

ÁP DỤNG CÁC CÔNG THỨC TÍNH DAO ĐỘNG NỀN Ở VIỆT NAM

TRẦN THỊ MỸ THÀNH

MỞ ĐẦU

Dao động nền đất do động đất mạnh gây ra ở một địa điểm là một quá trình phức tạp, phụ thuộc vào đặc điểm động lực của chấn tiêu động đất, tính chất vùng nguồn và môi trường sóng địa chấn truyền qua cũng như khoảng cách đến nguồn và điều kiện nền đất tại điểm đó. Vì vậy việc xác định chính xác gia tốc dao động nền tại một điểm là rất khó khăn, để đơn giản hóa người ta thường thiết lập mối tương quan thực nghiệm giữa gia tốc cực đại với các thông số đặc trưng của nguồn như magnitud và khoảng cách đến nguồn dựa trên các băng ghi gia tốc dao động nền đã có. Không thể kể hết những công thức thực nghiệm do các tác giả đã thiết lập cho từng lãnh thổ, từng khu vực hay cho toàn thế giới như công thức của [1-3]... Tuy nhiên ở một số quốc gia do chưa có băng gia tốc thực cũng không thể xây dựng được một công thức riêng như ở Việt Nam, cho tới ngày 19-2-2001 phòng Quan sát Địa chấn, Viện Vật lý Địa cầu mới bắt đầu ghi được những băng gia tốc đầu tiên trên lãnh thổ Việt Nam của trận động đất gần thị xã Điện Biên với magnitud $M = 5,3$. Các trạm Điện Biên, Tuần Giáo đã ghi được khoảng hơn 20 giây dư chấn, với magnitud từ 2,8 đến 5,3 độ Richter. Với tập hợp số liệu ít ỏi như vậy chưa đủ để thiết lập được một công thức tương quan mang tính thống kê riêng như trên. Cho nên, trước khi có đủ số liệu thực tế để thiết lập một công thức riêng, việc tìm công thức thích hợp để đánh giá gia tốc nền ở Việt Nam là rất cần thiết và quan trọng. Bài báo này đã tiếp cận vấn đề ấy để tìm giải pháp xác định gia tốc nền cực đại ở Việt Nam.

1. Một số phương trình tắt dần dao động nền tiêu biểu trên thế giới có thể áp dụng ở Việt Nam

Thông thường phương trình tắt dần dao động được xác định từ các giá trị PGA ghi được của các

trận động đất với magnitud khác nhau. Người ta phân chia PGA theo magnitud rồi đưa lên đồ thị đối số là khoảng cách chấn tâm. Phương trình thực nghiệm là đường cong đi qua các giá trị đã đo được (hình 1). Phần lớn các công thức này được đưa về dạng tổng quát:

$$A = BC^{bM} (D+d)^{-c}$$

trong đó A là biên độ gia tốc dao động nền cực đại tại điểm khảo sát, M là magnitud, D là khoảng cách chấn tâm, C có thể là 10 hoặc số e, B, b, c và d là các hằng số.

Dựa vào kết quả nghiên cứu trước [8] kết hợp xem xét, lựa chọn tổng quan từ những phương trình trên thế giới chúng tôi đã chọn ra một số phương trình để phân tích dựa trên hai quan điểm chính:

- Phương trình được đánh giá có tính khái quát cao, đã và đang được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới.

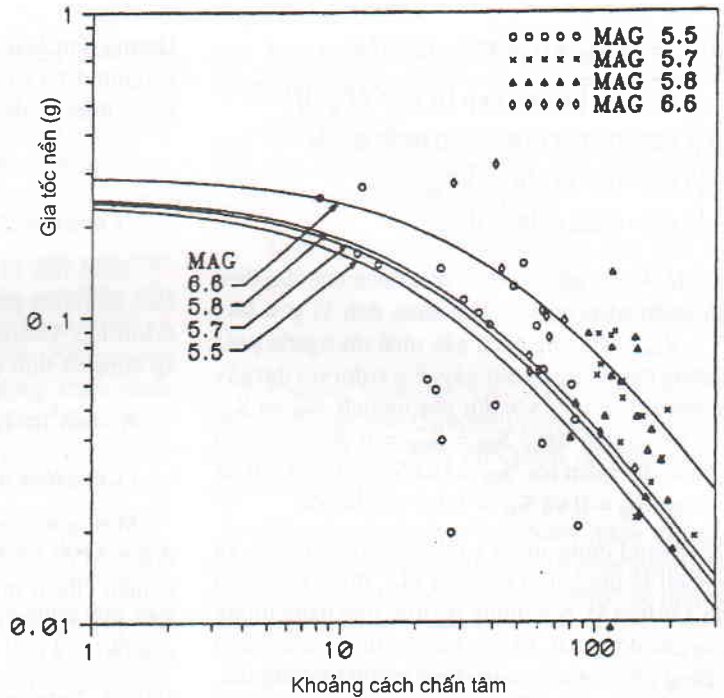
- Phương trình được thành lập ở những vùng được coi là có điều kiện địa chấn, điều kiện nền gần với Việt Nam.

