

CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT VÀ PHÂN VÙNG KIẾN TẠO KHU VỰC NƯỚC SÂU VÙNG BIỂN VIỆT NAM

NGUYỄN TRỌNG TÍN¹, NGUYỄN THẾ HÙNG¹, NGUYỄN VĂN PHÒNG¹, TRẦN HẢI NAM¹,
NGUYỄN VĂN VƯỢNG², PHÙNG VĂN PHÁCH³, TRẦN TUẤN DŨNG³

¹Viện Dầu khí Việt Nam, 173 Trung Kính, Cầu Giấy, Hà Nội

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

³Viện Địa chất và Địa vật lý Biển, Viện Hàn lâm KH&CN VN, Hoàng Quốc Việt,
Cầu Giấy, Hà Nội

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, Bùi Công Quế, Cao Đình Triều, Phan Trường Thị, Nguyễn Biểu, Mai Thanh Tân, Phan Trọng Trịnh, Ngô Thường San, Hồ Đắc Hoài, Nguyễn Giao, Trần Lê Đông) 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 Ba Chùa (Three Pagoda), đứt gãy Sông Mê Kông (Maeping), đứt gãy kinh tuyến 109⁰, đứt gãy Sông Hồng, đứt gãy Sông Châu Giang, đứt gãy Sông Dương Tử và quá trình tách giãn 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 giãn (rift basin): Cửu Long, Nam Côn Sơn, Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây, nhóm bể Trường Sa, Hoàng Sa và bể kéo trượt (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.

I. 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 Mesozoi, 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 đới tượng chứa dầu khí ở nhiều 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 6 km đến sâu hơn 14 km ở phần trung tâm của các bể.

Quá trình hình thành và phát triển các bể trầm tích này liên quan với tách giãn vỏ trái đất khu vực Đông Nam Á, khởi phát vào thời Eocen (khoảng 40 Tr.n trước đây) và giãn đáy đại dương ở Biển Đông Việt Nam bắt đầu vào Oligocen giữa (khoảng 33-32 Tr.n trước đây). Đồng thời do va chạm đẩy trôi giữa hai mảng lục địa Ấn Độ/Âu-Á, toàn bộ rìa lục địa Đông Nam Âu-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 Ba Chùa, sông Mê Kông, kinh tuyến 109⁰, sông Hồng, sông Châu Giang và sông Dương Tử. Hệ quả của các vận động đó đã tạo nên hàng loạt các bể trầm tích Kainozoi dạng căng giãn (rift): Cửu Long, Nam Côn Sơn, Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây, Trường Sa, Hoàng Sa và dạng kéo trượt (pull-apart): Sông Hồng, Malay - Thổ Chu. Cơ chế thành tạo, lịch sử phát triển và cấu trúc địa chất của từng bể gắn liền với triển vọng và tiềm năng dầu khí cũng như các khoáng sản khác.

II. VỊ TRÍ CÁC BỂ TRẦM TÍCH KAINOZOI THÈM LỤC ĐỊA VÀ VÙNG BIỂN VIỆT NAM TRONG KHU VỰC ĐÔNG NAM Á

Vùng biển trong khoảng 5⁰⁰' đến 19⁴⁰' vĩ độ Bắc và 109⁰⁰' đến 116⁰⁰' kinh độ Đông là vùng biển nhiệt đới, chiếm diện tích phần lớn thêm lục địa ngoài khơi phía đông của Việt Nam 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 đông nam Trung Quốc ở phía bắc, diện tích Biển Đông trên 3.400.000 km², chiều sâu nước trung bình 1.140 m, cực đại 5.016 m (Hình 1).

Thềm lục địa và vùng biển Việt Nam có diện tích khoảng 1.000.000 km² với đường bờ biển dài hơn 3.000 km từ Móng Cái - Quảng Ninh đến Hà Tiên - Kiên Giang bao gồm các bể trầm tích: Sông Hồng, Hoàng Sa, Phú Khánh, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây, Trường Sa và bể trầm tích MaLay - Thổ Chu (Hình 2).

III. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC, KIẾN TẠO CÁC BỂ TRẦM TÍCH THÈM LỤC ĐỊA VÀ VÙNG BIỂN VIỆT NAM

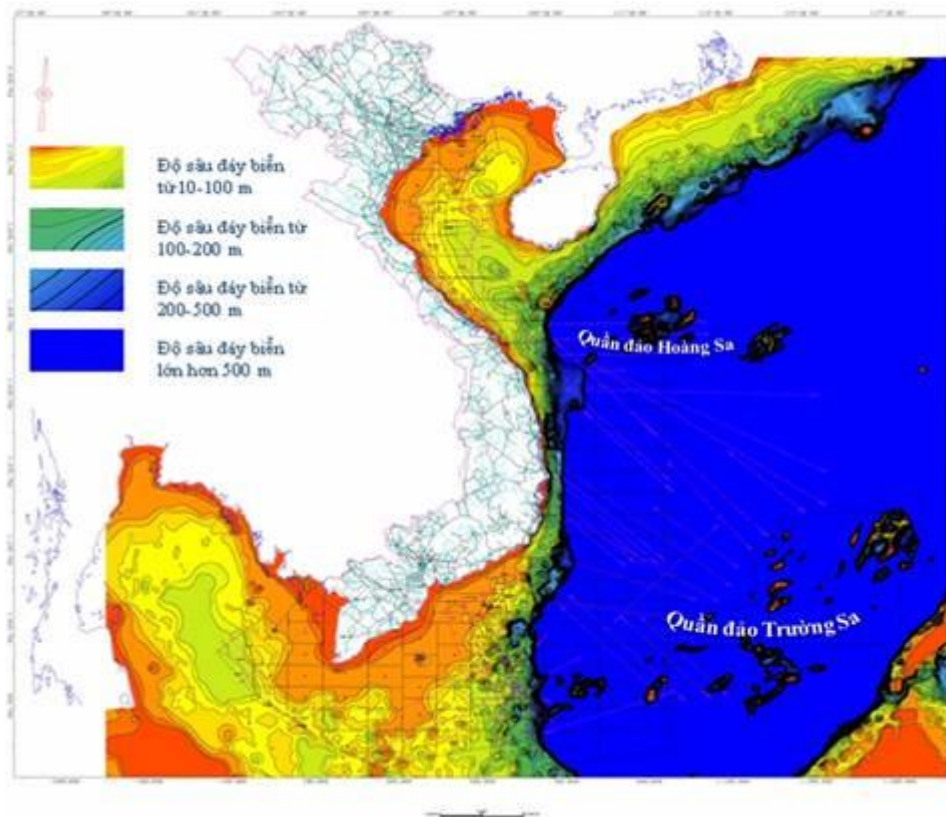
1. Đặc điểm dị thường trọng lực Bughe

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 3):

