

CẢI BIÊN THUẬT TOÁN VÀ XÂY DỰNG SƠ ĐỒ KHỐI CỦA CHƯƠNG TRÌNH DỰ BÁO ĐỘNG ĐẤT CỰC ĐẠI BẰNG PHƯƠNG PHÁP VẬT LÝ - KIẾN TẠO

NGÔ THỊ LƯU, TRẦN VIỆT PHƯƠNG

Viện Vật lý địa cầu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
A8, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Tóm tắt: Bài báo trình bày sơ lược phương pháp dự báo động đất cực đại trên cơ sở phân loại các kiểu vỏ Trái đất theo tổ hợp các tài liệu địa chất - địa vật lý và địa chấn (phương pháp vật lý - kiến tạo). Đây là phương pháp mới, lần đầu được áp dụng tại Việt Nam.

Theo phương pháp này, các tác giả đã xây dựng thuật toán và sơ đồ khối của chương trình dự báo động đất cực đại theo tổ hợp các tài liệu địa chất, địa vật lý và địa chấn. Với thuật toán mới và sơ đồ khối đã được xây dựng, có thể thiết lập chương trình dự báo động đất, vừa hiện đại vừa phù hợp hơn với số liệu thực tiễn của Việt Nam và thỏa mãn các điều kiện của nhiệm vụ dự báo động đất cực đại, lại vừa có giao diện tiện ích và thân thiện hơn với người sử dụng. Chương trình như vậy có thể sử dụng trong thực tiễn địa chấn cùng với các phương pháp và chương trình tính kinh điển đã và đang sử dụng để giải quyết nhiệm vụ dự báo động đất tại Việt Nam một cách hiệu quả và chính xác hơn.

MỞ ĐẦU

Như đã chỉ ra trong [1], trong nghiên cứu kiến tạo người ta thường phân chia các cấu trúc có đặc trưng về chế độ hoạt động tương đồng trong không gian, thời gian. Cách phân chia như vậy dựa vào đặc trưng của quá trình vận động kiến tạo, quá trình hoạt động xâm nhập và phun trào xảy ra trong vỏ Trái đất. Cách phân chia này về bản chất dựa trên các quá trình hoạt động địa nhiệt xảy ra trong manti và vỏ Trái đất. Nguyên lý phân đới kiến tạo theo đặc trưng chế độ hoạt động cũng khác nhau. Trước năm 1985, người ta thường sử dụng tài liệu địa chất và địa hóa để tái thiết lập chế độ hoạt động trong quá khứ. Những năm sau này, người ta chủ yếu sử dụng đặc trưng cấu trúc của vỏ Trái đất và chế độ hoạt động hiện đại trong phân chia kiến tạo.

Quá trình hoạt động kiến tạo xảy ra chậm chạp và đan xen lẫn nhau trong không gian và thời gian. Kết quả của quá trình hoạt động này đã tạo ra một bức tranh phức tạp về địa chất và địa hóa, gây nhiều khó khăn trong việc khôi phục lại lịch sử quá trình hoạt động của vỏ Trái đất. Hướng nghiên cứu đặc điểm kiến tạo - địa động lực hiện đại đang được các nhà địa chất và địa vật lý quan tâm đặc biệt, bởi vì quá trình vận động này là nguyên nhân gây ra các tai biến địa chất trên bề mặt Trái đất.

Để nghiên cứu dự báo động đất cực đại trên một lãnh thổ nào đó, phương pháp phân loại đặc điểm cấu trúc vỏ Trái đất tối ưu là dựa trên sự kết hợp nhiều yếu tố, vừa phải dựa trên cơ sở đặc điểm cấu trúc, vừa dựa trên cơ sở đặc trưng hoạt tính kiến tạo - địa động lực. Cách phân loại như vậy sẽ đồng thời phản ánh được sự khác biệt trong quá trình hoạt động kiến tạo, đặc điểm kiến tạo - địa động lực hiện đại và môi trường tích lũy ứng suất và giải phóng năng lượng thông qua hoạt động động đất.

Trong công trình [1] các tác giả đã xây dựng thuật toán và các sơ đồ khối của chương trình phân loại vỏ Trái đất dựa trên sự kết hợp các yếu tố trên. Trong quá trình áp dụng thuật toán và các sơ đồ khối đó với mục đích đánh giá tiềm năng địa chấn và dự báo động đất cực đại đối với lãnh thổ Việt Nam và các vùng lân cận [2], chúng tôi thấy rằng thuật toán đã được xây dựng trong công trình [1] vẫn còn một số hạn chế cần phải khắc phục. Vì vậy, trong bài báo này, chúng tôi sẽ tiến hành cải biến thuật toán và xây dựng sơ đồ khối của chương trình dự báo động đất bằng phương pháp vật lý - kiến tạo.

I. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA PHƯƠNG PHÁP DỰ BÁO ĐỘNG ĐẤT TRÊN CƠ SỞ PHÂN CHIA CÁC KHỐI VỎ TRÁI ĐẤT.

