



Sự cần thiết phải thu nổ lại địa chấn 3D và xử lý tài liệu bằng công nghệ cao phù hợp với điều kiện địa chất đặc thù mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn tận thăm dò

KS. Nguyễn Đình Hợp

Tóm tắt

Cấu tạo Bạch Hổ do Công ty Dầu khí Mobil (Hoa Kỳ) phát hiện bằng tài liệu địa chấn 2D và giếng khoan sâu tìm kiếm đầu tiên (Wildcat) BH-1X phát hiện dầu khí từ tầng sản phẩm Miocen hạ vào năm 1974. Từ những năm 80 của thế kỷ trước đến nay, Liên doanh Việt - Nga (Vietsovpetro) đã phát hiện thêm các đối tượng mới quan trọng như móng chứa dầu mỏ Bạch Hổ và đang tiếp tục thực hiện tìm kiếm thăm dò và khai thác mỏ này. Sự kiện quan trọng nhất là đã phát hiện và khai thác dầu khí trong đá móng granite nứt nẻ trước Đệ tam; các tầng sản phẩm được xác định nằm trong đá móng nứt nẻ và đá trầm tích ở các tuổi khác nhau, ở các độ sâu khác nhau. Sau một thời gian dài khai thác dầu khí với khối lượng lớn thì sản lượng khai thác tại mỏ hiện nay đã qua đỉnh điểm và đang ở giai đoạn suy giảm, hơn nữa việc bơm một khối lượng nước tương tự vào vỉa làm bức tranh phân bố dầu - nước tại mỏ Bạch Hổ thay đổi mạnh.

Hiện nay, Vietsovpetro vẫn đang sử dụng tài liệu địa chấn 3D thu nổ từ năm 1992 (khi mỏ mới được đưa vào khai thác) để điều chỉnh mạng lưới các giếng khoan phát triển mỏ nên việc liên kết tài liệu giếng khoan với tài liệu địa chấn rất khó khăn. Sự kiện giếng khoan BH-19 và các giếng khoan khác cho thấy tính phức tạp của mỏ đồng thời cũng chỉ ra tiềm năng dầu khí còn ẩn chứa ở những vị trí khác nhau và độ sâu khác nhau cần được làm sáng tỏ. Do đó tài liệu địa chấn 3D hiện đang dùng không đáp ứng được yêu cầu nghiên cứu và sản xuất, cần phải có tài liệu giàu thông tin và độ chính xác cao mang tính đột phá và phù hợp với cấu trúc địa chất phức tạp của mỏ Bạch Hổ.

Công nghệ thu nổ và xử lý địa chấn hiện đại giúp các nhà địa chất tháo gỡ những khó khăn gặp phải khi dùng các tài liệu theo công nghệ truyền thống, trong đó tài liệu nền tảng quan trọng để nghiên cứu địa chất cho phát triển lại mỏ là tài liệu địa chấn 3D công nghệ cao; thu nổ địa chấn 3D nhiều góc phương vị hay góc phương vị rộng; xử lý bất đẳng hướng nghiên cứu nứt nẻ và xử lý tập trung đa điểm cho những vùng địa chất phức tạp, đối tượng nghiên cứu nằm ở sâu là những công nghệ mới khi công nghệ thông tin phát triển mạnh những năm gần đây và đã được áp dụng trong sản xuất.

Nội dung bài báo nêu lên sự cần thiết phải thu nổ lại địa chấn 3D và xử lý tài liệu bằng công nghệ cao, đáp ứng công tác thăm dò và khai thác dầu khí ở mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn hiện nay.

1. Mở đầu

Mỏ Bạch Hổ nằm ở bồn trũng Cửu Long thuộc khối nâng Trung tâm có tiềm năng dầu khí cao, có vị trí thuận lợi cho công tác thăm dò, khai thác dầu khí. Mỏ cách Tp. Vũng Tàu 125km về hướng Đông - Nam, cách bờ nơi gần nhất 70km, độ sâu nước biển 50m (Hình 1). Đây là loại mỏ có tầng chứa đặc biệt khác với các mỏ thông thường - móng granite nứt nẻ trước Đệ tam chứa dầu ở độ sâu từ 3.000m trở xuống. Tuy diện tích mỏ không rộng, nhưng chiều dày tầng sản phẩm chứa khối lượng dầu lớn và thuộc loại mỏ lớn trên thế giới. Dầu thô Bạch Hổ ít lưu huỳnh, tỷ trọng nhẹ, là loại dầu tốt, có giá trị thương mại cao. Nhà máy Lọc dầu Dung Quất mới bàn giao đi vào sản xuất thương mại cuối năm 2010 được thiết kế trên cơ sở chất lượng dầu thô Bạch Hổ. Vì vậy, nguồn đầu vào này cần được cung cấp đầy đủ và lâu dài kể cả khi Nhà máy mở rộng công suất.

Sản lượng khai thác dầu khí tại mỏ Bạch Hổ đã đạt đến đỉnh điểm (13,5 triệu tấn) vào các năm 2002, 2003 và hiện nay đang khai thác ở giai đoạn cuối, sản lượng khai thác dầu giảm dần, ở mức 6 triệu tấn trong năm 2010. Nhiều giếng khai thác đã và đang ngập nước hoặc ngưng làm việc. Mặc dù vậy, vấn đề thu hồi lại địa chấn 3D, 4D trên toàn mỏ Bạch Hổ chưa được chú ý để phục vụ cho công tác quản lý và tái phát triển mỏ nhằm khai thác tối đa lượng dầu còn lại, kéo dài đời mỏ, nâng cao hiệu quả khai thác mỏ.

2. Tình trạng mỏ Bạch Hổ

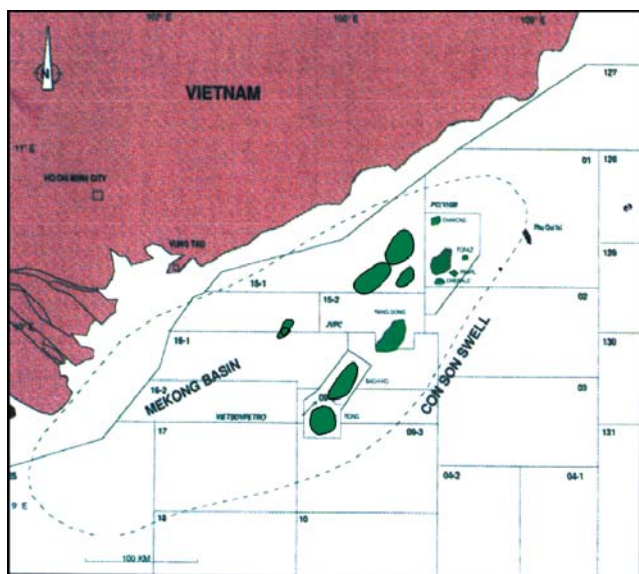
Trên mỏ Bạch Hổ hiện đang có đầy đủ hệ thống khai thác bao gồm: các giếng khai thác, các giếng bơm ép duy trì áp suất vỉa từ các giàn cố định MSP và các giàn nhẹ BK, hệ thống đường ống vận chuyển dầu khí, cấp điện ngầm, hệ thống xử lý sơ bộ dầu khai thác trên giàn công nghệ, hệ thống lưu trữ dầu và xuất dầu thương phẩm FSO...

Mỏ Bạch Hổ là mỏ dầu thuộc loại lớn. Các đối tượng khai thác bao gồm tầng móng nứt nẻ, trầm tích Oligocen, Miocen. Các giếng khai thác ở tầng móng giảm lưu lượng và ngập nước nhanh. Các đối tượng trầm tích chủ yếu là các thân cát có chiều dày không ổn định và dạng thấu kính khó xác định. Sản lượng khai thác dầu ở các đối tượng trầm tích nằm ở các độ sâu và tuổi khác nhau, chiếm tỷ lệ nhỏ so với sản lượng thu được ở tầng đá móng nứt nẻ. Do hệ thống đứt gãy có biên độ lớn theo các hướng khác nhau chia thành các khối biệt lập và độ sâu chứa dầu

cũng khác nhau nên chế độ khai thác và bơm ép gặp khó khăn. Việc xác định các thấu kính cát chứa dầu trong trầm tích Miocen, Oligocen và các vùng nứt nẻ chứa dầu trong móng để đưa giếng khoan vào đúng vị trí là một thách thức. Điều kỳ lạ của tầng chứa móng nứt nẻ khi phát hiện dầu là không có nước đáy. Do đã khai thác được gần 200 triệu tấn dầu, một khối lượng lớn khí đồng hành và tương tự một khối lượng lớn nước biển được bơm vào mỏ nên tình trạng phân bố dầu khí và nước trong lòng đất đã thay đổi đáng kể mà không thể xác định được bằng tài liệu địa chấn 3D thu hồi năm 1992 hiện đang sử dụng.

Việc bơm ép khối lượng lớn nước biển vào vỉa để duy trì áp suất nếu đúng vị trí, đúng độ sâu và đúng chế độ là một thành công lớn, khai thác được tối ưu lượng dầu khí của mỏ. Tài liệu địa chấn 3D thu hồi lần đầu (năm 1992) còn nghèo thông tin nứt nẻ và tài liệu giếng khoan có độ sâu hạn chế, thiếu tài liệu địa chấn 4D phản ánh trung thực tình trạng vỉa dầu, nhất là khi đã có sự thay đổi mạnh phân bố dầu - nước như hiện nay. Nếu việc bố trí các giếng khoan khai thác và bơm ép chưa hợp lý thì có một lượng dầu bị bỏ quên nằm lại trong vỉa. Phần dầu khí tích tụ cao trong phạm vi mỏ đã giảm đi đáng kể sau nhiều năm khai thác đã làm thay đổi tính chất vỉa, tính chất vật lý và do đó thông tin địa chấn cũng thay đổi. Tần số, biên độ phản xạ, tính liên tục trực đồng pha trên bề mặt phản xạ sẽ không còn như tài liệu cũ, dẫn đến khó khăn khi liên kết tài liệu địa chấn với tài liệu địa vật lý giếng khoan của các giếng khoan sau này.

