

SỬ DỤNG MỘT SỐ THUỘC TÍNH ĐỊA CHẤN MINH GIẢI TÀI LIỆU ĐỊA CHẤN PHẦN XẠ 2D TRONG “ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ TỔNG THỂ TÀI NGUYÊN THAN BỂ SÔNG HỒNG”

LẠI MẠNH GIÀU¹, KIỀU HUỖN PHƯƠNG¹, NGUYỄN VĂN SANG¹, NGUYỄN DUY BÌNH²,
NGUYỄN TUẤN TRUNG¹, LẠI NGỌC DŨNG¹, NGUYỄN VĂN HÀNH¹, LÊ VĂN HÙNG²

¹Liên đoàn Vật lý Địa chất; ²Vụ Khoáng sản, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

Tóm tắt: Những thành tựu trong việc phát triển kỹ thuật máy tính, sự hoàn thiện về thiết bị và các chương trình ứng dụng cho phép thu thập được khối lượng thông tin rất lớn từ tài liệu địa chấn, làm tăng số lượng thông số được sử dụng trong quá trình phân tích. Các đặc điểm của trường sóng được sử dụng với thuật ngữ là các “thuộc tính địa chấn” (seismic attributes). Các thuộc tính địa chấn bao gồm cả các đặc điểm động hình học (thời gian, tốc độ...) và đặc điểm động lực (pha, biên độ, tần số, độ suy giảm năng lượng...). Các thuộc tính có thể được xác định theo đơn mạch hoặc liên kết giữa các mạch. Bài báo này trình bày về việc nghiên cứu phân tích và lựa chọn các thuộc tính địa chấn phục vụ công tác minh giải tài liệu địa chấn phần xạ 2D thuộc đề án “Điều tra, đánh giá tổng thể tài nguyên than phần đất liền bể Sông Hồng”.

I. MỞ ĐẦU

Những thành tựu trong việc phát triển kỹ thuật máy tính, sự hoàn thiện về thiết bị và các chương trình ứng dụng cho phép thu thập được khối lượng thông tin rất lớn từ tài liệu địa chấn, làm tăng số lượng thông số được sử dụng trong quá trình phân tích. Các đặc điểm của trường sóng được sử dụng với thuật ngữ là các “thuộc tính địa chấn” (seismic attributes). Các thuộc tính địa chấn bao gồm cả các đặc điểm động hình học (thời gian, tốc độ...) và đặc điểm động lực (pha, biên độ, tần số, độ suy giảm năng lượng...). Các thuộc tính có thể được xác định theo đơn mạch hoặc liên kết giữa các mạch.

Thuộc tính địa chấn được giới thiệu vào đầu những năm 1970, chúng đã trở thành một công cụ hỗ trợ cho phương pháp địa chấn nhằm minh giải tài liệu địa và cũng là một công cụ kiểm soát chất lượng đạt được của phương pháp. Có nhiều tác giả khác nhau giới thiệu những dạng thuộc tính khác nhau và công dụng của chúng. Đến nay đã có hàng trăm loại

thuộc tính được tính toán, tùy theo bản chất của từng loại mà được sử dụng với các đối tượng địa chất khác nhau nhưng chúng đều có mục đích chung là minh giải làm sáng tỏ bức tranh sóng. Trong công tác minh giải tài liệu địa chấn phần xạ 2D thuộc đề án “Điều tra, đánh giá tổng thể tài nguyên than phần đất liền bể Sông Hồng” chúng tôi đã phân tích và sử dụng một số thuộc tính địa chấn để nghiên cứu cấu trúc bể than cũng như sự phân bố của các tập than trong vùng nghiên cứu.

II. CÁC LOẠI THUỘC TÍNH ĐỊA CHẤN ĐƯỢC SỬ DỤNG

1. Thuộc tính về biên độ

Biên độ là một trong những thuộc tính cơ bản nhất của mạch địa chấn. Quá trình xử lý tài liệu địa chấn hiện nay thường hướng đến việc bảo toàn biên độ thực nhờ đó có thể áp dụng trong phân tích địa tầng. Biên độ địa chấn thường được sử dụng để minh giải tương địa chấn. So sánh sự thay đổi của biên độ các mạch địa chấn có thể giúp phân biệt các tương địa chấn khác nhau. Những loại thuộc tính biên độ chính

thường được sử dụng là biên độ bình phương trung bình RMS, biên độ trung bình tuyệt đối, biên độ đỉnh cực đại, biên độ tổng tuyệt đối... Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng thuộc tính năng lượng trung bình tức là giá trị trung bình của tổng bình phương bậc độ trong cửa sổ tính toán để khoanh định phân bố các tập triển vọng chứa than. Năng lượng trung bình được tính theo công thức sau:

Năng lượng trung bình (average energy): là giá trị trung bình của tổng bình phương biên độ trong cửa sổ tính toán:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i)^2$$

Trong đó: a_i : Biên độ mẫu thứ i ; N : Số mẫu thử trong cửa sổ tính.

2. Thuộc tính biên ngoài

Thuộc tính biên ngoài (envelope) còn có tên khác là cường độ phản xạ (Reflection Strength). Thuộc tính này tính năng lượng tức thời của xung sóng địa chấn cả phần thực và phần ảo. Thuộc tính này thể hiện đường bao của mạch địa chấn, do đó nó thể hiện biên độ không phụ thuộc vào pha của mạch địa chấn và liên quan trực tiếp đến trở kháng âm học. Thuộc tính biên ngoài biểu diễn năng lượng biên tổng của các xung địa chấn phức, độc lập với thuộc tính pha sóng và luôn có giá trị dương. Thuộc tính biên ngoài là thuộc tính địa chấn được dùng

phổ biến nhất để xác định sự thay đổi các đặc điểm địa chất. Thuộc tính này có liên quan đến mức độ tương phản giữa đới nứt nẻ và đá tươi xung quanh và độ dày của đới nứt nẻ này. Tuy nhiên thuộc tính này cũng tồn tại những hạn chế như thuộc tính biên độ trung bình bình phương.

Ta có công thức của mạch địa chấn phức:

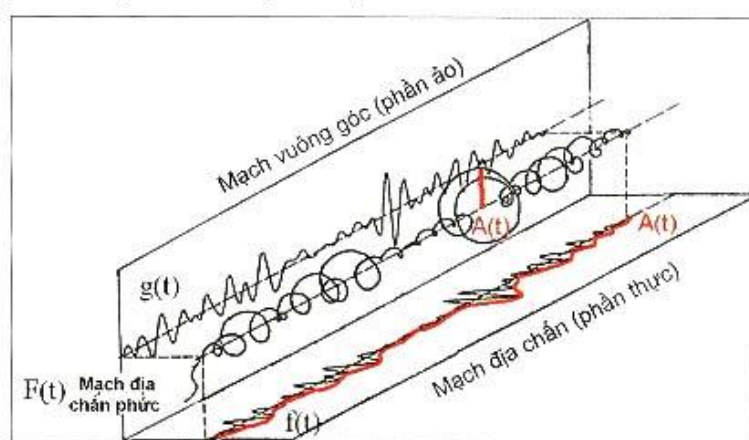
$$F(t) = f(t) + ig(t)$$

Trong đó, $f(t)$ là phần thực (phần dữ liệu thu được ở máy thu) và $g(t)$ là phần ảo (chuyển đổi Hilbert của $f(t)$)

Từ đó, công thức của cường độ phản xạ hay Envelope là:

$$E(t) = \sqrt{[f^2(t) + g^2(t)]}$$

Ứng dụng: Thuộc tính này liên quan đến năng lượng của xung sóng địa chấn nên nó hữu ích trong việc nhận diện những sự thay đổi địa chất lớn mà không thể nhận ra trên tài liệu địa chấn gốc. Giá trị biên ngoài cao thường thể hiện những sự thay đổi địa chất lớn, những bất chỉnh hợp địa tầng hoặc những tích tụ dầu khí. Thuộc tính này có liên quan đến mức độ tương phản giữa đới nứt nẻ và đá tươi xung quanh và độ dày của đới nứt nẻ này. Tuy nhiên thuộc tính này cũng tồn tại những hạn chế như thuộc tính biên độ trung bình bình phương.



Hình 1. Mạch địa chấn phức (Taner et al., 1979)

3. Thuộc tính pha tức thời

Thuộc tính pha tức thời được tính bởi công thức:

$$\Phi(t) = \arctan |H(t)/T(t)|$$

Mạch địa chấn ($T(t)$) và biến đổi Hilbert ($H(t)$) của nó có mối liên hệ với thuộc tính Envelope $E(t)$ và pha $\Phi(t)$ theo công thức dưới đây:

$$T(t) = E(t)\cos(\Phi(t))$$

$$H(t) = E(t)\sin(\Phi(t))$$

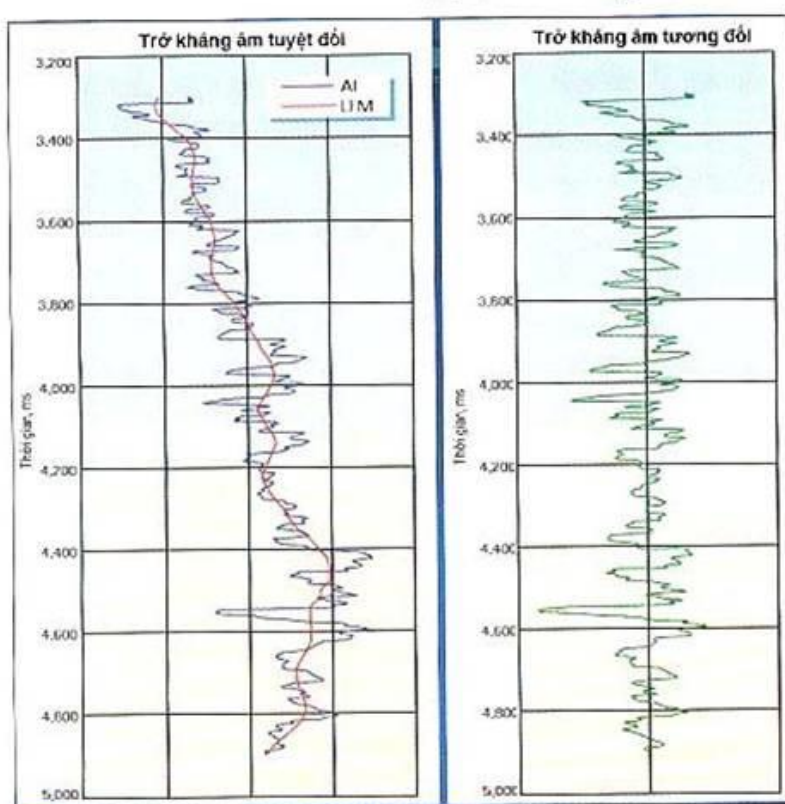
Pha tức thời được đo bằng giá trị độ ($-\pi, \pi$). Thuộc tính độc lập với biên độ và chỉ ra tính liên tục và không liên tục của đối tượng. Thuộc tính chỉ ra các phân lớp tương đối tốt. Theo lý thuyết với phân lớp nằm ngang sự thay đổi hệ tầng không làm thay đổi pha, sự thay đổi chỉ có thể xảy ra nếu theo phân lớp ngang có sự thay đổi phương hướng do các hồ sụt hoặc các hiện tượng địa chất khác.

Thuộc tính pha tức thời hữu ích trong việc: Xác định tính liên tục của phân lớp nằm ngang; Liên kết thành phần pha của sự lan truyền sóng; Có thể sử dụng để tính vận tốc pha; Mô tả chi tiết cấu trúc của các phân lớp; Được sử dụng trong tính toán tần số tức thời và gia tốc tức thời; Hạn chế trong việc xác định các ranh giới không liên tục.

4. Thuộc tính trở kháng âm học tương đối

Thuộc tính trở kháng âm học tương đối được tính toán bằng tích phân liên tục các mạch địa chấn gốc sau khi đã áp dụng bộ lọc cắt tần thấp.

Thuộc tính trở kháng âm sử dụng hữu ích trong: Chỉ ra độ tương phản dải giới hạn của trở kháng âm; Nó có liên hệ tới độ rỗng; Các vị trí có độ tương phản cao là dấu hiệu của ranh giới; Nhận biết sự không liên tục của ranh giới; Nhận biết bề mặt bất chỉnh hợp.



Hình 2. So sánh trở kháng âm tuyệt đối và tương đối.

III. ỨNG DỤNG CÁC THUỘC TÍNH ĐỊA CHẤN TRONG MINH GIẢI TÀI LIỆU ĐỊA CHẤN PHẢN XẠ 2D ĐỂ ÁN “ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ TỔNG THỂ TÀI NGUYÊN THAN PHÂN ĐẤT LIÊN BẾ SÔNG HỒNG”

1. Xác định đứt gãy kiến tạo, đới dập vỡ

Việc xác định các đứt gãy kiến tạo thường dựa trên các nguyên tắc: Tồn tại sự dịch chuyển theo phương thẳng đứng một cách hệ thống của các mặt phản xạ nằm ở 2 phía của đứt gãy; Tồn tại các đới mất sóng.

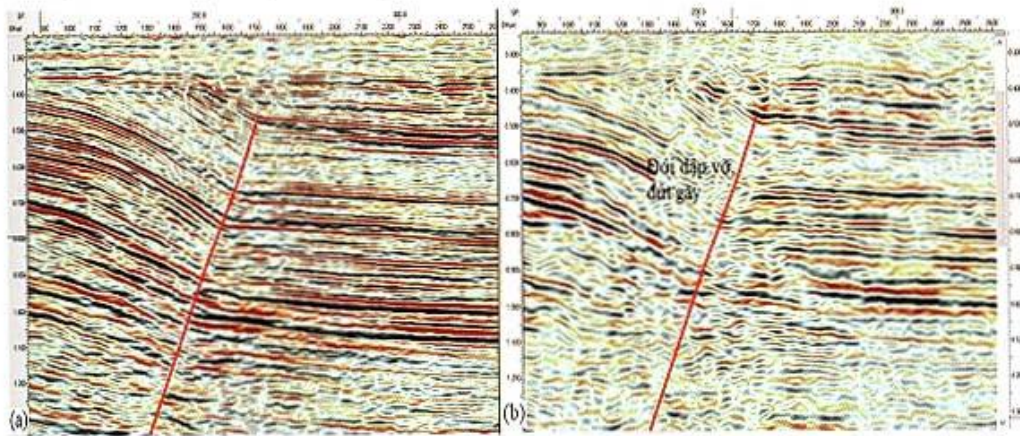
Với địa chấn phản xạ 2D tùy theo phương tuyến và cấu trúc địa chất mà các dấu hiệu đó không được rõ ràng đối với

mặt cắt địa chấn thông thường. Tuy nhiên khi sử dụng thuộc tính địa chấn biên ngoài (Envelope) vào việc minh giải các đứt gãy, đới dập vỡ có thể dễ dàng nhận biết và xác định được chúng. Hình 3 thể hiện điều đó.

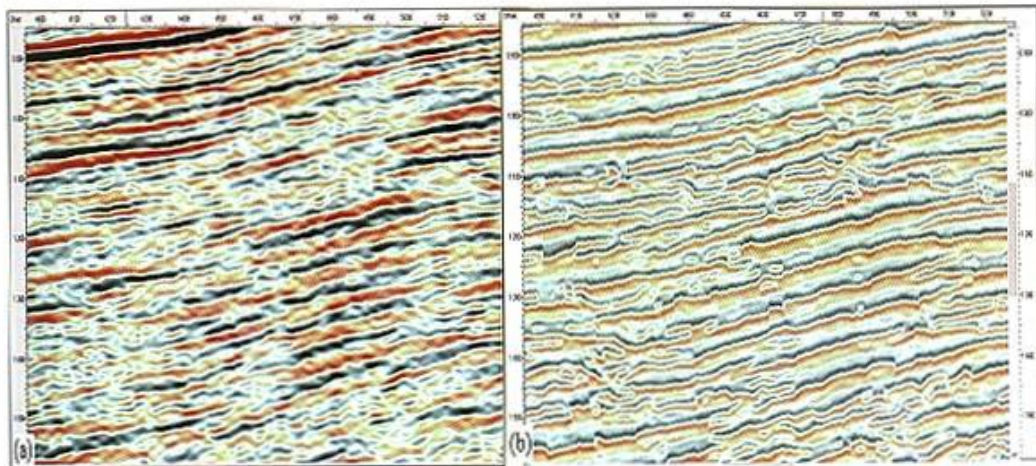
2. Xác định tính liên tục của các ranh giới

Thuộc tính pha tức thời được sử dụng để xác định tính liên tục của các ranh giới phản xạ.

Ngoài thuộc tính pha tức thời chúng tôi còn sử dụng thuộc tính trở kháng âm tương đối để xác định tính liên tục của các mặt ranh giới.



Hình 3. a) Mặt cắt địa chấn bình thường với dấu hiệu đới dập vỡ và đứt gãy không rõ ràng; b) Mặt cắt địa chấn thuộc tính Envelope với dấu hiệu đới dập vỡ và đứt gãy rõ ràng hơn so với tài liệu bình thường.



Hình 4. a) Mặt cắt địa chấn bình thường với biên độ sóng không đồng đều; b) Mặt cắt địa chấn thuộc tính pha tức thời thể hiện phân lớp liên tục hơn so với mặt cắt địa chấn bình thường.

3. Xác định các tập chứa than

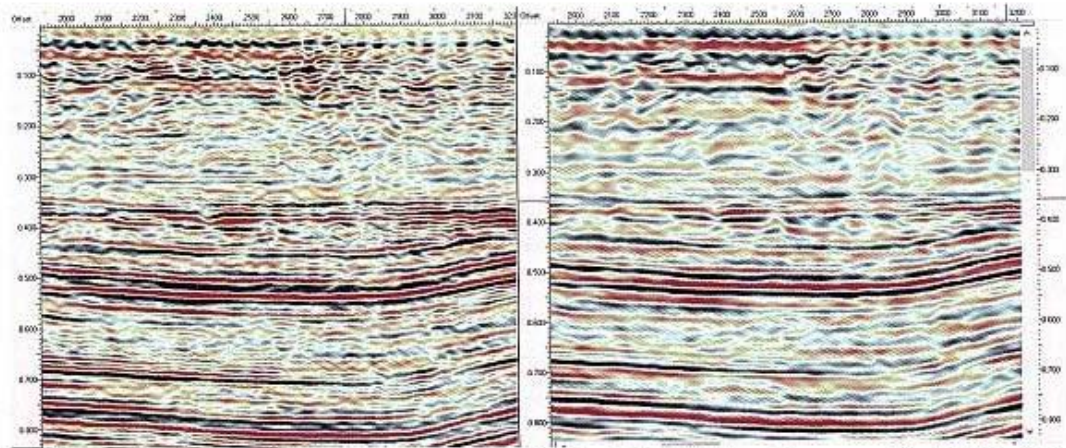
Việc xác định các tập có triển vọng chứa than cần nghiên cứu và tổng hợp nhiều dạng tài liệu. Trong khuôn khổ đề án này các tác giả đã sử dụng tổ hợp các phương pháp địa vật lý sau: Địa vật lý lỗ khoan Carota; Địa chấn tuyến thẳng đứng (VSP); Địa chấn phản xạ 2D.

Từ kết quả đo Carota và đo VSP tiến hành xây dựng mô hình vật tốc, xây dựng băng địa chấn tổng hợp để hiệu chỉnh và kiểm tra độ chính xác của tài liệu địa chấn 2D, kết hợp việc nghiên cứu thuộc tính địa chấn để qua đó định ranh các ranh giới, dự báo các tập có khả năng chứa than.

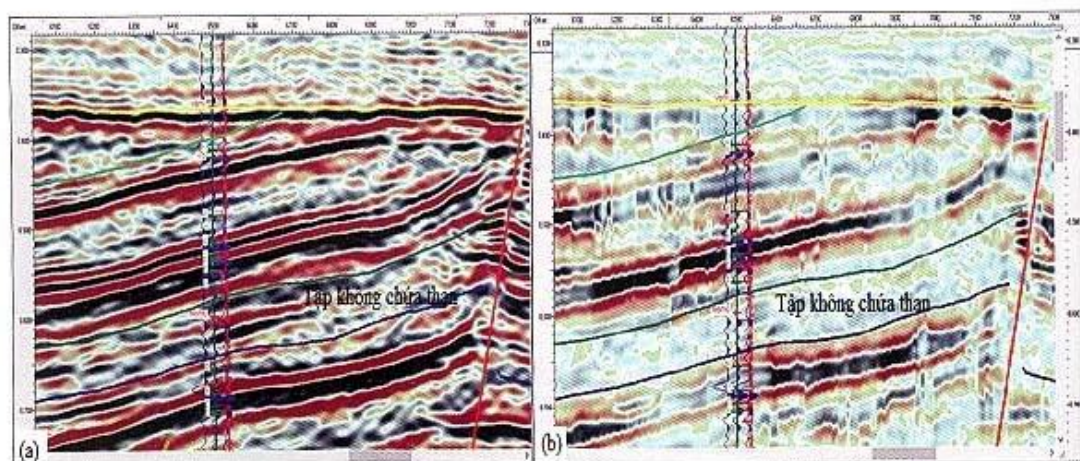
Sử dụng thuộc tính năng lượng trung bình ((average energy) có thể thấy rất rõ các tập chứa than có biên độ mạnh. Kết quả này đã được đối sánh với các tài liệu khoan và carota. Hình 6 dưới đây thể hiện sự khác biệt khi tính toán và phân tích thuộc tính địa chấn.

4. Kết quả minh giải tài liệu địa chấn 2D

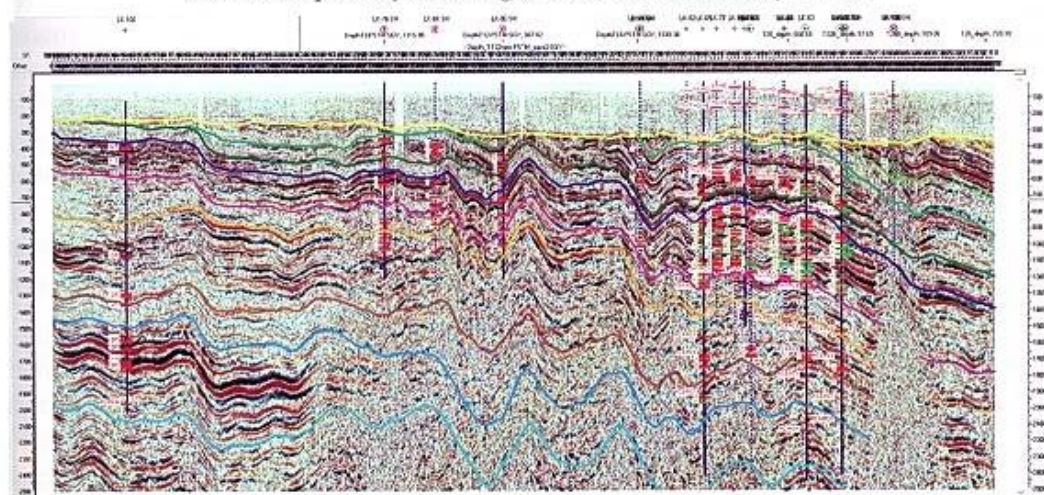
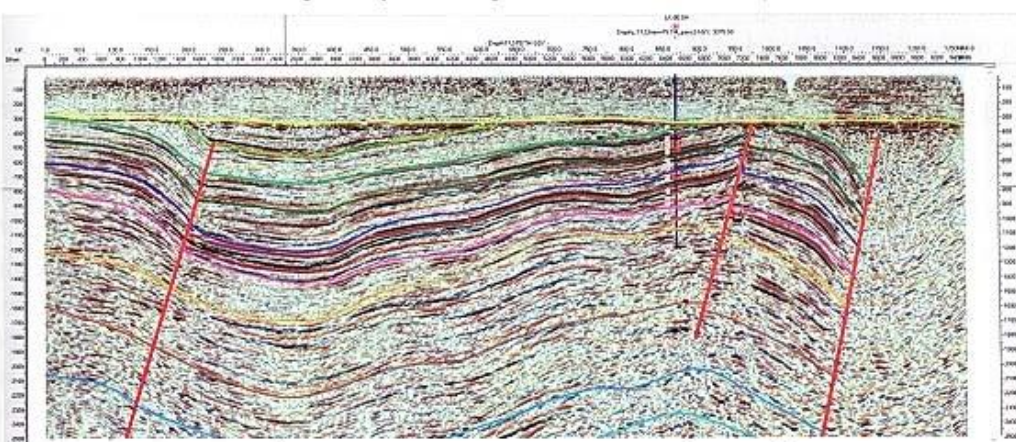
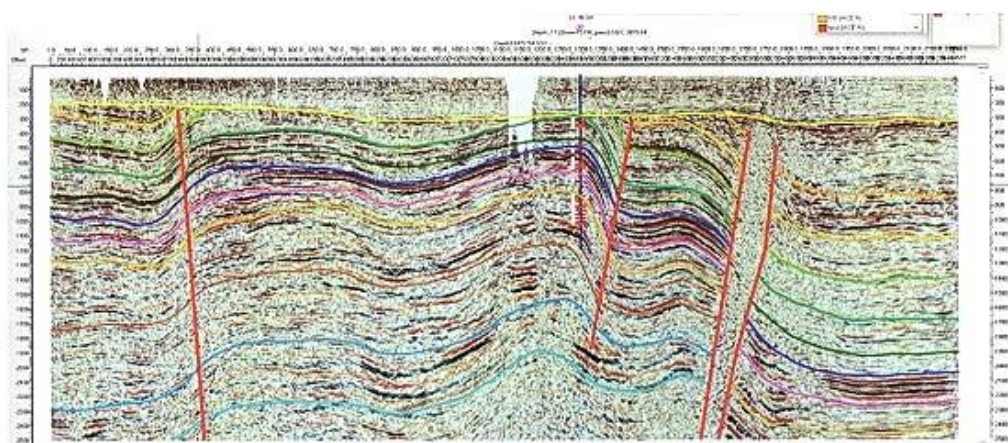
Với các phương pháp như trên chúng tôi đã tiến hành minh giải cho toàn bộ tài liệu địa chấn phản xạ 2D của đề án “Điều tra, đánh giá tổng thể tài nguyên than phần đất liền bề Sông Hồng”. Dưới đây là một số tuyến đã minh giải (Hình 7-9).



Hình 5. a) Mặt cắt địa chấn bình thường; b) Mặt cắt địa chấn trở kháng âm tương đối thể hiện tốt hơn tính liên tục của ranh giới.



Hình 6. a) Mặt cắt địa chấn bình thường với biên độ sóng tương đối mạnh nhưng không liên tục ở tập không chứa than; b) Mặt cắt địa chấn thuộc tính năng lượng trung bình làm nổi bật các không chứa than với biên độ thấp hình ảnh mờ nhạt, các tập có chứa than biên độ cao hơn hẳn và tương đối liên tục.



V. KẾT LUẬN

Phân tích và sử dụng thuộc tính địa chấn trong minh giải tài liệu địa chấn phân xạ giúp cho việc định danh các mặt phân xạ, xác định các tập địa chấn có khả năng chứa than, khoanh định các tập khả năng chứa than kém và không có than. Từ kết quả minh giải địa chấn kết hợp với những công tác khác như khoan công tác nghiên cứu về địa chất... sẽ giúp cho việc điều tra, đánh giá tiềm năng than phần đất liền bờ Sông Hồng được tốt hơn, gần với điều kiện thực tế hơn.

VĂN LIỆU

1. Mai Thanh Tân, 2010. Địa chấn thăm dò. *Nxb Giao thông vận tải*.
2. Subrahmanyam D., Rao P.H., 2008. Seismic Attributes- A Review. 7th *International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics*
3. Turhan Taner M., 2001. Seismic Attributes. *CSEG Recorder*.
4. IHS Kingdom Manuals.

SUMMARY

Using seismic attributes to interpret 2D reflection seismic data of project "Overall investigation and evaluating of coal resources in Red River basin"

Lại Mạnh Giàu, Kiều Huỳnh Phương, Nguyễn Văn Sang, Nguyễn Duy Bình, Nguyễn Tuấn Trung, Lại Ngọc Dũng, Nguyễn Văn Hành, Lê Văn Hưng

In the work of 2D reflection seismic interpret data of project: "Overall investigation & evaluating of coal resources in Red river basin." we have analyzed and used some of seismic attributes to study the structure of coal basin as well as the distribution of coal resources in the surveying area. Using seismic attributes in processing, analyzing and interpreting reflection seismic data helps building structure map, indentifying reflect interface, coal zones. From the results seismic data interpreting and other works such as drilling and geologic study... helping us investigate and evaluate coal potential of Red river basin better.