

MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA TÍN HIỆU VÀ NHIỀU ĐỂ NGHIÊN CỨU ĐÁ MÓNG NỨT NÈ

PHAN THIÊN HUƠNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Khả năng xác định đặc tính của các đới nứt nẻ trong móng dựa trên các dấu hiệu từ tài liệu địa chấn thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học. Bên cạnh một số thành công đã được công bố vẫn còn nhiều trường hợp xác định sai các đới nứt nẻ do ảnh hưởng của nhiễu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày kết quả mô phỏng tín hiệu trước cộng từ ranh giới phản xạ không đồng nhất và nhiễu ngẫu nhiên bằng thuật toán Kirchhoff-Helmholtz. Đây là một trong những bước làm cơ sở cho công tác xử lý và phân tích tiếp theo nhằm chỉ ra sự khác biệt giữa ảnh hưởng của nhiễu và đới nứt nẻ trên mặt cắt cộng sau dịch chuyển.

1.1. Mở đầu

Việc dự báo đặc tính nứt nẻ của đá trầm tích dựa trên tài liệu địa chấn đã được nghiên cứu và ứng dụng từ lâu trên thế giới. Tại Việt Nam, vấn đề này thu hút được sự quan tâm hơn nữa do việc tìm được dầu trong móng granite tại bể Cửu Long. Ngay từ những năm 90, sự phát triển của các thuộc tính địa chấn đã mở ra triển vọng mới cho khả năng phát hiện các đới nứt nẻ trong móng granit. Nhiều phương pháp kết hợp các thuộc tính khác nhau để phát hiện các đới nứt nẻ trong móng đã được đề xuất [1-2]. Tuy nhiên, bên cạnh những thành công trong công tác dự đoán đới nứt nẻ, vẫn còn tồn tại nhiều yếu tố rủi ro. Kinh nghiệm thực tế cho thấy, trong nhiều trường hợp, việc ứng dụng thuộc tính địa chấn để xác định đới nứt nẻ trong móng đã không cho hiệu quả mong muốn, các giếng khoan khoan không gặp đới nứt nẻ mặc dù dự thường địa chấn có biểu hiện rất tốt (ví dụ như trường hợp mỏ Cá Ngừ Vàng, bể Cửu Long). Điều này gây nghi ngờ về khả năng ứng dụng thuộc tính địa chấn để xác định nứt nẻ. Nhưng cho đến nay vẫn chưa có nghiên cứu cụ thể nào nhằm mục đích trả lời câu hỏi này.

Hiện nay, việc nâng cao khả năng xác định các đới nứt nẻ trong móng trước đệ tam từ tài liệu địa chấn là một trong những ưu tiên hàng đầu trong công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí. Tất cả các giếng khoan thăm dò trong móng đều được định hướng dựa trên những dự báo từ các kết quả phân tích địa chấn. Tuy nhiên, do đặc điểm ít số tín hiệu trên nhiễu trong móng thường

rất thấp, phong nhiễu sau xử lý lại có những đặc điểm tương tự như các đới nứt nẻ, vì vậy rất nhiều trường hợp việc minh giải tài liệu địa chấn đã nhầm lẫn nhiều địa chấn là các đới nứt nẻ dẫn đến thất bại trong thiết kế các giếng khoan. Việc xây dựng được những đặc điểm của nhiễu trên tài liệu địa chấn và chỉ ra những tiêu chí để phân biệt chúng với tín hiệu từ các đới nứt nẻ sẽ giúp tránh được những sai lầm khi xác định các đới nứt nẻ từ tài liệu địa chấn góp phần nâng cao hệ số thành công của các giếng khoan thăm dò. Chính vì vậy tập thể tác giả đã nghiên cứu đặc điểm của nhiễu trong đới nứt nẻ, từ đó tìm thuật toán thích hợp xây dựng mô hình toán học và viết phần mềm mô phỏng để tìm ra sự khác biệt giữa tín hiệu do đới nứt nẻ so với nhiễu.

