

Cơ chế hình thành và các giai đoạn phát triển Biển Đông

Chu Văn Ngợi^{1*}, Trần Nghi¹, Trần Hữu Thân¹

Cao Đình Triều², Nguyễn Trọng Tín³

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

²Viện Địa vật lý Ứng dụng, Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam

³Viện Dầu khí

Ngày nhận bài 13.4.2015, ngày chuyển phản biện 20.4.2015, ngày nhận phản biện 20.5.2015, ngày chấp nhận đăng 25.5.2015

Đã có nhiều mô hình về cơ chế hình thành và phát triển Biển Đông của các tác giả trong nước và nước ngoài. Các mô hình này hết sức đa dạng và phong phú, song có nét chung là xem xét mở Biển Đông được gây bởi một nguồn lực duy nhất. Trên cơ sở phân tích các sự kiện kiến tạo, các mô hình mở Biển Đông, minh giải các băng địa chấn, phân tích các cấu tạo phá hủy, phân tích các tổ hợp thạch kiến tạo, tập thể tác giả đề xuất mô hình mở Biển Đông dựa trên sự kết hợp 3 nguồn lực: nguồn lực gây bởi đựng độ mảng dẫn đến chuyển động thúc trôi, nguồn lực gây bởi hoạt động hút chìm và nguồn lực sâu manti. Vai trò các nguồn lực này không như nhau và được đánh giá theo 3 giai đoạn phát triển Biển Đông: giai đoạn trước tách giãn (trước 32 triệu năm), khu vực Biển Đông bị chi phối bởi các nguồn lực: hoạt động hút chìm, nguồn lực sâu manti và đựng độ mảng; giai đoạn tách giãn (32 triệu năm đến 17 triệu năm): nguồn lực sâu manti đóng vai trò chủ đạo, còn trượt trái của đứt gãy sâu Sông Hồng đóng vai trò cú hích khởi đầu của quá trình tách giãn; và giai đoạn sau tách giãn (từ 17 triệu năm đến nay) với hai thời kỳ đặc trưng: thời kỳ sụt lún bồn (từ Miocen giữa đến Miocen muộn) và thời kỳ sụt lún khu vực (N_2 -Q) bị chi phối bởi nguồn lực sâu manti, ngoài ra ở thời kỳ sụt lún khu vực còn chịu ảnh hưởng của đới hút chìm Philippin và dịch trượt phải của đứt gãy sâu Sông Hồng. Thời kỳ này đóng vai trò hình thành nên diện mạo Biển Đông ngày nay.

Từ khóa: cơ chế, mô hình, tách giãn.

Chỉ số phân loại I.5

Đặt vấn đề

Biển Đông được các nhà nghiên cứu xếp vào biển rìa tây Thái Bình Dương có lịch sử phát triển hết sức độc đáo. Chính vì vậy, Biển Đông đã được nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước quan tâm. Cho đến nay đã có nhiều mô hình về cơ chế hình thành Biển Đông nhưng giữa các nhà nghiên cứu chưa xây dựng được một mô hình thống nhất.

Đề tài KC09.20/11-15: “Nghiên cứu kiến tạo - địa động lực, cơ chế hình thành và phát triển các bể Kainozoi Phú Khánh, Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây dưới ảnh hưởng của tách giãn Biển Đông và bối cảnh kiến tạo địa động lực các vùng kề cận phục vụ điều tra đánh giá tiềm năng khoáng sản, dầu khí” có nhiệm vụ làm rõ cơ chế hình thành Biển Đông để đánh giá ảnh hưởng của Biển Đông đến quá trình hình thành và phát triển các bồn Kainozoi. Trên cơ sở nghiên cứu các vấn đề về kiến tạo địa động lực, mối quan hệ tương tác các nguồn lực và phân tích các mô hình đã công bố, tập thể tác giả đề tài đã xây dựng mô hình theo cơ chế

kết hợp 3 nguồn lực và đánh giá vai trò của các nguồn lực theo các giai đoạn phát triển Biển Đông.

Phương pháp nghiên cứu

Tập thể tác giả quan niệm nghiên cứu cơ chế hình thành Biển Đông và quá trình phát triển phải tiến hành nghiên cứu đồng bộ các hợp phần tạo nên Biển Đông, đó là các bồn Kainozoi, thềm lục địa, trung tâm Biển Đông và các đảo thuộc phạm vi Biển Đông. Với quan điểm như vậy, tập thể tác giả xem xét sự phát triển các hợp phần tạo nên Biển Đông trong một hệ thống có mối quan hệ và tương tác với nhau.

