

ĐÁNH GIÁ QUÁ TRÌNH VẬN ĐỘNG CỦA THÀNH TẠO MIOCEN GIỮA KHU VỰC PHỤ TRƯNG ĐÔNG BẮC BỂ NAM CÔN SƠN PHỤC VỤ LẬP DỮ LIỆU ĐẦU VÀO CHO MÔ HÌNH ĐỊA HÓA ĐÁ MẸ

TS. Nguyễn Thị Dậu¹, KS. Phan Mỹ Linh², KS. Phan Văn Thắng²

¹Hội Dầu khí Việt Nam

²Viện Dầu khí Việt Nam

Tóm tắt

Công tác tìm kiếm, thăm dò dầu khí ở bể Nam Côn Sơn được tiến hành từ rất sớm, đến nay nhiều phát hiện dầu/khí đã được phát triển đưa vào khai thác như các mỏ Đại Hùng, Rồng Đồi, Hải Thạch, Mộc Tinh, Lan Tây... Một số ý kiến cho rằng hầu hết các cấu tạo khu vực phụ trũng Đông Bắc phát triển theo phương hệ thống đứt gãy hướng Đông Bắc - Tây Nam và có xu thế kế thừa từ Miocen sớm cho tới Miocen muộn. Việc phân tích và dự báo cổ địa hình bề mặt trầm tích tại từng thời kỳ địa chất, đặc biệt trong thời kỳ diễn ra quá trình di cư và hình thành các tích tụ dầu/khí là một trong những yếu tố góp phần quan trọng vào sự thành công của công tác khoan thăm dò và khai thác dầu khí.

Trong bài viết này, nhóm tác giả tập trung phân tích, đánh giá về bất chỉnh hợp Miocen giữa khu vực phụ trũng Đông Bắc bể Nam Côn Sơn. Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả trên cơ sở kết quả minh giải địa chấn và những nghiên cứu khác cho thấy: Vào thời kỳ gần cuối Miocen giữa khi diễn ra hoạt động nghịch đảo, địa hình bề mặt trầm tích thay đổi rất mạnh, nhiều nơi khác hẳn với bản đồ cấu trúc nóc Miocen giữa hiện tại; tính kế thừa địa hình của các thành tạo Miocen giữa cũng thay đổi mạnh theo chiều ngang. Địa hình bề mặt trầm tích cổ và sự thay đổi mức độ kế thừa địa hình theo chiều ngang vùng nghiên cứu được coi là một trong những cơ sở quan trọng để biện luận, lập dữ liệu đầu vào về địa chất và địa hóa cho mô hình địa hóa đá mẹ phục vụ công tác khoan dầu khí.

Từ khóa: Bất chỉnh hợp Miocen giữa, "chống nóc" ngược chiều, phụ trũng Đông Bắc, bể Nam Côn Sơn

1. Giới thiệu chung

Bể Nam Côn Sơn có diện tích gần 100.000km², nằm trong khoảng giữa 6°00' đến 9°45' vĩ độ Bắc và 106°00' đến 109°00' kinh độ Đông. Ranh giới phía Bắc của bể là đới nâng Côn Sơn, phía Tây và Nam là đới nâng Khorat - Natuna, phía Đông là bể Tư Chính - Vũng Mây và phía Đông Bắc là bể Phú Khánh. Độ sâu nước biển trong bể thay đổi rất lớn, từ vài chục mét ở phía Tây đến hơn một nghìn mét ở phía Đông.

Các thành tạo trầm tích đáy biển hiện đại được hình thành chủ yếu do tác động của dòng chảy thủy triều cũng như dòng đối lưu mà hướng và tốc độ của chúng phụ thuộc vào hai hệ gió mùa chính: hệ gió mùa Tây Nam từ cuối tháng 5 đến cuối tháng 9 và hệ gió mùa Đông Bắc từ đầu tháng 11 năm trước đến cuối tháng 3 năm sau. Cao triều trong kỳ nước cường khoảng 2 - 3,5m. Sóng biển trung bình trong năm là 0,8 - 1m, cao nhất trong những đợt gió mùa Đông - Bắc là 3 - 3,5m. Nhìn chung từ tháng 3 - 5 hàng năm là thời kỳ tốt nhất cho các hoạt động trên mặt biển.

Hoạt động tìm kiếm thăm dò dầu khí ở đây bắt đầu từ những năm 70 của thế kỷ XX. Đã có hơn 30 nhà thầu dầu

khí nước ngoài tiến hành khảo sát gần 80.000km tuyến địa chấn 2D và gần 7.000km² địa chấn 3D, khoan hơn 80 giếng khoan thăm dò, hàng chục giếng thăm lường và khai thác.

Chiều sâu của vỉa dầu khí trong trầm tích Đệ tam đạt gần 4.600m (GK 05-1b-TL-2X). Các phát hiện ở bể Nam Côn Sơn trong thời gian qua rất ít dầu, chủ yếu là khí và khí condensate. Chúng được phát hiện trong tất cả các đối tượng: móng nứt nẻ trước Đệ tam (mỏ Đại Hùng, các cấu tạo 04-A, Bồ Câu, Gấu Ong), cát kết tuổi Oligocen (các cấu tạo Dừa, Hải Thạch, Thanh Long, Nguyệt Thạch, Hướng Dương Bắc, Bồ Câu, 12-C), cát kết tuổi Miocen (các mỏ Đại Hùng, Rồng Đồi, Rồng Đồi Tây, Hải Thạch, các cấu tạo Kim Cương Tây, Mộc Tinh, Sông Tiền, Ngựa Bay, Hươu Trắng, Đại Bàng, 04-A, Thanh Long, Rồng Bay, Gấu Ong, Ngân Hà, Phi Mã, Cá Pecca Đông, Rồng Vĩ Đại, 12-C, Hải Âu), carbonate tuổi Miocen (các mỏ Đại Hùng, Lan Tây, Lan Đỏ, các cấu tạo Thanh Long, Đại Bàng, Mía, Bạc, Dừa, 04-A), cát kết tuổi Pliocen (mỏ Hải Thạch, các cấu tạo Mộc Tinh, Thanh Long, Kim Cương Tây).

Đến nay, các mỏ đã được phát triển đưa vào khai thác ở bể Nam Côn Sơn như: Đại Hùng, Lan Tây, Lan Đỏ, Rồng

Đôi, Rỗng Đôi Tây, Hải Thạch, Chim Sáo. Một số mỏ như: Cá Rồng Đỏ, Đại Nguyệt... đang được nghiên cứu phát triển để đưa vào khai thác trong thời gian tới. Ngoài ra còn một số phát hiện đang được thẩm lượng.

Để phục vụ công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí, việc phân tích và dự báo cổ địa hình bề mặt trầm tích tại từng thời kỳ địa chất, đặc biệt là vào thời kỳ diễn ra qua trình di cư và hình thành các tích tụ dầu/khí là một trong những yếu tố vô cùng quan trọng góp phần vào sự thành công của công tác khoan thăm dò và khai thác dầu khí. Trong bài viết này, nhóm tác giả chỉ tập trung phân tích, đánh giá về bất chỉnh hợp Miocen giữa khu vực phụ trũng Đông Bắc bể Nam Côn Sơn.

2. Đặc điểm địa tầng trầm tích

Đá móng trước Kainozoi gặp ở các giếng khoan của bể Nam Côn Sơn có thành phần không đồng nhất bao gồm các đá macma và biến chất như: granite diorite thạch anh, granodiorite và các đá biến chất tuổi Mezozoi [3].

Lát cắt trầm tích Kainozoi bể Nam Côn Sơn nói chung có mặt đầy đủ các phân vị địa tầng từ Paleogen đến Đệ tứ (Hình 1 và 2). Lịch sử phát triển địa chất bề ảnh hưởng trực tiếp tới môi trường lắng đọng trầm tích, quá trình sinh cũng như tiềm năng sinh dầu khí của các đối tượng triển vọng. Theo đặc điểm từng loại môi trường, kết hợp với các yếu tố chỉ thị môi trường theo kết quả khoan, có thể phân ra các đới môi trường tích tụ trầm tích vào từng thời từ đồng bằng châu thổ, đầm hồ tới biển nông và biển sâu (Hình 1). Ứng với mỗi loại môi trường sẽ là các loại đá mẹ với tiềm năng và chất lượng vật chất hữu cơ tương ứng.

2.1. Hệ Paleogen - Thống Oligocen - Hệ tầng Cau (E_3c)

Hệ tầng Cau đặc trưng bởi các trầm tích lục nguyên phủ bất chỉnh hợp lên đá móng trước Kainozoi không đồng nhất. Phần dưới cùng gặp nhiều cát kết từ hạt mịn đến thô, đôi khi rất thô hoặc sạn kết, cát kết chứa cuội, sạn và cuội kết (GK 21S: 3.920 - 3.925m; GK 06-HDB-1X: 3.848 - 3.851m), màu xám sáng, xám phớt nâu hoặc nâu đỏ, tím đỏ, phân lớp dày hoặc dạng khối, xen kẽ một khối lượng nhỏ các lớp bột kết hoặc sét màu xám tới xám tro, nâu đỏ, hồng đỏ (khoan 21S-1X) chứa các mảnh vụn than hoặc các lớp than (Hình 1 và 3). Tại một số giếng khoan đã phát hiện các lớp đá phun trào núi lửa [5, 6]: andesite, bazan (GK 12W-HH-1X và 12W-HA-1X, GK 11-1-CDP-1X, GK 12C-1X), diabas (20-PH-1X).

