

ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT VÙNG NƯỚC SÂU BIỂN ĐÔNG VIỆT NAM TRÊN CƠ SỞ LUẬN GIẢI ĐỊA CHẤN

NGUYỄN THẾ TIỆP¹, TRẦN ĐĂNG HÙNG², NGUYỄN THẾ HÙNG³, TRẦN HỮU THÂN³

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Hoàng Quốc Việt, Hà Nội;

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội;

³Viện Dầu khí Việt Nam, Trường Chinh, Hà Nội

Tóm tắt: Khu vực nước sâu Biển Đông thuộc vùng biển đặc quyền kinh tế, do đó nghiên cứu chúng sẽ có ý nghĩa quan trọng về mặt chủ quyền và quy hoạch phát triển kinh tế biển Việt Nam. Đây cũng là một phần cấu thành chính của Biển Đông có đặc điểm cấu trúc - kiến tạo hết sức phức tạp, được hình thành và phát triển qua nhiều giai đoạn hoạt động kiến tạo trong Kainozoi. Vùng nghiên cứu gồm các đới cấu trúc khác nhau với các đặc điểm phân bố, bề dày, thành phần trầm tích, đặc điểm đứt gãy và uốn nếp đặc trưng của khu vực tách giãn biển rìa thụ động. Kết quả phân tích địa chấn khu vực vùng nước sâu cho phép phân ra 10 đới cấu trúc khác nhau. Các đới cấu trúc này được hình thành và phát triển qua 3 giai đoạn kiến tạo lớn: trước tách giãn Creta muộn - Paleocen, đồng tách giãn Eocen(?) - Miocen sớm-giữa và sau tách giãn Miocen muộn - Đệ tứ.

Các thành tạo trầm tích Kainozoi có bề dày lớn, lắng đọng trong điều kiện môi trường biển đổi đa dạng theo không gian và thời gian. Lịch sử phát triển kiến tạo - trầm tích quyết định đặc điểm hệ thống dầu khí vùng nước sâu. Các tập đồng tách giãn Eocen(?) - Oligocen phân bố trong các cấu trúc địa hào, bán địa hào, lắng đọng trong điều kiện môi trường hồ chiếm ưu thế, thuận lợi phát triển tương trầm tích hạt mịn giàu vật chất hữu cơ; đây được xem là tầng đá mẹ quan trọng. Các tập Miocen hạ-trung đặc trưng chuyển tiếp từ tương lục địa sang ưu thế của tương biển nông, phát triển tương carbonat thêm, carbonat dạng ám tiêu, có thể là tầng chứa quan trọng. Các trầm tích hạt mịn của tập sau tách giãn Miocen thượng - Pliocen hình thành trong các pha biển tiến, có thể đóng vai trò là tầng chắn có ý nghĩa khu vực.

I. MỞ ĐẦU

Vùng biển nước sâu ở Biển Đông được đánh giá là có ý nghĩa quan trọng về địa chính trị, tài nguyên và khoáng sản biển của Việt Nam. Trong những năm qua, các công tác nghiên cứu địa chất và thăm dò tài nguyên khoáng sản ở các bể trầm tích Kainozoi trên thềm lục địa Việt Nam đã thu được nhiều kết quả khả quan, với nhiều mỏ dầu và khí đã được phát hiện [1, 3, 10]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này mới tập trung ở vùng thềm nước nông; còn các tài liệu khoan và khảo sát địa chấn ở vùng nước sâu của Biển Đông còn rất ít. Trong những năm gần đây, các nghiên cứu cơ bản và đánh giá khả năng tồn tại hydrat khí, nguồn năng lượng của tương lai, ở vùng biển nước sâu trên thềm lục địa đang được các nhà địa chất Việt Nam hết sức quan tâm [5, 8, 9]. Tìm kiếm - thăm dò dầu khí vùng nước sâu nhằm đánh giá toàn diện tiềm năng dầu khí của nước ta được xem là định hướng chiến lược dầu khí Việt Nam trong những năm tới [3, 4]. Việc khẳng định vùng đặc quyền kinh tế của nước ta trên Biển Đông hiện nay đang là một nhiệm vụ rất quan trọng và đòi hỏi đến việc thực hiện các công trình nghiên cứu khoa học làm bằng chứng.

Nghiên cứu cấu trúc địa chất và đánh giá tiềm năng khoáng sản vùng biển nước sâu giúp xây dựng cơ sở tài liệu khoa học để khẳng định chủ quyền lãnh thổ của Việt Nam trên Biển Đông, đảm

bảo an ninh năng lượng và phát triển bền vững quốc gia trong tương lai. Tuy nhiên, do điều kiện cấu trúc địa chất phức tạp và do hạn chế về tài liệu, việc xác định sự phân bố và đánh giá triển vọng tài nguyên khoáng sản vùng nước biển sâu cho đến nay vẫn còn nhiều vấn đề chưa được hiểu biết một cách thấu đáo, cần được tiếp tục điều tra, nghiên cứu.

Bài báo này nhằm mục đích giới thiệu một số kết quả mới, chi tiết hơn về đặc điểm cấu trúc địa chất vùng nước sâu nằm trong phạm vi tọa độ 109-113° Đ và 6-16° B, trên cơ sở luận giải địa chấn. Đây là một phần trong kết quả nghiên cứu của Đề tài cấp Nhà nước KC 09-18/06-10 “Nghiên cứu cấu trúc địa chất vùng nước sâu (trên 200 m) làm cơ sở đánh giá tiềm năng khoáng sản vùng biển nước sâu”.

II. CƠ SỞ TÀI LIỆU

Vùng nước sâu Biển Đông (trên 200 m) có điều kiện địa lý tự nhiên rất khó khăn, nên ít được đầu tư thăm dò, do vậy các tài liệu địa chất - địa vật lý và khoan rất hạn chế; các tài liệu hiện có cũng rất khác nhau về chất lượng, độ tin cậy; sự liên kết và luận giải đồng bộ các tài liệu trong khu vực cũng chưa được thực hiện. Phạm vi nghiên cứu thuộc nhiều bể trầm tích khác nhau. Để thực hiện đề tài này, hầu hết các tài liệu địa chấn dầu khí hiện có thuộc vùng nước sâu ở các bể Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây và cụm bể Hoàng Sa, Trường Sa đã được sử dụng (Hình 1).

Các tài liệu địa chấn 2D qua khu vực nước sâu bao gồm các tài liệu CSL-07, CSL-08, TC06, TC03, TC98, Wa74_HS, PK03 và Seas95 đã được sử dụng để luận giải, xác định ranh giới địa tầng, xây dựng các bản đồ cấu trúc, bản đồ đẳng dày, luận giải môi trường trầm tích và đánh giá tiềm năng khoáng sản.

Các tài liệu địa chấn vùng bể Phú Khánh có 3 khảo sát địa chấn quan trọng là VOR-93 thu nổ bởi Nopec năm 1993 với số lượng 34 tuyến và tổng chiều dài là 3592 km, mạng lưới đo 10×20 km. Tiếp đến là các tài liệu thu nổ của Malugin (Liên Xô cũ) với số lượng 41 tuyến và tổng chiều dài 6625 km, mạng lưới tuyến 15×25 km và thu nổ địa chấn gần đây của Tổng công ty Thăm dò Khai thác dầu khí PVEP ký hiệu PK03 với số lượng là 7268 km.