- Công thức Donovan (1973) [5]

$$A(\text{cm/s}^2) = 1080 e^{0,5M} (R+25)^{-1,32} \quad (1)$$

A - gia tốc dao động nền cực đại, M - magnitud, R - khoảng cách chấn tâm tính bằng km (các ký hiệu này được dùng chung cho một số công thức sẽ trình bày phía dưới). Công thức được thành lập dựa trên số liệu của 678 băng gia tốc của các trận động đất từ 1933 tới 1971, phần lớn ở miền Tây Bắc nước Mỹ, hơn 100 băng là động đất của Nhật Bản và số ít còn lại ở vùng Papua - New Guinea. Trong đó có 214 băng ghi là của trận động đất San Fernando 1971. Các giá trị gia tốc cực đại ghi được dùng trong nghiên cứu nằm rải rác trong khoảng 10 cm/s^2 tới 300 cm/s^2 và phân bố như sau:

Hình 1. Xây dựng công thức gia tốc dao động nền từ số liệu thực tế [7]



Gia tốc cực đại (cm/s ²)	Số lượng băng
< 10	153
10 - 50	206
50 - 100	121
100 - 150	82
< 150 - 200	59
200 - 300	40
> 300	17

- Công thức C.N. Cornell, H. Banon và A. F. Shakal (1979) [4]

$$A(\text{cm/s}^2) = 0,863 e^{0,86M} (R + 25)^{-1,8} g \quad (2)$$

g - gia tốc trọng trường

Các ông đã sử dụng 70 băng ghi gia tốc 2 thành phần của động đất ở miền tây nước Mỹ, tức 140 số liệu để tính toán. Để tránh những thiên lệch kết quả với cùng một trận động đất các ông không chọn quá 7 băng ghi.

- Công thức Boore, Joyner và Fumal (1997) [2]

Tập hợp số liệu động đất dùng trong nghiên cứu này ghi được từ một số trận động đất mạnh như Loma Prieta (1989), Petrolia (1992) và động đất Landes (1992). Đây là những trận động đất nông với magnitud momen $M_w \geq 5,0$ tập trung ở miền Tây nước Mỹ do California Division of Mines,

Geology's Strong - Motion Instrumentation Program và U.S. Geological Survey's National Strong - Motion Program thu thập. Tổng số hơn 270 băng ghi trong khoảng thời gian từ năm 1940 tới 1992. Công thức được xây dựng dưới dạng tổng quát

$$\ln A(g) = b_1 + b_2 (M_w - 6) + b_3 (M_w - 6)^2 - b_5 \ln r - b_6 \ln (V_s/V_A) \quad (3)$$

trong đó $r = \sqrt{R^2 + h^2}$, h - độ sâu chấn tâm, b_1 - hệ số phụ thuộc vào cơ cấu chấn tiêu động đất, b_2, b_3, b_5, b_6, V_A - các hệ số xác định cho từng chu kỳ từ 0,0 tới 2,0 giây, V_s - vận tốc trung bình sóng ngang trong lớp vỏ (30 m), M_w - magnitud momen.

- Công thức Campbell (1997) [3]

Đây là một trong những công thức mới nhất và chi tiết nhất. Campbell đã sử dụng số liệu động đất trên toàn cầu trong khoảng từ 1933 tới 1992, với 645 băng ghi các thành phần nằm ngang, 225 là thành phần thẳng đứng của 54 trận động đất có magnitud momen $M_w \geq 5,0$. Trong đó các trận động đất đều được miêu tả rõ xảy ra ở đứt gãy loại nào (trượt bằng, thuận, nghịch...), hoặc với điều kiện nền đất như : đá, đá mềm... ; được chọn rải rác trên thế giới như : Ấn Độ, Canada, Thổ Nhĩ Kỳ, Mexico, Uzbekistan, Iran, Mỹ, Nicaragua... Công thức được xây dựng dưới dạng tổng quát :

$$\begin{aligned} \ln(A_H) = & 3,512 + 0,904M_W - 1,328\ln \times \\ & \times \sqrt{R_{seis}^2 + [0,149 \exp(0,647 M_W)]^2} + \\ & + [1,125 - 0,112\ln(R_{seis}) - 0,0957M_W]F + (4) \\ & + [0,440 - 0,171\ln(R_{seis})]S_{SR} + \\ & + [0,405 - 0,222\ln(R_{seis})]S_{HR} \end{aligned}$$

trong đó A_H - gia tốc dao động nền cực đại theo thành phần nằm ngang (tính theo đơn vị $g = 981 \text{ cm/s}^2$), R_{seis} - khoảng cách gần nhất tới nguồn phát sinh động đất, F - hệ số đứt gãy, $F = 0$ đối với đứt gãy trượt bằng, $F = 1$ đối với đứt gãy nghịch, S_{SR} và S_{HR} là các hệ số nền đất: $S_{SR} = S_{HR} = 0$ đối với trầm tích hoặc đất mềm rời, $S_{SR} = 1$ và $S_{HR} = 0$ đối với đá nửa cứng, $S_{SR} = 0$ và $S_{HR} = 1$ đối với đá gốc.

