

PHÂN TÍCH SỐ LIỆU ĐỊA CHẤN ĐỂ TÍNH TỐC ĐỘ THỜI GIAN TRUYỀN SÓNG P

NGÔ THỊ LƯU

I. MỞ ĐẦU

Tốc độ thời gian truyền sóng là một tài liệu quan trọng không thể thiếu, được sử dụng trong quá trình tính toán các tham số cơ bản của chấn tâm động đất; thường được xây dựng trên cơ sở mô hình lát cắt tốc độ của vỏ Trái Đất đối với khu vực nghiên cứu. Vì vậy, độ chính xác của việc xác định các tham số cơ bản của chấn tâm động đất phụ thuộc rất nhiều vào sự phù hợp của tốc độ với môi trường thực tế. Hiểu được điều đó, nên trong thực tế địa chấn Việt Nam, các nhà địa chấn đã xây dựng được một số tốc độ thời gian truyền sóng cho khu vực nghiên cứu [3, 5-7]. Tuy nhiên, phần lớn những nghiên cứu này đều tiến hành dựa trên các số liệu về thời gian truyền sóng địa chấn, ghi được từ hệ thống trạm cũ của Việt Nam (chỉ có từ 3-5 trạm ghi bằng máy ghi kiểu cơ học trên giấy ảnh) [3]. Kết quả của những nghiên cứu này cũng đã đưa ra một số mô hình lát cắt tốc độ với các tốc độ thời gian truyền sóng địa chấn tương ứng. Nhưng đến nay chưa có sự so sánh để khẳng định mô hình nào là phù hợp hơn cả và có thể sử dụng tối ưu đối với Việt Nam. Mặt khác, hiện nay hệ thống trạm ghi địa chấn của Việt Nam đã phát triển tới mức hiện đại ngang tầm quốc tế (26 trạm ghi số, chương trình xử lý số liệu tự động trên máy tính điện tử).

Vì vậy đòi hỏi phải có một mô hình lát cắt tốc độ thực sự phù hợp với điều kiện thực tế Việt Nam để tính toán họ các tốc độ thời gian truyền sóng chuẩn, cho phép xác định chính xác hơn các tham số cơ bản của chấn tiêu động đất. Chúng là các tài liệu rất cần thiết phục vụ cho việc giải quyết hàng loạt các nhiệm vụ quan trọng trong thực tế địa chấn (phân vùng động đất, đánh giá độ nguy hiểm động đất, dự báo động đất và nhiều nhiệm vụ địa chấn kiến tạo khác...). Vì những lý do nêu trên, chúng tôi đã tiến hành xây dựng mô hình lát cắt tốc độ của vỏ Trái Đất đối với Việt Nam [4]. Công

trình này là sự tiếp tục của [4] với mục đích phân tích các số liệu địa chấn để tính toán các tốc độ thời gian truyền sóng P phục vụ việc xác định chính xác các tham số chấn tâm động đất.

II. PHÂN TÍCH CÁC SỐ LIỆU THỰC NGHIỆM

Khi nghiên cứu trường độ lệch thời gian truyền sóng so với tốc độ chuẩn Jeffreys [1, 2], chúng tôi đã sử dụng số liệu về các trận động đất miền bắc Việt Nam giai đoạn 1970 -1990 [3]. Đồng thời, chúng tôi cũng đã sử dụng các số liệu về 196 trận động đất khu vực Tây Bắc năm 1998 [8] để tính toán thử nghiệm đường cong phụ thuộc của thời gian truyền sóng P vào khoảng cách chấn tâm Δ khi coi mô hình vận tốc nhận được trong [7] như mô hình lý thuyết chuẩn.

Trong công trình này chúng tôi sử dụng số liệu về thời gian truyền sóng P đối với 283 trận động đất giai đoạn 1996-2005 để tính toán tốc độ thời gian truyền sóng P.

Ví dụ về các số liệu địa chấn đã sử dụng ghi trong *bảng 1*.