Khu vực Tư Chính - Vũng Mây là vùng biển sâu của Việt Nam và là một vùng chưa có nhiều tài liệu địa chất; tại đây chỉ có một giếng khoan thông số PV-94-2X được Tập đoàn Dầu khí VN khoan vào năm 1994 với chiều sâu trên 3300 m và có khoảng 30.000 km tuyến địa chấn 2D, trong đó có 16.700 km của đợt khảo sát TC06, 2.190 km của đợt khảo sát TC03, 7.700 km của đợt khảo sát TC93 và 3.700 km của đợt khảo sát TC98, còn lại là các đợt khảo sát trước đó.

Do các đợt khảo thu nổ vào các thời gian khác nhau và được xử lý với các chu trình khác nhau, nên chất lượng tài liệu địa chấn không đồng đều, gây nhiều khó khăn trong công tác luận giải. Các tuyến địa chấn Wa74_HS và Seas95 có độ phân giải không cao. Các tuyến địa chấn 2D khác như TC93, TC98, PK03, TC06 và CSL-07 có chất lượng tốt với độ phân giải khá cao, làm tăng thêm độ tin cậy ở kết quả luận giải tài liệu.

Bên cạnh tài liệu địa chấn, tài liệu các giếng khoan ở các bể trầm tích lân cận như 121-CM-1X, 121-CS-1X (bể Sông Hồng); 94-PV-2X (bể Tư Chính - Vũng Mây); Ruby-1X, Jade-1X (bể Cửu Long); Thanh Long-2X (bể Nam Côn Sơn) cũng được sử dụng để liên kết với tài liệu địa chấn trong quá trình xác định các mặt ranh giới địa tầng (Hình 2). Với một diện tích nghiên cứu trải rộng trên phạm vi nhiều bể trầm tích khác nhau như vậy, việc luận giải bề mặt tầng móng trong khu vực nghiên cứu chủ yếu dựa vào đặc trưng địa chấn, và việc liên kết địa chấn với giếng khoan giúp chính xác hóa tuổi của tập địa tầng.

III. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT

1. Kết quả liên kết địa chấn

Khu vực nghiên cứu trải rộng trên một diện tích bao gồm phần lớn vùng thềm, sườn, chân lục địa và trũng nước sâu của Biển Đông phân bố về phía đông biển Trung Bộ, do đó chịu ảnh hưởng của nhiều giai đoạn hoạt động kiến tạo trong quá trình tiến hóa của một biển rìa đặc trưng. Các tài liệu nghiên cứu trong khu vực này còn ít, thuộc phạm vi nhiều bề trầm tích khác nhau, mạng lưới tài liệu địa chấn còn thưa, chất lượng cũng khác nhau do được thu nổ ở nhiều thời kỳ. Do vậy, để luận giải sự phát triển cấu trúc, địa tầng, trầm tích ở đây đã sử dụng phương pháp phân tích các dãy địa tầng - kiến tạo (tectono-stratigraphic sequence). Trong phạm vi khu vực nghiên cứu xác định được 3 dãy lớn (mega-sequence) tương ứng với 3 giai đoạn kiến tạo chính là: trước tách giãn, đồng tách giãn và sau tách giãn (Hình 3). Mô hình này phù hợp với các bề phân bố ở rìa thềm lục địa tách giãn khu vực Biển Đông, phản ánh sự chuyển tiếp từ tách giãn rìa tích cực sang rìa thụ động của bề rìa nước sâu.

1.1. Móng trước Kainozoi: Bề mặt móng được xác định là ranh giới phản xạ liên tục, sâu nhất có thể quan sát được trên các lát cắt địa chấn, hình thành mặt móng âm học, phân chia phần lát cắt có trường sóng thể hiện rõ tính phân lớp của các trầm tích Kainozoi nằm phía trên với phần trường sóng tự do không quy luật của các thành tạo trước Kainozoi nằm bên dưới.

Do sự hạn chế về độ phân giải địa chấn ở phần móng dựa trên các tài liệu địa chấn trong khu vực nghiên cứu, ranh giới bề mặt móng được phân tích trên cơ sở kết hợp giữa tài liệu địa chấn và các thông tin địa chất trong khu vực. Tầng móng trước Kainozoi trong khu vực nghiên cứu được liên kết với các giếng khoan ở các bề Sông Hồng (121-CM-1X và 121-CS-1X), bề Tư Chính - Vũng Mây (PV-94-2X) và bề Cửu Long (Ruby-1X và Jade-1X).

1.2. Bất chỉnh hợp Miocen giữa: Được liên kết từ giếng khoan Thanh Long-2X thuộc bề Nam Côn Sơn, bất chỉnh hợp được luận giải trên tất cả các tuyến địa chấn trong khu vực với đặc trưng là một bề mặt bào mòn cát xén thể hiện khá rõ trên các mặt cắt địa chấn (TC-06, TC-93, CSL-07) đi qua các bề Tư Chính - Vũng Mây và Nam Côn Sơn.

Tập địa chấn bên dưới tầng này hoàn toàn bị chôn vùi trong các địa hào và được đặc trưng bởi các phản xạ song song đến á song song, tần số thấp đến cao, độ liên tục trung bình đến tốt.

Kết quả luận giải cho thấy hiện tượng nghịch đảo kiến tạo xảy ra trong khu vực nghiên cứu kết thúc vào Miocen giữa. Sự tồn tại, phân bố rộng khắp của các trầm tích trước Miocen giữa trong khu vực nghiên cứu (nằm bên dưới bất chỉnh hợp Miocen giữa) sẽ là một bằng chứng khoa học quan trọng trong việc xác định ranh giới ngoài thềm lục địa của nước ta.

1.3. Bất chỉnh hợp Miocen muộn: Bất chỉnh hợp Miocen muộn được đặc trưng bởi dấu hiệu bào mòn rõ rệt các trầm tích bên dưới mặt ranh giới và bên trên là phản xạ gá đáy ở phần phía tây. Về phía đông khu vực nghiên cứu, ranh giới nóc Miocen muộn tương đối khó xác định, thể hiện là mặt chỉnh hợp tương ứng.

Tập địa chấn bên dưới tầng này được đặc trưng bởi các pha sóng phản xạ song song đến hơi phân kỳ, biên độ thấp đến trung bình, độ liên tục tốt ở phía tây, phản xạ dạng sigmoid về phía biển ở sườn thềm. Trầm tích của tập này có lẽ được hình thành trong môi trường sườn và thềm. Trên thềm, mô hình phản xạ có dạng biển lùi, còn ở vùng sườn trầm tích có dạng nệm lún, nhưng trầm tích dạng nệm lún lớn hơn do tốc độ lắng đọng trầm tích cao hơn. Ranh giới Miocen muộn được chính xác hóa dựa trên việc liên kết, đối sánh các khu vực đã có giếng khoan ở các bề Phú Khánh và Tư Chính - Vũng Mây.

1.4. Bề mặt đáy biển: Dựa trên kết quả xử lý tài liệu địa chấn, bề mặt đáy biển được luận giải là ranh giới phản xạ trên cùng của các mặt cắt địa chấn trong khu vực nghiên cứu. Mặc dù các tài liệu địa chấn ở đây được khảo sát trong các thời kỳ khác nhau với các thông số thu nổ, xử lý khác nhau, nhưng kết quả luận giải bề mặt đáy biển cho thấy sự liên kết tương đối tốt của các tuyến địa chấn trong khu vực.

