

Xác định tiềm năng chứa dầu khí của tập cát kết mở GX dựa trên phân tích thuộc tính AVO

Trương Quốc Thanh^{1,2,*}, Nguyễn Xuân Khả¹, Nguyễn Tuấn¹, Nguyễn Việt Ân¹, Trần Văn Xuân¹



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Nghiên cứu sự thay đổi biên độ theo khoảng cách thu nổ (AVO) là phương pháp địa chấn đã được sử dụng hữu hiệu trong thăm dò và khai thác dầu khí. Nhiều nghiên cứu cho thấy kết hợp phân tích AVO và nghịch đảo địa chấn sẽ cho phép giảm thiểu rủi ro trong việc xác định các vỉa cát kết chứa khí. Trên cơ sở số liệu đầu vào bao gồm tài liệu địa chấn dịch chuyển trước khi cộng (Pre-Stack Time Migration) và dịch chuyển sau cộng (Poststack Depth Migration) cùng với tài liệu địa vật lý giếng khoan 2X bài báo trình bày phương pháp, quy trình phân tích thuộc tính AVO tại mỏ GX, lô 05-2 bồn trũng Nam Côn Sơn. Nội dung bài báo đã trình bày quá trình xây dựng bằng địa chấn tổng hợp có điểm sâu chung, thiết lập đồ thị phân tích biểu hiện AVO tại vị trí giếng khoan sử dụng các giá trị intercept A và gradient B được tính toán từ tài liệu địa vật lý giếng khoan. Dự đoán các biểu hiện AVO khi các đặc tính thạch học và chất lưu chứa trong vỉa thay đổi. Từ đó xây dựng mặt cắt dị thường thuộc tính của vỉa nhằm xác định đặc điểm thạch học của vỉa chứa cũng như chất lưu chứa trong phạm vi mỏ GX. Kết quả minh giải đã xác định được đối tượng nghiên cứu là vỉa cát kết chứa khí với ranh giới vỉa nằm trong miền thời gian 2920ms - 2936ms (hay độ sâu 3582,9m - 3616,1m), đây chính là tiền đề cơ sở xác định quy mô tiềm năng của vỉa chứa.

Từ khoá: AVO, khí, thuộc tính địa chấn, vỉa chứa

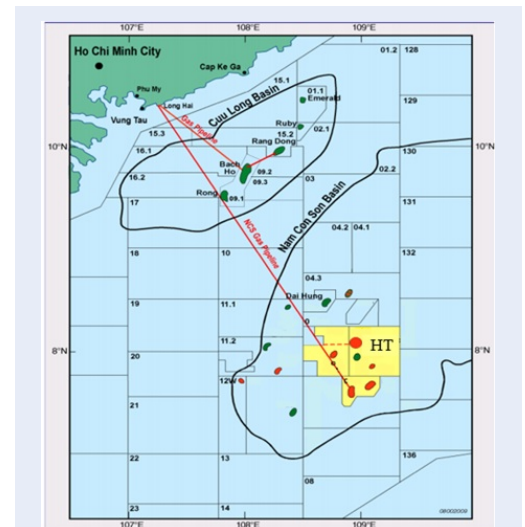
GIỚI THIỆU

Mỏ GX thuộc lô 05-2 thuộc bể trầm tích Nam Côn Sơn thêm lục địa Nam Việt Nam, cách Vũng Tàu về phía Đông Nam khoảng 300km với chiều sâu mực nước biển thay đổi từ 130m đến 145m¹. (Hình 1)

Khu vực nghiên cứu gồm 07 giếng tìm kiếm thăm dò được khoan từ năm 1995 đến năm 2004; trong đó có 3 giếng thử vỉa đều cho trữ lượng khí từ 1 TCF đến 5 TCF.

Hiện tại mỏ GX đã có 3 giếng khoan thăm dò đều cùng môi trường trầm tích thuộc trung tâm của bể. Giếng GK-1X được khoan vào khối năng trung tâm của mỏ và phát hiện khí, condensate trong tập cát thành hệ Dừa tuổi Miocen sớm, độ sâu 4160m. Giếng khoan GK-2X cánh phía Đông của mỏ và phát hiện tập cát chứa dầu khí tuổi từ Miocen giữa/muộn, độ sâu 4155m. Giếng GK-3X, là giếng khoan thăm lượng thứ hai trong mỏ và kết hợp thăm dò/ thăm lượng giếng khoan GK-2X, đạt độ sâu 4250m.²

Khu vực mỏ GX có hệ thống đứt gãy khá phức tạp với 3 hướng chính: hướng ĐB-TN, TB-ĐN và á vĩ tuyến. Hệ thống đứt gãy hướng ĐB-TN có chiều dài và biên độ dịch chuyển lớn, quyết định cấu trúc của mỏ, còn các hệ thống có hướng TB-ĐN và á vĩ tuyến có chiều dài hạn chế, biên độ dịch chuyển nhỏ đóng vai trò chia cắt mỏ thành các đới cấu trúc nhỏ hơn (Hình 2)



Hình 1: Vị trí địa lý mỏ GX lô 05-2, bể Nam Côn Sơn

¹Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM, Việt Nam

²IGE, Viện khoa học Trái Đất và Môi Trường, Đại học Grenoble-Alpes, Pháp

Liên hệ

Trương Quốc Thanh, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM, Việt Nam

IGE, Viện khoa học Trái Đất và Môi Trường, Đại học Grenoble-Alpes, Pháp

Email: tqquocthanh@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 01/11/2019
- Ngày chấp nhận: 27/8/2021
- Ngày đăng: 04/11/2021

DOI: 10.32508/stdjet.v4iS13.628

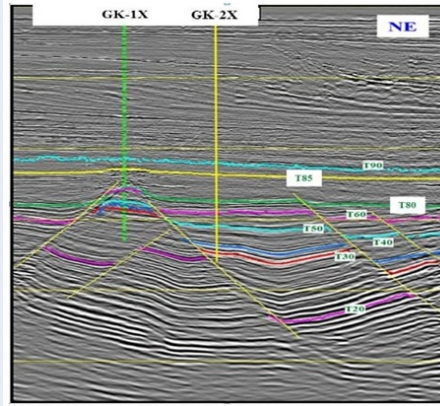


Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

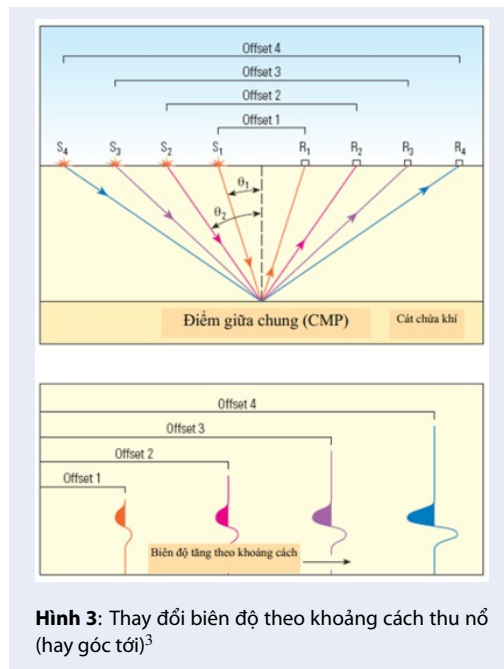


Trích dẫn bài báo này: Thanh T Q, Khả N X, Tuấn N, Ân N V, Xuân T V. **Xác định tiềm năng chứa dầu khí của tập cát kết mở GX dựa trên phân tích thuộc tính AVO.** *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 4(S13):SI49-SI60.