Trong đó, các ký hiệu SPV, DBV, TDV, DHV, BGV, BVV, HNV, PLV tương ứng là tên viết tắt của các trạm địa chấn Sa Pa, Điện Biên, Tam Đảo, Đoàn Hùng, Bắc Giang, Ba Vì, Hà Nội và Phủ Liễn.

Trước khi tính toán, chúng tôi đã lựa chọn số liệu đối với những trận động đất có chấn tâm phân bố tương đối đồng đều trên các khoảng cách khác nhau so với các trạm địa chấn và thời gian tới của sóng P ghi được đồng thời ở nhiều trạm. Điều đó cho phép đạt được độ tin tưởng cao hơn trong kết quả tính toán. Chẳng hạn trong ví dụ trên, các pha sóng khác nhau của 3 trận động đất thứ nhất, thứ hai và thứ ba lần lượt ghi được trên thành phần thẳng đứng của băng ghi bởi 4, 7 và 8 trạm tương ứng.

Bảng 1. Số liệu về thời gian tới của sóng P ghi được tại các trạm ghi địa chấn Việt Nam

Trạm	Thành phần	Pha sóng DC	Thời gian tới của sóng (4)			Khoảng lâu (Giây) (5)
			Giờ	Phút	Giây	
(1)	(2)	(3)				(5)
07-01-1997, 18h14'33.0"						
φ : 23.605, λ : 104.595, H (km) : 41,1, M : 3,7						
DHV	SZ	IPN	18	15	07.92	200
DHV	SZ	IPG	18	15	12.62	
DHV	SZ	ISG	18	15	40.82	
BGV	SZ	IPN	18	15	19.47	200
BGV	SZ	IPG	18	15	26.69	
BGV	SZ	ISG	18	16	03.04	
HNV	SZ	IPN	18	15	19.62	200
HNV	SZ	IPG	18	15	26.41	
HNV	SZ	ISG	18	16	02.58	
PLV	SZ	EPG	18	15	36.45	200
PLV	SZ	ISG	18	16	20.21	

28-12-1999, 06h39'39.0"

φ : 21.630, λ : 104.254, H (km) : 7, M : 3,8

SPV	SZ	EPG	06	39	54.26	
SPV	SZ	ESG	06	40	04.52	
DHV	SZ	EPG	06	39	56.24	
DHV	SZ	ESG	06	40	07.86	
DHV	SZ	AMP	06	40	12.35	105
BVV	SZ	EPN	06	40	01.38	
BVV	SZ	EPG	06	40	02.09	
BVV	SZ	ESG	06	40	16.34	
BVV	SZ	AMP	06	40	20.91	
TDV	SZ	EPG	06	40	03.89	
TDV	SZ	ESG	06	40	21.42	
TDV	SZ	AMP	06	40	24.97	
HNV	SZ	EPN	06	40	07.26	167
HNV	SZ	EPG	06	40	07.86	
HNV	SZ	ESG	06	40	07.70	
HNV	SZ	AMP	06	40	30.93	
HNV	SZ	AMP	06	40	31.77	
HNV	SZ	AMP	06	40	31.85	
BGV	SZ	EPN	06	40	13.67	
BGV	SZ	EPG	06	40	14.71	
BGV	SZ	ESG	06	40	37.74	
BGV	SZ	AMP	06	40	41.69	
PLV	SZ	EPN	06	40	19.44	
PLV	SZ	EPG	06	40	24.10	
PLV	SZ	ESG	06	40	54.06	
PLV	SZ	AMP	06	41	01.59	

06-01-2000, 14h25'30.8"

φ : 23.393, λ : 103.787, H (km) : 8, M : 4,0

SPV	SZ	EPG	14	25	52.42	
SPV	SZ	ESG	14	26	07.06	
DBV	SZ	IPG	14	26	10.71	

Bảng 1 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
DBV	SZ	ESG	14	26	39.53	
DHV	SZ	EPN	14	26	09.23	
DHV	SZ	EPG	14	26	12.24	
DHV	SZ	ISG	14	26	41.64	
TDV	SZ	EPN	14	26	13.96	
TDV	SZ	IPG	14	26	20.16	
TDV	SZ	ISG	14	26	53.51	
BVV	SZ	EPN	14	26	16.39	
BVV	SZ	IPG	14	26	22.53	
BVV	SZ	ISG	14	26	57.98	
HNV	SZ	IPG	14	26	27.54	
HNV	SZ	ISG	14	27	06.40	
BGV	SZ	IPN	14	26	21.42	280
BGV	SZ	IPG	14	26	30.12	
BGV	SZ	ESG	14	27	11.25	
PLV	SZ	EPN	14	26	29.93	
PLV	SZ	EPG	14	26	41.03	
PLV	SZ	ESG	14	27	29.75	

