

TRƯỜNG ỨNG SUẤT VÀ CÁC CHUYỂN ĐỘNG HIỆN ĐẠI TRONG VỎ TRÁI ĐẤT KHU VỰC ĐÔNG NAM THÈM LỤC ĐỊA VIỆT NAM

DƯƠNG QUỐC HUNG, BÙI NHỊ THANH,
NGUYỄN VĂN LƯƠNG, NGUYỄN VĂN ĐIỆP
E - mail: quochunghdh@yahoo.com

Viện Địa chất và Địa Vật lý Biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
Ngày nhận bài: 7 - 9 - 2012

1. Mở đầu

Nghiên cứu trường ứng suất kiến tạo giúp chúng ta có cái toàn diện và sâu sắc hơn về các lực không chế, chi phối các biến dạng nội mảng, từ đó đưa ra những đánh giá chính xác hơn về nguồn gốc, cơ chế hình thành và mức độ tiềm ẩn các tai biến địa chất có thể phát sinh. Tuy nhiên, cho đến nay, những hiểu biết của chúng ta về trường ứng suất kiến tạo khu vực Đông Nam thêm lục địa Việt Nam mới chỉ dừng lại ở mức độ sơ lược, bước đầu. Nguyên nhân của hiện trạng này là sự thiếu số liệu cơ cấu chấn tiêu động đất, trong khi các phương pháp địa hình - địa mạo và vật lý kiến tạo lại khó áp dụng ở khu vực nghiên cứu.

Trong những năm gần đây, các nghiên cứu trường ứng suất tại chỗ (in-situ stress field) theo tài liệu khoan dầu khí bước đầu được áp dụng ở khu vực nghiên cứu [1, 4]. Tư tưởng chủ đạo của phương pháp này là xem xét các đặc trưng phá hủy trên thành giếng khoan như những chỉ thị ứng suất tại các giếng khoan khảo sát. Theo đó, hướng sập lở thành giếng khoan được xác định là hướng ứng suất ngang cực tiểu; hướng các khe nứt giãn căng phát sinh trong quá trình khoan, được xem là hướng ứng suất ngang cực đại; trong khi ứng suất thẳng đứng, với độ lớn bằng tải trọng của cột nước và đất đá nằm phía trên độ sâu khảo sát, được xem là thành phần ứng suất cơ bản thứ ba của trạng thái ứng suất [4, 9]. Tuy nhiên, các kết quả đạt được theo hướng nghiên cứu này vẫn còn hạn chế:

Việc định nghĩa các thành phần ứng suất như trên chỉ đúng đắn trong trường hợp chế độ ứng suất giãn căng, nhưng không phù hợp đối với chế độ ứng

suất kiểu nghịch hoặc trượt bằng. Bởi vì, trong hai trường hợp này, các khe nứt phát sinh trong quá trình khoan, luôn định hướng vuông góc hoặc lệch 45° so với các ứng suất ngang cực đại và cực tiểu.

Các trạng thái ứng suất xác định theo tài liệu khoan chịu ảnh hưởng mạnh bởi các yếu tố địa phương như điều kiện địa chất thủy văn, thành phần thạch học, tính chất cơ lý của đất đá, hoạt động của các đứt gãy liên kề. Vì vậy, các trạng thái ứng suất bậc cao này không phản ánh hoặc phản ánh không đầy đủ các đặc điểm trường ứng suất khu vực.

Vì những lý do trên, việc đồng nhất thành phần ứng suất ngang cực đại (hướng các khe nứt phát sinh trong quá trình khoan) thuộc chế độ ứng suất giãn căng, với hướng ứng suất nén cực đại của trường ứng suất trượt bằng, theo số liệu cơ cấu chấn tiêu động đất, nhằm mục đích thiết lập trường ứng suất kiến tạo khu vực là không hợp lý.

Trong bài báo này, các tác giả giới thiệu phương pháp sử dụng tài liệu núi lửa để nghiên cứu trường ứng suất kiến tạo khu vực. Về thực chất, đây chỉ là sự kế thừa và phát triển phương pháp nghiên cứu ứng suất theo số liệu khoan đã được giới thiệu trong [4, 11]. Tuy nhiên, do núi lửa có nguồn gốc sâu và quy mô lớn, các trạng thái ứng suất xác định theo tài liệu núi lửa, có thể phản ánh đầy đủ các đặc điểm của trường ứng suất kiến tạo khu vực [9]. Các chỉ thị ứng suất từ nguồn tài liệu này, kết hợp với các cơ cấu chấn tiêu động đất hiện có cho phép làm chi tiết hơn khung cảnh địa động lực hiện đại ở khu vực Đông Nam thêm lục địa Việt Nam.

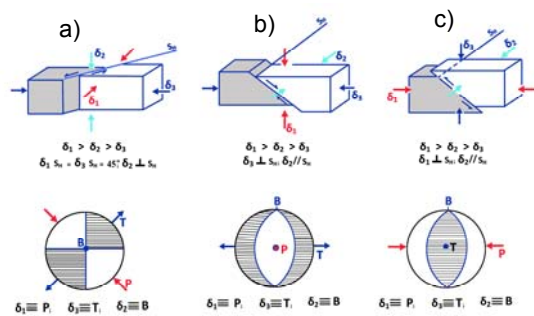
2. Phương pháp nghiên cứu ứng suất kiến tạo theo tài liệu núi lửa

2.1. Các chế độ ứng suất cơ bản

Dưới tác động của trường ứng suất kiến tạo với các ứng suất cơ bản $\delta_1 > \delta_2 > \delta_3$, vỏ Trái Đất bị biến dạng và dịch chuyển theo các phương thức khác nhau. Tùy thuộc vào sự định hướng của các trục ứng suất cơ bản so với phương ngang, các hệ thống đứt gãy có thể sinh mới hoặc tái hoạt động theo các cơ chế trượt bằng, thuận và nghịch. Trên hình 1, đường thẳng S_H , thể hiện hướng mặt trượt (hướng bắc-nam, $Az = 0^\circ$), liên quan với các trục ứng suất cơ bản bằng các mối quan hệ dưới đây:

- Trong chế độ ứng suất trượt bằng (hình 1a): các ứng suất cực đại và cực tiểu, δ_1 và δ_3 , đều nằm ngang, lệch 45° so với hướng mặt trượt S_H (hướng đứt gãy); ứng suất trung gian δ_2 dốc đứng; các bề mặt ứng suất tiếp tuyến cực đại, nP_1 và nP_2 , định hướng bắc - nam và đông - tây, giao cắt nhau dọc theo trục ứng suất trung gian; vector trượt nằm ngang ($\lambda_{1,2} = 0^\circ$) theo các hướng bắc - nam và đông - tây.

