

ĐẶC TRƯNG CẤU TRÚC VỎ TRÁI ĐẤT KHU VỰC BẬC THANG THỦY ĐIỆN SÔNG ĐÀ THEO KẾT QUẢ PHÂN TÍCH SỐ LIỆU TRỌNG LỰC VÀ TỬ

PHAN THANH QUANG¹, CAO ĐÌNH TRỌNG¹, PHẠM NAM HƯNG¹, BÙI VĂN NAM²

¹Viện Vật lý Địa cầu, Viện HL KH&CN Việt Nam

²Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện HL KH&CN Việt Nam

Tóm tắt: Bài báo này đề cập tới đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện sông Đà trên cơ sở phân tích tài liệu dị thường trọng lực Bouguer kết hợp tài liệu dị thường từ hàng không. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Các đứt gãy cấp 1 có độ sâu xuyên vỏ và phân đới cấu trúc vỏ Trái đất gồm: Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ, Sơn La và Mường La - Bắc Yên. Phương phát triển chủ yếu của các đứt gãy này là: Tây Bắc - Đông Nam, một số ít phát triển theo phương á kinh tuyến, á vĩ tuyến và Đông Bắc - Tây Nam; Độ sâu mặt móng kết tinh biến đổi phức tạp, từ lộ ra trên mặt đến độ sâu 5,5 km. Chênh lệch mật độ giữa lớp trầm tích ($2,62-2,66 \text{ g/cm}^3$) phía trên và lớp granit ($2,70-2,76 \text{ g/cm}^3$) phía dưới là khoảng $0,08 \text{ g/cm}^3$; Độ sâu mặt Conrad thay đổi từ 8,0 km đến 18,5 km. Ranh giới này biểu hiện sự chênh lệch mật độ giữa lớp granit ($2,70-2,76 \text{ g/cm}^3$) và lớp basalt ($2,90-2,94 \text{ g/cm}^3$) phía dưới, sự chênh lệch này khoảng $0,19 \text{ g/cm}^3$; Độ sâu mặt moho thay đổi từ 21,3 km đến 35,4 km, có xu hướng nâng lên ở đông nam và chìm dần ở tây bắc. Sự chênh lệch mật độ giữa lớp basalt ($2,90-2,94 \text{ g/cm}^3$) phía trên và lớp manti trên ở phía dưới là khoảng $0,4 \text{ g/cm}^3$.

I. MỞ ĐẦU

Khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà nằm ở Tây Bắc Việt Nam, nơi đây có 5 hồ chứa thủy điện lớn là: Hòa Bình, Sơn La, Lai Châu, Bản Chát, Huổi Quảng.

Nghiên cứu đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà là một trong những nhiệm vụ quan trọng của đề tài độc lập cấp nhà nước giai đoạn 2015-2018 (mã số ĐTDLCN.27/15). Đặc điểm phân bố và cấu trúc của đứt gãy sâu là cơ sở khoa học cho việc nghiên cứu dự báo vùng nguồn và cơ chế hoạt động động đất. Trong khi đó, đặc trưng phân lớp ngang của vỏ Trái đất lại có vai trò quan trọng trong nghiên cứu dự báo tầng hoạt động (tầng phát sinh động đất) của động đất.

Đã có một số công trình nghiên cứu về cấu trúc sâu vỏ Trái đất và hệ thống đứt gãy kiến tạo Tây Bắc Việt Nam và kề cận bằng các phương pháp địa vật lý khác nhau [1, 2, 4, 7-12, 14]. Các nghiên cứu

này có độ chi tiết chưa cao, không đáp ứng được yêu cầu đặt ra của đề tài. Chính vì vậy, trong khuôn khổ bài báo này các tác giả sử dụng bản đồ dị thường trọng lực Bouguer có độ chi tiết cao hơn, chương trình phân tích trọng lực 2½D tiên tiến hơn, kết hợp tài liệu dị thường từ hàng không để nghiên cứu đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà.

II. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Theo Trần Văn Trị và Nguyễn Xuân Bao [14], trong phạm vi khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà tồn tại các cấu trúc địa chất sau (Hình 1):

1) Á địa khu biển chắt cao lục địa tiền Cambri tái biến cải trong Phanerozoic Phan Si Pan;

2) Đại tạo núi Paleozoi sớm Tây Bắc Bộ;

3) Đai tạo núi Paleozoi muộn - Mesozoi sớm Trường Sơn;

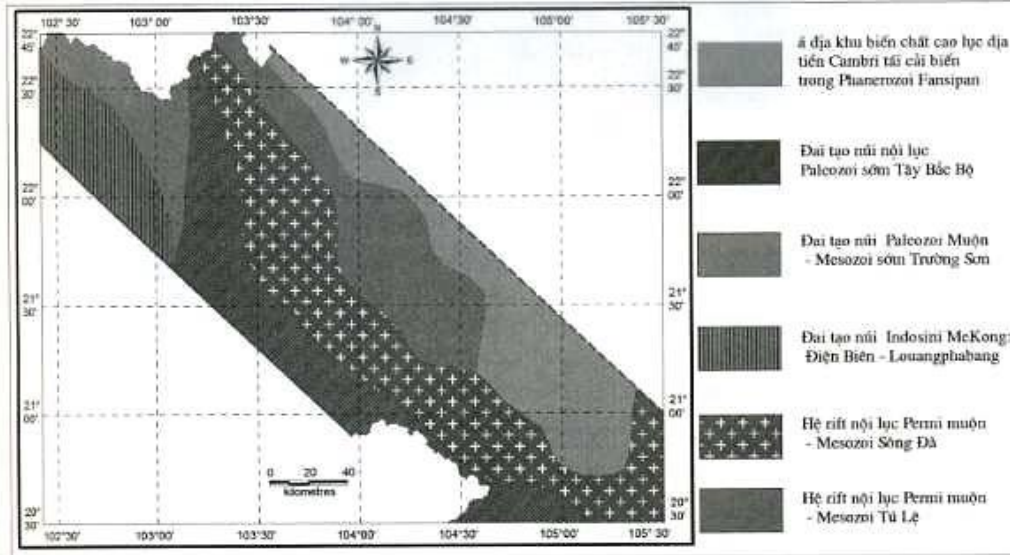
4) Đai tạo núi Indosini Mekong: Điện Biên - Louangphabang;

5) Đai tạo núi Indosini Mekong: Điện Biên - Louangphabang;

6) Hệ rift nội lục Permi muộn - Mesozoi Sông Đà;

7) Hệ rift nội lục Permi muộn - Mesozoi Tú Lệ.

Nhìn chung trong khu vực các đới cấu trúc có phương TB-ĐN.



Hình 1. Các đới cấu trúc trong khu vực nghiên cứu [14].

III. CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Tài liệu sử dụng trong nghiên cứu đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất

Trong nghiên cứu này các tác giả sử dụng tài liệu trọng lực mật đất và từ hàng không:

- Dị thường trọng lực Bouguer (Hình 2) sử dụng trong bài báo này được xây dựng trên cơ sở các số liệu đo đạc trọng lực qua các thời kỳ của Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam; một số lượng lớn các giá trị đo đạc trọng lực của Viện Vật lý Địa cầu phục vụ vì phân vùng động đất các công trình thủy điện Tây Bắc Việt Nam (Hòa Bình, Sơn La, Bản Chát, Huội Quảng, Lai Châu...) với 3.299 điểm đo tương ứng 11,8 km²/điểm. Dị thường trọng lực Bouguer được xác lập trên cơ sở công thức trọng lực bình thường quốc tế năm 1980 và hiệu chỉnh địa hình với bán kính ngoài đến 70 km [3-6, 12].

- Dị thường từ hàng không ΔT_a (Hình 3) được trích lược từ bản đồ từ trường hàng không do Đoàn Địa vật lý máy bay thành lập năm 1995 với tỷ lệ 1:200.000.

2. Phương pháp nghiên cứu

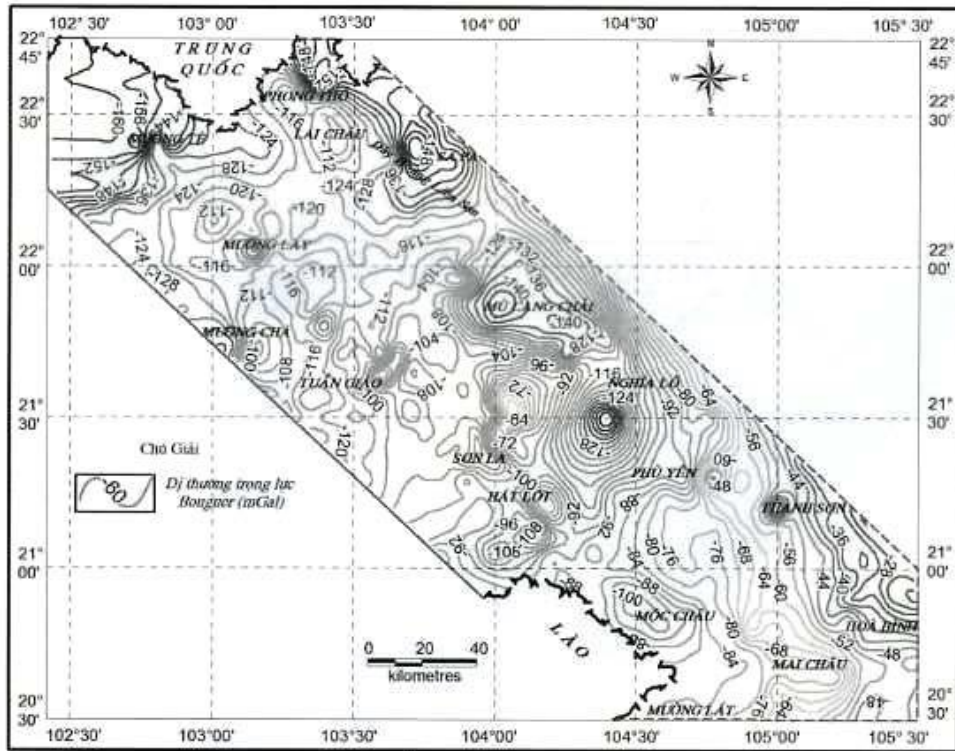
a) Phương pháp phân tích tài liệu trọng lực và từ phát hiện đứt gãy

Các đứt gãy khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà được phát hiện trên cơ sở tài liệu trọng lực và từ dựa theo một số dấu hiệu và tiêu chuẩn sau đây [1, 3-6, 13]:

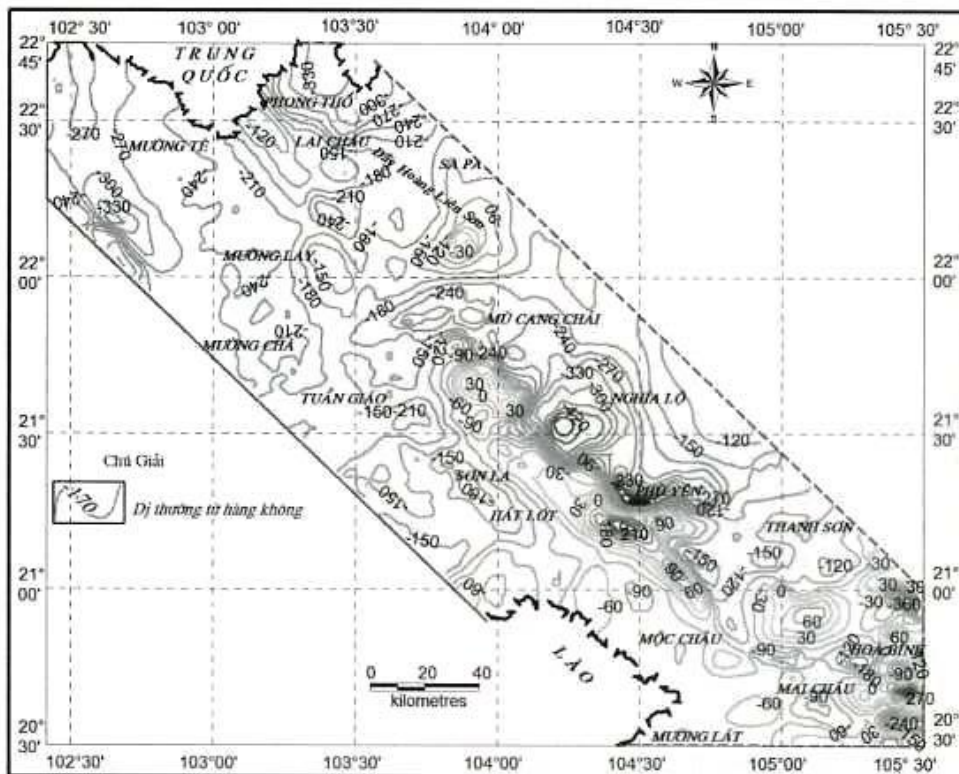
1. Các dấu hiệu nhận biết đứt gãy từ bản đồ dị thường trọng lực, từ và bản đồ biến đổi trường dị thường gồm:

- Đứt gãy thường liên quan với trường gradient kéo dài;

- Vùng ranh giới giữa hai khu vực có hướng cấu trúc dị thường khác nhau, hay nơi cắt chéo của các dị thường có hướng cấu trúc khác biệt;



Hình 2. Bản đồ dị thường trọng lực Bouguer.



Hình 3. Bản đồ dị thường từ hàng không ΔT_n .

- Sự dịch chuyển của các dị thường có dạng tuyến tính kéo dài và sự xuất hiện các nếp uốn của đường đồng mức.

Đây là những dấu hiệu nhận biết ban đầu bằng phương pháp nhận dạng sơ bộ.

2. *Sử dụng kết quả tính toán mô hình lý thuyết* cho trường hợp bài toán ba chiều và hai chiều khi sử dụng các phương pháp nâng trường, hạ trường, tính gradient ở các độ cao nâng trường dị thường, tính gradient ngang, gradient thẳng đứng và gradient chuẩn hóa toàn phần dị thường trọng lực để áp dụng cho từng mô hình cụ thể. Khi nâng trường và tính gradient ngang lên các độ cao khác nhau, trường dị thường trọng lực sẽ phản ánh đặc trưng các khối nâng, sệt là tiêu chuẩn nhận biết về sự tồn tại đứt gãy. Kết quả tính gradient chuẩn hoá toàn phần dị thường trọng lực thu được các điểm đặc biệt liên quan đến các khối gãy dị thường.

