



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang diện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Cấu trúc sâu vỏ Trái Đất khu vực miền võng Hà Nội và phụ cận trên cơ sở phân tích trường dị thường trọng lực

Phan Thị Hồng ^{1,*}, Nguyễn Như Trung ², Bùi Văn Nam ², Đỗ Minh Phương ³

¹ Khoa Dầu khí, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

³ Liên đoàn vật lý địa chất, Tổng cục địa chất và khoáng sản Việt Nam, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/08/2017
Chấp nhận 18/10/2017
Đăng online 30/10/2017

Từ khóa:

Võng Hà Nội
Móng Moho
Dị thường trọng lực
Bề dày vỏ Trái Đất

Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu ứng dụng của phương pháp cực đại gradient ngang, phương pháp lọc trường theo tần số, phương pháp phổ mật độ năng lượng và phương pháp giải bài toán thuận và ngược 3D để xác định vị trí hệ thống đứt gãy, độ sâu mặt móng Moho khu vực miền võng Hà Nội và lân cận. Kết quả tính toán đã xây dựng được sơ đồ phân bố hệ thống đứt gãy và bề dày vỏ Trái Đất trước Kainozoi khu vực miền võng Hà Nội và phụ cận. Hệ thống đứt gãy trong khu vực chủ yếu phát triển theo phương Tây Bắc - Đông Nam, độ sâu mặt móng Moho trong khu vực thay đổi trong khoảng từ 25÷31,5 km, bề dày vỏ trái đất trước Kainozoi thay đổi trong khoảng 14÷31,5 km.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

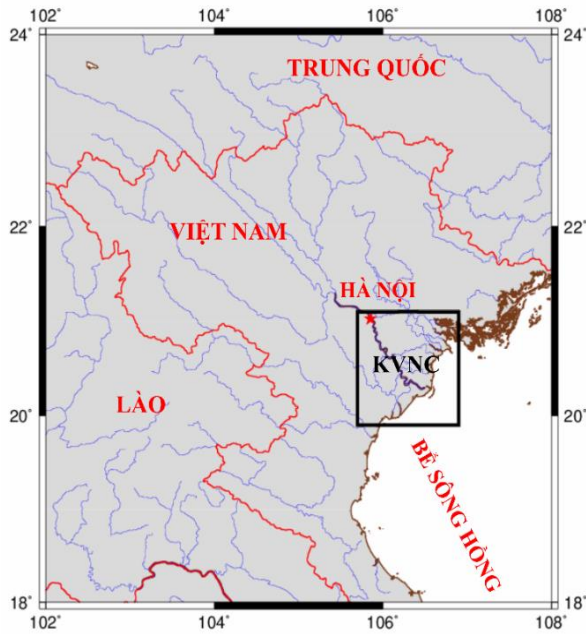
1. Đặt vấn đề

Khu vực miền võng Hà Nội và lân cận nằm trong giới hạn từ kinh tuyến 105°42'÷106°54' và vĩ tuyến 19°54'÷21°06' (Hình 1). Đây là khu vực có cấu trúc địa chất khá phức tạp do hoạt động kiến tạo mạnh mẽ xảy ra nhiều thời kỳ khác nhau. Địa hình mặt móng trầm tích trước Kainozoi có cấu trúc kéo dài theo phương Tây Bắc-Đông Nam gồm các trũng và các địa hào hẹp bị chia cắt bởi các hệ thống đứt gãy theo các phương khác nhau. Các cấu trúc này đã để lại những hiệu ứng trọng lực khá rõ nét trên bản đồ dị thường trọng lực Bughe (Hình 3). Đây là tiền đề thuận lợi cho việc sử dụng nguồn

số liệu trọng lực để xác định địa hình các mặt ranh giới trong vỏ Trái Đất cũng như xác định độ sâu mặt móng Moho. Mặt móng Moho là ranh giới chuyển tiếp giữa vỏ và manti trên, do đó việc xác định độ sâu mặt móng Moho có ý nghĩa rất lớn trong việc nghiên cứu các đặc trưng cấu trúc kiến tạo cũng như đánh giá được tiềm năng khoáng sản trong khu vực miền võng. Trong khu vực đã có một số công trình nghiên cứu xác định độ sâu mặt móng Moho (Phạm Nam Hưng, Lê Văn Dũng, 2011; Lê Văn Dũng, Cao Đình Triều, 2012) nhưng các kết quả đạt được bị làm trơn đi nhiều và chưa so sánh độ chính xác với một số điểm độ sâu mặt Moho theo số liệu địa chấn động đất (Van Duong et al, 2013; Youqiang et al, 2017). Hệ phương pháp phân tích hiện đại (phương pháp tính cực đại gradient ngang, phương pháp lọc tần số thấp,

*Tác giả liên hệ

E-mail: phanthihong@humg.edu.vn



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực miền võng Hà Nội và lân cận

phương pháp phổ mật độ năng lượng, phương pháp giải thuận và ngược 3D) có hiệu quả cao trong xác định cấu trúc địa chất sâu ở khu vực biển Đông (Nhu Trung Nguyen and Thi Thu Huong Nguyen, 2013; Sandwell, D. T et al., 2013, 2014; Nguyễn Như Trung, 2005, 2014...). Kết hợp với nguồn số liệu dị thường trọng lực Bughe mới cập nhật nhóm tác giả xây dựng được bề dày vỏ Trái Đất trước Kainozoi và đặc điểm phân bố của các hệ thống đứt gãy trên toàn bộ phần đất liền miền võng Hà Nội và phụ cận với độ chính xác cao.

2. Phương pháp phân tích

Hệ phương pháp phân tích được sử dụng trong bài báo gồm tổ hợp các phương pháp gồm phương pháp tính cực đại gradient ngang dị thường trọng lực, phương pháp lọc trường theo tần số, phương pháp phổ mật độ năng lượng và phương pháp giải thuận và ngược 3D.