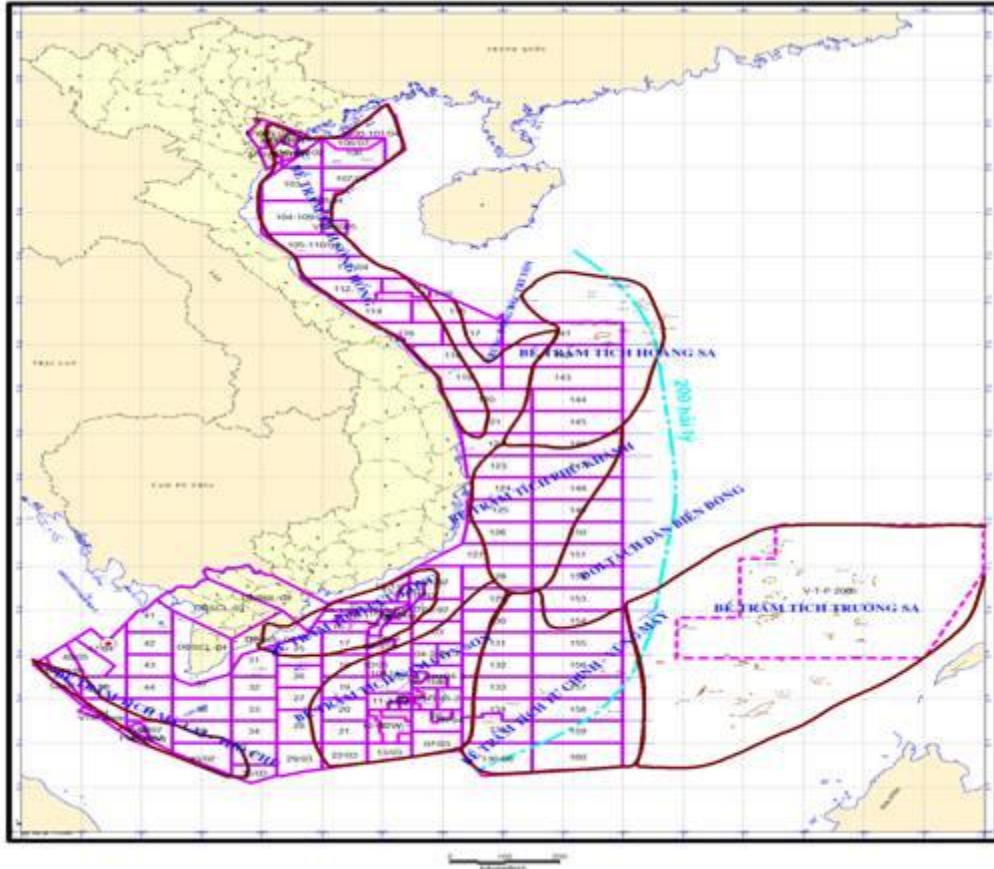
- *Vùng vịnh Bắc Bộ*: dị thường trọng lực Bughe có giá trị thấp từ -50 đến +15 mGal. Khu vực bể Sông Hồng được đặc trưng bởi những dải dị thường hướng tây bắc - đông nam. Các đơn vị cấu trúc được biểu hiện bởi các dị thường trọng lực cao như thềm Hạ Long, đới nâng Bạch Long Vĩ ở phía đông bắc, đơn nghiêng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

- *Rìa lục địa miền Trung-Nam Việt Nam*: dải dị thường trọng lực Bughe có giá trị dương từ vài chục đến +150 mGal. Bể Cửu 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 Cửu Long, phần phía đông bể Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây các dị thường Bughe có giá trị dương từ +50 đến +120 mGal.

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



Hình 1. Độ sâu mực nước biển thềm lục địa và vùng biển Việt Nam.



Hình 2. Vị trí các bể trầm tích Kainozoi Việt Nam

- *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 +340 mGal. Ranh giới vỏ lục địa - đại dương, trục giãn 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 +170 mGal. Khu vực trũng Palawan dị thường có dạng dải và giá trị cao. Hai khối đảo ngầm Maclesfield và ReedBank đều được đặc trưng bởi dị thường Bughe thấp.

- *Khu vực vịnh Thái Lan*: dị thường trọng lực Bughe thay đổi trong khoảng -30 đến +10 mGal. 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.

1. Cấu trúc móng trước Kainozoi theo tài liệu địa vật lý

Hệ đứt gãy Sườn dốc Đông Việt nam (đứt gãy kinh tuyến 109⁰) được thể hiện khá rõ nét bằng dải gradient trọng lực cực đại có giá trị >1,5 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 khu vực Khánh Hòa, có thể thấy đới cắt trượt Tuy Hòa làm dịch chuyển đới đứt gãy Sườn dốc Đông Việt Nam về phía đông. Càng xuống sâu thì đới cắt trượt Tuy Hòa càng được thể hiện rõ nét bằng các dải gradient ngang trọng lực cực đại. 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 cắt trượt Tuy Hòa còn kéo dài ra mút Đông Nam của lòng chảo Biển Đông. Điều đó nói lên mối liên hệ gắn kết về cấu trúc địa chất giữa khu vực Trường Sa với các bể Nam Côn Sơn và Tư Chính - Vũng Mây.

Về phía nam của đới cắt trượt Tuy Hòa, đới đứt gãy Sườn dốc Đông Việt Nam tách làm hai nhánh: nhánh thứ nhất chạy dọc theo ranh giới bể Cửu Long và Nam Côn Sơn; nhánh thứ hai chạy xuống phía nam, đến vĩ tuyến 6^0 thì phát triển theo phương á vĩ tuyến và kéo dài cho đến kinh tuyến 114^0 nối với đứt gãy chòm nghich trũng Borneo.

Các bể trầm tích Cửu Long, Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây đều được khổng chế giới hạn bởi các đứt gãy lớn. Ở khu vực Trường Sa xuất hiện nhiều dải gradient cực đại dạng khép kín, có thể là ranh giới các khối nâng trong móng trước Kainozoi.

Hệ thống đứt gãy trong khu vực Trường Sa được chia làm hai nhóm chính: nhóm các đới 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 dạng 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.

