

Phát hiện thân dầu đặc biệt hiếm có trong đá móng mỏ Bạch Hổ và phương pháp luận trong nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò dầu khí trong đá móng nứt nẻ và hang hốc

ThS. Đặng Ngọc Quý, PGS.TS. Hoàng Văn Quý
 Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí

Bạch Hổ là mỏ dầu lớn nhất trên thềm lục địa nước ta bao gồm nhiều thân dầu phân bố liên tục từ Miocen dưới tới Oligocen trên, Oligocen dưới và móng đá kết tinh tuổi trước Đệ tam. Trong đó, thân dầu trong đá móng nứt nẻ - hang hốc trước Đệ tam đặc trưng bởi chiều cao lên tới gần 2.000m và hàng loạt giếng khoan cho lưu lượng ban đầu trên dưới 1.000 tấn/ngày đêm đã đưa mỏ Bạch Hổ trở thành một trong những mỏ dầu đặc biệt hiếm có trên thế giới [1].

1. Tổng quan về phát hiện thân dầu trong đá móng

Phân bố trên dải nâng Trung tâm của bồn trũng Cửu Long, thân dầu trong móng mỏ Bạch Hổ với chiều dài gần 30km, chiều rộng từ 6 - 8km và chiều cao đạt tới 1.800m đã được phát hiện. Ngày 3/6/1987, Liên doanh Vietsovpetro tiến hành thử vỉa giếng khoan BH-6, được khoan vào đối tượng chính là Oligocen dưới nhưng có 23m vào móng kết tinh với mục đích chứa đựng rác kỹ thuật. Tuy nhiên, trong quá trình khoan vào lát cắt trong đá móng đã phát hiện biểu hiện dầu khí trong dung dịch và mẫu vụn đưa lên. Kết quả thử vỉa cho dòng dầu tự phun không lẫn nước với lưu lượng 477 tấn/ngày đêm. Có ý kiến cho rằng dòng dầu tự phun chính là dòng dầu từ lát cắt đá móng nứt nẻ trước Đệ tam, nhưng cũng có ý kiến cho rằng không thể có chuyện “chiếc đèn treo ngược”. Dòng dầu từ lát cắt Oligocen dưới chảy qua vành khuyên xi măng [2]. Để kiểm tra, Vietsovpetro đã quyết định bắn vỉa lát cắt Oligocen dưới và thử chung cả lát cắt thân trần trong đá móng kết tinh. Kết quả thu được dòng dầu tự phun không lẫn nước với lưu lượng 480 tấn/ngày đêm.

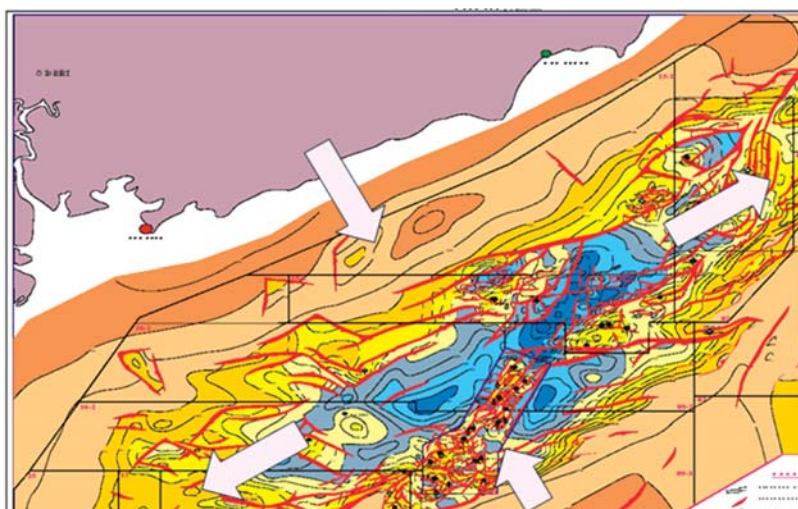
Bên cạnh niềm vui với kết quả trên đã khẳng định dòng dầu thu được rõ ràng từ lát cắt Oligocen dưới, một nhóm chuyên gia có kinh nghiệm cho rằng hãy bình tĩnh tìm kiếm giải pháp để khẳng định một cách khoa học. Cuối cùng, Vietsovpetro và lãnh đạo 2 phía quyết định tìm kiếm giếng khoan đã được khoan vào móng nhưng phía trên móng không có lớp phủ trầm tích Oligocen dưới. Giếng khoan BH-1 được khoan vào móng năm 1986 với chiều dày 75m đã được bịt bằng cầu xi măng sau khi thử nhưng ban đầu chỉ thu được filtrate của dung dịch khoan. Sau khi một khối lượng lớn filtrate dung dịch khoan được hút hết ra thì dòng dầu không lẫn nước với lưu lượng 407 tấn/ngày đêm phun lên, thổi bùng ngọn lửa hân hoan của