2.1. Phương pháp phân tích phổ mật độ năng lượng

Trường dị thường trọng lực quan sát được trên bề mặt vật lý bao gồm tổng của tất cả các đối tượng nằm ở các độ sâu và kích thước khác nhau. Mỗi mặt ranh giới mật độ đều được đặc trưng bởi một đoạn phổ mật độ năng lượng trong một dải bước sóng nhất định. Phương pháp tính phổ mật độ năng lượng của A. Spector và Grant năm 1970

(Spector, Granti, 1970) và Blakely, 1995 (Blakely, 1995) đã đưa ra mối quan hệ giữa phổ mật độ năng lượng của dị thường trọng lực và độ sâu trung bình tới mặt ranh giới. Vì vậy, nhóm tác giả sử dụng phương pháp để xác định số mặt ranh giới và độ sâu trung bình tới mặt ranh giới trong vỏ Trái Đất làm tham số đầu vào của mô hình giải thuận và ngược 3D.

2.2. Phương pháp tính cực đại gradient ngang

Ranh giới của các vật thể gây dị thường trọng lực thường trùng với các vị trí đứt gãy kiến tạo và được thể hiện bằng đường nối các giá trị cực đại gradient ngang dị thường trọng lực và hướng của vector gradient ngang này có hướng chỉ vào hướng tăng của trường dị thường trọng lực (Cordell, 1979). Bởi vậy, việc tính cực đại gradient ngang trường dị thường trọng lực ở các bước lọc khác nhau sẽ cho những thông tin có ý nghĩa trong nghiên cứu xác định phân bố mạng lưới đứt gãy kiến tạo. Cơ sở phương pháp dựa trên công thức tính biên độ gradient ngang.

$$G(x, y) = \sqrt{\left[\frac{\partial \Delta g(x, y)}{\partial x}\right]^2 + \left[\frac{\partial \Delta g(x, y)}{\partial y}\right]^2} \quad (1)$$

$$\varphi(x, y) = -\arctan \frac{\frac{\partial \Delta g(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \Delta g(x, y)}{\partial y}} \quad (2)$$

Với: $G(x, y)$ là giá trị gradient ngang (mGal/km); $\Delta g(x, y)$ là giá trị dị thường trọng lực (mGal); $\varphi(x, y)$ là góc phương vị của vector gradient ngang; $\frac{\partial \Delta g(x, y)}{\partial x}$; $\frac{\partial \Delta g(x, y)}{\partial y}$ lần lượt là đạo hàm riêng theo biến x và biến y .

Giá trị cực đại gradient ngang được tính bằng cách tiến hành so sánh giá trị gradient tính được ở một điểm với tám điểm xung quanh. Hướng của ranh giới cực đại gradient ngang dị thường trọng lực được xác định bằng hướng vuông góc với vector gradient ngang (công thức 2). Các ranh giới của đối tượng được xác định bằng vị trí của tập hợp các điểm cực đại gradient ngang.

2.3. Phương pháp lọc trường theo tần số

Phương pháp lọc trường theo tần số thấp được áp dụng để tách bỏ hiệu ứng trọng lực gây bởi các đối tượng bất đồng nhất địa phương ra

khối trường trọng lực tổng nhằm xác định các ranh giới mật độ, hệ thống đứt gãy, các cấu trúc nâng hạ phát triển ở các chiều sâu khác nhau trong vỏ Trái Đất.

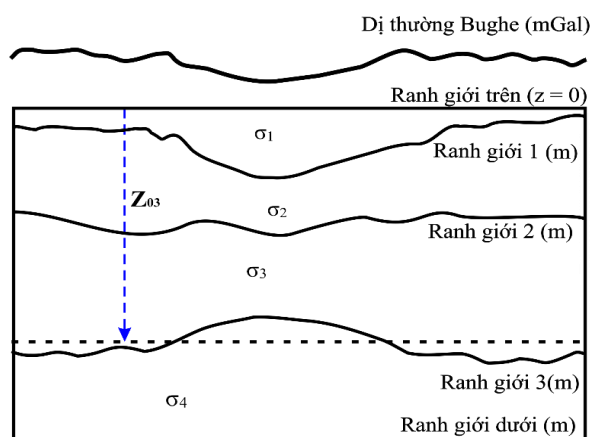
2.4. Phương pháp giải thuận và ngược 3D

Phương pháp giải thuận và ngược 3D được tích hợp trong phần mềm thương mại GMSYS-3D do hãng Geosoft phát triển (<http://www.geosoft.com>). Phương pháp giải lập 3D xác định độ sâu mặt ranh giới được xác định trên cơ sở cực tiểu hóa hàm sai số giữa giá trị dị thường trọng lực quan sát và giá trị dị thường trọng lực tính toán theo bài toán thuận của Parker. Bài toán đặt ra ở đây là xác định độ sâu tới mặt ranh giới theo phương pháp giải lập ta cần đưa vào một mô hình ban đầu gồm các thông số đầu vào gồm dị thường trọng lực Bughe, số các mặt ranh giới, độ sâu đến các mặt ranh giới đã biết, độ sâu trung bình đến mặt ranh giới chưa biết, và mật độ các lớp. Như vậy, phương pháp giải lập 3D vẫn tồn tại những hạn chế đó là phụ thuộc nhiều vào ý kiến chủ quan của người phân tích về các tham số đầu vào và việc giải lập sẽ cho ta nghiệm đa trị. Do đó cần phải dựa vào các thông tin địa chất, địa vật lý có trước để lựa chọn nghiệm phù hợp

3. Nguồn số liệu

3.1. Nguồn số liệu dị thường trọng lực Bughe

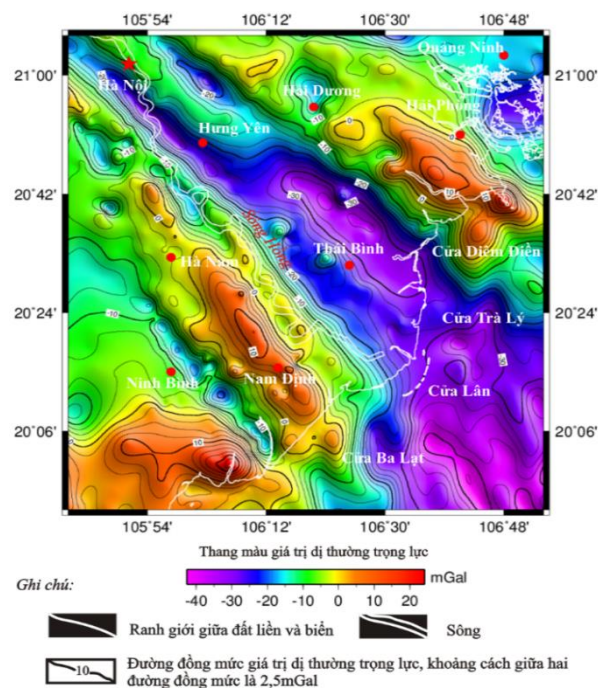
Nguồn số liệu sử dụng là nguồn số liệu tổng hợp giữa nguồn số liệu dị thường trọng lực Bughe đo trên đất liền tỷ lệ 1/200.000 (có chỗ tỷ lệ 1/50.000) thu thập tại Liên đoàn Vật lý địa chất