Để giải quyết vấn đề cơ chế hình thành Biển Đông và đánh giá ảnh hưởng của Biển Đông đến sự phát triển các bồn Kainozoi, đề tài đã áp dụng đồng bộ hệ phương pháp sau:

1. Phân tích minh giải các mặt cắt địa chấn nhằm xác định các giai đoạn phát triển các bồn Kainozoi thông qua xác định các kiểu đứt gãy, các bề mặt cấu tạo, quan hệ đứt gãy với các bề mặt cấu tạo.

* Tác giả chính: Email: ngoicv@vnu.edu.vn

MECHANISM OF FORMATION AND STAGES OF DEVELOPMENT OF THE EAST SEA

Summary

There have been many models of formation and development of the East Sea. These models have a common feature that the mechanism of the East Sea formation is based on only one unique force source. Up to now, no consensus has been reached on the mechanism of the East Sea formation between scientists. Based on the analyses of tectonic events, models of the East Sea formation, seismic cross-sections, fracture deformation and analyses of petroctectonic assemblages, the authors have proposed a model combining 3 force sources: a source caused by collision of plate, generating extrusion movement; a source caused by slab pull; and a source caused by mantle. Three force sources have played different roles in the history of the East Sea and been assessed in three stages of development: stage of prespreading, stage of spreading, and stage of post-spreading. In the stage of prespreading, the area of the East Sea was affected by three force sources: plate collision, subduction and mantle. In the stage of spreading, the left lateral strike of Red River fault played the beginning of spreading, but the mantle force was main one controlling development. In the post-spreading stage the thermal subsidence controlled development and created the form of recent East Sea.

Keywords: mechanism, model, spreading.

Classification number 1.5

2. Phân tích cấu tạo sâu dựa trên các tài liệu trọng lực và từ, xác định các kiểu vỏ (vỏ đại dương, vỏ lục địa bị vát mỏng và vỏ lục địa) để làm rõ mối quan hệ của các cấu tạo trên mặt với dưới sâu.

3. Phân tích tổ hợp thạch kiến tạo của các bồn làm cơ sở khôi phục lịch sử phát triển các bồn trong phong chung phát triển Biển Đông.

4. Phương pháp xác định trường lực kiến tạo trên cơ sở xử lý các mặt cắt địa chấn và kết hợp các kết quả khảo sát trên đảo để xác lập các giai đoạn phát triển

kiến tạo của Biển Đông.

5. Phương pháp đối sánh các mặt cắt địa chấn cắt trực tách giãn ở đầu đông bắc với đầu mút ở tây nam nhằm làm rõ bản chất tách giãn của Biển Đông.

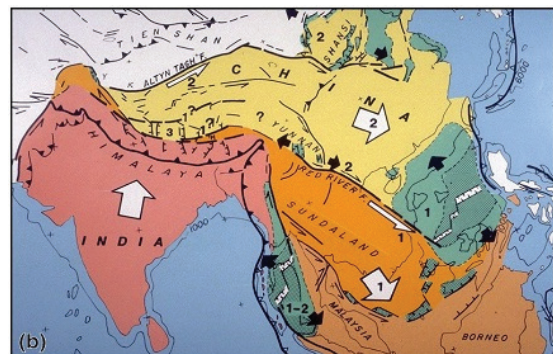
Một số mô hình mở Biển Đông của các tác giả

Ở đây chỉ đề cập đến một số mô hình tiêu biểu.

Các mô hình của các tác giả ngoài nước

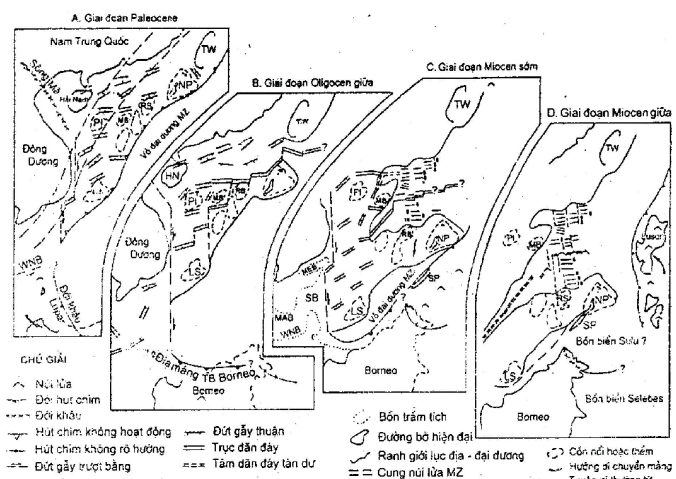
- Mô hình kiến tạo thúc trời của Tapponier (hình 1).