Tại giếng BH-19, dầu được phát hiện ở độ sâu 4.331 - 4.861m TVDSS, tức là thấp hơn độ sâu trước đây đã xác định ở khu vực vòm Trung tâm mỏ Bạch Hổ. Các giếng khoan khác cũng có những sự kiện riêng nói lên sự phong phú của tầng chứa mỏ Bạch Hổ, cần làm sáng tỏ thêm các vị trí chứa dầu còn chưa được phát hiện. Đến nay, chưa thu hồi lại địa chấn (4D) bằng công nghệ mới nhất để có tài liệu chất lượng cao cung cấp thông tin tầng chứa và phân bố dầu - nước cần thiết cho nghiên cứu và điều chỉnh mạng lưới các giếng khoan khai thác và bơm ép. Việc khai thác tài liệu địa chấn chủ yếu vẫn chỉ là vẽ bản đồ các tầng ranh giới chuẩn các đơn vị địa tầng SH-3, 5, 7, 8, 10 và móng, chưa khai thác hết các thông tin địa chấn về biên độ, tần số, tốc độ cho nghiên cứu chi tiết địa tầng, thạch học, độ rỗng, độ bão hòa, hệ số Poisson... đối với các tầng chứa trong trầm tích và móng nứt nẻ cho nghiên cứu địa chất trong điều hành khai thác và quản lý mỏ.



Hình 1. Bản đồ vị trí khu vực mỏ Bạch Hổ [9]

Có một khó khăn tồn tại trong nghiên cứu địa chất mỏ Bạch Hổ liên quan đến liên kết số liệu địa chấn với số liệu giếng khoan. Ở phần trung tâm mỏ, nơi có mật độ giếng khoan cao, thu nhận được nhiều tài liệu giếng khoan để nghiên cứu. Ưu điểm của tài liệu giếng khoan là có độ phân giải thẳng đứng cao, chính xác, nhưng chỉ có giá trị trong lòng giếng khoan và vùng xung quanh gần thân giếng khoan. Ra xa khỏi giếng khoan và sâu hơn đáy giếng khoan khó liên kết các giếng khoan khác với nhau vì tướng địa chất thay đổi hoặc bị đứt gãy chẵn. Do không có kết hợp nghịch đảo địa chấn bằng tài liệu địa chấn 3D chất lượng cao (Hình 11) nên việc liên kết trở nên khó khăn, đó cũng là lý do tại sao không vẽ được bản đồ đỉnh và đáy vỉa tầng sản phẩm. Hơn nữa, tài liệu địa vật lý giếng khoan chỉ đo trong thân giếng khoan ở những khoảng có các tầng sản phẩm, không liên tục cho cả mặt cắt địa chất khiến cho việc nghiên cứu toàn mỏ không thuận lợi. Mặt khác tài liệu sonic chỉ được hiệu chỉnh chính xác ở những giếng khoan có đo địa chấn thẳng đứng trong giếng khoan VSP, còn đa phần không có hiệu chỉnh. Những giếng khoan khô, không đúng độ sâu thiết kế, khai thác ngập nước, không tiếp nhận nước bơm vào, những giàn khai thác không đúng vị trí; chỉ có số ít giếng có sản phẩm cao... là những vấn đề cần được giải quyết. Do sử dụng tài liệu thu nổ địa chấn 3D công nghệ cũ trong quản lý mỏ nên công tác cải thiện thu hồi dầu kém hiệu quả. Hệ thống giàn khai thác trong đó có các giếng khoan khai thác và bơm ép không ở vị trí tối ưu trong không gian ba chiều. Điều này nói lên tính đa dạng, phức tạp của mỏ và là thách thức cho công tác nghiên cứu địa chất trong điều hành khai thác mỏ.

Hiện nay, phần triển vọng dầu khí còn lại xác định trên cơ sở tài liệu địa chấn thông thường là cực kỳ khó khăn. Mặc dù đã có nhiều giếng khoan, nhiều thông tin địa chất bổ sung để chính xác hóa nhưng tài liệu địa chấn vẫn là tài liệu liên kết cần thiết để sử dụng cho nghiên cứu trong quá trình phát triển mỏ. Không thể giải quyết việc nghiên cứu chi tiết và chính xác cao về địa tầng, thạch học, độ rỗng, độ thấm, độ bão hòa... cho các tầng sâu trong đó có móng nứt nẻ nếu không có tài liệu địa chấn 3D chất lượng cao kết hợp với tài liệu giếng khoan.

3. Tình trạng tài liệu địa chấn mỏ Bạch Hổ

Cấu tạo Bạch Hổ được phát hiện bằng tài liệu địa chấn 2D do Công ty Địa vật lý GSI thu nổ năm 1974 ở mạng lưới 4 x 4 km. Sau ngày miền Nam hoàn toàn giải phóng, năm 1978, Tổng cục Dầu khí Việt Nam quyết định tiến hành khảo sát 731km tuyến địa vật lý mạng lưới 2D chi tiết 1 x 1 km ở Bạch Hổ trong khuôn khổ hợp đồng thu nổ địa vật lý với Công ty Địa vật lý GECO, Na-uy. Năm 1985, Vietsovpetro đã khảo sát 552km tuyến địa chấn 2D đan dày xen kẽ với mạng lưới trước đây do GECO thực hiện để tạo ra mạng lưới 2D chi tiết hơn 0,5 x 0,5 km với mục đích thu nhận được tài liệu minh giải thuận lợi hơn (Hình 3). Nhưng do công tác đảm bảo hàng hải và định vị hạn chế nên không đạt được khoảng cách đồng đều giữa các tuyến thu nổ. Cũng chính những tài liệu địa chấn 2D này đã được xử lý giả 3D bằng phần mềm của Công ty SIMON HORIZONT thực hiện ở London, Vương quốc Anh năm 1991.

Thực tế trong quá trình sử dụng, tài liệu địa chấn 2D chỉ đủ để giải quyết các vấn đề tìm kiếm các mỏ lớn có cấu trúc địa chất đơn giản và các đối tượng dầu khí ở độ sâu không lớn. Tài liệu địa chấn 2D không lý giải được hiện tượng giếng khoan sai độ sâu hay giếng khoan khô. Đối với mỏ có cấu trúc địa chất phức tạp, tài liệu địa chấn 2D không cho phép bố trí các giàn cố định, những giếng khoan thăm định, khai thác và bơm ép ở vị trí tối ưu. Giếng khoan BH-4 khoan hết chiều sâu thiết kế không gặp móng, tiếp tục khoan sâu hơn ở khả năng tối đa và phải dừng lại trước khi đến bề mặt móng. Giếng khoan BH-9 và một số giếng khác cũng không khoan đến móng; hiện tượng chân đế giàn cố định đã đánh chìm để xây dựng phải dừng lâu chờ cơ hội, những giếng khoan không đúng vị trí thiết kế... là một minh chứng. Những năm cuối thập niên 80 của thế kỷ trước, Vietsovpetro đã lên kế hoạch khảo sát địa chấn 3D trên mỏ Bạch Hổ nhưng không thực hiện được do chưa có khả năng kỹ thuật. Năm 1990, Vietsovpetro thực hiện

khảo sát địa chấn 3D lần đầu tiên ở Việt Nam thông qua hợp đồng với Công ty Địa vật lý GECO. Kết quả khảo sát chứng minh tính ưu việt của công nghệ mới 3D, đặc biệt làm rõ hình ảnh cấu trúc địa chất trước đây còn tranh cãi và nhờ đó lý giải những nghi ngờ về vị trí các giếng đã khoan. Tuy nhiên việc phê duyệt khảo sát địa chấn 3D ở mỏ Bạch Hổ bị chậm trễ do nhiều nguyên nhân chủ quan, khách quan. Đến năm 1992, khi đã khai thác được 10 triệu tấn dầu thô, địa chấn 3D trên một khối lượng khiêm tốn 242km² không phủ hết toàn bộ mỏ Bạch Hổ mới được phép thi công.

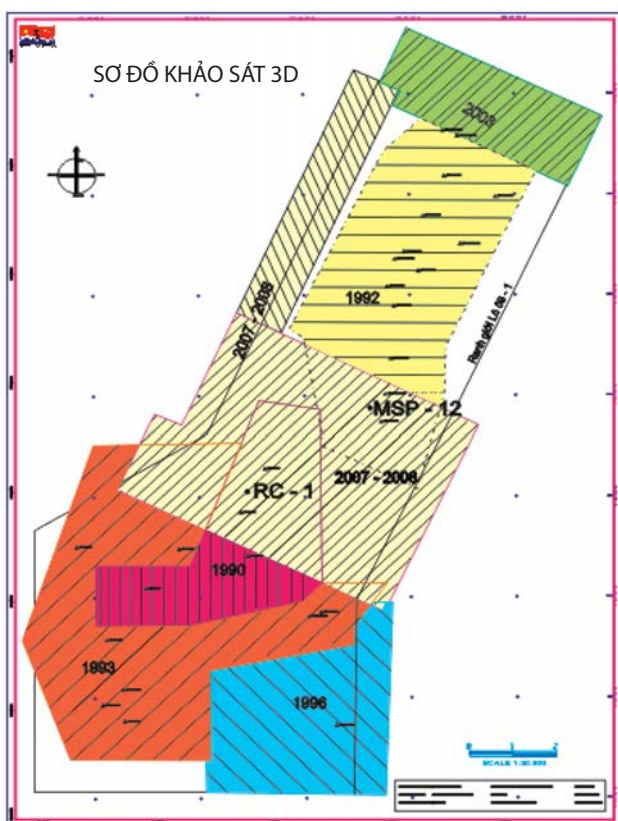
Năm 2003, Vietsovpetro đã thực hiện thu nổ địa chấn 3D ở phần diện tích còn lại phía Bắc mỏ Bạch Hổ thuộc khu vực hoạt động của Xí nghiệp để nối với giếng khoan BH-10 nằm trong phần thu nổ năm 1992. Các năm 2007 - 2008, Vietsovpetro tiếp tục tiến hành khảo sát địa chấn 3D phần còn lại ở phía Tây - Bắc nơi tiếp giáp với giếng khoan BH-11 và phần Tây - Nam mỏ Bạch Hổ tiếp giáp với mỏ Rồng, trong đó có gối đầu với phần khảo sát năm 1992 ở khu vực giếng BH-17 nơi đã đặt chân đế giàn cố định MSP-12. Nhưng do không có kỹ thuật undershooting nên không thu được hết số liệu ở khu vực này. Việc thu nổ địa chấn 3D bổ sung theo công nghệ cũ

không đáp ứng được việc nâng cao chất lượng tài liệu cho công tác nghiên cứu nứt nẻ và môi trường bất đẳng hướng cho toàn mỏ.