Magnitud dùng trong cả 2 công thức Boore và Campbell là magnitud momen M_W , được xem như chính xác hơn M_s bởi chúng đo trực tiếp năng lượng bức xạ của động đất. Vì vậy hai đại lượng magnitud này cũng khác nhau trong cùng một trận động đất, có khi tới 1,5 đơn vị. Tuy nhiên danh mục động đất được sử dụng trong nghiên cứu này lại chọn M_s làm chuẩn và ở Việt Nam chưa có số liệu M_W nên chúng tôi tạm xem như hai công thức trên dùng cho M_s . Động đất xảy ra trong khu vực này được xem như nằm trên đứt gãy trượt bằng, tức là $F = 0$. Riêng với công thức Campbell dùng khoảng cách gần nhất tới nguồn cũng được xem như khoảng cách chấn tâm do mô hình lớp của chúng ta là nằm ngang, giá trị $V_s = 620 \text{ cm/s}$, 320 cm/s đối với đá và đất. Kết hợp với những giả thiết như trên và chúng tôi chọn các hệ số ứng với trường hợp chu kỳ 0,0 giây thì công thức (3) sẽ là:

$$\ln(A) = -0,313 + 0,527(M_W - 6) - 0,778\ln R - 0,371\ln(363/1396) \quad (5)$$

và (4) sẽ là:

$$\begin{aligned} \ln(A_H)(g) = & -3,512 + 0,904M_W - 1,328\ln \times \\ & \times \sqrt{R^2 + [0,149 \exp(0,647 M_W)]^2} + \\ & + [0,440 - 0,171\ln(R)] \end{aligned} \quad (6)$$

- Công thức cho vùng Vân Nam - Trung Quốc (1993) [9]

Vùng Vân Nam - Trung Quốc, tiếp giáp với phần tây bắc lãnh thổ Việt Nam, có điều kiện kiến tạo, nền đất gần với ta. Công thức được xây dựng trên tập hợp số liệu của một số trận động đất xảy ra tại Mỹ, Liên Xô và Trung Quốc có magnitud trong khoảng từ 4,4 tới 7,8. Những trận động đất lớn như

Đường Sơn, Hải Thành và 43 băng ghi động đất với magnitud 4,4 của tỉnh Vân Nam cũng được sử dụng. Công thức có dạng:

$$A \text{ (cm/s}^2\text{)} = 658.3 e^{0,952M_s} (R+10)^{-2,149} \quad (7)$$

- Công thức Nhật Bản (1990) [10]

Nhật Bản là vùng có tính hoạt động động đất cao, có nhiều phương trình tắt dần dao động được thành lập. Chúng tôi chọn một công thức đã được áp dụng để tính ở một vài quốc gia khác, đó là:

$$A \text{ (cm/s}^2\text{)} = 1073 10^{0,221M} (R+30)^{-1,251} \quad (8)$$

- Công thức tính cho Việt Nam (1999) [8]

Mối tương quan giữa cấp chấn động I theo các thang MSK và MM với gia tốc nền a_{max} đã được nghiên cứu tỉ mỉ ở Liên Xô (trước đây) và ở Mỹ. Kết quả nghiên cứu được đưa vào chính các thang này (bảng 1).

Bảng 1. Tương quan giữa cấp chấn động I với gia tốc cực đại trung bình trong các thang MSK và MM

Cấp chấn động I	Thang MSK a_{max} (cm/s ²)	Thang MM $a_{max}(g)^*$
IV		0,015 - 0,02
V		0,03 - 0,04
VI	30 - 60	0,06 - 0,07
VII	61 - 120	0,10 - 0,15
VIII	121 - 240	0,25 - 0,30
IX	241 - 480	0,50 - 0,55
X		> 0,60

*g - gia tốc trọng trường

Ở Việt Nam, cấp chấn động đánh giá theo thang MSK, magnitud được dùng là M_s (chấn cấp theo sóng mặt), mối liên hệ giữa cấp chấn động I và magnitud M_s xác định trên cơ sở phân tích bản đồ đường đẳng chấn các trận động đất mạnh và cảm thấy:

$$I = 1,45M - 3,21gR + 2,8 \quad (9)$$

Sau khi nghiên cứu một số phương trình, chúng tôi thấy chấn động I thay đổi một đơn vị thì gia tốc nền cực đại a_{max} thay đổi 2 lần, các tác giả đã thiết lập mối liên hệ giữa I và a_{max} (giới hạn trên trong thang MSK) sau đó thế vào (10) chuyển sang dạng phương trình tắt dần chấn động:

$$A = 10^{(1,45M - 3,21\log R + 2,71)/3,322} \text{ (cm/s}^2\text{)} \quad (10)$$

trong đó M - magnitud, R - khoảng cách chấn tiêu tới điểm quan sát (đo bằng km).

