

# ĐÁNH GIÁ ĐỘ NGUY HIỂM ĐỘNG ĐẤT KHU VỰC THÀNH PHỐ HÀ NỘI VÀ LÂN CẬN TRÊN CƠ SỞ THUẬT TOÁN TẮT ĐỊNH MỚI

THÁI ANH TUẤN, LÊ VĂN DŨNG, MAI XUÂN BÁCH

Email: tuan160680@yahoo.com

Viện Vật lý Địa cầu - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

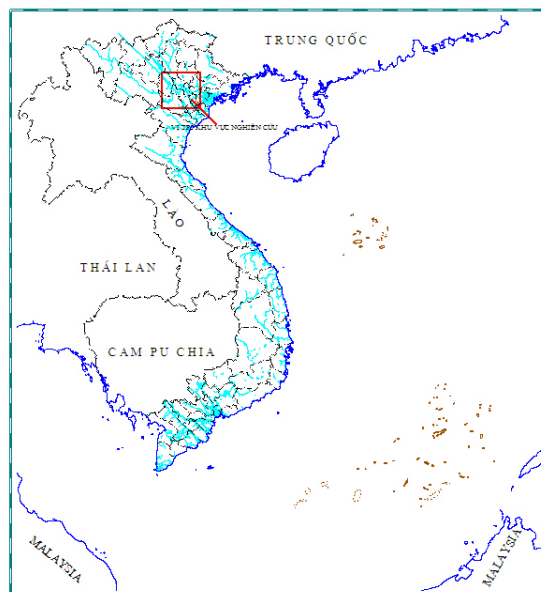
Ngày nhận bài: 31-3-2011

## 1. Mở đầu

Độ nguy hiểm động đất khu vực Hà Nội và lân cận đã được các nhà địa chấn Việt Nam như: Lê Tử Sơn [11, 12]; đề tài độc lập cấp Nhà nước của Nguyễn Đình Xuyên [14], Nguyễn Hồng Phương [3, 4]... nghiên cứu khá nhiều, song chủ yếu dựa trên cơ sở bài toán thống kê động đất. Phương pháp này được ứng dụng khá rộng rãi khi mà mạng lưới các đài trạm quan sát động đất phát triển mạnh mẽ. Nhưng hạn chế của phương pháp này là khoảng thời gian chuỗi số liệu không đầy đủ, nếu những vùng có ít số liệu về động đất thì rất khó để đưa ra những kết quả đáng tin cậy.

Để khắc phục những hạn chế về hiệu quả của bài toán thống kê, chúng tôi đã thử nghiệm áp dụng phương pháp tắt định mới nhằm đánh giá nguy hiểm động đất ở khu vực Hà Nội và lân cận (hình 1). Phương pháp này chú tâm đến một số vấn đề chủ yếu đã bị bỏ qua trong phân tích độ nguy hiểm động đất theo phương pháp xác suất, cụ thể là tính chất của lớp vỏ Trái Đất ảnh hưởng đến sự tắt dần như thế nào. Bắt đầu từ những thông tin có sẵn về cấu trúc vỏ Trái Đất, vùng nguồn và mức độ sinh chấn của khu vực điều tra, có thể ước tính gia tốc nền cực đại ( $A_{max}$ ), vận tốc nền cực đại ( $V_{max}$ ), và dịch chuyển nền cực đại ( $D_{max}$ ). Ưu điểm của phương pháp tắt định mới là có thể tính toán độ nguy hiểm động đất ở những vùng thiếu thông tin về động đất. Các kết quả nghiên cứu này cho thấy bài toán tắt định mới phần nào đã khắc phục được sự thiếu hụt và đặc điểm không liên tục của số liệu động đất ở nước ta. Đây là một phần kết quả của nhiệm vụ hợp tác Khoa học và Công nghệ giữa

Việt Nam và Italia. Tài liệu động đất sử dụng là: danh mục động đất của Viện Vật lý Địa cầu, kết hợp danh mục động đất phụ trội của ISC+NOAA+NEIC đến hết năm 2009 và số liệu động đất lịch sử [5].



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

## 2. Phương pháp tắt định mới trong đánh giá độ nguy hiểm động đất

Phương pháp tắt định bắt đầu được áp dụng trên thế giới từ đầu thế kỷ XX. Những nghiên cứu đầu tiên theo cách tiếp cận này thường dựa trên việc đối sánh các số liệu quan sát thực tế về những thiệt hại do động đất gây ra với phân bố không gian và các đặc trưng địa vật lý của các cấu trúc địa chất nằm bên dưới khu vực bị thiệt hại. Trong phương

pháp này, các thông số rung động nền được xác định chủ yếu bằng các công thức thực nghiệm.

Bắt đầu từ những năm 70 của thế kỷ XX nhiều nước trên thế giới đã áp dụng phương pháp xác suất trong nghiên cứu độ nguy hiểm động đất. Do tính mềm dẻo của phương pháp xác suất nên vào thời điểm này, phương pháp này đã chiếm ưu thế trước phương pháp tất định trên phạm vi toàn cầu.

Vào những năm 90 của thế kỷ XX và những năm đầu thế kỷ XXI với những tiến bộ về khoa học và công nghệ, phương pháp tất định được cập nhật và nâng cấp với sự hỗ trợ của các công cụ tính toán và hiện thị tiên tiến đã trở nên khác hẳn so với phương pháp tất định áp dụng nửa đầu thế kỷ XX và vì thế được gọi là phương pháp tất định mới (neodeterministic method). Phương pháp tất định mới được phát triển bởi Costa (1992, 1993) và sau đó được áp dụng rộng rãi bởi Orozova-Stanishkova (1996), Alvarez (1999), Aoudia (2000), Bus (2000), Markusic (2000), Radulian và nnk (2000); Zivcic và nnk (2000) đại diện cho một trong những cách tiếp cận mới và tiên tiến nhất.