- Trong chế độ ứng suất thuận (hình 1b): ứng suất cực tiểu δ_3 nằm ngang, vuông góc với phương mặt trượt S_H ; ứng suất trung gian δ_2 nằm ngang, song song với S_H ; ứng suất cực đại δ_1 dốc đứng; các bề mặt nP_1 và nP_2 cắt nhau dọc trục ứng suất trung gian, đều song song với phương mặt trượt S_H ; vector trượt chúi xuống dưới ($\lambda_{1,2} = -90^\circ$).



Hình 1. Các chế độ kiến tạo cơ bản và các mô hình trạng thái ứng suất liên quan

- Trong chế độ ứng suất nghịch (hình 1c): ứng suất cực đại δ_1 nằm ngang, vuông góc với mặt trượt S_H ; ứng suất trung gian δ_2 nằm ngang, song song với phương mặt trượt S_H ; ứng suất cực tiểu δ_3 dốc đứng; nP_1 và nP_2 giao nhau dọc trục ứng suất trung gian, đều song song với S_H ; vector trượt hướng lên trên ($\lambda_{1,2} = +90^\circ$).

Như vậy, chỉ trong các chế độ ứng suất kiểu thuận hoặc nghịch, trục ứng suất trung gian δ_2 mới có sự định hướng song song với phương đứt gãy, khi đó, trục ứng suất cực tiểu δ_3 (chế độ ứng suất thuận) hoặc cực đại δ_1 (chế độ ứng suất nghịch) nằm ngang, vuông góc với phương đứt gãy.

2.2. Phương pháp xác định ứng suất kiến tạo theo số liệu núi lửa

Để thuận tiện cho việc phân tích đối sánh với số liệu cơ cấu chấn tiêu động đất, trong các mô tả dưới đây, chúng tôi sử dụng các khái niệm ứng suất nén, trung gian và giãn, ký hiệu bởi P, B và T để thay thế các khái niệm ứng suất cực đại, trung gian và cực tiểu, δ_1 , δ_2 và δ_3 đã sử dụng ở trên, theo đó $\delta_1 \approx P$, $\delta_2 \approx B$ và $\delta_3 \approx T$. Trong thực tế, một trạng thái ứng suất thường đặc trưng bởi 7 thông số động lực: 3 trục ứng suất cơ bản P, B và T; 2 bề mặt ứng suất tiếp tuyến cực đại, nP_1 và nP_2 và 2 góc trượt λ_1 và λ_2 , tạo lập giữa các vector trượt với phương ngang trên các bề mặt trượt. Do tính trực giao giữa các thông số trạng thái ứng suất, nên trong thực tế chỉ cần biết trước sự định hướng của 2 trong 7 thông số nêu trên, 5 thông số còn lại hoàn toàn có thể xác định được. Các tổ hợp thông số cần biết trước để tạo lập một trạng thái ứng suất có thể là $P^{\wedge}B$; $P^{\wedge}T$; $B^{\wedge}T$; $nP_1^{\wedge}\lambda_1$, $nP_2^{\wedge}\lambda_2$, $\lambda_1^{\wedge}\lambda_2$,...

Các nghiên cứu cho thấy, đứt gãy tạo núi lửa thường hoạt động trong chế độ ứng suất thuận, với trục ứng suất nén, P dốc đứng, các trục ứng suất trung gian và ứng suất giãn, B và T, đều nằm ngang theo các hướng song song và vuông góc với đường phương đứt gãy. Vì vậy, việc xác lập các trạng thái ứng suất tại các tâm núi lửa, dựa vào tổ hợp thông số, $B^{\wedge}T$, có thể thực hiện theo trình tự dưới đây:

- Xác định vị trí các tâm núi lửa theo tài liệu địa chấn dầu khí và địa chấn nông phân giải cao (hình 2).

- Nghiên cứu quan hệ giữa núi lửa với bình đồ đứt gãy kiến tạo; xác định phương vị của các đứt gãy liên quan đến các tâm núi lửa đang xem xét.

- Tại vị trí các tâm núi lửa, ứng suất trung gian B được xác định nằm ngang, song song phương đứt gãy, trong khi ứng suất giãn T nằm ngang và vuông góc với nó. Trong trường hợp núi lửa xảy ra tại nút giao của hai đứt gãy, trục ứng suất giãn T được xác định như đường phân giác của góc tạo bởi T_1 và T_2 (là các hướng ứng suất tách giãn xác định theo đứt gãy 1 và 2).

3. Trường ứng suất kiến tạo và các chuyển động hiện đại trong vỏ Trái Đất khu vực Đông Nam thêm lục địa Việt Nam

3.1. Hệ thống đứt gãy hoạt động Pliocen-Đệ Tứ

Trên cơ sở phân tích, đánh giá và kế thừa các kết quả nghiên cứu đứt gãy đã có [4, 6, 9, 11], kết hợp với các kết quả xác định đứt gãy bổ sung theo tài liệu động đất và địa chấn thăm dò, thực hiện trong khuôn khổ công trình này, bình đồ đứt gãy hoạt động Pliocen - Đệ Tứ khu vực Đông Nam thêm lục địa Việt Nam đã được thành lập, bao gồm 14 đứt gãy, phân bố theo 3 hướng á kinh tuyến, ĐB-TN và TB-ĐN. Các đặc điểm hình thái động học và hoạt tính kiến tạo của các đứt gãy được mô tả ngắn gọn như dưới đây:

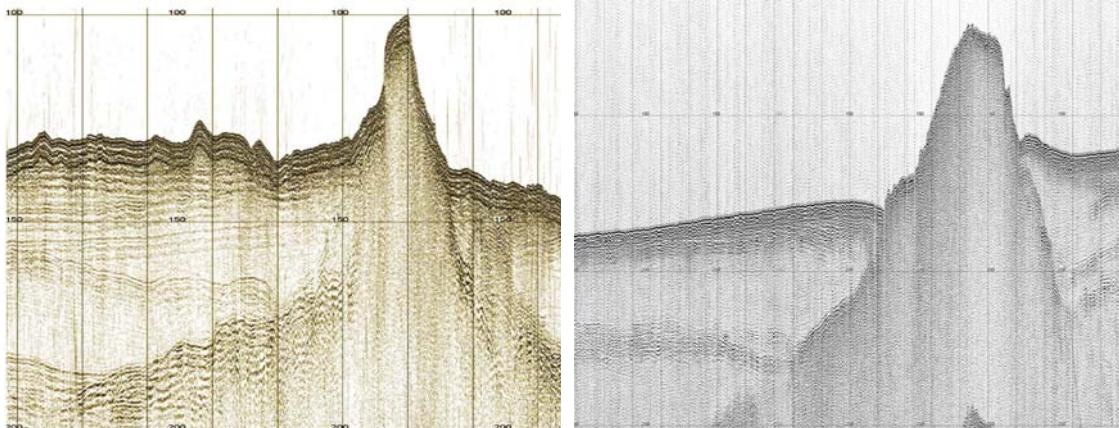
3.1.1. Hệ đứt gãy phương á kinh tuyến

Đứt gãy Kinh tuyến 109° đóng vai trò ranh giới phía đông khối Kon Tum, bắt nguồn từ nam đảo Hải Nam, qua sườn lục địa Trung Bộ và rìa phía đông bể Nam Côn Sơn, sau đó tiếp tục phát triển xuống phía nam. Trên nhiều tuyến địa chấn của NOPEC, Malugin và Mandrell, qua thêm lục địa miền Trung, đứt gãy biểu hiện là một sườn dốc, nghiêng phía đông, bắt nguồn từ dưới sâu và phát triển tới đáy biển hiện đại. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy thể hiện bởi sự có mặt các chấn tâm động đất và núi lửa, nằm dọc theo đới đứt gãy.

Đứt gãy Mãng Cầu - Phú Quý bắt nguồn từ ven biển Ninh Thuận, chạy dọc kinh tuyến 109°, qua rìa tây địa lũy Hòn Hải, tiếp tục phát triển xuống phía nam qua bể Nam Côn Sơn. Trong đới đứt gãy, đã ghi nhận 14 trận động đất với $M \leq 6,1$, trong đó, 11 trận động đất được nhận định có nguồn gốc núi lửa [9]. Các tài liệu hiện có cho phép xác định 4 ngọn núi lửa ở khu vực đảo Hòn Tro, trong đó, 3 núi lửa hình thành năm 1923 và 01 núi lửa hình thành sớm hơn [9, 10]. Trên các tuyến địa chấn cắt qua đông bắc bể Cửu Long và đới nâng Côn Sơn, đứt gãy Mãng Cầu - Phú Quý thể hiện là một đới sụt biên độ lớn. Dọc theo nó, phát hiện nhiều núi lửa Pliocen - Đệ Tứ và hiện đại (hình 2).

Đứt gãy Tây Phú Quý bắt nguồn từ trong đất liền, qua phía đông mũi Liên Hương, bể Cửu Long và tiếp tục phát triển qua đới nâng Côn Sơn tới phía tây đới nâng Mãng Cầu thuộc bể Nam Côn Sơn. Đứt gãy liên quan đến một số động đất yếu $M \leq 4,0$.

Đứt gãy Mũi Né - Côn Sơn từ trong đất liền, phát triển qua phía đông mũi Né, qua bể Cửu Long, đi vào đới nâng Côn Sơn tới phía tây đới nâng Mãng Cầu. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy thể hiện bởi dải chấn tâm mật độ cao dọc theo đới đứt gãy. Các trận động đất mạnh $M=5,2-5,3$ (2005 - 2007) là các phá hủy địa chấn trượt bằng trái-thuận hướng BDB-NTN, dốc 70-80° về phía đông, gần trùng với hướng cắm của đứt gãy [9].



Hình 2. Biểu hiện núi lửa hiện đại trên tuyến địa chấn nông qua đứt gãy Mãng Cầu - Phú Quý

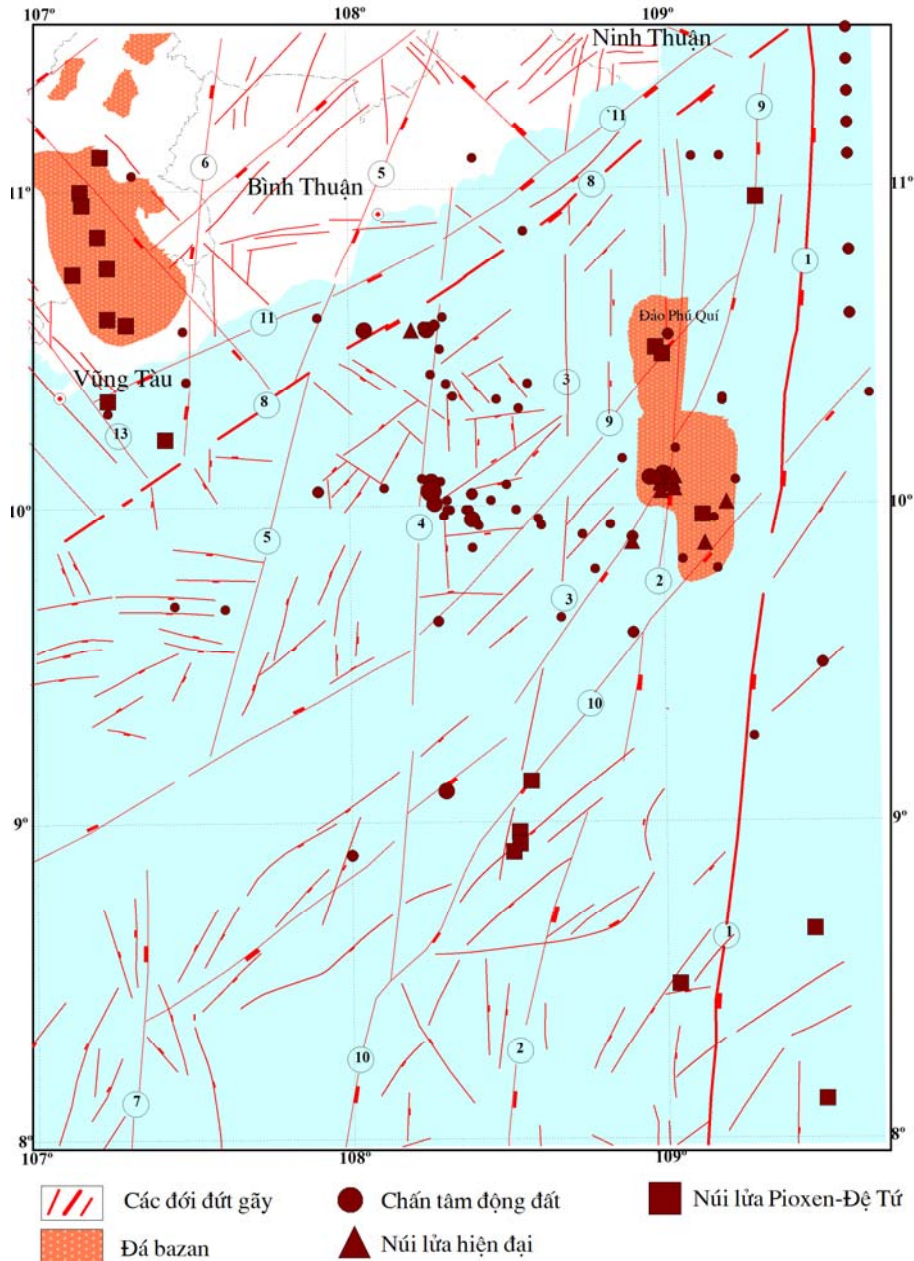
Đứt gãy Mũi Kê Gà bắt nguồn từ trong lục địa, chạy qua phía đông mũi Kê Gà, qua bể Cửu Long, sau đó tiếp tục phát triển hướng nam tây nam, hòa nhập với đứt gãy Đông Côn Sơn ở phía đông Côn