2.2. Ảnh hưởng của sự bất đồng nhất của mặt phản xạ lên tín hiệu

Việc phát hiện nứt nẻ bằng tài liệu địa chấn gặp khá nhiều khó khăn do tỷ số tín hiệu trên nhiễu thấp và những đới nứt nẻ có độ xiên cao gây nên hiện tượng tán xạ. Chính vì vậy để có thể nhận được lát cắt địa chấn có độ phân giải cao và chính xác thì xử lý đóng vai trò quan trọng. Hình 1 [1] là một thí dụ chỉ rõ hiệu quả của việc dùng CBM (controlled beam migration) một phương pháp xử lý trong việc dịch chuyển địa chấn. Trên hình vẽ, hình bên trái là kết quả sau khi tiến hành dịch chuyển địa chấn trước cộng bằng phương pháp Kirchhoff thông thường. Mặc dù vậy để minh giải cũng vẫn gặp nhiều khó khăn do tỷ số tín hiệu và nhiễu thấp. Hình bên phải ứng dụng công nghệ dịch chuyển theo

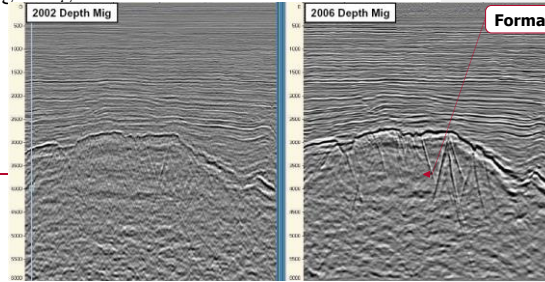
- Formatted: Right
- Formatted: Font: 10 pt
- Formatted
- Formatted: Font: .VnCentury Schoolbook, 10 pt, Not Bold, Italic
- Formatted: Line spacing: single
- Formatted: Font: 11 pt
- Formatted: Space Before: 3 pt, After: 3 pt, Line spacing: single
- Formatted: Condensed by 0.1 pt
- Formatted: Line spacing: single
- Formatted: Font: 12 pt, Not Italic, Condensed by 0.1 pt
- Formatted: Indent: Left: 0.5", Line spacing: single
- Formatted: Font: 12 pt, Condensed by 0.1 pt
- Formatted: Font: 12 pt
- Formatted: Line spacing: single
- Formatted: Number of columns: 2
- Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

- Formatted: Line spacing: single
- Formatted: Bullets and Numbering
- Formatted: Condensed by 0.1 pt
- Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

- Formatted: Condensed by 0.1 pt
- Formatted: Indent: First line: 0.28", Space Before: 0 pt, Line spacing: single

- Formatted: Indent: First line: 0.25", Right: 0.25"
- Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

chùm tia (CBM), kết quả chi rõ những đới nứt nẻ trong móng tốt hơn hẳn so với hình bên trái.



Formatted: Centered, Line spacing: single

Formatted: Line spacing: single

Hình 1-3. Mặt cắt địa chấn trong móng nứt nẻ (dùng dịch chuyển địa chấn thông thường và dùng phương pháp CBM theo Don Pham và n-n-k [1])

3.3. Mô hình toán học mô phỏng tín hiệu:

Các đới nứt nẻ trong đá móng được biểu hiện trên tài liệu địa chấn như những đới tán xạ chứ không phải là những mặt phản xạ, vì vậy chúng chỉ có thể được xác định sau quá trình dịch chuyển. Tuy nhiên, quá trình dịch chuyển đồng thời cũng sẽ biến đổi những tín hiệu nhiễu ngẫu nhiên mạnh thành những vết tán xạ trên mặt cắt địa chấn tương tự như các đới tán xạ do móng nứt nẻ, hay sự gồ ghề của bề mặt móng dẫn đến sự nhầm lẫn trong quá trình minh giải.