Quy trình đánh giá độ nguy hiểm động đất của phương pháp tất định mới bao gồm những bước thực hiện cơ bản sau:

Bước 1: Xác định vùng nguồn phát sinh động đất và giá trị cực đại động đất xảy ra tại mỗi vùng nguồn;

Bước 2: Xác định các đới cấu trúc và các thông số về mật độ cũng như vận tốc sóng địa chấn tại các lớp của mỗi vùng;

Bước 3: Xác định quy luật tắt dần chấn động;

Bước 4: Tính toán độ nguy hiểm động đất.

Sơ đồ của phương pháp tất định mới được thể hiện trên hình 2.

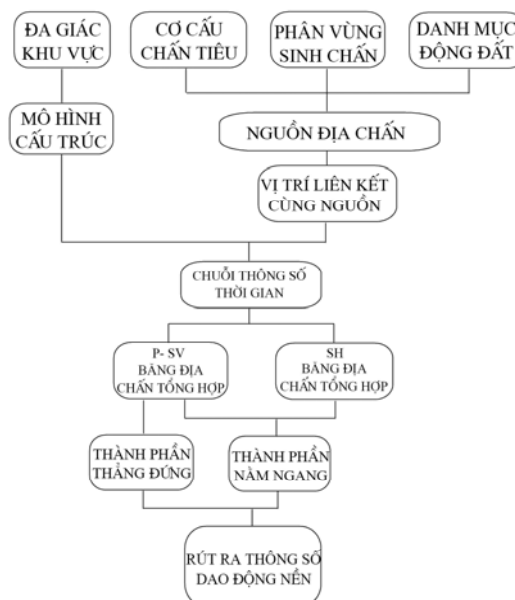
### 2.1. Phương pháp tất định trong phân chia vùng nguồn

Bắt đầu từ những thông tin có sẵn về địa chấn kiến tạo, địa động lực (các đứt gãy hoạt động hay các vùng có độ hoạt động động đất tích cực), vùng nguồn được xác định như sau:

- Xác lập các hệ thống đứt gãy khu vực nghiên cứu trên cơ sở tổ hợp tài liệu địa chất, địa vật lý và các kết quả nghiên cứu về đặc trưng cấu trúc vỏ Trái Đất.

- Xác lập các đứt gãy hoạt động trên cơ sở biểu hiện hoạt động theo tài liệu địa chất, địa vật lý.

- Xác định nguồn phát sinh động đất trên cơ sở biểu hiện hoạt động động đất gắn liền với các đứt gãy hoạt động.



Hình 2. Sơ đồ của phương pháp tất định để đánh giá nguy hiểm động đất

- Các nguồn phát sinh động đất có đặc trưng chung nhất về cơ cấu chấn tiêu, đặc điểm cấu trúc, kiến trúc địa động lực, đặc điểm biến dạng được gộp lại thành một vùng nguồn. Ranh giới của vùng nguồn là đường biên trùng với giải có độ hoạt động địa chấn thấp nhất. Các vùng nguồn phải phủ kín khu vực nghiên cứu và các ranh giới của các vùng nguồn không được chồng lên nhau.

- Mỗi vùng nguồn được gán cho một trận động đất có độ lớn  $M$  xác định. Các trận động đất này thường được chọn là các trận động đất có độ tin cậy lớn nhất hay còn gọi là động đất đặc trưng.

### 2.2. Xác định các đới cấu trúc chính trong khu vực nghiên cứu

Từ những thông tin về cấu trúc vỏ Trái Đất, bản đồ địa chất cũng như bản đồ ranh giới các mặt cơ bản cho phép chúng ta xác định được các đới cấu trúc với các thông số về mật độ cũng như vận tốc truyền sóng tại các lớp của mỗi đới cấu trúc. Các đới cấu trúc cũng phải phủ kín khu vực nghiên cứu và ranh giới của các đới không được chồng lên nhau.

### 2.3. Xác định quy luật tắt dần chấn động

Quá trình này được thực hiện nhờ áp dụng các quy luật tắt dần chấn động theo khoảng cách, được

rút ra từ những kết quả thực nghiệm. Kết quả nhận được là giá trị của các tham số rung động nền tại mỗi điểm tính, được xác định như hàm magnitude động đất cực đại M và khoảng cách R từ nguồn đến điểm tính.

#### 2.4. Tính toán độ nguy hiểm động đất

Bao gồm việc tính toán độ nguy hiểm động đất tại một điểm. Trong trường hợp đánh giá cho một vùng thì các bản đồ rung động động đất như về dịch chuyển nền cực đại (Dmax), vận tốc nền cực đại (Vmax) hay gia tốc nền cực đại (Amax) được tính toán.

### 3. Xác định các thông số đầu vào phục vụ tính toán độ nguy hiểm động đất khu vực Hà Nội và lân cận

#### 3.1. Hoạt động động đất khu vực Hà Nội và lân cận

Danh mục động đất đầy đủ lãnh thổ Việt Nam và kế cận đến hết năm 2009 đã được thiết lập trên cơ sở tổng hợp các nguồn số liệu: 1/ Danh mục động đất của Viện Vật lý Địa cầu; 2/ Danh mục động đất bổ sung, cập nhật từ công bố của ISC; 3/ Danh mục động đất bổ sung, cập nhật từ công bố của NOAA; và 4/ Danh mục động đất bổ sung, cập nhật từ công bố của NEIC [3].