Hình 2: Hệ thống đứt gãy trên mặt cắt địa chấn mở GX²

phương trình sóng phản xạ của Zoeppritz (1902)³, đã có nhiều phương trình xấp xỉ nghiên cứu sự thay đổi biên độ sóng theo thuộc tính của môi trường, cũng như góc tới của sóng. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi mật ranh giới phản xạ có trở sóng âm học và hệ số Poisson khác nhau sẽ dẫn tới sự thay đổi biên độ nếu được quan sát ở những khoảng cách khác nhau (Hình 3).



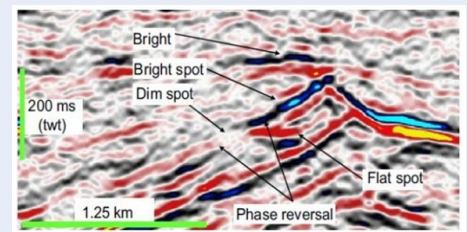
Hình 3: Thay đổi biên độ theo khoảng cách thu nổ (hay góc tới)³

Trên nền tảng kỹ thuật phân tích biên độ của tài liệu địa chấn trước khi cộng nhờ khả năng liên kết biên độ địa chấn với đặc tính của đá chứa, phương pháp phân tích AVO được áp dụng hỗ trợ công tác tìm kiếm bẫy

chứa dầu khí. Dự thường biên độ (phản xạ địa chấn có biên độ cao trên mặt cắt địa chấn) được nghiên cứu trước khi cộng để xem liệu chúng có dự thường AVO hay không, từ đó cho phép phân biệt được các yếu tố địa chất liên quan (cát kết chứa khí, than đá hay đá núi lửa,...) đã gây ra dự thường biên độ.

Thuộc tính biên độ trong phân tích AVO

Việc sử dụng các thuộc tính biên độ cho phép nâng cao hiệu quả phát hiện trực tiếp các dấu hiệu dầu khí từ lát cắt địa chấn. Sự tồn tại của các vỉa khí trong những điều kiện nhất định có thể dẫn đến sóng phản xạ có biên độ cao và được gọi là các "điểm sáng" phản xạ. Một ví dụ về dự thường biên độ "điểm sáng" trên lát cắt địa chấn và bình đồ thời gian liên quan đến vỉa chứa khí được nêu trên Hình 4. Trong thực tế, việc chỉ sử dụng dự thường biên độ "điểm sáng" sẽ ẩn chứa rủi ro vì nhiều yếu tố không liên quan đến khí cũng có thể tạo điểm sáng phản xạ.



Hình 4: Các dự thường biên độ trên lát cắt địa chấn: điểm sáng (bright spot), điểm mờ (dim spot), đảo cực (phase reversal), điểm bằng (flat spot)⁴

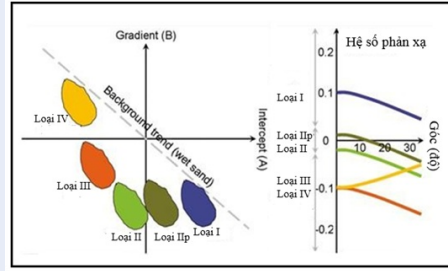
Phân tích AVO định tính

Phân tích AVO định tính được sử dụng để phát hiện dự thường AVO liên quan đến vỉa cát kết chứa khí và đối tượng khác. Phân tích AVO định tính gồm: Phân tích bằng điểm giữa chung (CMP) và mặt cắt cộng với khoảng cách thu nổ khác nhau, phân tích hệ số Intercept (A) và hệ số Gradient (B), phân tích đồ thị A và B.

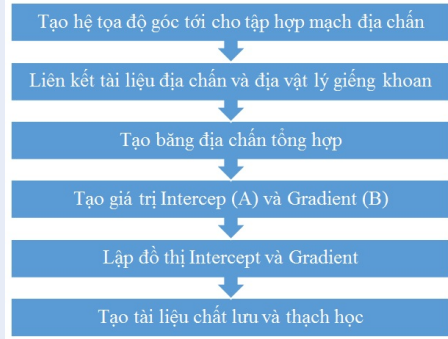
Phân tích AVO bằng đồ thị

Phân tích AVO bằng đồ thị là phương pháp hữu hiệu minh giải các thuộc tính AVO. Hệ số A được biểu diễn cùng với B trên đồ thị là một công cụ trực quan biểu diễn các dự thường AVO cho phép định rõ đặc tính của đá chứa (Hình 5)⁵

Việc phân tích AVO được thực hiện theo quy trình ở Hình 6.



Hình 5: Phân loại dị thường AVO



Hình 6: Quy trình phân tích AVO

KẾT QUẢ PHÂN TÍCH AVO TẬP X MỎ GX

Tạo hệ tọa độ góc tới cho tập hợp mạch địa chấn có

Tài liệu đầu vào địa chấn 3D đã được xử lý và đã hiệu chỉnh động hay hiệu chỉnh pháp tuyến (NMO). Sau đó từ Offset Gather, Super Gather được thiết lập để tăng tỉ số S/N, tiếp đến Supper Gather được chuyển đổi thành Angle Gather bằng cách sử dụng mô hình vận tốc kết hợp với Super Gather (Hình 7, 8 và 9).

Tạo bảng địa chấn tổng hợp có điểm sâu chung từ Angle Gather

Dạng sóng chuẩn (wavelet) có thể được tạo lập từ Angle Gather, tuy nhiên do wavelet thay đổi với mỗi góc tới nên sẽ có nhiều wavelet chuẩn khác nhau, khi đó chỉ giá trị trung bình của các wavelet được chọn bằng cách tích hợp các mạch địa chấn từ nhiều băng ghi thành bảng địa chấn tổng hợp có điểm sâu chung (Common Deep Point Stack).

Sự biến đổi của vỉa tại các vị trí khác nhau sẽ được quan sát bởi CDP Stack. Tương tự, tỉ số tín hiệu/nhiều (S/N) được gia tăng bởi mạch địa chấn tại một CDP Gather minh họa các biểu hiện địa chấn ngay tại vị

trí điểm sâu chung. Mặt cắt địa chấn tổng hợp đi qua giếng GK-2X sau khi áp dụng CDP Stack được minh họa trên Hình 10.

