

## CHƯƠNG TRÌNH PHÂN TÍCH THẠCH HỌC THEO TÀI LIỆU ĐỊA VẬT LÝ GIẾNG KHOAN

**Nguyễn Xuân Nhạ**

Liên đoàn Quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Miền Nam

(Bài nhận ngày 29 tháng 05 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 11 năm 2009)

**TÓM TẮT:** Cho đến nay, phân tích thạch học theo tài liệu địa vật lý giếng khoan (carota) chủ yếu là bán định lượng và vẽ thiết đồ kết quả phân tích trên Excel. Kết quả phân tích phụ thuộc vào chủ quan của người phân tích và mất nhiều thời gian và công sức. Bài báo này giới thiệu chương trình phân tích thạch học tự động tài liệu carota và chương trình thành lập thiết đồ kết quả phân tích trên AutoCAD và MapInfo.

**Từ khoá:** chương trình phân tích thạch học, địa vật lý giếng khoan, carota, chương trình thành lập thiết đồ carota.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Số liệu địa vật lý giếng khoan (carota) được Liên đoàn Quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Miền Nam thực hiện ở đồng bằng Nam bộ đến nay có khoảng hơn 400 lỗ khoan. Quá trình phân tích thạch học được các kỹ sư địa vật lý phân tích bằng tay và thể hiện trên thiết đồ. Bài báo này tác giả đề cập chương trình phân tích tự động thạch học lỗ khoan trong vùng giữa Sông Tiền và Sông Hậu dựa vào: 1) mối quan hệ thực nghiệm giữa các loại thạch học trầm tích với hàm lượng sét; 2) mối quan hệ giữa cường độ phóng xạ gamma với hàm lượng sét. Kết quả của chương trình sẽ được thể hiện trên thiết đồ.

### 2. MỐI QUAN HỆ THỰC NGHIỆM CÁC LOẠI THẠCH HỌC VỚI HÀM LƯỢNG SÉT

Thành phần thạch học trong các lỗ khoan ở vùng giữa Sông Tiền và Sông Hậu được thống kê trong bảng 1

**Bảng 1. Các loại thạch học trong các lỗ khoan**

Mã Thạch học	Tên thạch học	Tổng chiều dày tầng (m)	Tỷ lệ (%)
SB	Bột sét	2094,60	16,1
F	Cát mịn	1782,90	13,7
FM	Cát mịn trung	1405,10	10,8
S	Bột	1101,70	8,4
CL	Sét	1099,60	8,4
SL	Bột cát	560,30	4,3
FL	Cát bột	557,10	4,3
MC	Cát trung thô	419,50	3,2
M	Cát trung	401,20	3,1
C	Cát thô	131,00	1,0
	Các loại thạch học khác	3486,53	26,7
	Cộng	13039,53	100,0

Trong bảng này các loại thạch học khác là các lớp hỗn hợp như cát lẫn sét, cát lẫn sạn sỏi, bột chứa cát...

Khi phân tích thành phần thạch học theo carota các nhà chuyên môn chỉ sử dụng một số loại thạch học chính. Theo thống kê theo kết quả phân tích mẫu độ hạt, hàm lượng hạt sét (hạt có kích thước nhỏ hơn 0,05mm) được thống kê trong bảng 2. Dựa vào tỷ lệ phần trăm hạt sét chứa trong các loại thạch học theo mẫu phân tích độ hạt các giới hạn thường gặp được xác lập trong bảng 2 và hình 1, đồng thời tương quan giữa hàm lượng sét với thành phần thạch học chính cũng được thiết lập (hình 2).

**Bảng 2.** Thống kê hàm lượng sét (%) các loại thạch học chính

TK	CL	SB	S	SL	FL	F	FM	FC	M
Max	98,30	98,30	87,00	75,00	58,75	41,30	26,00	0,00	7,90
Min	49,00	29,40	26,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,35
TB	80,80	75,39	64,01	45,52	19,23	11,57	10,79	0,00	7,63
Số mẫu	23	66	17	30	180	133	25	2	2

**Bảng 3.** Tỷ lệ phần trăm hạt sét của các loại thạch học chính

Loại thạch học	Mã thạch học	Tỷ lệ phần trăm hạt sét	
		Từ	Đến
Cát hạt thô	C	0	4
Cát hạt trung	M	4	8
Cát hạt mịn - trung	FM	8	15
Cát hạt mịn	F	15	25
Cát bột	FL	25	40
Bột cát	SL	40	55
Bột	S	55	68
Sét bột	SB	68	78
Sét	CL	78	100

### 3. MỐI QUAN HỆ GIỮA CƯỜNG ĐỘ PHÓNG XẠ VỚI HÀM LƯỢNG SÉT

Để loại trừ các ảnh hưởng của cấu trúc lỗ khoan, chỉ số không thứ nguyên GRI (Gamma Ray Index) được thay thế cho giá trị GR trong tính toán.

$$GRI = \frac{GR - GR_{\min}}{GR_{\max} - GR_{\min}} \quad (1)$$

Trong đó

GR là giá trị cường độ gamma tại vị trí cần xác định

$GR_{\min}$  là giá trị cường độ gamma nhỏ nhất trong lỗ khoan

$GR_{\max}$  là giá trị cường độ gamma lớn nhất trong lỗ khoan

Sử dụng chỉ số GRI năm 1989 tác giả Repsold H. [7] đã đề xuất: với chiều sâu giếng khoan đủ lớn, giá trị  $GR_{\max}$  và  $GR_{\min}$  là giá trị cực đại và cực tiểu của đường gamma đo được trong giếng khoan đó và hàm hồi quy tính phần trăm hàm lượng sét theo thể tích có dạng tuyến tính:

$$Vcl(\%) = A \times GRI + B \quad (2)$$

Trong đó A và B là hệ số thực nghiệm trong từng vùng

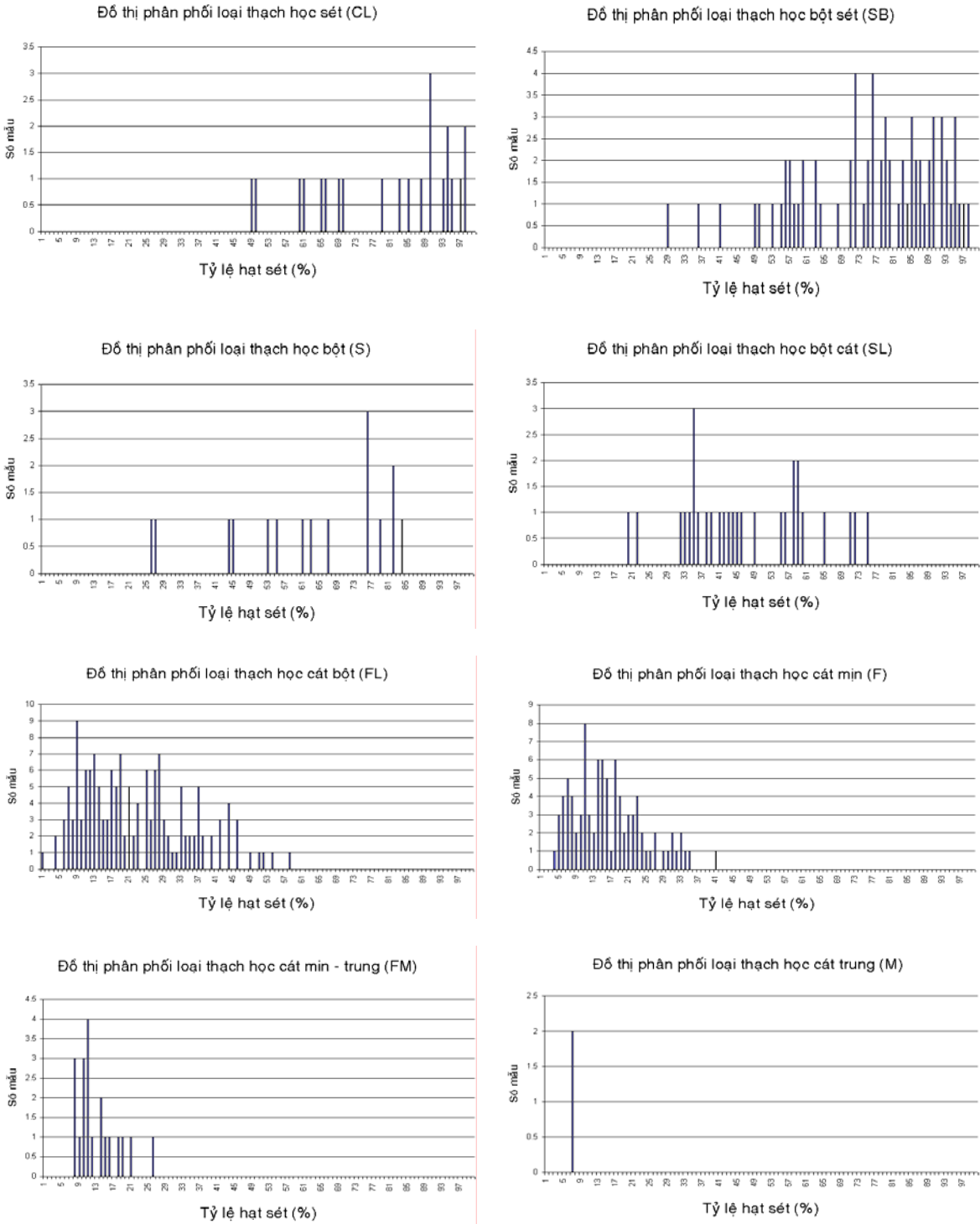
Xét đến ảnh hưởng của dung dịch sét tác giả đề xuất hàm tương quan giữa hàm lượng sét với cường độ phóng xạ theo hàm số:  $Vcl(\%) = A \times GRI + B - C \times D$  (3)

Ở đây A, B và C là hệ số thực nghiệm của từng vùng; D là độ sâu giếng khoan

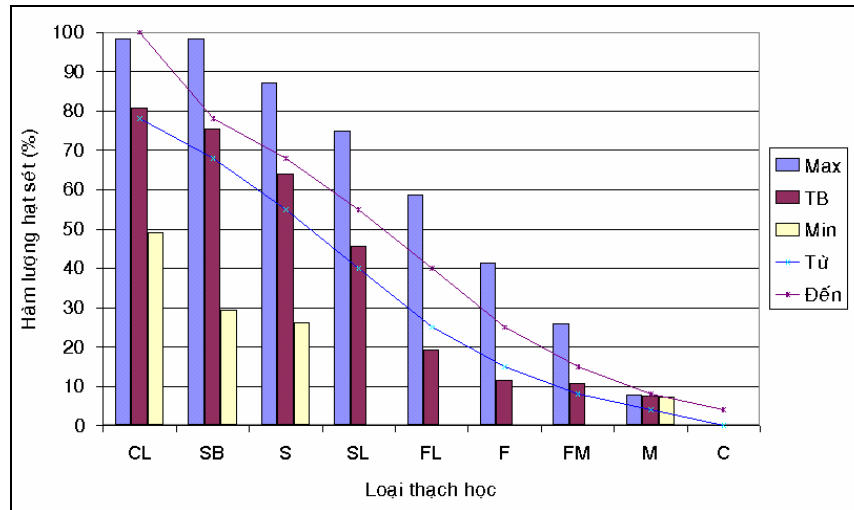
Hàm hồi quy được xác định dựa vào kết quả phân tích mẫu và giá trị trên đường gamma carota đo được trong vùng, Kết quả xác định được như sau

Đối với thiết bị đo SKV69:  $Vcl = 132GRI - 2 - 0,005D$  (4)

Đối với thiết bị MGX-II:  $Vcl = 138GRI - 3$  (5)



Hình 1. Đồ thị phân phối số lượng mẫu theo tỷ lệ hàm lượng hạt sét các loại thạch học chính



Hình 2. Tương quan hàm lượng hạt sét với các loại thạch học chính

#### 4. CHƯƠNG TRÌNH PHÂN TÍCH THẠCH HỌC

Chương trình phân tích thạch học thực hiện trong CSDL Địa vật lý giếng khoan GeoLog được trình bày trên giao diện hình 3. Khi người dùng xác định lỗ khoan cần phân tích thạch học và nhấn nút OK chương trình sẽ thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Theo hàm hồi quy (4) và (5) chương trình sẽ tính hàm lượng sét
- Căn cứ vào hàm lượng sét tính toán chương trình sẽ gán mã thạch học theo bảng 3.
- Cập nhật vào CSDL kết quả phân tích.
- Xuất số liệu cho mục đích thành lập thiết đồ bao gồm các số liệu thông tin lỗ khoan, cột thạch học theo khoan, cột thạch học theo carota, cấu trúc lỗ khoan... dưới dạng file số liệu đầu vào cho chương trình thành lập thiết đồ.