Các ranh giới mặt móng, nóc Miocen giữa, nóc Miocen muộn và mặt đáy biển luận giải trên các tuyến địa chấn trong khu vực nghiên cứu được chuyển sang mô hình chiều sâu sử dụng tài liệu vận tốc cộng. Tài liệu vận tốc cộng được lấy từ quá trình xử lý các tài liệu địa chấn trong khu vực nghiên cứu và được chuyển đổi thành các giá trị vận tốc trung bình theo phương trình Dix trong phần mềm Geoframe-Indepth.

Ở những khu vực có các tài liệu giếng khoan như các khu vực tây bắc và tây nam của vùng nghiên cứu, việc chuyển đổi sang chiều sâu các tầng địa chấn đã được luận giải, xây dựng các bản đồ cấu trúc đã được thực hiện nhờ hàm tốc độ xác định được trên cơ sở các tài liệu tuyến địa chất thẳng đứng VSP. Độ sâu mực nước biển trong khu vực được tính với tốc độ truyền sóng trong nước biển là 1500 m/s.

Trên cơ sở các tài liệu địa chấn đã được chuyển đổi chiều sâu, các bản đồ cấu tạo ranh giới nóc mặt móng, nóc Miocen giữa, nóc Miocen muộn tỷ lệ 1:1.000.000 đã được thành lập lần đầu tiên cho khu vực vùng nước sâu (trên 200 m) phục vụ cho Đề tài cấp Nhà nước KC09-18/06-10.

2. Phân vùng cấu trúc địa chất

Khu vực nghiên cứu nằm ở rìa phía đông của khối Đông Dương, phát triển chông trên các đơn vị cấu trúc của khối này bị hoạt hóa kiến tạo mạnh trong Phanerozoic và Mesozoic [10], và là một hợp phần của Biển Đông chịu ảnh hưởng của quá trình tách giãn vào Oligocen - Miocen sớm. Quá trình tách giãn này đã đẩy rời xa hai khối vi lục địa Hoàng Sa và Trường Sa, từ đó phát triển các bể trầm tích trên vùng thềm lục địa Việt Nam [1]. Đây là khu vực có đặc điểm cấu trúc - kiến tạo hết sức phức tạp, hình thành và phát triển qua nhiều pha hoạt động kiến tạo khác nhau, nằm trên các miền cấu trúc - kiến tạo khác nhau bao gồm: miền cấu trúc Caledonid Cathaysia¹, miền rìa lục địa tách giãn Đông Bắc, miền vỏ đại dương Biển Đông, miền lục địa sót trôi trượt hủy hoại Trường Sa - Reed Bank.

¹ Nhiều tài liệu gần đây cho thấy là “Caledonid Cathaysia” thực chất là một miền tạo núi nội lục Paleozoic sớm [10]. BBT. TCDC.

Trên cơ sở phân tích các lát cắt địa chấn, kết hợp với các tài liệu địa chất khu vực Biển Đông, bước đầu đã xác định được đặc điểm hệ thống đứt gãy, mô hình cấu trúc và lịch sử phát triển của khu vực nghiên cứu. Trong khu vực tồn tại 3 hệ thống đứt gãy chính, là ĐB-TN, á kinh tuyến và TB-ĐN. Dựa trên đặc điểm phân bố, bề dày, thành phần trầm tích, đặc điểm đứt gãy và uốn nếp, khu vực nghiên cứu đã được phân chia thành các đới cấu trúc dưới đây (Hình 6).

2.1. Đới Cấu trúc phía tây (A₁): Nằm ở phần rìa phía tây vùng nghiên cứu, chiếm một phần diện tích vùng, gồm các lô 124 đến 135/08. Ranh giới phía đông của đới cấu trúc này là hệ thống đứt gãy Kinh tuyến 109 (đới đứt gãy Sườn dốc Đông Việt Nam). Hệ thống đứt gãy kinh tuyến này, theo các tài liệu địa chấn, phát triển dọc thềm lục địa miền Trung thuộc phạm vi bể Phú Khánh, kéo dài qua phần phía đông bể Nam Côn Sơn, đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành thềm và sườn lục địa hiện tại. Đặc trưng của đới này là cấu trúc sụt bậc phát triển từ sườn thềm lục địa hiện tại về phía đông. Bề mặt móng của đới cấu trúc nằm ở độ sâu thay đổi từ 3000 đến 9000 m.

Dựa trên đặc điểm của cấu trúc móng, đới Cấu trúc phía tây được phân thành ba phụ đới: Thềm Đà Nẵng (A₁₋₁), Thềm Phan Rang (A₁₋₂) và Đới cắt trượt Tuy Hòa (A₁₋₃) (Hình 6).

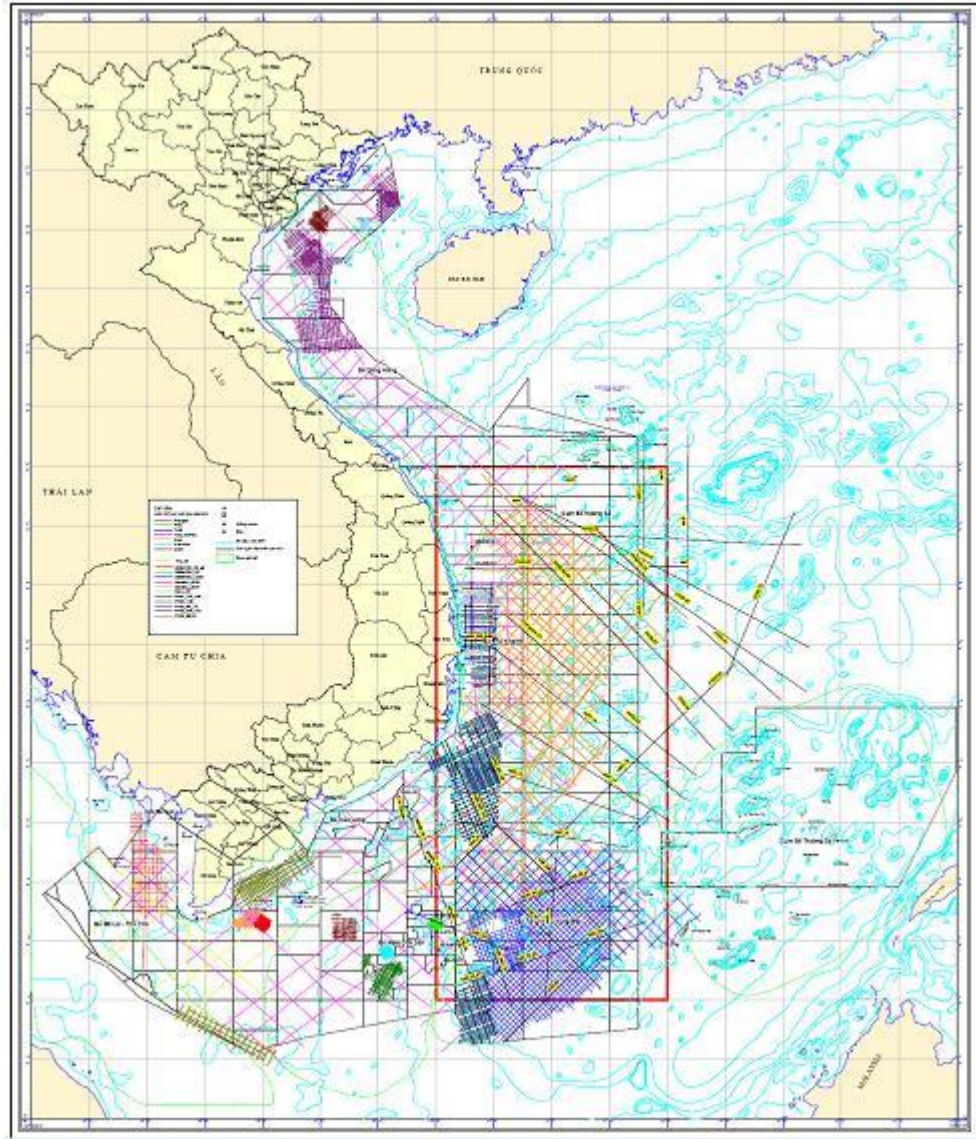
- *Phụ đới Thềm Đà Nẵng (A₁₋₁)*: Phụ đới này phát triển ở phía bắc của đới Cấu trúc phía tây, thuộc phạm vi các lô 119 đến 128, có phương kéo dài gần như B-N, là phần kéo dài phía tây nam của bể Sông Hồng đến đới trượt Tuy Hòa [4, 6, 7]. Nó có lẽ còn phát triển về phía bắc, trùng với cấu trúc sụt về phía đông, tạo nên trũng sâu bể Phú Khánh. Cấu trúc móng có xu hướng nâng cao dần về phía bắc, độ sâu của móng thay đổi từ 500 đến 2000 m và sụt sâu về phía đông nam với bề dày trầm tích đạt tới 4000 m (Hình 6).

