

PHÂN TÍCH PHỔ ĐỂ XÁC ĐỊNH CÁC THAM SỐ ĐỘNG LỰC CỦA CHẤN TIÊU ĐỘNG ĐẤT

NGÔ THỊ LƯU

I. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong thực tế địa chấn tồn tại nhiều phương pháp xác định các tham số động lực của chấn tiêu động đất, chúng đã được công bố trong nhiều công trình [3, 6-9, 19-21]; qua đó, điều dễ nhận thấy là, xác định các tham số động lực của chấn tiêu động đất theo phân tích phổ sóng địa chấn trên băng ghi động đất là phương pháp có hiệu quả hơn cả [2, 4, 11, 19-21]. Đặc biệt, quá trình phân tích phổ sóng trên băng ghi số các trận động đất để xác định các tham số động lực của chúng theo chương trình tự động trên máy tính là một trong những phương pháp hiện đại nhất, giành được nhiều chú ý của các nhà địa chấn. Nó cho phép tính toán đồng thời với độ chính xác cao một số tham số động lực của chấn tiêu động đất như: năng lượng địa chấn, magnitud, kích thước chấn tiêu, lực ứng suất và momen địa chấn. Vì vậy, trong công trình này chúng tôi sẽ áp dụng phương pháp được đề nghị trong [14] để phân tích phổ sóng theo băng ghi số các trận động đất mạnh khu vực Đông Nam Á.

a. Phân tích phổ sóng địa chấn

Phân tích phổ có nghĩa là đánh giá các đặc trưng tần số của chuỗi thời gian. Thông thường người ta sử dụng thuật toán biến đổi Furie nhanh để thực hiện phép biến đổi Furie. Phương pháp như vậy để phân tích phổ là phép tính toán rất hiệu quả, nó cho các kết quả hợp lý đối với một lớp lớn các quá trình tín hiệu. Tuy nhiên, có một số hạn chế, đặc biệt là khi chỉnh lý các sóng địa chấn với biên độ và chu kỳ dải rộng ghi được ở vùng trung gian hoặc vùng gần chấn tiêu.

Hạn chế thứ nhất là khả năng phân giải tần số, nghĩa là khả năng phân biệt các đặc trưng phổ của hai hay nhiều tín hiệu thời gian. Khả năng phân giải tần số (tính bằng Hz) một cách gần đúng được

coi là đại lượng nghịch đảo của thời gian tới (tính bằng giây).

Hạn chế thứ hai là do sự đánh giá số liệu một cách toàn cầu nhờ hàm giới hạn khi biến đổi Furie nhanh. Đây thực chất là thuật toán nhân toàn phần băng ghi với một xung tín hiệu (hay còn gọi là một cửa sổ) để lọc tín hiệu (còn gọi là thuật cửa sổ).

Phương pháp cửa sổ chỉ rõ sự mất năng lượng (sự tán xạ năng lượng) ra sao trong đặc trưng phổ. Sự mất mát năng lượng như vậy qua các hố ngăn làm mờ cả những đặc trưng phổ khác, mà sự có mặt của chúng đôi khi làm méo một cách đáng kể các tham số chấn tiêu như momen địa chấn, năng lượng.... Biết chọn kỹ thuật đánh giá số liệu (tức là chọn kỹ thuật của phương pháp cửa sổ) có thể làm giảm sự mất mát năng lượng qua các hố ngăn, nhưng cả khả năng phân giải cũng giảm đi.

b. Biến đổi Furie nhanh và bộ lọc số vọt năng

Giả sử, cần biến đổi Furie bằng phép biến đổi Furie nhanh một tín hiệu liên tục $X(t)$, $t \in (0, T)$, trong đó t là thời gian. Nếu tín hiệu $X(t) \in L^2$, có nghĩa là năng lượng của nó đã bị giới hạn, khi đó hệ số Furie $H(f)$ đối với tần số f được xác định như sau:

$$H(f) = \int_0^T X(t) e^{2\pi i f t} dt \quad (1)$$

Áp dụng định lý Parseval với biểu thức trên ta có:

$$\int_0^T [X(t)]^2 dt = \int_{-\infty}^{+\infty} [H(f)]^2 df \quad (2)$$

Trong thực tế chúng ta gặp các giá trị rời rạc của hàm $X(t)$. Giả sử $t = k\Delta t$, trong đó Δt - chu kỳ rời rạc, $k = 0, 1, \dots, N-1$, và $N = 2^L - 1$, với L - số

nguyên. Đối với một tín hiệu thời gian rời rạc ở đầu vào có thể tính được hệ số Furie rời rạc $h(f_n)$ trong đó $(f_n) = n/n\Delta t$:

$$h(f_n) \cong \sum_{k=0}^{N-1} X(k\Delta t) e^{2\pi i f_n k\Delta t} \quad (3)$$

