ÁP DỤNG THUẬT TOÁN TÁCH TIỀN CHẤN VÀ DƯ CHẤN TỪ DANH MỤC ĐỘNG ĐẤT ĐÔNG NAM Á

NGÔ THỊ LƯ

Một trong những nhiệm vụ quan trọng trong nghiên cứu địa chấn là xác định cơ cấu bên trong của chính quá trình địa chấn, không phụ thuộc vào các tài liệu khác như kiến tạo, địa chất... Do đó, các phương pháp phân tích tập hợp các trận động đất liên quan lẫn nhau như tiền chấn, dư chấn được đặc biệt lưu ý. Khái niệm về tiền chấn và dư chấn hiện nay còn rất mơ hồ, mặc dù đã có rất nhiều công trình tiến hành theo hướng này.

Các phương pháp tách tiền chấn và dư chấn, đã được thảo luận trong nhiều công trình [1-7, 9-13]. Trong số các phương pháp này, phương pháp cửa sổ không gian, thời gian (phương pháp "cửa sổ") được nhiều tác giả chú ý nhấn mạnh.

Phần lớn các phương pháp tách tiền chấn và dư chấn trước đây áp dụng cho các trận động đất với magnitut lớn, vì vậy kết quả còn phụ thuộc vào mức đại diện của danh mục động đất. Để khắc phục hạn chế này, chúng tôi áp dụng phương pháp "cửa sổ" [4] để tách tiền chấn và dư chấn từ danh mục động đất đối với khu vực Đông Nam Á. Phương pháp "cửa sổ" được xem như một trong các phương pháp có hiệu quả trong khi phân tích các danh mục động đất ; bản chất của phương pháp là lựa chọn tiêu chuẩn phụ thuộc của một cặp động đất vào một nhóm tiền chấn, dư chấn. Theo cách tiếp cận này, hai trận động đất thuộc vào một nhóm động đất có liên quan lẫn nhau, nếu khoảng cách giữa các chấn tâm của chúng và đồng thời cả hiệu giữa các thời điểm nẩy sinh chúng không vượt quá các giới hạn xác định trong sự phụ thuộc vào magnitut của động đất mạnh nhất trong chúng. Điều kiện liên quan của hai trận động đất ($\lambda 1$, $\varphi 1$, M1, T1) và ($\lambda 2$, $\varphi 2$, M2, T2) được biểu diễn bởi biểu thức :

$$R(\lambda 1, \varphi 1, \lambda 2, \varphi 2) \le DD(MM)\& \quad \&ABS(T2-T1) \le TP(MM) \qquad (1)$$

trong đó, MM = max{M1,M2}, λ, φ - các toạ độ chấn tâm động đất, M - magnitut động đất, T - thời gian nẩy sinh động đất

Các giá trị bằng số của các ranh giới cửa sổ không gian DD(MM) và thời gian TP(MM) trong biểu thức logic (1) đối với phương pháp "cửa sổ" tách tiền chấn và dư chấn đã được thảo luận trong [1-7, 11-13].

Hàm $R(\lambda 1, \varphi 1, \lambda 2, \varphi 2)$ trong biểu thức (1) là khoảng cách giữa chấn tâm (km) của các cặp động đất ($\lambda 1$, $\varphi 1$) và ($\lambda 2$, $\varphi 2$).

Mỗi nhóm động đất liên hệ lẫn nhau bởi biểu thức (1) và được tách ra bởi thuật toán đề nghị, bao gồm kích động chính (động đất trong thành phần của nhóm với magnitut lớn nhất, các tiền chấn và dư chấn của nó (động đất trong thành phần của nhóm xuất hiện trước kích động chính) và dư chấn (động đất trong thành phần của nhóm xuất hiện sau kích động chính).

Với cách giải thích về thành phần của nhóm như vậy, khái niệm về các tiền chấn và dư chấn trở nên rõ ràng và đơn giản hơn.

Khi áp dụng thuật toán tách tiền chấn và dư chấn, các tác giả trong [4] đã chọn các ranh giới cửa sổ DD(MM) và TP(MM) trong sự phù hợp với các tài liệu về động đất trong các niên san động đất và trong các danh mục động đất ở Liên Xô [8, 9] trên cơ sở phân tích hàng loạt ranh giới cửa sổ không gian thời gian của nhiều tác giả khác nhau [11-13]. Trong công trình này, vấn đề về phân chia các cửa sổ không gian DD(MM) và thời gian TP(MM) được xem xét tương tự trên cơ sở danh mục động đất Đông Nam Á.

