

Bẫy địa tầng trong Oligocene khu vực ở Đông Nam Bể Cửu Long

- Nguyễn Đình Chức^{1,2}
- Cao Quốc Hiệp¹
- Trần Như Huy^{1,2}
- Trần Văn Xuân²

¹ Công ty Điều hành Thăm dò Khai thác Dầu khí Trong nước

² Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 30 tháng 12 năm 2016, nhận đăng ngày 28 tháng 11 năm 2017)

TÓM TẮT

Cho đến những năm gần đây, đối tượng chính của công tác thăm dò dầu khí trong bể Cửu Long mới chỉ tập trung vào các loại bẫy cấu tạo truyền thống là các khối nhô cao của móng trước Cenozoic và những nếp lồi trong trầm tích Oligocene và Miocene được hình thành do các hoạt động kiến tạo. Khi mà dầu mỏ từ những đối tượng chứa truyền thống này ngày càng trở nên cạn kiệt sau nhiều năm khai thác (các đối tượng tiềm năng chưa được thăm dò khác được cho là không đủ trữ lượng cho phát triển và khai thác) thì các hoạt động thăm dò trong bể Cửu Long cần được tập trung hơn nữa vào các loại bẫy địa tầng / hỗn hợp trong trầm tích Oligocene đã bắt gặp trong giếng khoan những năm gần đây. Từ những năm 1980, các nhà thăm dò

Từ khóa: *vát nhọn địa tầng, bẫy hỗn hợp, biến đổi tương đá, dự báo phân bố, cơ chế, đá chứa-chấn*

MỞ ĐẦU

Bể Cửu Long là bể trầm tích giữ vai trò chủ đạo trong việc đóng góp sản lượng khai thác hàng năm của Việt Nam. Các đối tượng khai thác là đá móng nứt nẻ phong hoá trước Cenozoic và các bẫy cấu tạo trong trầm tích Cenozoic. Cho đến nay, các hoạt động tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí trong bể Cửu Long đều tập trung chủ yếu vào các đối tượng là đá nứt nẻ phong hoá trong các khối nhô cao của móng và bẫy cấu trúc dạng nếp lồi trong trầm tích Cenozoic. Những năm gần đây khi mà việc khai thác tài nguyên dầu khí từ các

dầu khí ở Việt Nam đã xác định được một vài loại bẫy dạng vát nhọn địa tầng trong khu vực Đông Nam bể Cửu Long. Tuy nhiên những đối tượng này được đánh giá là có tiềm năng dầu khí thấp do chất lượng vỉa chứa kém và/hoặc hệ thống dầu khí không hoàn chỉnh (rủi ro cao về đá sinh hoặc đá chắn). Các hoạt động thăm dò dầu khí trong những năm gần đây tại khu vực Đông Nam bể Cửu Long cho thấy bên cạnh những bẫy dạng vát nhọn, còn tồn tại các bẫy địa tầng dạng biến đổi tương. Bài báo này tập trung nghiên cứu một số dạng bẫy địa tầng đã được phát hiện trong thời gian gần đây cũng như các phương pháp thăm dò cho việc dự báo sự phân bố các bẫy này.

đối tượng chứa truyền thống dạng cấu trúc trong bể Cửu Long ngày càng giảm, việc phát hiện mới các đối tượng thăm dò dạng bẫy cấu trúc ngày càng khó khăn về kỹ thuật và hạn chế về tiềm năng, thì công tác thăm dò khai thác dầu khí đòi hỏi phải đầu tư hơn nữa vào những đối tượng tiềm năng ẩn chứa nhiều rủi ro hơn như dạng bẫy địa tầng/hỗn hợp.

Các nghiên cứu trước đây cho thấy tại khu vực Đông Nam, bể Cửu Long tồn tại các bẫy dạng vát nhọn địa tầng trong các trầm tích từ Miocene đến Oligocene và cổ hơn, phân bố chủ yếu dọc theo rìa sườn phía Tây

Bắc của đới nâng Côn Sơn trên các sườn dốc hoặc đơn nghiêng. Các bẫy này được đánh giá là có tiềm năng dầu khí thấp do chất lượng chứa hoặc chắn kém [4]. Hệ quả là các đới tương tự này chưa được quan tâm thích đáng trong công tác tìm kiếm thăm dò trong khu vực này.

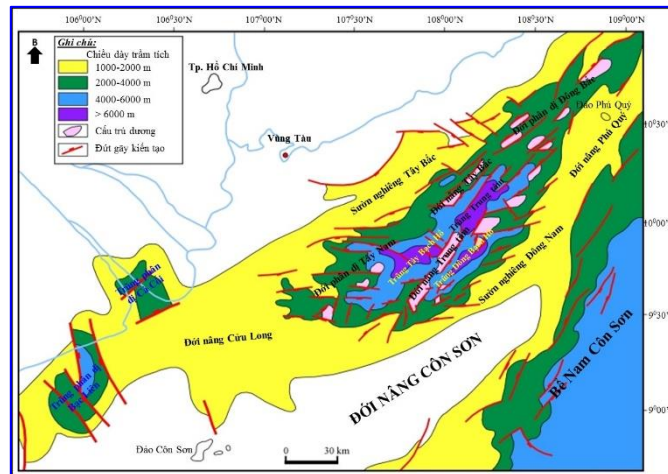
Các kết quả hoạt động tìm kiếm thăm dò gần đây cho thấy sự tồn tại của các loại bẫy địa tầng dạng biến đổi tương trong khu vực đông nam bể Cửu Long. Điều này đã được khẳng định qua kết quả của một số giếng khoan trong khu vực này (đã lấy mẫu dầu trong quá trình đo áp suất-*rci* và phân tích nước đẩy dầu trong phòng thí nghiệm tiến hành cho các mẫu sườn). Chất lượng chứa của các loại bẫy này khá tốt (độ rỗng hiệu dụng dao động từ 15 % đến trên 19 %, độ thấm từ vài chục mili darcy đến vài trăm mili darcy) [2]. Đây là đới tương thăm dò mới dạng bẫy địa tầng trong khu vực. Phát hiện này đã mở ra một hướng mới trong công tác

tìm kiếm thăm dò các đới tương tiềm năng mới dạng địa tầng/hỗn hợp tại khu vực đông nam bể Cửu Long.

Đặc điểm cấu-kiến tạo và địa tầng khu vực nghiên cứu

Đặc điểm cấu-kiến tạo

Bồn trũng Cửu Long có hình bầu dục, trải dài theo hướng Đông Bắc-Tây Nam và được chia thành các đơn vị cấu trúc bậc II bao gồm: trũng phân dị Bạc Liêu, trũng phân dị Cà Cối, đới nâng Cửu Long, đới nâng Phú Quý và trũng chính bể Cửu Long (Hình 1). Trong đó, trũng chính bể Cửu Long (bậc II) được phân chia thành tám đơn vị cấu trúc bậc III riêng biệt, được phân tách bởi đứt gãy hoặc đới đứt gãy có biên độ dịch chuyển lớn. Cụ thể, trũng chính bể Cửu Long được chia thành: đới sườn nghiêng Tây Bắc, đới nâng Tây Bắc, trũng Trung tâm (gồm trũng Tây Bạch Hổ và trũng Đông Bắc), đới nâng Trung tâm, trũng phía Đông Bạch Hổ, đới sườn nghiêng Đông Nam, đới phân dị Đông Bắc và đới phân dị Tây Nam (Hình 1) [3].



Hình 1. Sơ đồ phân vùng kiến tạo bể Cửu Long [3]

Lịch sử tiến hóa kiến tạo chung của toàn bộ bồn trũng, được chia làm ba giai đoạn chính (Hình 2) [3]

Giai đoạn 1 từ kỉ Jura đến cuối kỉ Creta: là giai đoạn hình thành móng granite. Giai đoạn này bao gồm hai quá trình kiến tạo tiếp nối nhau: quá trình hút chìm

hình thành nên diorite, granodiorite và các đá granite giàu biotite; quá trình tách dẫn tạo núi hình thành đá granite sáng màu. Từ cuối kỉ Creta cho đến đầu Eocene của kỉ Paleogene, bồn trũng Cửu Long là một bộ phận của khối nâng Đông Dương.

