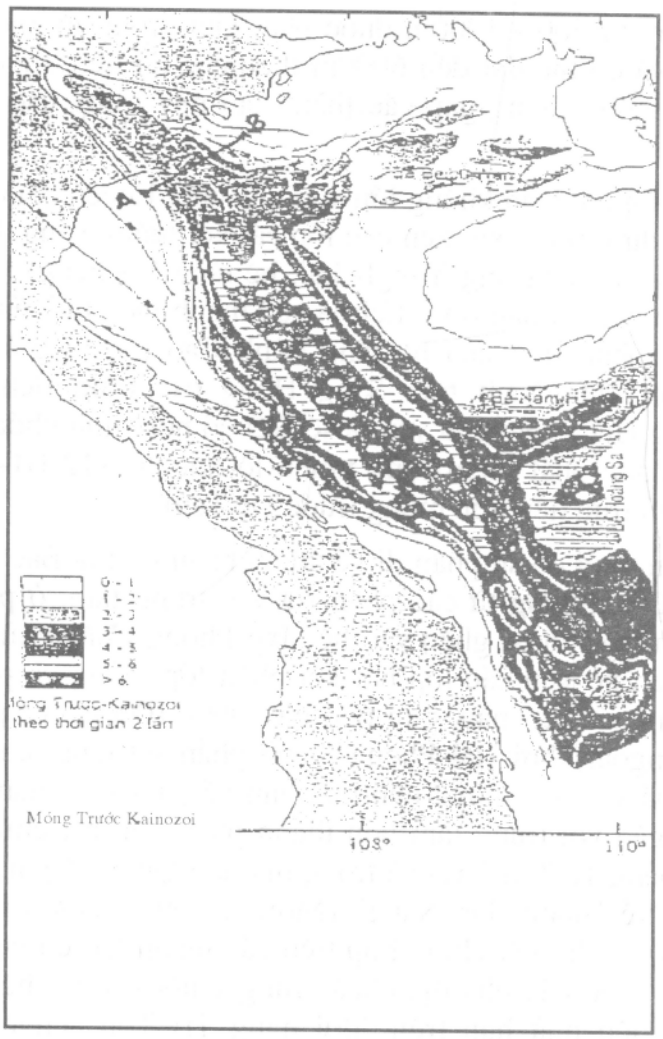
Đặc điểm của quá trình trầm tích là có tính chu kỳ với nhiều gián đoạn, bất chỉnh hợp và biến động của môi trường trầm tích trong mỗi chu kỳ. Các biến động này bao gồm các hoạt động kiến tạo, macma, biến chất và sự dao động của mực nước biển, kéo theo sự thay đổi các yếu tố môi trường tự nhiên (khí hậu, thời tiết và các hoạt động ngoại sinh).

Có thể phân định các phức hệ trầm tích, phun trào của bồn trũng theo các chu kỳ chính sau:

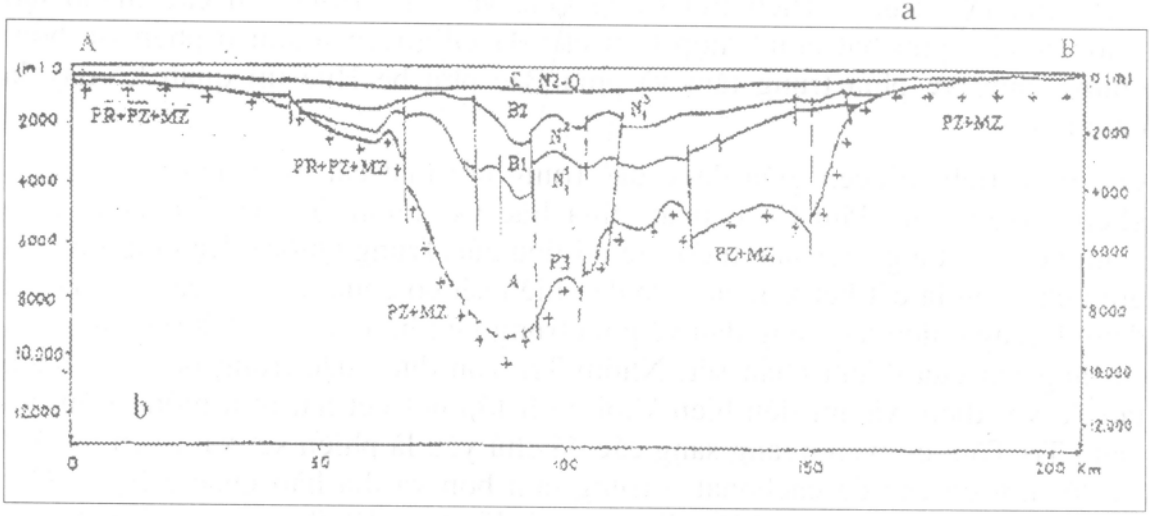
- Các phức hệ của chu kỳ tiền rift (cuối Creta- Paleogen sớm)
- Các phức hệ của chu kỳ đồng rift (Eocen – Oligocen - Miocen)
- Các phức hệ sau rift (Pliocen - Hiện đại).

Mỗi chu kỳ chính đều nằm trong các bối cảnh hoặc xu thế chung nhất của môi trường thành tạo chúng, trong đó có sự thăng trầm và xáo động nhất định mang tính nhịp hay thời đoạn (rifting nhiều lần, ảnh hưởng của giãn đáy theo chu kỳ của trũng nước sâu trung tâm Biển Đông...). Các đặc điểm này phản ánh trong tính nhịp, thời đoạn và tính lặp lại của quá trình trầm đọng bị cắt quãng bởi các gián đoạn, bất chỉnh hợp và đặc biệt các bất chỉnh hợp có tính ngắt nhịp. Đối với bồn trũng Sông Hồng thì bất chỉnh hợp ngắt nằm ở ranh giới giữa các thành tạo tuổi Oligocen muộn và Miocen sớm vì đây là một bất chỉnh hợp có tính khu vực rộng, có sự thay đổi rõ rệt của môi trường lục địa sang môi trường biển; ở rất nhiều nơi quan sát thấy có sự thay đổi bình đồ kiến trúc cả theo chiều đứng và theo chiều ngang giữa phần dưới và phần trên của ranh giới này.

Mặt cắt các trầm tích Kainozoi ở phần Bắc bắt đầu bằng các thành tạo vụn thô (cuội, sạn kết tảng kết, cát kết) xen các lớp sét kết màu đỏ, xám đen tướng sông lũ tích và hồ, được đưa đến từ các vùng bào mòn lân cận và chứa các hoá thạch bào tử phấn được định tuổi Eocen (có thể cả một phần của Paleocen?) được xếp vào hệ



a



b

Hình 7.4. Bồn trũng Sông Hồng.
a. Sơ đồ cấu trúc, b. Mặt cắt địa chất

tầng Phù Tiên dày từ 300 - 1000m được phát hiện trong lỗ khoan 104 (Nguyễn Địch Dỹ, 1983) và có thể đạt đến 6000m theo các tài liệu địa chấn ở trung tâm bồn (Li Sitian, 1999), không gặp các thành tạo này trong các lỗ khoan ở phần phía Nam.

Tiếp theo sau một gián đoạn không lớn vào nửa cuối Eocen bắt đầu các thành tạo lục địa Oligocen dưới (tảng kết xen các lớp cát kết tướng sông, hồ) là phần dưới của hệ tầng Đình Cao (ở trũng Yanghehai, hệ tầng Yacheng), chuyển lên phần trên với đôi nơi có gián đoạn trầm tích là các thành tạo chủ yếu là hồ có dấu vết của biển ven bờ phần trên của hệ tầng Đình Cao (hệ tầng Lingshui của bồn Yanghehai). Phần phía Nam bồn Sông Hồng các trầm tích được định tuổi Oligocen (hệ tầng Huế) gồm chủ yếu là sét kết có hoạt tính phóng xạ xen các lớp cát kết và than được phát hiện trong nhiều lỗ khoan (112-BT-1X, 114-KT-1X, 118-CVX-1X) phủ trực tiếp trên móng trước Đệ Tam.

Trầm tích Miocen dưới có sự phân dị về thành phần ở phía Bắc và phía Nam bồn trũng cũng như theo hướng từ các phần rìa vào trung tâm. ở phía Bắc bồn, các trầm tích Miocen dưới được ghép vào hệ tầng Phong Châu chủ yếu gồm cát kết châu thổ- biển ven bờ xen các lớp bột kết phân lớp mỏng và phân lớp xiên xen kẹp các lớp mỏng sét kết màu xám-đen dày 900- 1000m, về phía đơn nghiêng Thanh Nghệ và ngoài khơi Hải Phòng thành phần sét tăng lên chiếm phần chủ yếu cùng với ít đá vôi, vát mỏng đến mất hẳn về phía khối nâng Bạch Long Vĩ. Phần phía Nam gần với trung tâm bồn thành phần mặt cắt chủ yếu là phiến sét biển sâu dày khoảng 1000m ở rìa và trong địa hào Quảng Ngãi, dày hơn về phía trung tâm thuộc về "nhóm Đà Nẵng" (Morris, 1993) được định tuổi Oligocen muộn- Miocen sớm, phủ bất chỉnh hợp trên các thành tạo cổ hơn (hệ tầng Sanya tuổi Miocen sớm theo các nhà địa chất Trung Quốc). Các thành tạo nhóm Đà Nẵng vát mỏng đến mất hẳn trên "đới nâng Tri Tôn" chặn ngoài rìa Đông Nam của bồn trũng. Theo Bùi Công Quế và nnk (1995) thì các thành tạo Miocen sớm phủ bất chỉnh hợp trên các đá Oligocen muộn ở phần rìa bồn, nhưng càng về phía trung tâm và phía Bắc phụ bể Huế thì quan hệ này là chỉnh hợp.

Các trầm tích Miocen giữa được đặc trưng bởi mặt cắt biển tiến rõ rệt được ghép vào hệ tầng Phù Cừ ở phần phía Bắc và "nhóm Tri Tôn" ở phần phía Nam bồn (hệ tầng Meishan theo các tài liệu của Trung Quốc). Hệ tầng Phù Cừ gồm chủ yếu là cát kết xen các lớp đá phiến sét có chứa than và các tập đá vôi dạng khung chiều dày tăng dần về phía trung tâm bồn đạt đến 6000m cùng với sự tăng lên của thành phần sét. Nhóm Tri Tôn được đặc trưng bởi các thành tạo đá vôi thềm và ám tiêu biển khơi có ít lớp bột kết hạt mịn mỏng trên đới nâng Tri Tôn, chuyển ngang sang các đá chủ yếu là phiến sét xám xen bột kết và đôi nơi có các đá cacbonat ở trung tâm bồn và địa hào Quảng Ngãi. Các thành tạo đá vôi này có chiều dày có nơi đến trên 1000m trên đới nâng Tri Tôn.

Trầm tích Miocen trên nằm bất chỉnh hợp khu vực trên các trầm tích cổ hơn. ở phần phía Bắc bồn, trầm tích tuổi này gồm các đá cát kết có độ mài tròn và lựa chọn từ trung bình đến kém chứa nhiều khoáng vật nặng xen các lớp bột kết màu xám- xám đen, ít lớp than trầm đọng trong môi trường đầm lầy- tiền châu thổ được ghép vào hệ tầng Tiên Hưng, còn ở phần phía Nam bồn mặt cắt gồm chủ yếu là đá sét kết xen các lớp bột kết và cát kết, đôi khi có chứa đá vôi khung được ghép vào phần dưới của "nhóm Bắc Bộ" (Hệ tập Miocen dưới-giữa của Morris, 1993) với mặt cắt đặc trưng cho biển thoái (trầm tích delta). Nó bị vát mỏng trên đới nâng Tri Tôn, dày đến trên 2000m ở phần trung tâm và địa hào Quảng Ngãi. Các thành tạo này cùng với các thành tạo trước đó bị uốn nếp nhẹ ở đới địa hào trung tâm vịnh Bắc Bộ và bị bào mòn, đánh dấu pha nghịch đảo kiến tạo vào cuối Miocen.

Các thành tạo Pliocen- Đệ Tứ ở phần phía Bắc bồn được ghép vào các hệ tầng Vĩnh Bảo (Pliocen) và Hải Dương, Kiến Xương (Pleistocen và Holocen) gồm chủ yếu là cát kết xen các lớp bột kết ở phần rìa chuyển sang chủ yếu là bột kết xen cát kết, sen kết ở trung tâm, chúng nằm bất chỉnh hợp trên các thành tạo cổ hơn. Chiều dày tăng nhanh từ khoảng 300- 400m ở rìa đến 4000m ở trung tâm bồn, đồng thời diện phân bố mở rộng đáng kể. Phần phía Nam bồn ngoài các trầm tích như trên còn thấy các đá phun trào bazan ở phần dưới, lộ ra nhiều nơi ở các rìa như trên đảo Côn Cỏ, đảo Cù Lao Chàm và vùng ven biển Quảng Ngãi- Bình Định.

Các phân vị địa tầng bồn trũng Sông Hồng được thể hiện trên hình 5.3 và 5.5

Về cơ bản các đứt gãy là đứt gãy thuận tạo nên các trũng dạng địa hào sụt sâu dạng bậc thang vào trung tâm đôi khi bị ngăn cách bởi các nâng kéo dài dạng địa luỹ. Phần trung tâm các trũng này chiều dày trầm tích- phun trào Kainozoi đạt đến 7- 8 km (trũng bậc 3 Đông Quan thuộc trũng Hà Nội), 8- 10 km (địa hào Quảng Ngãi), 13- 15 km (trũng trung tâm Vịnh Bắc Bộ).

Cực Bắc của đới đứt gãy Nam đảo Hải Nam kiểm soát phần sụt sâu nhất ở kế cận phía Đông đới rift Sông Hồng (trũng Quingdongnan), còn phần kề với đới Sông Hồng là đới nâng Tri Tôn (Morris, 1993) có ranh giới với các kiến trúc Biển Đông thông qua một đới đứt gãy phương Đông Bắc- Tây Nam, nơi chiều dày trầm tích Kainozoi mỏng đi (còn khoảng 2000m và thấp hơn). Nó được coi là phần kéo dài Tây Nam của trũng Cửa sông Châu Giang.

+ *Bồn trũng Phú Khánh* (Trũng Quảng Đà, CCOP, 1991).

Bồn trũng có phương kinh tuyến trải dài dọc rìa thềm lục địa Miền Trung từ Quy Nhơn đến mũi Cà Ná. Kề giáp phía Bắc là trũng Quảng Ngãi và địa luỹ Tri Tôn thuộc bồn trũng Sông Hồng và đới nâng địa luỹ Hoàng Sa ở ngoài thềm lục địa. Ranh giới phía Nam giáp với nâng Phan Rang, là kiến trúc phân chia hai bồn trũng Phú Khánh và Cửu Long. Bồn trũng Phú Khánh có dạng tuyến bao gồm một số trũng bậc cao nằm nối kề nhau dọc đới đứt gãy Hải

Nam - Eo biển Sunda (hay đới đứt gãy kinh tuyến 109°). Phần lớn diện tích của bồn nằm dưới mực nước biển trên 200m đến độ sâu trên 2500m. Như vậy, bồn Phú Khánh nằm ở đới chuyển tiếp giữa thềm lục địa và đới bờ của trũng nước sâu Biển Đông (Hình 7.5).

Căn cứ theo bề dày trầm tích Kainozoi thấy rõ bồn trũng này có xu hướng chìm dần từ phía Bắc (6- 7km) về phía Nam (trên 10km). Các tài liệu lỗ khoan đã phát hiện móng của bồn trũng có các đá được xếp tuổi trước Đệ Tam (có thể là Paleozoi) bị biến chất và đứt gãy chia cắt thành các khối kiến trúc phức tạp.

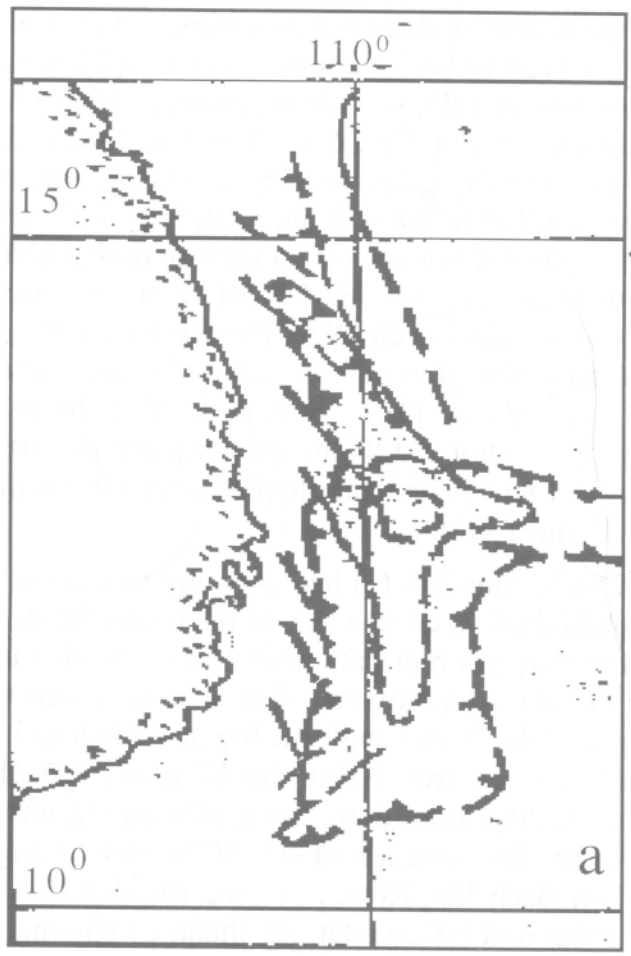
Mặt cắt chính của bồn trũng là các thành tạo trầm tích Kainozoi, được chia thành 3 phức hệ là các trầm tích Eocen - Oligocen kiểu sông hồ và tam giác châu, chúng nằm phủ bất chỉnh hợp trên móng uốn nếp Paleozoi; các trầm tích thuộc loạt biển tiến tuổi Miocen, gồm các đá lục nguyên hạt mịn, chúng nằm phủ bất chỉnh hợp lên móng uốn nếp và các trầm tích lục nguyên kiểu nước nông ven biển tuổi Pliocen- Đệ Tứ, nằm phủ bất chỉnh hợp trên hai phức hệ vừa mô tả.

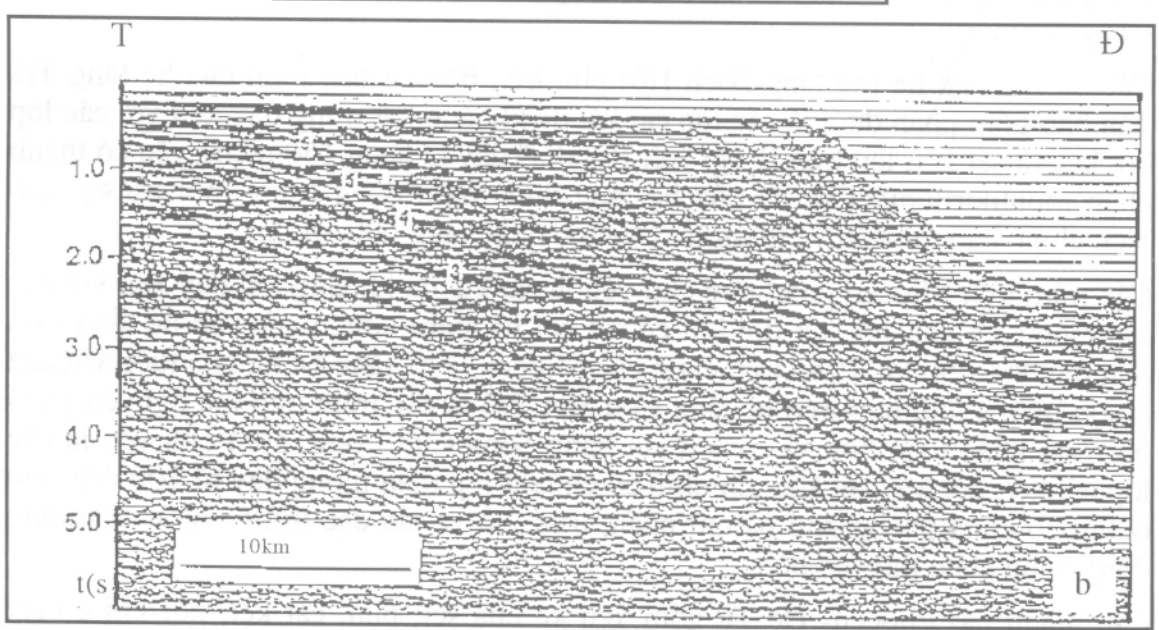
Đứt gãy kinh tuyến Hải Nam - Eo biển Sunda đóng vai trò hết sức quan trọng trong sự hình thành và phát triển của bồn trũng Phú Khánh trong Kainozoi. Đứt gãy này là ranh giới của hai kiến trúc bậc cao cơ bản của bồn trũng là đơn nghiêng phía Tây và trũng phía Đông. ở đơn nghiêng phía Tây các trầm tích Kainozoi có chiều dày mỏng (2- 3km), chúng phủ dạng khảm trên bề mặt móng gồ ghề của các khối kiến trúc-đứt gãy. Trũng phía Đông của bồn trũng phát triển trên đới sườn lục địa và tiếp giáp với trũng lòng chảo nước sâu đại dương Biển Đông bằng đới nâng rìa thuộc hệ thống bờ của trũng nước sâu này. Điều khá đặc trưng ở đây là phát triển các kiến trúc kiểu lấn sườn của trầm tích Kainozoi, càng ra phía biển trầm tích càng mịn và tuổi trẻ dần.

Mặt cắt địa chấn và mặt cắt địa chất trên tuyến VOR 93-101 của bồn trũng Phú Khánh được minh hoạ trên hình 5.7a và 5.7b (Chương V).

+ Bồn trũng Cửu Long

Bồn trũng có dạng bầu dục với trục dài phương Đông Bắc - Tây Nam. Bồn trũng này nằm ở vị trí của thềm trong được ngăn cách với thềm ngoài bằng nâng Côn Sơn, chiều dày trầm tích Kainozoi ở trung tâm đạt trên 8km, phủ trên móng uốn nếp tuổi Kimmeri (Creta muộn) lộ ra trên đới nâng Côn Sơn ở phía Đông, rìa phía Tây và gặp trong các đới nâng dạng địa luỹ ở phần trung tâm bồn (Bạch Hổ, Rồng...). Trũng bị khống chế bởi các đứt gãy thuận hoặc đới nếp oằn rìa phương Đông Bắc - Tây Nam, tạo nên sụt lún dạng địa hào bậc thang bị phức tạp hoá bởi các nâng địa luỹ có quy mô không lớn. Toàn bộ đới trũng địa hào có phương trục kéo dài Đông Bắc - Tây Nam, trùng với phương kiến trúc của móng uốn nếp (hình 7.6).





Hình 7.5. Bồn trũng Phú Khánh
a. Sơ đồ cấu trúc sơ lược (Phan Trung Điền, 1995)
b. Mặt cắt địa chấn - địa chất (Watkin J.S., 1994)

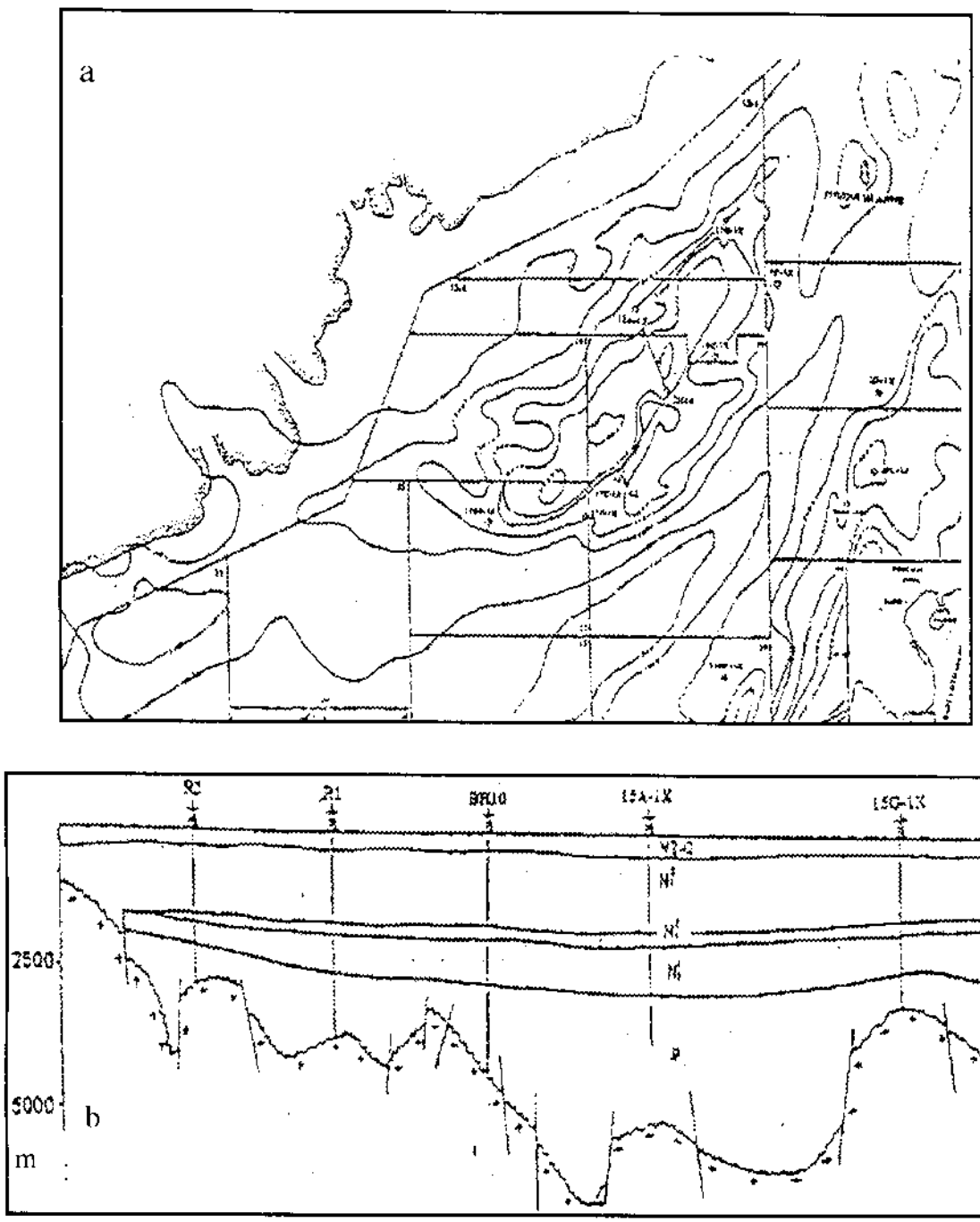
Mặt cắt các thành tạo Kainozoi được bắt đầu bằng các trầm tích lục địa thô gặp trong GK Cửu Long 1 (ven bờ Tây Nam bồn) gồm cuội kết, sạn kết, cát kết xen các lớp mỏng sét kết màu nâu đỏ, tím sặc sỡ chứa các bào tử phấn được xác định tuổi Eocen được xếp vào hệ tầng Cà Cối (LêVăn Cự, 1982). Trong một số GK ở cấu tạo Wolf gặp một tầng đáy gồm các tảng và cuội granitoit tướng sông miền núi và vỏ phong hoá granitoit tái trầm đọng, hiếm hơn là các đá silic và phun trào axit. Các đá này được gắn kết bởi cát kết đa khoáng độ hạt khác nhau, đôi khi có xuất hiện các lớp tuf trung tính, sét, bột kết tuf và porfirit bazan. Một số bào tử phấn ở đáy tập được định tuổi Eocen (Ngô Thường San, 1993). Phan Trung Điền (1994) cho rằng hệ tầng này gồm các đá metasediment- metamolass phát triển trong các trũng từ Jura- Eocen (162- 48 tr.n) kế thừa bề mặt móng có trước. Trong các lỗ khoan ngoài khơi các thành tạo Oligocen phủ trực tiếp trên bề mặt bào mòn; phong hoá nứt nẻ các đá xâm nhập granodiorit- granit, diorit thạch anh tuổi 98-178 tr.n (N.T.San, 1993).

Trầm tích Oligocen hạ hệ tầng Trà Cú bao gồm chủ yếu là sét bột kết xen cát kết có cuội, sạn kết ở phần dưới và có xen các đá phun trào thành phần bazơ, đôi khi có ít than chuyển lên trên qua một bất chỉnh hợp là các đá của hệ tầng Trà Tân gồm chủ yếu là đá phiến sét lớp dày màu đen, nâu thẫm xen với các lớp cát kết, bột kết và các đá phun trào bazan, andezit, bazan á kiềm (có nơi chiếm tới trên 50% mặt cắt hệ tầng, dày tới trên 100m như Rồng-6 (Ngô Thường San, 1993). Các trầm tích Oligocen được trầm đọng trong môi trường lục địa kiểu sông, hồ, đầm lầy và có chiều dày dao động lớn từ 400-800m (hoặc vắng mặt) trên các đới nâng ở trung tâm bồn Bạch Hổ, Rồng... và các rìa, đến trên 5.000m trong các trũng địa hào được kiểm soát bởi các đứt gãy thuận có phương chủ yếu Đông Bắc - Tây Nam.

Các đá Miocen hạ (hệ tầng Bạch Hổ) phủ trên bề mặt bào mòn của hệ tầng Trà Tân bao gồm phần dưới là các lớp cát kết đa khoáng hạt trung dày xen với các lớp bột kết và sét kết, lên trên là tập "sét Rotalia" dày khoảng 150m chủ yếu có thành phần montnorilonit. Các đá của hệ tầng được trầm đọng trong môi trường ven biển chứa bào tử phấn và trùng lỗ. Chiều dày hệ tầng 600- 700m.

Các trầm tích Miocen giữa gồm chủ yếu là cát kết đa khoáng lớp dày xen với các lớp mỏng sét kết, bột kết đôi khi có sét vôi và marnơ được xếp vào hệ tầng Côn Sơn dày 800- 900m. Phần trên cùng của Miocen là hệ tầng Đồng Nai tuổi Miocen muộn nằm chỉnh hợp trên hệ tầng Côn Sơn. Đó là các trầm tích lục nguyên phân bố rộng khắp toàn bồn và cả ở đồng bằng Sông Cửu Long, gồm chủ yếu là các lớp cát kết, bột kết, sét kết xen nhịp có chứa ít lớp than mỏng dày từ 200 đến trên 600m có chứa phong phú bào tử phấn, trùng lỗ và tảo đặc trưng cho môi trường đồng bằng châu thổ ven bờ.

Các thành tạo Pliocen- Đệ Tứ gồm xen kẽ của sét, bùn, cát kết, đôi khi có sét than, cuội, sỏi và vỏ sò được lắng đọng trong môi trường biển nông. Chúng được ghép vào hệ tầng Biển Đông với chiều dày ở phần trung tâm đạt tới 600m.



Hình 7.6. Bồn trũng Cửu Long,
a. Sơ đồ cấu trúc bồn trũng, b. Mặt cắt địa chất

Hệ thống các phân vị địa tầng của bồn trũng Cửu Long được nêu trên hình 5.8

Như vậy, nhịp trầm tích trong trũng này phần nào có sự khác biệt với trũng Sông Hồng, đặc biệt là trong Miocen.

Cấu trúc bồn Cửu Long bao gồm các trũng dạng địa hào và bán địa hào, các nâng dạng địa luỹ hoặc khối - vòm- địa luỹ bị chia cắt bởi các hệ thống đứt gãy thuận có phương chủ yếu là Đông Bắc - Tây Nam, sau đó là hệ đứt gãy phương Đông Tây cắt ngang phần trung tâm và phía Nam bồn, ít hơn là hệ đứt gãy kinh tuyến- á kinh tuyến. Có thể phân định được 3 kiến trúc chính là: á bồn Tây Bắc, á bồn Đông Nam được phân cách bởi đới nâng phân dị dạng địa luỹ trung tâm (Rồng-Bạch Hổ- Rạng Đông) bị khống chế bởi hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc- Tây Nam và ít nhiều phân dị bởi hệ Đông Tây; và á bồn Tây Nam nằm ở phần rìa phía Tây Nam của bồn chịu sự chi phối chủ yếu của hệ thống đứt gãy Đông Tây. Về phía các phần rìa Tây Bắc - Đông Nam trầm tích Kainozoi có dạng chồng lấn và mở rộng từ dưới lên (từ cổ đến trẻ hơn), hệ thống đứt gãy tắt dần từ dưới móng đến phần dưới của Miocen, chỉ một số ít đứt gãy cắt đến các thành tạo Miocen giữa. Móng trước Kainozoi có xu hướng nghiêng đều vào trung tâm ở các cánh (Tây Bắc- Đông Nam) thường tạo nên kiến trúc đơn nghiêng và cắm dốc từ phía các đới nâng dạng địa luỹ ở trung tâm. Các đới nâng này còn bảo tồn được dạng "vòm" thể hiện trong các mặt cắt địa chấn.

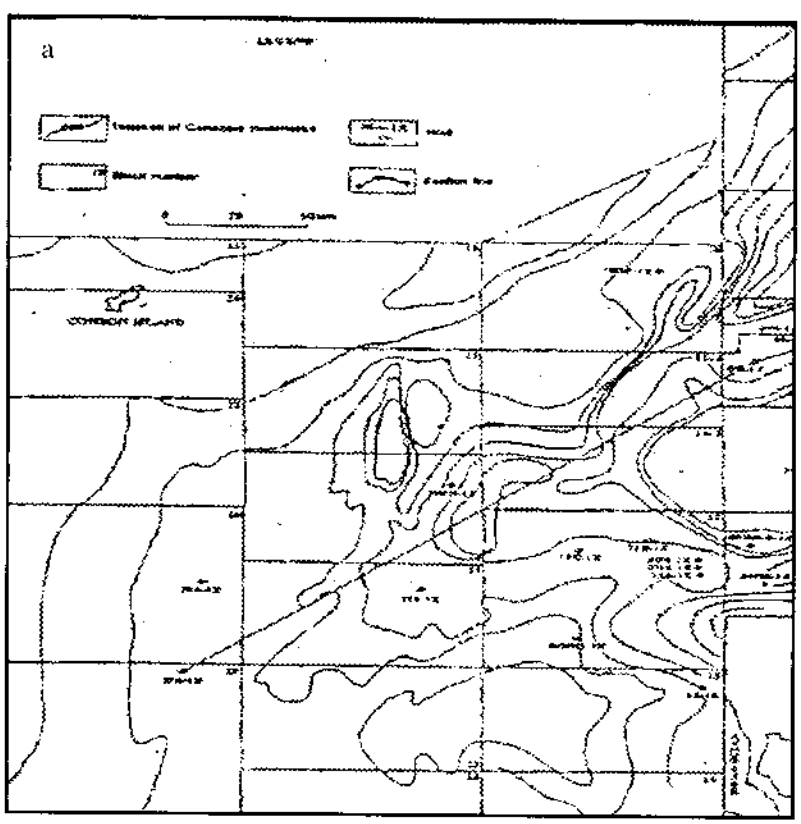
Theo tài liệu trọng lực, bề mặt Moho ở phạm vi trũng Cửu Long nâng lên đến độ sâu 28 km (Bùi Công Quế,1995) và có thể còn nhỏ hơn (Li Sitian, 1999). Vỏ trái đất dưới trũng Cửu Long đã bị mỏng đi chỉ còn khoảng 20km, yếu tố giãn β đạt 1,5 (Ngô Gia Thắng, 1999). Mặt khác giá trị dòng nhiệt có thể đạt rất cao do có hoạt động núi lửa hiện đại (núi lửa Hòn Tro). Gradient địa nhiệt có giá trị khoảng 3,5°C/ 100m và cao hơn (trên 4°C/100m). Đáng chú ý là bằng phân tích chỉ số % Ro cho thấy cổ nhiệt độ vào thời kỳ trầm đọng trầm tích Oligocen muộn (195°C) cao hơn nhiều so với thời kỳ trầm đọng các trầm tích Miocen sớm (100°C), (Ngô Thường San, 1993). Điều này phù hợp với sự có mặt rất phong phú và với lượng khá lớn các đá phun trào và tuf của chúng trong mặt cắt Oligocen.

+ *Bồn trũng Nam Côn Sơn.* Trong khi các đới sụt lún trên thềm lục địa chủ yếu nằm ở phần thềm trong thì trũng Nam Côn Sơn lại có vị trí nằm ở phần rìa của thềm và kề áp ở phía Tây đới đứt gãy kiểu đường khâu Hải Nam - Eo biển Sunda (Hình 7.7a,b).

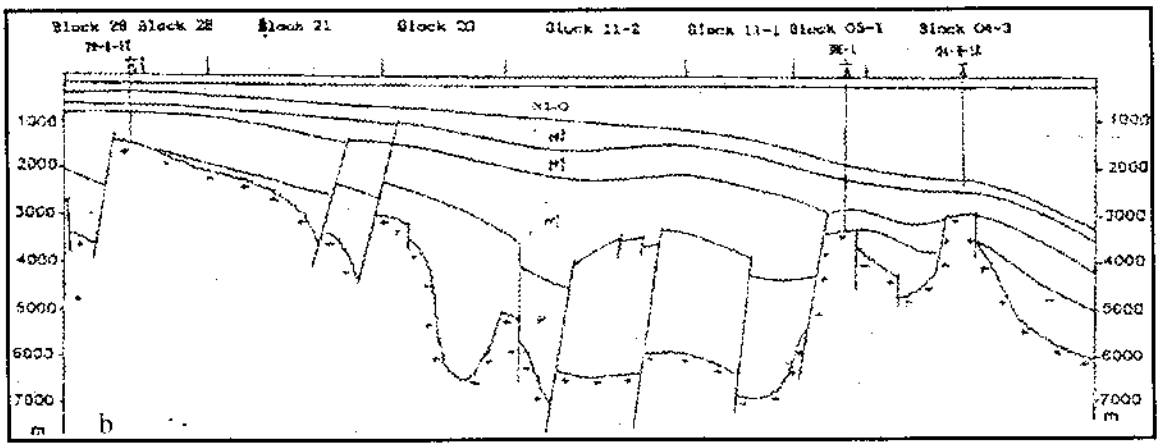
Dường như trũng này đã bị cắt một phần phía Đông của nó bởi hệ thống đứt gãy phân miền vừa nêu. Các cấu trúc sụt bậc kiểu địa hào và xu thế tăng chiều dày trầm tích cũng như độ nghiêng của các trầm tích trẻ nhất về phía Đông chưa quan sát thấy sự kết thúc cần có của một kiến trúc cùng kiểu. Tương tự như thế là kiến trúc lót dưới của móng uốn nếp, của hướng vát mỏng khá đều đặn của vỏ lục địa (giảm dần chiều sâu của mặt Mo từ 28km đến 24- 22km từ Tây sang Đông, tuy vỏ bazan có xu thế dày lên từ dưới 10 km ở trung tâm và phía Tây đến 13- 14km ở phần Nam và Đông). Trũng Nam Côn Sơn có phần phía Tây (á bồn Tây) nằm phủ trên các kiến trúc uốn nếp Kimmeri thuộc phần kéo dài của đới nâng Côn Sơn. Tại đây phát triển hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến cắm thuận về phía Tây, tạo nên các bồn bậc cao kiểu bán địa hào, trầm tích Kainozoi có bề dày 2000- 3000 m ở kế cận các đứt gãy này. Thông qua một đới nâng tương đối rất

phân dị, bị kiểm soát bởi hệ thống đứt gãy kinh tuyến là diện phân bố của bồn Đông nơi chiều dày trầm tích Kainozoi tăng lên đến trên 10km trong các kiến trúc sụt sâu bị kiểm soát bởi hệ thống đứt gãy chủ yếu Đông Bắc - Tây Nam, trùng với phương của á bồn đại dương Tây Nam Biển Đông.

Đáng chú ý là cấu trúc của đới nâng phân dị trung tâm định hướng theo phương kinh tuyến dường như là phần kéo dài tiếp tục về phía Bắc của cung Natuna, tuổi các đá granitoit lộ ra ở đảo này là 73-116 tr.n (Franchino,1983; Hutchison, 1989; Letouzey, 1988). Hệ đứt gãy kinh tuyến cắt qua các cấu trúc nâng tương đối có trục định hướng phương Đông Tây và Đông Bắc- Tây Nam, bề dày trầm tích Kainozoi tại đây mỏng đi chỉ còn khoảng 1000m đến dưới 500m. Hệ thống đứt gãy Đông Tây ít phát triển và phân bố chủ yếu ở phần phía bắc, phân cắt đới nâng tương đối trung tâm ở phần này thành á bồn Bắc, nơi chiều dày trầm tích Kainozoi đạt 5000m, với đới nâng Đại Hùng nằm ở cánh Nam. Dòng nhiệt hiện tại đạt khá cao tới 3,95 HFU (165 mW/m^2) với gradient địa nhiệt dao động trong khoảng từ 29,3°C đến 41,5°C/km.



Hình 7.7a. Sơ đồ cấu trúc bồn trũng Nam Côn Sơn



Hình 7.7b. Mặt cắt địa chất bồn trũng Nam Côn Sơn

Trên bề mặt địa hình trũng Nam Côn Sơn có phần phía Tây nằm trên thềm lục địa (á bồn Tây) ở độ sâu đáy biển dưới 200m, địa hình gần bằng phẳng. Toàn bộ phần phía Đông nó nằm trên đới bờ của lòng chảo nước sâu bao gồm vách kiến tạo trùng với sườn lục địa đổ từ độ sâu 200m đến độ sâu trên dưới 1000m về phía Đông và một oằn võng sâu dạng địa hào nối tiếp với trũng nước sâu Tây Nam Biển Đông đến độ sâu đáy biển gần 4000m nơi có các đỉnh núi lửa đơn độc nhô lên đến độ sâu 400-500m.

Các thành tạo trầm tích Kainozoi lấp đầy bồn phản ánh xu hướng phân dị môi trường trầm đọng từ Tây sang Đông, từ các tướng nguồn lục địa, châu thổ ven bờ đến biển khơi, và tương tự như thế từ phần dưới lên phần trên mặt cắt.

Các thành tạo Oligocen (hệ tầng Cau) trầm đọng chủ yếu trong các kiến trúc kiểu bán địa hào, địa hào, dày từ 100 đến trên 1000m, bị vát mỏng trên các đới nâng cao, nhất là lân cận đới nâng Côn Sơn. Mặt cắt gồm chủ yếu là các trầm tích sông hồ ở phía Tây, chuyển sang môi trường vũng vịnh ven bờ ở phía Đông. Phần dưới là các lớp cát kết dày, độ lựa chọn, mài tròn kém chuyển lên trên thành phần sét chiếm ưu thế xen với các lớp mỏng cát kết, bột kết và đôi khi có than lignit và vụn phun trào bazơ.

Phủ bất chỉnh hợp trên hệ tầng Cau là các trầm tích hệ tầng Dừa tuổi Miocen hạ dày từ 100- 900m, giảm dần từ Tây sang Đông và trung tâm các trũng sâu. Mặt cắt trầm tích đặc trưng cho môi trường đồng bằng châu thổ ven bờ (ở phía Tây) đến biển nông ở phía Đông và gồm 3 phần, dưới là các lớp sét bột kết phân lớp song song ít thấu kính than, phần giữa chủ yếu là các lớp cát kết xen các lớp sét, bột kết, còn trên cùng là các lớp sét, bột kết xen với các lớp sét kết hạt mịn.

Chuyển lên trên hệ tầng Dừa là các trầm tích giàu cacbonat của hệ tầng Thông tuổi Miocen trung, dày 300 - 500m. Mặt cắt hệ tầng gồm các lớp cát kết hạt thô,

mịn (càng trên càng mịn) độ mài tròn, lựa chọn trung bình, xen kẽ các lớp sét, bột kết và sét vôi chứa giàu glauconit. Trầm tích được trầm đọng trong môi trường biển ven bờ. Chuyển liên tục lên trên là tập trầm tích gồm cát kết xen kẽ với đá vôi và các lớp sét kết của hệ tầng Mãng Cầu dày từ 500- 1000m. Mặt cắt Miocen trung đặc trưng cho thời kỳ biển tiến rộng rãi.

Phủ bất chỉnh hợp trên bề mặt bào mòn các hệ tầng Thông và Mãng Cầu là các trầm tích Miocen thượng của hệ tầng Nam Côn Sơn, gồm các lớp sét kết, sét vôi xen cát kết ở phần dưới và đá vôi ở phần trên, dày từ 200- 650m và hơn (trên 1000m ở Lô 12), đến rất mỏng trên các đới nâng (Mía, Đại Hùng, đới nâng rìa Đông). Môi trường trầm đọng từ biển ven bờ ở phía Tây đến biển sâu ở phía Đông.

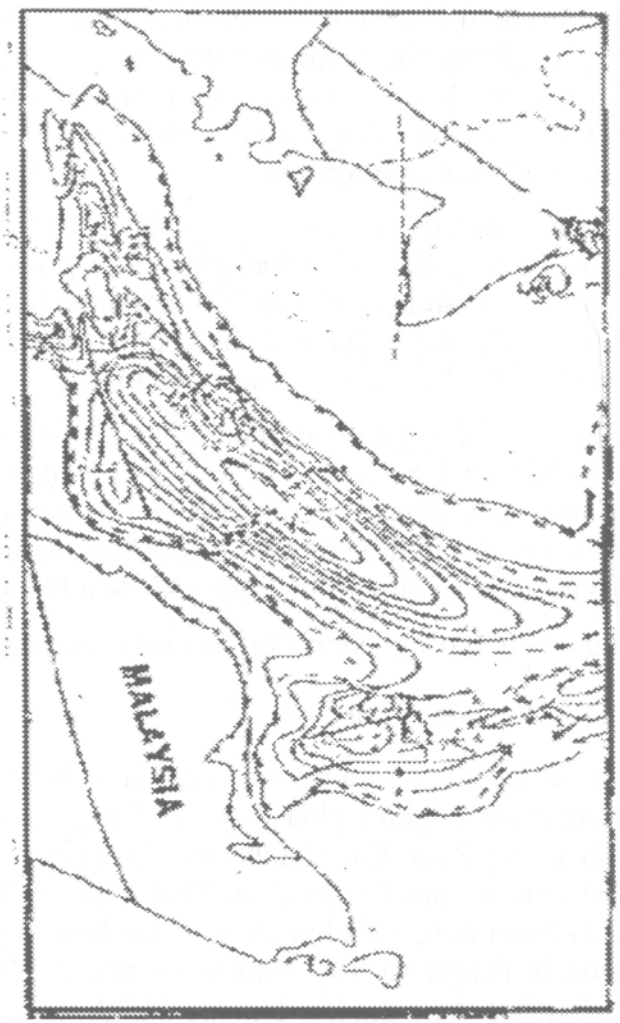
Các thành tạo Pliocen - Đệ Tứ được phân thành hệ tầng Biển Đông có chiều dày mỏng ở lân cận đới nâng Côn Sơn và tăng dần về phía Đông đến 2000m, độ sâu đáy biển cũng tăng theo chiều tương ứng từ vài chục mét đến trên 1000m, có nơi (ở phần trung tâm bể) đến độ sâu trên 2000m. Đặc trưng của trầm tích này là cấu trúc nêm lấn hướng phát triển về phía trũng nước sâu Biển Đông.

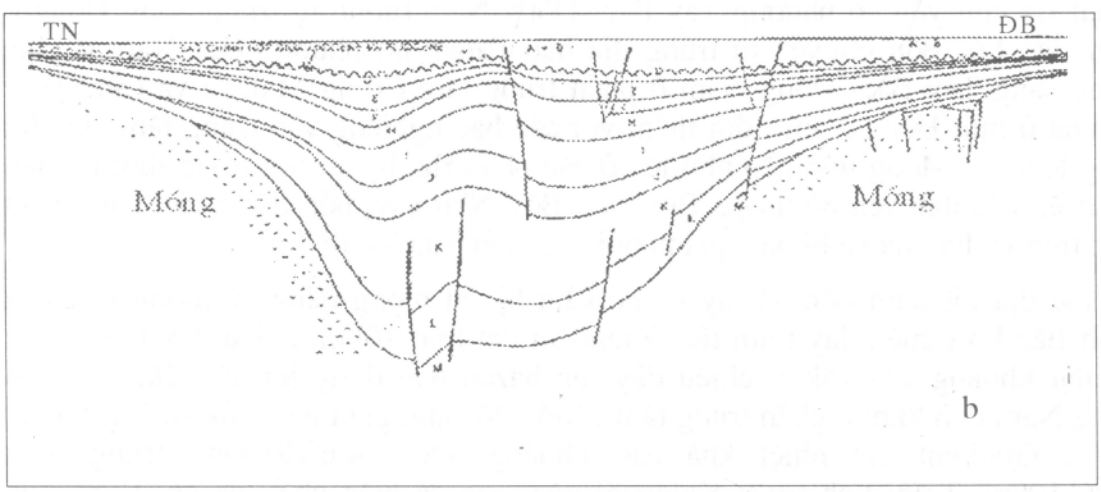
Các thành hệ địa tầng của bồn trũng Nam Côn Sơn được nêu trên hình 5.11

+ Bồn trũng Malay - Thổ Chu (Vịnh Thái Lan)

Bồn trũng nằm trên vỏ lục địa có móng uốn nếp đa sinh (móng uốn nếp Tiền Cambri của khối Cardamon ở phần phía Tây và Trung tâm, móng uốn nếp Kimmeri chiếm phần Đông Bắc). Các thành tạo của móng lộ ra ở ven rìa bao quanh phần phía Bắc bồn ở Nam Campuchia, Thái Lan, Việt Nam và bán đảo Malacca giới hạn phía Nam bồn. Về phía Đông Nam bồn tiếp giáp với các bồn trũng của thềm Sunda là Penyu và Tây Natuna và nối với bồn Nam Côn Sơn thông qua một bồn trũng hẹp dạng địa hào phương á kinh tuyến. Bồn có dạng một địa hào (hình 7.8a,b), cấu trúc sụt bậc bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy thuận rìa chủ yếu có phương Tây Bắc- Đông Nam tương tự trũng Sông Hồng ở vịnh Bắc Bộ. Bồn chuyển từ trũng địa hào Patani có phương Bắc Nam ở phía Đông sang Tây Bắc- Đông Nam ở phần trung tâm (trũng Malaya và trũng Tây Natuna ở mút Đông Nam), đới thềm với các bậc nghiêng vào trung tâm của đới nâng Khorat. Móng uốn nếp nhô lên ở các phần rìa, bị sụt lún trong thời kỳ hậu rift (trên các đảo ven bờ thuộc Tây Nam Bộ). Như vậy, bồn trũng này nằm hoàn toàn trên vỏ lục địa và bị bao quanh bởi các kiến trúc lục địa.