Đảo. Trong phạm vi bể Cửu Long, đứt gãy phân cách các cấu trúc á vĩ tuyến ở phía tây với các cấu trúc ĐB-TN ở phía đông (hình 3). Dọc theo đới đứt gãy đã ghi nhận được một số động đất yếu với

magnitude $M \leq 4,0$.

Đứt gãy Đắc Mil - Bình Châu từ phía bắc, phát triển qua Đắc Mil (Đắc Lắc) tới Bình Châu (Bình Thuận), khổng chế phương phát triển của các thể đá granit Creta muộn và bị phân cắt bởi các đứt gãy ĐB-TN. Đứt gãy có độ sâu xuyên cắt vỏ, dốc 70-80° về phía tây và có biểu hiện hoạt động trượt bằng trái - thuận trong Pliocen - Đệ Tứ [6, 9].

Đứt gãy sông Đồng Nai bắt nguồn từ rìa tây vòm nâng Natuna, phát triển lên phía bắc, đi vào đới nâng Côn Sơn ở khoảng 9°N. Đứt gãy dốc hướng tây, phân cách đới phân dị phía tây và đới chuyển tiếp Trung Tâm của bể Nam Côn Sơn. Hoạt tính kiến tạo biểu hiện bởi sự có mặt các dải sụt hạ phương á kinh tuyến trên địa hình đáy trầm tích Pliocen và đáy biển hiện đại [9].



Hình 3. Sơ đồ phân bố chấn tâm động đất và núi lửa khu vực Đông Nam thêm lục địa Việt Nam

3.1.2. Hệ đứt gãy phương đông bắc - tây nam

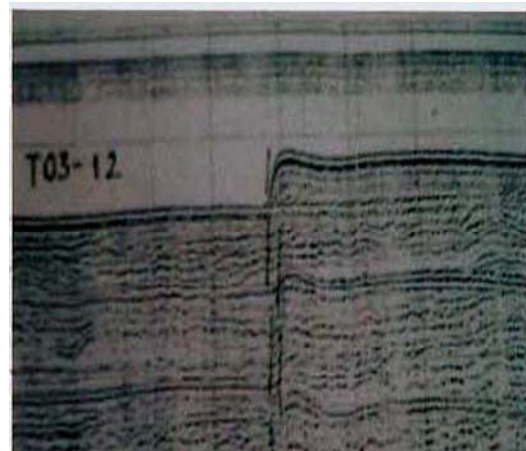
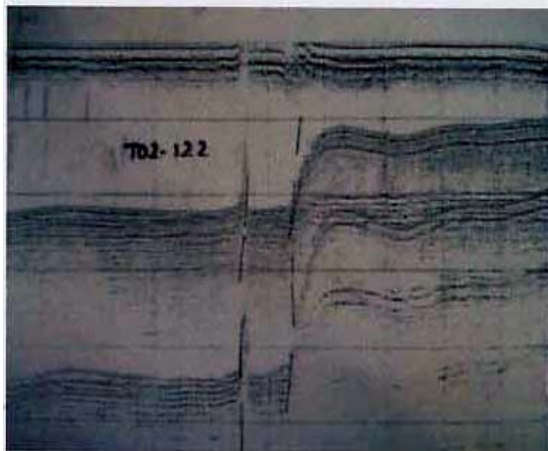
Đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải phân cách miền cấu trúc vỏ lục địa Kon Tum - Hà Tiên phía tây bắc với miền cấu trúc vỏ lục địa tách giãn, vát mỏng Cửu Long - Côn Sơn phía đông nam. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy biểu hiện bởi sự có mặt dải sụt đáy trầm tích Đệ Tứ, phương ĐB-TN, chạy sát bờ biển, từ Vũng Tàu đến phía nam vịnh Phan Thiết [9] và một số chấn tâm động đất và núi lửa phân bố dọc đới ven biển từ Vũng Tàu đến Ninh Thuận. Trận động đất lịch sử M=5,1 (1882), ở phía nam Mũi Né, theo các dấu hiệu phun nổ kéo dài, được nhận định có nguồn gốc núi lửa.

