

CƠ CẤU CHẤN TIÊU ĐỘNG ĐẤT TẠI KHOA, LAI CHÂU VÀ MÙNG LUÂN VÙNG TÂY BẮC VIỆT NAM

LÊ TỬ SƠN

I. MỞ ĐẦU

Hiện tượng động đất chính là kết quả của các vận động kiến tạo hiện đại, bởi vậy, việc nghiên cứu các quá trình xảy ra trong chấn tiêu động đất và xác định cơ cấu của chúng là một trong những quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu nhằm sử dụng số liệu động đất trong giải đoán địa chất. Để xác định cơ cấu chấn tiêu, nhiều lý thuyết đã được xây dựng và trong những năm gần đây, nhiều tác giả trong nước đã sử dụng các cách tiếp cận khác nhau nhằm xác định các thông số của cơ cấu chấn tiêu các động đất xảy ra ở Việt Nam. Năm 1996, Nguyễn Văn Lương [3] sử dụng mô hình trường chấn động để xác định cơ cấu chấn tiêu của 14 trận động đất có $M_s = 3,6 - 6,7$ đã xây dựng được bản đồ đường đẳng chấn để xác định các thông số của chấn tiêu động đất. Trong khi đó, Nguyễn Xuân Bình [1] áp dụng phương pháp lập giải nhân chập sử dụng các băng ghi số của các trạm địa chấn chu kỳ dài của Trung tâm Địa chấn Quốc gia Mỹ (NEIC) để xác định cơ cấu chấn tiêu cho động đất Tuần Giáo, ngày 24-6-1983, $M_s = 6,7$ và Nguyễn Ngọc Thủy [5] đã dùng dấu dịch chuyển trong sóng P tại các trạm địa chấn ở Việt Nam và quốc tế để xác định cơ cấu chấn tiêu của động đất Tạ Khoa ngày 6-10-1991 và động đất Hoà Bình ngày 23-5-1989.

Trên thực tế, xác định cơ cấu chấn tiêu dựa trên dấu dịch chuyển của sóng P tại các trạm địa chấn là một phương pháp được xem là truyền thống, có kết quả ổn định và được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Tuy vậy, việc áp dụng phương pháp này vào điều kiện số liệu của Việt Nam còn gặp phải khó khăn cơ bản là hệ thống đài trạm địa chấn ở Việt Nam còn quá ít. Nhằm bổ sung vào các phương pháp nghiên cứu cơ cấu chấn tiêu động đất ở Việt Nam và góp thêm số liệu trong nghiên cứu kiến tạo, trong bài này chúng tôi sử dụng dấu dịch chuyển của các loại sóng P tới trạm địa chấn và xử

lý kết hợp cơ cấu chấn tiêu của kích động chính và dư chấn của một trận động đất nhằm tăng lượng thông tin trong xác định cơ cấu chấn tiêu động đất có M_s khoảng 5,0 xảy ra tại vùng Tây Bắc Việt Nam từ năm 1990 cho tới nay.

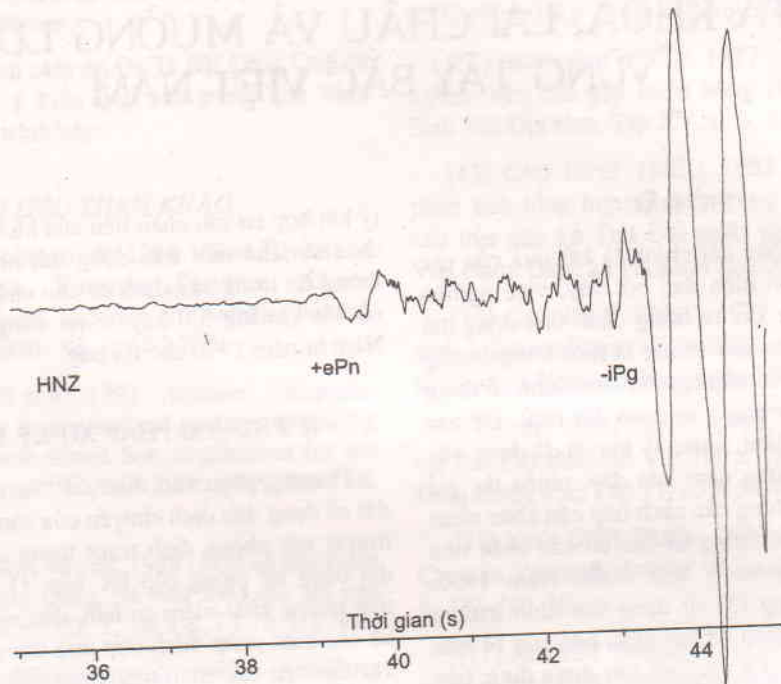
II. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SỐ LIỆU