3. *Tính gradient ngang dị thường trọng lực*: Đối với môi trường nghiên cứu địa chất, khi ranh giới phân chia mật độ là thẳng đứng thì kết quả tính gradient ngang trọng lực cho phép ta xác định được điểm cực trị (cực đại hay cực tiểu) mà vị trí của chúng thường trùng với vị trí tiếp giáp của hai đơn vị địa chất khác nhau. Và đó thường cũng là ranh giới thẳng đứng về mặt không gian. Nếu mặt tiếp giáp không thẳng đứng thì cực trị gradient ngang sẽ bị dịch sang phía bên góc nghiêng và vùng cực trị dương được tạo ra ngay dưới ranh giới phân chia và hai bên là cực trị âm.

4. *Dấu hiệu từ kết quả tính gradient thẳng đứng chuẩn hoá toàn phần* theo tuyến là các điểm đặc biệt khi tính chuyển trường qua vật thể địa chất. Điểm đặc biệt thường xuất hiện ngay trong vật thể hoặc trùng với các mép ngoài vật thể địa chất gãy dị thường theo hình dạng cho trước.

b) Phương pháp nghiên cứu đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất dọc các tuyến

Quá trình phân tích tải liệu trọng lực Bouguer dọc theo các tuyến nghiên cứu được tiến hành theo các bước sau [5, 6]:

Bước 1: Tính toán mặt cắt gradient ngang trọng lực;

Bước 2: Mặt cắt gradient chuẩn hóa toàn phần;

Bước 3: Mặt cắt hệ số cấu trúc/mật độ trên cơ sở bài toán mô hình trụ tròn nằm ngang.

Dựa trên cơ sở các kết quả phân tích mặt cắt trên đây cho phép chúng ta xác định vị trí cũng như góc độ, hướng cắm của đứt gãy. Từ các kết quả phân tích này chúng ta cũng có thể xây dựng mô hình ban đầu phục vụ việc giải bài toán trọng lực $2\frac{3}{4}D$.

Giải bài toán ngược trọng lực $2\frac{3}{4}D$ (sử dụng phần mềm GM-SYS của hãng Geosoft) nghiên cứu đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất dọc theo tuyến nghiên cứu.

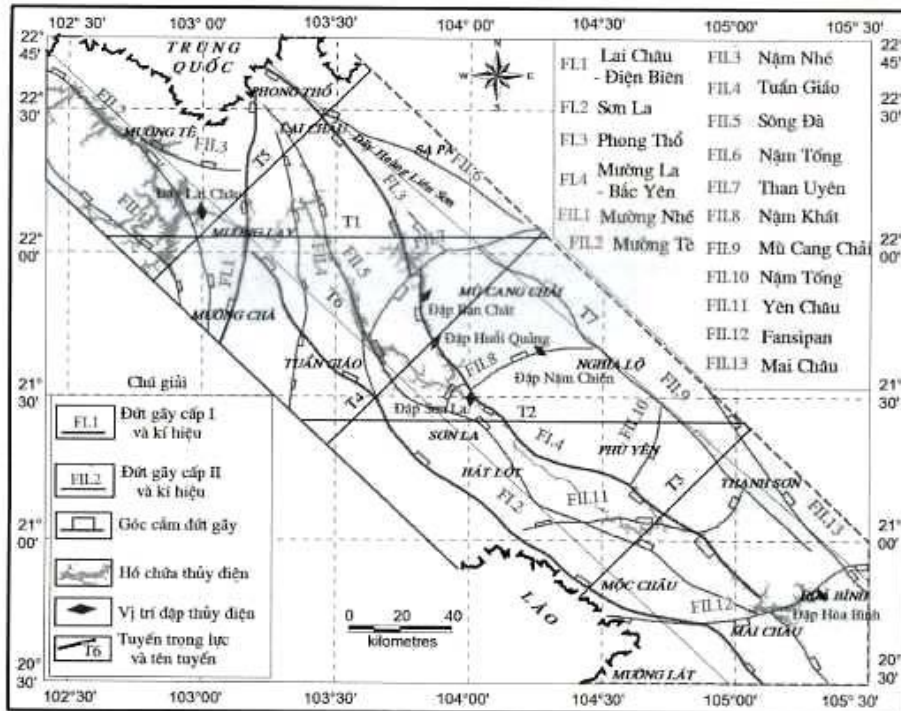
Kết quả phân tích trọng lực Bouguer cho ta bức tranh về mô hình cấu trúc vỏ Trái đất dọc theo 7 tuyến (Hình 3) nghiên cứu phân bố khá đồng đều trong phạm vi khu vực nghiên cứu.

Các phương pháp giải bài toán mô hình được chúng tôi áp dụng cho phân tích tải liệu trọng lực khu vực bậc thang thùy điện Sông Đà gồm [5, 6]: Mô hình đa giác nhiều cạnh; Mô hình lăng trụ nhiều cạnh và bài toán mô hình trụ tròn nằm ngang. Đây là các phương pháp được các tác giả sử dụng nhiều lần và trên nhiều khu vực thuộc lãnh thổ Việt Nam. Các phương pháp này có hiệu quả trong nghiên cứu đặc trưng cấu trúc vỏ Trái đất ở những nơi có điều kiện cấu trúc địa chất phức tạp như khu vực bậc thang thùy điện Sông Đà.

IV. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Hệ thống đứt gãy sâu khu vực bậc thang thùy điện sông Đà

Hệ thống đứt gãy sâu khu vực bậc thang thùy điện Sông Đà được trình bày trong Hình 4. Trong nghiên cứu này, các tác giả chỉ đề cập tới các đứt gãy cấp I (đứt gãy xuyên vỏ) và cấp II (là đứt gãy nội vỏ) và được mô tả như sau:



Hình 4. Bản đồ hệ thống đút gãy khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà.

a) Hệ thống đút gãy cấp I:

Đứt gãy Điện Biên - Lai Châu: Đứt gãy Lai Châu - Điện Biên thể hiện trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer là một ranh giới phân chia đới cấu trúc. Phía đông là cấu trúc âm tương đối, biểu hiện là các chuỗi dị thường nối tiếp nhau có giá trị dị thường trọng lực Bouguer trong khoảng $-(105-80)$ mGal. Phía tây là cấu trúc dương tương đối, đới cấu trúc Mường Tè, biểu hiện là các các đường đẳng dị thường uốn nếp có giá trị Bouguer thay đổi trong khoảng $-(100-90)$ mGal. Bản thân đứt gãy trùng với dải gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer cục bộ nối nhau với giá trị cường độ trung bình 1-3,5 mGal/km.

Đứt gãy Lai Châu - Điện Biên cũng có biểu hiện phân đới cấu trúc dị thường từ hàng không ΔT_a . Phía đông là cấu trúc dương tương đối, biểu hiện là các dị thường đồng tâm cục bộ thành chuỗi có giá trị thay đổi trong khoảng $-(200-120)$ nT.