Vấn đề phân chia các khối vỏ Trái đất vô cùng phức tạp, đặc biệt là dựa trên cơ sở đặc trưng hoạt động của vỏ. Vì vậy, thông thường người ta chỉ quan tâm đến tính chất vận động kiến tạo trong hiện tại.

Quan trắc địa hình cho phép chúng ta tìm hiểu về tính tương phản và cường độ hoạt động kiến tạo trong hiện tại. Cấu trúc mặt móng kết tinh, bề dày vỏ Trái đất cũng là những dấu hiệu phản ánh tính không đồng đều trong vận động kiến tạo hiện đại. Mặt khác, trạng thái cân bằng đẳng tĩnh khác nhau, đặc điểm địa nhiệt cũng là những dấu hiệu biểu hiện rõ nét đặc điểm vận động của vỏ Trái đất. Do đó, để phân chia các khối vỏ Trái đất, các tác giả của công trình [3, 4] đã sử dụng 5 đặc trưng cơ bản sau đây:

- 1/ Mật độ dòng nhiệt (Q) tính bằng mW/m^2 ,
- 2/ Bề dày vỏ Trái đất (T) (km),
- 3/ Độ cao địa hình (R) (hay là độ sâu đáy biển) (km),
- 4/ Độ thường đẳng tĩnh vỏ Trái đất (I) (đơn vị ước định, tùy thuộc giá trị của tham số I đối với mỗi vùng nghiên cứu);
- 5/ Độ sâu tới móng kết tinh hay bề dày lớp trầm tích (F) (km).

Cửa sổ phân chia lưới tọa độ thông thường có kích thước là $20' \times 30'$, tương đương với kích thước một tờ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/100.000.

Để phục vụ việc tính toán và giải quyết nhiệm vụ phân chia các khối vỏ Trái đất theo các đặc trưng cấu trúc của nó, trước hết cần quy chuẩn giá trị số liệu ban đầu. Trên cơ sở kinh nghiệm thực tế giải quyết nhiệm vụ này ở một loạt lãnh thổ thuộc Châu Âu, các tác giả của [3, 4] đã đưa ra một số quy chuẩn sau đây:

- 1/ Các giá trị số liệu ban đầu được chuyển về một thang điểm quy chuẩn tới 32.000 đơn vị.
- 2/ Sử dụng 20 cấp phân chia giá trị, như vậy 1/20 khoảng phân chia sẽ tương đương với 1.600 đơn vị.
- 3/ Quy chuẩn các giá trị của tài liệu ban đầu theo khoảng phân chia và giá trị chuẩn của số liệu. Ví dụ giá trị thấp nhất của số liệu là Min, giá trị cao nhất là Max, ta có giá trị vật lý là $(\text{Max} - \text{Min})/20 = 32.000/20 = 1.600$ đơn vị quy chuẩn.

Dựa trên cơ sở của phương pháp đã trình bày, các tác giả của các công trình [3, 4] đã xây dựng chương trình phân chia các khối vỏ Trái đất theo 5 đặc trưng cấu trúc vỏ nói trên. Chương trình như vậy được xây dựng trên ngôn ngữ Fortran-4 và chỉ có thể làm việc khi số liệu đầu vào có đầy đủ cả 5 tham số đã nêu. Một mặt, do điều kiện của Việt Nam chưa có đầy đủ các tài liệu về mật độ dòng nhiệt Q, mặt khác, ngôn ngữ Fortran-4 so với các ngôn ngữ lập trình hiện đại khác trong thời

gian hiện nay đã trở nên kém ưu việt hơn, nhất là đối với dạng bài toán đang được xem xét, nên các tác giả của công trình [1] đã xây dựng chương trình mới trên cơ sở phương pháp đã nêu (gọi là Chương trình LH-08). Chương trình này có thể coi như một biến thể của chương trình đã xây dựng trong [3, 4]. Áp dụng nó, chúng ta có thể phân chia các khối vỏ Trái đất đối với một khu vực bất kỳ khi thiếu số liệu về mật độ dòng nhiệt Q , hoặc thậm chí có thể thiếu 1 trong 5 tham số chỉ ra.

Cần thấy rằng Chương trình LH-08 được xây dựng trên cơ sở của 4 sơ đồ khối với các chức năng riêng biệt của từng khối. Chi tiết hơn về các sơ đồ này có thể tìm hiểu trong công trình [1].

Rõ ràng rằng chương trình được thiết lập trên cơ sở của 4 sơ đồ khối như đã trình bày trong [1] rất công kênh và phức tạp. Do đó, trong bài báo này, chúng tôi sẽ tiến hành cải biên thuật toán và xây dựng sơ đồ khối của chương trình dự báo động đất cực đại trên cơ sở áp dụng phương pháp phân chia các khối vỏ Trái đất.