Toàn bộ diện tích khảo sát địa chấn 3D ở các năm khác nhau trên mỏ Bạch Hổ không phủ kín hết diện tích cần thiết của mỏ (Hình 2). Mặc dù vậy, những thông tin địa chấn 3D của phần còn bỏ trống trước đây đã làm sáng tỏ thêm bẫy chứa dầu và được khẳng định bằng khoan sâu.

Phương pháp thăm dò địa chấn cung cấp nhiều thông tin địa chất và đặc biệt hình ảnh cấu trúc địa chất mà các phương pháp khác không có được. Chính vì vậy mà tài liệu địa chấn được sử dụng như là tài liệu cơ sở cùng với các tài liệu giếng khoan khác trong quá trình tìm kiếm, thăm dò và khai thác mỏ. Phương pháp địa chấn có nhiều tiến bộ vượt bậc về kỹ thuật và công nghệ gắn liền với các lĩnh vực khoa học kỹ thuật khác giúp cho công tác tìm kiếm, thăm dò và khai thác nâng cao hiệu quả, rút ngắn thời gian và giảm chi phí. Từ phương pháp phản xạ thông thường phát triển ra phương pháp điểm sâu chung làm tăng tỷ số sóng có ích trên sóng nhiễu, đặc biệt làm suy giảm sóng lặp lại nhiều lần - một loại sóng nhiễu đặc trưng địa chấn biển, số mạch địa chấn trong cáp thu tăng dần từ 12, 24, 48... lên đến hàng nghìn mạch cho phép tăng năng suất thu nổ, tăng nguồn thông tin và tăng độ phân giải tài liệu. Nguồn nổ và cáp địa chấn biển cũng có nhiều cải tiến chống nhiễu, tăng cường độ tín hiệu thu. Cùng với kỹ thuật và công nghệ địa chấn, công tác định vị luôn song hành với khảo sát địa chấn cũng có nhiều tiến bộ. Từ định vị sóng vô tuyến như SYLEDIS, ARGO... đến định vị vệ tinh toàn cầu GPS được cải chính tín hiệu làm tăng độ chính xác định vị điểm thu tương ứng với độ chính xác và độ phân giải cao của các đối tượng nghiên cứu. Công nghệ thu nổ không ngừng phát triển nhằm khắc phục những hạn chế trước đây không thể thực hiện được và tăng độ chính xác của tài liệu, làm giàu thông tin địa chất như ghi sóng phản xạ chuyển đổi PS có thành phần sóng ngang S với chi phí thấp để nghiên cứu nứt nẻ và tăng độ sâu nghiên cứu. Công nghệ thu nổ nhiều hướng hoặc góc phương vị rộng có giá trị cao đối với các cấu trúc phức tạp và có độ bất đẳng hướng cao như mỏ Bạch Hổ.

Trong xử lý cũng có phần mềm diệt nhiễu áp dụng rộng rãi làm tăng chất lượng tài liệu như dịch chuyển thời gian 2D, dịch chuyển thời gian 3D, dịch chuyển thời gian hai lần và một lần sau cộng, dịch chuyển thời gian trước cộng, dịch chuyển sâu sau và trước cộng, dịch chuyển bất đẳng hướng, xử lý tập trung đa điểm. Các chương trình lọc



Hình 2. Sơ đồ các khu vực khảo sát địa chấn 3D ở khu vực mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng

nhiều sóng lặp lại nhiều lần cần thiết cho địa chấn biển cũng không ngừng phát triển.

Công nghệ xử lý tập trung đa điểm không truyền thống có tác dụng nâng cao chất lượng tài liệu đặc biệt cho những vùng có địa chất phức tạp và đối tượng nghiên cứu ở độ sâu lớn mà địa chấn thông thường không giải quyết được.

Cho đến nay, khi đã khai thác được gần 200 triệu tấn dầu thô mà tài liệu địa chấn 3D thu nổ theo công nghệ của những năm trước vẫn còn đang sử dụng để phát triển và khai thác mỏ Bạch Hổ. Chính điều này dẫn đến những khó khăn trong quá trình thăm dò và khai thác.

4. Tài liệu địa chấn 3D năm 1992

Năm 1992, Công ty GECO đã huy động tàu địa chấn thu nổ GECO KAPPA và tàu nổ RED GOLD để thực hiện khảo sát địa chấn 3D trên mỏ Bạch Hổ theo hợp đồng ký kết với Vietsovpetro.

Thông số thu nổ cơ bản như sau:

- Diện tích khảo sát 3D đủ bội: 242 km².
- Số cấp thu: 2.
- Độ dài mỗi cấp thu: 3.000m.



Hình 3. Mặt cắt địa chấn 2D [9]

- Số mạch địa chấn trong một cấp thu: 240.
- Khoảng cách giữa tâm các nhóm máy thu: 12,5m.
- Khoảng cách giữa các tuyến điểm giữa chung CMP: 50m.
- Bội phủ: 60.
- Nguồn nổ: nguồn đơn, súng hơi.
- Khoảng cách giữa hai điểm nổ: 25m.
- Thu nổ theo hướng Đông Nam - Tây Bắc.
- Định vị: SYLEDIS và GPS.

Công tác thu nổ được tiến hành trong tình trạng mỏ có nhiều chương ngại vật như các giàn MSP, BK, các tàu chứa dầu, các tàu xây dựng, dịch vụ, hệ thống các đường ống dẫn dầu khí ngầm và cáp điện ngầm. Để khắc phục tình trạng này cũng như bảo đảm an toàn các công trình biển và thu đầy đủ thông tin địa chấn, Công ty GECO đã áp dụng thu nổ hai tàu và theo kỹ thuật undershooting.

Hệ thống định vị SYLEDIS làm việc không ổn định, dễ bị ảnh hưởng bởi thời tiết và vào ban đêm, có tầm với hạn chế, độ chính xác không cao. Tại thời điểm này Hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu GPS của Mỹ chưa hoàn chỉnh chỉ dùng làm hệ thống thứ cấp khi khảo sát địa vật lý do độ chính xác không cao và chưa được Chính phủ Mỹ cho phép sử dụng trong dân sự. Hệ thống la bàn đặt dọc theo cấp thu, hệ thống siêu âm và quang học (LASER) ở đầu, cuối cấp và nguồn nổ, hệ thống RGPS đặt ở phao cuối cấp thu để định vị vị trí nguồn nổ và điểm thu.

Tài liệu thực địa 3D này được xử lý dịch chuyển thời gian sau cộng ở trung tâm xử lý nhà thầu GECO tại Kuala Lumpur (Malaysia) dưới sự giám sát của các chuyên gia Vietsovpetro và Tổng công ty Dầu khí Việt Nam. Tài liệu này không đảm bảo chất lượng để nghiên cứu chi tiết (Hình 4). Việc xử lý lại tài liệu địa chấn 3D này trở thành một yêu cầu để nghiên cứu địa chất mỏ. Vấn đề này không dễ dàng được chấp nhận ngay do có nhiều ý kiến khác nhau.

Do nhu cầu nghiên cứu mỏ, Vietsovpetro đã thực hiện xử lý lại tài liệu địa chấn thu nổ năm 1992 bằng dịch chuyển chiều sâu sau cộng tập trung vào tầng móng vào năm 1995 ở Trung tâm xử lý nhà thầu phụ GOLDEN GEOPHYSICAL tại Texas (Hoa Kỳ) để phục vụ cho công tác mô phỏng của nhà thầu chính SSI, dưới sự giám sát chặt chẽ của đại diện Vietsovpetro, sau đó đã tiến hành xử lý dịch chuyển chiều sâu trước khi cộng PrSDM. Công nghệ mới xử lý dịch

chuyển chiều sâu cho kết quả tốt đánh dấu cột mốc quan trọng trong nghiên cứu mỏ Bạch Hổ (Hình 5).

Kết quả xử lý lại tài liệu địa chấn 3D bằng dịch chuyển chiều sâu mở ra hướng đi mới cho những nhà nghiên cứu tầng chứa móng granite nứt nẻ mỏ Bạch Hổ. Tài liệu này cung cấp các thông tin địa chất mới bằng hình ảnh cấu trúc rõ ràng và lý giải được hiện tượng các giếng khoan khô hay khoan không đúng chiều sâu thiết kế và làm thay đổi quan niệm và tư duy địa chất, bình đồ cấu tạo bề mặt tầng móng thay đổi chi tiết đáng kể (Hình 6, 7, 8, 9). Những khái niệm và thuật ngữ “tầng không phân dị”, “tầng phong hóa”, “móng tươi”... nay được nhìn nhận đầy đủ hơn. Vấn đề đứt gãy nghịch gây tranh cãi trên các tài liệu trước đây cũng được làm sáng tỏ (Hình 5).

Từ đây, việc khai thác thông tin địa chấn trong móng mỏ Bạch Hổ để khẳng định có sự tồn tại tầng chứa trong móng đã được triển khai mà trước đây không được đề cập đến. Ngoại trừ trường hợp báo cáo của Viện Dầu khí Việt Nam mà tác giả là TSKH. Trương Minh và KS. Hà Quốc Quân đã mạnh dạn sử dụng thông tin địa chấn 2D dưới móng để đánh giá trữ lượng một cách lạc quan, đưa trữ lượng tiềm năng dầu khí của mỏ lên đến tỷ tấn nhưng không được chú ý đến.

Việc phát hiện dầu trong móng là may mắn và rất tình cờ. Những giếng khoan thăm dò trước đây do nhà thầu khoan thiết kế, thi công xây dựng giếng khoan, thử vỉa và viết báo cáo tổng kết khoan (trong thiết kế giếng khoan đều có yêu cầu khoan xuyên vào trong móng đủ sâu, lấy mẫu để chứng minh đã đi qua hết lát cát trầm tích). Mặt khác, nhà thầu thường thiết kế và khoan sâu hơn trong móng. Vì vậy, ở giếng khoan BH-1 khi khoan vào móng phải dừng lại theo chiều sâu thiết kế, mặc dù có biểu hiện mất dung dịch và tốc độ khoan nhanh còn có khả năng khoan sâu hơn. Khi giếng khoan Bạch Hổ BH-6 khoan trong móng sâu hơn thiết kế thấy dầu cũng không được xác nhận mà cho rằng dầu thu được từ tầng Oligocen. Chỉ sau này khi tài liệu địa chấn 3D dịch chuyển chiều sâu có chất lượng tốt và kết quả nghiên cứu các mẫu lõi, mẫu dầu ở các giếng khác mới có đủ cơ sở kết luận chính xác về dòng dầu trong móng nứt nẻ được phát hiện đầu tiên ở mỏ Bạch Hổ chính tại giếng khoan BH-6.