Tạo Intercept (A) và Gradient (B)

Từ Angle Gather, bằng cách sử dụng tài liệu giếng khoan đã được hiệu chỉnh vào phương trình xấp xỉ Shuey sẽ tính được hai thuộc tính cơ bản A và B (Hình 11 và Hình 12). Biểu hiện AVO thông qua độ lớn các giá trị A và B tại đỉnh và đáy vỉa chứa thường không đồng nhất do các giá trị dương và âm. Dựa vào chênh lệch biên độ của biểu hiện AVO khi được khuếch đại, bằng cách kết hợp cả hai giá trị A và B (ví dụ $A*B$ hoặc A/B), vị trí của đỉnh và đáy vỉa chứa được xác định, tuy nhiên kỹ thuật phân tích này vẫn bị ảnh hưởng bởi các giá trị dương và âm của A và B. Một hướng phân tích khác bằng cách lấy tích số một cách có điều kiện của một thuộc tính A và B (chỉ lấy các giá trị dương $A*B$), kết quả là nhận được một thuộc tính mới khá hữu hiệu trong tìm kiếm vỉa cát kết chứa khí có độ rỗng cao (gây ra dị thường AVO loại III).

Khả năng hỗ trợ minh giải địa chấn bởi sự phân hóa các giá trị $A*B$ được minh họa trên Hình 13. Một thuộc tính nữa rất hữu hiệu của AVO là thay đổi tỉ số Poisson (Hình 14) trong đó mạch địa chấn là các giá trị A còn màu là sự thay đổi tỉ số Poisson.

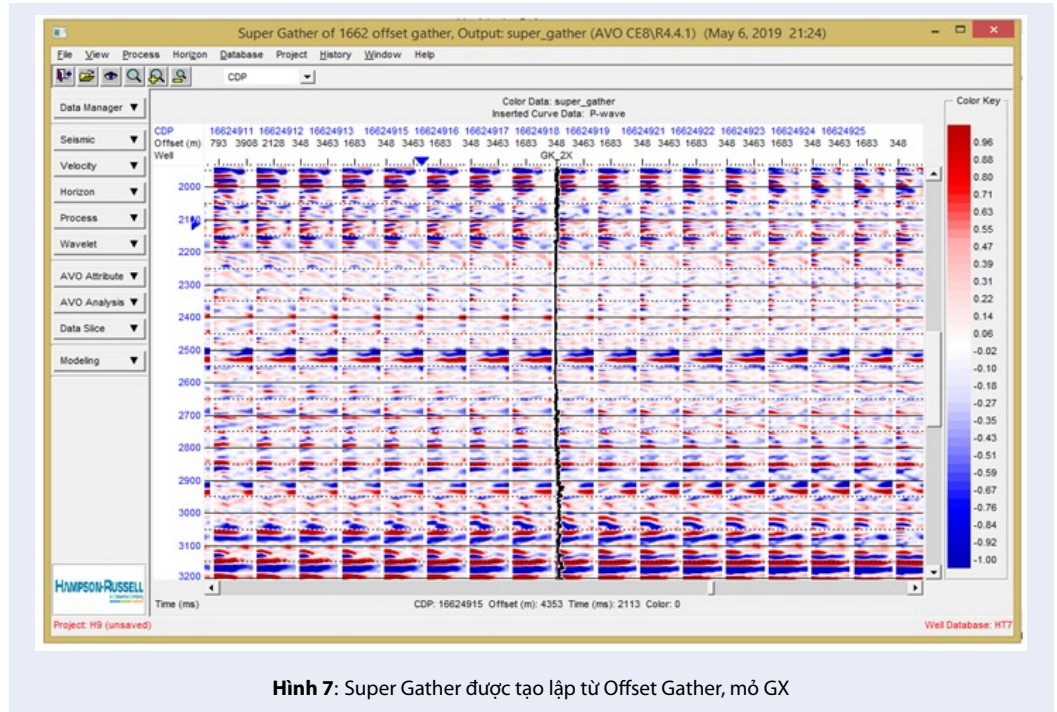
Lập đồ thị Intercept và Gradient

Các giá trị A và B tính từ phân tích dị thường biên độ của tài liệu địa chấn trước cộng (Pre - Stack) được sử dụng để lập đồ thị cho khoảng không gian từ 2.500ms-3.000ms trong phạm vi vỉa X^6 (Hình 15 và 16).

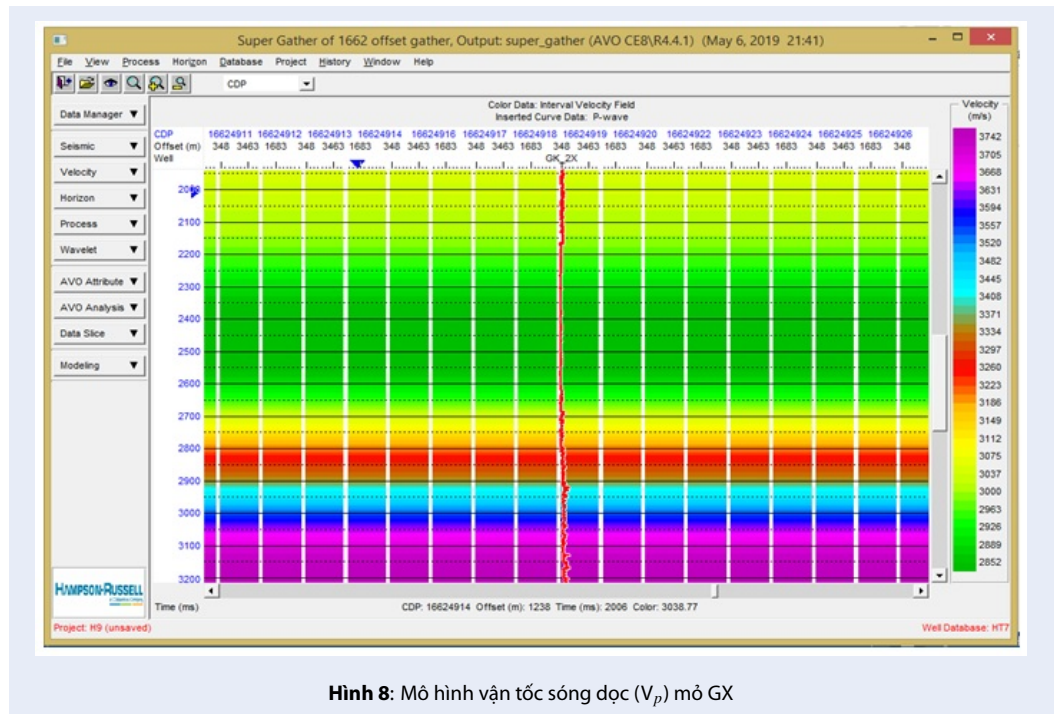
Bằng phép toán thay đổi trục tọa độ, các dị thường biên độ được phân vùng ứng với các nhóm biểu hiện AVO và áp dụng kết quả phân tích vào dữ liệu địa chấn thực tế. Phương pháp và kết quả phân tích AVO thông qua phép xoay hệ trục tọa độ và phân nhóm AVO lên một mặt cắt địa chấn được minh họa trên Hình 17.