Trong trường hợp lập chương trình giải bài toán này đối với lãnh thổ Việt Nam, chúng tôi cũng áp dụng kinh nghiệm của các tác giả các công trình [3, 4] trong việc chuyển tất cả các số liệu ban đầu về thang 20 cấp phân chia giá trị quy ước từ 1 đến 20. Như vậy, sẽ xác định được khoảng phân chia (hay gọi là cửa sổ phân chia) đối với mỗi tham số đặc trưng là: $(\text{Max} - \text{Min})/20$. Tuy nhiên, do tính ưu việt của ngôn ngữ lựa chọn và khả năng xử lý của chương trình tính toán, trong quá trình xử lý số liệu, giá trị của ngưỡng (hay là cửa sổ) phân chia cũng có thể thay đổi để phù hợp với giá trị thực của các số liệu ở đầu vào mà không nhất thiết phải chọn bằng $(\text{Max} - \text{Min})/20$. Do đó trong thuật toán mới, chúng tôi đã cải biên bước phân chia ngưỡng cửa sổ theo thang phần trăm (%) và sẽ xây dựng cửa sổ mở cho phép lựa chọn tùy biến các ngưỡng cửa sổ phù hợp với dải giá trị thực của mỗi tham số đặc trưng nêu trên.

Sau khi đã phân chia các khối vỏ Trái đất theo các dấu hiệu đặc trưng của cấu trúc thành các ô lưới, bằng cách so sánh, liên kết các ô mà tại đó đã từng xảy ra động đất cực đại với các ô chưa xảy ra động đất, nhưng có tính tương đồng về đặc điểm cấu trúc vỏ Trái đất để cho rằng khả năng tích lũy và giải phóng năng lượng của chúng là như nhau. Quá trình phân tích được tiến hành như sau:

1/ Chồng chập sơ đồ phân miền đặc trưng vỏ Trái đất với sơ đồ đặc điểm hoạt động động đất cực đại (M_{max}) đã quan sát thấy.

2/ M_{max} có trong ô bất kỳ sẽ được ghi nhận tại các ô khác có cùng một đặc trưng vỏ Trái đất (cùng kiểu vỏ) mà không cần quan tâm tại đó đã xảy ra động đất yếu hơn hay chưa xảy ra động đất.

Như vậy, qua quá trình phân tích, rõ ràng chúng ta đã thấy được ưu điểm nổi bật của phương pháp dự báo động đất theo đặc trưng cấu trúc vỏ là nó cho phép dự báo động đất cực đại cả đối với những vùng thiếu số liệu địa chấn.

II. THUẬT TOÁN VÀ SƠ ĐỒ KHỐI CỦA CHƯƠNG TRÌNH DỰ BÁO ĐỘNG ĐẤT BẰNG PHƯƠNG PHÁP VẬT LÝ - KIẾN TẠO (PHÂN CHIA CÁC KHỐI VỎ TRÁI ĐẤT).

Trên cơ sở thuật toán đã được xây dựng trong công trình [1], chúng tôi tiến hành cải biên các bước 1 và bước 2 đồng thời tiến hành xây dựng thuật toán gồm các bước cơ bản như sau:

Bước 1: Tiến hành phân chia khu vực nghiên cứu thành lưới các ô tọa độ với kích thước phù hợp với kích thước của cửa sổ phân chia (có thể là $20' \times 30'$, nhưng cũng có thể lựa chọn tùy ý phù

hợp với khu vực nghiên cứu). Đồng thời xác định giá trị trung bình năm của tham số địa chất - địa vật lý đặc trưng của vỏ Trái đất

Bước 2: Quy chuẩn số liệu: trong thuật toán đã được xây dựng trong công trình [1], giá trị của mỗi tham số đặc trưng được phân chia thành 20 bậc (cấp) đều nhau quy ước từ 1 đến 20. Nhưng trong thuật toán mới, chúng tôi sẽ sử dụng thang phần trăm (%) để quy chuẩn số liệu. Việc sử dụng thang % cho phép lựa chọn tùy biến các ngưỡng cửa sổ trong sự phù hợp với dải giá trị thực của mỗi tham số đặc trưng của vỏ Trái đất.

Bước 3: Phân chia các khối vỏ Trái đất:

- Tìm các ô có hiệu các tham số tương ứng nằm trong một khoảng giá trị xác định. Giá trị này được gọi là ranh giới cửa sổ. Xếp các ô này vào những nhóm khác nhau.

- Xử lý ô mạng đặc trưng của nhiều nhóm bằng cách dùng thứ tự ưu tiên.

Bước 4: Dự báo động đất cực đại (Mmax):

- Tìm Mmax cho từng nhóm vỏ trong các nhóm đã được phân loại ở bước 2.

- Dự báo giá trị chấn cấp (magnitude) cực đại (Mmax) cho tất cả các ô trong nhóm này.

- Liên kết các ô có cùng đặc trưng (Mmax) sau đó phân vùng dự báo động đất bằng cách thể hiện các vùng với giá trị Mmax khác nhau trên bản đồ bằng các màu sắc khác nhau tương ứng.