Mô hình kiến tạo thúc trời [1, 2]: mô hình đánh giá cao vai trò dịch trượt trái của đứt gãy Sông Hồng. Theo Rangin biên độ dịch trượt trái chỉ đạt 30-40 km, do đó không thể tạo ra một không gian tách giãn Biển Đông rộng 500 km. Đó là hạn chế của mô hình.

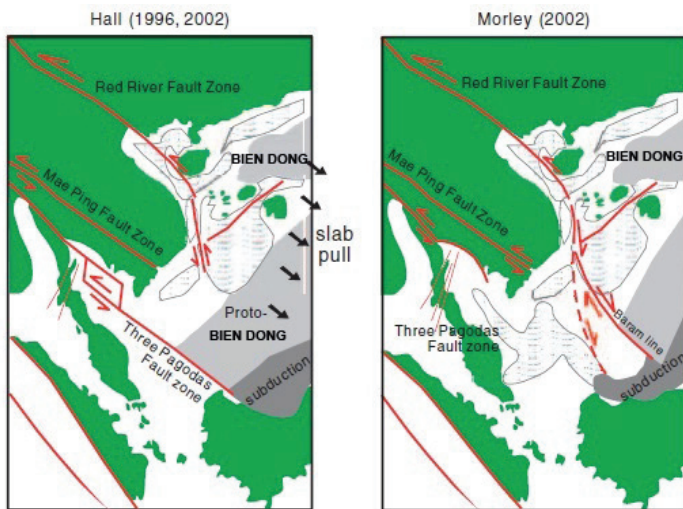


Hình 1: mô hình kiến tạo thúc trời mở Biển Đông [2]

- Mô hình kiểu Đại Tây Dương [3] (hình 2): hình ảnh mở Biển Đông có dáng dấp kiểu Đại Tây Dương. Tuy nhiên ở đây có sự khác biệt: Biển Đông trong quá trình tách giãn có rìa bắc thụ động và rìa nam tích cực và tách giãn theo kiểu nềm. Mô hình kiểu Đại Tây Dương không thể giải thích được tính đặc thù đó.



Hình 2: mô hình kiểu Đại Tây Dương [3]



Hình 3: mô hình mở Biển Đông theo cơ chế kéo tấm [4]

- Mô hình kéo tấm của Hall & Morley [4] (hình 3): mô hình này coi trọng yếu tố hút chìm và chuyển dịch của các hệ đứt gãy. Tuy nhiên, Hall & Morley không thống nhất về cơ chế chuyển động của đứt gãy kinh tuyến. Nếu chỉ có hai nguồn lực thì cũng không thể tạo ra không gian tách giãn rộng lớn.

Các mô hình của các tác giả trong nước

Ở trong nước, nhìn chung các mô hình đề xuất không nhiều. Phần lớn các tác giả thường lựa chọn mô hình của các tác giả ngoài nước để luận giải những vấn đề liên quan. Tập thể tác giả xin trình bày hai mô hình ở hai thời điểm khác nhau:

- Mô hình của Nguyễn Nghiêm Minh 1980 [5]: sự hình thành Biển Đông do trượt trái cùng chiều theo hướng tây bắc với vận tốc khác nhau của hai cánh dọc theo đứt gãy Sông Hồng. Nếu chỉ có dịch trượt thuần túy thì không thể tạo ra không gian rộng lớn của Biển Đông. Mô hình này cũng có hạn chế tương tự như mô hình của Tapponnier.

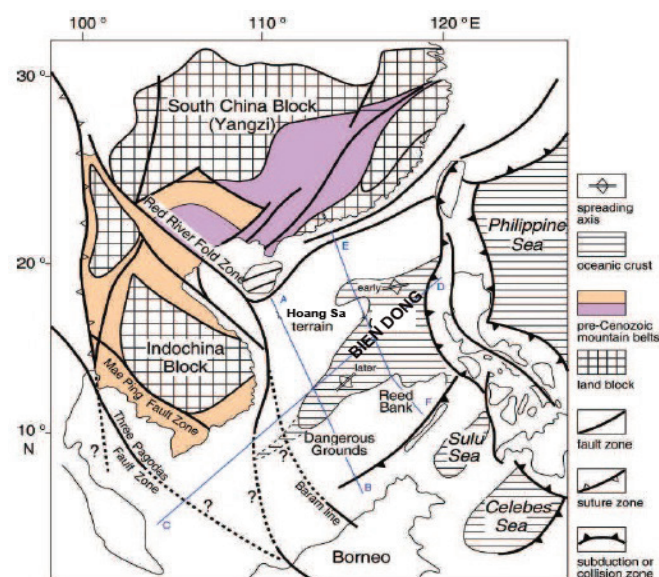
- Mô hình chiếc quạt giấy: đây là mô hình do Phan Trường Thị đề xuất năm 1995. Theo Phan Trường Thị, vào Oligocen sớm chiếc quạt giấy xếp nằm ngang tại vĩ độ 18° bắc (vùng biển Maclesfield thuộc biển Philippin). Trong khi đó trượt bằng đứt gãy Sông Hồng vượt ra vịnh Bắc Bộ đổi hướng bắc nam, kéo đuôi quạt trượt dần theo bờ dốc bắc nam và chiếc quạt giấy được mở rộng về hai phía cho đến khi đuôi quạt đến vĩ độ $9^{\circ}30'$ và kinh độ $110^{\circ}30'$ thì dừng lại (khoảng 16 triệu năm) [6]. Theo mô hình này, động lực chính mở Biển