2. So sánh các phương trình tắt dần dao động nền với nhau

Trong thang cường độ động đất MSK người ta đưa vào khoảng biến thiên trong phạm vi một cấp của gia tốc cực đại trung bình. Theo bảng 1, với cùng một cấp độ mạnh I chúng ta có hai giá trị giới hạn gia tốc cực tiểu và cực đại, tức là với một trận động đất cấp I nào đó sẽ gây ra gia tốc dao động nền có giá trị nằm trong khoảng giữa gia tốc cực tiểu và cực đại đã cho. Như vậy phương trình sẽ có gia tốc nền tính theo nó ở các cấp chấn động khác nhau luôn luôn nằm trong giới hạn cho phép. Việc phân tích được tiến hành bằng cách tính gia tốc theo các phương trình đã nêu ở trên trong các trường hợp động đất có magnitud $M = 5,0, 5,5, 6,0, 6,5, 7,0$ độ Richter. Hình 2a-e biểu diễn sự thay đổi của gia tốc theo khoảng cách chấn tâm ở mỗi mức magnitud tương ứng. Để tiện so sánh chúng tôi cũng đưa vào các giá trị gia tốc cực đại và cực tiểu theo thang MSK như đã ghi ở bảng 1, sử dụng phương trình tắt dần toàn cầu :

$$I = 1.5M - 3.5\lg R + 3.0$$

Trong mọi trường hợp đều thấy sự phân tán lớn của các đường cong. Giá trị gia tốc nền tính theo các công thức khác nhau ở mọi khoảng cách chênh lệch nhau trong khoảng trên dưới 3 lần, đặc biệt theo công thức ở Vân Nam gia tốc nền suy giảm rất nhanh và từ khoảng cách lớn hơn 50 km, giá trị gia tốc nền tính được thấp hơn rất nhiều so với các công thức khác. Nguyên nhân của sự khác nhau chính là do tính đa dạng của gia tốc dao động nền. Gia tốc dao động nền phụ thuộc rất lớn vào đặc trưng năng lượng (magnitud) của động đất, vào cơ cấu chấn tiêu, vào thành phần phổ và hướng bức xạ năng lượng, vào môi trường truyền sóng địa chấn, vào điều kiện nền ở điểm quan sát, vào mức độ tán xạ năng lượng động đất cho các quá trình không đàn hồi... Vì vậy mà gia tốc nền cực đại ghi được ở cùng khoảng cách chấn tâm trong những trận động đất có cùng magnitud, thậm chí trong cùng một trận động đất, thì khác nhau rất nhiều. So sánh các giá trị gia tốc tính toán theo các công thức trên với giới hạn gia tốc theo thang MSK chúng tôi có một số nhận xét sau :

- Phương trình Donovan luôn cho giá trị gia tốc cực đại cao hơn cả giới hạn trên của thang MSK.

- Phương trình Cornell cho giá trị gia tốc nền tương đối là phù hợp với giá trị trong thang MSK. Giá trị gia tốc lý thuyết nằm trong khoảng gia tốc

giới hạn, gần với cận trên, ở tất cả các mức magnitud xem xét.

- Công thức Boore khi thì cho những giá trị cao hơn, khi cho những giá trị nhỏ hơn, hầu hết nằm ở ngoài khoảng giới hạn cho phép.

- Công thức Campbell chỉ cho kết quả tốt ở những khoảng cách gần, với những điểm khảo sát ở xa hơn 50 km gia tốc lý thuyết giảm nhanh, gần với đường cực tiểu.

- Phương trình của Vân Nam cũng giống như đường tắt dần của Campbell cho kết quả gia tốc lý thuyết nhỏ hơn giá trị cho phép ở những khoảng cách xa nguồn.

- Phương trình cho Việt Nam được thành lập dựa trên công thức tính cường độ chấn động I, nên luôn luôn cho những giá trị thích hợp với mọi mức magnitud.