Theo các bước cơ bản của thuật toán nêu trên, chúng tôi đã xây dựng sơ đồ khối của chương trình dự báo động đất bằng phương pháp vật lý - kiến tạo. Sơ đồ này gồm các khối chính như sau: (Hình 1):

- **Khối 1:** Tạo các mảng của lưới bao gồm: yl,xl,rl,fl,tl,ql,il,ml (mảng 1 chiều)

Dữ liệu đầu vào gồm Y, X, R, F, T, Q, I là 5 thông số đặc trưng của vỏ Trái đất tại các điểm có tọa độ Xm, Ym, tương ứng với tọa độ chấn tâm động đất với magnitude M.

- **Khối 2:** Tìm xmax, xmin, ymax, ymin của tất cả các trận động đất

- **Khối 3:** Xác định số ô lưới kx, ky dựa vào liên hệ giữa dx, dy với xmax, xmin, ymax, ymin

- **Khối 4:** Gán các tọa độ cho xl, yl theo nguyên tắc : xl [i] là tọa độ x nằm giữa ô lưới thứ i trong lưới, theo trình tự từ trái sang phải, và từ trên xuống dưới, tương tự với yl, ngoài ra biến ixl [i] thể hiện số thứ tự của cột, iyl thể hiện số thứ tự của hàng

- **Khối 5:** Gán rl, f, tl, ql, il = trung bình cộng của các điểm đo nằm trong ô xl, yl tương ứng

- **Khối 6**

: Gán ml [i] bằng M cực đại từng xuất hiện trong ô lưới thứ i tìm max, min của các r, f, t, q, i trung bình của các ô lưới

Khối 7: Từ các giá trị max, min và giá trị % nhập vào chương trình, tìm ra ngưỡng dr, df, dt, dq, di tính theo đơn vị của từng đại lượng đó.

- **Khối 8:** Với tất cả các ô trong lưới, ô nào chưa vào nhóm thì gán cho 1 nhóm mới. Sau đó kiểm tra tất cả các ô còn lại (mà chưa vào nhóm nào) trong lưới xem ô nào thỏa mãn nằm cùng cửa sổ r, f, t, q, i sẽ được gán chung với nhóm mới đó. Khi vòng lặp chạy đến hết toàn bộ lưới, thì tất cả các ô trong lưới sẽ đều được xếp vào nhóm tương ứng thích hợp. Với cách sắp xếp này thì

các ô trong 1 nhóm sẽ đảm bảo thỏa mãn cùng cửa sổ. Tuy nhiên, phải chấp nhận rằng nếu trình tự duyệt các ô lưới thay đổi thì kết quả của việc xếp nhóm cũng có thể thay đổi, vì việc một ô có thể thỏa mãn cửa sổ của 2 nhóm khác nhau là có thể xảy ra.

- **Khối 9:** Ứng với mỗi nhóm, tìm trong tất cả các ô lưới xem ô nào có M cực đại, gán Mmax tìm được cho nhóm đó.

III. ÁP DỤNG THUẬT TOÁN THỬ NGHIỆM DỰ BÁO ĐỘNG ĐẤT LÃNH THỔ VIỆT NAM VÀ LÂN CẬN

Áp dụng thuật toán và chương trình được thiết lập trên cơ sở sơ đồ khối ở Hình 1 để thử nghiệm dự báo động đất cực đại cho lãnh thổ Việt Nam và các khu vực lân cận bằng phương pháp phân loại vỏ Trái đất đã nhận được các kết quả ở Hình 2.

Thống kê kết quả nhận được cho thấy, trong phạm vi khu vực nghiên cứu giới hạn bởi các tọa độ: $\varphi = 4^\circ - 24^\circ\text{B}$, $\lambda = 100^\circ - 117^\circ\text{Đ}$; theo các số liệu đã thu thập được, có thể phân chia khu vực nghiên cứu thành 296 nhóm kiểu vỏ Trái đất, đặc trưng cho 296 kiểu kết hợp của các tham số đặc trưng của vỏ Trái đất.

Cần lưu ý rằng số lượng các nhóm kiểu vỏ Trái đất có thể thay đổi tùy thuộc vào việc lựa chọn các cửa sổ không gian (kích thước phân chia ô lưới tọa độ), cũng như ranh giới cửa sổ phân loại nhóm (hiệu các tham số tương ứng nằm trong một khoảng giá trị xác định).

Trên cơ sở phân tích tổng hợp và liên kết các kết quả nhận được, chúng tôi tiến hành đánh giá dự báo động đất cực đại Mmax trong khuôn khổ hệ thống các ô lưới 20'x30' theo tổ hợp các tài liệu địa chất, địa vật lý và địa chấn (Hình 1). Từ đó đã xây dựng được bản đồ phân vùng dự báo động đất cực đại (Hình 2).

