

# XỬ LÝ BĂNG ĐỊA CHẤN BỊ NHIỄU BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ

NGUYỄN ĐỨC VINH & NGUYỄN CÔNG THẮNG

It is generally recognized that geophysical data, especially with seismic data always mixed by noisy signal. Therefore, filtering is one of the most important work in the interpretation of seismic data. This paper presents some filtering technique for interpreting seismic data based on statistical methods.

## I. VẤN ĐỀ

Số liệu đo đạc địa Vật lý nói chung và địa chấn nói riêng thường bị nhiễu, nhiều khi nhiễu rất nặng, nên rất khó xác định trực đồng pha của các sóng. Việc lọc nhiễu luôn được tính đến như một khâu quan trọng trong quá trình xử lý tài liệu thực địa. Có nhiều thuật toán khác nhau để giải quyết vấn đề nhiễu. Nhưng thông thường không có giải pháp vạn năng. Chúng tôi trình bày kết quả áp dụng một số phương pháp xử lý thống kê cùng một vài phương pháp nâng cao hiệu quả của việc lọc nhiễu băng địa chấn.

## II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Giả sử kết quả thực nghiệm ta đã thu được trường địa vật lý như sau

$$f(x) = a(x) + n(x)$$

trong đó

- $a(x)$  là tín hiệu
- $n(x)$  là nhiễu.

Xuất phát từ tiêu chuẩn chấp nhận sự tồn tại của tín hiệu, để phát hiện sự tồn tại của nó từ trường quan sát  $f(x)$ , ta phải so sánh hai giả thiết sau

- $H_0$ : (sự vắng mặt của tín hiệu)  $f(x) = n(x)$
- $H_1$ : (sự tồn tại của tín hiệu)  $f(x) = a(x) + n(x)$ .

Để đánh giá hai giả thiết trên ta tiến hành tính hệ số hợp lý (theo Nhikitin [3])

$$\lambda = P(F/H_1) / P(F/H_0) \quad (1)$$

trong đó  $P(F/H_0)$  và  $P(F/H_1)$  là mật độ phân bố có điều kiện của  $F$  đối với hai giả thiết  $H_0$  và  $H_1$ .

Trong điều kiện nhiễu là không tương quan giữa các tuyến và giữa các điểm trên tuyến thì biểu thức xác định hệ số hợp lý cho trường hợp hai chiều có dạng sau [3,4]

$$\lambda_{L,j} = \exp \left[ -\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m a_k^2(x_i) + \frac{1}{\sigma^2} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m f_{(L+k-N/2)}(x_i) a_k(x_i) \right], \quad (2)$$

xác suất tồn tại tín hiệu được tính theo công thức

$$P_{L,j} = \frac{\lambda}{\lambda + 1}, \quad (3)$$

trong đó:

- $\sigma^2$  là phương sai của nhiễu
- $a_k(x_i)$  các tung độ của tín hiệu
- $f_k(x_i)$  là giá trị quan sát tại điểm thứ  $i$  trên tuyến  $k$
- $N$  độ rộng cửa sổ (số các tuyến trong cửa sổ)
- $m$  chiều dài cửa sổ (chiều dài tín hiệu)

Để phát hiện tín hiệu theo công thức (2), (3) ở trên, ta cần phải biết hình dạng và các tham số của tín hiệu. Phương pháp tính  $P$  theo (3) trong Địa vật lý gọi là phương pháp xác suất ngược. Trong thực tế người sử dụng thường chú ý xem xét thành phần thứ hai của công thức (2), đó chính là tổng tương quan hai chiều

$$\varphi_{L,j} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m f_{(L+k-N/2)}(x_{j+1-m/2}) a_k(x_i) \quad (4)$$

Về ý nghĩa việc tính tổng này cũng tương đương với [3] với việc tính hệ số hợp lý  $\lambda$ . Đại lượng  $\varphi_{L,j}$  đảm bảo bộ lọc hai chiều hàm  $f(x)$  lối vào theo tiêu chuẩn cực đại tín hiệu/nhiều ở lối ra.

Lại giả sử như dạng và các tham số của tín hiệu không đổi từ tuyến  $n_0$  sang tuyến  $k$ , nghĩa là  $a_k(x_i) = \text{const} = a(x_i)$ .