Hình 3. Giao diện thực hiện chương trình phân tích thạch học

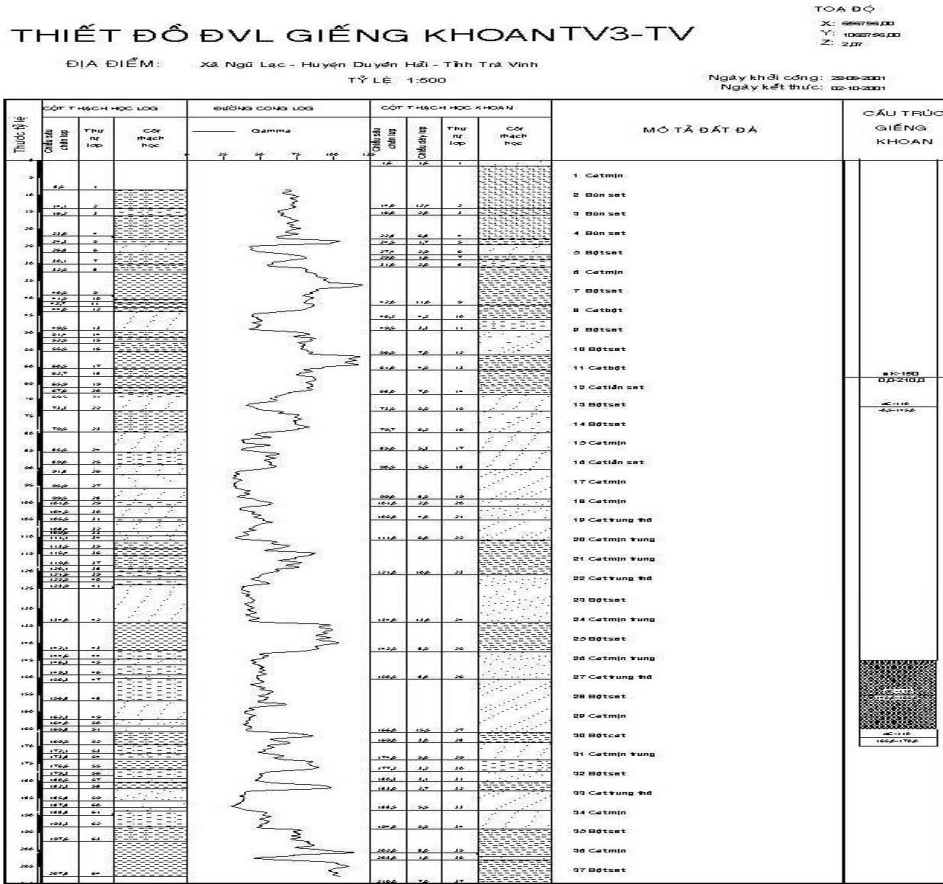
#### 5. CHƯƠNG TRÌNH THÀNH LẬP THIẾT ĐỒ ĐỊA VẬT LÝ LỖ KHOAN

Chương trình thành lập thiết đồ địa vật lý lỗ khoan có tên là TdLog.lsp được viết bằng ngôn ngữ AutoLISP. Chương trình này sử dụng file đầu vào được xuất ra từ giao diện Phân tích thạch học (hình 3).

Kết hợp với chương trình AutoLISP XyLog.lsp để vẽ đường cong carota lên thiết đồ

Chương trình TDLog.lsp và XYLog.lsp chạy trong môi trường AutoCAD và được hoàn chỉnh trên phần mềm GIS MapInfo. Tỷ lệ đứng của thiết đồ là 1:500.

Kết quả thí nghiệm phân tích thạch học và vẽ thiết đồ lỗ khoan TV3-TV được thể hiện trên hình 4



Hình 4. Thiết đồ địa vật lý giếng khoan

Nhận xét kết quả phân tích:

- Phù hợp giữa thạch học với đường cong gamma khi phân tích bằng tay.
- Phân biệt chính xác các lớp thạch học thuộc nhóm cách nước với chứa nước (ví dụ cát và sét) tuy nhiên chưa phân định rõ giữa cát mịn với cát bột hoặc sét với sét bột. Sự sai khác giữa các loại thạch học gần nhau có thể khắc phục được nếu nghiên cứu thêm về hệ số thấm của các loại thạch học.
- Ranh giới các lớp thạch học tương đối phù hợp với đường gamma.
- Các lớp chia ra tỉ mỉ nên chỉ phù hợp với tỷ lệ của thiết đồ lớn hơn 1/500.
- So sánh với cột địa tầng theo khoan thì ranh giới lớp xác định theo ĐVLGK là phù hợp hơn.
- Chương trình thực hiện nhanh và kết quả trình bày có kiểu dáng thống nhất trong các giếng.

## 6. KẾT LUẬN

Chương trình phân tích thạch học thực hiện dễ dàng và cho ra số liệu khách quan, nhanh chóng tạo ra các bản vẽ có định dạng theo yêu cầu.

Kết quả phân tích còn phụ thuộc vào các tham số của từng vùng, Chương trình cần được kiểm chứng cùng với các nhà địa chất - địa chất thủy văn để có thể áp dụng vào thực tế.

Dựa vào thiết đồ, so sánh kết quả phân tích thạch học theo carota và thạch học theo khoan để xây dựng cột địa tầng cho lỗ khoan.