2.2. Thống Miocen - Phụ thống Miocen sớm - Hệ tầng Dừa ($N_1^1 d$)

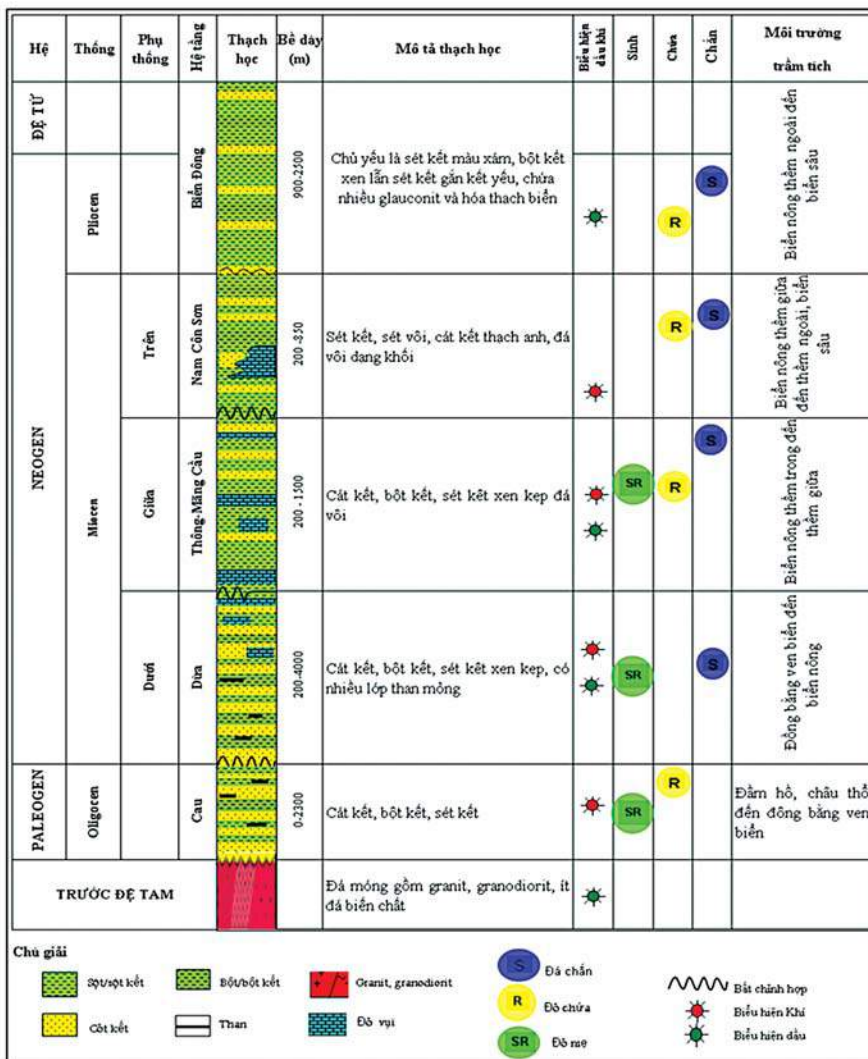
Trầm tích hệ tầng Dừa nằm bất chỉnh hợp lên hệ tầng Cau, phát triển rộng trong vùng. Trầm tích hệ tầng Dừa chủ yếu là cát kết, bột kết màu xám sáng, xám lục xen kẽ với sét kết màu xám, xám đen hoặc xám xanh, các lớp sét chứa vôi, các lớp sét giàu vật chất hữu cơ có chứa than mỏng. Đôi khi những lớp đá vôi mỏng chứa nhiều hạt vụn hoặc đá vôi màu trắng xen kẽ trong hệ tầng [1]. Tỷ lệ cát/sét trong toàn bộ lát cắt gần tương đương, tuy nhiên về phía Đông của bể (Lô 05, 06) tỷ lệ đá hạt mịn có xu hướng tăng dần lên. Ngược lại, tại phần rìa phía Tây của bể (Lô 10, 11-1, phần phía Tây Lô 11-2, 28, 29), tỷ lệ cát kết tăng hơn nhiều so với các đá hạt mịn và tại đó môi trường tam giác châu ảnh hưởng đáng kể. Nhìn chung, lát cắt trầm tích trong toàn khu vực có xu hướng mịn dần ở phía trên và tính biển cũng tăng lên rõ rệt từ phần rìa Bắc - Tây Bắc, Nam - Tây Nam vào trung tâm và về phía Đông của bể (Hình 1 và 3).

Cát kết chủ yếu có kích thước hạt nhỏ đến rất nhỏ trong phần lớn các lô trung tâm và phía Đông. Cát hạt nhỏ đến hạt trung, đôi khi hạt thô gặp khá phổ biến ở phần dưới trong các khoan phần Bắc - Tây Bắc, Tây - Tây Nam của bể (GK 11-CDP-1X, 11-CC-1X, 28-A-1X, 29-A-1X, 20-PH-1X, 21-S-1X...). Hạt vụn nhìn chung có độ lựa chọn mài tròn tốt, bán góc cạnh đến bán tròn cạnh.

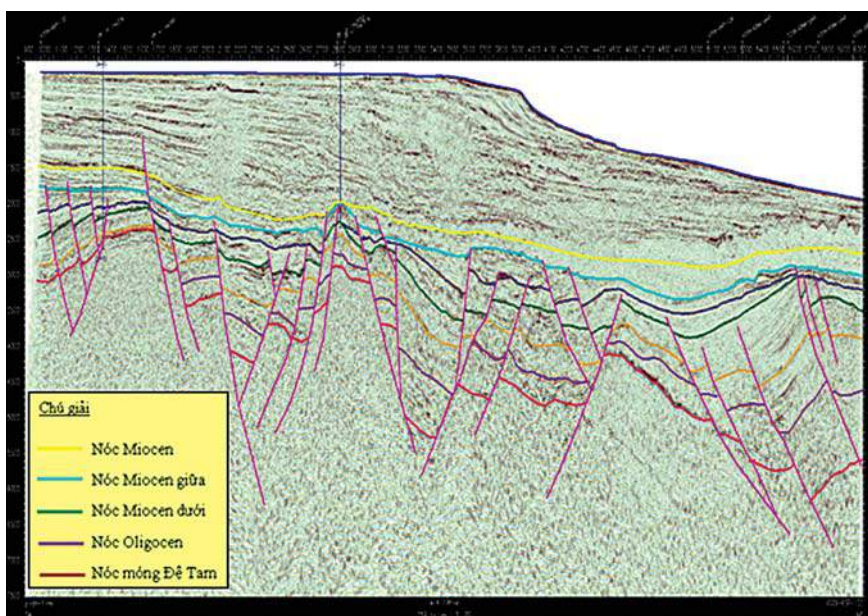
Môi trường trầm tích hệ tầng Dừa từ đồng bằng ven biển đến biển nông. Càng về phía Đông (Lô 04, 05-2, 05-3, 06-1, 06/94) tính chất biển càng tăng lên rõ rệt, tỷ lệ cát kết giảm dần, đá sét tăng lên, đá thường chứa phong phú hóa đá biển và glauconite. Khu vực phía Tây có xu hướng ngược lại, tại đây có thể gặp các trầm tích thuộc môi trường giữa tam giác châu (sông, đồng bằng châu thổ đến delta front) xen kẽ với môi trường biển nông [1].

2.3. Thống Miocen - Phụ thống Miocen giữa - Hệ tầng Thông - Mãng Cầu ($N_1^2 t-mc$)

Các thành tạo của hệ tầng này được phân ra làm 2 phần rõ rệt: Phần dưới gồm cát kết thạch anh, cát kết vôi xen kẽ các tập sét bột kết, cát kết hạt mịn tới trung, xi măng gắn kết là carbonate chứa glauconite. Phần trên gồm đá vôi màu xám sáng, xám, đôi chỗ nâu đỏ, dolomite hóa. Bề dày của tập đá vôi thay đổi từ 10 - 100m, xen kẽ với đá vôi là sét, bột kết bở r rời, cát kết hạt mịn, xi măng gắn kết là carbonate. Trầm tích lục nguyên, lục nguyên vôi phát triển mạnh dần về phía rìa Bắc (Lô 10, 11-1, 11-2) và phía Tây - Tây Nam (Lô 28, 29, 20, 21,



Hình 1. Cột địa tầng tổng hợp phía Đông bể Nam Côn Sơn



Hình 2. Mặt cắt thể hiện sự có mặt đầy đủ các phân vị địa tầng của bể Nam Côn Sơn [2]

22) của bể gồm chủ yếu cát bột kết và sét kết, sét vôi xen kẽ các thấu kính hoặc những lớp đá vôi mỏng (Hình 1, 3 và 4).

Môi trường trầm tích ở phía Tây chủ yếu là tam giác châu thổ đến đồng bằng, còn ở phía Đông chủ yếu là biển nông [2].