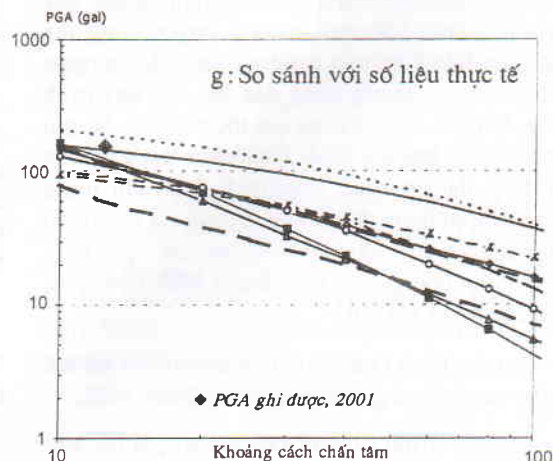
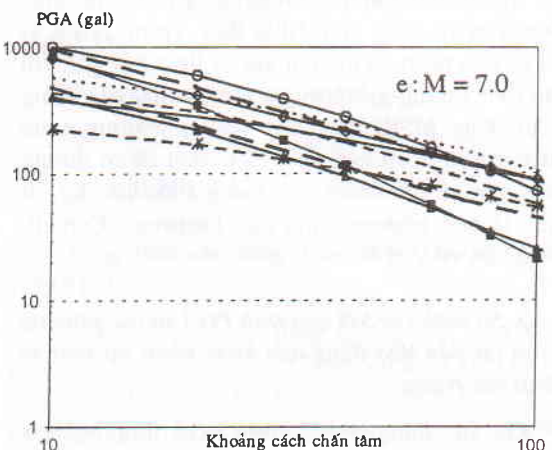
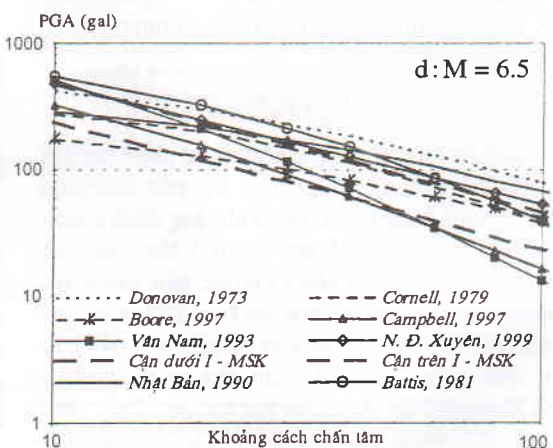
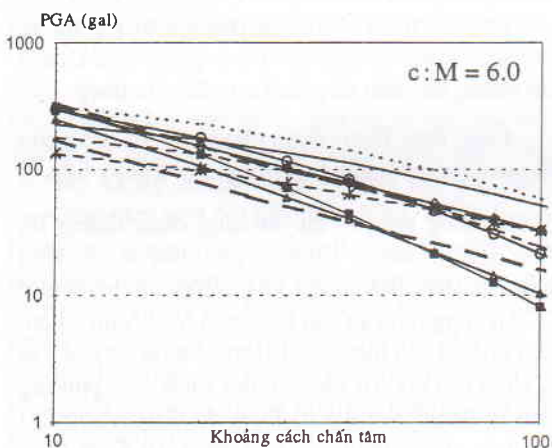
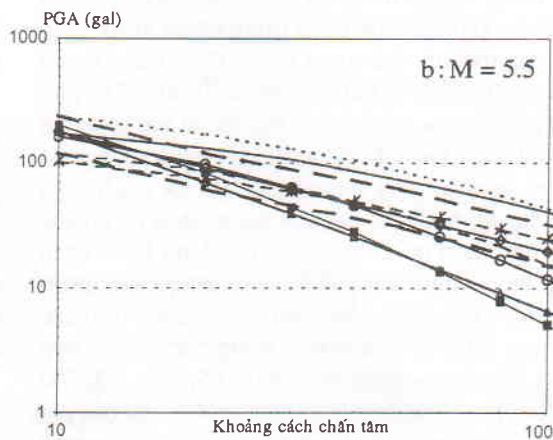
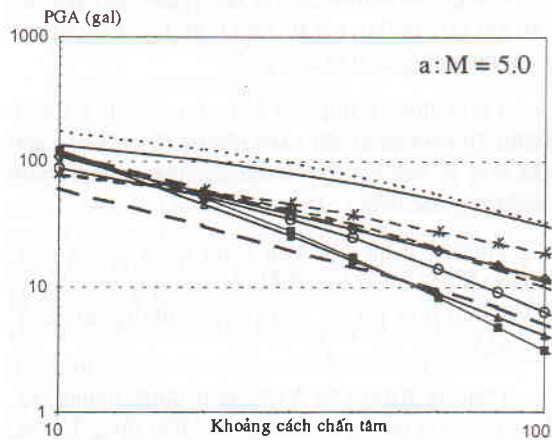
- Phương trình Nhật Bản cho giá trị gia tốc lý thuyết cao, tuy không cao bằng công thức Donovan nhưng cao hơn cả giá trị cực đại cho phép.

