TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI KHU VỰC BỂ CỬU LONG

NGUYỄN VĂN HƯỚNG[1], PHAN TRỌNG TRỊNH[1], HOÀNG NGỌC ĐANG[2]
Email: huongtectonics@yahoo.com
[1]*Viện Địa chất - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*
[2]*Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam*
Ngày nhận bài: 20 - 2 - 2011

1. Mở đầu

Trạng thái ứng suất hiện đại của vỏ Trái Đất được miêu tả bằng cách xác định tensơ ứng suất. Thông thường một ứng suất chính được xem là tác dụng theo phương thẳng đứng trong các bể trầm tích. Do đó tensơ ứng suất có thể đơn giản hoá với bốn thành phần, đó là: độ lớn ứng suất thẳng đứng, độ lớn ứng suất ngang cực đại, độ lớn ứng suất ngang cực tiểu và phương ứng suất nén ép ngang cực đại (phương S_{Hmax}). Trên quy mô toàn cầu, trạng thái ứng suất có ý nghĩa với việc định lượng biến dạng kiến tạo gần các đứt gãy và đánh giá tai biến động đất liên quan; với các mô hình dòng chảy trong manti; và với cả việc xác định vận động mảng trong khung quy chiếu toàn cầu.

Trên đất liền Việt Nam, Nguyễn Trọng Yêm (1996) sử dụng các phương pháp cặp khe nứt cộng ứng (Gzovski) và chồng chập vùng nén-giãn trên biểu đồ (Gusenko), cho thấy phương S_{Hmax} chủ đạo giai đoạn Pliocen - Hiện đại là bắc - nam [12, 13]. Phan Trọng Trịnh (1993) sử dụng phương pháp giải bài toán ngược tìm ra tensơ ứng suất phù hợp nhất từ một tập hợp vết xước trên các mặt đứt gãy, áp dụng ở Tây Bắc Việt Nam cho thấy giai đoạn Pliocen-Đệ Tứ, khu vực này liên quan tới nén ép phương á kinh tuyến [11]. Sử dụng một tập hợp các cơ cấu chấn tiêu gồm nhiều loại khác nhau trong một khu vực nhất định để giải bài toán ngược cũng có thể xác định trường ứng suất phù hợp nhất [10].

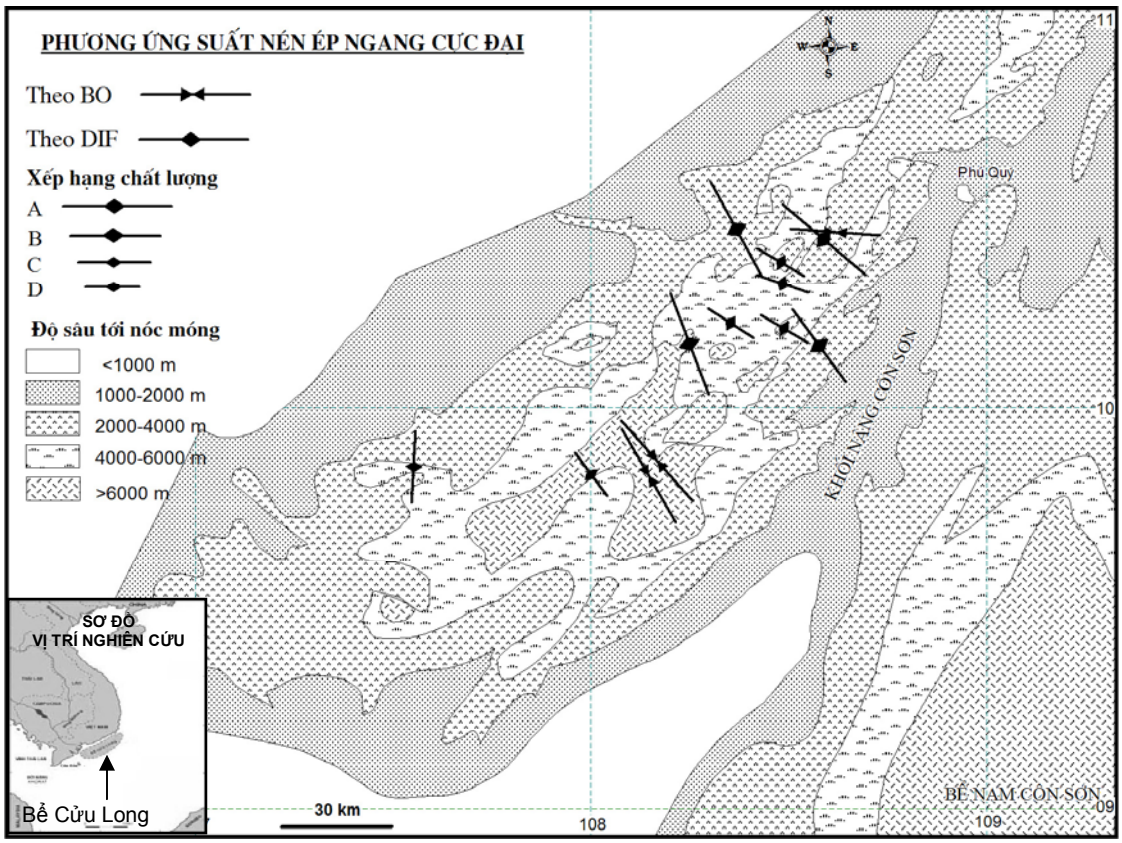
Trong khi trên đất liền, dựa trên tài liệu địa chất, phương S_{Hmax} được nghiên cứu khá chi tiết thì trên vùng biển Việt Nam, các nghiên cứu hầu hết dựa trên tài liệu động đất và giếng khoan. Do số lượng cơ cấu chấn tiêu ghi nhận được rất hạn chế nên chỉ có một chỉ thị ứng suất với phương S_{Hmax} TB-ĐN xác định bằng cách trung bình tổ hợp cơ cấu chấn tiêu của ba trận động đất cơ chế trượt bằng được thể hiện trong World Stress Map (WSM) năm 2008 [5, 6].