hoặc:

$$H(f_n) \cong \sum_{k=0}^{N-1} X(k\Delta t) e^{2\pi i f_n k\Delta t}$$

$$\Delta t = \Delta t \cdot h(f_n)$$

Từ định lý Parseval có thể dễ dàng đánh giá năng lượng của tín hiệu theo giá trị của các hệ số Furie. Năng lượng của tín hiệu (đó là đại lượng tỷ lệ với năng lượng vật lý có trong chuyển động của đất đá nếu $X(t)$ là tốc độ của một hạt đất), theo thời gian được biểu thị như là tích phân (đối với tín hiệu liên tục) hoặc như là tổng của các thành phần tương thích (đối với tín hiệu rời rạc).

Áp dụng định lý Parseval ta có:

$$\int_0^T [X(t)]^2 dt \cong \Delta t \sum_{k=0}^{N-1} X^2(k\Delta t) =$$

$$= \frac{\Delta t}{N} \sum_{k=0}^{N-1} [h(f_n)]^2 \quad (4)$$

$$R = \frac{100\% \left\{ \sum_{k=0}^{N-1} [X(k\Delta t)]^2 - \frac{2}{N} \sum_{n=1}^{(N-1)/2} |h(f_n)|^2 - \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k\Delta t) \right\}}{\sum_{k=0}^{N-1} [X(k\Delta t)]^2} \quad (7)$$

phân tới ở trung tâm khá rộng và các nhánh ở phần hông cao, điều đó cho phép xác định được sự mất năng lượng phổ trong phổ tính toán đối với thành phần với tần số f từ thành phần với tần số lân cận f' .

Các cửa sổ tốt nhất được đặc trưng bởi sự tán xạ phổ có thể (sự mất năng lượng) thấp nhất từ phía ngoài của dải tần số: $|f - f'| < W$, với $2W$ là độ rộng được chọn trước nào đó của dải tần, nó được gọi là chu kỳ bán cầu căng rời rạc [17], hay còn được gọi là "cửa sổ của bộ lọc số vạn năng". Các cửa sổ này là các vectơ đạo hàm riêng của ma trận trong bài toán về các giá trị đạo hàm riêng:

$$CV = \lambda(NW)V \quad (8)$$

trong đó ma trận C được biểu diễn như sau:

Do tính đối xứng của các hệ số này nên vé phải của phương trình (4) có thể được viết dưới dạng:

$$\frac{\Delta t}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |h(f_n)|^2 = \frac{2\Delta t}{N} \sum_{n=1}^{(n-1)/2} |h(f_n)|^2 +$$

$$+ \frac{\Delta t}{N} |h(f_0)|^2 \quad (5)$$

Trong đó:

$$h(f_0) = \sum_{k=0}^{n-1} X(k\Delta t) \quad (6)$$

Phương trình này cho phép đánh giá hiệu lực toàn cầu của thủ thuật biến đổi Furie nhanh. Giá trị của sai số R có thể được xác định theo (7).

Các cửa sổ bình thường được sử dụng khi phân tích phổ nhờ phép biến đổi Furie nhanh gây ra cho các số liệu ở lối vào một giá trị đặc biệt ở vùng trung tâm, trong khi đó các trọng số ở phần rìa của chuỗi thời gian là cực kỳ nhỏ. Ví dụ, cửa sổ Hamming đã chọn trên 60% thông tin hệ thống trong chuỗi thời gian.

Các đặc trưng phổ của cửa sổ thường cũng không cần phải tốt một cách bậc nhất: chúng có

$$C_{ik} = \frac{\sin[2\pi W(i-k)]}{\pi(i-k)} \quad (9)$$

$i, k = 0, 1, \dots, N-1$.

Các giá trị riêng λ_i là dương và tạo nên cấu trúc của ma trận C . Giá trị W luôn luôn được chọn bằng $l/N\Delta t$, trong đó $l = 2, 3$, hoặc 4 , N - chiều dài chuỗi thời gian ở lối vào và Δt - chu kỳ rời rạc. Việc tăng chiều dài của dải khả năng phân giải trong vùng tần số $2W$ sẽ làm tăng số lượng các cửa sổ của bộ lọc số vạn năng với đặc tính tán xạ thấp và làm giảm sự thay đổi phổ tính toán, nhưng đôi khi khả năng phân giải phổ đồng thời cũng giảm đi.