Đứt gãy Đông Côn Sơn gồm nhiều đứt gãy thành phần, phát triển từ đông bắc thềm Phan Rang, tới vùng đảo Phú Quý, sau đó phân tách thành hai nhóm, chạy dọc theo sườn tây bắc và đông nam đới nâng Côn Sơn, tạo ra các cấu trúc sụt bậc về phía hai bề liên kề. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy biểu hiện bởi sự có mặt các đới sụt hạ đáy biển, quan sát được trên các tuyến địa chấn qua vùng đảo Phú Quý, sự có mặt các chấn tâm động đất và núi lửa phân bố dọc theo đới đứt gãy [9, 12]. Đứt gãy Hồng - Tây Măng Cầu bắt nguồn từ rìa

đông vòm nâng Natuna, phát triển phương á kinh tuyến tới phía tây nâng Măng Cầu. Từ đây, nó chuyển hướng ĐB-TN, chạy dọc rìa tây bắc bề Nam Côn Sơn. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy biểu hiện bởi sự có mặt các chấn tâm động đất và núi lửa, tại nơi giao cắt với các đứt gãy sâu á kinh tuyến. Tài liệu hiện có cho phép xác định sự có mặt của trên 10 núi lửa Pliocen - Đệ Tứ, tại tọa độ khoảng 8°53'N, 108°40'E [10].

Đứt gãy Long Hải - Tuy Phong bắt nguồn từ khu vực Cà Ná, chạy dọc ven bờ Tuy Phong qua Bình Châu, Bình Thạnh, Hòn Bà, Mũi Chim đến Long Hải và bị khổng chế bởi đứt gãy Sông Sài Gòn ở phía tây. Đứt gãy có độ sâu xuyên vỏ, dốc về đông nam 70-75°. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy biểu hiện bởi sự có mặt một số núi lửa trẻ ở ven biển Tuy Phong và hiện tượng sụt hạ đáy biển ở ven bờ Phan Thiết [6, 9].

Hoạt tính kiến tạo Pliocen - Đệ Tứ của đứt gãy Long Hải - Tuy Phong biểu hiện bởi sự có mặt các núi lửa ngầm phát hiện được tại ven bờ Tuy Phong và hiện tượng sụt lún đáy biển khá phổ biến dọc theo đứt gãy (hình 4).



Hình 4. Biểu hiện sụt lún đáy biển khu vực mũi Kê Gà - Bình Thạnh

Đứt gãy Đa Nhim - Tánh Linh dốc hướng đông nam 78-85°, độ sâu xuyên cắt lớn, bề rộng ảnh hưởng đạt tới 25km, được xác định là đứt gãy thuận trong Eocen, xen cục bộ cơ chế nghịch-bằng trái trong Miocen giữa-muộn và thuận-bằng trái trong Pliocen - Đệ Tứ [8]. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy biểu hiện bởi các điểm nước khoáng, nước nóng phát hiện dọc đới đứt gãy và một vài chấn tâm động đất tại đầu đông bắc, nơi giao cắt với các đứt gãy TB-ĐN.

3.1.3. Hệ thống đứt gãy tây bắc-đông nam

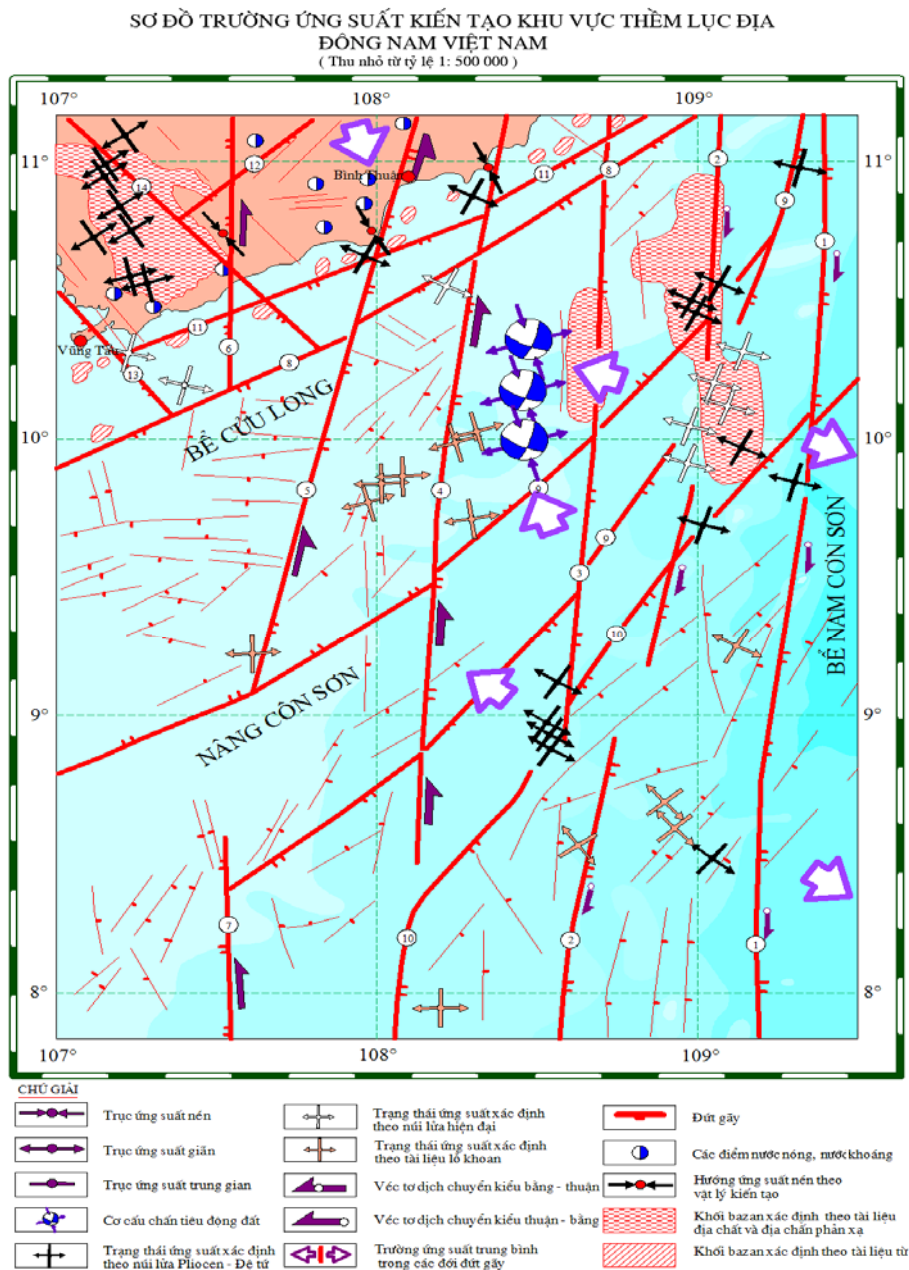
Đứt gãy Sông Sài Gòn phân cách đới Đà Lạt phía đông bắc và đới Cần Thơ phía tây nam, dốc 70-80° về tây nam, có bề rộng ảnh hưởng đạt tới 30km và độ sâu xuyên cắt vỏ [6]. Hoạt tính kiến tạo của đứt gãy biểu hiện bởi sự cắt dịch đáy các tầng trầm tích Pleistocen và Holocen, sự có mặt các điểm nước khoáng nóng và dải núi lửa Pliocen - Đệ Tứ, từ cửa sông Sài Gòn phát triển về phía tây bắc.