- *Phụ đới Thềm Phan Rang (A₁₋₂)*: Phát triển ở phía nam đới Cấu trúc phía Tây, gồm diện tích các lô 129 đến 135/08, gồm diện tích phần bắc bể Nam Côn Sơn và tây bể Tư Chính - Vũng Mây. Ngoài đứt gãy á kinh tuyến có vai trò ưu thế, các đứt gãy ĐB-TN cũng phát triển mạnh ở phụ đới này, với mật độ dày hơn so phụ đới Thềm Đà Nẵng. Chúng tạo thành các địa hào, bán địa hào hẹp, phương ĐB-TN. Cấu trúc móng nhìn chung phân dị mạnh so với phụ đới Thềm Đà Nẵng, độ sâu thay đổi từ 5000 đến 7000 m về phía nam của phụ đới.

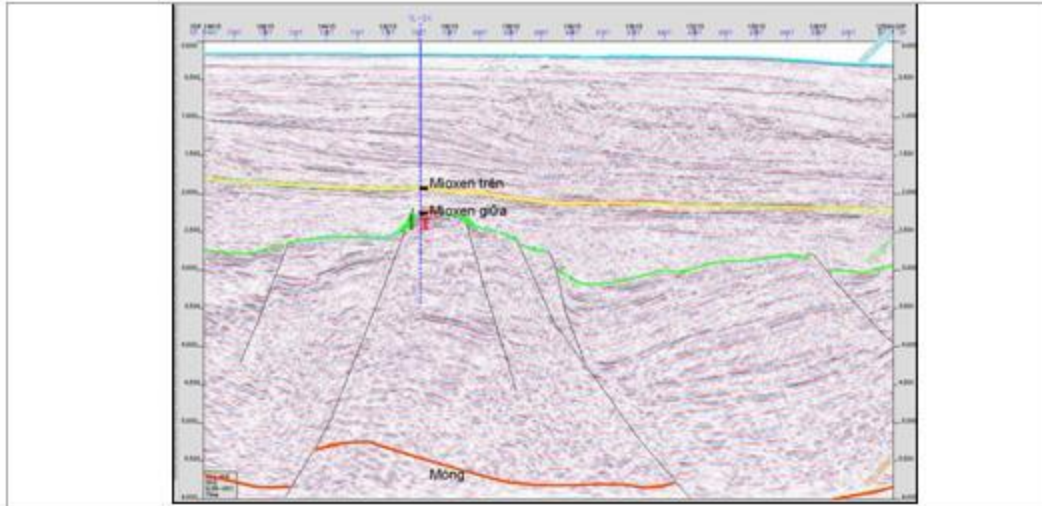
- *Phụ đới Đới cắt trượt Tuy Hòa (A₁₋₃)*: Nằm giữa các phụ đới Thềm Đà Nẵng ở phía bắc và Thềm Phan Rang ở phía nam, ở tây nam bể Phú Khánh và là ranh giới phía nam của bể Phú Khánh với các bể Cửu Long và Nam Côn Sơn. Phụ đới này có phương cấu trúc TB-ĐN, là một vùng có biên độ đứt gãy lớn phương TB-ĐN, kéo dài hàng trăm km từ trong đất liền ra ngoài khơi với biên độ dịch chuyển lớn, cắt qua các trầm tích Miocen và cắm sâu vào trong móng. Đới cắt trượt Tuy Hòa có phương song song với các hệ thống đứt gãy cắt trượt Sông Hồng ở phía bắc và Ba Chùa (Three Pagodas) ở phía nam. Xét về hướng phát triển, biên độ dịch chuyển, sự hình thành đới cắt trượt có thể liên quan đến di chuyển của khối Đông Dương do sự va chạm giữa hai mảng Ấn Độ và Âu-Á.

3.2. Đới Cấu trúc phía đông (A₂): có ranh giới phía tây là hệ thống đứt gãy Á kinh tuyến và mở rộng về phía đông chiếm diện tích rộng lớn vùng nghiên cứu. Đới cấu trúc A₂ có phương kéo dài ĐB-TN, chịu sự chi phối chính của quá trình tách giãn mở rộng Biển Đông trong Kainozoi. Độ sâu bề mặt móng thay đổi khá lớn từ 3500 đến 10.000 m, phân dị từ tây sang đông và từ bắc xuống nam. Trên cơ sở đặc điểm hệ thống đứt gãy, cấu trúc tầng lớp phủ, đới Cấu trúc phía đông được chia thành các phụ đới cấu trúc bậc 3 gồm A₂₋₁, A₂₋₂, A₂₋₃, A₂₋₄, A₂₋₅, A₂₋₆ và A₂₋₇ (Hình 6).

