

Đặc điểm kiến tạo các bể trầm tích Kainozoi ở biển Đông Việt Nam trên cơ sở kết quả nghiên cứu mới

PGS. TS. Nguyễn Trọng Tín, TS. Nguyễn Thế Hùng

Viện Dầu khí Việt Nam

TS. Cù Minh Hoàng

Tổng công ty Thăm dò khai thác Dầu khí

GS.TSKH. Phan Trường Thị, PGS.TS. Nguyễn Văn Vương

Trường ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐH Quốc gia Hà Nội

TS. Trần Tuấn Dũng

Viện Địa chất và Địa vật lý Biển

Tóm tắt

Lịch sử hình thành và tiến hoá biển Đông đã được nhiều nhà địa chất nước ngoài (Tapponnier và nnk 1986, 1990; Taylor. B và nnk 1983, Morley. C. K 2001, 2002, Hall. R 1996, 2002, 2004; Hutchison. C. S 2004...) và trong nước (Lê Duy Bách, Trần Văn Trị, Cao Đình Triều, Bùi Công Quế, Phan Trường Thị, Phan Trọng Trịnh, Ngô Thường San) trình bày trong các công trình nghiên cứu khác nhau. Nhìn chung, các quan điểm đều tích hợp vào hai sự kiện địa chất chủ đạo: Quá trình va chạm lục địa Ấn Độ và lục địa Âu - Á đã đẩy khối lục địa Âu Á trượt về phía Đông Nam theo các hệ thống đứt gãy: Đứt gãy Three Pagodas, đứt gãy sông Mê Kông (Maeping), đứt gãy sông Hồng, đứt gãy sông Châu Giang, đứt gãy sông Dương Tử và quá trình tách dần biển Đông cùng với sự tiêu biến phần rìa lục địa châu Á trong đới hút chìm Borneo - Palawan. Hệ quả của các vận động trôi trượt, hút chìm, va chạm đã tạo nên hàng loạt các bể trầm tích Kainozoi ở biển Đông theo hai kiểu chính: Bể tách dần (rift basin) (Cửu Long, Nam Côn Sơn, Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây, nhóm bể Trường Sa, Hoàng Sa) và bể kéo toạc (pull-apart basin) (Sông Hồng, Malay - Thổ Chu).

Kết quả xử lý, minh giải tài liệu địa chấn mới thu nổ trong những năm gần đây, kết hợp với tài liệu từ, trọng lực và địa chất đáy biển, lần đầu tiên đã cho phép vạch định và phân chia các bể trầm tích, đánh giá vai trò hoạt động và phân loại đứt gãy, xác định lịch sử phát triển kiến tạo của các đơn vị cấu tạo khác nhau trong khu vực nghiên cứu làm tiền đề đánh giá tiềm năng và triển vọng khoáng sản ở biển Đông Việt Nam.

Mở đầu

Các bể trầm tích Kainozoi ở biển Đông Việt Nam được phân bố chủ yếu trên vỏ lục địa, một số nơi trên vỏ chuyển tiếp lục địa - đại dương. Ranh giới giữa các bể được xác định bởi các

đứt gãy khu vực và (hoặc) các đới nâng trước Kainozoi. Tầng cấu trúc móng trước Kainozoi của các bể không đồng nhất về tuổi và thành phần đá đã được xác định trong các giếng khoan, bao gồm: Đá phun trào và biến chất

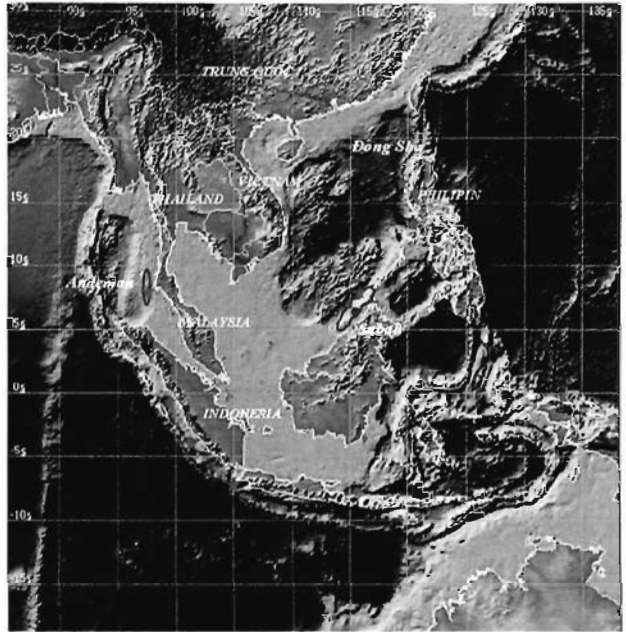
Mezozoi, đá vôi Paleozoi và đá Proterozoi bị biến đổi, bị các hệ thống đứt gãy chính có hướng Tây Bắc - Đông Nam, Đông Bắc - Tây Nam và Bắc - Nam phân cắt thành các địa lũy, địa hào và bán địa hào. Các khối cao của móng nứt nẻ-phong hóa đã được chứng minh là đối tượng chứa dầu khí ở hầu hết các bể trầm tích Kainozoi biển Đông Việt Nam. Lớp phủ trầm tích Kainozoi bao gồm các thành tạo lục nguyên, lục nguyên chứa than và cacbonat có tuổi từ Eocen tới Đệ Tứ với bề dày từ 6km đến 14km ở phần trung tâm của các bể.

Quá trình hình thành và phát triển các bể trầm tích này liên quan với tách dẫn vỏ trái đất khu vực Đông Nam Á, khởi phát vào thời Eocen (khoảng 40 triệu năm trước đây) và dẫn đáy đại dương ở biển Đông Việt Nam bắt đầu vào Oligocen giữa (khoảng 33 - 32 triệu năm trước đây). Đồng thời do va chạm đẩy trôi giữa hai mảng lục địa Ấn Độ/Áu-Á, toàn bộ rìa lục địa Đông Nam Á bị ảnh hưởng bởi các chuyển động xoay và đứt gãy trượt bằng (strike slip) có cường độ lớn dọc theo các hệ thống đứt gãy Three Pagodas, sông Mêkong, sông Hồng và sông Châu Giang. Hệ quả của các vận động đó đã tạo nên hàng loạt các bể trầm tích Kainozoi dạng căng dẫn (rift) (Cửu Long, Nam Côn Sơn, Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây, Trường Sa, Hoàng Sa) và dạng kéo toạc (pull-apart) (Sông Hồng, Malay - Thổ Chu).

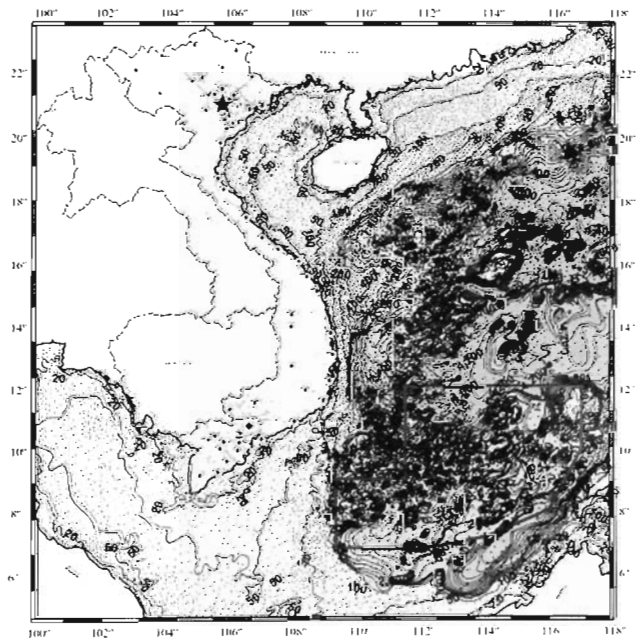
1. Vị trí biển Đông Việt Nam trong khu vực Đông Nam Á

