

ĐẶC ĐIỂM KIẾN TẠO KHU VỰC VỊNH BẮC BỘ TRONG CENOZOIC

TS. Hoàng Văn Long¹, ThS. Ngô Văn Hưng²

¹Đại học Mở - Địa chất

²Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

Email: hoangvanlong@humg.edu.vn

Tóm tắt

Vịnh Bắc Bộ là một trong những khu vực có lịch sử tiến hóa và cấu trúc địa chất phức tạp, đã trải qua nhiều giai đoạn phát triển khác nhau, chịu tác động của các sự kiện kiến tạo lớn trong khu vực. Nghiên cứu các đặc điểm về cấu trúc địa chất và địa tầng nơi đây có thể giúp khôi phục lại lịch sử tiến hóa và bối cảnh kiến tạo khổng lồ quá trình tiến hóa địa chất khu vực phục vụ cho các nghiên cứu cơ bản và tìm kiếm thăm dò dầu khí. Trong bài viết này, nhóm tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu về quá trình tiến hóa kiến tạo vịnh Bắc Bộ trên cơ sở phân tích tài liệu địa chấn 2D.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, thềm lục địa vịnh Bắc Bộ được phát triển trên móng trước Cenozoic và được cho là bắt đầu vào Eocene. Quá trình tiến hóa kiến tạo trải qua 4 giai đoạn: (1) Tách giãn nội lục (Eocene - cuối Oligocene); (2) Sụt võng co rút nhiệt (Miocene sớm); (3) Nghịch đảo kiến tạo khu vực (Miocene giữa); (4) Sụt võng do tải trọng trầm tích (sau Miocene giữa). Ngoài giai đoạn nghịch đảo kiến tạo khu vực thì phía Tây Bắc vịnh Bắc Bộ còn trải qua ít nhất 2 giai đoạn nghịch đảo trong Oligocene - Miocene sớm. Trong khi đó khu vực phía Đông Nam lại đặc trưng bởi quá trình sụt võng chiếm ưu thế.

Từ khóa: Vịnh Bắc Bộ, biển Đông, kiến tạo.

1. Mở đầu

Vịnh Bắc Bộ phân bố ở khu vực phía Tây Bắc biển Đông (Hình 1). Khu vực này bao quát gần như toàn bộ bể trầm tích Sông Hồng, một trong những bể trầm tích lớn nhất khu vực Đông Nam Á. Vịnh Bắc Bộ được hình thành trên cơ sở quá trình tách giãn biển Đông cùng với sự dịch trượt bằng trái của đới đứt gãy Sông Hồng và quá trình va chạm mảng Ấn Độ với mảng Âu - Á trong Cenozoic [13]. Với bề dày trầm tích có nơi lên đến ~20km [6], vịnh Bắc Bộ được coi là khu vực lưu giữ nhiều thông tin quan trọng về quá trình tương tác lục địa - đại dương, biến đổi cổ khí hậu, tiến hóa kiến tạo khu vực [10].

Công tác khoan thăm dò và điều tra địa vật lý trong thời gian qua đã phát hiện nhiều cấu tạo triển vọng có khả năng tích tụ dầu khí trong các thành tạo trầm tích lục nguyên và cả trong các thành tạo móng carbonate. Tuy nhiên, khu vực vịnh Bắc Bộ nói riêng và biển Đông nói chung đã trải qua nhiều quá trình biến dạng kiến tạo khác nhau trong Cenozoic, đặc biệt là hoạt động cắt trượt tạo ra bể kéo tách Sông Hồng [12]. Các pha biến dạng kiến tạo không những làm thay đổi trật tự địa tầng trầm tích Cenozoic mà còn làm phức tạp hóa cấu trúc địa chất, phá hủy và/hoặc hình thành nên các cấu tạo có triển vọng chứa hydrocarbon. Để góp phần làm sáng tỏ lịch sử tiến hóa địa chất - kiến tạo khu vực, phục vụ cho công tác tìm kiếm và thăm dò dầu khí ở khu vực vịnh Bắc Bộ, nhóm tác giả giới thiệu một số kết quả luận giải đặc điểm kiến tạo khu vực vịnh Bắc Bộ trong Cenozoic dựa trên kết quả phân tích tài liệu địa chấn 2D.