Hình 2. Mô Hình 3D xác định độ sâu mặt ranh giới vỏ Trái Đất.

với độ chính xác $0,3 \text{ mGal} \div 0,4 \text{ mGal}$ và nguồn số liệu dị thường trọng lực Bughe đã hiệu chỉnh lớp giữa với mật độ là $\sigma_{lg}=2,67 \text{ g/cm}^3$ kết hợp hiệu chỉnh địa hình theo phương pháp Parker (Parker, R. L., 1972) từ nguồn số liệu dị thường trọng lực khoảng không tự do vệ tinh phiên bản mới V23.1 có lưới đo phủ đều với độ phân giải 1phút \times 1 phút tải trên website <http://topex.ucsd.edu>. Đây là phiên bản mới nhất được cập nhật thêm số liệu của 3 chuyến bay vệ tinh mới là Envisat, CryoSat-2 (12/2012) và Jason-1(1/2013) có độ chính xác $1,7 \div 4 \text{ mGal}$ (Sandwell, D. T et al., 2013, 2014) sau khi hiệu chỉnh về cùng công thức tính trọng lực bình thường quốc tế năm 1984 (Hình 3).

Trường dị thường trọng lực Bughe (Hình 3) phản ánh khá chi tiết các đơn vị cấu trúc trong khu vực qua các khối dị thường dương, âm kéo dài theo phương Tây Bắc-Đông Nam với dải dị thường thay đổi từ $-50 \div 30 \text{ mGal}$. Khu vực trung tâm miền vông đặc trưng bởi dải dị thường âm kéo dài từ đất liền ra biển với dải dị thường thay đổi từ $-50 \div -20 \text{ mGal}$ theo phương Tây Bắc-Đông Nam phản ánh khu vực có bề dày trầm tích khá lớn. Hai bên khu vực trung tâm là hai đới nâng đặc trưng bởi dải dị thường dương thay đổi từ $-10 \div 20 \text{ mGal}$ phản ánh qua đới nâng thềm Hạ Long ở phía Đông Bắc và đới nâng thềm Thanh Nghệ ở phía Tây Nam.



Hình 3. Trường dị thường trọng lực Bughe khu vực miền vông Hà Nội và lân cận.

Với dải dị thường trọng lực thay đổi này đã phản ánh khu vực có lớp phủ trầm tích Kainozoi mỏng và móng được nâng lên cao dần và lộ trên mặt.

3.2. Nguồn số liệu độ sâu mặt móng trước Kainozoi

Nguồn số liệu độ sâu mặt móng trước Kainozoi khu vực miền vông Hà Nội và lân cận được nhóm tác giả sử dụng từ nguồn số liệu địa chấn (CCOP, 1991; Le, 2000). Độ sâu móng thay đổi trong khoảng từ 0÷14,5 km, độ sâu thay đổi lớn nhất tại khu vực trung tâm về phía Đông Nam, khu vực phía Đông Bắc và Tây Nam lớp trầm tích phủ rất mỏng và nhiều chỗ móng kết tinh đã lộ ra trên bề mặt (Hình 4).

3.3. Độ sâu mặt móng Conrat

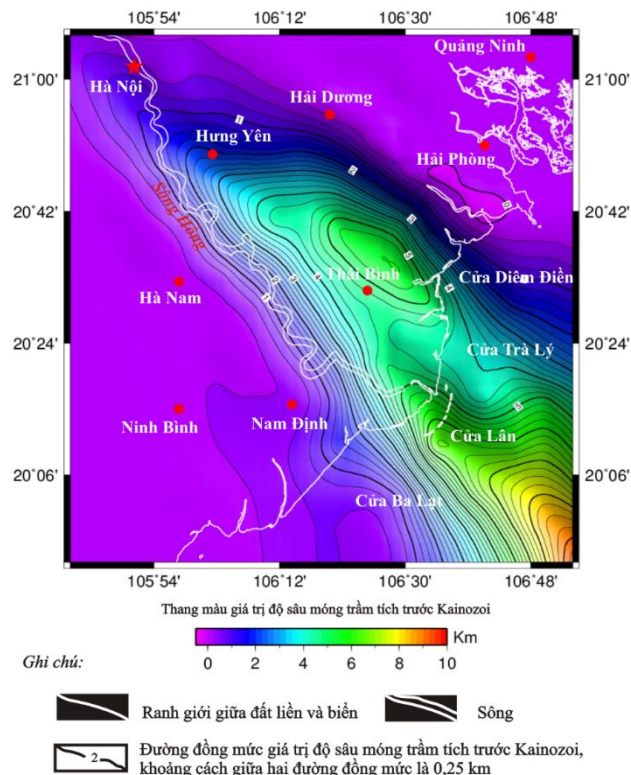
Nguồn độ sâu mặt móng Conrat khu vực miền vông Hà Nội và lân cận được nhóm tác giả sử dụng theo (Phan Thị Hồng và nnk, 2016) xác định dựa trên cơ sở đã biết trước mặt móng Moho bằng phương pháp tương quan hồi quy tuyến tính

của (Nguyen Nhu Trung và Nguyen Thi Thu Huong, 2013). Độ sâu mặt móng thay đổi trong khoảng từ 13÷19 km. Khu vực trung tâm có địa hình mặt móng Conrat hạ thấp hơn xung quanh với độ sâu dao động từ 16÷17 km. Khu vực đới nâng Đông Bắc độ sâu móng nâng cao với độ sâu dao động từ 14÷15,5 km. Khu vực đới nâng Tây Nam có độ sâu mặt móng hạ thấp hơn khu vực trung tâm với độ sâu dao động từ 16÷19 km và tại đây mặt Conrat hạ sâu nhất trong khu vực