Những hạn chế mang tính lịch sử của lần thu nổ địa chấn 3D đầu tiên năm 1992 là:

- Diện tích mạng lưới 3D nhỏ không phủ trùm hết toàn bộ diện tích mỏ, còn bỏ trống những diện tích không có thông tin.

- Tuyến địa chấn ngắn và chiều dài cáp chưa đủ dài, không phù hợp với chiều sâu nghiên cứu, hạn chế thu sóng trao đổi PS dẫn đến hạn chế thu nhận thông tin bất đẳng hướng cho đối tượng dầu khí ở các độ sâu khác nhau, đặc biệt là trong móng nứt nẻ. Mặc dù độ dài ghi là 5sec., nhưng từ độ sâu tầng chứa móng nứt nẻ trở xuống tồn tại sóng dọc P và yếu dẫn trên nền phong nhiễu, sóng chuyển đổi PS để nghiên cứu nứt nẻ không thu được đầy đủ.

- Khoảng cách giữa các tuyến CMP thưa không có khả năng tăng độ phân giải cao hơn.

- Thu nổ theo một hướng Đông Nam - Tây Bắc và ngược lại, chỉ là 2D đơn dày, độ phân giải thấp và nhiễu mạnh, không cho hình ảnh cấu trúc hoàn thiện.

- Bội phủ 60 không đủ lớn để loại trừ sóng lặp lại.

- Độ chính xác và ổn định của hệ thống định vị bị hạn chế.

- Xử lý chưa có các công nghệ như ngày nay.

Vì vậy, tài liệu địa chấn 3D thu nhận theo công nghệ cũ trước đây không phản ánh được mối quan hệ biên độ và thông tin bất đẳng hướng của tầng chứa. Sử dụng sóng dọc P không phân biệt được các lý do gây ra dị thường biên độ, trong khi đó sóng ngang S hay sóng chuyển đổi PS có tác dụng tốt cho việc nghiên cứu này. Tài liệu địa chấn không có sóng ngang S hay sóng chuyển đổi PS trở nên không nhạy cảm và không thích hợp cho việc áp dụng các kỹ thuật và công nghệ mới để nghiên cứu nứt nẻ, bất đẳng hướng. Việc minh giải, phân tích và nghiên cứu như nghịch đảo địa chấn nhằm nhận biết ranh giới các tầng sản phẩm, sự thay đổi tương (Hình 11), biên độ thay đổi theo khoảng cách thu nổ AVO, trở kháng âm học AI, trở kháng đàn hồi EI, hệ số Poisson, tính chất tầng chứa... cần có tài liệu địa chấn 3D chất lượng cao. Một số công trình nghiên cứu đã sử dụng tài liệu địa chấn 3D thông thường hạn chế về chất lượng làm đầu vào cho các kỹ thuật, công nghệ như nghịch đảo địa chấn, AVO không có kết quả tốt.

5. Lý do phải thực hiện thu nổ 3D và xử lý tài liệu bằng công nghệ cao

Hình ảnh địa chấn chính xác cao mang tính quyết định đến khả năng thành công của việc xác định vị trí giếng khoan và vị trí giàn khai thác MSP trong phạm vi mỏ. Dựa trên kỹ thuật và công nghệ địa chấn truyền thống, những hình ảnh địa chấn thường dựa trên những

giả định sai về cấu trúc địa chất dưới sâu. Nghiên cứu mô có cấu trúc phức tạp trong đó có tầng chứa đá móng nứt nẻ như mỏ Bạch Hổ đòi hỏi một cách tiếp cận kỹ thuật riêng mang tính đặc trưng. Trong phương pháp thăm dò địa chấn, việc thu nổ sóng chuyển đổi PS và xử lý bằng những công nghệ mới nhất sẽ thu được các thông tin bổ ích cho đặc thù của mỏ này.

Đối với mỏ Bạch Hổ, cần phải tiến hành thu nổ lại địa chấn 3D với những lý do sau đây:

- Sản lượng dầu khí ở các mỏ lớn ngày càng cạn kiệt, giá dầu thô tăng cao trong khi nhu cầu sử dụng năng lượng hóa thạch ngày càng nhiều hơn. Vì vậy cần phải nghiên cứu khai thác tận thu nguồn tài nguyên dầu khí, đóng góp vào sự phát triển kinh tế đất nước.

- Việc tìm kiếm, phát hiện thêm mỏ mới ngày càng khó khăn và chi phí khai thác ngày càng cao nên cần phải áp dụng công nghệ mới để phát hiện và gia tăng trữ lượng từ các mỏ nhỏ ở độ sâu lớn, ở dạng phi cấu tạo hoặc ở vùng biển nước sâu xa bờ và các mỏ đang khai thác đã giảm sản lượng.

- Mỏ Bạch Hổ nằm trong bồn trũng Cửu Long, nơi giàu tiềm năng dầu khí và có vị trí rất thuận lợi cho thăm dò và khai thác.

- Mỏ Bạch Hổ có địa chất phức tạp, độ bất đồng nhất cao, các thân cát chứa dầu trong trầm tích khó phát hiện, các đối tượng chứa dầu nằm ở độ sâu lớn, nhiều đứt gãy có biên độ và hướng đổ khác nhau, đặc biệt tầng móng nứt nẻ chứa dầu nằm ở độ sâu lớn cần có những biện pháp kỹ thuật và công nghệ hiện đại, phù hợp.

- Sản lượng khai thác tại mỏ đang suy giảm, cần hoàn thiện và nâng cao thu hồi dầu trên cơ sở tài liệu địa chấn 3D chất lượng cao kết hợp với các loại tài liệu giếng khoan khác.

- Cần sử dụng và khai thác tối đa cơ sở vật chất kỹ thuật hiện có trên mỏ Bạch Hổ như các giàn khai thác cố định MSP và BK, hệ thống đường ống dẫn dầu khí và cáp điện ngầm, giàn công nghệ xử lý dầu thô, bến nổi tàng trữ và xuất dầu...

- Cần cung cấp đủ và lâu dài dầu thô cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất.

- Tài liệu thu nổ địa chấn 3D năm 1992 mặc dù chỉ là 2D đan dày nhưng đã cung cấp kịp thời nhiều thông tin quý giá cho thăm dò, khai thác và làm thay đổi tư duy địa chất, giải quyết kịp thời vấn đề sản xuất trong thời gian

qua. Tuy nhiên, công tác thu nổ địa chấn 3D năm 1992 vẫn có những hạn chế về tư duy và công nghệ. Đây chính là lý do để có biện pháp làm tăng chất lượng tài liệu địa chấn 3D bằng thu nổ lại công nghệ cao.

- Hiện nay, trên cơ sở tài liệu địa chấn 3D cũ vẫn chưa vẽ được bản đồ đỉnh, đáy và bản đồ chiều dày tầng sản phẩm trong trầm tích, bản đồ phân bố nứt nẻ tin cậy cao, hay bản đồ phân bố dầu trong đá móng.

- Tài liệu địa chấn cũ phản ánh tình trạng địa chất tại thời điểm khi thu nổ, hiện nay chỉ còn là hình ảnh ảo. Bức tranh địa chất đã thay đổi nhiều khi mỏ đã bước vào giai đoạn suy giảm sản lượng khai thác và ngập nước mạnh do đã lấy đi một khối lượng lớn dầu thô, khí đồng hành và bơm vào mỏ một khối lượng nước biển tương tự.

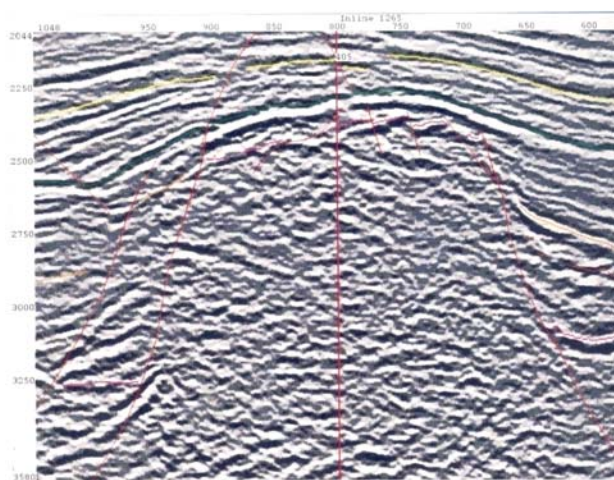
- Giếng khoan BH-19 và các giếng khoan khác cho thấy khả năng dầu khí tiềm ẩn ở nhiều vị trí và độ sâu khác nhau chưa được xác định và cần giải quyết vấn đề nghiên cứu mỏ triệt để hơn.

- Công nghệ thu nổ nhiều hướng khác nhau hay góc phương vị rộng - địa chấn 3D thực thụ - cho phép thu các thông tin địa chấn có độ phân giải cao ở những vùng có cấu trúc phức tạp mà trước đây không thể có được.

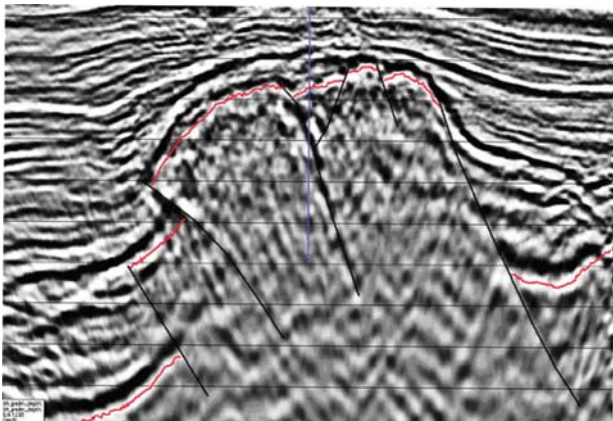
- Ngày nay công nghệ thu nổ và kỹ thuật trong thăm dò địa chấn có nhiều tiến bộ cần được cập nhật và áp dụng trong tìm kiếm thăm dò dầu khí.