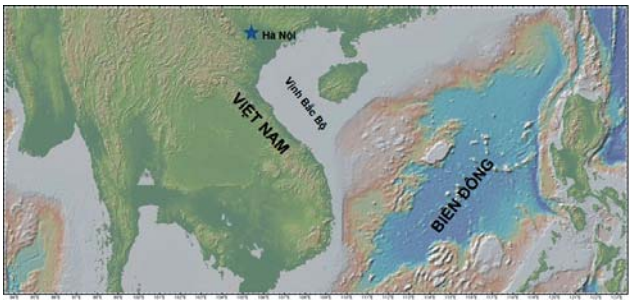
2. Bối cảnh kiến tạo khu vực

Một trong những sự kiện nổi bật trong Cenozoic đã được nhiều công trình nghiên cứu ghi nhận đó là quá trình va chạm mảng kiến tạo Ấn Độ với mảng Âu - Á. Bằng các mô hình thí nghiệm biến dạng, Tapponnier và nnk. [14] đã cho rằng quá trình va chạm mảng đã dẫn đến hiện tượng tách giãn biển Đông, sự thúc đẩy địa khối Đông Dương về phía Đông Nam dọc theo đới đứt gãy trượt bằng trái Sông Hồng và một loạt hệ thống đứt gãy trượt bằng trái phương Tây Bắc - Đông Nam khác (Hình 2).

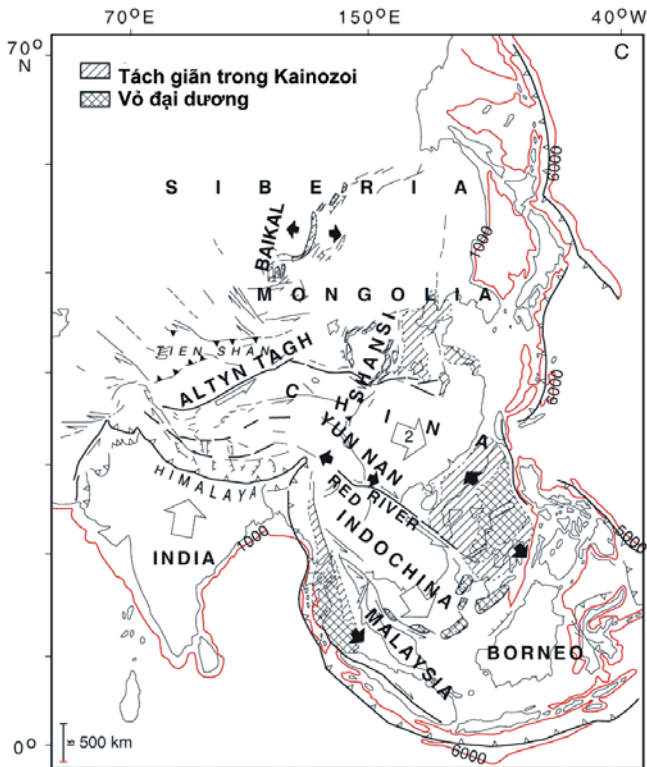
Kết quả nghiên cứu cổ từ trên các đá bazan biển Đông cho thấy thành tạo bazan cổ nhất ven rìa Đông Bắc biển Đông có số hiệu 11 tương ứng với tuổi thành tạo ~32 triệu năm. Đây được coi là thời điểm bắt đầu tách giãn biển Đông [1]. Quá trình tách giãn biển Đông được cho là kéo dài đến Miocene giữa (~17 triệu năm). Nhận định này phù hợp với những tài liệu mới nhất của chương trình khoan sâu đại dương được tiến hành tại Trung tâm biển Đông năm 2014 [8].

Tuy quá trình va chạm mảng Ấn Độ với mảng Âu - Á có nhiều ảnh hưởng đối với kiến tạo khu vực Đông Nam Á nhưng các nhà địa chất sau này cho rằng cơ chế tách giãn và hình thành biển Đông chủ yếu là do quá trình hút chìm biển Đông cổ xuống bên dưới đới hút chìm Boneo (Hình 3 và 4) [2, 3, 4, 7, 13].