2.4. Thống Miocen - Phụ thống Miocen muộn - Hệ tầng Nam Côn Sơn (N³ncs)

Trầm tích của hệ tầng Nam Côn Sơn nằm bất chỉnh hợp lên hệ tầng Thông - Măng Cầu, phát triển rộng trong vùng, trầm tích hệ tầng Nam Côn Sơn có sự biến đổi tương mạnh mẽ giữa các khu vực khác nhau của bể. Ở rìa phía Bắc (Lô 10, 11-1) và phía Tây - Tây Nam (Lô 20, 21, 22, 28...) đá gồm chủ yếu là sét kết, sét vôi màu xám lục đến xám xanh, gắn kết yếu cùng các lớp cát bột kết chứa vôi, đôi khi gặp một số thấu kính hoặc những lớp đá vôi mỏng. Đá cát kết có độ hạt từ nhỏ đến trung gặp nhiều tại các giếng 10-BM-1X, 11-1-CC-1X, 20-PH-1X, độ lựa chọn và mài tròn tốt, chứa hóa đá động vật biển và glauconite được gắn kết trung bình bởi xi măng carbonate. Ở các lô phía trung tâm như khu vực mỏ Đại Hùng, Lô 04-3, Lô 12 mặt cắt gồm đá carbonate và đá lục nguyên xen kẽ khá rõ. Tại một số khu vực nâng cao về phía Đông - Đông Nam đá carbonate khá phổ biến. Bề dày trầm tích thay đổi từ 100 - 500m (Hình 1 và 3).

Hệ tầng Nam Côn Sơn khu vực phía Tây được hình thành trong môi trường biển nông thuộc đới thêm trong. Ở khu vực phía Đông của bể trầm tích được hình thành trong điều kiện đới thêm giữa đến thêm ngoài và biển sâu.

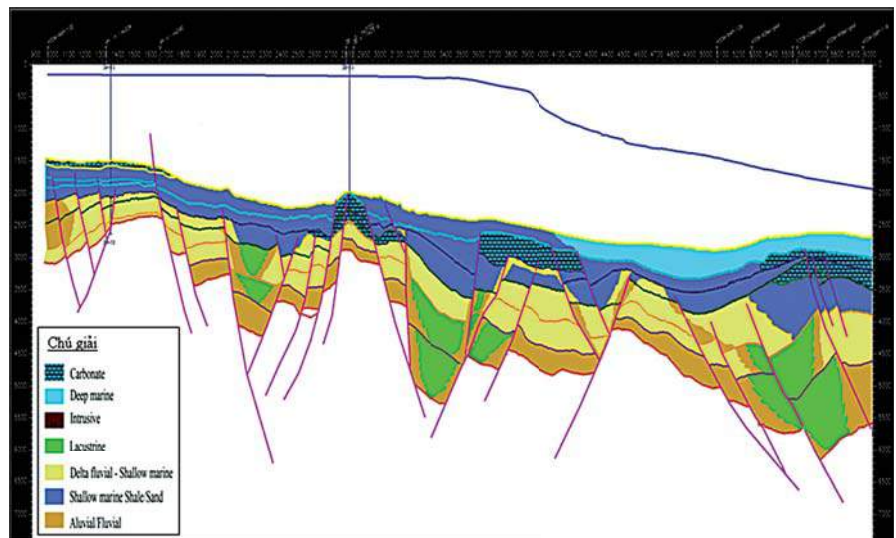
2.5. Thống Pliocen và hệ Đệ tứ - Hệ tầng Biển Đông (N₂-Q bđ)

Trầm tích hệ tầng biển Đông phát triển rộng khắp trên toàn khu vực và có bề dày rất lớn đặc biệt tại các lô thuộc phía Đông của bể (chiều dày > 1.500m). Đá của hệ tầng chủ yếu là sét/sét kết, sét vôi màu xám trắng, xám xanh đến xám lục bờ rời hoặc gắn kết yếu có chứa nhiều glauconite, pyrite và phong phú các hóa thạch biển. Phần dưới có xen kẽ các lớp mỏng cát/cát kết, bột hoặc cát chứa sét (khu vực Lô 10, 11-1 và 12). Tại khu vực nâng cao phía Đông của Lô 06, đá carbonate ám tiêu phát triển liên tục cho đến đáy biển hiện nay. Đá cát/cát kết xám trắng, hạt nhỏ đến mịn, độ lựa chọn mài tròn tốt, chứa nhiều foraminifera, glauconite, xi măng giàu carbonate và sét. Cát kết dạng turbidite được trầm đọng ở phần sườn của thềm lục địa đã được phát hiện ở giếng khoan 05-1b-TL-1X. Tại đây cát có độ rỗng khoảng 20% và có chứa dầu. Tập trầm tích hạt mịn thuộc hệ tầng Biển Đông được coi là tập có tiềm năng chắn dầu và khí trung bình tốt mang tính chất toàn khu vực.

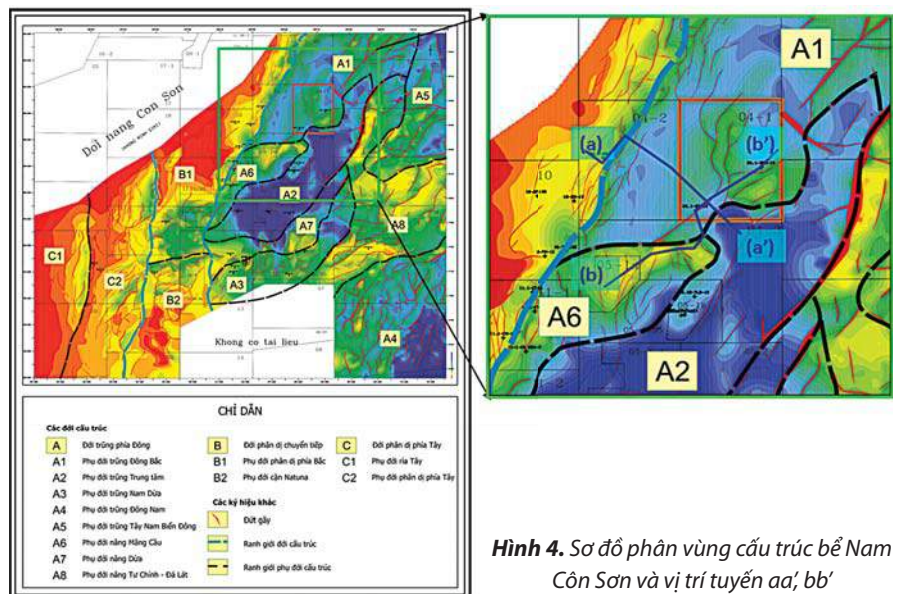
Hệ tầng Biển Đông tương ứng với các trầm tích thềm và đặc trưng bằng các pha sóng có phản xạ song song, độ liên tục kém đến trung bình, biên độ cao. Ở phần phía Đông quan sát thấy các tập nềm liên quan đến phát triển của trầm tích thềm ngoài, sườn thềm. Các trầm tích lần dần ra phía trung tâm Biển Đông. Sườn lục địa chuyển dần từ Tây sang Đông. Đặc điểm trầm tích và cổ sinh trong hệ tầng Biển Đông đã chỉ ra môi trường trầm tích là biển nông thềm trong ở phần phía Tây, thềm ngoài đến biển sâu chủ yếu ở phần phía Đông của bể.

3. Phân vùng kiến tạo

Bể Nam Côn Sơn có cấu trúc phức tạp do hoạt động đứt gãy đã tạo nên các khối nâng, sụt phân bố không theo quy luật đặc trưng. Dựa vào đặc điểm cấu trúc của móng có thể phân chia ra các đơn vị cấu trúc khác nhau (Hình 4).



Hình 3. Mặt cắt địa chất từ giếng khoan ĐH-1X, 04-3-ĐB-1X qua Đông Nam Lô 04-1



Hình 4. Sơ đồ phân vùng cấu trúc bể Nam Côn Sơn và vị trí tuyến aa', bb'

Vùng nghiên cứu tập trung chủ yếu ở phụ đới trũng Đông Bắc (A1).

- Đới phân dị phía Tây (C): phân bố ở các Lô 27, 28, 29, 19, 20, 21 và 22 với các trũng hẹp, sâu có các đứt gãy đi kèm với các cấu tạo lỗi theo phương á kinh tuyến. Đới phân dị này được phân tách với đới phân dị chuyển tiếp B bởi đứt gãy sông Đồng Nai. Trầm tích Kainozoi ở đây là các thành tạo lục nguyên có chiều dày thay đổi lớn, ở các trũng sâu chiều dày có thể đạt tới 5.000m. Đới này bị đứt gãy Sông Hậu phân chia thành 2 phụ đới C1 và C2 [3, 4].

+ Phụ đới rìa Tây (C1): Phát triển ở cánh Tây đứt gãy Sông Hậu, tiếp giáp trực tiếp với đới nâng Cà Mau - Natuna ở phía Tây, phương á kinh tuyến. Móng có địa hình ổn định và phát triển giống như một đơn nghiêng,

ngiên dẫn về phía Đông. Chiều dày trầm tích Kainozoi tối đa đạt 5.000m. Trong phạm vi các trũng hẹp sâu kể đứt gãy Sông Hậu đều tồn tại đầy đủ lát cắt trầm tích Kainozoi.