Đáng chú ý là dựa vào kết quả dự báo theo tổ hợp các tài liệu địa chất, địa vật lý và địa chấn đã phát hiện được một số vùng có độ nguy hiểm địa chấn tiềm năng cao. ($M_{\max} > 7,0$): vị trí thứ nhất thuộc đứt gãy Sông Cả của hệ đứt gãy Sông Cả - Rào Nậy; vị trí thứ hai thuộc đứt gãy A Lưới - Rào Quán - Sơn Tây - Quy Nhơn, hệ đứt gãy Quy Nhơn - A Lưới - Thà Khết; và vị trí thứ 3 thuộc đứt gãy Ba Tơ - Củng Sơn nằm trong hệ đứt gãy Sông Ba - Nha Trang; vị trí thứ 4 thuộc hệ đứt gãy Lộc Ninh và vị trí thứ 5 thuộc nơi tiếp giáp giữa 2 hệ đứt gãy Lộc Ninh và hệ đứt gãy Phan Rang - Phan Thiết.

Xem xét các kết quả nghiên cứu về các biểu hiện hoạt động địa chấn của các đơn vị cấu trúc và các đới đứt gãy lãnh thổ Việt Nam và các vùng lân cận cho thấy cả 3 đứt gãy đầu tiên nêu trên đều có mức độ hoạt động rất rõ và có biểu hiện sạt lở rõ. Trừ vị trí thứ nhất thuộc đứt gãy Sông Cả, 2 vị trí còn lại đều có biểu hiện nước nóng.

Đặc biệt đáng chú ý là gần các vị trí thứ 4 và 5 phía ngoài khơi Phan Rang - Phan Thiết đã từng xảy ra hàng loạt các trận động đất, trong đó có 1 trận động đất với chấn cấp $M = 5,2$ tại tọa độ $\varphi = 10,00^\circ\text{B}$, $\lambda = 108,30^\circ\text{Đ}$ và 2 trận động đất tại tọa độ $\varphi = 10,10^\circ\text{B}$, $\lambda = 108,30^\circ\text{Đ}$ với chấn cấp $M = 5,2$ và $5,3$ (Bảng 1). Cơ cấu chấn tiêu của cả 3 trận động đất này cũng đều đã được xác định có kiểu trượt bằng và được chỉ ra tại Hình 3. Rõ ràng rằng đây là những kết quả mới, khác biệt hẳn với những kết quả nghiên cứu đánh giá của các tác giả trước đây tại những vùng này.

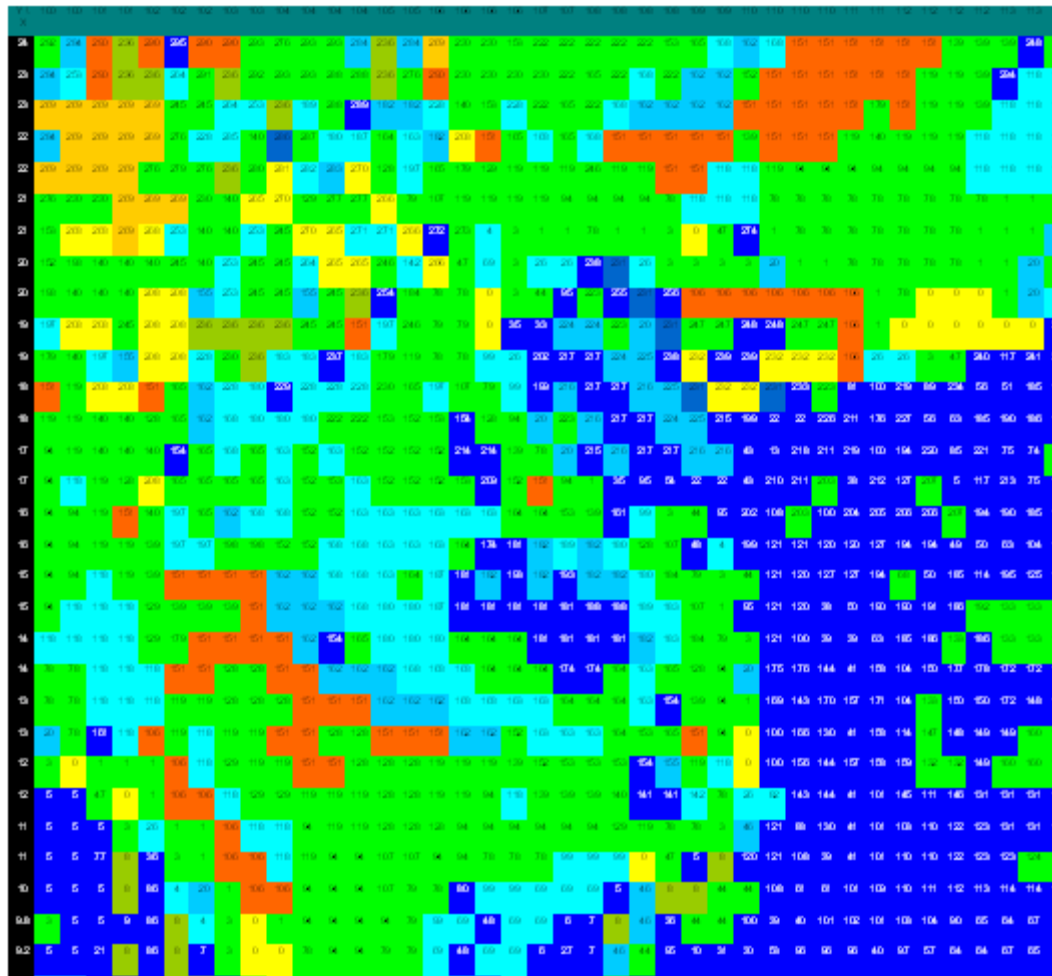
Bảng 1. Các tham số cơ bản của loạt động đất ngoài khơi Phan Rang - Phan Thiết