Phía tây là cấu trúc âm tương đối của đới cấu trúc Mường Tè, thể hiện là các dải dị thường với giá trị trường từ thay đổi trong khoảng $-(240-100)$ nT.

Đứt gãy có phương phát triển kinh tuyến, cắm về phía tây, độ dài trên 100 km. Độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là hơn 60 km. Đứt gãy có biểu hiện là ranh giới phân chia đới cấu trúc các mặt cơ bản vỏ Trái đất.

Đứt gãy Phong Thổ: Đứt gãy Phong Thổ thể hiện trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer có biểu hiện phân chia đới cấu trúc. Phía đông bắc là cấu trúc âm tương đối của cấu trúc Tú Lệ, biểu hiện là các dị thường đồng tâm có giá trị thay đổi trong khoảng $-(160-120)$ mGal. Phía tây nam là cấu trúc dương tương đối, thể hiện là các dị thường cục bộ nhỏ nối nhau thành chuỗi với giá trị $-(85-65)$ mGal. Phía tây bắc của đứt gãy dải gradient ngang trọng lực Bouguer cục bộ có cường độ 2,2-5,6 mGal/km và dạng dải cường độ trung bình 0,8-2,2 mGal/km.

Trên bản đồ dị thường từ hàng không ΔT_a , đứt gãy cũng có biểu hiện phân chia cấu trúc về hai cánh của đứt gãy. Phía đông bắc là cấu trúc âm tương đối, giới hạn phía tây của trũng Tú Lệ, biểu hiện là các khối tròn khép kín giá trị âm lớn trong khoảng âm vài trăm nT đến -100 nT. Phía tây nam là cấu trúc dương tương đối có giá trị dị thường $-(380-100)$ nT.

Đứt gãy có phương TB-ĐN, hướng cắm tây nam, độ dài trên 100 km. Độ sâu ảnh hưởng 35-40 km. Đứt gãy có biểu hiện là ranh giới phân chia đới cấu trúc các mặt cơ bản vỏ Trái đất.

3. Đứt gãy Sơn La: Đứt gãy biểu hiện rõ nét phân chia đới cấu trúc trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer. Phía đông bắc là cấu trúc âm tương đối, biểu hiện là các đường đồng mức dạng dải và cục bộ thành chuỗi theo phương đứt gãy, có giá trị dị thường $-(118-60)$ mGal. Phía tây nam là cấu trúc dương tương đối, biểu hiện là các đường đồng mức có giá trị dị thường $-(118-90)$ mGal. Đứt gãy này trùng với dải gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer gồm các cấu trúc nhỏ nối nhau thành chuỗi cùng phương có giá trị cường độ trung bình 0,4-1,4 mGal/km. Đứt gãy cũng thể hiện phân chia đới cấu trúc trên tài liệu dị thường từ ΔT_a . Phía đông bắc là cấu trúc âm tương đối có giá trị dị thường thay đổi trong khoảng $-(220-100)$ nT. Phía tây nam là cấu trúc dương tương đối, $\Delta T_a = -(200-40)$ nT.

Đứt gãy Sơn La có phương phát triển TB-ĐN, cắm về phía đông bắc, độ dài gần 270 km. Độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy hơn 60 km. Đứt gãy có biểu hiện là ranh giới phân chia đới cấu trúc các mặt cơ bản vỏ Trái đất.

4. Đứt gãy Mường La - Bắc Yên: Đứt gãy thể hiện rõ phân chia đới cấu trúc trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer. Phía đông bắc là cấu trúc âm tương đối, biểu hiện là các dị thường đồng tâm có giá trị từ $-(150-110)$ mGal và các dị thường dạng dải có giá trị từ $-(60-50)$ mGal. Phía tây

nam là cấu trúc dương tương đối, các dị thường đồng tâm có giá trị từ $-(100-70)$ mGal và các dị thường dạng dải có giá trị từ $-(90-70)$ mGal. Đứt gãy trùng với dải gradient dị thường trọng lực Bouguer có giá trị từ 0,4-3,8 mGal/km. Đứt gãy cũng biểu hiện phân chia cấu trúc trên tài liệu dị thường từ hàng không ΔT_a . Phía đông bắc là các dị thường âm và dương xen kẽ có giá trị thay đổi từ $-(600-100)$ nT. Phía tây nam là các dị thường dương có giá trị từ $-(150-210)$ nT.

Đứt gãy Mường La - Bắc Yên, có phương TB-ĐN, độ dài hơn 200 km. Đứt gãy có đoạn từ Tả Vải về Nà Léch cắm về phía tây, đoạn còn lại của đứt gãy cắm về phía tây nam. Độ sâu ảnh hưởng 20-30 km. Đứt gãy có biểu hiện là ranh giới phân chia đới cấu trúc các mặt cơ bản vỏ Trái đất.

b) Hệ thống đứt gãy cấp II

Đứt gãy Mường Tè: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer đứt gãy cắt qua điểm uốn các đường đẳng dị thường có giá trị thay đổi trong khoảng $-(160-115)$ mGal. Bản thân đứt gãy trùng với dải gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer có giá trị trung bình 0,2-3,6 mGal/km. Đứt gãy cũng được phát hiện theo tài liệu từ hàng không ΔT_a bằng hệ thống các điểm uốn dị thường $-(300-250)$ nT. Đứt gãy có phương chung TB-ĐN, cắm về phía đông bắc, độ dài trên 130 km, độ sâu ảnh hưởng 10-15 km.

Đứt gãy Mường Nhé: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer đứt gãy chạy qua các điểm uốn đường đẳng dị thường $-(110-90)$ mGal. Gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer dọc đứt gãy có giá trị trung bình 0,2-0,8 mGal/km. Trên tài liệu từ hàng không ΔT_a , đứt gãy trùng với điểm uốn đường đồng mức $-(180-150)$ nT. Đứt gãy Mường Nhé có phương phát triển TB-ĐN, cắm về phía đông bắc, độ dài gần 80 km. Độ sâu ảnh hưởng 10-15 km.

Đứt gãy Nậm Nhé: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer đứt gãy chạy

qua các điểm uốn đường đẳng dị thường $- (148-125)$ mGal. Gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer dọc đứt gãy có giá trị trung bình $0,6-5,2$ mGal/km. Trên tài liệu từ hàng không ΔT_a , đứt gãy trùng với điểm uốn đường đồng mức $- (255-220)$ nT. Đứt gãy Nậm Nhé có phương phát triển TB-ĐN, cắm về phía đông bắc, độ dài trên 40 km, độ sâu ảnh hưởng $10-15$ km.

Đứt gãy Tuần Giáo: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer đứt gãy biểu hiện cắt ngang điểm uốn các đường đồng mức có giá trị thay đổi trong giới hạn $- (128-110)$ mGal. Bản thân đứt gãy trùng với dải gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer có cường độ trung bình $0,2-2,4$ mGal/km. Trên bản đồ dị thường từ hàng không ΔT_a , đứt gãy cắt qua các cấu trúc dạng đồng tâm khép kín có giá trị từ $- (200-130)$ nT và đi qua các điểm uốn có giá trị từ $- (210-190)$ nT. Đứt gãy Tuần Giáo có phương phát triển á kinh tuyến, cắm về phía tây, độ dài trên 100 km, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là $15-25$ km.