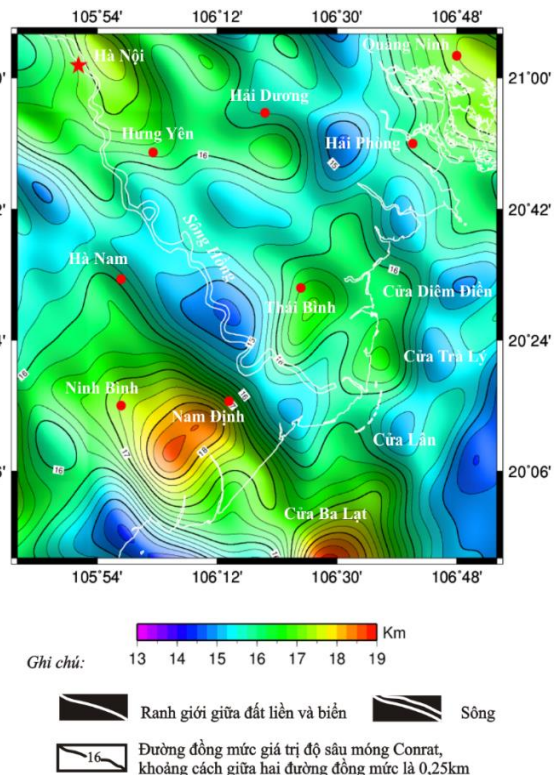
4. Kết quả tính toán

4.1. Kết quả xác định độ sâu trung bình tới các mặt ranh giới cơ bản

Từ số liệu dị thường trọng lực Bughe khu vực nghiên cứu (Hình 3), nhóm tác giả tính phổ mật độ năng lượng hai chiều dị thường trọng lực (Blakely, 1995; Spector, Granti,1970) cho kết quả như Hình 6A. Trên đồ thị phổ mật độ năng lượng cho phép ta xác định được 3 đoạn thẳng đặc trưng cho 3 mặt ranh giới và kết hợp với phương pháp bình phương tối thiểu xác định được độ sâu trung bình



Hình 4. Độ sâu mặt móng trầm tích trước Kainozoi khu vực miền vông Hà Nội và lân cận (CCOP, 1991; Le, 2000).



Hình 5. Độ sâu mặt móng Conrat khu vực miền vông Hà Nội và lân cận (Phan Thị Hồng và nnk, 2016).

tới 3 mặt ranh giới lần lượt là 1,6 km; 16,2 km; 29,4 km. Với mặt ranh giới thứ nhất có độ sâu trung bình 1,6 km hoàn toàn phù hợp với độ sâu trung bình của mặt móng trước Kainozoi xác định theo phương pháp địa chấn là 1,64 km (CCOP, 1991; Le, 2000). Mặt ranh giới thứ 2 có độ sâu trung bình 16,2 km, so sánh với kết quả (Phan Thị Hồng và nnk, 2016) là 16,02 km thấy độ sâu này khá phù hợp với độ sâu trung bình của mặt Conrat. Mặt ranh giới thứ ba có độ sâu trung bình tới mặt ranh giới bằng 29,4 km và so sánh với độ sâu trung bình của các điểm độ sâu mặt Moho xác định theo địa chấn động đất (Van Duong et al, 2013; Youqiang et al, 2017) là 29,2 km thấy độ sâu trung bình của mặt ranh giới thứ 3 khá phù hợp với độ sâu trung bình của mặt Moho. Từ kết quả tính phổ mật độ năng lượng tác giả xác định được mô hình vỏ Trái Đất trong khu vực nghiên cứu gồm 3 mặt ranh giới: mặt móng trầm tích trước Kainozoi, mặt Conrat và mặt Moho với độ sâu trung bình lần lượt là 2,3 km; 15,8 km và 29,7 km (Hình 6B), các độ sâu này sẽ là số liệu đầu vào để phục vụ quá trình giải bài toán thuận và ngược 3D.

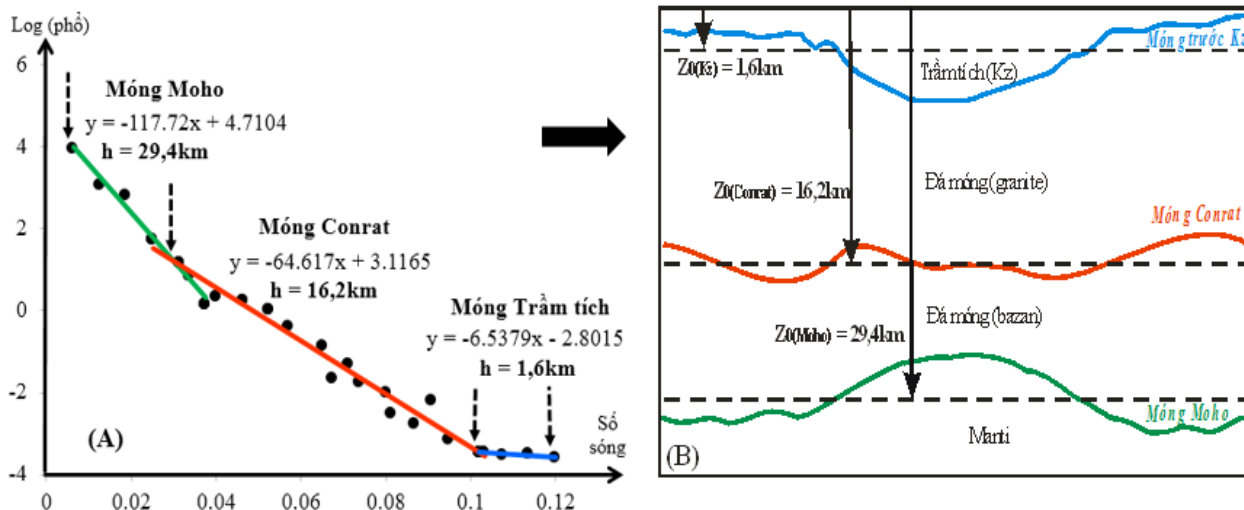
4.2. Kết quả xác định hệ thống đứt gãy chính