Giai đoạn 2 từ cuối Eocene đến thời kì đầu Miocene: là sự xen kẽ của các pha tách giãn hình thành các đới đứt gãy Đông Bắc–Tây Nam, Đông–Tây và Bắc – Nam với các pha nén ép hình thành các nếp uốn, các hệ thống đứt gãy thuận, nghịch và các đứt gãy trượt.

Giai đoạn 3 là giai đoạn thềm lục địa thụ động kéo dài từ giữa Miocene cho đến kỉ Đệ Tứ.

Trong khu vực nghiên cứu, các bẫy địa tầng đã phát hiện trong trầm tích tuổi Oligocene phân bố dọc theo đới sườn nghiêng Đông Nam (bậc III) thuộc cấu trúc bậc II trung chính bể Cửu Long. Trầm tích của khu vực này được có xu hướng vát nhọn và gá đáy với bề dày trầm tích từ 1 đến 2,5 km. Hệ thống đứt gãy của đới sườn nghiêng Đông Nam có hướng chính là Đông Bắc – Tây Nam và á vĩ tuyến.

Ngoài ra tại một số khu vực còn có đá magma xâm nhập dạng dyke với thành phần chủ yếu là andesite/basalt.

Phân vị trầm tích Oligocene D: Trầm tích Oligocene D chủ yếu là sét nâu đặc trưng của đầm hồ nước ngọt có chứa nhiều vật chất hữu cơ. Xen lẫn trong sét nâu đôi khi còn bắt gặp dấu vết của than đá hoặc lớp cát kết mỏng. Tuy nhiên, khi tiếp cận khu vực rìa Đông của phụ bể (tiếp giáp đới nâng Côn Sơn), trầm tích thuộc Oligocene D còn xuất hiện lớp cát kết dày lắng đọng bên trên sét nâu đặc trưng.

-Phân vị trầm tích Oligocene C: trầm tích của Oligocene C là sự trộn lẫn của cát kết hạt mịn xen kẽ với sét nâu của vùng đầm hồ.

- Phân vị trầm tích Miocene BI: được chia làm hai phân vị con là Miocene BI.1 (dưới) và Miocene BI.2 (trên). Trong đó, thành phần chủ yếu của BI.1 là cát kết cửa sông hoặc trầm tích châu thổ xen lẫn một ít sét thuộc bãi sông, còn thành phần chủ yếu của BI.2 lại là cát kết xen kẽ với sét/đá vôi thuộc điều kiện môi trường biển nông. Đặc biệt, phần trên cùng của BI.2 là một lớp sét dày và liên tục, đóng vai trò tầng chắn chung cho toàn bể Cửu Long.

Time	Tectonic period	Lithology	Regional Geo-dynamic	Phase	Regional Deformation Evidences
Present					- Opened drilling enhanced fracture strike NW-SE - LOT (0E1=0V)
N ₂ -O	Passive continental shelf margin Thermal Plum	D4	Domain Uplift & thermal subsidence		- N-S normal faults - N-S trending basin - NE-SW & NW-SE strike-slip faults - NW-SE trending pull-aparts
		B1.2	Compression	D3.6	- E-W & N-S lateral strike-slip faults - NW-SE tension fractures - E-W & NE-SW trending folds
		B1.1	Extension & thermal subsidence	D3.5	- NE-SW normal faults - N-S thermal sag
N ₁		C	Compression	D3.4	- N-S & E-W strike-slip faults - NE-SW reverse faults - NE-SW trending folds
E ₃		D	Extension & thermal subsidence	D3.3	- Listric structures: E-W half grabens & half horsts
E ₂		E	Compression	D3.2	- E-W & N-S strike-slip faults - NW-SE tension fracture zones - NE-SW reverse faults
E ₁		F	Extension	D3.1	- NE-SW normal faults (listric type) - NE-SW half grabens & half horsts
		G	Compression	D3.b	- E-W & N-S strike-slip faults - NW-SE tension fracture zones - NE-SW reverse faults
E		H	Extension, Uplift	D3.a	- NE-SW normal faults (listric type) - NE-SW half grabens & half horsts
		I	uplift	D2.3	- Area uplift, erode showing granite basement & making Indochina peneplain. Unconformity between J ₃ -K basement and Cretaceous sediments.
K ₃	Active continental margin	J ₃	Orogenic Extension	D2.2	- NE-SW grabens & horsts - Sub-longitude tension fractures filling by felsic dikes
K ₂		J ₂	Subducted Compression	D2.1	- N-S & E-W strike-slip faults - NE-SW reverse faults - Unconformity between K ₂ & J ₃ -K ₁
J ₁		J ₁	Compression	D1.2	- N-S, E-W & NE-SW linear fold & cleavages - N-S-E-W & NE-SW reverse faults - Angular unconformity between J ₁ & J ₂
J ₀	Prot collisional Orogenic	J ₀	Extension	D1.1	- NW-SE trending sediment basin - NW-SE normal faults

Hình 2. Các giai đoạn hoạt động kiến tạo của bồn trũng Cửu Long

Đặc điểm địa tầng

Địa tầng của phụ bể Đông Nam bồn trũng Cửu Long có thể được tóm tắt như sau (Hình 3) [3]:

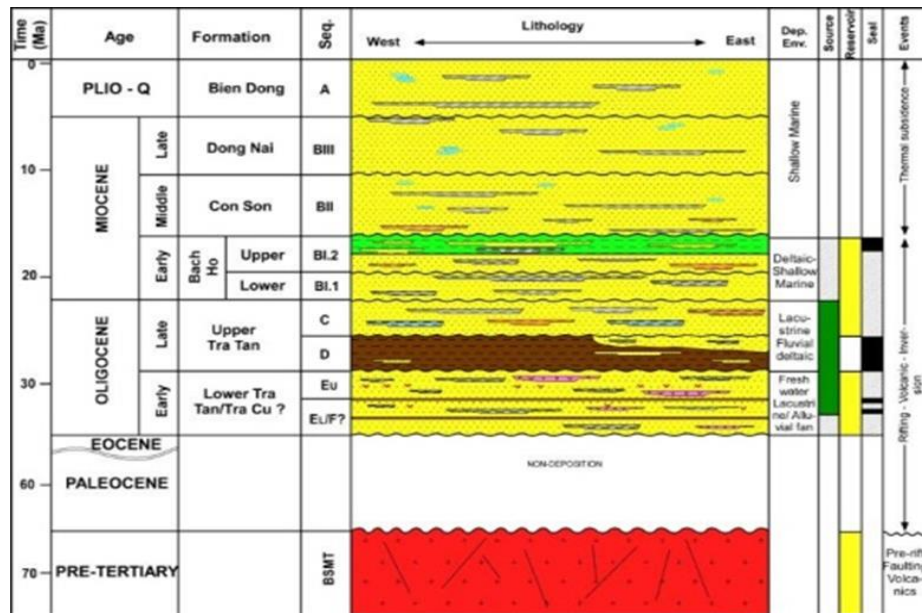
- *Móng trước Cenozoic*: Thường có màu xám đến xám xanh, tinh thể hạt từ mịn đến vừa (đôi khi có hạt thô). Thành phần của đá granite móng trước Cenozoic bao gồm hàm lượng lớn thạch anh, plagioclase; lượng nhỏ mica và kaolinite.

- *Phân vị trầm tích Oligocene E*: phân bố rộng khắp phụ bể Đông Nam và được chia thành 2 phân vị con: Oligocene E dưới và Oligocene E trên. Oligocene E dưới có thành phần chủ yếu là cát kết hạt vừa đến thô với thành phần chứa nhiều mảnh vụn granite và feldspar, xen kẹp với các lớp sét đen cứng và giàu vật chất hữu cơ. Oligocene E trên có thành phần chủ yếu là cát kết hạt rất mịn đến mịn, xen kẹp với sét xám. Ngoài ra tại một số khu vực còn bắt gặp đá magma xâm nhập dạng dyke với thành phần chủ yếu là andesite/basalt.

- *Phân vị trầm tích Oligocene D*: Trầm tích Oligocene D chủ yếu là sét nâu đặc trưng của đầm hồ nước ngọt có chứa nhiều vật chất hữu cơ. Xen lẫn trong sét nâu đôi khi còn bắt gặp dấu vết của than đá hoặc lớp cát kết mỏng. Tuy nhiên, khi tiếp cận khu vực rìa Đông của phụ bể (tiếp giáp đới nâng Côn Sơn), trầm tích thuộc Oligocene D còn xuất hiện lớp cát kết dày lắng đọng bên trên sét nâu đặc trưng.

- *Phân vị trầm tích Oligocene C*: trầm tích của Oligocene C là sự trộn lẫn của cát kết hạt mịn xen kẹp với sét nâu của vùng đầm hồ.

- *Phân vị trầm tích Miocene BI*: được chia làm hai phân vị con là Miocene BI.1 (dưới) và Miocene BI.2 (trên). Trong đó, thành phần chủ yếu của BI.1 là cát kết cửa sông hoặc trầm tích châu thổ xen lẫn một ít sét thuộc bãi sông, còn thành phần chủ yếu của BI.2 lại là cát kết xen kẹp với sét/đá vôi thuộc điều kiện môi trường biển nông. Đặc biệt, phần trên cùng của BI.2 là một lớp sét dày và liên tục, đóng vai trò tầng chắn chung cho toàn bể Cửu Long.



Hình 3. Cột địa tầng tổng hợp phụ bể Đông Nam bồn trũng Cửu Long

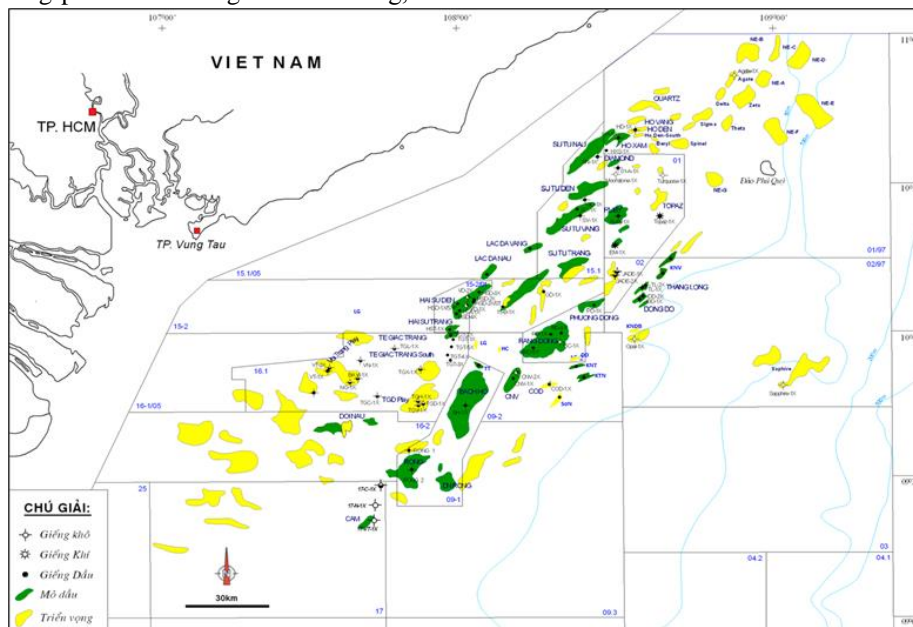
Đặc điểm các bể dầu khí trong khu vực

- Các loại bể liên quan đến các tích tụ dầu khí đã được phát hiện: sau một thời gian triển khai tích cực công tác tìm kiếm thăm dò tại phụ bể Bắc bể Cửu Long, hàng loạt các tích tụ dầu khí được phát hiện như Sư Tử Đen, Sư Tử Vàng, Sư Tử Trắng, Sư Tử Nâu, Thăng Long, Đông Đô, Kinh Ngự Trắng, Kinh Ngự Trắng Nam ... với quy mô và tính chất đa dạng, cụ thể [4].

Các tích tụ dầu khí đã phát hiện có xu thế phân bố kéo dài theo hướng phát triển chung của bồn trũng, từ

Đông Bắc xuống Tây Nam. Phần lớn những tích tụ này phân bố tập trung ở dải cấu trúc trung tâm của bể (Hình 4).

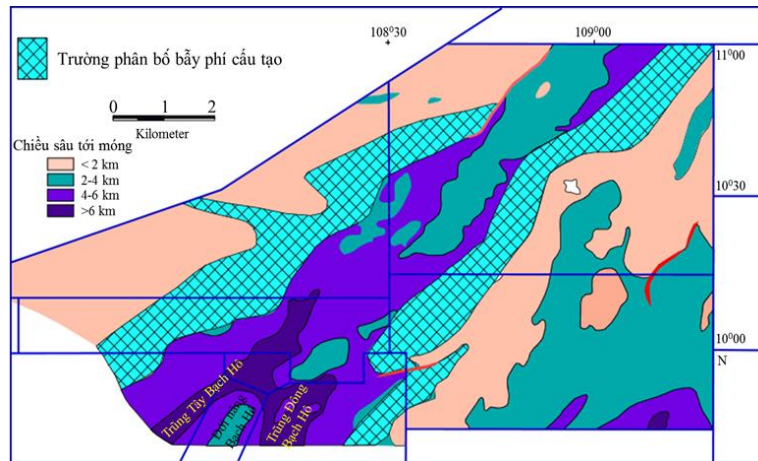
Trong các mô đã phát hiện tại bể Cửu Long, dầu khí được tích tụ chủ yếu trong đá móng nứt nẻ phong hoá trước Cenozoic và các trầm tích cát kết lục nguyên tuổi Oligocene và Miocene có cấu trúc dạng kế thừa khối nhô của móng.



Hình 4. Bản đồ phân bố các mỏ dầu khí và các đối tượng triển vọng trong bồn trũng Cửu Long

- Khả năng tồn tại các loại bể phi cấu tạo: cho đến năm 2012, hầu hết các tích tụ dầu khí đã phát hiện trong bể Cửu Long đều liên quan đến các bể cấu tạo là những khối nhô của móng trước Cenozoic bị phong hóa, nứt nẻ và những nếp lồi trong trầm tích Cenozoic. Chưa có tầng sản phẩm nào có dạng địa tầng, hỗn hợp được kiểm chứng trong giếng khoan. Tuy nhiên một số nghiên cứu gần đây cho thấy có khả năng tồn tại bể

dạng vát nhọn địa tầng tại những vùng rìa của bể trên những sườn dốc hoặc đơn nghiêng (Hình 5). Mặc dù vậy, những bể này được đánh giá là có tiềm năng dầu khí thấp do chất lượng chứa và khả năng chắn nóc kém. Điều này dẫn đến công tác thăm dò trong khu vực chưa được tập trung nhiều vào các đối tượng này (bể địa tầng).



Hình 5. Sơ đồ phân bố khả năng tồn tại các bẫy phi cấu tạo [4]

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tổng quan về bẫy địa tầng

Theo quan điểm phân loại các bẫy dầu khí hiện đại, có hai nhóm bẫy dầu khí gồm nhóm bẫy cấu tạo và nhóm bẫy địa tầng - phi cấu tạo. Nhóm các bẫy cấu tạo gồm các bẫy được hình thành chủ yếu do kết quả của các vận động kiến tạo, có dạng là các nếp uốn, đứt gãy. Nhóm các bẫy địa tầng (phi cấu) tạo bao gồm những bẫy được hình thành chủ yếu chịu ảnh hưởng của quá trình lắng đọng trầm tích, biến đổi tướng đá. Ở đây hoạt động kiến tạo đóng vai trò thứ yếu [4]. Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả tập trung thảo luận về các loại bẫy địa tầng/hỗn hợp đã được phát hiện trong khu vực phía Đông Nam bể Cửu Long.

Bẫy địa tầng là bẫy liên quan trực tiếp đến quá trình lắng đọng trầm tích liên tục hay không liên tục, nghĩa là các bẫy có thể nằm chỉnh hợp hay không chỉnh hợp liên quan đến quá trình bóc mòn, rửa lũa [4]. Đây là sự khác biệt về nguyên nhân hình thành giữa các bẫy này với các bẫy cấu trúc. Các bẫy địa tầng có thể liên quan đến sự thay đổi tướng, liên quan đến quá trình tạo đá của các trầm tích và những bất chỉnh hợp trong lát cắt của các thành tạo trầm tích. Các bẫy địa tầng có thể được chia làm hai kiểu chính: *kiểu các bẫy địa tầng có thể*

nằm chỉnh hợp bên trong các tập trầm tích có tính phân lớp và *kiểu có thể nằm kề áp với mặt bất chỉnh hợp*.

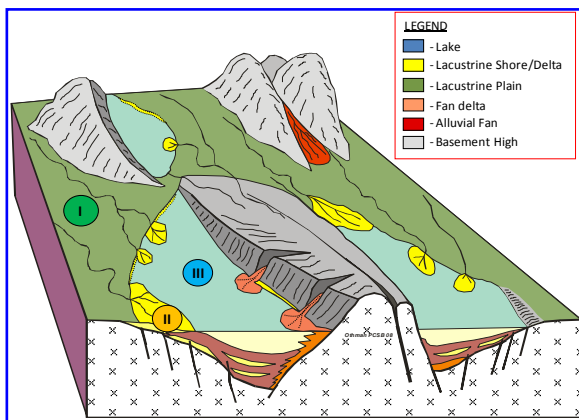
Kiểu bẫy nằm chỉnh hợp bên trong các tập trầm tích: được hình thành do sự thay đổi thành phần thạch học, tướng đá trong quá trình lắng đọng trầm tích. Chúng là các đá chứa độ thấm tốt bị giới hạn từ nhiều phía bởi các đá không thấm hoặc thấm kém, tạo nên các bẫy có hình dáng và quy mô phân bố khác nhau. Điển hình cho các loại bẫy này là những doi cát ven bờ, cửa sông và những ám tiêu carbonate hoặc dạng nê-mát ven biển. Những dạng bẫy này thường hạn chế cả về chiều dày và mức độ phát triển về diện tích.

Kiểu bẫy nằm kề áp với mặt bất chỉnh hợp: là kết quả của hiện tượng bóc mòn của các trầm tích hoặc các thành tạo địa chất cổ hơn, tạo ra mặt bất chỉnh hợp, trên nó được phủ bởi các thành tạo trầm tích trẻ hơn tạo điều kiện thuận lợi để hình thành các bẫy có liên quan trực tiếp với mặt bất chỉnh hợp địa tầng. Tùy vào vị trí mà hydrocarbon chiếm chỗ trong bẫy mà chúng được chia ra thành các loại bẫy trên mặt bất chỉnh hợp, dưới bất chỉnh hợp. Điển hình cho các loại bẫy kiểu này là các dạng vỉa cắt đứt, các dạng khối ám tiêu độc lập hoặc liên hợp hay các lòng sông, kênh rạch.

Phương pháp và chu trình nghiên cứu

Yếu tố đóng vai trò quyết định tới việc hình thành bề địa tầng là quá trình biến đổi trầm tích tương đá cổ địa lý. Khi nghiên cứu đặc điểm hình thành các bề địa tầng ở một bề trầm tích nhất định cần đặc biệt chú trọng

đến vai trò của biến đổi tương đá cổ địa lý trong mối tương quan giữa nguồn cung cấp và môi trường lắng đọng các vật liệu trầm tích. Mô hình lắng đọng trong môi trường đầm hồ được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Mô hình lắng đọng cho môi trường đầm hồ [5]

Việc nghiên cứu tương môi trường trầm tích được thực hiện trên cơ sở phân tích tổng hợp tài liệu địa chấn (các kết quả của minh giải địa chấn cấu trúc, địa chấn địa tầng, nghiên cứu thuộc tính địa chấn đặc biệt...) và tài liệu giếng khoan (thạch học, cổ sinh, địa vật lý giếng khoan, hình ảnh giếng khoan). Các phương pháp nghiên cứu cụ thể bao gồm:

- *Địa chấn địa tầng*: bao gồm phân tích tập địa chấn, tương địa chấn, để luận giải về các đặc điểm địa chất như phân lớp cấu trúc, tương và môi trường lắng đọng trầm tích...

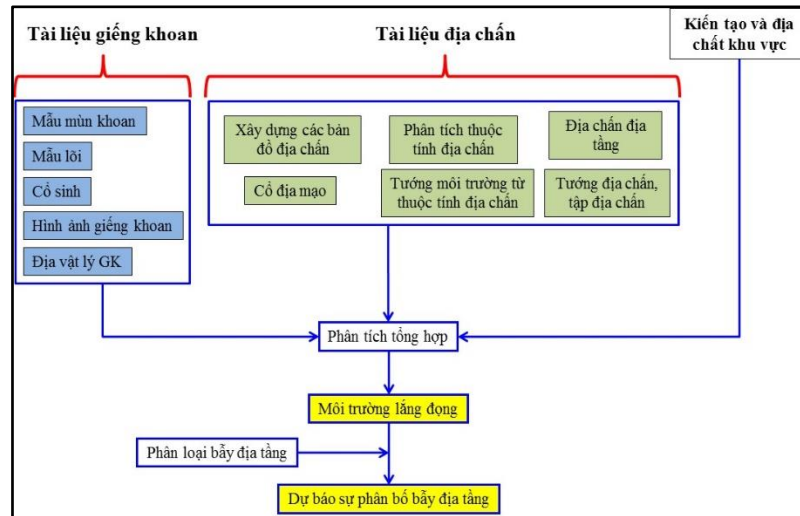
- *Phân tích thuộc tính địa chấn*: bao gồm phân tích các đặc trưng của trường sóng địa chấn như đặc điểm động hình học (thời gian, tốc độ) và đặc điểm động lực (pha, biên độ, tần số, độ suy giảm năng lượng) với mục đích tăng độ phân giải và khai thác triệt để thông tin địa chất từ tài liệu địa chấn.

- *Phân tích tài liệu địa vật lý giếng khoan*: chủ yếu là phân tích dạng đường cong GR (hình trụ, chuông hay dạng phễu...) để luận giải môi trường trầm tích và phân tích hình ảnh giếng khoan nhằm xác định thành phần (cát/sét), hướng đổ vật liệu và môi trường trầm tích.

- *Sinh địa tầng*: phân tích cổ sinh bao gồm các hóa thạch định tuổi và chỉ định môi trường trầm tích.

- *Thạch địa tầng*: bao gồm phân tích các đặc điểm thạch học trầm tích khác nhau: kích thước hạt, độ chọn lọc, cách sắp xếp, độ tròn cạnh, màu sắc, thành phần khoáng vật, thành phần xi măng, khoáng vật phụ, mức độ biến đổi thứ sinh, sinh vật, môi trường trầm tích.

Tổ hợp các phương pháp trên cho phép thiết lập chu trình nghiên cứu phù hợp từ đó luận giải được môi trường lắng đọng trầm tích và dự đoán xu thế phân bố các bề địa tầng trong khu vực nghiên cứu (Hình 7).