Hà Nội và Moscow. Ngày 6/9/1988 được coi là ngày khẳng định bể Cửu Long tồn tại hiện tượng “bóng đèn treo ngược” - dưới lớp phủ trầm tích có tích tụ dầu khí trong đá móng kết tinh trước Đệ tam.

Sau khi phát hiện trong khối móng nâng trước Đệ tam mỏ Bạch Hổ tồn tại tích tụ dầu khí với lưu lượng khá lớn, Vietsovpetro đã tiến hành chiến dịch thăm dò đối tượng này. Một loạt giếng khoan sâu đã được tiến hành. Năm 1992, giếng khoan sâu nhất vào móng mới đạt độ sâu là -4.121m cho dòng dầu tự phun không lẫn nước 800 tấn/ngày đêm. Các giếng khoan tiếp theo cứ tiếp tục sâu hơn nữa vào khối đá móng. Giếng sâu nhất được khoan vào móng là giếng 9.005 với độ sâu -5.013m. Hàng loạt giếng cho dòng dầu tự phun không lẫn nước với lưu lượng trên dưới 1.000 tấn/ngày đêm. Với việc đưa thân dầu khổng lồ trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ vào hoạt động khiến sản lượng khai thác dầu của Vietsovpetro tăng nhanh chóng theo từng năm. Sau gần 25 năm kể từ khi khai thác tấn dầu đầu tiên (ngày 26/6/1986) Vietsovpetro đã khai thác tấn dầu thứ 200 triệu từ hai mỏ Bạch Hổ và Rồng vào ngày 8/8/2012.

Các mốc thời gian quan trọng trong quá trình khai thác của Vietsovpetro

- Khai thác tấn dầu thứ 1 triệu vào ngày 29/12/1988;
- Khai thác tấn dầu thứ 5 triệu vào ngày 5/12/1990;
- Khai thác tấn dầu thứ 10 triệu vào ngày 2/3/1992;
- Khai thác tấn dầu thứ 50 triệu vào ngày 12/10/1997;
- Khai thác tấn dầu thứ 100 triệu vào ngày 21/11/2001;
- Khai thác tấn dầu thứ 150 triệu vào ngày 4/12/2005;
- Khai thác tấn dầu thứ 180 triệu vào ngày 9/6/2009;
- Khai thác tấn dầu thứ 200 triệu vào ngày 8/8/2012.

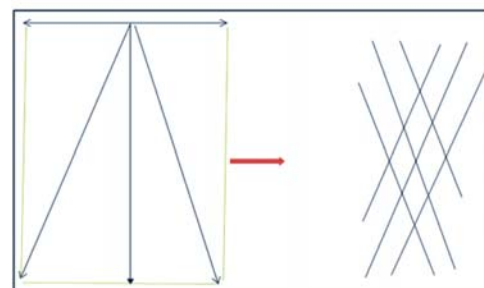


Hình 1. Sơ đồ bồn trũng Cửu Long và trường ứng suất nén ép xảy ra sau các pha tách giãn sụt lún [1, 2]