Phương pháp xác định cơ cấu chấn tiêu động đất sử dụng dấu dịch chuyển của sóng P dựa trên lý thuyết mô phỏng dịch trượt trong chấn tiêu động đất bằng hệ thống cặp lực kép. Ở đây chúng tôi nêu những khái niệm cơ bản, dựa vào đó chúng ta có các biện pháp thích hợp ứng dụng trong thực tế xác định cơ cấu chấn tiêu. Tương ứng với hệ thống cặp lực kép, dấu dịch chuyển của sóng dọc P sẽ phân bố đối xứng qua mặt trượt của đứt đoạn trong chấn tiêu và mặt phẳng vuông góc với nó (các mặt nodal) tạo thành các cung phần tư đối dấu. Biểu diễn sự phân bố của dấu dịch chuyển của sóng P tại một tập hợp các trạm địa chấn bằng một phép chiếu thích hợp có thể xác định được các thông số của các mặt nodal : góc phương vị Φ_s , góc dốc α và góc trượt λ . Ngoài ra, các thông số của các trục ứng suất chính (trục ứng suất nén, trục ứng suất giãn) trong cơ cấu chấn tiêu cũng được xác định. Tuy nhiên, do tính đối xứng của các mặt nodal, phương pháp này không cho phép xác định chính xác mặt phẳng nào là mặt đứt đoạn của chấn tiêu mà cần phải căn cứ vào khung cảnh kiến tạo cụ thể của từng động đất. Như vậy, các số liệu quan trọng để xác định cơ cấu chấn tiêu theo phương pháp này là : dấu dịch chuyển của sóng P tại trạm (dấu + đối với sóng nén, dấu - đối với sóng giãn), phương vị của trạm so với chấn tiêu Φ và góc ló i của sóng P đi từ chấn tiêu tới trạm.

Với các động đất địa phương, một điều cần lưu ý là trong khoảng cách chấn tâm từ 150 km đến

1.000 km có 2 loại sóng P rõ nhất. Thông thường đến đầu tiên là sóng Pn khúc xạ từ mặt Moho và sóng Pg truyền trực tiếp từ chấn tiêu tới trạm. Khoảng thời gian giữa 2 pha sóng này còn có thể có sóng P*, sóng PmP... tùy thuộc vào cấu trúc vỏ

và điều kiện thu tại các trạm địa chấn. Với các động đất có magnitud đủ lớn, có thể xác định được dấu dịch chuyển của sóng Pn và Pg trong tập hợp các sóng P tới trạm. Hình 1 là dao động động đất Mường Luân Ms = 4,9 (23-6-1996) tại trạm Hà Nội.



Hình 1. Dao động của động đất Mường Luân ghi tại trạm Hà Nội

Như vậy với điều kiện mạng trạm thưa như ở Việt Nam việc sử dụng dấu của cả sóng Pn và Pg là một biện pháp nhằm tăng thêm số liệu. Trong trường hợp này, điều cần chú ý đến là hướng của sóng Pg là từ chấn tiêu đi lên mặt đất, tới trạm, trong khi hướng của sóng Pn là từ chấn tiêu đi xuống gặp mặt Moho và khúc xạ trở lại mặt đất tới trạm. Trong các phép chiếu, biểu diễn dấu dịch chuyển của sóng P tới trạm, người ta thường dùng mặt bán cầu dưới và vì vậy đối với sóng Pg không thể trực tiếp dùng góc phương vị Φ và góc ló i của sóng Pg mà cần phải hiệu chỉnh về góc phương vị Φ' và góc ló i' chiếu trên bán cầu dưới. Quan hệ giữa các đại lượng này được biểu diễn qua biểu thức :