+ Phụ đới phân dị phía Tây (C2): Nằm giữa hai đứt gãy Sông Hậu và Sông Đồng Nai. Hoạt động đứt gãy ở đây thể hiện mạnh hơn ở phụ đới Rìa Tây. Ngoài các đứt gãy theo phương kinh tuyến chiếm ưu thế còn phát triển các hệ đứt gãy theo phương Đông Bắc - Tây Nam, Đông - Tây. Móng có địa hình phát triển phức tạp. Quá trình sụt lún - nâng mạnh mẽ. Phụ đới này gồm các trũng hẹp sâu và các dải nâng xen kẽ. Trũng sâu nhất tới 6.000m. Ở nửa phía Đông của phụ đới này có mặt đầy đủ trầm tích của phức hệ cấu trúc lớp phủ, ngoại trừ trên dải nâng các cấu tạo 28A, 29A ở cánh Đông đứt gãy Sông Hậu vắng mặt trầm tích Oligocen và Miocen dưới.

- Đới phân dị chuyển tiếp (B) nằm giữa đứt gãy sông Đồng Nai và đứt gãy Hồng Tây Măng Cầu. Có thể chia ra các phụ đới sau:

+ Phụ đới phân dị phía Bắc (B1) là một dải hẹp nằm ở phía Đông Nam đới nâng Côn Sơn, có dạng như một đơn nghiêng bị phức tạp bởi các đứt gãy tạo thành các khối nâng, sụt có xu thế sâu dần về phía Đông Nam (vùng trung tâm). Trầm tích Oligocen vát nhọn mỏng dần về phía đới nâng Côn Sơn.

+ Phụ đới cận Natuna (B2): Đặc trưng bởi cấu trúc dạng khối, chiều sâu của móng khoảng 5.000 - 5.500m. Tại đây phát triển hai hệ thống đứt gãy Bắc Nam và á Đông Tây. Trong phụ đới này đã phát hiện nhiều cấu trúc vòm kể đứt gãy (Hồng, Hồng Hạc, 12C) và khối đứt gãy (Hải Âu, Triển Triện).

- Đới trũng phía Đông (A) nằm tiếp giáp với đới phân dị chuyển tiếp B qua đứt gãy Hồng Tây Măng Cầu, gồm:

+ Phụ đới trũng Đông Bắc (A1) nằm ở phía Bắc đới nâng Măng Cầu phát triển dọc theo rìa phía Đông đới nâng Côn Sơn. Chiều dày trầm tích Kainozoi ở trung tâm trũng có thể đạt tới 10.000m.

+ Phụ đới trũng Trung tâm (A2) là phần lún chìm sâu nhất của bể ở phía Nam đới nâng Măng Cầu, có phương Đông Bắc - Tây Nam. Chiều dày trầm tích có thể trên 12.000m.

+ Phụ đới trũng Nam Dừa (A3) nằm ở phía Nam,

Bảng 1. Các sự kiện địa chất chính ở bể Nam Côn Sơn

Tập	Thời gian lắng đọng trầm tích (triệu năm trước)	Thời gian bào mòn/dừng trầm tích (triệu năm trước)
Pliocen - Đệ tứ	4 - 0	
Bright spot	5 - 4	
Miocen muộn	10 - 5,5	5,5 - 5,0
Miocen giữa	16 - 12,5	12,5 - 9,5
Miocen sớm	24 - 16	
Oligocen	35,5 - 25	25 - 24
Móng Đệ tam	Trước 35,5	

Đông Nam bể Nam Côn Sơn thuộc diện tích các Lô 06, 07 và 12-E. Ranh giới phía Tây là phụ đới cận Natuna, ranh giới phía Đông chưa xác định cụ thể, song có lẽ được lưu thông với trũng phía Tây bể Sarawak. Chiều sâu của móng thay đổi từ 4.000 - 6.000m.

+ Phụ đới nâng Măng Cầu (A6): Nằm giữa phụ đới trũng Đông Bắc và trũng trung tâm có phương kéo dài Đông Bắc - Tây Nam. Đới nâng này bị các đứt gãy phân cắt tạo thành các khối rất phức tạp. Móng trước Kainozoi đã phát hiện là granite và granodiorite. Dải nâng Đại Hùng - Măng Cầu phát triển chủ yếu ở các Lô 04-1, 04-3 một phần các Lô 05-1a, 10 và 11-1. Dải nâng này đóng vai trò như một dải nâng giữa trũng, ngăn cách giữa hai trũng lớn nhất ở bể Nam Côn Sơn là phụ đới trũng Đông Bắc và phụ đới trũng Trung tâm trong suốt quá trình phát triển địa chất từ Eocen (?) đến Miocen và Pliocen đến Đệ tứ. Tham gia vào quá trình lún chìm khu vực chung của bể là giai đoạn phát triển thêm lục địa hiện đại.

+ Phụ đới nâng Dừa (A7) nằm ở phía Tây Nam phụ đới trũng trung tâm thuộc Lô 12 và một phần Lô 05-2. Phía Đông Nam giáp với phụ đới trũng Nam Dừa. Chiều dày trầm tích từ 3.000 - 5.000m, bị phức tạp hóa bởi các đứt gãy phân cắt.

+ Phụ đới nâng Tư Chính - Đá Lát (A8) nằm ở phía Đông bể Nam Côn Sơn thuộc diện tích các Lô 132, 133, 134, 135 và 06/95. Phần lớn diện tích phụ đới thuộc Lô 133 và 134. Ranh giới phía Tây là phụ đới trũng Nam Dừa và phụ đới trũng Trung Tâm. Phía Đông Bắc là phụ đới trũng Tây Nam Biển Đông, phía Đông Nam là phụ đới trũng Đông Nam. Ranh giới phía Đông chưa xác định cụ thể.

4. Lịch sử phát triển địa chất bể Nam Côn Sơn

Quá trình hình thành, phát triển bể trầm tích Nam Côn Sơn liên quan chặt chẽ với các tiến trình địa chất của biển Đông. Vùng nghiên cứu nằm ở vị trí kiến tạo có tính chuyển tiếp từ miền nén ép - nâng tạo núi nội mảng

(mảng Âu Á, cụ thể là mảng Đông Dương) sang miền tách giãn sụt lún mạnh biển Đông Việt Nam, nơi có lớp vỏ lục địa bị hủy hoại mạnh đến đập vỡ hoàn toàn để hình thành lớp vỏ đại dương trẻ.

Theo nghiên cứu của Viện Dầu khí Việt Nam, lịch sử phát triển bể Nam Côn Sơn gắn liền với quá trình tách giãn Biển Đông. Hoạt động địa chất nơi đây khá phức tạp, được chia thành nhiều giai đoạn và mỗi giai đoạn lại có những hoạt động đặc trưng cho từng vùng/đơn vị cấu trúc khác nhau. Nhìn chung, lịch sử phát triển địa chất bể

Nam Côn Sơn có thể chia làm 3 giai đoạn chính: giai đoạn trước tách giãn (Pre-rift); giai đoạn đồng tách giãn (Syn-rift) và giai đoạn sau tách giãn (Post-rift) [1, 2, 5, 6, 7]. Các giai đoạn phát triển bề thể hiện khá rõ trên tài liệu địa chấn (Hình 5).

4.1. Giai đoạn trước tách giãn (Pre-rift): Paleocen - Eocen

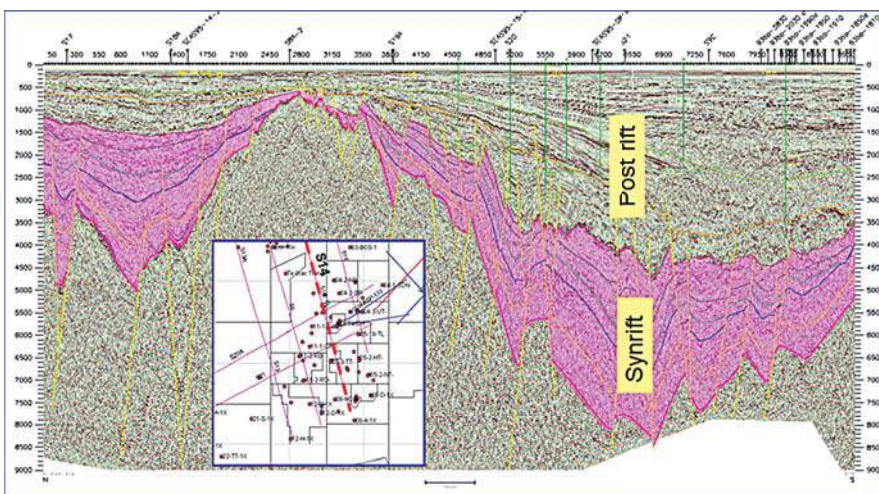
Suốt trong thời kỳ này chế độ kiến tạo toàn khu vực khá bình ổn, hầu như chỉ xảy ra quá trình bào mòn và san bằng địa hình. Có thể ở phần trung tâm của bể/phần sâu hiện nay có khả năng tồn tại trũng giữa núi, được lấp đầy các thành tạo molas, vụn núi lửa và các đá núi lửa có tuổi Eocen như đã gặp trên lục địa.