Tại vùng biển Đông Nam Việt Nam, Luthi (2005) sử dụng tài liệu hình ảnh thành giếng khoan xác định phương S_{Hmax} khu vực bể Cửu Long là TB-ĐN, tuy nhiên không nêu vị trí giếng nên ý nghĩa tham khảo hạn chế [7]. Nguyễn T.T. Bình và nnk., (2007) sử dụng tài liệu thu thập trong 10 giếng khoan, đã tiến hành phân tích phương S_{Hmax} trong bể Cửu Long và Nam Côn Sơn dựa theo phương phá huỷ nén ép (sập lở) của thành giếng khoan (BO) và phương khe nứt căng giãn (DIF) sinh ra trong quá trình khoan. Kết quả cho thấy ở phần trung tâm bể Cửu Long, phương S_{Hmax} thay đổi từ BTB - NĐN đến bắc - nam. Phần bắc bể Nam Côn Sơn, S_{Hmax} có phương ĐB-TN [1]. WSM đã thêm vào cơ sở dữ liệu 10 chỉ thị này trong phiên bản 2008 [5, 6].

Bài báo trình bày các kết quả bổ sung xác định phương S_{Hmax} giai đoạn hiện đại dựa trên hai loại chỉ thị là BO và DIF từ tài liệu hình ảnh thành giếng khoan khu vực bể Cửu Long, nhằm phân tích sự biến đổi phương S_{Hmax} trong khu vực này so với vectơ chuyển dịch tương đối của khối Dương Tử so với khối Sundaland theo mô hình chuyển dịch mảng toàn cầu hiện tại - MORVEL [2].

2. Khái quát địa chất bể Cửu Long

Bể trầm tích Cửu Long nằm chủ yếu trên thềm lục địa phía Nam Việt Nam và một phần đất liền thuộc khu vực cửa sông Mê Kông (*hình 1*). Bể có hình bầu dục, vồng ra phía biển và nằm dọc theo bờ biển Vũng Tàu - Bình Thuận. Bể tiếp giáp với đất liền về phía tây bắc, ngăn cách với bể Nam Côn Sơn bởi đới nâng Côn Sơn, phía tây nam là đới nâng Khorat-Natuna và phía đông bắc là đới cắt trượt Tuy Hòa ngăn cách với bể Phú Khánh. Bể Cửu Long có diện tích khoảng 36.000km^2, móng là các đá xâm nhập granit Mesozoi muộn, các phun trào cũng như các trầm tích biến chất trình độ thấp và được bồi lấp chủ yếu bởi các trầm tích lục nguyên Đệ Tam, chiều dày lớn nhất tại trung tâm bể có thể đạt tới 7-8km. Bể bị khống chế bởi các đứt gãy thuận hoặc đới nếp oằn rìa phương ĐB-TN, tạo nên sụt lún dạng địa hào, bị phức tạp hoá bởi các nâng địa lũy quy mô không lớn [3].



Hình 1. Sơ đồ phân bố phương ứng suất nén ép ngang cực đại (S_{Hmax}) khu vực bể Cửu Long theo kết quả tính toán ở bảng 1. Nền cấu trúc bể Cửu Long phỏng theo [3]