Với  $k = 1, 2, \dots, M$  (số các tuyến). Lúc đó hàm  $\varphi_{L,j}$  được viết dưới dạng sau

$$\varphi_{L,j} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^m a(x_i) \sum_{k=1}^N f_{(L+k-N/2)}(x_{j+1-m/2}). \quad (5)$$

Người ta có thể coi tín hiệu là những xung ngắn vô hạn như xung delta. Khi đó công thức (4) được chuyển về dạng [3]

$$\varphi_{L,j} = \sum_{k=1}^N f_{(L+k-N/2)}(x_j) \quad (6)$$

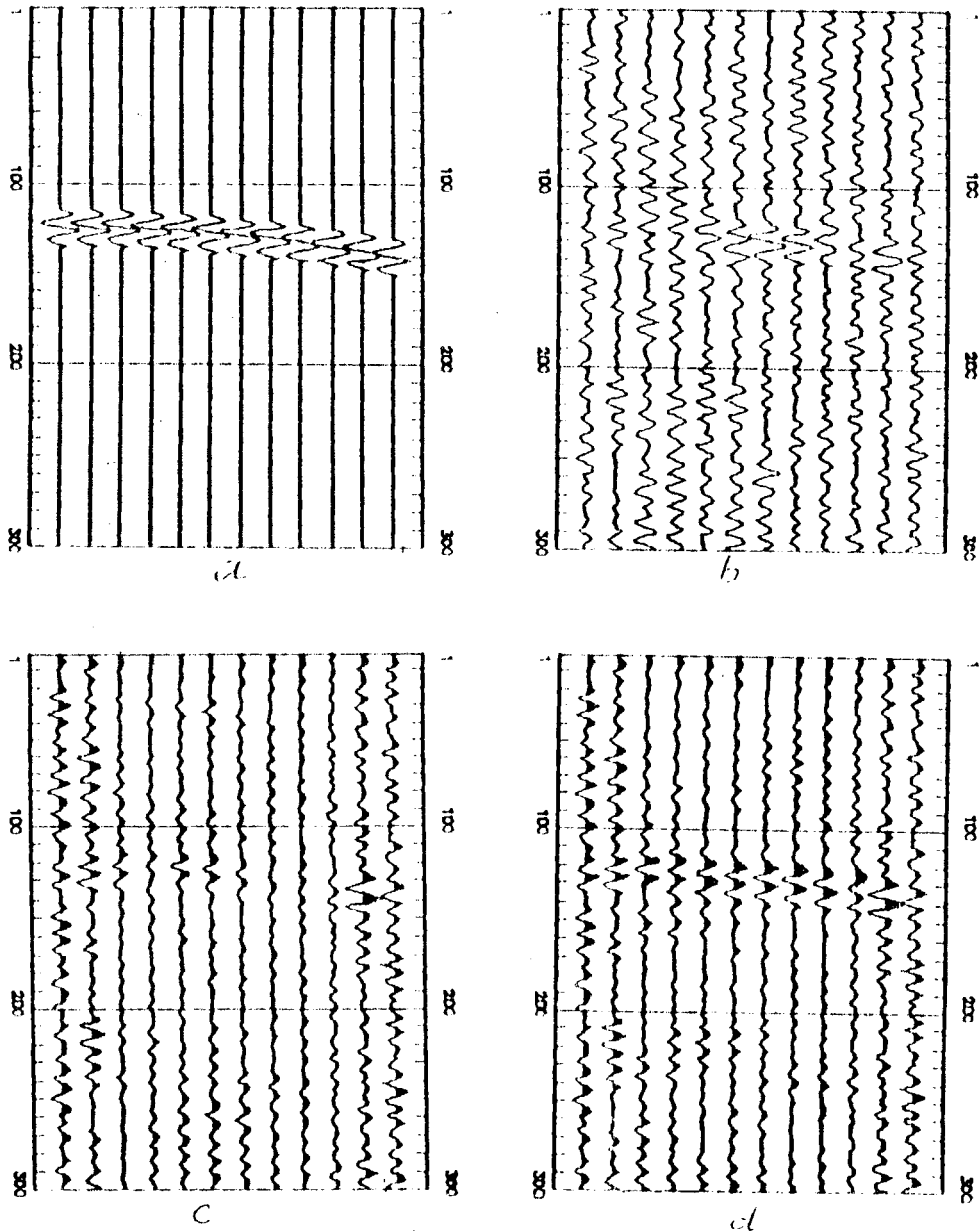
Công thức này cho phép ta hạn chế việc sử dụng thông tin bằng việc cộng số liệu theo  $N$  tuyến dọc theo đường phương của tín hiệu. Kết quả cộng theo công thức trên được trao cho tuyến giữa trong  $N$  tuyến. Để đánh giá đường phương của trục tín hiệu (hướng cộng) có thể sử dụng kết quả tính hàm tương quan tương hỗ theo từng cặp tuyến kề nhau. Độ xê dịch này sẽ được xác định theo hoành độ giá trị cực đại dương của hàm tương quan tương hỗ. Cực trị này cho biết cụ thể sự tương quan của tín hiệu theo hướng ta tính.