Nghiên cứu này tìm cách phân biệt những ảnh hưởng của nhiễu sinh ra trong quá trình thu nổ và những tín hiệu thực từ các đới tượng nứt nẻ, gồ ghề của bề mặt. Trên cơ sở đó, so sánh kết quả dịch chuyển của tín hiệu của mô hình tác giả đã sử dụng thuật toán mô phỏng Kirchhoff-Helmholtz để mô phỏng tín hiệu phản xạ từ mô hình đới nứt nẻ. Với mô hình 2D, thuật toán Kirchhoff-Helmholtz được thể hiện như sau:

Công thức tích phân Kirchhoff-Helmholtz [4] có dạng như sau:

$$u(P) = \frac{-i}{4} \int_C \left(u \frac{\delta w}{\delta n} - w \frac{\delta u}{\delta n} \right) dl$$

(1)

trong đó: P là điểm thu trên mặt đất, C là bề mặt phản xạ, u là giá trị của hàm vô hướng tại điểm

C, w là hàm Green và $\frac{\delta u}{\delta n}$ là đạo hàm theo hướng vuông góc với mặt phản xạ. Trong trường hợp xa nguồn nổ, hàm Green có giá trị như sau:

$$w = \sqrt{\frac{2c}{\pi\omega r}} e^{i[\omega r/c - \pi/4]}$$

(2)

Trong đó, c là vận tốc truyền sóng, ω là tần số góc và r là khoảng cách giữa điểm thu và mặt phản xạ.

Thay phương trình (2) vào (1) ta có:

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

Field Code Changed

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Indent: First line: 0.25", Right: 0.25"

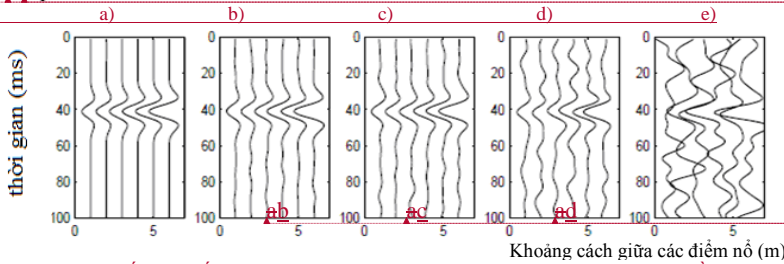
Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

$$u(P, \omega) = \frac{1}{\sqrt{8\pi c}} F(\omega) e^{(-i\pi/4)} \int_C \frac{R(\phi)}{\sqrt{r}'} e^{(i\omega r)} (\cos\phi' + \cos\phi) dl$$

$R(\phi')$ -hệ số phản xạ với góc phản xạ ϕ'

(3)

với $F(\omega)$ -phổ của tín hiệu đầu vào:



Hình 2. Mặt cắt địa chất CDP sau khi đã hiệu chỉnh động của các tín hiệu bao gồm tín hiệu có ích và nhiễu với các tỷ số tín hiệu có ích và nhiễu khác nhau a) không có nhiễu; 4-b) tỷ số bằng 10; c) tỷ số bằng 5; d) tỷ số bằng 2; e) tỷ số bằng 1

Hình 2. Mặt cắt địa chất CDP sau khi đã hiệu chỉnh động của các tín hiệu bao gồm tín hiệu có ích và nhiễu với các tỷ số tín hiệu có ích và nhiễu khác nhau a) không có nhiễu; a) b) tỷ số bằng 10; c) tỷ số bằng 5; d) tỷ số bằng 2; e) tỷ số bằng 1 e)

Dựa trên thuật toán vừa nêu ở phần trên, sử dụng ngôn ngữ Fortran để viết phần mềm mô phỏng, nhóm tác giả xây dựng bài toán thuận trên mô hình các mặt cắt địa chấn điểm sâu chung (CDP) với tín hiệu nguồn nổ có dạng Ricker đã được mô phỏng với nhiễu ngẫu nhiên theo tỷ số tín hiệu và nhiễu thay đổi. Nhiễu ngẫu nhiên được mô phỏng bằng cách lọc giải tần các giá trị ngẫu nhiên theo phân bố Gauss và đưa vào tín hiệu theo nhiều giá trị tỉ số tín hiệu trên nhiễu khác nhau. Hình 2 biểu diễn các tập hợp điểm sâu chung với giá trị tỉ số tín hiệu/nhiễu thay đổi từ không có nhiễu đến tỷ số tín hiệu và nhiễu bằng 1. Rõ ràng khi nhiễu