- Công thức Battis dùng cho châu Âu cũng cho kết quả tương đối phù hợp trong mọi trường hợp.

Các công thức lý thuyết cũng được chúng tôi kiểm nghiệm thêm bằng số liệu thực tế của trận động đất Điện Biên ngày 19-02-2001 với magnitud 5,3 (tại vùng núi cao gần biên giới Việt Nam - Lào, cách thị xã Điện Biên hơn 10 km về phía tây) và các dư chấn của nó. Từ hình vẽ đối sánh các phương trình lý thuyết với giá trị PGA đo được (hình 2g) cho thấy giá trị PGA của trận động đất Điện Biên ngày 19-02-2001 với magnitud 5,3 là 153 cm/s^2 , giá trị này rất gần với đường cong của công thức Donovan và công thức Nhật Bản. Trong phạm vi sai số cho phép có thể nói giá trị thực này gần với cận trên, dường giới hạn gia tốc cực đại của thang chấn động MSK. Như vậy những phương trình được coi là thích hợp cho Việt Nam sẽ có đường cong gần kề với đường giới hạn gia tốc cực đại, cụ thể là bốn phương trình của Donovan, Cornell, Nhật Bản và Việt Nam.

3. So sánh các kết quả tính PGA từ các phương trình tắt dần dao động nền khác nhau tại một số điểm đặc trưng

Khi xây dựng đường cong PGA thực nghiệm các tác giả đều có đưa vào giá trị sai số nào đó cho phép tính gần đúng của mình. Sai số này góp phần



Hình 2. So sánh các công thức dao động nền khác nhau

đáng kể vào giá trị gia tốc cực đại sẽ được tính sau này. Mặt khác, các đường cong được chọn cho Việt Nam mới chỉ dựa vào khoảng giới hạn cho phép của gia tốc theo thang cấp độ mạnh động đất MSK trên toàn cầu, chưa đánh giá được phương trình có phù hợp với điều kiện "khí hậu" địa chấn Việt Nam hay không. Để giải quyết vấn đề này chúng tôi tính gia tốc dao động nền với các chu kỳ 72, 190, 475, 950, 1425, 1900, 2500, 3500, 4500 và 5000 năm, theo các phương trình tắt dần dao động khác nhau, cho một số điểm đặc trưng. Các điểm đặc trưng này được chọn rải rác khắp nơi trên lãnh thổ Việt Nam, chúng nằm trên những vùng có độ hoạt động địa chấn khác nhau. Có thể coi đây là những điểm đại diện cho chế độ địa chấn khu vực. Ví dụ như vùng có độ hoạt động động đất cao Tây Bắc có hai điểm Sơn La và Điện Biên, phía đông bắc có điểm Cao Bằng. Thanh Hóa, Vinh là những điểm đại diện cho khu vực miền Trung. Huế, thành phố Hồ Chí Minh ở những nơi chế độ địa chấn không cao... Áp dụng phần mềm EQRISK [6], chúng tôi lần lượt tính PGA, tại mỗi điểm theo các công thức đã chọn ở bên trên. Ngoài ra chúng tôi tính thêm với công thức Campbell (6), công thức mới với độ chi tiết cao và được nhiều nơi sử dụng, và công thức cho Van Nam (7), vùng rất gần với Việt Nam. Phương trình tắt dần dao động đối với chấn động I cho Việt Nam cũng được tính thêm để tiện so sánh. Tổng cộng tất cả là tính theo 6 công thức đối với gia tốc dao động nền và 1 công thức cho cường độ chấn động I. Cũng phải nói thêm, phương trình trường chấn động I của Việt Nam được xây dựng bằng thực nghiệm, từ số liệu động đất riêng phần Miền Bắc nước ta mà chủ yếu là vùng Tây Bắc và phần sai số cũng chưa được đánh giá chi tiết nên khi áp dụng công thức này chúng tôi nhận thấy giá trị thu được theo công thức có nhỏ hơn trên thực tế. Ví dụ như tại các điểm Điện Biên, Lai Châu là những nơi đã xảy ra động đất mạnh, chấn động trong vùng tới cấp VIII - IX, nhưng khi tính toán chỉ mới đạt tới cấp VIII và lớn hơn không nhiều. Chính vì vậy khi so sánh chúng tôi chọn những giá trị lớn hơn giá trị I thu được. Riêng công thức tính PGA cho Việt Nam, chúng tôi tạm thời đưa thêm sai số là 0,5 (giá trị sai số thường gặp), do khi xây dựng công thức tác giả cũng không đưa ra phân đánh giá sai số.