Vỏ lục địa lót dưới bồn Malay - Thổ Chu bị vát mỏng đáng kể tương tự trũng Vịnh Bắc bộ (chiều dày trầm tích Kainozoi đạt trên 10km, chiều dày lớp vỏ lục địa đạt khoảng 14- 15km, chiều dày lớp bazan dao động lớn từ 12km ở phần Đông Nam đến 8km ở phần trung tâm). Mức độ căng giãn bêta của vỏ lục địa đạt tới 2. Gradient địa nhiệt khá cao khoảng 3,8 - 4,6^{0}C/100m, trung bình 4,3^{0}C/100m. Trầm tích trước Kainozoi gồm các đá biến chất, đá vôi Permi, đá phiến sét Trias, cát bột kết và evaporit Jura - Kreta tương ứng với các tập trước Khorat, Khorat A và Khorat B/C ở Thái Lan.





Hình 7.8. Bồn trũng Malay - Thổ Chu.
a. Sơ đồ cấu trúc bồn trũng, b. Mặt cắt địa chất (CCOP, 1991)

Trầm tích Kainozoi bắt đầu bằng các tập sét đầm hồ chủ yếu môi trường lục địa tuổi Oligocen, dày từ 500 đến 2000m (ở trung tâm bồn). Trong trầm tích Miocen, phần dưới chủ yếu là cát kết xen với các lớp sét, lên trên là sét, sét vôi xen các lớp cát kết và ít lớp mỏng than lignit. Các thành tạo này trầm tích trong điều kiện đầm hồ ven biển, cửa sông, châu thổ và biển ven bờ dày từ 450 - 1500m. Các trầm tích Pliocen - Đệ Tứ gồm chủ yếu là sét xen các lớp cát kết có độ hạt từ thô đến mịn, ít lớp than phát triển trong môi trường biển ven bờ. Các phân vị địa tầng bồn trũng Maylay - Thổ Chu được nêu trên hình 5.13.

Ngoài diện phân bố của các trũng sụt lún bán địa hào và địa hào bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy thuận rìa hoặc các đới nếp oằn, ứng với các ranh giới có sự vát mỏng đột ngột của các thành tạo trầm tích Đệ Tam là các đới thềm lục địa có móng uốn nếp đa sinh nằm nông không quá 50m bị lôi kéo vào quá trình sụt lún chủ yếu trong thời kỳ hậu rift của các trũng mô tả trên. Diện này bao gồm chủ yếu là các phần rìa lục địa (vùng biển ven đường bờ), đôi khi còn tồn tại là các khối nhô sót của móng (các đảo ven bờ). Vùng này có diện phân bố lớn hơn cả ở phần thềm lục địa Nam Việt Nam.

Về cơ bản các kiến trúc sụt địa hào trên thềm lục địa được lấp đầy bù trừ bởi các thành tạo trầm tích phun trào được định tuổi từ Eocen đến Đệ Tứ. Tính chất bù trừ được phản ánh trong sự tương phản gắt gao của cấu trúc móng (sụt sâu do hoạt động của các đứt gãy thuận rìa) và của địa hình đáy biển hiện tại (nóc cột trầm tích Kainozoi) mà trên thềm lục địa thể hiện là miền đồng bằng rộng lớn, ít phân dị, trong đó các "đồng bằng" phủ trên trũng Vịnh Bắc Bộ, Vịnh Thái Lan và Cửu Long còn phản ánh được hình thái các vùng trũng với độ sâu bề mặt đáy tăng dần vào trung tâm và có dạng lòng chảo. Phần Trung Bộ và trũng Nam Côn Sơn có bề mặt địa hình đáy nghiêng dốc dạng bậc hoặc nêm lấn về phía Đông, nơi vỏ kiểu lục địa bị vát mỏng nhanh chóng bởi các vách sườn dốc đến rất dốc trên bề mặt địa hình và sự nâng lên nhanh chóng của bề mặt Moho bên dưới.

Các bồn trũng Kainozoi thềm lục địa Việt Nam được hình thành từ các bồn nội lục nguồn rift trên cơ sở của quá trình nâng vòm tiền rift mạnh mẽ kèm theo hoạt động macma và tăng cao dòng nhiệt (kiểu rift tích cực). Các trũng địa hào và bán địa hào tách biệt thường tạo thành các đới phát triển theo nhiều phương khác nhau do hoạt động của các đứt gãy thường đã có sẵn trong móng (phương Tây Bắc - Đông Nam khống chế các trũng địa hào Sông Hồng, Cửu Long, Malay - Thổ Chu; phương Đông Bắc - Tây Nam khống chế các trũng Lôi Châu - Bạch Long Vĩ; phương kinh tuyến khống chế các trũng của thềm lục địa Miền Trung...). Tính *đa phương hay phân tán của các trũng rift* vào thời kỳ trước va chạm (ấn Độ - Âu - á) dường như khẳng định về quá trình nâng vòm và kéo theo hoạt động tích cực của các hệ thống đứt gãy của móng uốn nếp hơn là các quá trình dịch chuyển ngang (diễn ra theo từng thời đoạn vào các thời kỳ muộn hơn) trên bề mặt thạch quyển kiểu lục địa. Các bồn nội lục nguồn rift được lấp đầy trong giai đoạn phát triển ban đầu bằng các vật liệu bào mòn từ các vùng núi cao kế cận, không xa nguồn vận chuyển trầm tích trong thời kỳ đồng rift (các hệ thống núi dọc theo

bờ hay vai các rift do tương phản nhiệt). Tính nhịp của các thành tạo trầm tích trong thời kỳ này (biến đổi từ môi trường lục địa- đầm lầy châu thổ- ven bờ và có thể lặp lại một vài lần trong các chu kỳ tiếp sau) cho thấy tính dao động theo chu kỳ của các hoạt động nội sinh và ngoại sinh kiểm sóat và chi phối quá trình trầm đọng cùng với sự biến đổi của hình thể bồn trầm tích. Tính nhịp và tính chu kỳ còn tiếp tục trong thời kỳ hậu rift cho thấy một quá trình nguội đi và sụt lún nhiệt- cân bằng đẳng tĩnh là không tuyến tính và không "bình ổn" về mặt kiến tạo.

2. Đới bờ của lòng chảo nước sâu

Lòng chảo nước sâu trung tâm Biển Đông và các địa khối quần đảo có vỏ lục địa bị huỷ hoại và lún chìm Hoàng Sa- Macclessfield và Trường Sa- Reed Bank được phân cách với thềm lục địa kế cận bởi kiến trúc *đới bờ hay hệ thống bờ của lòng chảo nước sâu*. Đới chuyển tiếp này bao gồm các phần của sườn lục địa, đó là các vách dốc phía ngoài thềm lục địa, có nơi chuyển qua chân lục địa có địa hình thoải (Khu vực Đông Bắc Biển Đông) hoặc qua hẻm vực biển (Tây Philippin) xuống đồng bằng biển thẳm, nhiều nơi khác chuyển qua các trũng địa hào phân dị xuống kiểu lục địa bị huỷ hoại các địa khối các quần đảo lún chìm.

Như vậy, hệ thống bờ của trũng nước sâu có cấu trúc phức tạp gồm các yếu tố như vách kiến tạo và các oằn võng sâu dạng địa hào có nhiều nguồn gốc.

Vách kiến tạo trong phạm vi sườn lục địa là một kiểu kiến trúc ranh giới mang đặc tính tổng hợp. Móng của kiến trúc này vẫn là kiến trúc lục địa kế cận, nhưng các hoạt động tích đọng ở đây khá mạnh và nhiều nơi đạt chiều dày lớn. Ranh giới trên của kiến trúc này ở khoảng độ sâu đáy biển 200 - 500 m, ranh giới dưới khá phức tạp và có thể trong khoảng độ sâu 1000 - 2000m. Nhiều đoạn của vách là các đới đứt gãy (như vùng rìa ngoài thềm lục địa Quảng Ngãi - Bình Thuận), đới đứt gãy Hải Nam- Eo biển Sunda. ở nhiều nơi khác kiến trúc này thể hiện là sự ùn đống những nón phóng vật quy mô lớn (bồn Phú Khánh).

Vách kiến tạo được nhận biết nhờ vào sự tăng dày các đường đẳng sâu trong địa hình đáy biển ở rìa thềm lục địa (gradient địa hình lớn), trùng với đới tăng cao gradient bề dày trầm tích Kainozoi và sự giảm nhanh chóng bề dày vỏ Trái đất do sự vát nhọn của lớp granit biến chất tương ứng.

Về bản chất và hình thái thì vách kiến tạo phản ánh cấu trúc của sườn lục địa. Tuy nhiên sự chuyển tiếp của nó sang các kiến trúc Trung tâm Biển Đông lại không bình thường, có nghĩa không chuyển trực tiếp sang các kiến trúc của chân lục địa và đồng bằng biển thẳm với vỏ kiểu đại dương của trũng nước sâu trung tâm Biển Đông mà chuyển sang các kiến trúc kiểu lục địa bị huỷ hoại và lún chìm của các khối lục địa quần đảo Hoàng Sa- Macclessfield và Trường Sa - Reed Bank thông qua đới oằn võng dạng rift trước thềm lục địa Đông Việt Nam có phương kéo dài á kinh tuyến. Trên bình đồ kiến trúc nó có dạng vát nhọn ở phía Bắc và mở rộng ở phía Nam.

Các oằn võng sâu dạng địa hào. Kiểu này phát triển ở phần phía Bắc Biển Đông nơi tiếp giáp với thềm lục địa Nam Trung Quốc kể cả Nam Hải Nam. Tại đây một vách kiến tạo hẹp từ độ sâu khoảng 200m đổ xuống độ sâu xấp xỉ 1000m, có kèm theo về phía biển sâu một oằn võng khá rộng dạng địa hào kéo dài theo phương Đông- Đông Bắc bồn Bắc Hoàng Sa, được lấp đầy bởi các trầm tích Kainozoi (Paleogen- Đệ Tứ) dày đến 6000m, và chuyển sang á bồn Tây Bắc bồn trung tâm Đông Biển Đông (K.Ru và D.Pigott, 1986). Bồn này tiếp giáp với các trũng trên thềm lục địa (Sông Hồng, Nam Hải Nam, Cửa sông Châu Giang) thông qua đới nâng dạng địa luỹ Tri Tôn phương á kinh tuyến và bị chặn phía Tây Nam bởi đới nâng dạng địa luỹ Hoàng Sa. Trũng bao gồm các trũng hẹp dạng địa hào và bán địa hào có thể nhóm thành hai á bồn Tây Bắc và Đông Nam, phân cách nhau bởi một đới nâng tương đối có phương Đông Bắc- Tây Nam ở trung tâm, nơi có sự vát mỏng hoặc vắng mặt các trầm tích Paleogen. Trong các trũng địa hào đó còn thấy biểu hiện của macma mafic (Lou Zhetan, 1981). Trên địa hình đáy biển oằn võng này thể hiện như một "eo biển" phương á vĩ tuyến với độ sâu đến 2000m, nghiêng dần xuống dưới 3000m về phía Đông và chuyển sang đồng bằng biển thẳm của á bồn đại dương Đông Biển Đông ở phía Đông Bắc khối quần đảo Hoàng Sa.

Một kiến trúc kiểu tương tự đi kèm với vách kiến tạo được phân định ở phần phía Nam Biển Đông, nơi thềm lục địa Kalimantan chuyển sang khối lục địa Trường Sa-Reed Bank thường được gọi là hẻm vực Palawan. Hẻm vực này được coi là đã hình thành trên một đới hút chìm cổ tuổi Mezozoi muộn đã chấm dứt hoạt động vào Miocen muộn. Bản thân kiến trúc Palawan trên bình đồ có dạng một oằn võng rìa được lấp đầy bởi các trầm tích Kainozoi dày đến 6000m được sắp xếp kiểu lăng kính tăng trưởng (accretionary prism) vát nhọn về Đông Bắc chuyển thành một đới đứt gãy cắm nghiêng xuống dưới đảo Palawan. Vách kiến tạo này về phía Đông được thể hiện là đới sườn lục địa nằm trên một đới hút chìm còn đang hoạt động gọi là hẻm vực Tây Philippin (Hẻm vực Manila). Vách này đổ xuống một chân lục địa kiểu động và chuyển trực tiếp sang đồng bằng biển thẳm Trung tâm Biển Đông có vỏ kiểu đại dương.

Một yếu tố kiến trúc nữa của hệ thống bờ của trũng nước sâu Biển Đông là oằn võng dạng rift trước thềm lục địa Đông Việt Nam có phương á kinh tuyến. Trên bình đồ kiến trúc có dạng vát nhọn ở phía Bắc (á bồn Đông Tri Tôn) và mở rộng về phía Nam. Có thể oằn võng này là phần kéo dài của đới rift Sông Hồng hiện đã bị di chuyển chút ít về Nam dọc theo đới đứt gãy kinh tuyến Hải Nam- Eo biển Sunda. Trên địa hình đáy biển, kiến trúc này thể hiện là một bậc thang chuyển tiếp nhô cao ở phía Bắc (lân cận nâng Tri Tôn) và nghiêng nhẹ dạng bậc về phía Nam, tức về phía lòng chảo nước sâu Trung tâm. Bậc thang này cắt qua các kiến trúc Kainozoi khác, phản ánh trong sự phân bố chiều dày trầm tích Kainozoi, đạt cực đại tới 6000m ở lân cận vách kiến tạo và dày hơn trong trũng Phú Khánh (á bồn Đông có phần gối lên kiến trúc này và thể hiện trên mặt địa hình đáy có dáng dấp của chân lục địa).

Đặc trưng của oằn võng này là cấu trúc kiểu bán địa hào hay trũng bập bênh, phát hiện trong các tài liệu địa chấn (Holloway, 1982; đề án PONAGA, chuyến khảo sát của tàu Atalant, 1993). Các tấm này đổ nghiêng về phía Bắc dọc theo các đứt gãy uốn cong, phù hợp với dịch chuyển phải dọc theo đứt gãy Hải Nam- Eo biển Sunda. Các trũng này có thể được lấp đầy bởi các vật liệu của nón phóng tích (fan) được đưa ra từ sườn lục địa thông qua các canhion ngầm phát triển khá mạnh ở khu vực này (thể hiện trên các mặt cắt địa hình đáy và tài liệu địa chấn của tàu Atalant). Về phía Nam, kiến trúc oằn võng khớp nối với đoạn cuối phía Tây Nam của lòng chảo nước sâu Biển Đông và với hệ thống các bồn trũng địa hào khác của thềm lục địa Sunda phát triển lên phía Bắc, tạo thành đới khớp nối chụm ba của các rift. Hoạt động của đới kiến trúc này thể hiện ở sự xuất hiện các hoạt động núi lửa ngầm 170.000 năm (Bellon, 1995), trong số đó có cả hoạt động núi lửa ở đảo Tro cách đây không lâu (1939). Mặt khác đới này được coi là đới có hoạt tính động đất tăng cao rõ rệt với các chấn tiêu động đất nằm ở độ sâu 10 - 20 km.

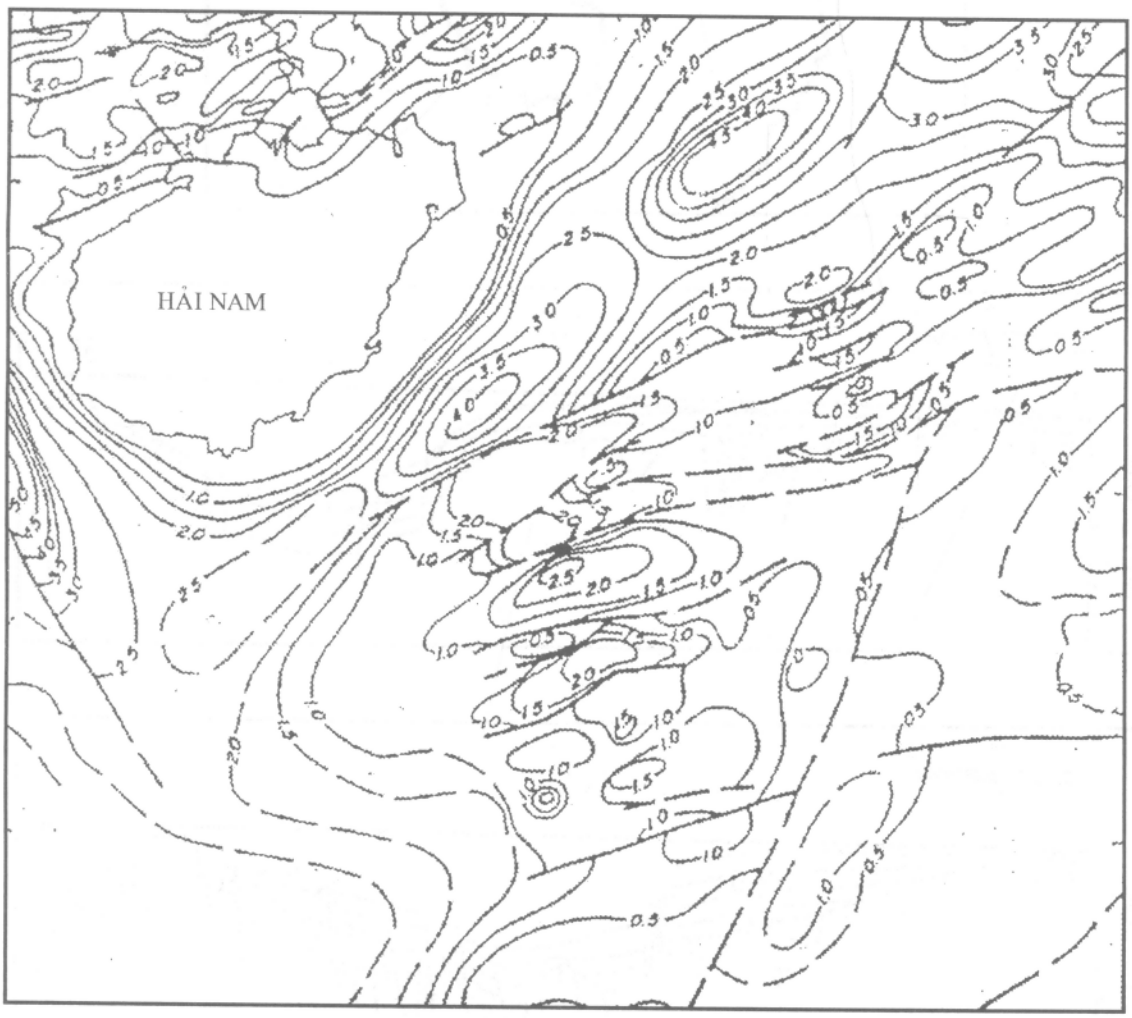
Tóm lại hệ thống bờ của lòng chảo nước sâu là một tổ hợp kiến trúc phức tạp. Phía Bắc là hệ thống các bồn trũng Kainozoi chồng trên rìa lục địa thụ động kiểu A (Ludwig, 1979; Holloway, 1981). Phía Đông là một đới hút chìm đang hoạt động có phương cắm về Đông xuống dưới cung đảo Philippin (hẻm vực Manila). Phía Tây bị giới hạn bởi hệ thống đứt gãy kinh tuyến Hải Nam- Eo biển Sunda, được coi là một đới tách giãn- trượt bằng. Phía Nam bao gồm các bồn trũng Kainozoi chồng trên đới hút chìm đã ngừng hoạt động Palawan do va chạm các mảnh lục địa (Hinz và Schluter, 1983 cho đó là chỉ là đới nghịch chờm về Bắc của Palawan- Đông Bắc Borneo). Phía Nam - Tây Nam trũng Biển Đông được bao bọc bởi các tổ phần khác nhau của lục địa Sunda. Các tổ phần lục địa được gắn nối bằng các phức hệ uốn nếp của các đới động khác nhau, các phức hệ ophiolit- melange của các đới khâu. Chúng được hình thành trong nửa cuối Mezozoi- đầu Kainozoi. Đa số các nhà nghiên cứu cho rằng lục địa Borneo nguyên là thành viên của kiến trúc lục địa Đông Dương. Vị trí hiện tại chỉ được định hình khi kết thúc quá trình hình thành Biển Đông Kainozoi.

3. Các địa khối quần đảo

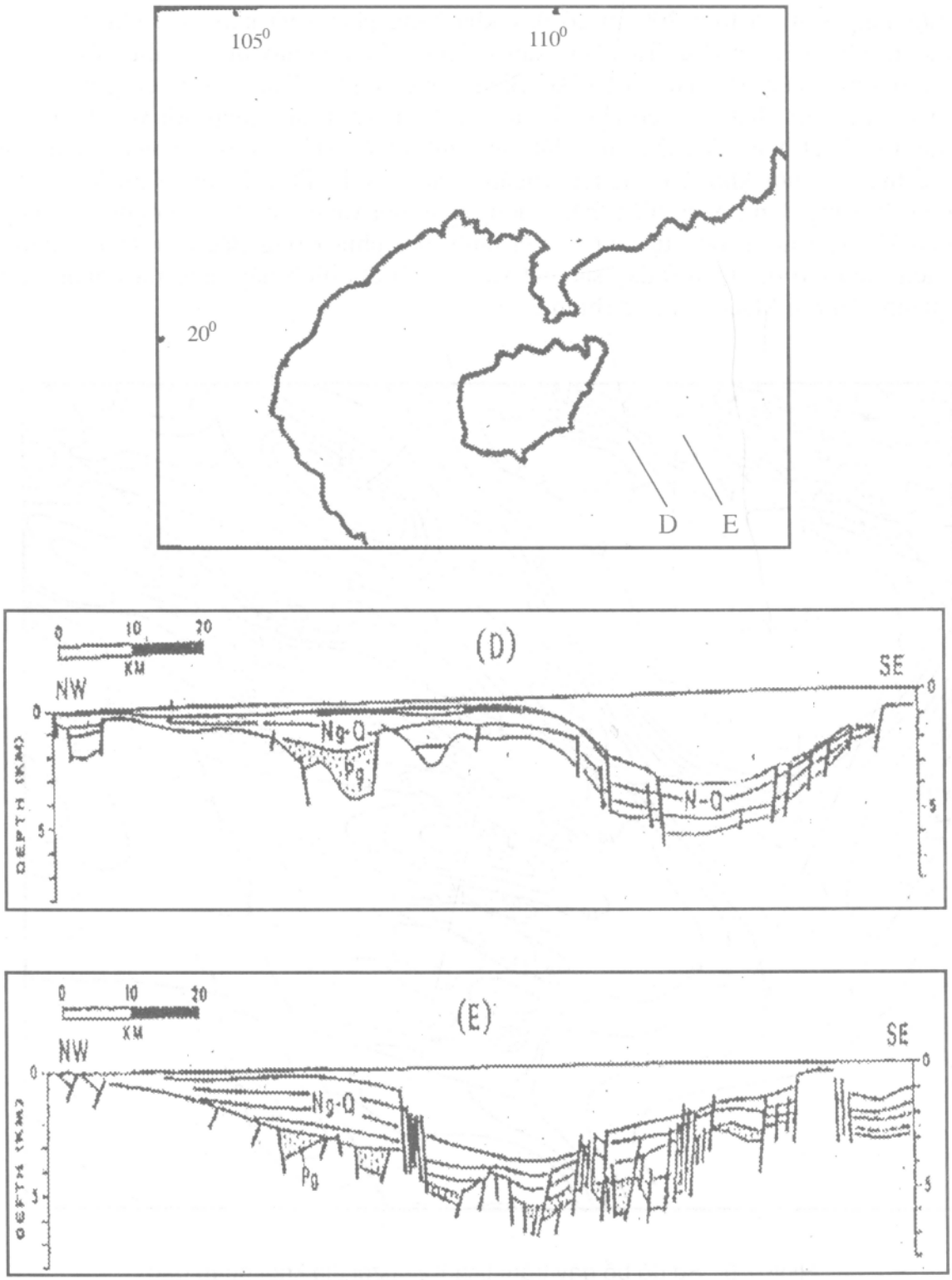
a) Địa khối quần đảo Hoàng Sa- Macclessfield

Địa khối quần đảo Hoàng Sa- Macclessfield là khu vực đáy biển rộng lớn phía Bắc- Tây Bắc Biển Đông thuộc vùng quần đảo Hoàng Sa, nối với cồn nổi Macclessfield ở phía Đông thông qua một "rãnh" địa hình sâu trên 2000m. Phần phía Nam khối này chìm xuống độ sâu trên 1000m có địa hình tương đối bằng phẳng, ít phân dị (dưới dạng một đồng bằng tích tụ), nghiêng thoải về phía đồng bằng biển thẳm (phía Đông Nam) sau khi chuyển qua dãy núi ngầm phân dị kéo theo phương Đông Bắc-Tây Nam (Abraham, 1973). Khối này được phân cách với thềm lục địa Nam Trung Quốc và khu vực đảo Hải Nam bởi một vách kiến tạo kèm theo một oằn võng bù trừ (trũng Bắc Hoàng Sa) thể hiện trên địa hình là

một lũng sâu tới trên 2000m có đáy khá bằng phẳng và kéo theo phương á vĩ tuyến (Đông Đông Bắc- Tây Tây Nam). Trũng địa hào này dường như nối với vỏ đại dương của á bồn đại dương Bắc Biển Đông về phía Đông và do đó gợi ra một kiến trúc "rift chết" (failed rift). Phía Tây Nam khối này ghép nối với thềm lục địa Tây Việt Nam dọc theo đới đứt gãy kinh tuyến Hải Nam- Eo biển Sunda và thể hiện là một khối cao nguyên ngầm (Plato Nai). Phía Đông Nam khối này chuyển sang đồng bằng biển thẳm thông qua một vách kiến tạo có dạng một nếp oằn không sâu. Tương tự như vậy là ranh giới phía Đông Bắc của khối, nhưng vách kiến tạo thể hiện ở đây sắc nét và sâu với địa hình đáy tăng rất nhanh bao quanh cồn nổi Macclessfield (hình 7.9).



Hình 7.9. Sơ đồ bề dày trầm tích Kainozoi địa khối quần đảo Trường Sa và kế cận (theo He Qixiang và Zhang, 1986)



Hình 7.10. Các mặt cắt địa chất - địa vật lý bồn trũng Hoàng Sa (Wang, 1982).

Các nghiên cứu địa chất- địa vật lý về khối này còn ít, ngoại trừ các nghiên cứu về trầm tích Đệ Tứ. Mặt cắt Kainozoi được bắt đầu bằng các thành tạo đá vôi ám tiêu tuổi Miocen- Pliocen dày khoảng 1000m phủ trên một lớp vỏ phong hoá chứa bào tử phấn nguồn lục địa không rõ tuổi dày đến 20m (hình 7.10). Lót dưới lớp phủ này là các thành tạo trầm tích phun trào bị biến chất có tuổi Paleozoi - Mezozoi. Hutchison (1989) cho rằng móng của khối này là các thành tạo tiền Cambri, tương tự như thấy lộ ra ở Nam đảo Hải Nam. Trong một lỗ khoan ở quần đảo Hoàng Sa (Pigott, 1994) xác định được tuổi tuổi tuyệt đối 627 tr.n cho thấy móng biến chất dưới quần đảo này liên quan nhiều hơn đến nhân lục địa của Bắc Đông Dương hơn là với Nam Trung Quốc và cùng với một số dẫn liệu về các thành tạo siêu mafic- mafic thấy được ở đảo Hải Nam rìa thềm lục địa Nam Tung Quốc có thể gợi ra sự có mặt của một đới khâu phân chia đảo Hải Nam với Quần đảo Hoàng Sa.

Các thành tạo Đệ Tứ bao gồm các trầm tích có tuổi từ Pleistocen sớm đến Holocen muộn. Trầm tích Pleistocen sớm gồm chủ yếu là đá vôi mảnh vụn san hô, vỏ sò ốc gắn kết chứa nhiều hoá đá Foraminifera, Globigerinoides có lẫn ít vụn thuỷ tinh núi lửa màu đen. Bề dày chưa xác định được do chưa rõ quan hệ dưới, nhưng có lẽ ít nhất cũng đạt khoảng 70m.

Trầm tích Pleistocen giữa chủ yếu là đá vôi ám tiêu san hô bị chôn vùi, cấu tạo khối có chứa các vỏ sò ốc và di tích các sinh vật khác, phần đáy là lớp đá vôi nguyên khối. Tập trầm tích Pleistocen muộn có phần dưới là dăm kết núi lửa (điệp Cao thiên thạch) phân lớp rõ và bị phong hoá có màu vàng và thế nằm 210^0 $<11^0$. Dăm có kích thước vài cm tới 15 cm và có thành phần chủ yếu là peridotit, pyroxenit với một lượng nhỏ mảnh vụn san hô và vỏ sò ốc. Ximăng gắn kết chiếm tới 60% và có zeolit thứ sinh, canxit lấp đầy các lỗ rỗng trong đá. Thành phần vật chất các đá này có thể so sánh với dăm kết núi lửa cùng tuổi ở đảo Hải Nam và bán đảo Lôi Châu. Trầm tích phần trên của tập này bao gồm các mảnh vụn san hô, vỏ sò ốc và các lớp cát kết có độ hạt khác nhau chứa phong phú hoá đá Foraminifera và một số hoá đá ốc lục địa và một số sinh vật đới ngập triều như Polychaeta, Turbulata...được ghép vào điệp Thạch Đảo (tuổi C14 của điệp là 14.130 ± 450 tr.n) lộ ra ở các mức địa hình cao 10- 15 m. Bề mặt trên của điệp bị phong hoá mạnh.

Trầm tích Holocen bao gồm Holocen dưới có cuội kết, vỏ sò ốc và san hô (điệp Đông Đảo) lộ ra ở mức địa hình cao 4-5 m phân bố rộng rãi trên các đảo; trầm tích Holocen trên là cát vỏ sò ốc, san hô bở rời hiện đại của các bãi biển có chứa guano.

Như vậy, đáng chú ý là vùng khối quần đảo này có xuất hiện hoạt động phun trào thành phần mafic (có kèm theo các đá siêu mafic) vào Pleistocen làm cho nó gần gũi với bối cảnh của đai núi lửa pluton rìa lục địa Cathaysia ở Nam Trung Quốc. Việc xuất hiện các phức hệ trầm tích- phun trào bị biến chất tuổi Paleozoi – Mezozoi nói trên ở phần trên của móng uốn nếp lót dưới các thành tạo Kainozoi

cho thấy sự gần gũi của móng quần đảo này với các phần rìa kiến trúc lục địa Nam Trung Quốc và Đông Dương.

Trên cơ sở các tài liệu địa vật lý và địa hình đáy có thể thấy khối quần đảo đang xét là một khối có vỏ kiểu lục địa bị huỷ hoại và bị lôi kéo vào sụt lún mạnh trong Kainozoi do quá trình hình thành Biển Đông, đặc biệt là quá trình giãn đáy và thành tạo vỏ kiểu đại dương ở trũng nước sâu Biển Đông.

Kiến trúc của khối quần đảo Hoàng Sa mang tính chất khối tảng rất rõ nét, sắp xếp có dạng bậc thang thấp dần về phía Đông Nam (phía trũng nước sâu Biển Đông). Trên bình đồ và trên các tài liệu địa vật lý, các hệ thống đứt gãy có phương Đông Bắc - Tây Nam và một phần phương Tây Bắc - Đông Nam và kinh tuyến đóng vai trò quan trọng, chia cắt khu vực thành các khối, các trũng dạng địa hào và phân cách chúng là các kiến trúc dạng địa luỹ có phương chủ yếu là Đông Bắc- Tây Nam, đáng chú ý là nhiều đứt gãy cắt qua toàn bộ lớp phủ trầm tích kể cả Neogen- Đệ Tứ (K.Ru, Pigott, 1986). Các trũng địa hào chính là địa hào Hoàng Sa cắt qua phần trung tâm quần đảo Hoàng Sa và địa hào Đông Nam Hoàng Sa phân chia quần đảo Hoàng Sa với cồn nổi Macclesfield, cả hai đều có phương Đông Bắc- Tây Nam (Lê Duy Bách, SEATAR, 1995).

Các trũng này được lấp không bù trừ bởi các trầm tích Kainozoi không phân chia có chiều dày khoảng 1500-2000m, trùng với các thung lũng khá sâu (2000m) trong địa hình đáy biển có phương tương ứng. Trong các trũng này còn thấy có biểu hiện của các đá macma có thành phần mafic (Lou Zhetan, 1981). Phần rìa Tây của khối, nơi tiếp giáp với thềm lục địa Đông Việt Nam thông qua hệ đứt gãy kinh tuyến còn quan sát thấy các kiến trúc kiểu tấm bập bênh (hệ thống các bán địa hào bị khống chế bởi các đứt gãy uốn cong) của oằn võng thuộc đới bờ của lòng chảo nước sâu, trên đó có thể có các kiến trúc núi lửa trẻ (Holloway,1982; PONAGA, 1993). Với những đặc trưng như thế có thể phân định được một số kiến trúc tách giãn nguồn rift trong phạm vi khối Hoàng Sa. Những dịch chuyển phân dị của các khối dọc theo các hệ thống đứt gãy này đã tạo nên bộ khung cho sự hình thành các kiến trúc dập khuôn phản ánh cả trong vỏ phủ và cả trong địa hình đáy biển hiện đại.

Phần phía Tây Nam của khối này trong khu vực ngoài khơi Phú Khánh, nơi địa hình đáy ít phân dị, tương đối bằng phẳng là khu vực của khối sụt á bồn Đông của trũng Phú Khánh được phủ bởi một tập trầm tích Kainozoi dày tới trên 6 km, có dạng của một nón phóng vật lớn (fan) tại phần chuyển tiếp của sườn- chân lục địa. Trũng có dạng khá đẳng thước, hơi kéo dài theo phương Đông Bắc - Tây Nam và bị chia cắt bởi các hệ thống đứt gãy cùng phương và phương Tây Bắc - Đông Nam thành các kiến trúc bậc cao hơn. Bề mặt Moho tại đây nâng cao đến độ sâu khoảng 16- 20km (Li Sitian, 1999), cao hơn so với các khối khác của địa khối Hoàng Sa (22- 24 km) và nâng dần đều đặn về phía trũng nước sâu Biển Đông đến độ sâu 10-12 km về phía Đông Nam. Điều này có lẽ cũng phản ánh trong bức tranh phân bố dòng nhiệt tăng cao bất thường tới trên 2,5, đôi chỗ trên 3 HFU (K.Ru, Pigott, 1986).

b) Địa khối quần đảo Trường Sa - Reed Bank

Khối quần đảo Trường Sa gồm toàn bộ đáy biển và lòng đất rộng lớn của phần Đông Nam và Nam Biển Đông mà các đảo, cồn nổi và bãi ngầm của quần đảo Trường Sa là trung tâm. Địa khối quần đảo Trường Sa bao gồm các kiến trúc địa chất thường được nhắc đến trong văn liệu Quốc tế dưới các tên gọi: các đảo Spratly (Quần đảo Trường Sa), Dangerous Grounds (Vùng đất nguy hiểm), Reed Bank (Bãi Cỏ Rong), Luconia Shoals (cụm bãi ngầm Luconia) và Calamian Block (khối Calamian hay là Bắc Palawan-Mindoro). Các kết quả điều tra địa chất- địa vật lý hiện có đã từng bước phát hiện được những đặc điểm cơ bản, làm cơ sở cho việc nhận thức những quy luật tiến hoá kiến tạo của địa khối quần đảo Trường Sa.

Trên cơ sở các tài liệu khảo sát địa chấn, khoan và các mẫu địa chất thu thập được từ các đỉnh nhô ngầm có thể phân định được 6 thành tạo từ cổ đến trẻ như sau:

Thành tạo trước Kainozoi: Các tài liệu giếng khoan dầu khí ở vùng thềm lục địa Tây Bắc Palawan cho thấy đây là tập hợp đá vôi vi tinh đến ẩn tinh, đá phiến silic xen với cát kết tuf và bột kết tuf, đá phiến sét tuổi Jura muộn- Creta sớm. Các giếng khoan ở Reed Bank đã gặp các trầm tích tuổi Creta sớm gồm đá phiến, cát bột kết, than và cuội cát kết ở độ sâu 4201m. Chúng bị phủ bởi tập đá vôi kiểu thềm lục địa tuổi Paleocen. Có số liệu đánh giá rằng bề dày của phức hệ trầm tích lục địa-biển nông tuổi Jura- Creta ở Đông Nam Reed Bank đạt đến 5km. Theo các kết quả nghiên cứu của Hinz (1985) thì ở vùng quần đảo Trường Sa các thành tạo vừa mô tả là phức hệ móng và tương đồng với các thành tạo Mezozoi muộn ở thềm lục địa Nam Trung Hoa bị cắt rift. Điều rất đáng chú ý là trong các mẫu cào đáy gồm các loại cát kết và cát bột kết kiểu tam giác châu bị biến chất đã phát hiện các hoá thạch thực vật, còn trong các đá sét xanh có chứa vỏ sò tuổi Trias muộn- Jura sớm.

Thành tạo Paleocen muộn: thành tạo này nằm phủ bất chỉnh hợp trên phức hệ móng. Đây là tập hợp các đá cát kết và bột kết có bề dày khá lớn, được bảo tồn trong các kiến trúc kiểu bán địa hào. Đôi nơi, trên các tập trầm tích vụn phát triển các thành tạo cacbonat kiểu ám tiêu tự xây trên các đỉnh nhô cao ngầm. Tuổi Paleocen muộn được xác định bằng tài liệu cổ sinh.

Thành tạo Oligocen muộn - Miocen sớm: Các trầm tích thuộc thành tạo này nằm bất chỉnh hợp trên các thành tạo Paleocen muộn. Thành phần thạch học chủ yếu là các đá cacbonat biển nông. Chúng được đối sánh với Nido Formation ở thềm lục địa Tây Bắc Palawan.

Thành tạo Miocen giữa: Đây là tập hợp mang tính chuyển tiếp giữa hai tướng nước sâu và nước nông, nằm phủ bất chỉnh hợp trên thành tạo Oligocen muộn-Miocen sớm. Chúng được đối sánh với các trầm tích chủ yếu có thành phần lục nguyên chứa vôi của Pagasa Formation ở thềm lục địa Tây Bắc Palawan, được định tuổi Miocen giữa.

Thành tạo Miocen muộn - Pliocen sớm: Theo các tài liệu địa vật lý thì thành tạo này có diện phân bố hạn chế trong một số kiến trúc nhất định. Chúng là các trầm tích bán biển khơi (hemipelagic) bao gồm các đá turbidit. Trong kiến trúc hiện

tại, chúng nằm phủ bất chỉnh hợp trên thành tạo Miocen giữa.

Thành tạo Pliocen- Đệ Tứ: bao gồm các đá trầm tích cacbonat và sét biển sâu nằm chuyển tiếp trên các đá Miocen muộn- Pliocen sớm. Chúng có diện phân bố rất rộng rãi trên phạm vi địa khối Quần đảo Trường Sa.

Các yếu tố kiến trúc kiến tạo

Trên bình đồ kiến trúc hiện đại của biển rìa Đông Việt Nam, địa khối quần đảo Trường Sa là hợp phần kiến trúc kiểu lục địa có móng uốn nếp trước Kainozoi. Kiến sinh Kainozoi đã làm thoái hoá móng địa khối quần đảo Trường Sa, tạo ra thế hệ kiến trúc mới kiểu nội mảng có quy mô khác nhau. Các tài liệu hiện có cho phép phân định các kiến trúc thành viên cơ bản của địa khối là các khối kiến trúc Trường Sa (Spratly- Dangerous Grounds), Reed Bank (Bãi Cỏ Rong), Calamian (Bắc Palawan-Mindoro) và Luconia (hình 7.11).

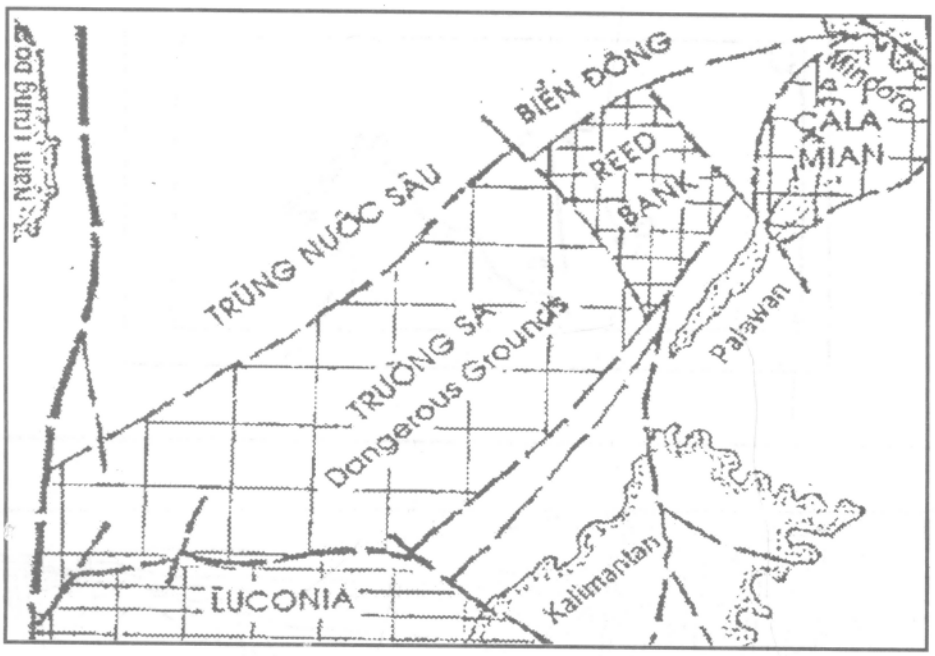
+ *Khối kiến trúc Trường Sa.* Khối kiến trúc Trường Sa được giới hạn về phía Bắc bởi trũng nước sâu Biển Đông. Về phía Đông Bắc kiến trúc này khớp nối với kiến trúc Reed Bank thông qua một đới dạng địa hào phương kinh tuyến, được đặt tên là Bình Nguyên- Suối Ngọc. Về phía Tây Nam, khối kiến trúc Trường Sa tiếp giáp với khối Luconia thông qua hệ thống đứt gãy phương Tây Bắc- Đông Nam, còn về phía Đông Nam nó khớp nối với trũng biển sâu Palawan thông qua kiến trúc nâng rìa có phương Đông Bắc- Tây Nam được đặt tên là Hoa Lau - Thám Hiểm.

Căn cứ vào quy luật phân bố các phức hệ địa chất - địa chấn, bề dày các thành tạo Kainozoi và kiến trúc hình thái của đáy biển có thể xây dựng mô hình cấu trúc nội tại của khối kiến trúc Trường Sa bao gồm các trũng Kainozoi quy mô khác nhau được ngăn cách bởi các đới nâng tương đối, các đới nâng rìa và trũng địa hào và tập hợp thành một trường kiến trúc sụt lún phân dị Trường Sa (hình 7.12).

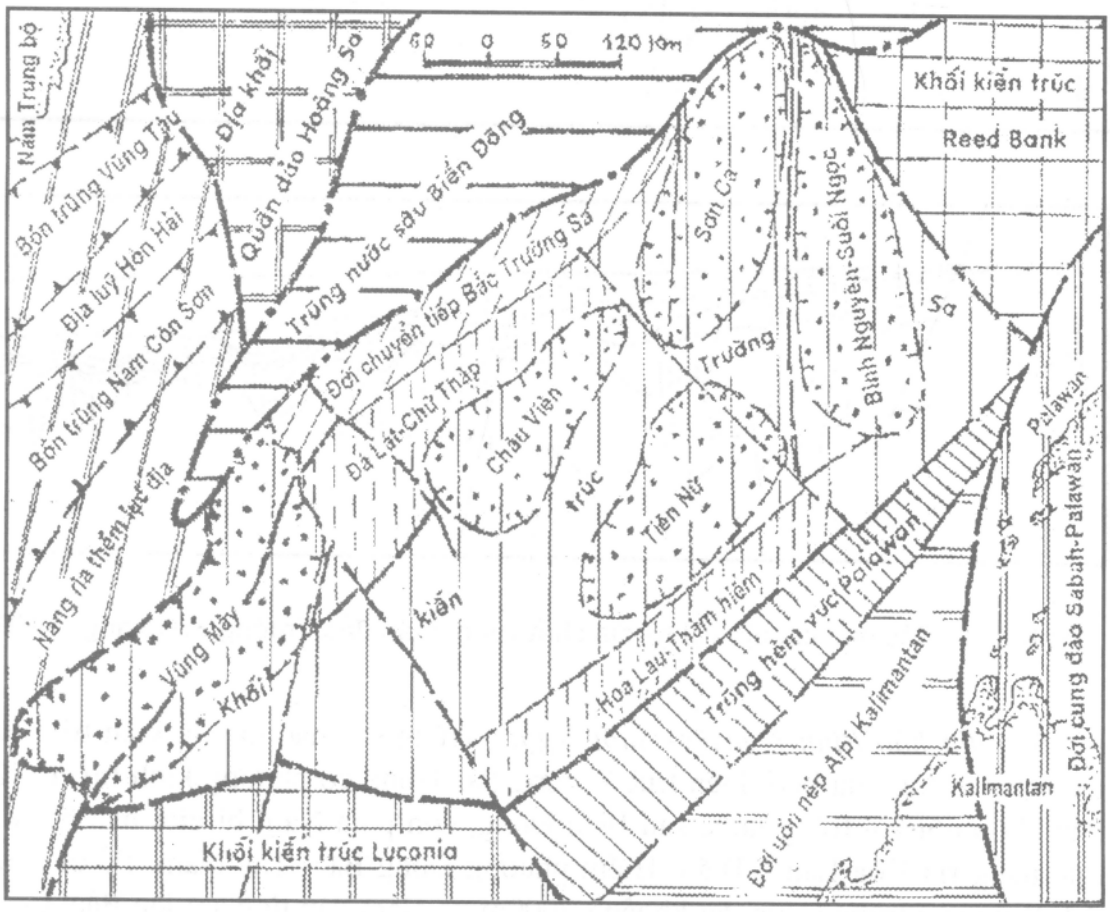
- *Trũng Sơn Ca:* nằm trải theo phương á kinh tuyến từ các đảo Song tử Đông, Song Tử Tây ở phía Bắc qua các đảo Sơn Ca, Ba Bình ở trung tâm đến khu vực các đảo Nam Yết, Sinh Tồn ở phía Nam. Nhìn chung phương kiến trúc chủ đạo của trũng Sơn Ca được khống chế bởi đới đứt gãy kinh tuyến 114^0Đ ở phía Tây và đới đứt gãy kinh tuyến 116^0Đ ở phía Đông. Bề dày trầm tích Kainozoi đạt hơn 3000m. Cấu trúc nội tại của trũng khá phức tạp và bị chia cắt bởi nhiều hệ thống đứt gãy có phương kinh tuyến và Tây Bắc- Đông Nam. Theo hình dạng các đường đẳng dày trầm tích Kainozoi có thể hình dung trũng này gồm các kiến trúc bậc cao có phương Đông Bắc-Tây Nam tạo thành dạng cánh gà so với phương á kinh tuyến của trũng.

- *Trũng Tiên Nữ:* trũng có phương thiên về Đông Bắc- Tây Nam và nằm về phía Nam trũng Sơn Ca. Ranh giới giữa hai trũng này là gờ nâng tương đối Phan Vinh có cùng phương. Cấu trúc nội tại bao gồm các kiến trúc bậc cao được giới hạn bởi các đứt gãy phương Đông Bắc- Tây Nam và Tây Bắc- Đông Nam.

- *Trũng Châu Viên:* có phương Đông Bắc- Tây Nam và nằm kề sát phía Đông Bắc của đảo Trường Sa. Giới hạn phía Tây Bắc của trũng là đới nâng rìa Đá Lát- Chữ Thập. Trầm tích Kainozoi trong trũng có bề dày lớn (3000- 6000m). Cấu trúc nội tại của trũng mang nhiều nét tương đồng với trũng Vũng Mây.

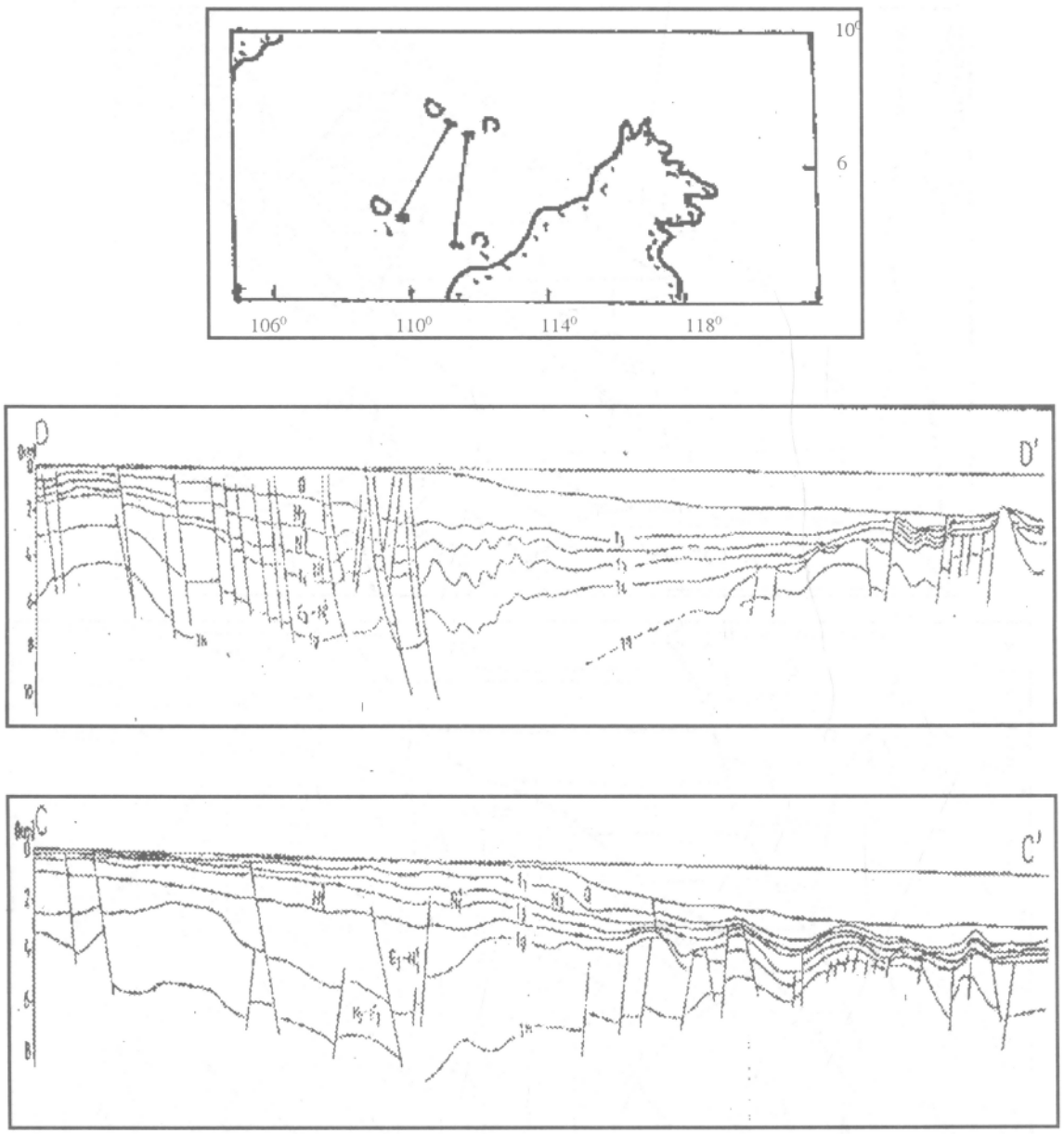


a.



b.