Chúng tôi đã tách các nhóm tiền chấn và dư chấn từ danh mục động đất thống nhất đối với khu vực Đông Nam Á (DMĐĐTN-ĐNA). Danh mục động đất này đã được tác giả thành lập trên cơ sở phân tích hàng loạt tài liệu địa chấn, thu nhận được từ các thông báo của các tổ chức địa chấn quốc tế và khu vực, sau khi chỉnh lý và thống nhất tất cả các số liệu đã có [10].

Thuật toán tách tiền chấn và dư chấn nói trên được thực hiện trên ngôn ngữ Turbo-Pascal version 6.0 (chương trình "Aftershock-2"). Nhiệm vụ quan trọng khi áp dụng phương pháp "cửa sổ" là xác định ranh giới cửa sổ không gian thời gian phù hợp với các tài liệu địa chấn của khu vực xem xét. Để làm điều đó, đầu tiên chúng tôi sử dụng các ranh giới cửa sổ không gian DD(MM) và thời gian TP(MM) theo tiêu chuẩn được đề nghị trong [4] để tách các nhóm tiền chấn và dư chấn từ DMĐĐTN-ĐNA (*bảng 1*), bao gồm 6.315 động đất với sự phân bố theo magnitut như sau :

Magnitut	*Số lượng động đất*
$M_S > 7$	7
$6 < M_S \leq 7$	52
$5 < M_S \leq 6$	435
$4 < M_S \leq 5$	5.268
$M_S \leq 4$	553

Bảng 1. **Các giá trị ranh giới cửa sổ DD(MM) và TP(MM)**

Theo Ngô Thị Lư			Theo [4]	
MM	DD(MM)	TP(MM)	DD(MM)	TP(MM)
3,5	30	15	28	10
4,0	35	30	32	22
4,5	40	60	35	48
5,0	45	120	40	104
5,5	50	224	45	224
6,0	58	224	58	224
6,5	76	224	76	224
7,0	100	359	100	359
7,5	131	574	131	574
8,0	171	1000	171	1000

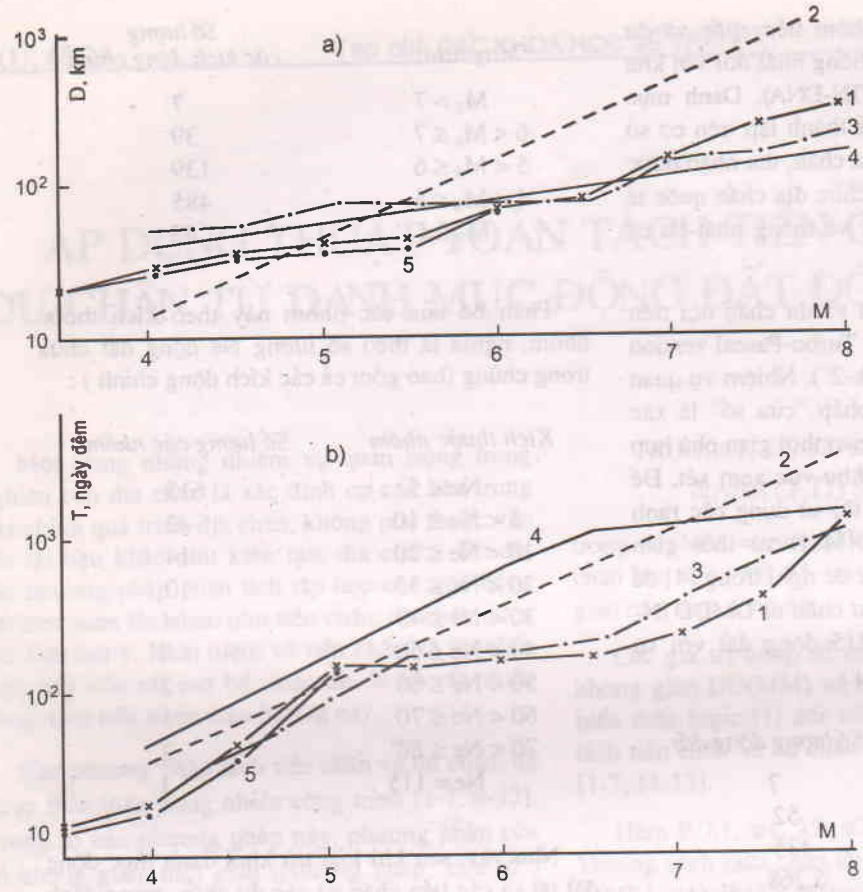
Kết quả áp dụng các ranh giới cửa sổ không gian thời gian [4] đã tách được 695 nhóm tiền chấn và dư chấn. Phân bố của các nhóm này theo magnitut của các kích động chính như sau :

Magnitut	*Số lượng các kích động chính*
$M_S > 7$	7
$6 < M_S \leq 7$	39
$5 < M_S \leq 6$	139
$4 < M_S \leq 5$	485
$M_S \leq 4$	25