Tạo tài liệu chất lưu và tài liệu thạch học

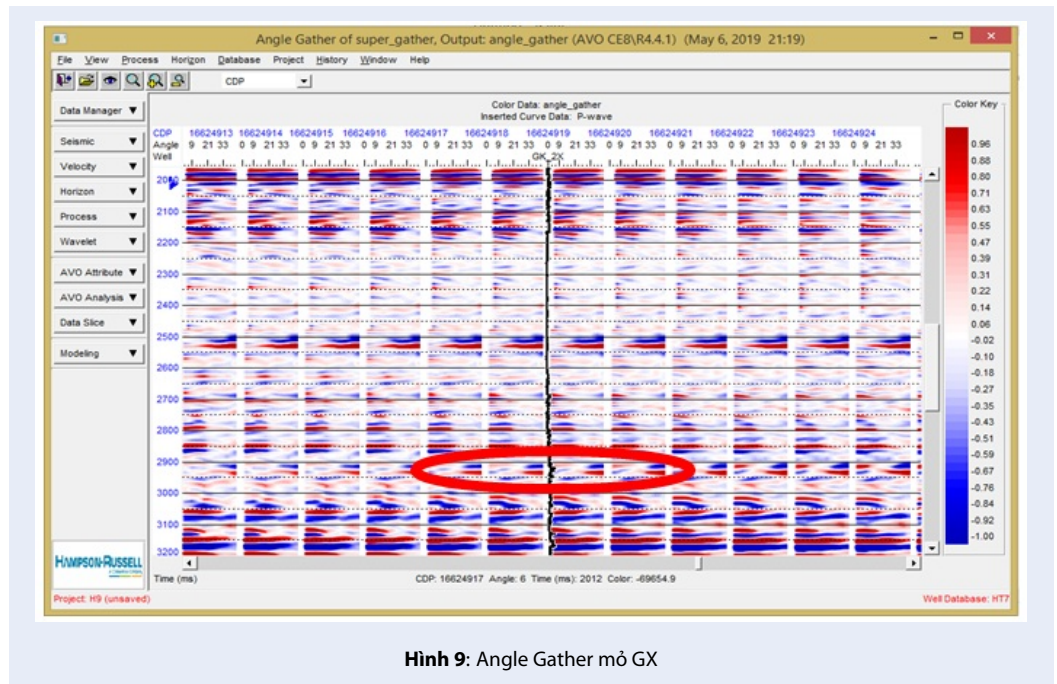
Sự thay đổi của thành phần thạch học và chất lỏng vỉa chứa khí mỏ GX được dự báo như sau: trên đồ thị của A và B, đường khuynh hướng sét được xoay một góc 18° theo chiều kim đồng hồ để dự đoán thành phần chất lưu (gọi tắt là AB18) và quay góc 42° (gọi tắt là AB42) để dự đoán thành phần thạch học (thành phần chất lưu chủ yếu đặc trưng cho giá trị A và thành phần thạch học chủ yếu đặc trưng cho giá trị B). Phân bố của yếu tố chất lỏng (fluid factor) tại các vị trí có màu nóng khi quay đường khuynh hướng sét một góc 18° được thể hiện trên Hình 18. Tương tự, sự phân bố yếu tố thạch học (lithology factor) như nóc và đáy



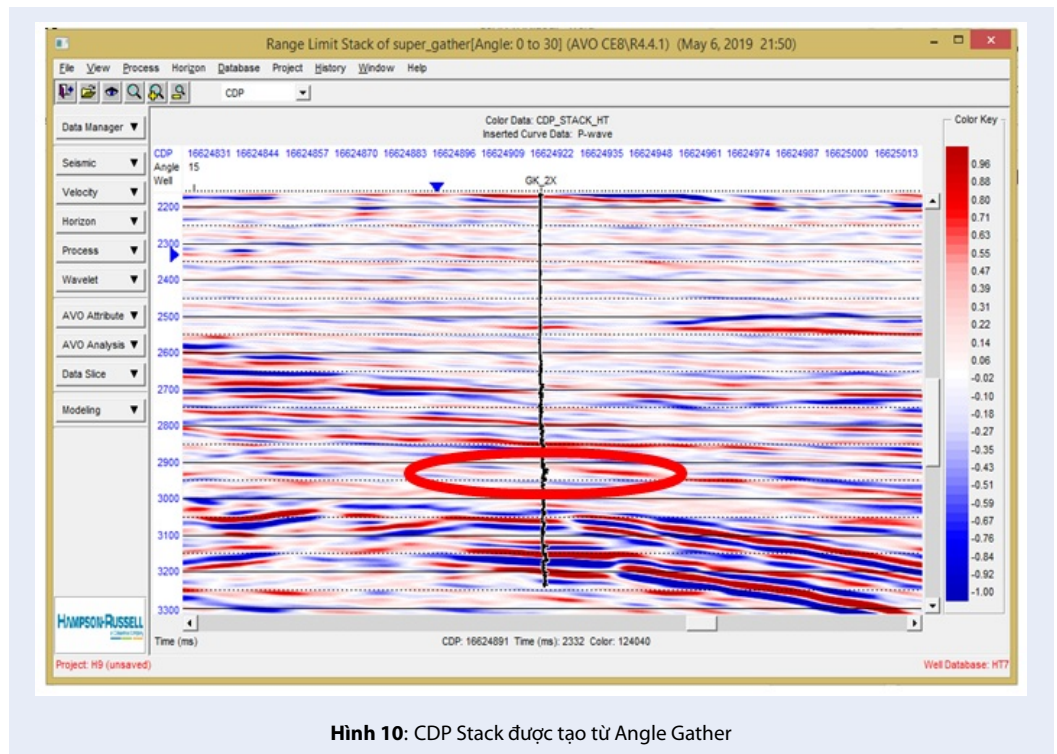
Hình 7: Super Gather được tạo lập từ Offset Gather, mô GX