Qua kết quả tính phổ mật độ năng lượng dị thường trọng lực Bughe nhóm tác giả xác định được mô hình vỏ Trái Đất trong khu vực nghiên cứu gồm 3 mặt ranh giới: mặt móng trầm tích trước Kainozoi, mặt Conrat và mặt Moho với độ sâu trung bình lần lượt là 2,3 km; 15,8 km và 29,7km (Hình 6B). Dựa trên cơ sở đó tiến hành lọc

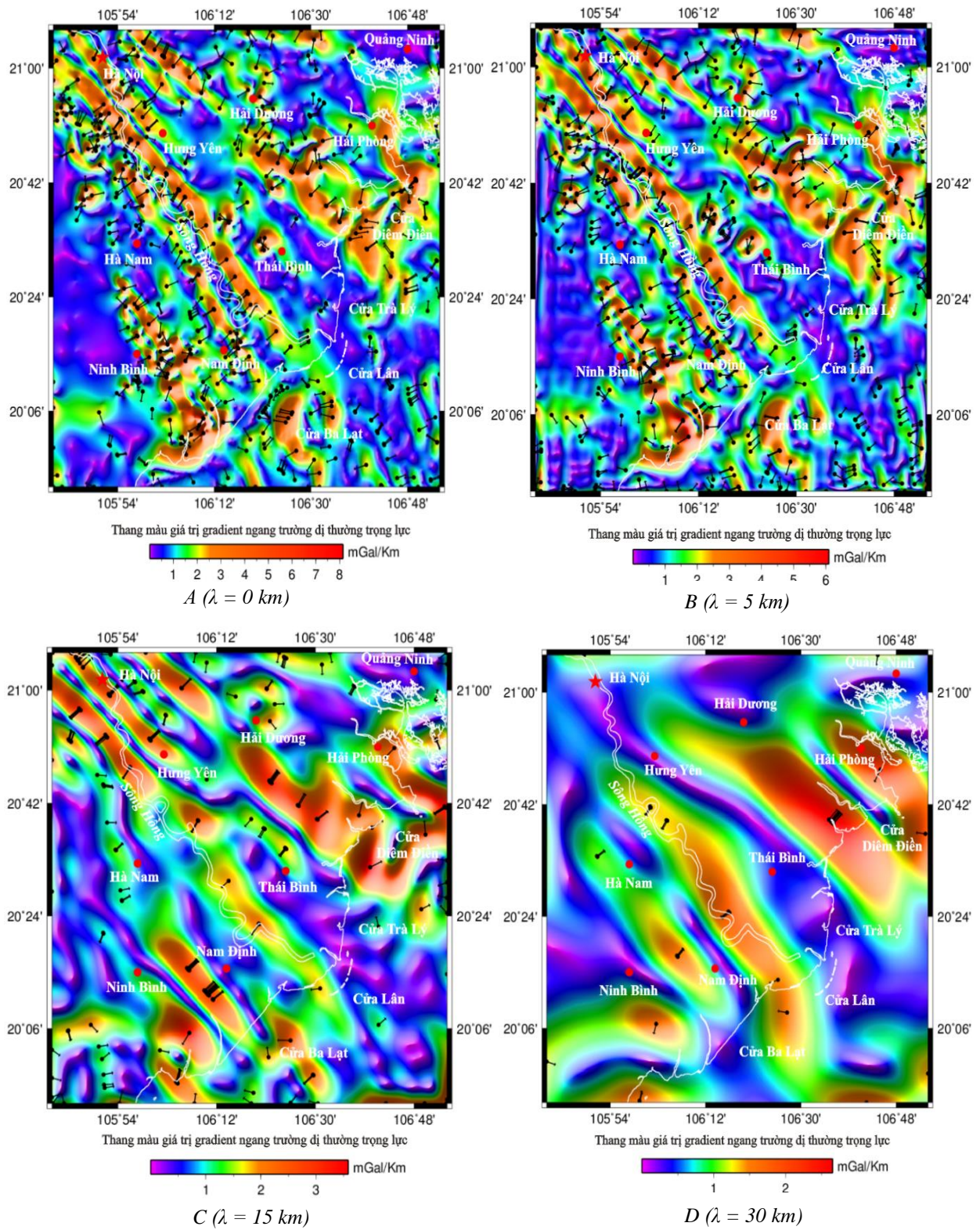
trường gradient ngang dị thường trọng lực tại các bước lọc $\lambda=5\text{ km}$ (Hình 7B), $\lambda=15\text{ km}$ (Hình 7C), $\lambda=30\text{ km}$ (Hình 7D) để xác định vị trí và phân cấp hệ thống đứt gãy trong khu vực. Kết quả tính trường gradient ngang tại mặt quan sát $\lambda=0\text{ km}$ (Hình 7A) có giá trị cực đại là 7 mGal/km, véc tơ cực đại gradient ngang phân bố thành tuyến kéo dài theo phương Tây Bắc-Đông Nam từ đất liền ra biển là chủ yếu. Khi lọc trường với các bước lọc cao dần, giá trị gradient ngang giảm dần và số véc tơ cực đại gradient ngang cũng giảm đi. Tại các mức lọc trường $\lambda=5\text{ km}$, 15 km , 30 km giá trị cực đại gradient ngang giảm lần lượt xuống 5 mGal/km; 3 mGal/km; 1,5 mGal/km. Qua sơ đồ lọc trường tại các mức lọc $\lambda=5\text{ km}$ (Hình 7B), $\lambda=15\text{ km}$ (Hình 7C), $\lambda=30\text{ km}$ (Hình 7D) kết hợp với thông tin vị trí giá trị cực đại gradient ngang dị thường trọng lực tại các mức lọc khác nhau nhóm tác giả xây dựng được sơ đồ vị trí hệ thống đứt gãy và phân cấp hệ thống đứt gãy phát triển trong khu vực nghiên cứu (Hình 8). So sánh kết quả xác định hệ thống đứt gãy bằng phương pháp cực đại gradient ngang trên và bản đồ cấu trúc khu vực (theo Anzoil, 1996 & PIDC, 2004) thấy hai kết quả này hoàn toàn tương đồng.