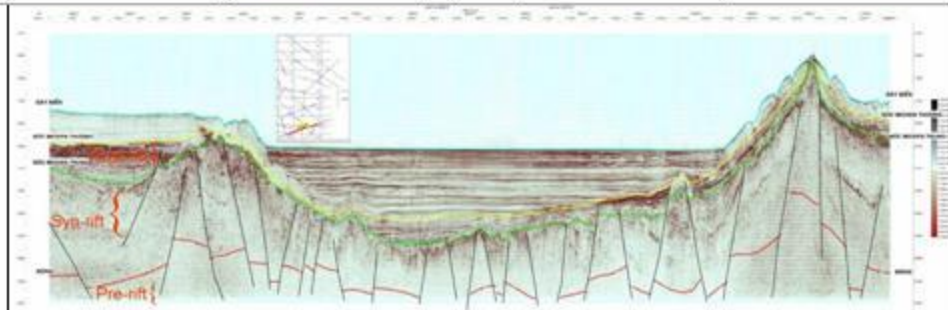
- *Phụ đới Trũng đông Phú Khánh - nam Hoàng Sa (A₂₋₁)*: Phụ đới A₂₋₁ nằm về phía đông, qua ranh giới phụ đới A₁₋₁ là hệ thống đứt gãy lớn phương kinh tuyến. Phụ đới hình thành với đặc tính kiến tạo sụt lún lớn, đứt gãy hoạt động nhiều pha chiếm ưu thế, móng nằm ở độ sâu lớn từ 7 đến 10 km (kể cả chiều sâu nước biển), kéo dài theo phương ĐB-TN. Có thể do ảnh hưởng của độ sâu của nước biển và bề dày lớp phủ lớn, ranh giới móng xác định trên các tài liệu địa chấn ở khu vực này không được rõ ràng. Bề dày trầm tích Kainozoi phủ trên móng có thể đạt tới 6000-7000 m. Các đới đứt gãy trong phụ đới là các đứt gãy lớn, xuất phát từ trong móng cắt phát triển tới nóc Miocen trung, có phương trùng với phương cấu trúc, thế nằm chủ yếu về đông bắc (Hình 4 & 6).



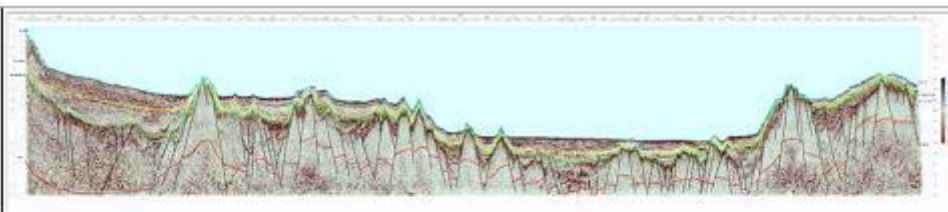
Hình 1. Vị trí các tuyến khảo sát địa chấn khu vực nghiên cứu.



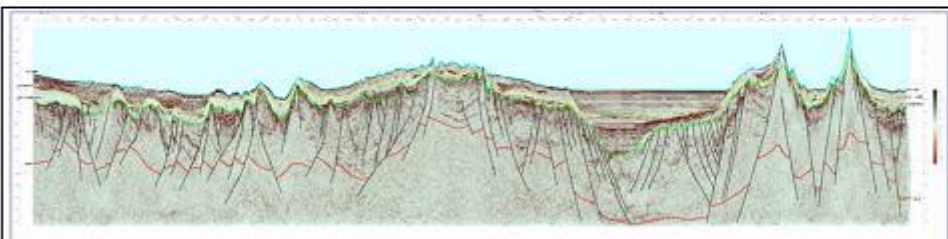
Hình 2. Ranh giới địa chấn được liên kết với giếng khoan Thanh Long-2X (bể Nam Côn Sơn, tuyến địa chấn TC98-041).



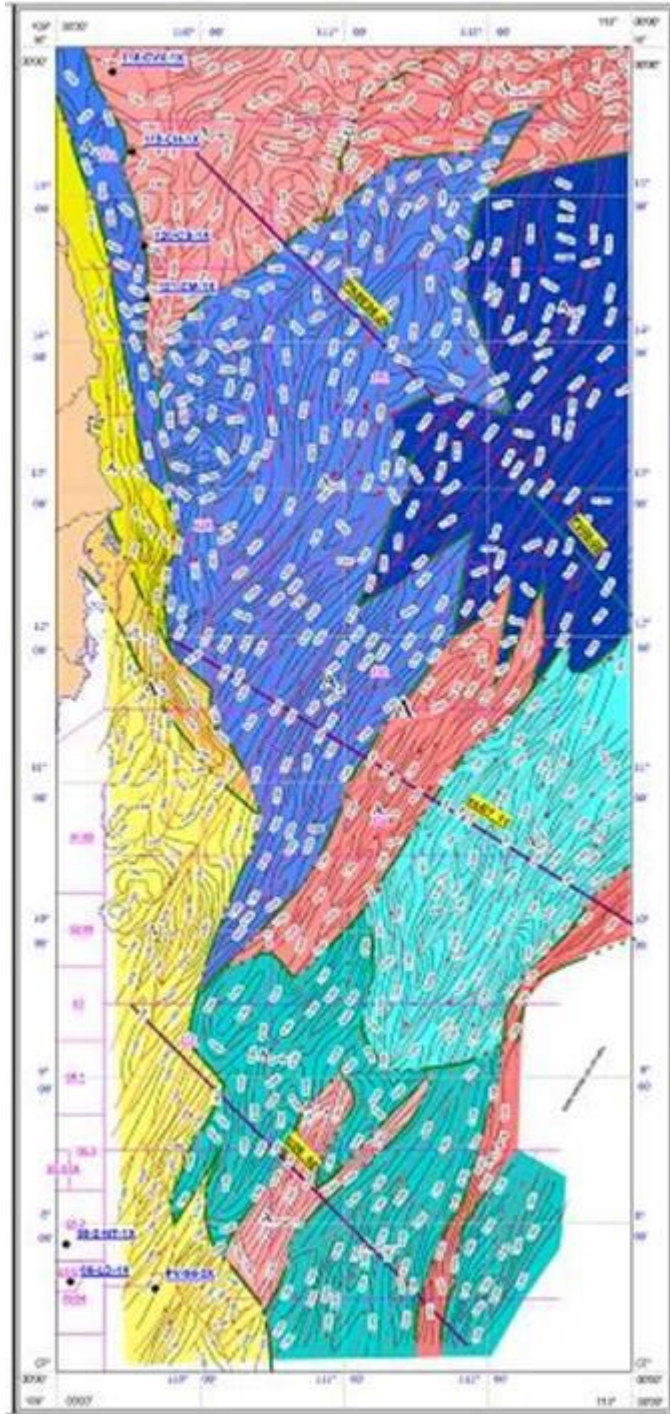
Hình 3. Luồn giải tập địa chấn (bể Tư Chính - Vũng Mây, tuyến TC93-15-P2).