ngày càng tăng thì tỷ số tín hiệu và nhiễu càng giảm dần tiến tới tỷ số tín hiệu và nhiễu bằng 1 thì tín hiệu thu được là sự hỗn độn. Đối với những ảnh hưởng do biến đổi của bề mặt phản xạ, phần mềm mô phỏng cho kết quả như hình 3, trong đó độ bất đồng nhất trên bề mặt thay đổi từ 10m-50m (a-10m, b-20m, c-30m, d-40m, e-50m). 3 cột tương ứng với 3 điểm sâu chung (CDP) lấy dọc theo độ dài nghiên cứu là 1000m. Từ kết quả mô phỏng nhận thấy khi độ gồ ghề là 10 m thì tín hiệu phản xạ vẫn thể hiện bề mặt phản xạ, nhưng sự thể hiện này kém dần khi độ gồ ghề đạt 30 m, và sẽ không nhận biết được mặt phản xạ khi độ gồ ghề đạt đến 50m.

- Formatted: Font: Not Italic
- Formatted: Font: Not Italic
- Formatted: Indent: First line: 0"
- Field Code Changed
- Formatted: Font: Not Italic
- Formatted: Indent: Left: 0", First line: 0.28", Line spacing: single
- Formatted: Bullets and Numbering
- Formatted: Font: Not Italic
- Formatted: Indent: Left: 0", Line spacing: single
- Formatted: Font: Not Italic
- Formatted: Font: Not Italic
- Formatted: Font: 12 pt
- Formatted: Font: 12 pt
- Formatted: Font: 12 pt
- Formatted: Space Before: 6 pt
- Formatted: Centered, Line spacing: single
- Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Centered, Line spacing: single

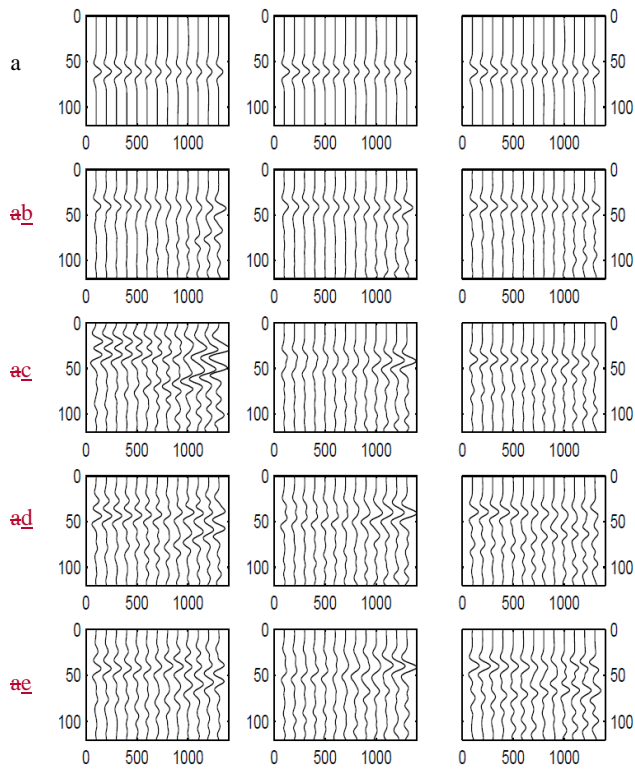
Formatted: Justified, Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

Formatted: Number of columns: 2

Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

Formatted: Indent: First line: 0.25", Right: 0.25"

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt



Hình 3. Mặt cắt địa chấn CDP tương tự hình 1 với sự thay đổi ghồ ghề của mặt phân xạ với các tham số đưa vào biến đổi từ 10 đến 50 m trên 1000 m lần lượt theo các hình a, b, c, d, e. Trục thẳng đứng đo thời gian (ms) và trục ngang là khoảng cách thu nổ (m)

Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Centered, Line spacing: single

Formatted: Indent: First line: 0.25", Right: 0.25"