Vùng biển trong khoảng 5°00' đến 19°40' vĩ độ Bắc và 109°00' đến 116°00' kinh độ Đông là vùng biển nhiệt đới, chiếm diện tích phần lớn thềm lục địa ngoài khơi phía Đông của Việt Nam thường được gọi là biển Đông. Biển Đông là một vùng biển nửa kín, được bao bọc bởi các đảo và quần đảo: Đảo Đài Loan và quần đảo Philippin ở phía Đông Bắc và Đông, các quần đảo Indonesia và

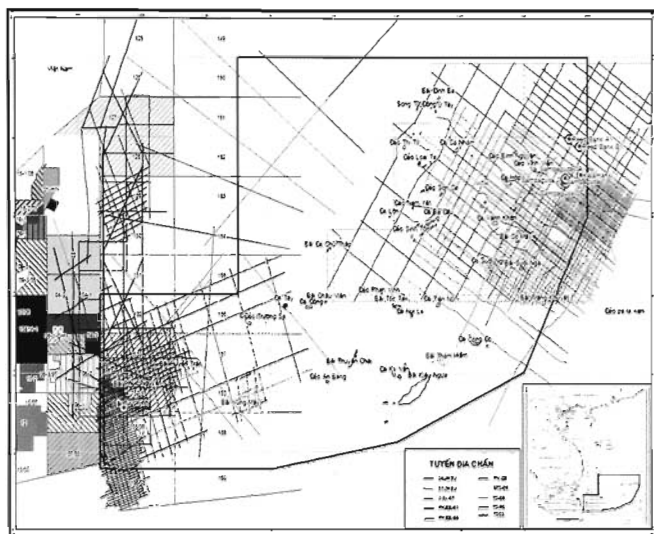
Malaysia ở phía Nam và Đông Nam, bán đảo Đông Dương ở phía Tây và phần lục địa rộng lớn Trung Quốc ở phía Bắc. Diện tích biển Đông trên 3.400.000km², chiều sâu nước trung bình 1140m, cực đại 5016m (Hình 1, 2).



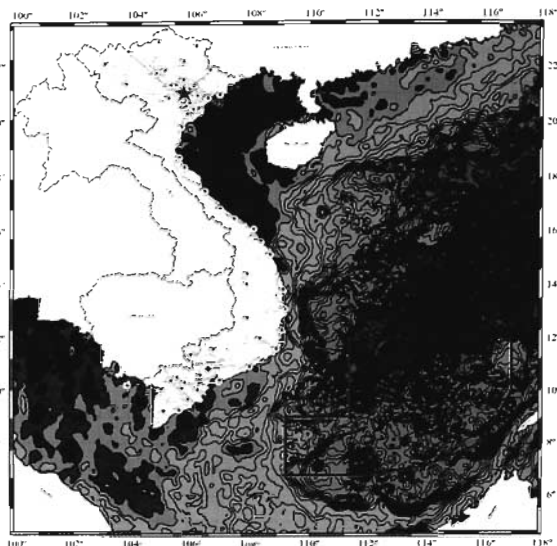
Hình 1. Vị trí của biển Đông Việt Nam



Hình 2. Độ sâu đáy biển Đông



Hình 3. Các khảo sát địa chấn trong những năm gần đây ở khu vực Tư Chính - Vũng Mây và Trường Sa



Hình 4. Dị thường trọng lực Bughe khu vực biển Đông

Nghiên cứu hình thái cấu trúc, kiến tạo của móng trước Kainozoi vùng biển Việt Nam được tiến hành từ lâu nhưng cũng chỉ mới thực sự phát triển mạnh trong những thập kỷ gần đây khi có các hoạt động thăm dò dầu khí trên thềm lục địa. Tuy vậy, nhiều vấn đề địa chất về cấu trúc, đứt gãy, các đới nâng hạ trong móng, ranh giới các bể, cơ chế hình thành và phát triển các bể trầm tích trên vùng biển Việt Nam đến nay vẫn còn nhiều tồn tại cần được tiếp tục nghiên cứu.

Với nguồn tài liệu địa vật lý thăm dò trực tiếp trên biển ngày càng chi tiết, đầy đủ, đồng bộ, việc sử dụng tổng hợp các tài liệu địa chấn mới thu nỏ, xử lý và minh giải mới tài liệu trọng lực, từ và các số liệu địa chất, địa vật lý khác bằng các phương pháp hiện đại và công nghệ mới đã cho phép nghiên cứu các tham số hình học của đứt gãy, cường độ, biên độ, phương dịch chuyển của đứt gãy, các đới nâng hạ trong móng trước Kainozoi và cấu trúc bên trong các bể trầm tích Kainozoi một cách đầy đủ, chính xác và có tính khoa học cao hơn. Bài viết này sẽ giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về đặc điểm kiến tạo các bể trầm tích Kainozoi biển Đông Việt Nam trên cơ sở tài liệu mới, đặc biệt đối với những khu vực còn ít được nghiên cứu như Tư Chính - Vũng Mây và Trường Sa (Hình 3, 4).

2. Đặc điểm cấu trúc, kiến tạo biển Đông Việt Nam

2.1. Đặc điểm dị thường trọng lực Bughe

Bản đồ dị thường trọng lực Bughe khu vực biển Đông được thành lập trên cơ sở tổng hợp các nguồn số liệu hiện có thể hiện các đặc điểm chính sau (Hình 4):

+ *Vùng vịnh Bắc bộ*: Dị thường trọng lực Bughe có giá trị thấp từ -50 đến +15mGal. Khu vực bể Sông Hồng được đặc trưng bởi những dải dị thường hướng Tây Bắc - Đông Nam. Các đơn vị cấu trúc được biểu hiện bởi các dị thường trọng lực cao như thềm Hải Phòng, đới nâng Bạch Long Vĩ ở phía Đông Bắc, đơn nghiêng Thanh Nghệ, khối nâng Kỳ Anh, Đà Nẵng ở phía Tây Nam.

+ *Ria lục địa miền Trung - Nam Việt Nam*: Dải dị thường trọng lực Bughe có giá trị dương từ vài chục đến +150 mGal. Bể Cừu Long, khối nâng Côn Sơn và bể Nam Côn Sơn được nhận diện rõ qua khối dị thường âm và dương. Phần phía Tây của bể Nam Côn Sơn có đặc điểm trường trọng lực tương đối giống với bể Cừu Long, phần phía Đông bể Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây, các dị thường Bughe có giá trị dương từ +50 đến +120mGal.

+ *Khu vực vịnh Thái Lan*: Dị thường trọng lực Bughe thay đổi trong khoảng -30 đến +10mGal. Chúng tập trung thành những dải kéo dài có phương Tây Bắc - Đông Nam và á kinh tuyến. Phần bể Malay - Thổ Chu được đặc trưng bởi một dải dị thường Bughe có giá trị thấp phương Tây Bắc - Đông Nam.

+ *Thềm lục địa Bắc biển Đông*: Dị thường trọng lực kéo dài theo phương Đông Bắc - Tây Nam. Các bể Nam Hải Nam, Beibu, Châu Giang được đặc trưng bởi các dải dị thường Bughe thấp từ -20 đến +50mGal. Các dị thường cao thường trùng với các khối nâng và dị thường âm thấp trùng với các khối hạ.

+ *Vùng trung tâm biển Đông* có đặc trưng nổi bật là dị thường trọng lực Bughe có giá trị dương cao, thay đổi trong khoảng từ +200 đến +340mGal. Ranh giới vỏ lục địa - đại dương, trục dẫn đáy đại dương được thể hiện bởi một dải dị thường thấp hơn. Hệ thống núi lửa ngầm cũng được thể hiện khá rõ nét trên dị thường Bughe.