4.2. Giai đoạn đồng tách giãn (Syn-rift): Oligocen - Miocen sớm

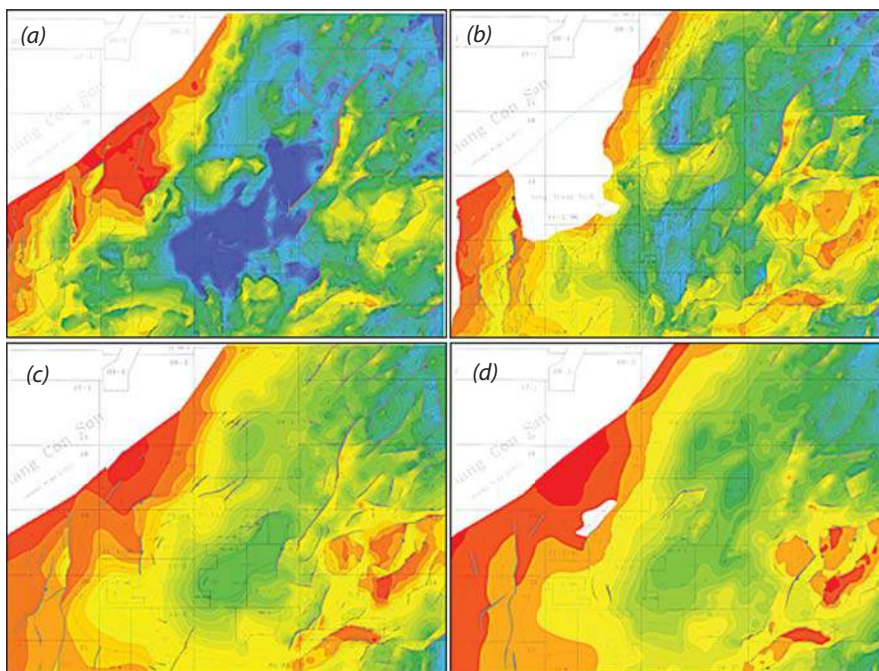
Đây là giai đoạn chính tạo bể, sự mở rộng của biển Đông về phía Đông cùng với hoạt động tích cực của hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam đã làm xuất hiện địa hào trung tâm của bể kéo dài theo hướng Đông Bắc - Tây Nam.

Lấp đầy các địa hào, bán địa hào là những thành tạo trầm tích vụn tương ẩm hồ lục địa chuyển dần sang các tướng châu thổ, vũng vịnh, bể dày đạt tới hàng nghìn mét. Dọc theo các đứt gãy xuất hiện hoạt động phun trào. Mặt cắt phần thấp của thời kỳ này ở phần Tây Nam bể gặp các thành tạo trầm tích núi lửa (GK 20 - PH - 1X, 22-TT-1X..), tuf và các thể xâm nhập nông kèm phun trào (diabaz và basal) được nhiều nhà địa chất liên hệ với các thành tạo liên quan và gắn liền với sự khởi đầu của quá trình tạo rift. Tuy nhiên, trong thời gian này, một số nơi trong bể vẫn tồn tại và tiếp tục duy trì, phát triển những khối nhô móng trước Kainozoi.

Như vậy, thời kỳ Paleogen là giai đoạn bắt đầu hình thành bể, tạo nên những địa hào, bán địa



Hình 5. Mặt cắt địa chấn tuyến S14 thể hiện các sự kiện địa chất chính của bể [2]



Hình 6. Bản đồ đẳng sâu các mặt phân xạ chính khu vực trung tâm và phía Đông bể Nam Côn Sơn: nóc tầng móng (a), nóc tầng Oligocen (b), nóc tầng Miocen dưới (c) và nóc tầng Miocen giữa (d)

hào được ngăn bởi những nhô cao của móng; chịu sự chi phối và khống chế của trường ứng suất tách giãn Bắc - Nam, mà trực tiếp là các đứt gãy sâu. Vì thế, các thành tạo Oligocen ở phía Tây bể mỏng, có chiều dày biến đổi mạnh theo bình đồ, cũng có khi vắng mặt ở phía Tây và dày tới hàng nghìn mét ở phía Đông. Các thành tạo trầm tích được hình thành trong giai đoạn này khá giàu vật chất hữu cơ, có vai trò tầng sinh dầu khí tốt của bể Nam Côn Sơn.

Gần cuối Oligocen bể bị nâng lên, biến cố này được ghi nhận bằng bất chỉnh hợp mang tính khu vực vào cuối Oligocen. Theo tài liệu hiện có bất chỉnh hợp này có tuổi từ 25 - 24 triệu năm trước. Sang đầu Miocen, toàn vùng bị hạ thấp dần, biển tiến theo hướng từ Đông Bắc - Tây Tây Nam, các thành tạo lục nguyên tương biến ven bờ và biển nông được bồi đắp, các thành tạo này được xếp vào hệ tầng Dừa. Giai đoạn này được xếp vào giai đoạn oằn võng mở rộng bể. Trong thời gian này một vài nơi trong phạm vi bể còn xuất hiện một pha tách giãn nhẹ theo hướng Tây Tây Bắc - Đông Đông Nam, song nhìn chung pha kiến sinh này không mạnh, không kéo dài và ổn định vào đầu Miocen giữa [2, 7].

Sự sụt lún do oằn võng đã mở rộng các vùng tích tụ bao trùm lên cả các Lô 04, 10, 11, 21... Như vậy, trầm tích Miocen dưới có diện phân bố khá rộng, thậm chí còn có mặt ngay cả trên một số khu vực như Đại Hùng, Thiên Ưng - Mãng Cầu và Sông Đồng Nai (Hình 6).

4.3. Giai đoạn sau tách giãn (Post-rift): Miocen giữa - Đệ tứ

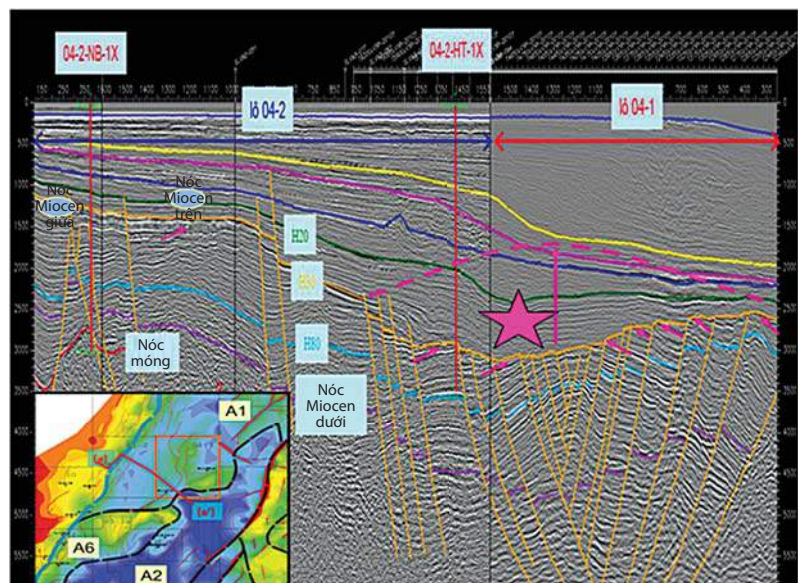
Theo bộ bản đồ cấu trúc tại các mặt phẳng địa chấn chính khu vực trung tâm và phía Đông bể Nam Côn Sơn (Hình 6 và 7), một số ý kiến cho rằng hầu hết các cấu tạo khu vực phụ trũng Đông Bắc phát triển theo phương hệ thống đứt gãy hướng Đông Bắc - Tây Nam và có xu thế kế thừa từ Miocen dưới đến Miocen trên. Gần đây, khu vực Đông bể Nam Côn Sơn nói chung và phụ trũng Đông Bắc nói riêng được quan tâm nghiên cứu nhiều hơn, tài liệu địa chấn 3D đã phủ khá nhiều. Kết quả minh giải tài liệu địa chấn 3D cho thấy về cơ bản vị trí các cấu tạo vẫn tồn tại như kết quả minh giải địa chấn 2D. Tuy nhiên, do chất lượng tài liệu địa chấn 3D tốt hơn, mật độ nghiên cứu chi tiết hơn nên một số cấu tạo lớn trước đây được chính xác hóa, chia nhỏ thành nhiều vòm nâng riêng biệt kể áp đứt gãy. Phần

lớn cấu tạo ở phụ trũng Đông Bắc phát triển theo hướng Đông Bắc - Tây Nam [7, 9].

Trên cơ sở tài liệu mới, nhóm tác giả tập trung đánh giá bất chỉnh hợp Miocen giữa trên 2 tuyến địa chấn cắt ngang và dọc khu vực phụ trũng Đông Bắc (tuyến aa' và bb' trên Hình 4). Kết quả ban đầu cho thấy về cơ bản vẫn có sự kế thừa địa hình cổ nhưng giai đoạn cuối Miocen giữa - đầu Miocen muộn tính kế thừa lại thể hiện một chút khác biệt. Sự khác biệt này chính là cơ sở quan trọng cho biện luận dữ liệu đầu vào của mô hình địa hóa đá mẹ.