IV. PHÂN VÙNG KIẾN TẠO CÁC BỂ TRẦM TÍCH KAINOZOI

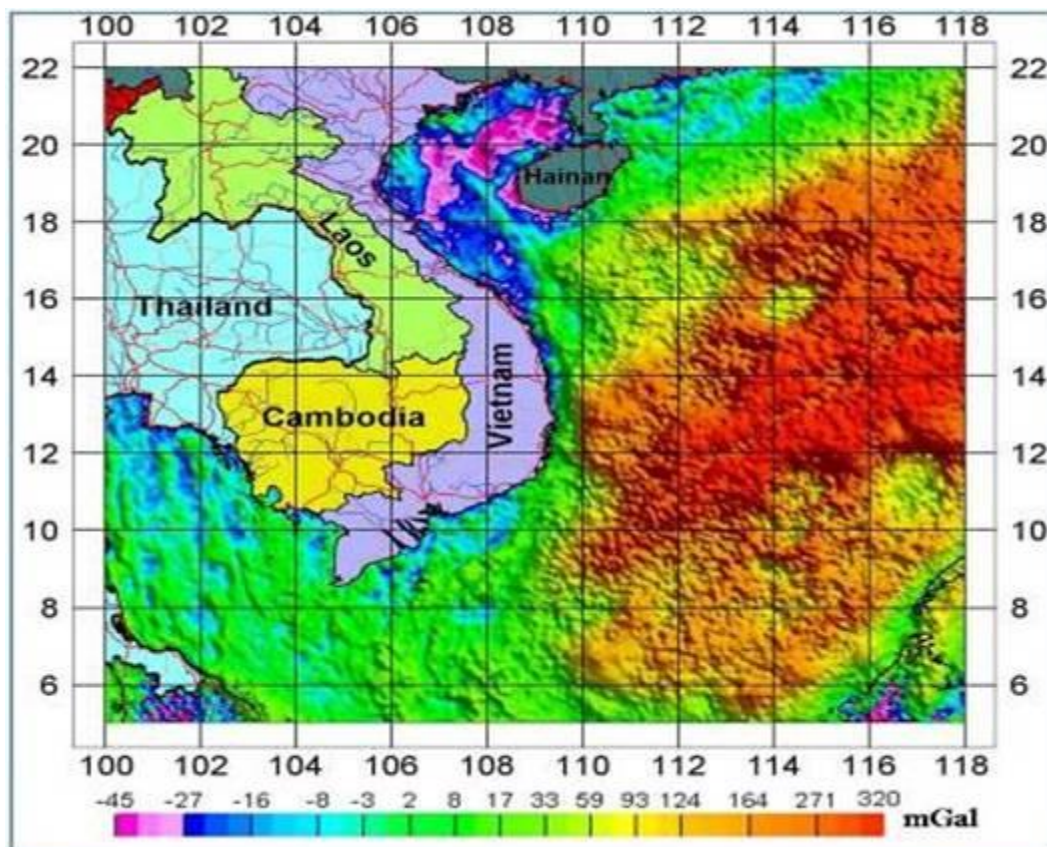
Kết quả phân tích cấu trúc Kainozoi trên cơ sở minh giải và liên kết tài liệu địa chấn, tài liệu giếng khoan, đồng thời kế thừa bình đồ cấu tạo trước Kainozoi theo tài liệu trọng lực và từ đã xác định và phân chia được các đơn vị kiến tạo bậc I, bậc II của các bể trầm tích Kainozoi trên thềm lục địa và vùng biển Việt Nam (Hình 5).

1. Bể trầm tích Sông Hồng tồn tại sáu đơn vị kiến tạo bậc II

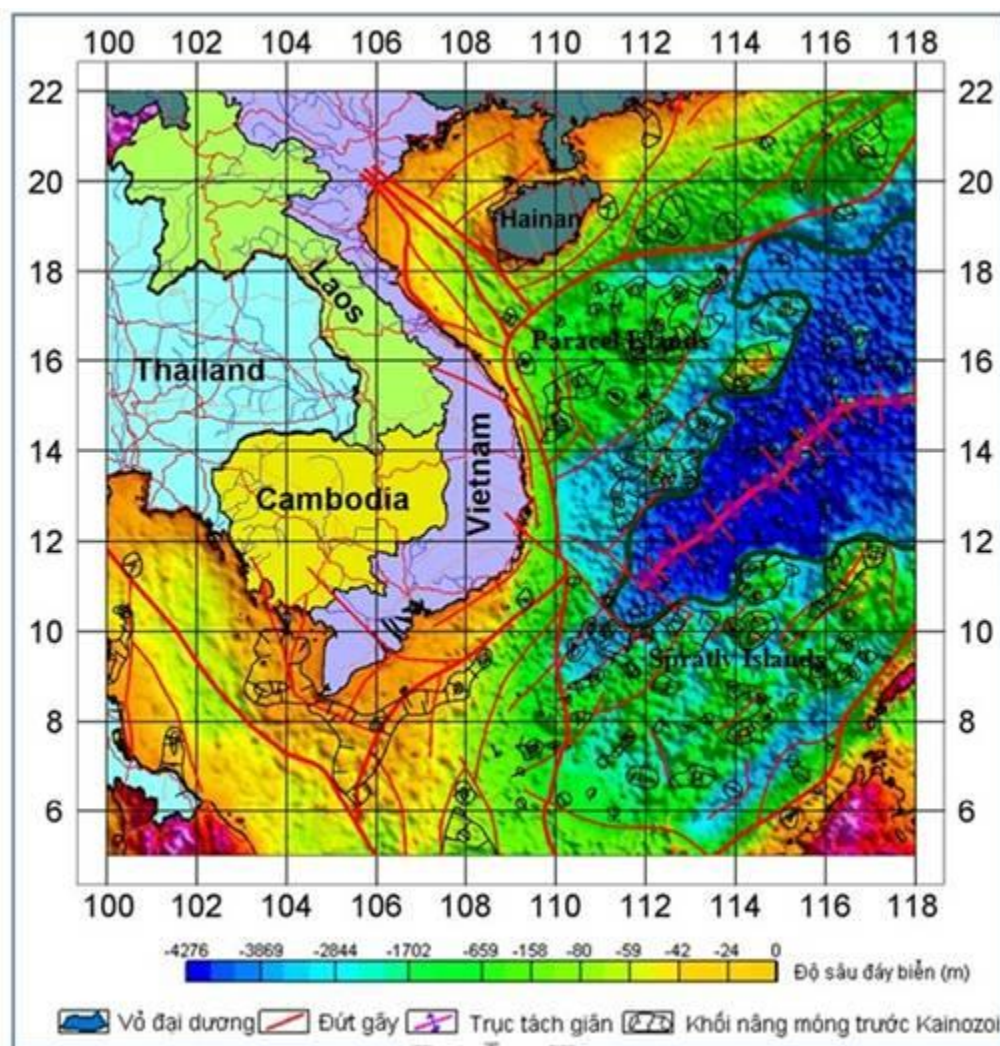
a) **Phụ bể Bạch Long Vĩ:** là diện tích Đông Bắc của bể, có cấu trúc địa hào, địa lũy và các hệ thống đứt gãy chủ yếu theo hướng đông bắc - tây nam, ở một số nơi về phía tây, tồn tại sự giao thoa giữa hai hướng cấu trúc đông bắc - tây nam và tây bắc - đông nam. Tính chất phức tạp về cấu trúc tại đây do ảnh hưởng của hoạt động nghich đảo vào cuối Oliogocen, kết hợp với chuyển động khối tảng trong thời kỳ syn-rift. Về phía đông - đông bắc, phụ bể tiếp tục kéo dài vào bể Tây Lôi Châu. Về phía bắc, phụ bể được giới hạn bởi đơn nghiêng Hạ Long. Về phía tây và tây nam, ranh giới của phụ bể là hệ thống đứt gãy Vĩnh Ninh - Sông Lô. Bề dày trầm tích Kainozoi ở phụ bể thay đổi từ vài trăm đến 4.500 m.