TT	Năm	Tháng	Ngày	Giờ	Phút	Giây	Vĩ	Kinh	H (km)	Mw	Mb	Ms	Strike1	Dip1	Slip1
1	2005	11	7	17	15	53	10,1	108,3	12	5,2	5,0	-	117	69	-168

2	2005	11	8	7	54	43	10,1	108,3	12	5,3	5,0	5	120	68	-171
3	2007	11	28	15	16	10	10	108,3	12	5,2	5,0	-	115	72	-172

NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Phương pháp dự báo động đất cực đại (Mmax) trên cơ sở phân loại các kiểu vỏ Trái đất theo tổ hợp các tài liệu địa chất - địa vật lý và địa chấn là một phương pháp mới, lần đầu tiên được áp dụng tại Việt Nam. Trên cơ sở áp dụng phương pháp này, tập thể tác giả đã cải biên thuật toán và xây dựng sơ đồ khối của chương trình dự báo động đất cực đại (Mmax) theo tổ hợp các tài liệu địa chất - địa vật lý và địa chấn.

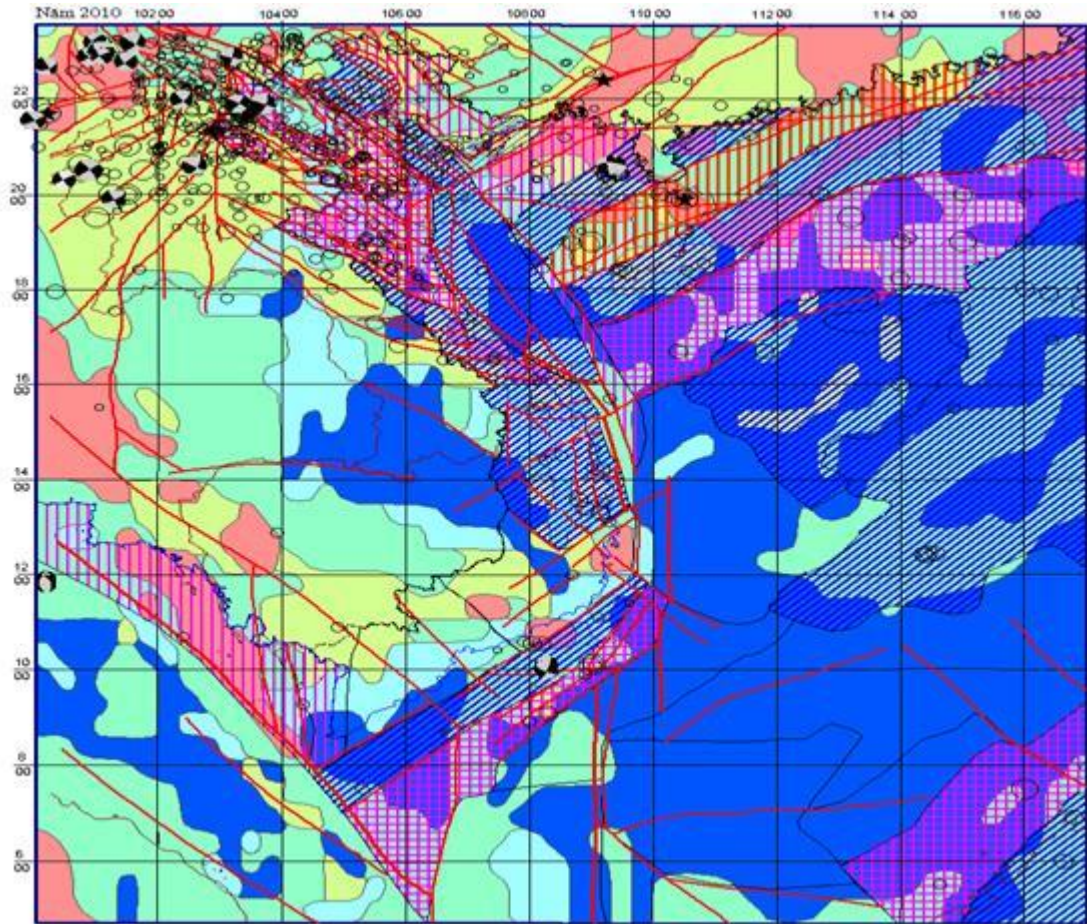


Hình 1. Kết quả áp dụng thuật toán dự báo động đất bằng phương pháp vật lý - kiến tạo.