Trên cơ sở danh mục động đất lãnh thổ Việt Nam và lân cận, chúng tôi lựa chọn và thành lập danh mục động đất cho khu vực Hà Nội và lân cận

trong giới hạn tọa độ: 20° 30' đến 21°40' độ vĩ Bắc và từ 105°00' đến 106°20' độ kinh Đông. Từ danh mục động đất khu vực nghiên cứu cho thấy khu vực này đã xảy ra 53 trận động đất, trong đó có 4 trận động đất lịch sử (trước 1900) và 49 trận động đất sau năm 1900. Trong 49 trận động đất xảy ra sau 1900 có 6 trận động đất với  $M \geq 5,0$  với độ sâu chấn tiêu nằm trong khoảng từ 17 đến 33km. Nhìn chung động đất khu vực Hà Nội và lân cận có Magnitude cực đại nằm trong khoảng 5-5,6 độ Richter.

#### 3.2. Đứt gãy hoạt động khu vực Hà Nội và lân cận

Quá trình phân tích đứt gãy hoạt động được tiến hành theo hai bước:

Trước hết chúng ta xác lập đới đứt gãy khu vực nghiên cứu trên cơ sở kết quả phân tích tài liệu địa chất, địa vật lý và ảnh vệ tinh. Việc phân loại đứt gãy là dựa trên cơ sở luận thuyết kiến tạo mảng cũng như tính chất, vai trò của chúng trong quá trình tách giãn, hút chìm, va mảng và chuyển dạng tương đối của các mảng, sự phân cắt, dịch chuyển các khối kiến tạo trong nội mảng thạch quyển. Nguyên tắc phân loại đứt gãy hoạt động đã được trình bày trong [6].

Kết quả phân tích được trình bày trong *bảng 1*. Bước đầu đánh giá đặc trưng hoạt động của đứt gãy khu vực nghiên cứu cho phép rút ra một số nhận định sau:

**Bảng 1. Biểu hiện hoạt động của các đới đứt gãy khu vực Hà Nội và lân cận theo Cao Đình Triều (2003)**

		Biểu hiện hoạt động									
STT	Tên đới đứt gãy	Địa hình DH1	Ảnh vệ tinh DH2	Địa mạo DH3	Động đất (Ms)	KS thung lũng DH5	Núi lửa DH6	Nước nóng DH7	Sạt lở DH8	CĐ hiện đại DH9	Mức độ hoạt động
											Rất rõ: +++ Rõ: ++ Có BH: + Không BH: -
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	Sông Lô	++	++	++	5,9	++	-	++			+++
2	Vĩnh Ninh	+	+	+	5,2	++	-	-			+++
3	Sông Chảy	++	++	++	5,3	++	-	++			+++
4	Sông Hồng	++	++	++	5,0	++	-	++	+	+	+++
5	Lào Cai - Ninh Bình	++	++	++	4,8	+	-	+			++

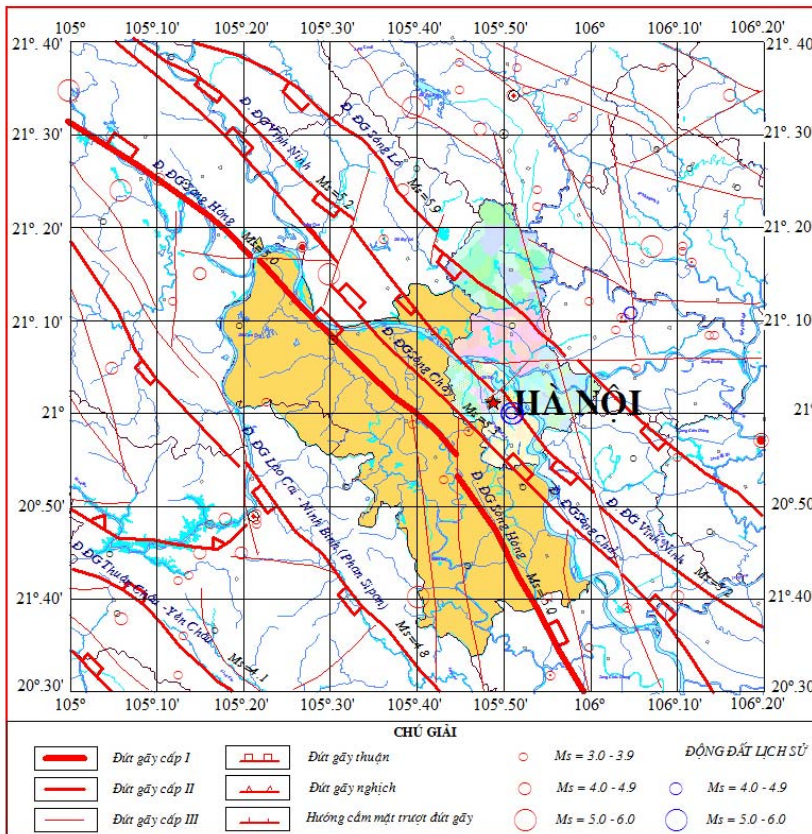
Chú thích: Cột 1: Số thứ tự của đứt gãy theo thống kê của bảng; Cột 2: Tên đứt gãy; Từ cột 3 đến cột 12 là các tiêu chí nhận dạng đứt gãy hoạt động.