Đứt gãy Bình Long - Bình Châu bắt nguồn từ lãnh thổ Cam Pu Chia, phát triển hướng đông nam tới bờ biển Bình Thuận, phân cách đới Dầu Tiếng - Bà Rịa với đới Hàm Thuận - Đa My. Đứt gãy bị phân cắt, dịch chuyển khoảng trên 20km dọc theo đứt gãy Lộc Ninh - Thủ Dầu Một [6].

3.2. Trường ứng suất kiến tạo và các chuyển động hiện đại trong vỏ Trái Đất

Trên hình 5, các trạng thái ứng suất được thể

hiện dưới dạng các cặp ứng suất cơ bản định hướng gần nằm ngang. Đó là các cặp trục ứng suất nén và giãn, P và T, tại cơ cấu chấn tiêu của các trận động đất (*bảng 1*); các cặp trục ứng suất giãn và trung gian, T/S_h và B/S_H, tại vị trí các tâm núi lửa và các giếng khoan dầu khí, trong đó, các trạng thái ứng suất theo số liệu khoan dầu khí được tham khảo, trích dẫn từ các tài liệu (*bảng 2*) [4, 9, 11].



Hình 5. Sơ đồ phân bố ứng suất kiến tạo khu vực Đông Nam thềm lục địa Việt Nam

Bảng 1. Số liệu cơ cấu chấn tiêu của các trận động đất mạnh M 5,2-5,3 (2005, 2007) trong đới đứt gãy Mũi Né - Côn Sơn [7, 12]

TT	N./Th./Ng.	Tọa độ		H(km)	M	nP ₁ AZ°/δ°/λ°	nP ₂ AZ°/δ°/λ°	TAZ°/δ°	BAZ°/δ°	PAZ°/δ°
		φ°	λ°							
1	2005/11/07	10,08	108,26	12	5,2	23/79/-22	117/69/-168	75/9	182/67	339/23
2	2005/11/08	10,12	108,28	10	5,3	27/82/-22	120/68/-172	77/8	174/76	341/22
3	2007/11/28	10,02	108,28	12	5,2	22/82/-19	115/72/-172	70/10	188/62	338/17

Bảng 2. Các trạng thái ứng suất xác định theo số liệu khoan dầu khí ở các bể Cửu Long và Nam Côn Sơn [4]

TT	Tọa độ giếng khoan (theo [10])		Phương vị của S _H và S _h		Cơ sở số liệu để xác định S _H [6]
	λ°(E)	φ°(N)	Az _H ⁰	Az _h ⁰	
1	108,25	10,00	85	355	Xác định từ hướng sập lở thành lỗ khoan
2	108,29	10,02	75	345	Xác định từ hướng sập lở thành lỗ khoan
3	107,98	9,81	80	350	Xác định từ hướng nứt nẻ phát sinh
4	108,06	9,87	92	02	Xác định từ hướng sập lở thành lỗ khoan
5	108,03	9,84	94	04	Xác định từ hướng nứt nẻ phát sinh
6	107,59	9,23	02	92	Xác định từ hướng nứt nẻ sinh ra trong quá trình khoan
7	108,28	9,71	354	84	Xác định từ hướng nứt nẻ phát sinh
8	109,10	9,24	128	38	Xác định từ hướng sập lở thành lỗ khoan
9	108,88	8,70	141	51	Xác định từ hướng sập lở thành lỗ khoan
10	108,92	8,59	138	48	Xác định từ hướng sập lở thành lỗ khoan
11	108,62	8,54	142	52	Xác định từ hướng nứt nẻ phát sinh
12	108,19	7,98	91	01	Xác định từ hướng sập lở thành lỗ khoan
13	109,10	7,37	134	44	Xác định từ hướng nổi các điểm phun khí

Trường ứng suất kiến tạo khu vực Đông Nam thêm lục địa Việt Nam được thiết lập trên cơ sở phân tích đối sánh, xác định tính quy luật trong phân bố không gian của các trạng thái ứng suất và các trục ứng suất cơ bản. Trường ứng suất này không đồng nhất, thể hiện sự khác biệt rõ rệt, về tính chất cũng như sự định hướng của ứng suất cơ bản, giữa phía tây và phía đông khu vực nghiên cứu.

3.2.1. Trong khu vực phía tây thêm lục địa Đông Nam Việt Nam

Các cơ cấu chấn tiêu động đất mạnh M = 5,2-5,3 (2005 - 2007), trong đới đứt gãy Mũi Né - Côn Sơn cho thấy (bảng 1): trường ứng suất khu vực này thuộc kiểu bằng-thuận với các trục ứng suất nén và giãn, P và T, gần nằm ngang, tương ứng, theo các phương BTB-NĐN và ĐDB-TTN; ứng suất trung gian B gần dốc đứng; các bề mặt ứng suất tiếp tuyến cực đại, nP₁ và nP₂ có độ dốc lớn, định hướng á kinh tuyến và á vĩ tuyến. Trường ứng suất này làm tái hoạt động hoặc sinh mới các đứt gãy phương á kinh tuyến (Mũi Né - Tây Mãng Cầu, Mũi Kê Gà, Đắc Mil - Bình Châu, Sông Đồng Nai) theo cơ chế bằng trái - thuận; đồng thời, tạo ra

các thành phần dịch chuyển trượt bằng phải và bằng trái, tương ứng, trong các đới đứt gãy TB-ĐN (Sông Sài Gòn, Bình Long - Bình Châu) và ĐB-TN (Thuận Hải - Minh Hải, Long Hải - Tuy Phong và Đông Côn Sơn).