Đông là hoạt động lõi manti trong lòng Biển Đông, còn đứt gãy sâu Sông Hồng chỉ có vai trò làm xoay hướng trục tách giãn từ đông tây sang đông bắc tây nam. Tuy nhiên, trong mô hình này tác giả không chỉ rõ khi nào trục tách giãn hướng đông tây chuyển sang hướng đông bắc tây nam.

Ngoài ra còn rất nhiều mô hình về cơ chế hình thành và phát triển Biển Đông. Mỗi mô hình có những nét riêng biệt. Điều đó chứng tỏ quá trình hình thành và phát triển Biển Đông là hết sức phức tạp.

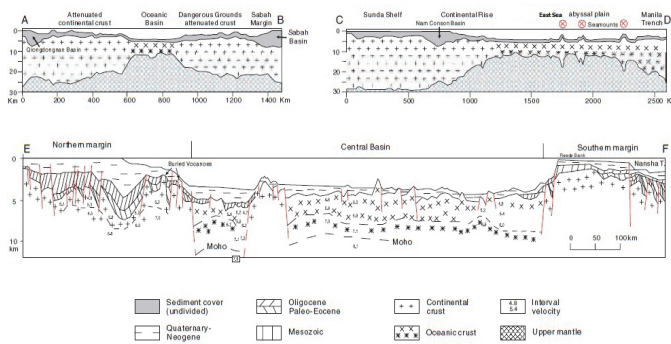
Mô hình kết hợp 3 nguồn lực hình thành Biển Đông và các giai đoạn phát triển

Về mặt kiến tạo, Biển Đông giới hạn bởi khối Nam Trung Hoa ở phía bắc, khối Đông Dương ở phía tây, Biển Philippin ở phía đông, đảo Bocneo và cung đảo Indonesia ở phía nam [4]. Vị trí kiến tạo như vậy không chỉ chi phối sự phát triển Biển Đông mà còn chi phối sự phát triển các bể Kainozoi (hình 4).



Hình 4: bản đồ thể hiện các địa khối, đứt gãy và các mặt cắt (theo Gong and Li, 1997)

Các mặt cắt địa chấn sâu chỉ ra rằng vỏ lục địa có bề dày từ 30 đến 35 km dọc theo rìa bắc, đạt khoảng 14 km ở đới sườn của Biển Đông và độ sâu mặt Mokho ở trung tâm Biển Đông nhỏ hơn 12 km. Bề dày vỏ ở trung tâm Hoàng Sa nằm giữa Hải Nam và Hoàng Sa đạt 8 km. Bề dày vỏ từ 8 đến 12 km tồn tại ở trung tâm Đài Loan (hình 5).

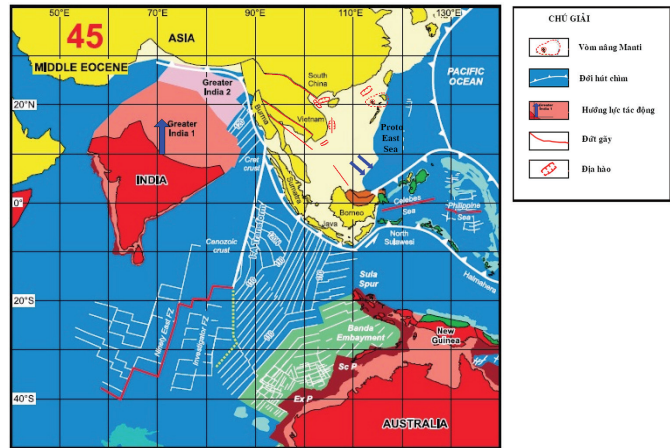


Hình 5: các mặt cắt cấu trúc sâu Biển Đông: A - B, C - D, E - F (vị trí các mặt cắt thể hiện trên hình 4)