Đứt gãy Sông Đà: Theo tài liệu dị thường trọng lực Bouguer đứt gãy biểu hiện phân chia đới cấu trúc. Phía Đông Bắc là cấu trúc âm tương đối có giá trị thay đổi trong giới hạn $- (140-40)$ mGal. Phía tây nam là cấu trúc dương tương đối, thể hiện bằng các dị thường cục bộ với giá trị thay đổi trong khoảng $- (120-80)$ mGal. Đứt gãy này trùng với dải gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer có cấu trúc dạng dải có cường độ trung bình $0,2-0,8$ mGal/km và dạng đồng tâm có cường độ $- (1-7)$ mGal/km. Đứt gãy cũng biểu hiện trên tài liệu từ hàng không ΔT_a như là ranh giới phân chia đới cấu trúc rõ nét. Phía đông bắc là cấu trúc dương tương đối, có giá trị từ $- (180-200)$ nT và phía tây nam là cấu trúc âm tương đối, có giá trị $- (260-40)$ nT. Đứt gãy Sông Đà có phương phát triển TB-ĐN và á kinh tuyến, cắm về phía đông bắc, độ dài trên 300 km, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là $35-0$ km.

Đứt gãy Nậm Tổng: Trên tài liệu dị thường trọng lực Bouguer, đứt gãy có biểu hiện chạy qua điểm uốn các đường đồng mức dị thường có giá trị từ $- (155-105)$ mGal. Bản thân đứt gãy chạy qua một số dải dị thường gradient ngang trọng lực Bouguer dạng đồng tâm khép kín kéo dài cùng phương, có giá trị thay đổi từ $1,8-5$ mGal/km. Trên tài liệu dị thường từ hàng không thành phần ΔT_a , đứt gãy có biểu hiện phân chia cấu trúc. Phía đông bắc là các dị thường dạng dải có giá trị từ $- (350-140)$ nT, phía tây bắc là các dị thường khép kín đồng tâm có giá trị từ $- (150-10)$ nT. Đứt gãy Nậm Tổng có phương phát triển TB-ĐN, cắm về phía đông bắc, độ dài gần 90 km, độ sâu ảnh hưởng $10-20$ km.

Đứt gãy Than Uyên: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer đứt gãy biểu hiện cắt ngang điểm uốn các đường đồng mức có giá trị thay đổi trong giới hạn $- (136-100)$ mGal. Bản thân đứt gãy chạy qua một số dải dị thường gradient ngang trọng lực Bouguer dạng đồng tâm có giá trị cường độ trung bình $1,4-4,2$ mGal/km. Đứt gãy cũng có biểu hiện rõ nét trên bản đồ dị thường từ hàng không ΔT_a . Phía tây bắc là cấu trúc dương tương đối, biểu hiện là các đường đẳng trị dạng dải và các dị thường đồng tâm giá trị từ $- (280-10)$ nT. Phía đông nam là cấu trúc âm tương đối, các dị thường dạng dải kéo dài và một số dị thường dạng đồng tâm có giá trị từ $- (290-100)$ nT. Đứt gãy Than Uyên - Bắc Yên có phương phát triển TB-ĐN và hình vòng cung, cắm về phía đông nam, kéo dài trên 100 km, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là $15-20$ km.

Đứt gãy Nậm Khát: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer. Phía bắc là các dị thường âm có giá trị từ $- (145-100)$ mGal, phía nam là dị thường âm có giá trị từ $- (150-115)$ mGal và dị thường dương có giá trị từ $- (75-62)$ mGal. Đứt gãy chạy qua dải dị thường gradient ngang trọng lực Bouguer có cường độ trung bình $0,6-2,2$ mGal/km. Trên bản đồ dị thường từ

hàng không ΔT_a , phía bắc là dị thường âm lớn có giá trị $-(290-150)$ nT và một số dị thường dương nhỏ có giá trị $-(220-20)$ nT. Phía nam là các dị thường âm lớn có giá trị từ $-(600-350)$ nT. Đứt gãy Nậm Khắt có phương phát triển á vĩ tuyến, cắm về phía bắc, độ dài hơn 60 km, độ sâu ảnh hưởng từ 10-20 km.

Đứt gãy Mù Cang Chải: Đứt gãy thể hiện trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer là ranh giới phân chia đối cấu trúc. Phía tây nam là cấu trúc âm tương đối, biểu hiện là các dị thường đồng tâm có giá trị thay đổi trong khoảng $-(130-50)$ mGal. Phía đông bắc là cấu trúc dương tương đối, thể hiện dị thường là các đường đẳng với giá trị dị thường trọng lực ở đây trong khoảng $-(100-40)$ mGal. Bản thân đứt gãy trùng với dải dị thường gradient ngang trọng lực Bouguer nhỏ tạo thành chuỗi cùng phương với giá trị cường độ trung bình 1,0-2,0 mGal/km.

Đứt gãy cũng có biểu hiện phân chia cấu trúc dị thường từ hàng không ΔT_a . Phía tây nam là cấu trúc dương tương đối, biểu hiện là các đường đẳng trị thay đổi điểm uốn và các dị thường cục bộ nhỏ, có giá trị dị thường $-(240-120)$ nT. Phía đông bắc là cấu trúc âm tương đối, các dị thường cục bộ nối nhau có giá trị $-(300-100)$ nT.

Đứt gãy Mù Cang Chải có phương phát triển BTB-ĐN, cắm về phía đông bắc, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là 20-30 km.

Đứt gãy Phù Yên: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer đứt gãy biểu hiện phân chia đối cấu trúc. Phía bắc là cấu trúc âm tương đối, biểu hiện là dị thường đồng tâm có giá trị từ $-(150-100)$ mGal. Phía nam là cấu trúc dương tương đối, thể hiện dị thường ở đây là các đường đẳng trị dạng dải và dị thường dạng đồng tâm khép kín có giá trị dị thường trọng lực trong khoảng $-(70-50)$ mGal. Đứt gãy trùng với dải nối các chuỗi gradient ngang

dị thường trọng lực Bouguer khép kín, cường độ trung bình 0,4-1,4 mGal/km. Trên bản đồ dị thường từ hàng không ΔT_a , Đứt gãy đi qua điểm uốn của các dị thường dạng dải có giá trị từ $-(220-10)$ nT. Đứt gãy Phù Yên có phương phát triển ĐB-TN, cắm về phía đông nam, dài hơn 30 km, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là 10-15 km.

Đứt gãy Yên Châu: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer. Tại khu vực Yên Châu, Bắc Yên hai cánh của đứt gãy là những khối dị thường âm và dương đối xứng nhau có giá trị từ $-(110-800)$ mGal. Từ Bắc Yên đến Thanh Sơn đứt gãy đi qua điểm uốn của các dị thường có giá trị từ $-(70-35)$ mGal. Đứt gãy trùng với dải nối các chuỗi gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer có cường độ trung bình 0,6-1,4 mGal/km. Trên bản đồ dị thường từ hàng không ΔT_a , đứt gãy đi qua điểm uốn của các dị thường dạng dải có giá trị từ $-(180-120)$ nT.