Quan sát trên tài liệu địa chấn, trong Miocen giữa tới đầu Miocen muộn, khu vực phía Đông bể đã xuất hiện các biểu hiện của chuyển động nâng - nghịch đảo. Có thể, các dấu hiệu này xuất hiện từ giữa Miocen giữa, điều này được minh chứng bởi sự gián đoạn trầm tích khá rõ và hình thành một số cấu tạo địa phương. Do các chuyển động nghịch đảo, đặc biệt ở phía Bắc bể mà khối nâng Mãng Cầu và nâng Côn Sơn kéo dài về phía Đông, Đông Bắc (khu vực Lô 04) ngăn cách hẳn phụ đới trũng Đông Bắc với phụ đới trũng Trung tâm. Một số cấu tạo ở Lô 11 cũng được hình thành vào giai đoạn này. Sau này (trong Miocen muộn), chúng mới phát triển những cấu tạo kế thừa (như ở đới nâng Mãng Cầu).

Vận động nâng ngày càng mạnh (vào cuối Miocen giữa) tạo nên mặt bất chỉnh hợp góc giữa Miocen giữa với Miocen trên, trên đỉnh một số cấu tạo xảy ra bóc mòn xâm thực mạnh, có nơi chiều dày bóc mòn tới hàng nghìn mét. Thời gian diễn ra bóc mòn khoảng 2 - 3 triệu năm. Phần lớn các đứt gãy ngưng nghỉ vào đầu Miocen muộn - giai đoạn bắt đầu hình thành tập trầm tích tuổi Miocen muộn.



Hình 7. Mặt cắt aa' thể hiện bất chỉnh hợp Miocen giữa và các dấu hiệu nghịch đảo

Điều này thể hiện khá rõ trên tuyến cắt ngang hướng cấu trúc từ Lô 04-2 sang Lô 04-1 (Hình 7).

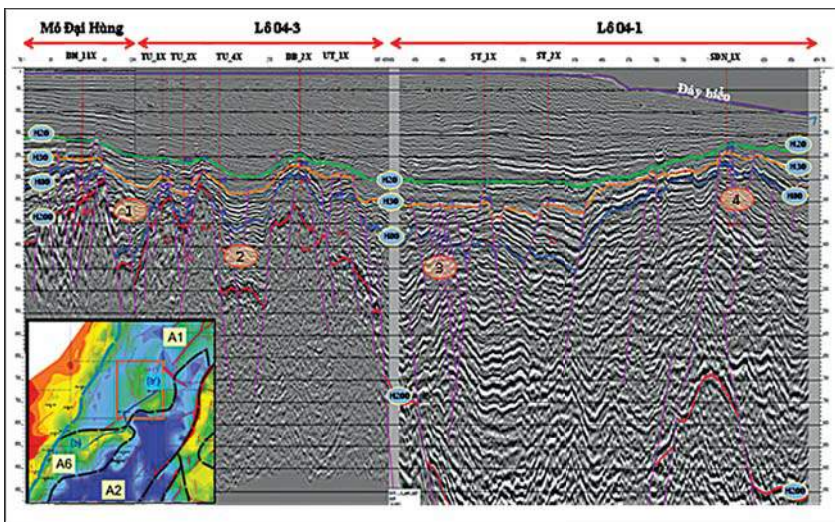
Tại tuyến aa' có thể thấy cuối Miocen sớm không quan sát được sự bào mòn trầm tích; vào thời Miocen sớm, có thể địa hình nghiêng về phía phải mặt cắt và tập trên của Miocen dưới dày dần về phía bên phải (và rất có thể đầu Miocen giữa địa hình này vẫn được duy trì). Khu vực Lô 04-2, bất chỉnh hợp Miocen giữa thể hiện sự bào mòn không mạnh nhưng tới ranh giới Lô 04-2 với Lô 04-1, đặc biệt trong Lô 04-1 thì sự bào mòn cắt cụt trầm tích tuổi Miocen giữa thể hiện rất rõ qua những dấu hiệu “chống nóc” (Hình 7). Ở vị trí ngôi sao màu hồng tại bất chỉnh hợp Miocen giữa quan sát được hiện tượng “chống nóc” ngược chiều về hai phía của ngôi sao. Như vậy, có thể hiểu vào thời kỳ diễn ra hoạt động bào mòn trầm tích Miocen giữa, khu vực này bị nâng cao, sau đó có sự “sụt” và ép ngang từ phía phải mặt cắt tạo ra một loạt đứt gãy sinh kèm và bề mặt bất chỉnh hợp Miocen giữa như hiện tại. Sự thay đổi chiều dày lớp phủ trầm tích Miocen muộn (và trẻ

hơn) khẳng định địa hình này của ranh giới bất chỉnh hợp Miocen giữa và được duy trì tới hiện tại (Hình 7).

Tuyến bb' theo dải nâng Đại Hùng - Thiên Ứng - Mãng Cầu cắt từ khu vực Đại Hùng qua Lô 04-3 tới Lô 04-1 nhằm đánh giá mức độ kế thừa địa hình của thành tạo Miocen giữa (Hình 8). Vị trí số 1, 2, 3, 4 là những khu vực đại diện thể hiện sự thay đổi tính kế thừa địa hình cũng như sự phức tạp của hoạt động nghịch đảo thời kỳ cuối Miocen giữa. Tại vị trí số 1 và 2, thành tạo Miocen dưới và giữa lấp đầy các địa hào khu vực Đại Hùng, Thiên Ứng và Đại Bàng. Có thể vào cuối Miocen giữa, các địa hào này tiếp tục sụt đồng thời chịu tác động ép từ phía phải mặt cắt tạo nên hình ảnh “uốn nhẹ” của các thành tạo trong trùng hợp, địa hình này vẫn còn tới hiện tại (Hình 8 và 9). Tuy nhiên khối nâng Đại Bàng dường như xuất hiện từ cuối Miocen sớm (?) và duy trì tới hiện tại. Hầu hết đứt gãy dừng ở ranh giới bất chỉnh hợp Miocen giữa; riêng khu vực Đại Hùng, đứt gãy cắt lên tận phần dưới Pliocen [4]. Sự thay đổi môi trường theo chiều ngang thể hiện qua kết quả nghiên cứu cổ sinh tại các giếng khoan Lô 04-1 [8] (Bảng 2).

Tại vị trí số 3 (Hình 8) và ảnh 3 (Hình 9) quan sát được hiện tượng “chống nóc” ngược chiều và “sụt” tương tự trên tuyến aa' nhưng mức độ cắt cụt và hiện tượng chống nóc ngược chiều không rõ bằng tuyến aa' do tuyến cắt không vuông góc với hướng cấu trúc.

Vị trí số 4 (Hình 8 và 9) cho thấy khi vị trí số 3 bị nâng lên, trầm tích Miocen giữa bị bào mòn cắt cụt thì vị trí số 4 là cánh của khối nâng tại vị trí số 3 nên bị cắt cụt ít hơn. Sau khi bị bào mòn cắt



Hình 8. Mặt cắt địa chấn tuyến bb' bể Nam Côn Sơn

Bảng 2. Đánh giá môi trường trầm tích Lô 04-1 theo tài liệu cổ sinh [8]

Tầng	ST-1X		ST-2X		SDN-1RX	
	Độ sâu	Môi trường	Độ sâu	Môi trường	Độ sâu	Môi trường
Pliocen muộn	Đến 1.085m	Biển nông thềm giữa đến ngoài	2.200 - 2.360m	Biển nông thềm ngoài, phần trên biển sâu	1.310 - 1.660m	Thềm ngoài đến biển sâu
Pliocen sớm	1.085 - 2.448m	Biển nông thềm giữa đến ngoài, phần trên biển sâu	2.360 - 2.530m	Biển nông thềm ngoài, phần trên biển sâu	1.660 - 1.790m	Thềm ngoài đến biển sâu
Miocen muộn	2.448 - 2.952m	Biển nông thềm ngoài	2.530 - 3.030m	Biển nông thềm ngoài, phần trên biển sâu	1.790 - 1.890m	Thềm ngoài. Phần trên biển sâu
Miocen giữa	2.952 - 3.885m	Biển nông thềm giữa đến ngoài	3.030 - 3.795m	Biển nông giữa đến ngoài thềm	2.900m	Thềm trong đến thềm giữa
					2.900 - 3.500m	Chuyển tiếp
					3.530m	Hồ nước ngọt

cụt, vị trí số 3 bị “sụt” xuống thì vị trí số 4 (khối nâng Sông Đồng Nai) vẫn tiếp tục nâng lên và bị bào mòn. Kết quả, trầm tích Miocen giữa khu vực nâng Sông Đồng Nai còn rất mỏng. Như vậy trầm tích Miocen giữa hiện tại trên cấu tạo Sông Đồng Nai có thể tương đồng với phần dưới lát cắt trầm tích Miocen giữa tại khu vực số 3.