Dựa trên các cơ sở: 1) Các sự kiện kiến tạo địa động lực Biển Đông và các vùng kế cận đã xảy ra: thời kỳ nâng vòm san bằng kiến tạo vào cuối Mesozoi đầu Kainozoi, sự kiện đụng độ mảng Ấn - Úc với mảng Âu - Á vào khoảng 50-45 triệu năm trước, tồn tại một Biển Đông cổ vào cuối Mesozoi - đầu Kainozoi và đới hút chìm bắc Palawan, đã hình thành một loạt địa hào trước khi mở Biển Đông, có các cặp dị thường từ đối xứng có tuổi từ 32 triệu năm đến 17 triệu năm [3, 7, 8], tách giãn đáy Biển Đông theo kiểu nêm (đầu đông biên độ tách giãn lớn, đầu tây và tây nam vát nhọn), tồn tại đới hút chìm Philippin vào 10 triệu năm cách ngày nay; 2) Các kết quả nghiên cứu của đề tài về tổ hợp thạch kiến tạo, môi trường lắng đọng trầm tích và đặc điểm biến dạng ở các bể; 3) Cơ sở quá trình rift [9, 10, 11], tập thể tác giả đề xuất mô hình mở Biển Đông theo cơ chế kết hợp ba nguồn lực: nguồn lực sâu manti, nguồn lực đụng độ mảng gây chuyển động thúc trôi và nguồn lực hút chìm. Vai trò của ba nguồn lực được thể hiện qua 3 giai đoạn phát triển Biển Đông.

- Giai đoạn trước tách giãn (từ 65 đến 32 triệu năm)
- Giai đoạn tách giãn (từ 32 đến 17 triệu năm)
- Giai đoạn sau tách giãn (từ 17 triệu năm đến ngày nay)

Giai đoạn trước tách giãn: trước khi xảy ra tách giãn Biển Đông vào 32 triệu năm trước, không gian Biển Đông chịu ảnh hưởng của đới hút chìm tây nam giữa mảng Ấn - Úc xuống mảng Âu - Á, và của đới hút chìm đông và đông nam. Phần lớn diện tích Biển Đông là lục địa và lúc đó quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa cùng đảo Palawan là một khối lục địa thống nhất [12, 13] (hình 6).

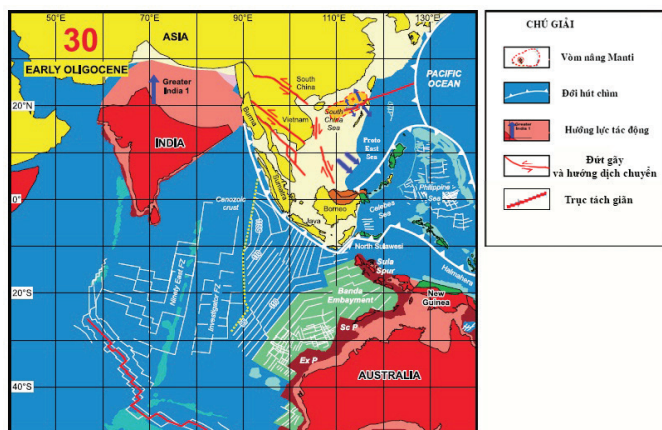


Hình 6: bối cảnh địa động lực trước tách giãn [13]

Vào đầu giai đoạn trước tách giãn, hoạt động nâng vòm của manti tại Biển Đông và các vùng kế cận cùng với hoạt động hút chìm bắc Palawan đã làm căng thạch quyển, làm mỏng bề dày thạch quyển và trung tâm vát mỏng là trung tâm Biển Đông hiện nay. Bằng chứng: 1) Vỏ lục địa có bề dày giảm dần từ lục địa đến trung tâm Biển Đông và tại trung tâm Biển Đông bị tiêu biến (hình 5); 2) Trên không gian rộng lớn nhìn chung vắng mặt các trầm tích tuổi Paleocen; 3) Trong thời kỳ này, vào đầu Kainozoi (trước đụng độ) hình thành một số địa hào nhỏ hẹp lấp đầy các thành tạo lục địa như: Tây Lôi Châu (hệ tầng Changliu tuổi Paleocen), Châu Giang (hệ tầng Shenhu tuổi Paleocen) và Trường Sa (hệ tầng Sinh Tồn tuổi Paleocen) [3, 4, 8] và biểu hiện hoạt động magma phun trào kiềm ở tây bắc Việt Nam (hệ tầng Pu Tra tuổi Paleocen) [14]. Ngoài hoạt động nhiệt dưới sâu và hút chìm kéo tấm, cú đụng độ mảng Ấn - Úc với Âu - Á xảy ra vào 45 triệu năm [1, 8] đã làm tăng cường sự căng của thạch quyển, thúc đẩy hình thành một loạt địa hào vào Eocen (địa hào Sông Hồng, Nam Hải Nam, Phú Khánh và Cửu Long). Các địa hào phát triển trong trường lực căng được khống chế bởi các đứt gãy thuận và lấp đầy chủ yếu là các thành tạo lục địa. Ngoài ra, một vài địa hào có xen các thành tạo phun trào riolit, basalt (bồn Châu Giang), andezit và bazan (bồn Cửu Long) thể hiện hoạt động căng giãn mạnh mẽ ở thời kỳ này. Trong bối cảnh như vậy, riêng bồn Đông Natuna và Sarawak ở phía nam Biển Đông hình thành trên đáy biển vào Eocen, được lấp đầy các thành tạo nguồn gốc biển [4]. Đây chính là minh chứng về tồn tại một Biển Đông cổ.