Phương pháp phát hiện tín hiệu bằng cách phân tích hướng dịch chuyển của nó từ tuyến nọ đến tuyến kia và sau có cộng số liệu theo hướng dịch chuyển được gọi là phương pháp tương quan tín hiệu giữa các tuyến. Về bản chất, nó giống như việc dùng các hệ giao thoa hay thu chính hướng trong thăm dò địa chấn. Nếu các tín hiệu được cộng đồng pha với nhau thì nó cho hiệu ứng thống kê bằng  $\sqrt{N}$  lần. Phương pháp tương quan tín hiệu giữa các tuyến rất thông dụng vì nó đơn giản và chừng mực nào đó giữ được vẻ tự nhiên của số liệu. Số liệu sau khi lọc vẫn được sử dụng trong nhiều khâu tiếp theo.

### III. TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM

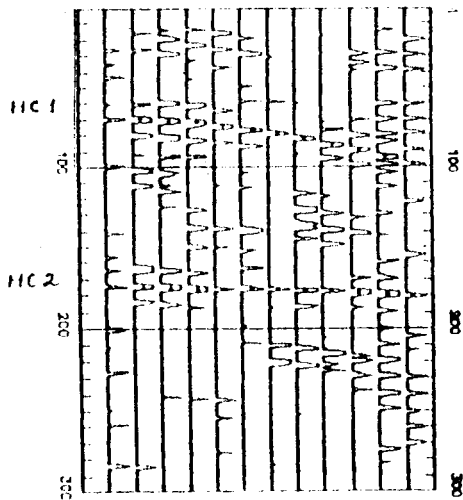
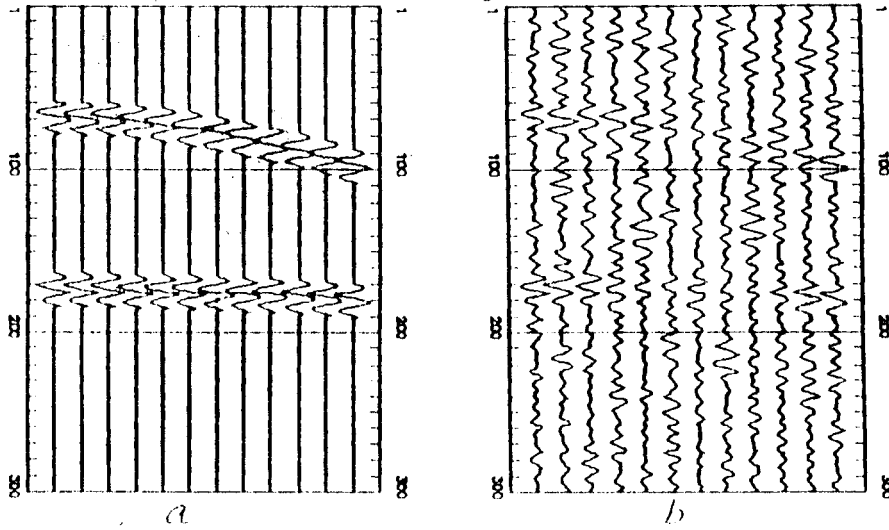
Để thử nghiệm các thuật toán nêu trên chúng tôi sử dụng các băng địa chấn mô hình đã được cài nhiễu ngẫu nhiên (hình 1b, 2b). Kết quả xử lý băng 1b theo thuật toán (6) đã nêu được trình bày trên hình 1c. Ta thấy dường như kết quả không khá hơn. Chúng tôi đã xem xét và thấy rằng hướng cộng tìm được qua việc tính hàm tương quan tương hỗ do ảnh hưởng của nhiễu đã trở thành đường gấp khúc khác với trục đồng pha của băng địa chấn. Trong khi đó, chúng ta biết rằng trục đồng pha (đồ thị thời khoảng) là một hypecbol, nghĩa là một đường bậc hai. Như vậy chúng ta hoàn toàn có thể làm gần đúng hướng cộng bằng một đường bậc hai. Chúng tôi đã làm trơn hướng cộng bằng một đường bậc hai theo phương pháp bình phương tối thiểu và kết quả cộng theo đường làm trơn được đưa ở hình 1d (đấy cộng  $N = 5$ ). Như vậy khi xác định được hướng cộng tin cậy thì việc lọc nhiễu theo thuật toán (6) mới phát huy hiệu quả. Tuy nhiên với băng địa chấn hình 2b thì tình hình có khác, việc làm trơn hướng cộng ở đây thường mang lại hiệu quả kém. Nguyên nhân ở chỗ không chỉ có nhiễu ảnh hưởng tới việc xác định hướng cộng mà các trục đồng pha nằm theo các hướng khác nhau nên đã ảnh hưởng lẫn nhau. Việc làm trơn ở đây đã không mang lại lợi ích gì. Trong trường hợp như vậy chúng ta phải tách từng tín hiệu (trục đồng pha). Hình 2c là kết quả tính xác suất theo thuật toán (2) (3). Với các băng địa chấn tín hiệu thu được là những xung dạng sin, chúng ta có thể lấy một tín hiệu trên băng ở những chỗ được coi là ít bị nhiễu (ít méo) hoặc tính các

Hình 1.