- Công tác hàng hải và định vị có độ chính xác và ổn định cao hơn trước.

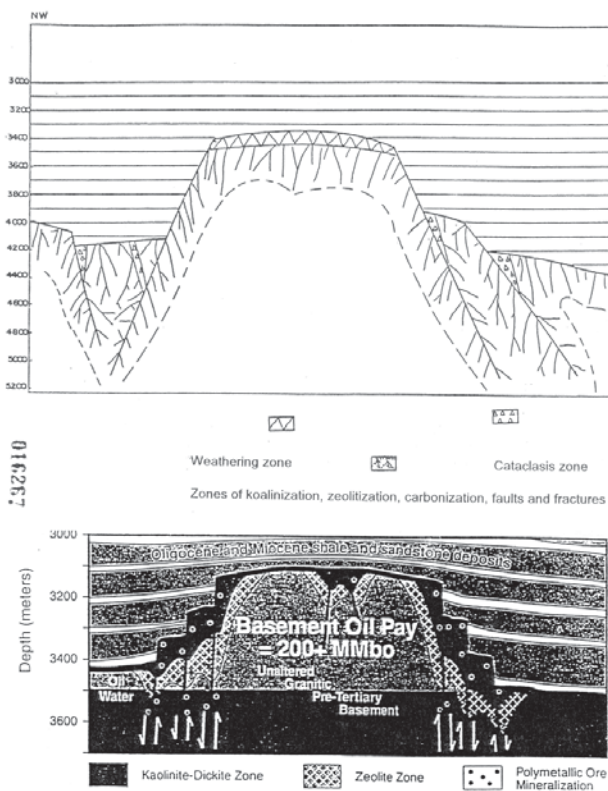
- Xử lý địa chấn bất đẳng hướng và xử lý công nghệ mới tập trung đa điểm cho phép làm tăng chất lượng tài



Hình 4. Mặt cắt địa chấn 3D (trùng với tuyến 2D Hình 3) xử lý theo PSTM năm 1992 tại Malaysia [9]



Hình 5. Mặt cắt địa chấn 3D xử lý theo PrSDM (trùng với tuyến ở Hình 3 và 4) [9]



Hình 6. Các mô hình địa chất xây dựng trên cơ sở tài liệu địa chấn xử lý thông thường và tài liệu địa chất [9]

liệu địa chấn, nâng cao độ chính xác cấu trúc địa chất, đặc biệt cho những vùng địa chất phức tạp và có độ sâu lớn mà trước đây cho là vùng mù khó khăn cho công tác minh giải (Hình 16).

- Áp dụng công nghệ thu nổ 3D thực thụ và xử lý bằng công nghệ cao sẽ thu nhận được tài liệu địa chấn chất lượng thông tin cao, tạo ra khối số liệu thông tin gốc (master data) chứa đựng chi tiết các thông số là số liệu đầu vào tin cậy cho các nghiên cứu tiếp theo như biên độ

thay đổi theo khoảng cách AVO, biên độ thay đổi theo góc phương vị AVAZ, nghịch đảo địa chấn Inversion, trở kháng âm học AI, trở kháng đàn hồi EI, hệ số Poisson... cho đặc trưng tầng chứa.

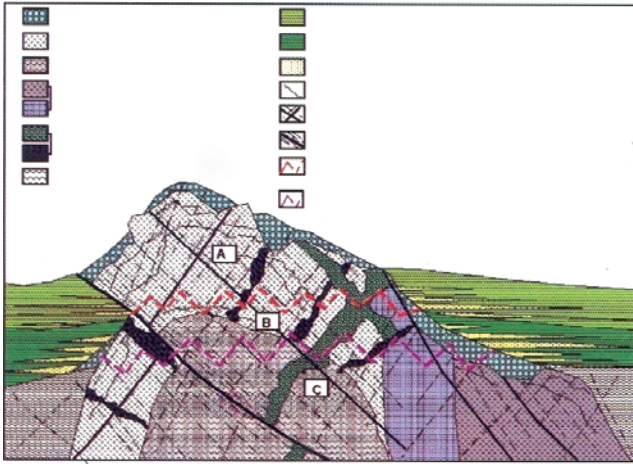
- Tài liệu địa chấn 3D chất lượng cao có độ phân giải ngang 12,5m bổ sung cho tài liệu địa vật lý giếng khoan có độ phân giải hạn chế sẽ là số liệu đầu vào quan trọng mang tính quyết định đến kết quả chạy hệ thống thần kinh nhân tạo trong mô hình địa chất. Cho dù tài liệu địa vật lý giếng khoan có độ phân giải thẳng đứng cao nhưng nếu bỏ qua tài liệu địa chấn 3D chất lượng cao thì sản phẩm của loại hình nghiên cứu này sẽ giảm giá trị dẫn đến những quyết định kém hiệu quả do những hạn chế của loại tài liệu này. Trong mạng lưới nứt nẻ không liên tục DFN hướng nứt nẻ và phân bố chiều dài nứt nẻ lấy từ số liệu địa chấn 3D chất lượng cao. Mạng lưới DFN này không thể thiết lập hệ thống nứt nẻ cách xa thân giếng khoan về chiều ngang và chiều sâu dưới đáy giếng khoan khi thiếu vắng số liệu địa chấn 3D chất lượng cao.

- Mô hình địa chất được xây dựng và khống chế bằng số liệu địa chấn 3D chất lượng cao trong đó có các thuộc tính địa chấn được sử dụng như là đầu vào tin cậy cho quá trình làm mô hình nứt nẻ. Mô hình nứt nẻ cuối cùng sẽ là đầu vào cho mô phỏng tầng chứa.

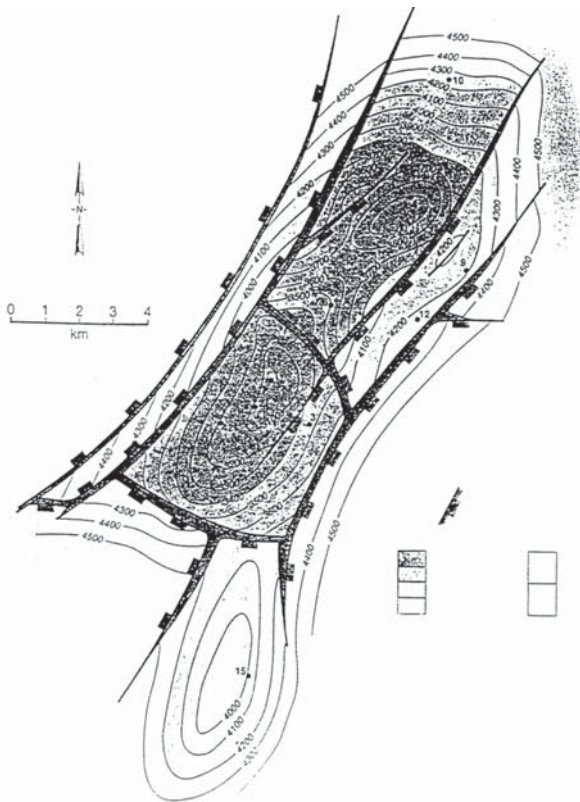
Thực hiện thu nổ địa chấn 3D và xử lý lại bằng công nghệ cao sẽ là khâu đột phá để tháo gỡ những khó khăn khai thác mỏ đang gặp phải và hoàn thành các nhiệm vụ về thăm dò và khai thác dầu khí đang đặt ra.

6. Thu nổ công nghệ cao nhiều góc phương vị hay góc phương vị rộng

Tìm kiếm, thăm dò dầu khí là một ngành khoa học dự báo, khả năng thành công phụ thuộc nhiều vào số lượng thông tin và chất lượng thông tin. Trong nhiều năm qua, lĩnh vực địa chấn xuất hiện nhiều công nghệ mang tính đột phá phục vụ cho nghiên cứu địa chất dầu khí đã được áp dụng cho sản xuất. Đó là thu nổ nhiều góc phương vị hay góc phương vị rộng để tăng cường thông tin địa chất (Hình 14); xử lý bất đẳng hướng phục vụ cho nghiên cứu những đối tượng chứa dầu có mức độ bất đẳng hướng góc phương vị cao, trong đó có móng nứt nẻ; xử lý tập trung đa điểm có hiệu quả cao đối với những vùng địa chất phức tạp mà địa chấn thông thường chỉ ghi được những thông tin nghèo nàn, độ tin tưởng không cao trên nền nhiễu mạnh (Hình 16).

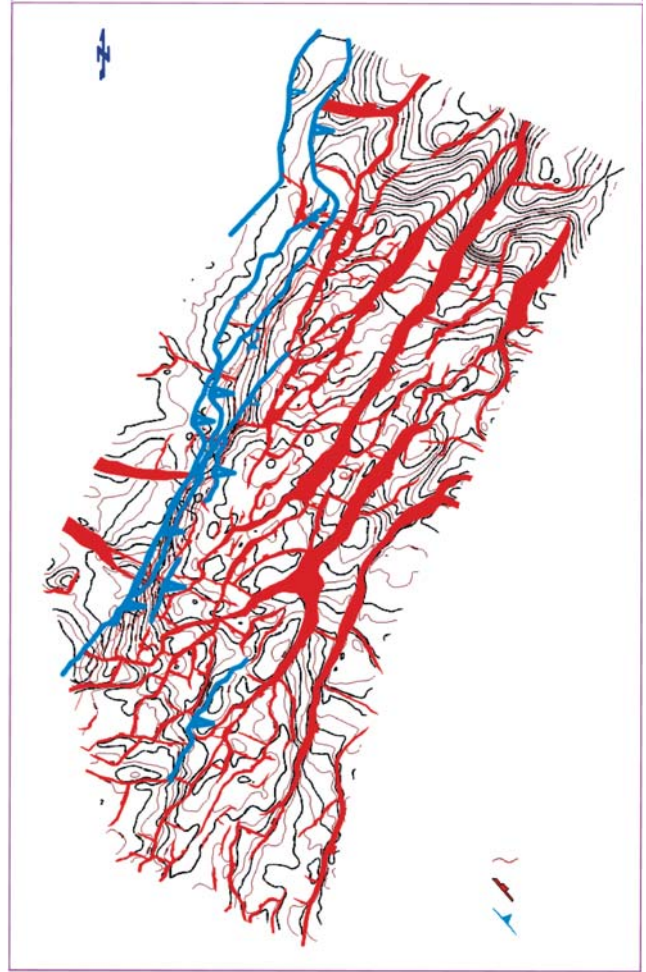


Hình 7. Mô hình địa chất xây dựng trên cơ sở tài liệu địa chấn 3D xử lý theo PrSDM, số liệu mẫu lõi và tài liệu địa vật lý giếng khoan (theo Trịnh Xuân Cường) [9]



