ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT BỂ NAM CÔN SƠN TRÊN CƠ SỞ KẾT QUẢ MINH GIẢI TÀI LIỆU ĐỊA CHẤN

TS. Lê Chi Mai[1], KS. Nguyễn Hữu Quỳnh[1]
KS. Nguyễn Văn Linh[1], KS. Võ Thị Bích Ngọc[1]
PGS.TS. Nguyễn Văn Vượng[2]
[1]Viện Dầu khí Việt Nam
[2]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt

Bể Nam Côn Sơn nằm ở nơi gần như giao thoa giữa hai chế độ kiến tạo, phía Tây chịu ảnh hưởng của chế độ kiến tạo trượt bằng, phía Đông chịu ảnh hưởng của chế độ kiến tạo trong quá trình tách giãn Biển Đông. Do đó, bể có cấu trúc địa chất phức tạp và các hệ thống đứt gãy đa phương. Bài báo giới thiệu sự khác nhau giữa đặc điểm cấu trúc, lịch sử phát triển phía Đông và phía Tây bể. Kết quả minh giải cho thấy giai đoạn tạo rift phía Tây bể Nam Côn Sơn xảy ra chủ yếu vào giai đoạn Eocen(?) - Oligocen; phía Đông bể, pha rift 1 xảy ra cùng thời gian với phía Tây bể còn pha rift 2 xảy ra vào giai đoạn Miocen trung. Sự khác biệt này dẫn tới sự tồn tại của 3 hệ thống đứt gãy chính phương Bắc - Nam, Đông Bắc - Tây Nam và Đông - Tây đã hạn chế sự hình thành và phát triển của bể Nam Côn Sơn.

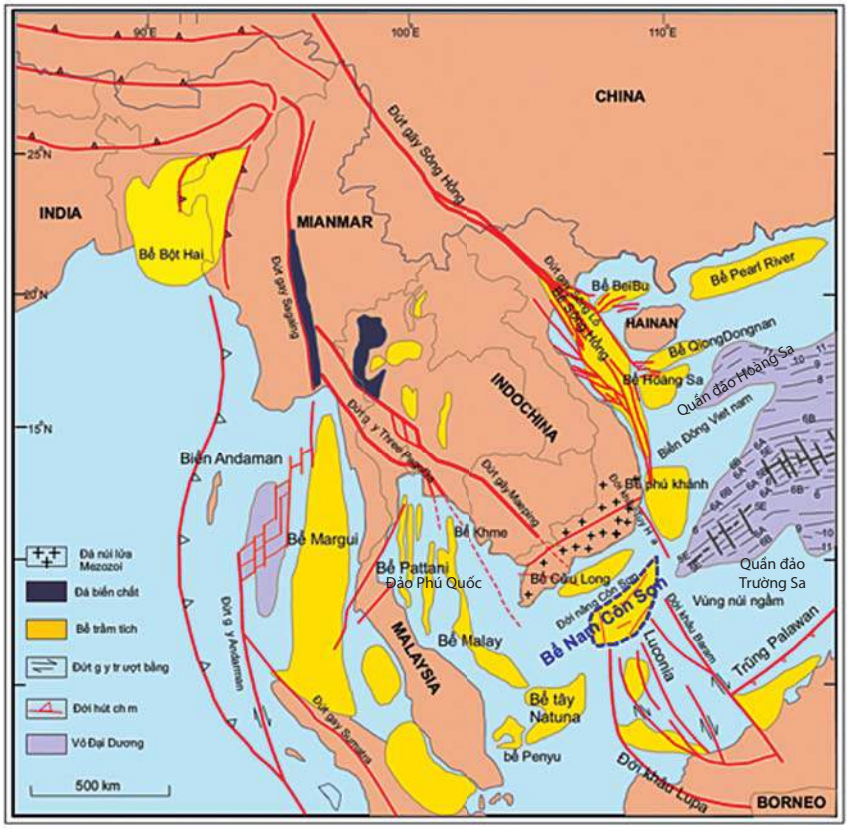
1. Giới thiệu

Bể Nam Côn Sơn có diện tích gần 100.000km^2, nằm trong khoảng giữa 6^o đến 9^{o}45' vĩ độ Bắc và 106^o đến 109^o kinh độ Đông. Phía Đông Bắc bể được giới hạn bởi đới trượt Tuy Hòa, phía Tây Bắc là đới nâng Côn Sơn, phía Tây Nam là đới nâng Khorat-Natuna, phía Đông là khu vực Tư Chính - Vũng Mây (Hình 1). Độ sâu nước biển của bể thay đổi rất lớn, từ vài chục mét ở phía Tây đến hơn một nghìn mét ở phía Đông (Hình 2).

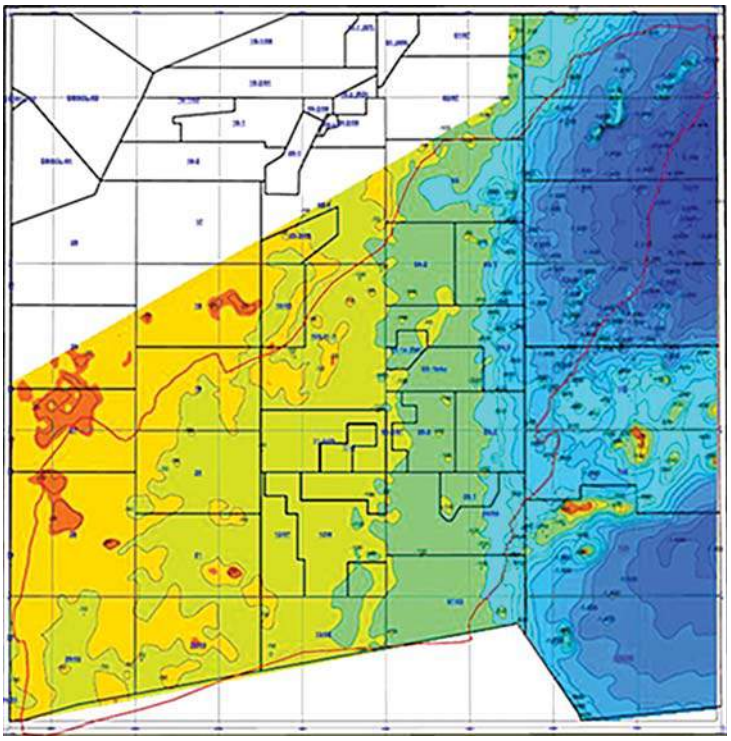
2. Kết quả minh giải tài liệu địa chấn và xây dựng bản đồ

Bài báo sử dụng kết quả minh giải 104.030km địa chấn 2D và 5.399,99km^2 địa chấn 3D (Hình 3) của đề tài nhánh trong đề tài Nhà nước "Đánh giá tiềm năng dầu khí trên vùng biển và thềm lục địa Việt Nam" [1]. Kết quả minh giải đã làm rõ đặc trưng địa chấn, tướng địa chấn và đặc điểm cấu trúc của bể Nam Côn Sơn, chi tiết như sau:

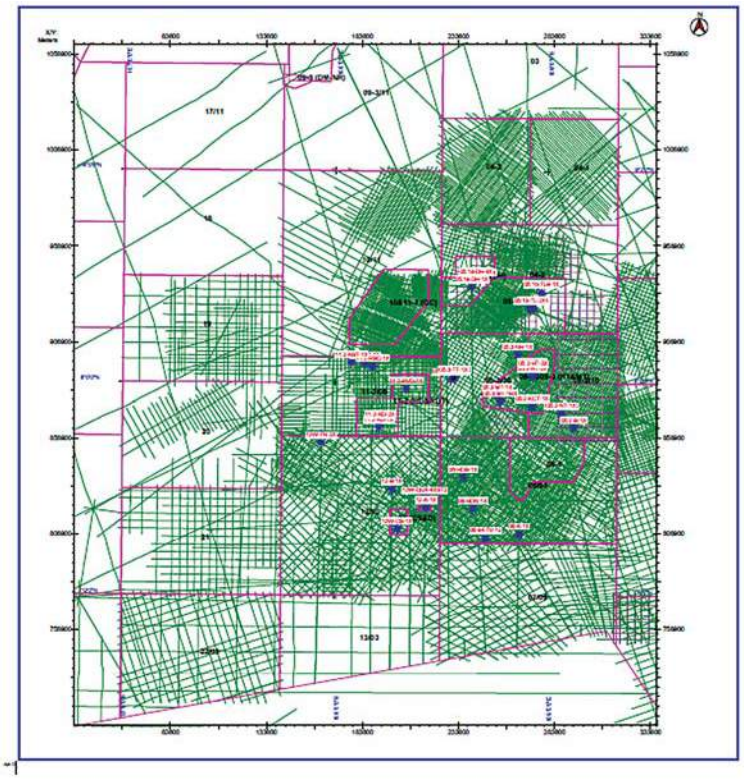
Đặc trưng móng nứt nẻ phong hóa trước Kainozoi: Móng trước Kainozoi được liên kết tin cậy ở vùng phía Tây của bể Nam Côn Sơn, nơi móng nằm ở độ sâu nông, khoảng 2.500 - 3.000m (Hình 4). Ở phía Đông Bắc bể, khu vực Lô 04-1, 04-2 và 04-3, nóc móng được liên kết tương đối tin cậy ở đới nâng Sông Đồng Nai. Nóc móng tương đương với ranh giới tập địa chấn màu đỏ, được đặc trưng bởi những phản xạ biên độ trung bình, liên tục, không ổn định, tần số thấp đến