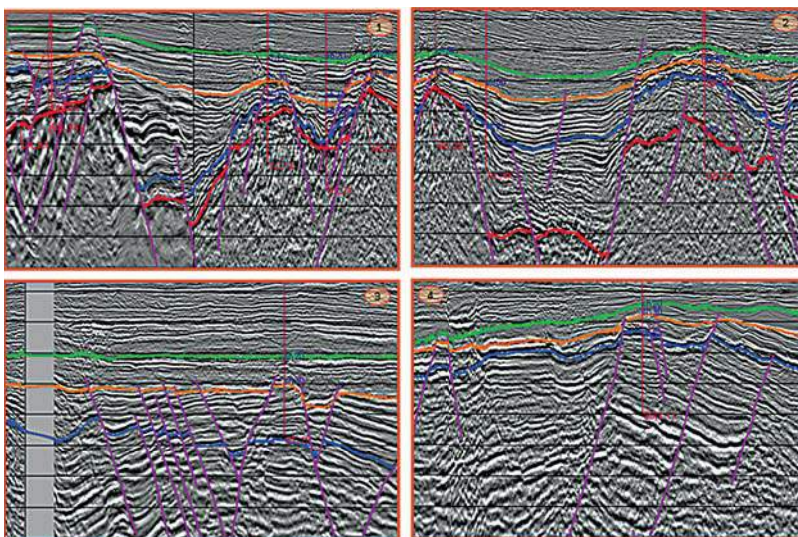
Những đánh giá trên về quá trình “vận động” của thành tạo Miocen giữa sẽ rất có ích cho việc lập dữ liệu địa chất và đá mẹ phục vụ xây dựng mô hình địa hóa đá mẹ khu vực phụ đới trung Đông Bắc bể Nam Côn Sơn; đồng thời đánh giá ảnh hưởng của chúng đến quá trình sinh, di cư và bảo tồn các tích tụ hydrocarbon tại các cấu tạo khu vực này.

Đầu Miocen muộn, biển tiến vào từ hướng Đông đã hình thành các tập trầm tích biển tiến kể gổ trên mặt bào mòn cuối Miocen giữa. Một số khối nâng địa phương (các

cấu tạo) trong bể Nam Côn Sơn vẫn còn chìm ngập dưới biển, nhưng có đỉnh nhô cao gần tới mặt nước (khoảng 25 - 75m nước) là môi trường thuận lợi cho sự phát triển các ám tiêu san hô; còn ở rìa của các cấu tạo này là các hố sụt biển nông, nơi nào sâu hơn 75m nước thuận lợi cho môi trường trầm tích biển nông trong đó có carbonate nền thuộc hệ tầng Nam Côn Sơn [2].

Trong giai đoạn này, chế độ kiến tạo nhìn chung khá ổn định so với giai đoạn trước. Tuy nhiên, ở một số nơi vẫn có sự nâng lên bào mòn (khu vực các Lô 04, 05). Các đứt gãy đều kết thúc hoạt động muộn nhất là vào cuối Miocen. Đây là giai đoạn biển mở - phát triển thêm lục địa không chỉ ở bể Nam Côn Sơn, mà còn ở nhiều bể Kainozoi khác trong toàn vùng. Biển tiến ồ ạt phủ ngập các đới nâng Côn Sơn, Khorat - Natuna, bình đồ cấu trúc của bể không còn mang tính kế thừa của giai đoạn trước, chúng có xu hướng nghiêng dần về phía biển Đông, các

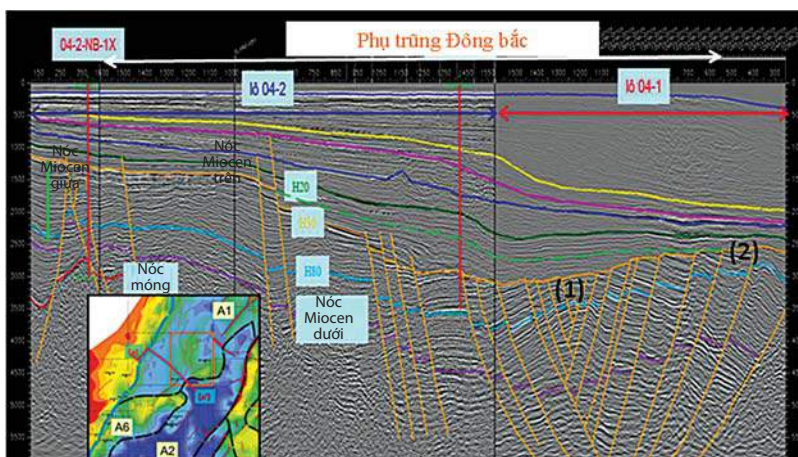
thành tạo tương biển được lắng đọng và được xếp vào hệ tầng Biển Đông. Các tập cát xen sét dạng nềm lấn môi trường biển nông - biển sâu, có chứa dầu khí đã được lắng đọng trên một số cấu tạo trong bể. Dấu vết của các slop cổ trên tài liệu địa chấn khá phù hợp với kết quả nghiên cứu môi trường trầm tích (Bảng 2). Bình đồ cấu trúc trong Pliocen - Đệ tứ không còn mang tính kế thừa của các giai đoạn trước, ranh giới giữa các trũng/bể trong khu vực gần như được đồng nhất trong phòng chung khu vực - phát triển thêm lục địa.



Hình 9. Trích mặt cắt tuyến bb' - Tính kế thừa địa hình thời Miocen giữa thay đổi mạnh theo chiều ngang

4.4. Mặt cắt khôi phục thể hiện lịch sử phát triển địa chất thời Miocen đến hiện tại

Từ Miocen sớm, biển tiến từ phía Bắc Đông Bắc bể Nam Côn Sơn. Các thành tạo Miocen dưới khu vực phụ đới trung Đông Bắc được hình thành trong môi trường từ lục địa ở phía Tây đến hồ nước ngọt và chuyển tiếp ở phía Đông. Cuối Miocen sớm - đầu Miocen giữa, bề mặt trầm tích có xu hướng nghiêng dần về phía Đông, khu vực khối nâng Sông Đồng Nai phân bố trong vùng môi trường thềm giữa, độ sâu nước biển khoảng 70 - 100m rất thuận lợi cho các thành tạo carbonate phát triển. Thời kỳ này được ghi nhận bởi tập carbonate phủ trực tiếp lên tầng Miocen dưới (ranh giới H80 - nóc Miocen dưới,

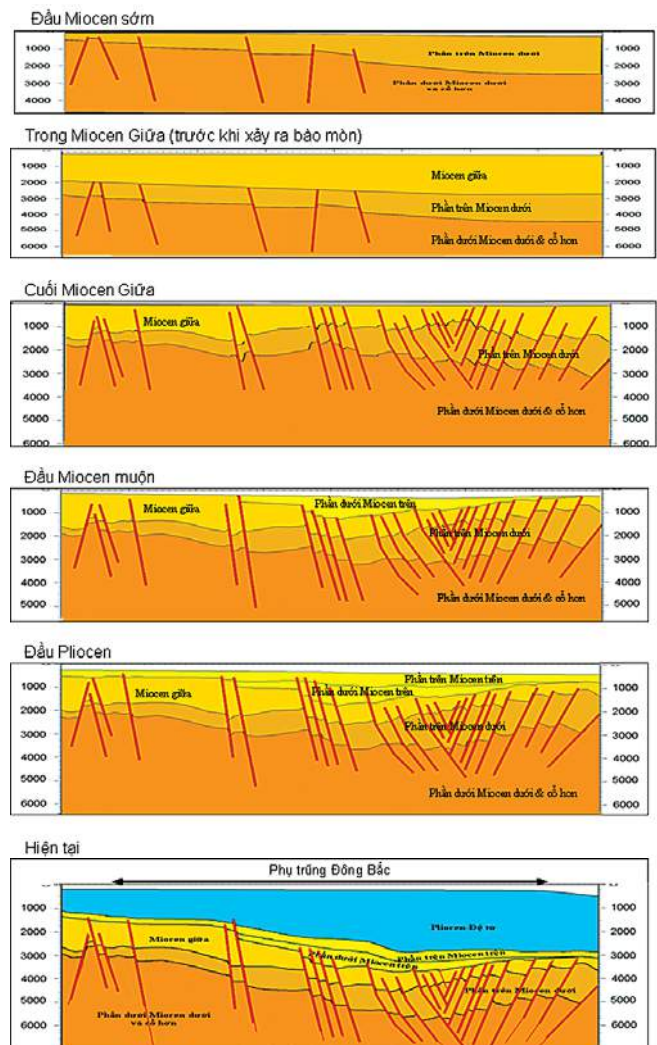


Hình 10. Mặt cắt tuyến aa' thể hiện quá trình vận động của thành tạo Miocen giữa

ranh giới địa chấn H76 chính là nóc carbonate trong vùng nghiên cứu). Các thành tạo Miocen giữa ở phía Tây hình thành trong điều kiện lục địa đến chuyển tiếp, phía Đông được hình thành chủ yếu trong điều kiện môi trường thềm giữa đến thềm ngoài, phần dưới tập được hình thành trong điều kiện môi trường đầm hồ, chuyển tiếp đến thềm trong (Bảng 2).