Đoạn đứt gãy từ Yên Châu đến Phù Yên có phương phát triển á vĩ tuyến và cắm về phía bắc, từ Đà Bắc đến Thanh Sơn có phương phát triển ĐB-TN và có hướng cắm tây bắc, đứt gãy có chiều dài hơn 90 km, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là 10-15 km.

Đứt gãy Mai Châu: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer, đứt gãy đi qua điểm uốn của các dị thường có giá trị từ $-(80-20)$ mGal, hai cánh của đứt gãy là những dị thường dạng dải song song kéo dài. Đứt gãy chạy qua dải gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer có dạng song song, cường độ từ 0,4-2,2 mGal/km. Trên bản đồ dị thường từ hàng không ΔT_a , hai bên cánh của đứt gãy là các dị thường từ âm và dương xen kẽ có giá trị từ $-(350-50)$ nT. Đứt gãy Mai Châu có dạng hình vòng cung, phương phát triển ĐB-TN, cắm về phía đông nam, độ dài trên 100 km, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy 10-20 km.

13. Đứt gãy Phan Si Pan: Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer, đứt gãy đi qua điểm uốn của các đường mức có giá trị từ $(-50-25)$ mGal. Bản thân đứt gãy trùng với dải gradient ngang dị thường trọng lực Bouguer gồm các cấu trúc nhỏ nối nhau thành chuỗi cùng phương và có giá trị cường độ trung bình $0,4-1,4$ mGal/km.

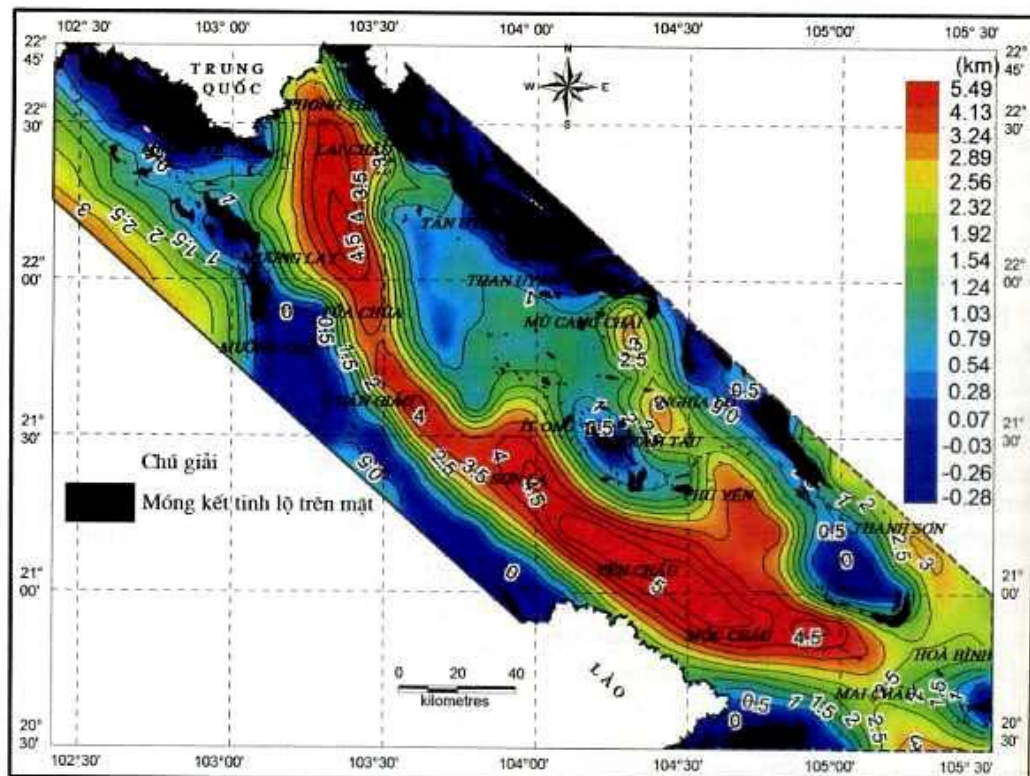
Trên tài liệu dị thường từ hàng không ΔT_a cũng thể hiện ranh giới phân chia đới cấu trúc. Phía đông bắc là các dị thường dạng đồng tâm khép kín âm dương xen kẽ có giá trị thay đổi $(-380-30)$ nT, phía tây nam là các dị thường dạng dải có giá trị $(-130-10)$ nT và một số dị thường dạng đồng tâm khép kín có giá trị từ $(-130-60)$ nT.

Đứt gãy có phương phát triển TB-ĐN, cắm về phía đông nam, độ dài trên 100 km, độ sâu ảnh hưởng của đứt gãy là 10-20 km.

2. Các mặt ranh giới cơ bản vỏ Trái đất

a) Mặt móng kết tinh

Bề mặt móng kết tinh trong khu vực nghiên cứu có hình thái cấu trúc rất phức tạp từ lộ ra trên mặt đến độ sâu khoảng 5,5 km (Hình 4). Cấu trúc lớn nhất có phương TB-ĐN ở vùng Tây Bắc với trục dài hơn 300 km là vùng trũng Sông Đà, phức hệ uốn nếp Sơn La, đới Sinh Vinh được bao bằng đường đẳng trị 3 km. Phức nếp lồi thuộc đới kiến trúc Nậm Cồ là một cấu trúc lớn được bao bằng đường độ sâu 1 km, chưa được khép kín tại khu vực biên giới Việt-Lào ở phía nam. Chiều dài trục của cấu tạo này trong lãnh thổ Việt Nam cũng đạt đến xấp xỉ 200 km. Ranh giới mặt móng này phản ánh sự thay đổi chênh lệch mật độ giữa lớp trầm tích và lớp "granit" biến đổi trong phạm vi $0,07-0,10$ g/cm³ và mật độ lớp trầm tích thay đổi cỡ $2,62-2,66$ g/cm³.