Giai đoạn tách giãn: trong bối cảnh thạch quyển bị căng và đã hình thành một số địa hào, hoạt động đới đứt gãy sâu Sông Hồng theo cơ chế trượt bằng trái

vào 32 triệu năm đã tạo ra đường nứt cắt qua tiểu lục địa Hoàng Sa - Trường Sa, mở đầu thời kỳ tách giãn Biển Đông (hình 7) [12, 13]. Tách giãn Biển Đông là kết quả tương tác của 3 nguồn lực: lực kéo trượt của đứt gãy sâu Sông Hồng theo cơ chế trượt bằng trái đóng vai trò cú hích làm nứt tách tiểu lục địa Hoàng Sa - Trường Sa cùng lực kéo tấm gây bởi chuyển động hút chìm của đới hút chìm Palawan và nguồn lực do dị thường manti đi lên đã dẫn đến mở Biển Đông. Mở Biển Đông theo cơ chế nêp đâm ngang phát triển từ đông sang tây, với phía bắc trực tách giãn là rìa thụ động và phía nam là rìa động có đới hút chìm. Pha tách giãn kéo dài từ 32 triệu năm đến 17 triệu năm được khống chế bởi nguồn lực dưới sâu và nguồn lực này đóng vai trò chủ đạo và chi phối quá trình phát triển Biển Đông. Từ 32 triệu năm đến 20 triệu năm, trực tách giãn có hướng đông tây, tiếp sau đó trực tách giãn chuyển sang hướng đông bắc tây nam. Sự đổi hướng trực tách giãn từ đông tây sang đông bắc tây nam được gây bởi chuyển động theo cơ chế trượt bằng phải của đứt gãy sườn dốc Đông Việt Nam [8, 15]. Từ 32 triệu năm, đáy Biển Đông kiểu vỏ đại dương luôn luôn được mở rộng về hai phía theo hình nêp bởi quá trình tách giãn và kết thúc vào khoảng 17 triệu năm kéo theo đỉnh chỉ dịch trượt trái của đứt gãy Sông Hồng và hoạt động hút chìm bắc Palawan. Liên quan đến giai đoạn tách giãn, ngoài các địa hào đã hình thành từ trước, một loạt địa hào mới được hình thành (Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây, Pattani, Malai - Thổ Chu, Tây Natuna, Đông Natuna). Các địa hào tiếp tục phát triển và kết thúc giai đoạn địa hào cùng với thời gian kết thúc tách giãn đáy. Tiếp sau đó, các địa hào là tiền thân các bồn bước sang một giai đoạn phát triển mới.

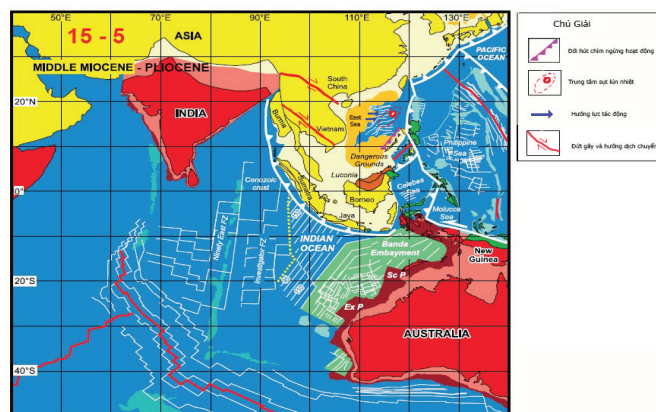


Hình 7: bối cảnh địa động lực thời kỳ đầu tách giãn [13]

Giai đoạn sau tách giãn: giai đoạn sau tách giãn bắt đầu từ 17 triệu năm cho đến ngày nay. Giai đoạn này đặc trưng bởi quá trình sụt lún nhiệt và có thể chia ra hai thời kỳ: thời kỳ sụt lún bồn và thời kỳ sụt lún khu vực (hình 8)