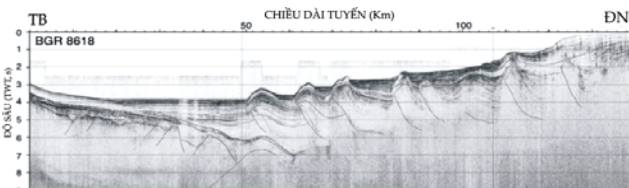
Số liệu cổ từ và kết quả định tuổi tuyệt đối trên mẫu khoan sâu đại dương cho rằng quá trình tách giãn vỏ đại dương kéo dài từ ~32 triệu năm và kết thúc cách đây ~17



Hình 1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu



Hình 2. Sơ đồ kiến tạo Đông Nam Á trong Cenozoic [14]



Hình 3. Mặt cắt địa chấn thể hiện biển Đông hút chìm bên dưới đới hút chìm Boneo [3]



Hình 4. Ophiolite là dấu hiệu còn sót lại của vỏ biển Đông cổ trên đảo Boneo

triệu năm, song quá trình sụt võng trên thềm lục địa Việt Nam nói chung và vịnh Bắc Bộ nói riêng xảy ra sớm hơn rất nhiều [16]. Đến nay, chưa có giếng khoan thăm dò nào khoan hết tầng trầm tích ở khu vực sâu nhất của vịnh Bắc Bộ. Vì vậy, việc định tuổi cho các thành tạo trầm tích dưới cùng của khu vực và thời điểm sụt võng vịnh Bắc Bộ chủ yếu mang tính dự đoán và đối sánh với tài liệu địa chất trên bờ. Nhiều nhà nghiên cứu cho rằng thời điểm bắt đầu sụt võng kiến tạo được bắt đầu từ Eocene.

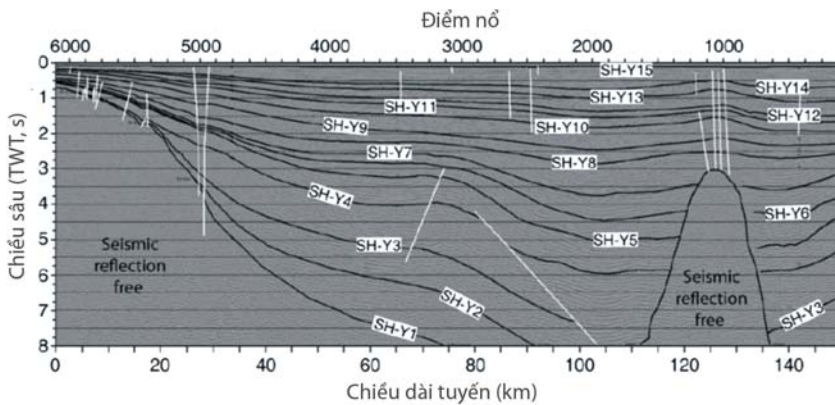
3. Quá trình tiến hóa kiến tạo vịnh Bắc Bộ

Các tài liệu thăm dò địa chấn 2D cho thấy vịnh Bắc Bộ trải qua quá trình sụt võng mạnh mẽ. Một số tuyến đo địa chấn cắt qua trục trung tâm của vùng nghiên cứu ở độ sâu 8s nhưng vẫn chưa khống chế được hết bề mặt móng trước Cenozoic (Hình 5). Quá trình tách giãn được bắt đầu từ Eocene cho đến Oligocene. Các thành tạo trầm tích đồng tách giãn được phân bố ở dưới đáy bể và được đặc trưng bởi các cấu tạo gá đáy trên các sườn dốc của đá móng (Hình 5). Biên độ dịch chuyển của các hệ thống đứt gãy ngang thuận không đồng nhất theo thời gian cho thấy chúng được tái hoạt động qua nhiều giai đoạn (Hình 5).

