

XÁC SUẤT XUẤT HIỆN ĐỘNG ĐẤT MẠNH Ở VIỆT NAM THEO BÀI TOÁN MÔ HÌNH THỜI GIAN - MAGNITUD

ĐẶNG THANH HẢI

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, các thảm họa, thiên tai do tự nhiên gây ra cho loài người (bão lụt, sạt lở, núi lửa, động đất...) chỉ còn động đất là chưa thể dự báo trước. Yêu cầu dự báo trước một trận động đất cần trả lời rõ 3 câu hỏi : động đất sẽ xuất hiện ở đâu, magnitud (chấn cấp) của trận động đất đó là bao nhiêu và khi nào sẽ xảy ra ; gần như chúng ta mới trả lời được hai câu hỏi đầu tiên. Thông qua các nghiên cứu phân vùng động đất, chúng ta xác định được nơi nào sẽ xuất hiện động đất. Còn qua đánh giá động đất cực đại (M_{max}), sẽ biết ở đó khả năng xuất hiện động đất lớn nhất là bao nhiêu. Riêng để trả lời câu hỏi khi nào động đất sẽ xuất hiện, chúng ta vẫn chưa tìm được lời giải một cách "hoàn chỉnh", hay nói cách khác là chúng ta chưa dự báo chính xác được thời gian sẽ xuất hiện động đất. Trong những năm gần đây, rất nhiều cố gắng nhằm dự báo thời gian sẽ xuất hiện động đất được nghiên cứu, nhưng chủ yếu tập trung theo 2 hướng chính : a) Tìm các dấu hiệu tự nhiên báo trước động đất sẽ xuất hiện (biến đổi đột ngột mực nước ngầm, chuyển dịch các cấu trúc kiến tạo địa chất, khí phóng xạ, thay đổi đột ngột sinh hoạt của loài vật...), b) Tìm hiểu các quy luật phát sinh động đất thông qua thuật toán thống kê. Theo các hướng nghiên cứu trên, sử dụng thuật toán thống kê là hướng được nhiều nhà địa chấn quan tâm nhất trong thời điểm hiện nay.

Ở Việt Nam, theo hướng thống kê, nhiều công trình đã tập trung nghiên cứu dự báo động đất. Trong công trình [13] mới dự báo tần suất lặp lại của một chấn động, chưa dự báo được thời gian xuất hiện của một trận động đất với chấn cấp cần xác định theo năm cụ thể. Tại công trình [12] đã tìm ra một số quy luật có thể dùng dự báo động đất, nhưng còn mang tính chất định tính nhiều hơn. Gần đây nhất, các tập bản đồ gia tốc dao động nền cực đại [11] và nghiên cứu quy luật hoạt động tiền

chấn [15] là những kết quả mới, có khả năng phục vụ nghiên cứu dự báo động đất dài hạn ở Việt Nam, rất cần được xem xét.

Cũng theo hướng thống kê, trên thế giới nhiều nhà địa chấn đã sử dụng các thuật toán khác nhau. Một trong số đó là sử dụng bài toán mô hình Thời gian - Magnitud vào dự báo dài hạn khả năng phát sinh động đất [5, 6, 8, 9] cho một số nơi trên thế giới. Các công trình trên cho thấy bài toán mô hình Thời gian - Magnitud áp dụng cho những vùng động đất nông, chấn tiêu nằm trong vỏ Trái đất và là những nơi chắc chắn sẽ phát sinh động đất.

Áp dụng bài toán mô hình Thời gian - Magnitud nói trên, chúng tôi bước đầu đã tính xác suất xuất hiện động đất mạnh cho một đới nhỏ [2], cho miền Bắc Việt Nam [3]. Kết quả cho thấy bài toán này hoàn toàn có thể sử dụng trong điều kiện địa chấn Việt Nam.

Bài báo này chúng tôi công bố kết quả ứng dụng bài toán mô hình Thời gian - Magnitud vào nghiên cứu dự báo dài hạn những trận động đất mạnh sẽ phát sinh trong tương lai cho toàn lãnh thổ Việt Nam.

II. BÀI TOÁN MÔ HÌNH THỜI GIAN - MAGNITUD

Bài toán này đã được trình bày chi tiết trong [2, 3]. Thuật toán chính của bài toán là : qua thống kê, giữa thời gian xảy ra và magnitud của các trận động đất chính tại một vài nơi trên thế giới có mối quan hệ [5, 8] :

$$\log T = bM_{\min} + cM_p + a \quad (1)$$

trong đó, T - khoảng thời gian giữa các trận động đất, M_p - magnitud trận động đất chính xảy ra trước đó và M_{\min} - ngưỡng magnitud trận động đất dùng thống kê đã xảy ra tại nguồn sinh chấn, a, b, c - các hệ số cần xác định.

Tùy thuộc vào số trận động đất chính đã xảy ra trong một vùng sinh chấn, sẽ có T_i (với $i=1, 2, \dots, n$) là khoảng thời gian giữa các trận động đất chính có magnitud \geq các ngưỡng M_{\min} được xét [6, 9]. Từ các giá trị T_i , M_p và M_{\min} vừa tìm được sẽ tính giá trị của hệ số b , c ban đầu (của phương trình (1)) theo thuật toán của phương trình hồi quy bội. Đồng thời các giá trị a_i ($i=1, 2, \dots, n$) cũng được xác định bằng việc thay các hệ số b , c mới tìm được vào phương trình (1) tương ứng. Giá trị \bar{a}_i là trung bình từ các giá trị a_i của mỗi vùng. Lúc này, mỗi phương trình (1) trừ đi giá trị \bar{a}_i đó hay phương trình (1) trước đây trở thành :

$$y = \log T_i - \bar{a}_i = bM_{\min} + cM_p \quad (2)$$

Theo phương pháp bình phương tối thiểu và hồi quy [1, 7] dựa trên độ lớn các giá trị y , bM_{\min} và cM_p cho tất cả các nguồn của khu vực nghiên cứu, giá trị b và c mới của toàn khu vực lại được tìm thấy. Cứ tiếp tục như vậy, tính toán cho đến khi các giá trị \bar{a}_i của từng vùng và giá trị b , c của toàn khu vực nghiên cứu không thay đổi. Hệ số tương quan bội cũng như độ lệch chuẩn cho toàn khu vực nghiên cứu qua đó được xác định.