- Thời kỳ sụt lún bồn: xảy ra từ Miocen giữa đến Miocen muộn [8, 16, 17]. Trung tâm Biển Đông sụt lún do nhiệt đã kéo các bồn sụt lún theo, làm cho các bồn được mở rộng. Tại các bồn, các thành tạo lấp đầy trong thời kỳ này có cấu tạo nhịp: bắt đầu mỗi nhịp là các thành tạo lục địa nằm trên bề mặt bất chỉnh hợp và kết thúc là các thành tạo biển nông. Tính nhịp có thể do nguồn lực dưới sâu chi phối liên quan với quá trình tăng và giảm nhiệt. Khi nhiệt giảm gây sụt lún, còn khi nhiệt tăng gây nâng cao bóc mòn. Số nhịp trong các bồn không như nhau. Thời kỳ sụt lún bồn kết thúc vào cuối Miocen muộn, đánh dấu bằng pha nâng bào mòn ngưng nghỉ lắng đọng trầm tích. Trong thời kỳ này, tuy quy mô Biển Đông chưa lớn nhưng đã thể hiện ảnh hưởng rõ rệt đến sự phát triển các bồn.

- Thời kỳ sụt lún khu vực: bắt đầu từ Pliocen, đặc trưng bởi sụt lún nhiệt trên diện rộng. Đây là thời kỳ phát triển tạo thêm của Biển Đông, tạo nên một tầng trầm tích dày, các bể liên thông với nhau, ranh giới giữa các cấu tạo hình thành từ trước bị xóa nhòa, làm cho quy mô Biển Đông được mở rộng. Trong thời kỳ này sụt lún nhiệt phân dị cùng với hoạt động hút chìm của đới hút chìm Philippin và dịch trượt phải của đứt gãy sâu Sông Hồng đã làm cho bể Phú Khánh bị sụt bậc dọc theo đới đứt gãy sườn dốc Đông Việt Nam và một số bồn (Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây) lún chìm nằm ở vị trí nước sâu. Một nét đặc trưng trong thời kỳ này là hoạt động magma khá phát triển ở các đới nâng và các sườn. Kết quả hoạt động thời kỳ này đã tạo nên diện mạo Biển Đông ngày nay.



Hình 8: bối cảnh địa động lực sau tách giãn [13]

So với các mô hình đã công bố, mô hình xây dựng trên cơ sở 3 nguồn lực và coi mở Biển Đông chỉ là một trong các sự kiện thuộc quá trình phát triển Biển Đông ở chừng mực nào đó đã khắc phục được một số hạn chế của các mô hình nêu trên.

Kết luận

1) Các mô hình mở Biển Đông của các tác giả có sự khác biệt lớn về nguồn lực, chưa thỏa mãn trong luận giải quá trình phát triển Biển Đông.

2) Xem xét cơ chế mở Biển Đông cần dựa trên cách tiếp cận hệ thống và phải xem xét các quá trình vận động trong mối quan hệ tương tác với nhau. Nếu xây dựng cơ chế mở Biển Đông chỉ dựa trên một hoặc hai nguồn lực thì không phù hợp với thực tế.

3) Biển Đông mở ra theo cơ chế kết hợp 3 nguồn lực: đụng độ mảng gây chuyển động thúc trôi, kéo tằm do hút chìm và vận động đi lên của plum manti. Dịch trượt trái của đứt gãy Sông Hồng vào 32 triệu năm đóng vai trò cú hích mở đầu cho tách giãn mở Biển Đông và từ đây hoạt động manti đóng vai trò chủ đạo, chi phối quá trình hình thành và phát triển Biển Đông.

4) Lịch sử hình thành và phát triển Biển Đông trải qua 3 giai đoạn:

- Giai đoạn trước tách giãn (65-32 triệu năm) đặc trưng bởi vận động nâng vòm, san bằng kiến tạo, cú đụng độ mảng và hoạt động hút chìm. Vào Paleocen, trên phong chung nâng vòm rộng lớn đã hình thành một vại địa hào được lấp đầy các thành tạo vụn thô lục địa ở các địa hào (Tây Lôi Châu, Châu Giang và Trường Sa). Sau cú đụng độ, một loạt địa hào được hình thành và phát triển thành các bể trong Kainozoi.