## LITHOLOGY ANALYSIS PROGRAM BASED ON WELL LOG DATA

Nguyen Xuan Nha

Division for Water Resources Planning and Investigation for the South of Vietnam

**ABSTRACT:** *So far lithological analysis based on well logging data has been carried out manually and its results have been plotted by Excel. Analytical results depend on subjective assessment and analytical process requires more time and labor. The paper is to present an automatical program for lithological analysis of well logging data and a program establishing graph of analytical results using AutoCAD and MapInfor software.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Hồng Bằng. *Báo cáo nghiên cứu hệ số thấm, hàm lượng sét và độ tổng khoáng hoá của nước dưới đất khu vực đồng bằng Nam bộ theo tài liệu địa vật lý lỗ khoan*. Liên đoàn ĐCTV - ĐCCT Miền Nam, TP Hồ Chí Minh (2005),
- [2]. Nguyễn Huy Dũng. *Báo cáo phân chia địa tầng N-Q và nghiên cứu cấu trúc đồng bằng Nam bộ tỷ lệ 1:500.000*. Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam. TP. Hồ Chí Minh (2003).
- [3]. Nguyễn Hữu Lộc. Nguyễn Thanh Trung. *Lập trình thiết kế với AutoLISP và Visual LISP*. Nhà xuất bản Thành phố Hồ Chí Minh (2003).
- [4]. Phan Chu Nam. *Báo cáo lập bản đồ địa chất thuỷ văn. bản đồ địa chất công trình tỷ lệ 1:50.000 vùng Trà Vinh - Long Toàn*. Liên đoàn ĐCTV - ĐCCT Miền Nam. TP. Hồ Chí Minh (2002).
- [5]. Nguyễn Văn Phơn. *Giáo trình địa vật lý lỗ khoan*. Đại học Mở Địa chất. Hà Nội (1971).
- [6]. Nguyễn Thiện Tâm. *Giáo trình Microsoft Access 97*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh (2002).
- [7]. Repsold H.. *Well Logging in Groundwater Development*. Volume 9 - (1989). Verlag Heinz Heise GmbH & Co.KG. Western Germany.

## CÁC GIAI ĐOẠN BIẾN DẠNG Ở BỒN TRŨNG CỬU LONG

Tạ Thị Thu Hoài<sup>(1)</sup>, Phạm Huy Long<sup>(2)</sup>

(1) Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(2) Trung tâm Tư vấn và Dịch vụ KHCN Địa chất

(Bài nhận ngày 29 tháng 05 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 11 năm 2009)

**TÓM TẮT:** Việc phân chia giai đoạn, pha biến dạng và khôi phục trường ứng suất của chúng ở bồn trũng Cửu Long có ý nghĩa lớn trong tìm kiếm dầu khí. Trên cơ sở phân tích, tổng hợp các tài liệu địa chất, địa vật lý hiện có đã xác định được bồn trũng Cửu Long đã trải qua 4 giai đoạn phát triển biến dạng chính:

- Giai đoạn tạo núi sau va mảng Jura sớm-giữa (D1)
- Giai đoạn rìa lục địa tích cực Jura muộn-Creta (D2)
- Giai đoạn rift Eocene – Miocene sớm (D3): gồm 6 pha biến dạng D3.1, D3.2, D3.3, D3.4, D3.5 và D3.6. Các pha D3.1, D3.3 và D3.5 là các pha căng giãn và sụt lún do nhiệt tạo bồn trũng. Các pha D3.2, D3.4 và D3.6 là các pha nén ép tạo uốn nếp, đứt gãy và khe nứt.
- Giai đoạn thêm rìa lục địa thụ động cuối Miocene sớm - Đệ Tứ (D4)

Kiến tạo bồn trũng Cửu Long đã được đề cập nhiều trong các công trình nghiên cứu trước đây (Trần Lê Đông, Ngô Thường San, Hoàng Ngọc Đăng, Phùng Đức Hải, Cù Minh Hoàng, Nguyễn Tiến Long, Trịnh Xuân Cường...) song việc phân chia các pha biến dạng cũng như khôi phục trường ứng suất kiến tạo của chúng còn nhiều vấn đề chưa được sáng tỏ.

Việc phân chia giai đoạn, pha biến dạng và khôi phục trường ứng suất của chúng ở bồn trũng Cửu Long có ý nghĩa lớn trong tìm kiếm dầu khí.

Trong bình đồ kiến tạo hiện tại bồn trũng Cửu Long phân bố ở phần Đông Nam nội mảng thạch quyển Âu-Á. Đây là một vũng sụt kiểu tách dần trong Kainozoi sớm phát sinh và phát triển trên miền vỏ lục địa có tuổi trước Kainozoi bị thoái hóa mạnh trong Kainozoi và bị phủ kín bởi lớp phủ thêm kiểu rìa lục địa thụ động Kainozoi muộn (N<sub>1</sub><sup>2</sup>-Q). Vào Mesozoi muộn (J<sub>3</sub>-K) vùng này nằm ở phần trung tâm của cung triệu nămtriệu năm kéo dài theo hướng đông bắc – tây nam (ĐB-TN) từ Đà Lạt đến đảo Hải Nam. Móng của bồn trũng Cửu Long chủ yếu được tạo nên bởi các đá xâm nhập granitoid và phun trào thuộc cung triệu nămtriệu năm này.

Cấu tạo nên bồn trũng có 3 tầng kiến trúc:

- Tầng kiến trúc dưới: móng trước Kainozoi được cấu tạo bởi 3 tổ hợp thạch kiến tạo (THTKT): THTKT cung macma của rìa lục địa tích cực Đà Lạt tuổi Jura muộn-Creta; THTKT tách dần Creta muộn trên cung macma Jura muộn-Creta; THTKT chum dyke tách dần Cù Mông-Phan Rang tuổi Paleogen - Miocene sớm.
- Tầng kiến trúc giữa là các đá thuộc THTKT bồn tách dần Cửu Long tuổi Eocene muộn - Miocene sớm
- Tầng kiến trúc trên là các thành tạo thuộc THTKT thêm rìa lục địa thụ động nội mảng Biển Đông Việt Nam tuổi Miocene giữa-Đệ Tứ.