Hoạt động trượt bằng trái-thuận trong các đới đứt gãy á kinh tuyến khu vực phía tây được minh chứng bởi cơ cấu chấn tiêu của 3 trận động đất mạnh, M = 5,2-5,3 (2005, 2007), xảy ra trong đới đứt gãy Mũi Né-Côn Sơn, trong đó, thành phần bằng trái khoảng 2,6 lần lớn hơn thành phần thuận [6, 9]. Trong đới đứt gãy Lộc Ninh - Sài Gòn, thành phần trượt bằng trái được đánh giá theo sự xê dịch sông suối ở hai cánh đứt gãy, có tốc độ $0,11 \pm 0,07$ mm/năm trong Pliocen - Đệ Tứ [6].

Hoạt động theo cơ chế thuận-bằng phải trong các đới đứt gãy Sông Sài Gòn và Bình Long-Bình Châu Thành có thể được minh chứng bởi sự có mặt dải núi lửa Pleistocen giữa - muộn - Holocen, nằm giữa hai đới đứt gãy, từ cửa Sông Sài Gòn phát triển về phía TB-ĐN. Thành phần dịch chuyển trượt bằng phải dọc đứt gãy Sông Sài Gòn, với tốc độ xấp xỉ 0,15 - 0,3 mm/năm, được đánh giá theo biên độ xê dịch sông suối ở hai cánh đứt gãy [7].

Cơ chế dịch chuyển thuận - bằng trái trong các đới đứt gãy ĐB-TN (Thuận Hải - Minh Hải, Long Hải - Tuy Phong, Đông Côn Sơn, Hồng - Tây Mãng Cầu) bị chi phối chủ yếu bởi hoạt động sụt lún tốc độ cao trong các bể Cửu Long và Nam Côn Sơn, và trong chùng mực nhất định, bởi trường ứng suất kiến tạo trượt băng với hướng nén ép BTB-NĐN, do chuyển động thúc trôi hướng đông nam của khối Đông Dương. Trong Pleistocen giữa - muộn - Holocen, bên cạnh việc hình thành các trung tâm sụt lún mới, hoạt động sụt lún tại các bể Cửu Long và Nam Côn Sơn đều có xu hướng gia tăng, đạt tốc độ xấp xỉ 0,18-0,24mm/năm ở bể Cửu Long, lớn hơn 5-6 lần tốc độ sụt lún Pliocen-Pleistocen sớm tại bể này [6, 9]. Tuy nhiên, yếu tố trượt băng trái trong chuyển động hiện đại của hệ thống đứt gãy ĐB-TN, cho đến nay vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ.

3.2.2. Trong khu vực phía đông thềm lục địa Đông Nam Việt Nam

Trong khu vực phía đông, trường ứng suất thay đổi từ kiểu thuận - bằng phải, trong đới đứt gãy Mãng Cầu Phú Quý và KT.109°, đến thuận thuần túy ở đông bắc bể Nam Côn Sơn. Trường ứng suất này bị chi phối chủ yếu bởi các hoạt động sụt lún tốc độ cao tại các bể Cửu Long, Nam Côn Sơn và trũng sâu Trung tâm Biển Đông.

Trong các đới đứt gãy Mãng Cầu - Phú Quý và KT.109°, trường ứng suất đặc trưng bởi trục ứng suất nén P dốc đứng; các trục ứng suất trung gian B và ứng suất giãn T gần nằm ngang theo các phương á kinh tuyến (ĐĐB-TTN) và á vĩ tuyến (TTB-ĐĐN). Trường ứng suất này làm tái hoạt động các đứt gãy á kinh tuyến theo cơ chế thuận - bằng phải. Sự giãn căng vỏ Trái Đất theo phương á vĩ tuyến tạo động lực thuận lợi cho các hoạt động sụt lún kiến tạo và phun trào núi lửa. Sự tập trung núi lửa Pliocen - Đệ Tứ và hiện đại trong các đới đứt gãy Mãng Cầu - Phú Quý và KT.109°, nơi mà đáy trầm tích Đệ Tứ sụt hạ tới độ sâu trên 1000m so với mức trung bình 600-700m ở bể Nam Côn Sơn [6], là minh chứng cụ thể về tác động của chế độ ứng suất thuận - bằng phải, với thành phần thuận chiếm ưu thế về độ lớn trong các đới đứt gãy này.

Ở đông bắc bể Nam Côn Sơn, các trạng thái ứng suất xác định theo tài liệu núi lửa và khoan dầu khí có đặc điểm tương tự nhau, đều thuộc chế độ ứng suất kiểu thuận với trục ứng suất nén P dốc đứng; các trục ứng suất giãn và trung gian, T và B,

nằm ngang theo các phương TB-ĐN và ĐB-TN. Trường ứng suất này bị chi phối chủ yếu bởi các hoạt động sụt lún tốc độ cao ở bể Nam Côn Sơn và Trũng sâu Trung tâm Biển Đông. Sự giãn căng của vỏ Trái Đất theo phương TB-ĐN làm tái hoạt động hoặc sinh mới các đứt gãy ĐB-TN, đồng thời, tạo động lực cho các hoạt động phun trào núi lửa xảy ra dọc các đứt gãy này.

4. Kết luận

Bình đồ đứt gãy kiến tạo trẻ khu vực Đông Nam thềm lục địa Việt Nam đã được xây dựng và hoàn thiện, bao gồm 14 đứt gãy, phát triển theo ba hướng chính: á kinh tuyến (7 đứt gãy), ĐB-TN (5 đứt gãy) và TB-ĐN (2 đứt gãy).