b) **Đơn nghiêng Thanh Nghệ:** là diện tích Tây Bắc của bể có cấu trúc địa chất khá bình ổn và nghiêng dần từ tây sang đông. Giới hạn của đơn nghiêng về phía đông và bắc là đứt gãy Sông Hồng, phía nam là đứt gãy Rào Nậy, còn phía tây là đất liền. Bề dày trầm tích Kainozoi ở đơn nghiêng này thay đổi từ vài trăm đến 2.500 m.

c) **Trũng Trung tâm:** chiếm hầu hết diện tích của bể kéo dài từ phía Tây Bắc là Miền Vồng Hà Nội xuống tận phía nam là đới nâng Tri Tôn và trũng Quảng Ngãi, có hình thái cấu trúc dạng hình bình hành liên quan đến cơ chế thành tạo kéo xé của hệ thống đứt gãy Sông Hồng. Ở phần phía Bắc của trũng tồn tại đới nâng nghich đảo vào cuối Miocen theo hướng tây bắc - đông nam, trên đới nâng này tồn tại nhiều cấu tạo dạng bán vòm kể đứt gãy đã phát hiện tích tụ khí. Ở phần phía Nam của trũng phân bố các diapira sét tuổi thành tạo Miocen - Pliocen, đi kèm các bẫy liên quan chứa khí. Ranh giới phía đông của trũng là đơn nghiêng Tây Hải Nam, phía đông bắc là phụ bể Bạch Long Vĩ, phía tây bắc là Miền Vồng Hà Nội và đơn nghiêng Thanh Nghệ, phía tây nam là phụ bể Huế, phía nam là trũng Quảng Ngãi và thềm Đà Nẵng. Bề dày trầm tích Kainozoi ở trũng này đạt tới hơn 12.000 m.



Hình 3. Dị thường trọng lực Bughe khu vực Biển Đông và kế cận

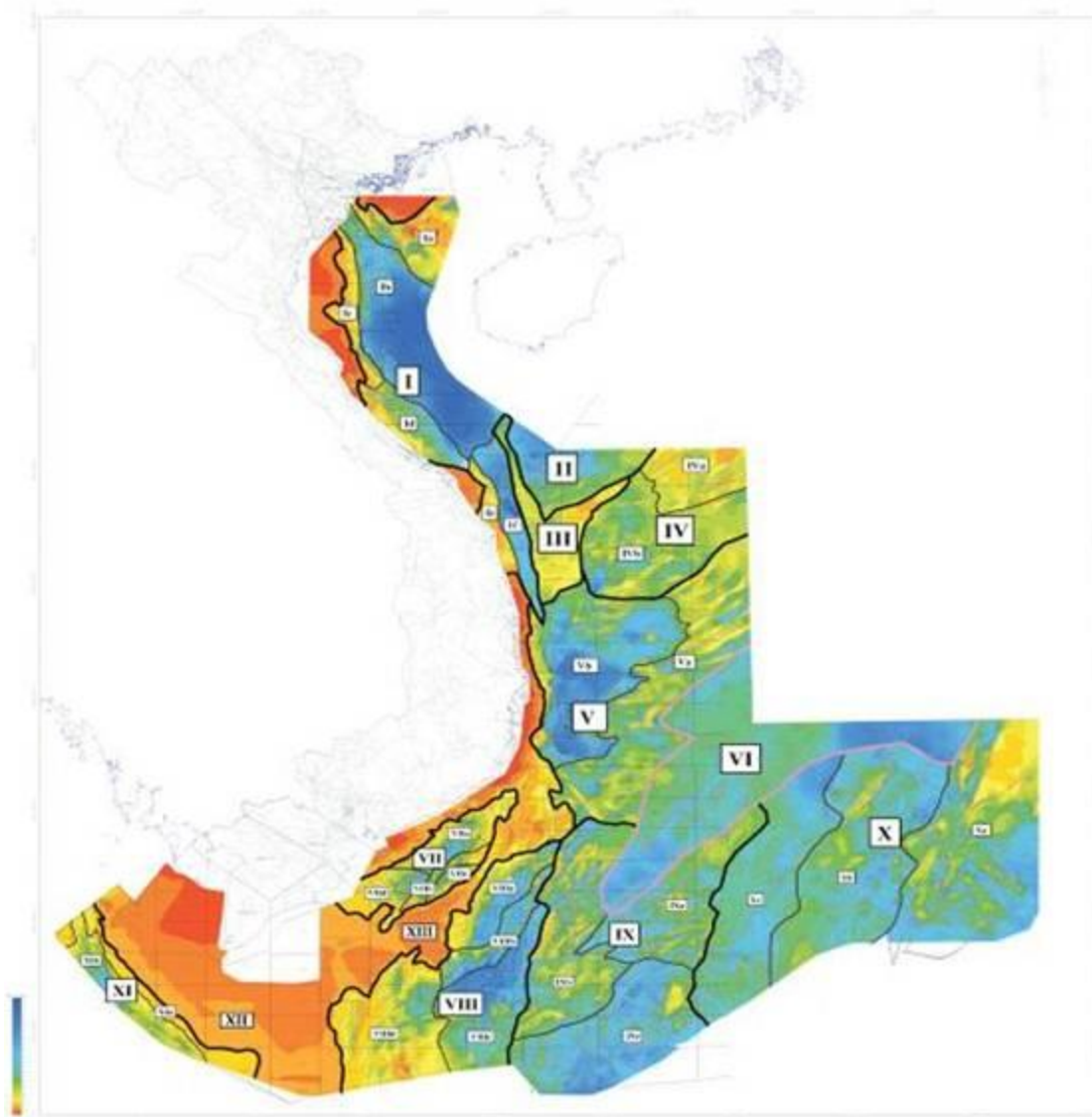


Hình 4. Hình thái cấu trúc kiến tạo trước Kainozoi thềm lục địa và vùng biển Việt Nam

d) Phụ bể Huế: nằm ở phía tây nam của bể có cấu trúc địa hào, địa lũy xen kẽ theo phương tây bắc - đông nam. Trên các địa lũy, một số giếng khoan đã phát hiện dầu khí trong đá móng nứt nẻ cũng như trong trầm tích Oligocen, Miocen. Ranh giới phía đông của phụ bể là trũng trung tâm, phía bắc là đơn nghiêng Thanh Nghệ, phía tây là đất liền, phía nam là thềm Đà Nẵng. Bề dày trầm tích Kainozoi ở đây thay đổi từ vài trăm đến 5.000 m.