III. TÍNH TOÁN CÁC TỐC ĐỘ THỜI GIAN TRUYỀN SÓNG P

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu trường độ lệch thời gian truyền sóng P theo số liệu của 196 trận động đất so với tốc độ chuẩn Jeffreys [1, 2] và tính toán thử nghiệm đối với các trận động đất miền bắc Việt nam giai đoạn 1970 -1990 khi phân chia lãnh thổ nghiên cứu thành 3 vùng riêng biệt [3] chúng tôi đã nhận được một số đường cong phụ thuộc như :

$$t'_{p1} = 0,129 \Delta + 6,5 \quad (1)$$

$$t'_{p2} = 0,128 \Delta + 7,0 \quad (2)$$

$$t'_{p3} = 0,18 \Delta \quad (3)$$

trong đó, $t'_{pi} = f(\Delta)$ - sự phụ thuộc của độ lệch thời gian truyền sóng địa chấn so với tốc độ chuẩn Jeffreys [1, 2] vào khoảng cách chấn tâm Δ tương ứng đối với từng vùng phân chia.

Ngoài ra, khi chọn tốc độ chuẩn theo kết quả của [7] và áp dụng phương pháp nêu trên với 196 trận động đất khu vực Tây Bắc năm 1998 với magnitude $M \leq 4,9$, và các số liệu của chúng nhận được theo [8] đã xác định được đường cong phụ thuộc của thời gian truyền sóng P (đã được hiệu chỉnh theo quan hệ với tốc độ chuẩn [7]) vào khoảng cách chấn tâm Δ như sau [4] :

$$t'_p = 0,138 \Delta + 6,35 \quad (4)$$

Tiếp theo chúng tôi đã áp dụng cách tiếp cận và chương trình chỉ ra trong [5] để tìm cực tiểu của hàm mục tiêu F dạng :

$$F = \sqrt{\sum_{i=1}^n (T_i - T'_{pi})^2} \quad (5)$$

trong đó, T_i - thời gian truyền của sóng P, nhận được tại điểm i theo tốc độ lý thuyết, T'_{pi} - thời gian truyền tương ứng của sóng P, được biểu thị bằng quan hệ với khoảng cách chấn tâm Δ , có dạng tương tự như (1), (2), (3), (4), n - số điểm đã cho để cực tiểu hoá hàm F (hay là số sự kiện sử dụng trong tính toán), F - hàm mục tiêu, được xác định bởi tốc độ thực nghiệm và tốc độ tính toán.

Trong quá trình tính toán, chúng tôi lại sử dụng các phương trình (1), (2), (3), (4) như là các tốc độ lý thuyết để so sánh với các thời gian quan sát thực tế nhận được từ các trạm địa chấn với mục đích làm sáng tỏ mô hình lát cắt tốc độ trung bình của vỏ Trái Đất lãnh thổ Việt Nam.

Cách tiếp cận như vậy được áp dụng với số liệu về thời gian truyền sóng P đối với 283 trận động đất giai đoạn 1996-2005.