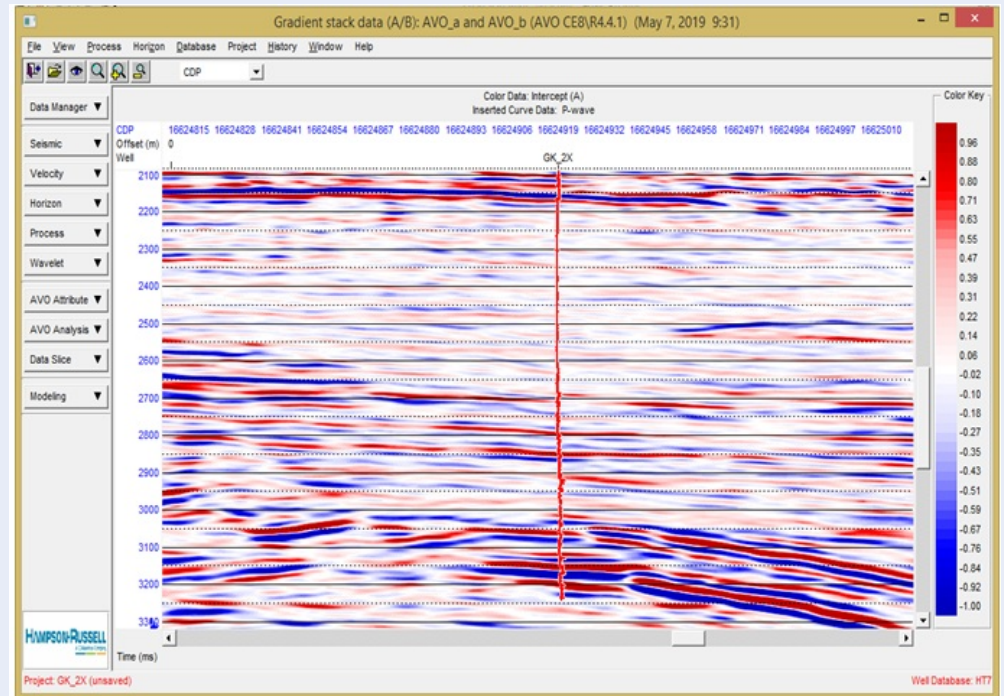
Hình 8: Mô hình vận tốc sóng dọc (V_p) mô GX



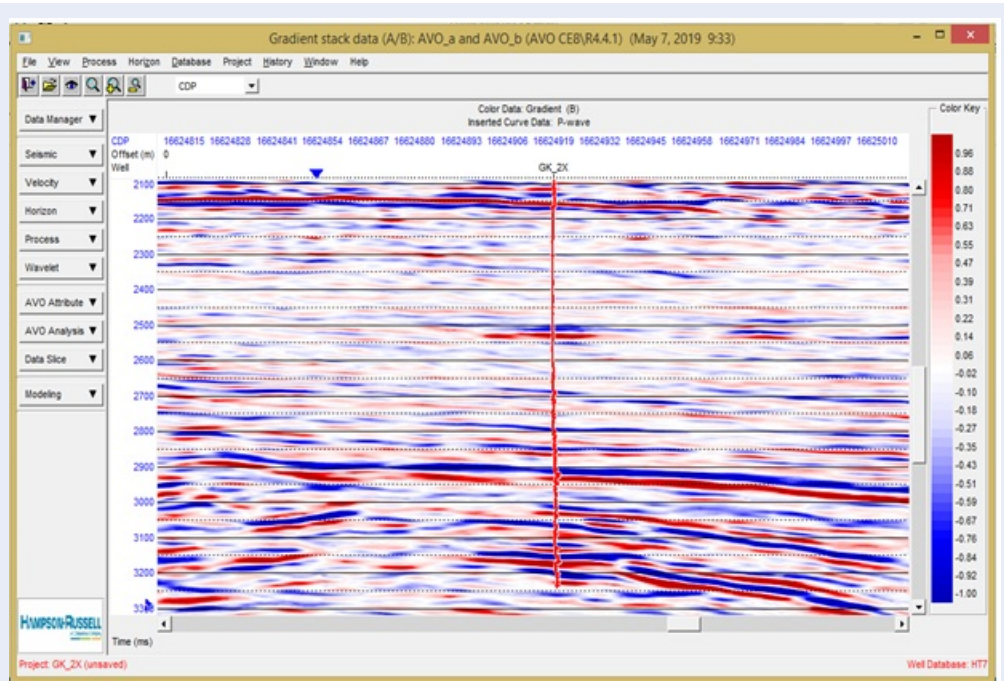
Hình 9: Angle Gather mở GX



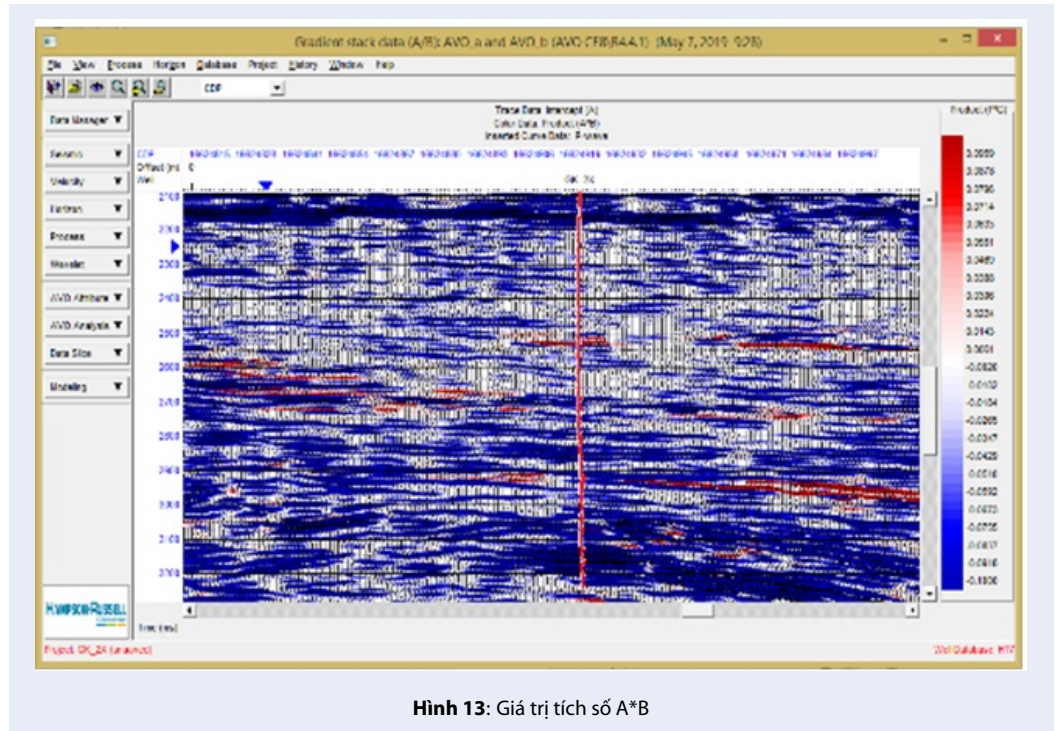
Hình 10: CDP Stack được tạo từ Angle Gather