Để tính phổ khi sử dụng bộ lọc số vạn năng cần phải tính biến đổi Furie đối với mỗi cửa sổ riêng biệt của bộ lọc số vạn năng và sau đó sử dụng một

vài thủ thuật nhân tương thích với một hệ số có trọng số để đạt được kết quả cuối cùng [15, 16, 18]. Dưới đây là một trong các thủ thuật như vậy :

Cho các trọng số liên tục $W_m^k(f)$ đối với tần số f , và cho $S_k(f)$ - biến đổi Furie đối với cửa sổ bộ lọc số van năng thứ k và tần số f . Đánh giá phổ bằng bộ lọc số tương thích (với cửa sổ thích hợp) đối với bước lặp thứ m được biểu thị qua $W_m^k(f)$ và $S_k(f)$ như sau :

$$S_m^a(f) = \frac{\sum_{k=0}^{K-1} \lambda_k [W_m^k(f)]^2 S_k(f)}{\sum_{k=0}^{K-1} \lambda_k [W_m^k(f)]^2} \quad (10)$$

và :

$$W_m^k(f) = \frac{S_{m-1}^a(f)}{\lambda_k S_{m-1}^a(f) + (1 - \lambda_k) \sigma^2} \quad (11)$$

trong đó, σ^2 - kích thước của chuỗi thời gian.

Giá trị đầu tiên đối với $W_m^k(f)$ có thể coi như giá trị trung bình đơn giản, được tính đối với một số biến đổi Furie đầu tiên. Trong thực tế, thủ thuật này cho tính hội tụ nhanh, vì vậy giá trị sau cùng của chuỗi không cần cao. Nếu các số k ($a[i]$, $i = 1, 2, \dots, k$) đã được xác định và ε - sự kích thích của nhiễu với số đo σ^2 , khi đó chuỗi thời gian đối với quá trình AR(k) (sự hồi quy tự động bậc k) có thể được mô tả theo phương trình sau :

$$X(i\Delta t) = \sum_{k=1}^K a[k] X(i-k, \Delta t) + \varepsilon_i \quad (12)$$

Rất tốt là, hàm mật độ phổ đối với quá trình AR(k) có thể được xác định một cách chính xác. Đối với quá trình AR(k), hàm mật độ phổ $S(f)$ có thể được biểu thị theo giá trị của các hệ số của quá trình AR, $a[i]$, theo kích thước nhiễu của nó (σ^2), và theo tần số lọc Δt :

$$S(f) = \frac{\sigma^2 \Delta t}{\left| 1 - \sum_{k=1}^K a[k] e^{2\pi i f k \Delta t} \right|^2} \quad (13)$$

Biểu thức (8) có nghĩa đối với tất cả các tần số từ 0 đến tần số Nyquist (nó là hàm liên tục của tần số). Điều đó có nghĩa rằng đối với các tần số rời rạc nào đó có thể làm gần đúng theo các hệ số Furie :

$$S(f_n) = \frac{\Delta t}{N} |h(f_n)|^2 \quad \text{với } f_n = \frac{n}{N\Delta t} \quad (14)$$

Khi dùng định lý Parseval có thể giải thích bản chất ý nghĩa vật lý của mật độ phổ tính được $S(f_n)$, nó là năng lượng của tín hiệu trong dải tần :

$$\left(f - \frac{0,5}{N\Delta t}, f + \frac{0,5}{N\Delta t} \right) \quad (15)$$

và hàm số $S(f)/\Delta t$ được gọi là mật độ phổ năng lượng. Còn phổ biên độ (momen địa chấn), $h(f)$, là hàm đơn giản đối với $S(f)$:

$$h(f) = \frac{N}{\Delta t} \sqrt{S(f)} \quad (16)$$

II. XÁC ĐỊNH CÁC THAM SỐ ĐỘNG LỰC CỦA CHẤN TIÊU ĐỊA CHẤN

Để tính các tham số chấn tiêu có thể sử dụng thủ thuật nhanh dựa trên cơ sở cộng phổ đối với tất cả các trạm ghi. Khi đó, cần phải xác định phổ trung bình đối với dải tần từ tần số thấp nhất đến tần số cao nhất, xem xét phổ tính được đối với mỗi trạm với các hiệu chỉnh về khoảng cách trong vùng xa. Để trung bình hoá phổ đối với các trạm khác nhau khi sử dụng tần số lọc khác nhau cần phải sử dụng "Splaine" trung bình hoá và phân chia tài liệu phổ khi tính phổ đối với các trạm khác nhau ở chính ý nghĩa tần số. Tiếp theo cần phải tìm số hiệu chỉnh riêng cho hệ số tất dẫn phổ trung bình. Bằng cách xấp xỉ hoá mô hình Brune, theo phương pháp được đề nghị trong [1] có thể tính được hai tích phân đầu tiên trong vùng tần số phù hợp với phổ tốc độ S_{v2} và phổ dịch chuyển S_{D2} .