Trường ứng suất kiến tạo khu vực Đông Nam thềm lục địa Việt Nam không đồng nhất, thay đổi từ kiểu bằng - thuận ở phía tây sang kiểu thuận - bằng phải hoặc thuận ở phía đông. Trường ứng suất bằng - thuận đặc trưng bởi các trục ứng suất nén và giãn gần nằm ngang phương BTB-NĐN và ĐĐB-TTN, làm tái hoạt động các đứt gãy á kinh tuyến theo cơ chế bằng trái - thuận; đồng thời, tạo ra các yếu tố dịch chuyển trượt băng trong các đới đứt gãy TB-ĐN và ĐB-TN.

Trường ứng suất ở khu vực phía đông đặc trưng bởi trục ứng suất nén dốc đứng, các trục ứng suất giãn và ứng suất trung gian, gần nằm ngang, một cách tương ứng, thay đổi từ hướng TTB-ĐĐN và ĐĐB-NTN trong các đới đứt gãy Mãng Cầu - Phú Quý và KT. 109°, đến TB-ĐN và ĐB-TN ở đông bắc bể Nam Côn Sơn. Trường ứng suất này bị chi phối mạnh mẽ bởi các hoạt động sụt lún tốc độ cao tại các bể Cửu Long, Nam Côn Sơn và Trũng sâu Trung tâm Biển Đông; làm tái hoạt động các đứt gãy á kinh tuyến và ĐB-TN, tương ứng, theo các cơ chế thuận - bằng phải và thuận; đồng thời tạo động lực thuận lợi cho các hoạt động sụt lún kiến tạo và phun trào núi lửa.

Công trình này được hoàn thành với sự hỗ trợ về kinh phí của Đề tài: “Nghiên cứu trường ứng suất kiến tạo hiện đại, xác định nguồn gốc các tai biến địa chất trong vùng thềm lục địa Đông Nam Việt Nam”, Mã số VAST09.02/11-12.

TÀI LIỆU DẪN

[1] Aadnoy, B.S., 1990: Inversion technique to determine the in-situ stress field from fracturing data, J. Petrol. Sci. Engin., 4, pp.127-141.

- [2] Aadnoy, B.S. and Bell J.S., 1998: "Classification of drill-induced fractures and their relationship to insitu stress directions", Log Analyst, 39, pp.27-42.
- [3] Nguyen Thi Thanh Binh, Tomochika Tokunaga, Neil R. Gouly, Hoang Phuoc Son, Mai Van Binh, 2011: Stress state in the Cuu Long and Nam Con Son basins, offshore Vietnam, Marine and Petroleum Geology 28, p.973-979.
- [4] Nguyễn Thị Thanh Bình, Tomochika Tokunaga, Hoàng Việt Sơn, Mai Văn Bình, 2005: Trường ứng suất hiện tại và áp suất thành hệ trong bể Cửu Long và Nam Côn Sơn. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHCN "30 năm dầu khí Việt Nam: Cơ hội mới, thách thức mới", Q.III. Viện Dầu khí, 536-560.
- [5] Nguyễn Văn Hương, Phan Trọng Trịnh, Hoàng Ngọc Đăng, 2011: Trạng thái ứng suất kiến tạo hiện đại khu vực bể Cửu Long, T.33, 3ĐB. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, 457-464.
- [6] Đỗ Văn Lĩnh, 2010: Lịch sử phát triển kiến tạo Kainozoi lãnh thổ Nam Trung Bộ và mối liên quan với động đất, Luận án Tiến sĩ Địa chất, Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh, 160tr.
- [7] Nguyễn Văn Lương, Bùi Công Quế, Nguyễn Văn Dương, 2008: Trường ứng suất kiến tạo và các chuyển động hiện đại trong vỏ Trái Đất khu vực Biển Đông. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, T.8, số 1, 46-52.
- [8] Mai Thanh Tân, 2004: Nghiên cứu đặc điểm địa chất - địa chất công trình vùng đông nam thêm lục địa Việt nam phục vụ chiến lược phát triển kinh tế và xây dựng công trình biển. Báo cáo Đề tài KHCN cấp Nhà nước KC-09-09.
- [9] Bùi Nhị Thanh, 2012: Đặc điểm hoạt động kiến tạo trẻ vùng Đông Nam thêm lục địa Việt Nam và mối quan hệ với các tai biến địa chất trên cơ sở tài liệu địa chấn, Luận án Tiến sĩ Địa chất, Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội, 145tr.
- [10] Đỗ Minh Tiếp, 1996: Sự phân dị theo thời gian và không gian của bazan Kainozoi đáy Biển Đông Việt Nam. Các công trình nghiên cứu Địa chất và Địa vật lý Biển, Tập II, Nxb KH&KT Hà Nội, 179-194.
- [11] Phan Trọng Trịnh, 2010: Nghiên cứu hoạt động kiến tạo trẻ, kiến tạo hiện đại và địa động lực Biển Đông làm cơ sở khoa học cho việc dự báo các dạng tai biến liên quan và đề xuất các giải pháp phòng tránh, Báo cáo tổng kết Đề tài trọng điểm cấp nhà nước KC-09-11/06-10. Viện Địa chất, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội.
- [12] Nguyễn Đình Xuyên, 2008: Hoạt động động đất vùng Nam Bộ, Báo cáo chuyên đề, Đề tài: Phân vùng nhỏ động đất Tp. Hồ Chí Minh do Ths. Cát Nguyên Hùng chủ trì. Lưu trữ tại Sở Khoa học Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh.

SUMMARY

The tectonic stress field and modern movements in the Earth's crust in the Southeast continental Shelf of Vietnam

In this paper, the tectonic stress field in the Southeast Continental Shelf of Vietnam region has established on the base of seismic focal mechanism, volcanic and borehole geophysical data. It is shown that, the tectonic stress field of study region complicatedly changes in the space. In the West region, the stress field of lateral strike-normal dip slip pattern with the NNW-SSE maximum compressive direction is predominant. This stress field reactivates sub-longitudinal faults in the left lateral strike - normal dip slip active mechanism, concurrently, creates the strike-slip displacement components in the modern movements of NW-SE and NE-SE faults.

Predominant in the East region is the tectonic stress field of the normal-lateral slip or pure normal dip-slip patterns with the maximum tensional stresses changing from the WNW-ESE in the Mang Cau - Phu Quy and KT.109° fault zones to NW-SE direction in the Northeast Nam Con Son basin. This stress field reactivates sub-longitudinal and NE-SW faults, respectively, in the normal-right lateral slip and normal dip-slip active mechanisms.