Hình 8. Bản đồ cấu trúc bề mặt tầng móng dựa trên tài liệu địa chấn 2D thông thường [9]

Kỹ thuật khảo sát địa chấn 3D trên mỏ Bạch Hổ trước đây cần được thay thế bằng những công nghệ kỹ thuật hiện đại hơn. Số liệu địa chấn cũ trở nên không còn phù hợp, thông tin địa chất các giếng khoan không đủ để liên kết nếu không có số liệu địa chấn giàu thông tin và độ chính xác cao làm cơ sở. Mạng lưới địa chấn 3D trước đây chỉ phủ trên một phạm vi hạn hẹp trên phần đỉnh mỏ mà

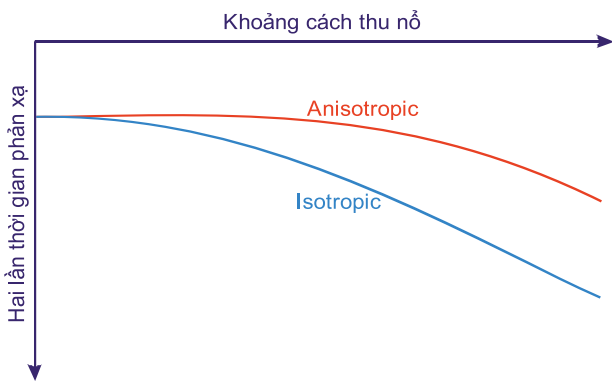


Hình 9. Bản đồ cấu trúc bề mặt tầng móng dựa trên tài liệu địa chấn 3D xử lý theo PrSDM [9]

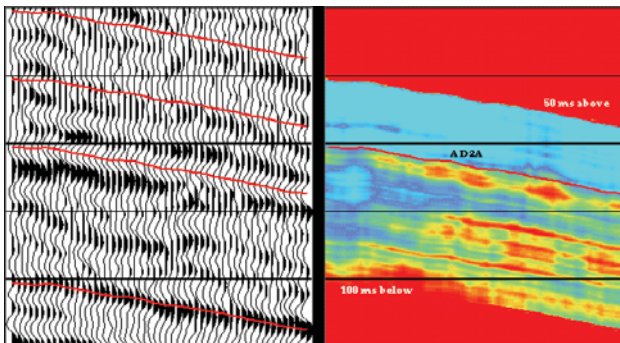
đối tượng khai thác dầu lại ở độ sâu lớn hơn đáy các giếng đã khoan và trải rộng hơn dự tính ban đầu. Tầng móng nứt nẻ là môi trường bất đẳng hướng đặc trưng truyền sóng địa chấn ngang S và sóng chuyển đổi PS mà đến nay chưa áp dụng kỹ thuật công nghệ phù hợp. Khai thác các thông tin về mật độ nứt nẻ, hướng nứt nẻ và phân bố nứt nẻ đòi hỏi phải có thông tin về sóng ngang S hay sóng trao đổi PS.

Hướng nứt nẻ có thể được suy luận từ việc phân tích tốc độ sóng ngang S hoặc sóng chuyển đổi PS nếu tuyến thu nổ có các góc phương vị khác nhau. Cho nên thu nổ địa chấn 3D nhiều góc phương vị là một trong những vấn đề cần quan tâm để có khả năng thu thập nhiều thông tin về nứt nẻ.

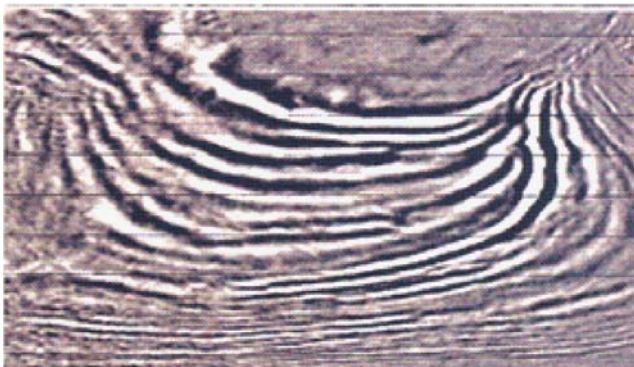
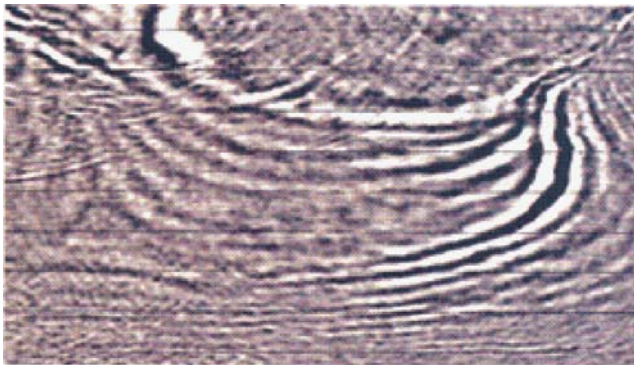
Do sóng ngang S không lan truyền trong nước biển nên sử dụng máy thu geophones khó thi công, giá thành cao, thay vào đó việc thu sóng trao đổi PS bằng sử dụng cáp thu địa chấn nổi thông thường chứa máy thu hydrophones (Hình 13) có khoảng cách thu nổ (offset) lớn



Hình 10. Sự khác biệt phụ thuộc vào khoảng cách thu nổ và thời gian phản xạ giữa đường cong bất đẳng hướng Anisotropy (đỏ) và đường cong đẳng hướng Isotropy (xanh)



Hình 11. Mặt cắt địa chấn (trái) và mặt cắt nghịch đảo địa chấn (phải) [7]. Đây là sự chuyển đổi từ mặt cắt địa chấn sang mặt cắt địa chấn để nghiên cứu tương địa chất, hình dạng vỉa sản phẩm...



Hình 12. So sánh mặt cắt địa chấn 3D thông thường (trên) với mặt cắt địa chấn góc phương vị rộng (dưới) [12]

theo nhiều góc phương vị khác nhau hay góc phương vị rộng sẽ giảm đáng kể chi phí thu nổ và xử lý.

Áp dụng công nghệ thu nổ mới có khoảng cách máy thu - nguồn nổ lớn và góc phương vị rộng hay nhiều góc phương vị để thu tín hiệu sóng trao đổi PS chứa các thông tin về hướng, mật độ và cường độ nứt nẻ là biện pháp kỹ thuật đúng và cần thiết để nghiên cứu tầng chứa móng.

Công nghệ mới hiện nay cho phép thực hiện 3D hoàn thiện và đúng nghĩa của nó thay thế địa chấn 3D đơn giản trước đây. Việc thu nổ các hướng khác nhau hoặc góc phương vị rộng sẽ cho hình ảnh cấu trúc đầy đủ, nhiều thông tin (Hình 12), trong đó có thông tin bất đẳng hướng. Thuật ngữ "góc phương vị rộng hay nhiều góc phương vị" trở nên sôi động trong hoạt động địa vật lý trên thế giới trong những năm gần đây. Đây là công nghệ mới được phát triển nhờ định vị có độ chính xác cao và tính đồng bộ cao giữa các tàu thu nổ địa chấn. Thi công thu nổ địa chấn 3D trên mỏ đang khai thác là công việc không mấy dễ dàng, đòi hỏi tổ chức tốt và kết hợp đồng bộ giữa các hoạt động trên mỏ. Địa chấn 3D công nghệ cao cả về thu nổ và xử lý cho phép tăng thông tin và khả năng loại trừ sóng lặp lại cao làm tăng chất lượng hình ảnh bề mặt ranh giới phản xạ tốt hơn, tăng độ phân giải, đặc biệt ở khu vực xung quanh đứt gãy và tăng tính liên tục trực đồng pha, kết quả nghiên cứu sẽ có độ chính xác cao.

Chất lượng tài liệu địa chấn quyết định đến chất lượng kết quả các phương pháp kỹ thuật nghiên cứu địa chất như nghịch đảo địa chấn inversion (Hình 11), biên độ thay đổi theo khoảng cách AVO hay góc phương vị AVAZ... ảnh hưởng đến nghiên cứu đặc tính tầng chứa như độ rỗng, độ thấm, độ bão hòa, bản đồ tầng chứa, bản đồ phân bố nứt nẻ, dầu khí...

Cho đến nay vẫn chưa vẽ được bản đồ tin cậy bề mặt và đáy tầng sản phẩm hoặc chiều dày tầng sản phẩm. Điều này thể hiện độ chính xác trữ lượng vì diện tích và thể tích là hai trong số các thông số tính trữ lượng ảnh hưởng mạnh đến kết quả tính toán. Một khi con số trữ lượng có sai số lớn sẽ ảnh hưởng đến việc xây dựng và thực hiện các kế hoạch tiếp theo.

Bằng công nghệ mới có thể xác định được thêm các đối tượng còn ẩn chứa, cải thiện được hệ số thu hồi dầu, giảm bớt đáng kể phần dầu bỏ sót, tìm các vị trí mới thích hợp cho các giếng khoan hoặc giàn khai thác mới trong kế hoạch tái phát triển mỏ, làm tăng thêm hệ số khai thác và tăng hiệu quả thăm dò khai thác.

Địa chấn 3D nhiều góc phương vị hay góc phương vị rộng có độ dài cáp thu lớn và các tuyến điểm sâu chung đủ dài hợp lý, có diện tích thu nổ đủ rộng phủ kín toàn bộ diện tích mỏ sẽ cung cấp đầy đủ thông tin chất lượng cao cần thiết để nghiên cứu mỏ. Vì vậy, việc thu nổ lại địa chấn 3D trên mỏ Bạch Hổ và xử lý bằng công nghệ cao cho môi trường bất đẳng hướng của tầng chứa móng granite nứt nẻ sẽ là bước tiến quan trọng trong nghiên cứu mỏ để giải quyết những khó khăn và yêu cầu sản xuất.