Về lịch sử phát triển kiến tạo, bồn trũng đã trải qua 4 giai đoạn phát triển kiến tạo lớn: Giai đoạn tạo núi sau va mảng Jura sớm-giữa; Giai đoạn rìa lục địa tích cực Jura muộn-Creta; Giai đoạn rift Eocene-Miocene sớm; Giai đoạn thêm rìa lục địa thụ động cuối Miocene sớm-Đệ Tứ.

Giai đoạn rìa lục địa tích cực Jura muộn-Creta đóng vai trò quan trọng trong việc tạo đá granitoid của móng trước Kainozoi bồn trũng và là đối tượng chứa dầu khí quan trọng của bồn trũng Cửu Long.

Giai đoạn thêm rìa lục địa thụ động cuối Miocene sớm - Đệ Tứ tạo lớp phủ.

Giai đoạn rift Eocene – Miocene sớm tạo các thành tạo trầm tích phun trào đóng vai trò trong việc sinh, chứa, chắn dầu khí.

Quá trình thành tạo THPTKT bồn tách dẫn Cửu Long tuổi Eocene muộn - Miocene sớm chịu ảnh hưởng bởi các biến cố kiến tạo quan trọng đã xảy ra trong khu vực Đông Nam Châu Á vào Kainozoi sớm như sau (hình 1):

- Ở ranh giới tây nam của Đông Nam Á mảng Ấn Úc bị hút chìm xuống dưới mảng Âu Á tạo rìa lục địa tích cực Sunda (số 1 của hình 1).

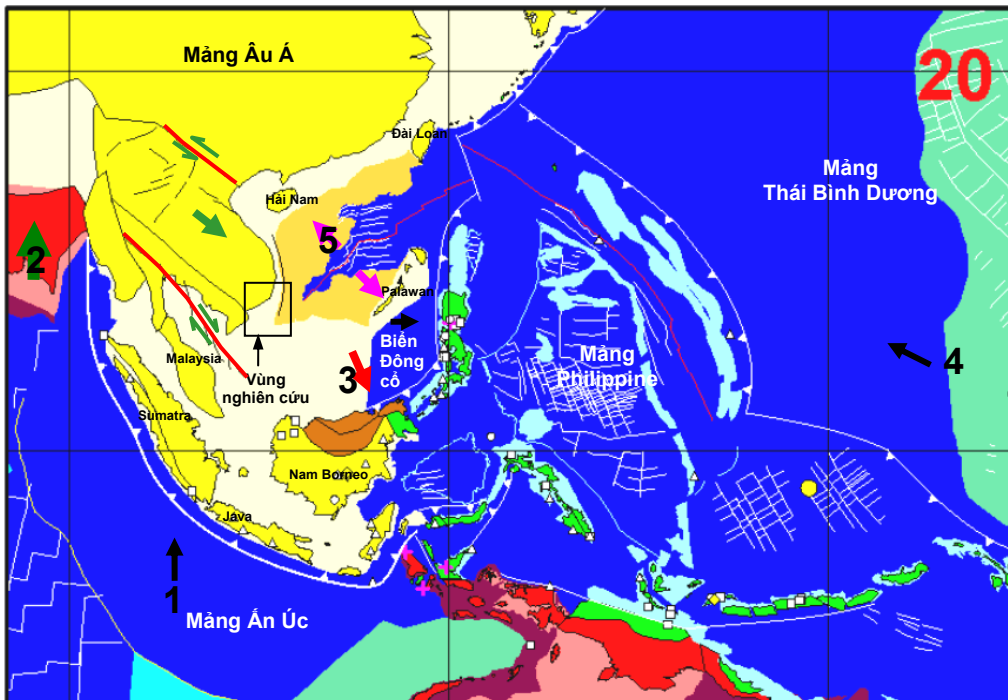
- Miền vỏ lục địa Ấn Độ thuộc mảng Ấn Úc va mảng với Âu Á dọc Hymalay và tạo nên một lực đẩy khối Đông Dương dịch về phía đông nam dọc theo đứt gãy Sông Hồng và Ba Thập (số 2 của hình 1).

- Phía đông nam vỏ đại dương biển Đông cổ bị tiêu biến dần dưới vỏ lục địa Borneo và Luzon và bắt đầu va mảng vào 20 triệu năm, kết thúc vào 16 triệu năm (số 3 của hình 1)

- Ở phía đông vỏ đại dương của mảng Thái Bình Dương hút chìm xuống dưới vỏ đại dương biển Đông cổ và vi mảng Philippine (số 4 của hình 1).

- Tách dẫn ở rìa phía đông của vỏ lục địa Đông Nam Á với phương của trục tách là ĐB-TN hình thành do lực căng phương tây bắc – đông nam (TB-ĐN) với 3 lần đôi trục tách dẫn. Đới tách dẫn này rất có thể đã bắt đầu xuất hiện từ thời kỳ 44-34 triệu năm nhưng từ 32 triệu năm mới mở hẳn ra tạo vỏ đại dương biển Đông trẻ và ngừng tách dẫn vào 16 triệu năm (số 5 của hình 1).

Bồn trũng Cửu Long vào Kainozoi sớm nằm ở phần nội mảng trên miền vỏ lục địa. Vùng bị sụt lún mạnh mẽ kiểu rift được lấp đầy bởi các thành tạo trầm tích phun trào tuổi Eocene muộn – Miocene sớm. Trong nội bồn trũng phát triển các bán địa hào, bán địa lũy phương ĐB-TN vào Oligocene sớm. Vào Oligocene muộn quá trình sụt lún vừa mang tính chất kế thừa do nhiệt vừa sinh mới phương vĩ tuyến kiểu listric. Vào Miocene sớm quá trình sụt lún vẫn tiếp tục và mở rộng do nhiệt là chủ yếu. Ngoài ảnh hưởng của quá trình tách dẫn vùng nghiên cứu còn bị tác động ép do sự dịch chuyển của vi mảng Đông Dương về phía đông nam và va mảng lục địa Trường Sa và lục địa Borneo – Luzon.