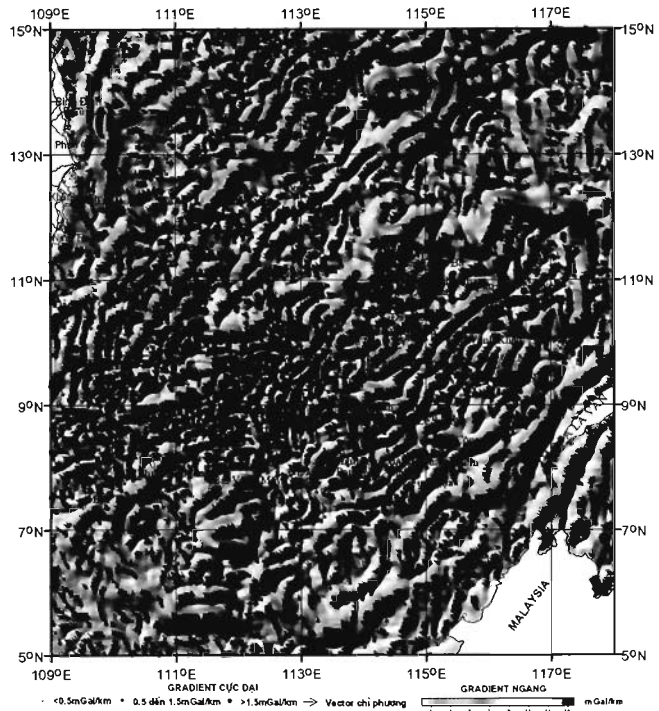
+ *Vùng quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa*: Dị thường có cấu tạo dạng đẳng thước. Tại khu vực quần đảo Trường Sa, dị thường trọng lực Bughe có giá trị lớn hơn vùng Hoàng Sa, biến đổi trong khoảng rộng từ +60 đến +170mGal. Khu vực trũng Palawan dị thường có dạng dải và giá trị cao. Hai khối đảo ngầm Maclesfield và Reek Bank đều được đặc trưng bởi dị thường Bughe thấp.

2.2. Cấu trúc móng trước Kanozoi theo tài liệu trọng lực

Để nghiên cứu xác định hình thái cấu trúc móng trước Kainozoi và các đứt gãy phát triển ở các độ sâu lớn hơn một cách tổng thể trên biển Đông, các phương pháp lọc trường theo tần số; phương pháp gradient ngang và gradient ngang trọng lực cực đại đã được sử dụng.

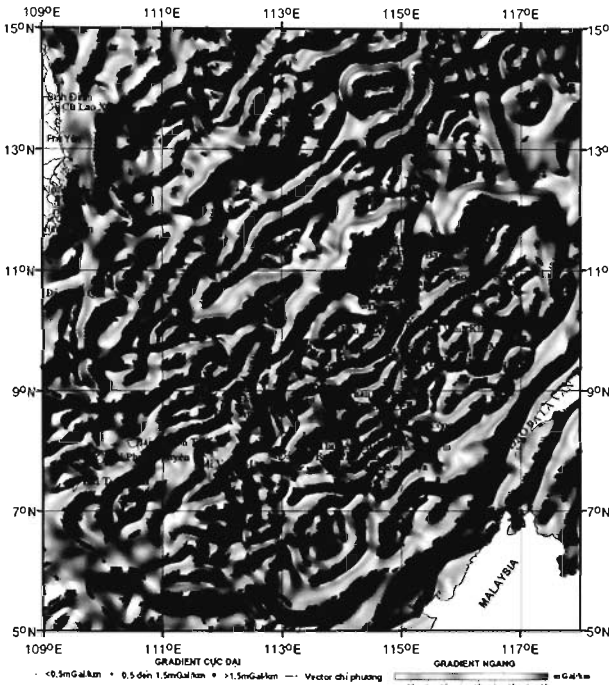
Hình 5 biểu diễn sự phân bố gradient ngang

trọng lực và vector gradient ngang trọng lực cực đại của dị thường trọng lực Bughe. Có thể thấy sự phân bố đó rất phức tạp và đa dạng, do ảnh hưởng của các cấu trúc địa phương nằm ở gần bề mặt đáy biển, liên quan đến các khối nâng hạ, các khối bazan phun trào và hệ thống các đứt gãy. Tuy nhiên việc liên kết các khối cấu trúc thể hiện trên bản đồ với nhau còn khó khăn.

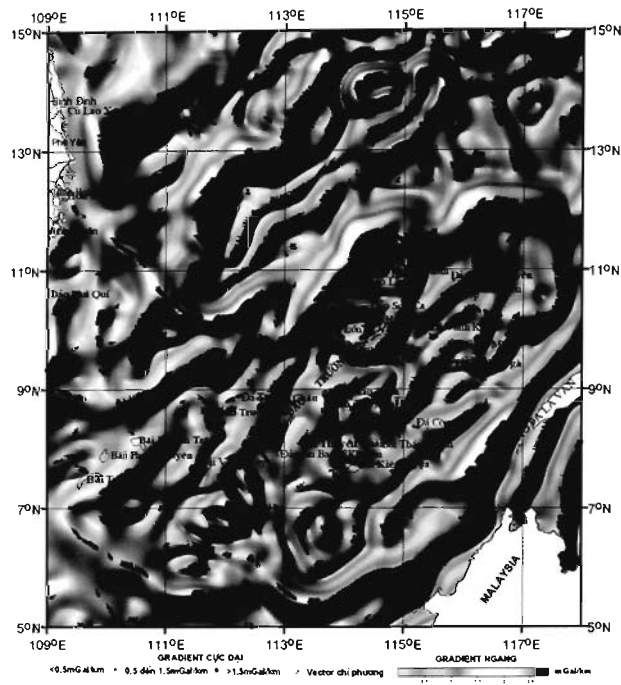


Hình 5. Gradient ngang trọng lực và vector gradient ngang trọng lực cực đại (theo dị thường trọng lực Bughe)

Hình 6 là bức tranh phân bố gradient ngang trọng lực và vector gradient ngang trọng lực cực đại trường trọng lực sau khi lọc trường với bước sóng $\lambda = 50\text{km}$. Về phương diện nghiên cứu đứt gãy theo tài liệu trọng lực thì đó cũng chính là phân bố của hệ thống các đứt gãy, các ranh giới mật độ. Các hệ thống đứt gãy được thể hiện bằng các dải vector gradient cực đại. Mặc dù phân bố của vector gradient cực đại còn khá phức tạp, nhưng trên hình vẽ cũng đã thể hiện rõ hơn các cấu trúc đứt gãy chính cũng như các ranh giới về mật độ, các khối nâng hạ, các cấu trúc địa chất trong khu vực.



Hình 6. Gradient ngang trọng lực và vector gradient ngang trọng lực cực đại (lọc tách trường với bước sóng $\lambda = 50 \text{ km}$)



Hình 7. Gradient ngang trọng lực và vector gradient ngang trọng lực cực đại (lọc tách trường với bước sóng $\lambda = 100 \text{ km}$)

Hình 7 thể hiện sự phân bố gradient ngang trọng lực và vector gradient ngang trọng lực cực đại sau khi lọc trường với bước sóng $\lambda = 100 \text{ km}$. Với bước sóng lọc trường này thể hiện rõ các hệ đứt gãy sâu, các khối cấu trúc lớn, ranh giới các kiểu vỏ cùng với trục tách dãn đại dương, còn các đứt gãy, các cấu trúc ở độ sâu nhỏ hơn thì hầu như đã bị mờ đi. Tại chạc ba Cù Lao Xanh xuất hiện một đứt gãy sâu chạy vòng theo phía Nam quần đảo Hoàng Sa sau đó gặp đứt gãy Nam Hải Nam. Trên hình vẽ thấy rõ sự thay đổi phương phát triển của đứt gãy kinh tuyến 109° sau khi qua đới trượt Tuy Hòa (Tuy Hòa Shear Zone). Hệ thống các đứt gãy lớn phân chia các bể trầm tích cũng được thể hiện rất rõ ràng trên Hình 7.

Trên cơ sở tích hợp các kết quả trong nghiên cứu này cùng với các tài liệu độ sâu đáy biển, địa chấn và tài liệu địa chất - địa vật lý khác, các hệ thống đứt gãy, các cấu trúc nâng hạ phát triển trong móng trước Kainozoi cùng với trục tách dãn biển Đông và ranh giới các kiểu vỏ đã được liên kết xây dựng. Hình thái cấu trúc của hệ thống đứt gãy có thể được mô tả một cách khái quát như trên Hình 8.