Những yếu tố để tăng chất lượng tài liệu địa chấn khi thu nổ lại là:

- Tính đồng bộ giữa các tàu nổ và tàu ghi rất cao trong vùng mỏ đang khai thác cho phép thực hiện nhiều góc phương vị để tăng độ phân giải và hình ảnh lát cắt địa chấn.
- Khả năng sử dụng nhiều tàu thu nổ để tăng năng suất, giảm thời gian thi công ngoài thực địa và tránh các chương ngại vật.

Tùy theo tình trạng cấu trúc địa chất và các chương ngại vật tồn tại trên mỏ có thể xác định các góc phương vị tối ưu, khoảng cách thu - nổ và kỹ thuật thu nổ thích hợp để đảm bảo thu đầy đủ thông tin và an toàn cho các công trình dầu khí và tàu địa chấn.

- Sử dụng nguồn nổ đủ mạnh để cung cấp năng lượng cho các mạch xa, có sự đồng bộ cao giữa các súng hơi và phổ tần số nguồn nổ thích hợp.

Cáp thu địa chấn giảm nhiễu để thu được thông tin địa chấn tốt hơn, khử nhiễu tốt hơn và tăng hệ số sóng có ích trên sóng nhiễu.

- Diện tích 3D đủ bội phủ kín toàn bộ mỏ Bạch Hổ ước chừng ít nhất gấp ba lần diện tích đủ bội thu nổ năm 1992 sẽ cho mỏ Bạch Hổ một khối số liệu hoàn hảo.

Tăng chiều dài cáp thu thích hợp với độ sâu nghiên cứu để tăng khả năng thu sóng PS và tăng thông tin bất đẳng hướng phục vụ cho công tác nghiên cứu tầng chứa.

- Chọn độ sâu cáp thu và độ sâu nguồn nổ thích hợp với dải tần yêu cầu ghi.

Có bội phủ cao khi xử lý để loại trừ sóng lặp lại và các loại nhiễu khác làm tăng tín hiệu sóng địa chấn.

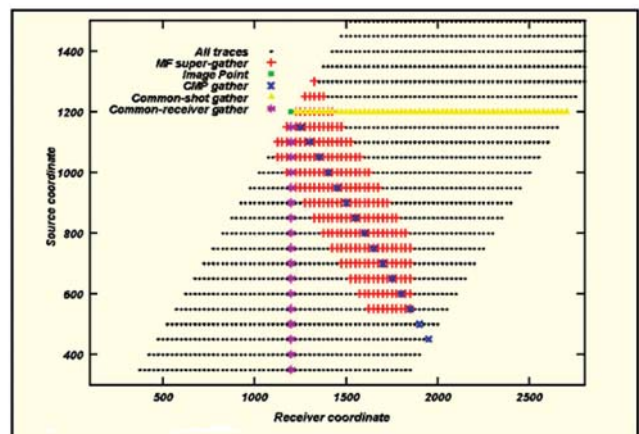
Công tác hàng hải và định vị có độ chính xác và ổn định cao hơn nhiều so với trước đây nhờ hệ thống định vị GPS ổn định dùng trong mục đích dân sự được cải chính tín hiệu vệ tinh tại khu vực khảo sát và hệ thống siêu âm,



Hình 13. Minh họa sử dụng hai tàu thu nổ để tăng khoảng cách thu nổ nhằm thu nhận sóng chuyển đổi PS [12]



Hình 14. So sánh mặt cắt địa chấn một góc phương vị (trái) với mặt cắt địa chấn sáu góc phương vị (phải) [12]



Hình 15. Sơ đồ cộng tập trung đa điểm. Chất lượng tài liệu cộng tập trung đa điểm tốt hơn nhờ có số lượng lớn các mạch cộng lại với nhau, khả năng khử các loại nhiễu cao, trong đó có sóng lặp lại nhiều lần [12]

la bàn hoàn thiện lắp đặt trên các cáp thu địa chấn và trên các tàu thu nổ...

- Có nhiều thiết bị kiểm tra để tăng khả năng chất lượng thu nổ.

7. Xử lý bất đẳng hướng và tập trung đa điểm

Xử lý bất đẳng hướng tốc độ và xử lý tập trung đa điểm làm thay đổi chất lượng tài liệu xử lý mang tính đột phá cho công tác thăm dò khai thác dầu khí, đặc biệt cho các mỏ có tầng chứa nứt nẻ hoặc có cấu trúc địa chất phức tạp xuất hiện những năm gần đây.

Phương pháp xử lý truyền thống mà hiện nay vẫn còn đang áp dụng dựa trên giả định các tầng phản xạ nằm ngang hoặc có góc nghiêng nhỏ, môi trường truyền sóng đơn giản không phù hợp với thực trạng địa chất phức tạp của nhiều vùng nghiên cứu.

Phần lớn các bước xử lý tài liệu địa chấn truyền thống như hiệu chỉnh động NMO có tốc độ không phù hợp, hiệu chỉnh độ nghiêng DMO, phân tích tốc độ V_{RMS} , dịch chuyển bằng các thuật toán khác nhau như Kirchhoff, turning wave Kirchhoff, curved-ray Kirchhoff... là những kỹ thuật, công nghệ được áp dụng rộng rãi nhưng chỉ trên cơ sở mô hình truyền sóng đơn giản của môi trường đẳng hướng.

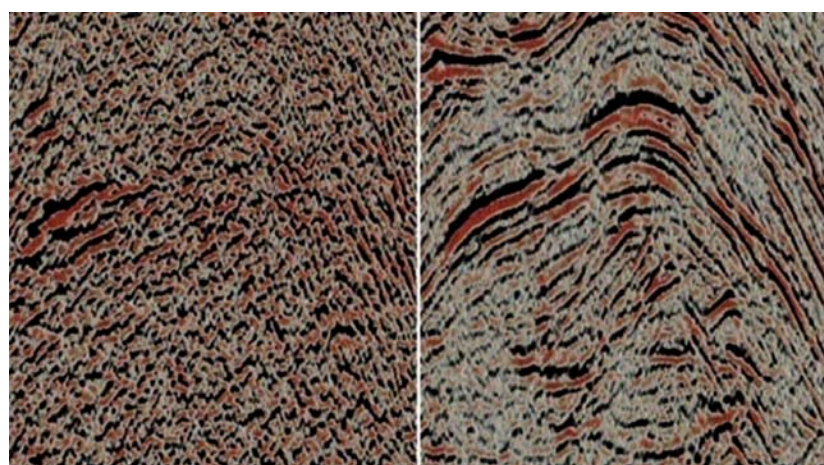
Mạch địa chấn cộng chỉ sử dụng các mạch địa chấn có cùng một điểm sâu chung CMP và sử dụng phương trình hiệu chỉnh động NMO hyperbolic cho sự khác biệt thời gian, có khoảng cách thu - nổ khác nhau được cộng lại với nhau. Phương trình hiệu chỉnh động học hyperbolic NMO rất hạn chế, chỉ đúng cho các mặt phản xạ phẳng hoặc có góc nghiêng nhỏ dưới 15° với tốc độ không đổi theo một mô hình định sẵn và cũng chỉ có tác dụng ở khoảng cách gần đối với cáp địa chấn ngắn, ít mạch. Các

thông số mật độ ρ và góc nghiêng α trong công thức không được tính đến. Các mạch địa chấn xa ở phần cuối cáp thu địa chấn thường bị cắt nhiều để làm sạch nhưng lại mất tín hiệu thu được ở các mạch xa và thông tin bất đẳng hướng quan trọng bị loại bỏ ngay từ những bước xử lý đầu trong chuỗi các bước xử lý. Những yếu điểm này làm cho kết quả thu nổ và xử lý tài liệu có chất lượng kém, không phản ánh đúng thực trạng địa chất, đặc biệt ở các vùng có cấu trúc địa chất phức tạp, các mặt phản xạ có độ nghiêng lớn, gồ ghề, nhiều đứt gãy và các đới nứt nẻ, hệ số tín hiệu có ích trên nhiều kém đi. Điều này dẫn đến những sai lầm cho việc quyết định đặt vị trí giếng khoan hay vị trí giàn cố định khai thác MSP, BK trong đó có giàn BK-9 mỏ Bạch Hổ.

Sự hiện diện bất đẳng hướng địa chấn có thể ở các mức độ khác nhau. Bất đẳng hướng góc phương vị được phát hiện trong địa chấn thăm dò ở giữa những năm 80 của thế kỷ trước và sau đó được Hội Địa vật lý thăm dò SEG công bố. Từ đó bất đẳng hướng địa chấn phát triển mạnh mẽ và được chấp nhận trong công nghiệp dầu khí.

Hiện nay, xu hướng chính sử dụng tài liệu địa chấn 3D tập trung vào tính bất đẳng hướng góc phương vị. Xử lý bất đẳng hướng khắc phục được hiện tượng trên, duy trì được thông tin ở các mạch xa và trực đồng pha được nâng trung thực hơn (Hình 10).

Ảnh hưởng bất đẳng hướng đến thời gian truyền sóng dọc P thường rất nhỏ và khó nhận biết, nhưng đối với sóng ngang S hay sóng chuyển đổi PS thì có khác biệt lớn. Đây chính là cơ sở sử dụng sóng ngang S hay sóng chuyển đổi PS để nghiên cứu cường độ nứt nẻ, mật độ nứt nẻ và hướng nứt nẻ. Các thông số bất đẳng hướng δ , η và ξ liên quan đến độ dài cáp thu địa chấn và tốc độ truyền sóng các hướng khác nhau. Tốc độ xử lý không chỉ còn miêu tả bằng tốc độ hiệu chỉnh động học tại thời gian T_0 trong môi trường đẳng hướng mà còn có thêm hai thông số η và ξ cho môi trường bất đẳng hướng nữa để tính thời gian truyền sóng cho các mạch địa chấn xa trên cáp thu địa chấn có chiều dài lớn và sự khác biệt giữa tốc độ thẳng đứng và tốc độ ngang đối với bề mặt các tầng nghiên cứu (Hình 10). Hiệu chỉnh động học bậc cao được tính đến cho cáp thu địa chấn dài có khoảng cách thu nổ lớn



Xử lý truyền thống

Xử lý tập trung đa điểm

Hình 16. So sánh mặt cắt địa chấn xử lý truyền thống (trái) với mặt cắt địa chấn xử lý tập trung đa điểm (phải) [12]

nhưng lại tạo ra nhiễu gây khó khăn khi minh giải. Cách tiếp cận này thích hợp cho các mỏ có tầng chứa nứt nẻ và các tầng chứa ở độ sâu lớn như mỏ Bạch Hổ.