- Giai đoạn tách giãn (32-17 triệu năm). Nét đặc trưng của giai đoạn này ghi nhận hoạt động của đứt gãy sâu Sông Hồng theo cơ chế trượt bằng trái làm tăng trường lực căng, đóng vai trò như một cú hích tạo ra một đường nứt mở đầu cho quá trình tách giãn mở Biển Đông. Và từ đây, hoạt động magma manti đóng vai trò chi phối quá trình tách giãn Biển Đông. Trong giai đoạn này, ngoài các địa hào được hình thành từ trước đã hình thành một loạt địa hào. Các địa hào tiếp tục phát triển, chúng chịu ảnh hưởng của quá trình tách giãn Biển Đông và kết thúc vào 17 triệu năm cách ngày nay.

- Giai đoạn sau tách giãn: giai đoạn này đặc trưng bởi quá trình sụt lún nhiệt và được chia ra hai thời kỳ:

- + Thời kỳ sụt lún bồn. Tại các vị trí địa hào được hình thành, quá trình sụt lún xảy ra làm cho bồn mở rộng. Các thành tạo lấp đầy có cấu tạo nhịp đặc trưng.

- + Thời kỳ sụt lún khu vực. Đặc trưng thời kỳ này là sụt lún nhiệt phân dị xảy ra trên diện rộng, tạo một tầng trầm tích dày và xóa nhòa ranh giới giữa các cấu tạo đã hình thành từ trước. Kết quả sụt lún nhiệt khu vực đã hình thành một Biển Đông có diện mạo như ngày nay.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài KC09.20/11-15 trong việc hoàn thành bài báo này.

Tài liệu tham khảo

[1] Tapponier P, Peltzer G, et al (1982), "Propagating extrusion tectonics in Asia: new insights from simple experiments with plasticine", *Geology*, **Vol.10**, pp.611-619

[2] Tapponier P, Peltzer G, et al (1986), "On the mechanics of collision between India and Asia", In: Coward M.P and Ries A.C (eds), *Collision tectonics*, Blackwell, Oxford, pp.115-157.

[3] Taylor B, Heyes D.E (1980), "The tectonics evolution of the South China Sea Basin", In: Heyes D.E (ed), *The tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands: Part 2*, AGU Gephys, Monogr, Washington D.C, pp.89-104.

[4] Pinxian Wang, Qianyu Li (2009), "The South China Sea, Paleogeography and Sedimentology", Springer, **Vol.13**, pp.49-67, pp.75-155.

[5] Nguyễn Nghiêm Minh (1980), "Bàn về cơ chế hình thành biển rìa", *Tạp chí Địa chất*, **Số 147**, tr.4-7.

[6] Phan Trường Thi (1995), "Vai trò địa khối Indosinia trong quá trình hình thành Biển Đông", *Tạp chí Địa chất*, **Số 231**, tr.29-40.

[7] Briaies A, Patriat P, Tappnner P (1993), "Updated interpretation of magnetic anomalies and seafloor spreading stages in the South China Sea: Implications for the Tertiary tectonics of Southeast Asia", *Journal of geophysical research*, **98(B4)**, pp.6299-6328.

[8] Tập đoàn dầu khí Việt Nam (2007), *Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam*, NXB Khoa học và kỹ thuật, 549 trang.

[9] Kent C Condie (1988), *Plate Tectonic & Crustal Evolution*, Third Edition. Pergamon press, p.383.

[10] V.E Khain (1995), *Địa kiến tạo trên cơ sở địa động lực*, NXB Đại học tổng hợp Moscova (bản tiếng Nga), tr.473.

[11] E.G Mirlin (1985), *Tách giãn thạch quyển và tạo rift*, NXB Nedra, Moscova (bản tiếng Nga), tr.249.

[12] Robert Hall (2002), "Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW pacific: Computer- based reconstructions, model and animations", *Journal of Asia Earth Sciences*, pp.353-431.

[13] Robert Hall (2012), "Late Jurassic - Cenozoic reconstruction of the Indonesian region and the Indian ocean", *Tectonophysics*, pp.570-571, pp.1-41.

[14] Cục địa chất Việt Nam (1995), *Địa chất Việt Nam Tập II, Các thành tạo magma*, 355 trang.

[15] Lê Triều Việt (2006), "Các nhân tố chính liên quan đến kiến trúc và chế độ địa động lực Kainozoi khu vực Biển Đông", *Tạp chí Khoa học*, Đại học Quốc gia Hà Nội, **22 (2A) AP**, tr.147-158.

[16] Gwang H Lee, Watkins J.S (1998), "Seismic sequence stratigraphy and hydrocarbon potential of the Phu Khanh basin, offshore Central Vietnam, South China Sea", *AAPG Bulletin*, **82(9)**, pp.1711-735.

[17] Gwang H Lee, Keumsuk Lee, Joel S Watkins (2001), "Geologic evolution of the Cuu long and Nam Con Son basins, offshore southern Vietnam, South China Sea", *AAPG Bulletin*, **85(6)**, pp.1055- 082.