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

Với nghiên cứu này chúng tôi đã mô phỏng tín hiệu trước xử lý với các tham số thay đổi là tỷ số tín hiệu trên nhiễu và sự thay đổi bề mặt phản xạ, giải quyết được bài toán thuận địa vật lý theo 2 mô hình là tỷ số tín hiệu với nhiễu và độ gồ ghề của mặt phản xạ. Nghiên cứu chỉ ra khi tỷ số tín hiệu và nhiễu càng thấp thì số liệu thu được tại các điểm CDP sẽ không phản ánh được mặt phản xạ, ngược lại khi độ gồ ghề của bề mặt phản xạ tăng lên thì số liệu thu được tại các điểm CDP sẽ không phản ánh được mặt phản xạ. Kết quả này đáp ứng được mục tiêu là làm sáng tỏ các ảnh hưởng lên số liệu thu được trước xử lý. Đồng thời đây cũng là số liệu đầu vào cho việc nghiên cứu tiếp theo là ảnh hưởng của nhiễu và ảnh hưởng địa chất của mặt phản xạ trong phương pháp dịch chuyển địa chấn một bước quan trọng trong chuỗi xử lý số liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bone G., Nguyen T. G., 2008. Improvement in seismic imaging in fractured basement, Block 15-1, offshore Vietnam. The second International Conference "Fractured Basement Reservoir"-Vung Tau- 9-13th.
[2]. Nguyen H. N., 2006. Application of Post-Stack technologies to improve seismic imaging for inside the Pre-Tertiary Basement. International Conference on "Fractured Basement Reservoir"- Vietsovpetro 2006- Vung

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Number of columns: 2

Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

b

c

d

e

Hình 3: mặt cắt địa chấn CDP tương tự hình 1 với sự thay đổi gồ ghề của mặt phản xạ với các tham số đưa vào biến đổi từ 10 đến 50 m trên 1000 m lần lượt theo các hình a, b, c, d, e. Trục thẳng đứng đo thời gian (ms) và trục ngang là khoảng cách thu nổ (m)

Formatted: Line spacing: single

Tài liệu mô phỏng tín hiệu và nhiễu nói trên được sử dụng như dữ liệu đầu vào cho tính toán dịch chuyển và từ đó rút ra ảnh hưởng của nhiễu và biến đổi bề mặt lên mặt cắt địa chấn.

4.5. Kết luận:

using controlled beam migration. 7th International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics, India.

[4]. Yilmaz, O., 1987. Seismic Data processing.

Formatted: Indent: First line: 0.28", Line spacing: single

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Left: 0.79", Right: 0.79", Section start: Continuous, Width: 8.27", Height: 11.69", Header distance from edge: 0", Footer distance from edge: 0.79"

Formatted: Font: Bold

Formatted: Centered, Line spacing: single

Formatted: Font: Bold

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Indent: First line: 0.25", Right: 0.25"

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

SUMMARY

Mathematical modeling of the signal and noise to study fractured basement

Phan Thiệu Hương, University of Mining and Geology

Summary: The detection of fracture zones from signatures in seismic data has created a great interest. Besides a number of successes that have been published there are several failures due to pitfalls caused by noise. In this study, the authors simulate prestack reflected signals from irregular boundaries and random noise using Kirchhoff-Helmholtz algorithm. The synthetic data are used as one of input for processing and analysis steps, the outcome of which shall be a criterion to discriminate the noise effects from the signatures of fracture zones on migrated seismic sections.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. Bone G., Nguyen T. G., (2008) "Improvement in seismic imaging in fractured basement, Block 15-1, offshore Vietnam" The second International Conference "Fractured Basement Reservoir" Vung Tau 9-13th.
- [2]. Nguyen H. N., (2006) "Application of Post Stack technologies to improve seismic imaging for inside the Pre Tertiary Basement" International Conference on "Fractured Basement Reservoir" Vietsovetro 2006 Vung Tau.
- [3]. Pham D., Sun Jason, Sun Jame, Tang Q., Bone G., Nguyen T. G., (2008) "Imaging of fracture and faults inside granite basement using controlled beam migration" 7th International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics, India.
- [4]. Yilmaz, O., 1987, Seismic Data processing

▲ GVC.TS. Phan Thiên Hương, bộ môn Địa vật lý, trường ĐH Mỏ địa chất, huongpt@hotmail.com

Formatted: Centered, Indent: Left: 0", Line spacing:

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Font: 12 pt

Formatted: Font: 12 pt, Not Bold

Formatted: Indent: First line: 0.25", Right: 0.25"

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt