

XÂY DỰNG THUẬT TOÁN VÀ SƠ ĐỒ KHỐI CHƯƠNG TRÌNH PHÂN LOẠI VỎ TRÁI ĐẤT PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG ĐỊA CHẤN LÃNH THỔ VIỆT NAM

NGÔ THỊ LƯU, VŨ THỊ HOÃN

I. MỞ ĐẦU

Trong nghiên cứu kiến tạo người ta thường phân chia các cấu trúc có đặc trưng chế độ hoạt động tương đồng về 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. Người ta đã sử dụng các khái niệm phân miền kiến tạo như : địa máng, nền, tạo núi, đới hoạt hóa magma và rìa lục địa. Cách phân chia theo đặc trưng hoạt động về bản chất gắn liền với các quá trình hoạt động địa nhiệt xảy ra trong Manti và vỏ Trái Đất. Vì vậy thường phân biệt bằng các khái niệm như hoạt động tích cực hay yên tĩnh. Ngoài ra, còn sử dụng các khái niệm đới tăng bề dày và đới vát mỏng bề dày vỏ Trái Đất trên cơ sở xem xét ảnh hưởng của hoạt động phân trên của Manti tới đặc điểm bề dày cấu trúc vỏ. Đới vát mỏng bề dày vỏ lại được chia ra đới tạo rift và đới hoạt hóa magma kiến tạo tích cực.

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 nhau theo 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 quá trình hoạt động trước đây của vỏ Trái Đất. Hướng nghiên cứu đặc điểm kiến tạo - địa động lực hiện đại đang được các nhà địa chất quan tâm đặc biệt bởi vì quá trình vận động này là nguyên nhân xảy ra các tai biến địa chất trên bề mặt Trái Đất. Nghiên cứu chế độ vận

động kiến tạo hiện đại thường được tiến hành theo ba hướng chính :

1. Phân loại cấu trúc vỏ Trái Đất theo trạng thái và đặc điểm cấu trúc trên cơ sở tổ hợp các tài liệu khác nhau.
2. Phân vùng đặc điểm cấu trúc vỏ Trái Đất.
3. Phân chia các đới cấu trúc có chế độ hoạt động hiện đại khác nhau.

Ba cách phân chia như trên có mối quan hệ bản chất gắn liền chặt chẽ với nhau, chủ yếu dựa trên hai đặc trưng chính là cấu trúc và chế độ địa động lực hiện đại. Cấu trúc vỏ phản ánh kết quả hoạt động của một quá trình liên tục, lâu dài vì vậy nó phản ánh cả quá trình trong quá khứ và hiện tại. Mỗi một nhóm loại vỏ vừa phản ánh đặc điểm địa chất, địa hóa, vừa phản ánh kết quả của một quá trình hoạt động kiến tạo trong lịch sử. Ngoài ra, các tài liệu địa vật lý cũng đóng vai trò rất quan trọng trong việc nghiên cứu đặc trưng cấu trúc và phân loại vỏ 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 tối ưu là cần phải dựa trên sự kết hợp cả ba cách nói trên. Có nghĩa là 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 này, chúng tôi sẽ tiến hành xây dựng thuật toán và các sơ đồ khối của chương trình phân loại vỏ theo phương pháp dựa trên sự kết hợp ba cách nói trên.

II. PHƯƠNG PHÁP PHÂN LOẠI VỎ TRÁI ĐẤT

1. Cơ sở phương pháp và đặc điểm của tài liệu ban đầu

Vấn đề phân loại vỏ Trái Đất là 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 loại vỏ Trái Đất, các nhà khoa học thuộc Viện

Vật lý Trái Đất, viện Hàn lâm Khoa học Nga đã sử dụng các dấu hiệu đặc trưng như sau [1, 2] :

1. Mật độ dòng nhiệt (Q),
2. Bề dày vỏ Trái Đất (T),
3. Độ cao địa hình (R) (hay là độ sâu đáy biển),
4. Dị thường đẳng tĩnh vỏ Trái Đất (I),
5. Độ sâu tới móng kết tinh hay bề dày lớp trầm tích (F).

Cửa sổ phân chia lưới tọa độ thông thường có kích thước là 20' × 30', tương đương với kích thước một tờ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/100 000.

Ví dụ về đặc điểm của số liệu ban đầu phục vụ việc phân loại vỏ Trái Đất được biểu diễn trong *bảng 1*.