Hình 4. Lát cắt địa chấn tuyến CSL 07-11 qua các phụ đới cấu trúc A_{2.1}, A_{2.2} và A_{2.3}



Hình 5. Lát cắt địa chấn tuyến TC06_40 qua phụ đới cấu trúc A_{2.4}



A_{1-1}	Thêm Đà Nẵng
A_{1-2}	Thêm Phan Giang và Bắc_Đông Bắc bể NCS và TÂY TCVM
A_{1-3}	Đới trượt Tuy Hoà
A_{2-1}	Trũng Đông Phú Khánh và Nam Hoàng Sa
A_{2-2}	Đới nâng trung tâm vùng nghiên cứu
A_{2-3}	Trũng phân dị phía đông
A_{2-4}	Trũng Đông Tư Chính
A_{2-5}	Phần phía Nam địa hào Quảng Ngãi
A_{2-6}	Đới nâng Tri Tôn_Nam Hoàng Sa
A_{2-7}	Trũng biển thẳm(Vùng bực lộ tách giãn Biển Đông)

Hình 6. Phân vùng cấu trúc địa chất vùng nước sâu

Phụ đới Nâng trung tâm (A_{2-2}): Nằm về phía đông phụ đới A_{2-1} , gồm các lô 151, 152 và một phần lô 129, có phương kéo dài ĐB-TN. Móng phân dị mạnh, nằm ở độ sâu thay đổi trong khoảng 5-7 km. Trong quá trình tiến hóa, phụ đới bị chia cắt thành nhiều khối cấu trúc nhỏ bởi hệ thống đứt gãy chủ yếu phương ĐB-TN, tạo nên một số địa hào, bán địa hào hẹp phát triển xen kẽ, được lấp đầy bởi các thành tạo Eocen-Oligocen-Miocen trung với bề dày không lớn, khoảng 4 - 5 km. Các thành tạo Miocen thượng, Pliocen-Đệ tứ hình thành trong giai đoạn lún chìm khu vực; ranh giới bề trong giai đoạn này bị xóa nhòa.

- *Phụ đới Trũng phân dị phía đông (A_{2-3}):* Chiếm diện tích lớn thuộc phạm vi các lô 152, 153, 154 và 155 và mở rộng về phía đông, có ranh giới phía tây là phụ đới Nâng trung tâm A_{2-2} . Phụ đới có dạng lòng máng, phát triển mở rộng về phía đông bắc và thu hẹp dần về tây nam. Bề mặt móng phân dị phức tạp, nằm ở độ sâu thay đổi từ 6 đến 7 km, bị chia cắt bởi hệ thống đứt gãy phương ĐB-TN, gồm hàng loạt các địa hào hình thành liên quan đến khối đứt gãy nghiêng (tilted-fault block). Bề dày trầm tích tương đối mỏng, thay đổi khoảng 3- 4 km (Hình 4 & 6).

- *Phụ đới Trũng đông Tư Chính (A_{2-4}):* Đây là phần phát triển rìa phía đông nam của bể Tư Chính - Vũng Mây, thuộc phạm vi các lô 131, 132, 134, 135, 156, 157, 157 và 159, với hệ thống đứt gãy ưu thế ĐB-TN và á kinh tuyến. Phụ đới có đặc điểm cấu trúc hoàn toàn khác biệt, ngăn cách với các phụ đới ở phía bắc bởi hệ thống đứt gãy sâu TB-ĐN, gồm nhiều cấu trúc nâng và sụt bậc 4 (Hình 5 & 6). Địa hình móng phân dị mạnh, có độ sâu thay đổi từ 5 đến 10 km, chìm dần về phía đông nam. Các đứt gãy trong phụ đới này đều là đứt gãy thuận, hình thành chủ yếu trong thời kỳ tách giãn Oligocen-Miocen sớm, sau đó hoạt động lại sau thời kỳ tách giãn thứ hai vào Miocen giữa và hầu hết ngừng nghỉ vào cuối Miocen giữa, phát triển chủ yếu theo hướng ĐB-TN.

Ngoài các đứt gãy trẻ, trong đới này còn có nhiều đứt gãy cổ hình thành trước và tái hoạt động vào thời kỳ tách giãn sau này. Đây là các đứt gãy phát triển chủ yếu hướng á kinh tuyến. Chiều dày trầm tích Kainozoi ở phụ đới này đạt trên 7000 m ở chỗ sâu nhất và trung bình khoảng 3500 đến 4500 m, với thành phần trầm tích chủ yếu là các vụn lục nguyên cát, bột sét và carbonat trong các thành tạo tuổi Eocen (?), Oligocen, Miocen và Pliocen - Đệ tứ. Các trầm tích này hình thành và phát triển trong các môi trường đồng bằng châu thổ, biển và biển nông; lấp đầy các trũng và các thành tạo sau Oligocen chủ yếu là các trầm tích biển, phủ bất chỉnh hợp lên trên.

- *Phụ đới Nam địa hào Quảng Ngãi (A₂₋₅)*: Là một địa hào hẹp và là phần dưới phía nam của bể Sông Hồng, nằm kẹp giữa thềm Đà Nẵng và đới nâng Tri Tôn và thông với bể nước sâu Phú Khánh ở phía nam (Hình 6). Địa hào có cấu trúc đơn giản với hình mặt cắt ngang như một lõm sâu oằn võng. Trầm tích trong địa hào này có thể dày đến 8-9 km, bao gồm các trầm tích từ Eocen đến Đệ tứ. Đặc biệt pha phun trào cuối Miocen-Pliocen hoạt động mạnh tại đây, nhất là phần phía tây lô 120. Địa hào Quảng Ngãi là một trong những vùng sinh dầu khí chính của phần phía nam bể Sông Hồng.

- *Phụ đới Nâng Tri Tôn - Nam Hoàng Sa (A₂₋₆)*: Là đới nhô cao của móng ở phía nam bể Sông Hồng, có độ sâu móng khoảng 2-4 km, phương cấu trúc ĐB-TN và chuyển dần sang á vĩ tuyến ở phía đông, trên đó có lớp phủ trầm tích vụn Oligocen, đá vôi nền và các khối xây carbonat tuổi Miocen giữa-muộn. Theo các kết quả nghiên cứu gần đây, phụ đới này có chiều dài khoảng hơn 500 km, phần phát triển rộng và cao nhất là ở lô 120-121, sau khi qua các lô 117-118-119 thì nhỏ dần và chìm về phía bắc lô 113.

Thực tế việc tổng hợp các tài liệu hiện có của Việt Nam ở khu vực này cho thấy phụ đới A₂₋₆ không dừng lại ở nam lô 115 như một số công bố trước đây, mà thực tế còn phát triển khá rõ đến lô 113 về phía bắc của vùng nghiên cứu. Do phần này của đới nâng nằm ở độ sâu lớn với môi trường biển sâu nên các trầm tích carbonat không còn dày, hơn thế nữa trên đới nâng phủ một lớp sét Pliocen - Đệ tứ dày (khoảng hơn 1000 m), nên việc quan sát nó trên mặt cắt địa chấn sẽ khó khăn hơn so với vùng phía nam. Một loạt các phát hiện khí trên cấu tạo khối xây carbonat/san hô ám tiêu ở phụ đới này cho thấy, đây là tầng chứa dầu khí tiềm năng của vùng, có chất lượng tốt với như đã thấy ở một số giếng khoan: 119-CH-1X, 118-CVX-1X và 118-STB-1X.

- *Phụ đới Trũng biển thẳm (Vùng bực lộ tách giãn biển Đông - A₂₋₇)*: Nằm ở phần phía đông bắc của vùng nghiên cứu; đây là vùng có độ sâu móng lớn với chiều sâu cực đại đến 10 km (kể cả chiều sâu mực nước biển). Vùng bị chia cắt chủ yếu bởi hệ thống đứt gãy phương ĐB-TN với biên độ dịch chuyển khoảng vài trăm đến 1000 m, chủ yếu cắm về hướng ĐB và TN tạo thành các địa hào hẹp, kéo dài hàng vài chục đến trăm km. Bề dày trầm tích Kainozoi khoảng từ 1000 đến 3000 m, với đặc trưng của trường sóng địa chấn tương đối ổn định, phân lớp nằm ngang. Thành phần thạch học chủ yếu là bazan, đá sét tương biển sâu, tuổi Miocen giữa-muộn đến Đệ tứ.