$$S_{v2} = 2 \int_0^{\infty} (f) df \quad (17)$$

$$S_{D2} = 2 \int_0^{\infty} D^2(f) df$$

Tất cả các tham số chấn tiêu khác có thể tính được nhờ hai tích phân này [1]. Chẳng hạn tần số vòng f_0 :

$$f_0 = \frac{1}{2} \pi \sqrt{\frac{S_{v2}}{S_{D2}}} \quad (18)$$

Độ rộng phổ Ω_0 :

$$\Omega_0 = 2 S_{v2}^{-\frac{1}{2}} S_{D2}^{\frac{3}{2}} \quad (19)$$

Năng lượng tán xạ :

$$E = 4\pi\rho VS_{\nu}^2 \quad (20)$$

và momen địa chấn M_0 :

$$M_0 = 4\pi\rho V^2 \Omega_0 \sqrt{\frac{5}{2}} \quad (21)$$

Trong các công thức trên V - tốc độ của sóng địa chấn trong vùng chấn tiêu, D - sự dịch chuyển của phổ, ρ - mật độ đất đá và $\sqrt{5/2}$ - phân bố sung, đưa vào tính toán sự tán xạ trung bình của sóng địa chấn.

Ta biết rằng, thang magnitud được dùng để biểu thị độ mạnh của các sự kiện địa chấn nói chung. Theo các nghiên cứu được tiến hành trong [10], magnitud M có thể được xác định dựa trên thang momen địa chấn M_0 như sau :

$$M = 2/3 \lg M_0 - 6,0 \quad (22)$$

trong đó M_0 tính bằng N.m.

Đánh giá kích thước dịch chuyển của chấn tiêu phụ thuộc một cách đáng kể vào mô hình của nó. Thông thường, dịch chuyển vòng được giả định như là mô hình hình học của chấn tiêu. Bán kính của dịch chuyển như vậy tỷ lệ nghịch với tần số vòng f_0 của sóng dọc (P) hoặc sóng ngang (S).

$$r_0 = \frac{K_c \beta_0}{2\pi f_c} \quad (23)$$

Ví dụ, đối với mô hình chấn tiêu đơn giản nhất [15], được minh họa bởi dịch chuyển vòng với sự giải phóng ứng suất tức thời thì $K_c = 2,34$. Đối với mô hình phá hủy bán động lực hình cầu [6], K_0 đối với sóng dọc P được giả định bằng 2,01, và đối với sóng ngang $K_0 = 1,32$, β_0 - tốc độ của sóng S trong vùng chấn tiêu.

Còn nói về ứng suất giải phóng trong vùng chấn tiêu thì tồn tại một số cách đánh giá. Ứng suất tĩnh (khi sự giải phóng ứng suất được giả định là toàn phần) có thể được xác định từ các tài liệu địa chấn theo công thức :

$$\Delta\delta = \frac{7M}{16r_0^3} \quad (24)$$

Ứng suất biểu kiến được xác định trên cơ sở các giá trị năng lượng E và momen địa chấn M_0 và phương pháp này được đề nghị như phương pháp

toàn cầu [7]. Theo [22], ứng suất biểu kiến được xác định như sau :

$$\sigma_a = \frac{\mu E}{M} \quad (25)$$

trong đó μ - modun dịch chuyển (của vật chất trong vùng chấn tiêu).

Chi tiết hơn về một số thủ thuật tính toán và các ví dụ minh họa cho các mô hình chấn tiêu khác nhau có thể xem trong [14].

III. ÁP DỤNG PHÂN TÍCH PHỔ ĐỐI VỚI ĐỘNG ĐẤT ĐÔNG NAM Á

Trên cơ sở phương pháp đã trình bày, chúng tôi đã lập chương trình (JN.97) để xác định các tham số động lực của chấn tiêu động đất theo băng ghi số nhận được từ các trạm địa chấn khác nhau. Ưu điểm của chương trình này ở chỗ : cho phép xác định đồng thời cả 5 tham số động lực của chấn tiêu động đất nhờ phân tích phổ trên băng ghi số các trận động đất (magnitud M , năng lượng E (J), momen địa chấn M_0 (Nm), kích thước chấn tiêu r (km) và ứng suất P (MPa). Phân tích phổ theo chương trình này có thể áp dụng đối với động đất bất kỳ với magnitud tùy ý trên cả 3 thành phần của băng ghi.

Tính toán các tham số động lực của chấn tiêu theo chương trình (JN.97) gồm các giai đoạn :

1. Chọn băng ghi số các trận động đất nhận được từ các trạm địa chấn khác nhau. Băng ghi được chọn để làm việc với chương trình (JN.97) cần phải là băng ghi mà trên nó sự tới và biên độ dao động của sóng P và sóng S tương đối rõ ràng.