Nghiên cứu sự phân bố của các trận động đất xảy ra tại những vùng nguồn phát sinh động đất trên thế giới, các tác giả trong [5, 6, 8, 9] đều cho rằng phân bố loga chuẩn của tỷ số T/T_H (trong đó T là các khoảng thời gian thực tế đã xác định và T_H là giá trị thời gian theo lý thuyết tính từ công thức (1)) sẽ phù hợp tốt hơn các phân bố khác. Phép thử tính phù hợp đó được thực hiện theo tiêu chuẩn Kolmogorov [1, 3] :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left[\sqrt{n} \cdot D_n(x) < x\right] = \sum_{-\infty}^{+\infty} (-1)^k e^{-2k^2 x^2} = K(x) \quad (3)$$

trong đó $D_n = \sup_{-\infty < x < +\infty} |F_n(x) - F_0(x)|$;

$$\text{và } \lambda = D_n \cdot \sqrt{n}$$

Hàm $K(x)$ gọi là hàm Kolmogorov, đại lượng D_n chính là độ lệch lớn nhất giữa phân bố thực nghiệm $F_n(x)$ và phân bố theo lý thuyết $F_0(x)$. Giá trị xác suất $P(\lambda)$ tra từ bảng có sẵn trong các sách lý thuyết xác suất thống kê [1, 7]. Nếu xác suất trên tìm được càng gần 1, cho phép kết luận phân bố giả thiết đặt ra là đáng tin cậy.

Công thức dùng để tính xác suất chắc chắn xảy ra trận động đất cấp M , trong khoảng thời gian từ

năm thứ T cho đến năm thứ T^* , tương tự như công thức tính xác suất có điều kiện trong lý thuyết xác suất thống kê mà biến ngẫu nhiên tuân theo luật phân bố chuẩn $N(a; \sigma^2)$ [1, 7] :

$$P = \left[\phi\left(\frac{T^* - a}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{T - a}{\sigma}\right) \right] / \left[1 - \phi\left(\frac{T - a}{\sigma}\right) \right] \quad (4)$$

trong đó : $T^* = \lg|(t+\Delta t)/T_H|$ còn $T = \lg|t/T_H|$ và t là khoảng thời gian tính từ năm cuối cùng mà ở nguồn đó không còn xảy ra trận động đất nào lớn hơn trận động đất cấp M cần quan tâm đến nay.

Tóm lại, điều kiện để thực hiện bài toán cần đảm bảo các yêu cầu :

a) Lựa chọn các trận động đất chính hợp lý (là các trận động đất mạnh trong đới và theo thời gian xuất hiện, phải loại bỏ các trận động đất trước và sau trận chính hay là loại bỏ "tiền chấn" và "đư chấn" theo nghĩa rộng).

b) Phân bố loga chuẩn của tỷ số T/T_H phải phù hợp theo kiểm nghiệm Kolmogorov.

c) Trong vùng nguồn phát sinh đã xảy ra trận động đất $M_s \geq$ trận động đất cần tính và từ đó đến nay không còn trận động đất nào lớn hơn hoặc bằng trận động đất cấp M_s trên nữa.

Khi đảm bảo các điều kiện trên, sử dụng công thức (4) sẽ đánh giá được khả năng phát sinh động đất theo thời gian cho từng vùng nguồn. Kết quả nhận được xác suất trận động đất cấp M cần tính xảy ra sau khoảng thời gian Δt năm tính từ năm hiện tại làm mốc.

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CHO VIỆT NAM

1. Số liệu động đất

Số liệu động đất được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm các số liệu của Việt Nam công bố gần đây, đó là :

- Danh mục động đất Việt Nam [14],

- Hiệu chỉnh giá trị độ sâu, magnitud của các trận động đất điều tra trong nhân dân (1903 - 1962) [10],

- Danh mục động đất Việt Nam từ năm 114 đến năm 2003, $M \geq 3,0$ [16],

- Báo cáo hàng năm của phòng quan sát động đất - Viện Vật lý Địa cầu.

Ngoài ra, chúng tôi còn sử dụng danh mục động đất của một vài nước trên thế giới công bố : ISC (Trung tâm Địa chấn Quốc tế), NOAA và NEIC (Mỹ)...

Với các nguồn số liệu động đất nói trên, chúng tôi sử dụng đầu tiên là số liệu theo [16]. Tiếp đến số liệu được đối sánh với các danh mục động đất khác để lập nên danh mục động đất đầy đủ, từ đó được dùng để phân chia các trận động đất đã xảy ra trên mỗi đới phát sinh động đất.

2. Hoạt động động đất và phân chia đới phát sinh động đất

Trong phạm vi lãnh thổ Việt Nam, đặc trưng hoạt động động đất thông qua các quy luật phân bố độ sâu chấn tiêu cũng như tần suất xảy ra động đất cho thấy có sự biểu hiện hoạt động khác biệt, rất phù hợp theo 9 đới : Việt Bắc, Đông Triều - Cẩm Phả, Sông Hồng, Sông Đà - Sông Mã, Mường Tè - Điện Biên, Sông Cả - Rào Nậy, A Lưới - Rào Quán, Ba Tơ - Củng Sơn và Thuận Hải - Minh Hải.

- Đới Việt Bắc

Theo số liệu động đất đã ghi nhận, các trận động đất có $M_s = 4,0 \div 4,9$, chấn tiêu tập trung ở độ sâu từ 5 đến 15 km. Trong đới, chấn tiêu các trận động đất đã xảy ra chủ yếu từ 7 đến 19 km, nên bề dày tầng tập trung chấn tiêu động đất ở đây là $19 - 7 = 12$ km. Qua thống kê cho thấy biểu hiện gia tăng số trận động đất trong phạm vi đới này từ năm 1985 và đặc biệt vào 2 năm 1996 - 1997.

- Đới Đông Triều - Cẩm Phả

Trong đới, thế kỷ XX ghi nhận 3 trận động đất mạnh $M_s = 5,0 \div 5,9$ đã xảy ra. Trận động đất mạnh nhất ở Bắc Giang 12-6-1961 có $M_s = 5,9$. Hầu hết các trận động đất trong đới có độ sâu chấn tiêu tập trung từ 9 đến 21 km (trừ trận động đất Bắc Giang ngày 12-6-1961 có độ sâu chấn tiêu $h = 28$ km), nên bề dày tầng tập trung chấn tiêu động đất trong đới sẽ là $21 - 9 = 12$ km. Hoạt động động đất trong đới tuy mạnh hơn đới Việt Bắc, nhưng cũng chỉ thấy tại các năm 1961 - 1962, 1979 và 1997 là những năm động đất đã xảy ra nhiều.

- Đới sông Hồng

Bề dày tầng hoạt động động đất ở đây là $20 - 5 = 15$ km do các trận động đất có $M_s < 4,9$, chấn tiêu tập trung từ 5 đến 15 km, còn động đất với $M_s \geq 5,0$ chủ yếu ở độ sâu 15 - 20 km. Trong đới nhận

thấy động đất hoạt động theo 2 thời kỳ : từ năm 1923 đến 1964 và từ 1976 đến nay. Trong năm 1997 động đất liên tục xảy ra trong đới với trận mạnh nhất 22-4-1997 ($M_s = 4,5$) gần Lào Cai.

- Đới Sông Đà - Sông Mã

Trong đới có hai trận động đất mạnh nhất ở Việt Nam đã xảy ra với $M_s = 6,7$. Một là trận động đất năm 1635 ở Yên Định - Nho Quan, trận còn lại xảy ra ngày 24-6-1983 tại Tuần Giáo. Độ sâu chấn tiêu động đất trong đới từ 3 đến 20 km, nên tầng tập trung chấn tiêu động đất trong đới là 17 km. Trong đới cũng thấy 2 thời kỳ hoạt động động đất là 1910 ÷ 1943 và 1974 đến nay. Trong thời kỳ sau, động đất xảy ra nhiều nhất từ năm 1982 đến 1987 là thời gian trước và sau trận động đất Tuần Giáo 1983. Nếu chu kỳ hoạt động ở đây là $1943 - 1910 = 33$ năm là phù hợp, thì dự báo chu kỳ hoạt động từ năm 1976 đến nay ở trong đới cũng sắp kết thúc.

- Đới Mường Tè - Điện Biên

Trận mạnh nhất trong đới xảy ra ngày 1-1-1935 tại phía đông thành phố Điện Biên với $M_s = 6,8$. Qua thống kê nhận thấy bề dày tầng tập trung chấn tiêu động đất ở đây là 23 km (từ 2 đến 25 km) và chấn tiêu của các trận mạnh xảy ra trong giới hạn 15 - 25 km. Trong đới, các thời điểm hoạt động mạnh của động đất là 1920 ÷ 1924; 1933 ÷ 1940 ứng với hai trận mạnh 2-1920 ($M_s = 5,6$) và 1-11-1935 ($M_s = 6,8$). Từ năm 1976 đến nay đang là thời kỳ hoạt động động đất mạnh trong đới.

- Đới Sông Cả - Rào Nậy

Động đất lịch sử xảy ra ở Vinh năm 1821 với $M_s = 6,0$ [13] vẫn là trận mạnh nhất trong đới. Chấn tiêu động đất tập trung ở độ sâu $7 \div 20$ km, nên bề dày tầng tập trung chấn tiêu động đất ở đây là $20 - 7 = 13$ km. Trong đới thấy rõ động đất hoạt động theo hai thời kỳ, thời kỳ đầu từ năm 1915 đến 1945 với giai đoạn mạnh nhất vào năm 1928 ÷ 1930. Thời kỳ sau vào 1965 ÷ 1995.

- Đới A Lưới - Rào Quán

Trong đới trận lớn nhất theo ghi nhận đã xảy ra ngày 16-5-1968 với $M_s = 5,0$ (tuy có 1 trận $M_s = 5,7$ xảy ra ngày 12-3-1997 nhưng thuộc địa phận bên Lào). Độ sâu chấn tiêu tập trung trong giới hạn 11 ÷ 22 km, nên bề dày tầng hoạt động ở đây là $22 - 11 = 11$ km. Từ 1976 đến 2000 là những năm động đất trong đới xảy ra nhiều.

- Đới Ba Tư - Cửu Sơn

Hai trận mạnh nhất trong đới xảy ra vào các ngày 12-4-1970 và 24-5-1972 với $M_s = 5,3$. Độ sâu chấn tiêu các trận động đất đã xảy ra tập trung trong khoảng $12 \div 18$ km. Trong đới, vào các năm 1935 và 1963 - 1964 là những năm đã ghi nhận được nhiều trận động đất.

- Đới Thuận Hải - Minh Hải

Động đất đã xảy ra trong đới không nhiều, nhưng thống kê cho thấy độ sâu chấn tiêu các trận động đất tập trung ở $12 \div 18$ km và ở độ sâu từ 3 đến 9 km, do diện tích đới có 1 phần là Biển Đông. Thời gian 1960 \div 1972 là những năm trong đới luôn xảy ra động đất.

Như vậy, hoạt động động đất trên lãnh thổ Việt Nam đã diễn ra theo từng đới riêng và chúng khác biệt với các đới liên kề (cả về độ sâu chấn tiêu, bề dày tầng hoạt động và thời kỳ hoạt động động đất).

Giữa hoạt động động đất và các yếu tố địa chất, kiến tạo có mối quan hệ bản chất và trực tiếp. Dựa vào đó, nguyên tắc để chúng tôi phân chia các đới phát sinh động đất mạnh là trong mỗi đới phải có sự khác nhau rõ rệt về đặc trưng cấu trúc - kiến tạo, hoạt động địa động lực hiện đại và đặc trưng hoạt động động đất. Đồng thời trong mỗi đới phải có các đứt gãy đang hoạt động và có khả năng phát sinh động đất. Trong các nghiên cứu trước đây về đặc trưng địa chất kiến tạo, chuyển động hiện đại, trường địa vật lý, các đứt gãy phát sinh động đất [3, 4]... đã cho thấy cùng với sự khác nhau về hoạt động động đất như đã trình bày, theo quan điểm địa chấn kiến tạo, lãnh thổ Việt Nam được chia thành 9 đới phát sinh động đất mạnh (hình 1).

3. Xác suất xuất hiện động đất mạnh ở Việt Nam

Trước hết, qua số liệu danh mục động đất tại các đới phát sinh động đất, chúng tôi đã chọn được các trận động đất chính phù hợp để tính toán cho Việt Nam như trong *bảng 1*. Theo thống kê và lựa chọn cho thấy trong mỗi đới cần loại bỏ những trận động đất trước trận chính (các trận "tiền chấn") trong khoảng thời gian 3 - 4 năm. Còn khoảng thời gian hợp lý để loại bỏ các trận sau trận chính (các trận "đư chấn"): với $M_s < 4,6$ (độ Richter) là 2 - 3 năm, $M_s = 4,7 \div 5,2$ là 5 năm, $M_s = 5,3 \div 6,0$ là 6 - 7 năm còn $M_s = 6,1 \div 7,0$ là 9 năm.

Như vậy, trong đới Việt Bắc có 5 trận động đất chính được sử dụng vào tính toán, số trận động đất

như vậy (trong ngoặc đơn) tương ứng ở các đới Đông Triều - Cẩm Phả (7), Sông Hồng (10), Sông Đà - Sông Mã (11), Mường Tè - Điện Biên (8), Sông Cả - Rào Nậy (6), A Lưới - Rào Quán (5), Ba Tư - Cửu Sơn (6) và Thuận Hải - Minh Hải (4). Đó là những trận động đất mạnh đã xảy ra trong thời gian qua và đặc trưng cho mỗi đới phát sinh động đất.

Thực hiện chương trình tính toán do chúng tôi lập trình trên cơ sở lý thuyết đã trình bày ở phần 2, kết quả đã nhận được các thông số của phương trình (1) cho toàn Việt Nam như sau: $b = 0,5923$ và $c = 0,0406$. Đồng thời qua đó cũng nhận được các hệ số a cho 9 đới phát sinh động đất ở Việt Nam: Việt Bắc: $\bar{a}_1 = -1,633$, Đông Triều - Cẩm Phả: $\bar{a}_2 = -1,696$, Sông Hồng: $\bar{a}_3 = -1,990$, Sông Đà - Sông Mã: $\bar{a}_4 = -2,012$, Mường Tè - Điện Biên: $\bar{a}_5 = -2,074$, Sông Cả - Rào Nậy: $\bar{a}_6 = -1,924$, A Lưới - Rào Quán: $\bar{a}_7 = -1,639$, Ba Tư - Cửu Sơn: $\bar{a}_8 = -2,097$, Thuận Hải - Minh Hải: $\bar{a}_9 = -1,654$. Hệ số tương quan cho toàn Việt Nam cũng qua đó nhận được là 0,62 và độ lệch chuẩn là 0,26. Hệ số tương quan trên không cao, nhưng với điều kiện số liệu như hiện nay thì tương quan này chấp nhận được.

Tiếp đến, phép thử tính phù hợp theo tiêu chuẩn Kolmogorov được xem xét. Kết quả ở mức giá trị trung bình bằng 0 và độ lệch chuẩn bằng 0,18 thì $D_n = 0,0472$, do đó $K(x) = 0,628$. Tra bảng hàm Kolmogorov nhận được xác suất $P = 0,83$ cho thấy giả thiết phân bố thời gian đã đặt ra là phù hợp.

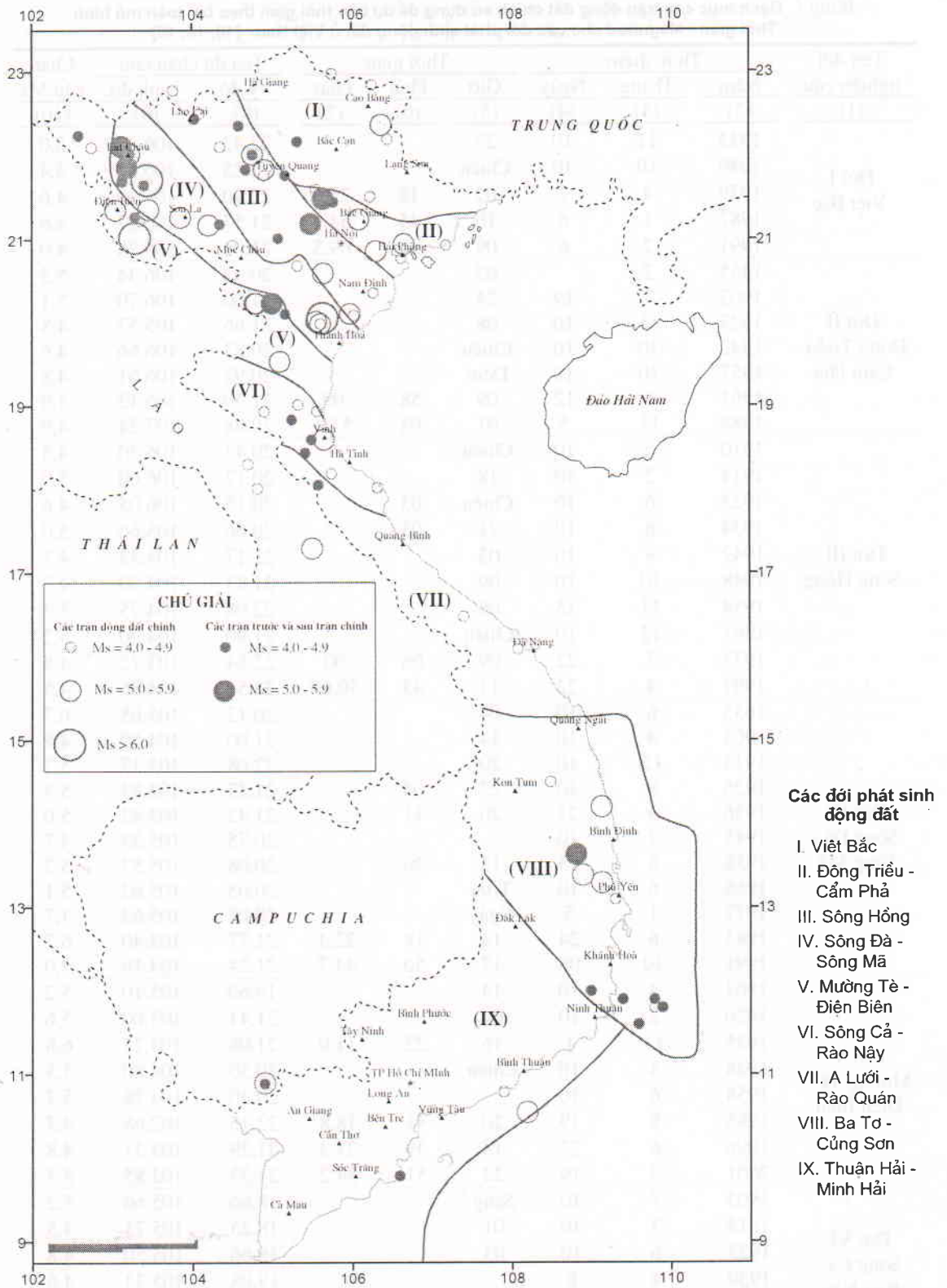
Dự báo những trận động đất mạnh (ở đây là trận có $M_s = 5,0, 5,5$ và $6,0$) xảy ra sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa tính từ năm 2006 cho từng đới phát sinh động đất, chúng tôi sử dụng công thức (4), nếu thỏa mãn được điều kiện của bài toán: trong đới từng xảy ra những trận động đất có $\text{magnitud} \geq \text{magnitud}$ trận mạnh cần tính.

- Đới Việt Bắc

Trong đới, trận động đất có $\text{magnitud } M_s \geq 5,0$ cuối cùng đã xảy ra là trận năm 1933 (tọa độ 22.42 và 106.42, *bảng 1*). Chạy chương trình bài toán dự báo cho kết quả sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006), xác suất sẽ xuất hiện trận động đất như vậy tương ứng 0,339, 0,553, 0,693, 0,790 và 0,852. Trong đới chưa từng xảy ra trận động đất nào có $M_s \geq 5,5$ nên bài toán trên không dự báo được trận động đất sẽ xảy ra với $M_s = 5,5$ và $6,0$.

- Đới Đông Triều - Cẩm Phả

Trận động đất mạnh nhất trong đới là trận động đất Bắc Giang (ngày 12-6-1961, tọa độ chấn tâm



Hình 1. Vị trí các đới phát sinh động đất và chấn tâm các trận động đất chính sử dụng trong bài toán mô hình Thời gian - Magnitud

Bảng 1. Danh mục các trận động đất chính sử dụng để dự báo thời gian theo bài toán mô hình Thời gian - Magnitud cho các đới phát sinh động đất ở Việt Nam [10, 14, 16]

Tên đới nghiên cứu (1)	Thời điểm			Thời gian			Toạ độ chấn tâm		Chấn cấp Ms (10)
	Năm (2)	Tháng (3)	Ngày (4)	Giờ (5)	Phút (6)	Giây (7)	Vĩ độ (8)	Kinh độ (9)	
Đới I Việt Bắc	1933	11	10	22			22.42	106.42	5.0
	1940	10	10	Chiều			22.25	106.50	4.4
	1979	4	7	02	18	25.6	22.90	106.30	4.6
	1987	1	6	10	45	54.9	21.57	106.27	4.6
	1991	2	6	09	18	09.5	23.04	105.78	4.0
Đới II Đồng Triều - Cẩm Phả	1355	2		02			20.92	106.34	5.5
	1903	7	19	24			21.00	106.70	5.1
	1923	11	10	08			21.66	105.57	4.8
	1942	10	10	Chiều			20.83	106.66	4.6
	1957	10	10	Đêm			20.92	106.61	4.8
	1961	6	12	09	58	09	21.30	106.12	5.9
1988	11	5	01	03	51.4	20.98	107.24	4.9	
Đới III Sông Hồng	1910	6	10	Chiều			20.42	106.30	4.5
	1914	2	10	18			20.17	106.00	5.0
	1923	6	10	Chiều	03		20.15	106.05	4.6
	1934	6	10	21	03		20.66	105.66	5.0
	1942	9	10	03			22.17	104.33	4.7
	1948	10	10	09			21.83	104.90	4.7
	1954	11	15	06			22.08	104.75	5.3
	1961	12	10	Chiều			21.90	104.90	5.2
	1973	7	22	09	06	00	22.84	103.72	4.8
1997	4	22	11	43	50.60	22.56	104.06	4.5	
Đới IV Sông Đà - Sông Mã	1635	6	10	04			20.12	105.65	6.7
	1903	4	10	14			21.00	104.50	4.8
	1914	12	10	20			22.08	103.17	5.2
	1926	9	10	22	04		21.33	103.83	5.4
	1936	3	27	20	11		21.42	103.42	5.0
	1945	7	10				20.75	105.33	4.7
	1958	8	13	13	20		20.08	105.57	5.2
	1968	6	10	Trưa			20.05	105.62	5.1
	1977	1	5	Ngày			20.05	105.62	4.7
	1983	6	24	14	18	22.3	21.77	103.40	6.7
1991	10	06	17	50	44.7	21.24	104.19	5.0	
Đới V Mường Tè - Điện Biên	1903	4	10	14			19.60	105.10	5.2
	1920	2	10	04			21.41	103.00	5.6
	1935	11	1	16	22	11.0	21.08	103.25	6.8
	1948	3	10	Chiều			20.30	104.80	5.5
	1958	6	10				20.30	104.78	5.7
	1985	8	19	20	41	18.8	22.15	102.68	4.7
	1996	6	22	18	39	27.3	21.29	103.31	4.8
2001	2	19	22	51	34.2	21.33	102.85	5.3	
Đới VI Sông Cả - Rào Nạy	1903	7	10	Sáng			18.66	105.66	5.2
	1913	3	10	01			18.25	105.75	4.5
	1923	6	10	05			18.66	105.50	4.8
	1930	4	8				19.08	105.33	4.6
	1939	5	23	09	32		19.00	104.90	4.9
1943	7	10	14			18.08	106.33	4.7	

Bảng 1 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	1829	11					16.48	107.41	4.8
Đới VII	1947	10	10				16.09	108.09	4,8
A Lưới -	1968	5	16				17.30	105.50	5,0
Rào Quán	1982	2	18				18.30	104.70	4,5
	1985	10	18				18.01	104.82	4,6
	1928	6	10				13.30	109.14	5,0
	1936	8	20				14.21	109.14	5,1
Đới VIII	1950	10	10				13.10	109.30	4,8
Ba Tư -	1957	12	25				14.50	108.50	4,8
Củng Sơn	1965	1	17				11.80	109.80	4,8
	1970	4	12				13.39	108.90	5,3
	1882						10.56	108.20	5,1
Đới IX	1963	7	5				12.00	109.00	4,8
Thuận Hải -	1969	8	22				10.90	104.90	5,3
Minh Hải	1991	6	10				10.80	107.90	4,0

21.30 và 106.12) có $M_s = 5,9$, cũng là trận động đất cuối cùng đã xảy ra trong đới có $M_s \geq 5,0$ và 5,5. Do đó theo bài toán Thời gian - Magnitud, sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006) xác suất xuất hiện trận động đất $M_s = 5,0$ tương ứng sẽ là 0,369, 0,597, 0,739, 0,829, 0,887 và xác suất xuất hiện trận động đất $M_s = 5,5$ tương ứng là 0,180, 0,339, 0,472, 0,580, 0,669.

- Đới Sông Hồng

Năm 1961, trận động đất $M_s = 5,2$ (tọa độ chấn tâm 21.90 và 104.90) là trận động đất cuối cùng đã xảy ra trong đới có $M_s \geq 5,0$. Trong đới chưa từng xảy ra trận động đất nào có $M_s \geq 5,5$, nên bài toán Thời gian - Magnitud không dự báo được trận động đất $M_s = 5,5$ và $M_s = 6,0$ ở đây. Sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006) xác suất xuất hiện trận động đất $M_s = 5,0$ trong đới tương ứng sẽ là 0,559, 0,792, 0,898, 0,948, 0,973.

- Đới Sông Đà - Sông Mã

Những xác suất 0,641, 0,865, 0,947, 0,977, 0,990 là xác suất tương ứng sẽ xuất hiện trận động đất $M_s = 5,0$ trong đới sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006), vì trận động đất cuối cùng đã xảy ra năm 1991 (tại tọa độ 21.24 và 104.19) với $M_s = 5,0$ là trận dùng để tính toán. Xem xét đến trận động đất cuối cùng có $M_s \geq 5,5$ nhận thấy trận động đất Tuần Giáo 24-6-1983 (tọa độ 21.77, 103.40) $M_s = 6,7$ là phù hợp cho bài toán, và đây cũng là trận động đất cuối cùng có $M_s \geq 6,0$ trong đới. Như vậy sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006), xác suất sẽ xuất hiện

trận động đất có $M_s = 5,5$ trong đới là 0,326, 0,562, 0,719, 0,822, 0,982 và đối với trận $M_s \geq 6,0$ là 0,096, 0,224, 0,354, 0,473, 0,576.

- Đới Mường Tè - Điện Biên

Trận động đất cuối cùng trong đới có $M_s \geq 5,0$ là trận xảy ra năm 2001 (tọa độ 21.33 và 102.85) $M_s = 5,3$. Dự báo sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006), trong đới có khả năng xuất hiện trận động đất $M_s = 5,0$ tương ứng là 0,600, 0,873, 0,957, 0,984, 0,994. Trận động đất năm 1958 (có tọa độ 20.30, 104.78) $M_s = 5,7$ là trận cuối cùng trong đới có $M_s \geq 5,5$ nên qua tính toán, xác suất 0,422, 0,660, 0,794, 0,872, 0,919 là những xác suất tương ứng sẽ xuất hiện trận động đất $M_s = 5,0$ trong đới sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006). Trận động đất Điện Biên 1-11-1935 (tọa độ 21.08, 103.25) với $M_s = 6,8$ là trận mạnh nhất đã từng xảy ra trong đới và cũng là trận cuối cùng đã xuất hiện ở đây có $M_s \geq 6,0$. Sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006), xác suất sẽ xuất hiện trận động đất có $M_s = 6,0$ trong đới tương ứng là 0,226, 0,397, 0,537, 0,641, 0,718.

- Đới Sông Cả - Rào Nậy

Theo bài toán mô hình Thời gian - Magnitud, xác suất sẽ xuất hiện trận động đất có $M_s = 5,0$ trong đới sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006) tương ứng là 0,431, 0,666, 0,805, 0,889, 0,944 vì trận động đất năm 1903 $M_s = 5,2$ (có tọa độ chấn tâm 18.66 và 105.66) là trận cuối cùng đã xảy ra trong đới có $M_s \geq 5,0$. Trong đới

chưa từng xảy ra trận động đất nào có $M_s \geq 5,5$ nên bài toán không dự báo được trận động đất trong đới với $M_s = 5,5$ và $M_s = 6,0$.

- Đới A Lưới - Rào Quán

Trận động đất năm 1968 $M_s = 5,0$ (có tọa độ 17.30 và 105.50) là trận cuối cùng đã xảy ra trong đới có $M_s \geq 5,0$. Theo tính toán từ bài toán mô hình Thời gian - Magnitud, xác suất sẽ xuất hiện trận động đất có $M_s = 5,0$ trong đới sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006) tương ứng là 0,394, 0,580, 0,728, 0,820, 0,879. Bài toán không dự báo được trận động đất với $M_s = 5,5$ và $M_s = 6,0$ do trong đới chưa từng xảy ra trận động đất nào có $M_s \geq 5,5$.

- Đới Ba Tơ - Củng Sơn

Bài toán mô hình Thời gian - Magnitud không dự báo được trận động đất $M_s = 5,5$ và $M_s = 6,0$ do trong đới chưa từng xảy ra trận động đất nào có $M_s \geq 5,5$. Trận động đất năm 1970 (tọa độ chấn tâm 13.39 và 108.90) $M_s = 5,3$ là trận cuối cùng đã xảy ra trong đới có $M_s \geq 5,0$. Xác suất sẽ xuất hiện trận động đất có $M_s = 5,0$ trong đới sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006) tương ứng là 0,644, 0,859, 0,941, 0,973, 0,988.

- Đới Thuận Hải - Minh Hải

Trong đới, trận động đất năm 1969 (tọa độ 10.90 và 104.90) $M_s = 5,3$ là trận cuối cùng đã xảy ra có $M_s \geq 5,0$. Dự báo sau 10, 20, 30, 40 và 50 năm nữa (tính từ năm 2006), xác suất sẽ xuất hiện trận động đất có $M_s = 5,0$ trong đới tương ứng là 0,358, 0,584, 0,729, 0,824 và 0,881. Bài toán không dự báo được trận động đất với $M_s = 5,5$ và $M_s = 6,0$ do trong đới chưa từng xảy ra trận động đất nào có $M_s \geq 5,5$.

Như vậy, tại Việt Nam xác suất xuất hiện trận động đất $M_s = 5,0$ có khả năng xảy ra ở tất cả 9 đới phát sinh động đất. Trong đó ở 4 đới: Việt Bắc, Đông Triều - Cẩm Phả, A Lưới - Rào Quán và Thuận Hải - Minh Hải khả năng xuất hiện thấp hơn so với các đới còn lại. Ví dụ sau 20 năm nữa (tính từ năm 2006) xác suất xuất hiện tại 9 đới phát sinh động đất: Việt Bắc, Đông Triều - Cẩm Phả, Sông Hồng, Sông Đà - Sông Mã, Mường Tè - Điện Biên, Sông Cả - Rào Nậy, A Lưới - Rào Quán, Ba Tơ - Củng Sơn và Thuận Hải - Minh Hải lần lượt tương ứng 0,553, 0,597, 0,792, 0,865, 0,873, 0,666, 0,580, 0,859 và 0,584.

Dự báo với trận động đất có $M_s = 5,5$ bài toán Thời gian - Magnitud chỉ tính được cho 3 đới Đông Triều - Cẩm Phả, Sông Đà - Sông Mã, Mường Tè - Điện Biên. Sau 30 năm nữa (tính từ năm 2006) xác suất xuất hiện lần lượt tương ứng ở 3 đới trên chỉ đạt 0,472, 0,719 và 0,794 là mức xác suất trung bình.

Chỉ còn đới phát sinh động đất Sông Đà - Sông Mã, Mường Tè - Điện Biên đủ điều kiện dự báo trận động đất $M_s = 6,0$ theo bài toán mô hình Thời gian - Magnitud. Xác suất xuất hiện trận động đất $M_s = 6,0$ sau 50 năm nữa (tính từ năm 2006) tương ứng cho 2 đới trên mới chỉ đạt 0,576 và 0,718 cho thấy khả năng suất hiện cũng không cao.

KẾT LUẬN

Trên cơ sở các kết quả đạt được của nghiên cứu, chúng tôi có một số nhận xét như sau:

- Lãnh thổ Việt Nam được chia thành 9 đới phát sinh động đất mạnh: Việt Bắc, Đông Triều - Cẩm Phả, Sông Hồng, Sông Đà - Sông Mã, Mường Tè - Điện Biên, Sông Cả - Rào Nậy, A Lưới - Rào Quán, Ba Tơ - Củng Sơn và Thuận Hải - Minh Hải.

- Trong thời gian tới, trận động đất mạnh $M_s = 5,0$ có thể xảy ra trên mọi đới phát sinh động đất ở nước ta, nhưng xác suất sẽ xảy ra ở 3 đới Sông Đà - Sông Mã, Mường Tè - Điện Biên và Ba Tơ - Củng Sơn là cao hơn so với các đới còn lại.