Hệ đứt gãy Tây biển Đông (đứt gãy kinh tuyến 109°) được thể hiện khá rõ nét bằng dải gradient trọng lực cực đại có giá trị $> 1,5 \text{ mGal/km}$, kéo dài theo hướng kinh tuyến dọc theo rìa phía Tây của khu vực nghiên cứu. Tại khu vực Cù Lao Xanh (Bình Định) xuất hiện một loạt các đứt gãy dạng cành cây và kéo dài đến Nam đảo Hải Nam. Tại Khánh Hòa, có thể thấy đới trượt Tuy Hòa làm dịch chuyển đứt gãy 109° về phía Đông. Càng xuống sâu thì đới trượt Tuy Hòa càng được thể hiện rõ nét bằng các dải gradient ngang trọng lực cực đại (Hình 7). Đới trượt này kéo dài về phía trung tâm biển Đông theo phương Tây Bắc - Đông Nam. Qua nghiên cứu, phân tích các kết quả thu được, đới trượt Tuy Hòa có thể được coi là ranh giới phía Tây Nam của vỏ đại dương và vỏ lục địa (Hình 8). Điều đó nói lên mối liên hệ gắn kết về cấu trúc địa chất giữa khu vực quần đảo Trường Sa với các bể Nam Côn Sơn và Tư Chính - Vũng Mây.

Phía Nam của đới trượt Tuy Hòa, đứt gãy kinh tuyến 109° tách làm hai nhánh: Nhánh thứ nhất chạy dọc theo ranh giới phần Nam bể Phú Khánh xuống bể Nam Côn Sơn; nhánh thứ hai chạy

xuống phía Nam, đến vĩ tuyến 6° thì phát triển theo phương Á vĩ tuyến và kéo dài cho đến kinh tuyến 114° nối với đứt gãy chòm nghịch ở trung Borneo.

Trên Hình 8 thể hiện các bể trầm tích Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây đều được khống chế giới hạn bởi các đứt gãy lớn. Đồng thời bồn Tư Chính và bồn Vũng Mây được phân cách bởi các đứt gãy lớn mang tính khu vực kéo dài từ Bắc đến Nam, đây là hai bồn có cấu trúc địa chất riêng biệt, không cùng ở trong một thể thống nhất. Ở phần trung tâm biển Đông xuất hiện các dải gradient cực đại có giá trị lớn, có thể khẳng định chúng là trục tách giãn biển Đông, là ranh giới giữa các kiểu vỏ (vỏ lục địa và vỏ đại dương) và là các khối nâng. Riêng ở khu vực quần đảo Trường Sa xuất hiện nhiều dải gradient cực đại khép kín, có thể là ranh giới các khối nâng trong móng trước Kainozoi.

Hệ thống đứt gãy trong khu vực quần đảo Trường Sa được chia làm hai nhóm chính: Nhóm các đứt gãy lớn phát triển theo phương Đông Bắc

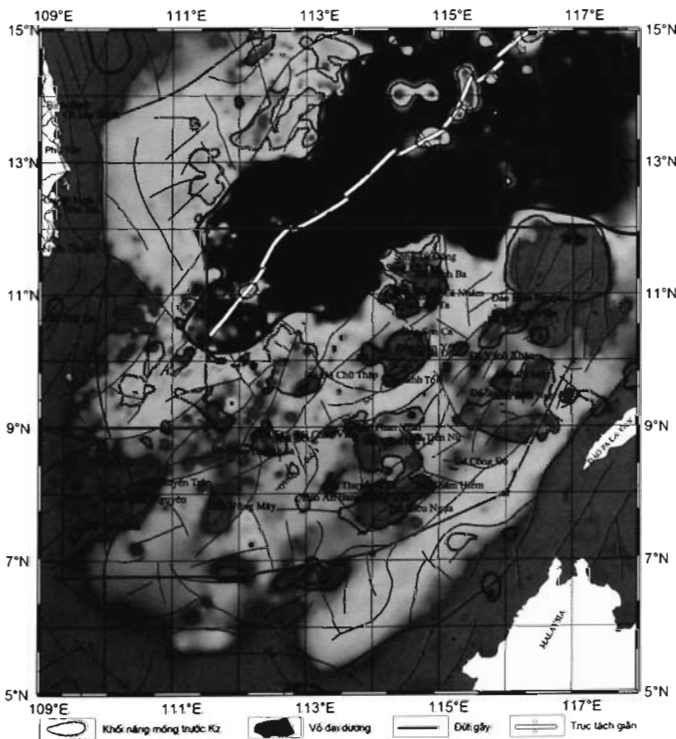
- Tây Nam và nhóm đứt gãy có qui mô nhỏ hơn phát triển theo phương Tây Bắc - Đông Nam.

Khu vực trung tâm biển Đông phát triển các đứt gãy chuyển dịch có phương vuông góc với trục tách giãn. Ngoài ra còn có hệ thống các đứt gãy nhỏ phát triển theo phương á kinh tuyến.

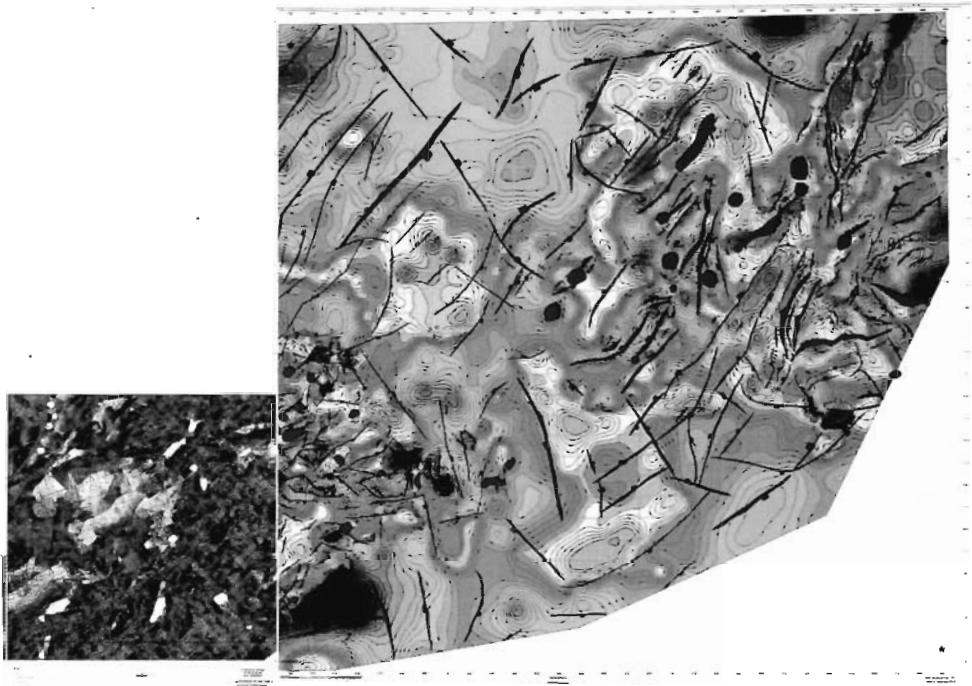
2.3. Cấu trúc móng trước Kainozoi khu vực Tư Chính - Vũng Mây và Trường Sa

Hình 9 cho thấy các đới nâng và sụt của móng trước Kainozoi trong khu vực nghiên cứu được giới hạn bởi các đứt gãy lớn có phương Đông Bắc - Tây Nam, Bắc Nam và Tây Bắc - Đông Nam. Đứt gãy 109 phân cách bồn Tư Chính và bể Nam Côn Sơn có biên độ dịch chuyển 600 - 800m chạy từ Bắc xuống Nam, sau đó đổi sang hướng Tây Bắc - Đông Nam về trung Borneo - Palawan. Đứt gãy Vũng Mây có hướng Đông Bắc - Tây Nam với biên độ dịch chuyển 450 - 500m đã phân cách bồn Vũng Mây với đới nâng Tư Chính - Phúc Tần kéo dài lên trung Tây Trường Sa. Đứt gãy Phú Khánh