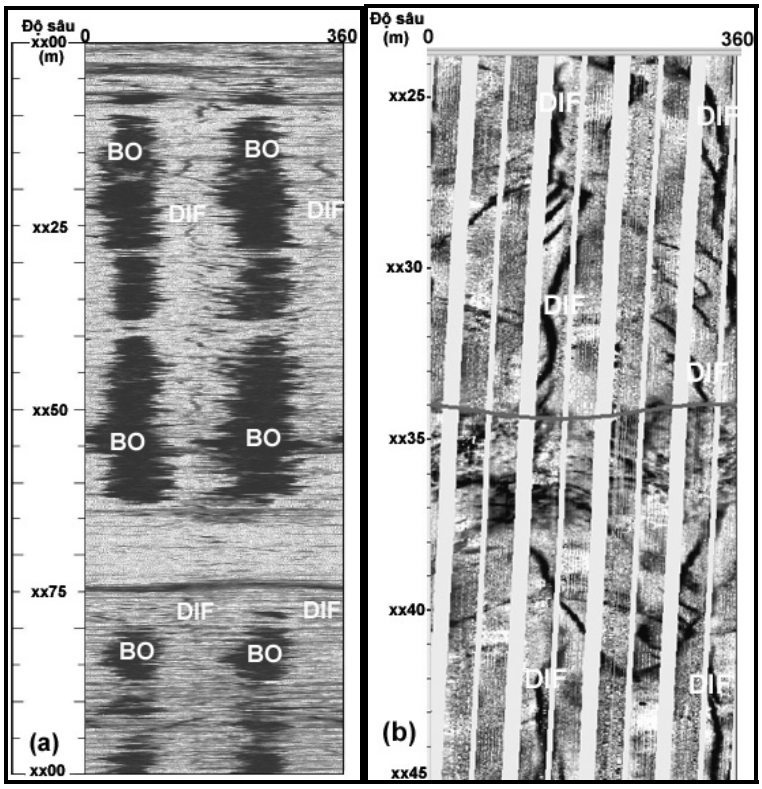
3. Phương pháp xác định phương S_{Hmax}

Để xác định phương S_{Hmax}, có nhiều loại chỉ thị khác nhau, trong số đó ba loại chủ yếu thường dùng trong WSM là: (i) cơ cấu chấn tiêu động đất; (ii) phá huỷ nén ép (sập lở - BO), khe nứt căng giãn sinh ra trong quá trình khoan (DIF) của thành giếng và các phép đo ứng suất tại chỗ (khoan chồng và phá huỷ thuỷ lực); (iii) số liệu mặt trượt - vết xước trên các đứt gãy trẻ và định hướng của các đai mạch xâm nhập trẻ. BO và DIF là loại chỉ thị phổ biến thứ hai sau cơ cấu chấn tiêu trong bản đồ ứng suất của WSM, chúng có ý nghĩa đặc biệt ở các khu vực không sinh chấn và ở các độ sâu trung bình (<5km) [6, 14].

BO là phá huỷ do ứng suất trên thành giếng khoan, xảy ra khi ứng suất quanh giếng vượt quá ứng suất cần thiết để gây phá hủy nén ép của thành giếng. Sự tập trung ứng suất quanh các giếng

khoan thẳng đứng là lớn nhất theo phương ứng suất nén ép ngang cực tiểu (S_{hmin}). Bởi vậy, trục dài của BO định hướng xấp xỉ vuông góc với phương ứng suất nén ép ngang cực đại (S_{Hmax}) [9] (*hình 2a*).

DIF được tạo ra khi ứng suất tập trung xung quanh giếng khoan vượt quá giá trị cần thiết để gây ra phá huỷ căng giãn trên thành giếng khoan. Sự tập trung ứng suất quanh giếng khoan thẳng đứng là nhỏ nhất theo phương S_{Hmax}. Bởi vậy, DIF phát triển gần như song song với phương S_{Hmax} [9] (*hình 2b*). BO và DIF có thể hình thành ở cùng một mức độ sâu trên thành giếng theo phương vuông góc với nhau (*hình 2a*).



← Hình 2. (a) Phá hủy nén ép (BO) và khe nứt căng giãn sinh ra trong quá trình khoan (DIF) cùng xuất hiện trên một đoạn thành giếng khoan minh giải từ ảnh CBIL giếng CL10. Cả BO và DIF đều cho thấy phương ứng suất ngang cực đại (S_{Hmax}) xấp xỉ TB-ĐN. (b) DIF minh giải trên ảnh FMI giếng CL1, chỉ ra phương S_{Hmax} xấp xỉ TB - ĐN

Các thiết bị ghi hình trong giếng khoan cung cấp hình ảnh về thành giếng khoan. Hiện nay có nhiều thiết bị ghi hình khác nhau, nhưng có thể chia làm hai loại chính: thiết bị ghi hình điện trở và thiết bị ghi hình bằng sóng âm.

Trên hình ảnh sóng âm, BO thể hiện là các đới rộng, song song với nhau, cách nhau 180º (nghĩa là quan sát thấy ở các phía đối diện của giếng khoan), đường kính giếng khoan (hay thời gian truyền sóng) tăng lên quan sát được ở hai phía đối diện của giếng. Cả khe nứt tự nhiên và DIF là đối tượng phản xạ năng lượng sóng âm kém. Bởi vậy, DIF thể hiện là các đới hẹp với độ phản xạ thấp cách nhau 180º và thường gần song song hoặc hơi nghiêng so với trục giếng khoan [9] (*hình 2a*).

DIF thường bị thấm qua bởi dung dịch khoan và bởi vậy xuất hiện trên ảnh điện trở là những cặp khe nứt hẹp, dẫn điện (nhưng không dẫn điện trên ảnh dung dịch khoan gốc dầu) và cách nhau 180º. Hơn nữa, không giống như các khe nứt tự nhiên có xu hướng cắt ngang qua giếng khoan, DIF thường sắp xếp gần song song hoặc hơi nghiêng so với trục giếng khoan trong các giếng khoan thẳng đứng [9] (*hình 2b*).