e) Thềm Đà Nẵng: là diện tích cuối cùng về phía tây nam của bể Sông Hồng, có bình đồ cấu tạo khá ổn định, nghiêng dần từ tây sang đông, ít bị phân cắt bởi hoạt động đứt gãy. Ranh giới phía đông của thềm là trũng Quảng Ngãi, phía bắc là phụ bể Huế, phía tây là đất liền, phía nam là bể Phú Khánh. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 1.800 m.

f) Địa hào Quảng Ngãi: có cấu trúc dạng địa hào dài và hẹp theo phương tây bắc - đông nam, bị khống chế bởi hai hệ thống đứt gãy có biên độ dịch chuyển lớn cùng phương. Trong phạm vi của trũng, rất khó quan sát được các cấu trúc nếp uốn. Ranh giới phía đông của trũng là đới nâng Tri Tôn, phía bắc là trũng Trung tâm, phía tây là thềm Đà Nẵng và phía nam là bể Phú Khánh. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 7.000 m.



Hình 5. Bản đồ phân vùng kiến tạo các bể trầm tích Kainozoi thềm lục địa và vùng biển Việt Nam.

Chỉ Dẫn

I Bể Sông Hồng	VI Đới tách dần Biển Đông	X Bể Trường Sa
Ia Phụ bể Bạch Long Vĩ	VII Bể Cửu Long	Xa Đới nâng Cỏ Mây - Cỏ Rong
Ib Đom nghiêng Thanh - Nghệ	VIIa Trùng phía Bắc	Xb Đới phân dị Phan Vinh - Nam Yết
Ic Trùng Trung tâm	VIIb Đới nâng Trung Tâm	Xc Trùng Dải Chữ Thập - Sông Sủ Đông
Id Phụ bể Huế	VIIc Trùng phía Đông	
Ie Thềm Dải Năng	VIIđ Trùng phía Tây Nam	XI Bể Mã Lai - Thổ Chu
If Địa hào Quảng Ngãi	VIII Bể Nam Côn Sơn	XIa Đom nghiêng Đông Bắc
II Trùng Đông Bắc Tri Tôn	VIIIa Trùng phía Bắc	XIb Đới phân dị Thổ Chu
III Đới nâng Tri Tôn	VIIIb Đới nâng Màng Cầu - Đông Nai	XII Đới nâng Khorat - Natuna
IV Bể Hoàng Sa	VIIIc Trùng phía Đông Nam	XIII Đới nâng Côn Sơn
IVa Đới nâng Hoàng Sa	VIIIđ Đới phân dị phía Tây	
IVb Đới phân dị Hoàng Sa	IX Bể Tư Chính - Vũng Mây	
V Bể Phú Khánh	IXa Đới phân dị Dải Lát - Dải Tây	
Va Đới nâng Khánh Hòa	IXb Đới nâng Tư Chính - Phước Nguyên	
Vb Trùng Phú Yên	IXc Trùng Vũng Mây	

 Ranh giới các Bể
 Ranh giới giữa đới tách dần Biển Đông và đới vỏ lục địa
 Ranh giới các đơn vị cấu trúc trong bể

2. Trùng Đông Bắc Tri Tôn

Phương cấu trúc của các cấu tạo cũng như đứt gãy chủ yếu theo hướng đông bắc - tây nam và có mức độ biến vị không lớn. Về phía đông bắc, trùng tiếp tục kết nối với trùng Yacheng đã có các phát hiện dầu khí. Về phía tây và nam trùng được giới hạn bởi đới nâng Tri Tôn, về phía đông là bể Hoàng Sa. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 8.000 m.

2. Đới nâng Tri Tôn

Hình thái cấu trúc của các cấu tạo cũng như phương của các đứt gãy là sự giao thoa giữa hai hướng tây bắc - đông nam và đông bắc - tây nam. Đới nâng được phát triển kế thừa khá đặc trưng từ các khối cao của móng trước Kainozoi. Trên đới nâng này tồn tại nhiều thành tạo cacbonat dạng nền cũng như ám tiêu san hô đã phát hiện chứa khí ở một số giếng khoan với trữ lượng lớn. Tuy nhiên, trong thành phần khí có hàm lượng khí CO₂ rất cao. Ranh giới phía đông của đới nâng là bể Hoàng Sa, phía bắc là trùng Đông Bắc Tri Tôn, phía tây là địa hào Quảng Ngãi và phía nam là bể Phú Khánh. Bề dày trầm tích Kainozoi từ vài trăm đến hơn 3.500 m.

3. Bể Hoàng Sa tồn tại hai đơn vị kiến tạo bậc II

a) Đới nâng Hoàng Sa: có cấu trúc dạng khối tảng bị ảnh hưởng của hoạt động núi lửa và hoạt động đứt gãy chủ yếu theo phương đông bắc - tây nam, trùng với trục tách giãn Biển Đông. Tại đây có nhiều đảo nổi và bãi đá ngầm, một số nơi phát triển thành tạo cacbonat dạng thềm và dạng ám tiêu san hô. Ranh giới phía bắc của đới nâng là trùng Yacheng, phía bắc và tây là trùng Đông Bắc Tri Tôn và đới nâng Tri Tôn, phía nam là đới phân dị Hoàng Sa và phía đông là đới tách giãn Biển Đông. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài chục đến 3.000 m.

b) Đới phân dị Hoàng Sa: có cấu trúc xen kẽ địa hào, địa lũy bị khống chế bởi các đứt gãy có phương đông bắc - tây nam. Trên các địa lũy và khối nâng có khả năng tồn tại các thành tạo cacbonat dạng thềm và dạng ám tiêu san hô. Ranh giới phía bắc của đới phân dị là đới nâng Hoàng Sa và trùng Đông Bắc Tri Tôn, phía tây là đới nâng Tri Tôn, phía nam là bể Phú Khánh và phía đông là đới tách giãn Biển Đông. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 7.000 m.