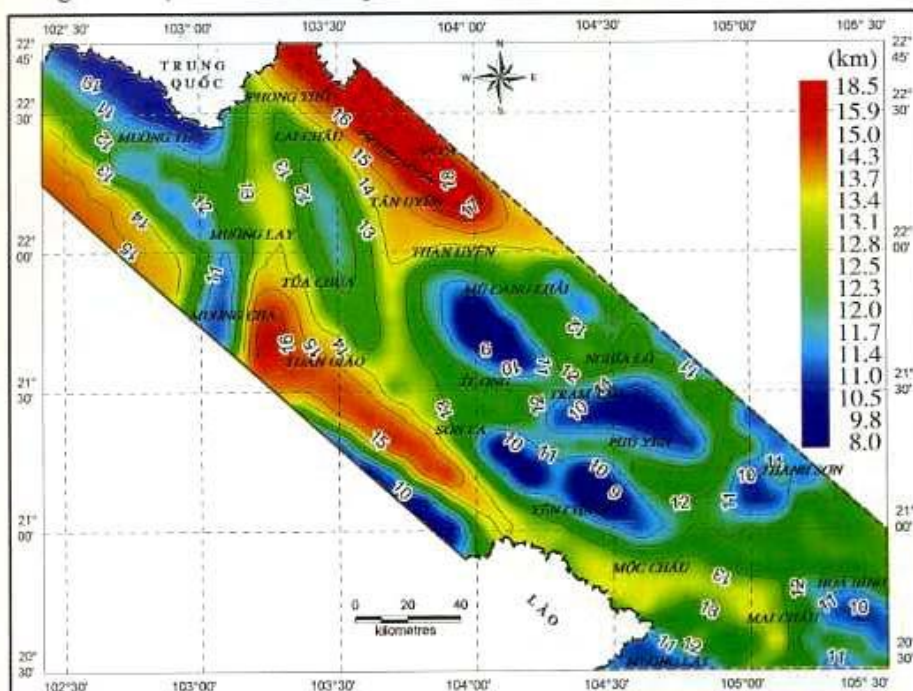
Hình 4. Độ sâu mặt móng kết tinh khu vực liên hồ thủy điện Sông Đà.

b) Mặt Conrad

Trong khu vực nghiên cứu mặt Conrad phản ánh phần lớn là các cấu trúc kích thước khá lớn và có phương TB-ĐN, nằm ở độ sâu từ 8,0-18,5 km (Hình 5). Tại khu vực đới cung đảo Mường Tè, mặt Conrad phản ánh là một cấu trúc lõm với đường đẳng sâu trong nhân 15 km không khép kín về phía biên giới Việt-Lào. Cấu trúc này ngăn cách bởi một cấu trúc nâng ở giữa với cấu trúc nếp lồi nằm trong đới Nậm Cồ. Đới nếp lồi

trong đới Nậm Cồ có cấu trúc TB-ĐN, bao ngoài là đường đồng mức 14 km, có nhân khép kín đạt tới độ sâu trên 16 km.

Tại khu vực đông bắc đứt gãy Phong Thổ tồn tại một cấu trúc lõm phương TB-ĐN có đường đẳng sâu nhân chưa khép kín tại biên giới Việt-Trung là 24 km. cấu trúc này nằm trong đới Phan Si Pan và được ngăn cách với phần còn lại của cấu trúc có biểu hiện của nếp lồi bởi đứt gãy Than Uyên.



Hình 5. Độ sâu mặt Conrad khu vực liên hồ thủy điện Sông Đà.

Tại phần giữa và đông nam khu vực nghiên cứu bề mặt Conrad có dạng gợn sóng, phát triển một số cấu trúc lồi có kích thước trung bình.

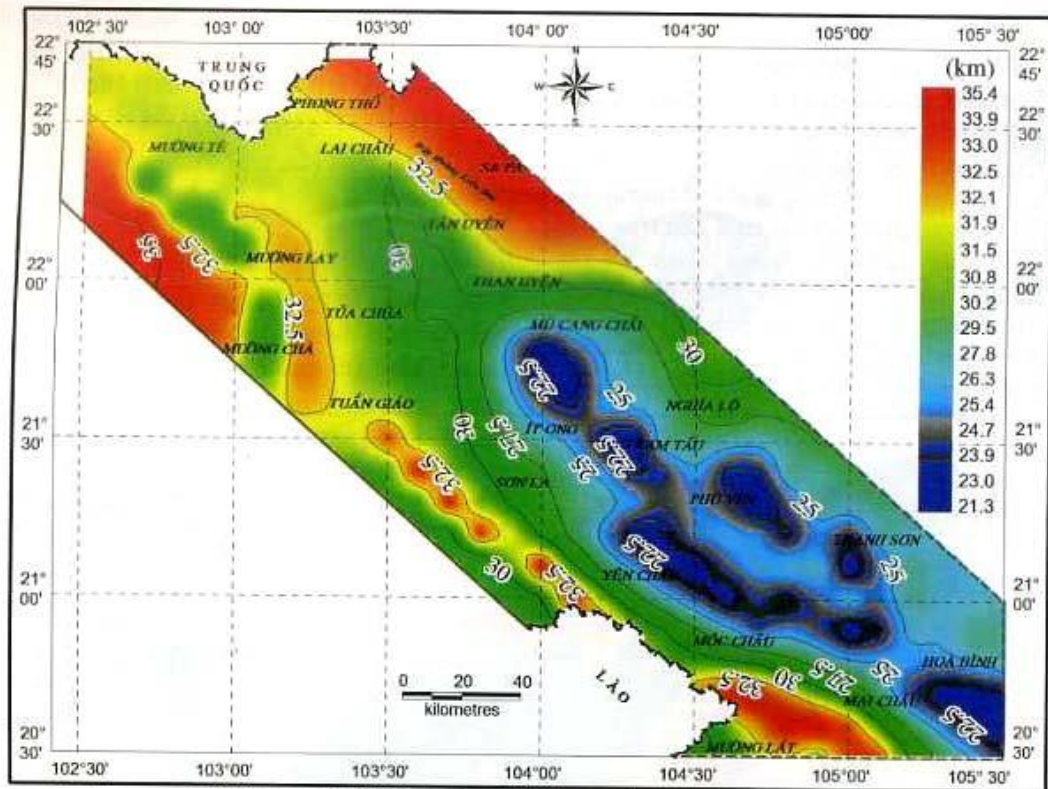
Trong khu vực nghiên cứu giá trị mật độ lớp granit thay đổi trong khoảng 2,70-2,76 g/cm³. Ranh giới mặt này biểu hiện sự chênh lệch mật độ trung bình giữa lớp "granit" và lớp "basalt" là khoảng 0,18-0,20 g/cm³.

c) Mặt Moho

Bề mặt Moho trong khu vực nghiên cứu có phương chung TB-ĐN. Bề mặt

này chìm dần từ đông nam sang tây bắc trong giới hạn khoảng 22,3-35,4 km (Hình 6), nơi sâu nhất thuộc đới đạt cỡ khoảng 34-35 km và nhô cao ở vùng trung Sông Đà - Tú Lệ.

Tại trung tâm và phía đông nam khu vực thuộc trung Sông Đà, Tú Lệ, đới Sinh Vinh, Ninh Bình tồn tại một cấu trúc nâng được bao bằng đường đẳng trị 27 km. Cấu trúc này có chiều dài đạt đến hơn 100 km chạy theo phương TB-ĐN, với nơi rộng nhất đạt hơn 50 km. Cấu trúc này chiếm toàn bộ diện tích phần trung tâm và đông nam khu vực nghiên cứu.



Hình 6. Độ sâu mặt Moho khu vực liên hồ thủy điện Sông Đà.

