

MÔ HÌNH MẬT ĐỘ VỎ TRÁI ĐẤT LÃNH THỔ VIỆT NAM

CAO ĐÌNH TRIỀU

Viện Vật lý địa cầu

Summary. Gravity inverse problems of 2D and 3D have been used by the author for studying the density model of the Earth crust and adjoined to upper Mantle boundary in the territory of Vietnam.

I. MỞ ĐẦU

Các kết quả mới nhất về cấu trúc vỏ trái đất lãnh thổ Việt Nam đã được đề cập trong công trình [2,3]. Do thiếu số liệu đo sâu địa vật lý (địa chấn đo sâu, điện từ telua...), các nghiên cứu này chủ yếu dựa trên cơ sở phân tích tài liệu trọng lực và từ hàng không, có tham khảo kết quả phân tích sóng động đất nghiên cứu đặc trưng phân lớp vỏ tại vùng trạm địa chấn Hoà bình, Tuyên quang, Bắc giang, Sapa và Phú liên.

Trong khuôn khổ công trình này tác giả giải bài toán trọng lực hai chiều với mô hình lớp mặt phẳng đứt đoạn nằm ngang và bài toán trọng lực ba chiều với mô hình cấu trúc khối hộp chữ nhật tìm hiểu quy luật biến đổi mật độ vỏ và cận ranh giới vỏ thượng manti. Các nghiên cứu trước đây [1,2] cũng được tác giả sử dụng trong thiết lập mô hình giải bài toán ngược trọng lực. Tỷ lệ nghiên cứu là 1:2 000 000.

II. CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

2.1. Tài liệu

Tài liệu chủ yếu được sử dụng trong nghiên cứu này là bản đồ địa thường trọng lực bouguer tỷ lệ 1:500 000 và 1:1 000 000 do Tổng cục địa chất thành lập năm 1985, các tuyến trọng lực tỷ lệ 1:200 000 (1) thành phố Hồ Chí Minh - Hà nội, (2) Hoà bình - Hà nội - Lạng sơn do Trung tâm nghiên cứu vật lý địa cầu trước đây thành lập trong giai đoạn 1979-1985 (lưu trữ tại Viện Vật lý địa cầu). Ngoài ra tác giả còn tham khảo thêm thông số vật lý của đất đá, bản đồ địa chất Việt nam tỷ lệ 1:1 000 000 do Tổng cục địa chất thành lập năm 1985 (lưu trữ tại Viện Vật lý địa cầu) và bản đồ phân vùng địa cấu trúc [4].

2.2. Phương pháp phân tích số liệu

2.2.1. Bài toán trọng lực hai chiều

Đị thường trọng lực gây nên bởi khối bất đồng nhất mật độ được xác lập trên cơ sở công thức của Bulac E. G. [1]

$$\Delta g(x) = K \sum_{j=1}^m \sigma_j \left[\pi(H - j - h_j) + 2H_j \arctg \frac{x - d_j}{H_j} - 2H_j \arctg \frac{x - d_j}{h_j} + (x - d_j) \ln \frac{H_j^2 + (x - d_j)^2}{h_j^2 + (x - d_j)^2} \right], \quad (1)$$

ở đây K hệ số hấp dẫn trọng lực, m số lượng các lớp mặt phẳng đứt đoạn được phân chia với các thông số: h_j độ sâu tới các mặt ranh giới phía trên, H_j độ sâu tới các mặt ranh giới phía dưới, σ_j mật độ dư, d_j tọa độ của ranh giới thẳng đứng so với tọa độ xác định dị thường.

Để tìm nghiệm của bài toán ngược ta thiết lập hàm

$$F = \sum_{i=1}^n [\Delta g_m(x_i, y_i) - \Delta g_j(x_i, y_i)]^2 \quad (2)$$

2.2.2. Bài toán trọng lực ba chiều

Trong trường hợp này công thức tính dị thường trọng lực có dạng [1]

$$\begin{aligned} \Delta_i(x, y) = & -K \sum_{j=1}^m \sigma_j \left\{ -(d_j - x) \ln \frac{[(l_{2j} - y) + A_j^{22}][(l_{1j} - y) + A_j^{11}]}{[(l_{1j} - y) + A_j^{12}][(l_{2j} - y) + A_j^{21}]} \right. \\ & + (l_{2j} - y) \ln \frac{(d_j - x) + A_j^{21}}{(d_j - x) + A_j^{22}} - (l_{1j} - y) \ln \frac{(d_j - x) + A_j^{11}}{(d_j - x) + A_j^{12}} \\ & + H_j \left[\arctg \frac{H_j}{l_{2j} - y} - \arctg \frac{H_j A_j^{22}}{(d_j - x)(l_{2j} - y)} - \arctg \frac{H_j}{l_{1j} - y} + \arctg \frac{H_j A_j^{12}}{(d_j - x)(l_{1j} - y)} \right] \\ & \left. - h_j \left[\arctg \frac{h_j}{l_{2j} - y} - \arctg \frac{h_j A_j^{22}}{(d_j - x)(l_{2j} - y)} - \arctg \frac{h_j}{l_{1j} - y} + \arctg \frac{h_j A_j^{12}}{(d_j - x)(l_{1j} - y)} \right] \right\} \quad (3) \end{aligned}$$

ở đây: σ_j , h_j , H_j , l_{1j} , l_{2j} , d_j là các thông số của khối hộp chữ nhật,

$$\begin{aligned} A_j^{11} &= \sqrt{(d_j - x)^2 + (l_{1j} - y)^2 + h_j^2} \\ A_j^{12} &= \sqrt{(d_j - x)^2 + (l_{1j} - y)^2 + H_j^2} \\ A_j^{21} &= \sqrt{(d_j - x)^2 + (l_{2j} - y)^2 + h_j^2} \\ A_j^{22} &= \sqrt{(d_j - x)^2 + (l_{1j} - y)^2 + H_j^2}. \end{aligned}$$

Tương tự như trong bài toán trọng lực hai chiều, nếu ta cho $d_j = d$ và l_{1j}, l_{2j} có thể xác định trước trên cơ sở cấu trúc của dị thường trọng lực Bouguer thì công thức (3) sẽ được rút gọn và tính toán $\Delta g_t(x, y)$ sẽ đơn giản hơn. Nghiệm của bài toán ngược trọng lực sẽ là nghiệm cực tiểu của phiếm hàm

$$F = \sum_{i=1}^n [\Delta_m(x_i, y_i) - \Delta_t(x_i, y_i)]^2. \quad (4)$$

2.2.3. Nghiệm của phương trình (2) và (4) được xác lập trên cơ sở phương pháp đường dốc nhất. Nó được mô tả bằng phương pháp lặp sau [5]:

$$U^{(L+1)} = U^{(L)} - \epsilon_L \text{grad}F(U^{(L)}) \quad (5)$$

ở đây $U = (\sigma, h, \dots)$; $\text{grad}F(U) = (\partial F/\partial \sigma, \partial F/\partial h, \dots)$, ϵ_L là dãy tham số lặp, nó được chọn sao cho phương pháp đường dốc nhất trong trường hợp này hội tụ. Sự hội tụ được đảm bảo bởi định lý về hội tụ xem trong [5].

2.2.4. Xác lập mô hình mật độ

Mô hình mật độ vỏ trái đất được thiết lập trên cơ sở kết quả giải bài toán ngược trọng lực nghiên cứu khối bất đồng nhất mật độ, kết hợp với các thông số mật độ của đất đá trầm tích trên bề mặt và lỗ khoan sâu cũng như phân tích vận tốc truyền sóng động đất [3]

III. MÔ HÌNH MẬT ĐỘ VỎ TRÁI ĐẤT

Trên cơ sở thuật toán trình bày trên tác giả đã thiết lập mô hình mật độ vỏ trái đất lãnh thổ Việt nam bao gồm: (1) mật độ lớp cơ bản vỏ trái đất (trầm tích, "granit", "Bazan" và thượng manti) và ranh giới giữa chúng; (2) phân loại đứt gãy theo độ sâu ảnh hưởng của chúng trong việc phân chia ngang mật độ vỏ trái đất và thượng manti.

3.1 Mặt móng kết tinh và mật độ lớp trầm tích

Nhìn chung mặt móng kết tinh lãnh thổ nghiên cứu biến đổi khá phức tạp, từ lộ ra trên bề mặt tới độ sâu 8-10 km (hình 1). Vùng sụt lún sâu nhất của mặt móng này trùng với: (1) trung tâm trũng Hàn nội (chỉ số IV) đạt tới 8-10km; (2) trung tâm trũng Tú lệ (VI) (hc=7-8km); (3) trung tâm trũng Đà lạt (XIII) (hc=5-6km). Ranh giới này phản ánh sự thay đổi chênh lệch giữa lớp trầm tích và lớp granit biến đổi trong phạm vi từ 0.06g/cm³ đến 0.08g/cm³.

Mật độ trung bình lớp phủ trầm tích lãnh thổ nghiên cứu đạt giá trị 2.61-2.63g/cm³ và biến đổi như sau:

- Đới cấu trúc Đà Lạt (XIII), trũng Hà nội (IV), cấu trúc Ninh bình (V) và trũng Tú lệ (VI) có giá trị trung bình mật độ lớp trầm tích là 2.61g/cm³ (bảng 1).

- Giá trị trung bình mật độ 2.62g/cm³ đặc trưng cho đới uốn nếp Đông bắc (III), đới Mường tè (VII), sông Mã - Thanh hoá (VIII), Nghệ tĩnh (X), An điền (XI), Cửu long (XIV) và Minh hải - Kiên giang (XV).

- Đới uốn nếp Cao bằng (I), Hà giang (II), địa khối phú hoạt (IX) và địa khối Kontum được đặc trưng bởi mật độ trung bình lớp trầm tích cao, đạt 2.63g/cm³.

3.2. Ranh giới mật độ "granit" - "Bazan" (mặt Conrad).

Ranh giới này biểu hiện sự chênh lệch mật độ trung bình lớp "granit" là 2.68-2.70g/cm³ và lớp "Bazan" là 2.80-2.90 g/cm³ (bảng 1).

Các đứt gãy sâu xuyên vỏ là ranh giới phân chia ngang mật độ lớp "granit". Chẳng hạn, mật độ trung bình lớp này đạt 2.68-2.69 g/cm³ tại các đới uốn nếp Mezozoi (Đà Lạt (XIII), Tú lệ (VI)) và đới uốn nếp kainozoi (Hà nội (IV), Cửu long (XIV)). Trong khi đó đối với địa chất và khối nâng giá trị trung bình mật độ lớp "granit" đạt 2.70 g/cm³.

Độ sâu mặt ranh giới này biến đổi khá phức tạp, tạo thành các cấu trúc dương dạng giải phương Tây bắc - Đông nam là chủ yếu. Đó là cấu trúc Hà nội (IV), sông Mã - Thanh hoá (VIII), Cửu long (XIV) giá trị độ sâu mặt móng này là nhỏ hơn 12km. Cấu trúc Hà giang có độ sâu mặt Conrad lớn nhất, có thể đạt tới 22-24km. Các cấu trúc còn lại giá trị độ sâu mặt ranh giới này biến đổi trong phạm vi 12-20km với xu hướng tăng dần về phía trung tâm trũng uốn nếp Mezozoi (Tú lệ (VI)), Đà Lạt (XIII) và địa khối (Phú hoạt (IX), Kontum (VIII)).

3.3. Ranh giới mật độ vỏ-thượng manti (Mặt Mohorovicic)

Nhìn chung độ sâu mặt ranh giới mật độ vỏ - thượng manti biến đổi trong giới hạn 30-38km và có xu hướng chìm dần theo phương Tây bắc, về phía trung tâm, đới uốn nếp Mezozoi, địa khối và nâng dần về phía trung tâm đới uốn nếp kainozoi. Các cấu trúc chính mặt ranh giới này có phương Tây bắc - Đông nam là chủ yếu và bao gồm:

- Cấu trúc dương: (1) Hà nội (IV) ($h_M = 30$ km), (2) sông Mã - Thanh hoá ($h_M = 30-34$ km) (VIII), Cửu long (XIV) ($h_M = 30$ km).

- Cấu trúc âm: (1) Tú lệ (VI) ($h_M = 30-36$ km) và Đà Lạt (XIII) ($h_M = 34-36$ km).

Ranh giới này biểu hiện sự chênh lệch mật độ trung bình lớp Bazan là 2.88-2.90g/cm³ và thượng manti là 3.14-3.28g/cm³ (bảng 1).

3.4. Mật độ thượng manti

Mật độ thượng manti lãnh thổ nghiên cứu đạt giá trị 3.14-3.28g/cm³ (hình 2) và nó biểu hiện biến đổi ngang rõ nét. Tại các đới uốn nếp Mezozoi và Kainozoi (trũng Hà nội (IV), trũng Tú lệ (VI), trũng An điền (XI), trũng Đà lạt (XIII), trũng Cửu long (XIV) giá trị mật độ thượng manti chỉ đạt 3.14-3.15g/cm³. Trong khi đó tại địa khối Phú hoạt (IX), Kontum (XII), đới nâng Hà giang (II), đới nâng sông Mã - Thanh hoá (VIII) giá trị trung bình mật độ đạt lớn hơn 3.20g/cm³ (bảng 1). Tại các đới còn lại như Đông bắc (I), Mường tè (VII), Nghệ tĩnh (X), Minh hải - Kiên giang giá trị trung bình mật độ lớp này nằm trong giới hạn 3.18-3.20g/cm³. Đóng vai trò ranh giới ngang mật độ thượng manti là các đứt gãy sâu: (1) Cao bằng - Lạng sơn, (2) Hà giang, (3) Đông triều - Cẩm phá, (4) sông Hồng, (5) Lai châu - Điện biên, (6) Sơn la, (7) sông Mã, (8) sông Cả, (9) Sơn trà, (10) Trà mi, (11) Tuy hoà - Orang, (12) Vũng tàu - Lộc ninh, sông Hậu, (14) Thuận hải - Minh hải, (15) Rạch giá.

IV KẾT LUẬN

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu của công trình này có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Mật ranh giới mật độ vỏ-thượng manti lãnh thổ Việt nam có độ sâu biến đổi trong giới hạn 30-38 km và hình thành các cấu trúc dương, âm phương Tây bắc Đông nam là chủ yếu. Cấu trúc dương mật ranh giới này trùng với các đới nâng sông Mã, sông Hồng, trũng địa hào kainozoi Hà nội, Cửu long. Trong khi đó các cấu trúc âm phù hợp với đới uốn nếp Mezozoi (Tú lệ, Đà lạt) và địa khối (Phú hoạt Kon tum).

2. Có biểu hiện biến đổi ngang mật độ vỏ trái đất và thượng manti trong lãnh thổ Việt nam. Giá trị trung bình mật độ vỏ trái đất thấp trùng với đới uốn nếp Mezozoi, Kainozoi và ngược lại, mật độ trung bình lớn hơn đặc trưng cho đới uốn nếp Đông bắc, Hà giang (vùng rìa nền Hoa nam) và địa khối (Phú hoạt, Kon tum).

3. Các đứt gãy sâu lãnh thổ Việt nam bao gồm: Cao bằng - Lạng sơn, Hà giang Đông triều - Cẩm phá, sông Hồng, Lai châu - Điện biên, Sơn la, sông Mã, sông Cả, Sơn trà, Trà mi, Tuy hoà - Orang, vũng tàu - Lộc ninh, sông Hậu, Thuận hải - Minh hải và Rạch giá. Độ sâu xuyên cắt của các đứt gãy này là lớn hơn 60 km.

Giá trị trung bình các lớp cơ bản vỏ thượng manti

Chỉ số	Đơn vị cấu trúc	Lớp trầm tích (g/cm ³)	Lớp "Granit" (g/cm ³)	Lớp "Bazan" (g/cm ³)	Thượng manti (g/cm ³)
I	Cao bằng	2.63	2.70	2.90	3.26
II	Hà giang	2.63	2.70	2.90	3.26
III	Đông bắc	2.62	2.69	2.90	3.25
IV	Trũng Kainozoi Hà nội	2.61	2.68	2.88	3.14
V	Ninh bình	2.61	2.70	2.90	3.17
VI	Trũng Mezozoi Tú lệ	2.61	2.68	2.90	3.15
VII	Mường tè	2.62	2.68	2.89	3.19
VIII	Sông mã Thanh hoá	2.62	2.69	2.89	3.28
X	Nghệ tĩnh	2.62	2.68	2.89	3.16
XI	Trũng An điền	2.62	2.69	2.89	3.15
XII	Địa khối kon tum	2.63	2.70	2.90	3.23
XIII	Trũng Mezozoi Đà lạt	2.61	2.69	2.89	3.15
XIV	Trũng Cửu long	2.62	2.68	2.90	3.14
XV	Mình hải Kiến giang	2.62	2.68	2.89	3.18

Mô tả hình vẽ

Sơ đồ cấu trúc mặt móng kết tinh: (1) đường thẳng độ sâu; (2) nơi lộ mặt móng trên bề mặt, (3) đơn vị cấu trúc (như mô tả trong hình 2), (4) đứt gãy sâu (như mô tả trong hình 2).

Sơ đồ cấu trúc mặt ranh giới mật độ Conral: (1) đường thẳng độ sâu (contour interval 2km), (2) đứt gãy sâu (như mô tả trong hình 2), (3) đơn vị cấu trúc (như mô tả trong hình 2).

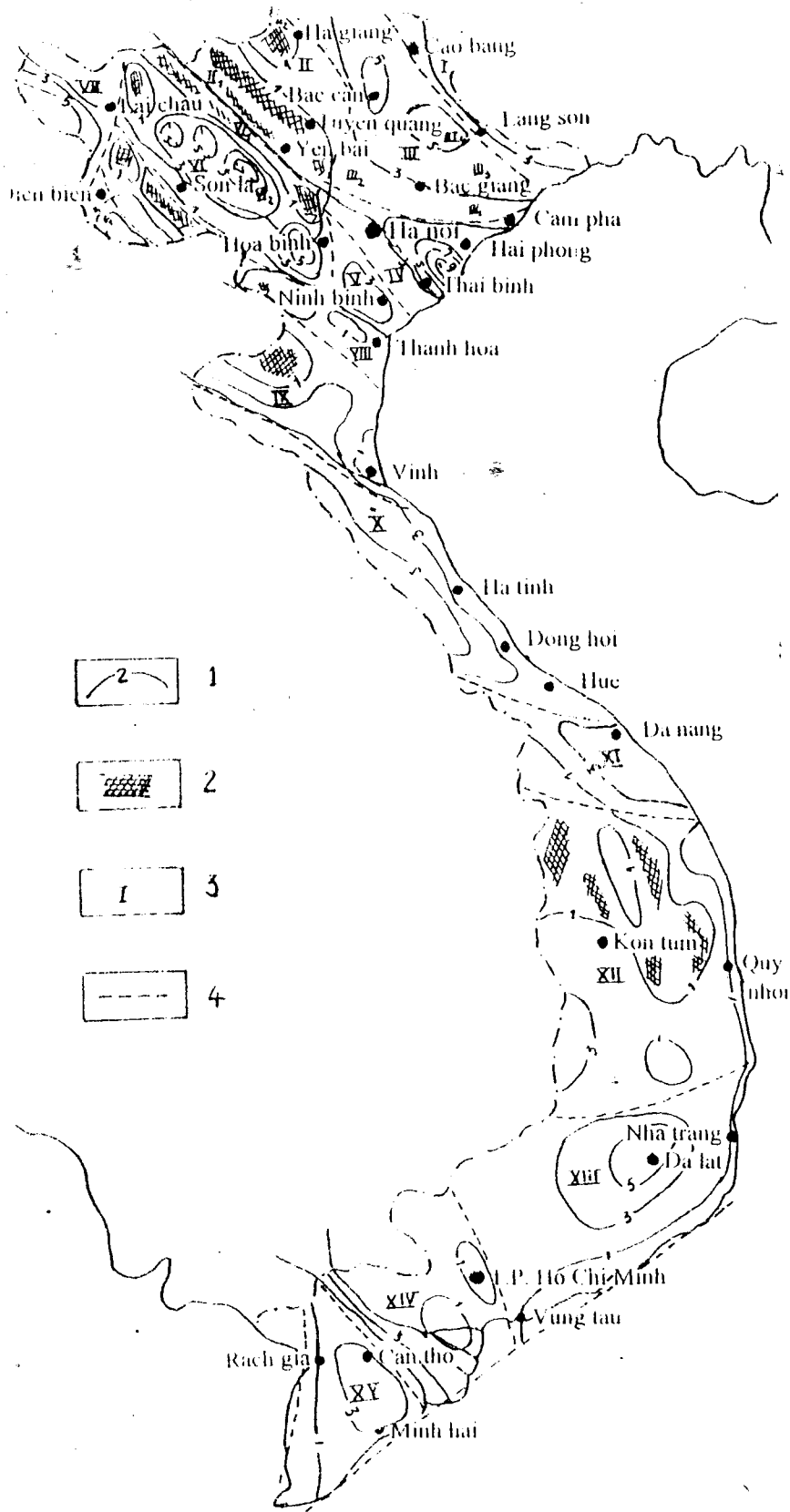
Sơ đồ cấu trúc mặt ranh giới Mohorovicic: (1) đường thẳng độ sâu contour 2km), (2) đơn vị cấu trúc (như mô tả trong hình 2), (3) đứt gãy sâu (như mô tả trong hình 2).