Tên cơ sở các tài liệu đã được lựa chọn, chúng tôi đã tiến hành việc cực tiểu hoá hàm F theo 2 phương án khác nhau :

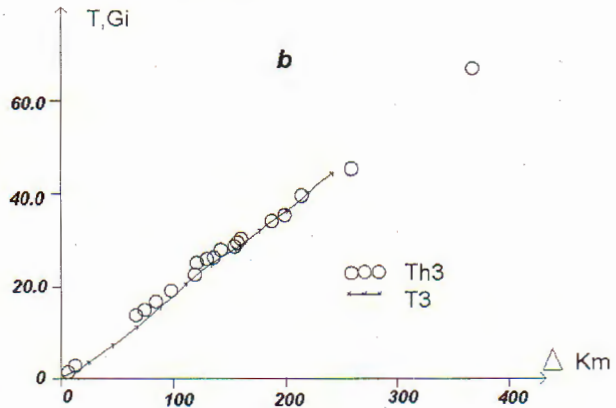
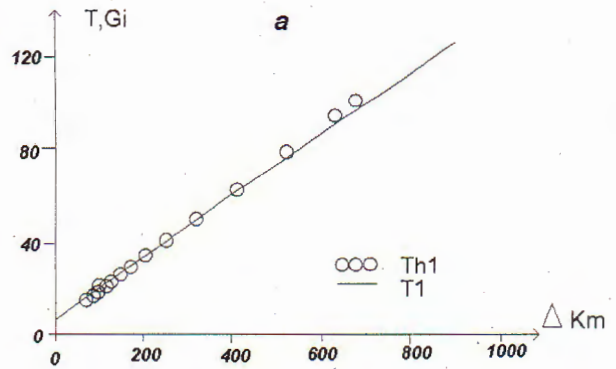
Phương án I : việc cực tiểu hoá sự khác nhau giữa các tốc độ lý thuyết và các tốc độ thực nghiệm (cực tiểu hoá giá trị của hàm mục tiêu F) tiến hành bằng cách lựa chọn riêng biệt chiều dày của các lớp h_i trong vỏ Trái Đất hoặc vận tốc V_i trong chúng, hoặc độ sâu chấn tiêu động đất.

Phương án II : giá trị cực tiểu của hàm mục tiêu F nhận được khi tiến hành lựa chọn đồng thời tất cả các tham số nêu trên.

Tính toán đã được tiến hành đối với tất cả các khoảng cách chấn tâm đến 900 km và tính riêng đối với các khoảng cách gần (đến 400 km).

Kết quả của việc lựa chọn nhiều lần cho thấy sự phù hợp nhất giữa các tốc độ thực nghiệm và các tốc độ lý thuyết nhận được trong 2 trường hợp đối với môi trường 3 lớp và môi trường 4 lớp với 2 mô hình lát cắt tốc độ tương ứng khi độ sâu chấn tiêu động đất từ 30-40 km. Trên hình 1 dẫn ra ví dụ về sự so sánh tốc độ thực nghiệm và tốc độ lý thuyết khi lựa chọn giá trị cực tiểu của hàm mục tiêu F.

Tính toán cuối cùng đã chỉ ra mô hình tốc độ trung bình phù hợp hơn cả với các số liệu quan sát



Hình 1. Ví dụ về so sánh các tốc độ thực nghiệm và các tốc độ lý thuyết

Th - tốc độ thực nghiệm, T- tốc độ lý thuyết,

a - đối với các phương trình (1) và (2),

b - đối với phương trình (3)

trong khu vực nghiên cứu (giá trị của hàm mục đích F nhỏ nhất trong trường hợp này) :

$$t'_p = 0,135 \Delta + 6,68 \quad (6)$$

Như vậy, sau chu trình tính toán lặp nhiều lần theo các phương án khác nhau về chu kỳ số liệu sử dụng, về cách thức lựa chọn cực tiểu của hàm mục tiêu F và cả về các mô hình lát cắt vận tốc sử dụng là mô hình lý thuyết chuẩn, chúng tôi đã xác định được đường cong phụ thuộc trung bình của thời gian truyền của sóng P vào khoảng cách chấn tâm Δ .

Từ sự phụ thuộc này theo cách tiếp cận và chương trình trong [4], để dàng xác định được mô hình lát cắt tốc độ trung bình tương ứng :

Tên cơ sở mô hình lát cắt tốc độ trung bình này, đã tính được họ tốc độ thời gian truyền sóng P tương ứng đối với các độ sâu khác nhau với bước

Bảng 2. Lát cắt tốc độ phù hợp với cấu tạo môi trường 4 lớp

Mặt phân cách : Độ sâu (km) :	Lớp trầm tích bồi rời 2	Móng kết tinh 5	Conrad 23	Moho 40	
Độ sâu (km)	0-2	2-5	5-23	23-40	> 40
Vận tốc lớp	4,74	5,88	6,56	7,48	8,5
Vận tốc ranh giới	5,15	6,02	7,26	7,75	

$\Delta h = 10$ km, chúng được biểu thị dưới dạng các phương trình như sau :

H = 0	T = 0,16 Δ	+	2,69
H = 10	T = 0,20 Δ	+	1,56
H = 20	T = 0,19 Δ	+	2,50
H = 30	T = 0,15 Δ	+	4,33
H = 40	T = 0,13 Δ	+	5,39
H = 50	T = 0,13 Δ	+	6,19

KẾT LUẬN

Do được tính toán và lựa chọn theo chu trình lặp nhiều lần với việc tính đến các phương án mô hình lát cắt vận tốc khác nhau, đặc biệt do sự phù hợp với các chu kỳ số liệu quan sát địa chấn khác nhau, mô hình lát cắt tốc độ trung bình và họ các tốc độ thời gian truyền sóng tương ứng đã nhận được trong công trình này có thể sử dụng trong thực tế địa chấn Việt Nam để xác định các tham số cơ bản của chấn tâm động đất Việt Nam với độ chính xác cao.

Công trình được hoàn thành với sự hỗ trợ về kinh phí của đề tài nghiên cứu cơ bản thuộc lĩnh vực Các Khoa học về Trái Đất

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. JEFFREYS and K.E. BULLEN, 1940 : Seismological Tables. Brit. Ass. Gray. Milne Trust. 1940. 1-30.
- [2] H. JEFFREYS and K.E. BULLEN, 1958 : Seismological Tables. Office of the British Association. London. 1958.
- [3] NGÔ THI LƯU, 1990 : Các tham số động học và động lực học của chấn tiêu động đất miền Bắc Việt Nam. Luận án phó tiến sĩ toán-lý, chuyên ngành Địa vật lý. Viện Vật lý Địa cầu - Viện hàn lâm khoa học Liên xô. Moskva. 134 tr.

[4] NGÔ THI LƯU, 2005 : Mô hình lát cắt tốc độ vỏ Trái Đất và tốc độ thời gian truyền sóng địa chấn lãnh thổ Việt Nam. Tc Các khoa học về Trái Đất. T. 27, 1, 23-26. Hà Nội.

[5] LÊ TỬ SƠN, 1996 : Hoàn thiện một bước cơ sở phương pháp xử lý số liệu động đất gần ở Việt Nam. Luận án tiến sĩ. Viện Vật lý Địa cầu - TTKHTN&CNQG. Hà Nội.

[6] VŨ NGỌC TÂN, NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, 1980 : Các tốc độ thời gian truyền sóng địa chấn của các trận động đất gần miền Bắc Việt Nam và các vùng lân cận. Các kết quả nghiên cứu Vật lý địa cầu năm 1979. Viện khoa học Việt Nam. 101 - 118. Hà Nội,

[7] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, 1999 : Seismic Velocity Structure in North Vietnam. Some seismotectonic features of the Red river fault and the velocity structure in north Vietnam. Chung-li, November 1999. 18 - 33.

[8] NGUYỄN VĂN YÊM, NGUYỄN THỊ CẨM, LÊ QUỐC DŨNG, TRẦN THANH SƠN, 1998 : Động đất khu vực Tây Bắc Việt Nam năm 1998 và việc xác định tính phù hợp của thang magnitud động đất. Viện Vật lý địa cầu, 18 tr. Hà Nội.

SUMMARY

The analysis of the seismic data for accounting hodographs of travel times of P-wave

The average velocity model of earth's crust, adequate for observing data and real environment of Vietnam was made on the basis of the analysis of the data about travel times of P-wave on seismic stations with use of the constructed program and various variants of velocity model of earth's crust. Simultaneously was determined appropriate hodographs of travel times of P-waves with a step of depth $\Delta h = 10$ km.

Ngày nhận bài : 19-8-2005

Viện Vật lý Địa cầu