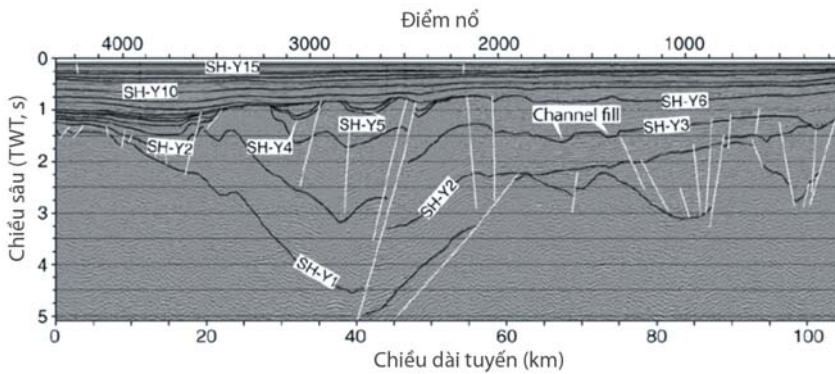
Sau quá trình sụt võng và tách giãn, khu vực nghiên cứu tiếp tục bị sụt võng với mức độ yếu hơn do quá trình co rút địa nhiệt (thermal contraction), thể hiện qua các thành tạo trầm tích có chiều dày phần trung tâm lớn hơn so với ven rìa và không bị ảnh hưởng bởi các hệ thống đứt gãy trong quá trình tách giãn và sụt lún trước đây (Hình 5).

Sau quá trình sụt võng do co rút nhiệt, khu vực vịnh Bắc Bộ nói riêng và biển Đông nói chung trải qua quá trình nghịch đảo kiến tạo, chuyển từ chế độ căng giãn sang chế độ ép nén tạo thành một bề mặt bất chỉnh hợp mang tính khu vực trong Miocene giữa. Sự kiện này phù hợp với thời điểm ngừng nghỉ của quá trình tách giãn biển Đông. Quá trình nghịch đảo kiến tạo đã làm cho các thành tạo trầm tích được hình thành ở các giai đoạn trước bị uốn nếp và biến dạng mạnh. Trên một số mặt cắt địa chất/địa chấn cho thấy các nếp uốn đảo đi kèm đứt gãy nghịch và bề mặt bào mòn bất chỉnh hợp rất rõ (Hình 6). Dấu hiệu của các mặt bào mòn bất chỉnh hợp mang tính khu vực này còn được thể hiện trên các mặt cắt địa chấn của bể Cửu Long, Tư Chính - Vũng Mây, Nam Côn Sơn... [9, 11, 15].

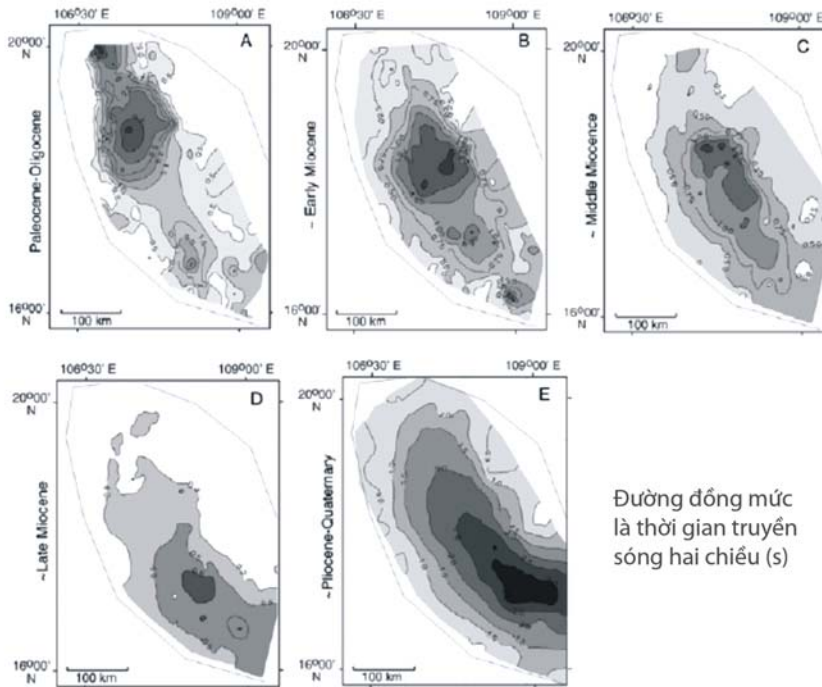
Giai đoạn nghịch đảo kiến tạo trong Miocene giữa được tiếp diễn bởi pha sụt võng thứ 2 khá mạnh tạo thành các thành tạo trầm tích có tuổi từ Miocene giữa đến nay. Các thành tạo này có chiều dày khá lớn nhưng mức độ