(i) Các đới đứt gãy được thống kê trong *bảng 1* là những đứt gãy có biểu hiện hoạt động trong Kainozoi muộn. Các đứt gãy trong khu vực nghiên cứu có dấu hiệu hoạt động tích cực, có phương tây bắc - đông nam và chủ yếu có tính chất trượt bằng phải;

(ii) Đới đứt gãy biểu hiện hoạt động rõ nét trên

khu vực nghiên cứu bao gồm: Sông Lô, Vĩnh Ninh, Sông Chày, Sông Hồng, Lào Cai - Ninh Bình, chúng đồng thời là các đới đứt gãy phát sinh động đất chính của khu vực nghiên cứu.

Trên cơ sở danh mục động đất và biểu hiện đứt gãy, cho phép chúng tôi thành lập bản đồ địa chấn kiến tạo khu vực Hà Nội và lân cận (*hình 3*).



← Hình 3. Bản đồ địa chấn kiến tạo khu vực Hà Nội và lân cận tỷ lệ 1: 250.000

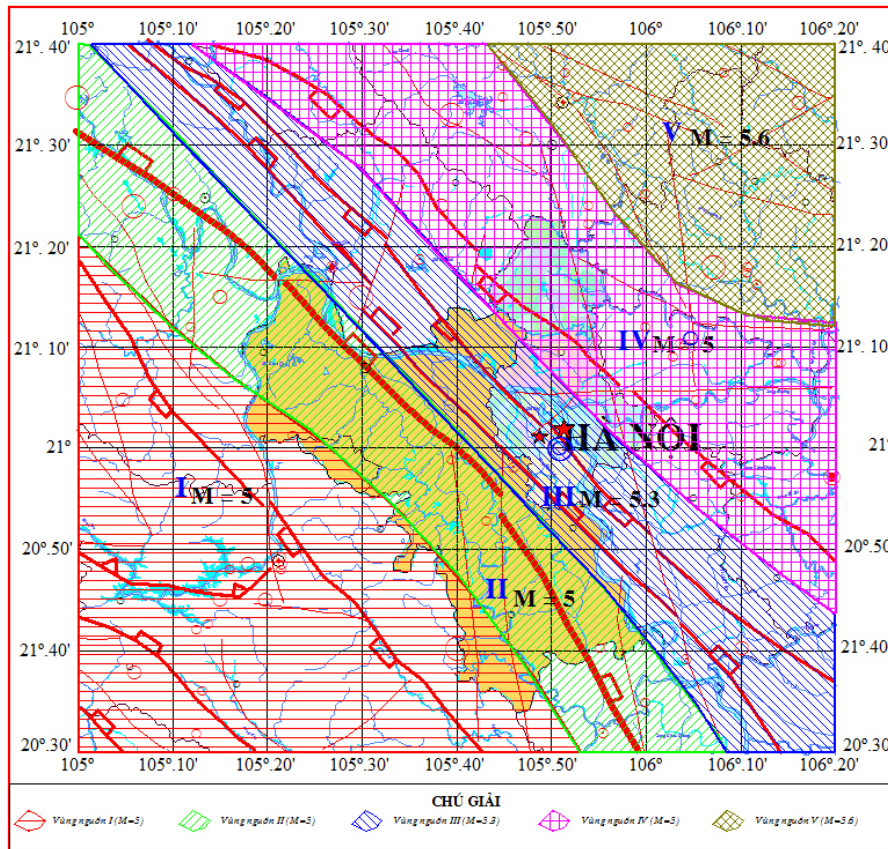
### 3.3. Xác định vùng nguồn phát sinh động đất

Dựa vào bản đồ địa chấn kiến tạo cũng như nguyên tắc phân chia vùng nguồn trong thuật toán tất định mới đã nêu ở trên [6-8], chúng tôi phân chia khu vực Hà Nội và lân cận thành 5 vùng nguồn phát sinh động đất (*hình 4*) với các thông số như trên *bảng 2*. Vùng nguồn I chúng tôi gán giá trị động đất  $M = 5$  xảy ra năm 1934 tại Hoà Bình; vùng nguồn II lấy trận động đất  $M = 5$  xảy ra năm 1975 tại Yên Lập; vùng nguồn III lấy trận động đất  $M = 5,3$  xảy ra ở Vĩnh Phúc năm 1958; vùng nguồn IV lấy trận động đất  $M = 5$  xảy ra ở Đại Từ, Thái Nguyên năm 1967; vùng nguồn V lấy trận

động đất  $M = 5,6$  xảy ra ở Tân Yên, Bắc Giang năm 1961.

**Bảng 2. Các vùng nguồn phát sinh động đất khu vực Hà Nội và lân cận**

STT	Ký hiệu	Mmax
1	I	5
2	II	5
3	III	5,3
4	IV	5
5	V	5,6



Hình 4. Sơ đồ phân bố các vùng nguồn phát sinh động đất khu vực nghiên cứu

### 3.4. Các đới cấu trúc chính khu vực Hà Nội và lân cận

Thông qua đặc điểm về cường độ, cấu trúc trường trọng lực và từ hàng không cũng như tài liệu địa chất, chúng tôi đã phân chia khu vực Hà Nội và lân cận thành ba đới cấu trúc chính được phân cách bởi đứt gãy Sông Hồng và đứt gãy Sông Lô (hình 5) [5]:

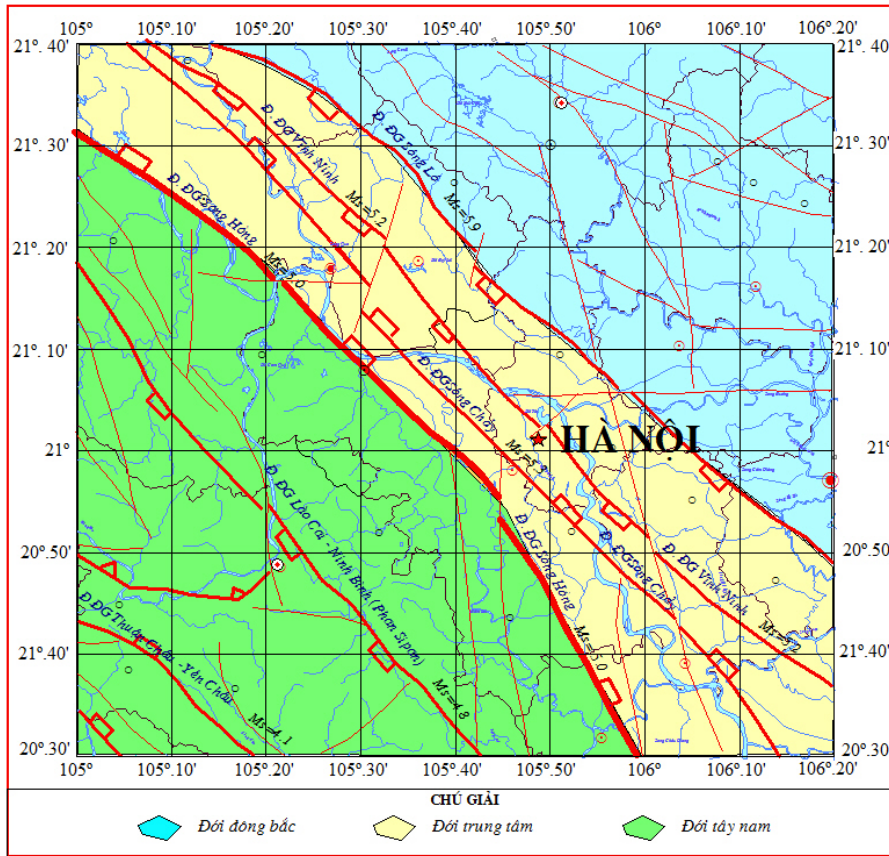
- Đới nâng tương đối Đông Bắc: độ sâu mặt Moho thay đổi từ 24km ở phía tây nam tới 28km ở phía đông bắc và phía tây bắc chìm xuống tới độ sâu 30-32km. Độ sâu mặt móng kết tinh ở đây dao động từ 3km ở phía đông bắc tới 5,5km ở phía tây nam.

- Đới sụt lún Trung Tâm: độ sâu bề mặt Moho thay đổi từ <20km ở phần trung tâm và sâu dần ở hai rìa đông bắc và tây nam tới 24km. Ở phía tây bắc, bề mặt Moho chìm sâu tới 30-32km. Mặt

móng kết tinh có độ sâu thay đổi từ 3km đến 9km tạo thành một máng lõm kéo dài theo phương tây bắc - đông nam - phương cấu trúc chủ đạo của khu vực nghiên cứu.

- Đới nâng tương đối Tây Nam: phía đông nam độ sâu mặt Moho thay đổi không lớn (24-26km), nhưng ở phía tây nam độ sâu có thể đạt tới 32km. Mặt móng kết tinh trong đới này dao động khá phức tạp từ lộ trên mặt đến độ sâu khoảng 4 km. Phần đông nam, bề mặt móng kết tinh bị chìm xuống tạo thành máng lõm kéo dài theo phương tây bắc - đông nam.

- Các thông số về mật độ và vận tốc truyền sóng trong mỗi lớp của từng đới cấu trúc được chúng tôi tham khảo từ các công trình đã công bố trước đây của Cao Đình Triều [4], Trần Văn Thắng [5]; Lê Từ Sơn [12, 13] về đới cấu trúc trung Hà Nội. Các thông số được thể hiện ở bảng 3.



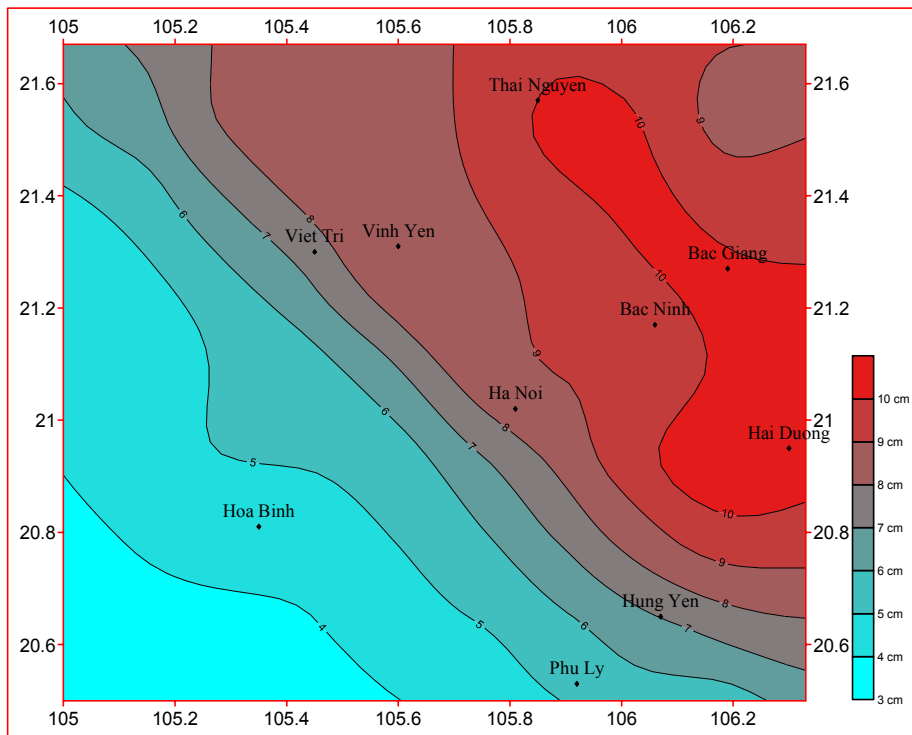
Hình 5. Sơ đồ các đới cấu trúc chính khu vực Hà Nội và lân cận