**Hình 1.** Các sự kiện kiến tạo xảy ra khu vực Đông nam Á vào Kainozoi sớm (theo Rober Hall, 2004, có bổ sung).

Trên cơ sở phân tích gián đoạn địa tầng, không chỉnh hợp, phân tích kiến trúc (uốn nếp, khe nứt, đứt gãy, kiểu địa hào, địa lũy) tác giả đã phân chia được các giai đoạn và các pha biến dạng chính, khôi phục trường ứng suất kiến tạo của chúng được chỉ ra trên hình 2:  
Quá trình biến dạng của bồn Cửu Long Mesozoi muộn đến nay đã trải qua 4 giai đoạn (D1-D4).

### 1. GIAI ĐOẠN TẠO NÚI SAU VA MẢNG JURA SỚM-GIỮA (D1) được chia làm 2 pha:

Pha D1.1 là pha tách giãn phương ĐB-TN sau tạo núi va mảng tạo bồn trầm tích phương TB-ĐN vào thời kỳ Jura sớm-giữa. Các trầm tích này chưa thấy trong các giếng khoan ở bồn trũng Cửu Long, dự báo có thể gặp ở nơi địa hình móng lõm.

Pha D1.2 có tuổi cuối Jura giữa – đầu Jura muộn đóng vai trò tạo uốn nếp mạnh mẽ trầm tích tuổi Jura sớm-giữa, với lực ép chính ĐB-TN. Vùng nghiên cứu thuộc phần cánh và nghiêng quanh ĐN của phức nếp lồi kéo dài theo phương TB-ĐN. Trường ứng suất ép vĩ tuyến, á vĩ tuyến phân bố trên 2 cánh, trường ứng suất ép TB-ĐN phân bố ở nghiêng quanh ĐN. Kèm theo uốn nếp là các thớ chẻ, đứt gãy nghịch phương B-N và ĐB70. Biến cố biến dạng này liên quan đến tạo núi sau va mảng Sibumasu và Indosinia vào cuối Jura giữa.

### 2. GIAI ĐOẠN RÌA LỤC ĐỊA TÍCH CỰC JURA MUỘN-CRETA (D2)

Giai đoạn này được chia làm 2 pha: D2.1 và D2.2 với di chỉ là bề mặt không chỉnh hợp góc giữa các thành tạo lục nguyên-phun trào tuổi Creta muộn (Hệ tầng Đơn Dương) và các đá granitoid phức hệ Định Quán-Đèo Cả tuổi Jura muộn-Creta.

Pha D2.1 có tuổi Jura muộn-Creta với di chỉ là cung macma kiểu I phương ĐB-TN và các đứt gãy nghịch phương ĐB-TN. Cung macma này liên quan đến quá trình hút chìm vỏ đại dương xuống dưới vỏ lục địa Indosinia từ ĐN về TB.

Pha D2.2 có tuổi Creta muộn với di chỉ là granite tương tự kiểu A (Ankroet), graben Đơn Dương-Đăk Rium kéo dài theo phương ĐB-TN được lấp đầy bằng các đá lục nguyên phun trào axit kiểu molas và các dyke felsic phương á kinh tuyến. Pha D2.2 liên quan tới sự thay đổi góc dốc của đới hút chìm (dốc hơn so với pha D2.1).

### 3. GIAI ĐOẠN RIFT EOCENE – MIOCENE SỚM (D3)

Giai đoạn này được chia làm 6 pha: D3.1, D3.2, D3.3, D3.4, D3.5 và D3.6.

Tách dẫn Eocene muộn – Oligocene sớm (pha D3.1) với trục ứng suất tách phương TB-ĐN 330-340 ứng với dải từ trường số 11,10 (32–29 triệu năm) phương ĐB-TN 60-70 ở miền vỏ đại dương Biển Đông. Di chỉ của pha này là các bán địa hào, bán địa lũy kiểu listric kéo dài theo phương ĐB-TN được lấp đầy các thành tạo trầm tích tầng F+E, các đứt gãy listric có góc dốc rất thoải, đổ về ĐN và các dyke mafic, felsic phương ĐB-TN với góc dốc gần thẳng đứng (phức hệ Cù Mông, Phan Rang). Pha D3.1 là pha tách dẫn liên quan đến quá trình tách dẫn tạo Biển Đông trẻ và đóng kín Biển Đông cổ theo đới hút chìm Kuching-Lupar vào Eocene muộn – Oligocene sớm.

Nén ép cuối Oligocene sớm (pha D3.2) xảy ra sau trầm tích tầng E -trước trầm tích tầng D khi tách dẫn ở trung tâm Biển Đông ngưng nghỉ thì vùng chịu tác động của lực đẩy về phía đông nam của khối Đông Dương dọc theo đứt gãy Sông Hồng và Ba Thập gây ra lực ép TB-ĐN (ứng với trục ứng suất ép  $\sigma_1$  phương TB-ĐN, trục căng  $\sigma_3$  ĐB-TN, trục trung gian  $\sigma_2$  thẳng đứng). Di chỉ của pha ép nén này là các nếp uốn trong trầm tích F&E; các đứt gãy trượt bằng phương B-N và Đ-T, các đứt gãy nghịch phương ĐB-TN và vĩ tuyến.

Vào cuối pha nén ép này trục  $\sigma_1$  và  $\sigma_2$  thay đổi vị trí và tạo nên các đứt gãy phương TB-ĐN. Vùng được nâng lên mạnh mẽ gây nên sự gián đoạn trầm tích sau E –trước D và tạo bề mặt không chỉnh hợp góc giữa tầng E và D.

Pha tách dẫn và sụt lún do nhiệt vào Oligocene muộn (pha D3.3) với trục ứng suất tách dẫn phương á kinh tuyến ứng với dải từ trường từ 9, 8, 7 phương vĩ tuyến, á vĩ tuyến. Dưới tác động của lực tách dẫn phương bắc nam trong phạm vi bồn trũng phát sinh các bán địa hào, bán địa lũy đồng trầm tích trong tầng D phương vĩ tuyến. Ranh giới các bán địa hào là các đứt gãy thuận đồng trầm tích kiểu listric đổ về bắc hoặc nam ở khu vực Bắc Sư Tử Đen, Nam Rạng Đông. Các miền sụt lún trong E theo phương ĐB-TN vẫn tiếp tục sụt lún do nhiệt (khu vực Gió Đông). Quy luật phân bố trầm tích của các tầng D và C với hướng thu hẹp dần của các trầm tích tướng đầm hồ.