Qua sơ đồ hệ thống đứt gãy **Hình 8** thấy hệ thống đứt gãy phát triển chủ yếu theo phương Tây Bắc-Đông Nam. Dựa vào cường độ gradient ngang dị thường trọng lực nhóm tác giả phân ra các cấp độ lớn của hệ thống đứt gãy như sau:

- Đứt gãy cấp 1: Đứt gãy Sông Lô, Sông Chảy và Sông Hồng



Hình 6. (A) Đồ thị phổ mật độ năng lượng dị thường trọng lực Bughe, (B) Mô hình các lớp trong vỏ Trái Đất khu vực miền vông Hà Nội và lân cận.



Ghi chú:

Ranh giới giữa đất liền và biển
 Sông
 Vectơ gradient ngang cực đại, vectơ hướng vào lớp đất đá có mật độ dư dương

Hình 7. Trường gradient ngang dị thường trọng lực Bughe khu vực miền võng Hà Nội và lân cận tại mức ban đầu $\lambda = 0 \text{ km}$ (A); tại mức lọc với bước lọc $\lambda = 5 \text{ km}$ (B); $\lambda = 15 \text{ km}$ (C); $\lambda = 30 \text{ km}$ (D)

- Đứt gãy cấp 2: đứt gãy Kiến Thụy, Vĩnh Ninh, Thái Bình, Hưng Yên, Nam Định và Ninh Bình Như vậy, hệ thống đứt gãy chính gồm hệ thống đứt gãy Sông Lô, Sông Cháy, Sông Hồng, Kiến Thụy, Vĩnh Ninh, Thái Bình, Hưng Yên, Nam Định và Ninh Bình là những đứt gãy khổng lồ và chia cắt bồn trũng Sông Hồng. Đây là các đứt gãy thành phần của một đới trượt bằng lớn nhưng lại dịch trượt thuận-tách trong Kainozoi và đóng vai trò quyết định trong việc tạo các cấu trúc địa hào Kainozoi trong bể Sông Hồng.

4.3. Xác định độ sâu mặt móng Moho

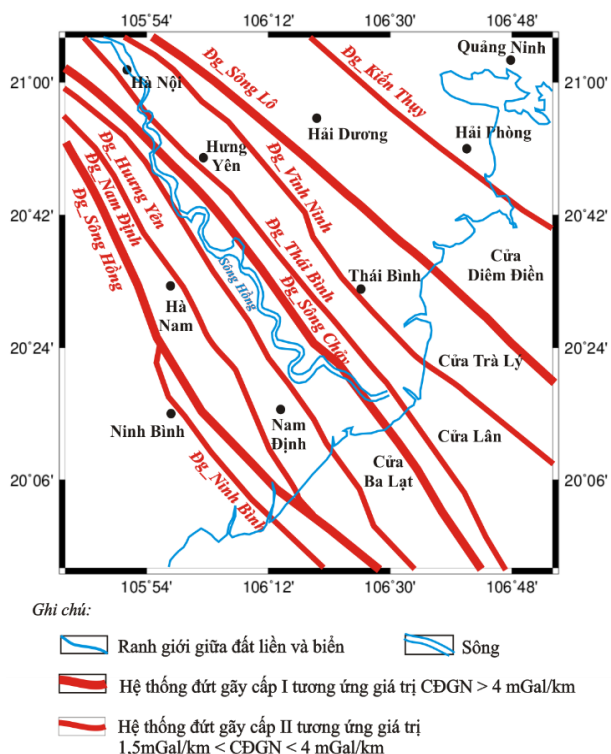
Từ kết quả tính phổ mật độ năng lượng hai chiều dị thường trọng lực Bughe (Hình 6A) nhóm tác giả xây dựng mô hình vỏ Trái Đất khu vực nghiên cứu gồm 3 lớp ranh giới: móng trầm tích trước Kainozoi, móng Conrat và móng Moho có độ sâu trung bình $z_0 = 29,4 \text{ km}$ (Hình 6B). Dựa vào các tài liệu trước (Nguyễn Như Trung, Nguyễn Thị Thu Hương, 2005; Nhu Trung, Thu Hương, 2013) nhóm tác giả lựa chọn các tham số mật độ của các lớp ranh giới như sau: lớp trầm tích

trước Kainozoi có mật độ $\sigma = 2,4 \text{ g/cm}^3$, lớp đá móng có mật độ $\sigma = 2,64 \text{ g/cm}^3$, lớp đá bazan có mật độ $\sigma = 2,8 \text{ g/cm}^3$, lớp manty có mật độ $\sigma = 3,16 \text{ g/cm}^3$.