2. Phân tích sơ bộ các số liệu địa chấn, nhận được từ các trạm khác nhau. Cần nhận thấy rằng kết quả của hàng loạt các phân tích và tính toán thử đối với các băng ghi động đất Đông Nam Á đã cho thấy chương trình (JN.97) tỏ ra phù hợp với các băng ghi chu kỳ ngắn hơn hẳn so với băng ghi chu kỳ dài. Vì vậy trong tất cả các tính toán dưới đây chúng tôi chỉ áp dụng phân tích phổ đối với các băng ghi chu kỳ ngắn.

3. Phân tích phổ và tính các tham số chấn tiêu. Trong công đoạn này cần phải xác định chính xác điểm tới của pha sóng địa chấn trên băng ghi (P hay S). Điều này có ý nghĩa rất quan trọng bởi vì độ chính xác của công việc này phụ thuộc vào người sử dụng máy tính và điều khiển chương trình, đồng thời nó ảnh hưởng trực tiếp đến độ

chính xác của kết quả thu được ; các tính toán tiếp theo được thực hiện tự động trên máy tính, ở công đoạn sau cùng kết quả được chọn trong sự phù hợp với loại sóng sử dụng khi phân tích phổ (P hay S).

Như vậy, theo chương trình (JN.97) tính toán được tiến hành đối với tất cả các trận động đất mạnh khu vực Đông Nam Á ($M_s \geq 5,5$) (chu kỳ

1980-1990), mà băng ghi số của chúng đã nhận được từ hệ thống trạm địa chấn khu vực này và từ nhiều trạm khác trên toàn thế giới. Số liệu trong công trình này do chúng tôi thu thập tại Trung tâm Số liệu Quốc tế "B" (CHLBNga - Moskva). Trong *bảng 1* dẫn ra các kết quả tính toán đối với 60 trận động đất mạnh ($M_S \geq 5,5$) và 4 trận động đất với ($M_S < 5,0$) (số 42, 59, 60, 63 - 1980-1987).