4. Bể Phú Khánh tồn tại hai đơn vị kiến tạo bậc II

a) Đới nâng Khánh Hòa: chiếm hầu hết diện tích phía Đông của bể có cấu trúc khối tảng dạng bậc thang, xen kẽ địa hào địa lũy theo phương đông bắc - tây nam, bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy cùng phương. Ở phần bắc của đới nâng này thể hiện sự có mặt của hoạt động núi lửa và nằm trên vùng vỏ trái đất bị vát mỏng. Trên phần nam của đới nâng tồn tại các thành tạo cacbonat dạng thềm và dạng ám tiêu san hô. Ranh giới phía bắc của đới nâng là bể Hoàng Sa, phía

tây là trũng Phú Yên và đới nâng Phan Rang, phía nam là bể Tư Chính - Vũng Mây và phía đông là đới tách giãn Biển Đông. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 4.000 m.

b) Trũng Phú Yên: có hình thái cấu trúc của các cấu tạo cũng như phương của các đứt gãy là sự giao thoa giữa hai hướng á kinh tuyến và đông bắc - tây nam. Bình đồ cấu trúc Kainozoi bị chi phối rất lớn của đứt gãy Sườn Dốc Đông Việt Nam, hệ thống đứt gãy Cù Lao Xanh và đới cắt trượt Tuy Hòa. Ba hệ thống đứt gãy này tạo nên cấu trúc sụt bậc rất nhanh trong trầm tích Kainozoi. Ranh giới phía bắc của trũng là bể Hoàng Sa và đới nâng Tri Tôn, phía tây là đất liền, phía nam là đới nâng Phan Rang và phía đông là đới nâng Khánh Hòa. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 10.000 m.

5. Đới tách giãn Biển Đông

Cấu trúc địa chất và hoạt động kiến tạo của đới tách giãn Biển Đông đã được nhiều nhà địa chất nghiên cứu bằng tài liệu từ, trọng lực và đã có nhiều công bố liên quan. Trong báo cáo này, bằng tài liệu địa chấn lần đầu tiên ranh giới của đới tách giãn trong khu vực biển Việt Nam được chính xác hóa, đồng thời vùng có vỏ trái đất bị vát mỏng cũng được dự báo. Trên một số mặt cắt địa chấn thể hiện sự tồn tại của các hoạt động núi lửa tạo nên các canhyon và rãnh đại dương.

6. Bể Cửu Long tồn tại bốn đơn vị kiến tạo bậc II

a) Trũng phía Bắc: chiếm phần diện tích lớn nhất của bể có hình thái cấu trúc và phương của các hệ thống đứt gãy chính theo hướng đông bắc - tây nam. Phần Đông Bắc của trũng chịu ảnh hưởng của các pha hoạt động magma núi lửa vào các thời kỳ khác nhau làm phức tạp thêm bình đồ cấu tạo nội khối cũng như khu vực. Ở phần rìa tây của trũng tồn tại một số đứt gãy có hướng tây bắc - đông nam và á vĩ tuyến không chế và tạo nên các khối nâng, mũi nhô kiến tạo cùng phương. Ranh giới về phía bắc là đới nâng Phan Rang, phía tây là đất liền, phía nam là trũng phía tây nam và phía đông là đới nâng Trung tâm. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 8.000 m.

b) Đới nâng Trung tâm: là đới nâng cổ phát triển từ móng trước Kainozoi đến Miocen giữa, kéo dài theo hướng tây nam - đông bắc bị không chế về hai phía bởi các hệ thống đứt gãy có biên độ lớn cùng phương. Trên đới nâng này tồn tại nhiều cấu tạo dạng khối vòm, bán vòm phát triển kế thừa qua các thời kỳ địa chất và là những tích tụ dầu lớn nhất hiện nay. Ranh giới Bắc và Tây Bắc của đới nâng là trũng phía bắc, phía tây nam là trũng phía tây nam, phía nam là đới nâng Côn Sơn và phía đông, đông bắc là trũng phía đông và đới nâng Phan Rang. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 3.000 m.

c) Trũng phía Đông: có diện tích nhỏ nhất trong các đơn vị bậc II của bể với hình thái cấu trúc chủ yếu cũng như phương của các đứt gãy theo hướng đông bắc - tây nam. Trong trầm tích Kainozoi, mức độ biến vị và uốn nếp có cường độ không mạnh. Phần phía đông của trũng tồn tại nhiều cấu trúc mũi nhô kiến tạo kế thừa từ móng trước Kainozoi. Ranh giới phía bắc và tây của trũng là đới nâng Trung tâm, phía nam và đông là đới nâng Côn Sơn. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 5.000 m.

d) Trũng phía Tây Nam: chiếm phần lớn diện tích phía tây nam của bể, có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các hệ thống đứt gãy chính theo hướng á vĩ tuyến và đông bắc - tây nam, tạo nên sự xen kẽ sụt bậc giữa các khối nâng và khối sụt với biên độ đến hàng trăm mét. Ở diện tích phía tây và nam của trũng tồn tại trầm tích núi lửa vào các thời kỳ khác nhau. Ranh giới phía bắc của trũng là trũng phía bắc, phía tây là đất liền, phía nam là đới nâng Khorat Natuna và phía đông là đới nâng Trung tâm. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 7.000 m.

7. Đới nâng Côn Sơn

Đới nâng Côn Sơn phát triển kế thừa từ móng trước Kainozoi, có lớp phủ trầm tích chủ yếu là cát, bột tuổi Miocen muộn, Pliocen, Đệ tứ với bề dày nhỏ hơn 1000m. Đới giữ vai trò là ranh giới kiến tạo giữa bể Cửu Long và Nam Côn Sơn, về phía đông bắc đới nối liền với đới nâng Phan Rang, còn về phía tây nam đới nối liền với đới nâng Khorat - Natuna.

8. Bể Nam Côn Sơn tồn tại bốn đơn vị kiến tạo bậc II

a) Trũng phía Bắc: có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các đứt gãy theo hướng đông bắc - tây nam, mức độ biến vị và uốn nếp trong trầm tích Kainozoi có cường độ trung bình. Ở phần diện tích phía tây của trũng tồn tại một số mũi nhô kiến tạo kế thừa từ móng trước Kainozoi. Ở phần phía đông phổ biến dạng cấu trúc đẳng thước chịu tác động mạnh của quá trình tách giãn Biển Đông. Ranh giới phía bắc của trũng là đới nâng Phan Rang, phía tây là đới nâng Côn Sơn, phía nam và đông là đới nâng Măng Cầu - Đồng Nai và đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên của bể Tư Chính - Vũng Mây. Bề dày trầm tích Kainozoi ở đây thay đổi từ vài trăm đến 8.000m.

b) Đới nâng Măng Cầu - Đồng Nai: phát triển kế thừa móng trước Kainozoi cho đến Pliocen kéo dài theo hướng tây nam - đông bắc, bị khống chế về hai phía bởi các hệ thống đứt gãy cùng phương có biên độ dịch chuyển lớn, đến hàng nghìn mét. Trên đới nâng tồn tại nhiều cấu tạo dạng khối vòm, bán vòm đã được xác định là những tích tụ dầu khí lớn. Ở một số nơi có mặt hoạt động magma phun trào vào các thời kỳ khác nhau làm phức tạp bình đồ cấu trúc khu vực. Ranh giới phía bắc và tây của đới nâng là trũng phía Bắc và đới nâng Côn Sơn, phía nam và tây nam là trũng phía Đông Nam và đới phân dị phía tây, phía đông là đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên của bể Tư Chính - Vũng Mây. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 4.000 m.