Mô hình mật độ thượng manti: (1) đơn vị cấu trúc, I - Cao bằng, II - Hà giang, III - Đông bắc, IV - Hà nội, V - Ninh bình, VI - Tú lệ, VII Mường tè, VIII - sông mã - Thanh hoá, IX - Phú hoạt, X - Nghệ tĩnh, XI - An điền, XII - Kon tum, XIII - Đà lạt, XIV - Cửu long, XV - Minh hải - Kiên giang, (2) giá trị mật độ: Đứt gãy cấp I, (1) Cao bằng - Lạng sơn, (2) Hà giang, (3) Đông triều - Cẩm phá, (4) sông Hồng, (5) Lai châu - Điện biên, (6) Sơn la, (7) Sông Mã, (8) sông Cả, (9) Sơn trà, (10) trà mi, (11) Tuy hoà -

Orang, (12) Vũng tàu - Lộc ninh, (13) sông Hậu, (14) Minh hải - Thuận hải, (15) Rạch giá.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bulax E.G. Hệ thống phân tích tự động hoá dị thường trọng lực, Naukadumka, Kiev, 1973 132tr. (tiếng Nga).
2. Cao Đình Triều, Deep structure and characteristics of seismic activity on the territory of Vietnam, Hanoi 1991, 140 p.
3. Cao Đình Triều và Hoàng Văn Vượng, Tìm hiểu quy luật biến đổi mật độ vỏ trái đất lãnh thổ Việt nam và ứng dụng nó trong phân tích tài liệu trọng lực, Tuyển tập công trình vật lý địa cầu, tập V (1985-1986), Hà nội 179-183.
4. Phạm Huy Long, Phân vùng địa chất lãnh thổ Việt nam, Hội nghị địa chất lần thứ hai, Proceed. Hà nội 1985, 75-85.
5. Vainberg M.M., Phương pháp biến phân và phương pháp toán tử đơn điệu, 1972, 332 tr. (tiếng Nga).



CAO ĐÌNH TRIỀU