Hình 7. Chu trình nghiên cứu cho dự báo xu thế phân bố bãi địa tầng

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

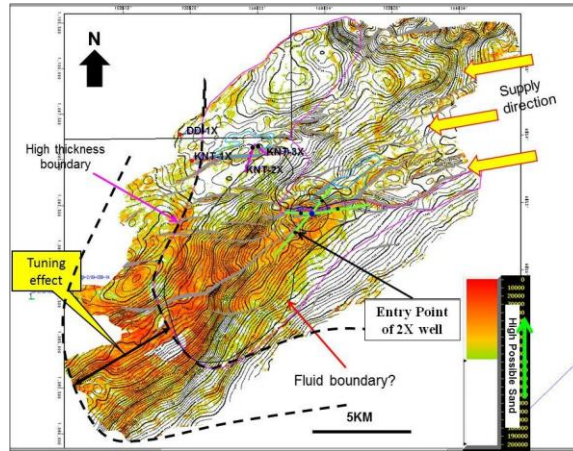
Đến thời điểm hiện tại, kết quả nghiên cứu tổng hợp tài liệu địa chấn, địa vật lý giếng khoan và tài liệu cỗ sinh, thạch học cho phép nhận diện sự tồn tại một số bãi địa tầng trong trầm tích Oligocene tại rìa Đông Nam bể Cửu Long. Trong đó, bãi địa tầng dạng biến đổi tướng trong Oligocene C (tại khu vực phía Tây Nam cụm mỏ Kinh Ngự Tráng/Kinh Ngự Tráng Nam) và bãi địa tầng trong Oligocene D (tại khu vực cấu tạo Song Ngự) đã được chứng minh bằng kết quả thực tế khoan tìm kiếm thăm dò. Bên cạnh những bãi địa tầng đã được phát hiện này, còn có một số khác các bãi đồng dạng tiềm năng được phát hiện trên tài liệu địa chấn, tuy nhiên chưa được kiểm nghiệm thực tế bằng tài liệu khoan.

Oligocene C30

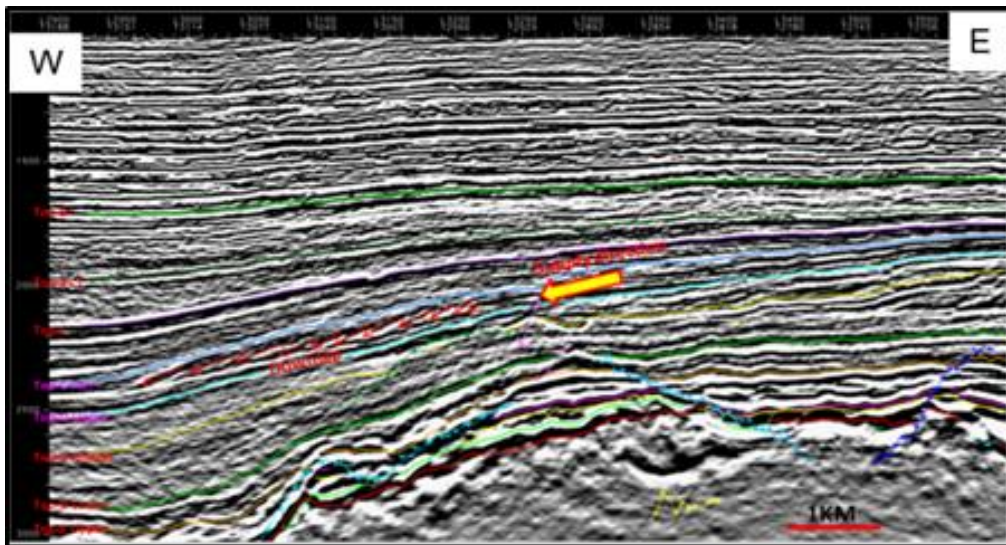
Bãi địa tầng trong Oligocene C30 được phát hiện tại khu vực phía Tây Nam của cụm mỏ Kinh Ngự Tráng/Kinh Ngự Tráng Nam, cụ thể là tại các giếng khoan KNT-2X, KNT-3X, KTN-1X, KTN-2X [6]. Tại các giếng khoan này, các khoáng vỉa trong Oligocene C đều có biểu hiện dầu khí từ khá tốt đến tốt, đặc biệt là

tại giếng khoan KTN-2X, trong quá trình thử nghiệm áp suất vỉa đã lấy được một mẫu dầu với độ bão hòa dầu lên đến 96 % (tỷ trọng 21°API). Kết quả nghiên cứu tổng hợp cho thấy tập trầm tích C30 được hình thành trong quá trình biến thoái với môi trường trầm tích là cửa sông/ đầm lầy. Trầm tích C30 có phân bố dạng quạt cát với hướng cung cấp vật liệu chủ yếu từ phía Đông và Đông Bắc (nguồn trầm tích từ đới nâng Côn Sơn đổ xuống) (Hình 8).

Biểu hiện địa chấn của bãi địa tầng trong Oligocene C30 là những phản xạ có biên độ từ trung bình đến mạnh. Kết quả phân tích tương địa chấn cho thấy khoáng vỉa này có hình dạng sigmoid, downlap vào nóc Oligocene D và toplan vào Upper Oligocene C (Hình 9). Bản đồ đẳng dày (Hình 10; Isochore map) của khoáng trầm tích này cũng cho thấy phân bố dạng quạt cát của trầm tích Oligocene C30, chiều dày trầm tích lớn nhất nằm ở trung tâm của khu vực, và mỏng dần về hai phía Đông Bắc và Tây Nam. Dạng tương này đặc trưng cho trầm tích được hình thành trong quá trình biến thoái, với môi trường trầm tích là cửa sông nước ngọt hoặc đầm lầy (Freshwater fluvial to riverine peat swamp) trong điều kiện năng lượng lớn (high-energy).



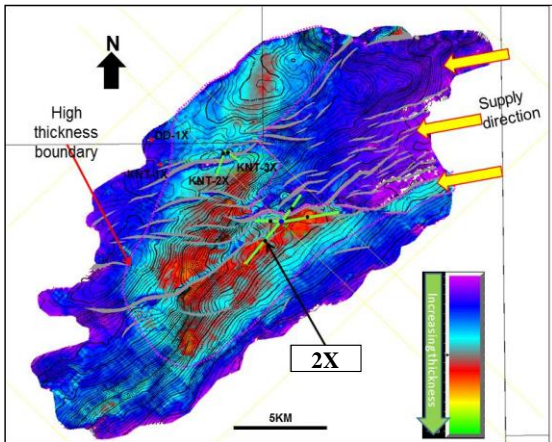
Hình 8. Bản đồ thuộc tính biên độ trung bình bình phương OligoceneC30



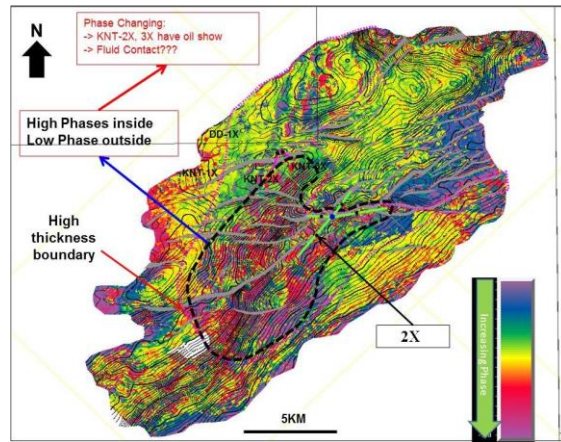
Hình 9. Mặt cắt địa chấn tuyến Đông-Tây cắt qua OligoceneC30

Thuộc tính địa chấn pha sóng tức thời trung bình (cửa sổ bao trùm từ C30 đến nóc D) cho thấy ranh giới

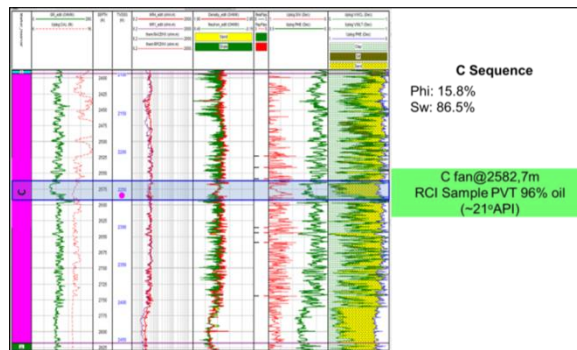
đôi pha gần như trùng với ranh giới phân bố quặng cát, đây được cho là ranh giới phân bố của bể (Hình 11).