Để minh họa quá trình vận động của thành tạo Miocen giữa khu vực phụ đới trung Đông Bắc, nhóm tác giả chọn mặt cắt aa' cắt ngang hướng cấu trúc, từ Lô 04-2 sang Lô 04-1. Tuy nhiên, theo các nhà địa vật lý do tài liệu địa chấn không rõ nên ranh giới nóc Oligocen và nóc móng Đệ tam khu vực phụ đới trung Đông Bắc không minh giải được. Trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ tập trung phân tích, khôi phục quá trình chôn vùi trầm tích từ Miocen giữa đến hiện tại (Hình 10). Tại vị trí số (1) và số (2) trên Hình 10 có lịch sử chôn vùi trầm tích Miocen khác biệt nhau nên nhóm tác giả sẽ tập trung nhiều hơn vào 2 vị trí trên.

Trên mặt cắt địa chấn tuyến aa', vào thời kỳ Miocen sớm có thể địa hình nghiêng về phía phải mặt cắt và tập trên của Miocen dưới (nằm giữa ranh giới nóc Miocen dưới - H80 và Intra Lower Miocen) dày dần về phía bên phải (rất có thể vào Miocen giữa địa hình này vẫn được duy trì). Khu vực Lô 04-2, bất chỉnh hợp Miocen giữa thể hiện sự bào mòn không mạnh nhưng tới ranh giới giữa Lô 04-2 với Lô 04-1 và đặc biệt tại vị trí (1) trong Lô 04-1 sự bào mòn cắt cụt trầm tích tuổi Miocen giữa thể hiện rất rõ qua những dấu hiệu chống nóc ngược chiều về hai phía. Như vậy, có thể hiểu vào thời kỳ bắt đầu diễn ra hoạt động bào mòn trầm tích Miocen giữa, khu vực (1) bị nâng cao thành vòm nâng, trầm tích Miocen giữa bị bào mòn cắt cụt mạnh về hai phía của vòm nâng, đồng thời tầng trầm tích Miocen giữa và cổ hơn bị ép ngang từ phía phải mặt cắt tạo ra một loạt đứt gãy sinh kèm (vị trí số 1 và 2 (Hình 8), số 1 (Hình 10)). Sau đó vị trí (1) bị sụt trong khi khu vực (2) vẫn nhô cao, trầm tích Miocen giữa trên vòm nâng tiếp tục bị bào mòn và cung cấp vật liệu cho các thành tạo phần dưới tầng Miocen trên (tập nằm dưới đường màu lá mạ) lấp đầy trung (1). Có nơi tổng chiều dày bóc mòn tới hàng nghìn mét, kết quả là có được bề mặt bất chỉnh hợp Miocen giữa như hiện tại. Sự thay đổi chiều dày lớp phủ trầm tích Miocen trên (và trẻ hơn) tại vị trí này góp phần khẳng định địa hình của ranh giới bất chỉnh hợp Miocen giữa tại đây được duy trì tới hiện tại (Hình 10). Thời gian diễn ra bóc mòn tại bề mặt bất chỉnh hợp Miocen giữa khoảng 3 triệu năm. Phần lớn các đứt gãy ngưng nghỉ vào đầu Miocen muộn - giai đoạn bắt đầu hình thành tập trầm tích tuổi Miocen muộn (hay chính xác hơn là hầu hết đứt



Hình 11. Sơ đồ khôi phục mặt cắt tuyến aa'

gãy dừng ở ranh giới bất chỉnh hợp Miocen giữa). Điều đó cho thấy từ Miocen muộn tới hiện tại vùng nghiên cứu lún chìm khá ổn định, hầu hết trầm tích khu vực xung quanh tuyến aa' được hình thành trong điều kiện thềm giữa đến biển sâu. Quá trình vận động của thành tạo Miocen khu vực phụ đới trung Đông Bắc bể Nam Côn Sơn được khái quát trên Hình 11.

5. Kết luận

Nghiên cứu bất chỉnh hợp Miocen giữa khu vực phụ đới trung Đông Bắc bể Nam Côn Sơn trên cơ sở kết quả minh giải tài liệu địa chấn mới có kiểm tra bằng một số kết quả phân tích mẫu địa hóa, thạch học, cổ sinh ở khu vực phụ đới trung Đông Bắc bể Nam Côn Sơn cho thấy:

- Vào gần cuối Miocen giữa khi hoạt động nghịch đảo diễn ra, địa hình bề mặt trầm tích thay đổi rất mạnh, nhiều nơi khác hẳn với bản đồ cấu trúc nóc Miocen giữa hiện tại. Chỉ trên diện hẹp (Lô 04-1) đã thấy vào cuối Miocen giữa

trong giai đoạn nâng lên bào mòn trầm tích, vận động địa chất ở khu vực cấu tạo Sông Tiền (giếng ST-1X) và cấu tạo Sông Đồng Nai (giếng SDN-1RX) đã có sự khác biệt;

- Tính kế thừa địa hình của các thành tạo Miocen giữa cũng thay đổi mạnh theo chiều ngang, khu vực Đại Hùng, Thiên Ứng, Đại Bàng quan sát được các địa hào được lấp đầy bởi các thành tạo Miocen dưới và giữa trong khi khu vực cấu tạo Sông Tiền và Sông Đồng Nai lại không quan sát được hình ảnh kế thừa đó;

- Địa hình bề mặt trầm tích cổ và sự thay đổi mức độ kế thừa địa hình theo chiều ngang vùng nghiên cứu là một trong những cơ sở quan trọng để biện luận và lập dữ liệu đầu vào về địa chất và địa hóa cho mô hình địa hóa đá mẹ phục vụ công tác khoan dầu khí. Vấn đề này sẽ được đề cập tiếp trong nghiên cứu tiếp theo về mô hình địa hóa đá mẹ khu vực phụ đới trũng Đông Bắc bể Nam Côn Sơn.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Dậu và nnk. *Mô hình địa hóa bề trầm tích Nam Côn Sơn*. Báo cáo kết quả nghiên cứu Đề tài cấp Ngành. 2000.
2. Nguyễn Thị Dậu và nnk. *Kết quả liên kết dầu - đá mẹ bể Nam Côn Sơn*. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học

và Công nghệ Quốc tế "Dầu khí Việt Nam 2010 - Tăng tốc phát triển". 9/2010; 1; trang 341 - 358.

3. Nguyễn Giao và nnk. *Chính xác hóa cấu trúc địa chất, đánh giá tiềm năng và đề xuất phương hướng tìm kiếm thăm dò dầu khí ở bể Nam Côn Sơn*. Báo cáo kết quả nghiên cứu Đề tài cấp Ngành. 1990.
4. Nguyễn Du Hưng và nnk. *Báo cáo tính trữ lượng mỏ Đại Hùng*. Trung tâm Lưu trữ Dầu khí (PAC). 2005.
5. Nguyễn Trọng Tín và nnk. *Chính xác hóa cấu trúc địa chất và trữ lượng dầu khí phần phía Đông bể Cửu Long và Nam Côn Sơn*. Báo cáo kết quả nghiên cứu Đề tài cấp Ngành. 1995.
6. Nguyễn Trọng Tín và nnk. *Đánh giá tiềm năng và trữ lượng dầu khí bể trầm tích Nam Côn Sơn trên cơ sở tài liệu đến 12/2003*. Báo cáo kết quả nghiên cứu Đề tài cấp Ngành. 2005.
7. British Gas Vietnam. *Well 04.1-ST-1X final well report*. 1994.
8. VPI-Labs. *Nghiên cứu cổ địa lý tương đá Lô 04-1*. 2012.
9. VPI-Labs. *Phân tích cổ sinh địa tầng giếng khoan 04-1-ST-2X*. 2012.

Evaluating the evolution of middle Miocene stratum in the North Eastern sub-trough, Nam Con Son basin to establish the input data for geochemical model

Nguyen Thi Dau¹, Phan My Linh², Phan Van Thang²

¹Vietnam Petroleum Association

²Vietnam Petroleum Institute

Summary

Petroleum exploration was carried out very early in the Nam Con Son basin and at present, a lot of gas fields have been developed such as Dai Hung, Rong Doi, Hai Thach, Moc Tinh, and Lan Tay. It is said that most structures in the North Eastern sub-trough were influenced by the North Eastern - South Western fault systems and inherited their trends from Early Miocene to Late Miocene. Paleotopography and paleoenvironment, especially at oil/gas migration and accumulation periods, are important factors contributing to the success of oil/gas exploration and production. In this article, the authors focus on analysis and evaluation of the Middle Miocene unconformity in the North Eastern sub-trough, Nam Con Son basin. The results obtained by the authors on the basis of new seismic data interpretation and other studies indicate:

- **The inversion in the Late of Middle Miocene resulted in a strong change of topography, with some areas being greatly different from the structural map of top Middle Miocene at present;**
- **The areal changes of inherited topography of Middle Miocene and Early Miocene are very strong;**
- **The paleotopography and the horizontal changes of topographic inheritance of the study area are important information for establishment of inputs for geochemical modeling.**

Key words: Middle Miocene unconformity, North Eastern sub-trough, Nam Con Son basin,