Hình 1. *Bể Nam Côn Sơn trong phông chung kiến tạo khu vực*



Hình 2. *Sơ đồ độ sâu mực nước biển*



Hình 3. *Sơ đồ mạng lưới địa chấn bể Nam Côn Sơn*

trung bình. Phần trên với đặc trưng gá đáy, cắt cụt của các tập trầm tích. Ở phần trung tâm bể, chiều dày trầm tích lớn, khu vực có dị thường áp suất cao, không thấy rõ phản xạ từ nóc móng hoặc phản xạ từ nóc móng rất yếu, vì vậy liên kết nóc móng ở khu vực này có mức độ tin cậy không cao (Hình 5).

Đặc trưng nóc Oligocen được liên kết vào ranh giới bất chỉnh hợp góc tới chỉnh hợp. Trên mặt cắt địa chấn, nóc Oligocen tương ứng với nóc tầng phản xạ màu tím (Hình 6, 7).

Khu vực trung tâm bể, khi ranh giới nóc Oligocen nằm sâu và ở các vùng có phát triển đá vôi tuổi Miocen, ranh giới địa chấn này được liên kết với độ tin cậy thay đổi từ thấp đến rất thấp.

Đặc biệt vùng phía Đông của bể nơi không có giếng khoan, việc liên kết trên khoảng cách xa từ vùng có giếng khoan cộng với đặc điểm phân bố của tập trầm tích Oligocen trong các địa hào và bán địa hào làm cho độ tin cậy của ranh giới địa chấn này không cao. Tuy nhiên, khu vực này xác định được tập T10 trên nóc tập than (Hình 6).

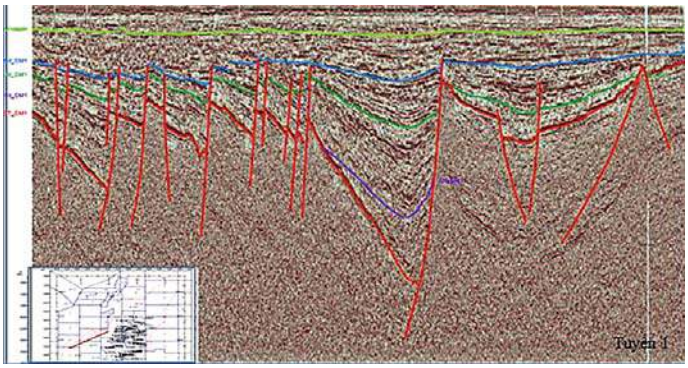
Tại khu vực Đông Nam bể Nam Côn Sơn (Lô 06/94 và 07/03), liên kết địa chấn có độ tin cậy cao do hình thành tập than với biên độ phản xạ mạnh, liên tục. Quan sát hầu hết các tuyến địa chấn trong khu vực Lô, nhóm tác giả nhận thấy không tồn tại tập T10 (Oligocen dưới), chỉ tồn tại tập T20 (Oligocen trên) (Hình 7).

Đặc trưng nóc Miocen dưới được liên kết với độ tin cậy cao hơn ranh giới nóc Oligocen cho toàn khu vực nghiên cứu. Trên mặt cắt địa chấn, nóc tầng Miocen dưới được ký hiệu màu xanh lục (Hình 8). Tập địa chấn này mở rộng hơn nhiều so với tập Oligocen. Tập địa chấn tương ứng với trầm tích Miocen dưới có dạng phản xạ song song đến tỏa tia, biên độ trung bình đến mạnh, tần số cao hơn. Không chỉ giới hạn ở bể Nam Côn Sơn mà tập trầm tích này còn mở rộng tới bể Cửu Long. Tương ứng với nó là hệ tầng Dừa với đặc trưng là sự xen kẽ các tập cát kết, sét kết có tướng thay đổi từ đới ven bờ tới biển nông. Đây là tầng chứa quan trọng của bể, đồng thời có thể là tầng chắn và thậm chí là sinh dầu khí. Tập địa chấn Miocen dưới có thể chia ra làm 3 phụ tập:

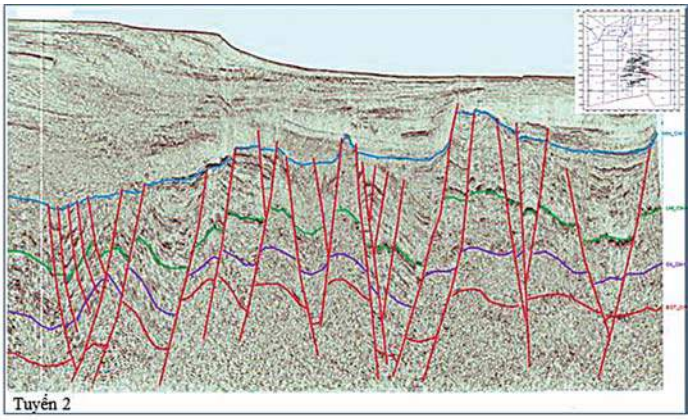
- Phụ tập dưới có đặc trưng địa chấn chủ yếu lấp đầy các địa hình cổ thấp của thời kỳ cuối Oligocen. Đây là tập trầm tích thô, là tầng chứa trung bình đến tốt;

- Phụ tập giữa được đặc trưng bởi biên độ phản xạ thay đổi mạnh. Tập này có tướng trầm tích thay đổi nhanh;

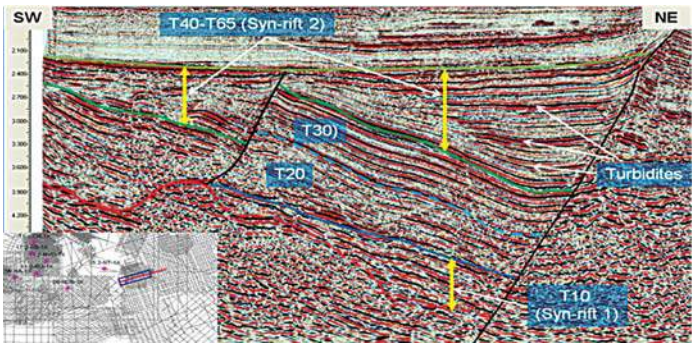
- Phụ tập trên là tập địa chấn có dạng phản xạ song song đến tỏa tia. Tập này có diện phân bố mở rộng tương ứng với thời kỳ biển tiến vào cuối Miocen dưới. Tập này



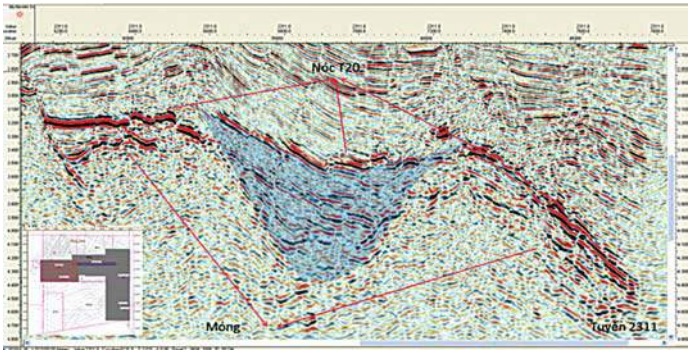
Hình 4. *Mặt cắt địa chấn qua khu vực phía Tây bể Nam Côn Sơn thể hiện mức độ tin cậy cao khi liên kết nóc móng*



Hình 5. *Mặt cắt địa chấn qua trũng trung tâm bể, Lô 05-2 thể hiện mức độ không tin cậy khi liên kết nóc móng do móng nằm sâu*



Hình 6. *Tập trầm tích T10 nhận biết được ở khu vực phía Đông của bể*



Hình 7. *Mặt cắt địa chấn tuyến 3 thể hiện sự tồn tại của tập than trên nóc tập T20*

được lắng đọng trong môi trường biển sâu hơn so với hai tập dưới.