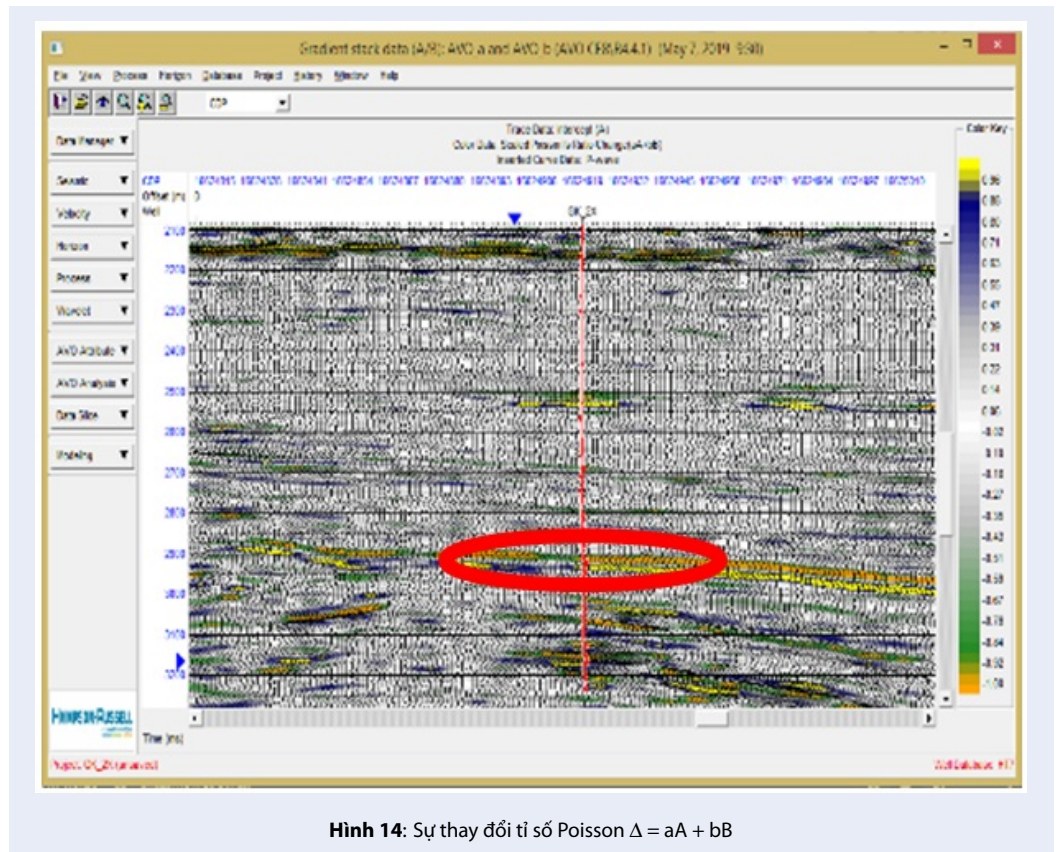
Hình 11: Giá trị Intercept (A), mỏ GX



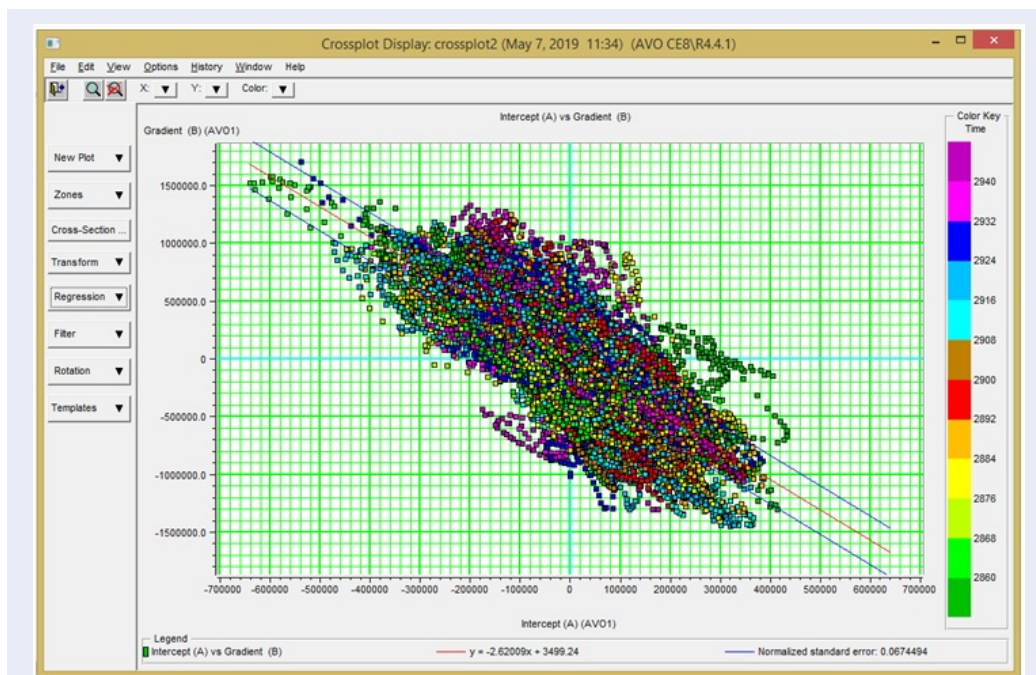
Hình 12: Giá trị Gradient (B), mỏ GX



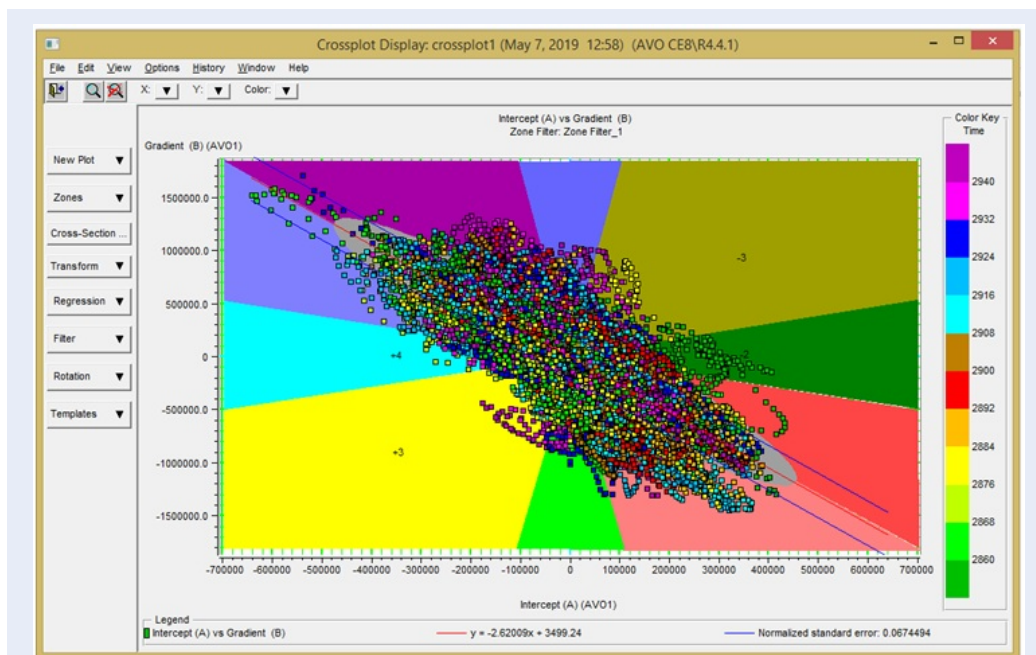
Hình 13: Giá trị tích số A*B



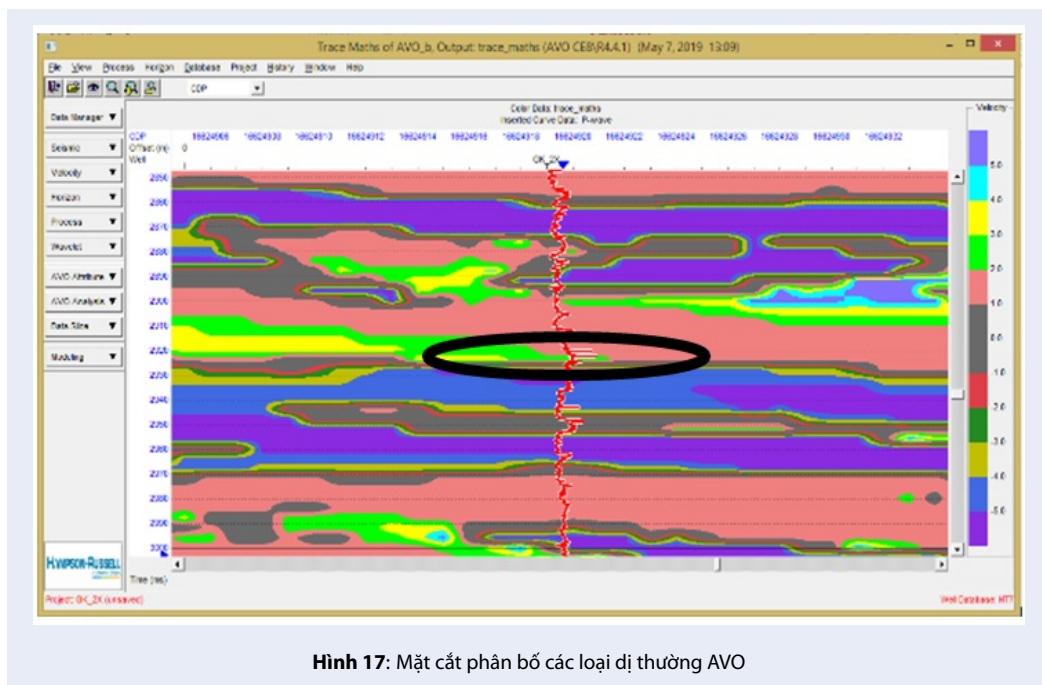