Khi xử lý các hình ảnh điện trở và sóng âm, giếng khoan và tài liệu ảnh đều được định vị theo phương bắc thực, các hình ảnh này được chuyển đổi thành hình ảnh 2D. Tổng chu vi xung quanh thành giếng tương đương 360°, do đó phương vị của BO hay DIF (nếu có) được xác định theo vị trí

của chúng (trong khoảng 0-360°) trên hình ảnh 2D của thành giếng. Phương BO và DIF là các số liệu phân bố theo cặp. Số liệu giữa 180° và 360° là tương tự như số liệu trong khoảng 0-180°. Phương S_{Hmax} trung bình và độ lệch chuẩn được xác định theo phép thống kê vòng và kết quả tính toán được xếp hạng chất lượng theo hướng dẫn của WSM để thuận tiện so sánh giữa các chỉ thị ứng suất [9].

4. Kết quả

Bộ tài liệu về hình ảnh thành giếng của hơn 30 giếng khoan thuộc bể Cửu Long được thu thập tại Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam. Tài liệu chất lượng tốt gồm ba loại: FMS, FMI và CBIL, trong đó phổ biến nhất là FMI. Để đảm bảo thu được thông tin trực tiếp nhất về trường ứng suất, giếng được lựa chọn là giếng khoan trong giai đoạn tìm kiếm-thăm dò, độ nghiêng nhỏ hơn hoặc bằng 20°.

Trong số 13 giếng có chỉ thị phá huỷ tin cậy, 10 giếng phát hiện DIF còn lại 3 giếng phát hiện BO. Trong 5 giếng chất lượng A thì 3 giếng dựa trên DIF và 2 giếng dựa trên BO. Các chỉ thị hầu hết có phương biến đổi từ BTB-NĐN đến TB-ĐN. Cá biệt, chỉ thị CL4 (hạng B) phía bắc bể Cửu Long, phương xấp xỉ đông - tây, trong khi đó chỉ thị CL6 (hạng C) phía nam bể, phương xấp xỉ bắc-nam (*bảng 1,* hình 1). Giá trị trung bình của 13 chỉ thị mới xác định là 316° (độ lệch chuẩn 22.2°) cho thấy phương chung của S_{Hmax} trong bể Cửu Long là TB-ĐN (*bảng 3-cột 1*). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu phương S_{Hmax} trong đá móng dựa trên BO và DIF [7], phù hợp với chỉ thị từ cơ cấu chấn tiêu động đất (*bảng 3-cột 3*) [5] và phù hợp với trường ứng suất khu vực [5, 12, 13], tuy nhiên thiên về phía tây nhiều hơn so với các chỉ thị từ tài liệu khoan [1] (*bảng 3-cột 2*).

Để so sánh các kết quả mới của chúng tôi với các công bố trước đây [1, 5], chúng tôi đã tổng hợp tất cả các nguồn số liệu trong *bảng 2* và thể hiện trên sơ đồ *hình 3*. Số liệu được phân tích dưới nhiều góc độ để so sánh độ tin cậy cũng như tìm hiểu về sự biến đổi phương S_{Hmax} bể Cửu Long và lân cận (*bảng 3*).

Bảng 1. Kết quả xác định phương ứng suất nén ép ngang cực đại (S_{Hmax}) bể Cửu Long theo tài liệu hình ảnh thành giếng khoan

STT	Giếng khoan	Kiểu phá huỷ (BO/DIF)	Số lượng phá huỷ	Tổng chiều dài phá huỷ (m)	Loại tài liệu	Độ sâu gặp BO/DIF (km)	Độ lệch chuẩn (độ)	Phương S_{Hmax} (độ)	Xếp hạng chất lượng
1	CL1*	DIF	>10	>100	FMI	3	10,7	332	A
2	CL2	DIF	>10	>100	FMI	3	9,9	339	A
3	CL3*	DIF	>10	>100	FMI	2	15,3	324	B
4	CL4*	BO	>10	74	FMI	2	14,2	274	B
5	CL5*	DIF	>10	>100	FMI	3	5,9	310	A
6	CL6	DIF	>10	22	FMI	2	3,9	3	C
7	CL7	DIF	9	8	FMS	3	7,5	323	D
8	CL8*	DIF	8	8	FMI	3	6,3	301	D
9	CL9*	DIF	>10	8	FMI	3	10,8	290	D
10	CL10	BO	>10	>100	CBIL	4	8,9	330	A
11	CL11	BO	>10	>100	FMI	4	11,8	319	A
12	CL12*	DIF	6	5	FMI	2	6,7	301	D
13	CL13*	DIF	>10	7	FMI	4	4,8	303	D

Ghi chú: BO: Phá huỷ nén ép; DIF: Khe nứt căng giãn sinh ra trong quá trình khoan; FMS và FMI: Hình ảnh thành giếng ghi nhận qua thiết bị đo vi điện trở 4 cánh và 6 cánh của hãng Schlumberger; và CBIL: Hình ảnh thành giếng ghi nhận qua thiết bị đo sóng âm của hãng Baker Atlas. (*) chỉ thị trong các giếng phần Bắc bể Cửu Long

Bảng 2. Tổng hợp phương S_{Hmax} khu vực bể Cửu Long (CL) và Nam Côn Sơn (NCS) theo kết quả mới của các tác giả bài báo này (PP), [1] (BINH) và [5] (WSM)