c) Trũng phía Đông Nam: chiếm hầu hết diện tích phía Đông của bể có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các hệ thống đứt gãy theo hướng đông bắc - tây nam và á kinh tuyến. Mức độ biến vị và uốn nếp trong trầm tích Kainozoi có cường độ khá mạnh và nhiều pha khác nhau tạo nên các dạng cấu trúc phức tạp và phong phú về thể loại. Ở phần diện tích phía nam của trũng tồn tại một số đứt gãy á vĩ tuyến kế thừa đường biên của các khối móng cổ. Ranh giới phía bắc của trũng là đới nâng Trung tâm, phía tây là đới phân dị phía tây, phía nam là trũng Đông Natuna và phía đông là bể Tư Chính - Vũng Mây. Bề dày trầm tích Kainozoi tại đây thay đổi từ vài trăm đến hơn 11.000 m.

d) Đới phân dị phía Tây: chiếm toàn bộ diện tích phía tây của bể, có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các hệ thống đứt gãy theo hướng á kinh tuyến, phân cắt bình đồ cấu tạo thành các đới nâng, đới sụt có dạng đẳng thước cùng phương. Hầu hết hoạt động đứt gãy đều xảy ra nhiều pha khác nhau từ trước Kainozoi đến tận Pliocen. Đi kèm hoạt động đứt gãy này là hiện tượng magma phun trào, đặc biệt ở phần diện tích phía Tây của đới. Ranh giới phía Bắc của đới là đới nâng Côn Sơn, phía tây và nam là đới nâng Khorat Natuna, phía đông là trũng phía đông nam. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 4.000 m.

9. Đới nâng Khorat - Natuna

Đới nâng Khorat - Natuna chạy dài theo hướng tây bắc - đông nam, có bề dày trầm tích nhỏ hơn 1000 m, phát triển kế thừa trên móng trước Kainozoi. Trầm tích ở đây chủ yếu là cát, sạn, bột kết, tuổi Miocen muộn, Pliocen, Đệ tứ, thành tạo trong môi trường biển nông. Đới nâng này là ranh giới phía tây và tây nam của bể Nam Côn Sơn, ranh giới phía đông bắc và đông của bể Malay - Thổ Chu.

10. Bể Tư Chính - Vũng Mây tồn tại ba đơn vị kiến tạo bậc II

a) Đới phân dị Đá Lát - Đá Tây: chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của tách giãn Biển Đông, có phương cấu trúc cũng như đứt gãy theo hướng đông bắc - tây nam. Trên bình đồ cấu trúc tồn tại

hiều địa hào, địa lũy xen kẽ nhau với chiều rộng hẹp nhưng chiều dài khá lớn tới hàng trăm km. Ranh giới phía bắc của đới là đới tách giãn Biển Đông, phía tây là đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên, phía nam là trũng Vũng Mây và phía đông là trũng Đá Chữ Thập - Song Tử Đông của bể Trường Sa. Bề dày tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 3.500 m.

b) Đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên: chiếm hầu hết diện tích phía Tây của bể, có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các đứt gãy chính theo hướng đông bắc - tây nam và á kinh tuyến. Mức độ biến vị và uốn nếp trong trầm tích Kainozoi có cường độ mạnh và chịu ảnh hưởng của nhiều pha hoạt động magma núi lửa. Trên đới nâng tồn tại nhiều cấu tạo dạng khối vòm, khối đứt gãy cùng với sự phát triển của các thành tạo carbonat dạng nền và ám tiêu san hô. Ranh giới phía bắc và tây bắc của đới nâng là bể Phú Khánh và đới nâng Phan Rang, phía tây là bể Nam Côn Sơn, phía nam là trũng Vũng Mây, phía đông là Đới phân dị Đá Lát - Đá Tây và đới tách giãn Biển Đông. Bề dày tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 4.000 m.

c) Trũng Vũng Mây: chiếm hầu hết diện tích phía nam của bể, có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các đứt gãy theo hướng đông bắc - tây nam, tây bắc - đông nam, có biên độ dịch chuyển lớn tới hàng trăm mét. Hầu hết cấu tạo có dạng khối vòm, khối đứt gãy phát triển kế thừa từ móng trước Kainozoi. Ở một số diện tích tồn tại hoạt động magma núi lửa vào các thời kỳ khác nhau làm phức tạp bình đồ cấu trúc nội khối cũng như khu vực. Ranh giới phía bắc của trũng là đới phân dị Đá Lát - Đá Tây và đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên, phía tây là bể Nam Côn Sơn, phía nam và tây nam là đồng bằng Tây Luconia và bể Đông Natuna và phía đông là bể Trường Sa. Bề dày tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 8.000 m.

11. Bể Trường Sa tồn tại ba đơn vị kiến tạo bậc II

a) Đới nâng Cổ Mây - Cổ Rồng: chiếm hầu hết diện tích phía đông của bể, có hình thái cấu trúc và phương của các đứt gãy chính theo hướng đông bắc - tây nam. Ở phần phía bắc của đới tồn tại nhiều địa lũy có chiều dài tới hàng trăm km, trên đó phát triển các thành tạo cacbonat dạng nền và ám tiêu san hô, cũng như hoạt động magma núi lửa ở một vài nơi. Ranh giới phía bắc của đới là đới tách giãn Biển Đông, phía tây là đới phân dị Phan Vinh - Nam Yết, phía nam và đông là trũng Palawan. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 7.000 m.

b) Đới phân dị Phan Vinh - Nam Yết: chiếm hầu hết diện tích trung tâm của bể, có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các đứt gãy theo hướng đông bắc - tây nam và một số tây bắc - đông nam. Ở diện tích phía bắc của đới tồn tại nhiều hoạt động magma núi lửa vào các thời kỳ khác nhau làm phức tạp bình đồ cấu trúc khu vực. Mức độ biến vị và uốn nếp trong trầm tích Kainozoi có cường độ khá mạnh. Ranh giới phía bắc của đới là đới tách giãn Biển Đông, phía tây là trũng Đá Chữ Thập - Song Tử Đông, phía nam là trũng Palawan và phía đông là đới nâng Cổ Mây - Cổ Rồng. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 4.500 m.

c) Trũng Đá Chữ Thập - Song Tử Đông: chiếm toàn bộ diện tích phía Tây của bể, có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các đứt gãy theo hướng đông bắc - tây nam. Mức độ biến vị và uốn nếp trong trầm tích Kainozoi có cường độ không mạnh, trừ diện tích phía Tây Nam. Ranh giới phía Bắc của trũng là đới tách giãn Biển Đông, phía tây là đới phân dị Đá Lát - Đá Tây và trũng Vũng Mây của bể Tư Chính - Vũng Mây, phía nam là trũng Bắc Luconia và phía đông là đới phân dị Phan Vinh - Nam Yết. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 5.000 m.