Phân bố của các nhóm này theo kích thước nhóm, nghĩa là theo số lượng Ne động đất chứa trong chúng (bao gồm cả các kích động chính) :

Kích thước nhóm	*Số lượng các nhóm*
$Ne \leq 5$	615
$5 < Ne \leq 10$	42
$10 < Ne \leq 20$	14
$20 < Ne \leq 30$	10
$30 < Ne \leq 40$	4
$40 < Ne \leq 50$	4
$50 < Ne \leq 60$	2
$60 < Ne \leq 70$	1
$70 < Ne \leq 80$	2
$Ne = 115$	1

Như vậy, sau khi loại trừ khỏi danh mục động đất tất cả các tiền chấn và các dư chấn, trong danh mục còn lại 3.951 động đất (trong số đó là 3.256 động đất không phụ thuộc và 695 kích động chính trong các nhóm đã được tách ra). Trong số 2.364 động đất đã được loại khỏi danh mục, có 610 là tiền chấn và 1.754 là dư chấn. Phân tích các kết quả nhận được, chúng tôi nhận thấy khi tách tiền chấn và dư chấn theo tiêu chuẩn ranh giới cửa sổ không gian - thời gian [4], chương trình "Aftershock-2" đã bỏ sót một số dư chấn với magnitut $M_S \leq 5,0$ so với các kết quả chỉnh lý bằng tay đối với DMĐĐTN-ĐNA. Vì vậy, tiếp theo chúng tôi tiến hành xác định chính xác hơn tiêu chuẩn ranh giới cửa sổ không gian - thời gian đối với các tiền chấn và dư chấn với magnitut $M_S \leq 5,0$. Các giá trị bằng số của các ranh giới cửa sổ không gian DD(MM) và thời gian TP(MM) từ DMĐĐTN-ĐNA do tác giả tính và theo [4] (bảng 1) dẫn trên *hình 1* là các ranh giới cửa sổ không gian - thời gian để tách các nhóm tiền chấn và dư chấn từ danh mục động đất theo tài liệu của các tác giả khác nhau. Khi so sánh các kết quả chúng tôi nhận ược với các ranh giới cửa sổ không gian- thời gian,



← *Hình 1.* Cửa sổ không gian (a) và thời gian (b) để tách tiền chấn và dư chấn theo kết quả của các nghiên cứu khác nhau

1. theo tác giả công trình này
2. theo [7]
3. theo [5]
4. theo [3]
5. theo [4]

được đề nghị trong [4] trên bảng 1, chúng tôi nhận thấy đối với các trận động đất có $M_S > 5{,}0$, kết quả của chúng tôi phù hợp với [4], còn đối với các trận động đất có $M_S \leq 5{,}0$ (hình 1), thì kết quả của chúng tôi khác với [4].

Sau khi các ranh giới cửa sổ không gian - thời gian đã được xác định lại (bảng 1), chúng tôi tiến hành lại việc tách các nhóm tiền chấn và dư chấn từ DMĐĐTN-ĐNA. Lần này chương trình "After-shock-2" đã tách được 771 nhóm tiền chấn và dư chấn. Phân bố của các nhóm này theo magnitut của các kích động chính của chúng như sau :

Magnitut	*Số lượng các kích động chính*
$M_S \geq 7$	7
$6 \leq M_S < 7$	43
$5 \leq M_S < 6$	192
$4 \leq M_S < 5$	511
$M_S < 4$	18

Phân bố của các nhóm này theo kích thước nhóm, nghĩa là theo số lượng Ne động đất chứa trong chúng (bao gồm cả các kích động chính) như sau :

Kích thước nhóm	*Số lượng các nhóm*
$Ne \leq 5$	671
$5 < Ne \leq 10$	55
$10 < Ne \leq 20$	21
$20 < Ne \leq 30$	11
$30 < Ne \leq 40$	5
$40 < Ne \leq 50$	2
$50 < Ne \leq 60$	1
$60 < Ne \leq 70$	1
$70 < Ne \leq 80$	2
$80 < Ne \leq 90$	1
$Ne = 115$	1

Sau lần thứ hai này, chúng tôi đã loại khỏi danh mục động đất tất cả các tiền chấn và các dư chấn, trong danh mục chỉ còn lại 3.732 động đất (trong số đó 2.961 động đất không phụ thuộc và 771 kích động chính trong các nhóm đã được tách ra).

Trong số 2.583 động đất đã loại khỏi danh mục, có 359 là tiền chấn và 2.224 là dư chấn.