**Bảng 3. Các thông số về mật độ và vận tốc sóng dọc và sóng ngang trong từng đới cấu trúc**

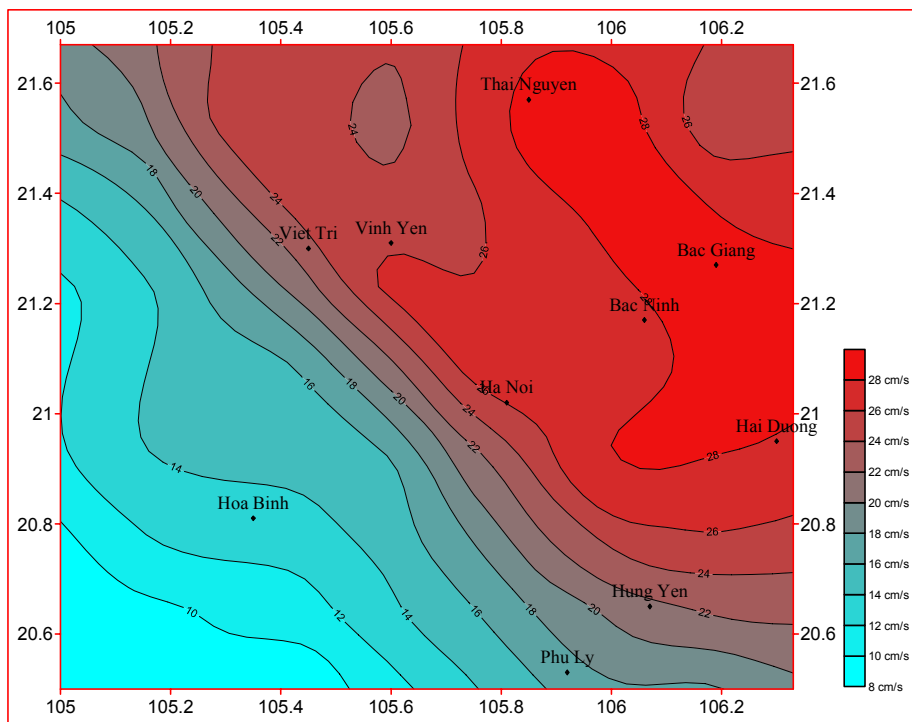
Đới cấu trúc	Bề dày các lớp (km)	Mật độ trung bình của lớp ( $\rho$ , g/cm <sup>3</sup> )	( $V_p$ , km/s)	( $V_s = V_p / \sqrt{3}$ , km/s)
Đới Đông Bắc				
Lớp 1	1,0	2,50	4,80	2,77
Lớp 2	4,0	2,87	5,36	3,09
Lớp 3	11,0	3,15	6,10	3,53
Lớp 4	12	3,30	8,00	4,62
Đới trung tâm				
Lớp 1	4,0	1,89	4,20	2,43
Lớp 2	4,0	2,86	5,36	3,09
Lớp 3	11,0	3,15	6,10	3,53
Lớp 4	9,0	3,30	8,0	4,62
Đới Tây Nam				
Lớp 1	1,0	2,50	4,80	2,77
Lớp 2	3,0	2,85	5,36	3,09
Lớp 3	10,0	3,15	6,10	3,53
Lớp 4	16,0	3,30	8,00	4,62

#### 4. Một số kết quả bước đầu nghiên cứu độ nguy hiểm động đất khu vực Hà Nội và lân cận trên cơ sở phương pháp tất định mới

