

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

NGUYỄN XUÂN KHÁ

**CƠ CHẾ HÌNH THÀNH THÂN DẦU TRONG KHỐI MÓNG
NÂNG TRƯỚC KAINOZOI MỎ BẠCH HỔ**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT ĐỊA CHẤT

Mã số chuyên ngành: **62.52.05.01**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

TP. HỒ CHÍ MINH - NĂM 2022

Công trình được hoàn thành tại **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM**

Người hướng dẫn 1: PGS.TS. TRẦN VĂN XUÂN

Người hướng dẫn 2: PGS.TS. HOÀNG VĂN QUÝ

Phản biện độc lập 1:

Phản biện độc lập 2:

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án họp tại

.....
.....

vào lúc giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM
- Thư viện Đại học Quốc gia Tp.HCM
- Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp.HCM

ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA LUẬN ÁN

1. Tính cấp thiết của đề tài

Mặc dù thân dầu trong móng đã khai thác được với khối lượng lớn nhưng vẫn còn nhiều vấn đề cần quan tâm giải quyết và làm sáng tỏ hơn như: Đối với đá móng nứt nẻ việc nghiên cứu cơ chế gây đập vỡ, quá trình hình thành và sự biến đổi độ rỗng độ thấm cũng chưa thực sự bao quát như cơ chế hình thành hệ thống đứt gãy xiên chéo, sự dịch chuyển không đồng đều của các nhánh trong khối móng nâng... [4] [5]. Trên cơ sở tiếp cận hệ thống thống nhất đề xuất phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong khối móng nâng nứt nẻ, hang hốc. Điều này có vai trò rất quan trọng trong việc xây dựng mô hình phục vụ tận thu khai thác cũng như định hướng tìm kiếm thăm dò các thân dầu tương tự. Trên các cơ sở thực tế đó tập thể cán bộ hướng dẫn định hướng cho nghiên cứu sinh chọn nội dung: **“CƠ CHẾ HÌNH THÀNH THÂN DẦU TRONG KHỐI MÓNG NÂNG TRƯỚC KAINOZOI MỎ BẠCH HỔ”** làm luận án tiến sĩ.

2. Mục tiêu của luận án

Nghiên cứu cơ chế hình thành thân dầu trong móng mỏ Bạch Hổ; đánh giá cơ chế hình thành hệ thống nứt nẻ thân dầu móng qua đó chứng minh sự phù hợp của phương pháp luận tiếp cận hệ thống thống nhất trong nghiên cứu hệ thống nứt nẻ hang hốc thân dầu trong móng nứt nẻ, hang hốc; xây dựng phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong khối móng nâng.

3. Đối tượng và nội dung nghiên cứu:

Đối tượng nghiên cứu: cơ chế hình thành nứt nẻ - hang hốc của thân dầu trong đá móng mỏ Bạch Hổ bể Cửu Long.

Nội dung nghiên cứu:

- Tổng hợp các tài liệu liên quan về cấu trúc địa chất, các giai đoạn hoạt động kiến tạo hình thành của bể Cửu Long nói chung và của mỏ Bạch Hổ nói riêng để đánh giá tổng quan về hoạt động kiến tạo và các giai đoạn phát triển chính của bể.

- Tổng hợp các tài liệu địa vật lý (địa chấn, địa vật lý giếng khoan), tài liệu mẫu lõi, thử vỉa và các tài liệu liên quan trong quá trình thăm dò, khai thác để đánh giá sự phân bố hệ thống hang hốc nứt nẻ trong móng theo không gian.

- Áp dụng hệ phương pháp toán học tổng hợp, xử lý phân tích, minh giải tài liệu thu thập được.

- Xác định quá trình hình thành và phát triển đặc điểm nứt nẻ - hang hốc của đá móng trên cơ sở tài liệu địa vật lý giếng khoan và địa chấn.

Ý nghĩa khoa học:

- Áp dụng một cách hiệu quả phương pháp thống kê tổng hợp các tài liệu địa chất, địa vật lý và nhiều nguồn tài liệu liên quan để nghiên cứu một cách toàn diện về nứt nẻ hang hốc trong đá móng.

- Luận giải nguyên nhân hình thành hệ thống nứt nẻ xiên chéo và dịch chuyển không đồng đều của khối móng nâng.

- Xây dựng hệ phương pháp luận ứng dụng cho nghiên cứu tìm kiếm thăm dò dầu khí trong đá móng.

Ý nghĩa thực tiễn:

- Kết quả tổng hợp, phân tích, minh giải tài liệu có tính thực tiễn cao cho phép áp dụng đối với việc tìm kiếm thăm dò thân dầu khí trong móng không chỉ ở mỏ Bạch Hổ, bể Cửu Long mà cả những bể khác của thềm lục địa Việt Nam.

- Góp phần làm sáng tỏ phân bố hình thành và phát triển hệ thống nứt nẻ - hang hốc trong cấu tạo móng Bạch Hổ, là tiền đề quan trọng trong việc định hướng tìm kiếm thăm dò tận thu và mở rộng thân dầu móng ở bể Cửu Long cũng như các bể lân cận có hiệu quả hơn.

Luận điểm bảo vệ:

- **Cơ chế hình thành hệ thống đứt gãy xiên chéo và dịch chuyển không đều ở các cánh của khối móng nâng bởi tổ hợp của lực nén ép và thúc trôi.**

- **Cơ chế hình thành thân dầu trong đá móng**, thỏa mãn cả ba điều kiện cần và đủ: Điều kiện đá sinh và hình thành bẫy, điều kiện hình thành không gian thấm chứa, điều kiện nạp và bảo tồn tích tụ dầu khí.

Những điểm mới của Luận Án:

Mình chứng cơ chế hình thành hệ thống nứt nẻ xiên chéo và dịch chuyển không đồng đều của các khối móng nâng mở Bạch Hổ.

Xác định tổ hợp các phương pháp địa vật lý tối ưu trong quá trình xác định sự phân bố nứt nẻ hang hốc trong đá móng. Việc kết hợp các thuộc tính địa chấn cho phép làm rõ đặc trưng nứt nẻ, hai thuộc tính kết hợp cho kết quả tốt bao gồm thuộc tính RMS trên nền AI và thuộc tính Gradient manitude trên nền AI, phương pháp địa vật lý giếng khoan truyền thống minh giải trên cơ sở tổng thành phần khoáng vật cho phép đánh giá tốt thân dầu trong khối móng nâng. Biểu đồ cross plot RHOB-NPHI và DT-NPHI cho phép đánh giá nhanh những khoảng có thể cho sản phẩm trong thân dầu móng mở Bạch Hổ.

Qua việc sử dụng cách tiếp cận hệ thống thống nhất vào nghiên cứu thân dầu trong khối móng nâng mở Bạch Hổ đã xây dựng phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong đá móng: *Thân dầu chỉ hình thành trong đá móng khi khối đá móng thỏa mãn đầy đủ 3 điều kiện*: Điều kiện đá sinh và hình thành bẫy, điều kiện hình thành không gian thấm chứa, điều kiện nạp và bảo tồn tích tụ dầu khí

Cấu trúc Luận Án gồm 04 chương:

CHƯƠNG 1: Tổng quan tình hình nghiên cứu thân dầu móng và địa chất mở Bạch Hổ

CHƯƠNG 2: Phương pháp nghiên cứu thân dầu trong đá móng

CHƯƠNG 3: Đặc trưng và quá trình hình thành hệ thống nứt nẻ, hang hốc trong khối móng nâng trước Kainozoi mở Bạch Hổ

CHƯƠNG 4: Cơ chế hình thành thân dầu trong khối móng nâng trước Kainozoi mở Bạch Hổ

Kết luận

Tài liệu tham khảo

Lời cảm ơn

Nghiên cứu sinh xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc tới tiêu ban hướng dẫn, liên doanh dầu khí Vietsovpetro đã tạo điều kiện làm việc, tiếp xúc với các tài liệu liên quan cũng như tạo điều kiện để nghiên cứu sinh trao đổi thảo luận thực hiện các ý tưởng khoa học. Cảm ơn các nhà khoa học, các nhà địa chất đã hướng dẫn và tạo điều kiện cho phép nghiên cứu sinh sử dụng và kế thừa kết quả nghiên cứu của mình, đồng thời nghiên cứu sinh rất mong nhận được nhiều ý kiến góp ý quý báu, của các nhà khoa học và các bạn bè đồng nghiệp.

Nghiên cứu sinh xin trân trọng cảm ơn bạn đồng nghiệp trong công ty đã góp ý kiến và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình làm nghiên cứu sinh. Đặc biệt, xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới PGS.TS. Trần Văn Xuân và PGS.TS. Hoàng Văn Quý đã tận tình hướng dẫn, động viên và giúp đỡ nghiên cứu sinh hoàn thành luận án này.