Hình 10. Bản đồ đẳng dày OligoceneC30



Hình 11. Pha trung bình tức thời OligoceneC30

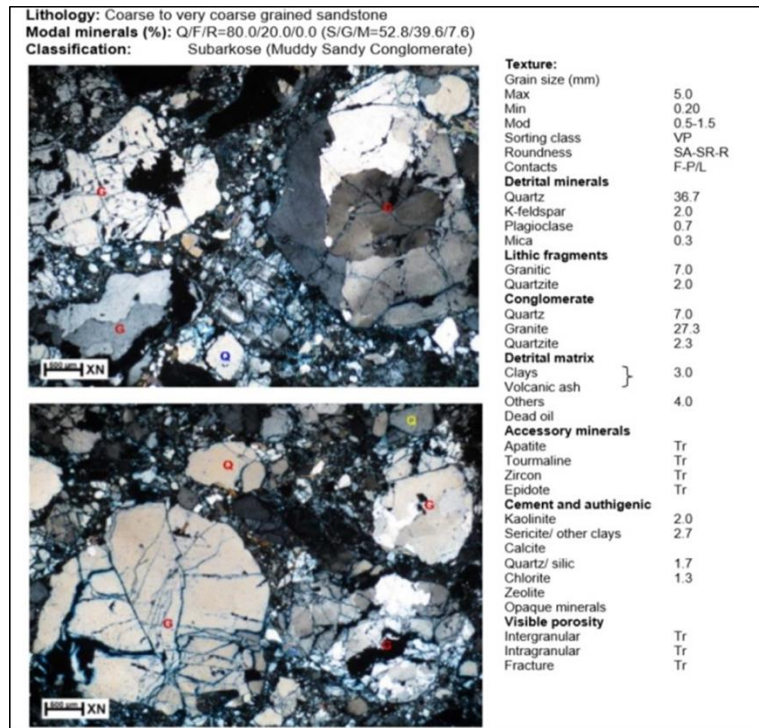


Hình 12. Kết quả phân tích tài liệu địa vật lý giếng khoan cho OligoceneC, giếng 2X

Kết quả nghiên cứu tài liệu các giếng khoan cho thấy tập Oligocene C30 có chiều dày từ 20–30 m. Kết quả phân tích tài liệu địa vật lý giếng khoan trong khoảng chứa, vỉa Oligocene C (bao gồm Oligocene C30) có độ rỗng dao động từ 15,8–17 % và chứa nước (trend nước). Tuy nhiên, tại giếng khoan KTN-2X trong quá trình đo RCI (độ sâu 2582 mMD) đã lấy được 1 mẫu dầu, có độ bão hòa dầu lên đến 96 % với °API=21. Biểu hiện Gamma Ray tại khoảng vỉa này có dạng hình ống, thay đổi đột ngột so với khoảng trên và dưới (Hình 12). Điều đó cho thấy khoảng vỉa này là một tập cát

sạch dày, khác biệt so với các khoảng cát sét xen kẹp phía trên và dưới.

Kết quả phân tích thạch học tại khoảng vỉa này cho thấy cát vỉa chứa thuộc loại sub-arkose (muddy sandy conglomerate) với thành phần chủ yếu là mảnh granitic, thạch anh và quartzite. Thành phần này cho thấy nguồn của vật liệu trầm tích là từ khối nhô của móng (cụ thể ở đây là từ đới nâng Côn Sơn). Bên cạnh đó, kích thước hạt trầm tích là khá lớn từ 0,5–5 mm thể hiện vỉa cát được hình thành trong môi trường nước khá nông và có năng lượng lớn (Hình 13) [7].



Hình 13. Phân tích thạch học giếng khoan 2X tại độ sâu 2582.7 mMD [7]

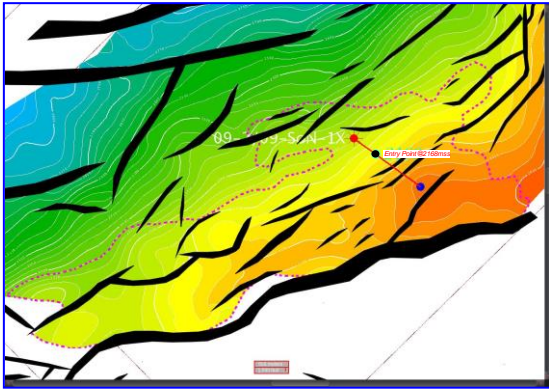
Kết quả phân tích sinh địa tầng của mẫu đá cũng cho thấy tại khoảng vỉa này có sự hiện diện của *Botryococcus* spp., *Bosedinia infragranulata* và *hinterland sporomorphs*. Đây là những hóa thạch đặc trưng cho môi trường trầm tích sông nước ngọt/đầm lầy [7].

Oligocene D trên

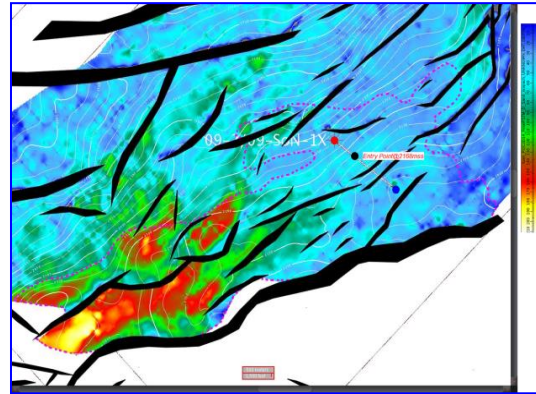
Kết quả nghiên cứu tài liệu giếng khoan SoN-1X đã xác định được bẫy địa tầng trong Oligocene D tại khu vực cấu tạo Song Ngư. Tập vỉa này có bề dày trầm tích

khoảng 50 m, được chắn nóc bởi 50m sét Miocene BI.1. Bản đồ đẳng sâu (Hình 14) của tập vỉa này không thể hiện sự tồn tại bẫy cấu trúc (không phép kín), tuy nhiên lại có biểu hiện dầu khí trong khi khoan. Điều này cho thấy tập cát kết trong Oligocene D trên nằm trong cơ chế bẫy địa tầng tại khu vực này.

Bản đồ đẳng dày của tập cát kết Oligocene D trên cho thấy vỉa cát này có bề dày từ 40 m đến 200 m (Hình 15).



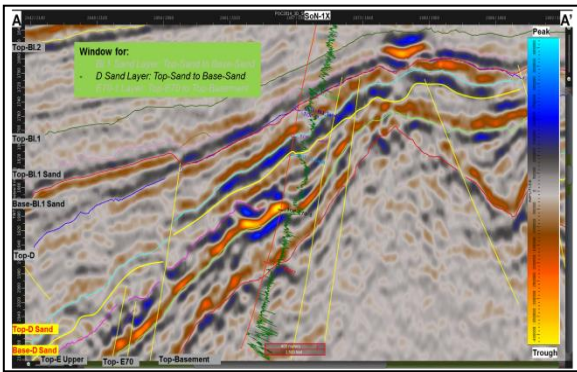
Hình 14. Bản đồ đẳng sâu nóc tập cát kết trong Olig. D trên



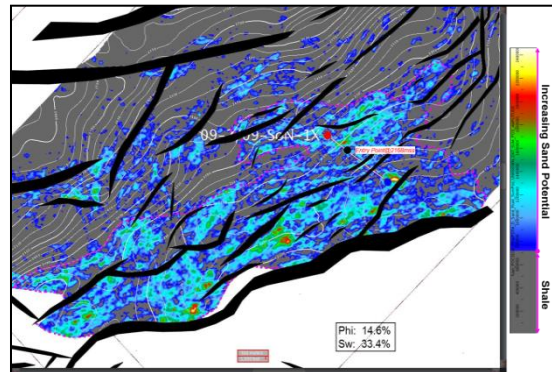
Hình 15. Bản đồ đẳng dày tập cát kết trong Olig. D trên

Biểu hiện địa chấn của tập cát này là một pha có biên độ dương tương đối mạnh và liên tục, phân biệt với các pha biên độ âm của sét Miocene BI.1 bên trên và sét trong Oligocene D bên dưới (Hình 16). Thuộc

tính địa chấn biên độ dương tổng (với cửa sổ từ Top-D Sand đến Base-D Sand) cho thấy tập cát này có diện phân bố khoảng 12 km² (Hình 17).



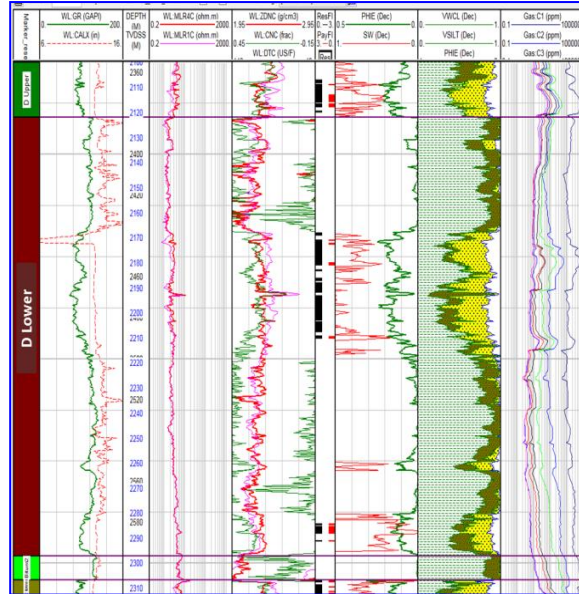
Hình 16. Mặt cắt địa chấn qua giếng khoan SoN-1X [8]



Hình 17. Thuộc tính biên độ dương tổng

Phân tích tài liệu địa vật lý giếng khoan cho thấy khoảng vỉa chứa có độ rỗng khoảng 14 % với độ bão hòa nước là 33,4 % và độ linh động (mobility) từ vài mili darcy đến hàng chục mili darcy [7]. Điều này cho thấy khả năng chứa của khoảng vỉa này từ trung bình tới tốt. Đường GR cho khoảng vỉa này giảm dần từ từ (gradational) từ dưới lên cho thấy khoảng vỉa là thô dần

từ dưới lên (coarsening upward) với môi trường trầm tích thay đổi dần dần từ nước sâu (fine-grain) sang nước nông (coarse grain). Trong khi đó, khi lên hết vỉa chứa, đường GR thay đổi đột ngột (abrupt) cho thấy sự thay đổi nhanh chóng về môi trường trầm tích kéo theo là sự thay đổi nhanh chóng về kích thước hạt (Hình 18).

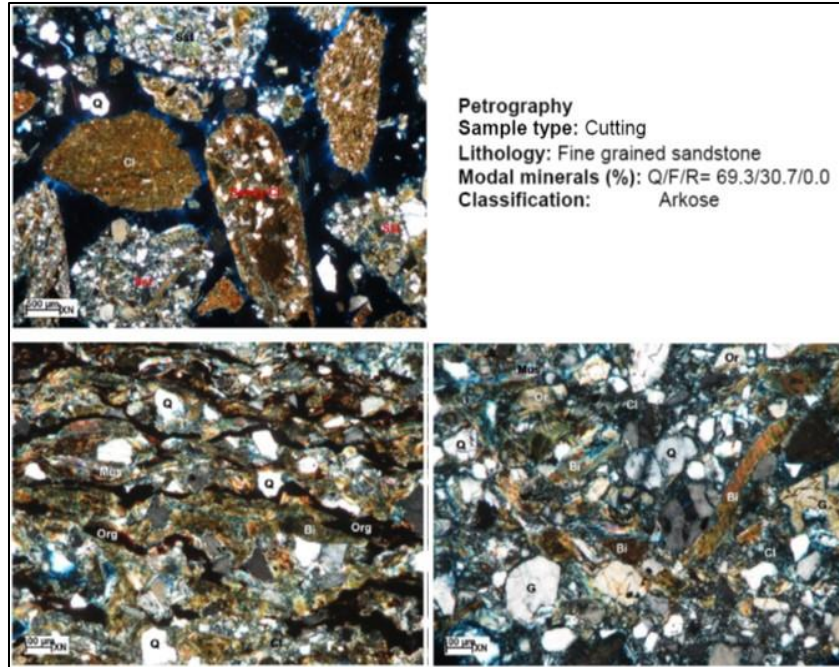


Hình 18. Phân tích địa vật lý giếng khoan cho khoảng OligoceneD

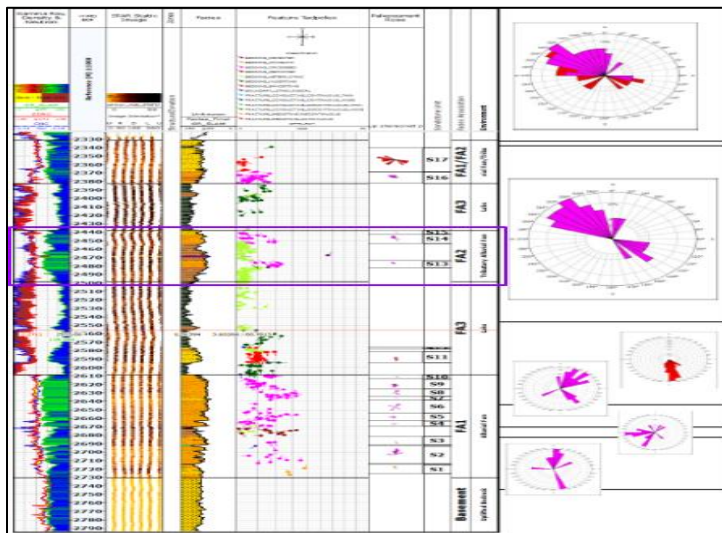
Kết quả phân tích thạch học tại khoảng vỉa này (Hình 19) cho thấy cát vỉa chứa thuộc loại cát kết arkose với thành phần chủ yếu là mảnh granitic, thạch anh và quartzite [9]. Thành phần này cho thấy nguồn của vật liệu trầm tích là từ khối nhô của móng (cụ thể ở đây là từ đới nâng Côn Sơn). Phân tích thạch học giếng khoan cho thấy kích thước hạt trầm tích 0,05–0,8mm, độ chọn lọc trung bình, độ mài trong từ góc cạnh đến bán góc cạnh. Đặc trưng này cho thấy vật liệu được vận chuyển từ phía Đông Nam với khoảng cách không xa nguồn cung cấp do dòng năng lượng tương đối cao, được lắng đọng nhanh trong môi trường alluvial fan (Hình 20) [10].

Bẫy vát nhọn

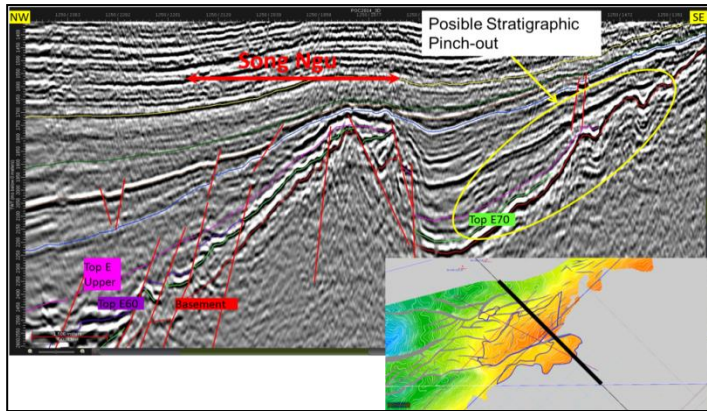
Tại khu vực phía Đông Nam bể Cừu Long, một số bẫy địa tầng dạng bẫy vát nhọn cũng được phát hiện bên cạnh hai dạng bẫy địa tầng đã được chứng minh bằng kết quả tài liệu khoan thực tế như đã nêu. Các khu vực có thể kể đến như cụm bẫy địa tầng nằm về phía Đông Nam của Song Ngư, nơi bẫy địa tầng đã được phát hiện (Hình 21), khu vực Kinh Ngư Vàng lô 02/10 (Hình 22).