Đặc trưng nóc Miocen giữa được xác định là ranh giới bất chỉnh hợp có tuổi cuối Miocen giữa, được giới hạn dưới bởi nóc Miocen dưới và giới hạn trên bởi nóc Miocen giữa. Nóc của tập địa chấn này được ký hiệu là màu xanh (Hình 8). Ở những vùng có phát triển đá vôi tuổi Miocen giữa như ở khu vực Lô 06.1, 06/94, 07/03... ranh giới này có xu thế đã được liên kết vào nóc đá vôi. Đây là tập có diện phân bố rộng hơn tập địa chấn Miocen dưới và được mở rộng sang cả bể Cửu Long. Tập Miocen giữa tương ứng với trầm tích của hệ tầng Thông - Mãng Cầu. Đặc trưng địa chấn của tập này là biên độ phản xạ mạnh đến trung bình, độ liên tục tốt, tần số cao, dạng phản xạ song song hay tỏa tia. Tập địa chấn này có thể chia làm hai phụ tập.

- Phụ tập dưới lấp đầy các trung tâm sụt lún vào thời kỳ Miocen giữa (hệ tầng Thông). Với đặc trưng biên độ phản xạ thấp đến trung bình, dạng phản xạ song song tới tỏa tia. Tướng trầm tích thay đổi từ ven bờ đến châu thổ.

- Phụ tập trên tương ứng với hệ tầng Mãng Cầu. Nhiều chỗ ranh giới giữa phụ tập dưới và phụ tập trên (giữa Thông và Mãng Cầu) rất khó xác định. Tập trên chủ yếu là bột xen với các lớp cát mỏng và đá vôi (Hình 8).

Đặc trưng nóc Miocen trên: Theo tài liệu các giếng khoan bể Nam Côn Sơn đây là nóc của một tập sét dày, nóc Miocen trên có biên độ phản xạ trung bình, đôi chỗ tương đối yếu, độ liên tục từ trung bình đến khá. Đặc trưng phản xạ trong Miocen trên có biên độ phản xạ yếu, hỗn độn, tần số cao. Tập này được xác định là một tập sét mịn và lắng đọng trong môi trường biển nông giữa thềm đến biển sâu. Nóc của tập địa chấn này được ký hiệu bằng màu xanh da trời (Hình 8).

Trên cơ sở các kết quả minh giải, 5 bản đồ được thành lập gồm bản đồ đẳng sâu nóc móng, nóc Oligocen, nóc Miocen dưới, nóc Miocen giữa và nóc Miocen trên (Hình 9 - 13).

3. Minh giải cấu trúc địa chất theo kết quả minh giải

Quan sát trên các bản đồ cấu trúc móng, Oligocen, Miocen dưới, Miocen giữa và Miocen trên, các mặt cắt địa chấn kết hợp nghiên cứu kiến tạo khu vực… nhóm tác giả nhận thấy sự tồn tại của 3 hệ thống đứt

gãy chính phương á kinh tuyến, phương Đông Bắc - Tây Nam và phương á vĩ tuyến, ngoài ra còn có hệ thống đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam (Hình 14) [1 - 5].

3.1. Hệ thống đứt gãy theo phương á kinh tuyến

Các đứt gãy thuộc hệ thống á kinh tuyến phát triển vào giai đoạn tách giãn đầu tiên (khoảng 40 - 30 triệu năm) - đây là hệ quả của khối Đông Dương trượt và xoay xuống phía Nam (theo Tapponier, 1982) dưới tác động của mảng Ấn Độ dịch chuyển lên phía Bắc xô vào mảng Âu - Á, cùng với Biển Đông cổ hút chìm xuống dưới Borneo do tách giãn ở phía Bắc. Bản đồ nóc móng cho thấy, hệ thống đứt gãy phương này phân bố tập trung chủ yếu ở đới phân dị phía Tây, đới nâng Hồng - Natuna, Lô 06/94...

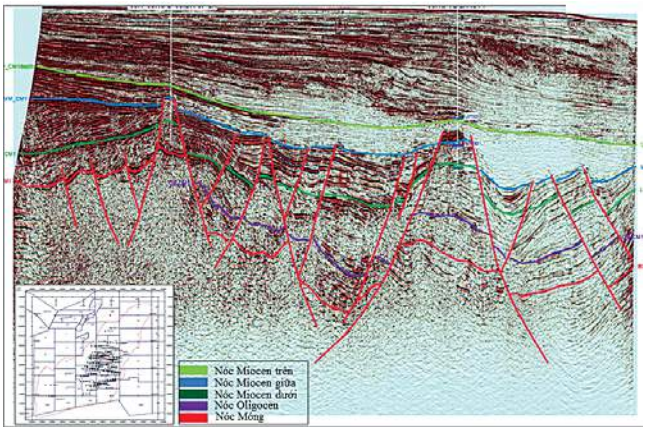
Chiều dài và biên độ của đứt gãy thay đổi trong khoảng vài trăm mét đến 1.000m, một số đứt gãy có biên độ đạt tới 2.000 - 4.000m. Dọc các đứt gãy thuộc hệ thống này phát triển các trũng sâu, hẹp ở cánh sụt và các dải cấu trúc vòm kề đứt gãy ở cánh nâng. Thuộc hệ thống đứt gãy phương này là đứt gãy Sông Hậu và Sông Đồng Nai.

Đứt gãy Sông Hậu phát triển dọc Lô 27, 28, 29 có mặt trượt đổ về phía Tây, biên độ biến đổi lớn, từ vài trăm mét đến 2.500m. Ở phạm vi Lô 28 và phần Bắc Lô 29 phát triển dọc theo cánh Tây của đứt gãy là một hệ trũng hẹp sâu tới 5.000m. Dọc theo cánh Đông là dải cấu tạo bán lồi kề đứt gãy. Đứt gãy này là ranh giới phía Đông của phụ đới rìa Tây.

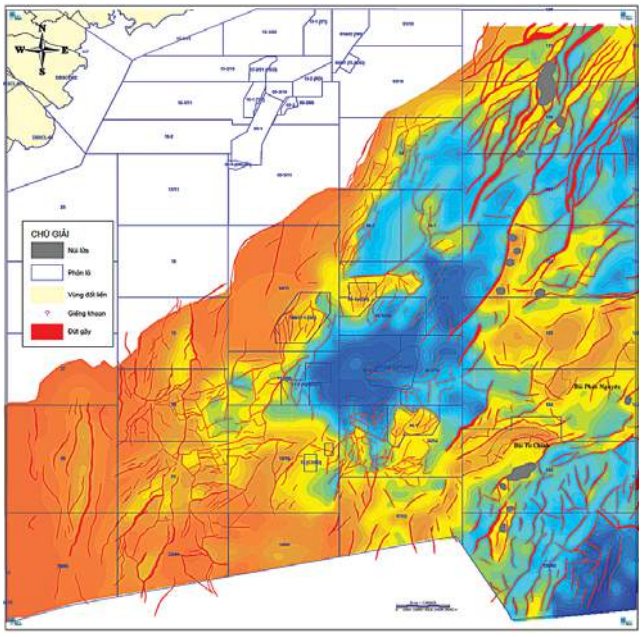
Đứt gãy Sông Đồng Nai phát triển dọc Lô 19, 20, 21, 22/03 có mặt trượt đổ về phía Tây, biên độ biến đổi lớn từ vài trăm mét đến 4.000m. Ở ranh giới Lô 19, 20, biên độ này đạt từ 1.000 - 2.000m. Ở Lô 21 và Nam Lô 22/03 dọc theo đứt gãy phát triển các trũng hẹp sâu đến 6.000m ở cánh sụt và các cấu trúc vòm nâng ở cánh nâng kéo dài cùng phương. Đứt gãy Sông Đồng Nai là ranh giới phân chia phía Đông của đới phân dị phía Tây và các đới khác của bể (Hình 15).

3.2. Hệ thống đứt gãy theo phương Đông Bắc - Tây Nam

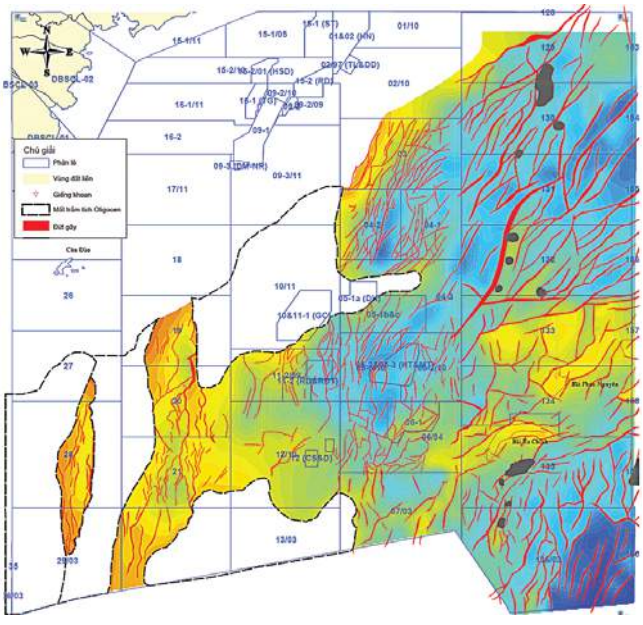
Hệ thống đứt gãy theo phương Đông Bắc - Tây Nam chủ yếu xảy ra vào pha tách giãn thứ hai ở bể Nam Côn Sơn, khoảng đầu Miocen giữa 15 - 12 triệu năm) - Đây là hệ quả của quá trình tách giãn Biển Đông. Một số đứt gãy dài có biên độ lớn đóng vai trò phân dị địa hình đáy biển cũng như độ sâu của nước dẫn đến việc phân bố lại nguồn trầm tích lục nguyên được di chuyển từ phía Tây và Tây Nam.



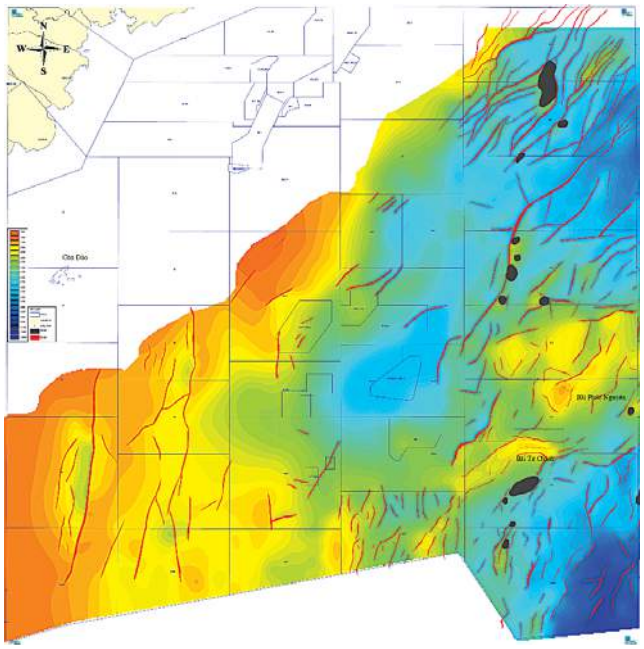
Hình 8. *Các ranh giới địa chấn chính ở bể Nam Côn Sơn*



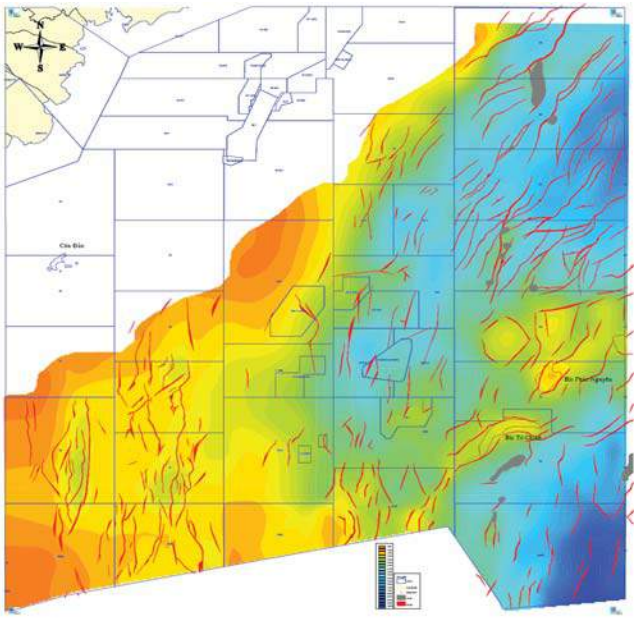
Hình 9. *Bản đồ đẳng sâu nóc móng bể Nam Côn Sơn*



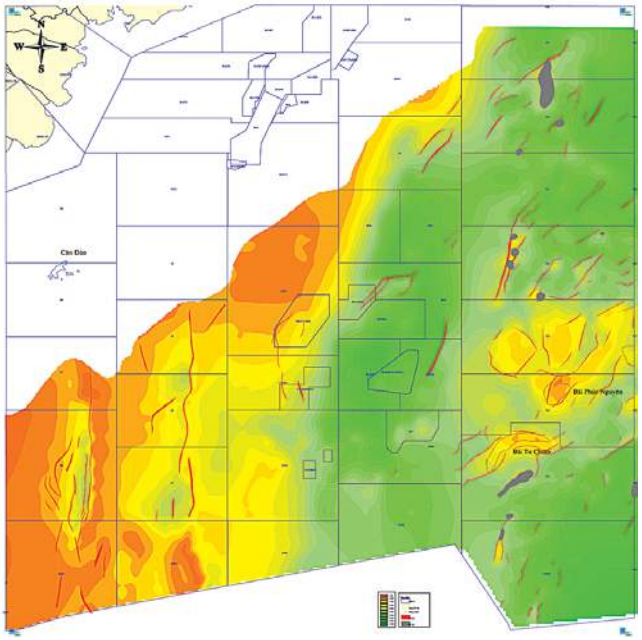
Hình 10. *Bản đồ đẳng sâu nóc Oligocen bể Nam Côn Sơn*



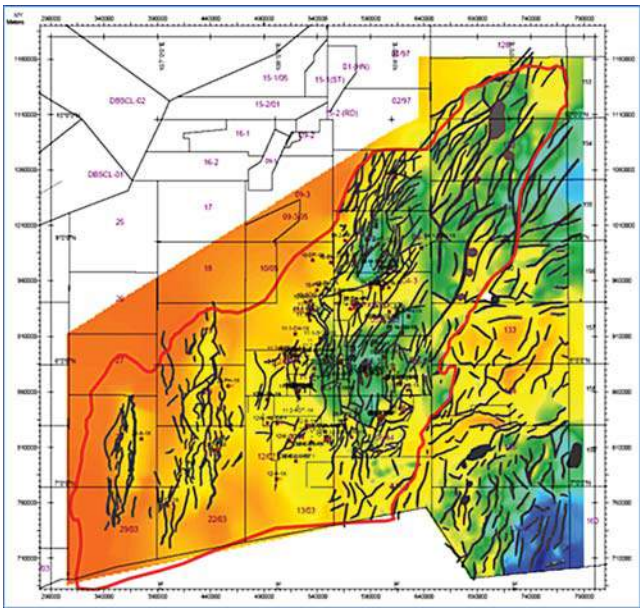
Hình 11. *Bản đồ đẳng sâu nóc Miocen dưới bể Nam Côn Sơn*



Hình 12. *Bản đồ đẳng sâu nóc Miocen giữa bể Nam Côn Sơn*



Hình 13. *Bản đồ đẳng sâu nóc Miocen trên bể Nam Côn Sơn*



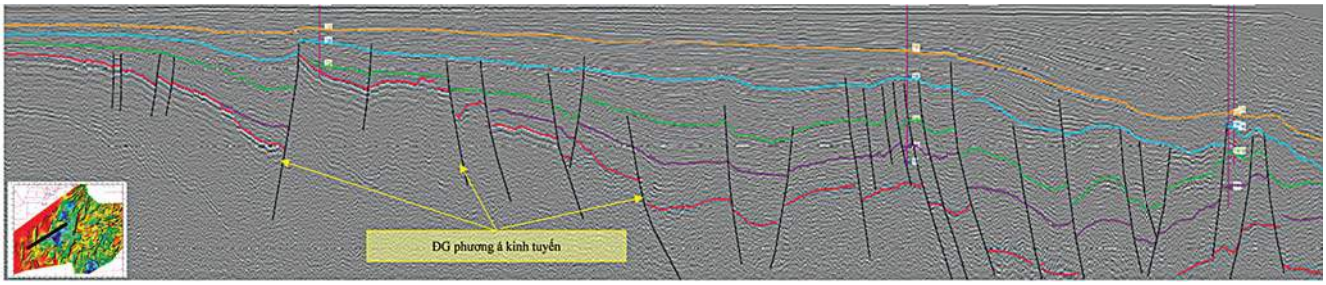
Hình 14. *Sơ đồ hệ thống đứt gãy ở bể Nam Côn Sơn*

Hệ thống đứt gãy phương này phân bố chủ yếu ở phía Đông bể và đới trũng Trung tâm, có chiều dài nhỏ hơn các đứt gãy của hệ thống phương á kinh tuyến, biên độ chuyển dịch đứng dọc theo phương kéo dài của đứt gãy biến đổi từ vài trăm mét đến 3.000m. Ở phụ đới phân dị Bắc, biên độ này là 1.000 - 3.000m, trong phụ đới trũng Bắc và vùng giáp ranh với phụ đới phân dị Bắc, biên độ dao động từ 1.800 - 3.500m. Tại các đới cấu trúc trên đa phần các đứt gãy có mặt trượt đổ về phía Đông Nam, tạo nên sự sụt bậc mạnh, từ đới nâng Côn Sơn qua phụ đới phân dị Bắc về trung tâm phụ đới trũng Bắc (Hình 16).

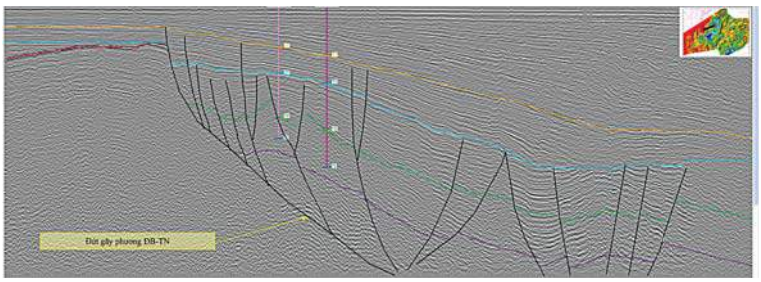
3.3. Hệ thống đứt gãy phương á Đông - Tây

Hệ thống đứt gãy phương Đông - Tây phát triển trong khu vực Đông Lô 21, 12,05, 06/94, 07/03… là hệ quả của quá trình trượt văng của phần lục địa Đông Nam Á vào Eocen (?) - Oligocen. Hệ thống đứt gãy phát triển từ trước Oligocen và kết thúc hoạt động chủ yếu trong Miocen sớm - giữa. Một số đứt gãy thuộc hệ thống đứt gãy này gồm:

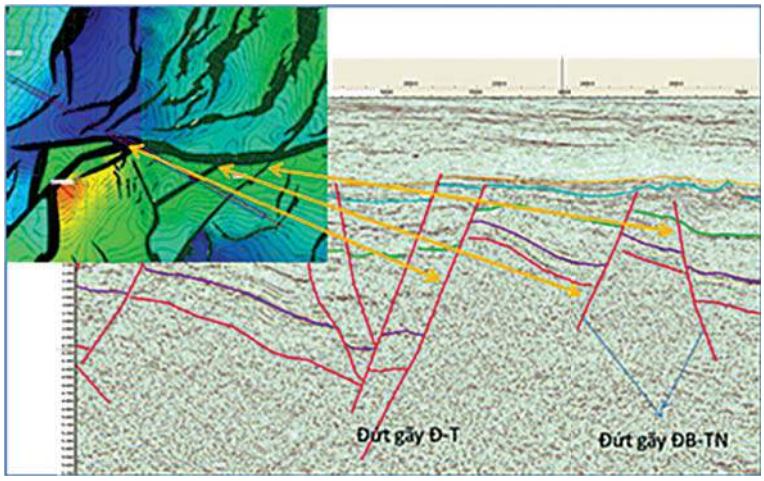
Đứt gãy rìa Bắc đới nâng Măng Cầu có biên độ thay đổi từ 2.000 - 4.000m. Các đứt gãy ở phần Đông Lô 21 và



Hình 15. *Hệ thống đứt gãy Sông Đồng Nai - phương á kinh tuyến khu vực phía Tây bể Nam Côn Sơn*



Hình 16. *Đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam khu vực rìa đới nâng Côn Sơn*



Hình 17. *Đứt gãy phương á Đông - Tây và Đông Bắc - Tây Nam phát triển tại khu vực phía Nam bể Nam Côn Sơn*

12 có biên độ thay đổi từ 500 - 1.000m. Dọc theo phương của đứt gãy này tồn tại cấu tạo nâng Dừa có phương cùng với phương các đứt gãy.

Các đứt gãy phía Nam Lô 05 đóng vai trò quan trọng cùng với hệ đứt gãy phương á kinh tuyến tạo nên một vùng nâng giữa trũng dạng khối đứt gãy. Đối với một số cấu tạo (như nâng Đại Hùng, Thanh Long), đứt gãy phương Đông Tây có thể giữ vai trò như là màn chắn kiến tạo.

Các đứt gãy phía Nam bể Nam Côn Sơn (Lô 06/94 và 07/03) đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành các đới nâng và đới sụt ở khu vực Lô 06/94, mặt trượt đổ về phía Bắc, biên độ đạt từ 1.000 - 2.000m. Khu vực Lô 06/94 dọc theo hệ thống đứt gãy phương này tồn tại cấu tạo Tường Vi và 06-A có phương cùng phương đứt gãy. Bên cạnh đó hệ thống đứt gãy này còn tạo đới sụt lớn phía Bắc với chiều dày trầm tích đạt 600 - 1.000m (Hình 17).

Ngoài ba hệ thống đứt gãy trên, bể Nam Côn Sơn còn phát triển một số các đứt gãy sau trầm tích có phương Tây Bắc - Đông Nam với chiều dài và biên độ không lớn và không đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành và phát triển cấu trúc của bể Nam Côn Sơn.

4. Các đơn vị cấu trúc chính

Bình đồ kiến tạo hiện tại của khu vực Đông Nam Á thể hiện kết quả của nhiều pha hoạt động kiến tạo xảy ra từ cuối Mesozoi tới cuối Đệ tam. Trong thời kỳ đầu Đệ tam, khu vực Đông Nam Á gồm nhiều vi mảng gắn kết với nhau bởi các đai uốn nếp và các đới khâu (Doust, 1994). Đầu Paleogen, bể Nam Côn Sơn trải qua giai đoạn tách giãn, hình thành nên các đứt gãy lớn, cùng quá trình sụt lún tạo ra hàng loạt địa hào, bán địa hào. Từng vùng có mức độ, thời gian dịch chuyển, quy mô căng giãn khác nhau. Các hoạt động kiến tạo này là kết quả của quá trình va chạm giữa mảng Ấn - Úc và mảng Âu - Á (Tapponier, 1982) và quá trình giãn đáy Biển Đông (Brias, 1987). Trên cơ sở các thông số về chiều dày trầm tích, thành phần vật chất, sự phân bố các thành tạo trầm tích, đặc trưng kiến tạo và cơ chế hình thành, bể Nam Côn Sơn có thể được chia thành các đơn vị kiến tạo (Hình 18) [1].

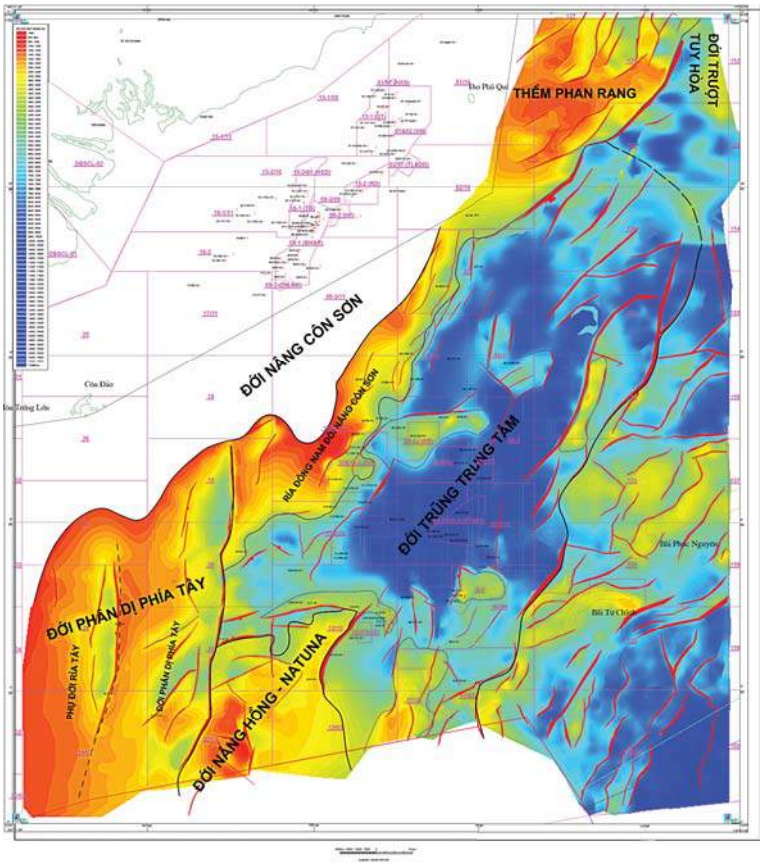
4.1. Đới phân dị phía Tây

Đới phân dị phía Tây gồm diện tích các Lô 27, 28, 29 và nửa phần Tây các Lô 19, 20, 21, 22/03. Ranh giới phía Đông của đới được lấy theo đứt gãy Sông Đồng Nai. Đặc trưng cấu trúc của đới là sự sụt nghiêng về phía Đông do kết quả hoạt động kiến tạo tách giãn Biển Đông nên hệ thống đứt gãy kèm theo với các trũng hẹp sâu được hình thành trên phía cánh Tây của đứt gãy. Trên cánh Đông của đới tồn tại

đứt gãy phương á kinh tuyến kéo dài đi kèm với các cấu tạo vòm nâng kề đứt gãy. Dựa vào đặc điểm cấu trúc của móng, đới phân dị phía Tây được phân chia thành 2 phụ đới: rìa Tây và phân dị phía Tây. Ranh giới phân chia là hệ thống đứt gãy Sông Hậu (Hình 19).

Phụ đới rìa Tây: Phát triển ở cánh Tây đứt gãy Sông Hậu, tiếp giáp trực tiếp với đới nâng Khorat - Natuna ở phía Tây. Địa hình móng tương đối ổn định và phát triển giống như một đơn nghiêng, sâu dần về phía Đông. Trong phạm vi các trũng hẹp sâu phát triển kề đứt gãy Sông Hậu có khả năng tồn tại đầy đủ lát cắt trầm tích Kainozoi với chiều dày khoảng 3.500 - 4.000m.

Phụ đới phân dị phía Tây nằm giữa hai đứt gãy Sông Hậu và sông Đồng Nai. Phụ đới này có hoạt động kiến tạo mạnh hơn ở phụ đới rìa Tây, thể hiện qua sự có mặt của các đứt gãy. 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 phức tạp và bị phân dị mạnh, bao gồm những cấu tạo nâng dạng khối đan xen với những trũng hẹp sâu. Trũng sâu nhất đạt tới 6.000m. Ở nửa phía Đông của phụ đới có mặt đầy đủ trầm tích của phức hệ cấu trúc lớp phủ, ngoại trừ trên dải nâng các cấu tạo khu vực Lô 28 và 29. Cánh Đông đứt gãy Sông Hậu không có sự xuất hiện của trầm tích Oligocen và Miocen sớm.

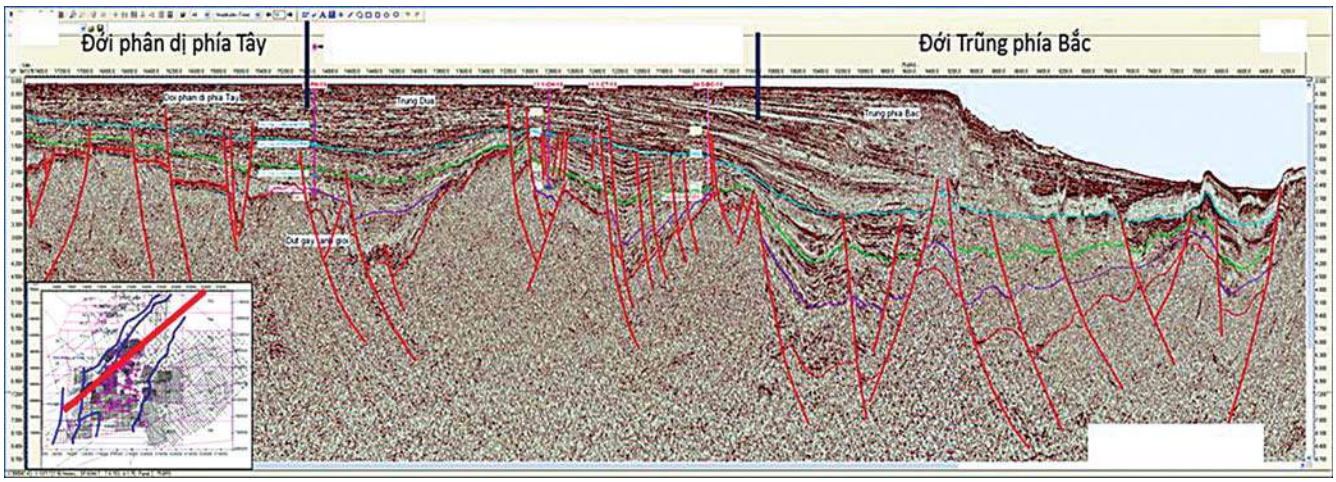


Hình 18. *Bản đồ phân vùng kiến tạo bể Nam Côn Sơn [1]*

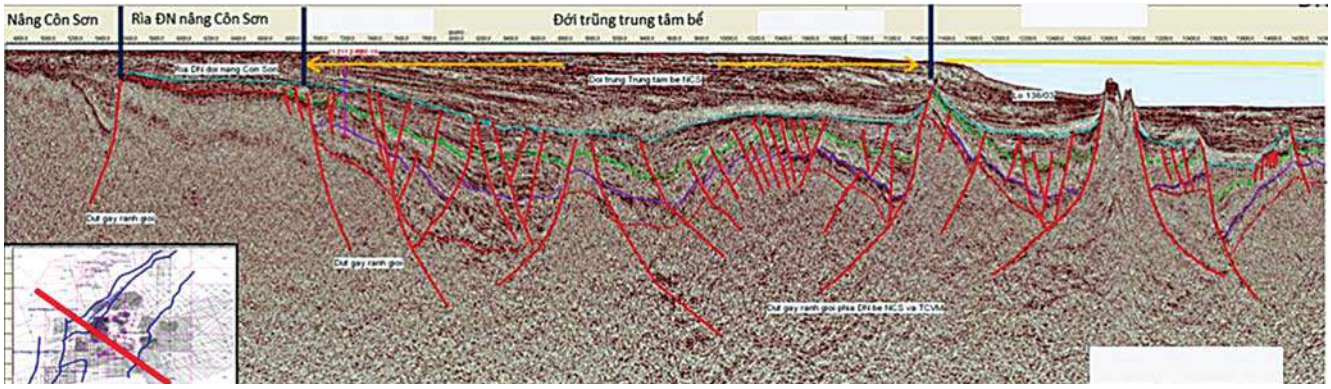
4.2. Đới trũng Trung tâm

Gồm phần lớn diện tích phía Đông bể Nam Côn Sơn, đới có hướng kéo dài theo phương Đông Bắc - Tây Nam và được mở rộng vào Miocen do ảnh hưởng của quá trình tách giãn Biển Đông. Các thành tạo trầm tích được hình thành trong môi trường từ biển nông đến biển sâu. Theo đặc điểm cấu trúc, đới Trung tâm có thể tách ra hai phụ đới:

Rìa Đông Nam đới nâng Côn Sơn: Đới cấu trúc kéo dài theo phương Đông Bắc - Tây Nam, dọc theo rìa của đới nâng Côn Sơn, gồm diện tích các Lô 03, phần Tây Bắc Lô 04-2, Lô 10 và 11-1 và phần Đông Nam Lô 19. Trên phụ đới này phát triển chủ yếu các đứt gãy thuận có phương Đông Bắc - Tây Nam, hướng cắm đổ về phía Đông Nam làm cho địa hình móng sụt dạng bậc thang sâu dần xuống phía trung tâm bể. Bề dày



Hình 19. *Mặt cắt địa chấn thể hiện đới phân dị phía Tây, bể Nam Côn Sơn*



Hình 20. *Mặt cắt địa chấn thể hiện rìa đới nâng Côn Sơn, đới trũng trung tâm bể Nam Côn Sơn*

trầm tích Kainozoi từ 2.000 - 5.500m. Trên đới này phát hiện nhiều cấu trúc vòm nâng liên quan đến thành tạo cát kết như: Ngựa Bay, Bảo Mã, Phi Mã, Thần Mã, Cá Hồi, Cá Tý… Đặc biệt, trong đới này đã phát hiện dầu trong đá móng nứt nẻ hang hốc (cấu trúc Gấu Chúa) - mở ra hướng tìm kiếm thăm dò mới trong đới này cũng như trong bể Nam Côn Sơn.

