

MÔ HÌNH HOÁ TRƯỜNG SÓNG ĐỊA CHẤN TẠI BỂ TRẦM TÍCH CỬU LONG

MẠI THANH TÂN, PHAN TIẾN VIỄN

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình hóa trường sóng địa chấn là dạng nghiên cứu trường sóng dựa vào kết quả tính mô hình. Các mô hình được lựa chọn dựa vào điều kiện địa chấn địa chất cụ thể của khu vực nghiên cứu, cũng như dựa vào các mục đích nghiên cứu đặt ra.

Trong minh giải địa chấn, mô hình hoá được sử dụng để nghiên cứu đặc điểm trường sóng địa chấn, kiểm nghiệm các giải thích địa chất trên cơ sở tài liệu địa chấn. Bảng địa chấn tổng hợp là loại mô hình hoá địa chấn đơn giản, được sử dụng rộng rãi để liên kết tài liệu địa chấn với tài liệu giếng khoan.

Mô hình hoá địa chấn còn là công cụ được nhiều công ty sử dụng để thiết kế và lựa chọn tham số thu nổ địa chấn như thiết kế độ dài của cáp thu, nguồn nổ, chiều dài băng ghi hay số bội cần thiết.

Mô hình hoá được sử dụng rộng rãi nhất trong xử lý số liệu địa chấn. Trong quá trình xử lý dịch chuyển theo độ sâu trước hoặc sau khi cộng đều phải dùng công cụ mô hình để tối ưu hoá quy luật vận tốc và tính toán thời gian truyền sóng. Mô hình hoá rất cần thiết để thử nghiệm các thuật toán xử lý.

Trong điều kiện địa chất phức tạp của bể Cửu Long, việc nâng cao hiệu quả xử lý số liệu địa chấn đóng vai trò rất quan trọng. Một trong những hướng nghiên cứu đang rất được quan tâm là mô hình hoá trường sóng địa chấn. Kết quả mô hình hoá cho phép làm sáng tỏ bản chất các loại sóng khác nhau, từ đó đề xuất các biện pháp xử lý có hiệu quả.

Trong bài báo này chúng tôi trình bày một số kết quả nghiên cứu mô hình hoá số trường sóng địa chấn theo phương pháp sai phân hữu hạn trong môi trường địa chất phức tạp của bể Cửu Long, đặc biệt là đối với các đới nứt nẻ của móng granit nhằm đề xuất chu trình và thông số xử lý phù hợp.

II. MÔ HÌNH HOÁ TRƯỜNG SÓNG ĐỊA CHẤN TẠI BỂ TRẦM TÍCH CỬU LONG

Quá trình mô hình hoá bao gồm xây dựng mô hình địa chấn - địa chất và tính trường sóng theo mô hình dựng được tương ứng với hệ thống quan sát sóng được sử dụng.

1. Xây dựng mô hình địa chấn- địa chất

Để xây dựng mô hình chúng tôi tiến hành tổng hợp toàn bộ các số liệu địa chất địa chấn hiện có. Trên mô hình thể hiện rõ các ranh giới địa chấn địa chất cơ bản; đặc biệt các ranh giới phản xạ mạnh như đáy biển, các lớp đá núi lửa, các ranh giới địa chất có sự thay đổi đột ngột về tướng và các đứt gãy kiến tạo,... Ngoài các ranh giới địa chấn còn thể hiện các tham số truyền sóng chủ yếu như tốc độ, mật độ (trở kháng âm). Hình 1 trình bày lát cắt thể hiện các mặt ranh giới địa chấn địa chất chủ yếu ở bể Cửu Long.

Mô hình vận tốc địa chấn ở bể Cửu Long được xác định và thể hiện trên bảng 1. Mô hình mật độ tính toán theo công thức quan hệ thực nghiệm:

$$\rho = 1.741 v^{0.23}$$

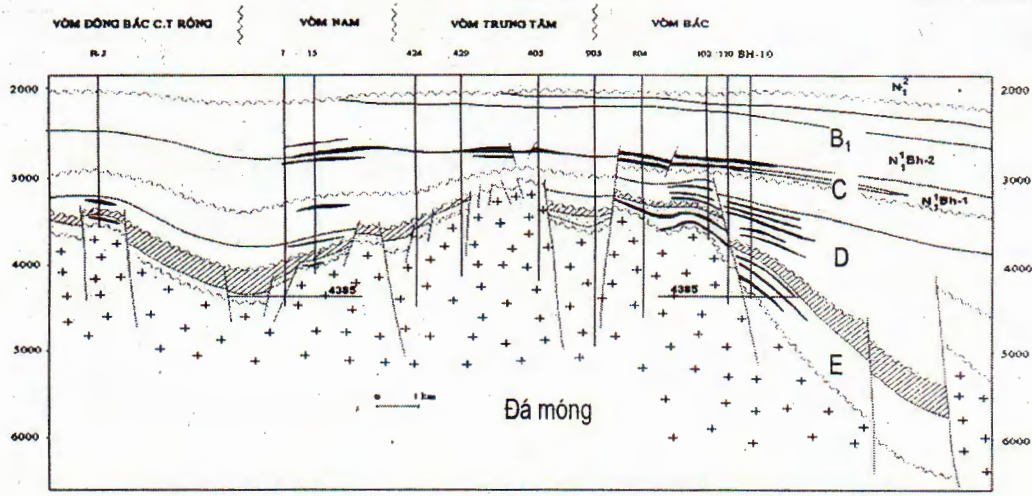
v - vận tốc km/s, ρ - mật độ (g/cm^3)

Từ các số liệu vận tốc (v) và mật độ (ρ), hệ số phản xạ (K) được tính theo công thức:

$$K = \frac{\rho_2 v_2 - \rho_1 v_1}{\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2}$$

Kết quả tính hệ số phản xạ cho một số mặt ranh giới chủ yếu như nóc tầng móng, nóc tập E, D, C và tầng phun trào (hình 1) được thể hiện trên bảng 2.

Các kết quả nêu trên bảng 2 cho thấy trong lát cắt Oligocen - Miocen các ranh giới liên quan đến đá phun trào có hệ số phản xạ khá cao (0,2 - 0,3), các mặt ranh giới như nóc tầng E, D và C (0,06 - 0,15), nóc của móng (0,1-0,25), trong khi đó các



Hình 1. Lát cắt địa chất qua bể Cửu Long thể hiện các mặt ranh giới chính

đời nứt nẻ của đá móng có hệ số phản xạ rất thấp (0,01- 0,027).

Bảng 1. Vận tốc truyền sóng của các tập địa chấn

Loại đá	Vận tốc (m/s)	Loại đá	Vận tốc (m/s)
Đá móng granit	5500	Cát kết tập C và D	3700-4000
Granit nứt nẻ	5200	Sét kết	3300-3500
Cát kết tập E	4000-4300	Đá phun trào	4200

Bảng 2. Hệ số phản xạ của một số ranh giới phản xạ trong lát cắt ở bể Cửu Long

Ranh giới phản xạ	Hệ số phản xạ	Ranh giới phản xạ	Hệ số phản xạ
Đáy biển	0,31	Tầng phun trào	0,20 - 0,32
Nóc tập B1	-0,113	Nóc tập E	0,06 - 0,13
Nóc tập C	0,09-0,15	Nóc đá móng	0,11- 0,27
Nóc tập D	-0,1- 0,15	Nứt nẻ trong móng	0,001- 0,027

Với mô hình môi trường như đã nêu, sự tồn tại của sóng nhiễu xạ nhiều lần (PXNL) có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng thu nhận tín hiệu từ các tầng sâu. Biên độ sóng PXNL phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, tuy nhiên với mục đích so sánh tương đối biên độ sóng PXNL và phản xạ một lần chúng ta có thể xét mô hình đơn giản, khi đó chỉ các sóng PXNL liên quan đến các ranh giới có hệ số phản xạ mạnh mới có biên độ đủ lớn để ảnh hưởng đến việc theo dõi sóng có ích từ các tầng sâu.

Sóng PXNL gây nên bởi các ranh giới phản xạ mạnh, thường xuất hiện đồng thời với các tín hiệu

từ các tầng sâu trong trầm tích Oligocen và móng. Để dự đoán các ranh giới chính trong lát cắt Miocen- Oligocen gây ra PXNL chúng tôi đã tính hệ số phản xạ của sóng PXNL gây bởi một số tầng phản xạ mạnh ở trong trầm tích Miocen hạ, Oligocen và tầng móng. Hệ số phản xạ của sóng PXNL lặp lại liên quan các tầng i, k, n được ký hiệu là R_{i-k-n} (ký hiệu M : móng, PT : mặt ranh giới phun trào, ĐB : đáy biển). Một số kết quả tính toán được trình bày trên bảng 3.

Bảng 3. Hệ số phản xạ của một số loại sóng PXNL

R_{i-k-n}	$R_i R_k R_n$	K
R_{M-PT}	$R_B R_{PT} R_B$	0.019
R_{M-E}	$R_B R_E R_B$	0.01
R_{PT-E}	$R_{PT} R_E R_{PT}$	0.014
R_{M-P}	$R_{PT} R_{PT} R_{PT}$	0.027
$R_{M-ĐB}$	$R_B R_{ĐB}$	0.075
$R_{PT-ĐB}$	$R_{PT} R_{ĐB}$	0.09
$R_{E-ĐB}$	$R_E R_{ĐB}$	0.045

Kết quả tính mô hình ở bể Cửu Long cho thấy hệ số phản xạ của sóng PXNL tương đối cao so với các tín hiệu có ích. Sóng lặp lại từ đáy biển của các tầng phản xạ mạnh trong Oligocen và nóc tầng móng có biên độ cao tương ứng với hệ số phản xạ $R = 0,07$, trong khi đó tín hiệu từ các đời nứt nẻ trong đá móng có hệ số phản xạ nhỏ hơn $R = 0,01$. Các loại sóng PXNL có biên độ cao này có thể đến máy thu cùng thời gian với tín hiệu từ các tầng sâu. Kết quả tính phù hợp với đặc điểm lát cắt địa chấn ở bể Cửu Long, trường sóng trong lát cắt Oligocen và các đời nứt nẻ của móng đặc trưng bởi phong nhiễu PXNL mạnh, tín hiệu có ích rất yếu và mờ nhạt.

Kết quả nghiên cứu mô hình trở kháng âm và mô hình hệ số phản xạ được sử dụng để xây dựng mô hình địa chấn. Trong phạm vi nghiên cứu này chúng tôi xây dựng mô hình nhằm mục đích nghiên cứu trường sóng trong môi trường đá móng nứt nẻ. Kết quả nghiên cứu trên mô hình được sử dụng để kiểm nghiệm các biện pháp, chương trình xử lý áp dụng cho tài liệu địa chấn bể Cửu Long.

2. Mô hình thu nổ địa chấn

Để tính mô hình, hệ thống thu nổ địa chấn được chọn giống như khi thi công thực địa. Điều này cho phép đánh giá chất lượng tài liệu và kiểm nghiệm thông số xử lý. Hệ thống thu nổ được chọn thể hiện mô hình như sau : số nhóm máy 320, khoảng cách giữa các nhóm 12,5 m, độ sâu nổ 7 m, khoảng cách thu nổ xa nhất 4.000 m, thời gian ghi 6s.

Quá trình "thu nổ địa chấn" trên mô hình được tiến hành với hệ thống thu nổ địa chấn nêu trên. Từ mỗi điểm nổ ta thu được một băng điểm nổ chung tương tự như băng ghi ở thực địa. Hình 2a trình bày một băng địa chấn mô hình và hình 2b là băng địa chấn mô hình trong đó chỉ có sóng phản xạ có ích sau khi đã tiến hành hiệu chỉnh động sơ bộ. Kết quả phân tích tài liệu địa chấn mô hình cho thấy phòng nhiễu địa chấn cao, phức tạp, phía dưới mặt móng các tín hiệu bị mờ đi trong phòng nhiễu phản xạ nhiều lần và sóng tán xạ. Hình 3 trình bày lát cắt địa chấn chưa dịch chuyển thể hiện trường sóng địa chấn thu được từ mô hình. So sánh các đặc

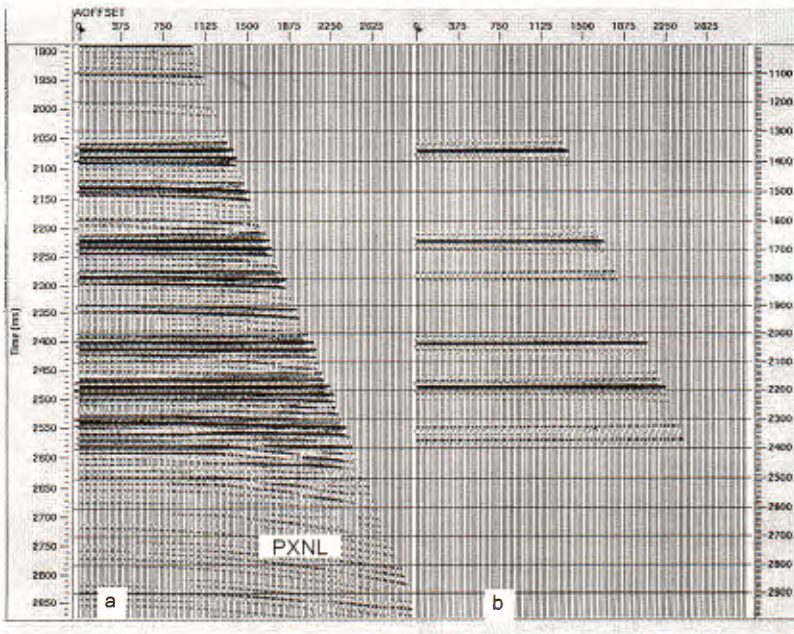
điểm của mô hình và các mặt cắt địa chấn thu được cho thấy trường sóng phức tạp với sự giao thoa của tín hiệu yếu với sóng nhiễu PXNL và sóng tán xạ.

Mô hình địa chấn với đặc điểm đá móng granit nứt nẻ được thể hiện trên hình 4. Trong mô hình này thể hiện các mặt ranh giới chủ yếu liên quan đến các tập địa chấn, sự tồn tại phun trào trong trầm tích Miocen - Oligocen, đới nâng của móng bị nứt nẻ. Vận tốc truyền sóng có sự biến thiên theo diện tích và theo chiều sâu

III. KẾT QUẢ MÔ HÌNH HOÁ ĐỊA CHẤN

Kết quả mô hình hoá cho thấy ở bể Cửu Long tín hiệu có ích từ các tầng sâu rất yếu và tồn tại các loại nhiễu gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng tài liệu. Trong các loại nhiễu đáng chú ý là sóng PXNL liên quan đến đáy biển và các tầng phản xạ mạnh trong Miocen dưới và Oligocen. Tín hiệu trong đá móng rất yếu và phân tán cần phải được quan tâm trong quá trình xử lý.

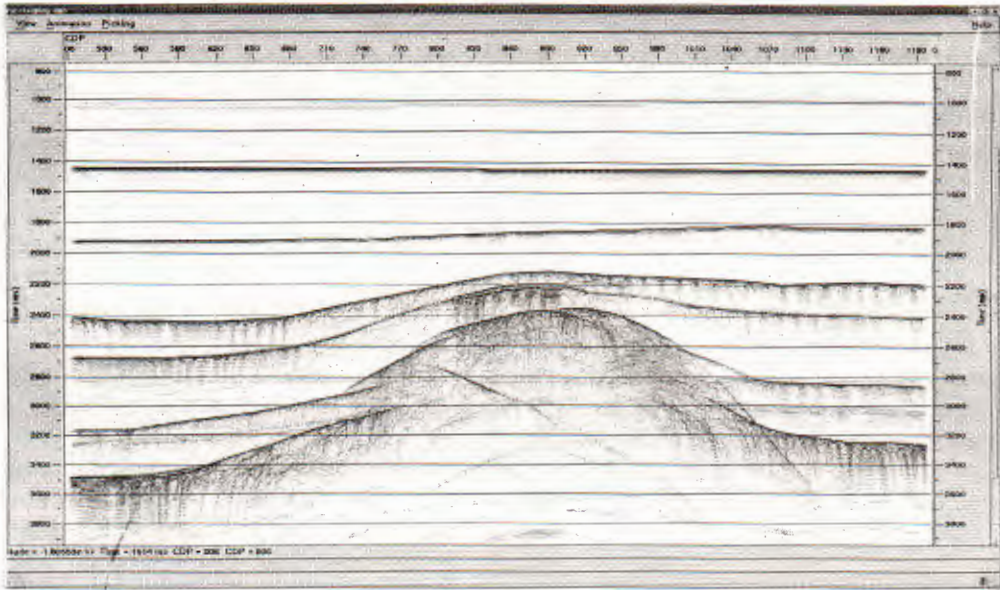
Các kết quả mô hình hoá hoàn toàn phù hợp với kết quả xử lý tài liệu địa chấn ở bể Cửu Long. Trầm tích Oligocen - Miocen dưới thành tạo trong quá trình tách dẫn có cấu trúc địa chất phức tạp. Sự thay đổi nhanh về tướng môi trường, sự khác biệt lớn về trở kháng âm học giữa các tập cát và sét, đặc biệt là sự tồn tại của các lớp đá phun trào có trở kháng âm học cao cùng các hệ thống đứt gãy



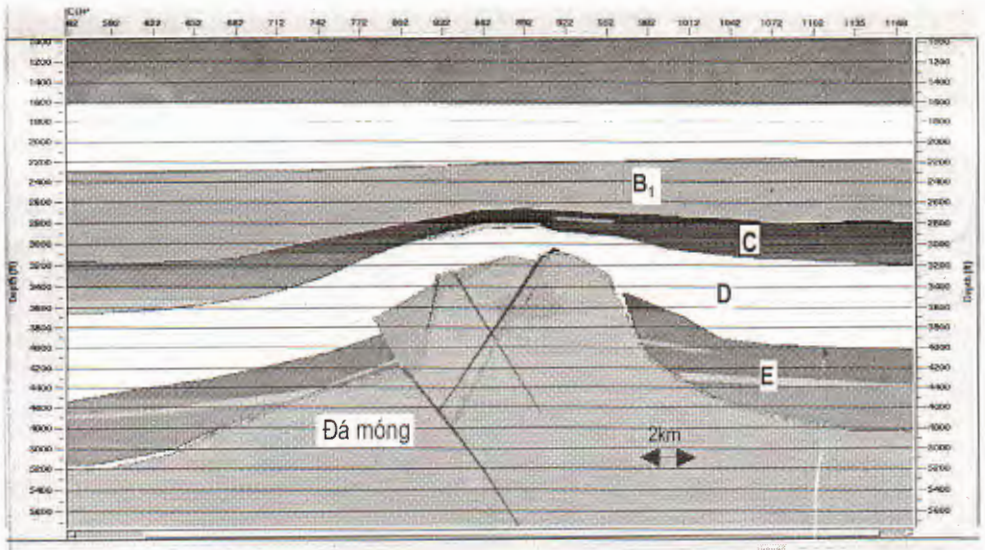
← Hình 2.

Băng địa chấn mô hình sau khi hiệu chỉnh động sơ bộ

- Băng địa chấn mô hình gồm sóng nhiễu và sóng có ích
- Băng địa chấn mô hình chỉ có sóng có ích



← Hình 3.
Trường sóng địa chấn thu được theo mô hình



Hình 4. →
Mô hình địa chấn

khác nhau đã tạo nên phong nhiễu mạnh gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng lát cắt địa chấn trong Oligocen và đới phân dị trong đá móng. Các sóng lặp lại từ các mặt phản xạ mạnh trong Miocen dưới, Oligocen và bề mặt móng là những loại sóng nhiễu chủ yếu. Vì vậy khi xử lý hoặc tái xử lý tài liệu địa chấn ở bể Cửu Long cần lựa chọn các chuỗi xử lý có hiệu quả trong việc lọc sóng nhiễu PXNL để tăng tỷ số tín hiệu - nhiễu và có khả năng tích tụ tối đa sóng tín hiệu phân tán trong đá móng nứt nẻ.

Sự có mặt của các lớp phun trào gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng tài liệu địa chấn. Do có trở

kháng âm cao nên các lớp phun trào gây trở ngại cho việc thu nhận sóng địa chấn từ tầng địa chất nằm dưới sâu. Ngoài ra chúng còn gây ra các loại nhiễu sóng phản xạ lặp, sóng tán xạ ảnh hưởng lớn đến quá trình xử lý.

Theo kết quả nghiên cứu đặc điểm địa chất, mô hình địa chấn và tổng hợp kết quả xử lý tài liệu thực tế ở bể Cửu Long tồn tại chủ yếu các loại sóng PXNL gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng lát cắt sâu như sóng lặp lại từ đáy biển của các phản xạ mạnh trong Miocen dưới và Oligocen, nóc tầng móng và sóng PXNL giữa các tầng phản xạ mạnh trong Miocen dưới và Oligocen.