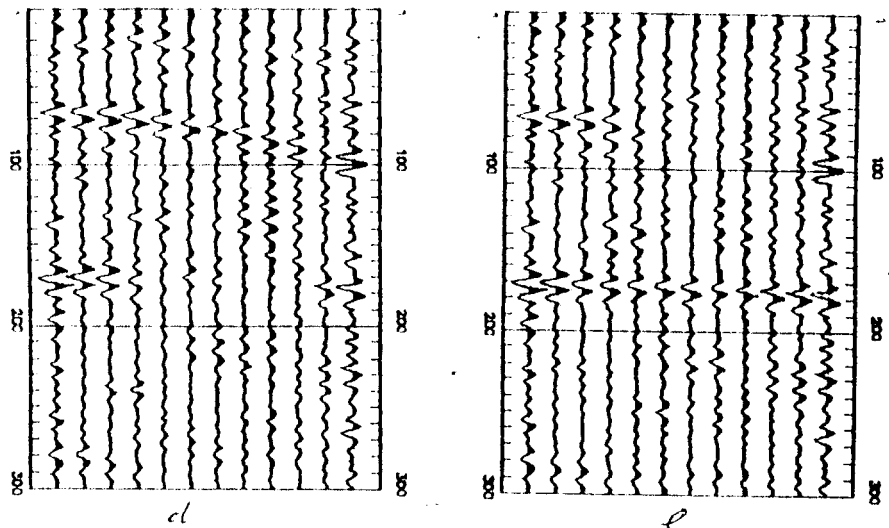
- a) Băng địa chấn không nhiễu  
(1 trục đồng pha)
- b) Băng địa chấn (a) bị nhiễu mạnh
- c) Băng địa chấn sau lọc ( $N=5$ )  
không làm trơn hướng cộng
- d) Băng địa chấn sau lọc ( $N=5$ )  
làm trơn hướng cộng

Hình 2.



Hình 2

- a> Băng địa chấn không nhiễu (2 trục đồng pha)
- b> Băng địa chấn (a) bị nhiễu mạnh
- c> Kết quả tính xác suất ngược
- d> Kết quả lọc theo hướng cộng 1
- e> Kết quả lọc theo hướng cộng 2



xung lý thuyết [3,5]. Trên hình 2c ta có thể theo dõi được 2 trục đồng pha, tiêu chuẩn để nhận biết chúng là sự có mặt của tín hiệu trên tất cả các kênh và hướng chung của nó xấp xỉ một đường bậc hai. Hình 2d, 2e là kết quả tính theo thuật toán (6) cho từng hướng cộng vừa xác định.

#### IV. KẾT LUẬN

Các kết quả được trình bày trên các hình cho ta thấy hiệu quả của phương pháp thống kê. Thuật toán lọc nhiễu theo phương pháp thống kê nói chung đơn giản, rất dễ thực hiện trên các máy vi tính thông dụng hiện nay.

Tuy nhiên, qua quá trình thử nghiệm chúng tôi thấy:

- Độ xê dịch tín hiệu (trục đồng pha) từ kênh nọ sang kênh kia không lớn cho nên không cần tính hàm tương quan tương hỗ  $Bh$  với các bước xê dịch lớn. Điều này tiết kiệm thời gian và cũng tránh bớt răng cưa cho hàm  $Bh$ .

- Làm trơn hướng cộng bằng đường bậc hai trước khi lấy tổng.

- Trong các trường hợp trên băng địa chấn có hơn một trục đồng pha thì nên kết hợp các kết quả với nhau (ví dụ như với kết quả tính xấp suất).

Trên đây là những biện pháp đơn giản để giúp chúng ta nâng cao hiệu quả xử lý nhiễu tài liệu địa chấn theo thuật toán thống kê.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Năng Vũ, Tôn Tích Ái và NGK, Địa vật lý thăm dò, NXB DH&TH Hà nội, 1985.
2. Gurvich I.T., Địa chấn thăm dò, Nhedra, Moscow (Tiếng Nga) 1970.
3. Nhikitin A.A., Các phương pháp thống kê phân tách dị thường địa vật lý, Nhedra, Moscow (Tiếng Nga) 1979.
4. Troian V.N., Các phương pháp thống kê sử lý tài liệu địa chấn khảo sát môi trường phức tạp, Nhedra, Moscow (Tiếng Nga) 1982.

Nhận ngày 30, 3 1995