Cuối cùng, xin cảm ơn gia đình và những người thân, các bạn đồng nghiệp đã động viên khích lệ và tạo điều kiện hoàn thành luận án.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU THÂN DẦU MÓNG VÀ ĐỊA CHẤT MỎ BẠCH HỒ

1.1 Tổng quan tình hình nghiên cứu thân dầu móng

1.1.1 Tổng quan phát hiện và khai thác các thân dầu trong đá móng

1.1.1.1 Phát hiện và khai thác thân dầu trong móng trên thế giới

Trên thế giới hơn 350 mỏ dầu được phát hiện trong móng nứt nẻ, hàng hốc phân bố khoảng 30 quốc gia trên tất cả các châu lục: **Trung Quốc**: mỏ dầu Yaerxia tại bể trầm tích Jiuxi. **Egypt**: tại Egypt phát hiện mỏ dầu trong đá móng xâm nhập granite và granodiorit, đó là mỏ Zeit Bay và mỏ Ashrafī, vịnh Suez. **Các nước Liên Xô cũ**: vùng Caspien có tới 80 mỏ cho sản phẩm từ đá móng kết tinh. Các vùng cho sản phẩm dầu trong đá móng kết tinh như Chibuiuskoe, Chernrechenky, lekkemcky và Timancky. Tại khu vực bể trầm tích Dnieper-Donets phát hiện 12 mỏ dầu chủ yếu cho dòng từ các thành tạo kết tinh Tiền Cambri. **Libya**: đá granite Tiền Cambri là đá chứa cho dòng chủ đạo của mỏ Nafoora - Augila. (Belgasem et al, 1990). **Morocco**: năm 1960 Morocco tuyên bố

rằng có ít nhất 8 mỏ dầu được phát hiện ở Bắc Morocco trong đá móng nứt nẻ (Landes et al, 1960). **Vương Quốc Anh:** mỏ dầu Clair phát hiện năm 1977 ngoài khơi, lô 206 Giếng thứ hai, 206/7 -1, cho dòng dầu 960 thùng/ngđ từ đá móng nứt nẻ. Năm 2009 Công ty thăm dò Hurricane sau khi khoan giếng Lancaster ở lô 205/21a đã tuyên bố thu được dầu nhẹ trong đá móng nứt nẻ (Koning, 2010). **Hợp chủng Quốc Hoa Kỳ:** dầu đã được khai thác từ đá móng biến chất nứt nẻ ở 5 mỏ ven biển Thái Bình Dương, California (Landes et al, 1960; Hubbert & Willis, 1955). Mỏ El Segundo đã được phát triển trong đá móng nứt nẻ. Đã phát hiện dầu trong đá móng ở hàng loạt mỏ khác như El Segundo, Wilmington. Riêng ở vùng trung tâm chòm nghịch Kansas cũng phát hiện trên 10 mỏ trong đá móng với khoảng 50 giếng cho dòng. **Venezuela:** mỏ dầu La Paz với sản phẩm được phát hiện trong đá granite. Mỏ Mara được cho là nhà “vô địch” cho dầu trong đá móng, nằm ở Đông Bắc mỏ La Paz. (P’An, 1982). **Đông Siberian** Khu vực Đông Siberian là khu vực với đặc trưng nổi bật là đá móng nhô cao. Trong số 99 mỏ dầu khí được phát hiện ở Đông Siberian, có 39 mỏ dầu còn lại là 60 mỏ khí condensate (HIS Energy, 2002).

1.1.1.2 Phát hiện và khai thác thân dầu trong đá móng trong nước

Thực tiễn thăm dò khai thác đã chứng tỏ thân dầu móng mỏ Bạch Hổ trong đá móng nứt nẻ là thân dầu đặc biệt và là đối tượng chứa dầu chính tại Việt Nam, trong những năm đầu thế kỷ 21 thân dầu này góp 80% sản lượng khai thác dầu trong nước. Đặc biệt thân dầu trong móng granite nứt nẻ mỏ Bạch Hổ, hiện nay được coi như đứng đầu thế giới về trữ lượng và cả sản lượng khai thác được từ đá móng nứt nẻ do đó mỏ Bạch Hổ. Sau thân dầu trong móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ đã phát hiện thêm nhiều dầu khí trong móng granite tiêu biểu như: Cụm mỏ Rồng, Sư Tử Đen, Rạng Đông, Hồng Ngọc, Hải Sư Đen, Thăng Long ...

1.1.2 Tổng quan tình hình nghiên cứu thân dầu trong đá móng

1.1.2.1 Tình hình nghiên cứu thân dầu trong móng trên thế giới

Theo Anirbid Sircar 2004 đã tổng kết các khai thác thân dầu trong móng. Theo Nelson 2001, tầng chứa đá móng liên quan đến liên quan đến nứt nẻ mở vì

khung đá có độ rỗng có độ rỗng và độ thấm nguyên sinh rất nhỏ (độ rỗng <0,5%) độ rỗng nứt nẻ của khối đá thông thường trong khoảng 0,1%-1%; tuy nhiên một số khu vực đạt 5%-10%. T.G. Blenkinsop 2008 bằng xây dựng mô hình trường ứng suất kết hợp với quan sát thực địa đã xác định các mặt đứt gãy thường song song với hướng ứng suất cực đại và các khe nứt mở thường vuông góc với hướng trượt. Sergey S. Drachev 2011 đánh giá hệ thống dầu khí trên quan điểm kiến tạo dựa trên tài liệu địa chấn tại bể bắc Chukchi khu vực Siberian arctic. Rodriquez, K, et al 2017 đã tổng hợp các tài liệu địa chấn và địa chất nhiều mỏ dầu khai thác trên thế giới tồn tại tiềm năng dầu khí lớn trong các khối móng nâng có các tầng sinh bên dưới. Hoạt động kiến tạo có vai trò chính trong việc hình thành không gian thấm chứa của cấu tạo. Cấu tạo Lancaster từng được coi là rủi ro cao tại Anh có tiềm năng rất lớn A. Belaidi, et al. 2019; kết quả thử vỉa trên 20 000 thùng/ngày đã minh chứng cho kết quả trên.

1.1.1.1 Tình hình nghiên cứu thân dầu trong móng trong nước

Lịch sử phát triển kiến tạo bể Cửu Long cũng đã được nhiều tác giả như Trần Lê Đông và nnk 1998, Ngô Thường San và nnk 2008, Tạ Thị Thu Hoài 2011, Phan Trung Điền 1998 và nhiều tác giả khác đã đề cập trong các công trình nghiên cứu và trình bày trong các hội nghị. Về cơ bản hầu hết các tác giả đều chia được các giai đoạn phát triển trước rift tuổi trước Eocene giữa, giai đoạn tạo rift (syn-rift) tuổi Eocene giữa-Oligocen-Miocene sớm và giai đoạn sau rift (post-rift). Đối với giai đoạn tạo rift, có tác giả đã phân thành hai thời kỳ: thời kỳ Eocene giữa-Oligocene và thời kỳ Miocene sớm, còn được gọi thời kỳ phát triển rift muộn (Late-rift period) [1]. Trong công trình nghiên cứu của Trần Lê Đông, Kireev, Đặng Văn Bát (1998) một số đứt gãy đồng trầm tích (luống chông – listric), có ý nghĩa tạo nên các bán địa hào, bán địa lũy đồng trầm tích, đã được phân tích và làm sáng tỏ. Việc phát hiện và làm sáng tỏ tính chất của đứt gãy nghịch Tây Bạch Hồ, ở trung tâm Rạng Đông, Đồi Mồi, Cá Ngừ Vàng, Hải Sư Đen có ý nghĩa lớn cho việc xác định các pha biến dạng nén ép xen kẽ các pha tách giãn. Các nghiên cứu của tập thể tác giả: Hoàng Đình Tiến và nnk 2003, Bùi Thị Luận 2015, Nguyễn mạnh Hùng 2017, ... đã đề cập phân bố tầng sinh trong

bể Cửu Long và các giai đoạn phát triển tầng sinh chính Oligocene. Cùng với tác giả Trần Lê Đông 2002, Nguyễn Xuân Vinh 1999 đã đánh giá tổng quan các quá trình hình thành khoáng vật thứ sinh do biến đổi nhiệt dịch trong hệ thống nứt nẻ hang hốc tại bể Cửu Long. Nhóm tác giả Trần Văn Xuân, Nguyễn Văn Tuấn 2016 nghiên cứu kỹ về sự hình thành và biến đổi nước vỉa trong đá móng bể Cửu Long. Tác giả Hoàng Văn Quý 2013, Phạm Xuân Sơn cùng các đồng nghiệp tại Vietsovpetro có nhiều nghiên cứu về quá trình hình thành và phát triển hệ thống nứt nẻ trong thân dầu móng và là nhóm đặt nền móng và xây dựng phần mềm Basroc để đánh giá nứt nẻ trong móng. Tác giả Trịnh Xuân Cường 2007 với luận án tiến sĩ: ***“nghiên cứu đặc trưng đá chứa móng nứt nẻ mở Bạch Hổ***; dựa trên sự tổng hợp toàn bộ tài liệu địa chất-địa vật lý thu được từ những phương pháp nghiên cứu khác nhau như các tài liệu thực địa, địa chấn, địa vật lý giếng khoan, mẫu lõi, thử vỉa, khai thác, Nghiên cứu quan hệ và tác động tương hỗ giữa các quá trình kiến tạo, phong hóa, thủy nhiệt, sự chiếm chỗ trong móng của dầu khí và nhiều quá trình khác đồng thời phân tích đánh giá các tác động qua lại giữa đá móng và đá trầm tích vây quanh tới việc hình thành đá chứa bảo tồn khả năng chứa của móng nứt nẻ mở Bạch Hổ. Tuy nhiên chưa làm rõ cơ chế hình thành hệ thống khe nứt xiên chéo cũng như chưa có minh chứng rõ hơn về tác động hoạt động nhiệt dịch đến quá trình biến đổi không gian thấm chứa [4]. Tác giả. Trần Đức Lâm : khai thác các tính năng vượt trội trong việc xây dựng mối quan hệ phi tuyến tính đa chiều và thống kê theo đa số mẫu của ANN để xây dựng hệ phương pháp xác định độ thấm đá móng granitoid nứt nẻ từ tài liệu ĐVL-GK sử dụng độ thấm khoảng. Tác giả đã phân khối móng mở Bạch Hổ thành thành 4 khu vực tương ứng với 4 mức PPT có khả năng cho dòng khác nhau: PPT -1 cho dòng trên 800 m³/ngđ; PPT -2 cho dòng trên 300 m³/ngđ; PPT -3 cho dòng dưới 100 m³/ngđ; PPT -4 cho dòng khoảng 150 m³/ngđ Trong luận án ***“Nghiên cứu độ thấm đá móng granitoid mở Bạch Hổ bằng mạng nơron nhân tạo”*** của tác giả Trần Đức Lâm 2010 [5]. Tác giả Nguyễn Anh Đức 2015 với luận án tiến sĩ: ***“Đặc điểm nứt nẻ trong đá móng granitoid mở Hải Sư Đen trên cơ sở phân tích tổng hợp tài liệu ĐVL-GK và thuộc tính địa chấn”***. Tìm hiểu tính chất của nứt nẻ trong đá móng granitoid, cơ chế hình thành và ảnh hưởng của chúng lên