- Theo bài toán mô hình Thời gian - magnitud chỉ có 3 đới: Đông Triều - Cẩm Phả, Sông Đà - Sông Mã và Mường Tè - Điện Biên đủ điều kiện dự báo trận động đất $M_s = 5,5$ có thể xảy ra, nhưng xác suất xuất hiện chỉ ở mức trung bình. Còn trận động đất $M_s = 6,0$ dự báo sẽ xuất hiện ở 2 đới Sông Đà - Sông Mã và Mường Tè - Điện Biên với xác suất thấp.

Công trình được hoàn thành với sự tài trợ kinh phí của chương trình nghiên cứu cơ bản, Hội đồng Khoa học tự nhiên, tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] A.I. CARAXEV, 1979: Lý thuyết xác suất và thống kê toán học. Nxb. Thống kê, Moskva, 3-112 (Ngà văn).

[2] ĐẶNG THANH HẢI, NGUYỄN ĐỨC VINH, CAO ĐÌNH TRIỀU, 2002: Dự báo dài hạn động đất khu vực Lai Châu - Điện Biên trên cơ sở mô hình

Thời gian - cấp độ mạnh, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, T.40(4), 45 - 53, Hà Nội.

[3] ĐẶNG THANH HÁI, 2003 : Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc sâu vỏ Trái đất và phân vùng địa chấn kiến tạo miền Bắc Việt Nam, Luận án tiến sĩ Vật lý, 170 tr , Hà Nội.

[4] ĐẶNG THANH HÁI, 2006 : Đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất và xác định động đất cực đại trong mỗi vùng nguồn phát sinh động đất ở Việt Nam, Báo cáo chuyên đề thuộc đề tài Nghiên cứu cơ bản mã số 73.03.05, 23 tr, Lưu trữ tại Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội.

[5] HUI - CHENG SHAO, XUE - SHEN JIN, XING - XIN DU, PING WANG, CHEN LIU, ZHI - HUI LIU, 1999 : Application of the predictable model of regional time - magnitude to North and South - West China region, *Acta Seismologica sinica*, Vol. 12(3), 321 - 326.

[6] G.F. KARAKAISIS, 1994 : Long-term earthquake prediction along the North and East Anatolian Fault Zones based on the time - and magnitude - predictable model, *Geophys. Jour. Int.*, 116, 198 - 204.

[7] PHẠM VĂN KIỀU, 1998 : Lý' thuyết xác suất và thống kê toán học, *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*, 319 trang, Hà Nội.

[8] D.G. PANAGIOTOPOULOS, 1995 : Long-Term Earthquake prediction in Central America and Caribbean Sea based on the Time-and Magnitude Predictable model, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, Vol. 85(4), 1190 - 1201.

[9] B.C. PAPAACHOS, 1989 : A Time - predictable model for Earthquake generation in Greece, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, Vol. 79(1), 77 - 84.

[10] LÊ TỬ SƠN, NGUYỄN THỊ CẨM, 2002 : Hiệu chỉnh giá trị độ sâu, magnitud của các trận động đất điều tra trong nhân dân (1903 - 1962), *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, T. 24, 3, 227 - 232, Hà Nội.

[11] TRẦN THỊ MỸ THÀNH, NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, HOÀNG TRỌNG PHỐ, 2004 : Bản đồ gia tốc dao động nền khu vực Việt Nam và lân cận. *Tc Các Khoa học về Trái đất*, T. 26, 1, 60 - 69, Hà Nội.

[12] CAO ĐÌNH TRIỀU, 1999 : Về một số quy luật hoạt động và khả năng dự báo khu vực phát

sinh động đất mạnh ở Việt Nam, *Tạp chí Địa chất*, loạt A, 251, 14 - 21, Hà Nội.

[13] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, 1987 : Quy luật biểu hiện của động đất mạnh trên lãnh thổ Việt Nam, *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, T. 9, 1, 14 - 20, Hà Nội.

[14] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN (chủ biên) và nnk, 1996 : Cơ sở dữ liệu cho các giải pháp giảm nhẹ hậu quả động đất ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết Đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số KT-ĐL 92-07, 3 tập, Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội.

[15] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, PHẠM ĐÌNH NGUYỄN, PHẠM QUANG HÙNG, NGUYỄN ÁNH DƯƠNG, 2003 : Thử nghiệm dự báo động đất dài hạn theo quy luật hoạt động tiên chấn. *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, T. 25, 3, 193 - 200, Hà Nội.

[16] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN (chủ biên) và nnk, 2004 : Danh mục động đất Việt Nam, Báo cáo tổng kết Đề tài độc lập cấp nhà nước : Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền ở Việt Nam, *Lưu trữ Viện Vật lý Địa cầu*, Hà Nội.

SUMMARY

The probability of strong earthquake occurrences in Vietnam territory based on the Time- Magnitude predictable model

This paper presents a separation of the 9 seismic sources in Vietnam territory: Northern East, Dong Trieu - Cam Pha, Red River, Da River - Ma River, Muong Te - Dien Bien, Ca River - Rao Nay, A Luoi - Rao Quan, Ba To - Cung Son and Thuan Hai - Minh Hai, based on the viewpoint of seismotectonic and the combination of recently interpreters of geological, geophysical and geodynamic data. The Time - Magnitude predictable model has established on the basis of relation between times and magnitudes of the main shocks in the form :

$$\log T = bM_{\min} + cM_p + a$$

The Time - Magnitude predictable model can calculated the probabilities of strong earthquake occurrences in the nine seismic sources (with magnitudes $M_s = 5.0; 5.5$ and 6.0) for the next 10, 20, 30, 40 and 50 years (from 2006 year) is presented in this paper.

Ngày nhận bài : 05-10-2006

Viện Vật lý Địa cầu - Viện KH&CN Việt Nam