Bảng 1. Các tham số động lực của chấn tiêu động đất mạnh Đông Nam Á

Số thứ tự	Ngày			T ₀			Năng lượng		Momen địa chấn		Kích thước chấn tiêu r, km	Ứng lực P(MPa)
	ng	th	n	h	m	s	E(J)	M ₀	M			
1	2			3			4	5	6	7	8	
1	19	02	80	17	27	36.5	13,65.10 ¹³	3,80.10 ¹⁸	6,2	14,0	6,2.10 ⁻²	
2	31	03	80	12	41	47.7	11,65.10 ¹²	3,10.10 ¹⁷	6,6	19,9	7,6.10 ⁻²	
3	04	01	80	16	21	48.0	4,90.10 ¹³	1,70.10 ¹⁸	6,7	19,2	10,2.10 ⁻²	
4	18	06	80	09	32	30.3	3,20.10 ¹⁴	7,30.10 ¹⁸	7,1	16,6	10,13.10 ⁻¹	
5	27	08	80	04	30	16.7	2,26.10 ¹²	6,74.10 ¹⁶	6,0	15,7	9,1.10 ⁻³	
6	19	09	80	08	45	46.5	5,93.10 ¹²	1,69.10 ¹⁷	6,0	15,8	1,4.10 ⁻³	
7	29	10	80	18	45	13.6	12,1.10 ¹²	8,85.10 ¹⁷	5,7	24,0	2,45.10 ⁻²	
8	07	01	81	21	36	22.8	5,8.10 ¹²	1,69.10 ¹⁷	5,7	14,9	2,28.10 ⁻²	
9	11	01	81	15	09	46.0	5,3.10 ¹³	1,69.10 ¹⁸	6,0	37,2	240.10 ⁻³	
10	13	03	81	18	21	39.8	4,1.10 ¹²	1,4.10 ¹⁷	6,0	18,8	1,67.10 ⁻²	
11	11	04	81	05	29	33.3	2,25.10 ¹³	2,58.10 ¹⁸	6,2	20,1	4,13.10 ⁻²	
12	11	10	81	00	36	16.3	4,85.10 ¹²	4,34.10 ¹⁷	6,0	19,1	0,87.10 ⁻²	
13	02	11	81	21	10	26.8	2,77.10 ¹³	9,2.10 ¹⁷	6,2	19,2	6,30.10 ⁻²	
14	22	11	81	15	05	20.6	2,6.10 ¹⁴	10,1.10 ¹⁸	7,3	14,4	11,1.10 ⁻¹	
15	20	01	82	04	25	11.0	3,4.10 ¹⁴	11,9.10 ¹⁸	7,4	22,95	5,80.10 ⁻¹	
16	20	01	82	07	09	17.4	4,4.10 ¹³	1,69.10 ¹⁸	6,9	27,55	5,6.10 ⁻²	
17	17	04	82	09	20	57.9	5,34.10 ¹³	1,69.10 ¹⁸	6,9	18,34	1,7.10 ⁻²	
18	19	04	82	14	42	14.1	2,94.10 ¹³	9,27.10 ¹⁷	6,2	16,01	8,13.10 ⁻²	
19	22	05	82	08	52	58.9	5,63.10 ¹²	1,69.10 ¹⁷	5,7	16,53	2,21.10 ⁻²	
20	24	09	82	19	47	13.6	3,9.10 ¹²	1,31.10 ¹⁷	5,8	24,8	4,29.10 ⁻³	
21	31	10	82	02	48	13.6	5,57.10 ¹²	1,69.10 ¹⁷	5,8	18,40	1,78.10 ⁻²	
22	24	01	83	23	09	21.4	2,0.10 ¹⁴	9,27.10 ¹⁸	6,9	31,00	8,98.10 ⁻²	
23	04	04	83	02	51	34.4	1,75.10 ¹³	5,10.10 ¹⁷	6,9	12,89	6,97.10 ⁻²	
24	04	04	83	03	03	34.5	1,81.10 ¹⁴	5,48.10 ¹⁸	6,9	18,6	5,96.10 ⁻¹	
25	22	04	83	00	37	37.0	2,64.10 ¹³	9,27.10 ¹⁷	6,2	22,25	5,76.10 ⁻²	
26	01	06	83	01	36	58.2	2,28.10 ¹³	1,18.10 ¹⁷	5,8	14,47	1,91.10 ⁻²	
27	24	06	83	07	18	22.1	18,72.10 ¹³	6,74.10 ¹⁸	7,1	18,02	3,03.10 ⁻¹	
28	24	06	83	09	07	14.3	4,73.10 ¹³	1,69.10 ¹⁸	6,9	22,43	7,20.10 ⁻²	
29	02	07	83	09	34	05.0	4,2.10 ¹²	1,69.10 ¹⁷	5,8	27,90	3,45.10 ⁻³	
30	11	08	83	12	02	58.9	1,29.10 ¹³	5,09.10 ¹⁷	5,8	21,48	2,40.10 ⁻²	
31	18	07	83	12	57	56.0	1,73.10 ¹⁴	6,74.10 ¹⁸	7,3	14,73	6,19.10 ⁻¹	
32	30	08	83	10	39	27.4	6,18.10 ¹²	1,69.10 ¹⁷	6,0	13,08	3,15.10 ⁻²	
33	16	09	83	23	10	47.9	7,98.10 ¹²	1,69.10 ¹⁷	5,8	19,63	1,93.10 ⁻²	
34	17	09	83	05	56	56.7	2,44.10 ¹³	9,27.10 ¹⁷	6,7	25,31	2,80.10 ⁻²	
35	25	10	83	00	36	23.4	2,43.10 ¹³	1,18.10 ¹⁸	6,4	28,25	2,33.10 ⁻²	