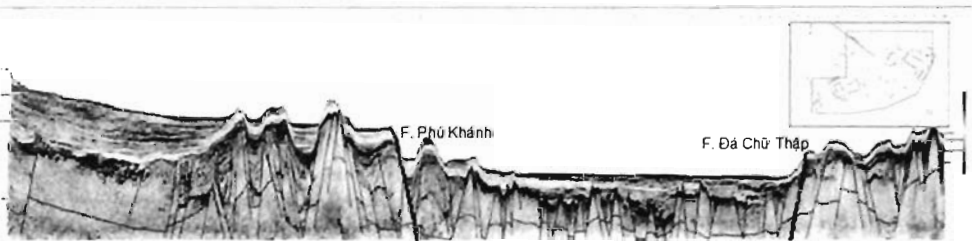
có biên độ dịch chuyển hơn 1000m chạy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, là ranh giới giữa vỏ đại dương và vỏ lục địa ở phần Tây Nam biển Đông (Hình 11). Đứt gãy Đá Chũ Thập có hướng Đông Bắc - Tây Nam với biên độ dịch chuyển 800 - 900m là ranh giới giữa vỏ đại dương và vỏ lục địa ở phần Đông Nam biển Đông, đồng thời cũng là ranh giới giữa đới tách giãn biển Đông với đới nâng Đá Lát - Đá Chũ Thập (Hình 10). Đứt gãy Nam Trường Sa có biên độ dịch chuyển 600 - 700m chạy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam là ranh giới giữa đới phân dị Trường Sa và trung Palawan. Cấu trúc bên trong của các đới nâng và sụt của móng trước Kainozoi phân dị hết sức đa dạng bởi các hệ thống đứt gãy bậc nhỏ hơn tạo thành các địa hào, bán địa hào và địa lũy. Đồng thời các hoạt động magma phun trào đã làm phức tạp thêm bình đồ cấu trúc của bề mặt móng trước Kainozoi trong khu vực nghiên cứu.



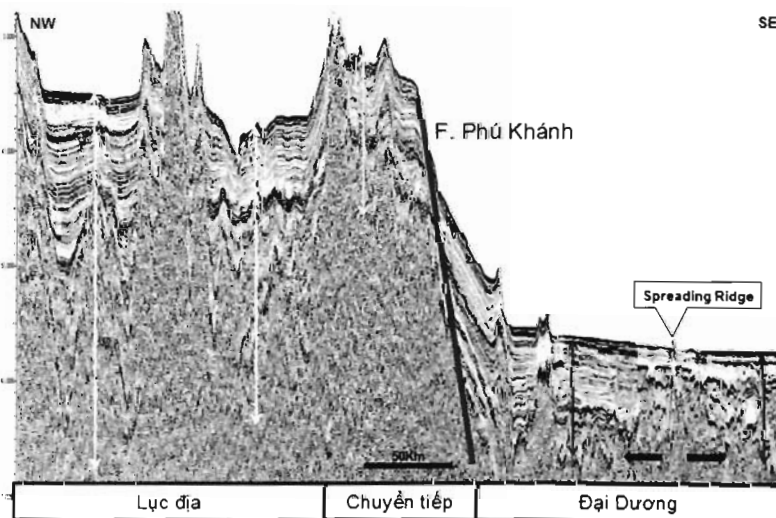
Hình 8. Hình thái cấu trúc móng trước Kainozoi



Hình 9. Cấu trúc móng trước Kainozoi khu vực Tư Chính - Vũng Mây và Trường Sa



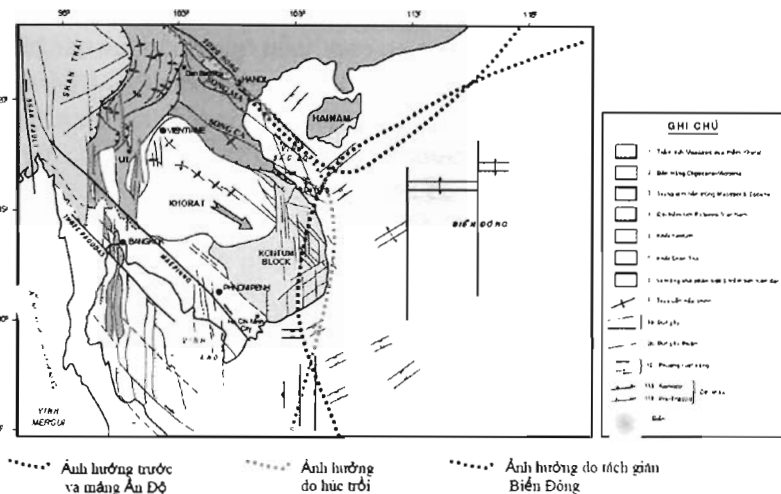
Hình 10. Mặt cắt địa chấn qua đới dãn đáy biển Đông



Hình 11. Ranh giới giữa vỏ đại dương và vỏ lục địa

2.4. Lịch sử tiến hóa các bể trầm tích Kainozoi biển Đông

Mô hình tiến hóa các bể trầm tích Kainozoi biển Đông được nhiều nhà nghiên cứu xây dựng trên quan điểm kiến tạo mảng, sự va đập của các mảng lớn: Mảng Ấn Độ, mảng châu Úc, mảng Thái Bình Dương đến rìa Đông Nam lục địa Âu - Á, kết hợp với sự tách giãn và phát triển biển Đông. Trường động lực đã tạo sự xoay chuyển các vi mảng, sự trượt bằng dọc các đới khâu và các đứt gãy lớn dọc theo đó các bể Kainozoi được hình thành (Hình 12).



Hình 12. Mô hình kiến tạo các bể trầm tích Việt Nam (theo nhiều tác giả)

Hầu hết các bể trầm tích ở Việt Nam có nguồn gốc kiến tạo là các bể rift kiểu tách giãn và kéo toạc mà sự hình thành và hoạt động luôn gắn liền với chuyển động kiến tạo mảng giai đoạn Kainozoi. Chúng phân bố liên kề hoặc ở nơi giao nhau với các đới khâu hay đứt gãy lớn như Sông Hồng, Sông Mã, Rào Nậy, Tam Kỳ - Phước Sơn, 109⁰ kinh Đông, Mae Ping - Hậu Giang, Three Pagodas (Ba Chùa)...

Sự thay đổi phương chuyển động và hướng của trường lực kiến tạo trong quá trình tương tác giữa các mảng lớn trong khu vực trong giai đoạn Kainozoi đã tạo nên tính nhịp và tính chu kỳ trong lịch sử phát triển kiến tạo - trầm tích, hoạt động magma và được đánh dấu bằng những gián đoạn khu vực được ghi nhận ở tất cả các bể.

Lãnh thổ Việt Nam và kế cận là miền cấu trúc

liên hợp phức tạp có kiểu vỏ lục địa, mặc dù đã được cố kết và trở thành một craton hợp nhất với lục địa Âu - Á vào cuối Mesozoi (Jura muộn - Creta?), nhưng do hoạt động hút chìm của mảng Ấn Độ Dương ở rìa Nam cung đảo Sumatra - Java, và đặc biệt do sự dãn đáy và đại dương hóa biển Đông, nên mảng lục địa rìa Đông mảng Âu - Á bị biến đổi mạnh vào Kainozoi - đó là nguyên nhân tạo sự khác biệt trong cơ chế và lịch sử hình thành các bể trầm tích Kainozoi chứa dầu khí ở Việt Nam và kế cận.

Dù có nguồn gốc khác nhau, nhưng các bể này đều được hình thành trên vỏ lục địa bị chia cắt liên quan đến chuyển động trượt bằng (strike - slip), căng dãn (extension) bên trong mảng và có dạng graben, hoặc nửa graben với các chu kỳ trầm tích và những bất chỉnh hợp, đồng tuổi với nhau được quan sát thấy trong tất cả các bể.