tài liệu ĐVL-GK và địa chấn. Từ đó tác giả có kết quả: thuộc tính địa chấn với giá trị độ rỗng từ giếng khoan cho thấy ba thuộc tính cường độ phản xạ (Reflection Intensity), Gradient Magnitude và Sweetness có hệ số liên kết cao với kết quả minh giải độ rỗng từ tài liệu địa vật lý giếng khoan và có khả năng thể hiện tốt nhất các đặc điểm của các đới nứt nẻ trong móng như góc dốc, góc phương vị, độ rộng vị trí và mật độ của đới nứt nẻ so với các thuộc tính còn lại. Tác giả Tạ Thị Thu Hoài 2011 với đề tài: ***Lịch sử phát triển biến dạng Mesozoi muộn – Kainozoi bề Cửu Long và lục địa kề cận và mối liên quan với hệ thống dầu khí***. Làm sáng tỏ lịch sử phát triển biến dạng của bề Cửu Long và lục địa kề cận vào Mesozoi muộn - Kainozoi, mối liên quan với hệ thống dầu khí nhằm phục vụ cho công tác thăm dò, khai thác dầu khí ở bề Cửu Long đã chia ra các pha biến dạng trước sau và đồng trầm tích trong bề Cửu Long Các đứt gãy đồng trầm tích được hình thành chủ yếu trong 3 pha biến dạng tách dần theo phương Tây Bắc - Đông Nam (D3.1 và D3.5) và Bắc - Nam (D3.3) vào đóng vai trò là các đứt gãy ranh giới của các bán địa hào và bán địa lũy phương Đông Bắc - Tây Nam trong Eocene - Oligocene sớm và phương vĩ tuyến vào Oligocene muộn. Các đứt gãy sau trầm tích được thành tạo và tái hoạt động trong 3 pha nén ép phương Tây Bắc-Đông Nam và sụt lún do nhiệt vào sau Oligocene sớm - trước Oligocene muộn (D3.2), cuối Oligocene muộn (D3.4) và nén ép vào cuối Miocene sớm (D3.6) và vào Miocene giữa (D4). Các đứt gãy sau trầm tích đóng vai trò phá hủy móng trước Kainozoi, tạo cấu trúc lõi lõm bên cạnh đứt gãy, và cả phá hủy cấu trúc có trước [7].

1.2 Tổng quan địa chất mỏ Bạch Hổ

1.2.1 Điều kiện tự nhiên mỏ Bạch Hổ

Mỏ Bạch Hổ nằm ở lô 09-1 thềm lục địa Nam Việt Nam, cách thành phố cảng Vũng Tàu, căn cứ kỹ thuật – sản xuất của Vietsovpetro 120 km về phía Đông Nam (Hình 1.17) [1] [6].

1.2.2 Đặc điểm địa tầng

Theo kết quả địa chất khu vực có ba tầng kiến trúc chính đó là: móng trước Kainozoi, trầm tích Oligocene và Miocene-Pleistocene. Hoạt động kiến tạo trong khu vực đã tạo ra hình thái khá đặc trưng và phức tạp của mặt móng, gây ra hàng loạt đứt gãy và chia cắt tầng móng thành các triền vũng và các khối nâng khác nhau.

1.2.3 Đặc điểm địa chất các thành tạo granitoid mỏ Bạch Hồ

Đá móng mỏ Bạch Hồ theo các đặc điểm thạch học, thạch địa hóa, nguyên tố vết, tuổi đồng vị phóng xạ đã chia các thành tạo trước Kainozoi của mỏ Bạch Hồ ra 3 phức hệ magma xâm nhập: phức hệ Hòn Khoai, phức hệ Định Quán và phức hệ Ankroet (trước đây, năm 2006, được xếp vào phức hệ Cà Ná).

1.2.4 Đặc điểm địa chất các thành tạo trầm tích

Tầng kiến trúc Oligocene, nhìn chung phát triển kế thừa mặt móng. Tất cả các yếu tố cấu-kiến tạo chính phát triển trong tầng móng đều có mặt trong tầng Oligocene. Tầng kiến trúc Miocene-Pleistocene được đặc trưng bởi địa hình tương đối bằng phẳng và mức độ suy giảm nhanh chóng về số lượng các đứt gãy.

1.2.5 Đặc điểm kiến tạo

Hoạt động kiến tạo trong khu vực đã tạo ra hình thái khá đặc trưng và phức tạp của mặt móng, gây ra hàng loạt đứt gãy và chia cắt tầng móng thành các triền vũng và các khối nâng khác nhau.

1.2.6 Khái quát về hệ thống dầu khí ở bể Cửu Long

Tầng sinh: gồm các đá sét thuộc hệ tầng Trà Cú (tập địa chấn E) và sét thuộc phần dưới hệ tầng Trà Tân (tập địa chấn D). Các tập sét này đã đạt ngưỡng trưởng thành và đã sinh dầu bắt đầu từ Miocene.

Chấn: mang tính khu vực cho cả bồn là tầng sét Rotalia thuộc phần trên của hệ tầng Bạch Hồ (Miocene dưới). Ngoài ra còn có tầng chấn cục bộ, địa phương là các tập sét khá dày hệ tầng Trà Tân và các tập sét xen kẹp trong hệ tầng Trà Cú và Bạch Hồ.

Chứa: là các tập cát kết xen kẹp trong hệ tầng Trà Cú, Bạch Hổ và rất ít tập cát xen kẹp trong hệ tầng Trà Tân (D). Bên cạnh các tầng chứa trầm tích, đặc biệt dầu khí được chứa trong đá móng granitoid trước Kainozoi nứt nẻ - hang hốc.

Bẫy: có 2 kiểu bẫy chính là bẫy địa tầng và bẫy cấu trúc. Bẫy cấu trúc được hình thành sau trầm tích trong các pha biến dạng D3.2, D3.4, D3.6. Trong lúc đó, bẫy địa tầng lại được hình thành đồng thời với quá trình trầm tích và các pha biến dạng nén ép D3.1, D3.3, D3.5 [6]

Dịch chuyển: dầu bắt đầu sinh ra từ đá mẹ Oligocene từ khoảng 29 triệu năm trước. Khi đá mẹ bước vào pha sinh dầu mạnh (mật độ HC sinh cực đại) thì bắt đầu xuất hiện di cư HC trên diện rộng xảy ra vào thời kỳ Miocen sớm - giữa đối với đá mẹ thuộc khu vực trũng sâu của bể. Tại khu vực rìa bao quanh phần trũng bể, nơi có đá mẹ Oligocene, dầu và khí đã và đang được sinh ra. Xuất hiện di cư mạnh của dầu khí theo phương thẳng đứng qua các đứt gãy lớn tới tầng chứa phía trên hoặc dịch chuyển dọc tầng theo vỉa cát xen kẹp trong chính tầng đá mẹ hoặc theo các tập tiếp xúc trực tiếp với tầng sinh.

CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THÂN DẦU TRONG ĐÁ MÓNG

2.1 Khái quát chung về thân dầu trong đá móng trước Kainozoi mỏ Bạch Hổ

Tại mỏ Bạch Hổ đã phát hiện thân dầu trong đá móng trước Kainozoi vào ngày 6.9.1988 sau khi thử đối tượng này tại giếng khoan BH-1 thu được dòng dầu tự phun không lẫn nước với lưu lượng 409 m³/ngđ. Đây là thân dầu đặc biệt hiếm có trên thế giới, đặc trưng bởi chiều cao lớn (1650m), kích thước lớn (29 km x 4-8 km), mức độ nứt nẻ - hang hốc cao và độ thấm đạt tới hàng ngàn millidarcy.

2.2 Phương pháp nghiên cứu đá móng nứt nẻ

2.2.1 Các phương pháp nghiên cứu trực tiếp

2.2.1.1 Khảo sát thực địa

Phương pháp khảo sát thực địa là phương pháp nghiên cứu bắt buộc đối với thân dầu trong đá móng nứt nẻ - hang hốc.....vì thân dầu trong đá móng nằm sâu, rất ít giếng khoan với tới, chi phí lấy mẫu rất đắt, việc nghiên cứu thực địa giúp chúng ta nghiên cứu tổng hợp hệ thống nứt nẻ, phương, góc dốc thời gian nứt nẻ và thành phần thạch học của khối móng nâng.

2.2.1.2 Nghiên cứu mẫu lõi

Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cần mẫu lớn (full core) để giữ mức độ cao nhất đặc trưng nứt nẻ, điều này hầu như không thể có với mẫu sườn và mẫu nhỏ vì quá trình lấy mẫu sườn và khoan tạo mẫu xảy ra hiện tượng vỡ mẫu khi có mật độ nứt nẻ tương đối lớn.

2.2.2 Các phương pháp nghiên cứu gián tiếp

2.2.2.1 Phương pháp địa chấn

Cho bức tranh tổng thể về cấu trúc của khối móng nâng phục vụ cho các công tác vẽ bản đồ mặt móng cũng như mô hình hóa cấu trúc. Các thuộc tính địa chấn đặc biệt là tài liệu quý để đánh giá nứt nẻ trong móng.

2.2.2.2 Phương pháp địa vật lý giếng khoan

Địa vật lý giếng khoan trong đá móng cũng áp dụng những quy luật và nguyên lý hoạt động của các thiết bị đo như trong đối tượng trầm tích nhưng để minh giải tốt cần hiểu biết về đặc điểm của đá móng và mối tương quan với các giá trị đo địa vật lý giếng khoan.

2.2.3 Phương pháp nghiên cứu tổng hợp – tiếp cận hệ thống thống nhất trong nghiên cứu đá móng:

Thân dầu trong đá móng nứt nẻ, đặc trưng bởi cấu trúc địa chất hết sức phức tạp, mức độ bất đồng nhất cao là thân dầu loại không truyền thống, để nghiên cứu đòi hỏi phải có cách tiếp cận riêng biệt [22]:

2.2.3.1 Phương pháp phản chiếu hệ thống thống nhất

Trong tự nhiên và xã hội luôn tồn tại những hệ thống thống nhất được cấu thành bởi các cấu tử thành phần riêng biệt. Tuy là những cấu tử thành phần riêng biệt nhưng tất cả cấu tử thành phần đó đều có mối quan hệ mật thiết với nhau. Trong mỗi cấu tử thành phần, ở mức độ này hay mức độ khác đều phản ánh quá trình tiến hóa và đặc trưng của các cấu tử khác. Thân dầu trong đá móng nứt nẻ là một cấu tử thành phần của bể trầm tích. Các cấu tử thành phần khác là các phân vị địa tầng, Oligocene dưới, Oligocene trên, Miocene dưới, Miocene trung, Miocene trên, Pliocene và Đệ tứ. Mỗi một phân vị địa tầng trên, ở mức độ này hoặc mức độ khác, đều có những đặc trưng phản chiếu sự tiến hóa của các đối tượng còn lại, trong đó có móng trước Kainozoi.