Bảng 1. Ví dụ về đặc trưng số liệu ban đầu

Q (mW/m ²)			T (km)			R (km)			I (đơn vị ước định)			F (km)		
Q ₁	Q ₂	Q ₃	T ₁	T ₂	T ₃	R ₁	R ₂	R ₃	I ₁	I ₂	I ₃	F ₁	F ₂	F ₃
57	20	110	37	15	76	0,3	-3,5	5,6	3	-115	68	3,8	0	22

Chú giải (*bảng 1* và *2*) : Q - mật độ dòng nhiệt (mW/m²), T - bề dày vỏ Trái Đất (km), R- độ cao địa hình (hay là độ sâu đáy biển) (km), I - dị thường đẳng tĩnh của vỏ Trái Đất (đơn vị ước định, tùy thuộc giá trị của tham số I đối với mỗi khu vực nghiên cứu), F - độ sâu tới móng kết tinh hay bề dày lớp trầm tích (km). Các chỉ số 1 - giá trị trung bình, 2 - giá trị thấp nhất và 3 - giá trị cao nhất của các tham số tương ứng

Cần lưu ý, trên cơ sở phương pháp đã trình bày, các nhà khoa học Nga đã xây dựng chương trình phân loại vỏ Trái Đất theo 5 đặc trưng cấu trúc vỏ nêu 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, nên trong tính toán, chúng tôi dự định dùng hàm tương quan giữa Q với một trong các tham số còn lại để tìm giá trị Q tại các vị trí tương ứng. 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 nêu trên. Vì vậy, chúng tôi tiến hành xây dựng chương trình mới trên cơ sở phương pháp đã nêu (gọi là chương trình LH-08). LH-08 có thể coi như một biến thể của chương trình mà các nhà khoa học Nga đã xây dựng. Với chương trình này, chúng ta có thể dễ dàng phân loại vỏ Trái Đất và dự báo động đất cực đại 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 nêu trên.

2. Thuật toán phân loại vỏ Trái Đất

Để phục vụ cho việc tính toán, giải quyết nhiệm vụ phân loại vỏ 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 nhà khoa học Nga 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 (Max - Min)/20 = 32.000/20 = 1.600 đơn vị quy chuẩn. Chẳng hạn, đối với lục địa châu Âu, có các giá trị tương đương quy đổi như trong *bảng 2*.

Bảng 2. Các giá trị tương đương của các dấu hiệu đặc trưng đối với khu vực châu Âu [1, 2]

Dấu hiệu đặc trưng và đơn vị đo lường	Quy chuẩn thành kích thước các dấu hiệu	
	Giá trị vật lý	Giá trị quy chuẩn khi phân tích
Q (mW/m ²)	3,50	1.600
T (km)	1,50	1 600
R (km)	0,31	1 600
I (đơn vị ước định)	9,85	1 600
F (km)	1,00	1 600

Lưu ý : giá trị trọng số tương đối của dấu hiệu thường chọn xấp xỉ với độ chính xác của giá trị đọc dấu hiệu từ bản đồ, ví dụ đối với mật độ dòng nhiệt là 3 mW/m², với độ cao địa hình là khoảng 0,3 km...

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 chuyên gia Nga 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 (Max - 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 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 (Max - Min)/20.

Sau khi đã phân chia vỏ Trái Đất theo các dấu hiệu đặc trưng của cấu trúc thành các ô lưới, bằng cách so sánh các ô tại đó đã xảy ra động đất cực đại nhưng có tính tương đồng về đặc điểm cấu trúc vỏ 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 :

- Chồng chập đối phân miền đặc trưng vỏ Trái Đất với sơ đồ đặc điểm hoạt động động đất cực đại đã quan sát thấy (Mmax).

- Mmax có trong ô bất kỳ sẽ được ghi nhận tại các ô khác cùng chung một đặc trưng vỏ Trái Đất 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.

III. NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH VÀ CÁC SƠ ĐỒ KHỐI CỦA CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN

1. Ngôn ngữ

Để thực hiện phương pháp phân tích nhóm như đã nêu, ngoài việc tiến hành một khối lượng lớn các phép tính thực hiện các thủ thuật toán học khác nhau, chúng ta còn phải xử lý một lượng lớn các số liệu sử dụng. Do vậy, nhất định cần có sự trợ giúp của máy tính. Ngoài ra cũng cần lựa chọn một ngôn ngữ lập trình tiện lợi và phù hợp. ở đây, chúng tôi chọn ngôn ngữ lập trình Matlab, một trong những ngôn ngữ tính toán tiện lợi và phổ biến nhất trong khoa học hiện nay. Với lợi thế trong việc xử lý tính toán và phân tích ma trận, Matlab đặc biệt phù hợp với bài toán đặt ra.