IV. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN ĐỊA CHẤT

Đặc điểm nổi bật và vô cùng có ý nghĩa trong lịch sử phát triển địa chất trong Kainozoi ở lục địa Đông Nam Á nói chung, và Việt Nam nói riêng, là sự hình thành các bể trầm tích có tiềm năng dầu khí lớn. Vùng nghiên cứu thuộc vùng nước sâu thềm lục địa Việt Nam hình thành trên các đơn vị kiến tạo khác nhau với nguồn gốc, điều kiện địa động lực khác nhau, nhưng các giai đoạn phát triển kiến tạo - trầm tích lớn vẫn mang những tính tương đồng khu vực và triển vọng dầu khí rõ rệt.

1. Giai đoạn trước tách giãn (Creta muộn - Paleocen?)

Vào Jura muộn - Creta sớm (?), rìa đông của lục địa Đông Nam Á phát triển kiểu rìa lục địa tích cực Andes, hút chìm của vỏ đại dương bên dưới rìa lục địa phía đông Việt Nam và nam Trung Hoa, hình thành cung magma lục địa, tạo nên các phức hệ magma xâm nhập axit, phun trào kiềm-vôi [10]. Các thành tạo granitoid, phun trào axit - trung tính, đá biến chất thấp - trung bình lộ ra ở rìa trên lục địa, được xem là thành tạo của móng các bể phát triển trên rìa thềm phía đông Việt Nam.

Do hạn chế của chất lượng tài liệu phần dưới sâu của vùng nghiên cứu, rất khó có thể xác định các thành tạo trước tách giãn. Các tài liệu địa chấn cho thấy bề mặt tầng móng có biên độ phản xạ mạnh, do sự khác biệt lớn về trở kháng âm học so với lớp phủ trầm tích phía trên. Mặt móng thường là nóc của một tập địa chấn không có phản xạ hoặc có biên độ phản xạ rất thấp.

Kết hợp với việc khảo sát các vết lộ địa chất, dựa trên các tài liệu về móng ở các bể trầm tích trên thềm lục địa Việt Nam, có thể dự báo thành phần đá móng vùng nghiên cứu gồm các đá granitoid, đá biến chất yếu, có thể có ít đá trầm tích. Đá móng nứt nẻ trước Kainozoi ở các bể Cửu Long và Nam Côn Sơn đều đã có các mỏ và phát hiện dầu trong móng. Tương tự như các bể này, đá móng vùng nghiên cứu được xem là đối tượng chứa dầu khí tiềm năng.

2. Giai đoạn đồng tách giãn (Eocen? - Miocen giữa)

Tiêu chí để xác định pha đồng tách giãn là sự có mặt các dãy trầm tích đồng kiến tạo (syn-tectonic sequences), gồm các phản xạ không liên tục, biên độ cao được khống chế bởi các đứt gãy. Mặc dù có những khác biệt trong quá trình hình thành giữa các bể, giai đoạn đồng tách giãn syn-rift trong vùng có lẽ bắt đầu vào đầu Eocen(?), tiếp tục trong Oligocen và kết thúc vào cuối Miocen giữa, có liên quan đến quá trình tách giãn và hình thành Biển Đông ngày nay.

Dị thường từ đối xứng ở trung tâm Biển Đông khẳng định sự tồn tại vỏ đại dương. Sự phân tích dị trường từ, địa hình đáy biển và các tài liệu khoan cho thấy vỏ đại dương có tuổi Oligocen - Miocen giữa (32-16 Tr.n.) [1]. Tách giãn đáy đại dương hình thành Biển Đông xảy ra trong nhiều pha, cùng với sự thay đổi trục tách giãn, chuyển dần về phía nam. Pha tách giãn đầu tiên diễn ra vào khoảng 32-26 Tr.n., tách giãn xảy ra ở phần phía bắc của Biển Đông hiện tại, với phương trục tách giãn ĐN-TTB. Từ 26 đến 16 Tr.n., trục tách giãn chuyển dần về phía nam, tách giãn mạnh ở phía tây nam Biển Đông hiện tại, với phương trục ĐB-TN [1].

Đối với các bể ở phía nam như bể Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây, giai đoạn đồng-rift này có thể chia 2 thời đoạn, phân cách nhau bởi một thời gian dài ngừng nghỉ trầm tích, đó là: thời đoạn tạo rift sớm (Eocen(?)-Oligocen) và thời đoạn tạo rift muộn (Miocen sớm-giữa) [2]. Đối với các lát cắt địa chấn qua phần phía ĐB vùng nước sâu thì không xác định được rõ 2 thời đoạn này.

Thời đoạn tạo rift sớm kéo dài trong suốt Eocen(?) và Oligocen. Đây là thời đoạn quan trọng trong quá trình hình thành các địa hào, bán địa hào ở vùng này và hàng loạt các đứt gãy thuận đã hình thành do lực căng tách tạo nên trên toàn bộ diện tích vùng nghiên cứu. Các trầm tích lấp đầy các địa hào, bán địa hào là các thành tạo vụn lục nguyên, gồm cát-bột kết, sét kết giàu vật chất hữu cơ và than lắng đọng trong môi trường lục địa sông-hồ, châu thổ và biển ven bờ.

Trong thời đoạn tạo rift muộn vào cuối Oligocen, vùng nghiên cứu được nâng lên mạnh mẽ và xảy ra một quá trình ngừng nghỉ trầm tích, dẫn đến một giai đoạn phong hoá và bào mòn trước khi xảy ra một pha biển tiến vào đầu Miocen sớm, môi trường biển phát triển rộng khắp toàn khu vực. Các trầm tích Miocen hạ hình thành, gồm chủ yếu là bột kết và sét kết xen kẽ các lớp cát kết hạt mịn, phủ bất chỉnh hợp lên trầm tích Oligocen. Vào thời đoạn này, các đứt gãy lại tái hoạt động mạnh làm cho vùng nghiên cứu tiếp tục được mở rộng ra các phía, và cũng chính trong thời đoạn này hệ thống đứt gãy á kinh tuyến hoạt động mạnh mẽ cùng hệ thống đứt gãy ĐB-TN.

Đặc điểm môi trường trầm tích có xu hướng thay đổi theo thời gian cũng như không gian từ phía tây và nam về phía ĐB đới tách giãn đáy Biển Đông. Trong giai đoạn đồng-rift, hầu hết diện tích bể Cửu Long nằm trong môi trường lục địa sông-hồ, môi trường biển ven bờ xuất hiện ở các bể Nam Côn Sơn, Đông Natuna; đây được xem là giai đoạn hình thành tầng đá sinh dầu khí chính của các bể kiểu tách giãn rìa thềm khu vực ĐN Á.

Pha vận động kiến tạo nâng vào cuối Miocen giữa đã chấm dứt hoàn toàn giai đoạn đồng tách giãn. Trong vùng nghiên cứu, bắt đầu từ Miocen giữa phổ biến môi trường biển nông đến thềm ngoài, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển các ám tiêu san hô trên các vùng nhô cao. Các thành tạo carbonat dạng nền hình thành liên quan đến các pha biển tiến Miocen giữa-muộn được đánh giá là tầng chứa dầu khí quan trọng ở các bể Nam Côn Sơn, Phú Khánh và Tư Chính - Vũng Mây.