Hình 14: Sự thay đổi tỉ số Poisson $\Delta = aA + bB$



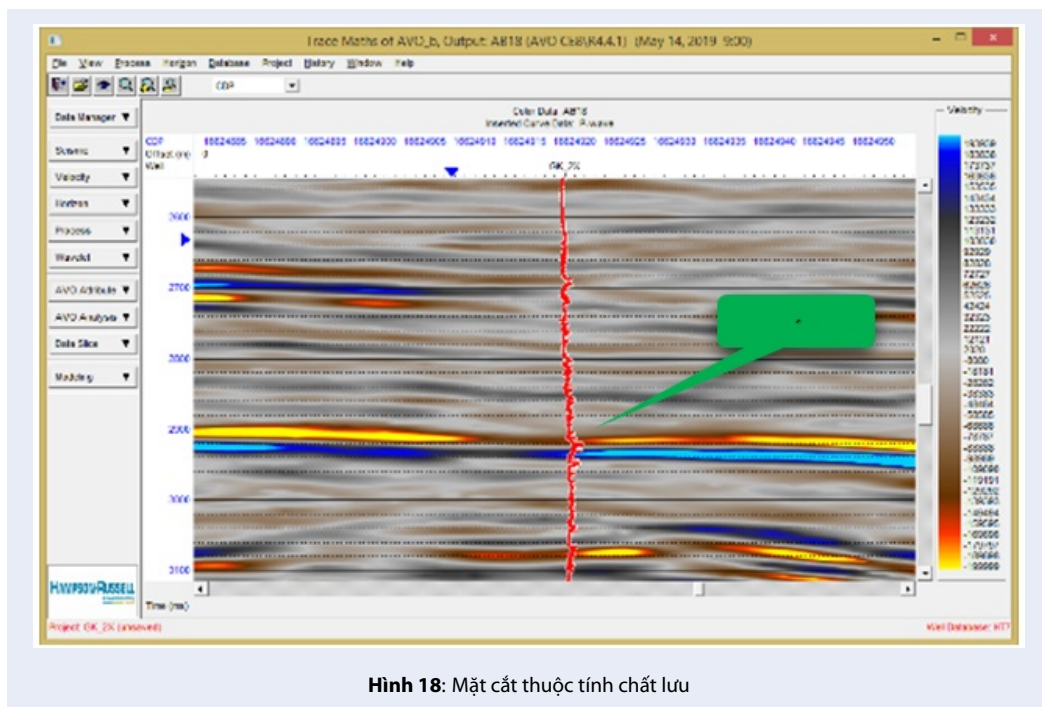
Hình 15: Crossplot Intercept (A) và Gradient (B)



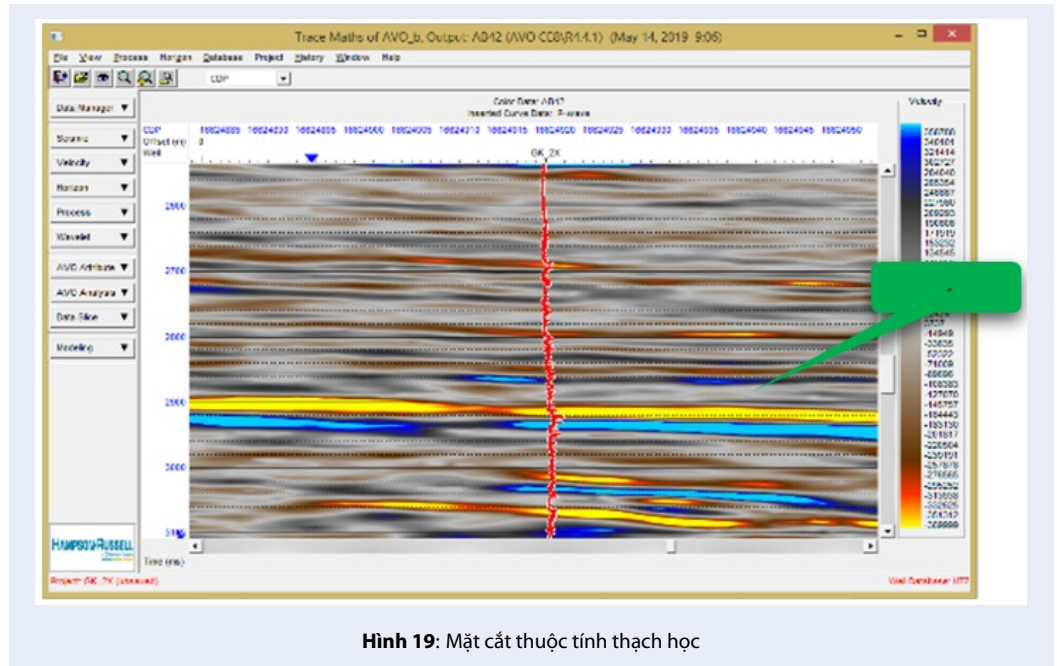
Hình 16: Crossplot A và B sau khi phân vùng dị thường AVO