Hình 5. Mặt cắt địa chấn cắt qua trung tâm vịnh Bắc Bộ



Hình 6. Mặt cắt địa chấn khu vực phía Bắc bể Sông Hồng thể hiện các thành tạo địa chất trước Miocene giữa bị uốn nếp đảo và trượt chòm do nghịch đảo kiến tạo



Hình 7. Bản đồ đẳng dày trầm tích Cenozoic vịnh Bắc Bộ thể hiện sự dịch chuyển trung tâm lắng đọng về phía Đông Nam theo thời gian

biến dạng không mạnh và hoạt động đứt gãy cũng chủ yếu là đứt gãy nhỏ mang tính cục bộ. Tuy nhiên, các dấu hiệu địa động lực trên đất liền và trên biển cho thấy quá trình tách giãn biển Đông và hoạt động của đới trượt Sông Hồng đã đi vào giai đoạn kết thúc và/hoặc suy yếu. Nghĩa là không

có sự kiện kiến tạo đáng kể nào xảy ra trong vùng sau Miocene giữa dẫn đến quá trình sụt võng tạo nên các thành tạo trầm tích rất dày như ở bể Sông Hồng và vịnh Bắc Bộ. Vậy quá trình sụt võng sau giai đoạn nghịch đảo kiến tạo khu vực được diễn ra theo cơ chế nào? Theo nghiên cứu của Clift, lớp trên và lớp dưới của vỏ trái đất tồn tại một đối xứng yếu ứng suất; khi các lớp trầm tích tầng dày, sẽ tăng áp lực lên lớp vỏ dưới và làm cho chúng dịch chuyển về hai phía ngược chiều nhau theo mô hình dòng chảy vỏ (lower crustal flow). Như vậy, bề mặt vỏ trái đất ở khu vực nghiên cứu sẽ tiếp tục bị sụt võng mặc dù không có hoặc có rất ít tác động của quá trình tách giãn kiến tạo [2].

4. So sánh chế độ địa động lực và kiến tạo giữa Bắc và Nam vịnh Bắc Bộ

Mặc dù quá trình sụt võng và hình thành vịnh Bắc Bộ chịu sự khống chế chặt chẽ của chế độ kiến tạo khu vực song cũng chịu sự chi phối bởi các hoạt động kiến tạo mang tính cục bộ. Mặt cắt địa chấn ở khu vực phía Bắc vịnh Bắc Bộ (Hình 6) cho thấy ngoài bề mặt bất chỉnh hợp khu vực trong Miocene giữa còn quan sát thấy các mặt bào mòn bất chỉnh hợp và các hệ thống dòng chảy cổ phát triển ở phía Đông Bắc của tuyến địa chấn. Các bề mặt này đánh dấu các giai đoạn nghịch đảo kiến tạo khác diễn ra ở khu vực phía Bắc của vùng nghiên cứu. Trong khi đó, ở khu vực phía Nam vịnh Bắc Bộ và bể Nam Hải Nam không quan sát thấy các bề mặt bất chỉnh hợp này và chiều dày trầm tích vẫn tiếp tục tăng lên chứng tỏ ngoài pha nghịch đảo kiến tạo chính trong Miocene giữa thì phía Bắc vịnh Bắc Bộ còn trải qua ít nhất hai giai đoạn nghịch đảo kiến tạo sớm hơn, có thể liên quan đến thời kỳ bắt đầu hoạt động của đới đứt gãy Sông Hồng (?). Trong khi khu vực phía Nam vịnh Bắc Bộ lại được đặc trưng bởi quá trình sụt lún chiếm ưu thế. Nhận định này phù hợp với quá trình dịch chuyển trung tâm

lắng đọng trầm tích từ Tây Bắc về Đông Nam theo thời gian (Hình 7).

Các kết quả tính toán tốc độ trầm tích cho bể Sông Hồng và bể Nam Hải Nam [6] cho thấy giai đoạn đầu của quá trình hoạt động của đới đứt gãy Sông Hồng có tác động mạnh đến quá trình sụt võng phía Bắc vịnh Bắc Bộ trong khi khu vực phía Nam vịnh Bắc Bộ ít chịu ảnh hưởng hơn cho đến tận đầu Miocene.