Hình 7.11. Địa khối quần đảo Trường Sa: a. Sơ đồ cấu trúc địa khối, b. Sơ đồ phân vùng kiến tạo



Hình 7.12. Các mặt cắt địa vật lý- địa chất vùng quần đảo Trường Sa (Jiang, 1989)

- *Trũng địa hào Bình Nguyên- Suối Ngọc:* Trũng địa hào này là kiến trúc ranh giới phía Đông của khối kiến trúc Trường Sa. Trũng có phương kinh tuyến, phía Bắc khớp nối với trũng nước sâu Biển Đông, còn phía Nam bị giới hạn bởi kiến trúc nâng rìa Hoa Lau - Thám Hiểm phương Đông Bắc- Tây Nam. Bề dày trầm tích Kainozoi trong trũng đạt khoảng 2000m và giảm dần từ Nam lên Bắc. Có thể dự đoán kiến trúc đang mô tả là tàn dư của một nhánh tách giãn theo đứt gãy chuyển dạng cắm sâu vào khối lục địa Trường Sa.

- *Trũng Vũng Mây:* là kiến trúc rìa phía Tây của khối Trường Sa trong khu vực bãi Tư Chính. Các tài liệu nghiên cứu cho thấy đây là một bồn trũng có cấu trúc nội tại khá phức tạp. Mô hình mặt cắt các thành tạo địa chất ở đây bao gồm các phức hệ:

Móng trước Kainozoi gồm các thành tạo granitoit Mezozoi muộn và các đá biến chất.

Các trầm tích vụn tướng châu thổ (cát, sét xen lẫn than), đôi nơi có sạn, cuội kết và trầm tích nguồn núi lửa được tạo thành trong thời đoạn Eocen muộn- Oligocen muộn.

Các trầm tích cát, bột, sét xen kẽ các đá tướng ven bờ hay đồng bằng hạ châu thổ, được hình thành vào nửa cuối Miocen sớm.

Các trầm tích Miocen giữa bao gồm các thành tạo lục nguyên xen đá vôi dạng thềm và đá vôi ám tiêu ở các đới nhô cao.

Các trầm tích Miocen muộn nằm bất chỉnh hợp trên phức hệ Miocen giữa, thành phần thạch học bao gồm các đá sét, bột xen ít tập sét tướng biển, các đá vôi dạng thềm và đá vôi ám tiêu phát triển mạnh.

Thành tạo tuổi Pliocen- Đệ Tứ bao gồm các tập sét bột dày xen kẽ các tập cát tướng biển sâu, các đá vôi kiểu thềm và đá vôi ám tiêu phát triển mạnh ở các đới nâng cao đôi nơi nhô lên trên mặt nước biển.

Tổng bề dày các trầm tích Kainozoi của trũng Vũng Mây đạt đến 6000-7000m. Cấu trúc nội tại của trũng bao gồm nhiều kiến trúc nâng và sụt bậc cao (Đới nâng rìa cấu trúc phân dị bởi địa hào Phúc Nguyên phương vĩ tuyến, bồn Vũng Mây và đới nâng Vũng Mây- Đá Lát) được giới hạn chủ yếu bởi hệ thống đứt gãy có phương Đông Bắc- Tây Nam. Trên các đới nâng có lớp phủ trầm tích tương đối mỏng (thường dưới 2,5 km, đôi khi tới 3 km) trong khi ở các trũng địa hào và bán địa hào nó đạt tới 6-7 km (Nguyễn Quang Bô, 1997)

- *Đới nâng rìa Đá Lát- Chữ Thập:* Đới nằm trải theo phương Đông Bắc- Tây Nam và được giới hạn hai cánh bởi các tuyến đứt gãy cùng phương. Trên phạm vi của đới ghi nhận được ở nhiều nơi các thành tạo của móng âm học lộ ngay trên mặt đáy biển. Có lẽ đây là đới nâng phân dị của móng trước Kainozoi và có tập trung nhiều hoạt động magma trẻ.

- *Đới chuyển tiếp Bắc Trường Sa:* Nằm kề sát phía Bắc đới trên và giữa khối quần đảo Trường Sa và trũng nước sâu Biển Đông. Đặc trưng của đới là sự sụt lún dạng bậc bù trừ yếu và không bù trừ. Bề dày trầm tích Kainozoi chỉ đạt xấp xỉ 1000m và giảm nhanh về phía trũng nước sâu Biển Đông.

- *Đới nâng rìa Hoa Lau- Thám Hiểm:* Đới nâng rìa này là kiến trúc ranh giới phía Đông Nam của khối kiến trúc Trường Sa. Đới nằm trải theo phương Đông Bắc- Tây Nam và bị giới hạn bởi hai tuyến đứt gãy cùng phương. Trong phạm vi của đới cũng ghi nhận được các diện lộ của móng âm học. Nguồn gốc của đới cũng tương tự như đới nâng rìa Đá Lát- Chữ Thập mô tả trên.

+ *Khối kiến trúc Reed Bank (Bãi Cỏ Rong):* Khối kiến trúc Reed Bank là một phân vị kiến tạo quan trọng và là khu vực được nghiên cứu tương đối chi tiết

so với các khu vực còn lại của vùng quần đảo Trường Sa. Các tài liệu địa vật lý và khoan cho thấy đây là một kiến trúc lục địa bị lún chìm điển hình. Minh chứng có sức thuyết phục cho nhận định vừa nêu chính là việc phát hiện được các thành tạo trầm tích màu đỏ chứa than kiểu lục địa tuổi Creta sớm với bề dày lớn (5000- 6000m). Các trầm tích Đệ Tam có bề dày từ 1000m đến hơn 4200m. Các thành tạo Kainozoi của khối kiến trúc Reed Bank gồm 3 phần, phần dưới là tập hợp cát kết, sét kết, cuội sạn kết và đá vôi có tuổi Paleocen muộn- Eocen; phần giữa là các thành tạo sét, bột kết tuổi Miocen sớm nằm phủ bất chỉnh hợp trên phần dưới; phần trên là tập hợp đá cacbonat dầy kiểu biển khơi được thành tạo liên tục từ Miocen muộn đến hiện đại. Cấu trúc nội tại của khối kiến trúc này bao gồm nhiều kiến trúc bậc cao kiểu các trũng quy mô khác nhau và các kiến trúc nâng tương đối phân cách chúng. Trong các trũng Kainozoi đã phát hiện ra các nguồn dầu khí đáng chú ý.

Khối kiến trúc Reed Bank được xem như là một khâu nối kiến trúc kiểu lục địa, một phía là khối Calamian (hay là Bắc Palawan- Mindoro), nơi có móng uốn nếp trước Cacbon trung và bị biến cải vào Mezozoi sớm, về phía khác là khối Trường Sa, nơi dự đoán có móng uốn nếp Paleozoi bị lún chìm sâu và cũng bị biến cải vào Mezozoi. Với khung cảnh kiến trúc hiện đại của đáy Biển Đông cho thấy khối kiến trúc Reed Bank gần gũi hơn với khối kiến trúc Trường Sa.

+ *Khối kiến trúc Calamian (Bắc Palawan- Mindoro):*Trên bình đồ kiến trúc hiện đại, khối Calamian nằm ở đầu mút Đông Bắc của địa khối quần đảo Trường Sa. Bản chất lục địa của khối này đã được chứng minh bằng việc phát hiện các thành tạo móng uốn nếp gồm các đá trầm tích, phun trào biến chất tuổi Cacbon trung, bị phủ trên bởi các thành tạo cacbonat tuổi Paleozoi muộn. Các thành tạo Paleozoi muộn lại bị phủ bởi các tập hợp đá kiểu miogeosynclinal tuổi Mezozoi với phần trên cùng là các thành tạo molas màu đỏ tuổi Jura. Trong các bồn trũng vùng biển và thềm lục địa Bắc Palawan đã phát hiện được các thành tạo trầm tích Kainozoi dày có khoảng tuổi từ cuối Paleocen đến Đệ Tứ. Sự tương đồng của các thành tạo Mezozoi muộn của khối kiến trúc Reed Bank với Calamian cho phép nhận xét về mối quan hệ họ hàng nguồn gốc của chúng vào trước Kainozoi. Hiện tại, khối Calamian là một kiến trúc lục địa kiểu du cư trong hệ cung đảo Phillipin- Palawan.

+ *Khối kiến trúc Luconia:* Bản chất lục địa của khối kiến trúc này được luận giải trên cơ sở các đặc điểm của thành tạo trầm tích Kainozoi và đối sánh với vùng Balingian kế cận ở phía Nam tức rìa Bắc của địa khối Kalimantan (Borneo) và khối kiến trúc Trường Sa (Spratly- Dangerous Grounds) vừa nêu trên. Mặt cắt Kainozoi ở đây khá dày (thể hiện trong trũng Sarawak), phần lớn là các thành tạo cacbonat xen trầm tích vụn tuổi Miocen giữa đến Đệ Tứ.

Khối này tương đối ổn định kể từ phần sớm của Miocen trung. Về Đông Bắc nó có dạng bậc thang hạ đột ngột bởi đứt gãy xuống vùng đồng bằng châu thổ Baram. Tính ổn định của khối do móng kiểu lục địa của nó. Móng lục địa như

thế có lẽ cũng lót bên dưới vùng Balingian. Ranh giới Đông Bắc của khối là đường Baram (còn gọi là đứt gãy Tinjar), đứt gãy này cũng là ranh giới của hẻm vực Palawan ở phía Tây Nam.

Trầm tích cacbonat hình thành trong biển tiến rộng rãi vào Miocen trung (tức chu kỳ thứ IV của Ho, 1978) gần giống hình ảnh của Reed Bank hiện tại. Trầm tích cồn nổi dày 200-300m trên các kiến trúc nâng địa luỹ. Biển tiến cực đại trong Miocen trung-Miocen thượng (chu kỳ V) tạo điều kiện thích hợp hình thành đá vôi và đá vôi ám tiêu. Nhiều đá vôi tự xây có chiều dày tới 1.500m kéo dài trên 20km. Các vùng Baram và châu thổ Rajang- Lupar trở thành các vùng ngoài khơi xa bờ cho đến chu kỳ V và mở rộng ra phần lớn vùng Balingian cũng như về phía Nam Luconia với sự phát triển các đá vôi ám tiêu và tự xây quy mô nhỏ hơn.

Phần trên đá vôi là các thành tạo ven bờ biển mở bao gồm các trầm tích cát, sét, đá vôi ám tiêu, có chiều dày trên 1000m. Đáng chú ý là phần trên đá vôi có chứa khí và gradient địa nhiệt thay đổi lớn khi qua đường Baram, từ khá cao (43,6°C/km) ở phía Đông đến trung bình 25,8°C/km ở phía Tây.

Đặc điểm kiến trúc nội tại của khối Luconia là hệ thống các địa hào và địa luỹ bị khống chế bởi hệ thống đứt gãy Đông Bắc- Tây Nam, tương tự như ở địa khối quần đảo Hoàng Sa và phần rìa lục địa phía Bắc Biển Đông. Hệ thống đứt gãy này liên quan cả phần móng và lớp phủ trầm tích Kainozoi. Trong quá trình hình thành á bồn Tây Nam Biển Đông vào Miocen, từ rìa lục địa Đông Dương- Trung Quốc khối này bị trượt về phía Nam. Phần phía Tây Luconia còn ít được biết đến. Nó có biểu hiện của bồn trũng tích tụ trầm tích Neogen rất dày với sự phát triển mạnh các hệ thống đứt gãy cùng với các nếp lồi lớn.

Trên bình đồ kiến trúc hiện đại của biển rìa Đông Việt Nam, địa khối quần đảo Trường Sa là một tổ hợp các khối kiến trúc lục địa có tuổi cố kết trước Mezozoi muộn, được tách rời bằng sinh rift phân tán từ rìa lục địa Đông Dương- Trung Quốc và trượt trong quá trình giãn đáy để hình thành Biển Đông Kainozoi.

Kiến trúc Kainozoi của địa khối Quần đảo Trường Sa là sản phẩm của quá trình biến đổi các kiến trúc lục địa và hình thành các kiến trúc kiểu huỷ hoại mới, xảy ra trong bối cảnh địa động lực của một đới động kiểu biển rìa chuyển tiếp giữa lục địa Âu-Á và Thái Bình Dương.

Các nhịp hoạt động của vỏ Trái đất địa khối quần đảo Trường Sa gắn bó chặt chẽ với các giai đoạn phát triển của trũng kiểu đại dương Biển Đông và các kiến trúc lục địa kế cận. Nhờ vậy có thể đối sánh được các đặc điểm cấu trúc địa chất và địa động lực giữa các khu vực vừa nêu.

Đặc điểm cấu trúc địa chất và tiến hoá kiến tạo địa động lực của địa khối quần đảo Trường Sa là tiền đề quan trọng để dự báo tiềm năng hydrocacbon và các loại khoáng sản khác của một trong những khu vực quan trọng của miền biển Việt Nam.

4. Trũng lòng chảo nước sâu Biển Đông

Trũng này có ranh giới từ độ sâu đáy biển trên dưới 3000m. Bề mặt địa hình đáy có dạng một đồng bằng biển thẳm bằng phẳng ở độ sâu trung bình 4000m, ở phần trung tâm nổi cao trên bề mặt đáy là các núi, dãy núi ngầm cao đến trên 2000m (dãy Scarborough kéo phương vĩ tuyến ở trung tâm á bồn Đông Biển Đông bị cắt ở phía Đông bởi hẻm vực trũng Manila). Các dãy núi ngầm này, theo các tài liệu địa vật lý (từ, trọng lực, địa chấn) ghi nhận là tàn dư của trục giãn đáy của Biển Đông (Taylor, 1983, Pautot,1986, 1990; Briais, 1989).

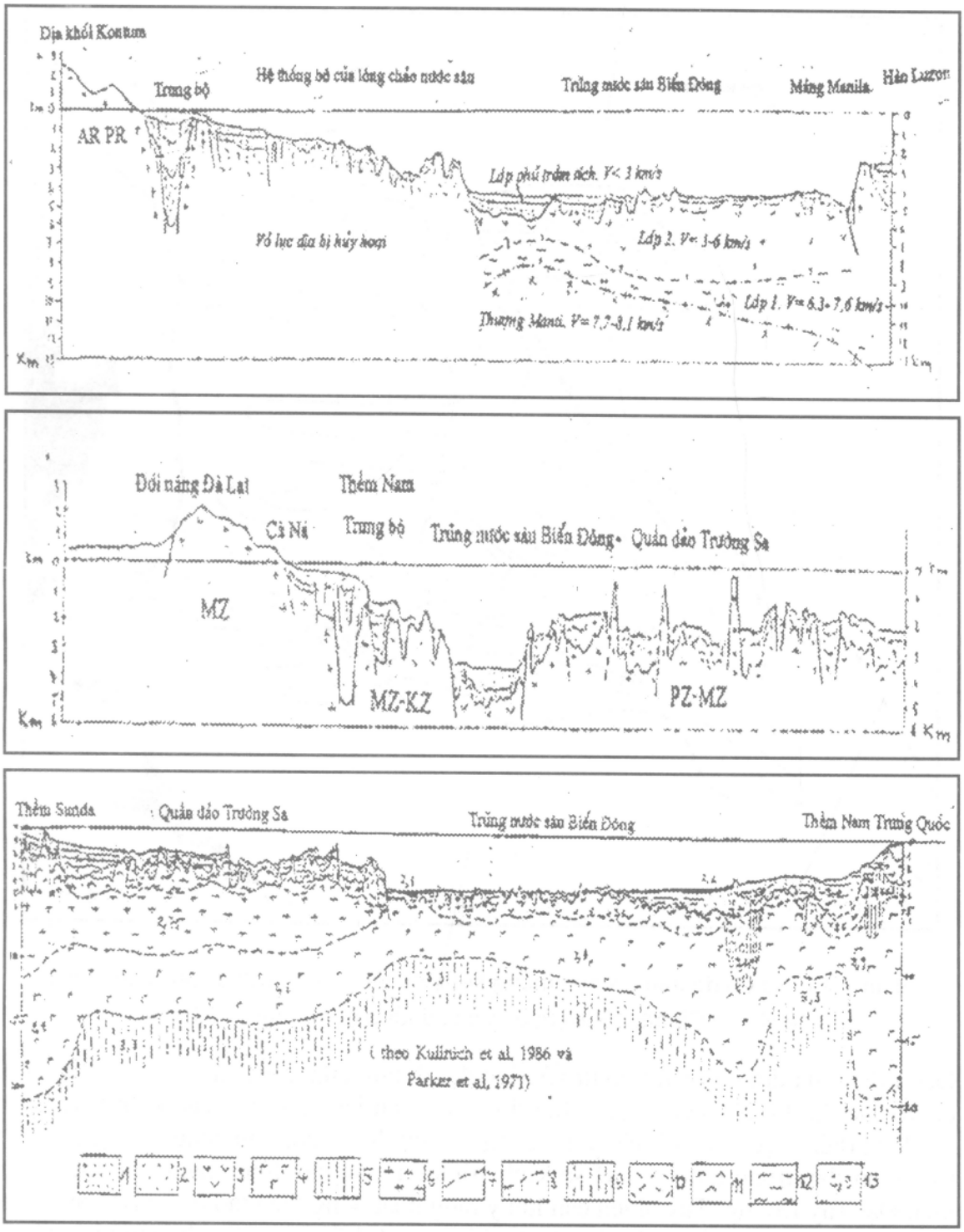
Trên bình đồ, trũng lòng chảo nước sâu Biển Đông có dạng một địa hào mở rộng ở phía Đông và ngày càng thu hẹp đến vát nhọn về phía Tây Nam giữa hai khối lục địa bị huỷ hoại và lún chìm và được ngăn cách bởi vách kiến tạo phản ánh trên địa hình đáy cao đến hơn 1000m. ở cực Tây Nam, lân cận với sườn lục địa Nam Việt Nam, kiến trúc này bị cắt ngang bởi đới đứt gãy kinh tuyến Hải Nam - Eo biển Sunda. Lòng chảo nước sâu Biển Đông ngăn cách với biển Sulu bởi khối lục địa Palawan - Mindoro.

Vỏ Trái đất của lòng chảo nước sâu Biển Đông thuộc kiểu vỏ đại dương với cấu trúc 3 lớp, lớp trầm tích nước sâu trên cùng có chiều dày mỏng, tăng dần từ đới trục khoảng 200 - 400m đến các phần rìa hơn 2000m, tiếp dưới là lớp bazan dày khoảng 4 - 8km, bề mặt Moho nằm ở độ sâu 8 - 12 km. Các đá bazan lộ ra do giãn đáy được coi là các thành tạo của bazan đại dương (Flower, 1992, 1998; Hoang, 1996) (hình 7.13, 7.14).

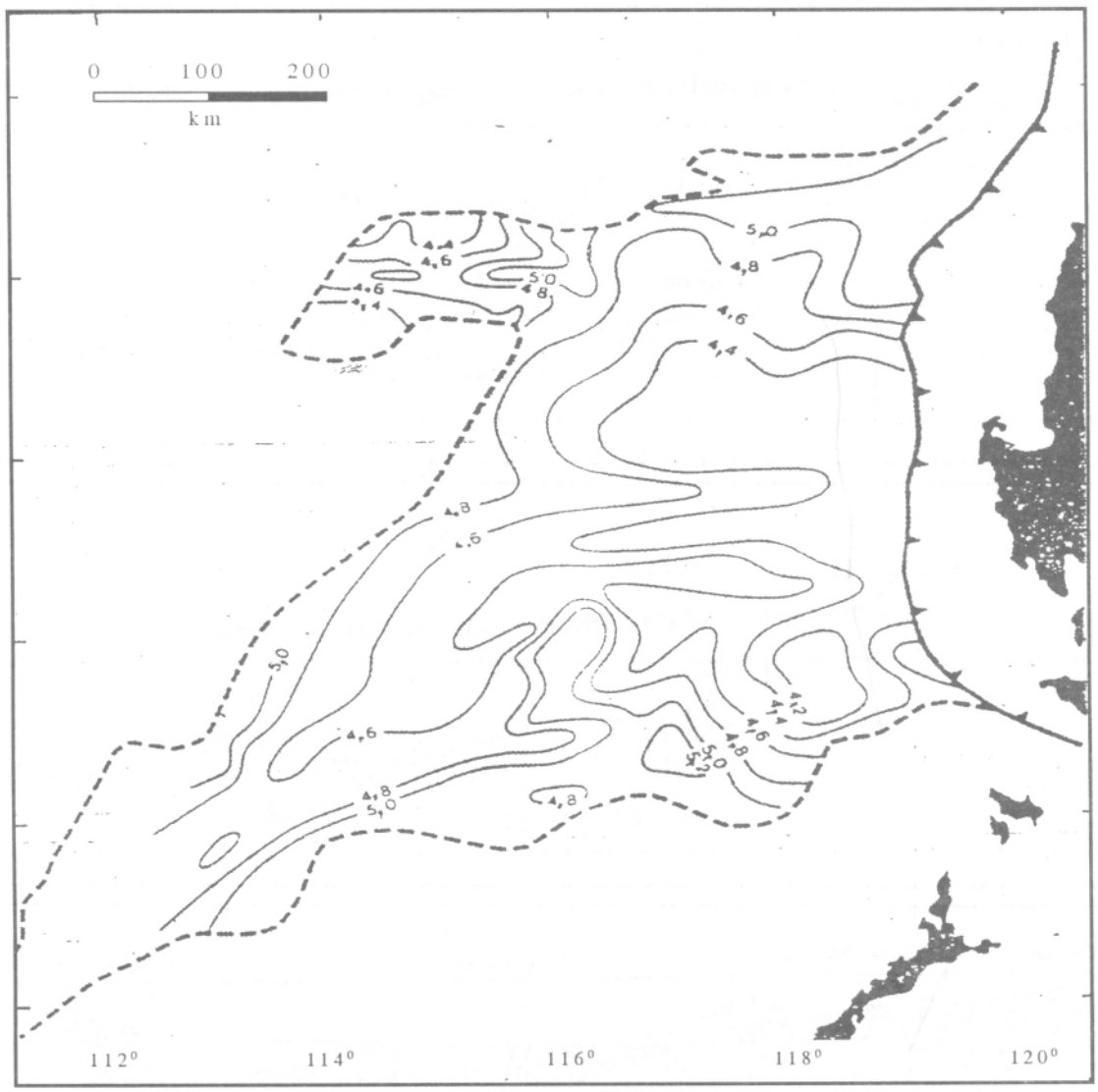
Trũng lòng chảo nước sâu có thể được chia thành 2 á bồn Đông Bắc và Tây Nam. Từ các bất thường Từ có thể xác định được thời gian giãn đáy ở á bồn Đông Bắc trong khoảng 32-17 triệu năm (Taylor, 1982, 1986) với trục giãn đáy Đông- Tây ở trung tâm dãy núi ngầm, á bồn Tây Nam có thời gian giãn đáy muộn và ngắn hơn (Briais, 1994).

Những nghiên cứu về địa vật lý đáy biển (Pautot, 1986, 1990; Briais,1989...) cho thấy lịch sử giãn đáy không đồng nhất phản ánh trong sự định hướng không đồng nhất của các bất thường Từ cũng như trong cấu trúc của móng ở hai phía từ trục giãn đáy này (bao gồm các khối nghiêng hướng ra ngoài bị kiểm soát và làm xê dịch bởi hệ thống các đứt gãy chuyển dạng có phương N 140°E). Dường như có sự tái định hướng trục giãn đáy trong khoảng thời gian hình thành các bất thường này (20- 16,5 tr.n). Đây cũng là khoảng bất thường Từ tương đối đồng nhất hơn ở phần á bồn Tây Nam, được minh giải là giãn đáy theo phương Tây Bắc- Đông Nam.

Cần chú ý rằng sự phân bố và định hướng của các bất thường Từ không đồng đều cũng như sự biến đổi đã nói trên cho thấy có sự "nhảy cóc" về phía Nam của trục giãn đáy trong các khoảng thời gian tương ứng. Trị số dòng nhiệt không lớn (90-110mw/m^2) và độ sâu đáy biển thuộc loại trung bình (trên dưới 4000m) được xem là bằng chứng cho tuổi tương đối trẻ của sự hình thành đáy biển của kiến trúc đại dương.



Hình 7.13. Các mặt cắt địa chất - địa vật lý trũng nước sâu Biển Đông và lân cận



Hình 7.14. Sơ đồ độ sâu bề mặt móng kết tinh vùng trũng nước sâu Biển Đông (Ke Ru và Pigott, 1986) (giá trị các đường đồng mức = 0,2 km)

Đặc điểm của đới chuyển tiếp từ vỏ kiểu đại dương của trũng nước sâu với các rìa có vỏ lục địa bị huỷ hoại và sụt lún do căng giãn và vắng mặt các kiến trúc kiểu rìa động (hẻm vực trên đới hút chìm, cung đảo núi lửa, trũng sau cung) tương ứng với trục giãn đáy trung tâm có thể so sánh với kiểu giãn đáy hình thành các kiến trúc kiểu Đại Tây Dương. Tuy nhiên cần lưu ý rằng hoạt động kiến tạo ở các rìa này phản ánh trong quá trình trầm tích có tính chu kỳ, các hệ thống đứt gãy phương khác nhau khống chế và phân chia các bồn trầm tích, hoạt động macma, đặc biệt là phun trào mạnh và có tính chu kỳ và dòng nhiệt còn cao ở các bồn là chứng cứ cho tính không thụ động khác với các rìa kiểu Đại Tây Dương điển hình.

Như vậy, trong khung kiến trúc vừa nêu thì kiến trúc Biển Đông bao gồm 2 địa khối

Hoàng Sa và địa khối Trường Sa có ranh giới là trục giãn đáy. Mỗi địa khối đều gồm có phần vỏ kiểu đại dương và phần vỏ kiểu lục địa bị huỷ hoại và lún chìm. Bao quanh các kiến trúc này chính là hệ thống bờ của lòng chảo nước sâu Biển Đông.

IV. ĐỊA ĐỘNG LỰC KAINOZOI BIỂN ĐÔNG

Kiến tạo Kainozoi Biển Đông nằm trong kiến tạo khu vực Đông Nam Á, nơi có các hoạt động kiến tạo - địa động lực mạnh, đa dạng và phức tạp như hoạt động hút chìm của các vỏ đại dương Tây Thái Bình Dương và ấn Độ Dương ở rìa Đông và Nam lục địa Âu á cùng với sự va chạm các thạch quyển lục địa ấn Độ - Australia. Trong bối cảnh hoạt động đó đã nảy sinh một thế hệ kiến trúc mới, một mặt kế thừa bình đồ kiến trúc đã hình thành trước Kainozoi, mặt khác tạo lập các kiến trúc mới, trong đó hệ thống các kiến trúc kiểu huỷ hoại đóng vai trò hết sức quan trọng. Bình đồ kiến trúc mới phản ánh các chuyển động kiến tạo Kainozoi khác nhau cả về bản chất, mức độ và kiểu, thay đổi trong không gian và thời gian, phụ thuộc vào vị trí kiến trúc, kiểu vỏ, đặc điểm của móng trước Kainozoi và các chế độ kiến tạo - địa động lực trong suốt quá trình hình thành và phát triển.

1. Đặc điểm kiến sinh Kainozoi

Kiến sinh Kainozoi đã tạo lập bình đồ kiến trúc kiến tạo mới, một mặt kế thừa các kiến trúc đã được tạo lập trước đó bởi sinh núi lặp lại và mặt khác, tạo nên các kiến trúc mới mà hạt nhân là kiến trúc Biển Đông và hệ thống rìa của nó. Phần chủ yếu các kiến trúc Biển Đông nằm trong miền sinh núi thứ cấp Kainozoi Việt - Trung và Đông Dương và bị bao bọc bởi các đới động hiện đại là Nhật Bản - Đài Loan, Philippin - Melanezia thuộc phần rìa Tây Thái Bình Dương, Indonesia và Tây Đông Nam Á thuộc Đông Bắc Ấn Độ Dương và Địa Trung Hải - Hymalaya.

Miền sinh núi thứ cấp Việt Trung hình thành trên móng uốn nếp của các miền uốn nếp Caledoni Katazia và khối nền cổ Yangtze với phần rìa Đông của nó bị lôi kéo vào hoạt động hình thành đai núi lửa- pluton rìa lục địa vào cuối Mezozoi (đai núi lửa- pluton Đông á) cộng ứng với nó là hệ thống rift nội lục đang ở giai đoạn phát triển tích cực (Khain, 1985; Milanovski, 1983.). Trong miền các đá granit tuổi Caledoni (350-370 tr.n) phổ biến rộng rãi. Về phía Đông phát triển mạnh các đá granit tuổi Heexini (230-280 tr.n.) và Indosini (200- 230 tr.n); trong khi đó các đá granit Yenshan (70-195 tr.n) có sự phân bố rộng khắp trên toàn miền còn các thành tạo núi lửa và xâm nhập pluton granitoit tuổi Yenshan muộn (Creta) lại chủ yếu phân bố ở phần ven biển từ Hongkong đến đảo Hải Nam (một số tác giả tách thành đới núi lửa Fuding-Xiamen hoặc là đới Min- Zhe (Yang, Zhu...) hay Dongnanya (Chen,1993). Đa số các nhà địa chất cho rằng toàn bộ đai này là miền vỏ tăng trưởng (vào khối nền Yangtze) do ghép nối các địa khu khác nhau trong các kiến sinh từ

Caledoni, Hecxini đến Creta. Thời kỳ cuối cùng được coi là phát triển trong bối cảnh của một rìa lục địa tích cực kiểu And liên quan đến hoạt động của một đới hút chìm từ Jura (giữa- muộn) đến Creta (sớm). Đặc điểm nổi bật nhất của miền này là:

- Hoạt động nâng - tạo núi vừa phải (1- 2km) của phần lớn diện tích khu vực
- Sự phát triển của hệ thống rift nội lục như nói trên
- Biểu hiện rộng rãi của hoạt động núi lửa bazan
- Ưu thế biến dạng Kainozoi theo phương Đông Bắc- Tây Nam (và Bắc Nam)
- Phát triển các sụt võng rìa (Okinawa, biển Đông Trung Quốc).

Miền sinh núi thứ cấp Đông Dương phát triển trên móng uốn nếp đa sinh và có hoạt động kiến tạo Kainozoi phức tạp với những đặc điểm nổi bật là:

- Hoạt động nâng kiểu vòm- khối tảng rộng lớn phát triển lâu dài đan xen với các đới sinh núi tuyến tính (dạng sóng) kiểu uốn nếp;
- Nảy sinh các hệ thống rift quy mô lớn (xuyên lục địa) kiểu nội lục (trên lục địa và rìa lục địa) với các phần nối nhau (Lào Thái- Vịnh Thái Lan- thềm lục địa Đông Nam và Đông Việt Nam - Sông Hồng);
- Hoạt động macma khá mạnh mẽ từ cuối Mezozoi sang Kainozoi sớm chủ yếu là các xâm nhập granitoit kiềm kèm theo phun trào axit kiềm kiểu nội mảng;
- Có hoạt động núi lửa bazan mạnh mẽ cuối Kainozoi trên phạm vi rộng lớn, tập trung chủ yếu ở địa khối Indosinia và lân cận;
- Xảy ra các hoạt động trượt bằng lớn dọc theo các đứt gãy sâu kèm theo sự hình thành hệ thống các kiến trúc tách giãn- trượt bằng.

Đa số chúng có phương Tây Bắc- Đông Nam, biến dạng tân kiến tạo (theo chiều đứng) dao động trong khoảng rộng.

Ranh giới của hai miền sinh núi nói trên là đới kiến trúc đặc thù, đới khâu xuyên lục địa Sông Hồng hẹp, kéo dài tới trên 1000 km. Đới khâu này đang là đối tượng tranh luận của các nhà địa chất kiến tạo trên thế giới. Đặc điểm của đới kiến trúc tuyến tính hẹp và kéo dài này bao gồm cả các kiến trúc nâng tạo núi (kiểu địa luỹ) phát triển ở phần Tây Bắc, vừa có các kiến trúc căng giãn sụt lún (kiểu địa hào nguồn rift) phát triển ở phần Đông Nam; có biên độ biến dạng thẳng đứng tổng cộng trên 15 km. Điều này nói lên tính phức tạp ngay trong một thực thể kiến trúc như đới Sông Hồng. Hệ thống này thuộc kiểu kiến trúc vừa mang tính kế thừa vừa mang tính mới tạo rất đặc thù.

2. Các miền động học Kainozoi

Dựa trên các kết quả nghiên cứu về địa chất, địa vật lý, địa mạo, kiến trúc Kainozoi có thể phân định lãnh thổ Việt Nam và vùng biển kế cận gồm 3 miền động học có các đặc điểm khác nhau về bối cảnh kiến tạo, kiến trúc, lịch sử phát triển và biến dạng kiến tạo Kainozoi như sau (hình 7.15).

- Miền động học chủ yếu là nén ép nâng tạo núi kiểu nội mảng, phát triển trên phần lục địa.

- Miền động học chủ yếu là căng giãn sụt lún bù trừ kèm theo sự thoái hoá của vỏ lục địa đa sinh phát triển trên phần thềm và sườn lục địa.

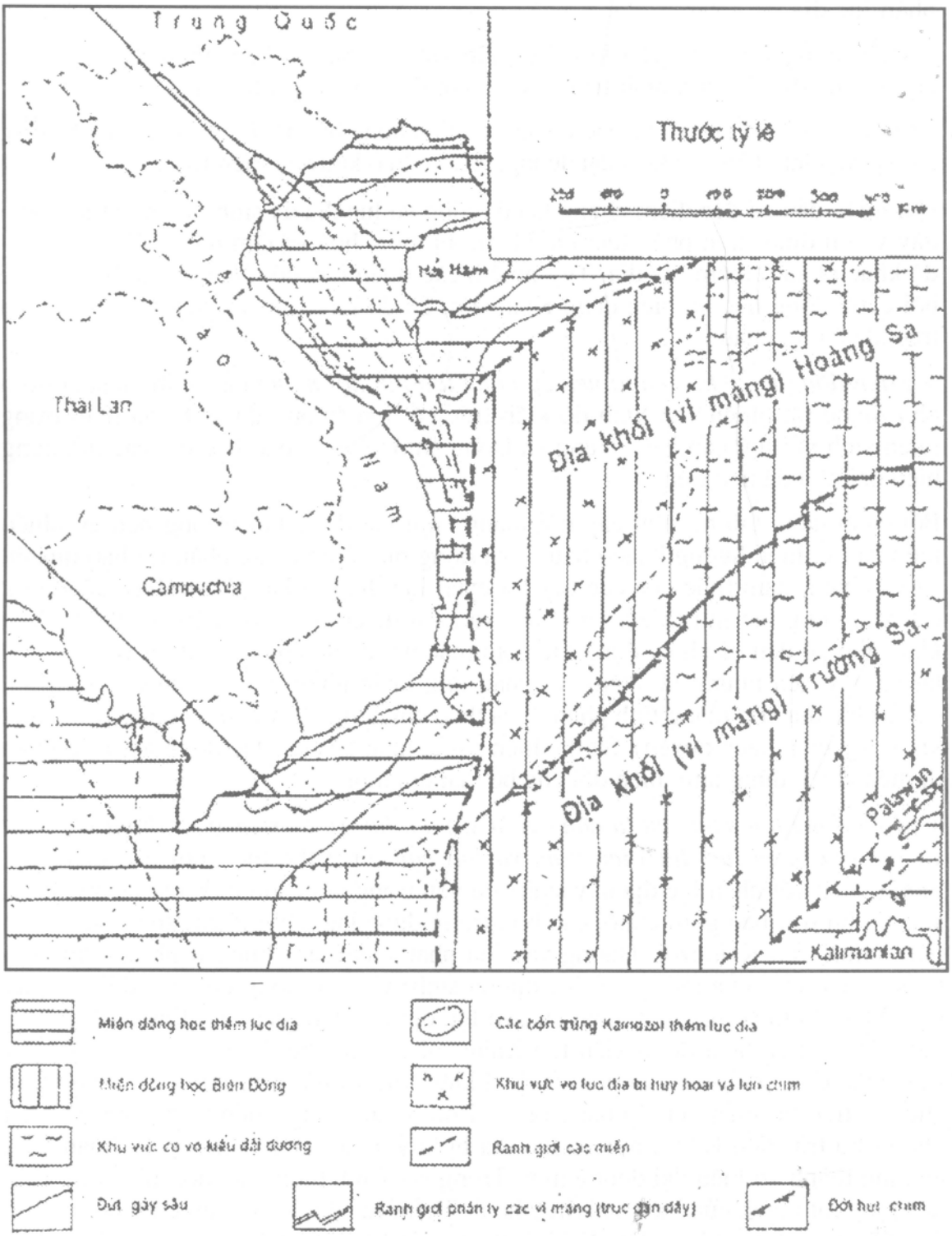
- Miền động học chủ yếu là tách giãn, sụt lún không bù trừ kèm theo sự huỷ hoại vỏ lục địa và hình thành vỏ kiểu đại dương, phát triển ở khu vực Biển Đông.

Hai miền đầu có đặc điểm chung là có móng vỏ lục địa đa sinh. Vỏ này tương đối dày và ổn định trên phần lục địa, nhưng bị thoái hoá và làm mỏng đi ở các mức độ khác nhau ở thềm lục địa. Tuy nhiên, các miền này có những khác biệt lớn về bối cảnh động học và biến dạng Kainozoi, do đó nảy sinh và phát triển các kiến trúc khác biệt nhau.

+ *Miền động học chủ yếu là nén ép nâng tạo núi nội mảng* nảy sinh và phát triển phụ thuộc rất nhiều vào bình đồ kiến trúc cổ hơn (móng đa sinh) và nằm trong miền sinh núi thứ cấp Việt Trung và Đông Dương và bị bao bọc bởi các đới động hiện đại như đã nêu trên.

Bối cảnh nâng tạo núi thứ cấp nội mảng chịu tác động bởi trường nén ép nhiều kiểu và từ nhiều hướng khác nhau: hoạt động hút chìm ở các phần rìa bao quanh, sự va chạm, đâm thúc của các thạch quyển lục địa (ấn Độ, Australia), cũng như các vận động tạo núi (kiểu vòm khối và kiểu tuyến tính uốn nếp) kế trước. Mặt khác còn kể đến các hoạt động kiến tạo macma từ các phần sâu dưới vỏ Trái đất, tất cả gây nên những tác động và phản ứng khác nhau của các phần trên thạch quyển lục địa vốn mang tính phân dị cả theo chiều ngang và chiều đứng (tính chia khối, lớp của thạch quyển). Sự thể hiện rõ rệt nhất của các tác động ấy là sự phân dị theo chiều đứng làm biến đổi của bề mặt địa hình.

+ *Miền động học chủ yếu là căng giãn sụt lún bù trừ kèm theo sự thoái hoá của vỏ lục địa thềm lục địa Việt Nam và lân cận* được thể hiện bởi các kiến trúc tương phản với phần lục địa nảy sinh chủ yếu trong bối cảnh kiến tạo tách giãn và sụt lún bù trừ, bao gồm chuỗi các bồn trũng được lấp đầy bởi các thành tạo trầm tích, phun trào Kainozoi. Hướng và kiểu phát triển của chúng ít nhiều chịu ảnh hưởng kiến trúc của móng (vỏ lục địa đa sinh) và hoạt động của các đới đứt gãy sâu. Mức độ thoái hoá huỷ hoại của vỏ lục địa do tách giãn phụ thuộc rõ rệt vào mức độ và kiểu hoạt động kiến tạo Kainozoi của các hệ thống đới khâu đứt gãy sâu. Mặt khác miền này lại nằm ở vị trí kiến trúc và bối cảnh kiến tạo mang tính chuyển tiếp từ miền nén ép nâng tạo núi nội mảng sang miền tách giãn- sụt lún không bù trừ Biển Đông, nơi vỏ lục địa bị huỷ hoại mạnh đến dập vỡ hoàn toàn và hình thành vỏ kiểu đại dương mới. Trong bối cảnh tương tác đó, miền này chịu tác động rất mạnh của kiến sinh huỷ hoại. Thềm lục địa Việt Nam có một vị trí và ý nghĩa quan trọng do ở đây đã hình thành các bồn trũng Kainozoi có chiều dày trầm tích lớn, có tiềm năng dầu khí đáng kể, đang được tập trung nghiên cứu, thăm dò và khai thác.



Hình 7.15. Sơ đồ các miền động học Kainozoi vùng Biển Đông và kế cận

Phân tích kiến trúc và lịch sử hình thành, phát triển của các bồn trầm tích thềm lục địa cho thấy những đặc điểm đáng chú ý sau:

- Sự căng giãn của vỏ trong quá trình hình thành ban đầu của chúng là không đồng nhất, do đó không tương ứng với mô hình căng giãn của Mc.Kenzie. Tính toán mô hình phân tích bồn ở bồn Pattani Vịnh Thái Lan (Allen,1990) và trũng Cửu Long, giá trị của yếu tố căng giãn tính được là khác nhau cho phần trên và phần dưới của vỏ. Điều này dẫn đến quá trình nâng vòm đi trước và đồng thời với căng giãn, được chứng minh bằng các tính toán mô hình thực tế và sự bảo tồn dạng vòm của các kiến trúc nâng của móng, phát hiện được trong các tài liệu địa vật lý và khoan sự vắng mặt các thành tạo Paleocen trong các bồn, sự có mặt lớp phong hoá- bào mòn ngay trên bề mặt móng là các thành tạo xâm nhập granitoit được định tuổi đến Creta muộn. Mặt khác, quá trình sinh rift tiền khởi có tính phân tán cùng với sự tích tụ các trầm tích vụn thô lục địa ở phần dưới cùng của các bồn trũng phản ánh chúng có nguồn gốc là sản phẩm bào mòn của rìa các trũng ấy (có nghĩa không xa nguồn bào mòn hoặc bào mòn gần như tại chỗ). Hình thái kiến trúc dạng "mũ cối ngược" (streerhead) của các bồn cũng là một minh chứng gián tiếp cho căng giãn không đồng nhất. Giá trị của yếu tố căng giãn β thay đổi ở các bồn trầm tích khác nhau, thí dụ bồn trũng Lôi Châu-Bạch Long Vĩ có β = 1,2-1,3; bồn trũng Hà Nội đạt 1,75-1,8, bồn Vịnh Bắc Bộ 2-3; bồn Cửu Long 1,5...

- Nghiên cứu lịch sử chôn vùi trầm tích bồn cho thấy sụt lún kiến tạo có biên độ thấp hơn đáng kể so với tổng sụt lún, đặc biệt ở giai đoạn hậu- rift. Điều đó phản ánh ảnh hưởng đáng kể của tải trọng trầm tích cũng như của chế độ dòng nhiệt đối với quá trình sụt lún.

- Ghi nhận được có sự biến động của chế độ địa nhiệt trong lịch sử hình thành và phát triển của các bồn trầm tích, thể hiện ở sự thay đổi của gradient địa nhiệt theo thời gian với xu thế giảm dần từ cổ đến hiện đại (Ngô Thường San, 1986, 1995...). Sự biến động của chế độ nhiệt còn thể hiện bởi các chu kỳ hoạt động macma (Pigot, 1988) trong suốt lịch sử phát triển của các bồn cho đến hiện nay. Đáng chú ý là sự có mặt của bất thường nhiệt dưới gầm thạch quyển khu vực được phát hiện bằng địa chấn tomography (Tamaki, 1996).

- Các bồn trầm tích thềm lục địa đều có liên quan chặt chẽ và bị kiểm soát bởi hoạt động của các hệ thống đứt gãy thuận sâu kiểu trượt bằng lớn, nói lên nguồn gốc kiểu tách giãn- trượt bằng của các trũng đó.

Chiều dày lớn của các trầm tích Kainozoi trong các trũng thềm lục địa cùng với sự nâng cao của bề mặt Moho làm giảm đáng kể bề dày của các lớp dưới (granit-biến chất và bazan) của vỏ lục địa bên dưới các bồn trũng và về phía trung tâm Biển Đông.

Những chứng cớ nêu trên cho thấy sự bất đồng nhất rõ rệt của kiến trúc thạch quyển lục địa của miền cả về chiều ngang và chiều đứng, chịu tác động của các

chế độ địa động lực khác nhau, thay đổi trong không gian và thời gian. Lịch sử tiến hoá của miền đã trải qua 3 giai đoạn là:

1. Giai đoạn trước rift (Creta muộn- Eocen), đặc trưng bởi nâng dạng vòm khu vực, kèm theo hoạt động magma, bào mòn và phong hoá. Vào cuối giai đoạn này sinh quá trình rifting phân tán dọc theo các đới đứt gãy sâu tái hoạt động;

2. Giai đoạn đồng rift kéo dài từ Oligocen đến Miocen trung, đặc trưng bởi căng giãn, sụt lún mạnh có tính chu kỳ, tăng nhanh chiều dày trầm tích trong các phần trung tâm được khống chế bởi các hệ thống đứt gãy thuận, kèm theo sự tăng cao dòng nhiệt trong thời kỳ đầu và hoạt động phun trào mafic. Căng giãn và sụt lún còn chịu tác động của các dịch chuyển kiểu trượt bằng dọc theo các đới đứt gãy sâu trên thềm lục địa và dọc theo sườn lục địa, tác động của quá trình rifting và giãn đáy ở trung tâm Biển Đông;

3. Giai đoạn sau rift từ Miocen muộn đến nay, được đặc trưng bởi sụt lún do thạch quyển nguội đi và tải trọng trầm tích, sự mở rộng bồn tạo nên lớp phủ trầm tích rộng lớn của thềm lục địa hiện đại, nhiều nơi kèm theo sự tái hoạt động của các đứt gãy, hoạt động macma và biến dạng. Quá trình này còn đang tiếp diễn.

+ *Miền động học chủ yếu là tách giãn, sụt lún không bù trừ Biển Đông* với sự huỷ hoại mạnh mẽ vỏ lục địa và hình thành vỏ kiểu đại dương ở phần trung tâm Biển Đông nằm trong bối cảnh kiến tạo Kainozoi phức tạp, thay đổi trong không gian và theo thời gian, từ đó sản sinh một hệ thống các kiến trúc kiểu huỷ hoại có quy mô và mức độ rất khác nhau. Trong phạm vi miền phân biệt được ba kiểu kiến trúc chính như đã nêu trên là:

- Trũng nước sâu trung tâm Biển Đông có vỏ kiểu đại dương được hình thành bằng tách rift, được kế tiếp bởi giãn đáy theo hai giai đoạn chính: 32-17 tr.n giãn đáy ở phần Đông Bắc theo phương Bắc Nam và 17-14 tr.n giãn đáy tập trung ở phần Tây Nam theo phương trục Đông Bắc- Tây Nam;

- Các khối lục địa bị kéo giãn huỷ hoại, bị cắt rời và lún chìm bao gồm địa khối Hoàng Sa ở phía Bắc và Trường Sa ở phía Nam;

- Hệ thống bờ của trũng lòng chảo nước sâu trung tâm có cấu trúc phức tạp và chưa rõ bản chất.

Miền động học này bao gồm một chuỗi các bồn trũng dạng địa hào kiểu tách giãn, trượt bằng đan xen với các đới nâng dạng địa luỹ, các vách kiến tạo có bản chất đứt gãy. Về đại thể, có thể phân định miền động học này thành hai vi mảng có ranh giới là trục giãn đáy trung tâm đã ngừng hoạt động. Mỗi vi mảng bao gồm các phần vỏ lục địa bị huỷ hoại và phần vỏ kiểu đại dương. Cấu trúc vừa nêu gần gũi với "kiểu A" trong mô hình của Tailor và Hayes. Tuy nhiên hệ thống bờ và thềm lục địa bao quanh lại nằm trong các bối cảnh địa động lực khác nhau, phần phía Bắc chủ yếu chịu tách giãn, trong khi phần phía Nam (hẻm vực Palawan-Bắc Borneo) và phần phía Đông (hẻm vực Manila) có hoạt động hút chìm của vỏ đại dương vào các chu kỳ khác nhau (cái đầu có tuổi Mezozoi muộn,

cái sau có tuổi Miocen) xuống dưới các khối lục địa với các hiệu ứng khác nhau. Phần rìa phía Tây nằm dọc theo tuyến đứt gãy Hải Nam- Eo biển Sunda được coi là đới đứt gãy trượt bằng phải.

V. TIẾN HOÁ KIẾN TẠO BIỂN ĐÔNG

Cùng với sự phát triển của lý thuyết kiến tạo mảng, vành đai động Tây Thái Bình Dương trở thành nơi được sự quan tâm của nhiều nhà địa chất thế giới. Biển Đông nằm trong hệ thống biển rìa của đai động này, có đặc điểm kiến tạo rất phức tạp, đã trở thành một đối tượng quan trọng cho việc nhận thức sự tương tác của các quá trình địa động lực giữa các mảng. Nghiên cứu làm sáng tỏ kiến trúc và quá trình tiến hoá kiến tạo của Biển Đông có ý nghĩa quan trọng không chỉ về lý thuyết mà còn để giải quyết nhiều vấn đề thực tiễn liên quan đến sự hình thành và phát triển các bồn trầm tích chứa dầu khí và các khoáng sản khác. Mặt khác, nó sẽ làm sáng tỏ các vấn đề kiến tạo - địa động lực từng xảy ra vào các thời kỳ địa chất khác nhau của Việt Nam và Đông Nam á. Một vấn đề được đặt ra là xem xét khả năng tồn tại một kiến trúc kiểu đại dương (biển rìa) từng chiếm lĩnh không gian tương tự với Biển Đông Kainozoi, nơi đã thành tạo các phức hệ thạch động lực kiểu đại dương vào nửa cuối Mezozoi - đầu Kainozoi mà vết tích của nó còn được lưu giữ trong bình đồ kiến trúc hiện đại của Borneo- Palawan- Mindoro, và sóng đôi với các cung núi lửa- pluton rìa lục địa Đông Nam Trung Quốc (Cathaysia) và Nam Đông Dương (Đà Lạt).

1. Vấn đề Paleo - Biển Đông

Hầu hết các nhà địa chất coi Biển Đông Kainozoi là sản phẩm sinh thành do sự tách giãn của rìa lục địa Châu á và tồn tại bồn Biển Đông cổ có vỏ kiểu đại dương (Paleo- Biển Đông) từ trước Kainozoi (trong khoảng từ Jura muộn - Creta đến Paleogen sớm). Chứng lý cho các kết luận nêu trên là :

1. Sự có mặt của đai núi lửa - pluton rìa Đông Nam Trung Quốc kéo dài đến Đông Nam Đông Dương cho thấy sự có mặt tương ứng của một bồn đại dương di chuyển về Đông Bắc và hút chìm dưới rìa lục địa này;

2. Sự có mặt của các thành tạo ophiolit và trầm tích tuổi Mezozoi muộn-Paleogen (melange) bị uốn nếp ở Bắc Borneo và đảo Palawan (Haile,1973; Hamilton, 1979, Holloway, 1982...), cùng với các lăng kính tăng trưởng ở rìa Bắc các đảo này (hẻm vực Sarawac- Palawan) đánh dấu đới hút chìm của vỏ kiểu đại dương về phía Nam (Đông Nam) được kết thúc bởi va chạm các vỏ kiểu lục địa vào cuối Miocen;

Tuy nhiên, tuổi và sự phát triển của Paleo - Biển Đông được nhìn nhận không giống nhau như: là nhánh giãn đáy xuyên vào rìa Châu á của Paleo - Thái Bình Dương phát triển từ Trias muộn là rìa của Tethys hoạt động trong Jura trung đến Creta, bị đóng lại bởi sự trượt xoay của Borneo ngược kim đồng hồ và sau đó mở

lộ của Biển Đông Kainozoi. Maryuma, Seno (1989) cho đó là phần tàn dư của mảng đại dương Fallaon (Paleo - Thái Bình Dương) khi mảng này tiến dần về Bắc do giãn đáy Thái Bình Dương...

Như vậy, các tài liệu hiện có bước đầu gợi mở về sự tồn tại một kiến trúc kiểu đại dương/ biển rìa vào nửa cuối Mezozoi- đầu Kainozoi, sóng đôi với rìa lục địa tích cực Cathaysia và Nam Đông Dương- Borneo. Tuy nhiên, đây là vấn đề còn cần được nghiên cứu làm sáng tỏ.

2. Vấn đề cơ chế hình thành và tiến hoá Biển Đông

Đây là vấn đề đang được tranh luận sôi nổi. Một cách khái quát có thể chia thành các nhóm quan điểm sau:

+ Mô hình biển rìa liên quan đến hút chìm

Sự sinh thành của hệ thống các biển rìa Tây Thái Bình Dương, trong đó có Biển Đông, liên quan trực tiếp đến sự hút chìm của mảng đại dương Thái Bình Dương xuống dưới gầm lục địa Âu - á đã được đề cập trong các mô hình địa động lực từ khi kiến tạo mảng ra đời (Le Pichon, 1968,1973; Morgan, 1971, 1972, 1981...). Theo Karig (1971) thì sự hình thành các biển ven liên quan đến kiến tạo căng giãn, được tạo bởi sự nâng trồi của vật liệu Manti do sự nóng chảy từng phần của phần trên tấm vỏ đại dương trượt chúi dưới phần rìa của vỏ lục địa (còn Biển Đông được xếp vào loại bồn đã ngừng hoạt động có dòng nhiệt cao).

Avraham và Uyeda (1973) cho rằng Biển Đông được hình thành do giãn đáy theo hai giai đoạn:

+ Do quá trình hút chìm của mảng đại dương Kula- Thái Bình Dương, vào cuối Jura đầu Creta Borneo bị tách khỏi lục địa Âu - á đang dịch chuyển về phía Bắc - Tây Bắc. Đánh dấu cho đới hút chìm là sự cặp đôi của đai núi lửa tuổi Mezozoi muộn Nam Trung Quốc và đai ophiolit (Hệ tầng Danau - Tây và Trung tâm Borneo, hệ tầng Bunguran ở đảo Natuna). Quá trình này tạo ra sự tách mở và giãn đáy tạo vỏ mới kiểu đại dương ở phần trung tâm Biển Đông theo hướng Bắc Nam.

+ Trong Đệ Tam diễn ra quá trình đóng kín của Biển Đông theo hai pha tương ứng với các dãy núi uốn nếp do nén ép có phương Đông Bắc- Tây Nam và Bắc Nam.

Quan điểm về sự hình thành Biển Đông thuần tuý trên cơ sở mô hình tách giãn trên đới hút chìm có những hạn chế sau:

- Vị trí Biển Đông nằm xa so với đới hút chìm hẻm vực Sunda vào Kainozoi sớm và không tìm thấy cung đảo cặp đôi tương ứng.
- Sự tồn tại của Paleo - Biển Đông trước Kainozoi không tương xứng với mô hình tồn tại một rìa lục địa kiểu Ande trên đới hút chìm cắm về Tây Bắc. Mặt khác không rõ cơ chế tách giãn đáy Biển Đông lại xảy ra trên phần rìa lục địa Nam Trung Quốc .

- Trục giãn đáy Biển Đông không trùng phương với các đới hút chìm lân cận và mô hình hai chiều (hẻm vực- cung đảo- biển ven) không giải thích được những dịch chuyển ngang do biến dạng nội mảng trong khu vực.

+ Mô hình hình thành Biển Đông kiểu Atlantic

Taylor và Hayes (1980) lần đầu tiên đã xác định các bất thường Từ dạng dải ở trung tâm trũng nước sâu Biển Đông nằm đối xứng nhau ứng với giãn đáy có tuổi từ 32-17 tr.n. Từ đó đưa ra mô hình tách giãn rifting và giản đáy kiểu Atlantic (kiểu A) của Biển Đông kéo dài trong khoảng 32-17 tr.n. Mô hình này tiếp tục được củng cố trên cơ sở các tài liệu thu thập được của tàu khảo sát Veni, quá trình giãn đáy lan truyền từ phía Đông về phía Tây Nam và chấm dứt gần như đồng thời.

Sự có mặt của một vỏ đại dương Mezozoi ở Đông Nam bị hút chìm dưới rìa lục địa Châu á hoạt động cho đến đầu Kainozoi (Paleocen). Sự mở ra của Biển Đông và trượt về phía Nam của các mảnh lục địa bị tách ra dọc các đứt gãy trượt bằng phải chuyển dạng dọc đứt gãy rìa Đông thềm lục địa Việt Nam là nguyên nhân đóng lại dần và hút chìm của vỏ đại dương Paleo- Biển Đông dọc theo tuyến Lupar và dọc hẻm vực Palawan - Đông Bắc Borneo. Mô hình này tiếp tục được phát triển về sau (Hayes, Taylor, 1983, 1984,1987) (Hình 7.16)

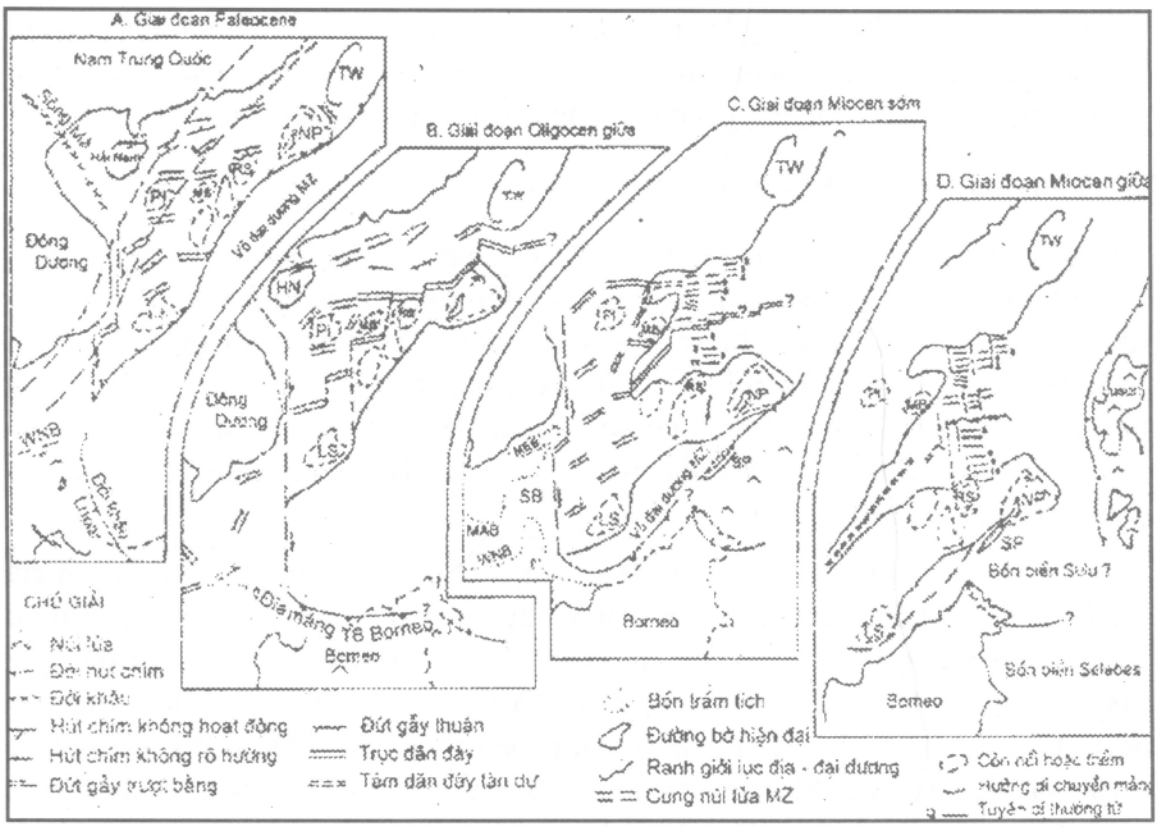
Holloway (1982) đã xác định rằng trong số các bất chỉnh hợp khu vực thì các bất chỉnh hợp vào Creta- Paleocen và Oligocen muộn là thuộc kiểu mở rift và phân rã. Đối sánh với các bất thường Từ có thể nhận thấy rằng giãn đáy kiểu A chỉ giới hạn trong khu vực nhỏ ở phía Tây của bồn đồng thời với phần phía Đông nhưng lại kết thúc sớm hơn.

Trên cơ sở nghiên cứu các bất thường từ ở Đài Loan, Luzon và lân cận, Bowin (1978) đề xuất mô hình giãn đáy Biển Đông theo hai giai đoạn:

- Vào Mezozoi, Borneo tách khỏi lục địa Âu Á di chuyển về phía Nam, vỏ kiểu đại dương được hình thành ở phần trung tâm bồn Biển Đông

- Vỏ đại dương Mezozoi tiếp tục giãn đáy, tạo vỏ đại dương trẻ hơn (Đệ Tam) dọc theo trục giãn đáy có phương 70^0 ở phần trung tâm.

Trên cơ sở tài liệu đo siêu âm ở Biển Đông và nghiên cứu sự phân phối ứng suất ở các phần rìa Bắc và Nam (trường tách giãn ở Bắc, nén ép ở Nam), Ludwig (1979) đã nhấn mạnh đến vai trò của khối Reed Bank và đới hút chìm về Nam dọc theo rìa phía Tây Bắc Borneo - Palawan. Đới hút chìm này đã chấm dứt hoạt động vào Miocen sớm khi khối Reed Bank tách khỏi rìa lục địa Nam Trung Quốc trượt về phía Nam và va chạm vào phần rìa lục địa nói trên.



Hình 7.16. Mô hình thành tạo Biển Đông Kiểu A và sự tồn tại của Paleo- Biển Đông

Tang Xing (1980) đề xuất mô hình hình thành Biển Đông trong Mezozoi trên cơ sở hoạt động của một khớp nối tuổi Creta ở phía Nam đảo Hải Nam được tái hoạt động trong Oligocen đến Miocen, giãn đáy theo phương vuông góc với trục Đông Bắc- Tây Nam. Nguyễn Xuân Tùng (1982, 1986, 1992) cho rằng các quá trình giãn đáy Biển Đông Mezozoi và sau đó Biển Đông Kainozoi phát triển ở khớp nối 3 của các hệ thống rift (Nam Hải Nam) hoạt động từ Permi muộn.

Trên cơ sở phân tích kiến trúc địa chất bồn trũng Cửa sông Châu Giang, Wang (1982) đề xuất mô hình 2 giai đoạn giãn đáy chủ yếu: giai đoạn thứ nhất xảy ra trong Creta muộn, Borneo bị tách ra khỏi lục địa Châu á trượt về Nam hình thành bồn trũng Biển Đông cổ; giai đoạn 2 giãn đáy vào Oligocen trung trong khi đáy biển cổ bị hút chìm xuống dưới vỏ lục địa Tây Bắc Borneo và Palawan.

Trên cơ sở phân tích các kiến trúc rìa bồn, các hệ thống đứt gãy, dòng nhiệt và các chu kỳ hoạt động macma vùng Biển Đông, Ru và Pigott (1986) đã đưa ra mô hình về sinh rift và giãn đáy kèm theo sụt lún bao gồm 3 giai đoạn tách rift và 2 giai đoạn giãn đáy bắt đầu từ Creta sớm. Ba thời kỳ rifting là Creta muộn, Eocen muộn và cuối Miocen muộn. Xen giữa các thời kỳ rifting với sự tăng cao của dòng nhiệt là 2 giai đoạn giãn đáy đầu Eocen và cuối Oligocen.

Trên cơ sở nghiên cứu các đá phun trào bazan sau giãn đáy ở trung tâm Biển Đông và lân cận, Flower (1991) cho rằng các đá này được hình thành trong điều kiện dâng trồi của vật chất Manti xuyên qua thạch quyển dưới dạng chùm nấm, đồng thời bị nhiễm các thành phần của phần dưới vỏ do xói mòn nhiệt thường gặp trong các phần sâu của đới hút chìm.

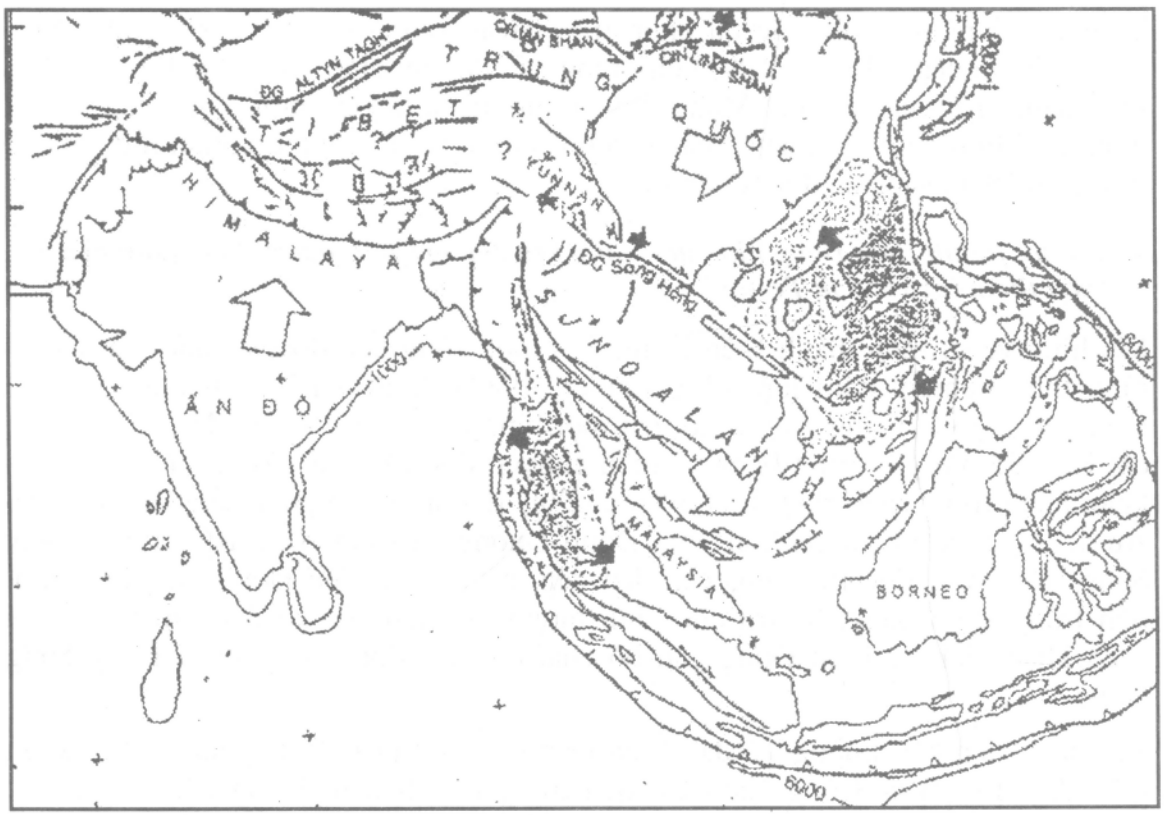
+ Sự hình thành Biển Đông như một trũng kéo doãng (pull- apart) liên quan đến trượt thoát (extruction Tectonics)

Mô hình về sự hình thành Biển Đông như một trũng kéo doãng xuất phát từ mô hình thực nghiệm đâm lõm (Tapponnier, 1982) (hình 7.17). Sự đụng độ của mảng ấn Độ với mảng Âu- á tạo nên một bình đồ dập vỡ, trong đó các mảng bị cắt bởi các đứt gãy trượt bằng sẽ dịch chuyển dọc các đứt gãy đó theo các pha khác nhau trong quá trình di chuyển của lục địa ấn độ về phía Bắc đâm sâu vào Âu á. Sự thúc ra (extruction) của Đông Dương và trượt bằng trái dọc đứt gãy Sông Hồng vào Eocene- Oligocen dẫn đến mở ra của Biển Đông theo kiểu một bồn trũng kéo doãng, bù trừ cho khối lượng thu hẹp của vỏ do đâm thúc. Nói cách khác, lịch sử Biển Đông gắn bó chặt chẽ với động học của đứt gãy Sông Hồng.

Khi phân tích bất thường Từ đáy Biển Đông, Pautot (1990) đã phát hiện phương giãn đáy Tây Bắc- Đông Nam cắt qua trung tâm bồn từ Đông đến Tây Nam, chồng lên phương giãn đáy Bắc Nam bắt đầu khoảng 20 tr.n. Có hai cách lý giải động học:

- Sự thúc ra của Sundaland dọc các đứt gãy trượt bằng trái (Sông Hồng, Wang Chao, Three Pagoda) do phản ứng trực tiếp với va chạm ấn Độ - Âu á, tương ứng với nó là toàn bộ Biển Đông được mở do tách giãn phương Tây Bắc- Đông Nam
- Có sự đổi hướng giãn đáy xảy ra trong khoảng 20 tr.n. Pha giãn đáy Bắc Nam ứng với phương các bất thường Từ cổ (32-20 tr.n) chỉ phân bố ở bồn phía Đông và độc lập với va chạm ấn Độ - Âu - á, nó chỉ liên quan đến giai đoạn giãn đáy chung phương Bắc Nam quan sát thấy ở biển Nhật Bản, biển Hoàng Hải. Pha giãn đáy thứ 2 (sau 20 tr.n.) có phương Tây Bắc- Đông Nam cắt qua toàn bộ bồn song song với hẻm vực Palawan với các đứt gãy chuyển dạng liên quan đến sự quay của trục tách giãn 20- 30^0 theo chiều kim đồng hồ kèm theo sự tái tổ chức động học chung trong khoảng 20 tr.n.. Dịch chuyển này có thể là nguyên nhân hoạt động hút chìm ở hẻm vực Manila vào thời gian này. Katz (1986) cũng cho rằng hệ thống đứt gãy Sông Hồng đóng vai trò là đứt gãy chuyển dạng chủ yếu tạo nên giãn đáy phương Đông Bắc - Tây Nam ở Biển Đông và nhấn mạnh rằng các đứt gãy kiểu trượt bằng đã tồn tại từ sớm như là các đới mềm yếu trong vỏ lục địa khu vực.

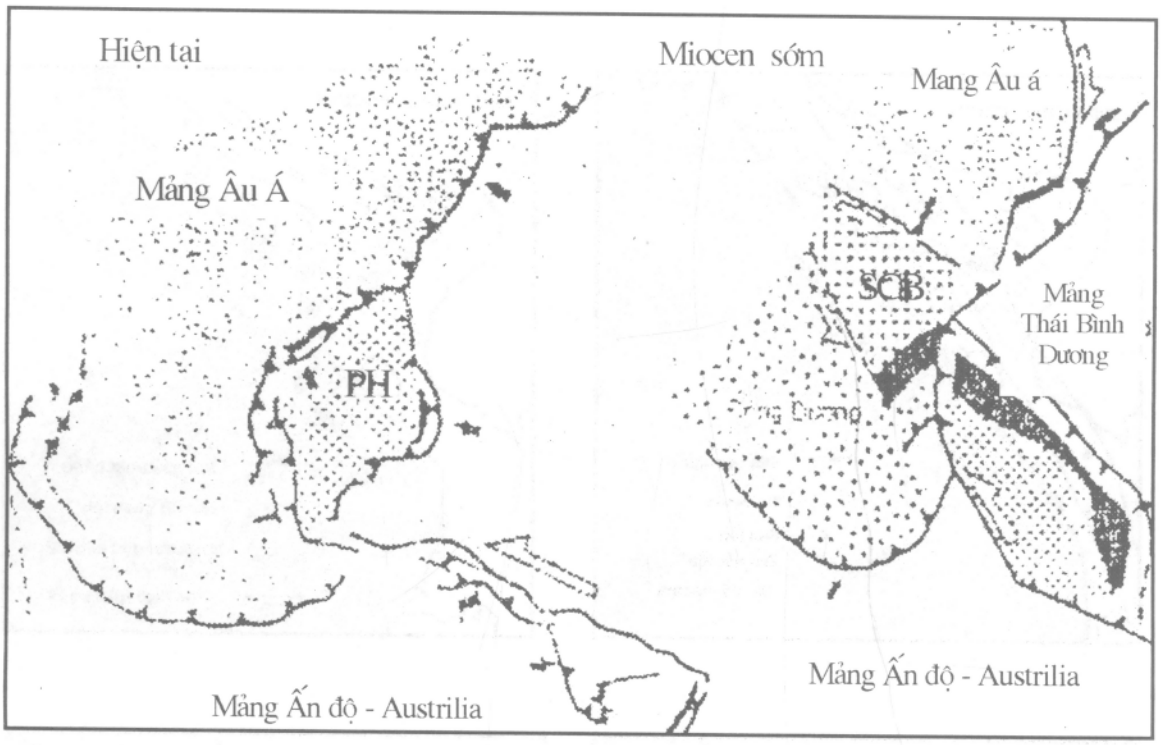
Trên cơ sở giả thuyết của Tapponnier và đối sánh kiến tạo các biển rìa ở Tây Thái Bình Dương, Jolivet (1989) ghép Biển Đông vào kiểu tách giãn phân cực mang



Hình 7.17. Mô hình thành tạo Biển Đông như một trũng kiểu kéo doãng
(Tapponnier, 1982 – 1986)

tính cục bộ hình thành do trượt bằng (hình 7.18). Đầu tiên Palawan bị tách khỏi Indosinia dọc hệ đứt gãy chuyển dạng phương kinh tuyến cùng với Philippin ở phía Đông trượt về Bắc. Từ sau 20 triệu năm, Indosini trượt trái dọc đứt gãy Sông Hồng và xoay theo chiều kim đồng hồ. Trong khu vực Biển Đông giãn đáy đổi chiều sang hướng Tây Bắc- Đông Nam đồng thời với hút chìm của vỏ đại dương xuống dưới Philippin dọc theo hẻm vực Manila cũng bắt đầu vào khoảng 20 triệu năm. Các phần mút phía Bắc và Nam đới hút chìm này hiện là các đới đụng độ tích cực, các đá ophiolit thuộc vỏ đại dương tuổi Oligocen trung trượt chờm lên Mindoro ở Bắc Philippin và Đài Loan vào Miocen sớm - giữa.

Briais (1993) đã giải thích các bất thường Từ có phương Bắc Nam cũng như của các dãy núi nằm ở trung tâm bồn Bắc thực chất là các bất thường phương Đông Bắc- Tây Nam bị xê dịch và sắp xếp lại bởi hệ đứt gãy chuyển dạng trượt phải phương Tây Bắc- Đông Nam. Như vậy, sự mở ra của trũng Biển Đông ứng với giãn đáy có phương chủ yếu Tây Bắc- Đông Nam phù hợp với các chuyển động trượt trái Đệ Tam giữa và muộn của các phần lục địa dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng. Sự mở ra đó tương ứng với dịch chuyển 500-700 km dọc theo đới đứt gãy nêu trên.

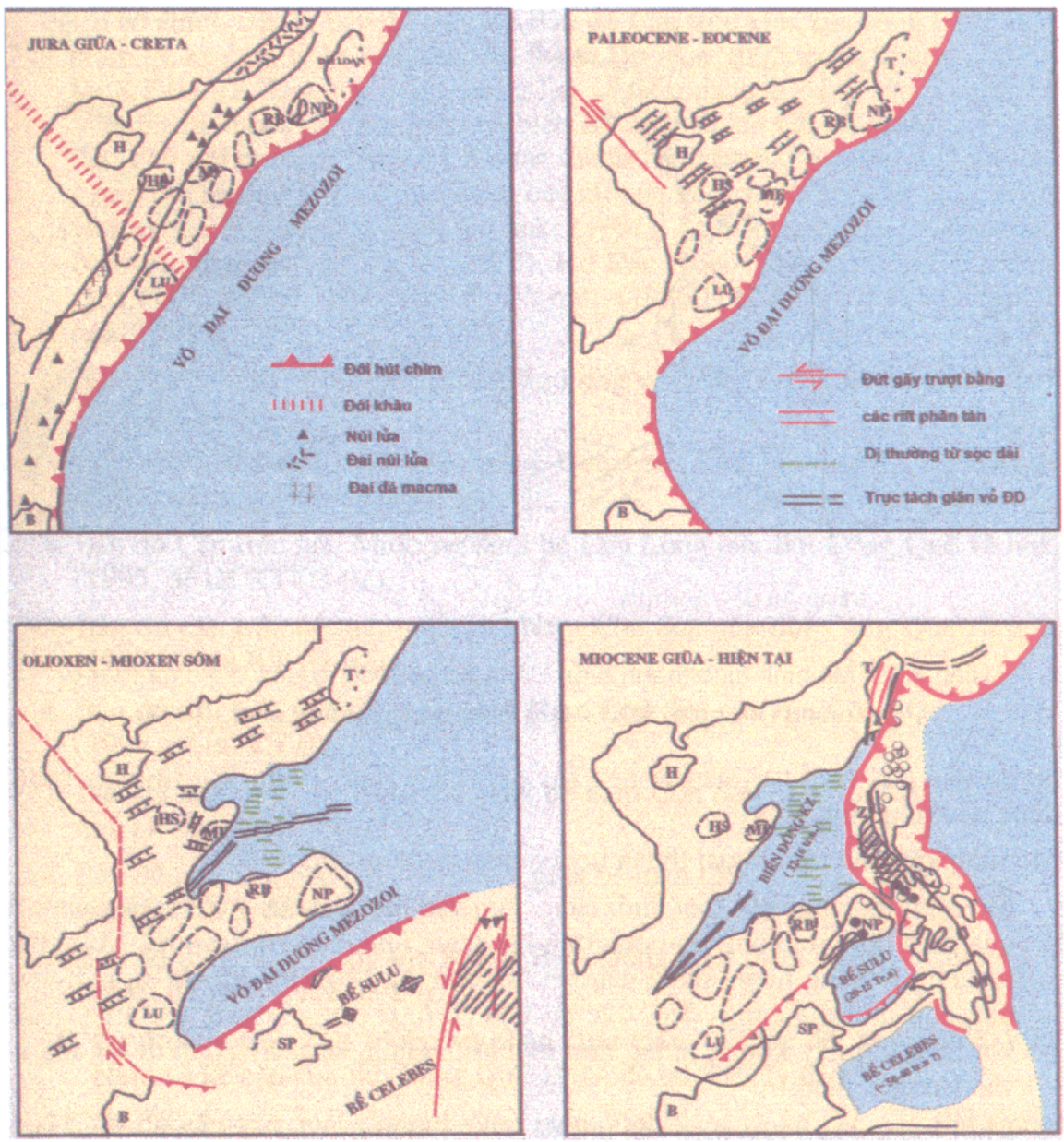


Hình 7.18. Mô hình hình thành Biển Đông do hoạt động kiến tạo ở rìa mảng
PH – mảng Philippin, SCB – bồn Biển Đông (Jolivet et al., 1989)

Sơ đồ tiến hoá kiến tạo biển Đông (Taylor, 1983; Hall, 1996; Wu Jinmin, 1988) được nêu trên hình 7.19

Mô hình kiến tạo trượt thoát thuần tuý có những nhược điểm :

- Mô hình thực nghiệm một khối cứng đâm vào một thể cứng- dẻo đồng nhất là quá giản đơn vì không tính đến tính bất đồng nhất của vỏ Trái đất. Mặt khác sự tích luỹ năng lượng động đất đàn hồi cho thấy vỏ Trái đất không chỉ phản ứng như một thể cứng- dẻo. Các tài liệu cổ từ ở Đông Dương cho thấy phần lớn lãnh thổ này không giống như một khối cứng, sự xoay phân dị lại xảy ra vào Neogen muộn.
- Khối lượng trượt dọc theo các đứt gãy không tương xứng với khối lượng tách giãn kiểu kéo doãng. Packham (1996) cũng cho rằng mức độ của trượt bằng trái dọc theo đứt gãy Sông Hồng là không đáng kể, không đủ để trở thành nguyên nhân trực tiếp của sự tách giãn đáy Biển Đông.
- Những phát hiện về phương giãn đáy Tây Bắc- Đông Nam phát triển liên tục ngay từ pha đầu tiên vào 32 triệu năm chưa đủ cơ sở tin cậy để bác bỏ trục giãn đáy Đông Tây được phát hiện trước đó.
- Sự mở Biển Đông bù trừ thụ động do va chạm ấn Độ - Âu Á, khó đáp ứng được việc tạo ra vật chất nóng chảy trên quy mô khu vực tương xứng của quá trình làm mỏng vỏ trước giãn đáy.



Hình 7.19. Sơ đồ tiến hoá kiến tạo Biển Đông
(Thành lập theo Taylor, 1983; Hall, 1996, Wu Jinmin, 1988)
HS: Hoàng Sa, MF:Maclesfield, RB: Reed Bank. LU: Luconia,
SP: Nam Palawan, NP: Bắc Palawan, B: Borneo

Các quan điểm khác

Khác với quan điểm kiến tạo trượt thoát (extruction) của Tapponnier, nhiều nhà nghiên cứu chứng minh hoạt động trượt phải của các hệ thống đứt gãy đó. Nguyễn Nghiêm Minh (1982) đề xuất về sự hình thành Biển Đông do sự trượt cùng chiều theo hướng Tây Bắc với vận tốc khác nhau của hai cánh dọc theo đứt gãy Sông Hồng. Gatinski (1985), Hutchison (1989) nhận định rằng trong Kainozoi Đông Nam Á được đặc trưng bởi các quá trình phá huỷ đứt gãy và sinh rift mạnh mẽ còn tiếp tục đến ngày nay. Vỏ lục địa bị huỷ hoại và mỏng đi cùng với dòng nhiệt cao có thể dẫn đến sự phá vỡ hoàn toàn và tạo thạch quyển đại dương hình thành giãn đáy Biển Đông. Paleo - Biển Đông là một nhánh của Paleo - Pacific giãn đáy vào Trias muộn Jura sớm đến Creta sớm bị hút chìm dưới Borneo. Trong khi đó, phần lục địa Đông Nam Á, đặc biệt là khu vực các dãy núi ấn - Mianmar chịu ảnh hưởng của quá trình nén ép thể hiện sự trượt bằng phải dọc theo các hệ thống đứt gãy lớn phương Tây Bắc- Đông Nam.

Phát triển ý tưởng của Khain về cơ chế hình thành các biển rìa, Lê Duy Bách (1984,1987) đề xuất mô hình thành tạo Biển Đông bắt đầu bằng cơ chế rifting phân tán (diffusive rifting) trên rìa lục địa Đông Nam Á, làm mỏng và đứt đoạn vỏ phía trên nhánh đi lên của đối lưu Manti, mở lộ bồn đại dương thứ sinh kiểu biển ven Biển Đông bắt đầu từ 32 tr.n trước đây. Quá trình giãn đáy lan truyền về phía Tây và bị dịch chuyển phức tạp bởi các đứt gãy chuyển dạng phương á kinh tuyến và Tây Bắc- Đông Nam. Mô hình này được tiếp tục phát triển với rifting phân tán bởi nâng vòm khu vực của các hệ thống đứt gãy sâu, còn sự thúc ra của Indochina có thể đã được hấp thụ bởi sự hình thành các trũng kiểu tách giãn-trượt bằng trên rìa và thềm lục địa.

Trên cơ sở phân tích biến dạng rìa lục địa khu vực Wood (1985) đề xuất một cơ chế hình thành các biển ven Đông Nam Á bị chi phối bởi trường nén ép ngang liên tục về phía Tây làm thu hẹp vỏ theo hướng này kèm theo uốn nếp, nghịch chờm và đứt gãy trượt bằng. Dưới ảnh hưởng của trường nén ép này phần rìa Đông Nam lục địa Châu Á bị biến dạng dọc theo các đới cắt trượt trở thành các đới vỏ lục địa cắt rời thành các dải uốn cong và dịch chuyển xoay. Kết quả tạo nên một loạt các kiến trúc nội mảng bị huỷ hoại kéo dài gần song song với các hệ thống dịch trượt và tách giãn rifting. Các phần rìa ngoài hướng về phía đại dương hình thành các đới hút chìm cùng các kiến trúc hẻm vực và cung đảo tương ứng. Giai đoạn xoay tiếp sau không chỉ làm mở rộng khu vực bị biến dạng mà còn làm xoay các phức hệ kiến trúc cổ hơn.

Polachan (1991) khẳng định kiểu trượt bằng phải dọc các đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam cùng với trượt trái dọc các đứt gãy Đông Bắc- Tây Nam là các nguyên nhân hình thành các trũng theo phương Bắc Nam ở khu vực này, sự hình thành bắt đầu từ Oligocene muộn, ứng với sự xoay theo chiều kim đồng hồ của Indosinia.

Các nhà địa chất dầu khí (Rasmussen, Ren Youliang, 1992) chứng minh trượt

phải dọc các đứt gãy Sông Hồng và đứt gãy Wang Chao - Tonle Sap - Cửu Long là nguyên nhân gây sự mở của các bồn thềm lục địa kiểu pull-apart. Dailly (1994), nhấn mạnh trượt bằng trái dọc các đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam đã chấm dứt và chuyển sang trượt phải trong khoảng 20-19 tr.n., có nghĩa là chấm dứt quá trình trượt ra của Indosinia về Đông Nam và bắt đầu trượt ra của Nam Trung Quốc.

Rangin (1990) coi sự tiến hoá của miền Indonesia- Đông Nam Á là kết quả sự va chạm của các rìa mảng lục địa Australia và Âu Á bị mỏng đi, mặt khác, là sự va chạm chéo góc (oblique collision) của rìa Tây mảng biển Philippin với các rìa lục địa đó. Sự mở ra của các bồn trũng biển ven trước va chạm xảy ra theo các cách khác nhau, trong đó Biển Đông mở ra dọc theo rìa lục địa Âu Á là do va chạm các lục địa Ấn Độ, Âu- Á và do các lực kéo tấm dọc theo hẻm vực Sunda ở phía Nam trong Kainozoi sớm. Quá trình này diễn ra theo 6 thời kỳ: 43 tr.n.; 32 tr.n.; 20 tr.n; 15 tr.n.; 10 tr.n.; và sau 5 tr.n. Các chuyển biến quan trọng nhất xảy ra trong 4 thời kỳ đầu tiên khi các mảnh của Gondwana (ấn Độ-australia) dịch chuyển về Bắc va chạm với rìa lục địa Âu Á cùng với sự đụng độ dẫn đến hút chìm của vỏ đại dương Ấn Độ Dương ở hẻm vực Sunda và mảng Philippin ở phía Đông.

Tách giãn Biển Đông dọc theo các đứt gãy phương Bắc Nam trùng với các cung tròn nhỏ có tâm xoay theo chiều kim đồng hồ nằm ở lân cận 13^0 vĩ Bắc và 95^0 kinh Đông nằm trong Vịnh Bengan (Le Pichon,1988). Trong mô hình này tồn tại một Biển Đông cổ (Paleo- Biển Đông) từ trước 43 tr.n. bị hút chìm về phía Nam dọc theo hẻm vực Palawan. Paleo- Biển Đông bị đóng kín khi dãy Cagayan va chạm với Palawan vào ngưỡng 15 tr.n. Ngoài ra các tác giả còn cho rằng khởi nguồn của tâm giãn đáy Biển Đông là ở chỗ khớp nối của hai hệ thống đứt gãy Sông Hồng và rìa Đông Việt Nam (tức đứt gãy Hải Nam - Eo biển Sunda). Đứt gãy sau cùng là một trượt bằng phải tương ứng với hệ thống các đứt gãy cùng kiểu phân bố trên lãnh thổ Đông Đông Dương lân cận.

Hall R. (1996) có quan điểm gần với mô hình của Rangin nhưng nhấn mạnh vai trò xoay ngược chiều kim đồng hồ của Borneo trong việc đóng kín Paleo - Biển Đông (trượt bằng hơn là hút chìm) vào giữa Đệ Tam và dẫn đến sự phát triển và huỷ hoại các bồn biển ven ở phía Bắc biển Celebes. Paleo - Biển Đông là một phần của mảng Âu - Á tồn tại khoảng 50 tr.n. Các thay đổi lớn diễn ra khi lục địa Australia va chạm với mảng Biển Philippin và khi xảy ra va chạm cung đảo Philippin với rìa lục địa Âu - Á.

Jolivet (1989) ủng hộ quan điểm của Tapponnier, song cũng cho rằng cần phải giải thích sự hình thành Biển Đông, cũng như các biển ven khác trong khu vực, trên cơ sở có sự hội tụ mảng với các biến dạng trượt bằng nội mảng.

Xuất phát từ các phân tích trường ứng suất kiến tạo khu vực trong quá trình

mảng ấn Độ- Australia tiến về phía Bắc và va chạm với lục địa Âu - Á Huchon (1994) cho rằng mô hình biến dạng của Đông Dương bao gồm cả sự hình thành Biển Đông trong Kainozoi, bị khống chế bởi các "dòng" lực không cứng lan toả theo chiều kim đồng hồ xuất phát từ Móm Đông (Eastern Syntax) của Ấn Độ di chuyển về phía Bắc. Sự biến đổi của "dòng" này theo thời gian là nguyên nhân tạo ra tách giãn kiểu rifting các bồn trũng trầm tích cũng như hoạt động trượt bằng dọc theo các đới phá huỷ đứt gãy và giãn đáy bồn Biển Đông. Các tác giả này đưa ra mô hình thời đoạn hình thành Biển Đông là sự thay đổi cơ chế trượt bằng ở các đới đứt gãy chính. Mô hình này độc lập với mô hình trượt thoát lớn đã được Tapponier tính toán.

Trên cơ sở phân tích chi tiết các tài liệu địa chấn và khoan Vịnh Bắc bộ Việt Nam Rangin (1995) đã khẳng định rằng sự trượt bằng trái dọc theo đứt gãy Sông Hồng tại phần cực Tây Bắc của nó không quá vài chục km, chỉ tích cực trong khoảng từ 30 đến 5.5 tr.n. Sau 5.5 tr.n, không ghi nhận được dấu hiệu biến dạng trượt bằng phải như Tapponnier đã nêu lên. Những chứng cớ nói trên cho thấy đứt gãy Sông Hồng có mức độ trượt hạn chế và không thể ghép nối được với việc tách giãn-giãn đáy Biển Đông theo cơ chế pull- apart. Sự có mặt các đứt gãy trượt bằng phải ở Trung tâm Việt Nam có thể tuổi Oligocen- Miocen cho phép lựa chọn mô hình mở ra của Biển Đông với tốc độ lớn hơn so với tốc độ trượt bằng trái dọc theo đứt gãy Sông Hồng.

Phan Trường Thị (1995) đề xuất mô hình kết hợp giữa cơ chế chùm nấm của Flower, Kan Tu và vai trò của đới đứt gãy Hải Nam - Eo biển Sunda theo kiểu trượt bằng phải, làm di chuyển trục tách giãn về phía Nam dưới ảnh hưởng của trượt bằng Sông Hồng.

Packham (1996) phân tích mô hình va chạm ấn Độ - Âu - Á theo thời gian và không gian, kết hợp với các tài liệu cổ từ cho thấy khó có thể áp dụng cơ chế trượt thoát cho sự hình thành các bồn trũng tách giãn đồng trầm tích trên khối Indosinia (ví dụ Nam Côn Sơn), các bồn rift trước giãn đáy ví dụ bồn Cửa sông Châu Giang, bồn Reed Bank) cũng như các bồn sụt lún sau tách giãn (ví dụ Tây Natuna) "kiến tạo thúc ra" có vai trò rất hạn chế trong hình thành Biển Đông. Tốc độ giãn đáy chậm từ 32-26 tr.n. và chỉ ứng với giãn đáy trong pha Oligocen. Sau 24- 26 tr. n. trục giãn đáy chuyển từ Đông Tây sang Đông Bắc - Tây Nam với tốc độ nhanh hơn, chéo góc và cắt sâu vào lục địa Nam Đông Dương và chấm dứt vào 15,5 tr. n. Như vậy, sau 26 tr.n. lực kiểm soát giãn đáy không thể là sự trượt ra của Đông Dương.

Tamaki (1996) cho rằng cần phải tính đến sự hội tụ các mảng thạch quyển quy mô toàn cầu, hoạt động núi lửa cung đảo, giãn đáy sau cung kết hợp với trượt ra của lục địa, sự lan truyền các rift, sự giật lùi của hẻm vực, va chạm của các mảng ấn-Australia và Âu - Á và chùm Manti sâu. Ông cho rằng Biển Đông với cấu trúc và vị trí khá giống biển Nhật Bản, được hình thành bởi sự lan truyền giãn đáy từ Đông sang Tây do sự giật lùi hẻm vực Bonin về phía Đông (cũng như hẻm vực

Đông Philippin, hẻm vực Tây Maryana). Sự giật lùi của hẻm vực về Đông liên quan đến trượt ra của lục địa châu á về phía Đông do va chạm ấn Độ- Âu Á. Mặt khác khi nghiên cứu địa chấn cho thấy một bất thường lớn của Manti nóng nằm sâu dưới gầm rìa lục địa Đông Nam Á (200 km) có ảnh hưởng đến các chế độ kiến tạo ở các phần trên của vỏ lục địa khu vực (ví dụ các hoạt động chùm Manti, macma, đặc biệt phun trào bazan mạnh mẽ ở đây).

3. Mô hình để lựa chọn về tiến hoá kiến tạo Biển Đông

Cho đến nay, các quan điểm nêu trên đều chưa đủ sức thuyết phục về sự tiến hoá của Biển Đông. Điều này phản ánh nhận thức về nguồn gốc các biển rìa là rất phức tạp và còn tồn tại nhiều mô hình khác nhau. Biển Đông không thể xem như một biển rìa theo nghĩa truyền thống mà thuộc loại biển rìa đặc biệt, có lịch sử phát sinh, phát triển khá độc lập liên quan đến sự tương tác của đại dương- lục địa và lục địa - lục địa.

Các tài liệu địa chất khu vực hiện có cho thấy có một gián đoạn lớn sau khi kết thúc quá trình trầm đọng các trầm tích lục địa màu đỏ và hoạt động phun trào cuối Creta, phổ biến ở các khu vực lân cận Biển Đông, kể cả ở các đảo (ngoại trừ quần đảo Philippin). Gián đoạn này kéo dài ít nhất cho đến đầu Eocen. Riêng các hoạt động xâm nhập granitoit phát triển liên tục từ Creta đến đầu Kainozoi (Oligocen) chủ yếu trên lãnh thổ Đông Dương. Trên các mô hình tái dựng nguyên trạng của thời kỳ này Đông Nam Á nói chung và Đông Dương nói riêng nằm ở phần rìa của lục địa Châu á đối mặt với Thái Bình Dương ở phía Đông và Ấn Độ Dương ở phía Nam. Từ đó có thể nhận định rằng trong Paleocen, khu vực này chịu một quá trình san bằng cùng với nâng vòm chung trên toàn khu vực và vỏ lục địa tương đối mỏng bị biến cải do các hoạt động magma. Nguyên nhân của nâng vòm khu vực là sự tồn tại của một bất thường manti nóng dưới gầm lục địa (Tamaki, 1995).

Có thể chấp nhận một đới rìa hội tụ kiểu Ande ở phía Đông tồn tại trước đó (dọc theo đai núi lửa -pluton rìa kéo dài từ Đông Nam Trung Quốc đến Đông Nam Việt Nam). Điều này đòi hỏi phải có một bồn Biển Đông cổ. Đới hút chìm cổ đã chấm dứt hoạt động do cơ chế giật lùi hẻm vực về phía Đông-Đông Nam, có lẽ bởi sự trượt dần của Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương về phía Tây Bắc và Bắc Đông Bắc.

Những quá trình nêu trên dẫn đến xuất hiện chế độ căng giãn khu vực mạnh mẽ mà hậu quả là tạo nên *rifting phân tán* bắt đầu vào Eocen. Các địa hào không lớn được hình thành dọc theo các đới mềm yếu (các đới đứt gãy sâu vốn có sẵn trong vỏ) có phương khác nhau (chủ yếu Tây Bắc- Đông Nam, Đông Bắc- Tây Nam và á vĩ tuyến) tái hoạt động và được lấp đầy bởi các thành tạo lục địa, sản phẩm bào mòn các rìa nâng kế cận các địa hào này. Quá trình này tiếp tục phát triển đến cuối Oligocen muộn (rift Sông Hồng, các

địa hào dọc đứt gãy Tong Le Sap- Cửu Long, các đới rift ở trung tâm Biển Đông). Trong khi đó, các lục địa ấn Độ và Australia ngày càng tiến gần đến khu vực này và bắt đầu sự va chạm của chúng với rìa lục địa Âu Á, cùng với dịch chuyển liên tục về Tây của Thái Bình Dương và ép nén theo phương đó về phía rìa lục địa, tạo nên một trường lực tách giãn phương Bắc Nam tương ứng ở khu vực Biển Đông.

Sát phía Đông Nam của rìa này xuất hiện đới đứt gãy chuyển dạng- trượt trái mà dọc theo nó mảng Đông Philippin trượt về Bắc Tây Bắc cùng với sự đổi chiều chuyển động của Thái Bình Dương. Chính các quá trình này đã dẫn đến tách giãn hoàn toàn vỏ lục địa tại đới rift Biển Đông đã hình thành trước đó. Giãn đáy kiểu A đã mở ra kiến trúc Biển Đông mới có vỏ kiểu đại dương vào ngưỡng 32 tr.n. với phương giãn đáy Bắc Nam. Biển Đông đã ăn sâu vào vỏ lục địa, các quá trình kiến tạo (giãn đáy, nâng trồi chùm Manti) đã tập trung hoạt động tại đây, các đới rift khác phát triển yếu dần. Phần rìa lục địa cùng với Paleo- Biển Đông ở phía Nam bắt đầu quá trình hút chìm dọc theo hẻm vực Palawan. Trong khi đó trên lục địa chủ yếu diễn ra quá trình nâng tạo núi khá mạnh mẽ và ngày càng phân dị cao. Biên độ biến dạng Kainzoi ở phần này dao động từ vài trăm met ở các vùng ven biển đến trên 2000 m ở các vùng núi phía Tây, trong đó có một số nơi có thể đạt tới trên 5000 m (Hoàng Liên Sơn). Nếu đối sánh với biên độ sụt lún của các bồn trũng Kainozoi thềm lục địa thì mức tổng biến dạng thẳng đứng có thể đạt tới trên 10 - 20km. Nâng tạo núi phân dị ngày càng mạnh tương ứng với sự dồn đống, thu hẹp và làm dày vỏ lục địa bù trừ cho tách giãn, làm mỏng vỏ lục địa và bành trướng vỏ đại dương ở các bồn biển ven lân cận.

Vào cuối Oligocen và trong Miocen sớm - giữa, khi Indostan di chuyển ngày một xa về phía Bắc và đâm thúc vào lục địa Âu -Á thì kiến tạo trượt thoát của Đông Dương bắt đầu hoạt động. Các hệ đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam xảy ra trượt bằng trái với biên độ ngày càng giảm về phía các đầu mút Đông Nam và bị "hấp thụ" bởi sự mở ra của các bồn kiểu pull- apart, hoa âm (negative flower) hoặc cắt trượt (simple shear) ở các đầu mút này (trũng Hà Nội, Lôi Châu, Bạch Long Vĩ, Cửu Long). Dưới ảnh hưởng của các lực kéo tấm ở hẻm vực Palawan, Sunda và Australia trượt về Bắc, Phillipin trượt về Bắc dọc theo đứt gãy chuyển dạng trượt bằng trái. Chiều giãn đáy ở trũng trung tâm Biển Đông thay đổi sang phương Tây Bắc- Đông Nam và phát triển từ Đông Bắc đến Tây Nam. Điều này tạo điều kiện kích thích sự dâng lên của chùm manti sâu, dẫn đến hình thành vỏ đại dương mới dạng nêm cắm sâu về phía lục địa Nam Việt Nam.

Sự kiện này đồng thời với sự hình thành của hút chìm ở hẻm vực Manila ở phía Đông và sự va chạm của các phần rìa lục địa phía Nam, chấm dứt hoạt động của đới hút chìm dọc hẻm vực Palawan và rìa Đông Bắc Borneo. Các hệ thống đứt gãy ở phía Nam như Wang Chao, Three Pagoda đã đổi chiều sang trượt bằng phải là

nguyên nhân của sự thành tạo các trũng có phương Bắc Nam ở trung tâm Thái Lan, và có lẽ cả trũng Nam Côn Sơn. Trũng sau cùng còn chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi hoạt động giãn đáy dạng nêm trong Miocen của trũng nước sâu Biển Đông.

Các hoạt động tách giãn - giãn đáy ở Biển Đông và phần thềm lục địa tạo áp lực nén ép bù trừ về phía lục địa Đông Nam á, làm gia tăng hoạt động tạo núi phân dị trên lãnh thổ Đông Dương, cùng với các hoạt động dọc theo các đới đứt gãy làm nảy sinh hàng loạt các trũng giữa núi nguồn rift có quy mô không lớn (ví dụ trũng Sông Ba trên vòm Kon tum), nguồn pull- apart (ví dụ các trũng Nà Dương, Cao Bằng dọc theo đứt gãy trượt bằng trái Cao Bằng Tiên Yên)...

Các hoạt động giãn đáy chấm dứt trong khoảng 14 - 16 tr.n., khi Ấn Độ Dương- Australia di chuyển về phía Bắc đến sát vị trí hiện nay với sự đóng kín hoàn toàn của Paleo- Biển Đông. Vỏ đại dương mới tạo ở trũng nước sâu trung tâm Biển Đông bắt đầu quá trình nguội đi mà hệ quả của nó là hạ lún do nguội và cân bằng đẳng tĩnh vào Pliocen - Đệ Tứ. Quá trình hạ lún chung này bao trùm cả toàn bộ các khu vực thềm lục địa lân cận, tạo nên lớp phủ trầm tích "san bằng" quan sát thấy trong hầu hết các bồn trũng ở đây và phải được bù trừ bởi sự gia tăng của quá trình nâng trên các lục địa lân cận (quan sát thấy quá trình nâng này trên phần lục địa Việt Nam, kể cả các trũng được hình thành trong các giai đoạn trước đó).

Quá trình nâng chung này dẫn đến chế độ tách giãn mới, tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động của chùm manti sâu dâng lên từ phía dưới vỏ, làm xuất hiện hoạt động phun trào bazan rầm rộ mới trên toàn khu vực. Quá trình này tiếp diễn có thể dẫn đến một chu kỳ sinh rift mới và nóng lên ở các phần lục địa, trong khi các vùng biển ven lân cận có xu hướng đóng kín và có lẽ sẽ dẫn đến hoạt động uốn nếp, tạo núi trong tương lai, như đã chỉ ra trong chu kỳ tạo núi của Winson.

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu đã đạt được, có thể trình bày mô hình như sau:

1. Qúa trình hội tụ của các mảng thạch quyển vào Mezozoi đã làm sản sinh một đai nén ép lớn dọc Tây Thái Bình Dương và Nam Âu - á, xuất hiện hàng loạt các đới cuốn hút để tiêu biến các kiến trúc kiểu đại dương thuộc phần của Tethys và Tây Thái Bình Dương. Đụng độ tiếp theo đã tạo ra trường nén ép mạnh ở các rìa và hình thành các đai uốn nếp tương ứng. Trong bối cảnh địa động lực này đã xuất hiện điều kiện huỷ hoại các kiến trúc lục địa có trước bằng sinh núi nội mảng thứ sinh và sinh rift lục địa định hướng khác nhau do sự đụng độ nhiều chiều của các mảng thạch quyển khu vực. Đối với khu vực Biển Đông và các rìa kế cận qúa trình này bắt đầu từ Eocen và xảy ra mạnh mẽ từ giữa Oligocen.

2. Kiến sinh huỷ hoại phát triển đến mức cao làm đứt đoạn và phân rã các

khối lục địa, thoạt đầu là Borneo (Kalimantan), tiếp đến là Trường Sa, Luconia, Reed Bank, Palawan - Mindoro và Hoàng Sa- Macclessfield, chúng được ngăn cách bởi các bồn trầm tích Kainozoi kiểu địa hào, đôi nơi có hoạt động phun trào đi kèm, và được nảy sinh trong hệ thống rift phân tán. Một số nhánh rift của hệ thống này có thể kế thừa các đứt gãy chuyển dạng cũ, nguyên là phần của trục giãn đáy (spreading) bồn đại dương kế cận, tiến hoá nhanh thành các đới giãn đáy để hình thành các lưu vực biển ven có vỏ kiểu đại dương mới tạo với tác động trực tiếp của cơ chế Thượng Manti.

3. Hiệu ứng địa động lực trượt thoát, biến dạng nén ép tiến triển Đông Tây "dòng" lực không cứng, lực kéo tấm từ hút chìm đều có tác động nhất định đến sự hình thành Biển Đông, được thể hiện ở sự triệt tiêu các hệ thống rift có vị trí địa động lực không thuận lợi và nảy sinh các hệ thống khác, dịch chuyển hướng lan truyền của sinh rift, giãn đáy và định hình hình hài kiến trúc của lưu vực Biển Đông, cũng chính là những vấn đề còn cần được nghiên cứu.

Tính đặc thù của qúa trình giãn đáy ở Biển Đông là mối liên quan với tổ hợp các nhân tố. Vào các thời kỳ khác nhau của sự phát triển quan sát thấy ưu thế của nhân tố này hay nhân tố khác. Không nên hiểu Biển Đông là một biển rìa theo nghĩa truyền thống và áp dụng một cơ chế địa động lực đơn giản để nhận thức quy luật tiến hoá của nó trong lịch sử phát triển kiến tạo của thạch quyển.

Kết luận

Biển Đông có vị trí kiến trúc đặc sắc trong bình đồ kiến trúc hiện đại khu vực Đông Nam á. Trên bình đồ kiến trúc kiến tạo hiện đại, biển rìa Đông Việt Nam là một tổ hợp kiến trúc đa sinh được sinh thành trong những bối cảnh địa động lực phức tạp từ cuối Mezozoi và Kainozoi ở miền chuyển tiếp giữa mảng Âu á và mảngThái Bình Dương. Biển Đông Kainozoi là sản phẩm tổ hợp kiến trúc mới tạo của lịch sử tiến hoá địa động lực của đai động Tây Thái Bình Dương.

Các nhịp hoạt động của vỏ Trái đất Biển Đông gắn bó chặt chẽ với các giai đoạn phát triển của các kiến trúc lục địa kế cận. Nhờ vậy, có thể đối sánh được các đặc điểm cấu trúc địa chất và địa động lực giữa chúng để xác định các phức hệ vật chất- kiến trúc Kainozoi chủ yếu của thạch quyển Biển Đông.

Các đặc điểm cấu trúc kiến tạo và tiến hoá địa động lực của Biển Đông là tiền đề quan trọng để dự báo tiềm năng khoáng sản nói chung và đặc biệt là hydrocacbon nói riêng của miền biển Việt Nam.

Chương VIII

TIỀM NĂNG DẦU KHÍ VÀ KHOÁNG SẢN VÙNG BIỂN VIỆT NAM

I. TIỀM NĂNG DẦU KHÍ CÁC BỒN TRŨNG TRẦM TÍCH ĐỆ TAM VIỆT NAM

1. Khái quát

Việt Nam có diện tích đất liền 330.000 km^2 và hàng triệu km^2 thềm lục địa và vùng đặc quyền kinh tế, từ lâu đã được các nhà địa chất trong và ngoài nước đánh giá là vùng tồn tại các bồn trũng trầm tích Đệ Tam có tiềm năng dầu khí đáng kể.

Các bồn trũng trầm tích Kainozoi ở Việt Nam được hình thành do sự mở rộng các rift phát triển chủ yếu trên vỏ lục địa, một số trên vỏ lục địa bị vát mỏng (chuyển tiếp lục địa- đại dương) với đặc điểm hoạt động nhiều pha, cấu trúc khối đứt gãy của móng đã tạo ra các đới nâng, đới sụt được phân bố và khống chế bởi các hệ thống đứt gãy sâu khu vực khác nhau đã tạo nên bình đồ cấu trúc địa chất của khu vực nói chung và các bồn trũng trầm tích nói riêng rất phức tạp.

Trầm tích Kainozoi phủ chồng gối lện móng không đồng nhất về tuổi, thành phần và có địa hình phân dị phức tạp, bị phân cắt bởi các hệ thống đứt gãy có biên độ và hướng khác nhau, bao gồm chủ yếu các thành tạo lục nguyên, lục nguyên chứa than. ở một số nơi (bồn trũng Sông Hồng, Nam Côn Sơn, Phú Khánh, Vũng Mây) còn gặp các trầm tích cacbonat trong Miocen. Ngoài ra ở các bồn trũng trầm tích nước sâu dự báo từ Miocen đến Đệ Tứ phổ biến các thành tạo ám tiêu san hô phát triển gần như liên tục ở các dải nâng cao nay là các đảo nổi và các bãi đá ngầm của hai quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa.

Chiều dày trầm tích Kainozoi ở các bồn trũng thay đổi rất lớn từ vài km đến trên 10 km (bề dày trầm tích lớn nhất ở trung tâm bồn trũng sông Hồng có thể đạt trên 10 km, các bồn trũng khác bề dày trầm tích khoảng 6- 8 km, ở các trũng sâu có

thể đạt tới 10 km). Tồn tại nhiều dạng play chứa dầu khí khác nhau từ móng phong hoá nứt nẻ đến Miocen và Pliocen, chúng được thành tạo trong các môi trường đầm hồ, Tam giác châu, biển ven bờ đến biển sâu, với các trầm tích hạt mịn (sét trong Oligocen và Miocen) có khả năng sinh dầu, khí khác nhau phụ thuộc vào môi trường thành tạo và các điều kiện địa chất cụ thể của từng bồn trũng.

Kết quả công tác tìm kiếm thăm dò trong thời gian qua đã xác định được các bồn trũng trầm tích Đệ Tam có triển vọng dầu khí, đó là các bồn trũng Sông Hồng, Phú Khánh, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Vũng Mây, Hoàng Sa, Trường Sa, Malay- Thổ Chu (hình 5.1; 8.1). Trong đó các bồn trũng Sông Hồng, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Malay-Thổ Chu đã phát hiện và đang khai thác dầu khí, được xác định là các bồn trũng chứa dầu khí với các đặc trưng chính về dầu khí của các bồn trũng như sau:

- Bồn trũng Cửu Long: Chủ yếu phát hiện dầu, trong đó có 4 mỏ đang khai thác, một số phát hiện dầu khác đang được thẩm lượng. Đây là bồn trũng chứa dầu chủ yếu ở thềm lục địa Việt Nam.
- Bồn trũng Nam Côn Sơn: Phát hiện cả dầu và khí (tỷ lệ phát hiện khí, khí - condensat cao hơn) trong đó có 1 mỏ dầu đang khai thác, một số mỏ khí đang phát triển đưa vào khai thác trong thời gian tới.
- Bồn trũng sông Hồng: chủ yếu phát hiện khí, trong đó 1 mỏ khí ở đồng bằng sông Hồng (trũng Hà Nội) đang được khai thác, một số phát hiện khí khác ở phía Nam bồn trũng sông Hồng (vùng biển Miền Trung) có hàm lượng CO_2 cao (60-90%).
- Bồn Trũng Malay- Thổ Chu: Phát hiện cả dầu và khí trong đó có 1 mỏ dầu khí ở vùng chồng lấn giữa Việt Nam và Malaysia đang được khai thác. Phần phía Bắc của bồn trũng (vùng giáp với thềm lục địa Thái Lan) chủ yếu phát hiện khí, khí condensat.

Nhìn chung các phát hiện dầu khí ở thềm lục địa và đất liền Việt Nam cho đến nay chủ yếu có qui mô nhỏ đến trung bình và thường là các mỏ nhiều tầng chứa dầu khí có tuổi khác nhau từ Oligocen đến Pliocen dưới và móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam với cấu trúc địa chất rất phức tạp. Việc Xí nghiệp liên doanh Vietsovpetro phát hiện và khai thác dầu trong móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam ở mỏ Bạch Hổ thuộc bồn trũng Cửu Long là sự kiện nổi bật không những chỉ làm thay đổi phân bố trữ lượng và đối tượng khai thác ở mỏ này mà còn tạo ra quan điểm địa chất mới cho việc thăm dò dầu khí ở thềm lục địa Việt Nam. Nhờ đó mà đã phát hiện dầu trong móng phong hoá nứt nẻ ở mỏ Rồng, Hồng Ngọc (Ruby), Rạng Đông, Sư Tử Đen (bồn trũng Cửu Long) B10 (trũng Hà Nội), trong đó mỏ Rạng Đông, Sư Tử Đen nơi mà công ty Deminex trước đây(1979) đã khoan thăm dò 2 giếng (15C-1X, 15G-1X) không phát hiện dầu, nhưng gần đây công ty JVPC, Cửu Long JOC khoan lại các cấu tạo này đã phát hiện dầu trong

móng với lưu lượng trên 10.000 thùng/ngày. Trên cơ sở đặc điểm cấu trúc địa chất, môi trường trầm tích; căn cứ vào các chỉ tiêu sinh, chứa, chắn, thời gian hình thành bẫy và dịch chuyển dầu khí của các bồn trũng trầm tích cho thấy các bồn trũng trầm tích Đệ Tam ở Việt Nam là các bồn trũng chứa dầu khí có nhiều triển vọng. Do đặc điểm hình thành và phát triển riêng của từng bồn trũng trầm tích nên tiềm năng dầu khí của mỗi bồn trũng có khác nhau.

Tổng hợp, phân tích các kết quả thăm dò khai thácdầu khí trong thời gian qua đã khẳng định các bồn trũng trầm tích Đệ Tam ở Việt Nam là các bồn trũng chứa dầu khí có nhiều triển vọng và lần đầu tiên tiềm năng dầu khí của Việt Nam nói chung, của từng bồn trũng trầm tích Đệ Tam nói riêng được đánh giá cho từng play (tầng chứa sản phẩm) theo một phương pháp và hệ thống phân cấp trữ lượng (PRIS) thống nhất. Tiềm năng dầu khí của các bồn trũng trầm tích Đệ Tam của Việt Nam theo kết quả nghiên cứu được nêu tóm tắt cho mỗi bồn trũng.

2. Bồn trũng Sông Hồng

Bồn trũng sông Hồng phân bố ở vịnh Bắc Bộ và kéo dài dọc theo biển Miền Trung tiếp giáp với bồn trũng Phú Khánh ở phía Nam, phần Tây Bắc của bồn trũng mở rộng vào đất liền đồng bằng sông Hồng được gọi là trũng Hà Nội.

Có thể phân chia Bồn trũng Sông Hồng thành phần đất liền (trũng Hà Nội) và phần trên biển (Vịnh Bắc bộ kéo dài dọc theo biển Miền Trung). Cũng có thể có cách phân chia khác là Bắc bồn trũng Sông Hồng (Trũng Hà Nội, Vịnh Bắc Bộ) và Nam bồn trũng Sông Hồng (trũng Huế - Quảng Đà).

2.1. Trũng Hà Nội (Miền vũng Hà Nội)

a. Khái quát chung

Trũng Hà Nội là phần mở rộng của bồn trũng Sông Hồng ở Vịnh Bắc Bộ về phía Tây Bắc vào đất liền (đồng bằng sông Hồng) là vùng được nghiên cứu địa chất dầu khí ngay từ đầu những năm 60 với sự giúp đỡ của Liên Xô cũ. Từ năm 1969-1984 Liên đoàn 36 (Công ty Dầu khí I) đã khoan thăm dò trên 15 cấu tạo, nhưng chỉ phát hiện được 1 mỏ khí Tiền Hải "C" trong trầm tích Miocen trên vào năm 1975. Sau 25 năm hoạt động, do chỉ phát hiện một mỏ khí với qui mô nhỏ và gặp khó khăn để tiếp tục đầu tư nên công tác tìm kiếm thăm dò ở trũng Hà Nội phải tạm ngừng từ năm 1985- 1993. Từ năm 1993 đến nay thực hiện hợp đồng PSC đã ký với Tổng công ty Dầu khí Việt Nam, công ty Anzoil đã tiến hành khoan một số giếng khoan thăm dò nhưng cũng chỉ phát hiện khí ở cấu tạo D14 và dầu trong móng trước Đệ Tam (đá vôi) ở cấu tạo B10 thuộc rìa Đông Bắc (năm 1996) với lưu lượng dòng sản phẩm yếu, chưa xác định được qui mô mỏ.

Kết quả nghiên cứu cho thấy trầm tích Kainozoi ở trũng Hà Nội gồm các thành tạo lục nguyên, đôi chỗ chứa than có tuổi từ Eocen? đến Đệ Tứ, phủ trên móng có địa hình phân dị phức tạp, không đồng nhất có tuổi và thành phần khác nhau (bao

gồm đá phun trào riolit thuộc phức hệ Tam Đảo - T_{2td}, đá phiến sét, bột kết, cát kết hạt mịn màu đen, cuội kết đa khóang và đá vôi) với bề dày tăng dần từ vùng rìa vào trung tâm và đạt 5 - 6 km ở vùng trũng sâu.

Sự hình thành phát triển của trũng Hà Nội có liên quan trực tiếp đến hoạt động của hệ thống đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam như sông Hồng, sông Chảy, sông Lô, Vĩnh Ninh... Đặc điểm hoạt động nhiều pha và cấu trúc khối - đứt gãy của móng đã tạo ra các đới nâng, đới sụt được phân bố và khống chế bởi các hệ thống đứt gãy sâu khu vực có biên độ khác nhau. Căn cứ vào đặc điểm của cấu trúc địa chất trũng Hà Nội được phân ra các đơn vị cấu tạo chính sau:

Vùng rìa Đông Bắc: là phần đơn nghiêng rìa Đông Bắc được giới hạn với đới Trung tâm bởi đứt gãy sông Lô.

Đới Trung tâm: được giới hạn bởi đứt gãy sông Lô ở Đông Bắc, sông Chảy ở Tây Nam và được phân ra các phụ đới: Khoái Châu - Tiền Hải, Gia Lâm - Đông Quan. Ranh giới giữa 2 phụ đới này là đứt gãy Vĩnh Ninh.

Vùng rìa Tây Nam: Đặc trưng của đới là móng phân dị khá phức tạp về thành phần đá, tuổi địa chất, cũng như địa hình cổ chôn vùi, được phân cách với đới Trung tâm bởi đứt gãy sông Chảy.

Kết quả công tác thăm dò cho thấy trũng Hà Nội tồn tại các dạng play từ móng phong hoá nứt nẻ đến Miocen trên bao gồm play 1 (móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam) các play 2c (Oligocen), 3a, 3b và 3c (Miocen), các play này đã được xác nhận chứa dầu khí (hình 8.2).

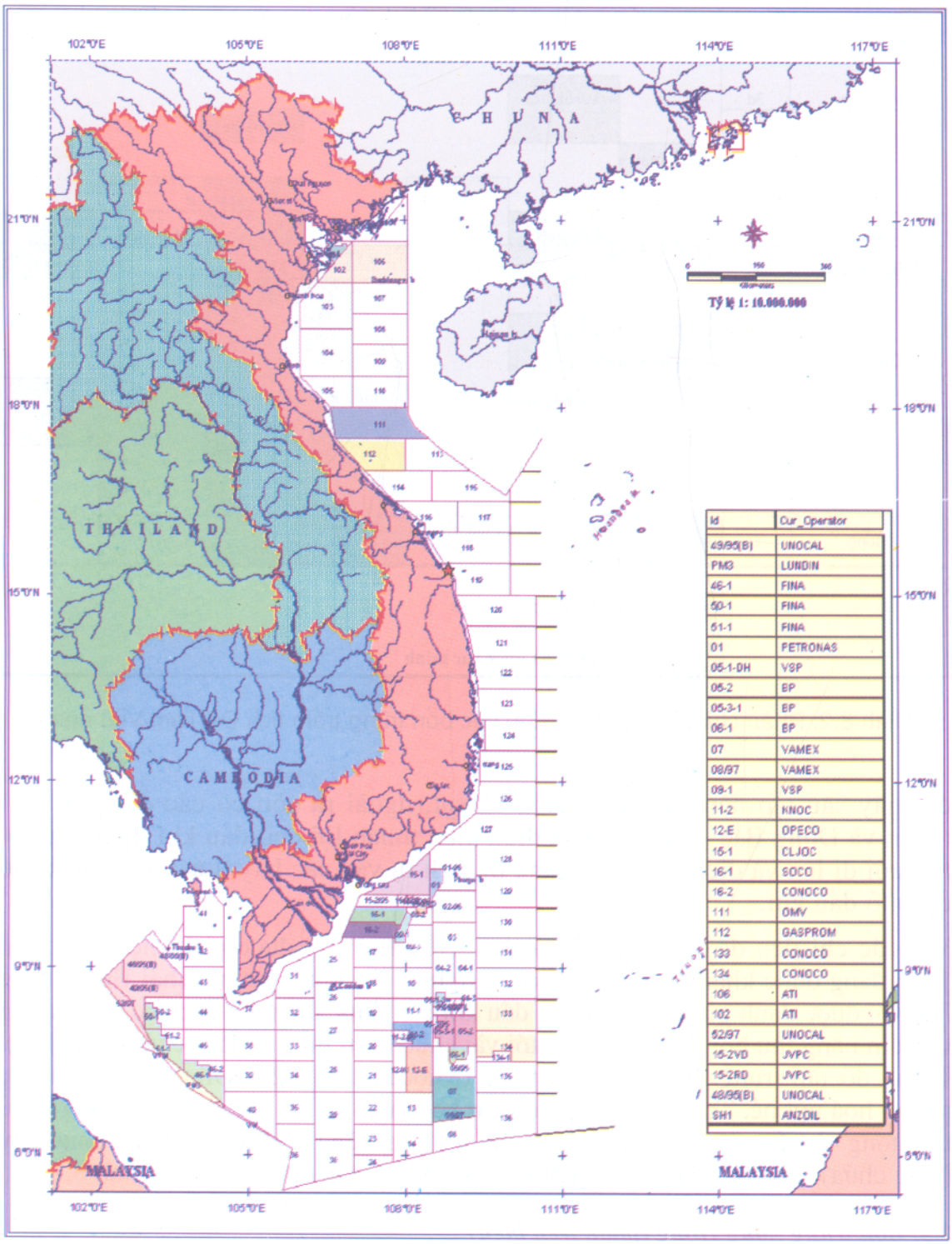
b. Tiềm năng dầu khí

- *Đá sinh:* Các tầng đá mẹ đã được phát hiện ở trũng Hà Nội là các tập sét trong trầm tích Oligocen (ĐAM- I) được phân bố ở vùng Đông Quan, Tiền Hải; điệp Phủ Cừ 2 và phần dưới điệp Phủ Cừ 3 tuổi Miocen giữa (ĐAM- II) được phân bố ở Kiến Xương, Tiền Hải và Phượng Ngãi. Đá mẹ có hàm lượng vật chất hữu cơ từ nghèo đến trung bình, chủ yếu thuộc kerogen loại III và ít loại II nên tiềm năng sinh khí là chủ yếu.

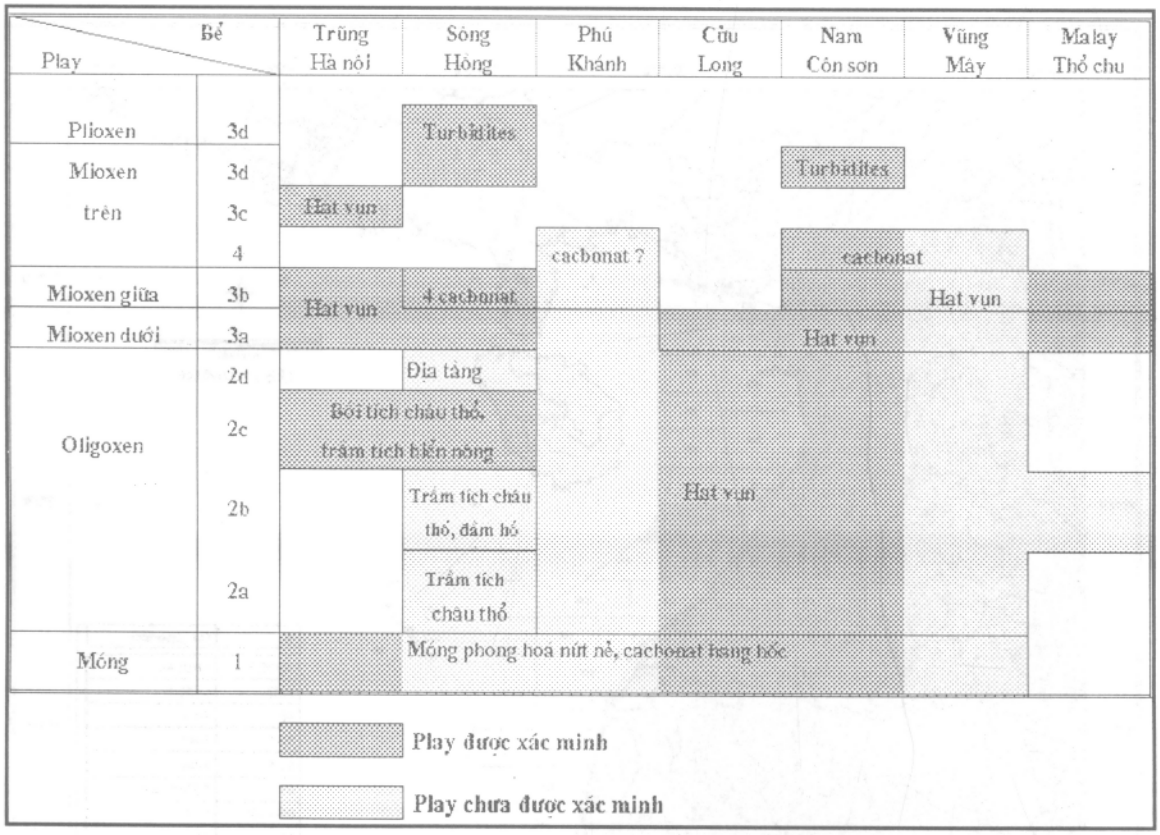
- *Đá chứa:* Là cát kết có tuổi Paleogen, Neogen với chiều dày biến đổi từ 5-15 m với độ rỗng, độ thấm trung bình đến kém và các đá móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam (đá vôi).

- *Đá chắn:* Đá có khả năng chắn (địa phương) ở trũng Hà Nội là loại đá hạt mịn gồm sét kết, bột kết và các lớp than phân bố ở điệp Phong Châu, Phủ Cừ, Tiên Hưng.

- *Bẫy dầu khí*: Các cấu tạo vòm, bán vòm kề đứt gãy là đối tượng để tìm kiếm thăm dò dầu khí. Tuy nhiên với đặc điểm các cấu tạo được hình thành muộn liên quan đến pha nghịch đảo kiến tạo vào cuối Miocen nên khả năng tích tụ dầu khí cũng hạn chế. Ngoài ra còn hy vọng gặp dầu khí trong bẫy phi cấu tạo (vát nhọn địa tầng, lòng sông cổ...) và hỗn hợp. Với sự tồn tại của hệ thống



Hình 8.1. Sơ đồ phân lô tìm kiếm thăm dò dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam



Hình 8.2: Phân chia Play (tầng chứa) các bồn trũng trầm tích Đệ Tam Việt nam.

đứt gãy sâu tạo nên các khối nâng và sụt, ngoài ra còn có các đứt gãy á vĩ tuyến và Đông Bắc - Tây Nam là điều kiện thuận lợi cho dầu khí dịch chuyển từ dưới đi lên và dịch chuyển ngang để tích tụ vào các bẫy thuận lợi thành tạo các mỏ dầu khí.

Với các chỉ tiêu đã nêu trên và mỏ khí Tiền Hải "C" được phát hiện đầu năm 1975 đang được khai thác phục vụ công nghiệp địa phương tỉnh Thái Bình, trũng Hà Nội được đánh giá có tiềm năng dầu khí cần được thăm dò tiếp tục. Trữ lượng và tiềm năng thu hồi dự báo có thể tới vài chục triệu m^3 qui dầu (chủ yếu là khí). Trong đó tập trung chủ yếu ở play 3c (Miocen trên), 2c (Oligocen) và móng phong hoá nứt nẻ. Trữ lượng đã phát hiện khoảng 5 tỷ m^3 khí chiếm khoảng 30% trữ lượng và tiềm năng dự báo có thể thu hồi của trũng Hà Nội. Sự phân chia play (tầng chứa) các bồn trũng trầm tích Đệ Tam Việt Nam được nêu trên hình 8.2.

2.2. Bồn trũng Sông Hồng (phần trên biển)

a. Khái quát chung

Phần trên biển của bồn trũng sông Hồng phân bố ở vịnh Bắc Bộ và kéo dài dọc theo biển Miền Trung tiếp giáp với bồn trũng Phú Khánh ở phía Nam. Tại đây từ

năm 1988 đến nay đã ký trên 10 hợp đồng dầu khí. Các nhà thầu nước ngoài và Tổng công ty Dầu khí đã khoan thăm dò trên 20 giếng trong đó có một số giếng phát hiện khí trong cát kết và đá vôi Miocen, 1 giếng có biểu hiện dầu trong móng trước Đệ Tam (đá vôi).

Tổng hợp các tài liệu hiện có cho thấy bồn trũng sông Hồng là một bồn trũng rift nằm trong khu vực có cấu trúc địa chất phức tạp được lấp đầy bởi trầm tích Kainozoi với bề dày ở trung tâm bồn trũng đạt trên10 km. Căn cứ vào đặc điểm trầm tích có thể phân ra 2 vùng với đặc điểm trầm tích khác nhau (Bắc và Nam). Địa tầng ở phía Bắc được phân chia tương tự như phần đất liền (trũng Hà Nội) bao gồm các thành tạo lục nguyên, đôi chỗ chứa than có tuổi từ Eocen đến Đệ Tứ với điểm đáng lưu ý là chiều dày, môi trường tướng trầm tích có thay đổi so với đất liền. ở phía Nam ngoài các thành tạo lục nguyên còn có các thành tạo cacbonat tuổi Miocen dưới và giữa (đá vôi Miocen dưới gặp ở phía Bắc đới nâng Tri Tôn tại giếng khoan 115-A-1X, ở lô 118 và lô 119 gặp đá vôi ở Miocen giữa). Sự hình thành và phát triển bồn trũng Sông Hồng có liên quan trực tiếp đến hoạt động của hệ thống đứt gãy Sông Hồng theo hướng Tây Bắc - Đông Nam và hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam và á Bắc Nam thuộc rìa Tây Bắc Biển Đông. Chính các hệ thống đứt gẫy này đã phân chia và khống chế các đơn vị cấu trúc chính của bồn trũng Sông Hồng như:

Đới rìa Đông: Phân bố ở phía Đông đứt gãy Sông Lô với địa hình móng bị phân dị tương đối phức tạp do địa hào Bạch Long Vĩ thông với bồn trũng Lôi Châu (thềm lục địa Trung Quốc) và phần cửa vịnh là nơi chuyển tiếp giữa bồn trũng Sông Hồng và bồn trũng Nam Hải Nam (thềm lục địa Trung Quốc). Trầm tích Paleogen có mặt tại các địa hào sâu, trầm tích Kainozoi bị vát mỏng dần về phía Tây đảo Hải Nam.

Trũng Trung tâm: Được giới hạn bởi đứt gãy Sông Lô ở phía Đông và đứt gãy sông Chảy ở phía Tây. Trũng Trung tâm được mở rộng ở phần giữa, thu hẹp ở phía Tây Bắc và Nam.

Đới rìa Tây: Nằm ở phía Tây đứt gãy Sông Chảy, bề dày trầm tích thay đổi lớn và có xu hướng tăng dần từ đất liền ra biển với các trầm tích lục nguyên có tuổi Oligocen-Đệ Tứ.

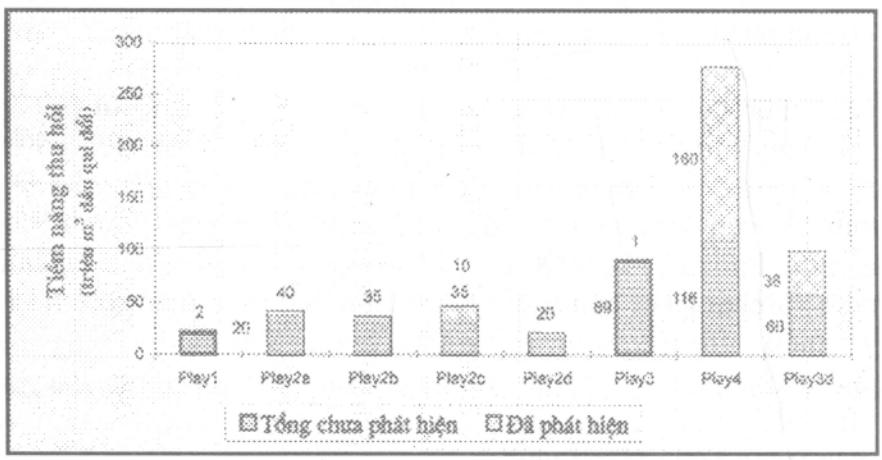
Đơn nghiêng phân dị Huế (phụ bồn trũng Huế ?): Bị ảnh hưởng mạnh bởi hoạt động của các đứt gãy có phương Đông Bắc - Tây Nam, tạo nên bởi một số địa hào và bán địa hào nhỏ như Anh Vũ, Bạch Trĩ và các phần nâng cao của móng như: Hoàng Anh, Bạch Trĩ, Hải Yến, Kim Tước, Đại Bàng, Thần Điêu.

Địa hào Quảng Ngãi: Là phần kéo dài về phía Nam của trũng Trung tâm bồn trũng sông Hồng, có hình dạng của một địa hào hẹp nhỏ dần về phía Nam được lấp đầy bởi các thành tạo Oligocen đến hiện tại.

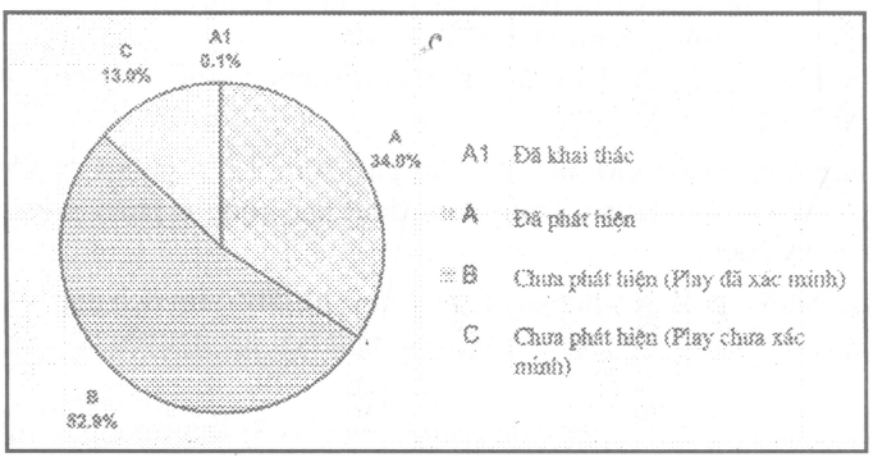
Đới nâng Tri Tôn: Phát triển từ lô 115 ở phía Bắc kéo dài đến lô 121 ở phía Nam với đặc điểm bị lún chìm không đều ở 2 phía Bắc và Nam. Phần phía Bắc bị

lún chìm sớm hơn (vào Miocen dưới) và khi phần phía Bắc nâng lên thì phần phía Nam lại bị lún chìm (vào Miocen giữa).

Đây là bể trầm tích có nhiều và đầy đủ nhất các dạng play (tầng chứa sản phẩm) từ móng phong hoá nứt nẻ đến Pliocen (hình 8.3a,b). Trong số các play được phân ra ở đây các play: 1, 2a, 2b và 2d là chưa được xác nhận chứa dầu khí.



Hình 8.3a. Tiềm năng dầu khí thu hồi theo Play ở bồn trũng Sông Hồng



Hinh 8.3b. Phân bố tiềm năng dầu khí theo mức độ thăm dò ở bồn trũng Sông Hồng

b. Tiềm năng dầu khí

Đá sinh: Ngoài các tầng sinh đã phát hiện trong Miocen trung và Oligocen ở trũng Hà Nội có khả năng phát triển ra thềm lục địa vịnh Bắc Bộ với hàm lượng vật chất hữu cơ nghèo- trung bình chủ yếu kerogen loại III nên nghiêng

về sinh khí, hy vọng ở những trũng sâu và phía Nam bồn trũng sông Hồng có khả năng tồn tại trầm tích sét đầm hồ tuổi Oligocen, Eocen (?) với chất lượng tốt hơn và có khả năng sinh dầu.

Đá chứa: Trong phạm vi bồn trũng sông Hồng có 2 loại đá chứa đó là các thành tạo lục nguyên có tuổi Oligocen, Miocen và Pliocen và đá cacbonat có tuổi Miocen. Trong đó đá chứa cacbonat phân bố chủ yếu ở phía Nam của bồn trũng. Ngoài ra các đá móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam (đá vôi) cũng là đối tượng chứa đáng quan tâm.

Đá chắn: Tầng chắn chủ yếu là tầng sét có tuổi Pliocen sớm phát triển tương đối rộng. Các tập sét Oligocen và Miocen là những tầng chắn phát triển mang tính địa phương.

Bẫy dầu khí: các loại bẫy dầu khí ở bồn trũng sông Hồng là các cấu tạo vòm, bán vòm kề đứt gãy, các đới vát nhọn địa tầng, các thân cát dạng đập chắn, lòng sông cổ và các bẫy hỗn hợp. Tuy nhiên các bẫy cấu tạo ở phần phía Bắc của bồn trũng được hình thành do pha nghịch đảo kiến tạo muộn (cuối Miocen) nên sự tích tụ dầu khí vào các bẫy cấu tạo cũng có phần hạn chế. Với sự tồn tại các hệ thống đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam, Đông Bắc- Tây Nam và á Bắc- Nam là điều kiện thuận lợi cho việc dịch chuyển dầu khí từ dưới đi lên để rồi tiếp tục dịch chuyển vào các cấu tạo có điều kiện thuận lợi tạo thành các tích tụ dầu khí.

Qua các chỉ tiêu nêu trên và kết quả khoan thăm dò khai thác đã phát hiện nhiều cấu tạo chứa khí quan trọng, bồn trũng Sông Hồng được đánh giá có triển vọng về dầu khí, trong đó tiềm năng sinh khí là chủ yếu. Tuy nhiên do ảnh hưởng của các hoạt động núi lửa trẻ nên rủi ro gặp khí CO_2 cao. Trữ lượng và tiềm năng thu hồi dự báo có thể từ 550- 700 triệu m^3 qui dầu (chủ yếu là khí) chiếm khoảng 14% tổng tiềm năng dầu khí Việt Nam, trong đó tập trung chủ yếu ở play 3 và 4 (80%). Tiềm năng dự báo của play chưa được xác định (1, 2a, 2b và 2d) chiếm 13% tiềm năng của bồn trũng. Tài nguyên khí đã phát hiện khoảng 250 tỷ m^3, trong đó chủ yếu là khí có hàm lượng CO_2 cao (60- 90%) chiếm 30-35% tổng tiềm năng của bồn trũng.

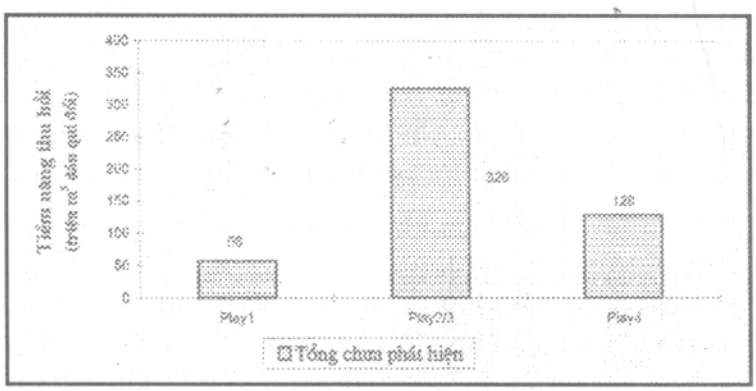
3. Bồn trũng Phú Khánh

Bồn trũng Phú Khánh phân bố dọc theo bờ biển miền Trung, phần lớn diện tích của bồn trũng có độ sâu nước biển trên 200m nên còn ít được nghiên cứu, phía Tây Nam bồn trũng Phú Khánh tiếp giáp với phần Đông Bắc bồn trũng Cửu Long và bồn trũng Nam Côn Sơn? phía Đông là phần biển sâu, phía Bắc tiếp giáp với phần Nam của bồn trũng sông Hồng và phía Tây là bờ biển Miền Trung. Lịch sử lắng đọng trầm tích được xây dựng từ kết quả minh giải tài liệu địa chấn khu vực, liên kết với các tài liệu địa chất giếng khoan lân cận ở bồn trũng Cửu Long, Nam Côn Sơn và Nam bồn trũng Sông Hồng cho phép dự báo trầm tích Kainozoi phủ không chỉnh hợp trên móng trước Đệ Tam bị biến chất và đứt gãy chia cắt thành

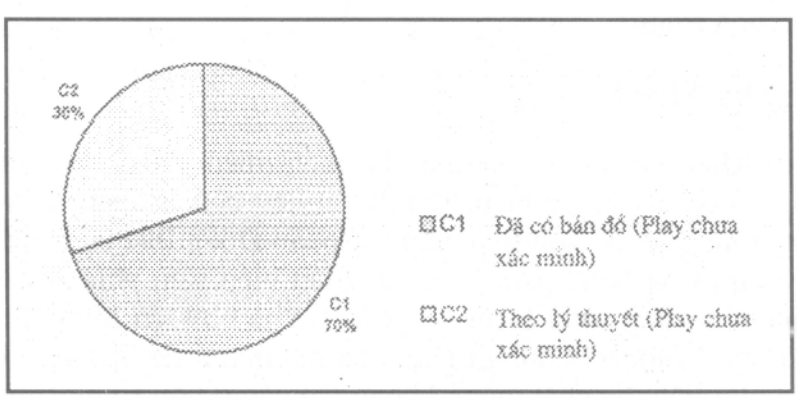
khối phức tạp với chiều dày thay đổi lớn từ 500m dọc theo vùng rìa phía Tây đến 7000-8000m tại trũng sâu của bồn trũng ở phía Đông, bao gồm chủ yếu là các thành tạo lục nguyên, ngoài ra còn có khả năng gặp các thành tạo cacbonat tuổi Miocen ở phần phía Đông của bồn trũng. Bồn trũng Phú Khánh bị chia cắt và khống chế bởi các đứt gãy có phương Bắc Nam (chủ yếu) và đứt gãy có phương Tây Bắc - Đông Nam (đới cắt Tuy Hoà) chia ra các đơn vị kiến tạo chính như: thềm Đà Nẵng, thềm Phan Rang và đới cắt Tuy Hoà.

Thềm Đà Nẵng: Nằm ở Đông Bắc của bồn trũng, có hướng gần như Bắc Nam được phủ một lớp trầm tích Kainozoi mỏng với xu thế chiều dầy tăng dần từ Tây (vùng rìa) sang Đông (trũng sâu).

Thềm Phan Rang: Đặc trưng bởi hệ thống bán địa hào, địa luỹ "A" nằm ở phía Bắc bồn trũng Nam Côn Sơn và bồn trũng Cửu Long được trải ra khoảng 200km về phía Đông Bắc, song song với cấu trúc của bồn trũng.



Hình 8.4a. Tiềm năng dầu khí thu hồi theo Play ở bồn trũng Phú Khánh



Hình 8.4b. Phân bố tiềm năng dầu khí theo mức độ thăm dò ở bồn trũng Phú Khánh

Đới cắt Tuy Hoà: Nằm ở phía Tây Nam bồn trũng Phú Khánh đặc trưng bởi hệ thống đứt gãy có biên độ lớn, hướng Tây Bắc - Đông Nam và các địa hào được thành tạo trong giai đoạn tách giãn chính có thể được lấp đầy bởi các trầm tích tuổi Oligocen và Eocen?

Các play dự báo có khả năng phát triển ở bồn trũng Phú Khánh là các thành tạo lục nguyên tuổi Oligocen (play 2), Miocen (play 3), cacbonat Miocen (play 4) và móng phong hoá nứt nẻ (play 2), tuy nhiên các play này chưa được xác minh bằng khoan thăm dò nên các đặc điểm về sinh, chứa, chắn chỉ có thể dự báo dựa vào tài liệu của khu vực. Các đá có tiềm năng sinh ở đây dự báo là các thành tạo hạt mịn tuổi Oligocen và Miocen dưới. Các đá chứa là cát kết tuổi Oligocen, cát kết và các thành tạo cacbonat tuổi Miocen, ngoài ra móng phong hoá nứt nẻ ở những vùng có chiều sâu không lớn (khoảng 3.500 m) cũng là đá chứa tiềm năng đáng quan tâm trong thăm dò.

Kết quả minh giải tài liệu địa chấn đã phát hiện một số cấu tạo dạng vòm, bán vòm kề đứt gãy có khả năng tồn tại các ám tiêu san hô tuổi Miocen, ngoài ra có thể phát triển các bẫy thạch học, địa tầng và các bẫy hỗn hợp. Màn chắn cho các bẫy dầu khí là các thành tạo sét kết, sét kết xen bột kết tuổi Oligocen và Miocen. Mặc dù tầng sinh chưa được xác định nhưng với các đặc điểm nêu trên và bồn trũng Phú Khánh có chiều dày trầm tích lớn lại nằm kề liền với các bồn trũng có phát hiện và đang khai thác dầu (bồn trũng Cửu Long, Nam Côn Sơn) nên bồn trũng Phú Khánh được đánh giá là bồn trũng có triển vọng về dầu khí. Tiềm năng dự báo của bồn trũng khoảng 300- 700 triệu m^3 qui dầu (10 % tổng tiềm năng dầu khí Việt Nam), trong đó play 2 và 3 (Oligocen, Miocen clastic) chiếm 60%, play cacbonat chiếm 25% (Hình 8.4a,b). Tuy nhiên các play ở đây chưa được xác minh chứa dầu khí, tài liệu bị hạn chế nên các dự báo này còn nhiều yếu tố giả định và rủi ro cao.

4. Bồn trũng Cửu Long

a. Khái quát chung

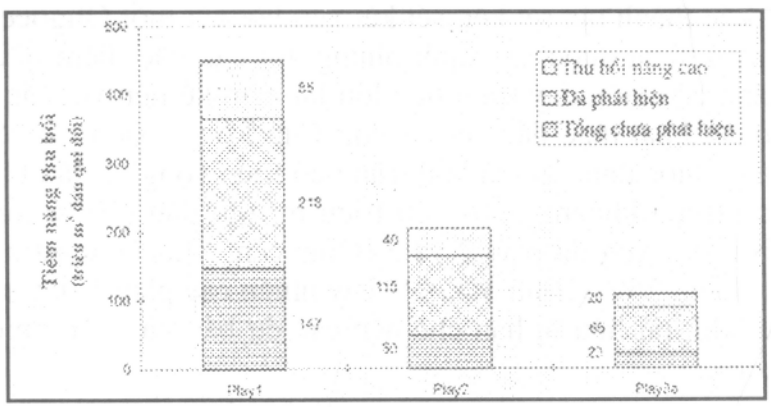
Bồn trũng Cửu Long nằm ở thềm lục địa Đông Nam Việt Nam được lấp đầy bởi các trầm tích lục nguyên, đôi chỗ chứa than, với bề dày đạt 6000 - 7000 m tại các trũng sâu phía Đông và Tây Bạch Hổ. Phần mở rộng của bồn trũng về phía Tây Bắc thuộc đồng bằng sông Cửu Long (trũng Cửu Long?) trầm tích có tuổi Eocen đến Đệ Tứ có chiều dày không lớn chỗ dày nhất chỉ đạt khoảng 2000 m. Hoạt động thăm dò dầu khí ở bồn trũng Cửu Long được các công ty dầu khí nước ngoài triển khai từ đầu những năm 1970, đến nay đã khoan thăm dò hàng chục giếng, phát hiện dầu trong Oligocen (play 2), Miocen dưới (play 3a) và móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam (granit, granodiorit - play 1) ở nhiều cấu tạo, trong đó 4 mỏ Bạch Hổ, Rồng, Rạng Đông và Hồng Ngọc (Ruby) đang được khai thác và nhiều phát hiện dầu khí khác đang được thẩm lượng. Đặc điểm kiến tạo

nổi bật của bồn trũng Cửu Long là cấu trúc khối đứt gãy của móng đã tạo ra các đới nâng và sụt (trũng) phân bố theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Hệ thống đứt gãy có hướng Đông Bắc - Tây Nam gắn liền với quá trình tạo rift và là yếu tố chính khống chế đới nâng trung tâm Rồng- Bạch Hổ- Cửu Long (Rạng Đông) bao gồm các địa luỹ, các khối đứt gãy và các vòm trên đó.

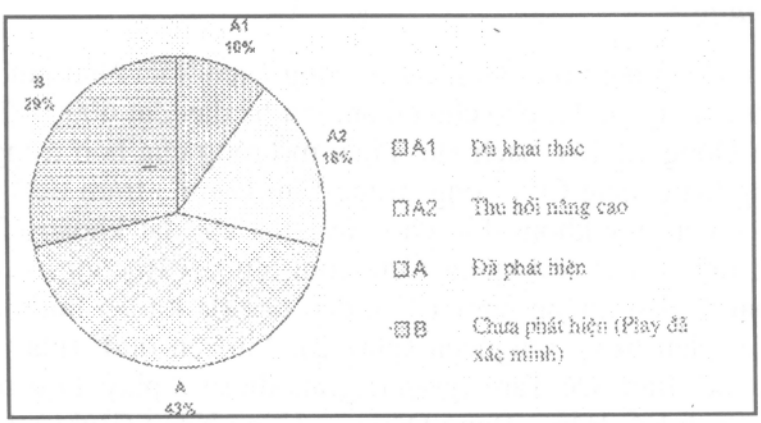
Đới nâng trung tâm Rồng- Bạch Hổ- Cửu Long: Được bắt đầu từ cấu tạo khối-đứt gãy Rồng (bắc đới nâng Côn Sơn) kéo dài theo hướng Đông Bắc nối liền với địa luỹ Bạch Hổ và cấu tạo khối- vòm Cửu Long.

Đới trũng Tây Bạch Hổ có trục lún chìm theo hướng Đông Bắc- Tây Nam ngăn cách đới nâng trung tâm với đơn nghiêng Tây Bắc gồm các diện tích phía Bắc của lô 16 và Tây Bắc lô 15.

Đới trũng Đông Rồng- Bạch Hổ là trũng sâu nhất trong vùng nghiên cứu, có bề dày trầm tích Kainozoi đạt tới 7000- 8000 m và có trục lún chìm cũng theo hướng Đông Bắc- Tây Nam ngăn cách đới nâng trung tâm với đơn nghiêng Đông Nam.



Hình 8.5a. Tiềm năng dầu khí thu hồi theo Play ở bồn trũng Cửu Long



Hình 8.5b. Phân bố tiềm năng dầu khí theo mức độ thăm dò ở bồn trũng Cửu Long

b. Tiềm năng dầu khí

Đá mẹ: Kết quả phân tích địa hoá cho thấy trầm tích sét Oligocen ở bồn trũng Cửu Long có hàm lượng vật chất hữu cơ (TOC) cao từ: 0,6% (GK 15A-1X) đến 2,24% (GK.BH1), trung bình: 2%. Phần lớn vật chất hữu cơ thuộc kerogen loại I và II là tầng đá mẹ có khả năng sinh dầu tốt với cửa sổ tạo dầu ở độ sâu 2950-4200m, pha tạo dầu mạnh nhất xảy ra vào Miocen trung.

Đá chứa: Trong khu vực nghiên cứu tồn tại các loại đá chứa sau: Đá móng phong hoá và nứt nẻ (granit, granodiorit), cát kết Oligocen, Miocen hạ, đá phun trào volcanic (bazalt andezit và diabar porphirit) tuổi Oligocen có bề dày đạt tới 50-80 m (GK R-6).

Đá chắn: Tầng chắn khu vực là tầng sét Rotalia, phổ biến rộng khắp trong phần trên của trầm tích Miocen hạ, có chiều dày ổn định từ 180- 200m. Ngoài ra còn có các tầng chắn địa phương đó là tập sét và sét bột trong trầm tích Oligocen dưới, Oligocen trên (loạt D) và trong trầm tích Miocen hạ với chiều dày dao động lớn và biến đổi tướng mạnh.

Các dạng bẫy: Trong phạm vi bồn trũng Cửu Long tồn tại các dạng bẫy cấu tạo phát triển kế thừa móng, bẫy màn chắn kiến tạo (phổ biến trong trầm tích Oligocen và Miocen hạ) bẫy hỗn hợp (địa tầng và màn chắn kiến tạo), bẫy khối móng nứt nẻ được phủ bởi các trầm tích hạt mịn (sét bột) có khả năng chắn, bẫy phi cấu tạo (vát nhọn địa tầng, doi cát lòng sông cổ) chủ yếu phát triển trong trầm tích Oligocen.Qua phân tích các chỉ tiêu nêu trên cho thấy bồn trũng Cửu Long có nhiều thuận lợi cho tạo dầu với một khối lượng đáng kể. Điều đó được chứng minh bằng các phát hiện dầu ở Bạch Hổ, Rồng, Rạng Đông, Hồng Ngọc, Sư Tử Đen... đặc biệt dầu được phát hiện đầu tiên trong móng phong hoá nứt nẻ ở mỏ Bạch Hổ là phát hiện có ý nghĩa rất quan trọng trong công tác thăm dò dầu khí ở bồn trũng Cửu Long nói riêng và thềm lục địa Việt Nam nói chung.

Trữ lượng và tiềm năng dầu của bồn trũng Cửu Long dự báo khoảng 700- 800 triệu m^3 dầu chủ yếu tập trung ở móng phong hoá nứt nẻ (Hình 8.5a,b). Với khoảng 100 giếng khai thác dầu từ móng mỏ Bạch Hổ, Rồng, Rạng Đông và Hồng Ngọc cho lưu lượng giếng hàng trăm tấn/ ngày đêm, có giếng đạt tới trên 1000 tấn/ngày đêm đã và đang khẳng định móng phong hoá nứt nẻ có tiềm năng dầu khí lớn (60% trữ lượng và tiềm năng của bồn trũng) là đối tượng chính cần được quan tâm hơn nữa trong công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí ở bồn trũng Cửu Long và vùng kế cận. Ngoài ra, các dạng bẫy phi cấu tạo trong trầm tích Oligocen (play 2) là đối tượng hy vọng có thể phát hiện các mỏ dầu khí mới ở đây. Tiềm năng dầu khí của trũng Cửu Long chưa được nghiên cứu kỹ, tuy nhiên một số nhà nghiên cứu đánh giá là hạn chế do trầm tích Kainoizoi mỏng, tiềm năng đá sinh chưa rõ. Ngoài các thành tạo Kainozoi ở trũng Cửu Long dự báo có thể tồn tại các trũng Mezozoi mà tiềm năng dầu khí của nó được chứng minh ở các bồn trũng vùng Đông Bắc Thái Lan. Bởi vậy trong thời gian tới cần phải đầu tư nghiên cứu đánh giá tiềm năng dầu khí của các thành tạo Mezozoi ở đất liền thuộc trũng Cửu Long.

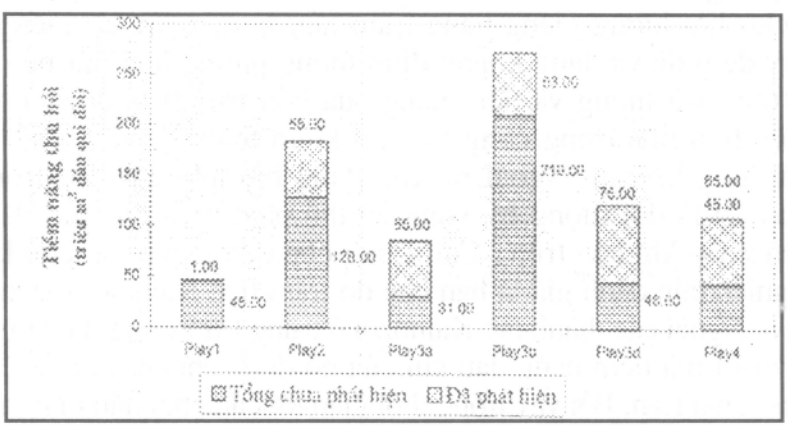
5. Bồn trũng Nam Côn Sơn

a. Khái quát chung

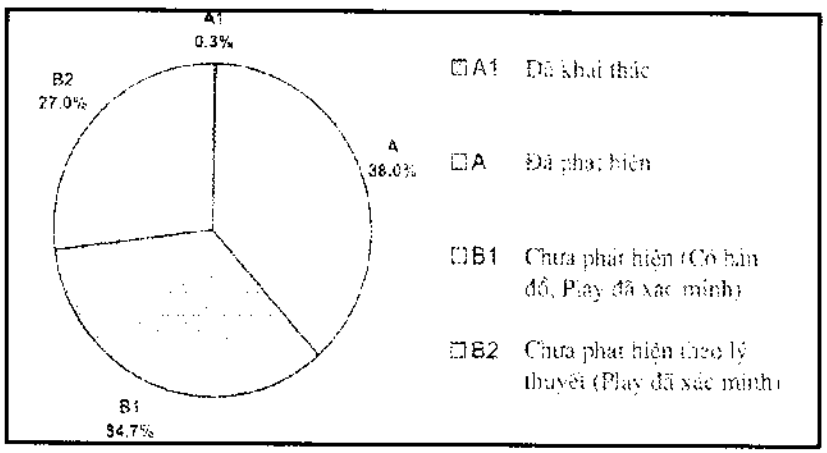
Bồn trũng Nam Côn Sơn nằm ở thềm lục địa Đông Nam Việt Nam, được ngăn cách với bồn trũng Malay -Thổ Chu và Tây Natuna bởi đới nâng Khorat - Natuna ở phía Tây, Tây Nam và với bồn trũng Cửu Long bởi đới nâng Côn Sơn ở Tây Bắc. Tương tự như bồn trũng Cửu Long, đây là bồn trũng chứa dầu khí đã được nghiên cứu từ trước năm 1975 là vùng có nhiều giếng khoan thăm dò nhất. Ở đây đã khoan hàng chục giếng khoan thăm dò (khoảng 60 giếng), trong đó có nhiều giếng (trên 20 giếng) phát hiện dầu, khí (chủ yếu là khí) trong trầm tích lục nguyên tuổi Oligocen và Miocen, trong đá vôi Miocen hệ tầng Thông- Mãng Cầu và dầu trong đá granit, granodiorit phong hoá- nứt nẻ ở mỏ Đại Hùng. Theo tài liệu địa vật lý và khoan thăm dò, trầm tích Kainozoi có bề dày lớn có thể lên tới trên 10 km ở các trũng sâu với các thành tạo lục nguyên là chủ yếu, đôi chỗ chứa than, ở phía Đông của bồn trũng (trũng Bắc và trũng trung tâm) có phát triển các thành tạo cacbonat tuổi Miocen. Bồn trũng Nam Côn Sơn có cấu trúc địa chất khá phức tạp do hoạt động đứt gãy đã tạo nên các khối nâng, sụt phân bố không có quy luật đặc trưng. Dựa vào đặc điểm cấu trúc của móng có thể phân chia ra các đơn vị cấu trúc sau:

Đới phân dị phía Tây: Phân bố ở các lô 27, 28, 29, 19, 20, 21 và 22 với đặc trưng nổi bật là tồn tại các trũng hẹp, sâu có các đứt gãy đi kèm với các cấu tạo lồi theo phương á kinh tuyến. Trầm tích Kainozoi ở đây là các thành tạo lục nguyên có chiều dày thay đổi lớn, ở các trũng sâu chiều dày có thể đạt tới 5000 m.

Đới phân dị phía Bắc: Là một dải nằm ở phía Đông Nam đới nâng Côn Sơn, có dạng như một đơn nghiêng bị phức tạp bởi các đứt gãy tạo thành các khối nâng sụt có xu thế sâu dần về phía Đông Nam (vùng trung tâm). Trầm tích Oligocen vát nhọn mỏng dần về phía đới nâng Côn Sơn.



Hình 8.6a. Tiềm năng dầu khí thu hồi theo Play ở bồn trũng Nam Côn Sơn



Hình 8.6b. Phân bố tiềm năng dầu khí theo mức độ thăm dò ở bồn trũng Nam Côn Sơn

Đới nâng Mãng Cầu: Gồm dải các cấu tạo nằm giữa trũng Bắc và trũng Trung tâm có phương kéo dài Đông Bắc- Tây Nam. Đới nâng này bị các đứt gãy phân cắt tạo thành các khối rất phức tạp. Móng trước Kainozoi đã phát hiện đây là granit và granodiorit.

Đới nâng Dừa: Nằm ở phía Tây Nam trũng Trung tâm thuộc lô 12. Chiều dày trầm tích từ 3000-5000 m, bị phức tạp hoá bởi các đứt gãy phân cắt.

Trũng Bắc: Nằm ở phía Bắc đới nâng Mãng Cầu phát triển dọc theo rìa phía Đông đới nâng Côn Sơn. Chiều dày trầm tích Kainozoi ở trung tâm trũng có thể đạt tới 10.000m.

Trũng Trung tâm: Đây là vùng lún chìm sâu nhất của bồn trũng phía Nam đới nâng Mãng Cầu, có phương Đông Bắc - Tây Nam. Chiều dày trầm tích Kainozoi ở trũng Trung tâm có thể đạt trên 10.000m.

Đới nâng rìa: Nằm ở phía Đông của bồn trũng là gờ nâng chuyển tiếp giữa bồn trũng Nam Côn Sơn với bồn trũng trầm tích biển sâu (Vũng Mây).

Do cấu trúc địa chất phức tạp, sự biến đổi tướng và môi trường trầm tích mạnh từ Tây sang Đông là điều kiện để phát triển nhiều dạng play khác nhau (play 1, 2, 3a, 3b, 3d và 4) từ móng phong hoá nứt nẻ đến Miocen trên (hình 8.6a,b), tất cả các play được phân ra ở đây đã được khoan thăm dò xác nhận chứa dầu khí.

b. Tiềm năng dầu khí

Đá sinh: Đá sinh chủ yếu ở bồn trũng Nam Côn Sơn là sét kết có tuổi Oligocen và các đá hạt mịn có tuổi Miocen. Các đá này có hàm lượng vật chất hữu cơ trung bình cao thuộc kerogen loại III và II là những đá mẹ có khả năng sinh dầu khí (chủ yếu sinh khí) được phân bố trên diện tích khá lớn của bồn trũng, tuy nhiên

do cấu trúc của bồn trũng Nam Côn Sơn tương đối phức tạp nên quy mô và chất lượng tầng sinh còn có chỗ chưa được sáng tỏ.

Đá chứa: Đá chứa phát hiện chủ yếu ở bồn trũng Nam Côn Sơn là cát kết có tuổi Oligocen, Miocen và phần dưới Pliocen phân bố rộng khắp toàn bồn trũng với độ rỗng, thấm tương đối tốt. Các trầm tích cacbonat tuổi Miocen phát triển chủ yếu ở phía Đông của bồn trũng là các đá chứa tốt với độ rỗng, thấm rất cao. Ngoài ra móng phong hoá nứt nẻ (granit, granodiorit) cũng là các đá chứa tiềm năng.

Đá chắn: Tầng sét tuổi Miocen trung với bề dày tới vài chục mét, phát triển tương đối rộng có khả năng là tầng chắn khu vực.. Các loại sét kết acgilit, đá sét xen bột kết tuổi Oligocen, các thành tạo sét xen kẽ bột và những lớp cát kết mỏng trong Miocen chủ yếu giữ vai trò chắn địa phương.

Bẫy chứa: Các bẫy chứa ở bồn trũng Nam Côn Sơn là những cấu tạo phát triển kế thừa của móng, các bán vòm kề đứt gãy, các vát nhọn địa tầng trong Oligocen, các ám tiêu san hô trong Miocen và các bẫy thạch học ở phần dưới của trầm tích Pliocen...

Với các phát hiện dầu khí, khí condensat có giá trị thương mại, mỏ dầu Đại Hùng đưa vào khai thác sớm từ tháng 10 năm 1994 và đến nay đã khai thác được ≈ 3 triệu tấn. Ngoài ra mỏ khí Lan Tây, Lan Đỏ đang chuẩn bị phát triển để khai thác khí vào năm 2002, các mỏ khí Rồng Đôi, Hải Thạch, Mộc Tinh... đã khoan thẩm lượng và đang chờ phát triển khai thác khí, bồn trũng Nam Côn Sơn được chứng minh là bồn trũng chứa dầu khí có triển vọng ở thềm lục địa Việt Nam.

Trữ lượng và tiềm năng dự báo từ 650- 850 triệu m^3 qui dầu (17% tổng tiềm năng dầu khí Việt Nam), tập trung chủ yếu trong play 3a, 3b, 3d và 4 (Miocen) tới 70% trữ lượng và tiềm năng của bồn trũng. Trữ lượng đã phát hiện chủ yếu là khí chiếm khoảng 35- 38% tiềm năng của bồn trũng (Phụ lục 7a,7b). Tiềm năng dự báo có thể phát hiện tập trung chủ yếu ở play 1, 2 và 3b (80%) tuy nhiên do cấu trúc địa chất phức tạp với sự biến đổi tướng mạnh từ Tây sang Đông nên quy mô và chất lượng tầng sinh còn có chỗ chưa được sáng tỏ, do vậy việc đánh giá tiềm năng nhất là đối với dầu ở khu vực phía Tây của bồn trũng còn nhiều rủi ro. Bởi vậy, trong thời gian tới cần quan tâm đến đối tượng Oligocen và móng phong hoá nứt nẻ ở những nơi chiều sâu khoan thăm dò cho phép (3500- 4500 m).

6. Bồn trũng Malay - Thổ Chu

a. Khái quát chung

Nằm ở vịnh Thái Lan bồn trũng Malay - Thổ Chu là một bồn trũng trầm tích lớn có chiều dài khoảng 1000 km và rộng hàng trăm km kéo dài theo hướng Tây Bắc-Đông Nam được ngăn cách với bồn trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn bởi đới nâng Khorat- Natuna. Công tác thăm dò dầu khí được nhà thầu nước ngoài tiến hành từ năm 1989 ở vùng thoả thuận thương mại giữa Việt Nam và Malaysia, cho

đến nay có 4 hợp đồng PSC đã được ký, các nhà thầu đã khoan hàng chục giếng thăm dò, đã phát hiện dầu khí trong Miocen (play 3a, 3b), trong đó có 1 mỏ dầu khí (Bunga Kekwa) được đưa vào khai thác từ tháng 7 năm 1997, tổng sản lượng dầu đã khai thác được đến nay trên 1 triệu tấn, một số phát hiện dầu khí khác đang được thẩm lượng. Trầm tích Kainozoi được lấp đầy bởi các thành tạo lục nguyên đôi chỗ chứa than trong Miocen với bề dày đạt 8- 9 km ở trũng sâu. Phần phía Đông của bồn trũng Malay- Thổ Chu thuộc thềm lục địa Việt Nam chiếm chủ yếu là đơn nghiêng phía Đông, Đông Bắc và có hướng nâng dần về phía Đông, Đông Bắc. Theo phương này, bề dày trầm tích Kainozoi giảm dần từ 4000-5000 m đến vài trăm mét do vát mỏng phủ lên sườn Tây đới nâng Khorat-Natuna. Phần Tây của đơn nghiêng bị phức tạp bởi các khối nâng và khối sụt địa phương có phương trục chung là Tây Bắc- Đông Nam được ngăn cách phân định bởi hệ thống đứt gãy sâu cùng phương tái hoạt động nhiều lần. Trong phạm vi này, đáng lưu ý là dải nâng trung tâm bị kẹp bởi 2 võng sụt địa phương kế thừa địa hình nhô cao của móng, tạo nên các cấu tạo sót, với các trầm tích trước Kainozoi và các cấu tạo tuổi Miocen sớm.

Bồn trũng Malay - Thổ Chu được hình thành do quá trình tạo rift vào Eocen, được khống chế bởi dải nâng Khorat- Natuna ở phía Đông và có thể chia ra các đơn vị chính với đặc điểm cấu trúc khác nhau giữa Bắc và Nam như sau:

Thềm Khơ Me nằm ở phía Đông của vịnh Thái Lan gồm: Vùng biển Khơ Me, vùng đảo Phú Quốc, Thổ Chu với bề dày lớp phủ trầm tích Kainozoi của thềm đạt từ vài trăm đến khoảng 2000 m, nằm phủ lên trầm tích tuổi Mezozoi (Jura, Creta?) thuộc bồn trũng Thổ Chu.

Trũng Pattani nằm ở trung tâm phía Bắc vịnh Thái Lan, nó được ngăn cách với các trũng (phụ bồn trũng) Songkla, Champora ở phía Tây bởi khối nâng Kokra, ở phía Đông, Đông Nam được ngăn cách với trũng (phụ bồn trũng) Polowai và bồn trũng Malay bởi đới nâng Narathwat.

Trũng Polowai nằm ở phía Bắc bồn trũng Malay và nằm giữa trũng Pattani và bồn trũng Thổ Chu.

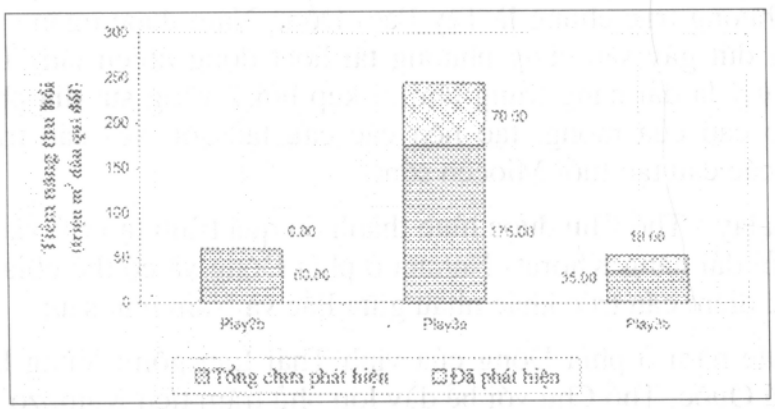
Bồn trũng Malay nằm ở phía Đông Nam vịnh Thái Lan có phương Tây Bắc-Đông Nam dọc theo đới nâng Khorat - Natuna. Đây là diện tích lớn nhất và sụt lún sâu nhất, trầm tích Kainozoi rất dày tới 9 - 10 km.

Trong phạm vi thềm lục địa Việt Nam thuộc phía Đông bồn trũng Malay- Thổ Chu đã xác minh được các dạng play chứa dầu khí: play 3a, 3b (Miocen), ngoài ra còn có play 2b (Oligocen) và có thể tồn tại play 1 (móng phong hoá nứt nẻ) tuy nhiên các play này chưa được xác nhận chứa dầu khí (hình 8.7a,b).

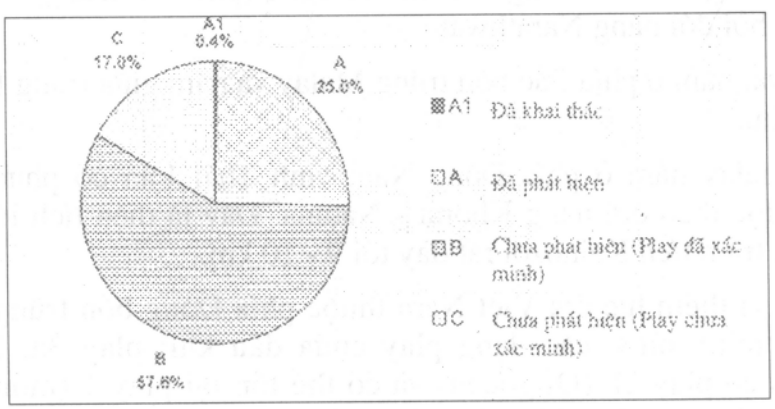
b. Tiềm năng sinh dầu khí

Đá mẹ: Đá mẹ đã phát hiện ở đây là các trầm tích sét tuổi Oligocen và Miocen,

trong đó tầng đá mẹ Oligocen là các tập sét đầm hồ (lacustrine) dày có hàm lượng vật chất hữu cơ cao, kerogen loại I và II thuận lợi cho sinh dầu- là tầng sinh dầu chủ yếu ở phía Nam bồn trũng Malay, tuy nhiên ở trung tâm và phía Bắc của bồn trũng tầng đá mẹ này bị chôn vùi sâu nên đã vào cửa sổ sinh khí condensat và khí khô. Tầng đá mẹ Oligocen bắt đầu sinh dầu từ cuối Miocen trung và bắt đầu sinh khí từ cuối Miocen. Các tập sét Miocen trung, hạ chôn vùi sâu ở vùng trũng Pattani và phía Bắc bồn trũng Malay trong điều kiện địa nhiệt thuận lợi đã trở thành tầng sinh khí cho khu vực này.



Hình 8.7a. Tiềm năng dầu khí thu hồi theo Play ở bồn trũng Malay-Thổ Chu



Hình 8.7b. Phân bố tiềm năng dầu khí theo mức độ thăm dò ở bồn trũng Malay – Thổ Chu

Đặc điểm chứa: Dầu khí đã phát hiện ở vịnh Thái lan chủ yếu nằm trong vỉa cát kết tuổi Miocen và Oligocen.

Ở phía Nam bồn trũng Malay, cát kết trong tập J (Miocen sớm) là đối tượng chủ yếu, tập I (Miocen) và các tập K, L (Oligocen) là đối tượng thứ yếu.

Ở phía Bắc bồn trũng Malay (vùng trũng Pattani) cát kết trong các tập D, E, F (Miocen) là đối tượng chính, các tập từ I đến L bị chôn vùi quá sâu không còn tính thấm chứa, nhưng ở các trũng (phụ bồn trũng) ven rìa của vịnh và rìa Đông Bắc thuộc thềm lục địa Việt Nam các tập chứa này (I, J, K và L) đóng vai trò quan trọng *Đá chắn:* Gồm các thành tạo hạt mịn tuổi Oligocen và Miocen, trong đó đáng lưu ý là tập sét biển (tập K) được phân bố mang tính khu vực với su thế đặc điểm môi trường lục địa rõ hơn về phía Bắc. Các tập sét, sét bột trong Miocen được thành tạo trong môi trường đầm lầy, đồng bằng ngập lụt và biển ven bờ có khả năng là các màn chắn địa phương cho các bẫy dầu khí.

Các dạng bẫy chứa: Trong vùng nghiên cứu đã phát hiện nhiều loại bẫy chứa cấu tạo và phi cấu tạo như: bẫy chứa dạng địa luỹ (Horst), địa hình cổ nhô cao bị chôn vùi bởi trầm tích trẻ Miocen- Pliocen, cấu tạo hình hoa (Flower structure) phát triển ở trung tâm vùng trũng, uốn nếp do đứt gãy (Rollover), bẫy chứa dạng yên ngựa do các đứt gãy thuận giao nhau trong đới gờ chuyển tiếp, các bẫy địa tầng, thạch học, ngoài ra còn các bẫy hỗn hợp.

Trên cơ sở nghiên cứu tổng hợp các điều kiện sinh, chứa, tích tụ và bảo tồn, cho thấy bồn trũng Malay - Thổ Chu là bồn trũng chứa dầu khí với trữ lượng đáng kể, trong đó phần thềm lục địa Việt Nam thuộc bồn trũng này có thể chia ra làm 2 khu vực với mức độ triển vọng về dầu và khí khác nhau:

Khu vực phía Nam của bồn trũng giáp với thềm lục địa Malaysia, đây là khu vực có triển vọng về dầu và khí.

Khu vực phía Bắc của bồn trũng giáp với thềm lục địa Thái Lan, đây là khu vực có triển vọng về khí và dầu trong đó khí là chủ yếu.

Trữ lượng và tiềm năng dự báo có thể từ 250-350 triệu m^3 quy dầu (5% tổng tiềm năng dầu khí Việt Nam), tập trung chủ yếu ở play 3a (77%) trữ lượng dầu khí đã phát hiện chiếm khoảng 25% so với tiềm năng dự báo, tiềm năng dầu khí play 2b (chưa phát hiện dầu khí) chiếm khoảng 24% (Hình 8.7a,b). Các mỏ đã phát hiện chủ yếu là các mỏ nhỏ có nhiều tập chứa với hàm lượng CO_2 thay đổi trong phạm vi lớn từ vài % đến vài chục %. Do vùng nước lịch sử Việt Nam - Campuchia và các lô 41- 43 chưa được nghiên cứu hoặc tài liệu còn ít nên tiềm năng dầu khí dự báo còn mang nhiều yếu tố giả định. Việc đánh giá tiềm năng dầu khí trầm tích Mezozoi (?) vùng Thổ Chu cần được quan tâm trong thời gian tới.

7. Các bồn trũng trầm tích nước sâu

(Bồn trũng Vũng Mây, Hoàng Sa và nhóm bồn trũng Trường Sa)

Các bồn trũng trầm tích nước sâu ở thềm lục địa và vùng đặc quyền kinh tế của Việt Nam bao gồm bồn trũng Vũng Mây, Hoàng Sa và nhóm bồn trũng Trường Sa, trong đó bồn trũng Vũng Mây (tiếp giáp và nằm ở phía Đông bồn trũng Nam Côn Sơn) mới được nghiên cứu địa chấn khu vực còn bồn trũng Hoàng Sa và nhóm bồn trũng Trường Sa còn ít được nghiên cứu. Theo các tài liệu địa vật lý, địa chất khu vực cho phép dự báo ở các trầm tích nước sâu này có chiều dày trầm tích Kainozoi có thể đạt tới 5 - 7 km ở trung tâm các trũng sâu. Các thành tạo trong Paleogen (Eocen - Oligocen) chủ yếu là trầm tích hạt vụn. Từ Miocen đến Đệ Tứ phổ biến các thành tạo ám tiêu san hô phát triển gần như liên tục ở các dải nâng cao nay là các đảo nổi và các bãi đá ngầm của hai quần đảo Hoàng Sa, Trường Sa và khu vực Tư Chính- Vũng Mây. Ở vùng thềm và sườn biển phát triển chủ yếu các thành tạo cát, sét có thể xen ít trầm tích cacbonat. Công tác khảo sát địa chấn và khoan do Tổng công ty dầu khí Việt Nam tiến hành các năm 93 - 94 ở khu vực Tư Chính- Vũng Mây đã cho phép lần đầu tiên xác định được các yếu tố kiến trúc chính ở khu vực này.

Minh giải tài liệu địa chấn, từ, trọng lực hiện có cho thấy ở khu vực Tư Chính - Vũng Mây tồn tại một loạt các trũng và đới nâng được lấp đầy bởi trầm tích Kainozoi với chiều dày có thể đạt tới 8 - 9 km ở vùng trũng sâu, các trũng và đới nâng này phát triển trên vùng có vỏ lục địa bị vát mỏng, bề mặt Moho dao động trong khoảng từ 18 - 24 km. Dựa vào hình thái kiến trúc có thể phân chia khu vực Tư Chính- Vũng Mây thành 3 đơn vị cấu trúc chính sau:

Đới nâng rìa, bồn trũng Vũng Mây, đới nâng Vũng Mây- Đá Lát, 3 yếu tố cấu trúc này tạo nên bức tranh phức tạp của khu vực.

Đới nâng rìa được giới hạn về phía tây bởi bồn trũng Nam Côn Sơn, phía Đông và Nam bởi bồn trũng Vũng Mây, phát triển dưới dạng khối đứt gãy trong phạm vi các lô132- 135 và một phần các lô 156, 157, 158 nơi có vỏ lục địa dày khoảng 20- 24 km, từ Bắc xuống Nam được chia ra 5 yếu tố cấu trúc đó là:

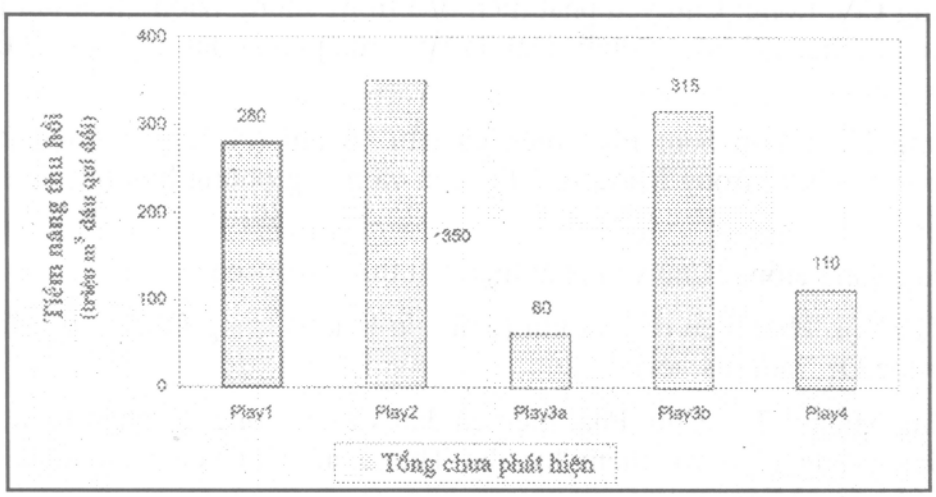
- Đới cao Đông Sơn.
- Địa hào Bắc Phúc Tần.
- Đới cao Phúc Nguyên- Phúc Tần.
- Địa hào Phúc Nguyên ngăn cách đới cao Tư Chính với đới cao Phúc Nguyên- Phúc Tần.
- Đới cao Tư Chính nằm về phía cực Nam của đới nâng rìa gồm địa luỹ Nam Tư Chính và đới cao Tây Bắc Tư Chính.

Bồn trũng Vũng Mây phát triển theo hướng Đông Bắc- Tây Nam giới hạn phía Tây Bắc là đới nâng rìa, phía Đông là đới nâng Vũng Mây- Đá Lát, ranh giới phía Nam chưa được xác định có thể liên quan đến bồn trũng Sarawak, với kích thước khá lớn (400 x150 km) được lấp đầy bởi trầm tích Đệ Tam với chiều dầy trung bình có thể đạt tới 5- 7 km ở các trũng sâu, bao gồm chủ yếu các thành tạo clastic và có thể phân thành 2 trũng (phụ bồn trũng):

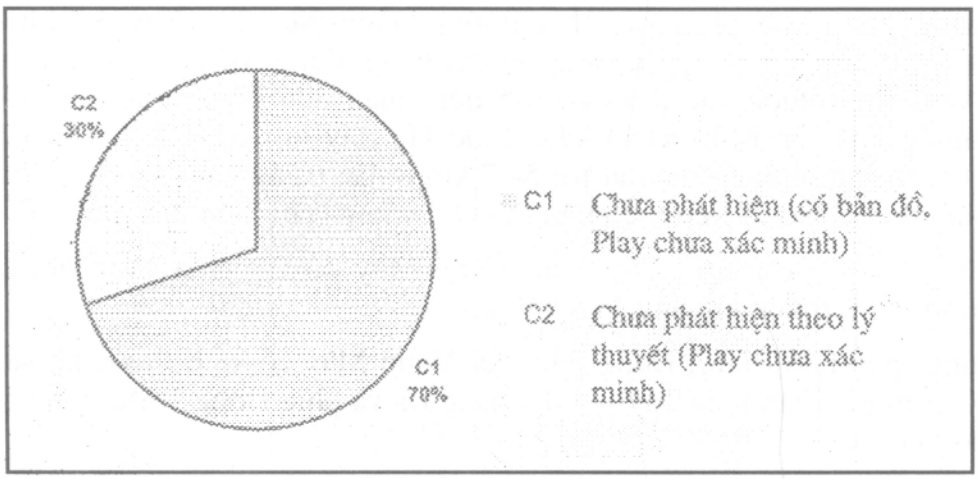
- Trũng (phụ bồn trũng) Tây Nam Vũng Mây nằm ở phía Nam đới cao Tư Chính, kích thước khoảng 115 x40 km.
- Trũng (phụ bồn trũng) Đông Bắc Tây Vũng Mây có kích thước khoảng 250 x100 km giới hạn phía Tây bởi đới nâng rìa và phía Đông bởi đới nâng Vũng Mây- Đá Lát.

Đới nâng Vũng Mây- Đá Lát nằm về phía Đông bồn trũng Vũng Mây, phát triển theo hướng á kinh tuyến kéo dài từ bãi Vũng Mây ở phía Nam lên khu vực đảo Đá Lát về phía Bắc đới nâng Vũng Mây- Đá Lát gồm 2 yếu tố cấu trúc là: Đới nâng Vũng Mây và đới nâng Đá Lát

Trong phạm vi vùng Tư Chính - Vũng Mây đã phát hiện một số cấu tạo có triển vọng nhưng mới chỉ khoan thăm dò một cấu tạo thuộc đới cao Tư Chính. Tương tự như bồn trũng Phú Khánh, ở đây dự báo tồn tại đầy đủ các play 1, 2, 3 (3a, 3b) và 4 (hình 8.8a,b). Do các điều kiện về sinh, chứa, chắn...còn ít được nghiên cứu, chưa làm sáng tỏ nên tiềm năng dầu khí dự báo vẫn còn nhiều yếu tố giả định và rủi ro cao vì tất cả các play ở đây chưa có phát hiện dầu khí. Tổng tiềm năng dự báo khoảng 1- 1,5 tỷ m^3 qui dầu (khí là chủ yếu?) chiếm khoảng 30% tổng tiềm năng dầu khí Việt Nam, tập trung chủ yếu trong play 2 (32%) play 3b (28%) và play 1 (26%).



Hình 8.8a. Tiềm năng dầu khí thu hồi theo Play ở bồn trũng Vũng Mây



Hình 8.8b. Phân bố tiềm năng dầu khí theo mức độ thăm dò ở bồn trũng Vũng Mây

Về cấu trúc và các điều kiện sinh, chứa, chắn,... của bồn trũng Hoàng Sa và nhóm bồn trũng Trường Sa chưa được nghiên cứu nên chưa đánh giá được tiềm năng dầu khí của các bồn trũng trầm tích này. Tuy nhiên, các bồn trũng trầm tích nước sâu này tồn tại các trầm tích Kainozoi khá dày nên các nhà địa chất trong và ngoài nước dự báo các bồn trũng trầm tích thuộc khu vực 2 quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa có khả năng có triển vọng dầu khí cần được quan tâm nghiên cứu.

Kết luận

- Khả năng sinh dầu khí của các bồn trầm tích được đánh giá như sau:

Bồn trũng Cửu Long: Chủ yếu phát hiện dầu trong móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam, Oligocen, Miocen dưới. Đây là bồn trũng chứa dầu chủ yếu ở thềm lục địa Việt Nam.

Bồn trũng Nam Côn Sơn: Phát hiện cả dầu và khí (tỷ lệ phát hiện khí, khí-condensat cao hơn) trong Miocen, Oligocen và móng phong hoá nứt nẻ trước Đệ Tam

Bồn trũng Sông Hồng: Chủ yếu phát hiện khí trong Miocen.

Trũng Hà Nội: Phát hiện dầu và khí (chủ yếu là khí) trong Oligocen, Miocen và móng trước Đệ Tam (đá vôi).

Bồn trũng Malay- Thổ Chu: Phát hiện cả dầu và khí trong đó phần phía Bắc của bồn trũng (vùng giáp với thềm lục địa Thái Lan) chủ yếu phát hiện khí, khí condensat trong Miocen.

- Trữ lượng và tiềm năng dầu khí của Việt Nam dự báo là đáng kể (3,5- 4,5 tỷ m^3 quy dầu) chủ yếu là khí (trên 50%) tập trung chủ yếu ở thềm lục địa (> 90%),

trong đó khoảng 50% tiềm năng dầu khí dự báo thuộc các play chưa được xác minh chứa dầu khí của bồn trũng Phú Khánh và Vũng Mây nên các dự báo này còn nhiều yếu tố giả định, rủi ro cao. Trữ lượng và tài nguyên dầu khí đã phát hiện vào khoảng 1tỷ m^3 quy dầu chiếm 30- 35% của tổng trữ lượng và tiềm năng dầu khí dự báo của Việt Nam trong đó khí thiên nhiên chiếm trên một nửa. Các mỏ dầu khí đã phát hiện (trừ mỏ Bạch Hổ) chủ yếu là các mỏ với qui mô nhỏ đến trung bình, nhiều tầng chứa với cấu trúc địa chất rất phức tạp, tính chất chứa trung bình, một số mỏ có điều kiện nhiệt độ, áp suất vỉa cao... nên mặc dù tỷ lệ phát hiện tương đối cao nhưng số mỏ có giá trị thương mại không nhiều, nhiều mỏ dưới mức thương mại trong điều kiện kinh tế- kỹ thuật và luật hiện hành. Trong tương lai ở thềm lục địa nước nông (đến 200 m nước) các mỏ dầu khí dự báo sẽ phát hiện chủ yếu có quy mô trung bình và nhỏ, hy vọng có thể phát hiện một số mỏ dầu khí lớn ở vùng nước sâu và cửa vịnh Bắc Bộ.

- Mặc dù công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí đã được quan tâm đầu tư trong 40 năm qua, đặc biệt từ khi có Luật Đầu tư nước ngoài và Luật Dầu khí được ban hành đã thu hút hàng tỷ USD và công nghệ cao của hàng chục công ty dầu khí Quốc tế có kinh nghiệm đầu tư vào thăm dò khai thác dầu khí ở Việt Nam, tuy nhiên mức độ thăm dò không đồng đều mới chỉ tập trung ở những vùng có triển vọng, nước nông đến 200 m, còn vùng nước sâu, chồng lấn,... mới chỉ được nghiên cứu địa vật lý khu vực, các bồn trũng trầm tích Mezozoi hầu như chưa được nghiên cứu. Vì vậy, trong thời gian tới cần phải đẩy mạnh công tác thăm dò ở những vùng này nhằm phát hiện gia tăng trữ lượng làm cơ sở cho việc quy hoạch khai thác dầu khí đáp ứng nhu cầu của nền kinh tế Quốc dân.

- Để đảm bảo duy trì và tăng sản lượng khai thác dầu khí hàng năm và đạt sản lượng 20-25 triệu tấn quy dầu vào năm 2005 và 27- 30 triệu tấn quy dầu vào năm 2010 cần phải tiếp tục và đẩy mạnh hơn nữa khâu tìm kiếm thăm dò nhằm phát hiện và gia tăng trữ lượng hàng năm bình quân khoảng 50- 70 triệu m^3 quy dầu. Để đạt được mục tiêu này đòi hỏi nhịp độ khoan tìm kiếm thăm dò hàng năm khoảng 10- 15 giếng/năm, với đầu tư rất lớn (120- 170 triệu USD/năm), bởi vậy cần thiết phải có chính sách khuyến khích đầu tư nước ngoài đặc biệt đối với vùng nước sâu xa bờ (Bồn trũng Phú Khánh, Vũng Mây) nhằm thu hút vốn, công nghệ cao và kinh nghiệm của các Công ty dầu khí quốc tế. Đồng thời phải đẩy mạnh hơn nữa công tác tự đầu tư thăm dò ở những vùng ít rủi ro và những vùng mang tính đột phá chiến lược.

- Để quản lý và khai thác tài nguyên dầu khí hiệu quả hơn, ngoài việc đẩy mạnh thăm dò tiềm năng dầu khí chưa phát hiện, cần đầu tư nghiên cứu có giải pháp kinh tế, công nghệ để phát triển khai thác các mỏ được xem là nhỏ và các mỏ khí có hàm lượng CO_2 mà các nhà thầu đã hoàn trả. Mặt khác, cần áp dụng các giải pháp công nghệ mới để tăng khả năng thu hồi dầu tại các mỏ đang khai thác. Điều này có ý nghĩa kinh tế rất lớn trong tương lai khi mà việc phát hiện các mỏ nhỏ ở thềm lục địa Việt Nam trở nên phổ biến.

II. TIỀM NĂNG KHOÁNG SẢN RẮN

1. Khái quát

Khoáng sản rắn biển Việt Nam phân bố trong trầm tích bở rời Đệ Tứ, trong đá gốc đới ven biển, thềm lục địa và biển sâu. Trong trầm Đệ Tứ đã phát hiện các tích tụ công nghiệp một loạt các khoáng vật quặng và phi quặng (sa khoáng), photphorit và các biểu hiện của than bùn, glauconit, pyrit, thạch cao, kết hạch sắt, mangan, cát vôi san hô và cát sạn sỏi là vật liệu xây dựng, cát thuỷ tinh (hình 8.9). Trong đá gốc, ở một số đảo có than đá, than nâu, đá vôi, đá granit,... Các mỏ và điểm khoáng sản rắn ở đới ven biển có thể tham khảo trong các tài liệu của Nguyễn Thị Kim Hoàn và nnk (1981), Nguyễn Viết Thắng nnk (1983), Nguyễn Biểu nnk (1985) và loạt bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:200.000 của Cục Địa chất và khoáng sản mới công bố gần đây (1995),... Các mỏ và điểm khoáng sản rắn ven biển Việt Nam ở bảng 8.1 đã được mô tả và thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1:1000.000 trong báo cáo đề tài mã số 48- 06- 06 (Nguyễn Biểu nnk, 1985). Dưới đây trình bày một số mỏ có liên quan trực tiếp đến trầm tích Đệ Tứ và biển hiện đại theo thứ tự từ đới ven biển đến biển nông ven bờ, xa bờ và biển sâu, gồm các sa khoáng khoáng vật nặng, cát thuỷ tinh và pyrit, thạch cao, vi kết hạch sắt - mangan (quần đảo Trường Sa).

2. Khoáng sản đới ven biển

2.1. Các mỏ và biểu hiện quặng sa khoáng

Ở đới ven biển và biển nông ven bờ phát triển những loại quặng sa khoáng có ý nghĩa kinh tế như: inmenit, rutin, zircon, monazit, các biểu hiện manhetit, casiterit, vàng, granat, corindon, topa, spinel... Ở Việt Nam hiện nay đã thăm dò và đang khai thác các mỏ sa khoáng khoáng vật nặng nêu trên ở ven biển, nơi lộ nhiều đá gốc chứa khoáng vật quặng, nhất là ven biển Trung Bộ nơi phát triển các thành tạo cát màu xám vàng (bảng 8.2a). Một số đặc điểm về cấp hạt, thành phần hóa học của các khoáng vật quặng và một số thông tin về các mỏ sa khoáng ven biển được thể hiện ở các bảng 8.2a,b,c. Có thể nêu một số mỏ đặc trưng như Quảng Xương, Cẩm Hoà, Kỳ Ninh, Kẻ Sung, Đề Gi và Hàm Tân.

a. Mỏ Quảng Xương

Nằm sát ven biển các xã Quảng Ninh, Quảng Hải, Quảng Nham, huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hoá. Toạ độ địa lý: $107^0$45' - $106^0$00' kinh độ Đông, $19^0$30' - $19^0$45' vĩ độ Bắc.

Trầm tích Đệ Tứ phân bố trong phạm vi mỏ bao gồm: trầm tích biển tuổi Holocen

trên, chia làm 2 phần: trầm tích biển (mQ_{IV}^3a) (cát màu vàng xám đến vàng nhạt, hạt nhỏ đến trung lẫn ít sét và mùn thực vật) và trầm tích biển (mQ_{IV}^3b) (cát màu vàng xám, hạt nhỏ đến trung ở dạng gờ gió và bãi biển chứa quặng).

Toàn mỏ chỉ có một thân quặng kéo dài song song đường bờ, nằm toàn bộ trong tầng trầm tích mQ_{IV}^3b. Chiều dày trung bình thân quặng 0,82m, diện tích chứa quặng 990m^2.

Hàm lượng trung bình quặng titan 103,26kg/m^3. Trữ lượng quặng tính theo cấp P_1 là: Quặng titan 80.198 tấn (riêng ilmenit 71.879 tấn) và Zircon 2.289 tấn

b. Mỏ Cẩm Hoà

Mỏ nằm ở cồn cát ven biển xã Cẩm Hoà, huyện Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh.

Trong phạm vi mỏ có mặt các trầm tích Đệ Tứ như sau:

Trầm tích biển Holocen giữa (mQ_{IV}^2): gồm lớp cát màu trắng xám đến xám đen có pha một ít mùn thực vật. Phía trên là trầm tích cát biển Holocen giữa được gió tái tạo (mvQ_{IV}^2), thành phần chủ yếu là cát hạt nhỏ màu xám sáng đến vàng nhạt. Trầm tích này tạo thành dãy đụn cát ven biển chứa toàn bộ thân quặng sa khoáng của mỏ. Trên cùng là trầm tích biển và hỗn hợp biển gió, tuổi Holocen trên (m- Thân quặng phình ra ở giữa và vát nhọn dần về 2 phía. Chiều dày trung bình: 1,20m, diện tích chứa quặng 2642 km^2. Hàm lượng trung bình: quặng titan 92,84 kg/m^3 (riêng ilmenit: 81,14 kg/m^3) và Zircon 5,76 kg/m^3. Trữ lượng quặng tính theo cấp P_1 và P_2 là: Quặng titan 2.600.000 tấn (riêng ilmenit trên 2500000 tấn) và Zircon 85.995 tấn. Mỏ Cẩm Hoà thuộc nhóm mỏ sa khoáng titan.

c. Mỏ Kỳ Ninh

Nằm ở ven biển xã Kỳ Ninh, huyện Kỳ Anh. Bắc giáp núi Bàn Độ, Nam giáp Cửa Khẩu. Trong phạm vi mỏ trầm tích cát pha ít sét màu xám đến xám đen có lẫn ít mùn thực vật, tuổi Holocen giữa (mQ_{IV}^2), một số trầm tích Holocen giữa là cát xám vàng ở dạng đụn cát (mvQ_{IV}^2). Phía trên là trầm tích biển Holocen trên và chia làm 2 phần:

- Dạng đụn cát (mvQ_{IV}^3b) cát màu xám vàng đến xám sáng, hạt nhỏ. Đây là tầng chứa quặng chủ yếu của mỏ.
- Dạng bãi biển hiện đại: cát hạt nhỏ đến thô, màu vàng xám.

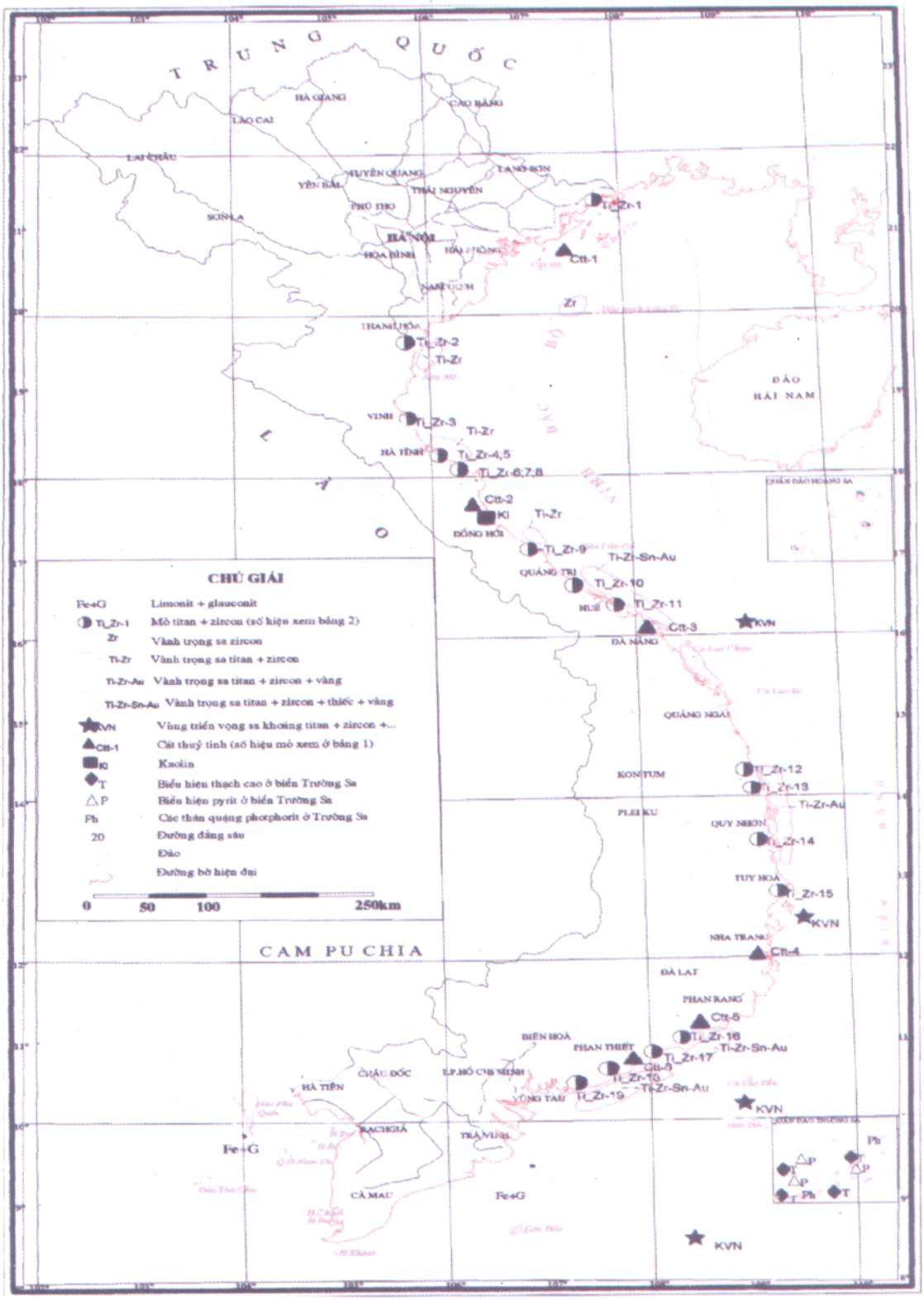
Phía bên kia Cửa Khẩu là granit sáng màu, tuổi Triat giữa. Mỏ Kỳ Ninh bao gồm 4 thân quặng với các tên gọi A, B, C, E. Trong đó thân quặng E lớn nhất. Kích thước, hàm lượng quặng của thân quặng trình bày ở bảng 8.3.

Trữ lượng quặng tính theo cấp P_1và P_2 là: Quặng titan 550.665 tấn (riêng ilmenit 443.475 tấn), Zircon 35.126 tấn và Monazit 199 tấn. Mỏ Kỳ Ninh thuộc nhóm mỏ titan - zircon.

Bảng 8.1: Các mỏ và điểm khoáng sản rắn

Nhóm nhiên liệu	1. Than đá	1. Vùng Kế Bào 2. Vùng Hòn Gai	3. Vùng Cẩm Phả 4. Điểm Ba Làng	5. Điểm Núi Xước
	2. Than nâu	6. Mỏ Tiền Hải		
	3. Than bùn	7. Điểm Tiền Hải 8. Mỏ Mậu Lộc 9. Điểm Ba Đồn 10. Điểm Hương Điên 11. Điểm Huế (đông) 12. Tây Nam Ô	13. Điểm Núi Thành 14. Điểm Quy Nhơn 15. Điểm Tuy Hoà 16. Điểm Ninh Hoà 17. Mỏ Ba Ngòi 18. Mỏ Bà Rịa	19. Mỏ U Minh thượng 20. Mỏ U Minh hạ 21. Điểm Kiên Lương I 22. Điểm Kiên Lương II 23. Điểm Hà Tiên
Khoáng Sản nói chung	1. Sắt	24. Điểm Kế Bào 25. Điểm Đồng Đăng	26. Điểm Vân Trình 27. Mỏ Thạch Khê	28. Điểm Bà Lụa 29. Điểm Hòn Tre lớn
	2. Đồng	30. Điểm Cẩm Tú		
	3. Vàng	31. Điểm Phú Lộc	32. Điểm Mỏm Hải Vân	
	4. Molipden	33. Điểm Hòn Sạn	34. Điểm Cà Ná	35. Điểm Kê Gà
	5. Amtimon	36. Điểm Tấn Mài		
	6. Chì, kẽm	37. Điểm ĐN Phú Quốc		
	7. Thiếc	38. Điểm Du Long MaTy	39. Điểm Suối Vàng	
	8. Titan	40. Mỏ Bình Ngọc 41. Điểm Vĩnh Thực 42. Điểm Sầm Sơn 43. Mỏ Quảng Xương 44. Điểm Cửa Lò 45. Mỏ Cửa Hội	46. Mỏ Cẩm Nhượng 47. Mỏ Cẩm Hoà 48. Mỏ Mỹ Tho 49. Mỏ Cát Khánh (Degi) 50. Điểm Cát Tân 51. Mỏ Xương Lý	52. Mỏ Tuy Phong 53. Mỏ Xuân Thịnh (Vĩnh Hoà - Phú Dương) 54. Điểm Tuy An 55. Điểm Tuy Hoà 56. Mỏ Vĩnh Dật (Hòn Gốm) 57. Điểm Cam Xuân (Cam Ranh)
	9. Tian - zircon	58. Điểm Quán Lan 59. Đồng Châu - Cồn Đen 60. Mỏ GiaoThuỷ 61. Điểm Văn Lý 62. Điểm Hậu Lộc 63. Điểm Nam Vịnh - Cửa Hội 64. Mỏ Cường Giản 65. Mỏ Kỳ Khang 66. Mỏ Kỳ Ninh 67. Điểm Đồng Hới	68. Mỏ Vĩnh Thái - Mỹ Hội (Vĩnh Linh) 69. Điểm Nam Cửa Việt 70. Mỏ Quảng Ngạn 71. Mỏ Thuận An 72. Mỏ Ké Sung 73. Mỏ Vĩnh Mỹ 74. Mỏ Cửa Đại 75. Điểm Tam Tiến 76. Điểm Cửa Lở	77. Mỏ Tam Hải 78. Mỏ Thiện Hải 79. Mỏ Chùm Găng 80. Mỏ Mũi Né 81. Mỏ Hàm Tân 82. Mỏ Nam Hàm Tân 83. Mỏ Long Hải 84. Điểm Vũng Tàu 85. Điểm Gò Công 86. Điểm Ba Tri 86a. Điểm Mũi Nai

	10. Nhôm	87. Điểm Vạn Tường	88. Mỏ Vân Hoà	
Đá quý	11. Tectit	89. Điểm Hải Tiến 90. Điểm Trà Bản	91. Điểm Diễn Châu 92. Điểm Chu Lai	93. Điểm Phù Mỹ 94. Điểm Pha Rang
	12. Huyền	95. Mỏ Phú Quốc		
	13. Cao lanh	96. Điểm Vĩnh Thực	96a. Điểm Cô Tô	97. Mỏ Đồng Hới
	14 Sét, gạch, ngói	98. Vùng mỏ Tiên Gia - Giếng Đáy 99. Mỏ Tiên Hội 100. Mỏ Quảng Châu	100a. Mỏ Thăng Bình 100b. Mỏ Tam Kỳ 100c. Mỏ Mộ Đức	101. Mỏ Suối Dầu 102. Mỏ Kiên Lương 102a. Điểm Mũi Nai
Khoáng sản không kim loại	15. Cát thuỷ tinh	103. Mỏ Vận Hải 104. Mỏ Ba Đồn 104a. Điểm Nam Cửa Việt 105. Mỏ Nam Ô 106. Điểm Chu Lai 107. Mỏ Tam Quan 108. Mỏ Sa Huỳnh 108a. Mỏ Hòn Gốm	109. Mỏ Thuỷ Triều 110. Mỏ Cam Hải 111. Mỏ Thành Tín 112. Mỏ Phan Rí 113. Mỏ Phan Rí Thành 114. Mỏ Nhơn Long 115. Mỏ Cây Táo 116. Mỏ Hồng Sơn	117. Mỏ Long Thịnh 118. Mỏ Nam Phan Thiết 119. Mỏ Chùm Găng 120. Mỏ Đinh Thầy 121. Mỏ Hàm Tân 122. Mỏ Tâm Thắng 123. Mỏ Bình Châu
	16. Cuội thạch anh	124. Điểm Vĩnh Thực	125. Điểm Hải Lợi	
	17. Vôi các loại	126. Mỏ Cẩm Phả 127. Mỏ Tràng Kênh	128. Mỏ Ngũ Hành	129. Mỏ Kiên Lương
	18. Quazit	130. Điểm Quán Lan	131. Điểm Đồ Sơn	132. Điểm Đèo Ngang
	19. Granit ốp lát	134. Điểm Sầm Sơn	135. Điểm Tri Thuỷ	136. Điểm Thái An
	20. Bazan ốp lát	137. Mỏ Vĩnh Linh		
	21. Sò xây dựng	138. Điểm Diễn Châu	138a. Điểm Lăng Cô	
	22. Đá vôi san hô	139. Điểm Vạn Tường 140. Mỏ Xuân Tự	141. Mỏ Xuân Vinh 142. Mỏ Ninh Phước	143. Điểm Cam Ranh
		144. Mỏ Mỹ Tường	145. Điểm Vĩnh Bảo	
	23. Cát kết vôi	146. Mỏ Sơn Hải	147. Mỏ Vĩnh Hảo	148. Mỏ Phước Thế
	24. "Cát lồi"	149. Điểm Phan Rang	150. Điểm Vĩnh Bảo	
	25. Photphorit	151. Điểm Dương Huy	152. Mỏ Kiên Lương	



Hình 8.9. Sơ đồ phân bố một số khoáng sản rắn ven biển Việt nam

Bảng 8.2a: Các mỏ sa khoáng khoáng vật nặng (ilmenit, zircon...) ven biển Việt Nam

STT	Tên mỏ	Vùng biển	Hàm lượng (kg/m^3)	Trữ lượng tài nguyên	
				Zircon	Ilmenit
	Bình Ngọc	Quảng Ninh	20-250		60
	Quảng Xương	Thanh Hoá	20-150		80
	Cửa Hội	Nghệ An	20-200		300
	Cẩm Hoà	Hà Tĩnh	20-1000	85	2.600
	Cẩm Nhượng	nt	20-500		350
	Kỳ Khang	nt	20-350		2.930
	Kỳ Ninh	nt	20-400		550
	Kỳ Xuân	nt	20-200		380
	Vĩnh Thái	Quảng Trị	20-150	100	630
	Quảng Ngạn	Thừa Thiên	20-100		
	Kẻ Sung - Vĩnh Mỹ	nt	20-200	710	3.370
	Mỹ Thọ	Bình Định	20-150		1.200
	Đề Gi	nt	20-200		800
	Đồng Xuân	Phú Yên	20-150		300
	Hòn Gốm	Khánh Hoà	20-100		500
	Mũi Né	Bình Thuận	20-150		400
	Chùm Găng	nt	20-150		500
	Hàm Tân	nt	20-100		1.300
	Long Hải	Vũng Tàu	20-150		400
Tổng				895	16.650

d. Mỏ Kẻ Sung

Nằm dọc theo ven biển thôn Kẻ Sung phía nam cửa Thuận An. Các trầm tích Đệ Tứ có mặt trong mỏ là: trầm tích biển Holocen nằm giữa chủ yếu là cát pha sét màu xám đến xám đen có lẫn ít mùn thực vật. Phía trên là trầm tích biển được gió tái tạo tuổi Holocen giữa (mvQ_{IV}^2). Trên cùng là trầm tích hỗn hợp biển và biển gió tuổi Holocen muộn gồm cát thạch anh hạt nhỏ, trung, màu vàng xám. Đây là tầng chứa các thân quặng. Mỏ có hai thân quặng A, B, trong đó thân quặng A nằm sát bờ thôn Kẻ Sung là thân quặng chính. Kích thước và hàm lượng các thân

quặng trình bày ở bảng 8.4. Trữ lượng quặng tính theo cấp C_1 và C_2 là: Quặng titan 3.370.000 tấn, Zircon 100.000 tấn và Monazit 1.200 tấn

e. Mỏ Đề Gi

Mỏ nằm sát ven biển xã Cát Khánh, huyện Phù Cát từ mũi Đề Gi đến thôn Chánh Oai. Toạ độ địa lý: $109^0$12' - $109^0$15' kinh độ đông, $14^0$02' - $14^0$06' vĩ độ Bắc. Trong phạm vi mỏ có mặt các trầm tích Đệ Tứ: tầng cát biển màu xám đến xám đen có pha ít sét lẫn mùn thực vật, tuổi Holocen giữa (mQ_{IV}^2). Phía trên là tầng cát biển màu vàng chia làm 2 phần: dạng đụn cát ven biển (mvQ_{IV}^3a) và dạng bãi biển hiện đại (mQ_{IV}^3b). Phía Nam và Tây Nam mỏ tiếp giáp với granit tuổi Kreta. Toàn mỏ có một thân quặng nằm gọn trong tầng trầm tích chứa cát biển màu vàng xám tuổi Holocen trên (mQ_{IV}^3a). Quặng giàu ở phía Đông Bắc, nghèo dần về phía Nam. Hàm lượng trung bình: Quặng titan 72,91 kg/m^3 (riêng Ilmenit: 71,09 kg/m^3), Zircon 2,48 kg/m^3, Monazit và xenotim: 0,75kg/m^3

Trữ lượng quặng tính theo cấp P_2 là: Quặng titan 2.000.192 tấn (riêng ilmenit 1.749.599 tấn), Zircon 78.478 tấn, Monazit và xenotim 23.733 tấn. Mỏ Cát Khánh thuộc nhóm mỏ sa khoáng titan.

Bảng 8.2b. Cỡ hạt cơ bản các khoáng vật quặng trong một số mỏ sa khoáng ven biển

Mỏ hoặc nhóm mỏ	Khoáng vật	Cấp hạt cơ bản (mm)	Trọng lượng (%) của khoáng vật
Cát Khánh	ilmenit	0.15-0.25	80-90
	Leucoxene	0.2-0.3	80-90
	Rutin	0.15-0.20	80-90
	Zicron	0.15-0.2	50-60
Quảng Ngạn	ilmenit	0.1-0.2	80-85
	Rutin	0.1-0.2	70-80
	Zircon	0.05-0.15	90-95
Hàm Tân	Ilmenit	0.07-016	85-90
	Rutin	0.1-0.3	80-90
	Zircon	0.07-0.1	65
KỳAnh - Cẩm Xuyên	Leucoxene	0.1-0.2	90
	ilmenit	0.05-0.1	80-90
	Rutin	0.05-0.1	80-90
	Zircon	0.04-0.06	80-85
Kỳ Khang- Cẩm Hoà	Ilmenit	0.1-0.15	80-90
Cẩm Nhượng	Ilmenit	0.15-0.2	80-90

Bảng 82c: Thành phần hoá học một số mỏ sa khoáng ven biển Việt Nam

Oxit	Cát Khánh	Kỳ Anh - Cẩm Xuyên	Quảng Ngạn	Hàm Tân	Quảng Xương	Đồng Xuân	Mũi Né
TiO_2	47.25	53.30	50.37	53.17	47.57	51.57	50.09
FeO	-	29.38	28.72	21.81	35.66	31.45	24.40
Fe_2O_3	48.51	11.50	11.59	19.22	9.40	11.85	18.68
MnO	-	0.85	0.82	1.05	0.73	0.68	1.12
MgO	-	0.1	0.17	0.24	0.22	0.24	0.22
Cr_2O_3	-	0.05	0.21	0.04	0.12	0.12	0.04

Bảng 8.3: Đặc điểm mỏ Kỳ Ninh

Tên thân quặng	Chiều dày trung bình (m)	Diện tích (m^2)	Hàm lượng trung bình (kg/m^3)			
			Quặng titan	Ilmenit	Zircon	Monazit
A	0,60	115	398,32	346,45	70,08	-
B	0,57	105	38,45	32,43	4,48	-
C	0,63	130	78,56	61,91	5,13	-
E	1,10	2576	49,31	38,79	10,71	0,08

Bảng 8.4: Kích thước và hàm lượng các thân quặng

Tên thân quặng	Chiều dày trung bình (m)	Diện tích (m^2)	Hàm lượng trung bình (kg/m^3)			
			Quặng titan	Ilmenit	Zircon	Monazit
A	3,16	1387,5	35,88	31,66	7,73	0,11
B	5,75	350,0	28,29	23,25	9,15	0,06

f. Mỏ Hàm Tân

Thuộc huyện Hàm Tân, tỉnh Bình Thuận, có toạ độ $107^0 48'30''$ kinh độ Đông, $10^0 40'30''$ vĩ độ Bắc

Quặng nằm trong cát xám vàng Holocen. Có hai thân quặng kích thước 2300 x 400- 600 x 4,25m và 7800 x 400- 700 x 3-7,5m. Hàm lượng trung bình: Ilmenit 20-175 kg/m^3), Zircon 2-7,5 kg/m^3. Trữ lượng quặng tính theo cấp C là: Ilmenit 1.300.000 tấn, Zircon 442.198 tấn

Nhìn chung, các loại quặng titan, zircon, đất hiếm luôn đi cùng với nhau trong cát ven biển, tạo thành nhiều điểm quặng và nhiều mỏ có giá trị công nghiệp. Nhân dân thường gọi là "cát đen"do cát chứa quặng có màu đen của ilmenit. Các

quặng sa khoáng này phân bố rải rác từ đầu mút phía bắc (Bình Ngọc) đến đầu mút phía nam (Hà Tiên) của đường bờ biển Việt Nam. Nhưng những mỏ có giá trị công nghiệp tập trung chủ yếu ở đoạn ven biển miền Trung, nhất là từ Cửa Hội đến Vũng Tàu. Ven biển miền Trung có các mỏ cỡ lớn và cỡ trung bình.

Dựa theo chỉ tiêu phân loại mỏ công nghiệp, có thể phân chia các mỏ sa khoáng titan, zircon, đất hiếm ven biển Việt Nam ra các cỡ mỏ như sau:

- 2 mỏ và cùng mỏ cỡ lớn (trữ lượng >500.000 tấn)
- 7 mỏ và vùng mỏ cỡ trung bình (trữ lượng 50.000- 500.000 tấn)
- 6 mỏ cỡ nhỏ (trữ lượng 25.000- 50.000 tấn)
- 3 vùng không công nghiệp trung ương
- Một số điểm quặng (trữ lượng < 25.000 tấn). (Xem bảng 8.2a)

Đa số các thân quặng sa khoáng titan- zircon - đất hiếm đều nằm lộ thiên, số ít thân quặng nằm chôn vùi trong cát ven biển. Chiều dày trung bình của thân quặng dao động trong khoảng 1- 1,8m; số ít: 0,6- 0,8m. Đặc biệt có thể đạt tới 3- 4,5 (mỏ Kẻ Song, Cát Khánh).

Hầu hết các thân quặng đều nằm trong trầm tích biển ở bãi biển hiện đại và trầm tích biển - gió ở dạng địa hình tích tụ gió ven biển (dãy đụn cát ven biển). Tuổi của các sa khoáng chính là tuổi của thành tạo trầm tích chứa chúng: chủ yếu là Holocen giữa - trên (Q_{IV}^{2-3}) và Holocen giữa (Q_{IV}^{2}). Trong trầm tích Pleistocen giữa (Q_{II}), cát đỏ Phan Thiết cũng có chứa các thân quặng có hàm lượng thấp.

Hàm lượng của mỗi loại quặng thay đổi khác nhau ở từng mỏ riêng biệt. Căn cứ vào hàm lượng của các loại quặng chia ra 2 nhóm mỏ:

- Mỏ sa khoáng titan ven biển: gồm các mỏ chỉ có quặng titan đạt hàm lượng công nghiệp.
- Mỏ sa khoáng titan - zircon ven biển: bao gồm các mỏ có cả hai loại quặng titan và zircon đều đạt hàm lượng công nghiệp.

Quặng đất hiếm không đạt hàm lượng công nghiệp, nên chỉ coi là quặng đi kèm.

Điều kiện hình thành các sa khoáng đã được đề cập (Nguyễn Biểu, 1990), trong đó quan trọng là kết luận cần phải tìm kiếm sa khoáng Sn, Au trong các trầm tích Pleistocen. Các sa khoáng có tính đa nguồn gốc cho nên chất lượng của các loại quặng thay đổi từ mỏ này sang mỏ khác, từ vùng này sang vùng khác.

2.2. Cát thuỷ tinh

Cát thuỷ tinh là một trong những khoáng sản chính ven biển Việt Nam, phân bố rải rác dọc bờ biển từ bắc đến nam. Có nó ở ngoài đảo như Vân Hải (Quảng Ninh). Hầu hết các mỏ cỡ lớn tập trung trong đoạn ven biển miền nam từ Cam Ranh đến Bình Châu. Cho đến nay theo tài liệu của Nguyễn Đình Thiên (1977),

Lê Đức Cường (1981) và Nguyễn Viết Thắng (1983) đã có hai mươi mỏ cát thuỷ tinh ven biển được tìm kiếm, thăm dò. Tổng trữ lượng là 583,935 nghìn tấn. ở đa số các mỏ ven biển, cát thuỷ tinh có chất lượng làm thuỷ tinh dân dụng. Một số mỏ như ở Vân Hải, Cam Ranh... cát có chất lượng cao (loại I, loại II, sản xuất thuỷ tinh cao cấp, dùng làm pha lê, dụng cụ quang học,...).

Bảng 8.5. Trữ lượng và chất lượng cát thuỷ tinh ven biển Việt Nam

Cỡ mỏ	STT	Tên mỏ	Trữ lượng (1000 tấn)	STT trên hình vẽ	Chất lượng
Lớn	1.	Phan Rí	228.382	5	Thuỷ tinh dân dụng
	2.	Hồng Sơn	40.937		nt
	3.	Bình Châu	40.231		
	4.	Thuỷ Triều - Cam Ranh	34.301	4	Loại I: khoảng 25%
	5.	Phan Rí Thành	28.515		Loại II: khoảng 75%
	6.	Long Nhơn	22.912		
	7.	Chùm Găng	22.856		Thuỷ tinh dân dụng
	8.	Dinh Thầy	20.708		nt
	9.	Cây Táo	20.527		nt
	10.	Hàm Tân	16.264	6	nt
	11.	Long Thịnh	12.924		nt
	12.	Cam Hải	11.169		nt
	13.	Nam Ô	6.827	3	nt
	14.	Thành Tín	5.780		nt
	15.	Vân Hải	5.621	1	Thuỷ tinh dân dụng một số loại đạt loại II
	16.	Tân Thắng	4.138		
Trung bình	17.	Nam Phan Thiết	1.843		
Tổng cộng			583.935		

Loại I: Cát pha lê
Loại II: Cát quang học

Trong 20 mỏ có 16 mỏ thuộc loại mỏ cỡ lớn, mỏ nam Phan Thiết thuộc loại mỏ cỡ trung bình (Xem bảng 8.5).*1. Mỏ cát Vân Hải* (Lê Văn Cự và nnk, 1983, T.53-196). Thuộc hai xã Minh Châu và Quán Lạn. Toạ độ: $20^0 57' 19''$ vĩ độ Bắc, $107^0 30' 30''$ kinh độ Đông.

Cát chủ yếu làm thuỷ tinh dân dụng, quang học, pha lê. Cát trắng nằm ngay trên

mặt thành dạng đụn cát. Trên mặt có lẫn ít thực vật màu xám hơn. SiO_2 = 98,38%; Fe_2O_3 = 0,02- 0,95%. Mỏ lớn, trữ lượng 5.621 ngàn tấn.

Từ trước tới nay ở mỏ đã khai thác khoảng 800 ngàn tấn cung cấp cho các cơ sở thuỷ tinh miền Bắc. Hiện nay, hàng năm khai thác 15- 20 ngàn tấn (theo số liệu xí nghiệp cát Vân Hải).

2. Mỏ Ba Đồn: mỏ cát Ba Đồn kéo dài từ Ba Đồn (Quảng Trạch- Quảng Bình) về phía bắc. Dài 10km, rộng 1,5- 3,0km, cạnh quốc lộ số I. Cát trắng, hạt đều nhưng tương đối thô. SiO_2 = 96,7- 99,6%; Fe_2O_3 = 0,57- 1,03%; chưa rõ trữ lượng nhưng thuộc loại mỏ lớn.

3. Mỏ Nam Ô: (Giả Tấn Dĩnh và nnk, 1983) được biết từ lâu thuộc xã Hoà Khánh, Hoà Hiệp, Hoà Liên, huyện Hoà Vang, Đà Nẵng. Toạ độ: $16^0$04'40'' vĩ độ Bắc, $108^0$06'00'' kinh độ Đông

Diện tích 10km^2. Cát thạch anh tuổi Holocen nằm trực tiếp trên đá gốc bị phong hoá hệ tầng A Vương. Thành phần của cát: SiO_2 = 98,6%; Fe_2O_3 = 0,08%; Al_2O_3 = 0,54%; TiO_2 = 0,04%; Cr_2O_3 = 0,02%; Na_2O = 0,02%; K_2O = 0,01%; cỡ hạt chủ yếu 0,1-0,8mm chiếm 81,36- 91,34%.

Kết quả thăm dò sơ bộ cho trữ lượng cấp C_1+ C_2 = 6.826 ngàn tấn. Đã khai thác một ít dùng cho thuỷ tinh dân dụng.

4. Mỏ Thuỷ Triều (Nguyễn Viết Thắm và nnk, 1983) được biết từ lâu ở thôn Thuỷ Triều, Cam Hải, Cam Ranh. Toạ độ: $12^0$05'30'' vĩ độ Bắc, $109^0$10,50'' kinh độ Đông

Thể tích: 5,2 x 1,4km, dày 2,5- 7,0m. Cát trắng nằm trên cát nâu đỏ. Có 2 loại:

- Loại I: chủ yếu phân bố ở phía bắc mỏ, có thành phần SiO_2 = 99,46%; Fe_2O_3 = 0,05%; Al_2O_3 = 0,04%; TiO_2 = 0,02%; MgO = 0,02%; CaO = 0,01%. Trữ lượng (A+C) = 6.790 tấn.
- Loại II: ở Nam khu mỏ là chủ yếu với SiO_2 = 99,28%; Fe_2O_3 = 0,11%; Al_2O_3 = 0,11%; TiO_2 = 0,12%; Cr_2O_3 ít. Trữ lượng chung 27.817 ngàn tấn (A+B+C_2).

Tổng trữ lượng toàn mỏ: 34.300.800 tấn cát.

Đến năm 1975 ở mỏ đã khai thác 500 ngàn tấn, từ giải phóng miền Nam tới nay trên 500 ngàn tấn phục vụ cho sản xuất thuỷ tinh dân dụng.

5. Mỏ Thành Tín: thuộc xã An Hải, huyện Minh Hải, tỉnh Bình Thuận. Có toạ độ: $11^0$31'30'' vĩ độ Bắc, $108^0$58'00'' kinh độ Đông.

Kích thước:7.500 x 500 - 175m x 1,2- 2m. Loạt hạt nhỏ chủ yếu SiO_2 = 97,09 - 97,20%; Fe_2O_3 = 0,18 - 0,3%. Trữ lượng cấp C_2: 5.779.619 tấn.

6. Mỏ Phan Rí: thuộc xã Hoà Minh, Bắc Bình, Bình Thuận. Toạ độ: $10^0$13'00'' vĩ độ Bắc, $108^0$34'30'' kinh độ Đông.

Kích thước 2100m x 5000 x 4-11m. Mặt cắt của mỏ từ dưới lên: đá silic - cát pha bột, sét trắng phớt nâu và phớt vàng- cát trắng.

Thành phần hoá học: SiO_2 = 98,24%; Fe_2O_3 = 0,22%; Al_2O_3 = 0,59%; TiO_2 = 0,60%; Cr_2O_3 = 0,1- 0,2%. Cỡ hạt 0,1- 0,5 chiếm ưu thế 89,1%. Kết quả tìm kiếm cho một trữ lượng C_2 lớn nhất trong các mỏ cát thuỷ tinh: 288.381.600 tấn.

7. Mỏ Phan Rí Thành: huyện Bắc Bình, Bình Thuận. Có toạ độ $11^0$11'00'' vĩ độ Bắc, $108^0$32'40'' kinh độ Đông.

Cát trắng nằm trên đá granit phức hệ Đèo Cả và cát đỏ Pleistocen. Cát có thành phần hoá học: SiO_2 = 96,15 - 98,35%; Fe_2O_3 = 0,13 -0,30%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 70-87%. Kết quả tìm kiếm cho trữ lượng dự báo 28.514.771 tấn.

8. Mỏ Nhơn Long: huyện Bắc Bình, Bình Thuận. Có toạ độ $11^0$06'45'' vĩ độ Bắc, $108^0$28'00'' kinh độ Đông.

Cát Holocen tướng aluvi nằm trên cát đỏ và cát vàng chạy song song với bờ biển. Kích thước mỏ 4000m x 875 x 7m^3. Thành phần hoá học: SiO_2 = 95,2 - 96,37%; Fe_2O_3 = 0,1 -0,25%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm - 80-83%. Trữ lượng dự báo 22.912.000 tấn.

9. Mỏ Cây Táo: thuộc xã Hồng Liêu, huyện Hàm Thuận, tỉnh Bình Thuận. Toạ độ $11^0$10'45'' vĩ độ Bắc, $108^0$16'00'' kinh độ Đông.

Cát trắng nằm trên cát đỏ và sét pha cát. Kích thước mỏ: 4500 x 950- 450 x 3,2-6,0m^3. Thành phần hoá học: SiO_2 = 98,57 - 99,32%; Fe_2O_3 = 0,02- 0,09%. Cỡ hạt 0,1-0,5mm chiếm 86,0- 91,0%. Trữ lượng dự báo là 20.256.884 tấn.

10. Mỏ Hồng Sơn: thuộc xã Tuy Hoà, huyện Hàm Tân, tỉnh Bình Thuận. Cát trắng nằm trên cát vàng có diện phân bố dạng hình thoi, 7250 x 1450-300 x 5,5-6,0m^3, nguồn gốc aluvi Holocen. Thành phần hoá học: SiO_2 = 98,75 - 99,28% (99,1%); Fe_2O_3 = 0,08 -0,15%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 92,50%. Trữ lượng dự báo là 40.937.219 tấn.

11. Mỏ Long Thịnh: thuộc xã Hồng Sơn, Hàm Thuận, Bình Thuận. Toạ độ $11^0$06'15'' vĩ độ Bắc, $108^0$12'31'' kinh độ Đông.

Cát trắng aluvi Holocen nằm trên cát vàng. Có 2 thân:

- Thân I có kích thước 3000x300x1,5m^3, thành phần hoá học: SiO_2 = 98,40%; Fe_2O_3 = 0,17%.
- Thân II có diện tích 1,15km, dày 5,7- 6,0m và SiO_2 = 98,85 - 99,85% (99,39%); Fe_2O_3 = 0,08 - 0,15%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 98,5%. Trữ lượng dự báo: 12.924.000 tấn.

12. Mỏ Chùm Găng: nằm ở xã Tân Thành, huyện Hàm Tân, Bình Thuận. Toạ độ $10^0$42'30'' vĩ độ Bắc, $107^0$57'50'' kinh độ Đông.

Cát trắng thuộc aluvi Holocen chứa ít mùn lân hữu cơ. Kích thước: 5500 x 1500 x

1,5-7,5m^3. Thành phần hoá học: SiO_2 = 97,18- 98,82% ; Fe_2O_3 = 0,07- 0,29%. Kích thước hạt 0,1- 0,5mm chiếm 77- 93%. Cát nâu có hàm lượng sắt cao (Fe_2O_3 = 0,23- 3,0%). Trữ lượng dự báo: 2.856.790 tấn.

13. Mỏ Dinh Thầy: thuộc xã Tân Hải, huyện Hàm Tân, Bình Thuận. Toạ độ 10^{0}40'00'' vĩ độ Bắc, 107^{0}50'35'' kinh độ Đông.

Cát trắng aluvi nằm trên cát vàng. Kích thước mỏ 2500 x 2000 1,0-5,5m^3. Thành phần hoá học: SiO_2 = 98,44- 99,56% (99,15); Fe_2O_3 = 0,22- 0,06% (0,12%). Trữ lượng dự báo: 20.708.288 tấn.

14. Mỏ Hàm Tân: thuộc 2 xã Tân An, Tân Mỹ, huyện Hàm Tân, tỉnh Bình Thuận. Toạ độ: 10^{0}39'00'' vĩ độ Bắc, 107^{0}44'45'' kinh độ Đông.

Có 2 thân quặng:

- Thân I có kích thước 1400 x 650 x 0,5- 2,0m^3 với SiO_2 = 98,53%; Fe_2O_3 = 0,28%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 80%.
- Thân II có hình bán nguyệt với đường kính 4600m, chiều dày thay đổi 1,5-5,0m và SiO_2 = 96,85- 99,17%, trung bình 98,6%; Fe_2O_3 = 0,13- 0,24%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 73- 93%. Trữ lượng tìm kiếm 16.264.080 tấn.

15. Mỏ Tân Thắng: thuộc xã Tân Thắng, Hàm Tân, Bình Thuận. Toạ độ: 10^{0}37'30'' vĩ độ Bắc, 107^{0}38'30'' kinh độ Đông.

Cát trắng aluvi có thành phần hoá học: SiO_2 = 96,5 - 98,5%; Fe_2O_3 = 0,08 - 0,24%. Trữ lượng dự báo 4.138.278 tấn.

16. Mỏ Bình Châu: ở xã Bình Châu, huyện Xuyên Mộc, tỉnh Đồng Nai, có 3 thân quặng:

- Thân loại I là cát trắng aluvi Holocen, kích thước 3125 x 1000 x 1- 4m^3 và có thành phần hoá học: SiO_2 = 97,26 - 99,88%; Fe_2O_3 = 0,06 - 0,29%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 70,52%.
- Thân II là cát trắng phớt vàng. Kích thước 2750 x 1000 x 2,5- 3,5m^3 và SiO_2 = 96,7 - 98,64%; Fe_2O_3 = 0,09 - 0,34%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 54- 79%.
- Thân III có cát xám với thể tích 2.400.000m^3. Thành phần hoá học: SiO_2 =96,76 - 98,78%; Fe_2O_3 = 0,03- 0,05%. Cỡ hạt 0,1- 0,5mm chiếm 57- 82%. Trữ lượng mỏ đạt 40.230.720 tấn.

Cát trắng của mỏ khai thác cho nhà máy thuỷ tinh Khánh Hội khoảng 5000 tấn và nhà máy thuỷ tinh Biên Hoà khoảng 500 tấn. Dùng cát mỏ này để sản xuất thuỷ tinh dân dụng.

3. Khoáng sản rắn và vật liệu xây dựng biển nông ven bờ

Từ năm 1991 đến nay, công tác "Điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản rắn biển nông ven bờ (0- 30m nước) Việt Nam tỷ lệ 1:500.000" được thực hiện tại Trung tâm Địa chất khoáng sản biển - Cục Địa chất và khoáng sản Việt Nam và đã phát hiện nhiều vùng biểu hiện khoáng sản cần được tìm kiếm trong thời gian tới.

Tổng hợp các tài liệu về: địa chất, địa chấn, trọng sa, địa hoá sẽ giúp tính được trữ lượng dự báo sa khoáng và vật liệu xây dựng (cuội, sạn, cát...).

3.1. Các vùng triển vọng sa khoáng và vật liệu xây dựng

Phần lớn các biểu hiện sa khoáng và vật liệu xây dựng tập trung ở dải ven biển miền Trung, thành 6 vùng (Bảng 8.6).

1. Vùng biển Sầm Sơn - Lạch Trường

Dưới đáy biển có các vành trọng sa bậc cao các khoáng vật quặng Ti, Zr, TR với hàm lượng tổng giao động 4000 - 7000g/m^3 và bậc thấp của các khoáng vật casiterit, vàng, phân bố ở độ sâu 0- 10m nước và có nơi 20- 30m nước thuộc đới đường bờ cổ. Tổ hợp khoáng vật gồm: manhetit, ilmenit, zircon, rutin, anataz, monazit- xenotim, ít vàng và casiterit. Theo tài liệu địa chấn nông độ phân giải cao đã khoanh được các tầng cuội sạn aluvi, deluvi trên các đá granit Sầm Sơn, đá biến chất kiểu Lạch Trường, đá phun trào mafic Cẩm Thuỷ là đối tượng tìm kiếm vàng và thiếc.

2. Vùng biển Nam Nghệ An - Hà Tĩnh

Đáy biển từ Cửa Lò - Đèo Ngang đã phát hiện các vành trọng sa bậc cao của các khoáng vật quặng Ti - Zr với hàm lượng tổng dao động 4500- 7500g/m^3, đi kèm còn có các vành bậc thấp của vàng, casiterit. Chúng phân bố chủ yếu ở độ sâu 0- 3m và 15- 25m nước. Đáng chú ý trong các vành trọng sa bậc cao nhiều mẫu đạt hàm lượng công nghiệp như bắc và nam Cửa Hội, bắc Cửa Sót, Bắc Cửa Nhượng và Kỳ Khang. Tổ hợp khoáng vật quặng chính gồm: manhetit, ilmenit, zircon, rutin, anataz, monazit- xenotim, vàng và casiterit. Trong tầng cát trên mặt ở nam đảo Hòn Mắt thấy biểu hiện của casiterit. Đáy biển ở độ sâu 0- 10m và 22- 30m nước có các bất thường Ti (500×10^{-3}%), Zr (30×10^{-3}%) với kích thước 5- 10 × 25- 30km và các bất thường bậc 1 của casiterit với diện tích một vài km^2. Theo tài liệu địa chấn đã khoanh được một số diện tích phát triển trầm tích aluvi (lòng sông cổ) ở quanh hoặc ở gần khối granit, đá phun trào hệ tầng Mường Hinh và đá phiến hệ tầng Long Đại. Khả năng tìm kiếm vàng và thiếc tại vùng biển này là khá lớn nên xây dựng phương án đánh giá tiềm năng sa khoáng khoáng vật nặng (ilmenit - zircon v.v) ở độ sâu 0- 10m nước và 20- 30m nước, và Sn, Au tại các lòng sông cổ gần các đá gốc nêu trên. Vật liệu xây dựng trong vùng có cát sạn sỏi ở biển khu vực Kỳ Phú, Kỳ Lợi.

3. Vùng biển Quảng Trị - Thừa Thiên Huế

Dưới đáy biển có các vành trọng sa bậc cao các khoáng vật quặng Ti - Zr - TR, nhiều điểm đạt hàm lượng công nghiệp (>20.000g/m^3) phân bố tại các độ sâu 0-4m, 6-12m, 20- 30m thuộc biển Vĩnh Thái, Quảng Ngạn, Kẻ Sung (0- 4m nước), Vĩnh Mỹ. Tổ hợp khoáng vật quặng chính gồm: manhetit, ilmenit, zircon, rutin, anataz, monazit - xenotim, vàng và casiterit. Riêng vàng và cassiterit là khoáng vật đi kèm song theo tài liệu tuyển mẫu lớn (trọng lượng ≥ 1 tấn) cho biết có nơi đạt hàm lượng công nghiệp. Tài liệu địa chấn cho thấy có các lòng sông cổ với thành phần cát sạn ở gần các thể granit nói trên. Sông Cửa Việt cổ có lòng sông chứa vật liệu thô kéo dài đến độ sâu 25- 35m nước.

Bảng 8.6 Một số đặc điểm khoáng sản rắn biển nông ven bờ Việt Nam

Khu vực	Biểu hiện khoáng sản	Độ sâu đáy biển (m)	Đặc điểm phân bố	Đá gốc liên quan
Sầm Sơn - Lạch Trường	Sa khoáng quặng Ti - Zr - TR có biểu hiện Au đi kèm.	0-10 20-30	Các cồn cát ngầm, các bẫy sa khoáng trên đá gốc	- Hệ tầng Nậm Cô, Cẩm Thuỷ - Phức hệ Mường Lát, Sông Mã
Nam Nghệ An - Hà Tĩnh	Sa khoáng quặng Ti - Zr - TR có biểu hiện Sn, Au đi kèm.	0-3 15-25	Cát cồn cát ngầm, các aluvi, deluvi trên đá gốc	- Hệ tầng Đồng Trầu - Phức hệ Phiabioc, Bản Giếng
	Cát sạn sỏi xây dựng.	0-3	Bãi triều và bar bờ	
Quảng Trị - Thừa Thiên Huế	Sa khoáng quặng Ti - Zr - TR có biểu hiện Sn, Au đi kèm.	0-4 6-12 20-30	Đê cát ven bờ (cổ và hiện đại), các aluvi - deluvi cổ	- Hệ tầng Long Đại, Đại Giang - Phức hệ Chà Văn, Hải Vân... và các đá phun trào bazan
	Cuội sạn cát xây dựng.	0-3 20-30	Bãi triều và bar bờ, đê cát ven bờ cổ	
Quảng Nam - Quảng Ngãi	Sa khoáng quặng Ti - Zr - TR có biểu hiện Sn, Au đi kèm.	0-3 6-12 20-35	Các cồn cát ngầm, các aluvi, deluvi trên đá gốc	- Hệ tầng A Vương, Khâm Đức - Phức hệ Bà Nà, Hải Vân... và các đá phun trào bazan
	Cuội sạn cát xây dựng.		Bãi triều và bar bờ	
Qui Nhơn - Phú Yên	Sa khoáng quặng Ti - Zr - TR có biểu hiện Au đi kèm.	0-3 6-12 16-22	Các cồn cát ngầm, đê cát ven bờ cổ, các aluvi, deluvi trên đá gốc.	- Hệ tầng Kannac, Măng giang. - Phức hệ Vân Canh, Cù Mông... và các phun trào bazan
	Sạn cát xây dựng.	0-6	Bãi triều và bar bờ	
Bình Thuận - Vũng Tàu	Sa khoáng quặng Ti - Zr - TR có biểu hiện Sn, Au đi kèm.	0-3 6-12 20-30	Các cồn cát ngầm, đê cát ven bờ cổ, các aluvi, deluvi trên đá gốc.	- Hệ tầng Nha Trang - Phức hệ Đèo Cả và các phun trào
	Cuội sạn cát xây dựng.	6-30	Các bãi triều và đường bờ cổ	

Vật liệu xây dựng trong vùng có cuội, sạn cát xây dựng phân bố chủ yếu ở độ sâu 0- 30m nước, 15- 30m nước trên các đê cát ven bờ cổ, bãi triều và bar bờ (cổ và hiện đại).

4. Vùng biển Quảng Nam - Quảng Ngãi

Dưới đáy biển có các vành trọng sa bậc cao các khoáng vật quặng Ti- Zr- TR với hàm lượng tổng 5.000- 7.000 g/m^3, phân bố tại các độ sâu 0 - 3m, 6 - 12m, 20- 30m. Độ sâu 0 - 3m có các vành trọng sa bậc cao bắc Cửa Đại. Độ sâu 6-12m có các vành bậc cao Vụng Dung Quất. ở độ sâu 20 - 35m có các vành bậc cao đông nam Cửa Đại. Đây là các cồn ngầm của đường bờ cổ. Tổ hợp khoáng vật quặng chính gồm: manhetit, ilmenit, zircon, rutin, anataz, monazit - xenotim, vàng và casiterit. Khu vựa Cửa Đại có hàm lượng granat rất cao, có những mẫu đạt 20% trong bè nặng. Riêng vàng và casiterit có một số điểm đạt hàm lượng công nghiệp như ở Vụng Dung Quất, đông Hội An... Trong lỗ khoan máy bãi triều Hội An đến độ sâu 80m gặp ba lớp cát chứa vàng sa khoáng.

ở Cù Lao Chàm và các đảo xung quanh, ven biển Chu Lai và Quảng Ngãi, lộ nhiều loại đá mang khoáng vật nặng trong đó có cassiterit và vàng như granit Kreta - Paleogen phức hệ Bà Nà, các đá phiến lục phức hệ Khâm Đức, đá phiến Proterozoi.., Sông Cửa Đại cổ và hiện đại mang nguồn khoáng vật quặng cung cấp cho vùng.

Tài liệu địa chấn nông cho phép khoanh được 2 diện tích có khả năng tìm kiếm đánh giá vàng và casiterit. Có nhiều vàng và thiếc, zircon, granat sa khoáng vùng biển trước Cửa Đại - Cù Lao Chàm kéo dài tới Dung Quất. Vật liệu xây dựng trong vùng có: cuội, sạn, sỏi, cát xây dựng, phân bố chủ yếu ở độ sâu 0- 3m, 6- 12m nước trên các bãi triều, đê cát ngầm ven bờ và các đảo.

5. Vùng Quy Nhơn - Phú Yên

Dưới đáy biển có các vành trọng sa bậc cao các khoáng vật quặng Ti - Zr - TR với hàm lượng tổng 6.000- 7.000g/m^3 phân bố ở các độ sâu 0- 3m, 6- 12m, 16- 22m. Độ sâu 0- 3m có các vành trọng sa bậc cao An Đủ, Xương Lý, Xuân Thịnh. Độ sâu 6- 12m có các vành bậc cao Đề Gi, Thanh Hà, Xương Lý, Tuy Phong. Độ sâu 16- 22m và 25- 30m có các vành bậc cao Xương Lý, Tuy Phong. Các vành trọng sa này chứa nhiều điểm khoáng vật quặng đạt hàm lượng công nghiệp và liên quan tới đường bờ cổ. Tổ hợp khoáng vật quặng chính: manhetit, ilmenit, zircon, rutin, anataz, monazit - xenotim, vàng. Monazit- xenotim có hàm lượng khá cao trong bè nặng. Riêng vàng có thể thu hồi trong quá trình khai thác chế biến khoáng sản như ở Mỹ Tho, Tuy Phong, Xuân Thịnh.

Vật liệu xây dựng trong vùng có: sạn cát xây dựng phân bố ở độ sâu 0- 6m nước chủ yếu trên các bãi triều và bar bờ hiện đại. Ngoài ra trong vùng còn có một loại khoáng sản nữa là san hô phân bố ở độ sâu 3- 12m nước ven các đá gốc và xung quanh các đảo.

6. Vùng biển Bình Thuận - Vũng Tàu

Ở đáy biển có các vành trọng sa bậc cao các khoáng vật quặng Ti - Zr - TR với hàm lượng tổng 7.000 - 8.000 g/m^3 Thiện ái, Mũi Né, Phan Thiết, Bắc mũi Kê Gà, Kê Gà - Hàm Tân, mũi Ba Kiềm, Long Hải ở độ sâu 18- 30m vành bậc cao gặp ở đông nam Thiện ái (cách bờ 10km), đông bắc Thiện ái (cách bờ 25km), đông bắc mũi Kê Gà (cách bờ 20km) ở độ sâu 16- 22m có các vành bậc cao Xương Lý, Tuy Phong. Tổ hợp khoáng vật chính gồm: manhetit, ilmenit, zircon, rutin, anataz, monazit- xenotim, casiterit và vàng. Điều đáng chú ý là casiterit, vàng có hàm lượng cao, một số điểm đạt hàm lượng công nghiệp. Đã phát hiện biểu hiện zircon, topaz, spinen... trong các tập cuội sạn. Theo tài liệu địa chấn đã khoanh được các cồn cát ven biển và sườn ngầm thuộc đới bờ biển cổ ở độ sâu 20-30m nước và kết quả phân tích mẫu lấy bằng cuốc cho hàm lượng khoáng vật quặng khá tốt.

Dựa theo băng địa chấn đã khoanh được một số vùng phát hiện cuội, sạn, cát nằm gần các khối granit, đá phun trào biến đổi và trầm tích lòng sông cổ. Đây là các diện tích có triển vọng tìm kiếm vàng, thiếc, vật liệu xây dựng trong đới đường bờ cổ.

Ngoài các vùng đã mô tả trên còn có một nơi thuộc vùng biển quanh đảo Bạch Long Vĩ và quanh các đảo ở biển Kiên Giang cũng phát hiện các vành trọng sa ilmenit - zircon bậc ba và bốn (hàm lượng %), chúng có ý nghĩa định hướng cho công tác tìm kiếm ở mức độ chi tiết hơn và một số diện tích nhỏ triển vọng thiếc, vàng như ở bắc Hòn Gốm, Đồng Xuân,... Dự báo tài nguyên sa khoáng biển trong phạm vi 0- 30m nước được nêu trên bảng 8.7

Bảng 8.7. Tài nguyên dự báo sa khoáng đáy biển (0-30m nước)

Vùng	Ilmenit (quặngTitan) (tấn)	Zircon (tấn)	Monazit (tấn)	Thiếc	Vàng
Châu thổ sông Hồng	630.000	314.064	94.594	3 vùng biểu hiện tốt	3 vùng biểu hiện tốt
Bắc Trung Bộ	827.197	49.000	-	1 vùng biểu hiện	1 vùng biểu hiện tốt
Trung Trung Bộ	15.685.061	1.485.521	434.894	2 vùng triển vọng	2 vùng triển vọng
Nam Trung Bộ	1.751.173	610.828	180.457	2 vùng triển vọng	5 vùng triển vọng
Tổng	18.893.431	2.459.413	709.945	7 vùng	11 vùng

3.2. Các loại khoáng sản khác

1. Limonit và glauconit

ở các vùng biển ven bờ độ sâu 20- 30m nước tồn tại nhiều vùng có kết vón limonit đi cùng với glauconit phân bố trên diện rộng và có chiều dày đạt 0,2-1,5m. Nguồn khoáng sản này mới được khoanh định bước đầu song chưa được nghiên cứu sâu như một loại hình khoáng sản.

2. Cát sạn sỏi xây dựng và cát san lấp

Ngoài các vùng biển mô tả trên có triển vọng về sa khoáng đi kèm cát, sạn, sỏi còn có các vùng biển tồn tại loại khoáng sản này phân bố trên diện rộng và chiều dày khá lớn như ở vùng biển Quảng Ninh, Kiên Giang và trước cửa Sông Hồng, sông Cửu Long...

4. Các biểu hiện khoáng sản rắn vùng biển quần đảo Trường Sa

Trên một số đảo ở huyện đảo Trường Sa tỉnh Khánh Hoà có các điểm photphorit và dưới đáy biển có các biểu hiện pyrit, thạch cao và vi kết hạch sắt - mangan.

1. Pyrit:

Khoáng vật tự sinh này thường gặp ở cả ba vùng đáy biển theo độ sâu: thềm, sườn lục địa và biển sâu, song chủ yếu ở rìa ngoài thềm lục địa cho đến chân lục địa độ sâu 200-2800m phía Nam quần đảo Trường Sa, có hàm lượng khá cao 5,5- 7,52% vật liệu trầm tích; ngoài ra còn có một dải ở phía đông ở mức nước 1000- 2000m, hàm lượng 1-5,25%, ở phía Tây Nam, độ sâu 50- 150m, 1000- 1800m và ở máng biển 2000 - 3000, với hàm lượng 1,0- 3,2%. Tại những nơi trên còn gặp pyrit trong cột mẫu ống phóng trọng lực dài 4,32- 4,46m tại độ sâu 835m, 2452m với hàm lượng phân bố khá đều từ trên xuống và thay đổi trong khoảng 3,5- 5,95% và 2,32- 5,75%. Trên 9 trạm khảo sát, pyrit thường đi với thạch cao.

Pyrit sinh ra trong sét- bột sét màu xám chứa vỏ sinh vật tại thềm và sườn lục địa, do tác dụng của quá trình hoá sinh là chủ yếu, ở nơi trầm tích có hàm lượng vật chất hữu cơ cao, có môi trường thoáng và yếm khí, giàu Fe, S và có đủ $CaCO_3$. Pyrit thường lấp đầy ruột vỏ sinh vật: Foraminifera hoặc các tinh thể lấm tấm phân tán trong carbon hữu cơ bở rời, trong thạch cao ở trạng thái đất màu trắng, có khi ở dạng vô định hình. Pyrit là loại khoáng vật tạo trong quá trình thành đá trong điều kiện khử giàu vật chất hữu cơ.

2. Thạch cao

Khoáng vật tự sinh này gặp trong các trầm tích tầng mặt ở các rìa quần đảo, từ rìa bắc. Hàm lượng của thạch cao tại các nơi này thay đổi từ 2,56%, 2,90%, 6,5%, mẫu vật cùng một trạm thường xuất hiện thạch cao đi cùng pyrit. Khoáng vật gặp

trong mẫu ống phóng trọng lực với hàm lượng thạch cao 5,29- 5,99%. Các điều kiện khác tương tự như pyrit mô tả ở trên.

Thạch cao thường là vi hạt, trạng thái bột màu trắng hoặc trạng thái đất, dạng tấm bản, có khi kết tinh đơn tinh hoặc song tinh.

Pyrit và thạch cao gặp nhiều trong sét bột pha cát màu xám tro, xám nhạt, xám xanh, xám nâu hoặc trong cát nhỏ hạt mịn có thành phần thạch anh, mica, fenspat, monmorilonit, giàu sinh vật Foraminifera, Ostracoda, Spongia, Diatome, Radiolaria. ở một số điểm thạch cao đi kèm với vụn amphibol, clorit, sfen, vi kết hạch mangan, mảnh san hô, Spongia... Các loại mảnh vụn thường có kích thước lớn hơn 0,063 mm chiếm ưu thế, các cỡ hạt lớn hơn có hàm lượng ít. Với cấp hạt nhỏ này đi với chúng có các khoáng vật sét và vụn vỏ sinh vật.

Thạch cao hình thành trong điều kiện nào thì chưa rõ: hoặc là sản phẩm trầm tích kiểu muối bốc hơi ở ao hồ giữa các núi lửa ngầm hay các atol san hô hoặc là do hoạt động của sinh vật trong quá trình thành đá (?). Đây là vấn đề cần nghiên cứu.

3. Kết hạch sắt - mangan

Bao quanh quần đảo Trường Sa hàm lượng mangan tăng dần theo độ sâu từ 500m (khoảng 0,1%) đến trên 3000m (khoảng 1,5%), nhưng kết hạch sắt- mangan tập trung chủ yếu ở chân lục địa, độ sâu 2000- 4000m. Như vậy giữa hàm lượng vi kết hạch và hàm lượng mangan không có sự tương đồng. Lượng vi kết hạch mangan trong cấp hạt > 0,063mm thay đổi từ 5% đến 1%. Đa phần diện tích đáy biển hàm lượng < 1%.

Vi kết hạch sắt- mangan thành tạo trong sét, cát, bột chứa vụn sinh vật và sét biển sâu tại chân lục địa và đồng bằng biển thẳm, dưới tác động hoá học keo, tạo kết hạch với các nhân khác nhau: sắt, mangan ở dạng huyền phù lỗ hổng hoặc vật liên kết với chất hữu cơ. Thông thường ở những vùng này về mặt trầm tích có lớp oxy hoá.

4. Photphorit

ở quần đảo Trường Sa tồn tại dạng photphorit từ phân chim (guano) có trữ lượng không lớn và đã được thông báo trong nhiều văn liệu. Để bảo vệ môi trường, các lớp photohorit trên đảo không được khai thác.

Kết luận

Qua nhiều năm điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản biển nông Việt Nam đã phát hiện ở đáy biển ven bờ 0- 30m nước nhiều diện tích triển vọng tìm kiếm ilmenit – zircon - monazit ở đới bờ hiện đại và đường bờ ở độ sâu 20 - 30m nước và các diện tích có trầm tích deluvi, eluvi phát triển trên các đá gốc có khả năng chứa thiếc và vàng ở độ sâu từ 0 - 30m nước.

Đây là những phát hiện có ý nghĩa về sa khoáng và khoáng vật nặng, thiếc, vàng

của Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam trong những năm qua đóng góp cho công nghiệp khoáng sản biển phục vụ phát triển kinh tế biển thiết thực.

Trong những năm tiếp theo, cần triển khai công tác tìm kiếm đánh giá chi tiết trên tỷ lệ lớn hơn ở các vùng: vùng biển Sầm Sơn, Hòn Mê, nam Hòn Mắt, bãi cạn Thuận An, Hội An - Dung Quất, biển Bình Định, Đồng Xuân và vùng biển Bình Thuận. Muốn đánh giá được các loại khoáng sản này cần đầu tư máy khoan rung khoan để lấy mẫu tới độ sâu 10- 20m và nên mở các nhiệm vụ cụ thể cho các Liên đoàn Địa chất ở ven biển cùng thực hiện để đẩy mạnh công cuộc tìm kiếm sa khoáng Sn, Au đáy biển ven bờ Việt Nam. Các khu vực cần sớm được đánh giá chi tiết ở tỷ lệ lớn hơn về mặt khoáng sản rắn là: vùng biển Sầm Sơn, Hòn Mê, nam Hòn Mắt, bãi cạn Thuận An, Hội An- Dung Quất, biển Bình Định, Đồng Xuân và vùng biển Bình Thuận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Đức An, 1991. Vài đặc điểm về địa mạo đáy biển quần đảo Trường Sa và các vùng kế cận. Tuyển tập báo cáo khoa học, Hội nghị KH toàn quốc về Biển lần III, tập 2, tr. 200-205. Hà Nội.
2. Lê Đức An và nnk, 1995. Đánh giá điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên, kinh tế-xã hội các đảo ven bờ trong chiến lược phát triển kinh tế. Báo cáo tổng kết đề tài KT- 03 -12.
3. Lê Đức An, 1999. Nghiên cứu hệ thống đảo ven bờ phục vụ quản lý tổng hợp vùng biển Việt Nam. Tuyển tập báo cáo khoa học Hội nghị KH toàn quốc về Biển lần IV, tập II, tr. 725-730, Hà Nội.
4. Atlas of Geology and Geophysics of South China Sea, 1987, Vol. 1 and Vol. 2, Map Publishing House of Guangdong.
5. Lại Huy Anh, 1991. Đặc điểm địa mạo các đảo vùng thềm lục địa Việt Nam, Tuyển tập báo cáo Hội nghị KH toàn quốc về Biển lần III, tập II, 206-212. Hà Nội.
6. Barr S.M., MacDonald A.S.,1981, Geochemistry and Geochronology of Late Cenozoic basalts of Southeast Asia. Geol. Soc. Am. Bull., V.92, pp. 1062-1142.
7. Lê Duy Bách. 1987. Quy luật hình thành và tiến hoá kiến trúc thạch quyển Việt Nam và các miền kế cận. Thông tin tư liệu Mỏ- Địa chất, N015-17,
8. Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng, 1989. Đặc điểm tân kiến tạo bán đảo Đông Dương, Địa chất biển Đông và các miền kế cận, tr. 156-168. Hà Nội.
9. Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng, 1990, Về phân vùng kiến tạo thềm lục địa Việt Nam và các miền kế cận. Tạp chí các Khoa học về Trái đất, số 12 (3), Hà Nội.

10. Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng, 1998. Bối cảnh kiến tạo Kainozoi Việt nam và sinh khoáng dầu khí có liên quan, Hội nghị KH Viện Dầu khí 20 năm xây dựng và tương lai phát triển, tr. 210-230. Hà Nội,.

11. Nguyễn Văn Bách, 1997. Địa hình đáy biển Đông. Tạp chí Dầu khí, số 4, tr. 31-37. Hà Nội.

12. Barber A.J., 1992, Geology and Tectonic of Southeast Asia, Leeture "Structural Geology and Tectonic", University of London, Geological Research in Southeast Asia.

13. Đặng Văn Bát và nnk, 1994, Đặc điểm hình thái địa hình thềm lục địa Việt Nam, Tuyển tập công trình khoa học, ĐH Mỏ- Địa chất, tập XX, tr. 86-95, Hà Nội.

14. Đặng Văn Bát, 1997, Địa chất và Khoáng sản Biển Việt Nam. Bài giảng Cao học, Đại học Mỏ - Địa chất, 87 tr, Hà Nội.

15. Đặng Văn Bát, Mai Thanh Tân, Hà Văn Hải, 1999, Một số nét về đặc điểm tân kiến tạo Biển Đông, Tuyển tập HNKH toàn quốc về Biển lần 4, tập II, tr. 864-866, Hà Nội.

16. Do Bat et al., 1993, Tertiary stratigraphy of Continental shelf of Vietnam. 1st International Seminar on the Stratigraphy of the Southern Shelf of Vietnam, pp. 12-18.

17. Đỗ Bạt, 2000. Địa tầng trầm tích Đệ Tam thềm lục địa Việt Nam. Tuyển tập HNKH ngành Dầu khí trước thềm thế kỷ 21, tr. 92- 99, Hà Nội.

18. Ben-Avraham. B. 1987, The evolution of marginal basins and adjacent shelves in East and Southeast Asia. Tectonophysics. Vol 45.

19. Ben-Avraham Z., Uyeda S. 1973, The evolution of the China Basin and Mesozoic Paleogeography of Borneo. Earth and Plan, pp. 365-376.

20. Bernard N. 1993, Proposition d'une chronologie des evenements tectoniques des basins Sud Vietnam et de Natuna. Memoire de Stage du DEA, pp. 49.

21. Nguyễn Biểu và nnk, 1985. Địa chất và khoáng sản rắn ven biển Việt Nam. Báo cáo đề tài 48.06.06. Hà Nội.

22. Nguyễn Biểu, 1988, Trầm tích luận các thành hệ trầm tích và trầm tích núi lửa Phanerozoi muộn đới lục địa đại dương Việt Nam. Luận án TSKH, ĐH Tổng hợp Lenigrad.

23. Nguyễn Biểu, 1990. Các yếu tố hình thành sa khoáng ven biển Việt Nam. Tuyển tập Địa chất và Khoáng sản.Tập 3, tr. 64-69, Hà Nội.

24. Nguyễn Biểu, et al, 1997, Perspectives of marine matal minerals of central Viet Nam.. Ext. abstr. Seminar Geol. Metallic Min, pp. 47-51. Hanoi.

25. Nguyễn Biểu, 2001, Kết quả điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản biển nông ven bờ Việt Nam (0- 30 m nước) tỷ lệ 1:500.000 (1991-2001). Báo cáo lưu trữ, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.

26. Nguyễn Quang Bô và nnk. 1997. Khu vực bãi Tư Chính trong bình đồ cấu trúc thềm lục địa Đông Nam Việt Nam. Hội nghị KH 20 năm ngành Dầu khí Việt Nam, tr.118-136. Hà Nội.

27. Brias A. et al, Updated interpretation of magnetic anomalies and seafloor spreading stages in South China Sea: Implications for the Tertiary tectonics of Southeast Asia. Geophysics. Res., V.98, pp. 6299-6328.

28. Brias. A., Tapponier P., Pautot G. 1989, Constrains of seabed data on crustal fabric and Seafloors Spreading in the South China Sea. Earth planet. Vol 95.

29. Brias A. Pautot G. 1990, Reconstructions of the South China Sea from structural data and magnetic anomalies. Marine Geology and Geophysics of the South China Sea. China Ocean Press, Beijing.

30. Dương Văn Cầu, 1991, Các thành tạo phun trào axit ven biển miền Tây nam Bộ. Địa chất và Nguyên liệu khoáng, số 1, Liên Đoàn Địa chất 6, tr. 8-14.

31. Chen Jishu, Xu Shice, Sang Jinyu, 1993, The depositional characteristics and Oil potential of Paleo Pearl River delta systems in the Pearl River Mouth basin, South China Sea. Tectonophysics.

32. Chen, P.H., 1993. Sequence Stratigraphy and Continental Margin Development of the Northwestern of the South China Sea. AAPG buletin, v.77, N05, pp. 842-862.

33. Chen, P.H., Li, S.; Sun, Y. and Zhang, Q. 1998, Two Petroleum systems Charge the YA 13- 1 Gas Field in Yinggehai and Qiongdognan Basins, South China Sea. AAPG Bulletin, V. 82, N0. 5A, pp. 757-772.

34. Chen Senquiang et al., 1981, Features of Gravity and Magnetic anomalies in Central and Northern parts of the South China Sea and their Geological interpretation. Soc. Sinica. Vol 21, N0 9.

35. Chonglakmani C. 1993, Biostratigraphy and facies variation of the marine Triassic sequences in Thailand, International Symposium on Biostratigraphy of Mailand Southeast Asia - Facies & Palaeontology, pp. 97-123.

36. Ciliu, H. and Jianqiang. Z., 1995, Characteristics of Cenozoic sedimentary formation and tectonic evolution of South China Sea. Proceedings AAPG-GSM, Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 37, pp. 125-131. Kyala Lumpur

37. Lê Văn Cự, Hồ Đắc Hoài, 1982. Sơ bộ nghiên cứu cấu trúc địa chất tầng sâu vùng biển Thuận Hải, Minh Hải. Báo cáo tổng kết đề tài thuộc Chương trình biển Minh Hải - Thuận Hải.

38. Lê Văn Cự, 1986. Lịch sử phát triển địa chất Kainozoi thềm lục địa Đông Nam Việt Nam, Luận án PTS , Thư Viện Quốc Gia, Hà Nội.

39. Cook, F. A. and Oliver, J. E. 1981. Tertiary Sedimentary basin of Gulf of Thailand and South China Sea. Stratigraphy structure hydrocarbon occurences. Am. J. Sci. 281, pp. 993-1008. Jakarta,

40. Dailly P.A et al, 1994, Tertiry plate tectonics and Paleogeography of the Indochina region. Proc. Internat. workshop on seismotectonics and seismic hazard in S. E. Asia. pp. 25- 30.

41. Doust H., Lijimbach G. 1997, Hydrocarbon habitat of Southeast Asia Tertiary basins: the Charge perpective. Conf. on 20 years Vietnam Oil and Gas. Hanoi.

42. Don (Xudong) Ying, 1994, Structural control on Paleogene basin fill and development of organic facies in Beibu Gulf Basin. Report, Dept. of Geological and environmental Sciences, Stanford University.

43. Nguyễn Địch Dỹ, 1979, Ranh giới giữa Pleistocen và Holocen. Những phát hiện mới về khảo cổ, tr. 36-38, Hà Nội.

44. Nguyễn Địch Dỹ và nnk, 1995, Địa chất Đệ Tứ và tiềm năng khoáng sản biển liên quan, Báo cáo đề tài KT.01.07, Hà Nội.

45. Nguyễn Địch Dỹ, 1998, Hiện trạng nghiên cứu địa tầng Đệ Tứ ở Việt

Nam và một số đề nghị. Tạp chí các Khoa học về Trái đất, 20 (4), tr . 258-264. Hà Nội.

46. Hoang Ngoc Đang and Sladen, C. 1997. Petroleum Geology of Offshore Da Nang, Central Vietnam. Proceedings of the Petroleum Systems of SE Asia and Autralasia Conference, pp. 449-460.

47. Nguyễn Văn Đắc, 2000, Tiềm năng dầu khí các bể trầm tích Kainzoi Việt Nam. Tuyển tập HNKH ngành Dầu khí, tr. 22-32, Hà Nội.

48. Phan Trung Điền, 1992. Các mô hình tích tụ trầm tích Kainozoi và các kiểu rìa trên thềm lục địa Việt nam, Tạp chí Dầu Khí số 1-1992, tr. 2-16. Hà Nội.

49. Phan Trung Dien 1994, Some Cenozoic hydrocarbon bearing basins on the Continental Shelf of Vietnam. Proceedings AAPG-GSM International Conference, Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 37, pp. 33-54. Kuala Lumpur

50. Phan Trung Điền và nnk, 1995, Sự phân bố và đánh giá triển vọng dầu khí của các thành tạo địa chất trước Kainozoi thềm lục địa Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài KT-01-17.

51. Phan Trung Dien, 1997, Pre Cenozoic Basin Analysis and Petroleum Systems on the Continental Shelf of Vietnam, Journal of Geology, Series B, No 9-10, pp.1- 23.

52. Phan Trung Điền và nnk, 1999. Phân tích bể và hệ thống dầu khí của bể Sông Hồng. Tạp chí Dầu Khí, Số 2, tr. 2-21. Hà Nội.

53. Emery K.O et al, 1972, The structure and stratigraphy of the China basin Oil potential of the China Continental Shelf, Bull AAPG, Vol 56. N0 4.

54. Evans.C.D., et al, 1995, Shallow seismic reflection profiles from the waters of the Southeast Asia, An intepretation Manual and Atlas, BGS 94.

55. Fan P. F., 1981. Geology and Bougher Gravity Anomalies of the Gulf of Tonkin and Vicinity. Energy, Vol. 6, N011, pp. 1099-1111.

56. Fan, P.F., 1994: Tectonic patterns and Cenozoic basalts in the western margin of the South China Sea. Proceedings AAPG-GSM International Conference 1994, Malaysia. Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 37, pp. 91-99.

57. Furthorpe C.S et al. 1989. Paleooceanographic and tectonics setting of early Miocene reefs and associated carbonetes of offshore Southeast Asia. AAPG. Bull. Vol. 73.

58. Gatinski Yu. G et al, 1984, Tectonic evolution of South East Asia. Tectonics of Asia, Nauka, Proc. of IGCP, Moscow, pp. 193-207.

59. Nguyễn Văn Giảng, 1988. Một số đặc điểm cấu trúc trường địa từ trên lãnh thổ Việt Nam. Luận án PTS, Hà Nội.

60. Nguyễn Giao và nnk, 1984. Bản đồ Địa chất và Khoáng sản vùng biển Việt Nam. Tỷ lệ 1/4.000.000, Tập Atlat Quốc Gia, Hà Nội.

61. Nguyễn Giao và n.n.k.,1993. Cấu trúc địa chất và triển vọng dầu khí Đồng bằng Cửu long. Đề tài 02-11, Lưu trữ Viện Dầu khí Việt Nam.

62. Gong Zaisheng et al. 1995, Resevoir and seal rock distribution and controlling factors in hydrocarbon- bearing rift basins of China. Geol. Soc. Malaysia Bull. pp. 37, pp. 491-506.

63. Gorskov S.G và nnk, 1974, Atlas các đại dương- Thái Bình Dương.

64. Guo Shuangxing, 1989. A Brief Review on Megafloral successions and Climatic Changes of the Cretaceous and Early Tertiary in China, Proceedings of the Symposium On Paleofloristic and Paleoclimatic Changes in the Cretaceous and Tertiary, p. 23-38, Prague

65. Nguyễn Hải, 1979. Bước đầu nghiên cứu tần số xuất hiện động đất ở Đông Nam á. Tạp chí các Khoa học về Trái đất. N01. Hà Nội.

66. Gainanov A.G., et al. 1974. Gravity field of marginal seas and crustal structure of transisional regions from the continent to the ocean. Nedra. Moscow (in Russian).

67. Nguyen Thi Ngoc Hai, 1997. Structure et cinematique de l'extrémité de la Mer de l'est (Mer de Chine méridionale). Et des bassins du sud Vietnam. These de doctorat. L' Universite Paris 6.

68. Hall.R, 1996. Reconstructing Cenozoic SE Asia. From Hall R. & Blundell D. Tectonic Evolution of Southeast Asia. Geological Society Special Publication. N0106.

69. Hall, R., 1997. Cenozoic tectonics of SE Asia and Autralasia In: Indonesian Petroleum Association. Proceedings of the Petroleum system of SE Asia and Australia Conference, Jakarta, pp. 47-62.

70. Hamilton W. 1979, Tectonics of the Indonesian Region. US. Government Printing Office, 345pp. Washington.

71. Han Yousong and Meng Guanglan, 1987. On the Sea- level changes along the eastern coast of China during 12000 years. IGCP, China Ocean Press.

72. Hayes. D. 1976, Geophysical Atlas of East and Southeast Asian Seas. Map chart ser. MC-25. Geol. Soc.of America Boulder. Colorado.

73. Heyes D.E. 1982, Magnetic lineation in the marginal seas of South east Asia and their tectonic implication. Proc. of the 4th Regional Conf on Geol. and Min. Res. of S.E.Asia, Manila, pp. 9 - 16.

74. Hayes. D.E. 1983, The tectonic geologic evolution of Southeast Asian Sea and islands. Amer. Geophys. Union monography 27.

75. Hayes. D.E. 1986, Structure and origin of South China basin. AAPG. Bulletin Vol 70.

76. Nguyễn Xuân Hãn và n.n.k, 1991, Hoạt động núi lửa trẻ khu vực Biển Đông Việt Nam. Địa chất-Tài nguyên. Công trình NCKH 1976-1991Viện Địa chất, tr. 115-119, Hà Nội.

77. Phạm Văn Hân, 1991. Về xây dựng công trình trên nền san hô phục vụ nghiên cứu khoa học và phát triển kinh tế thềm lục địa Việt Nam, Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học Biển, Lần3, tập II, tr. 387-393. Hà Nội.

78. Nguyễn Hiệp và n.n.k., 1994. Đặc điểm địa chất và tiềm năng dầu khí quần đảo Trường sa. Lưu trữ Trung tâm thông tin tư liệu Dầu khí VN.

79. Hilde T.W., 1996, Evolution of the Western Pacific and Margin. Tectonophysics. N038.

80. Hinz.K. and Schluter.H.U., 1985, Geology of the Dangerous Grounds, South China Sea, and Continental margin of Southwest Palawan: Results of some cruises SO-23 and SO-27. Energy.10, pp. 282-288.

81. Hinz.K, Kempter . E.H.K, 1985, The southern Palawan Balabac area: An acreted or none acreted terrane. In 3th Asian Council on Petrol. ASCOPE, Kualalumpur.

82. Hinz K. et al. 1989, Thrust tectonics along the North- Western Continental margin of Sabah/Borneo. Geol. Rundsch., pp. 705-730.

83. Trịnh Thế Hiếu, 1981. Điều tra đặc tính trầm tích tầng mặt và địa mạo

đáy biển vùng Thuận Hải-Minh Hải, Báo cáo khoa học thuộc chương trình Minh Hải-Thuận Hải.

84. Trịnh Thế Hiếu, 1987,Trầm tích thềm lục địa phần phía nam Việt Nam. Luận án PTS, Tasken (Tiếng Nga).

85. Trịnh Thế Hiếu, 1996. Trầm tích đáy vùng biển Tây Nam Việt Nam. Các công trình nghiên cứu Địa chất và Địa vật lý biển tập II, tr. 134-145.

86. Holloway. N.H. 1982, North Palawan Block, Philippines - Its Relation to Asian Mainland and role in Evolution of South China Sea. Am. Assoc. Pet.Geol.Bull.Vol.66, N0.9. pp. 1355-1383.

87. Hồ Đắc Hoài, Ngô Thường San, 1975. Cấu trúc địa chất và triển vọng dầu khí thềm lục địa Việt Nam. Lưu trữ Dầu khí, Hà Nội.

88. Hồ Đắc Hoài, 1991. Địa chất thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận, Báo cáo khoa học đề tài 48B- 03-01.

89. Hồ Đắc Hoài và n.n.k. 1995. Bản đồ cấu trúc - kiến tạo vùng biển Việt Nam và kế cận, tỷ lệ 1:1.000.000, Tài liệu viện Dầu khí, Hà Nội.

90. Nguyễn Hoàn, 1996. Vấn đề thềm biển trong kỷ Đệ Tứ ở Việt Nam (Phần lục địa), Tài nguyên và môi trường biển, tập II, tr. 55-67. Hà Nội.

91. Nguyễn Thị Kim Hoàn, 1985. Khoáng sản sa khoáng ven bờ Việt Nam. Tạp chí Địa Chất, số A/171, tr. 26-28, Hà Nội.

92. Hou Y.T. et al, 1981, Tertiary Paleontology of North Continental Shelf of South China Sea. Guangdong Science and Technology Press.

93. Nguyễn Chu Hồi và nnk, 1985. Đặc điểm trầm tích tầng mặt vùng biển ven bờ Hải Phòng-Thanh Hoá, Báo cáo HNKH Biển lần II, Nha Trang.

94. Nguyễn Chu Hồi, 1996. Đặc điểm hình thái và phân bố vật liệu hạt thô trong trầm tích đáy vịnh Bắc Bộ, Tài nguyên và Môi trường Biển, tập III. Hà Nội.

95. Nguyễn Văn Hội, 1999. Tổng hợp các kết quả phân tích để xác định các đới chuẩn cổ sinh trầm tích Đệ Tam bể Nam Côn Sơn phục vụ cho phân chia địa tầng và xác định môi trường trầm tích. Lưu trữ tại Viện Dầu Khí. Hà Nội.

96. Nguyễn Xuân Hùng, 1995. Cơ sở khoa học cho việc soạn thảo quy phạm xây dựng công trình biển thềm lục địa. Báo cáo tổng kết đề tài KT- 03 -20.

97. Phạm Khắc Hùng và nnk, 1997. Điểm qua các phát triển mới về công trình biển trong công nghiệp dầu khí và ứng dụng vào điều kiện Việt Nam, Hội nghị KH 20 năm Ngành Dầu khí, tr. 474-514, Hà Nội.

98. Huang Zhenguo et al, 1987, Sea-level changes along the coastal area of South China since late Pleistocene. IGCP, China Ocean Press.

99. Huang Jensen, Zhu Zhongrong, 1987, Tombolo development and sea-level changes in the Louhuitou of Hainan Island, Guangdon China. IGCP, China Ocean Press.

100. Hutchison C.S. 1982. Southeast Asia, The ocean basin and margin N.X.L Vol6.

101. Hutchison C.S. 1989. Geological evolution of Southeast Asia. Oxford Clarendom Press.

102. Huchon P., Pichon X., Rangin C. 1994, The Indochinese peninsula and the collision of India and Eurasia. Geology 22, 1, pp. 27 - 30.

103. Hyang Yongyang, 1991, Quaternary stratigraphy in the Peal River mouth basin, Proceeding CCOP XXVIII, Thailand, pp. 228-236.

104. Jin Xianglong,1990, Tectogenesis and origin of Northern South China Sea. Proceeding of the Symp. on the Recent Contributions to the Geological History of the South China Sea , Hangzhou.

105. Jolivet L. et al. 1989, Tectonic setting of Western Pacific marginal basins. Tectonophysics N0160, pp. 23 - 47.

106. Karner, G. D. and A.B. Watts, 1982, On isostasy at Atlantic- type Continental margin. Journal of Geophy. Research, 87, pp. 2923-2948.

107. Katili J.A, 1983, Geology of Southeast Asian with particular reference of South China Sea. Energy. Vol. 16. N011.

108. Kan Tu, Martin F.J.Flower. 1990, Magmatism in South China Basin, I. isotopic and trace element evidence for thermal erosion of the subcontinental lithosphere. Earth and plan .

109. Karig D.E. 1971, Origin and Development of marginal basins in the Western Pacific, Geophys. Res 76, pp. 2542 - 2561.

110. Krasny and Phedinsky, 1977, Gravity map of the Pacific and Pacific mobile zone. Moscow.

111. Kudrass H.R. et al. 1990, Erosion and sedimentation in the Xisha trough at the Continental margin of Southern China. Marine Geol. and Geophysics of South China. Ocean Press.

112. Kulinic R.G. et al. 1989. Tiến hoá vỏ trái đất trong Kainozoi và nguyên nhân kiến tạo Đông Nam á. NXB Khoa học, Moscova (Tiếng Nga).

113. Hoang Ngoc Ky và nnk, 1987, Quaternary Geology in Northern Vietnam. Proceedings of symposium on "Developments in Quaternary Geological research in East and Southeast Asia during the last decade", pp. 271-282.

114. Võ Năng Lạc và nnk, 1995. Nghiên cứu các hoạt động kiến tạo, macma, địa nhiệt ảnh hưởng tới quá trình thành tạo, dịch chuyển, tích tụ dầu khí trong các bể trầm tích Knozoi. Báo cáo Đề tài KT 01-18. Hà Nội.

115. Lê Như Lai, 1995. Cấu trúc kiến tạo biển Đông và lục địa Trung Đông dương, Công trình nghiên cứu Địa chất- Địa vật lý, tập 1, tr.52-68. Hà Nội.

116. Lê Như Lai, 1996. Tân kiến tạo thềm lục địa Trung Việt Nam. Công trình nghiên cứu địa chất- địa vật lý, tập 2, tr.34-35. Hà Nội.

117. Nguyễn Kim Lạp, 1984. Một số đặc trưng về biến dạng địa chấn kiến tạo vỏ Trái đất vùng Đông Nam á. Địa chất. N0165. Hà Nội.

118. Nguyễn Kim Lạp, 1986. Chế độ địa chấn và trường ứng suất Đông nam á. Vật lý Địa cầu, tập 5, Hà Nội.

119. Trần Đình Lân, 1994. Đặc trưng hình thái và độ hạt trầm tích của các thể cát ven biển và mối quan hệ với sự xói lở và bồi tụ vùng cửa sông Bạch Đằng. Tài nguyên và Môi trường biển, tập II, tr. 43-47, Hà Nội.

120. Lee Tung-Y _and L.A. Lawver, 1995, Cenozoic plate reconstruction of South East Asia. Tectonophyics 4063.

121. Lee, S. M , 1991, Metamorphic belts in connection with tectonic regimes of Southeast Asia, Proceedings of 2nd Conference on Geology of Indochina, V. 1, pp. 159-163.

122. Lee.G.H. and Watkins.J.S. 1998, Seismic Stratigraphy and hydrocarbon Potential of the Phu Khanh Basin, Offshore Cetral Vietnam, South China Sea. AAPG Bulletin V. 82, N0. 9, pp. 1711- 1735.

123. Li P. & Rao C. 1994, Tectonic characteristics and evolution history of

the Pearl River Mouth Basin. Tectonophysic, Geology and Geophysics of the South Chine Sea and environments, 13-25.

124. Li Sitian et al. 1999, Episodic rifting of continental marginal basins and tectonic events since 10 Ma in the South China Sea. Chinese Sc. Bull. Vo. 44, N 01, 10-22.

125. Lieng De Hua, 1993, The characterictics of the faulting activities on the continental margin in the Northern part of South China Sea. Ocean press.

126. Li Zhen Wu, 1984, A discussion on the crustal nature of the centre and northern part of South China Sea. Acta. Geophys. Vol 127, N0 27.

127. Liu Thao Shu, et al. 1984, Tectonic of the South China Sea and continental margin spreading. 27th. Inter. Geol Congress Moscow.

128. Phạm Huy Long, Nguyễn Xuân Bao, 2000. Kiến tạo và sinh khoáng miền Nam Việt Nam. Lưu trữ Liên đoàn bản đồ địa chất Miền Nam

129. Longlery, I. M. 1997, The Tectonostratigraphic evolution of SE Asia. In: Friseur, A. J., Matthews, S. J. & Murphy, R. W. Petroleum Geology of Southeast Asia. Geological Society Special Publication N0. 126, pp. 311-339.

130. Nguyễn Văn Lương và n.n.k, 1999. Đặc điểm biến dạng vỏ Trái đất trong các hệ đứt gẫy sâu hoạt động ven biển Việt Nam. Công trình nghiên cứu Địa chất - Địa vật lý biển, tr. 184-198, Viện Hải dương học, Hà Nội.

131. Matthews B.S.J and Todd S.P. 1993, A tectonostratigraphic model for the Southern South Con Son Basin, offshore Vietnam. 1st Inter. Seminar on the Stratigraphy of the Southern Shelf of Vietnam. pp. 49-58.

132. Martin F, J. Flower, 1991, Cẹnozoic magmatisim in Indochina and the South China sea. Proc. Of 2nd CGI, V.1, P.135-138, HaNoi.

133. Mingard H.F. and Willet E.A.F. 1993, Pre-Miocene structural and stratigraphic development and the junction of the South Con Son and West Natuna Basin-Implications for hydrocarbon prospectivity. 1st Inter. Seminar on the Stratigraphy of the Southern Shelf of Vietnam. pp. 83-93.

134. Miki, J. 1998, Diagenetic processes and porosity prediction for inverted

structures in Song Hong basin. Conference on Vietnam Petroleum Institute, 20 year development and prospects, pp. 231- 237. Hà Nội.

135. Trương Minh và nnk, 1995. Quá trình thành tạo và đặc điểm phân bố các bẫy phi cấu tạo và tiềm năng dầu khí của chúng ở các bồn trũng Kainozoi thềm lục địa Việt Nam. Báo cáo tổng kết Đề tài KC-01-16. Hà Nội.

136. Morris C.D. 1993, The Cenozoic stratigraphy of the Southern Bac Bo Basin, Offshore Vietnam. 1st Inter. Seminar on the Stratigraphy of the Southern Shelf of Vietnam, pp. 28-36.

137. Mouret C and others, 1993, Geological history of the siliciclastic Mesozoic strata of Khorat Group in the Phu Phan Range area, northeast Thailand, International Symposium on Biostratigraphy of Mailand Southeast Asia Facies & Palaeontol , pp. 23-49.

138. Tăng Mười, 1992. Sự phân tầng của các trầm tích chưa gắn kết của vùng biển nông Hàm tân bằng tài liệu địa chấn, địa chất, 210-211, tr.57-69. Hà Nội.

139. Murphy R.S. 1975, Tertiary basins of Southeast Asia. SEAPEX procc. Vol II.

140. Nguyễn Thanh Ngà, 1996. Hiện trạng và nguyên nhân bồi xói đải bờ biển Việt Nam. Đề xuất các biện pháp KHKT bảo vệ và khai thác vùng đất ven biển, Báo cáo tổng kết đề tài KC.03.14, Hà Nội.

141. Tran Nghi et al, 1991, Quaternary sedimentation of the principal delta Vietnam. Jounal of Southeast Asian Earth Sciences, Vol 6, N0 2.

142. Trần Nghi, 1995. Các chu kỳ biển tiến, biển thoái với lịch sử hình thành các đồng bằng ven biển miền Trung trong Đệ Tứ. Những phát hiện mới về khảo cổ học năm 1995, tr. 15-17, Hà Nội.

143. Trần Nghi, Nguyễn Biểu, 1995. Những suy nghĩ về mối quan hệ giữa địa chất Đệ Tứ phần đất liền và thềm lục địa Việt Nam, Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa chất - địa vật lý, tập I.

144. Trần Nghi, Nguyễn Biểu, Bùi Công Quế, 1996. Quy luật phân bố sa khoáng biển trong trầm tích Đệ Tứ ở Việt Nam. Tạp chí Địa chất, số A/237, tr. 18-24, Hà Nội.

145. Trần Nghi, Mai Thanh Tân và nnk, 2000. Tiến hoá trầm tích và cổ địa

lục địa Việt Nam. Tài nguyên và Môi trường biển, tập IV, tr. 29-40, Viện Hải Dương học.

198. Nguyễn Văn Tạc, 1999. Đặc điểm địa hình khu vực biển Bắc Quần đảo Trường Sa, Các công trình nghiên cứu Địa Chất- Địa vật lý biển. Tập.5
199. Phùng Sỹ Tài, 1995. Cấu trúc địa chất và tiềm năng dầu khí bể trầm tích Kainozoi vùng Vịnh Thái Lan, Báo cáo khoa học đề tài KT. 01.19.
200. Tapponnier P, et al, 1982, Propagation extrusion tectonics in Asia: New insights from simple experiment with plasticine. Geology, 10, pp. 611- 616.
201. Tapponnier P. et al. 1986, On the mechanics of the collition between India and Asia. In: Coward M.P & Ries A.C. Eds., Collision tectonics. Geol. Soc. Spec. Publ, 19, pp. 115 - 157.
202. Taylor B., Hayer D.E. 1983, Origin and history of the South China Sea Basins. The tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands, Vol II, American Geophysical Monogr 26, pp. 23-56.
203. Taylor B. and Hayes D. E. 1990. The tectonics evolution of the South China Sea basin. Amer. Geophys. Union Monograph. 23.
204. Nguyễn Đức Tâm, 1981. Lịch sử hình thành các vùng đồng bằng ven biển Việt Nam. Khảo cổ học, số 4, tr. 1-10, Hà Nội.
205. Nguyễn Đức Tâm, 1989. Hướng phát triển hiện nay của đường bờ biển Việt Nam. Tạp chí Địa chất, số A/194-195, tr. 24-28, Hà Nội.
206. Nguyễn Đức Tâm, 1995. Về bản đồ địa chất Đệ Tứ Việt Nam tỷ lệ 1/500.000. Địa chất Khoáng sản Dầu khí Việt Nam, Tập 1, tr. 219-228, Hà Nội.
207. Mai Thanh Tân, 1990, The enhancement of seismic prospecting effectiveness of Oil and Gas under the conditions of sedimentary basins in the Continental Shelf of Vietnam, Applied Geophysics, V. 6/1323, Cracow.
208. Mai Thanh Tân, 1991. Khả năng áp dụng các thành tựu mới của thăm dò địa chấn trong nghiên cứu địa chất biển Việt Nam, Tuyển tập HNKH Biển toàn quốc lần III, Tập 2, tr. 348-357. Hà Nội.
209. Mai Thanh Tan, 1995, Seismic stratigraphic studies of the Continental Shelf of Southern Vietnam, Journal of Petroleum Geology, V.18, pp. 345-354. London.

210. Mai Thanh Tân và nnk, 2000. Cấu trúc Pliocen - Đệ Tứ thềm lục địa Việt Nam trên cơ sở minh giải tài liệu địa chấn, Tuyển tập Hội nghị KHCN 2000 Ngành Dầu khí trước thềm thế kỷ 21, Tập I, tr. 518- 523. Hà Nội.

211. Mai Thanh Tân và nnk, 2000. Đặc điểm các thành tạo địa chất phần cấu trúc nông (Pliocen - Đệ Tứ) thềm lục địa Việt Nam phục vụ đánh giá điều kiện xây dựng công trình biển. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN 06-11, Hà Nội.

212. Lê Đình Thám, 1989. Các chu kỳ trầm tích ở bồn trũng Cửu Long và mối quan hệ của chúng với các biểu hiện dầu khí. Địa chất, 194-195 tr. 4-12. Hà Nội.

213. Trần Đức Thạnh, 1984, Vai trò của các điều kiện địa mạo, địa chất đối với sự hình thành và phát triển rừng ngập mặn ở ven bờ Miền Bắc Việt Nam. Tuyển tập Hội thảo sinh thái rừng ngập mặn ở Việt Nam lần thứ nhất. Hà Nội.

214. Trần Đức Thạnh, 1991, Đặc điểm cơ bản của các bồn tích tụ hiện đại tiêu biểu ở dải ven bờ Tây Vịnh Bắc Bộ. Tài nguyên và Môi trường biển, tập I, tr. 39-47.

215. Trần Đức Thạnh, 1995, Ranh giới dưới và địa tầng trầm tích Holocen thềm lục địa vịnh Bắc bộ. Tạp chí các khoa học trái đất. Số 1, tập 17. Hà Nội.

216. Trần Đức Thạnh và n.n.k 1997. Đặc điểm địa mạo biển Việt Nam. Tài nguyên- môi trường biển, tập IV, 7-28, Viện Hải Dương Học, Hà Nội.

217. Nguyễn Viết Thắm và nnk, 1983. Báo cáo tìm kiếm cát trắng và sa khoáng ven biển Hòn Gốm - Vũng Tàu. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

218. Ngô Gia Thắng, Lê Duy Bách. 1991. Đặc điểm biến dạng Tân kiến tạo thềm lục địa Việt Nam. Tuyển tập Hội nghị KHCN Biển toàn quốc III, T.II, tr.318-327. Hà Nội.

219. Ngô Gia Thắng, 1997. Đặc điểm kiến trúc thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận, Mô hình địa động lực về sự hình thành và phát triển của chúng. Tạp chí Địa chất, A-239, tr .31-37, Hà Nội.

220. Ngô Gia Thắng, Lê Duy Bách, 1998. Về tiến hoá kiến tạo Biển Đông Việt Nam. Tạp chí Các Khoa học về trái đất, 220(3), tr. 161-166. Hà Nội.

221. Ngô Gia Thắng, Lê Duy Bách. 1999. Địa động lực Kainozoi vùng biển Việt Nam. Tuyển tập Hội nghị KHCN Biển toàn quốc IV, T.II, tr. 644-649.

222. Phan Trường Thị, 1995. Địa khối Indosinia trong chuyển động Indosini ở Đông Dương và Biển Đông trong đại Tân sinh. Địa chất Khoáng sản và Dầu khí Việt Nam, T.1, tr. 121-136, Hà Nội.

223. Nguyễn Thị Kim Thoa và n.n.k, 1990. Đặc trưng biến thiên của trường từ dưới ảnh hưởng của vòng điện xích đạo quan sát được trên lãnh thổ Việt Nam. Tạp chí các khoa học về Trái đất, N^{0}6.

224. Phạm Văn Thơm, 1981. Trầm tích tầng mặt vùng biển ven bờ Phú khánh. Tuyển tập Nghiên cứu biển, Tập 2, phần 2. Nha Trang.

225. Nguyễn Thế Thôn, 1994. Các thể hình thái địa hình chủ yếu của đới biển nông Việt Nam. Tuyển tập công trình nghiên cứu Địa lý, tr.39-48, Viện Địa Lý.

226. Phạm Văn Thục, Nguyễn Kim Lạp, 1980. Danh mục động đất Đông Nam á (1912-1976). Các công trình nghiên cứu về vật lý địa cầu, Hà Nội.

227. Phạm Văn Thục, 1999. Sự tương quan giữa trường địa nhiệt và chế độ địa chấn khu vực phía nam Biển Đông, Các công trình nghiên cứu Địa Chất - Địa vật lý biển, tr. 31-47, Hà Nội.

228. Đào Mạnh Tiến, Mai Trọng Nhuận, 1996. Một số đặc điểm về địa chất môi trường biển ven bờ 0-30m nước đoạn Đèo Ngang - Nga Sơn. Tạp chí Địa chất, số A/235, tr. 9-19, Hà Nội.

229. Phan Cu Tien and others, 1988; Geological Map of Cambodia, Lao, Vietnam. 1: 1.000.000, Hanoi.

230. Đo Minh Tiep, 1991, Superficial geological structure of South Vietnam continental shelf and adjancent areas, Proceedings of 2nd Conference on Geology of Indochina,V. 1, pp. 357-364.

231. Đỗ Minh Tiệp, 1995. Vài nét về phun trào bazan Kainozôi đáy biển Việt Nam, Tuyển tập các công trình nghiên cứu Địa chất và Địa lý biển; tr. 100-106, Hà Nội.

232. Đỗ Minh Tiệp, 1996. Sự phân dị theo thời gian và không gian của bazan Kainozôi đáy biển Việt Nam, Tuyển tập các công trình nghiên cứu Địa chất và Địa vật lý Biển, tập II, tr. 179-193, Hà Nội.

233. Nguyễn Thế Tiệp, 1990. Một số đặc điểm kiến trúc hình thái thềm lục

địa Việt Nam và các vùng kế cận, Tạp chí Các Khoa học Trái đất, số 12/4, tr. 106-208. Hà Nội.

234. Nguyễn Thế Tiệp, 1995. Khái quát về địa chất và địa mạo đáy biển miền Trung. Công trình nghiên cứu Địa Chất- Địa vật lý Biển, Tập 1, tr. 81-90, Viện Hải Dương học.

235. Nguyễn Thế Tiệp và nnk, 1999. Đặc điểm địa mạo vùng biển quần đảo Hoàng Sa và các vùng kế cận. Tuyển tập Báo khoa học, Hội nghị KHCN biển Toàn quốc, lần IV, tập II, tr. 625-634, Hà Nội.

236. Nguyễn Thế Tiệp, 1999. Các giai đoạn phát triển địa hình Biển Đông. Các công trình nghiên cứu Địa chất- Địa vật lý biển, tr. 69-77, Hà Nội.

237. Tjia H.D., 1996, Changes in tectonic stress field in Northern Sunda Shelf Basins. In: Tectonic Evolution of Southeast Asia, Geol. Soc. Spec. Publ. N^{0}106, pp. 291-306.

238. Trần Ngọc Toản, 1995. Đánh giá tổng hợp tiềm năng dầu khí trên toàn thềm lục địa Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài KC- 01- 20

239. Phạm Quang Trung và nnk, 1999. Tài liệu mới về bào tử phấn hoa trong hệ tầng Đồng Ho - Tạp chí Dầu Khí số 3-1999, tr. 2-8.

240. Lê Văn Trương và nnk,1995. Chính xác hoá cấu trúc và tiềm năng dầu khí bể sông Hồng, Báo cáo tổng kết đề tài KT-01-16.

241. Tu Guangshi, et al, 1996, Geology of the East China Sea, Science Press, Beijing

242. Nguyen Xuan Tùng và nnk, 1992; Bản đồ thành hệ - Kiến trúc Việt Nam tỷ lệ 1 : 1.500.000 và bản thuyết minh, Hà nội.

243. Tung-Yi Lee, 1995, Cenozoic plate reconstruction of SE Asia. Tectonophysics, 251, pp. 85-138.

244. Đỗ Tuyết và n.n.k, 1976. Về sự có mặt các thềm biển ở đảo Bạch Long Vĩ, Tạp chí Địa chất, 127, tr. 15-17, Hà Nội.

245. Đỗ Tuyết và nnk, 1978. Một số nét về địa mạo quần đảo Trường Sa. Tạp chí Địa chất, 136, tr. 14-17, Hà Nội.

246. Lưu Tỳ và nnk, 1984. Địa mạo đáy bờ biển thềm lục địa Việt Nam, Báo cáo đề tài 48.06-05. Hà Nội.

247. Lưu Tỳ và nnk, 1985. Đặc điểm địa mạo thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận. Tạp chí Khảo cổ học, 2, tr. 7-8, Hà Nội.

248. Lưu Tỳ và nnk, 1985. Những dấu vết các đường bờ biển cổ ở thềm lục

địa Việt Nam, Những phát hiện mới khảo cổ học, Hà Nội.

249. Lưu Tỳ và nnk, 1986. Địa mạo thềm lục địa Đông Dương và các vùng lân cận. Địa chất Campuchia, Lào, Việt Nam. tr. 135-145. Hà Nội.

250. Phạm Văn Tỵ 1991. Sự biến đổi tính chất cơ lý của đất đá ở Việt Nam trong mối liên hệ với mức độ thành đá và biến chất của chúng. Tuyển tập các công trình khoa học ĐH Mỏ - Địa Chất. Tập XVII, Hà Nội.

251. Wang Chunxiu, 1994, Development of Paleogene Depressions and deposition of lacustrine source rocks in the Pearl River Mouth Basin, Northern margin of the South China Sea. AAPG Bull. Vol. 78, N^0. 11, pp. 1711-1728.

252. Wei Bao-Zhu, 1994, Strike-slip faulting on the Northern margin of the South China Sea: evidence from two earthquakes offshore of Hainan Island, Tectonophysics 241.

253. Wood B.G.M, 1985, The mechanics of progressive deformation in crust plates - A working model for Southeast Asia. Bull. Geol. Soc., 18, pp.55 –99, Malaysia.

254. Wu Jinmin, 1988, Cenozoic Basins of the South China Sea. EPISODES, Vol.11, N^{0}2.

255. Wu Jinmin, 1990, The tectonic evolution of South China Sea and its control of hydrocacbon. Marine Geol- Geophysics of South China Sea. China Ocean Press.

256. Wu Jinmin,1994, Evolution and models of Cenozoic sedimentation in the South China Sea. Tectonophysics N^0. 235. pp.77-98.

257. Nguyễn Đình Xuyên, 1989. Phân vùng động đất lãnh thổ Việt Nam. Tạp chí các khoa học về Trái đất, N^0 3-4, tập 11, tr. 40-50, Hà Nội.

258. Nguyễn Đình Xuyên, Nguyễn Ngọc Thuỷ, 1997. Tính động đất và độ nguy hiểm động đất trên lãnh thổ Việt Nam; Thành tựu nghiên cứu vật lý địa cầu 1987-1997, Viện Vật Lý Địa cầu, tr, 34-92, Hà Nội.

259. Yang Zieng, 1988, A riview of the Quaternary processes in the Offshore and coastal areas of China. Procc. of workshop. Bangkok.

260. Zhang Mingshu, 1987, Climate Evolution and sea-level changes in Xisha region since late Pleistocen. IGCP, China Ocean Press.

261. Zhou Di, Ru Ke, Chen H, 1995, Kinematics of Cenozoic extension on the South China Continental Margin and its implications for the tectonic evolution of the region. - Tectonophysises 251, pp. 161-177.

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập: PHẠM THÀNH HƯNG

Hội đồng biên tập:

Chủ tịch hội đồng: GS.TSKH. ĐẶNG NGỌC THANH
Các uỷ viên: GS.TS. LÊ ĐỨC TỐ
GS.TSKH. PHẠM VĂN NINH
PGS.TS. MAI THANH TÂN
GS.TS. BÙI CÔNG QUẾ

Trình bày bìa: NGUYỄN BÍCH NGA

BIỂN ĐÔNG. TẬP III (ĐỊA CHẤT-ĐỊA VẬT LÝ BIỂN)

Mã số: 1L-05003-01403
In 100 cuốn, khổ 19 x 27 tại Nhà in Công ty Mỹ thuật Trung ương
Số xuất bản: 45/421/XB-QLXB, ngày 22/4/2003. Số trích ngang: KH/XB
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2003.