Ngoài ra đường cong được chọn cũng phải phù hợp với quy luật biến đổi giá trị PGA theo thời gian. Tức là tại mọi điểm giá trị PGA sẽ tăng nhanh ở những chu kỳ quan sát ngắn (hàng chục,

hàng trăm năm), sau đó sẽ tăng chậm lại và cuối cùng tiến gần tới giá trị tiệm cận ở chu kỳ quan sát dài hơn (nghìn, vạn năm). Như vậy tại mỗi điểm khảo sát đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của PGA đã tính được vào các chu kỳ phải là đường cong có dạng hàm mũ và có tiệm cận. Từ các kết quả tính toán PGA theo các phương trình và chu kỳ khác nhau, được trình bày ở hình 3a-k, chúng tôi có một số nhận xét sau :

- Các công thức tính của Campbell, Nhật Bản và Van Nam cho giá trị PGA quá thấp so với thực tế ví dụ như ở chu kỳ quan sát 5.000 năm tại điểm khảo sát Lai Châu gia tốc dao động nền tính được là 156 cm/s^2 (theo Campbell), 162 cm/s^2 (theo Nhật Bản) và 142 cm/s^2 (theo Van Nam). Trong khi đó cấp độ mạnh tính được là gần cấp VIII, tương đương với gia tốc dao động nền cỡ 240 cm/s^2 và lớn hơn (theo bảng 1), xấp xỉ gấp hai lần các giá trị trên.

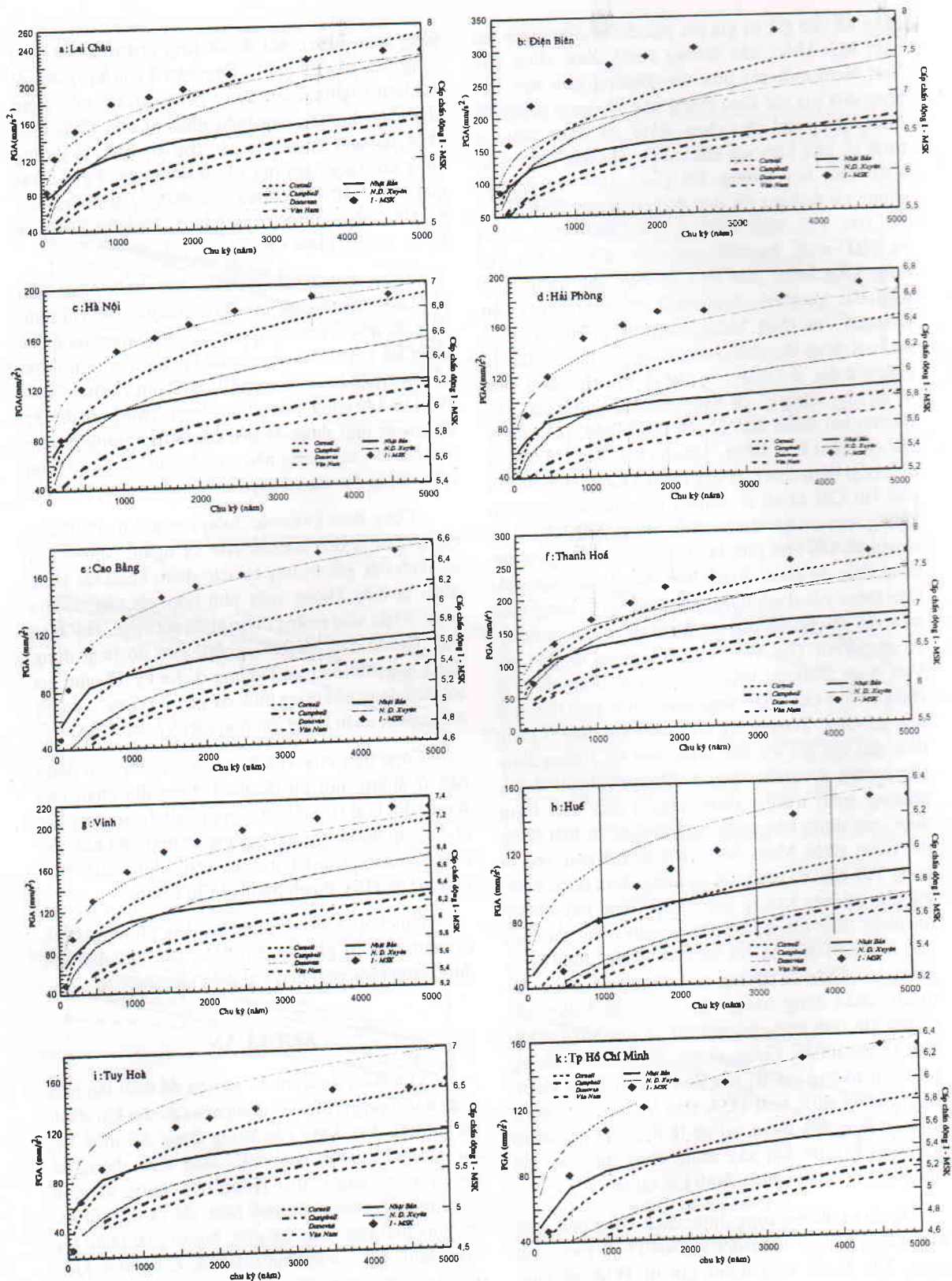
- Công thức Donovan luôn cho giá trị PGA cao nhất, nhất là đối với các chu kỳ ngắn. Nhưng khi so sánh các giá trị này tại các điểm khảo sát khác nhau ta thấy không mấy phù hợp với chế độ địa chấn. Ví dụ như những điểm khảo sát Huế, Tuy Hòa hay Tp Hồ Chí Minh là những nơi độ hoạt động động đất yếu (hình 3k) nhưng ở chu kỳ 72 năm gia tốc dao động nền trung bình đã gần 70 cm/s^2 , tương đương với chấn động lớn hơn cấp VI ($M > 4,5$).