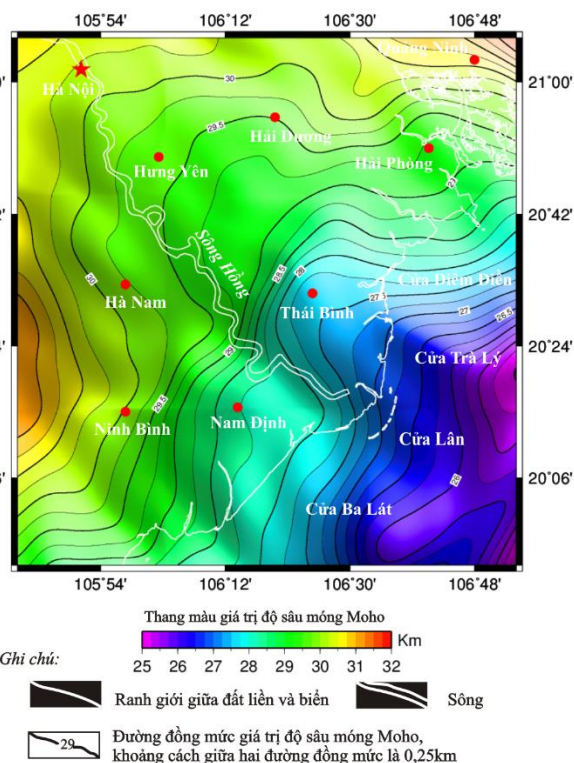
Trong chương trình giải thuận và ngược 3D đối với mặt Moho, ta cố định các tham số độ sâu mặt móng trước Kainozoi, độ sâu mặt Conrat, tham số mật độ các lớp và điều chỉnh độ sâu trung bình tới mặt Moho sao cho độ chênh giữa dị thường trọng lực tính toán (Δg_{tt}) và dị thường trọng lực Bughe quan sát (Δg_{qs}) là nhỏ nhất, $\varepsilon = |\Delta g_{qs} - \Delta g_{tt}| \rightarrow \min$. Kết quả giải ngược sau 15 lần lặp với giới hạn ngừng chương trình là 0,1 mGal ta được sơ đồ độ sâu mặt Moho (Hình 9) với độ sâu trung bình của mặt Moho là $z_0(\text{Moho})=29,2 \text{ km}$ với sai số trung bình giữa giá trị dị thường trọng lực Bughe quan sát (Δg_{qs}) và giá trị dị thường trọng lực tính toán (Δg_{tt}) đạt được

$$\varepsilon = \frac{|\Delta g_{qs} - \Delta g_{tt}|}{\Delta g_{qs}} = 3,8\%$$

Độ sâu mặt móng Moho xác định theo phương pháp giải ngược này so sánh với 4 điểm độ sâu mặt Moho theo địa chấn động đất



Hình 8. Hệ thống đứt gãy khu vực miền vông Hà Nội và lân cận xác định theo phương pháp CĐGN dị thường trọng lực Bughe.



Hình 9. Sơ đồ độ sâu mặt móng Moho khu vực miền vông Hà Nội và lân cận xác định theo phương pháp giải ngược 3D nguồn số liệu dị thường trọng Bughe.

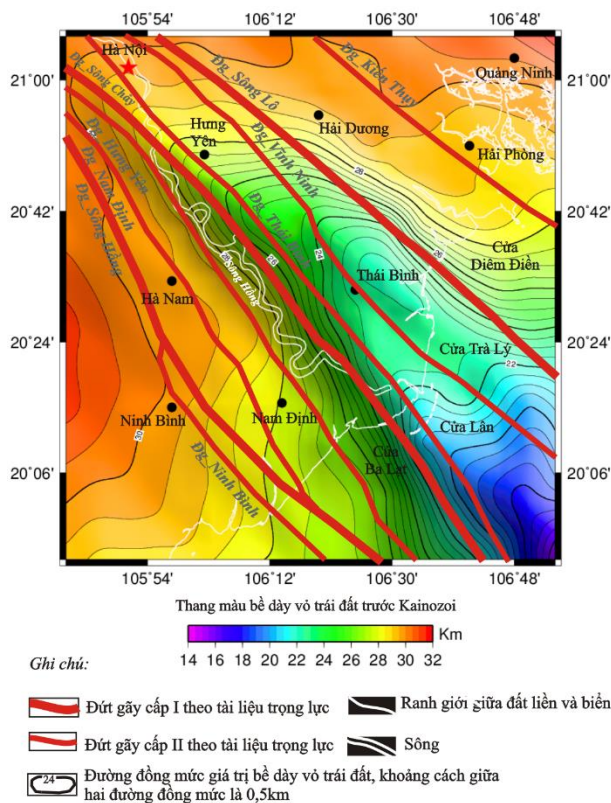
(Van Duong et al, 2013; Youqiang et al, 2017) ta được sai số trung bình $\bar{\varepsilon} = 2,1\%$. Như vậy cho thấy qui trình tính mà nhóm tác giả thực hiện có tính khách quan và độ tin cậy cao.

Độ sâu mặt móng Moho khu vực nghiên cứu thay đổi liên tục từ 25÷31,5 km và mặt móng Moho xác định được có mối tương quan ngược với địa hình trên mặt, như vậy kết quả này hoàn toàn phù hợp với mô hình bù đẳng tĩnh của Airy. Cấu trúc mặt Moho có phương khá trùng với phương cấu trúc chung của khu vực là Tây Bắc-Đông Nam. Khu vực trung tâm đi ra phía biển mặt Moho nhô cao với độ sâu dao động 25÷27 km. Đới nâng Đông Bắc mặt Moho hạ thấp với độ sâu dao động 29÷31 km, đới nâng Tây Nam độ sâu dao động 29÷31,5 km. Phía Tây khu vực mặt móng Moho lõm sâu nhất với độ sâu 31,5 km.

4.4. Sơ đồ cấu trúc khu vực nghiên cứu

- *Diện phân bố của khu vực*

Diện phân bố khu vực nghiên cứu được xác định trên cơ sở phân bố bề dày vỏ Trái Đất trước Kainozoi (Hình 10). Bề dày vỏ Trái Đất được xây



Hình 10. Sơ đồ cấu trúc khu vực miền vông Hà Nội và lân cận.

dựng trên cơ sở lấy độ sâu mặt móng Moho (Hình 9) trừ đi độ sâu mặt móng trầm tích trước Kainozoi (Hình 4). Qua sơ đồ cấu trúc Hình 10 thấy: phía Đông Bắc và Tây Nam khu vực nghiên cứu có bề dày thay đổi từ 28÷30 km khu vực trung miền vông Hà Nội có bề dày vỏ mỏng hơn dao động từ 14÷26 km, càng ra phía ngoài biển thì bề dày vỏ càng mỏng.

- *Hệ thống đứt gãy*

Hệ thống đứt gãy phát triển trong khu vực chủ yếu theo phương Tây Bắc-Đông Nam, dựa vào cường độ cực đại gradient ngang dị thường trọng lực khu vực nghiên cứu khi lọc các bước lọc $\lambda=5\text{ km}, \lambda=15\text{ km}, \lambda=30\text{ km}$ nhóm tác giả phân ra các cấp độ lớn của hệ thống đứt gãy: Đứt gãy cấp I gồm các hệ thống đứt gãy Sông Hồng, Sông Lô và Sông Cháy, đây là hệ thống đứt gãy lớn khống chế bồn trũng do hoạt động tách giãn. Đứt gãy cấp II gồm các hệ thống đứt gãy Thái Bình, Vĩnh Ninh, Hải Dương, Kiến Thụy, Nam Định, Ninh Bình.