Trong những năm gần đây, nhờ tính năng linh động và sức mạnh ưu việt của hệ thống Cluster và các thuật toán tinh tế cho phép phương pháp xử lý mới tập trung đa điểm được sử dụng mang tính thương mại. Đây là một trong những công cụ hữu hiệu và mạnh nhất chưa từng có trong nghiên cứu địa chất. Phương pháp xử lý công nghệ mới tập trung đa điểm dựa trên phép cộng các mạch nhiễu thông số, có bội phủ cao (Hình 15, 16), có các hiệu chỉnh phù hợp và tốc độ chính xác cho kết quả mỹ mãn, khắc phục được các nhược điểm của phương pháp xử lý truyền thống.

Các mạch địa chấn xa ở cấp thu địa chấn dài nhiều mạch tới 10.000m có thời gian $t = \sqrt{t^2_0 + x^2/V^2_{RMS}}$ ở các mặt ranh giới phân xạ có độ nghiêng lớn hay gồ ghề và tốc độ trong môi trường bất đẳng hướng mạnh sẽ không còn chính xác dẫn đến sai lệch lớn làm cho chất lượng hình ảnh nghèo nàn và méo mó. Phương trình NMO truyền thống này không thỏa mãn được một trong số các điều kiện để phù hợp với môi trường địa chất đa dạng. Xử lý công nghệ mới phi truyền thống dựa trên nguyên tắc tập trung đa điểm cho môi trường địa chất phức tạp thay thế cả hai hiệu chỉnh động NMO và hiệu chỉnh độ nghiêng DMO truyền thống bằng sử dụng nhiều thông số hiệu chỉnh sẽ tạo ra các mặt phân xạ chính xác và độ sâu trung thực, mặt cắt địa chấn sạch các loại nhiễu kể cả sóng lặp lại do có số lần cộng tăng đáng kể và có bức tranh cấu trúc địa chất chính xác và rõ ràng (Hình 16). Xử lý tập trung đa điểm không có tác dụng đối với những cấu trúc địa chất đơn giản như ở vùng nền platform khi các tầng phân xạ thoải thoải có biên độ nhỏ, ít đứt gãy. Ở những vùng địa chất phức tạp đứt gãy biên độ lớn, độ cong uốn nếp lớn, tương thay đổi mạnh... sẽ có tác dụng tốt, không có hiện tượng bẫy địa chấn (pitfall) làm sai lệch.

Sự khác nhau giữa xử lý truyền thống và xử lý công nghệ mới là hyperbolic và non-hyperbolic, là mô hình cấu trúc giản đơn và phức tạp, là môi trường đẳng hướng và bất đẳng hướng. Cốt lõi của phương pháp mới là công thức tính dựa trên cơ sở lý thuyết tia sóng (ray pass theory). Đây là khác biệt lớn trong xử lý tài liệu địa chấn trên thế giới ở những năm gần đây.

Mục đích của phương pháp địa chấn thực hiện bằng các cách khác nhau và các miền khác nhau nhằm đạt được hình ảnh chính xác cả về địa mạo và độ sâu

bề mặt phản xạ các tầng địa chất. Dịch chuyển chiều sâu như là yêu cầu bắt buộc đối với các vùng có cấu tạo địa chất phức tạp vì có được tính hiệu chỉnh động thời gian truyền sóng non-hyperbolic khác biệt với cách tính truyền thống trước đây. Việc hiệu chỉnh động không chỉ phụ thuộc vào tốc độ truyền sóng mà còn phụ thuộc vào ba thông số mặt sóng wavefront. Hình ảnh thời gian dùng để thiết lập mô hình tốc độ cho dịch chuyển chiều sâu. Công nghệ xử lý mới đa bội phủ làm sạch nhiễu là một tiến bộ làm tăng đáng kể chất lượng tài liệu dịch chuyển thời gian và sau đó là tăng độ chính xác chiều sâu cho đối tượng nghiên cứu để phù hợp với thực tế tự nhiên. Như vậy giải quyết được những rủi ro khi khoan.

Cho đến nay vẫn còn có những giếng khoan xuyên ra ngoài vòng khép kín tiềm năng hay cách xa độ sâu của đối tượng, vị trí xây dựng giàn khai thác không tối ưu dẫn đến chi phí tốn kém, giếng khoan có sản lượng kém hay khô như đã từng xảy ra.

Sau một thời gian dài khai thác, mỏ Bạch Hổ đã có sự thay đổi phân bố dầu khí và nước trong hệ thống các tầng chứa, các đối tượng khác tiềm ẩn chưa được phát hiện. Do đó, việc tái phát triển mỏ để mang lại lợi ích tối đa là việc hoàn toàn có thể làm và cần thiết cho một đời mỏ. Việc điều chỉnh phát triển lại mỏ dựa trên kết quả hoàn thiện hệ số thu hồi dầu IOR để khai thác được tối đa lượng dầu khí nằm trong mỏ và kéo dài thời gian khai thác mỏ.

Vi vậy, việc thu nổ lại địa chấn 3D và xử lý bằng công nghệ cao cho môi trường bất đẳng hướng mạnh của tầng chứa móng granite nứt nẻ mỏ Bạch Hổ là một tiếp cận phù hợp và là một khâu đột phá trong nghiên cứu mỏ Bạch Hổ.

8. Kết luận

- Mỏ Bạch Hổ nằm ở vị trí thuận lợi trong bồn trũng Cửu Long - nơi giàu tiềm năng dầu khí, có thân dầu trong móng nứt nẻ nằm ở độ sâu lớn. Mặc dù đã khai thác gần 200 triệu tấn dầu thô nhưng mỏ Bạch Hổ vẫn còn ẩn chứa một khối lượng dầu khí cần làm sáng tỏ.

- Đến nay mạng lưới địa chấn 3D chưa phủ kín diện tích mỏ Bạch Hổ. Việc thay thế số liệu địa chấn 3D cũ bằng thu nổ lại và xử lý công nghệ cao trở thành một yêu cầu cấp bách để nghiên cứu mỏ hoàn chỉnh.

- Hoàn thiện và nâng cao hệ số thu hồi dầu để khai thác tối đa lượng dầu khí nằm trong lòng đất, kéo dài đời

mỏ, cung cấp lâu dài dầu thô cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất sẽ hạn chế việc nhập khẩu nguồn dầu thay thế.

- Ngày nay, đã xuất hiện những kỹ thuật và công nghệ mới trong lĩnh vực nghiên cứu địa chất nhờ vào những tiến bộ của công nghệ thông tin, cập nhật và ứng dụng các thành tựu kỹ thuật công nghệ mới trong sản xuất sẽ làm tăng đáng kể hiệu quả nghiên cứu địa chất và khai thác mỏ.

- Thu nổ và xử lý địa chấn 3D công nghệ cao sẽ là một công cụ mạnh cho phép ra các quyết định khách quan và chính xác có tác dụng làm giảm các chi phí tài chính, rút ngắn thời gian sản xuất và tăng hiệu quả thăm dò khai thác, bảo vệ tài nguyên trong lòng đất.

- Xây dựng kế hoạch và thực hiện địa chấn 3D công nghệ cao trong thu nổ và xử lý đòi hỏi trí tuệ, năng lực, tinh thần dám làm, dám chịu trách nhiệm của những người làm công tác tìm kiếm, thăm dò dầu khí.

- Tài liệu địa chấn 3D phong phú thông tin và có độ chính xác cao thu nhận được bằng kỹ thuật và công nghệ mới sẽ mở ra khả năng làm sáng tỏ và chính xác các tầng chứa dầu khí ở mỏ Bạch Hổ, giúp nhà điều hành làm chủ được tình huống, tăng khả năng thành công trong công tác khoan.

Tài liệu tham khảo

1. Gurvich I.I., 1971. *Phương pháp thăm dò địa chấn*. Nhà xuất bản Nedr, Moscow.

2. Hoàng Văn Quý và nnk, 2008. *Tình trạng khai thác mỏ Bạch Hổ và Rồng. Các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu EOR*. Tạp chí Dầu khí số 9, p. 35 - 44.

3. *Hội nghị Thăm dò Khai thác Dầu khí 2010*. Tạp chí Dầu khí số 3/2010, p. 21 - 26.

4. *Hội nghị chuyên đề "Nâng cao hệ số thu hồi dầu - 2010"*. Tạp chí Dầu khí số 5/2010, p. 26 - 29.

5. Mai Thanh Tân, 2002. *Đổi mới công nghệ địa chấn trong thăm dò dầu khí ở Việt Nam*. Tạp chí Dầu khí số 7, p. 14 - 21.

6. Nguyễn Đình Hợi, 2007. *Giải pháp bất đẳng hướng cho nghiên cứu nứt nẻ*. Tạp chí Dầu khí số 8, p. 24 - 29.

7. Nguyễn Đình Hợi, 5/2005. *Nghịch đảo địa chấn - inversion*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam lần thứ 4, p. 435 - 444.

8. Nguyễn Đình Hợi, 2007. *Những điều cần biết về giếng khoan BH-6*. Bản tin Vietsovetropetro số 31 quý IV/2006, số Tết Đình Hợi.

9. Nguyễn Đình Hợi, 2006. *Seismic data for fractured basement: A case study of the White Tiger and Dragon fields*, Selected papers of the International Conference "Basement reservoir". Science and Technics Publishing House, p. 106 - 115.

10. Nguyễn Đình Hợi, 2008. *Vai trò của số liệu địa chấn đối với công cụ thông minh nhân tạo trong mô tả đặc trưng tầng chứa nứt nẻ*. Tạp chí Dầu khí số 7, p. 27 - 35.

11. Phùng Đình Thực và nnk, 2010. *Phát hiện và khai thác có hiệu quả thân dầu trong đá móng granite trước Đệ tam mỏ Bạch Hổ - những thành tựu khoa học và kinh tế xã hội*. Tạp chí Dầu khí số 9, p. 20 - 27.

12. Một số thông tin của các công ty địa vật lý và dầu khí trên thế giới.



Giàn khoan mỏ Bạch Hổ. Ảnh: CTV