STT	Giếng khoan	Độ lệch chuẩn (độ)	Phương S_{Hmax} (độ)	Chất lượng	Vị trí	Nguồn
1*	CL1	10,7	332	A	CL	PP
2	CL2	9,9	339	A	CL	PP
3*	CL3	15,3	324	B	CL	PP
4*	CL4	14,2	274	B	CL	PP
5*	CL5	5,9	310	A	CL	PP
6	CL6	3,9	3	C	CL	PP
7	CL7	7,5	323	D	CL	PP
8*	CL8	6,3	301	D	CL	PP
9*	CL9	10,8	290	D	CL	PP
10	CL10	8,9	330	A	CL	PP
11	CL11	11,8	319	A	CL	PP
12*	CL12	6,7	301	D	CL	PP
13*	CL13	4,8	303	D	CL	PP
14	CL-A	-	353	A	CL	BINH
15	CL-B	-	352	B	CL	BINH
16	CL-C	-	352	A	CL	BINH
17	CL-D	-	355	A	CL	BINH
18	CLE	-	350	A	CL	BINH
19	Đđất	-	337	C	CL	WSM
20	NCS-A	-	2	B	NCS	BINH
21	NCS-B	-	57	B	NCS	BINH
22	NCS-C	-	48	B	NCS	BINH
23	NCS-D	-	52	B	NCS	BINH
24	NCS-E	-	44	B	NCS	BINH

(*) chỉ thị trong các giếng ở phần bắc bể Cửu Long

5. Thảo luận

Các chỉ thị phương S_{Hmax} trong các bản đồ ứng suất thạch quyển toàn cầu chủ yếu song song với vectơ chuyển dịch tuyệt đối của các mảng cho thấy trường ứng suất kiến tạo nội mảng bậc nhất chủ yếu là do kết quả của các lực sinh ra ở ranh giới mảng [14]. Các nghiên cứu sau này cũng đã chứng minh rằng trường ứng suất nội mảng bậc hai (cự ly cỡ 500km) có thể gây ra do quá trình uốn cong thạch quyển, do sự tương phản về mật độ hoặc sức bền thạch quyển theo phương ngang. Trên quy mô nhỏ hơn nữa (bậc ba), sự có mặt của các đứt gãy và hình thái đứt gãy cũng có thể gây nên sự biến đổi phương S_{Hmax} [6].

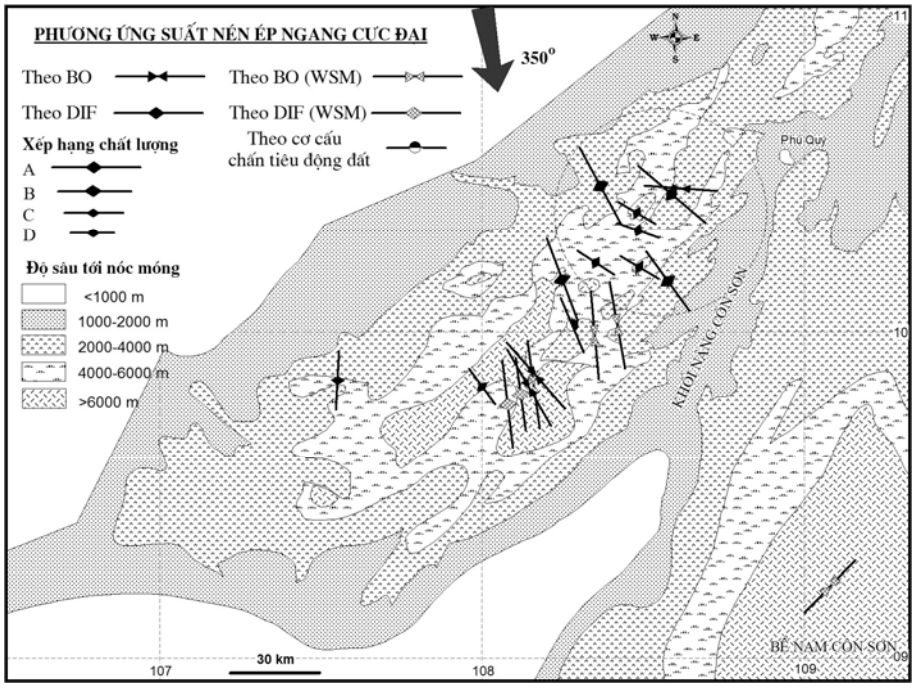
Trong quy mô một bể trầm tích, các chỉ thị ứng suất thường khá đồng nhất. Tuy nhiên kết quả xác định phương S_{Hmax} cho thấy có những sự thay đổi đáng kể. Chẳng hạn có sự khác biệt về phương S_{Hmax} giữa bể Cửu Long (TB-ĐN) và bể Nam Côn Sơn (ĐB-TN), hay thậm chí ngay trong bể Cửu Long có sự khác biệt giữa các chỉ thị ở phía bắc bể và phần còn lại (*hình 3, bảng 3*).