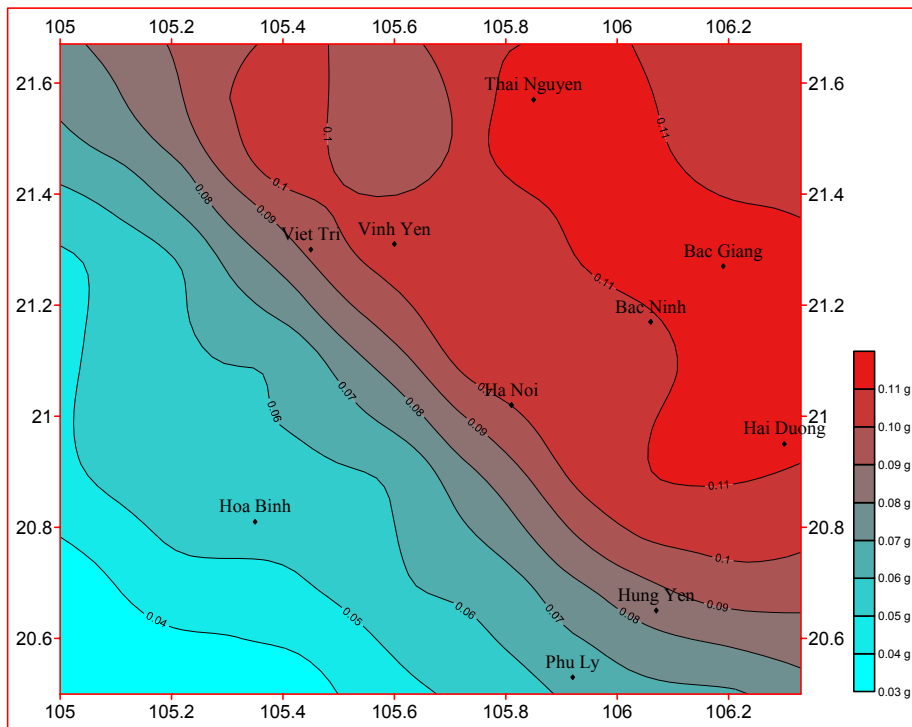
Trong bài báo này chúng tôi đã áp dụng phương pháp tất định mới trong đánh giá độ nguy hiểm động đất khu vực Hà Nội và lân cận. Các kết quả tính toán dịch chuyển nền cực đại ( $D_{max}$ ), vận tốc dịch chuyển nền cực đại ( $V_{max}$ ), gia tốc giao động nền cực đại ( $A_{max}$ ) được xác định trên cơ sở số liệu động đất Việt Nam đến hết năm 2009 (có đề cập tới động đất lịch sử) và sử dụng bộ chương trình GNDT. Bộ chương trình GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) [15] được Camassi và Stucchi viết năm 1996 sau đó được phát triển và cập nhật bởi các nhà khoa học thuộc khoa Địa chất trường Đại học Trieste, Italia. Bộ chương trình này đã được thử nghiệm tính toán độ nguy hiểm động đất cho một số thành phố lớn trên thế giới và cho kết quả được các chuyên gia trong ngành đánh giá cao. Các kết quả tính toán cho khu vực Hà Nội và lân cận được biểu diễn trên hình 6, 7, 8.



Hình 6. Sơ đồ thành phần dịch chuyển nằm ngang ( $D_{max}$ ) khu vực Hà Nội và lân cận



Hình 7. Sơ đồ thành phần vận tốc nằm ngang ( $V_{max}$ ) khu vực Hà Nội và lân cận



Hình 8. Gia tốc giao động nền cực đại ( $A_{max}$ ) khu vực Hà Nội và lân cận

Kết quả tính toán thành phần dịch chuyển nằm ngang (hình 6) cho thấy dịch chuyển tối đa của khu vực Hà Nội và lân cận có thể đạt tới 10cm ở khu vực đới cấu trúc Đông Bắc (khu vực Bắc Giang, Thái Nguyên, Hải Dương, Bắc Ninh). Ở đới trung tâm khu vực Hà Nội dịch chuyển nằm ngang có giá trị từ 6 đến 9cm. Ở đới Tây Nam dịch chuyển nằm ngang thấp hơn so với hai đới còn lại, dịch chuyển chỉ đạt từ 4 đến 6cm.

Vận tốc dịch chuyển  $V_{max}$  có thể đạt tới 28cm/s thuộc đới cấu trúc Đông Bắc (khu vực Bắc Giang, Thái Nguyên, Hải Dương, Bắc Ninh) (hình 7). Đới cấu trúc trung tâm có vận tốc dịch chuyển thay đổi từ 18 đến 26cm/s. Đới Tây Nam có vận tốc dịch chuyển thay đổi từ 10 đến 18cm/s.

Kết quả tính toán gia tốc dao động nền cực đại ( $A_{max}$ ) được trình bày trong hình 8 cho thấy: gia tốc giao động nền cực đại ( $A_{max}$ ) khu vực nghiên cứu có giá trị từ 0,04 đến 0,11g ( $1g=980\text{cm/s}^2$ ). Giá trị gia tốc lớn hơn 0,1g gần như bao phủ toàn bộ đới cấu trúc Đông Bắc. Tại các tỉnh Bắc Giang, Bắc Ninh, Thái Nguyên giá trị  $A_{max}$  có thể đạt tới 0,11g. Khu vực thành phố Hà Nội có giá trị từ 0,07g đến 0,1g. Khu vực còn lại giá trị thay đổi từ 0,04g

đến 0,07g. Nhìn chung trong khu vực nghiên cứu giá trị gia tốc giao động nền thay đổi khá mạnh thể hiện rõ nét trên ba đới cấu trúc chính trong khu vực.

## 5. Kết luận

(i) Khu vực nghiên cứu được chia thành 5 vùng nguồn và 3 đới cấu trúc:

- Các vùng nguồn bao gồm: vùng I với  $M_{max} = 5$ , vùng II với  $M_{max} = 5$ , vùng III với  $M_{max} = 5,3$ , vùng IV với  $M_{max} = 5$ , vùng V với  $M_{max} = 5,6$ .

- Các đới cấu trúc bao gồm: đới nâng tương đối Đông Bắc, đới hạ Trung Tâm và đới nâng tương đối Tây Nam.

(ii) Khu vực Hà Nội và lân cận phân bố dịch chuyển ngang ( $D_{max}$ ) thay đổi từ 4 đến 10cm, tăng dần từ phía tây nam lên phía đông bắc.

(iii) Vận tốc dịch chuyển ( $V_{max}$ ) có giá trị thay đổi từ 10 đến 28cm/s. Ở khu vực Bắc Giang, Thái Nguyên, Hải Dương, Bắc Ninh có giá trị lớn nhất đạt tới 28cm/s.