Liên quan với pha này còn có các đyke mafic và felsic có góc dốc thẳng đứng.

Pha nén ép vào cuối Oligocene muộn (pha D3.4) với trục nén ép  $\sigma_1$  phương BTB, trục tách dẫn  $\sigma_3$  phương á vĩ tuyến, trục trung gian  $\sigma_2$  thẳng đứng. Lực ép này có nơi xuất hiện sau D trước C (Hải Sư Đen), có nơi xuất hiện sau C (Rạng Đông, Sói).

Dưới tác động của lực ép, các đá thuộc tầng D và C bị uốn nếp sau trầm tích với phương trục nếp uốn á vĩ tuyến, ĐB-TN; tạo các đứt gãy trượt bằng phương TB-ĐN và ĐB-TN và các đứt gãy nghịch phương vĩ tuyến (khu vực Rạng Đông, Đồi Mồi) và cuối cùng là nắn bóc mòn tạo bề mặt không chỉnh hợp sau tầng C.

Tách dẫn và sụt lún do nhiệt cuối Oligocene muộn – đầu Miocene sớm (pha D3.5) xảy ra đồng trầm tích có nơi bắt đầu từ cuối Oligocene có nơi bắt đầu từ Miocene sớm. Lực tách dẫn có trục ứng suất tách dẫn  $\sigma_3$  phương TB-ĐN ( $300^\circ$ ) ứng với dải từ trường số 5,6 (20-17 Triệu năm) phương ĐB-TN 30-40.

Di chỉ của quá trình tách dẫn là các trũng trầm tích lớn bị phức tạp bởi các bán địa hào, bán địa lũy kéo dài theo hướng ĐB-TN. Hoạt động đứt gãy yếu. Quy luật trầm tích trong thời kỳ này thể hiện sự mở rộng bồn trầm tích kiểu biển tiến từ thời kỳ trầm tích tầng BI.1 sang tầng BI.2. Đáng chú ý hơn cả là phần đông bắc của bề vào cuối thời kỳ lắng đọng trầm tích BI.1 vùng được nâng lên kèm phun trào bazan mạnh mẽ; sau đó vùng đông bắc bồn trũng lại bị sụt lún kiểu biển tiến tạo nên tầng cát kết, bột kết, sét kết xen kẽ trong tầng BI.2 và kết thúc quá trình biển tiến là sự tạo nên tầng sét Rotalia rộng lớn.

Pha nén ép giữa Miocene sớm (pha D3.6) xảy ra sau trầm tích tầng BI.1. Bồn trũng Cửu Long và cuối thời kỳ tạo sequence BI.1 vùng được nâng lên mạnh với trục  $\sigma_1$  thẳng đứng,  $\sigma_3$  nằm ngang theo phương ĐB-TN và trục  $\sigma_2$  nằm ngang theo phương TB-ĐN.

Di chỉ của pha này là các đứt gãy thuận bằng BN, ĐT (khu vực Tê Giác Trắng, Hải Sư Trắng), đứt gãy thuận phương ĐB-TN (khu vực Sói, Sư Tử Đen, Ruby), nếp uốn sau trầm tích, nếp uốn bên cạnh đứt gãy.

#### 4. GIAI ĐOẠN THÊM RÌA LỰC ĐỊA THỤ ĐỘNG CUỐI MIOCENE SỚM – ĐỆ TỬ (D4)

Giai đoạn biến dạng này có tuổi cuối Miocene sớm-Đệ Tử với quá trình tách dẫn phương Đ-T ( $\sigma_3$ : Đ-T,  $\sigma_2$ : B-N,  $\sigma_1$ : thẳng đứng) tạo các đứt gãy thuận, bồn trũng trầm tích, các chuỗi hòng núi lửa theo phương B-N.

Trường ứng suất kiến tạo hiện tại có trục  $\sigma_1$  thẳng đứng,  $\sigma_3$  nằm ngang phương ĐB-TN,  $\sigma_2$  nằm ngang phương TB-ĐN. Di chỉ của chúng là các khe nứt tách phương TB-ĐN và các khe nứt cắt phương TB-ĐN với hướng đổ ĐB hoặc TN với góc dốc lớn ghi nhận bằng FMI do khoan.

Time	Tectonic period	Lithology	Regional Geo-dynamic		Phase	Regional Deformation Evidences							
Q	Plum D4	B2+B3+A	Domain Uplift & thermal subsidence			- N-S normal faults - N-S trending basin - NE-SW & NW-SE strike-slip faults - NW-SE trending pull-aparts							
N <sub>2</sub>						B1.2	Compression		D3.6	- E-W & N-S lateral strike-slip faults - NW-SE tension fractures - E-W & NE-SW trending folds			
N <sub>1</sub>										B1.1	Extension & thermal subsidence		D3.5
E <sub>3</sub>						Rifting D3	C	Compression		D3.4	- N-S & E-W strike-slip faults - NE-SW reverse faults - NE-SW trending folds		- Unconformity between D sequence & C sequence
	D	Extension & thermal subsidence		D3.3	- Listric structures: E-W half grabens & half horsts						- NE-SW trending thermal sag		
					E+G							Compression	
	E+H	Extension		D3.1							- NE-SW normal faults (listric type) - NE-SW half grabens & half horsts		
					E <sub>1</sub>						Domal uplift		
	K <sub>2</sub>	Active continental margin D2	K2	Orogenic Extension									
K <sub>1</sub>	J3-K1				Subducted Compression		D2.1	- N-S & E-W strike-slip faults - NE-SW reverse faults - Unconformity between K2 & J3-K1					
J <sub>3</sub>								Post collisional Orogenic D1	Compression		D1.2	- N-S, E-W & NE-SW linear fold & cleavages - N-S, E-W & NE-SW reverse faults - Angular unconformity between J <sub>1,2</sub> & J <sub>3</sub>	
J <sub>2</sub>	J1.3	Extension		D1.1	- NW-SE trending sediment basin - NW-SE normal faults								
J <sub>1</sub>													

Hình 2. Các pha biến dạng chính từ Jura đến nay của bồn trũng Cửu Long.

## 5. KẾT LUẬN

Bồn trũng Cửu Long đã trải qua 4 giai đoạn phát triển biến dạng chính là:

- Giai đoạn tạo núi sau va chạm Jura sớm-giữa (D1)
- Giai đoạn rìa lục địa tích cực Jura muộn-Creta (D2)
- Giai đoạn rift Eocene – Miocene sớm (D3): gồm 6 pha D3.1, D3.2, D3.3, D3.4, D3.5 và D3.6. Trong đó, các pha D3.1, D3.3 và D3.5 là các pha căng giãn và sụt lún do nhiệt tạo bồn trũng; các pha D3.2, D3.4 và D3.6 là các pha nén ép gây phá hủy móng.

- Giai đoạn thềm rìa lục địa thụ động cuối Miocene sớm – Đệ Tứ (D4)

Giai đoạn biến dạng rift Eocene-Miocene sớm (D3) là giai đoạn biến dạng quan trọng của bồn trũng Cửu Long.

- Pha D3.1: tách giãn tạo các bán địa hào địa lũy đồng trục tích phương ĐB-TN và lấp đầy bởi trầm tích phù sa tầng F và E

- Pha D3.2: nếp ép gây uốn nếp trầm tích tầng F & E, tạo đứt gãy trượt bằng trái và phải phương kinh tuyến, vĩ tuyến, đứt gãy nghịch phương TB-ĐN, đứt gãy thuận phương TB-ĐN, gây gián đoạn trầm tích sau E-trước D và bề mặt không chỉnh hợp góc giữa E và D. Đặc biệt tạo các đới khe nứt tách khu vực phương TB-ĐN 300 và 330
- Pha D3.3: tiếp tục sụt lún nhiệt kế thừa bình đồ kiến trúc trong E (do nhiệt) và tạo mới các bán địa hào, địa lũy phương Đ-T do tách giãn phương B-N.
- Pha D3.4: nếp ép gây uốn nếp tầng C, D và có thể cả E, tạo đứt gãy phương TB-ĐN, ĐB-TN, kinh tuyến, vĩ tuyến, nghịch vĩ tuyến
- Pha D3.5: tách giãn yếu tạo trũng sụt lún rộng lớn lấp đầy trầm tích C+BI.1.
- Pha D3.6: nếp ép yếu, chủ yếu là nâng tạo nếp uốn và đứt gãy thuận phương vĩ tuyến (khu vực Tê Giác Trắng, Hải Sư Trắng); phương ĐB-TN (khu vực Sói, Sư Tử Đen, Ruby).

## DEFORMATION STAGES IN CUU LONG BASIN

Tạ Thị Thu Hoài<sup>(1)</sup>, Phạm Huy Long<sup>(2)</sup>

(1) University of Technology, VNU-HCM

(2) Consulting and Service Center for Geological Science- Technology

**ABSTRACT:** *Separate of deformation stages, deformation phases and reconstructed their stress fields at Cuu Long basin is very important for explore oil/gas. Based on analysis and synthesis of geological data and geophysical data, it showing that the Cuu Long basin exists four major deformation stages:*

- *Early-Middle Jurassic Post Collisional Orogenic Stage (D1)*
- *Late Jurassic-Cretaceous Active Continental Triệunămrgin stage (D2)*
- *Eocene-Early Miocene Rifting stage (D3) includes six deformation phases: D3.1, D3.2, D3.3, D3.4, D3.5 and D3.6. Phases of D3.1, D3.3 và D3.5 are extension and thermal subsidence formed basin. Phases of D3.2, D3.4 and D3.6 are compression formed folds, faults and fractures*
- *Late Early Miocene – Quaternary shelf of passive continental margin stage (D4)*

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đỗ Bạt, Nguyễn Dịch Dỹ, Phan Huy Quỳnh, Phạm Hồng Quế, Nguyễn Quý Hùng, Đỗ Việt Hiếu. *Địa tầng các bể trầm tích Kainozoi Việt Nam*. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam, tr. 141-182. NXB Khoa học và kỹ thuật (2007).
- [2]. Trần Lê Đông, Phùng Đắc Hải. *Bể trầm tích Cửu Long và tài nguyên dầu khí*. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam, tr. 269-315. NXB Khoa học và kỹ thuật (2007).
- [3]. Lê Văn Cự, Hoàng Ngọc Đăng, Trần Văn Trị. *Cơ chế hình thành và các kiểu bể trầm tích Kainozoi Việt Nam*. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam, tr. 111-140. NXB Khoa học và kỹ thuật (2007).
- [4]. Tạ Thị Thu Hoài. *Sơ lược lịch sử phát triển biến dạng khu vực đới Đà Lạt và bồn trũng Cửu Long*. Địa chất tài nguyên môi trường Nam Việt Nam, tr. 100-109. LDBĐĐC miền Nam (2002).
- [5]. Tạ Thị Thu Hoài, Phạm Huy Long, La Thị Chích. *Đặc điểm biến dạng thành tạo trầm tích tuổi Jura sớm-giữa khu vực đới Đà Lạt*. Hội nghị Khoa học trường Đại học Bách khoa (2005).

- [6]. Nguyễn Tiến Long, Sung Jin Chang, 2000. *Địa chất khu vực và lịch sử phát triển địa chất bể Cửu Long*. Hội nghị Khoa học - Công nghệ "Ngành Dầu khí trước thềm thế kỷ 21", tr. 436-453 (2000).
- [7]. Phạm Huy Long, Tạ Thị Thu Hoài, *Lịch sử phát triển kiến tạo Việt Nam và kế cận*. Địa chất Tài nguyên và môi trường Nam Việt Nam, tr. 17-22. LDBĐDC Miền Nam (2003).
- [8]. Ngô Thường San, Lê Văn Chương, Cù Minh Hoàng, Trần Văn Trị. *Kiến tạo Việt Nam trong khung cấu trúc Đông Nam Á*. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam, tr.69-110. NXB Khoa học và kỹ thuật (2007).
- [9]. W.J. Schmidt, Phạm Huy Long, Nguyễn Văn Quế. *Tiến hóa kiến tạo bể Cửu Long, Việt Nam*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học - Công nghệ Viện Dầu khí 25 năm xây dựng và trưởng thành, tr. 87-109 (2003).