Tiến hóa kiến tạo của các bể trầm tích Kainozoi ở biển Đông Việt Nam có thể được chia thành ba giai đoạn: 1) tiền - rift trước Eocen giữa (?); 2) tạo - rift Eocen giữa - Miocen sớm; 3) sau - rift Miocen giữa - hiện tại.

1) Ở giai đoạn tiền - rift: Trong giai đoạn 90 - 50 triệu năm lãnh thổ, Việt Nam và phần lớn Đông Dương được dâng cao, phân dị mạnh, tạo bức tranh xen kẽ giữa các đới nhô địa lũy thường được cấu tạo bởi các đá batholit granit, granodiorit, đá núi lửa xen với các trũng giữa núi phân bố dọc các đới khâu hoặc đứt gãy lớn khu vực. Phức hệ tiền - rift đặc trưng bởi tương lục địa chỉ tồn tại trong các trũng giữa núi, ngăn cách bởi đứt gãy. Chuyển động kiến tạo cuối Mesozoi - đầu Kainozoi làm tái hoạt động các hệ thống đứt gãy, tạo hệ thống nứt rạn (fractures) trong đá móng của các bể trầm tích Kainozoi và chi phối bình đồ cấu tạo trong các bể này. Cũng trong thời gian này, lớp vỏ phong hóa dày được hình thành trên các móng nhô granit. Đó là các tiền đề

quan trọng và thuận lợi cho tích tụ dầu khí trong tầng móng ở các bể trầm tích Kainozoi.

2) Vào thời kỳ khoảng 50 - 45 triệu năm, giữa Paleocen - Eocen sự va mảng giữa mảng Ấn Độ và mảng Âu - Á đã dẫn đến rìa lục địa phía Nam bị rút ngắn, mảng Ấn Độ bị hút chìm dưới rìa Nam lục địa Âu - Á. Quá trình va chạm lục địa này đã làm hoạt động lại các đứt gãy sâu tồn tại trước đó, đồng thời thúc trôi mảng Đông Dương trôi về phía Đông Nam, tạo các bể trầm tích dọc theo các đới cắt trượt. Giai đoạn tạo rift này có thể được bắt đầu từ Eocen giữa, kết thúc vào Miocen sớm, nhưng đôi nơi hiện tượng sụt rift còn được ghi nhận đến cuối Miocen giữa. Có tác giả phân giai đoạn tạo rift thành hai thời kỳ: a) Thời kỳ Eocen giữa - Oligocen là thời kỳ tạo rift thực thụ (true rift) hay còn gọi thời kỳ đồng - rift (synrift period) và b) Thời kỳ Miocen sớm, còn được gọi thời kỳ phát triển rift muộn (Late - rift period).

Phức hệ trầm tích Eocen - Oligocen được xác định "đồng - rift" liên quan đến thời kỳ sụt rift thực thụ trong lịch sử phát triển các bể trầm tích Kainozoi. Sự sụt lún nhanh với tốc độ vượt trội bù lắng trầm tích đã tạo điều kiện cho sự phát triển và duy trì lâu dài điều kiện hồ và đầm lầy ven biển phong phú vật chất hữu cơ bị chôn vùi nhanh.

Vào cuối Oligocen, sự va mảng giữa lục địa châu Úc và cung đảo Sunda đã tạo trường nén ép, gây nghịch đảo kiến tạo dưới dạng chuyển động phân dị dọc các đứt gãy thuận, kết thúc pha tạo rift thực thụ, hình thành bất chỉnh hợp khu vực cuối Oligocen trong các bể "nội lục" (intracratonic) rìa vi mảng Đông Dương.

Sự tách dẫn và đại dương hoá của biển Đông, đặc biệt ở phần Tây Nam, cùng với hoạt động trượt dọc đứt gãy 109⁰ kinh Đông đã gây hiện tượng phun trào bazan và andesit tương đối phổ biến trong các bể tiếp giáp với rìa Tây và Tây Nam biển Đông.

Vào Miocen sớm, thời kỳ phát triển rift - muộn, sự sụt rift hầu như chấm dứt trong tất cả các bể trước và sau cung đảo Sumatra, Đông Java, Nam Borneo, thì riêng ở các bể nội lục cận các đới

khâu trên miền cấu trúc Đông Dương sự sụt rift vẫn tiếp tục nhưng cường độ yếu đi, tạo thời kỳ phát triển rift - muộn trong các bể này.

Chuyển động kiến tạo Miocen sớm còn được đặc trưng bởi đợt cao trào mới dẫn đáy và tiếp tục mở rộng biển Đông do lạnh nhiệt, kèm dâng cao mực nước đại dương, đã gây hiện tượng biển tiến trên tất cả các bể Paleogen hình thành ven Biển Đông. Diện tích trầm đọng được mở rộng ra ngoài ranh giới các miền sụt lún Paleogen, nhưng cường độ hoạt động đứt gãy chi phối sự sụt lún yếu đi.

Điều kiện biển phát triển trên phần lớn các bể rìa Đông vì mảng Đông Dương như Phú Khánh, Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây tạo phức hệ trầm tích carbonat và san hô ám tiêu và từng thời kỳ lấn sâu vào trong các bể Sông Hồng, Cửu Long và Malay - Thổ Chu, hình thành phức hệ đầm lầy, rêu quạt châu thổ và biển nông ven bờ.

Ở bể Phú Khánh tốc độ sụt lún được bù lắng do nguồn cung cấp vật liệu từ địa khối Kontum bị bóc mòn, đã tạo những tập trầm tích alluvi lấn tiến (alluvial prograding systems tracts) trên các đầm rộng lớn ven biển. Hệ châu thổ lấn tiến này còn phát triển tiếp sang thời kỳ Miocen giữa.

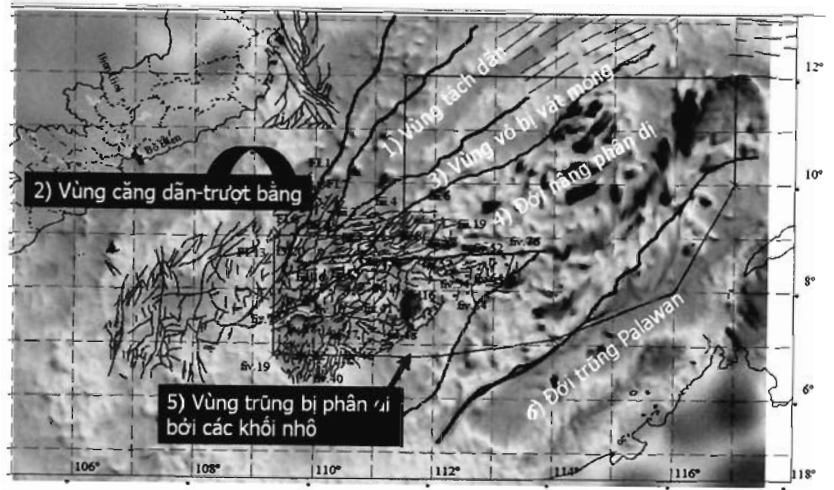
3) Vào giai đoạn sau - rift Miocen muộn - Pliocen - Đệ Tứ chuyển động sụt rift dạng địa hào và nửa địa hào chấm dứt để chuyển sang chế độ sụt bồng (sag phase regime) trên hầu hết các bể trầm tích Kainozoi hình thành trước đó. Vào đầu Miocen muộn, xuất hiện pha tăng nhiệt ngắn của vỏ trái đất khu vực biển Đông và kế cận, cùng với sự gia tăng tốc độ trượt phải dọc các đứt gãy chính Sông Hồng và Three Pagodas đã gây nghịch đảo kiến tạo trong hầu hết các bể trầm tích Kainozoi ven biển Đông và tạo bất chỉnh hợp khu vực Miocen muộn. Ở Việt Nam, hiện tượng nghịch đảo kiến tạo Miocen muộn thể hiện rõ nhất ở bể Sông Hồng, đặc biệt ở phần Bắc bể, và Nam Côn Sơn. Ở nhiều nơi, các nếp uốn nghịch đảo bị cắt cụt (truncated) bởi bất chỉnh hợp khu vực Mio - Pliocen.

Sự lún chìm của biển Đông và cao trào biển

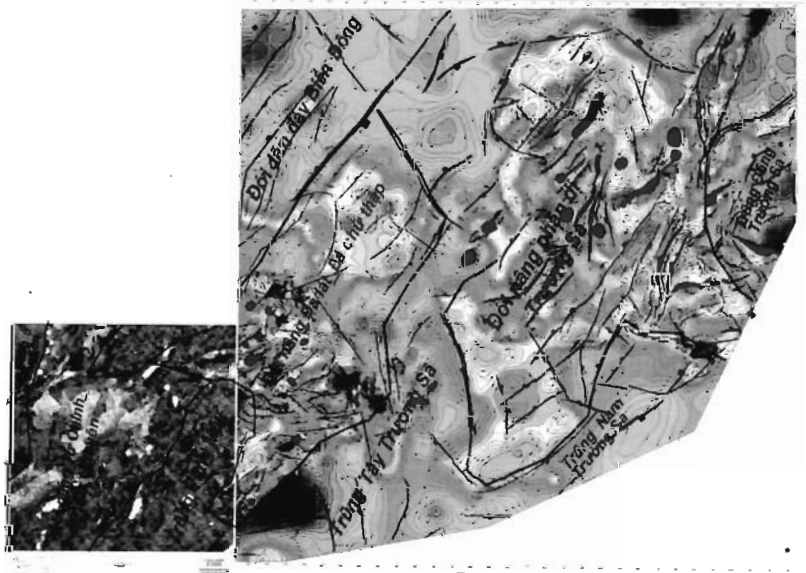
tiền khu vực trên rìa Nam khối Đông Dương đã tạo phức hệ sét biển và đá vôi san hô ám tiêu Miocen giữa - muộn, phức hệ sét bùn biển sâu và các turbidite Pliocen phổ biến hầu hết trong các bể Kainozoi ven rìa biển Đông. Trong các bể nội lục, phát triển các trầm tích lục nguyên biển nông, ven bờ.

3. Các đơn vị cấu tạo ở bể Tư Chính - Vũng Mây và Trường Sa

Trên cơ sở tổng hợp và xử lý các tài liệu địa chấn, trọng lực, DEM, địa chất, kiến tạo, địa động lực và các mô hình tách mở biển Đông trong bối cảnh kiến tạo khu vực (Hayer và Taylor, 1983; Tapponnier và nnk, 1986; Le Pichon và Huchon, 1995); Halls, 1996; Lepoup, 2001; Morley, 2006), bản đồ phân vùng cấu trúc lớn của khu vực nghiên cứu và mô hình động học giải thích quá trình hình thành và đặc điểm của các hệ thống đứt gãy và quá trình hình thành các bể trầm tích Kainozoi khu vực nghiên cứu cũng đã được xây dựng (Hình 13).



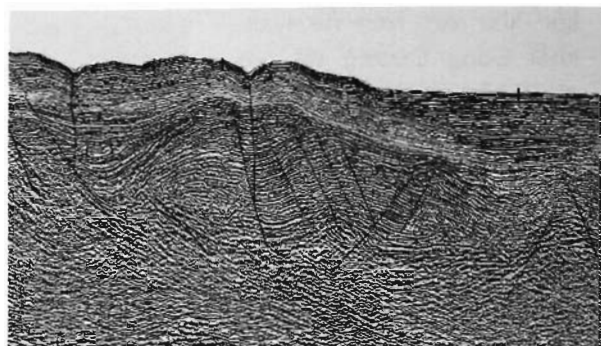
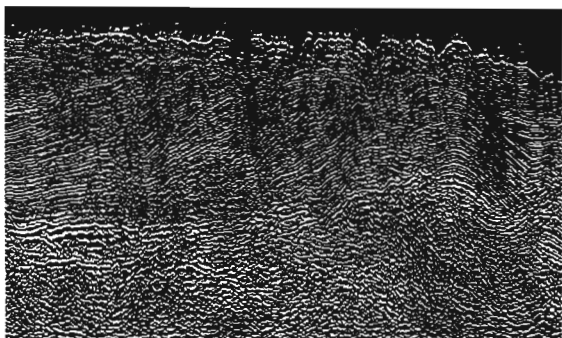
Hình 13. Phân vùng các cấu trúc lớn khu vực nghiên cứu



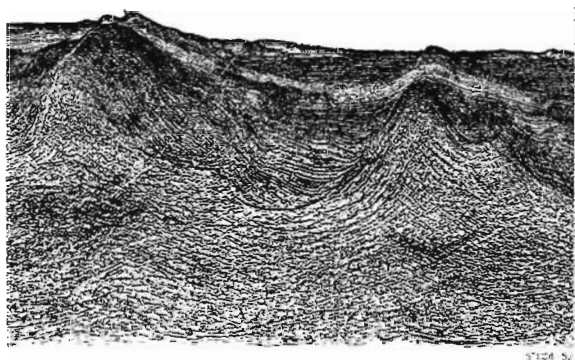
Hình 14. Các yếu tố cấu tạo bể Tư Chính - Vũng Mây và Trường Sa

Kết hợp với mô hình trên và các kết quả phân tích minh giải, tổng hợp các tài liệu địa chấn, các tài liệu địa chất - địa vật lý và khoan trong những năm gần đây, bể Tư Chính - Vũng Mây và Trường Sa có thể phân chia chi tiết hơn thành 9 đới cấu tạo bậc 3 như sau: 1) Trũng Đông Nam Côn Sơn; 2) Đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên; 3) Trũng Vũng Mây; 4) Đới nâng Đá Lát -

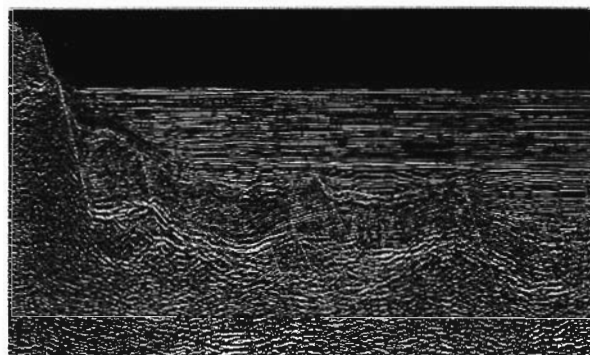
Đá Chũ Thập; 5) Trũng Tây Trường Sa; 6) Đới nâng phân dị Trường Sa; 7) Trũng Đông Trường Sa; 8) Trũng Nam Trường Sa; 9) Đới dẫn đáy biển Đông (Hình 14). Một số mặt cắt địa chấn minh họa các dạng đứt gãy và các đơn vị cấu kiến tạo trên được giới thiệu trong các Hình 14 - 17.



Hình 15. Đứt gãy trượt bằng



Hình 16. Đứt gãy đồng trầm tích



Hình 17. Đứt gãy sau trầm tích

Kết luận

1. Các bể trầm tích Kainozoi ở biển Đông Việt Nam có cấu trúc địa chất và lịch sử tiến hóa phức tạp do chịu tác động của các hệ thống đứt gãy khu vực có phương Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam và Bắc Nam là hệ quả của quá trình va chạm mảng lục địa Ấn Độ vào mảng Âu Á và tách dần biển Đông. Các bể trầm tích này hình thành trên vỏ lục địa, một số nơi trên vỏ chuyển tiếp và bao gồm 2 kiểu chính: Bể tách dần (rift basin) và bể kéo toạc (pull-apart basin).

2. Theo cơ chế địa động lực, khu vực nghiên cứu được phân chia thành các vùng gồm: 1) Vùng dần đáy biển Đông; 2) Vùng căng dần trượt bằng liên quan đến rift biển Đông; 3) Vùng vỏ bị vát mỏng; 4) Vùng nâng phân dị Trường Sa; 5) Vùng trũng bị phân dị bởi các khối nhô; 6) Vùng trũng Palawan.