5. Kết luận

Từ các kết quả phân tích số liệu dị thường trọng lực ở khu vực miền vông Hà Nội và lân cận nhóm tác giả rút ra các kết luận sau:

- Hệ thống đứt gãy trong khu vực phát triển chủ đạo theo phương Tây Bắc - Đông Nam.
- Độ sâu mặt móng Moho thay đổi từ 25÷32 km; mặt Moho sâu nhất 31,5 km ở phía Tây và nâng cao dần về phía Đông Nam đi ra biển với độ sâu dao động từ 25÷27 km
- Bề dày vỏ Trái Đất trước Kainozoi thay đổi từ 14÷32 km, phía Đông Bắc và Tây Nam có bề dày vỏ khá lớn dao động 28,5÷32 km, bề dày vỏ mỏng dần về phía Đông Nam đi ra biển dao động khoảng 14÷22 km.
- Hệ phương pháp phân tích trong bài báo áp dụng có hiệu quả cao trong việc xác định cấu trúc sâu vỏ Trái Đất cho các khu vực khác có cấu trúc tương tự.

Lời cảm ơn

Bài báo hoàn thành với sự trợ giúp của đề tài cấp cơ sở năm 2017, nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

Richard J. Blakely, 1995. Potential theory in

- gravity and magnetic application, *Cambridge University Press*.
- CCOP, 1991. Total sedimentary isopach maps offshore east Asia, 1:4 000 000, Coordinating committee for Geoscience programmes in East and Southeast Asia, Bangkok, Techn. Bull.23.
- Cordell, L., 1979. Gravimetric expression of graben faulting in Santa Fe country and the Espanola Basin, New Mexico, In New Mexico Geological Society Guidebook, 30th Field Conference. Pp.59-64.
- <http://www.geosoft.com/products/gm-sys/gm-sys-3d-modelling>.
- http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi
- Le, N. L., 2000. Compiling the structure and tectonic maps of the East Vietnam Sea and adjacent, Final report, *National Oceanic project*, KHCN-06, 58pp (in Vietnam).
- Lê Văn Dũng, Cao Đình Triều, 2012. Biểu hiện hoạt động của thạch quyển ở miền Tây Bắc Bộ. *Tạp chí địa chất, loạt A, số 331-332*, trang 111-123.
- Nhu Trung Nguyen, Thi Thu Huong Nguyen, 2013. Topography of the Moho and Earth crust structure beneath the east Vietnam sea from 3D inversion of gravity field data. *Acta Geophysica*, pp. 357-384.
- Nguyễn Như Trung, Nguyễn Thị Thu Hương, 2005. Cấu trúc vỏ Trái Đất khu vực biển Đông theo số liệu dị thường trọng lực vệ tinh và địa chấn sâu. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học công nghệ "Viện Dầu khí: 25 năm xây dựng và trưởng thành"* 336-354.
- Parker, R, L., 1972. The rapid calculation of potential anomalies, *Geophysics journal R. Astr. Soc., No 31*, 447- 455.
- Phạm Nam Hưng, Lê Văn Dũng, 2011. Cấu trúc địa chất sâu khu vực Hà Nội và lân cận trên cơ sở phân tích tài liệu trọng lực, *Tạp chí các khoa học về Trái Đất số 33*, 185-190.
- Phan Thị Hồng, Nguyễn Như Trung, Bùi Văn Nam, 2016. Xác định độ sâu mặt móng Conrat khu vực phía Bắc bồn trũng Sông Hồng và kế cận theo phân tích tài liệu trọng lực, *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất số 57*, 1-13.
- David T. Sandwell, R. D. Müller, Walter H.F. Smith, E. Garcia, R. Francis, 2014. New global marine gravity model from CryoSat-2 and Jason-1 reveals buried tectonic structure, *Science, Vol. 346, no. 6205*, pp. 65-67, doi: 10.1126/science.1258213.
- David T. Sandwell, Emmanuel Garcia, Khalid Soofi, Paul Wessel, Michael Chandler and Walter H.F. Smith, 2013. Toward 1-mGal accuracy in global marine gravity from CryoSat-2, Envisat, and Jason-1, *The Leading Edge*, August, 892-899.
- Spector, A., and Grant, F. S., 1970. Statistic model for interpreting aeromagnetic data. *Geophysics Prospecting, 20*, p.633-649.
- Van-Duong Nguyen, Bor-Shouh Huang, Tu-Son Le, Van-Toan Dinh, Lupei Zhu, Kuo-Liang Wen, 2013. Constraints on the crustal structure of northern Vietnam based on analysis of teleseismic converted waves. *Tectonophysics 601*, p. 87-97.
- Youqiang Yu, Tran D. Hung, Ting Yang, Mei Xue, Kelly H. Liu, Stephen S. Gao, 2017. Laterval variations of crustal structure beneath the Indochina Peninsula. *Tectonophysics 712-713*, 193-1.

ABSTRACT

Deep crustal structure of Hanoi and adjacent areas on the basis of gravity anomaly analysis

Thi Hong Phan ^{1*}, Nhu Trung Nguyen ², Van Nam Bui², Minh Phuong Do ³

¹ *Faculty of Oil and Gas, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

² *Institute of Marine Geology and Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam*

³ *Union of Geophysics, Department of Geology and Minerals of Vietnam, Vietnam*

This paper presents results of the application method of maximum horizontal, filtering frequency, power density spectrum and 3D direct inversion to determine fault systems, Moho basement depth in Hanoi and adjacent areas. The obtained interpretation results was used to construct a fault system map and crustal thickness before Cenozonic in Hanoi and adjacent areas. The main faults systems in the study region is Northwest - Southeast, the Moho basement depth ranges from 25 km to 31 km and the crustal thickness before Cenozonic ranges from 14 km to 31 km.