12. Bể Malay - Thổ Chu tồn tại hai đơn vị kiến tạo bậc II

a) Đơn nghiêng Đông Bắc: chiếm toàn bộ diện tích rìa Đông của bể có bình đồ cấu trúc thoải nghiêng, ít bị biến vị và uốn nếp. Phương của các đứt gãy chủ yếu theo hướng tây bắc - đông nam và biên độ dịch chuyển thẳng đứng nhỏ, chỉ vài chục mét. Ranh giới phía bắc và đông là đới nâng

Khorat - Natuna, phía tây và nam là đới phân dị Thổ Chu. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến 2.000 m.

b) Đới phân dị Thổ Chu: có hình thái cấu trúc chủ đạo và phương của các đứt gãy theo hướng tây bắc - đông nam, chịu tác động mạnh mẽ của hệ thống đứt gãy Ba Chùa - Kim Long. Mức độ biến vị và uốn nếp trong trầm tích Kainozoi xảy ra với cường độ mạnh tạo nên hàng loạt vi địa hào, địa lũy xen kẽ nhau. Dọc theo các hệ thống đứt gãy chính, nhiều đứt gãy kiểu xương cá, tỏa tia hình thành làm phức tạp bình đồ cấu tạo. Ranh giới phía đông và bắc của đới là đơn nghiêng Đông Bắc, phía tây và nam là bể Mã Lai thực thụ. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ vài trăm đến hơn 4.000 m.

V. KẾT LUẬN

1/ Ranh giới giữa các bể trầm tích Kainozoi Sông Hồng, Hoàng Sa, Phú Khánh, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây, Trường Sa, Malay - Thổ Chu được xác định trên cơ sở xử lý và minh giải một khối lượng lớn tài liệu, số liệu khảo sát địa chất - địa vật lý thực tế, có đủ các luận cứ khoa học và độ tin cậy cần thiết nhằm định hướng cho hoạt động TKTD tài nguyên dầu khí nói riêng và khoáng sản nói chung cũng như góp phần bảo vệ chủ quyền biển đảo của Việt Nam.

2/ Một số vấn đề cơ bản về kiến tạo Biển Đông như hoạt động đứt gãy của các hệ thống chính: Sông Lô, Vĩnh Ninh, Sông Chảy, Sông Hồng, Rào Nậy, Tây Tri Tôn, Tam Kỳ - Phước Sơn, Cù Lao Xanh, Sườn Dốc Đông Việt Nam, Cắt Trượt Tuy Hòa, Sư Tử Đen - Phú Quý, Bạch Hổ - Rạng Đông, Mê Kông - Sông Hậu, Sông Đồng Nai, Hồng - Măng Cầu, Đá Chữ Thập - Đá Tây, Vũng Mây, Tây Trường Sa, Ba Chùa - Kim Long; cơ chế hình thành và lịch sử phát triển địa chất của các đơn vị kiến tạo trong các giai đoạn trước tách giãn, tách giãn và sau tách giãn; hoạt động magma phun trào vào các thời kỳ khác nhau; cũng như điều kiện và môi trường trầm tích của các phân vị địa tầng trong Kainozoi của các bể trầm tích đã được làm sáng tỏ, đối sánh và liên kết khu vực một cách tổng thể, thống nhất và hệ thống.

3/ Cấu trúc địa chất của các bể trầm tích, đới, vùng, cấu tạo đã được chính xác hóa, bảo đảm đủ độ tin cậy cho nghiên cứu phân vùng triển vọng và đánh giá tiềm năng dầu khí. Các đơn vị cấu tạo bậc I và bậc II đã được xác lập và chuẩn hóa. Thêm lục địa và vùng biển Việt Nam gồm 13 đơn vị cấu tạo bậc I. Trong đó, bể Sông Hồng gồm 06 đơn vị cấu tạo bậc II; bể Hoàng Sa gồm 02 đơn vị cấu tạo bậc II; bể Phú Khánh gồm 02 đơn vị cấu tạo bậc II; bể Cửu Long gồm 04 đơn vị cấu tạo bậc II; bể Nam Côn Sơn gồm 04 đơn vị cấu tạo bậc II; bể Tư Chính - Vũng Mây gồm 03 đơn vị cấu tạo bậc II; bể Trường Sa gồm 03 đơn vị cấu tạo bậc II và bể Malay - Thổ Chu gồm 02 đơn vị cấu tạo bậc II.

VĂN LIỆU

1. **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 KHCN cấp nhà nước KT-09-02. Chương trình nghiên cứu biển KC-09.*

2. **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.

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

4. **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.
5. **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.
6. **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).*
7. **Nguyễn Trọng Tín và nnk, 2010.** Nghiên cứu cấu trúc địa chất và đánh giá tiềm năng dầu khí khu vực Trường Sa và Tư Chính - Vũng Mây. *Đề tài cấp Nhà nước mã số KC09.25/06-10, Lưu trữ thư viện Quốc Gia, Hà Nội.*
8. **Nguyễn Trọng Tín và nnk, 2010.** Nghiên cứu cấu trúc địa chất và đánh giá tiềm năng dầu khí khu vực Trường Sa và Tư Chính - Vũng Mây. *Đề tài cấp Nhà nước mã số KC09.25/06-10, thư viện Quốc Gia, Hà Nội.*
9. **Phan Ngọc Trung, Nguyễn Trọng Tín và nnk, 2012.** Dự án “Đánh giá tiềm năng dầu khí trên vùng biên và thềm lục địa Việt Nam” thuộc “Đề án tổng thể về điều tra cơ bản và quản lý tài nguyên - môi trường biển đến năm 2010 và tầm nhìn đến 2020”.
10. **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.
11. **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.
12. **Trần Nghi, Đào Mạnh Tiến, Nguyễn Trọng Tín và nnk, 2007.** “Bản đồ địa chất Biển Đông và các vùng kế cận tỷ lệ 1:1.000.000”. *Đề tài cấp Nhà nước mã số KC09-23, thư viện Quốc Gia, Hà Nội.*
13. **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. *TC Khoa học và Công nghệ Biển, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, T.2, 124-133.*
14. **Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng Chủ biên), 2009.** Địa chất và tài nguyên Việt Nam. Nxb KHKT, Hà Nội.