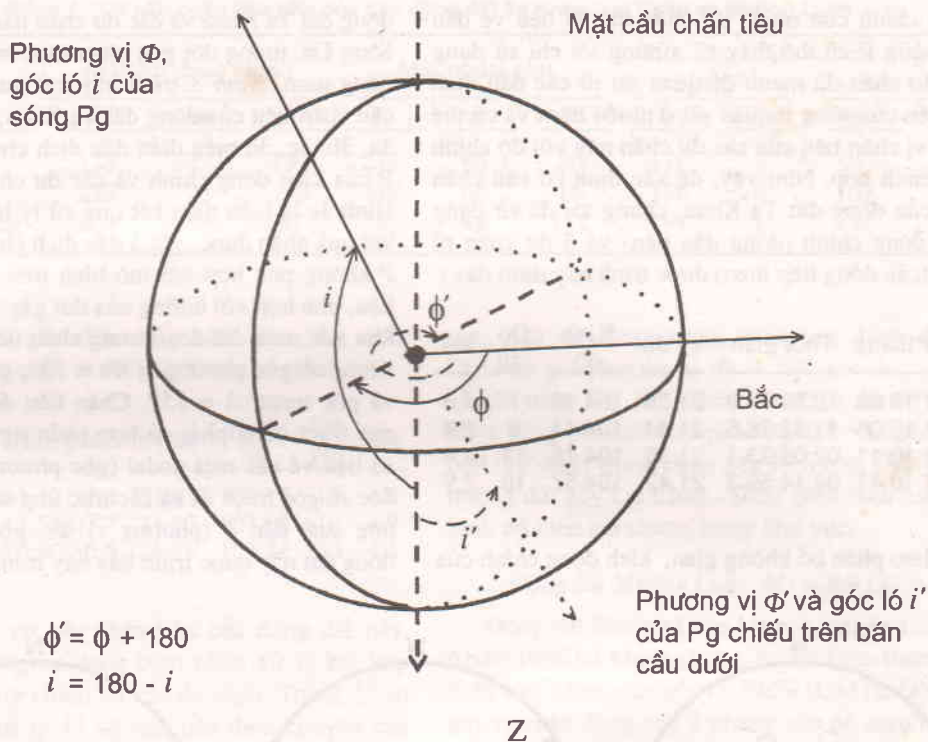
$$\begin{aligned} \Phi' &= \Phi + 180 & \Phi < 180^\circ \\ \Phi' &= \Phi - 180 & \Phi > 180^\circ \\ i' &= 180^\circ - i \end{aligned} \quad (1)$$

Hình 2 biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng này.

Một biện pháp khác nhằm bổ sung số liệu để nghiên cứu chấn tiêu động đất địa phương là sử dụng kết hợp các số liệu của kích động chính và dư chấn, nếu xem cơ cấu chấn tiêu của kích động chính và dư chấn có cùng kiểu. Thực tế xử lý số liệu động đất ở Việt Nam thấy rằng, trong nhiều động đất trung bình và lớn ($M_s > 4,5$) quan sát thấy rất nhiều dư chấn đi kèm theo các kích động chính như động đất Hoà Bình 1989, động đất Tạ Khoa 1991 hay động đất Lai Châu 1993. Trong trường hợp này xử lý kết hợp các dư chấn có sự khác biệt về nhỏ về thời gian và không gian so với kích động chính là có thể cho các kết quả tốt.

Từ các điều trình bày trên chúng tôi đưa ra các biện pháp các bước xử lý số liệu để xác định cơ cấu chấn tiêu động đất địa phương ở Việt Nam gồm các bước sau :

- Tập hợp các số liệu về dấu dịch chuyển của sóng P và thời điểm tới của các sóng khác từ mạng



Hình 2. Hiệu chỉnh góc phương vị và góc ló của sóng Pg chiếu trên bán cầu dưới

lưới đài trạm Việt Nam và quốc tế về kích động chính và các dư chấn có liên quan.

- Sử dụng chương trình HYPOCENTER [2] để định vị lại chấn tiêu sau khi đã bổ sung số liệu từ các trạm quốc tế có khoảng cách chấn tâm < 1.000 km nhằm làm chính xác thêm các thông số về toạ độ và độ sâu chấn tiêu, trên cơ sở đó xác định các giá trị Φ , i cho các trạm đã sử dụng trong chương trình định vị chấn tiêu.

- Hiệu chỉnh các giá trị Φ , i' đối với sóng Pg theo biểu thức (1).

- Xác định giá trị Φ , i của các trạm quốc tế có khoảng cách chấn tâm xa dựa vào chương trình AZMTAK [7] và số liệu về toạ độ trạm các trạm từ Trung tâm Địa chấn quốc tế (ISC). Cần lưu ý loại trừ số liệu của các trạm có khoảng cách chấn tâm $\Delta = 18^\circ - 28^\circ$ do trong khoảng cách này dấu dịch chuyển của sóng P chịu ảnh hưởng nhiều của cấu trúc Quả Đất và không ổn định.

- Tập hợp số liệu đã xử lý. Trong trường hợp có các dư chấn kèm theo kích động chính các bước

nêu trên được áp dụng với từng dư chấn và số liệu được kết hợp với số liệu của kích động chính.

- Xác định cơ cấu chấn tiêu trên cơ sở các số liệu đã thu thập được bằng chương trình PINV [7].

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả nghiên cứu trình bày dưới đây dựa trên 2 nguồn số liệu chính : 1. Cơ sở dữ liệu Vật lý địa cầu, phân số liệu địa chấn [4] và 2. Thông báo động đất của Trung tâm Địa chấn quốc tế [8].

1. Động đất Tạ Khoa Ms = 4,9 (6-10-1991)

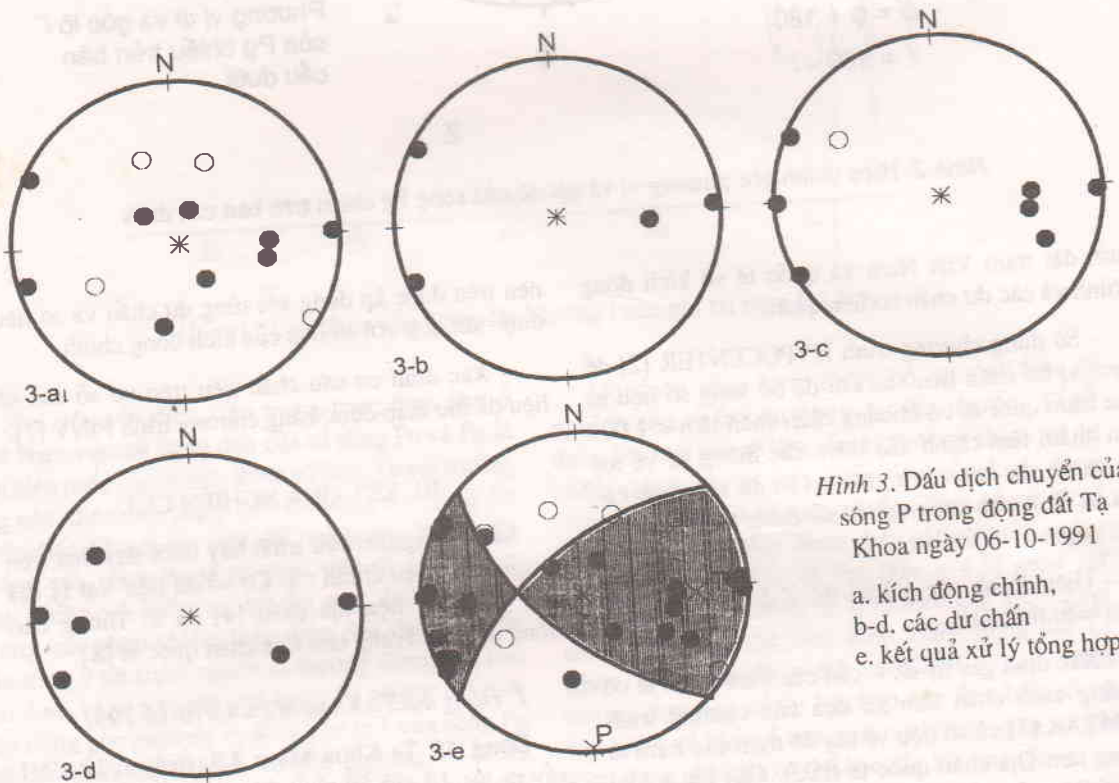
Động đất Tạ Khoa Ms = 4,9, ngày 6-10-1991 xảy ra lúc 10 giờ 50 phút 44 giây (GMT). Toạ độ chấn tiêu : 21.382N 104.173E ở độ sâu 7 km. Động đất gây chấn động đến cấp 7 tại chấn tâm và gây rung động mạnh tại thị xã Sơn La. Số liệu về dấu dịch chuyển của sóng P ghi được tại 6 trạm động đất ở Việt Nam (TQV, ĐBV, LCV, HBV, BGV, PLV) và 8 trạm quốc tế (KMI, IPM, TIY, GTA, GBA, ASPA, VIR, MBC). Kèm theo kích

động chính còn nhiều dư chấn mà số liệu về dấu của sóng P có thể thấy rõ. Chúng tôi chỉ sử dụng các dư chấn đủ mạnh để quan sát rõ các dấu dịch chuyển của sóng P quan sát ở nhiều trạm và có thể định vị chấn tiêu của các dư chấn này với độ chính xác thích hợp. Như vậy, để xác định cơ cấu chấn tiêu của động đất Tạ Khoa, chúng tôi đã sử dụng kích động chính (dòng đầu tiên) và 3 dư chấn rõ nhất (các dòng tiếp theo) được trình bày dưới đây :

Ngày tháng	Thời gian	Vĩ độ	Kinh độ	Độ sâu	Ms
1991 10 06	10:50:44.9	21.38	104.16	7	4,8
1991 10 06	11:32:26.5	21.44	104.14	5	2,8
1991 10 11	02:06:23.1	21.36	104.18	11	4,4
1991 10 11	04:14:59.3	21.42	104.57	18	2,9

Theo phân bố không gian, kích động chính của

động đất Tạ Khoa và các dư chấn nằm trên đứt gãy Sông Đà, tương đối gần nhau theo hướng tây bắc - đông nam. Hình 3 trình bày kết quả xác định cơ cấu chấn tiêu của động đất Tạ Khoa, trong đó hình 3a, 3b, 3c, 3d biểu diễn dấu dịch chuyển của sóng P của kích động chính và các dư chấn tương ứng. Hình 3e là biểu diễn kết quả xử lý tổng hợp. Theo kết quả nhận được, với 3 dấu dịch chuyển của sóng P không phù hợp với mô hình trên tổng số 31 số liệu, phù hợp với hướng của đứt gãy Sông Đà trong khu vực, mặt đứt đoạn trong chấn tiêu động đất Tạ Khoa có góc phương vị $\Phi_s = 133$, góc dốc $\alpha = 72$ và góc trượt $\lambda = 157$. Chấn tiêu động đất có cơ chế trượt bằng phải có hợp phần nghịch. Toàn bộ số liệu về các mặt nodal (góc phương vị Φ_s , góc dốc α , góc trượt λ) và các trục ứng suất nén P, trục ứng suất dẫn T (phương vị Φ_s , góc lệch θ) của động đất này được trình bày bày trong bảng 1.



Hình 3. Dấu dịch chuyển của sóng P trong động đất Tạ Khoa ngày 06-10-1991
 a. kích động chính,
 b-d. các dư chấn
 e. kết quả xử lý tổng hợp

2. Động đất Lai Châu Ms = 4,9 (29-3-1993)

Động đất Lai Châu Ms = 4,9, ngày 29-3-1993 xảy ra lúc 01:17:27 (GMT) tại tọa độ 21.83 103.15 ở độ sâu 10 km. Tại vùng chấn tâm, động đất này đã làm sạt một nhà sàn và gây ra chấn động mạnh

(I = 6, thang MSK-64) tại thị xã Lai Châu. Kèm theo động đất này là nhiều dư chấn trong các ngày tiếp theo mà lớn nhất là dư chấn trong các ngày 30-3 Ms = 4,7 và ngày 24-5 Ms = 4,1. Kích động chính và các dư chấn này được xác định gần đứt gãy Lai Châu

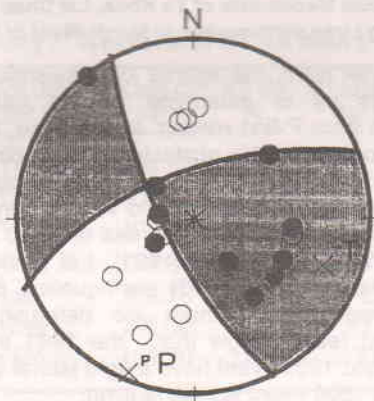
Bảng 1. Cơ cấu chấn tiêu (độ) của các động đất Tạ Khoa, Lai Châu và Mường Luân

Động đất	Mặt đứt đoạn chính			Mặt nodal phụ			Trục ứng suất nén (P)		Trục ứng suất dẫn (T)	
	ϕ_s	α	λ	ϕ_s	α	λ	ϕ	θ	ϕ	θ
Tạ Khoa	133	72	157	231	68	20	-178	2	91	29
Lai Châu	155	75	155	249	66	16	-158	6	109	28
Mường Luân	304	46	67	155	48	112	230	1	137	74

Điện Biên và ghi nhận tại nhiều trạm địa chấn trong nước và quốc tế với các thông số chính sau :

Ngày tháng	Thời gian	Vĩ độ	Kinh độ	Độ sâu	M_s
1993 03 29	01:17:27.4	21.83	103.15	10	4,8
1993 03 30	13:57:07.2	21.83	103.08	10	4,7
1993 05 24	20:30:56.5	21.79	103.21	20	4,1

Xác định cơ cấu chấn tiêu của động đất này, chúng tôi cũng sử dụng biện pháp xử lý kết hợp giữa kích động chính và các dư chấn. Trong 22 số liệu đưa ra xử lý 11 số liệu đầu dịch chuyển của sóng P tại các trạm quốc tế nhận được từ kích động chính (các trạm KMI, CHTO, GZH, SVE, WB2, AVI, VTY, ABM, BCAO, SLR, NJ2). Các số liệu còn lại được ghi nhận từ các trạm trong nước và quốc tế khi xử lý các số liệu dư chấn. Hình 4 biểu diễn kết



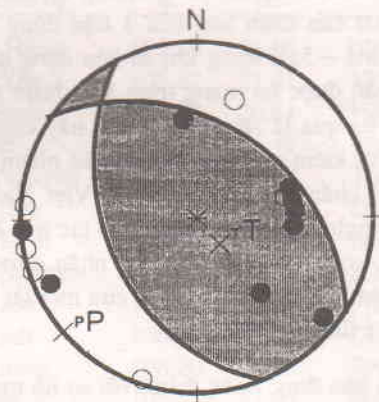
Hình 4. Cơ cấu chấn tiêu động đất Lai Châu ngày 29-3-1993

quả xử lý tổng hợp nhằm xác định cơ cấu chấn tiêu của động đất Lai Châu. Theo kết quả nhận được, với 4 dấu dịch chuyển của sóng P không phù hợp với mô hình trên tổng số 22 số liệu, phù hợp với hướng của đứt gãy Lai Châu - Điện Biên trong khu

vực, mặt đứt đoạn trong chấn tiêu động đất Lai Châu có góc phương vị $\phi_s = 155$, góc dốc $\alpha = 75$ và góc trượt $\lambda = 155$. Chấn tiêu động đất có cơ chế trượt bằng phải có hợp phân nghịch và hướng của mặt đứt đoạn trong chấn tiêu lệch một chút so với hướng đứt gãy Lai Châu - Điện Biên biểu hiện trên bình đồ kiến tạo chung trong khu vực.

3. Động đất Mường Luân, $M_s = 4,9$ (22-6-1996)

Động đất Mường Luân $M_s = 4,9$ ngày 12 tháng 6 năm 1996 tại Mường Luân, huyện Điện Biên Đông ở độ sâu 7 km, vào hồi 18:39:29 (GMT). Động đất gây ra chấn động cấp 7 (thang cấp độ mạnh MSK-64) tại chấn tâm, làm tăng lưu lượng nước tại suối khoáng Mường Luân và gây chấn động cấp 5 tại Điện Biên, Tuần Giáo, Thuận Yên, Sơn La, Sông Mã. Hình 5 biểu diễn kết quả xác định cơ cấu chấn



Hình 5. Cơ cấu chấn tiêu động đất Mường Luân ngày 22-6-1996

tiêu của động đất Mường Luân. Trong động đất này, chỉ có số liệu của kích động chính được sử dụng, trong đó có 2 số liệu của ISC. Với 3 dấu dịch chuyển của sóng P không phù hợp với mô hình trên tổng số 16 số liệu, mặt đứt đoạn trong chấn

tiều động đất đứt gãy nghịch. Trên bình đồ kiến tạo, khu vực chấn tâm và vùng cực động theo bản đồ đường đẳng chấn [6] nằm trong vùng hoạt động của đới đứt gãy Chiềng Khương có hướng tây bắc - đông nam. Trong khi đó, hai mặt nodal trong cơ cấu chấn tiêu đã xác định cũng có hướng tương tự. Bởi vậy để xác định mặt chấn tiêu chúng tôi đã đưa vào hình dạng kéo dài về hướng tây bắc của đường đẳng chấn [6] để chọn mặt nodal góc phương vị $\Phi_s = 304$, góc dốc $\alpha = 46$ và góc trượt $\lambda = 67$ là mặt đứt đoạn trong chấn tiêu động đất.

Bảng 1 trình bày toàn bộ kết quả xác định cơ cấu chấn tiêu của các động đất vừa nghiên cứu bao gồm các mặt nodal và các trục ứng suất chính.

KẾT LUẬN

Các thông số của chấn tiêu động đất là một số liệu quan trọng không chỉ trong nghiên cứu động đất mà còn đóng góp cho các nghiên cứu về chuyển động kiến tạo hiện đại trong khu vực. Thực tiễn quan sát động đất ở Việt Nam cho thấy, xác định cơ cấu chấn tiêu động đất trong điều kiện mạng trạm thưa sử dụng hệ máy ghi chu kỳ ngắn là một việc rất khó khăn. Dù rằng đã áp dụng các biện pháp để tăng lượng số liệu sử dụng, trong thời gian 1990 - 2000, tại Tây Bắc, chúng tôi chỉ xác định được cơ cấu chấn tiêu của 3 trận động đất trung bình ($M_s \sim 5,0$) trong khi số liệu động đất ghi số, thu nhận được tại mạng trạm Việt Nam trong thời gian vừa qua là rất nhiều. Điều này cũng nói lên việc tìm kiếm các biện pháp khác nhằm xác định cơ cấu chấn tiêu động đất tại Việt Nam là một hướng nghiên cứu cần được tiếp tục tiến hành. Tác giả hy vọng rằng các kết quả nhận được sẽ cung cấp thêm cho các nhà nghiên cứu một tài liệu tham khảo về lĩnh vực địa chấn.

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của chương trình nghiên cứu cơ bản và sự giúp đỡ của nhiều đồng nghiệp. Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến ban chủ nhiệm chương trình và các đồng nghiệp.

[1] NGUYỄN XUÂN BÌNH, 1997 : Áp dụng phương pháp lập giải nhân chập để xác định thông số nguồn của động đất. Tc CKHVĐT, 4, 279-28.8

[2] B.R.E LIENERT,...1995 : A computer program for locating earthquakes both locally and globally, Seismological Research Letters, 66, 26-36.

[3] NGUYỄN VĂN LƯƠNG, 1996 : Những kết quả xác định cơ cấu chấn tiêu theo phương pháp mô hình trường chấn động ở Việt Nam. Tc CKHVĐT T.18(3), 145-152.

[4] NGUYỄN THỊ KIM THOA và nnk, 1999 : Cơ sở dữ liệu Vật lý Địa cầu, Phần Số liệu Địa chấn. Viện Vật lý Địa cầu.

[5] NGUYỄN NGỌC THỦY, 1999 : Cơ cấu chấn tiêu động đất Tạ Khoa và Sông Đà trong đới động đất Sông Đà. Tc CKHVĐT T.21(3), 214-219.

[6] CAO ĐÌNH TRIỀU, LÊ TỬ SƠN, 1997 : Động đất Mường Luan ($M_s \sim 5,0$) ngày 23 tháng 6 năm 1996. Tc CKHVĐT T.19(1), 19-25.

[7] Internationnal Institute of Seismology and Earthquake Engineering (IISEE), 1996: Source Mechanism Practice. P. 104.

[8] ISC Buletin 1990-1997.

SUMMARY

Focal Mechanism of Ta Khoa, Lai Chau and Muong Luan earthquakes in Norrh-West of Vietnam

In Viet Nam, the sparse local seismic network prevents us to determine reliable fault plane solution from P-first motion. In this case, the good way to overcome this obstacle is the reading from a numbers of aftershock and main shock, that occurred closely in space and in time combined in a composite solution. Using this technic, the focal mechanism of Ta Khoa(1991), Lai Chau (1993) and Muong Luan (1996) earthquakes in Norrh-West region of Vietnam are determined. The obtained results show that, the 1991 event (Ta Khoa) and 1993 event have a right lateral strike slip and the 1996 event is trust faulting.

Ngày nhận bài : 15-12-2000

Viện Vật lý Địa cầu