Sóng lặp từ đáy biển là hiện tượng phổ biến tồn tại trong các tài liệu địa chấn biển. Chu kỳ lặp tương ứng với thời gian phản xạ từ đáy biển. Sóng phản xạ lặp lại từ các ranh giới có hệ số phản xạ cao trong Miocen dưới và Oligocen và từ nóc móng có biên độ lớn. Đặc biệt sóng lặp lại liên quan đến đáy biển và tầng móng có biên độ lớn hơn nhiều so với tín hiệu từ các đới nứt nẻ trong móng, điều này gây ảnh hưởng lớn đến việc quan sát tín hiệu từ các đới nứt nẻ trong móng.

Các kết quả nghiên cứu mô hình trường sóng địa chấn cho thấy nguyên nhân chủ yếu hạn chế chất lượng tài liệu ở các tầng sâu, cho phép đề xuất các biện pháp và tham số lọc nhiễu có hiệu quả trong điều kiện địa chất phức tạp ở bể Cửu Long, như : áp dụng bộ lọc τ -P và bộ lọc Radon. Nội dung và hiệu quả các bộ lọc này sẽ trình bày trong bài báo tiếp theo.

KẾT LUẬN

- Kết quả mô hình hoá cho thấy ở bể Cửu Long tín hiệu có ích từ các tầng sâu và trong móng rất yếu, trong khi đó tồn tại trên mô hình các loại nhiễu khá mạnh và phức tạp, điều này phải được quan tâm để chọn quy trình, thuật toán và thông số thích hợp trong quá trình xử lý.

- Các kết quả mô hình hoá phù hợp với thực tế xử lý tài liệu địa chấn ở bể Cửu Long. Trầm tích Oligocen - Miocen dưới có cấu trúc địa chất phức tạp. Sự khác biệt lớn về trở kháng âm học, sự tồn tại của các lớp đá phun trào cùng các hệ thống đứt gãy khác nhau đã tạo nên phong nhiễu mạnh, đặc biệt là sóng phản xạ nhiều lần và sóng tán xạ gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng tài liệu ở các tầng sâu và trong móng.

- Trên cơ sở xác định nguyên nhân chủ yếu hạn chế chất lượng khảo sát các tầng sâu và các đới nứt nẻ trong móng, các biện pháp đề xuất cần được tiến hành là sử dụng có hiệu quả các bộ lọc nhiễu PXNL và tăng khả năng tích tụ tín hiệu yếu trong phong nhiễu tán xạ trong móng nứt nẻ (Lọc τ -P, Radon, dịch chuyển Kirchhoff trước khi cộng...).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] S.W. FAGIN, 1991 : Seismic modeling of geologic structures : Applications to Exploration problems, Geophysical Development, V. 2, SEG, 3-92.

[2] NGUYỄN HUY NGỌC, NGUYỄN DU HUNG, 2003 : Một số kinh nghiệm trong xử lý số liệu địa chấn bằng phương pháp dịch chuyển chiều sâu trước khi cộng. Tuyển tập báo cáo HNKH Viện Dầu khí, 110-127. Hà Nội.

[3] MAI THANH TAN, 1990 : The enhancement of seismic prospecting effectiveness for oil and gas under the conditions of the sedimentary basins in the continental shelf of Vietnam. Applied Geophysics, Bul. 6, 1323, Crakow

[4] PHAN TIẾN VIỄN, 2003 : Một số biện pháp nhằm nâng cao chất lượng xử lý tài liệu địa chấn ở bể Cửu Long. Tuyển tập báo cáo HNKH Viện Dầu khí, 128- 141. Hà Nội.

[5] Z.O. YILMAZ, 2001 : Seismic Data Analysis. Investigations in Geophysics, 10, SEG

SUMMARY

Seismic wave field modeling in Cuulong Basin

Under the complicated geological conditions in Cuu Long basin, it is important to improve seismic data processing. The modeling results allow us to understand the nature of different types of waves and then to find the proper processing methods.

In this paper, the authors present some seismic modeling results using different methods in complicated geological environment of Cuulong basin with the special attention to fractured granite basement. The modeled seismic data will be used for selecting optimum processing sequence.

The results show that signals received from deep structures and the fractures within basements are usually very weak and obscured by strong noise level. The presence of high velocity volcanics, high impedance contract surfaces, complicated faulting system in lower Miocene and Oligocen creates strong noise and multiples background, which might obscure the seismic signal received from deep layers.

Based on the seismic modeling, optimum processes and filters such as τ -P filter, Radon filters can be selected for enhancing the signal to noise ratio, and for imaging the signal dispersed in the fractured basement.

Ngày nhận bài : 26-7-2004

Trường đại học Mở - Địa chất