5. Kết luận

Vịnh Bắc Bộ là một trong những khu vực tiềm năng địa rộng nhất khu vực Đông Nam Á. Trên cơ sở phân tích các tài liệu địa chấn 2D kết hợp với tài liệu địa chất trên bờ, nhóm tác giả rút ra một số kết luận sau:

Khu vực này chịu sự tác động của nhiều yếu tố kiến tạo qua các thời kỳ khác nhau nên có đặc điểm cấu trúc địa chất và lịch sử tiến hóa kiến tạo phức tạp. Đây cũng là một trong những nơi được cho là có nhiều tiềm năng về dầu khí. Cấu trúc địa chất - địa tầng vịnh Bắc Bộ gồm 2 phần: Các thành tạo móng trước Cenozoic và các thành tạo trầm tích Cenozoic gắn kết yếu hoặc chưa gắn kết. Mặc dù chưa có tài liệu sinh địa tầng khổng lồ về tuổi của các thành tạo trầm tích ở phần sâu nhất của khu vực nghiên cứu, quá trình tách giãn vỏ lục địa được cho là bắt đầu vào cuối Paleocene - đầu Eocene và chịu tác động của quá trình va chạm giữa mảng Ấn Độ với mảng Âu - Á.

Lịch sử tiến hóa kiến tạo của vịnh Bắc Bộ trong Cenozoic được chia thành 4 giai đoạn chính: (1) Giai đoạn tách giãn vỏ lục địa tạo cấu trúc địa hào, bán địa hào nội lục từ Eocene đến cuối Oligocene; (2) Giai đoạn sụt võng từ từ do co rút nhiệt được kéo dài từ cuối Eocene đến cuối Miocene sớm; (3) Giai đoạn nghịch đảo kiến tạo trong Miocene giữa hình thành nên bất chỉnh hợp mang tính khu vực; (4) Giai đoạn tái sụt võng do tải trọng trầm tích. Giai đoạn này không có nhiều ảnh hưởng của các hoạt động kiến tạo khu vực nhưng tải trọng trầm tích lớn đã tạo nên áp lực quá lớn lên bề mặt móng và tạo ra quá trình tự biến dạng sụt võng làm tăng chiều dày trầm tích.

Tuy chịu tác động chung của các chuyển động kiến tạo khu vực nhưng khu vực phía Tây Bắc và phía Đông Nam của vịnh Bắc Bộ có đặc thù riêng. Nếu như phía Tây Bắc vịnh Bắc Bộ chịu sự khống chế của đới trượt Sông Hồng phương Tây Bắc - Đông Nam là chủ yếu thì phần phía Đông Nam còn chịu ảnh hưởng của quá trình tách giãn rìa Đông Bắc biển Đông. Ngoài pha nghịch đảo kiến tạo chính trong Miocene giữa thì phía Đông Bắc vịnh Bắc

Bộ còn trải qua ít nhất 2 pha nghịch đảo trước đó, liên quan đến hoạt động của đới cắt trượt Sông Hồng. Ngược lại, khu vực phía Đông Nam vịnh Bắc Bộ lại liên tục bị sụt lún. Sự tương phản về chế độ kiến tạo đã làm cho trung tâm lắng đọng trầm tích được dịch chuyển dần về phía Đông Nam và chiều dày trầm tích cũng có xu hướng tăng dần theo hướng này.

Tài liệu tham khảo

1. U.Barckhausen, H.A.Roeser. *Seafloor spreading anomalies in the South China sea revisited*. Continent-Ocean Interactions in the East Asian Marginal Seas. Monograph Series. 2004; 149: p. 121 - 125.
2. P.Clift, P.Wang, W.Kuhnt, R.Hall, R.Tada. *Continent-ocean interactions within the East Asian marginal seas*. Eos, Transactions American Geophysical Union. 2003; 84(15): p. 139 - 141.
3. P.Clift, G.H.Lee, N.Anh Duc, U.Barckhausen, Hoang Van Long, S.Zhen. *Seismic reflection evidence for a Dangerous Grounds miniplate: No extrusion origin for the South China Sea*. Tectonics. 2008; 27(3).
4. R.Hall, M.Van Hattum, Spakman. *Impact of India-Asia collision on SE Asia: The record in Borneo*. Tectonophysics. 2008, 451(1-4): p. 366 - 389.
5. C.G.Macpherson. *Lithosphere erosion and crustal growth in Subduction zones: Insights from initiation of the nascent East Philippine Arc*. Geology. 2008; 36(4): p. 311 - 314.
6. Hoang Van Long, Peter D.Clift, Anne M.Schwab, Mads Huse, Duc Anh Nguyen, Sun Zhen. *Large-scale erosional response of SE Asia to monsoon evolution reconstructed from sedimentary records of the Song Hong-Yinggehai and Qiongdongnan basins*. Geological Society. 2010; 342: p. 219 - 244.
7. C.Hutchison. *Marginal basin evolution: the Southern South China Sea*. Marine and Petroleum Geology. 2004; 21(9): p. 1129 - 1148.
8. International Ocean Discovery Program. *Opening of South China Sea and its implications for SE Asia tectonics, climate and deep mantle processes since the Late Mesozoic*. Expedition 349 preliminary report, IODP. 2014: 109p.
9. Nguyễn Giao, Nguyễn Trọng Tín. *Bể trầm tích Nam Côn Sơn và tài nguyên dầu khí*. Địa chất và Tài nguyên Dầu khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2007: trang 317 - 360.

10. Nguyễn Mạnh Huyền, Hồ Đắc Hoài. *Bể trầm tích Sông Hồng và tài nguyên dầu khí*. Địa chất và Tài nguyên Dầu khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2007: trang 185 - 240.
11. Nguyễn Quang Bô. *Bể trầm tích Tư Chính - Vũng Mây và tài nguyên dầu khí*. Địa chất và Tài nguyên Dầu khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2007: trang 403 - 424.
12. C.Rangin, M.Klein, D.Roques, X.Le Pichon, L.V.Truong. *The Red River fault system in the Tonkin Gulf, Vietnam*. Tectonophysics. 1995; 243: p. 209 - 222.
13. A.Replumaz, P.Tapponnier. *Reconstruction of the deformed collision zone between India and Asia by backward motion of lithospheric blocks*. J. Geophys. Res. 2003; 108(6): p. 22 - 85.
14. P.Tapponnier, G.Peltzer, A.Y.Le Dain, R.Armijo, P.Cobbold. *Propagating extrusion tectonics in Asia; new insights from simple experiments with plasticine*. Geology (Boulder). 1982; 10: p. 611 - 616.
15. Trần Lê Đông, Phùng Đắc Hải. *Bể trầm tích Cửu Long và tài nguyên dầu khí*. Địa chất và Tài nguyên Dầu khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2007: trang 269 - 316.
16. Trần Văn Trị, Vũ Khúc. *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 2009: 590 trang.

Cenozoic tectonic evolution in the Tonkin Gulf

Hoang Van Long¹, Ngo Van Hung²

¹University of Mining and Geology

²Vietnam Oil and Gas Group

Summary

The gulf of Tonkin is one of the areas with complex geological structures and evolutionary history. This area has experienced many development periods and was affected by various regional tectonic events. Studying the geological structure and stratigraphy of this area can help us reconstruct the tectonic regime controlling geological settings in the region for basic researches and oil and gas exploration. In this paper, the authors present some study results on the tectonic evolution of the gulf of Tonkin based on 2D seismic data.

The results show that the continental shelf within the Tonkin Gulf has evolved on the pre-Cenozoic basement, which was supposed to start in the Eocene. The tectonic evolution of the region has undergone 4 periods: (1) intracontinental rifting (Eocene - Late Oligocene); (2) Thermal subsidence (Early Miocene); (3) Regional inversion (Middle Miocene) and (4) Subsidence due to sediment load (After Middle Miocene).

Apart from the regional inversion event, the northwestern part of Tonkin Gulf was affected by at least 2 local uplifting events, which occurred in the Oligocene - Early Miocene. In contrast, the southeastern part was dominated by subsiding process.

Key words: Tonkin Gulf, East Sea, Tectonics.