Trũng Trung tâm chiếm phần lớn diện tích phía Đông của bể Nam Côn Sơn, gồm diện tích các Lô 129, 130, 03, 04-1, 05, 11-1, 11-2, 12 và một phần Lô 13/03. Đới phát triển theo phương tách giãn Biển Đông. Đới trũng Trung tâm được lấp đầy các trầm tích từ đầm hồ, đến biển nông và biển sâu. Chiều sâu móng thay đổi lớn từ 5.500m đến hơn 13.000m. Trên cơ sở các đặc điểm cấu trúc, đặc điểm trầm tích và đặc trưng kiến tạo, đới trũng trung tâm được chia thành các phụ đới sau:

Phụ đới trũng phía Bắc nằm ở giữa dải nâng Đại Hùng - Măng Cầu ở phía Nam và rìa Đông Nam đới nâng Côn Sơn ở phía Tây. Phụ đới này được đặc trưng bởi phương cấu trúc và đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam có biên độ từ vài trăm mét đến hơn 1.000m. Các đứt gãy đã chia cắt móng mạnh mẽ và tạo địa hình không cân xứng, dốc đứng ở cánh Nam và Tây Nam, thoải dần ở cánh Bắc - Tây Bắc. Bề dày trầm tích Kainozoi thay đổi từ 6.000 - 10.000m và có mặt đầy đủ các trầm tích từ Eocen - Oligocen đến Đệ tứ. Trên phụ đới trũng này phát hiện được các cấu trúc vòm nâng kề đứt gãy ở rìa Tây Bắc và các cấu trúc vòm, vòm kề đứt gãy ở phần phía Đông. Các cấu trúc vòm nâng đều có độ sâu chôn vùi lớn (trên 5.000m) (Hình 19).

Phụ đới trũng Trung tâm phát triển chủ yếu theo phía Đông - Đông Bắc, mở rộng về Đông, thu hẹp dần về Tây và có dạng lòng máng theo hướng từ Tây sang Đông. Trũng có xu hướng chuyển trục lún chìm từ á Đông - Tây sang Đông Bắc - Tây Nam. Phụ đới trũng Trung tâm có bề dày trầm tích Kainozoi dày từ 5.000 - 14.000m và có mặt đầy đủ các trầm tích từ Oligocen đến Đệ tứ. Trên phụ đới này đã phát hiện được nhiều cấu trúc vòm, vòm kề đứt gãy, song độ sâu chôn vùi của cấu trúc này khá lớn (trên 5.000m). Phụ đới này phát hiện một số mỏ khí như Hải Thạch, Kim Cương Tây, Lan Tây, Lan Đỏ, Tường Vi, Cá Rồng Đỏ... Ngoài ra, tồn tại nhiều cấu trúc dạng khối đứt gãy, dạng vòm cuốn và dạng hình hoa (Hình 20).

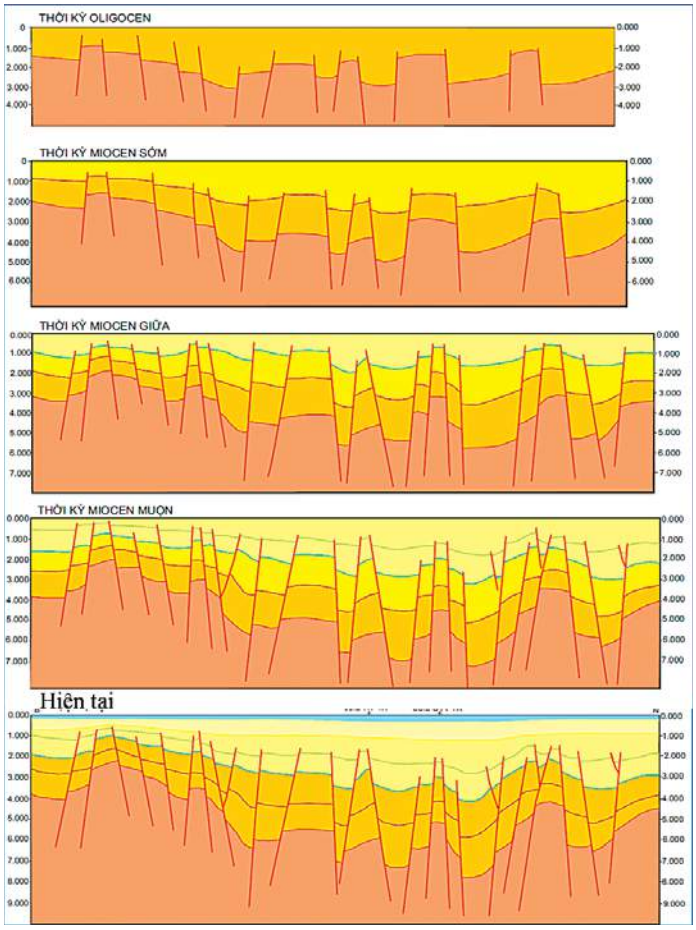
Dải nâng Đại Hùng - Măng Cầu phát triển chủ yếu ở các Lô 04-1, 04-3 một phần các Lô 05-1a, 10 và 11-1. Dải nâng này phát triển kéo dài hướng Đông Bắc - Tây Nam dọc theo hệ thống đứt gãy cùng phương ở phía Bắc. Dải nâng bị chia cắt thành nhiều khối bởi các hệ đứt gãy chủ yếu có phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến. Địa hình móng bị phân dị mạnh, biến đổi từ 2.500m ở phía Tây đến 7.000m ở rìa Đông phụ đới. Thành phần móng chủ yếu là các thành tạo granite, granodiorite tuổi Mesozoi muộn. Nhiều cấu tạo vòm, bán vòm và thành tạo carbonate phát triển kế thừa trên các khối móng. Dải nâng Đại Hùng - Măng Cầu 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 Bắc và phụ đới trũng Trung tâm trong suốt quá trình phát triển địa chất từ Eocen đến Miocen và Pliocen - Đệ tứ. Tham gia vào quá trình lún chìm khu vực chung của bể là giai đoạn phát triển thềm lục địa hiện đại.

4.3. Đới nâng Hồng - Natuna

Là đới nhô cao, tương đối ổn định trong suốt lịch sử phát triển địa chất Kainozoi. Đới được đặc trưng bởi cấu trúc dạng khối. Chiều dày trầm tích Kainozoi chỉ đạt khoảng 1.600 - 2.800m. Trên đới nâng phát triển các hệ thống đứt gãy có phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến.

5. Lịch sử phát triển địa chất

Bể Nam Côn Sơn là bể tách giãn, phát triển vào nguyên đại Kainozoi cùng với sự hình thành Biển Đông, bao gồm 2 pha hoạt động tách giãn chính với cơ chế căng giãn khác nhau: pha căng giãn thứ nhất có trục tách giãn



Hình 21. *Mặt cắt phục hồi bể Nam Côn Sơn*

theo phương Bắc - Nam, là kết quả của sự hút chìm mảng Biển Đông cổ xuống dưới mảng Borneo; pha căng giãn thứ hai thể hiện rõ hơn sự trượt bằng theo phương Đông Bắc - Tây Nam của Biển Đông xảy ra chủ yếu vào Miocen giữa. Sau Miocen giữa, sụt lún nhiệt diễn ra đến nay. Hình 21 khái quát các giai đoạn hình thành và phát triển bể Nam Côn Sơn [1 - 5].