Khu vực nghiên cứu nằm trong nhân biến dạng yếu của khối Sundaland. Khối Sundaland ngăn cách khỏi nền Siberian bởi hai khối độc lập (Amuria/Bắc Trung Hoa và khối Nam Trung Hoa). Sự có mặt của các vi khối này xác nhận rằng toàn bộ lục địa Châu Á biến dạng chủ yếu liên quan với đụng độ Ấn Độ - Âu Á. Các kết quả đo GPS mới chỉ ra rằng ít nhất ở xa so với bản thân đới đụng độ, thạch quyển thể hiện là các vi khối cứng nằm ở quanh vùng biến dạng dọc theo các đới đứt gãy hẹp. Tuy nhiên, các kết quả này cũng cho thấy rằng vận động tiêu tán qua các đứt gãy, đặc biệt là đứt gãy sông Hồng, nhỏ hơn nhiều so với dự đoán theo mô hình thúc trượt. Bởi vậy cả quá trình làm dày vỏ ở khu vực đụng độ và thúc trượt của các khối ở Đông Á (Sundaland, Nam Trung Hoa và Amuria) đóng góp vào sự tương tác kiến tạo mảng trong bối cảnh đụng độ Ấn Úc - Âu Á [8]. Vận động tương đối của các khối này có thể ảnh hưởng tới trường ứng suất trong khu vực nghiên cứu.

Để đánh giá mức độ biến đổi phương S_{Hmax}, chúng tôi tiến hành so sánh chúng với vectơ chuyển dịch tương đối của khối Dương Tử (Nam Trung Hoa) so với khối Sundaland dọc theo đới đứt gãy sông Hồng trong mô hình MORVEL [2]. Vectơ này gọi tắt là MORVEL, có phương 350°-170° với sai số ±8° (*hình 3*). Thang so sánh dựa theo [4], theo đó các giá trị nằm trong khoảng sai số của vectơ chuyển dịch (±8°) được xem là không xoay (*bảng 3*).

Các kết quả của chúng tôi thể hiện phương trung bình TB-ĐN với góc xoay so với MORVEL ở mức trung bình và ngược chiều kim đồng hồ (*bảng 3-cột 1 & hình 4a*). Kết quả này hơi khác theo số liệu của WSM ở bể Cửu Long từ tài liệu động đất (hạng C) cho thấy phương S_{Hmax} chỉ xoay nhẹ ngược chiều kim đồng hồ (*cột 3*), nhưng khác nhiều so với tài liệu giếng khoan (hạng A và B) (theo [1]) với phương S_{Hmax} trung bình không xoay

so với MORVEL (*bảng 3-cột 2 & hình 4b*). Nếu chỉ xét riêng các chỉ thị hạng A và B của chúng tôi, phương S_{Hmax} trung bình thể hiện xoay nhẹ ngược chiều kim đồng hồ, nhưng giá trị góc xoay này (29°) chỉ cách giới hạn xoay trung bình 1° (*bảng 3-cột 4*). Tổng hợp chung cho toàn bể Cửu Long (*cột tổng hợp (1)(2)(3)*), phương S_{Hmax} trung bình thể hiện mức độ xoay nhẹ ngược chiều kim đồng hồ so với MORVEL *(hình 4c)*. Điều này trái ngược với mức xoay đáng kể theo chiều kim đồng hồ của S_{Hmax} ở bể Nam Côn Sơn (theo [1]) (*bảng 3-cột 7 & hình 4f*).

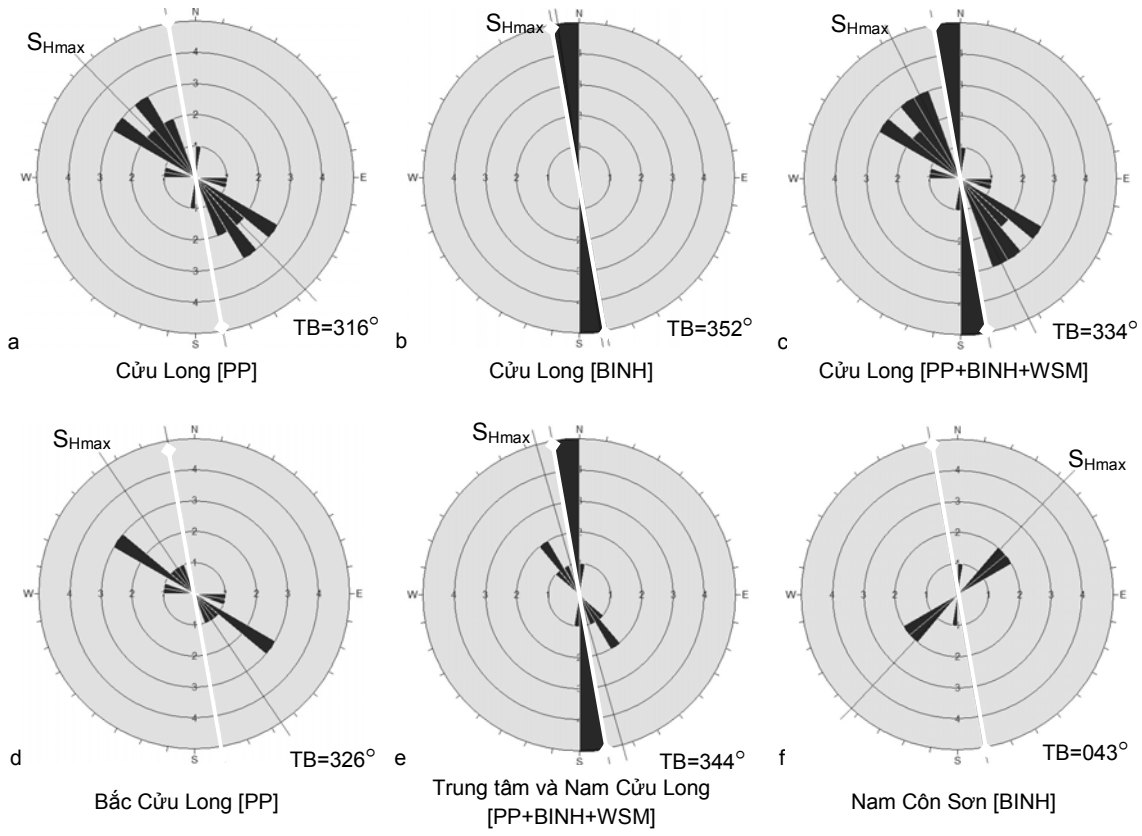


Hình 3. Sơ đồ phân bố phương S_{Hmax} bể Cửu Long theo theo tổng hợp ở bảng 2. Chỉ một chỉ thị (NCS-E) ở góc phải phía dưới đại diện cho bể Nam Côn Sơn được thể hiện trên sơ đồ. Các chỉ thị nằm trong vùng hình tròn thuộc phần bắc bể Cửu Long, các chỉ thị còn lại thuộc phần Trung tâm và Nam bể. Mũi tên lớn (phương 350°) chính giữa phía trên thể hiện phương chuyển dịch tương đối của khối Dương Tử so với khối Sundaland, theo mô hình MORVEL [2].

Bảng 3. So sánh kết quả xác định phương S_{Hmax} trong nghiên cứu này với số liệu của WSM khu vực bể Cửu Long (CL) và Nam Côn Sơn (NCS) và vector chuyển dịch tương đối của khối Dương Tử (DT) so với khối Sundaland (SUN) theo mô hình MORVEL [1]. đơn vị: độ

Vị trí	CL	CL	CL	CL	CL	Bắc CL	Trung tâm & Nam CL	NCS	DT/SUN
Nguồn số liệu	PP (1)	BINH (2)	WSM (3)	Tổng hợp (1) (2) (3)	PP (hạng A & B) (4)	PP (5)	PP, BINH & WSM (6)	BINH (7)	MORVEL (8)
Trung bình	316	352	337	334	321	326	344	43	350
Độ lệch chuẩn	22,2	1,6	0	38,4	25,6	17,1	14,4	19,6	8
S_{Hmax}/ MORVEL	-34	+2	-13	-16	-29	-24	-6	+53	-
Mức độ xoay	xoay TB	không xoay	xoay nhẹ	xoay nhẹ	xoay nhẹ	xoay nhẹ	không xoay	xoay đáng kể	-
Thang so sánh mức độ xoay (đơn vị: độ)									
0 - 8			8 - 30			30 - 45		45 - 90	
không xoay			xoay nhẹ			xoay trung bình		xoay đáng kể	

Ghi chú: (-) xoay ngược chiều kim đồng hồ; (+) xoay thuận chiều kim đồng hồ;



Hình 4. Biểu đồ hoa hồng thể hiện độ lệch phương S_{Hmax} bể Cửu Long và Nam Côn Sơn so với phương MORVEL (đường sáng màu-phương 350°) theo số liệu bảng 3

Các chỉ thị phương S_{Hmax} ở bể Cửu Long (theo [1]) đều nằm ở trung tâm bể và thể hiện phương khá đồng nhất (*hình 3*). Nghiên cứu của chúng tôi có thêm chỉ thị trong 8 giếng ở phía bắc bể Cửu Long cho thấy phương S_{Hmax} trung bình ở khu vực này bị xoay nhẹ ngược chiều kim đồng hồ *(bảng 3-cột 5 & hình 4d)*. Cộng gộp kết quả mới của chúng tôi và số liệu theo các nghiên cứu trước đây [1, 5] ở trung tâm và nam bể Cửu Long cho thấy phương S_{Hmax} trung bình xoay ngược chiều kim đồng hồ với giá trị góc xoay chỉ 6°. Giá trị này vẫn nằm trong khoảng sai số của MORVEL nên có thể coi ở khu vực trung tâm và nam bể Cửu Long, phương S_{Hmax} trung bình không xoay so với MORVEL *(bảng 3-cột 6 & hình 4e)*.

6. Kết luận

- Phương ứng suất nén ép ngang cực đại ở bể Cửu Long biến đổi từ BTB-NĐN tới TB-ĐN và thể hiện xu hướng tương đối phù hợp với trường ứng suất khu vực. Phương S_{Hmax} trung bình ở bể Cửu Long có xu hướng xoay nhẹ ngược chiều kim đồng hồ so với MORVEL, trái ngược với xu hướng xoay ở mức đáng kể thuận chiều kim đồng hồ ở bể Nam Côn Sơn.

- Phương nén ép ngang cực đại ở phía bắc bể Cửu Long có xu hướng biến đổi so với phần trung tâm và nam bể này. Trong khi ở phía bắc, thể hiện sự xoay nhẹ ngược chiều kim đồng hồ so với MORVEL thì phần còn lại của bể Cửu Long phương S_{Hmax} có xu hướng không xoay.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam đã tạo điều kiện tham khảo tài liệu giếng khoan và cho phép công bố kết quả nghiên cứu. Bài báo được được hoàn thành dưới sự hỗ trợ của Đề tài trọng điểm cấp Nhà nước KC-09.11/06-10, nhiệm vụ bổ sung KC-09.11BS/06-10 và Đề tài Nghiên cứu cơ bản mã số 105.06.36.09.

TÀI LIỆU DẪN

[1] *Nguyen Thi Thanh Binh, Tomochika Tokunaga, Hoang Phuoc Son, Mai Van Binh*, 2007: Present-day stress and pore pressure fields in the Cuu Long and Nam Con Son Basins, offshore Vietnam Marine and Petroleum Geology. Volume 24, Issue 10, Dec 2007, *pp.607-615*.

[2] *Demets, C., Gordon, R. G., Argus, D. F.*, 2010: Geologically current plate motions, Geophysical Journal International, v. 181, no. 1, p. 1-80, doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04491.x.

[3] *Trần Lê Đông, Phùng Đắc Hải*, 2005: Bể trầm tích Cửu Long và tài nguyên dầu khí - Trong Nguyễn Hiệp, CB. Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam. Nxb. KHKT Hà Nội.

[4] *Fernandez-Ibanez, F., J. I. Soto, M. D. Zoback, and J. Morales*, 2007: Present-day stress field in the Gibraltar Arc (western Mediterranean), *J. Geophys. Res.*, 112, B08404, doi:10.1029/2006JB004683.

[5] *Heidbach O., Tingay M., Barth A., Reinecker J., Kurfeß D., Müller B.*, 2009: The World Stress Map based on the database release 2008, equatorial scale 1:46,000,000, Commission for the Geological Map of the World, Paris, doi:10.1594/GFZ.WSM.Map2009.

[6] *Heidbach O., Tingay M., Barth A., Reinecker J., Kurfeß D., Müller B.*, 2010: Global crustal stress pattern based on the 2008 World Stress Map database release. Tectonophysics, 482, *3-15*.

[7] *Luthi S.M.*, 2005: Fractured reservoir analysis using modern geophysical well techniques: application to basement reservoirs in Vietnam. In: Harvey, P.K., Brewer, T.S., Pezard, P.A. & Petrov, V.A. (eds): Petrophysical properties of crystalline rocks. Geological Society, London, Special Publications, **240**, *p.95-106*. ISSN 0305-8719.

[8] *Simons W, Socquet A, S. Matheussen, B.A.C. Ambrosius, C. Vigny, C. Subarya, R.W. Matindas, D.A.C. Sarsito, J. Kahar, S. Haji Abu, H. Bin, Ali Chaiwat Promthong, Phanusak Swangnet, M. Iwakuni, T. Kato, P. Morgan*, 2007 : A decade of GPS in Southeast Asia: Resolving Sundaland motion and boundaries, J. Geophys. Res., 112, B06420, doi:10.1029/2005JB003868.

[9] *Tingay M. , Reinecker J.*, *Müller B.*, 2008: Borehole breakout and drilling-induced fracture analysis from image logs. Guidelines: Image Logs. World Stress Map Project.

[10] *Phan Trong Trinh*, 1993: An inverse problem for the determination of the stress tensor from polyphased fault sets an earthquake focal mechanisms, Tectonophysics, V224, *p393-411*.

[11] *Phan Trọng Trịnh*, 1993: Trường ứng suất kiến tạo Kainozoi miền Tây Bắc- Việt Nam. Tạp chí Địa chất, loạt A, số 214-215, *1-4*.

[12] *Nguyễn Trọng Yêm*, 1996: Các chế độ trường ứng suất kiến tạo trong Kainozoi ở lãnh thổ Việt Nam. Tạp chí Địa chất, loạt A, số 236/9-10.

[13] *Nguyễn Trọng Yêm, Gusenko O. I., Lê Minh Quốc, Mostrikov A.*, 1996: Trường ứng suất hiện đại và cơ thức biến dạng vỏ Trái Đất Đông Nam Á. Địa chất - Tài nguyên, Tập II, Nxb. Khoa học Kỹ thuật Hà Nội, *8-13*.

[14] *Zoback M.L*, 1992: First- and second-order patterns of stress in the lithosphere: The world stressmap project. Journal of Geophysical Research, 97, *p.11703 - 11728*.

SUMMARY

Present-day stress state in Cuu Long basin

Indicators of maximum horizontal compressive stress (S_{Hmax}) orientation can be compiled from various sources of data such as fault slip, volcanic-vent alignment, earthquake focal mechanisms and boreholes. Our work concentrates on analysis of all available borehole images from petroleum exploration in Cuu Long basin, offshore southern Vietnam to find BOs and DIFs and to analysis perturbation of S_{Hmax} orientation with regard to relative motion vector between Yangtze block and Sundaland block in MORVEL model. It is showed that S_{Hmax} orientation in Cuu Long basin varies from NNW-SSE to NW-SE direction which is consistent with regional stress. Contrary to significant clockwise rotation in Nam Con Son basin, average S_{Hmax} orientation in Cuu Long basin is gently anti-clockwise rotated with regard to MORVEL. It is also existed the difference of S_{Hmax} orientation between the north part of Cuu Long basin and the rest. Orientation of S_{Hmax} in the north part is gently anti-clockwise while the rest has no rotation with regard to MORVEL.