(iv) Gia tốc dao động nền cực đại ( $A_{max}$ ) có giá trị từ 0,04 đến 0,11g ( $1g=980\text{cm/s}^2$ ).



## TÀI LIỆU DẪN

- [1] *Giuliano F. Panza, Fabio Romanelli, Franco Vaccari*, 2000: Seismic wave propagation in laterally heterogeneous anelastic media: theory and applications to seismic zonation, Trieste, pp. 122.
- [2] *Peresan A., Cao Đình Triều, Mai Xuân Bách, Nguyễn Thế Hùng, Bùi Anh Nam, Nguyễn Xuân Bình*, 2009: Hoạt động động đất ở Việt Nam. Tạp chí Địa chất, loạt A, Số 314 (9-10), Hà Nội, 27-37.
- [3] *Nguyễn Hồng Phương*, 2003: Nghiên cứu đánh giá độ rủi ro động đất cho thành phố Hà Nội. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu Khoa học Công nghệ cấp thành phố.
- [4] *Nguyễn Hồng Phương*, 2008: Những tiến bộ trong phương pháp luận đánh giá độ nguy hiểm động đất ở Việt Nam. Tuyển tập các công trình nghiên cứu Vật lý Địa cầu 2008, Hà Nội, tr. 70-86.
- [5] *Trần Văn Thắng*, 2009: Điều tra đặc điểm địa động lực hiện đại và các tai biến địa chất - môi trường khu vực đồng bằng Sông Hồng và ảnh hưởng của chúng tới hạ tầng cơ sở. Báo cáo tổng kết dự án kinh tế kỹ thuật về bảo vệ môi trường. Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam.
- [6] *Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Nguyễn Hữu Tuyên*, 2000: Mô hình mật độ vỏ Trái Đất đứt gãy Sông Hồng trên phần đất liền lãnh thổ Việt Nam. Tc. Các KHVTĐ, T. 22, 4, Hà Nội, 347-354.
- [7] *Cao Đình Triều, Đặng Thanh Hải, Mai Xuân Bách, Ngô Gia Thắng*, 2003: Các đới đứt gãy hoạt động ở phần phía Bắc lãnh thổ Việt Nam. Tạp chí Địa chất, loạt A, Số 279 (11-12), Hà Nội, 8 -19.
- [8] *Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Cao Đình Trọng*, 2007: Bước đầu áp dụng phương pháp tất định mới trong nghiên cứu tai biến động đất ở Việt Nam. Tc. Các KHVTĐ, T. 29, 4, Hà Nội, 333-341.
- [9] *Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Cao Đình Trọng*, 2008: Áp dụng phương pháp tất định mới trong nghiên cứu tai biến động đất ở Việt Nam. Báo cáo khoa học Hội thảo Khoa học toàn quốc Tai biến địa chất và giải pháp phòng chống, Tp. Hà Nội, 31-43.
- [10] *Cao Đình Triều, Panza G.F., Peresan A., Vaccari F., Romanelli F., Nguyen Huu Tuyen, Pham Nam Hung, Le Van Dung, Mai Xuan Bach, Thai Anh Tuan, Cao Đình Trọng*, 2008: Seismic hazard assessment of Vietnam territory on the basis of deterministic approach. Journal of Geology, Series B, No. 31-32, p. 220-230.
- [11] *Cao Đình Triều, Franko V., Nguyễn Hữu Tuyên, Nguyễn Thế Hùng*, 2009: Nghiên cứu tai biến động đất ở Việt Nam trên cơ sở phương pháp tất định mới. Tạp chí Địa chất, loạt A, Số 314 (9-10), Hà Nội, 56-62.
- [12] *Lê Tử Sơn*, 2000: Cơ sở dữ liệu về đặc trưng giao động nền đất ở Hà Nội ứng với bản đồ phân vùng nhỏ động đất Hà Nội. Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu xây dựng quy định về áp dụng tính kháng chấn cho công trình xây dựng trên địa bàn Hà Nội" Chương trình nâng cao năng lực quản lý và xây dựng phát triển đô thị. Viện Kỹ thuật xây dựng Hà Nội.
- [13] *Lê Tử Sơn*, 2008: Nghiên cứu quy luật suy giảm sóng địa chấn và mặt cắt vận tốc nhằm nâng cao độ tin cậy trong dự báo thiên tai địa chấn. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu Khoa học và phát triển Công nghệ cấp Viện KH&CNVN.
- [14] *Nguyễn Đình Xuyên*, 2005: Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền ở Việt Nam. Đề tài độc lập cấp Nhà nước.
- [15] University of Trieste, 2004: GNDT Deterministic Seismic Zoning Reference Guide (version 0.5.4). University of Trieste, pp.68.

## SUMMARY

### Seismic hazard assessment of Hanoi and adjacent areas on the basis of neodeterministic approach

In this paper we would like to present some results of seismic hazard assessments in Hanoi and adjacent areas on the basis of Neodeterministic algorithm.

1. Study area can be divided into 5 source zones and 3 structure zones. Source zones include: (I) with  $M_{max} = 5$ , (II) with  $M_{max} = 5$ , (III) with  $M_{max} = 5.3$ , (IV) with  $M_{max} = 5$ , (V) with  $M_{max} = 5.6$ . Structure zones include: South - West relative raise zone, Central lower zone, North - East relative raise zone.

2. The maximum average values of horizontal displacement component ( $D_{max}$ ) changes 4-10cm from South - Western to North - Eastern. The velocity ( $V_{max}$ ) can reach 28 cm/s in North - East zone. The maximum average values of Acceleration (A) can reach:  $0.04g < A < 0.11g$ .