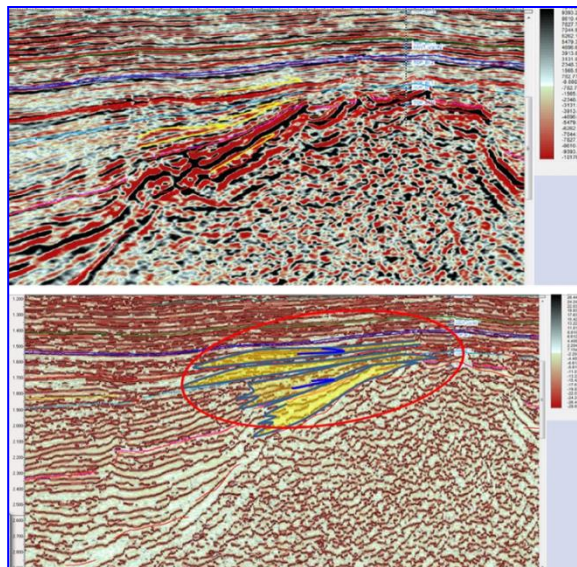
Hình 19. Phân tích thạch học giếng khoan SN-1X tại khoảng địa tầng nghiên cứu trong Oligocene D [9]



Hình 20. Phân tích tài liệu hình ảnh giếng khoan SN-1X tại khoảng địa tầng nghiên cứu trong Oligocene D[10]



Hình 21. Mặt cắt địa chấn qua khu vực Song Ngư cho thấy khả năng tồn tại bẫy dạng vát nhọn địa tầng.



Hình 22. Mặt cắt địa chấn cắt quan khu vực Kinh Ngư Vàng thể hiện khả năng tồn tại bẫy dạng vát nhọn địa tầng

Kết quả phân tích tài liệu địa chấn tại những khu vực này đều cho thấy có khả năng cao tồn tại những bẫy địa tầng dạng vát nhọn kề áp vào đới nâng Côn Sơn. Nhưng cho tới hiện tại, tiềm năng dầu khí của

những bẫy vát nhọn này vẫn chưa được chứng minh bằng tài liệu khoan.

KẾT LUẬN

Khu vực Đông Nam bể Cửu Long nơi tiếp giáp với đới nâng Côn Sơn có đặc điểm địa chất phức tạp. Địa tầng khu vực này có xu hướng vát mỏng và kê áp lên các khối nhô của móng và lên đới nâng Côn Sơn. Bẫy địa tầng dạng vát nhọn tại khu vực này đã được nghiên cứu, tuy nhiên tiềm năng dầu khí được đánh giá hạn chế do ẩn chứa nhiều yếu tố không chắc chắn trong hệ thống dầu khí.

Kết quả phân tích tổng hợp từ tài liệu các giếng khoan và các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy, ngoài các bẫy dạng vát nhọn địa tầng, khu vực Đông Nam bể Cửu Long còn có loại bẫy dạng thay đổi tương trong trầm tích Oligocene C và Oligocene D, được kiểm chứng bởi tài liệu khoan gần đây. Các bẫy này có diện phân bố dạng quạt cát với nguồn cung cấp vật liệu trầm tích từ phía Đông và Đông Nam. Chất lượng chứa từ trung bình tới tốt. Phát hiện này cho phép mở ra một hướng mới trong công tác tìm kiếm thăm dò các đối tượng phi truyền thống dạng địa tầng trong khu vực

Đông Nam bể Cửu Long. Tuy nhiên, để có thể đánh giá sát thực hơn về tiềm năng dầu khí của dạng bẫy này cần tiến hành nghiên cứu chi tiết hơn về yếu tố chắn cũng như quy mô phân bố của chúng từ đó giảm thiểu rủi ro trong công tác tìm kiếm thăm dò.

Việc tích hợp hệ các phương pháp nghiên cứu khác nhau (địa chấn – địa tầng, thuộc tính địa chấn, phân tích địa vật lý giếng khoan, sinh địa tầng và thạch học) không những cho phép nghiên cứu tốt hơn các đối tượng thăm dò dạng bẫy địa tầng ẩn chứa nhiều yếu tố không chắc chắn (quy mô hạn chế và đặc điểm phân bố phức tạp) mà còn giảm thiểu rủi ro của từng phương pháp đơn lẻ, tăng độ tin cậy của kết quả nghiên cứu.

Lời cảm ơn: Tác giả bài báo trân trọng cảm ơn Bộ môn ĐCDK-ĐH Bách Khoa Tp.HCM, Phòng thăm dò PVEP POC. Chúng tôi cũng trân trọng cảm ơn PVEP POC đã cung cấp tài liệu để hoàn thành công trình này. Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh trong khuôn khổ đề tài mã số: B2015-20-06.

Oligocene stratigraphic traps at the South-Eastern, Cuu Long basin

- Nguyen Dinh Chuc^{1,2}
- Cao Quoc Hiep¹
- Tran Nhu Huy^{1,2}
- Tran Van Xuan²

¹PetroVietnam Domestic Exploration and Production Company Ltd.

² University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT

Up to recent years, major targets of oil and gas exploration in Cuu Long basin have been carried out at structural traps in anticlines or basement highs in Pre-Tertiary basement, Oligocene / Miocene clastics. As petroleum resources from reservoirs of traditional types become exhausted after many years of production (the remaining unexplored potential targets do not have

sufficient reserves for development and production), exploration activities in Cuu Long basin have been focused in Oligocene stratigraphic/combination traps that have been discovered in recent years. Since the 1980s, petroleum explorers have identified oil in pinch-outs trap in the Southeastern Cuu Long basin. However, these prospects have been evaluated to be of

low potential due to be concerned of poor reservoir quality or incomplete petroleum system (lacking of source rocks or seals). Recent exploration activities in the region have identified several stratigraphic/combination traps not only as pinch-outs but also as

traps formed by appropriate facies changes. This article discusses types of stratigraphic traps that have been recently discovered in the studied area as well as exploration methods for predicting the distribution of these traps.

Keywords: stratigraphic trap, combination trap, facies changes, distribution prediction, mechanism, reservoir rock, seal

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. H. Vũ, JOC, Báo cáo địa chất cho diện tích phát triển mỏ Cá Ngừ Vàng: Báo cáo trình PVN và PVEP, 140– 142 (2007).
- [2]. PVEP POC, Kế hoạch thăm lượng cập nhật cho Phát hiện Kinh Ngừ Trắng Nam: Báo cáo trình PVN và PVEP, 65 trang 1– 31 (2014).
- [3]. N. Hiệp và nnk, , *Địa Chất và Tài Nguyên Dầu Khí Việt Nam*: NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, 549 trang 268– 281 (2005).
- [4]. T.M. Cường, Đặc điểm hình thành và quy luật phân bố các bẫy phi cấu tạo khu vực bắc bể Cửu Long: Luận án tiến sỹ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 130 (2012).
- [5]. VPI & PVEP POC, Nghiên cứu bẫy địa tầng/ hỗn hợp trong lô 01/10 & 02/10: 93 71–92(2014).
- [6]. PVEP POC, *Báo cáo đánh giá lô 09-2/09*: Báo cáo trình PVN và PVEP, 200, 17–40 (2014).
- [7]. Viện Dầu khí, Các báo cáo Kết quả phân tích thạch học, cổ sinh các giếng khoan Kinh Ngừ Trắng Nam. 5– 20 (2014).
- [8]. PVEP POC, *Báo cáo tổng kết giếng SN-1X*: Báo cáo trình PVN và PVEP, 120, 20– 35 (2015).
- [9]. Viện Dầu khí, Báo cáo phân tích thạch học giếng khoan SN-1X, 171, 24–28 (2015).
- [10]. Baker Hughes, Báo cáo minh giải tài liệu STAR giếng khoan SN-1X, 48, 40– 45 (2015).