Vào gần cuối Miocen giữa, trên mặt cắt địa chấn có thể thấy một mặt bất chỉnh hợp góc, các trầm tích bị bào mòn, cắt cụt mạnh mẽ làm gián đoạn trầm tích rất lớn. Mặt bất chỉnh hợp bào mòn này phản ánh một thời điểm rất đặc trưng ở tất cả các bể phía Nam Việt Nam, tương ứng với thời điểm kết thúc tách giãn đáy đại dương. Mặt bất chỉnh hợp Miocen giữa này quan sát rõ nhất ở những tuyến địa chấn nằm dọc theo rìa đới tách giãn Biển Đông.

Trên bình đồ cấu trúc vùng đông bắc khu vực nước sâu thể hiện rất rõ sự hoạt động kiến tạo nghịch đảo đã xảy ra vào đầu Miocen giữa, làm bình đồ cấu trúc của vùng thay đổi hoàn toàn so với thời kỳ trước đó. Trong Oligocen và Miocen sớm, những vùng trước là địa hào thì nay trở thành địa lũy hoặc bán địa lũy và ngược lại.

3. Giai đoạn sau tách giãn (Miocen muộn - Đệ tứ)

Tiêu chí chính để xác định dãy này là các trầm tích dạng lớp phủ trên mặt bất chỉnh hợp Miocen giữa và không có hoạt động đứt gãy cắt qua. Một số đứt gãy xuyên cắt qua các dãy trầm tích sau tách giãn, tuy nhiên chúng thường là đứt gãy nhỏ và không phản ánh mức độ căng giãn lớn. Phần dưới của tập hậu-rift thường là thành tạo tướng biển sâu rất rõ (pelagic facies), phản ánh điều kiện thành tạo giai đoạn bề đã bước sang giai đoạn ngừng nghỉ tách giãn với tốc độ lún chìm nhanh của bể.

Pha biển tiến đầu Pliocen diễn ra trên toàn bộ thềm lục địa Việt Nam. Biển dâng lên tràn ngập toàn bộ khu vực rộng lớn này. Vật liệu trầm tích được vận chuyển từ xa đến gồm sét, bột và cát phủ bất chỉnh hợp lên các trầm tích Miocen. Các trầm tích Pliocen - Đệ tứ hình thành trong điều kiện động năng yếu, tạo nên các lớp gần như nằm ngang, có đặc trưng phản xạ liên tục, ổn định và hầu như không bị các đứt gãy phân cắt. Chế độ kiến tạo bình ổn cho phép hình thành các trầm tích hạt mịn là lớp chắn quan trọng cho các tích tụ dầu khí nếu có ở vùng này.

Sự phát triển các trầm tích của thời kỳ này đã xoá nhòa ranh giới giữa các vùng trong khu vực cũng như giữa các bể trầm tích với nhau, tạo nên một sự thống nhất trên toàn bộ thềm lục địa Việt Nam và vùng kế cận.

V. KẾT LUẬN

Vùng nghiên cứu thuộc vùng biển nước sâu (trên 200 m), trải rộng từ thềm, sườn lục địa đến trũng sâu Biển Đông thuộc khu vực biển miền Trung, với những đặc trưng của những cấu trúc hết sức phức tạp và đa dạng.

Quá trình phát triển của Biển Đông đã tạo ra hai đới cấu trúc chính trong vùng, gồm đới cấu trúc phía tây và đới cấu trúc phía đông. Đới cấu trúc phía tây được đặc trưng bởi các phụ đới Thềm Đà Nẵng, Thềm Phan Rang, Đông bể Nam Côn Sơn - Tây bể Tư Chính - Vũng Mây và phụ đới Cắt trượt Tuy Hòa. Đới cấu trúc phía đông gồm một loạt cấu trúc nâng và hạ đan xen nhau: Trũng Đông Phú Khánh - Nam Hoàng Sa, phụ đới Nâng Trung tâm, phụ đới Trũng biển thẳm, phụ đới Phân dị phía đông, phụ đới Phân dị Đông Tư Chính, phụ đới Nam địa hào Quảng Ngãi, phụ đới Nâng Tri Tôn - Nam Hoàng Sa.

Lịch sử hình thành cấu trúc địa chất khu vực đã trải qua 3 giai đoạn lớn mang tính quyết định những nét cơ bản của bình đồ cấu trúc của khu vực: giai đoạn trước tách giãn (Creta muộn - Paleocen ?), giai đoạn đồng tách giãn (Eocen ? - Miocen giữa) và giai đoạn sau tách giãn (Miocen muộn - Đệ tứ). Mỗi giai đoạn đều tạo ra dấu ấn riêng về chế độ kiến tạo, cấu trúc địa chất và đặc điểm môi trường cổ địa lý. Dựa vào những đặc thù này, chúng ta có thể định hướng cho việc dự báo các loại tài nguyên và khoáng sản của vùng nghiên cứu.

VĂN LIỆU

1. Briais A., Patriat P., Tapponnier P., 1993. Updated interpretation of magnetic anomalies and sea-floor spreading stages in the South China Sea: Implications for the Tertiary tectonics of Southeast Asia. *J. of Geoph. Res.*, 98/B4 : 6299-6328.

2. Lee G.H., Lee K.,Watkins J.S., 2001. Geological evolution of the Cuu Long and Nam Con Son Basins, offshore Southern Vietnam, South China Sea. *AAPG Bull.*, 85 : 1055-1082.

3. Nguyễn Thành Vạn, Trần Văn Trị, 2007. Một số thông tin về điều tra hydrat khí. *TC Địa chất*, A/301 : 100-103, Hà Nội.

4. Nguyễn Thế Hùng (Chủ biên), 2008. Petroleum geology and hydrocarbon potential of Phu Khanh Basin and adjacent areas. *Báo cáo Đề án*, 52 p.. *Lưu trữ VPI, Hà Nội.*

5. Trần Đăng Hùng, Vũ Ngọc Diệp, Nguyễn Trọng Tín, 2008. Điều kiện địa chất hình thành hydrat khí. *TC Dầu khí*, tr. 26-29. Hà Nội.

6. Trần Hữu Thân (Chủ biên), 2009. Luận giải địa chấn khu vực nước sâu biển Đông Việt Nam. *Báo cáo chuyên đề*, 60 tr.. *Lưu trữ VPI, Hà Nội.*

7. Trần Ngọc Toàn, 2007. Hydrat khí: Nguồn khí đốt tiềm năng của thế kỷ 21. *TC Dầu khí*, 1 : 42-48. Hà Nội.

8. Trần Ngọc Toàn, Nguyễn Hồng Minh, 2007. Bể trầm tích Phú Khánh và tài nguyên dầu khí. *Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam*, tr. 241-268. *Nxb KH&KT, Hà Nội.*

9. Trần Ngọc Toàn, 2008. Hoạt động dầu khí vùng nước sâu ở Đông Nam Á. *TC Dầu khí*, tr. 30-32. Hà Nội.

10. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2009. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*, 590 trg.. Hà Nội