Qua phân tích và mô tả chức năng và nhiệm vụ của các khối trong sơ đồ mới nêu trên, có thể rút ra một số nhận xét như sau:

1/ So với sơ đồ khối đã được thiết lập bởi các tác giả của công trình [1], rõ ràng là sơ đồ khối mới ở Hình 3 có cấu trúc đơn giản, gọn nhẹ và dễ hiểu hơn, nhưng lại được bổ sung các tính năng mới cho phép lựa chọn của số phân chia các ô lưới một cách tùy ý (khối 3), đồng thời cũng cho phép lựa chọn cửa sổ quy chuẩn giá trị của các tham số đặc trưng theo thang % (khối 7).

2/ Trên cơ sở thuật toán mới và sơ đồ khối tương ứng, có thể xây dựng một chương trình dự báo động đất cực đại ($M_{\max}$) bằng phương pháp vật lý - kiến tạo có giao diện vừa đơn giản, vừa thân thiện với người sử dụng với các cửa sổ mở cho phép đảm bảo tính chính xác cao và linh hoạt khi sử dụng. Chương trình dự báo động đất cực đại ($M_{\max}$) sẽ được thiết kế linh hoạt hơn bằng cách bỏ qua các bước hiển thị các bảng số liệu trung gian và thiết kế bổ sung luôn các cột thông tin cần thiết trong bảng kết quả hiển thị để tiện xử lý bằng Excel trong các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 2. Bản đồ phân vùng dự báo động đất cực đại lãnh thổ Việt Nam (tỷ lệ 1/1.000 000).

Các vùng dự báo nguy hiểm địa chấn tiềm năng

-  Vùng dự đoán với $M = 3.0 - 3.9$
-  Vùng dự đoán với $M = 4.0 - 4.9$
-  Vùng dự đoán với $M = 5.0 - 5.9$
-  Vùng dự đoán với $M = 6.0 - 6.9$
-  Vùng dự đoán với $M = 7.0 - 7.5$

Chân tâm động đất

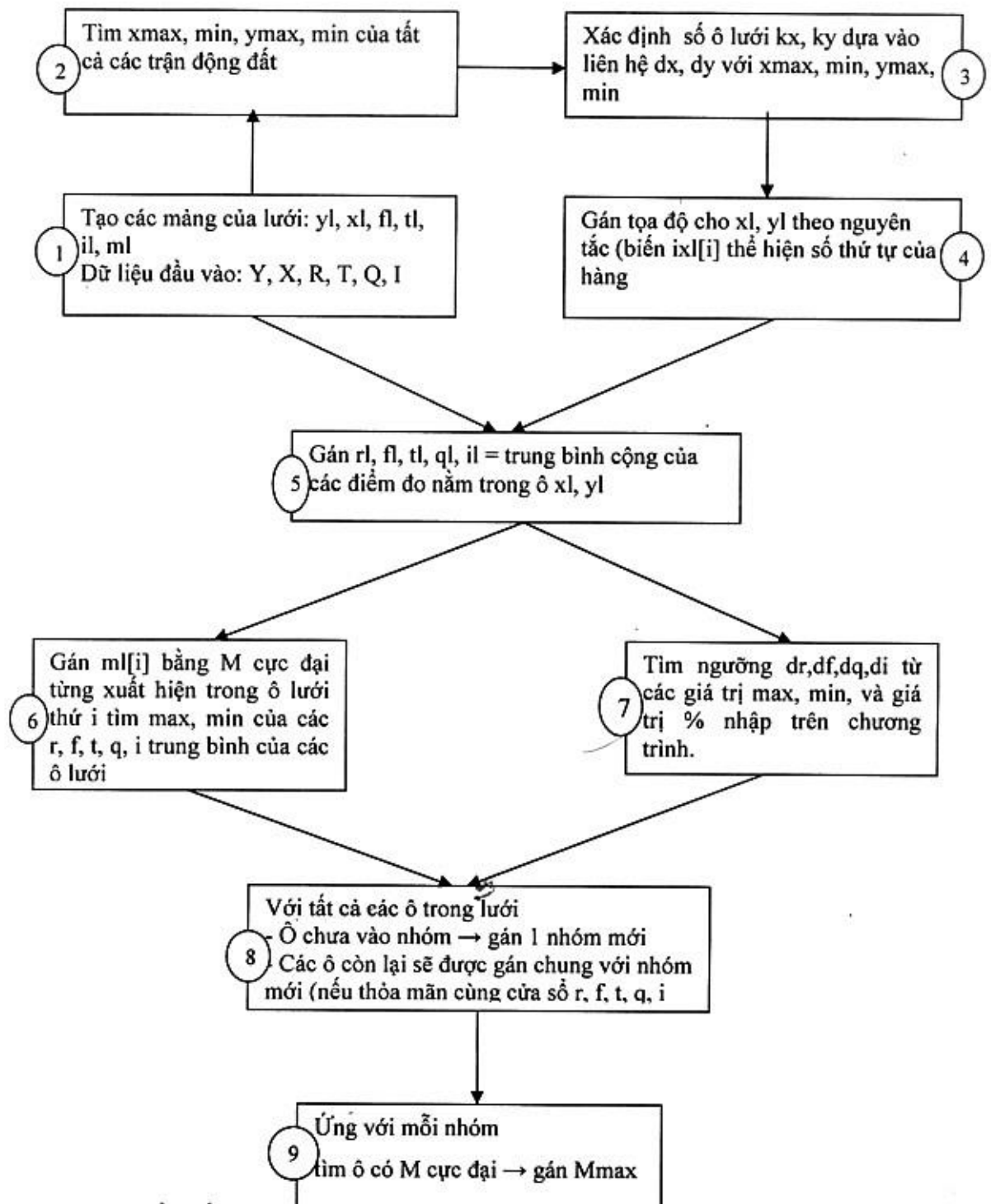
-  $M = 3.0 - 3.9$
-  $M = 4.0 - 4.9$
-  $M = 5.0 - 5.9$
-  $M = 6.0 - 6.9$
-  $M = 7.0 - 7.5$