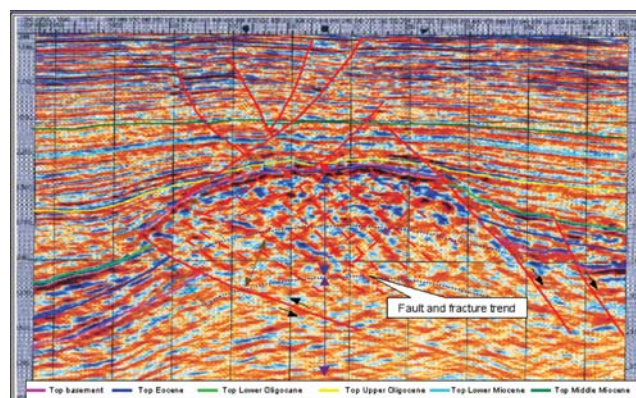
Năm 1993, Hội đồng xét duyệt sơ đồ công nghệ khai thác mỏ Bạch Hổ đã kết luận thân dầu trong đá móng mỏ Bạch Hổ là thân dầu đặc biệt hiếm có trên thế giới. Việc phát hiện thân dầu đặc biệt hiếm có trong đá móng trước Đệ tam đã làm thay đổi quan điểm tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí ở Việt Nam, trong khu vực và có đóng góp quan trọng cho khoa học dầu khí thế giới. Sau đó, hàng loạt công ty dầu trên thế giới đã quay trở lại Việt Nam để tiến hành công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí. Nếu trước đây việc phát hiện ra thân dầu đặc biệt hiếm có trong đá móng mỏ Bạch Hổ Vietsovpetro đã làm nên điều kỳ diệu, thì trên cơ sở luận điểm mới việc 32 mỏ dầu nữa được phát hiện trong đá móng nứt nẻ thuộc bồn trũng Cửu Long đã làm nên điều kỳ diệu gấp bội, đặc biệt tại những lô trước đây nhiều công ty dầu khí từng bỏ ra hàng tỷ USD mà không thu được gì. Hiện nay, tổng sản lượng dầu khai thác được từ các mỏ dầu trong đá móng nứt nẻ chiếm phần lớn tổng sản lượng dầu khai thác của Petrovietnam.

2. Cơ chế hình thành các thân dầu trong đá móng trước Đệ tam

Trên cơ sở nghiên cứu đã phát hiện ở bể Cửu Long tồn tại 3 pha chuyển động kiến tạo quan trọng khiến hình thành các hệ thống phá hủy kiến tạo và nứt nẻ trong các khối móng nhô. Pha đầu tiên là pha nâng lên, bóc mòn bởi trường ứng suất nén ép vào thời kỳ cuối Oligocen sớm. Pha thứ hai là pha nâng lên, bóc mòn bởi trường ứng suất nén ép xảy ra vào thời kỳ Oligocen muộn. Đây là pha hoạt động có ảnh hưởng quan trọng nhất tới sự phá hủy khối móng nâng trước Đệ tam. Pha thứ ba xảy ra vào thời kỳ Miocen sớm.



Hình 2. Sơ đồ trường ứng lực theo 3 pha nén ép xảy ra tại bồn trũng Cửu Long. Lực từ trái qua phải là ứng lực nén ép theo hướng Tây Bắc - Đông Nam (Hình 1). Từ phải qua trái là ứng lực nén ép theo hướng Đông Nam - Tây Bắc (Hình 1). Lực từ trên xuống là lực trọng trường. Dưới sự tác động của trường ứng lực trên đã sinh ra trong khối macma nhiều hệ thống nứt nẻ cắt chéo nhau được biểu diễn bên phải hình vẽ



Hình 3. Mặt cắt địa chấn ngang mỏ Bạch Hổ [1, 2]

Hình 3 cho thấy rõ 2 hệ thống nứt nẻ cắt chéo nhau trong khối móng nhô và đứt gãy nghịch được hình thành bởi lực nén ép ngang theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Thân dầu trong khối móng nâng mỏ Bạch Hổ thành tạo do tích tụ hydrocarbon dịch chuyển từ trầm tích Oligocen tập trung chủ yếu ở lồi Trung tâm, được dự báo vào thời kỳ Miocen. Trong quá trình tích tụ hydrocarbon đã nén đẩy nước vỉa sang phía Đông Bắc vào trầm tích Oligocen và xuống đáy để tham gia vào quá trình biến đổi thứ sinh. Sau khi lấp đầy không gian lỗ hổng trong khối móng nhô hydrocarbon tiếp tục dịch chuyển tràn lên trầm tích Oligocen dưới phía Đông Bắc khiến đặc trưng dầu của Oligocen dưới, khối Đông Bắc khá tương tự dầu trong khối móng nâng. Do cơ chế thành tạo như vậy nên thân dầu trong khối móng nâng không phát hiện ranh giới dầu nước. Ranh giới dưới của thân dầu hiện nay được xác định là mặt cong khúc khuỷu với độ sâu sâu nhất là -4.850m. Tuy nhiên, ở khối riêng biệt Đông Bắc ranh giới này phát hiện có độ sâu -4.900m.