- Giai đoạn trước tách giãn (Paleocen - Eocen): Trong giai đoạn này, khu vực Đông Nam Á nói chung là một bộ phận thuộc rìa Nam của rìa lục địa Âu - Á. Chế độ kiến tạo toàn khu vực nhìn chung bình ổn, xảy ra quá trình bào mòn và san bằng địa hình cổ. Ở phần trung tâm của bể có khả năng tồn tại các thành tạo molat và các đá núi lửa có tuổi Eocen. Các thành tạo móng bắt gặp chủ yếu ở khu vực Tây Bắc bể với các thành tạo xâm nhập và biến chất tuổi trước Kainozoi như các bể khác trong khu vực.

- Giai đoạn đồng tách giãn (Oligocen - Miocen giữa): Giai đoạn đầu tách giãn (khoảng 40 triệu năm) có phương Đông - Tây được coi là hệ quả của quá trình trượt văng (extrusion) của phần lục địa Đông Nam Á do mảng Ấn Độ húc vào mảng Âu - Á (theo Tapponier). Đồng thời với quá trình mở rộng Biển Đông về phía Đông và 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 phương Đông Bắc - Tây Nam dọc theo các đứt gãy hoạt động phun trào đã xảy ra. Các thành tạo trầm tích Oligocen - Miocen sớm gồm các trầm tích vụn chủ yếu thành tạo trong các môi trường thủy triều lên xuống của đới duyên hải (brackish litoral zone) với các tập sét kết, bột kết dày xen kẽ cát kết hạt mịn môi trường lục địa (đầm hồ, sông và delta) phát triển rộng khắp trên toàn bộ diện tích bể. Tiếp theo là giai đoạn sụt lún, mở rộng trong Miocen sớm có sự phân đới rõ ràng do ảnh hưởng yếu tố biển tiến từ phía Đông. Trầm tích của thời kỳ này đặc trưng bởi ba môi trường lắng đọng: Sườn Tây bể là cát kết, bột kết và than thuộc tướng phần trên đồng bằng châu thổ. Tiếp theo về phía Đông là cát kết, bột kết, sét kết xen carbonate mỏng tướng thủy triều nước lợ. Xa hơn về phía Đông là các trầm tích tướng thềm châu thổ. Các tầng sinh chính và tầng chứa tướng delta, tướng biển tiến được hình thành trong thời kỳ này.

- Đầu Miocen giữa vẫn là sự tiếp tục quá trình sụt lún mở. Giai đoạn tạo rift thứ hai xảy ra vào khoảng giữa Miocen giữa (khoảng 10 - 12 triệu năm), có phương Đông Bắc - Tây Nam, được coi là hệ quả của quá trình tách giãn Biển Đông. Vào thời kỳ này biển đã tiến sâu vào sườn Tây của bể. Một số đứt gãy dài có biên độ lớn có vai trò phân dị địa hình đáy biển cũng như độ sâu của nước dẫn đến việc phân bố lại nguồn trầm tích lục nguyên được di chuyển từ phía Tây và Tây Nam. Do việc thay đổi ranh giới thềm và trầm tích lục nguyên đổ dồn hầu hết vào trũng trung tâm nên đã tạo điều kiện cho trầm tích carbonate thềm phát triển rộng rãi ở cấu tạo nâng Măng Cầu và thềm Đông Nam. Ở một số nơi, đứt gãy listric với chuyển động quay tạo nên các cấu trúc dạng roll-over (Lô 10, 11-1). Các đứt gãy kiểu này tạo ra những hố sâu tương đối trong không gian hẹp so với cánh nâng và trầm tích đổ xuống các hố sâu này dưới dạng turbidite. Vào cuối Miocen giữa là giai đoạn nén ép, nghịch đảo kiến tạo hình thành một bất chỉnh hợp khu vực mang tính toàn bể.

Giai đoạn sau tách giãn (Miocen muộn - Đệ tứ) là giai đoạn sụt lún mở rộng thứ hai với xu thế cả thềm lục địa nghiêng dần về phía Đông trong Pliocen. Hoạt động kiến tạo, đứt gãy yếu dần, thay bằng chế độ kiến tạo oằn võng và lún chìm nhiệt. Đi kèm với các pha biển tiến và ngập lún, các trầm tích dạng nêm (progradation) ở phía Đông được lắng đọng trong môi trường biển nông đến sâu với tốc độ trầm tích rất nhanh. Bề dày trầm tích của thời kỳ này

lên đến 3.000m, nhiều thân cát dạng dòng chảy (channel) và dòng bùn rối (turbidite) được hình thành ở vùng sườn và đáy bể trầm tích tại khu vực trung tâm bể Nam Côn Sơn. Trầm tích carbonate tiếp tục phát triển trong Miocen muộn ở thềm Đông Nam cho đến khi bị nhấn chìm vào môi trường biển sâu.

6. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu trên, nhóm tác giả rút ra một số kết luận:

1. Bể Nam Côn Sơn là bể tách giãn dạng rift điển hình của Việt Nam, nhất là trong giai đoạn tạo rift Miocen giữa. Bể nằm trên vỏ lục địa với các đá có thành phần và tuổi khác nhau và bị ảnh hưởng của hoạt động tách giãn Biển Đông từ Oligocen đến Miocen giữa. Di chỉ của hoạt động này là các hệ thống các đứt gãy có phương á kinh tuyến, á vĩ tuyến và phương Đông Bắc - Tây Nam - hình thành nên các địa hào và bán địa hào cho khu vực nghiên cứu.

2. Hai hệ thống đứt gãy rõ nét là hệ đứt gãy á kinh tuyến và hệ đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam thể hiện rõ hai giai đoạn kiến tạo, hai giai đoạn căng giãn có cơ chế khác nhau đó là:

- Trượt cục bộ theo phương Bắc - Nam trong thời kỳ Oligocen, tập trung ở khu vực phía Tây.

- Mở rộng do tách giãn đáy phương Đông Bắc - Tây Nam của Biển Đông trong Miocen giữa, tập trung ở khu vực phía Đông và trung tâm bể.

3. Cường độ pha nén ép cuối Miocen giữa ở bể Nam Côn Sơn không đồng đều chủ yếu ở khu vực phía Đông của bể, phần phía Tây bể gần như không nhận biết được theo các tài liệu địa chất - địa vật lý.

4. Nguồn trầm tích ở bể Nam Côn Sơn phân bố không đồng nhất, chiều dày trầm tích lớn nhất tập trung ở khu vực trũng Trung tâm (lớn hơn 13.000m) và mỏng dần ở khu vực phía Tây và sườn Tây Nam bể. Tướng trầm tích cũng biến đổi rõ rệt từ Tây sang Đông. Phía Đông tồn tại các tập đá vôi tuổi Miocen giữa, còn khu vực phía Tây hầu như không tồn tại các tập đá vôi này.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Chi Mai và nnk. *Tiềm năng dầu khí bể Nam Côn Sơn*. Đề tài nhánh của Dự án "Đánh giá tiềm năng dầu khí trên vùng biển 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, tầm nhìn đến năm 2020"). 2012.

2. Nguyễn Trọng Tín và nnk. *Nghiên cứu đánh giá tiềm năng dầu khí khu vực phía Tây bể Nam Côn Sơn các Lô 19, 20, 21, 22, 28 và 29*. Báo cáo kết quả nghiên cứu Đề tài nghiên cứu cấp Ngành số 1875/DK-KH. 1996.

3. 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 số 1002/DK-KH. 1994.

4. Nguyễn Trọng Tín và nnk. *Nghiên cứu đánh giá tiềm năng dầu khí phần phía Tây bể Nam Côn Sơn*. Báo cáo kết quả nghiên cứu Đề tài nghiên cứu cấp Ngành số 1875/DK-KH. 1996.

5. 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*. 2005.

The structural setting of Nam Con Son basin interpreted from seismic data

Le Chi Mai[1], Nguyen Huu Quynh[1], Nguyen Van Linh[1]
Vo Thi Bich Ngoc[1], Nguyen Van Vuong[2]
[1]Vietnam Petroleum Institute
[2]Hanoi University of Science - Vietnam National University , Hanoi

Summary

Nam Con Son basin is located at the junction of two tectonic settings, i.e. the strike-slip displacement on the western side of the basin and the spreading of the East Sea on the opposite side. This may produce the basin's complex structural setting with multi-directional fault systems. The paper presents the difference between the tectonic settings of the western and eastern sides of the basin based on seismic interpretation. The seismic interpretation results reveal that the first rifting phase in Eocene-Oligocene occurred on both sides. The second rifting phase in the Middle Miocene mainly occurred on the eastern side. This difference may drive the development of three faults systems, which are NE-SW, sub-longitude, and E-W orientations that controlled the formation and development of the basin.