Tại đới Mường Tè biểu hiện một cấu trúc lõm không khép kín về phía biên giới Việt-Lào, cấu trúc này có phương TB-ĐN, độ sâu cấu trúc này đạt từ 33-35 km. Phần phía tây bắc của đới Phan Si Pan thuộc dãy Hoàng Liên Sơn có biểu hiện của một nếp lõm có phương kéo dài TB-ĐN. Không khép kín về phía Lào Cai và biên giới Việt-Trung, đới này được bao bởi đường đồng mức 33 km, nơi sâu nhất đạt gần 35 km. Đới Nậm Cồ cũng có biểu hiện bởi một cấu trúc nếp lõm được bao bởi đường đồng mức 30 km, nơi sâu nhất đạt gần 35 km. Cấu trúc này kéo dài theo phương TB-ĐN. Đứt gãy Sơn La là ranh giới giữa đới này và đới nâng ở trung tâm.

Giá trị mật độ lớp basalt biến đổi từ 2,90-2,94 g/cm³. Ranh giới mặt Moho biểu hiện sự chênh lệch mật độ trung bình giữa lớp basalt và Manti trên (mật độ 3,3 g/cm³) là 0,4 g/cm³.

V. KẾT LUẬN

Từ các kết quả phân tích và xử lý tài liệu trọng lực kết hợp với tài liệu từ khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà nêu trên của các tác giả cho thấy:

Hệ thống đứt gãy trong khu vực nghiên cứu khá phức tạp, phát triển chủ yếu theo phương TB-ĐN, một số ít phát triển theo phương á kinh tuyến. Có 4 đứt gãy chính cấp 1 trong khu vực gồm Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ, Sơn La, Mường La - Bắc Yên, còn lại là các hệ thống đứt gãy bậc thấp hơn.

Mặt móng kết tinh biến đổi phức tạp từ lộ ra trên mặt tới độ sâu hơn 5 km, mật độ lớp trầm tích 2,62-2,67 g/cm³.

Độ sâu mặt Conrad thay đổi từ 8 km đến hơn 18 km, mật độ lớp granit thay đổi 2,70-2,76 g/cm³.

Độ sâu mặt Moho thay đổi từ khoảng 21 km đến trên 35 km, mật độ lớp basalt thay đổi 2,90-2,94 g/cm³. Mật độ của Manti trên 3,3 g/cm³.

Các kết quả này khá tương đồng với các kết quả của các tác giả Đặng Thanh Hải (2003), Cao Đình Triều (2005), Nguyễn Văn Dương (2013).

Lời cảm ơn: Đây là một phần sản phẩm của Đề tài Khoa học Công nghệ cấp Quốc gia, mã số ĐTĐLCN.27/15. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn sâu sắc Bộ Khoa học và Công nghệ đã cấp kinh phí thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu này.

VĂN LIỆU

- Đặng Thanh Hải, 2003.** Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc sâu vỏ Trái đất và phân vùng địa chấn kiến tạo miền Bắc Việt Nam. *Luận án tiến sĩ, Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm KH&CNVN, Hà Nội.*
- Đình Văn Toàn (Chủ nhiệm) và nnk, 2010.** Nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Quả đất miền Bắc Việt Nam bằng địa chấn dò sâu và từ Tellua nhằm nâng cao độ tin cậy của các dự báo thiên tai địa chất. *Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước, mã số: KC.08.06/06-10. Lưu trữ Viện Địa chất, Hà Nội, 256 tr.*
- Cao Đình Triều, 2000.** Trọng lực và phương pháp thăm dò trọng lực. *Nxb Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.*
- 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. *TC Địa Chất, A/279:8-19. Hà Nội.*
- Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Phạm Nam Hưng, Nguyễn Hữu Tuyên, Mai Xuân Bách, Thái Anh Tuấn, 2004.** Các đới cấu trúc vỏ Trái đất vùng Tây Bắc Việt Nam theo tài liệu trọng lực. *TC Các khoa học về Trái đất, T26/3:244-257. Hà Nội.*
- Cao Đình Triều, 2005.** Trường địa vật lý và đặc trưng cấu trúc thạch quyển lãnh thổ Việt Nam. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.*
- Lại Hợp Phòng, Trịnh Việt Bắc, Trần Anh Vũ, 2009.** Một số kết quả xây dựng mô hình mật độ vỏ Trái đất miền Bắc Việt Nam bằng bài toán 2,5 chiều trọng lực, kết hợp sử dụng tài liệu địa chấn dò sâu. *TC Các Khoa học về Trái đất, T31/4:390-396. Hà Nội.*
- Lại Hợp Phòng, Đình Văn Toàn, Trần Anh Vũ, 2011.** Xác định hướng nghiêng của một số đứt gãy chính lãnh thổ miền Bắc Việt Nam bằng phương pháp tính cực đại gradient ngang trọng lực. *TC Các Khoa học về Trái đất, T33/3:554-560. Hà Nội.*
- Lê Huy Minh, Phạm Văn Ngọc, Boyer D., Nguyễn Ngọc Thủy, Lê Trường Thanh, Ngô Văn Quân, Marquis G., 2009.** Nghiên cứu chi tiết cấu trúc đứt gãy Lai Châu - Điện Biên bằng phương pháp đo sâu từ Tellua. *TC Địa chất, A/311:11-21. Hà Nội.*
- Nguyễn Ngọc Thủy và nnk., 2005.** Nghiên cứu chi tiết động đất Tây Bắc. *Báo cáo đề tài KC.08.10. Lưu trữ Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội.*
- Nguyen Van Duong et al., 2013.** Constraints on the crustal structure of northern Vietnam based on analysis of teleseismic converted waves, *Tectonophysics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2013.04.03>.
- Phạm Nam Hưng, 2015.** Nâng cao hiệu quả của phương pháp thăm dò trọng lực trong nghiên cứu cấu trúc địa chất ở Việt Nam. *Luận án tiến sĩ, Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, Hà Nội.*

13. Tôn Tích Ái, 2003. Giáo trình Trọng lực và thăm dò trọng lực. *Nxb Đại học Quốc gia, Hà Nội*, 333 tr.

14. Trần Văn Trị và nnk, 2009. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội*, 589 tr.

SUMMARY

Characteristics of the Earth's crustal structure in the Đà River hydroelectric ladder region by using gravity and magnetic analysis results

Phan Thanh Quang, Cao Đình Trọng, Phạm Nam Hưng, Bùi Văn Nam

This paper presents about the earth's crustal structure of the Đà River ladder of hydroelectric plants on the basis of Bouguer gravity and magnetic analysis. The results have shown that: The fault of the 1st order have a crust penetration depth and structure zoning including: Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ, Sơn La, Mường La - Bắc Yên. The fault system was developed in the northwest - southeast, sub latitude, and northeast - southwest directions. The depth of the crystallize basement varies quite complicatedly from outcrop on the surface to 5.5 km deep. The difference between the density of the above sediment (2.62- 2.66 g/cm³) and the below granite layer (2.70-2.76 g/cm³) was approximately 0.08 g/cm³; Conrad surface- depth changed from 7.98 km to 18.49 km. The difference between the density of the above granite layer (2.70-2.76 g/cm³) and the below basalt layer (2.90-2.94 g/cm³) was approximately 0.19 g/cm³; Moho surface- depths change from 21.3 km to 35.4 km, they tend to be raised in the southeast and sank slowly in the west. The disparity between the basalt layer density (2.90-2.94 g/cm³) and the upper mantle layer was approximately 0.4 g/cm³.

Người biên tập: GS.TS Bùi Công Quế.