2.2.3.2 Phương pháp nghiên cứu di chỉ bền vững

Trong hệ thống thống nhất có những đặc điểm cấu trúc có thể trở thành di chỉ bền vững phản ánh một quá trình tiến hóa nào đó của đối tượng nghiên cứu. Do đó, để nghiên cứu quá trình tiến hóa đối tượng nghiên cứu, trong đá móng nứt nẻ cần thiết tìm kiếm các di chỉ bền vững phản ánh các quá trình biến đổi.

2.2.3.3 Phương pháp nghiên cứu đặc thù

Mỗi đối tượng địa chất, cụ thể như móng nứt nẻ và hang hốc trước Kainozoi có những đặc thù riêng biệt, với mục đích nghiên cứu chúng buộc phải có cách tiếp cận riêng biệt. Ví dụ để nghiên cứu các đặc trưng nứt nẻ, đứt gãy cần minh giải thuộc tính địa chấn đặc biệt, sử dụng các phương pháp log hình ảnh, tiến hành phân tích mẫu trụ đủ kích thước của mẫu lõi lấy từ khối đá móng cũng như việc nghiên cứu thực địa. Để nghiên cứu các đặc trưng thấm chứa của đá móng bắt buộc phải áp dụng các phần mềm được thiết lập trên cơ sở mô hình đá chứa móng nứt nẻ và hang hốc như phần mềm BASROC 3.0 hay WellSight....

CHƯƠNG 3: ĐẶC TRƯNG VÀ QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH HỆ THỐNG NỨT NẸ, HANG HỐC TRONG KHỐI MÓNG NÂNG TRƯỚC KAINOZOI MỎ BẠCH HỔ

3.1 Khái niệm chung về hệ thống nứt nẻ và vai trò trong hệ thống dầu khí.

Về bản chất, đá móng magma khi mới kết tinh không có tính thấm chứa. Mặc dù trong đá móng magma vẫn tồn tại lỗ rỗng do bay hơi, nhưng giá trị độ rỗng là rất thấp và là độ rỗng kín. Móng nứt nẻ bề Cửu Long là thành hệ chứa dầu khí rất đặc biệt, tầng chứa dày, dạng khối, bản thân đá matrix không chứa dầu, và không có độ thấm khung đá đối với dầu, dầu chỉ tập trung trong các hang hốc, vi rãnh rửa lỗ và đặc biệt là trong các đứt gãy, nứt nẻ hở, tạo độ rỗng và độ thấm thứ sinh [12] [22] [20] [1] [4]. Độ rỗng thứ sinh thường giảm theo thời gian do bị lấp nhét bởi khoáng vật trẻ hơn vào khung đá. Các khoáng vật này là kết quả của sự hòa tan và kết tủa [12] [6].

3.2 Cơ chế hình thành hệ thống nứt nẻ, hang hốc

Các yếu tố chính tạo nên nứt nẻ hang hốc của đá móng: Thành phần thạch học và khoáng vật của đá; Sự lạnh nguội co rút thể tích của khối đá magma; Hoạt động nhiệt dịch; Quá trình hoạt động kiến tạo: tách giãn, nén ép, trượt ngang và xoay; Phong hóa bề mặt.

3.2.1 Các quá trình kiến tạo

Theo Trần Lê Đông và F.A. Kiriev 1998 đá móng Bạch Hổ hình thành ít nhất qua 3 giai đoạn xâm nhập: Triat muộn (Phức hệ Hòn Khoai), Jura muộn (Phức hệ Định Quán) và Creta muộn (phức hệ Cà ná). Các xâm nhập Triat muộn và Jura muộn có thể tích nhỏ và chỉ xuất hiện ở khối Bắc và khối Nam. Các đá axit Creta muộn (chủ yếu là granite), tập trung tại khối Trung tâm, có thể tích rất lớn và đóng vai trò quan trọng nhất với đặc tính giòn, dễ dập vỡ. Dưới tác động của xâm nhập magma, các đá lân cận bị biến chất nhiệt, đặc biệt là bị biến đổi cơ học khá mạnh mẽ trong nhiều giai đoạn địa chất khác nhau, bằng chứng là các thành tạo cổ hơn ở khối Bắc bị phá hủy rất mạnh [12] [23] [11] [12] [1] [13]. Khi nguội lạnh sự giảm thể tích do co nén của magma khi kết tinh nhìn chung tắt dần

theo chiều sâu nhưng hệ thống hang hốc và khe nứt do quá trình này biến đổi khác nhau theo không gian do có sự biến vị, nguội lạnh không đồng đều [4].

Các quá trình kiến tạo phá hủy sau khi hình thành khối móng: Hoạt động kiến tạo và trường ứng suất khu vực có tính chất quyết định trong sự hình thành các hệ thống nứt nẻ trong khối móng. Hoạt động kiến tạo đã dẫn đến hình thành các hệ thống đứt gãy, nứt nẻ và đới cà nát trong khối đá móng.

3.2.2 Các tác động không kiến tạo

3.2.2.1 Tác động do sự nén kết của đá trầm tích:

Chính sự xuất hiện đứt gãy nghịch tại phần cánh Tây mỏ Bạch Hổ với biên độ dịch chuyển rất lớn, đôi chỗ đạt tới hơn 2000m làm cho một thể tích rất lớn đá móng nằm chồm nghịch lên trên đá trầm tích.

3.2.2.2 Quá trình phong hóa:

Phong hóa xuất hiện khi khối móng của mỏ Bạch Hổ nhô lên mặt đất và chịu các tác động của các hoạt động bề mặt, quá trình này kéo dài đến gần kết thúc Oligocene muộn. Sau một thời gian dài xuất lộ (ít nhất 30 triệu năm), đá móng bị bào mòn và biến đổi mạnh mẽ do các hoạt động vật lý, hóa học và có thể cả sinh học. Các biến đổi vật lý xảy ra nhìn chung khá mạnh mẽ dọc theo các đứt gãy, các khe nứt và các đới phá hủy kiến tạo cũng như bề mặt khối móng do sự thay đổi nhiệt độ theo chu kỳ ngày-đêm hoặc hàng năm tạo các khe nứt tróc và co ngót do sự thay đổi nhiệt độ [20] [4].

3.2.2.3 Quá trình thủy nhiệt:

Dung dịch thủy nhiệt có xu hướng hòa tan các khoáng vật không bền vững, tạo thành hệ thống hang hốc, cũng như tích tụ những khoáng vật thứ sinh khiến các hang hốc, lỗ rỗng và khe nứt bị lấp đầy một phần hay toàn phần.

3.2.2.4 Các yếu tố liên quan dịch chuyển dầu, nước:

Dầu khí là vật chất khá bền vững trong điều kiện vỉa chứa, chúng gần như không có phản ứng với các thành phần của đất đá, khi lấp đầy và thay thế nước trong các lỗ rỗng của đá, dầu khí làm giảm đáng kể hàm lượng nước có trong đá,

dẫn đến giảm đáng kể các phản ứng hoá học tạo ra các khoáng vật thứ sinh, điều đó làm cho các lỗ rỗng của đá chứa và khả năng lưu thông giữa chúng được bảo tồn. [24] [16] [17] [13].

3.3 Đặc trưng nứt nẻ theo tài liệu địa chất

Từ tài liệu thực địa các khu vực Kê Gà, Hòn Chông, đèo Cỏ Mã, Mũi điện cho thấy hệ thống nứt nẻ và các quá trình hoạt động kiến tạo tác động lên khối đá móng rất phức tạp. Hệ thống đai mạt acid và bazơ xen kẽ, hệ thống nứt nẻ theo nhiều phương: ĐB-TN, TB-ĐN, á kinh tuyến, á vĩ tuyến. tồn tại nhiều đới dập vỡ lớn, đặc biệt hệ thống nứt nẻ xiên chéo.

3.4 Đặc trưng nứt nẻ theo tài liệu địa chấn

Các thuộc tính địa chấn có vai trò quan trọng trong việc xác định hệ thống nứt nẻ trong khối đá móng. Tại khối móng nâng Bạch Hồ hai tổ hợp thuộc tính địa chấn cho kết quả tốt là: thuộc tính RMS (Biên độ trung bình bình phương là căn bậc hai của trung bình tổng biên độ bình phương tại mỗi điểm mẫu) trên nền AI (giá trị trở kháng âm tỷ lệ với mật độ và vận tốc truyền sóng dao động đàn hồi trong môi trường đất đá) và thuộc tính Gradient magnitude (Là căn bậc hai của bình phương của đạo hàm bậc một theo 3 chiều dọc theo tuyến đo (inline), ngang tuyến đo (crossline) và chiều thẳng đứng) trên nền AI.

3.5 Đặc trưng nứt nẻ theo tài liệu địa vật lý giếng khoan

Do đặc trưng đặc biệt của đá móng vừa chứa và chắn nên cần cách tiếp cận riêng biệt là mối tương quan giữa độ rỗng thấm, chất lưu và tổng khoáng vật trong khung đá với các giá trị đo địa vật lý giếng khoan GR, RHOB, DT, NPHI cùng nhiều tài liệu khác. Tuy nhiên, nứt nẻ thể hiện rõ nhất theo tài liệu DT (siêu âm) bởi sự có mặt của nứt nẻ khiến tốc độ truyền sóng siêu âm giảm đi đáng kể. Để tạo mô hình chuẩn tác giả sử dụng giếng 1X (giếng cho lưu lượng 11000 thùng/ngày trong đá granite) với các tài liệu chuẩn như XRD, địa vật lý giếng khoan được minh giải bằng phần mềm WellInsight-FRP. Các kết quả thu được từ đường cong lý thuyết đối sánh với kết quả đo đạc và kết quả XRD, FMI, FWS và thử vỉa cho kết quả tương thích cao.

3.5.1 Mô hình khoáng vật

Mô hình khoáng vật được lựa chọn dựa trên tài liệu phân tích XRD trong giếng 1X kết hợp với cross-plot giữa RHOB-DT và kết quả phân tích thạch học XRD. Giếng 1X chủ yếu là granite và granodiorid với 3 thành phần khoáng vật chính: plagioclase, quart và K-felspar. Ngoài các khoáng vật trên, nhóm khoáng vật còn lại gồm những khoáng vật nặng như: mica, hornblende, pyrocene, các khoáng vật còn lại được gọi chung là khoáng vật khác.