1	2	3	4	5	6	7	8
36	27 10 83	19 43 48.4	$3,73.10^{13}$	$1,69.10^{18}$	6,7	36,18	$1,68.10^{-2}$
37	14 03 84	00 39 18.6	$4,20.10^{12}$	$1,69.10^{17}$	6,0	27,90	$3,45.10^{-3}$
38	23 04 84	22 29 58.4	$2,92.10^{13}$	$9,27.10^{17}$	6,2	17,70	$6,88.10^{-2}$
39	06 05 84	15 19 11.4	$1,58.10^{13}$	$6,74.10^{17}$	6,2	22,5	$2,43.10^{-2}$
40	15 05 84	15 23 05.5	$2,13.10^{12}$	$5,43.10^{16}$	6,0	16,96	$1,58.10^{-3}$
41	29 05 84	04 36 11.0	$3,31.10^{12}$	$1,18.10^{17}$	6,0	20,32	$4,8.10^{-3}$
42	05 07 84	20 48 07.4	$6,65.10^{10}$	$1,69.10^{15}$	4,1	13,38	$4,85.10^{-4}$
43	05 07 84	21 00 10.4	$4,26.10^{12}$	$1,31.10^{17}$	5,8	16,54	$1,73.10^{-2}$
44	12 08 84	16 51 20.2	$5,69.10^{12}$	$1,69.10^{17}$	5,7	16,54	$2,55.10^{-2}$
45	22 09 84	21 18 58.2	$5,77.10^{12}$	$5,48.10^{17}$	6,0	19,15	$4,36.10^{-3}$
46	14 11 84	05 50 14.4	$2,95.10^{12}$	$1,85.10^{17}$	6,0	15,73	$8,43.10^{-3}$
47	17 11 84	06 49 30.1	$4,48.10^{14}$	$13,1.10^{18}$	7,4	14,50	$17,9.10^{-1}$
48	30 12 84	22 33 39.1	$2,84.10^{12}$	$9,26.10^{17}$	6,2	24,35	$1,80.10^{-2}$
49	07 01 85	16 13 05.2	$4,51.10^{12}$	$1,18.10^{17}$	5,8	13,78	$2,88.10^{-2}$
50	21 03 85	08 18 39.2	$5,08.10^{12}$	$1,69.10^{17}$	5,5	11,54	$3,46.10^{-2}$
51	18 04 85	05 52 52.7	$3,02.10^{12}$	$5,48.10^{17}$	6,2	20,44	$4,82.10^{-2}$
52	23 04 85	16 15 11.0	$10,97.10^{13}$	$4,72.10^{18}$	6,9	24,00	$12,40.10^{-2}$
53	09 08 85	19 59 45.5	$8,17.10^{13}$	$6,18.10^{17}$	6,4	23,25	$2,63.10^{-2}$
54	28 01 86	12 32 17.5	$8,90.10^{13}$	$1,18.10^{18}$	6,4	21,70	$3,22.10^{-2}$
55	20 06 86	17 51 54.4	$5,1.10^{12}$	$1,69.10^{17}$	5,8	20,93	$1,56.10^{-2}$
56	19 06 86	18 12 30.9	499.10^{12}	$1,69.10^{17}$	6,0	23,83	$2,55.10^{-2}$
57	29 06 86	12 31 18.6	$1,78.10^{14}$	$8,51.10^{18}$	6,7	26,88	$6,75.10^{-2}$
58	06 08 86	19 55 15.7	$4,13.10^{12}$	$1,31.10^{17}$	5,7	18,60	$4,70.10^{-2}$
59	24 01 87	10 34 27.2	$1,72.10^{12}$	$5,48.10^{16}$	4,9	25,83	$5,24.10^{-3}$
60	07 02 87	04 39 32.6	$2,11.10^{12}$	$9,28.10^{16}$	5,3	29,95	$2,29.10^{-3}$
61	25 04 87	12 16 54.3	$2,96.10^{14}$	$9,26.10^{18}$	7,3	16,43	$10,78.10^{-1}$
62	25 04 87	19 22 10.7	$1,66.10^{14}$	$5,47.10^{18}$	6,9	27,28	$4,23.10^{-1}$
63	28 04 87	22 44 33.6	$2,05.10^{12}$	$5,48.10^{17}$	4,9	12,89	$1,17.10^{-2}$
64	18 05 87	01 53 51.1	$1,33.10^{12}$	$5,48.10^{17}$	6,0	38,18	$3,80.10^{-2}$

Cần lưu ý, trong các kết quả nhận được chúng tôi không dẫn ra sai số xác định các tham số chấn tiêu, vì khi thành lập chương trình (JN.97) đã tính đến sai số có thể trong phạm vi cho phép theo đánh giá (7) đối với mỗi tham số và tự động đưa vào chương trình khi phân tích phổ sóng tương thích.

Như vậy, các kết quả nhận được có thể dùng để nghiên cứu chi tiết động đất mạnh, các đặc điểm biểu hiện và các quá trình trong vùng chấn tiêu; ngoài ra, có thể dùng để thiết lập các mối tương quan giữa các tham số động lực chấn tiêu động đất khu vực Đông Nam Á và tương quan giữa chúng với các giá trị của các tham số tương ứng, tính được theo các thang quốc tế. Điều này có ý nghĩa rất quan trọng khi nghiên cứu độ nguy hiểm địa chấn, dự báo động đất ở vùng Đông Nam Á và giải quyết nhiều nhiệm vụ khác trong thực tế địa chấn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] D.J. ANDREWS, 1986 : Objective determination of source parameters and similarity of earthquakes of different size. Earthquake Source Mechanics (S. Das., Joatwright and C.H. Scholz eds.). Am. Geophys. Union, Washington, D.C., 6, 259-267.

[2] Gi.Ia. APTEKMAN, S.K. DARAGAN, D.V. DOLGOPOLOP và nnk, 1985 : Phổ sóng dọc P trong bài toán xác định các tham số động lực của chấn tiêu động đất. Thống nhất hoá các tài liệu xuất phát và các thủ thuật tính phổ biên độ. Tc Núi lửa và Địa chấn. 2, 60-70.

[3] Gi.Ia. APTEKMAN, T.S. GIELANKINA, V.I. KEILIS-BOROK và nnk, 1979 : Xác định hàng loạt cơ cấu chấn tiêu động đất trên máy tính điện tử. Lý

thuyết và phân tích các quan sát địa chấn (Địa chấn tính toán, tập 12), 45-58. Nauka, Moskva.