3. Chín đơn vị cấu tạo bậc 3 được xác định trong khu vực Tây Nam biển Đông gồm: 1) Trũng Đông Nam Côn Sơn; 2) Đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên; 3) Trũng Vũng Mây; 4) Đới nâng Đá Lát - Đá Chữ Thập; 5) Trũng Tây Trường Sa; 6) Đới nâng phân dị Trường Sa; 7) Trũng Đông Trường Sa; 8) Trũng Nam Trường Sa và 9) Đới dần đáy biển Đông.

4. Trong Kainozoi, khu vực nghiên cứu có mặt 7 nhóm bồn trầm tích được hình thành từ Oligocen đến Miocen muộn. Chúng bao gồm: Nhóm bồn phía Tây tách dần biển Đông; nhóm bồn Nam Phú Khánh; nhóm bồn Đông bể Nam Côn Sơn; nhóm bồn Bắc Tư Chính - Phúc Nguyên; nhóm bồn Đá Lát - Đá Chữ Thập; nhóm bồn Vũng Mây và nhóm bồn Trường Sa.

5. Trong phạm vi khu vực nghiên cứu phát triển ba hệ thống đứt gãy chính là hệ thống đứt gãy

phương Đông Bắc - Tây Nam, hệ thống đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam và hệ thống đứt gãy phương Bắc Nam, trong đó hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam đóng vai trò chủ đạo. Hoạt động núi lửa là một đặc trưng riêng của khu vực, được hình thành chủ yếu trong giai đoạn trước Miocen và giai đoạn Pliocen - Đệ Tứ.

6. Khu vực nghiên cứu đã trải qua quá trình tiến hóa theo ba giai đoạn: 1) Tiền - rift trước Eocen giữa (?); 2) Tạo - rift Eocen giữa - Miocen sớm; 3) Sau - rift Miocen giữa - hiện tại. Tuy nhiên, mức độ biến cải địa chất theo từng giai đoạn ở các vùng khác nhau tạo nên các bể/bồn trầm tích có quy mô và bề dày trầm tích cũng như triển vọng tài nguyên khoáng sản khác nhau.

Lời cảm ơn

Bài viết này được hoàn thiện trong khuôn khổ của đề tài KC.09-25/06-10. Các tác giả trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ, Ban Chủ nhiệm Chương trình KC.09, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam và Viện Dầu khí Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Tuấn Dũng, 2003. *Dị thường đẳng tĩnh, gradient trọng lực và một vài yếu tố cấu trúc kiến tạo liên quan trên khu vực biển Đông*. Các công trình nghiên cứu biển - Địa chất và Địa vật lý, 119 - 125. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

2. Trần Tuấn Dũng và nnk, 2006. *Kiến tạo đứt gãy theo minh giải tài liệu trọng lực vùng thềm lục địa Đông Nam Việt Nam*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, T.2, 124 - 133.

3. Lê Huy Minh, Lưu Việt Hùng, Cao Đình Triều, 2002. *Sử dụng trường vorticity gradient ngang cực đại trong minh giải tài liệu từ và trọng lực ở Việt Nam*. Tạp chí các khoa học về trái đất, 24(1), 67 - 80.

4. Bùi Công Quế và nnk, 2005. *Xây dựng tập bản đồ những đặc trưng cơ bản về điều kiện tự nhiên và môi trường vùng biển Việt Nam và kế cận*. Báo cáo tổng kết đề tài KH-CN cấp nhà nước KT-

09-02. Chương trình nghiên cứu biển KC-09.

5. Nguyễn Trọng Tín, 1995. *Đánh giá tổng hợp tiềm năng dầu khí thềm lục địa CHXHCN Việt Nam*. Đề tài cấp Nhà nước.

6. Nguyễn Trọng Tín và nnk, 2005. *Đánh giá tiềm năng và trữ lượng dầu khí bể trầm tích Nam Côn Sơn trên cơ sở tài liệu đến 12/2003*. Lưu trữ dầu khí.

7. Blakely, R. J. and Simpson, R.W, 1986. *Approximating edges of source bodies from magnetic or gravity anomalies*. Geophysics, 51, 1494 - 1498.

8. Clift, P., Lin, J., Barckausen, U., 2002. *Evidence of low flexural rigidity and low viscosity lower continental crust during continental break-up in the South China Sea: Marine and Petroleum Geology*, v. 19, p. 951 - 970.

9. Enmark, T. 1981. *A versatile interactive computer program for computation and automatic optimization of gravity models*. Geoprospection, vol.19, 47 - 66.

10. Huchon, P., Le Pichon, X., and Rangin, C., 1994. *Indochina Peninsula and the collision of India and Eurasia: Geology*, v. 22, p. 27 - 30.

11. Huchon, P., Nguyen, T. N. H., and Chamot-Rooke, N., 1998. *Finite extension across the South Vietnam basins from 3D gravimetric modelling: Relation to South China Sea kinematics: Marine and Petroleum Geology*, v. 15, p. 619 - 634.

12. Hutchison, C. S., 2004. *Marginal basin evolution: the southern South China Sea*. Marine and Petroleum Geology, v 21, 1129 - 1148.

13. Hall, R., and Morley, C. K., 2004. *Sundaland Basins*. In: Cliff, P., Wang, P., Kuhnt, W., and Hayes, D., eds., *Continent-Ocean interactions within East Asian marginal seas*, Geophysical Monograph Series 149, American Geophysical Union p. 55 - 85.

14. Hall, R., 1996. *Reconstructing Cenozoic SE Asia*, in Hall, R., and Blundell, D., eds., *Tectonic Evolution of Southeast Asia: Geological Society*



Special Publication No. 106: London, The Geological Society, p. 153 - 184.

15. Hall, R., 2002. *Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer-based reconstructions, model and animations*: Journal of Asian Earth Sciences, v. 20, p. 353 - 431.

16. Morley, C. K., 2001. *Combined escape tectonics and subduction rollback-backarc extension: A model for the Tertiary rift basins in Thailand, Malaysia and Laos*: Journal of Geological Society of London, v. 158, p. 461 - 474.

17. Morley, C. K., 2002. *A tectonic model for the Tertiary evolution of strike-slip faults and rift basins in SE Asia*: Tectonophysics, v. 347, p. 189 - 215.

18. Nguyen Trong Tin, Le Van Dung, Nguyen Giao, D.G Willmore, S.Thompson, D.T Needham, C.L Gustafson. 1991. The Petroleum geology and hydrocarbon potential of the South Con Son Basin. Co-operation study between VPI (Viet Nam) - Simon-Roberson (U.K).

19. Nguyen Trong Tin. 1995. *Petroleum geology of the Nam Con Son Basin*. Bulletin of the Geological Society of AAPG-GSM no.37.

20. Nissen, S. S., & Hayes, D. E., 1995. *Gravity, heat flow, and seismic constraints on the processes of crustal extension: North margin of the South China Sea*. Journal of Geophysical research, Vol. 100, B11, p. 22407 - 22433, Nov. 10.

21. Tapponnier, P., Lacassin, R., Leloup, P., Scharer, U., Zhong, D., Wu, H., Lui, X., Ji, S., Zhang, L., and Zhong, J., 1990. *The Ailao Shan/Red River metamorphic belt: Tertiary left lateral shear between Indochina and South China*: Nature, v. 343, p. 431 - 437.

22. Tapponnier, P., Peltzer, G., and Armijo, R., 1986. *On the mechanism of collision between India and Asia*: In: Collision Tectonics Coward, M. P. & Ries, A. C., eds. Geological Society London Special Publication, v. 19, p. 115 - 157.

23. Taylor, B., and Hayes, D. E., 1983. *Origin and history of the South China Sea Basin*: In: The tectonic and geologic evolution of Southeast Asian seas and islands, Part 2 (Hayes, D.E., Ed.) American Geophysical Union, Geophysical Monographs Series, v. 27, p. 23 - 56.