- Công thức của Việt Nam cho gia tốc dao động nền ở những nơi có độ hoạt động địa chấn cao tương đối hợp lý, song ở vùng có độ hoạt động địa chấn thấp thì lại cho những giá trị nhỏ, đôi khi còn nhỏ hơn cả kết quả tính theo công thức Nhật Bản như ở Tuy Hòa, thành phố Hồ Chí Minh...

- Phù hợp hơn cả phải kể đến phương trình Cornell. Giá trị gia tốc dao động nền cực đại tính được luôn luôn phù hợp với điều kiện thực tế.

KẾT LUẬN

Ở Việt Nam do chưa đủ số liệu để thiết lập một công thức tính gia tốc dao động nền cực đại khi đánh giá gia tốc dao động nền trong động đất thiết kế, các tác giả thường chọn các công thức thống kê theo ý riêng của mình. Trong bài chúng tôi giới thiệu một số công thức phổ biến, đã và đang được áp dụng phổ biến trên thế giới. Ngoài giải pháp lấy trung bình các giá trị tính theo các công thức khái quát cao các quan sát toàn cầu, từ các phân tích chúng tôi thấy công thức Cornell có thể dùng tính



Hình 3. Gia tốc dao động nền cực đại tại các điểm đặc trưng

ĐNHĐC chung cho lãnh thổ Việt Nam. Riêng với vùng Tây Bắc công thức Campbell cho kết quả tốt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. BATTIS, 1991 : Regional modification of acceleration attenuation functions, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, 4, 1309-1321.
- [2] M.D. BOORE, B.W. JOYNER and E.T. FUMAL, 1997 : Equations for estimating horizontal response spectra and peak acceleration from Western North American earthquakes : A summary of recent work, *Seism. Res. Lett.*, 68, 1, 128-153.
- [3] W.K. CAMPBELL, 1997 : Empirical near-source attenuation relations for horizontal and vertical components of peak ground acceleration, peak ground velocity, and Pseudo-absolute acceleration response spectra, *Seism. Res. Lett.*, 68, 1, 154-179.
- [4] A.C. CORNELL, B. HOOSHANG and S. ANTHONY, 1979 : Seismic Motion and Response Prediction Alternatives. *Earth. Eng. Struct. Dyn.*, 57, 7, 295-315.
- [5] N.C. DONOVAN, 1973 : A statistical evaluation of strong motion data, including the February 9, 1971 San Fernando", *Proc. World Conf. Earthquake Eng. 5th*, 63, 1252-1261.
- [6] R.K. MCGUIRE, 1976 : *EQRISK - Evaluation of earthquake risk to site*. Open-file Report 76-67.

United States Department of the Interior Geological Survey.

[7] L.M. SHARMA, 1998 : Attenuation relationship for estimation of peak ground horizontal acceleration using data from strong-motion arrays in India, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 88, 4, 1063-1069.

[8] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, TRẦN THỊ MỸ THÀNH, 1999 : Tìm một công thức tính gia tốc dao động nền trong động đất mạnh ở Việt Nam, *Tạp chí CKHVTD*, 21, 3, 207-213.

[9] Cục Địa chấn Văn Nam, 1993 : *Động đất Lang Cang - Gengma Văn Nam 1988*. Đại học Văn Nam xuất bản. 2.

[10] Ministry of Construction, 1990 : *Public Works Research Institute*. Japan. 95. 102.

SUMMARY

Apply the PGA attenuation equations for the territory of Vietnam

Up to now, in the territory of Vietnam there isn't enough number of events to obtain an attenuation equation of its own, hence it is substantial to choose an attenuation which can be appropriately applied. A good number of attenuation models have been proposed until present. According to the seismicity of Vietnam the Cornell et al's attenuation is possible applied for whole Vietnam, the Campbell's attenuation is possible applied for high seismicity area such as Tay Bac.

Ngày nhận bài : 4-3-2002

Viện Vật lý Địa cầu