Khối móng trước Đệ tam mỏ Bạch Hổ được thành tạo qua nhiều thời kỳ bởi 3 phức hệ đá xâm nhập chính,

xuyên cắt nhau, chòem phủ lên nhau. Đó là phức hệ Hòn Khoai (194 - 245 triệu năm), phức hệ Định Quán (135 - 173 triệu năm) và phức hệ Ankroet (trên dưới 90 triệu năm). Hình 4 trình bày mặt cắt địa chất khối móng nhô mỏ Bạch Hổ với 3 phức hệ đá chống chéo, xuyên cắt nhau.

Với mục đích nghiên cứu đã đề xuất nhiều mô hình đá chứa đối với thân dầu trong đá móng nứt nẻ nhưng mô hình đá chứa được nhiều người chấp nhận nhất là mô hình đá chứa bao gồm [2]:

- Đới nứt nẻ lớn, được thành tạo trong quá trình chuyển động kiến tạo, bao gồm những hệ thống nứt nẻ cắt chéo nhau, đặc trưng bởi khả năng thấm thủy động lực. Đây là đới cho dòng và tiếp nhận nước bơm ép, với độ thấm có thể lên tới hàng nghìn mDarcy.
- Đới nứt nẻ nhỏ micro, chủ yếu được thành tạo bởi quá trình hoạt động kiến tạo, bất định hướng, đặc trưng bởi thấm mao dẫn, phát triển chủ yếu dọc theo các bề mặt của các nứt nẻ lớn, đóng góp quan trọng vào việc chứa và cung cấp dầu cho các đới thấm thủy động lực.

- Hệ thống hang hốc, thành tạo bởi quá trình hoạt động thủy nhiệt xảy ra sau hàng chục triệu năm, phân bố dọc theo các mặt nứt nẻ lớn, liên thông chúng, mở rộng khả năng thấm chứa của chúng.

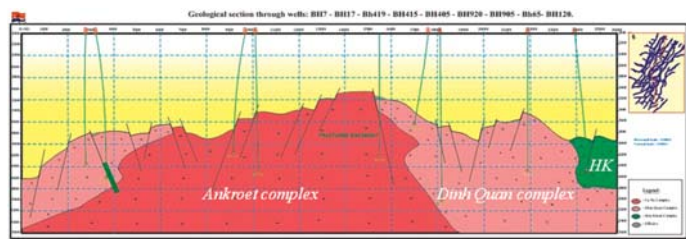
- Khối đá không bị phá hủy, đặc trưng bởi không gian lỗ hổng giữa hạt không có khả năng thấm chứa chất lưu, không được coi là đá chứa.

3. Phương pháp luận trong nghiên cứu tìm kiếm, thăm dò dầu khí trong đá móng nứt nẻ

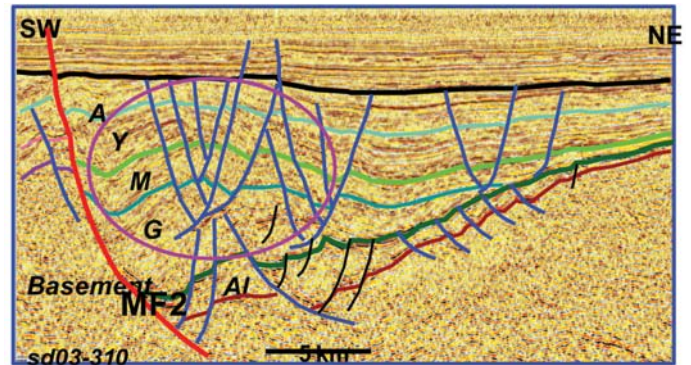
Thân dầu trong đá móng nứt nẻ, đặc trưng bởi cấu trúc địa chất hết sức phức tạp, mức độ bất đồng nhất cao là thân dầu loại không truyền thống, để nghiên cứu đòi hỏi phải có cách tiếp cận riêng biệt. Trên cơ sở tích lũy kinh nghiệm sau hơn 20 năm tìm kiếm thăm dò và khai thác thân dầu không truyền thống này, nhóm tác giả đề xuất phương pháp tiếp cận hệ thống nghiên cứu các tích tụ dầu khí trong đá móng nứt nẻ và hang hốc, trên cơ sở áp dụng các phương pháp sau [3]:

3.1. Phương pháp phân 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 nhưng lại có mối quan hệ mật thiết với nhau. Trong mỗi cấu tử thành phần, ở mức độ này hay mức độ



Hình 4. Mặt cắt địa chất khối móng nâng mỏ Bạch Hổ với hệ thống giếng khoan thăm dò và khai thác [1, 2]



Hình 5. Cấu tạo dương trong lớp phủ trầm tích phản ánh quá trình ứng suất nén ép, nâng lên, bóc mòn - cơ chế hình thành hệ thống phá hủy kiến tạo và nứt nẻ trong khối móng nâng

khác đều phản ánh quá trình tiến hóa của các cấu tử khác. Chính vì vậy để nghiên cứu một cấu tử thành phần riêng biệt không chỉ có nghiên cứu cấu tử đó mà cần phải nghiên cứu tất cả hệ thống thống nhất hay cách tiếp cận hệ thống. 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, Oligocen dưới, Oligocen trên, Miocen dưới, Miocen trung, Miocen trên, Pliocen 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 đới tương ứng còn lại, trong đó có móng trước Đệ tam. Trong Hình 5, ta thấy nghiên cứu cấu tạo dương hình thành trong các phân vị địa tầng từ A đến G cho phép nghiên cứu trường ứng suất nén ép, hướng, ứng lực và ảnh hưởng của chúng đến sự phá hủy kiến tạo đối với móng kết tinh. Ngoài sự hình thành các cấu tạo dương, hệ thống phá hủy kiến tạo trong lớp phủ trầm tích, trong các điểm lộ, ví dụ đối với bể Cửu Long, kéo dài từ điểm lộ Kê Gà đến Phan Thiết, phản chiếu khá rõ hệ thống đứt gãy và nứt nẻ kiến tạo trong khối móng nâng trước Đệ tam mỏ Bạch Hổ và các mỏ khác. Tóm lại nghiên cứu hệ thống phá hủy kiến tạo trong lớp phủ trầm tích và các điểm lộ móng trước Đệ tam, phân tích trường ứng suất hình thành các cấu tạo ở lớp phủ... cho phép làm sáng tỏ cơ chế hình thành hệ thống phá hủy kiến tạo, nứt nẻ và đặc điểm phân bố của chúng trong khối móng nâng bên dưới. Hay nói cách khác các đặc trưng cấu

kiến tạo mỗi phân vị địa tầng lớp phủ và điểm lộ, ở mức độ nhất định, phản chiếu quá trình tiến hóa kiến tạo của các phân vị địa tầng khác trong phạm vi bề trầm tích, trong đó có móng đá kết tinh. Để nghiên cứu thân dầu trong đá móng kết tinh cần thiết phải nghiên cứu toàn bộ bề trầm tích, bao gồm các phân vị địa tầng lớp phủ, các mặt bất chỉnh hợp, các cấu tạo, các hệ thống đứt gãy trong lớp phủ đến các điểm lộ... Thông qua việc nghiên cứu toàn bộ hệ thống thống nhất các vấn đề như lịch sử phát triển địa chất, quá trình tiến hóa kiến tạo, cơ chế hình thành hệ thống phá hủy kiến tạo, nứt nẻ và đặc điểm phân bố trong khối móng nâng đã được làm sáng tỏ.

Nghiên cứu đá móng kết tinh trên cơ sở nghiên cứu toàn bộ bề trầm tích, các điểm lộ đá móng kết tinh lân cận là bản chất của phương pháp phản chiếu hệ thống thống nhất.

3.2. Luận điểm 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, ví dụ như thân dầu trong đá móng nứt nẻ cần thiết tìm kiếm các di chỉ bền vững phản ánh quá trình tiến hóa của đối tượng.

3.3. Luận điểm đặc thù riêng biệt

Mỗi đối tượng địa chất, cụ thể như móng nứt nẻ và hang hốc trước Đệ tam 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 thẩm 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 FR 5.0, bắt buộc phải tiến hành phân tích mẫu trụ đủ kích thước của mẫu lõi lấy từ khối đá móng mà không có mẫu lõi của đối tượng địa tầng khác thay thế được.

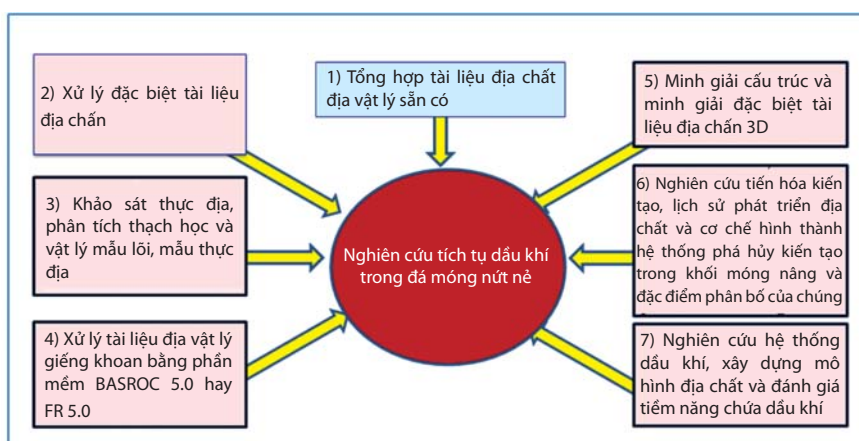
Hình 6 trình bày sơ đồ khối của phương pháp luận tổng thể (phương pháp tiếp cận hệ thống) nghiên cứu tích tụ dầu khí trong đá móng nứt nẻ, hang hốc. Trong phương pháp tiếp cận hệ thống các tác hệ thành phần được nhóm thành 2 nhóm. Nhóm thứ nhất là nhóm xử lý và phân tích (2, 3, 4). Nhóm thứ hai là nhóm nghiên cứu tổng hợp trừu tượng (1, 5, 6, 7).

4. Kết luận

Việc phát hiện ra thân dầu đặc biệt hiếm có trên thế giới trong đá móng nứt nẻ mở Bạch Hổ là một đóng góp rất lớn cho Ngành Dầu khí Việt Nam, trong khu vực và góp phần bổ sung quan trọng cho khoa học dầu khí thế giới. Đây là loại thân dầu phi truyền thống có cấu trúc địa chất đặc biệt phức tạp, muốn nghiên cứu đòi hỏi phải có cách tiếp cận hệ thống, riêng biệt. Phương pháp phản chiếu hệ thống thống nhất, trên thực tế đã được nhóm tác giả và nhiều nhà nghiên cứu áp dụng thành công ở bể Cửu Long, bể Melut (Cộng hòa Sudan); sẽ được áp dụng ở khu vực SK 305 (Malaysia), móng trước Jura (Uzbekistan). Đây là phương pháp nghiên cứu tổng hợp cho phép đánh giá đầy đủ đối tượng móng nứt nẻ và hang hốc góp phần nâng cao hiệu quả nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò tích tụ dầu khí trong đối tượng đặc biệt quan trọng này.

Tài liệu tham khảo

1. Tran Le Dong, Hoang Van Quy. *White Tiger oil field basement reservoir and the improvement of its development*. The first international conference "Fractured basement reservoir". Vung Tau. 2006.
2. Hoang Van Quy. *The oil reservoir of the basement of White Tiger oil field and the solution to regulation of the production regime for enhancing oil recovery*. The second international conference "Fractured basement reservoir". Vung Tau. 2008.



Hình 6. Sơ đồ khối của phương pháp luận tổng thể nghiên cứu tích tụ dầu khí trong đá móng nứt nẻ và hang hốc