2. Các sơ đồ khối

Từ cơ sở lý thuyết của phương pháp đã trình bày, rõ ràng, để giải bài toán đặt ra, cùng với một chương trình chính thực hiện nhiệm vụ phân loại vỏ Trái Đất và dự báo động đất cực đại, còn phải thiết lập một số tương trình con đi kèm với nó để thực hiện một loạt các bước khác nhau trong quá trình xử lý số liệu : phân tích, tính toán và nhóm các số liệu (hình 1-3).

a) Sơ đồ khối của chương trình chính

Sơ đồ khối của chương trình chính được chỉ ra trên hình 1, bao gồm các bước cơ bản sau đây :

Bước 1 : chia lãnh thổ nghiên cứu thành lưới các ô tọa độ với kích thước là 20' × 30' và xác định giá trị trung bình của năm tham số địa chất - địa vật lý đặc trưng của vỏ Trái Đất.

Bước 2 : quy chuẩn số liệu : mỗi tham số đặc trưng được phân chia thành 20 bậc (cấp) đều nhau quy ước từ 1 đến 20.

Bước 3 : phân loại vỏ Trái Đất

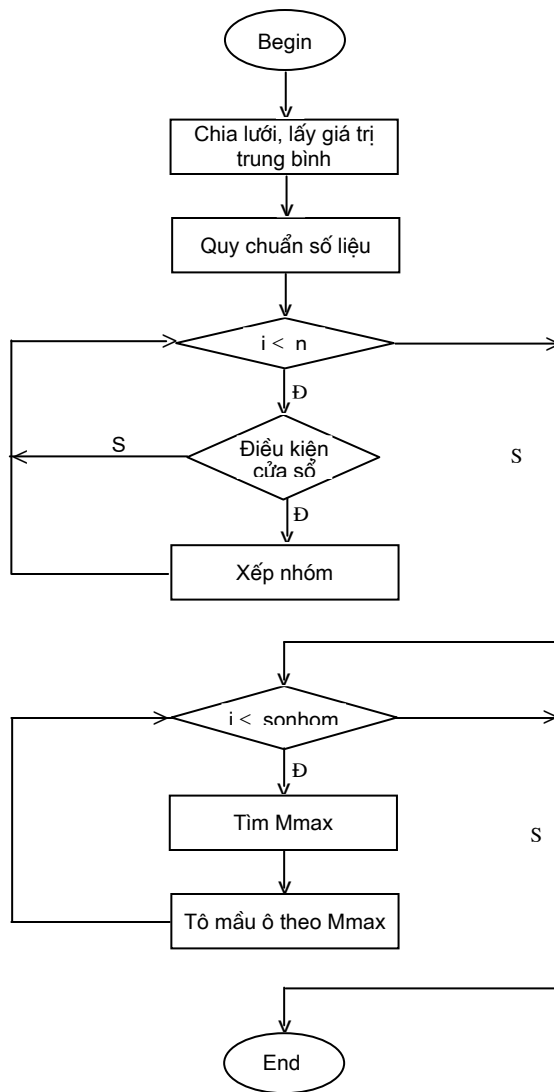
- Tìm các ô có hiệu các tham số tương ứng nằm trong một khoảng giá trị xác định. Giá trị này được gọi là ranh giới cửa sổ. Xếp các ô này vào những nhóm khác nhau.

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

Bước 4 : dự báo magnitud cực đại

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

- Dự báo giá trị magnitud cực đại Mmax cho tất cả các ô trong nhóm này.