Phân vùng địa chấn theo các đơn vị cấu trúc

-  $M_{max} = 4.0 - 4.9$
-  $M_{max} = 5.0 - 5.9$
-  $M_{max} = 6.0 - 6.9$
-  $M_{max} = 7.0 - 7.9$

Ký hiệu khác

-  Đứt gãy cấp 2
-  Đứt gãy cấp 1
-  Cơ cấu chấn tiêu



Hình 3. Sơ đồ khối của chương trình dự báo động đất cực đại M_{max} bằng phương pháp vật lý kiến tạo.

3/ Với thuật toán đã được cải biên, có thể dễ dàng thiết kế hệ thống lệnh, cho phép lựa chọn một cách linh hoạt các thông số đầu vào cũng như thay đổi kích thước cửa sổ ô lưới phân chia theo ý muốn mà không bị rập khuôn cứng nhắc với kích thước $20' \times 30'$. Do đó, chương trình mới có

thể làm việc ngay cả khi thiếu một trong 5 tham số đặc trưng của vỏ Trái đất. Đây chính là ưu điểm nổi bật của thuật toán mới khi áp dụng trong các điều kiện thực tiễn của Việt Nam, cho phép khắc phục nhược điểm cơ bản về sự chưa đầy đủ các số liệu tại Việt Nam.

4/ Áp dụng thử nghiệm thuật toán đã được cải biên để dự báo động đất cực đại cho lãnh thổ Việt Nam và các vùng lân cận giúp ta nhận được các kết quả bước đầu rất khả quan, đó là những kết quả mới, khác biệt hẳn với những kết quả nghiên cứu đánh giá của các tác giả trước đây tại các vùng dự báo có nguy cơ phát sinh động đất mạnh. Các kết quả này đồng thời cũng là các bằng chứng khẳng định khả năng áp dụng của thuật toán và chương trình được thiết lập bởi các tác giả trong các điều kiện cụ thể của Việt Nam.

Công trình này được hoàn thành với sự hỗ trợ về kinh phí của đề tài: VAST.ĐL.09/11-12 “Xây dựng bộ chương trình thử nghiệm dự báo ngắn hạn động đất trên cơ sở mô hình thống kê kết hợp sử dụng các phương pháp vật lý kiến tạo, áp dụng đối với lãnh thổ Việt Nam và các vùng lân cận”.

VĂN LIỆU

1. Ngô Thị Lư, Vũ Thị Hoãn, 2008. Xây dựng thuật toán và sơ đồ khối của chương trình phân loại vỏ Trái đất phục vụ đánh giá tiềm năng địa chấn lãnh thổ Việt Nam. *TC Các KH về Trái đất*, 30/4 : 350-355. Hà Nội.

2.

Ngô Thị Lư (Chủ nhiệm), 2010. Đánh giá tiềm năng địa chấn lãnh thổ Việt Nam theo tổ hợp các tài liệu địa chất - địa vật lý và địa chấn. Nhiệm vụ hợp tác khoa học quốc tế giữa hai Viện HLKH Việt Nam và Liên bang Nga theo Nghị định thư cấp Nhà nước (giai đoạn 2008-2010). *Lưu Viện KH&CN, Hà Nội.*

3. Reisner G.I., Ioganson L.I., Reisner M.G., Baranov Iu.E., 1993. Phân loại đặc trưng vỏ Trái đất và quá trình địa chất hiện đại. *Nxb Viện HLKH LB Nga, 210 tr, Moskva, (tiếng Nga).*

4. Reisner G.I., Ioganson L.I., 1996. The extraregional seismotectonic method for the assessment of seismic potential. *Natural Hazards, 14 : 3-10. Kluwer Acad. Publ., Netherland.*