[4] Gi.Ia. APTEKMAN, A.I. ZAKHAROVA, V.M. ZOBIN và nnk, 1989 : Phổ sóng dọc P trong bài toán xác định các tham số động lực của chấn tiêu động đất. Chuyển từ phổ trạm đến phổ chấn tiêu và tính các tham số động lực chấn tiêu. Tc. Núi lửa và Địa chấn. 2, 66-79.

[5] J.N. BRUNE, 1970 : Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. J. Geophys. Res. Vol. 75, 26, 4997-5009. Corrections : 1970. Vol. 76, 2, 5002.

[6] A.M. DZIEWONSKI, T. CHOU, J.H. WOODHOUSE, 1983 : Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity. J. Geophys. Res. 2825-2852.

[7] A.M. DZIEWONSKI, G. EKSTROM, J.H. WOODHOUSE, G. ZWART, 1989 : Centroid-moment tensor solutions for January-december 1988. Physics of the Earth and Planetary Interiors. V. 54, 1-2, 22-32 ; 3-4, 199-209 ; V. 56, 3-4, 165-180.

[8] A.M. DZIEWONSKI, A. FRIEDMAN, D. GIARDINI et al, 1983 : Global seismicity of 1982 ; centroid-moment tensor solutions for 308 earthquakes. Phys. Earth. and Planet Inter. 33, 76-90.

[9] T.S. GIELANKINA, V.I. KEILIS-BOOK, V.F. PISARENKO và nnk, 1971 : Xác định cơ cấu chấn tiêu động đất trên máy tính số. Các thuật toán giải thích các số liệu địa chấn. Moskva. Nauka. 3-27.

[10] T.C. HANKS and H. KANAMORI, 1979 : A moment magnitude scale. J. Geophysical, 8, 2348-2350.

[11] T.S. HANKS, M. WYSS, 1972 : The use of body-wave spektra in the determination of seismic source parameters. Bull. Seismol. Soc. America, Vol. 62.

[12] H. KANAMORI, 1977 : The energy release in great earthquakes. J. Geophys. Res. Vol. 82, 2981-2987.

[13] R. MADARIAG, 1976 : Dynamics of an expanding circular fault. Bulletin of the Seismological Society of America. Vol. 66. 639-666.

[14] J.(ED) MENDECKI, 1997 : Seismic Monitoring in Mines. Publ."Chapman and Hall". 17-30.

[15] J. PARK, F.L. VERNON III F.L. C.R. LINDBERG, 1987 : Frequency dependent polarization analysis of high frequency seismograms. J. Geophys. Res., 92, 12664-12674.

[16] J. PARK, F.L. VERNON III and C.R. LINDBERG, 1987 : Multitaper spectral analysis of high-frequency seismo-grams. J. Geophys. Res., 92, 12675-12684.

[17] D. SLEPIAN, 1978 : Prolate spheroidal wavefunctions. Fourier analysis and uncertainty V. The discrete case. Bell Syst. Tech. J., 57, 1371-1429.

[18] D.J. THOMPSON, 1982 : Spectral estimation and harmonic analysis. IEEE Proc, 70, 1055-1096.

[19] A.I.ZAKHAROVA, L.S. CHEPKUNAS, 1989 : Phổ sóng dọc P, các tham số động lực và cơ cấu chấn tiêu động đất mạnh thế giới. Động đất ở Liên Xô (cũ) năm 1986. Moskva. Nauka. 189-195.

[20] A.I. ZAKHAROVA, L.S. CHEPKUNAS, 1990 : Cơ cấu chấn tiêu, các đặc trưng phổ và động lực của chấn tiêu động đất mạnh thế giới. Động đất ở Liên Xô (cũ) năm 1987. Moskva. Nauka. 151-159.

[21] A.I. ZAKHAROVA, L.S. CHEPKUNAS, 1991 : Cơ cấu chấn tiêu, các đặc trưng phổ và động lực của chấn tiêu động đất mạnh thế giới. Động đất ở Liên Xô (cũ) năm 1988. Moskva. Nauka. 196-203.

[22] M. WYSS and J.N. BRUNE, 1968: Seismic moment, stress and source dimensions for earthquakes in the California - Nevada Region. J. of Geophysical Research. Vol. 73, 4681-4694.

SUMMARY

Calculating dynamic parameters of the focus of earthquakes from spectral analysis

The theoretical basis and some procedures of a method of the spectral analysis on the record of seismic waves are presented. On the basis of a method "Windowing" with "multitaper" for the spectral analysis the program was made by us which allows to calculate 5 dynamic parameters of the focus of earthquakes by digital records of their seismic waves. With the help of this Program dynamic parameters of strong earthquakes of a Southeast Asia were determined.

Ngày nhận bài : 4-8-2000

Viện Vật lý Trái Đất
Moskva, LB Nga