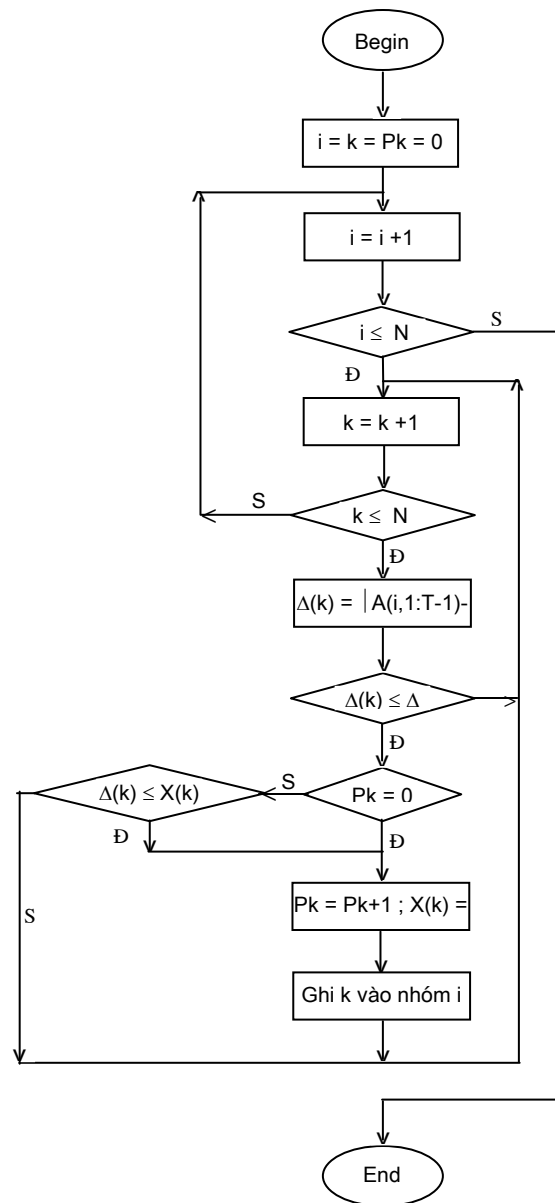


Hình 1. Sơ đồ khối của chương trình chính phân loại vò Trái Đất và đánh giá động đất cực đại Mmax

- 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 mẫu sắc khác nhau tương ứng.

b) Mô tả số liệu

Số liệu đầu vào cho các chương trình con là ma trận A như sẽ mô tả dưới đây. Trong đó, giá trị của các tham số được lấy là giá trị trung bình cho từng ô. Riêng giá trị của magnitud được lấy là giá trị lớn nhất (Mmax) có trong ô đó. Nếu trong ô xem xét không có số liệu về magnitud, ta mặc định cho giá trị này bằng không (việc gán giá trị không này chỉ có ý nghĩa trong việc đồng bộ số liệu đầu vào,



Hình 2. Sơ đồ mô tả các bước của chương trình con 1 (phân loại vò Trái Đất)

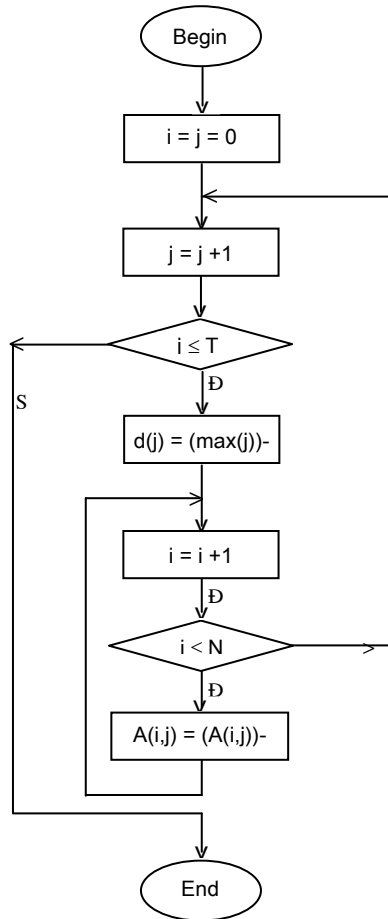
không có ý nghĩa giá trị thực của magnitud ở ô đó bằng 0).

c) Mô tả và chú giải

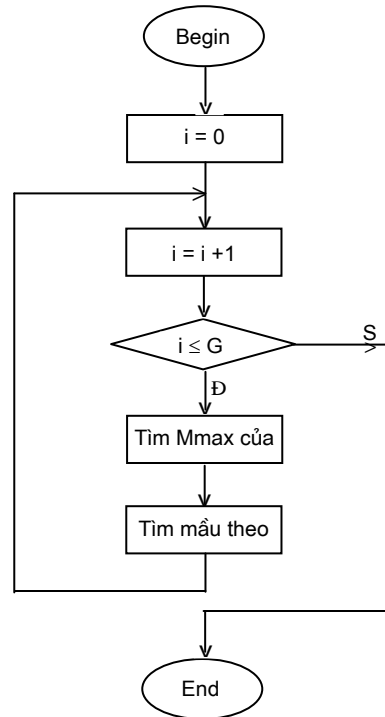
N - số ô có trong lưới tọa độ.