3.5.2 Lựa chọn tham số khoáng vật

Tham số matrix được lựa chọn dựa trên giá trị trung bình của chúng từ log và tài liệu XRD. Từ đặc trưng log có thể nhận dạng loại đá và chia đá móng tại giếng 1X thành 3 đới chính: Granite 1, Diorite, Granite 2 .

Đánh giá hệ số tương quan giữa đường cong lý thuyết và thực tế toàn bộ đá móng giếng 1X: Hệ số tương quan: độ tin cậy lớn

3.5.3 Tính độ rỗng hở-độ rỗng thứ sinh PHI2

Việc xác định các giá trị block được thực hiện trên các đoạn log ổn định và ít biến đổi, do đó giếng 1X được chia thành nhiều đới nhỏ chi tiết hơn để xác định giá trị block nhằm tăng độ chính xác cho kết quả. Độ rỗng được tính bằng giải hệ phương trình đa khoáng.

3.5.4 Tính độ rỗng nứt nẻ, hang hốc

Độ rỗng nứt nẻ được tính bằng phần mềm Fracture Reservoir Petrophysics (FRP) trên cơ sở giải giải lặp sao cho chênh lệch cực tiểu để cho kết quả tối ưu nhất.

3.5.5 Phân chia đá chứa - đới nứt nẻ lớn (macro) và đới vi nứt nẻ (micro)

Cutoff giá trị độ rỗng nứt nẻ lớn: $\Phi_{\text{Fracture_cutoff}}=0.0005$. Vì $\Phi_{\text{fr}} < 0.05\%$ tương ứng với đá chặt xít (tight rock), cutoff để loại trừ những khoáng có lỗ hổng nhưng không có nứt nẻ lớn ra khỏi tập đá chứa, loại bỏ ảnh hưởng của hang hốc cô lập không có nứt nẻ trong độ rỗng thứ sinh.

3.5.6 Tính độ thấm

Dựa theo tầng chứa móng Bạch Hồ, Hoàng Văn Quý và Gattenberger Iu.P. 1991 đã chọn 15% cho độ bão hòa nước dư và giá trị này đã được chấp nhận bởi PVN. Ngày nay hầu hết các công ty dầu khí đều sử dụng $Swr=15%$ [12]. Độ thấm là hàm của độ rỗng nứt nẻ, độ bão hòa nước dư và DT/DT_{block}

3.5.7 Xác định chiều dày hiệu dụng đá chứa

Giá trị độ rỗng thứ sinh cutoff (Φ_2) của đá móng là 0,33%. Giá trị này lấy từ mỏ Bạch Hồ và dựa vào mối tương quan giữa độ rỗng thứ sinh và độ rỗng thủy động lực (Hoàng Văn Quý). Trong mối tương quan này, độ rỗng thứ sinh là 0,33% tương ứng với độ rỗng thủy động lực bằng 0 được xem xét làm giá trị cutoff.

Đối cho dòng chính từ 3620-3830 đã được kiểm tra bằng tài liệu thử vỉa, Giá trị độ rỗng nứt nẻ từ 0.15% - 0.3% phù hợp với kết quả tính toán gồm 17 đới nứt nẻ có khả năng cho dòng.

3.6 Đặc trưng thấm chứa của đá móng mỏ Bạch Hồ

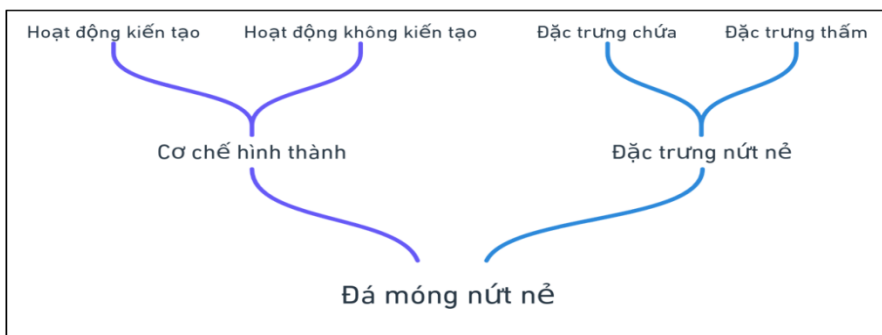
Các phương pháp định lượng chủ yếu dựa vào nghiên cứu trên mẫu lõi, thử vỉa, khảo sát dòng và xác định các thông số theo tài liệu ĐVL - GK.

3.6.1 Đặc trưng chứa đá móng

Đối với đá móng: Kết quả minh giải lại tài liệu ĐVL- GK cho 163 giếng trong móng sử dụng phần mềm BASROC 3.0, Giá trị trung bình độ rỗng thứ sinh (Φ_s) ở các khoảng hiệu dụng thay đổi từ 1,4 đến 5,18 %, theo cả lát cắt (bao gồm cả các khoảng không hiệu dụng). Giá trị theo mẫu lõi thay đổi từ 0,44 đến 5,42 %.

3.6.2 Đặc trưng thấm đá móng

Độ thấm trong đá móng mỏ Bạch Hồ có mức độ biến đổi rất cao kể cả trong phạm vi toàn mỏ hay trong phạm vi các đối tượng riêng biệt (khối kiến tạo, đới khai thác). Đối với toàn mỏ, độ thấm biến đổi từ nhỏ hơn 1mD tới hàng ngàn mD. Mức độ biến đổi độ thấm của các khối kiến tạo và các đới khai thác cũng khác nhau. Độ thấm của đá móng thuộc Khối Trung Tâm có mức độ biến đổi lớn nhất (<1mD - 6195mD theo TV-KS; trên 100 D theo BASROC) và khối Tây Bắc có mức độ biến đổi ít nhất từ 1mD tới 188mD (theo mẫu lõi); 118 mD(theo TV-KS) và 5416 mD (theo BASROC). Điều này khẳng định tính bất đồng nhất cao về độ thấm của đá móng mỏ Bạch Hồ, biến đổi mạnh kể cả về diện tích lẫn chiều sâu.



Hình 3-42 Quy trình đánh giá đá móng nứt nẻ

CHƯƠNG 4: CƠ CHẾ HÌNH THÀNH THÂN DẦU TRONG KHỐI MÓNG NÂNG TRƯỚC KAINOZOI MỎ BẠCH HỒ

4.1 Áp dụng phương pháp tiếp cận hệ thống nhất với cơ chế hình thành hệ thống nứt nẻ hang hốc trong thân dầu móng mỏ Bạch Hồ.

4.1.1.1 Kết quả phương pháp Phân chiếu Hệ thống thống nhất

Các ranh giới từ SH-B đến SH-5 đều tồn tại các nếp uốn thể hiện khối đá móng đã trải qua nhiều pha nén ép khác nhau. Các mặt phản xạ SH-11 và SH-10 kề áp vào khối móng và các lớp trầm tích nằm gần ngang chứng tỏ giai đoạn này khối móng đã nhô cao. Phần trên móng là lớp phủ trầm tích ổn định chứng tỏ khối đá móng ít bị tác động kiến tạo chuyển dịch trong giai đoạn hình thành các

trầm tích sau SH-5. Hệ thống nứt nẻ tại điểm lộ Kê Gà và hệ thống nứt nẻ của khối móng nâng mở Bạch Hồ qua minh giải địa chấn có tính tương đồng cao.

4.1.1.2 Kết quả phương pháp nghiên cứu Di chỉ bền vững

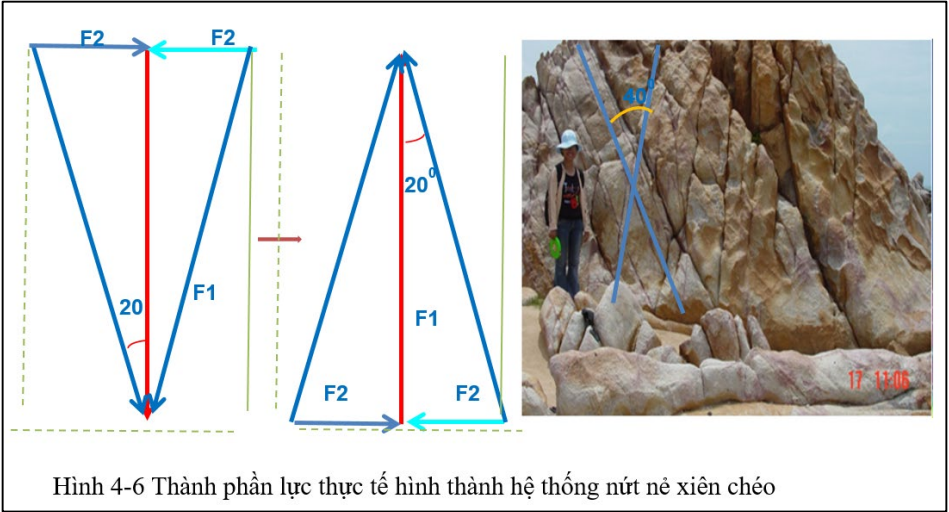
Uốn nếp trên ranh giới các mặt phản xạ chính là di chỉ bền vững chứng minh các quá trình nén ép đã tác động lên bề trầm tích, di chỉ khối nhô móng và các lớp trầm tích kề áp thể hiện quá trình nâng lên của khối đá móng. Hệ thống đứt gãy xiên chéo tại điểm lộ Kê Gà và trên mặt cắt địa chấn của khối móng nâng mở Bạch Hồ, di chỉ canxit và zeolit lấp đầy khe nứt đã chứng tỏ hoạt động nhiệt dịch xảy ra mạnh và lấp đầy phần lớn khe nứt. Hệ thống nứt nẻ nghiên cứu trên điểm lộ và trên mặt móng minh giải chính là di chỉ bền vững của hoạt động kiến tạo tác động lên khối đá móng.

4.1.1.3 Kết quả phương pháp nghiên cứu đặc thù

Hệ thống đứt gãy xiên chéo trong khối đá móng không chỉ thể hiện trên thực địa mà còn có các dấu hiệu rõ nét trên lát cắt địa chấn. Đây là hệ thống nứt nẻ xuất hiện dưới một tổ hợp lực đồng thời là hợp lực theo phương thẳng đứng kết hợp với phương nằm ngang. Đo đạc góc giữa cặp đứt gãy cho góc 40° . Điều này thể hiện hệ thống lực theo phương thẳng đứng có giá trị lớn hơn nhiều so hệ thống nén ép theo phương nằm ngang. Do đó, lực theo phương thẳng đứng tổng hợp phải là lực thúc trôi.

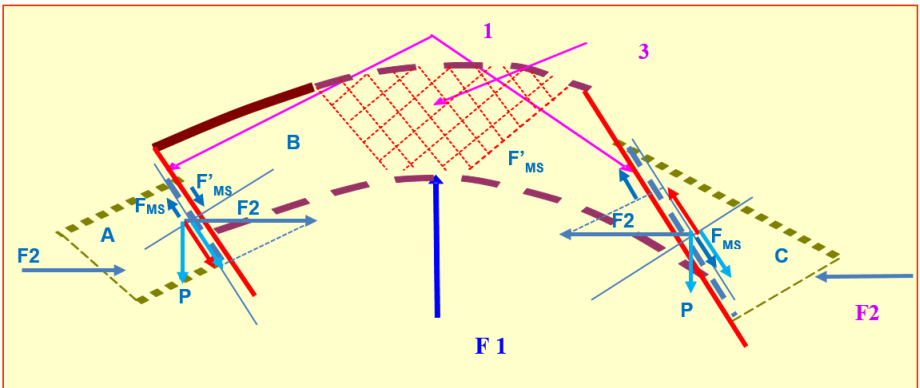
Dựa trên mô hình lực ta có

$$\operatorname{tg} 20^{\circ} = \frac{F_2}{F_1} = 0,36397, \Rightarrow F_2 \approx 0,36 F_1$$



Hình 4-6 Thành phần lực thực tế hình thành hệ thống nê xiên chéo

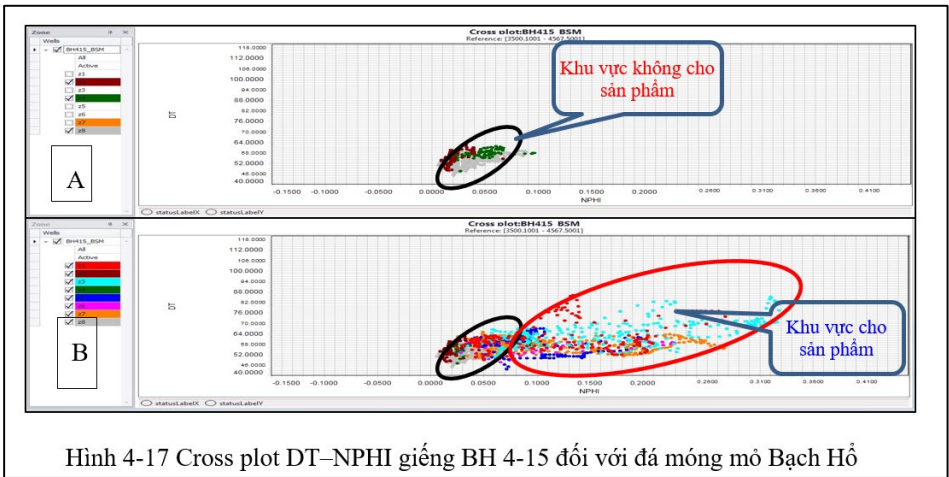
Với việc mô hình hóa thành ba khối A, B và C riêng biệt và phân tích lực tác dụng lên khối B đã chứng minh cánh bên phải có độ dịch chuyển lên phía trên lớn hơn cánh bên trái, do đó khối B có xu hướng chuyển động xoay (ngược chiều kim đồng hồ).



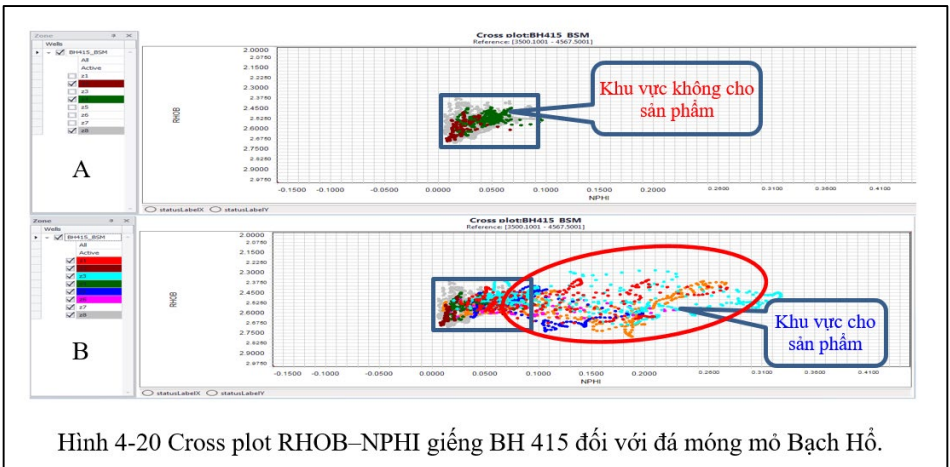
Hình 4-8 Mô hình lực tác dụng và xu hướng dịch chuyển trong khối móng nâng

4.2 Đánh giá đối nút nẻ bằng tài liệu địa vật lý giếng khoan

Đôi sánh kết quả minh giải tài liệu địa vật lý giếng khoan của giếng BH415 với tài liệu FMI và tài liệu minh giải địa chấn có sự tương đồng cao. Việc sử dụng cross plot đối với các đường cong địa vật lý giếng khoan GR, LLD, DT, mật độ (RHOB) và Neutron (NPHI)-cho chúng ta cái nhìn bao quát và có thể khoanh vùng các khu vực triển vọng. Cụ thể, tại giếng BH-415, với việc xây dựng các crossplot đối với các cặp đường cong DT-NPHI; GR-NPHI;.. có



Hình 4-17 Cross plot DT–NPHI giếng BH 4-15 đối với đá móng mỏ Bạch Hồ



Hình 4-20 Cross plot RHOB–NPHI giếng BH 415 đối với đá móng mỏ Bạch Hồ.

thể phân biệt được các đới cho dòng và không cho dòng. Dựa trên sự phân bố dữ liệu của tổ hợp các đường cross plot qua đá móng granite tác giả nhận thấy hai tổ hợp cho sự phân bố tốt nhất là Nphi-DT với khoảng giá trị đới không cho dòng (0,0 – 0,1) và DT (46-64) ; Phân bố Nphi – RHOB với khoảng giá trị đới không cho dòng NPHI (0,0 – 0,1) và RHOB (2,375-2,75).

Để minh chứng sự phù hợp với các giá trị trên được áp dụng với các giếng BH-433; giếng BH-809; giếng BH-905 cho kết quả phù hợp với các khoảng phân chia trong FMI, địa chấn và dữ liệu khai thác

4.3 Phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong đá móng

Trên cơ sở nghiên cứu với quan điểm phương pháp tiếp cận hệ thống thống nhất về dầu khí tại bể Cửu Long cho thấy các tích tụ dầu khí trong đá móng được hình thành khi thỏa mãn ba điều kiện sau đây:

a/ Điều kiện đá sinh và hình thành bể: Khối đá móng nâng phải được bao phủ bởi tập đá sinh hydrocarbon có chất lượng cao, đồng thời tập đá sinh này lại đóng vai trò tầng chắn cho các tích tụ dầu khí trong khối đá móng nâng.

b/ Điều kiện hình thành không gian thấm chứa: Khối đá móng nâng phải trải qua quá trình hoạt động kiến tạo, đặc biệt là nén ép, xảy ra trong quá trình hình thành bể trầm tích, để hình thành trong đó hệ thống nứt nẻ và hang hốc, trước khi hydrocarbon di chuyển và tích tụ vào khối móng nâng.

c/ Điều kiện nạp và bảo tồn tích tụ dầu khí: Bể trầm tích phải trải qua quá trình sụt lún liên tục và không bị phá hủy bởi các phá hủy địa chất mạnh mẽ và lâu dài sau khi hydrocarbon được sinh thành như các hoạt động phun trào hoặc nâng lên, vỡ nhàu và bào mòn dẫn đến khả năng phá hủy các tích tụ dầu khí. Các tập cát cho dòng dầu di cư, kê áp vào khối móng nâng.

4.3.1 Điều kiện đá sinh và hình thành bẫy tại khối móng nâng mỏ Bạch Hổ:

Khối đá móng nâng phải được bao phủ bởi tập đá sinh hydrocarbon có chất lượng cao, đồng thời tập đá sinh này lại đóng vai trò tầng chắn cho các tích tụ dầu khí trong khối đá móng nâng.

4.3.1.1 Di chỉ phản chiếu hệ thống của khối móng nâng

Đọc theo bờ biển từ Vũng Tàu đến Phan thiết hiện tại có nhiều núi đá granitoid nhô cao phản ánh các cấu trúc nhô cao trong bể Cửu Long trong đó có khối móng nâng mỏ Bạch Hổ. Chẳng hạn như khối nhô móng của Núi Lớn – Vũng Tàu phản chiếu hệ thống của thời kỳ nhô cao của khối móng nâng mỏ Bạch Hổ, hệ thống nứt nẻ của khối đá này cũng phản chiếu các quá trình thành tạo nứt nẻ trong khối móng nâng.

4.3.1.2 Di chỉ lớp phủ trầm tích

Qua tài liệu địa chấn, các nghiên cứu địa chất cho thấy cấu trúc khối móng nâng có biên độ nâng rất lớn, nhất là khối trung tâm.

Trong bể Cửu Long nói chung và khu vực mỏ Bạch Hổ nói riêng tầng sinh chính là trầm tích Oligocen [6] [19] [1] trên lát cắt địa chấn ranh giới Oligocen trên là SH7, nóc tập sét Oligocen là mặt SH8 cho thấy SH8 phủ kín toàn bộ khối móng nâng mỏ Bạch Hổ.

4.3.2 Điều kiện hình thành không gian thấm chứa tại khối móng nâng mỏ Bạch Hổ:

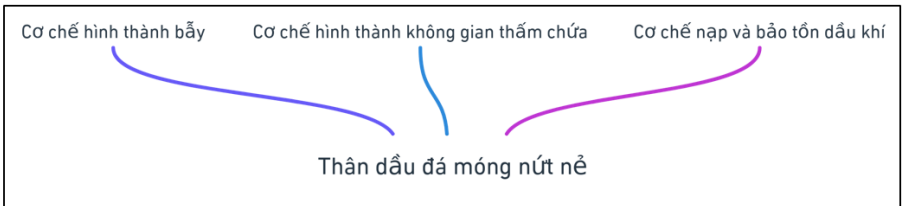
Như vậy rõ ràng 3 thời kỳ nâng lên ứng với các pha nén ép, bào mòn trong Kainozoi có ảnh hưởng rất lớn đến việc hình thành hệ thống nứt nẻ và sau đó là các hoạt động nhiệt dịch đóng vai trò chính trong sự hình thành hệ thống nứt nẻ hàng hốc trong các khối móng nâng trước Kainozoi bể Cửu Long – điều kiện tiên quyết trong cơ chế hình thành thân dầu, khí mỏ Bạch Hổ. Từ các kết quả phân tích trên cho thấy, việc tồn tại nhiều khu vực có độ rỗng thấm tốt nằm dưới sâu, chứng tỏ yếu tố nhiệt dịch có vai trò quan trọng thứ hai trong quá trình hình thành không gian thấm chứa trong khối móng nâng.

4.3.3 Điều kiện nạp và bảo tồn tích tụ dầu khí tại khối móng nâng mở Bạch Hổ:

Trên lát bất kỳ mặt cắt địa chất nào mỏ Bạch Hổ đều có thể quan sát thấy bề Cửu Long trong suốt thời kỳ hình thành bể, từ Eocene đến Pliocene không quan sát thấy hoạt động kiến tạo nâng lên, bào mòn cũng như hoạt động magma mạnh mẽ toàn bể. Ngược lại, toàn bể nằm trong trạng thái tạo rift và sụt lún liên tục ngoại trừ những nâng lên và phun trào địa phương hay cục bộ. Tập đá mẹ Ologocene lại nằm phủ chòm trên nóc móng tạo thành điều kiện nạp và bảo tồn tích tụ dầu khí khá tốt cho thân dầu trong đá móng mở Bạch Hổ.

Trên cơ sở số liệu, hệ phương pháp nghiên cứu, điều kiện hình thành trên tác giả đề xuất quy trình nghiên cứu cơ chế hình thành thân dầu móng nứt nẻ mở Bạch Hổ như sau:

- ✓ Đánh giá điều kiện đá sinh và hình thành bể của khối móng nghiên cứu: Khối đá móng nâng phải được bao phủ bởi tập đá sinh hydrocarbon có chất lượng cao, đồng thời tập đá sinh này lại đóng vai trò tầng chắn cho các tích tụ dầu khí trong khối đá móng nâng
- ✓ Đánh giá điều kiện hình thành không gian thấm chứa: Chú trọng vào các pha hoạt động kiến tạo, đặc biệt các pha nén ép tác động lên khối móng nâng; cần nghiên cứu các nguyên nhân khác đặc biệt là quá trình thủy nhiệt.
- ✓ Đánh giá điều kiện nạp và bảo tồn tích tụ dầu khí: Các tầng sinh chính kê áp vào khối móng nâng, có các kênh dẫn (tầng cát, đứt gãy) kê áp và hướng



Hình 4-37 Quy trình nghiên cứu cơ chế hình thành thân dầu trong khối móng nâng

về khối móng. Không có các hoạt động phun trào mạnh xảy ra khi dầu đã di cư vào bề mặt.

- ✓ Cuối cùng là đánh giá độ tin cậy của kết quả nghiên cứu xác định cơ chế hình thành qua các tài liệu thực địa, địa chấn, địa vật lý giếng khoan và mẫu lõi.

4.4 Áp dụng Phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong đá móng.

4.4.1 Luận giải phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong đá móng một số cấu tạo trong nước

Cấu tạo **Bảo Bình và Hải Sư Đen Thỏa mãn các điều kiện (a, b, c) trong cơ chế hình thành thân dầu trong móng**: cả hai cấu tạo này đều có dầu khai thác từ móng nứt nẻ. Đối với mỏ **Đại Hùng Chỉ thỏa mãn các điều kiện (b, c) trong cơ chế hình thành thân dầu trong móng**, cho đến nay vẫn chưa gặp khu vực sản phẩm nào có giá trị công nghiệp trong đá móng nứt nẻ ở mỏ Đại Hùng.

4.4.2 Luận giải phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong đá móng ở các cấu tạo nước ngoài.

Bể trầm tích **Pletmos** các điều kiện đều thỏa 3 điều kiện hình thành thân dầu trong khối nâng móng nứt nẻ, ở đây có 01 giếng khoan vào khối móng nâng và đã thu được dầu khí trong khối móng nâng. Theo phương pháp luận khối trung tâm của cấu tạo này có tiềm năng tuy nhiên cần đánh giá kỹ hơn tầng sét phủ của khối nâng trung tâm và khả năng chắn của đứt gãy. **Lancaster** được coi là khám phá dầu trong móng đầu tiên tại vương quốc, theo Robert Trice 2009 trữ lượng từ 62 -456 triệu thùng, đến 2018 trữ lượng dự tính 1154 triệu thùng. Theo thông báo mới nhất từ Hurricane Energy (2019) dòng dầu thử vỉa tại tầng móng tại cấu tạo Lancaster là 20.000 thùng/ngày, đây là trữ lượng rất lớn. Cấu tạo này thỏa mãn đầy đủ 03 điều kiện hình thành thân dầu trong khối móng nâng. Tương tự với mỏ **Tanjung nam Kalimantan** Indonesia có cấu tạo khối móng nâng cũng thỏa mãn 03 điều kiện và cũng đã khai thác dầu trong đá móng. Dựa trên sự phù hợp của phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong đá móng tác giả nhận thấy cấu trúc **Siberian Platform** có khả năng lớn tồn tại thân dầu, khí trong

khối móng nâng vì hai khối nâng đều thỏa mãn ba điều kiện của phương pháp luận.

KẾT LUẬN

Với cách tiếp cận hệ thống thống nhất trên cơ sở tổng hợp các nguồn tài liệu từ các nghiên cứu trước, xử lý các nguồn tài liệu: thực địa, địa chấn, địa vật lý giếng khoan tác giả đã minh chứng:

- Cơ chế hành thành và đặc trưng nứt nẻ hang hốc:
 - Tại bồn trũng Cửu Long, hoạt động kiến tạo đóng vai trò quan trọng nhất trong việc thành tạo không gian thấm chứa của các khối móng nâng chứa dầu. Kế tiếp là hoạt động nhiệt dịch là quá trình ảnh hưởng đến không gian thấm chứa trong khối móng nâng.
 - Mô hình phân tích lực đã chứng minh cơ chế hình thành hệ thống đứt gãy xiên chéo trong khối móng nâng và quá trình dịch chuyển của khối phù hợp với tài liệu minh giải.
 - Khẳng định tính đúng đắn, phù hợp khi sử dụng phần mềm WellInsigh-FRP với mô hình đa khoáng từ đó xác định giá trị đo trên đường cong địa vật lý giếng khoan phục vụ đánh giá đặc tính thấm chứa của thân dầu trong khối móng nâng. Các biểu đồ cross plot đặc biệt là hai biểu đồ DT-NPHI và RHOB-NPHI cho phép đánh giá nhanh các khoảng có thể cho dòng trong thân dầu móng.
 - Việc kết hợp các thuộc tính địa chấn cho phép làm rõ đặc trưng nứt nẻ, hai thuộc tính kết hợp cho kết quả tốt bao gồm thuộc tính RMS trên nền RAI và thuộc tính Gradient manitude trên nền RAI, Kết hợp minh giải thuộc tính địa chấn và minh giải địa vật lý giếng khoan cho kết quả có tính tương thích cao.
- Cơ chế hành thành thân dầu trong đá móng:

- Qua việc sử dụng cách tiếp cận hệ thống thống nhất vào nghiên cứu thân dầu trong khối móng nâng mỏ Bạch Hồ đã xây dựng phương pháp luận nghiên cứu thân dầu trong đá móng mỏ: Thân dầu chỉ hình thành trong đá móng khi trải qua và thỏa mãn đầy đủ 3 điều kiện:
 - a) Điều kiện đá sinh và hình thành bể của khối móng nghiên cứu: Khối đá móng nâng phải được bao phủ bởi tập đá sinh hydrocarbon có chất lượng, đồng thời tập đá sinh này lại đóng vai trò tầng chắn cho các tích tụ dầu khí trong khối đá móng nâng.
 - b) Điều kiện hình thành không gian thấm chứa: Chú trọng vào các pha hoạt động kiến tạo đặc biệt các pha nén ép tác động lên khối móng nâng; cần nghiên cứu các nguyên nhân khác: co ngót magma, phong hóa, thay đổi áp suất thủy tĩnh, thủy nhiệt
 - c) Điều kiện nạp và bảo tồn tích tụ dầu khí: Các tầng sinh chính kề áp vào khối móng nâng, có các kênh dẫn (tầng cát, đứt gãy) kề áp và hướng về khối móng. Bể trầm tích phải trải qua quá trình sụt lún liên tục và không có các hoạt động phun trào mạnh xảy ra khi dầu đã di cư vào bể.
- Áp dụng phương pháp luận đánh giá các khối móng nâng trong và ngoài nước cho thấy các cơ chế trên đều thỏa mãn đã hình thành nên mỏ dầu lớn trên thế giới tới thời điểm hiện nay cho thấy tính tương thích cao của phương pháp luận.

KIẾN NGHỊ

Thân dầu móng mỏ BH có đặc điểm nổi bật là thân dầu phi truyền thống, chịu tác động ảnh hưởng bởi nhiều cơ chế đặc thù, phức tạp nên rất cần sớm triển khai các nghiên cứu, ứng dụng, làm sáng tỏ tính chuyên biệt đã nêu nhằm tối ưu hóa quá trình tăng cường, thu hồi dầu đối với mỏ BH và các đối tượng tương tự.

- Nghiên cứu thực địa: ngoài các yếu tố cấu kiến tạo cần nghiên cứu thêm các di chỉ bền vững của các quá trình biến đổi thứ sinh như phong hóa và đặc biệt là quá trình thủy nhiệt.

- Phương pháp địa chấn: Nên triển khai các phương thu nổ trong giếng khoan, hoặc nổ trong giếng khoan thu trên biển hoặc đáy biển để có nhiều tín hiệu có ích hơn từ địa chấn.
- Đẩy mạnh phát triển ứng dụng Wellinsight trong đánh giá thân dầu trong đá móng, thêm tool khoanh vùng tương tự như phần mềm minh giải AVO (khoanh vùng triển vọng từ biểu đồ cross plot)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hiệp và nnk, “Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam,” NXB KH & KT,, Hà nội, 2017.
- [3] A. Belaidi, D. A. Bonter, C. Slightam and R. C. Trice, “The Lancaster Field: progress in opening the UK’s fractured basement play,” *Geological Society*, tập June 7 published online <https://pgc.lyellcollection.org/>, số 0016-7649, p. 385–398, 2019.
- [4] Trịnh Xuân Cường, Nghiên cứu đặc trưng đá chứa móng nứt nẻ mở Bạch Hổ, Hà Nội: Luận án tiến sĩ Trường ĐH. Mỏ - Địa Chất, 2007.
- [5] Tạ Thị Thu Hoài, Lịch sử phát triển biến dạng Mesozoi muộn - Kainozoi bồn trũng Cửu Long và lục địa kế cận và mối liên quan với hệ thống dầu khí, Hồ Chí Minh: Luận án tiến sĩ địa chất trường đại học Bách Khoa tp.HCM, 2011.
- [6] Vietsovpetro, “Báo cáo tính lại trữ lượng dầu khí hòa tan mỏ Bạch Hổ đến thời điểm 01.01.2011,” quyển I, Viện NCKH&KT dầu khí biển, Vũng tàu, 2012.
- [7] Keishi Nakashima, “Petroleum Potential in the East Siberian Region,” *Journal of the Japanese Association for Petroleum Technology*, June 2004, số 1931-4981, p. DOI: 10.3720/japt.70.132 , 2004.
- [8] Trinh Xuan Cuong* and J. K. Warren**, “Bach Ho field, a fractured granitic basement reservoir, Cuu Long basin, offshore se Vietnam: a “buried-hill” play,” *Journal of Petroleum Geology*, tập 32(2), số 1747-5457, pp. 129-156, 2009.
- [9] Trần Đức Lâm, Nghiên cứu độ thấm đá móng granitoid mỏ Bạch Hổ bằng mạng neuron nhân tạo, Hà Nội: Luận án tiến sĩ Trường ĐH Mỏ - Địa Chất, 2010.

- [10] Nguyễn Anh Đức, Đặc điểm nứt nẻ trong đá móng granitoid mỏ Hải Sư Đen trên cơ sở phân tích tổng hợp tài liệu địa vật lý giếng khoan và thuộc tính địa chấn, Hà Nội: Luận án tiến sĩ Trường ĐH. Mỏ - Địa Chất, 2015.
- [11] Gwang H. Lee et al., “Geologic Evolution of The Cuu Long and Nam Con Son Basin, Offshore Southern Vietnam, South China Sea,” *AAPG Bulletin*, V85, No.6, số 0149-1423, pp. 1051-1082, 2001.
- [12] Hoàng Văn Quý, Demuskin, IU. I., Phùng Đắc Hải, “Đặc trưng thân dầu móng trong khối đá móng mỏ Bạch Hổ,” trong *Tuyển tập báo cáo khoa học 15 năm XNLD Vietsovpetro*, Hà nội, 1998.
- [13] Ngô Thường San và Cù Minh Hoàng, “Chất Lượng tầng Chứa Paleogen Bể Cửu Long,” trong ” *trong Tuyển Tập Báo Cáo Hội Nghị Khoa Học – Công Nghệ “Viện Dầu Khí Việt Nam 30 Năm Phát Triển và Hội Nhập*, Hà Nội, 2008.
- [14] Popov V.I., Rabinovich A. A., Tunov N. I., “Mô hình bể chứa thân dầu trong khối granite,” *Tạp chí dầu khí*, 28-1986, số 0866-854X, pp. 27-30, 1986.
- [15] Vinh Ngo Xuan, “Main alteration processes of graniteoid basement rocks of the Cuu Long basin and the relationship to their reservoir properties,” *PetroVietnam Review*, 24-1999, số 0866-854X, pp. 18-30, 1999.
- [16] Trần Lê Đông, Hoàng Đình Tiến, Nguyễn Thuý Quỳnh, “Quá trình hình thành thân dầu móng mỏ Bạch Hổ, Trũng Cửu Long,” *Tạp chí dầu khí*, 21-2002, số 0866-854X, pp. 12-25, 2002.
- [17] Nguyen Xuan Huy, Ngo Thuong San, W. Bae, Cu Minh Hoang, “Formation Mechanism and Petroleum System of Tertiary Sedimentary Basins, Offshore Vietnam,” *Energy Sources*, Part A, 36, sn 1556-7036, p. 1634–1649, 2014.
- [19] Hoàng Đình Tiến, Utoplenikov V. K. Trần Lê Đông, Nguyễn Thuý Quỳnh, “Đặc điểm địa hoá đá mẹ Kainozoi bể Cửu Long”, *Tạp chí dầu khí*, 27-2004, số 0866-854X, pp. 2-8, 2004.
- [20] Hoàng Đình Tiến, Nguyễn Thuý Quỳnh, “Nguồn gốc dầu khí trong đá granite 2 micran bị nứt nẻ và phát triển hang hốc ở mỏ Bạch Hổ trũng Cửu Long”, ” *Tạp chí dầu khí*, số (8-2000), số 0866-854X, pp. 1-12, 2000.

- [22] Hoàng Văn Quý, Nguyễn Xuân Khá, Nguyễn Thị Hải Hà, Địa Vật Lý Giếng Khoan, Hồ Chí Minh: Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia TP.Hồ Chí Minh, 2018.
- [23] Trần Lê Đông, Kireev, “Vai trò kiến tạo khối dạng luống chồng trong sự hình thành các cấu trúc trũng Cửu Long và Nam Côn Sơn,” trong *Tuyển tập báo cáo khoa học 15 năm XNLD Vietsovpetro*, Hà nội, 1998.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Tạp chí quốc tế

1. Nguyen Xuan Kha, Tran Van Xuan*, Pham Xuan Son, Hoang Van Quy, Trung Quoc Thanh, Luong Bao Minh, Nguyen Thi Y Nhi, "Validity of geophysics method to determine multi-mineral Model, specific porosity, permeability of basement rock in the Cuu Long basin, Vietnam," *Transylvanian Review*, Vols. XXVII, No. 36, no. 1221-1249, pp. 9229-9238, 2019.
2. Nguyen Xuan Kha, Tran Van Xuan*, Pham Xuan Son, Hoang Van Quy, Trung Quoc Thanh, Nguyen Tuan, Nguyen Thi Thu Trang " Special System Approach to Assessing the Oil Potential in Fractured Basement in the White Tiger Field, Cuu Long Basin, Offshore Vietnam " *Transylvanian Review*, Vols. XXVII, No. 45, no. 1221-1249, pp. 9229-9238, 2019.

Tạp chí trong nước

1. Nguyễn Xuân Khá, Trương Quốc Thanh, Trần Văn Xuân, Phạm Xuân Sơn, Hoàng Văn Quý, "Xác định phân bố độ rỗng và độ thấm của thân dầu trong đá móng mỏ Bạch Hổ theo tài liệu mẫu lõi và địa vật lý giếng khoan," *Phát triển khoa học và công nghệ*, vol 18. K5-2016, no. 1859-0128, pp. 202-210, 2016.
2. Nguyễn Xuân Khá, Trương Quốc Thanh, Nguyễn Xuân Huy, Trần Văn Xuân, Phạm Xuân Sơn, Hoàng Văn Quý, "Xác định phân bố độ rỗng trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ bằng tài liệu địa vật lý giếng khoan," *Phát triển khoa học và công nghệ*, Vol 17. K5-2014, no. 1859-0128, pp. 139-144, 2014

Kỹ yếu hội nghị quốc tế

1. Nguyen Xuan Kha¹, Pham Xuan Son², Hoang Van Quy², Trung Quoc Thanh¹, Tran Van Xuan¹, "Determining porosity distribution in fractured basement rock of White Tiger oilfield by logging data,," in *Asean++2014 The*

8th International conference on earth resources technology, Vung Tau - Việt Nam, 2014.

Kỷ yếu hội nghị trong nước

1. Nguyễn Xuân Khả, Phạm Xuân Sơn, Hoàng Văn Quý, Trương Quốc Thanh, Trần Văn Xuân, "Xác định phân bố độ rỗng và độ thấm thân dầu trong đá móng mỏ Bạch Hổ bằng tài liệu mẫu lõi và logging," in *Hội nghị khoa học và công nghệ lần thứ 14, Hồ Chí Minh - Việt Nam, 2015.*

Đề tài nghiên cứu khoa học

1. Cơ chế hình thành hệ thống nứt nẻ hang hốc trong thân dầu móng mỏ Bạch Hổ, Cấp ĐHQG loại C, Mã số: C2018-20-29/ĐHQG. Năm hoàn thành 2018.
2. Đặc trưng xâm nhập của nước vào thân dầu móng mỏ Sư Tử Đen và một số giải pháp tăng cường thu hồi dầu, Cấp ĐHQG loại B, Mã số: B2015-20-06/ĐHQG. Năm hoàn thành 2017.
3. Đặc trưng thấm chứa của thân dầu nứt nẻ, hang hốc trong đá móng mỏ Bạch Hổ và một số giải pháp cải thiện, gia tăng chất lượng tầng chứa, Cấp ĐHQG loại C, Mã số: C2015-20-31/ĐHQG. Năm hoàn thành 2017.
4. Đặc trưng nứt nẻ, hang hốc trong đá móng mỏ Bạch Hổ, Cấp trường, Mã số: TNCS-2014-ĐCDK-10. Năm hoàn thành 2014.

Sách – giáo trình

1. Hoàng Văn Quý, Nguyễn Xuân Khả, Nguyễn Thị Hải Hà, Địa vật lý giếng khoan, Hồ Chí Minh: Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh, 2018.