Phân tích các kết quả nhận được cho thấy các giá trị ranh giới cửa sổ không gian DD(MM) và thời gian TP(MM) do chúng tôi xác định mang các đặc trưng khu vực và các giá trị bằng số của chúng (bảng 1) có thể sử dụng như các giá trị ranh giới cửa sổ không gian DD(MM) và thời gian TP(MM) chuẩn trong các nghiên cứu tiếp theo khi tách các nhóm tiền chấn và dư chấn đối với động đất khu vực Đông Nam Á. Các tài liệu về các nhóm tiền chấn và dư chấn đã được tách ra có thể sử dụng khi nghiên cứu chi tiết các trận động đất mạnh và các quá trình trong vùng chấn tiêu của chúng trên cơ sở xem xét, phân tích phân bố không gian và tiến trình theo thời gian của các nhóm tiền chấn và dư chấn của chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] S.D. DAVIS, C. FROLICH, 1985 : Identification of aftershocks of deep earthquakes by a new ratios method. Geoph. Res. Lett. Vol. 12, **10**, *713-716*.

[2] S.D. DAVIS, C. FROLICH, 1991 : Single-link cluster analysis of earthquake aftershocks : decay laws and regional variations. J. Geophys. Res. Vol. 96, *6335-6350*.

[3] J. GARDNER, L. KNOPOFF, 1974 : Is the sequence of earthquakes in S. California with aftershocks removed Poissonian ? Yes. Bull. Seismol. Soc. Amer. Vol. 64, **5**, *1363-1367*.

[4] A.P. GRISHIN, N.V. KONDORSKAYA, 1997 : Thuật toán tách tiền chấn và dư chấn từ danh mục động đất. Tc Núi lửa và Địa chấn. VHLKH Nga. 6. *65-71*. Moskva.

[5] V. KEILIS-BOROK et al, 1980 : Bursts of aftershocks long term precursors of strong earthquakes. Nature, **283**, *259-263*.

[6] V.I. KEILIS-BOROK, V.G. KOSOBOKOV, 1986 : Các thời kỳ xác suất cao nẩy sinh động đất mạnh nhất trên thế giới. Các phương pháp toán trong địa chấn và địa động lực, *48-58*. Nauka, Moskva.

[7] L. KNOPOFF et al, 1982 : b-values for foreshocks and aftershocks in real and simulated earthquake sequences. Bull. Seismol. Soc. Amer. Vol. 72, **5**, *1663-1675*.

[8] N.V. KONDORSKAYA, N.V. SHEBALIN, 1977 : Danh mục mới các trận động đất mạnh trên lãnh thổ Liên Xô từ xưa đến năm 1975, 534 tr. Nauka, M.

[9] N.V. KONDORSKAYA (chủ biên), 1989 : Niên san động đất ở Liên Xô từ 1962 đến 1989, *1964-1993*. Nauka, Moskva.

[10] NGÔ THỊ LƯ, 1999 : Các đặc điểm của tính địa chấn và các đặc trưng cơ bản của chấn tiêu động đất Đông Nam Á từ quan điểm làm sáng tỏ các cấu trúc kiến tạo mới. La Ts các khoa học toán-lý. Viện Vật lý Trái Đất (VHLKH Nga). 342 tr. M.

[11] G.M. MOLCHAN, O.E. DMITRIEVA, 1991 : Phân chia dư chấn và các cách tiếp cận mới. Các phương pháp hiện đại giải thích các tài liệu địa chấn. Địa chấn Tính toán, T. 23, *19-50*. Nauka, M.

[12] G.M. MOLCHAN, O.E. DMITRIEVA, 1993 : Cách tiếp cận mục đích đối với vấn đề phân chia các dư chấn. Tính địa chấn và phân vùng địa chấn Bắc Âu - Á. Địa chấn Tính toán, T. 1, *62-69*. Nauka, Moskva.

[13] A. PROZOROV, 1986 : Thuật toán động lực tách các dư chấn đối với danh mục động đất thế giới. Các phương pháp toán trong địa chấn và địa động lực. Địa chấn Tính toán, T. 19, *58-62*. M.

[14] T. UTSU, A. SEKI, 1954 : A relation between the area of aftershock region and the energy of main shock. J. Seismol. Soc. Jap. **7**, *233-240*.

SUMMARY

Application of the algorithm for allocation of foreshocks and aftershocks in an earthquake catalogue of Southeast Asia

The algorithm for allocation of foreshocks and aftershocks is described on the basis of the unified catalogue of earthquakes in Southeast Asia independently of their magnitudes. The approach "space-time window" is chosen as criterion. A detailed description is provided for the main cycle of the algorithm. The borders of the space-time windows for allocation foreshocks and aftershocks for earthquakes in Southeast Asia are established. The results of realization of algorithm for the catalogue of earthquakes in Southeast Asia during the period 1970-1996 are presented.

Ngày nhận bài : 29-7-1999

Viện Vật lý Trái Đất
Moskva, CHLB Nga