T - số tham số đưa vào (có thể thay đổi tùy theo số liệu có được). Việc đưa thêm tham số T trong quá trình tính toán chính là một trong các biến thể sáng tạo của thuật toán cho phép sử dụng chương trình tính cả trong trường hợp khu vực nghiên cứu

Chương trình con 2
(Quy chuẩn số liệu)



Chương trình con 3
(Phân vùng dự báo Mmax)



Hình 3. Sơ đồ mô tả các bước của các chương trình con 2 và 3

không có đầy đủ cả 5 tham số đặc trưng của vỏ như đã nêu trên.

G - số nhóm tìm được.

i, k - thứ tự ô trong lưới chia ($i \neq k$).

P_k - tham số ô k, nếu $P_k = 0$, ô này chưa được xếp vào nhóm nào, nếu $P_k \neq 0$, ô này đã được xếp vào một nhóm trước đó.

$\Delta(k)$ - vector có T - 1 thành phần, mỗi thành phần là giá trị tuyệt đối (đã được làm tròn xuống) của hiệu các tham số tương ứng (trừ magnitud) giữa ô i với ô k.

Δ - ranh giới cửa sổ được lựa chọn trên cơ sở số liệu hiện có.

Phép so sánh $\Delta(k) \leq X(k)$ trong chương trình con là phép so sánh theo thứ tự ưu tiên Q, T, R, I, F, ... Ví dụ : $\Delta(k) = [1\ 3\ 4\ 6\ 8] > X(k) = [1\ 2\ 7\ 12\ 2]$,

vì ta chỉ so sánh đến cột có giá trị sai khác đầu tiên ($3 > 2$).

A - ma trận N hàng, T cột tương ứng với số lượng các tham số như Q, T, R, I, F, M, ...

j - chỉ số hàng của ma trận A, nó định vị lần lượt T tham số Q, T, R, I, F, M, ...

$\max(j)$, $\min(j)$ - tương ứng là giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của cột j của ma trận A với j chạy từ 1 đến T - 1.

$d(j)$ - khoảng phân cấp của lần lượt T - 1 thông số Q, T, R, I, F, ...

KẾT LUẬN

Phương pháp phân loại các kiểu vỏ Trái Đất trên cơ sở tổ hợp các tài liệu địa chất - địa vật lý và địa chấn phục vụ dự báo động đất cực đại (Mmax)

là phương pháp mới lần đầu tiên được áp dụng tại Việt Nam. Bằng cách xây dựng thuật toán và các sơ đồ khối của chương trình tính trên cơ sở một ngôn ngữ mới sẽ cho phép thiết lập được một chương trình mới, hiện đại vừa phù hợp hơn và thoả mãn các điều kiện của nhiệm vụ đặt ra, vừa có giao diện tiện ích và thân thiện, giúp các nhà nghiên cứu địa chấn có thêm một phương pháp và chương trình mới hỗ trợ với các phương pháp và chương trình tính kinh điển đã và đang sử dụng tại Việt Nam để giải quyết nhiệm vụ dự báo động đất cực đại một cách hiệu quả và chính xác hơn.

Công trình được hoàn thành với sự hỗ trợ về kinh phí của đề tài hợp tác quốc tế theo Nghị định thư Việt Nam - Liên bang Nga.

TÀI LIỆU DẪN

[1] G.I. REISNER, L.I. IOGANSON, M.G. REISNER, I.U.E. BARANOV, 1993 : Phân loại đặc trưng vỏ Trái Đất và quá trình địa chất hiện đại. Nhà xuất bản Viện Hàn lâm Khoa học Liên bang Nga, Moskva, 210 trang (Nga văn).

[2] G.I. REISNER, L.I. IOGANSON, 1996 : The Extraregional Seismotectonic Method for the Assessment of Seismic Potential. Natural Hazards 14 (Kluwer Academic Publishers, printed in Netherland) :3-10.

SUMMARY

Constructing algorithm and block scheme of the Earth's crust classification program to evaluate seismic potential of Vietnam

The paper presents classification method of the Earth's crusts by intergration of geological, geophysical and seismic data. This is a newly method that has been applied in Vietnam for the first time. On the basis of the method, using modern and appropriated programming language, the algorithm and block scheme of the calculation program were constructed, in order to fulfil the task. The algorithm and block scheme themselves allow to construct new modern programs that satisfy required tasks, but also have comprehensive and friendly interface. Such programs can be intergrated with classical methods to fulfil the task of earthquake prediction in Vietnam efficiently.

Ngày nhận bài : 02-6-2008

Viện Vật lý Địa cầu