Hình 17: Mặt cắt phân bố các loại dị thường AVO



Hình 18: Mặt cắt thuộc tính chất lưu



Hình 19: Mặt cắt thuộc tính thạch học

của vỉa cát hoặc sét tại các vị trí có màu nóng khi quay đường khuynh hướng sét một góc 42° được thể hiện trên Hình 19.

KẾT LUẬN, THẢO LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả phân tích đồ thị giá trị A và B cho thấy dị thường phân bố tại miền thời gian 2.920ms – 2.936ms là dấu hiệu của vỉa cát kết chứa khí có độ rỗng cao, tương ứng AVO loại III. Hơn nữa từ thuộc tính chất lưu đã thể hiện rõ tại miền thời gian ở trên, chất lưu chứa trong vỉa cát kết là khí với đặc trưng trên biểu đồ là phần màu nóng.

Trong khu vực mỏ GX vỉa cát chứa khí nằm trong miền thời gian 2.920ms – 2.936ms (hay độ sâu 3.582,9m – 3.616,1m) là đối tượng chứa quan trọng cần được tiếp tục nghiên cứu phát triển.

Để tăng độ tin cậy của kết quả nghiên cứu và giảm thiểu rủi ro trong tìm kiếm khu vực mỏ GX cần tiến hành phân tích AVO định lượng để dự đoán đặc tính của vỉa chứa như: Độ bão hòa nước (S_w), độ rỗng (ϕ) và thể tích sét (V_{sh}) bằng phương pháp nghịch đảo địa chấn (1D Seismic Inversion). Khi đó việc liên kết tài liệu địa chấn với giếng khoan sẽ tăng độ chính xác trong việc xác định các thông số vỉa chứa.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Tôi là tác giả chính của bản thảo công bố kết quả nghiên cứu: “XÁC ĐỊNH TIỀM NĂNG CHỨA DẦU KHÍ CỦA TẬP CÁT KẾT MỎ GX DỰA TRÊN PHÂN

TÍCH THUỘC TÍNH AVO”. Tôi xin cam kết như sau:

- Tất cả các tác giả có tên trong bài đều đã đọc bản thảo, đã thỏa thuận về thứ tự tác giả và đồng ý gửi bài đăng trên tạp chí STDJNS.
- Công trình này không có bất kỳ sự xung đột về lợi ích nào giữa các tác giả trong bài và với các tác giả khác.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

- Trương Quốc Thanh: Tác giả chính của bản thảo, là người soạn thảo bài báo, thiết kế nghiên cứu và thực hiện các phân tích minh giải tài liệu.
- Nguyễn Xuân Khá: tham gia chỉnh sửa bản thảo, cố vấn cho quá trình nghiên cứu từ khi công trình vừa bắt đầu.
- Nguyễn Tuấn: đã đóng góp giải thích dữ liệu và đi thu thập dữ liệu, kiểm tra lại bài viết.
- Nguyễn Việt Ân: tiến hành xử lý số liệu, viết kết quả nghiên cứu
- Trần Văn Xuân: tham gia vào thiết kế và thực hiện nghiên cứu, phân tích diễn giải các dữ liệu, thu thập dữ kiện và thực hiện các phân tích cơ bản và thống kê.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đông TL, Đắc Hải P. Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Tập đoàn Dầu Khí Quốc Gia Việt Nam, 2007;.
2. BIENDONG POC. Reserves Assessment Report, 2017;.
3. Chopra S, Castagna JP. AVO - Investigations in Geophysics No.16, Society of Exploration Geophysicists (SEG), Tulsa, 2014; Available from: <https://doi.org/10.1190/1.9781560803201>.

4. Young RA, LoPiccolo RD. A comprehensive AVO classification, The Leading Edge. 2003;p. 1030–1037. Available from: <https://doi.org/10.1190/1.1623645>.
5. Nam N, Fink L. From Angle Stacks to Fluid and Lithology Enhanced Stacks, In 7th International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics, 2008;.
6. Rutherford, et al. AVO - Investigations in Geophysics No.16, Society of Exploration Geophysicists (SEG), Tulsa, 2014;.

Determining the petroleum potential of sandstone reservoir GX field based on AVO analysis

Truong Quoc Thanh^{1,2,*}, Nguyen Xuan Kha¹, Nguyen Tuan¹, Nguyen Viet An¹, Tran Van Xuan¹



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Amplitude Versus Offset (AVO) is an effectively used seismic method in O&G exploration and production. Many studies indicated that the combination of AVO and seismic inversion allows reducing risks in the identification of gas-bearing sandstone reservoirs. Based on the input data including Pre-stack Time Migration, Post-stack Depth Migration and well logging at well 2X, the paper presents the method and procedure of analyzing AVO properties at GX field, block 05-2, Nam Con Son basin. The paper showed the process of building synthetic seismograms with common depth points, sketching graphs to analyze the behavior of AVO properties using intercept A and gradient B values calculated from the well logging data at a defined well, and predicting AVO's behavior when the lithological and fluid properties in the reservoir change. Therefore, the abnormal section of the reservoir is constructed to determine the lithological features of the reservoir as well as the fluid within the GX field. The interpreted results reveal that the research object is a gas-bearing sandstone reservoir with the boundary in the time domain of 2920ms - 2936ms (or depth 3582.9m - 3616.1m), which is the foundation for determining the reservoir's potential scale.

Key words: AVO, petroleum gas, seismic attribute, reservoir

¹Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM, Vietnam

²IGE, Institute of Environmental Geosciences, Grenoble-Alpes University, France

Correspondence

Truong Quoc Thanh, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM, Vietnam

IGE, Institute of Environmental Geosciences, Grenoble-Alpes University, France

Email: tquocthanh@hcmut.edu.vn

History

- Received: 01/11/2019
- Accepted: 27/8/2021
- Published: 04/11/2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4iS13.628



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Thanh T Q, Kha N X, Tuan N, An N V, Xuan T V. **Determining the petroleum potential of sandstone reservoir GX field based on AVO analysis.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 4(S13):SI49-SI60.