

## MINH GIẢI TÀI LIỆU TRỌNG LỰC VÀ TỪ DỰ BÁO CẤU TRÚC TRIỂN VỌNG KHOÁNG SẢN RẮN KHU VỰC THỀM LỤC ĐỊA NAM - ĐÔNG NAM VIỆT NAM

Trần Tuấn Dũng<sup>1\*</sup>, Bùi Việt Dũng<sup>2</sup>, Nguyễn Thế Hùng<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Địa chất và Địa vật lý biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Dầu khí

<sup>3</sup>Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

\*E-mail: trantuongdung@yahoo.com

Ngày nhận bài: 5-1-2016

**TÓM TẮT:** Biển Đông là một biển rìa có cấu trúc phức tạp, hoạt động phun trào bazan núi lửa xảy ra khá mạnh mẽ ở thời kỳ sau tách giãn đáy. Ở đây, tồn tại các dạng địa hình thuận lợi cho việc hình thành cấu trúc chứa khoáng sản rắn (cụ thể là kết hạch sắt - mangan). Tuy nhiên việc xác định phạm vi, vị trí không gian của chúng gặp nhiều khó khăn bởi lớp nước dày và nguồn tài liệu khảo sát chưa được đầy đủ. Nghiên cứu này áp dụng phương pháp chuyển từ về xích đạo ở vĩ độ thấp nhằm tạo nên mối tương quan tốt hơn giữa dị thường và nguồn gây dị thường Từ; Phương pháp lọc trường tần số cao dùng để phân tách trường Trọng lực, Từ cũng như các thông tin về khoáng sản rắn ở phần trên của vỏ Trái đất; Phương pháp gradient toàn phần 3D xác định vị trí không gian các khối có mật độ, từ tính cao. Cấu trúc triển vọng khoáng sản rắn được dự báo bằng phép phân tích so sánh mối quan hệ đa chiều giữa trường Trọng lực và trường Từ tần số cao với trường trọng số gradient toàn phần 3D của chúng.

**Từ khóa:** Khoáng sản rắn, kết hạch sắt - mangan, phun trào bazan núi lửa.

### GIỚI THIỆU CHUNG

Biển Đông hình thành sau sự va chạm giữa các mảng Ấn Độ và Âu-Á. Một số bồn trũng được mở theo kiểu kéo tách (pull-apart) dẫn đến hiện tượng tách giãn vỏ thạch quyển đồng thời chia cắt các mảnh tiểu lục địa ... Quá trình mở Biển Đông dần dẫn đến kiểu tách giãn đại dương hình thành nên các bồn trũng. Tách giãn chấm dứt vào cuối Miocen sau sự va chạm giữa các thành tạo vùng bắc Palawan với cung đảo tây Philippines và giữa đảo Đài Loan với lục địa Trung Hoa. Các giai đoạn đầu của quá trình tách giãn thạch quyển thường kèm theo hoạt động magma (phun trào lần xâm nhập). Tuy nhiên, hoạt động núi lửa khá rầm rộ sau tách giãn và phun trào xuất hiện không chỉ trong khu vực Biển Đông mà còn nhiều nơi khác ở Đông Nam

Á. Hoạt động núi lửa xuyên cắt thềm đại dương và các tiểu lục địa như Hoàng Sa, Trường Sa, Reed Bank và sản sinh các tầng bazan nội mảng tại một số vùng trên Biển Đông. Nhiều ý kiến cho rằng quá trình mở Biển Đông phức tạp hơn nhiều so với các tài liệu hiện có. Kết quả địa nhiệt và trọng lực cho rằng, hoặc mức độ sụt lún vỏ cùng chậm hoặc các dòng nhiệt xâm nhập từ dưới lên rất cao. Quan hệ thời gian và không gian của hoạt động phun trào sau tách giãn không rõ ràng, số liệu địa vật lý thì không thống nhất dẫn đến câu hỏi động lực nào là chủ đạo cho hoạt động phun trào: sự nâng lên của manti hay là tách giãn thạch quyển [1].

Các hoạt động núi lửa xảy ra trong nhiều pha và phun trào bazan núi lửa phát triển rộng rãi trên Biển Đông và các rìa lục địa. Các phun

trào bazan núi lửa tuổi Mesozoi muộn chủ yếu là đá granite tập trung ở rìa phía bắc Biển Đông, thêm lục địa Đông Dương và khu vực quần đảo Hoàng Sa. Các loại phun trào núi lửa Kainozoi chủ yếu là bazan, phổ biến ở rìa lục địa và vỏ đại dương. Nhìn chung, đặc điểm phân bố phun trào có mối quan hệ chặt chẽ với các quá trình hoạt động kiến tạo - địa động lực khu vực Biển Đông. Đây cũng là cơ sở cho việc nghiên cứu sự phân bố và tiềm năng khoáng sản rắn khu vực Biển Đông [1, 2].

Các khoáng sản rắn (sắt - mangan kết hạch) được hình thành cùng với quá trình phun trào bazan núi lửa là nguyên nhân chính gây ra các dị thường Trọng lực, Từ địa phương. Dựa trên sự khác biệt về mật độ và từ tính giữa khoáng sản rắn và trầm tích, nhiều nhà khoa học đã sử dụng các phương pháp địa vật lý như Trọng lực và Từ, địa chấn để xác định nhận dạng khoáng sản rắn. Tuy nhiên, do hoạt động kiến tạo phức tạp, sự khác biệt lớn về cấu trúc vỏ Trái đất, sự đa dạng của các loại đất đá, sự biến đổi trường Từ ở vĩ độ thấp, thì việc áp dụng các phương pháp địa vật lý thông thường hoặc đơn lẻ sẽ không thể mang lại kết quả tốt. Vì vậy điều cần thiết là phải áp dụng được một tổ hợp phương pháp minh giải hiệu quả đối với các tài liệu Trọng lực và Từ có so sánh với tài liệu địa chấn [2, 3].

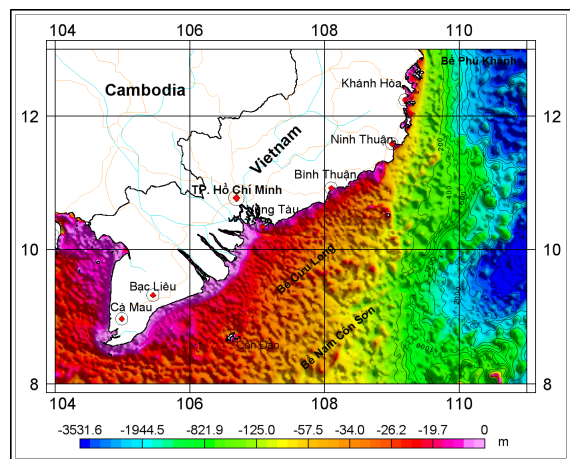
Nhằm loại bỏ các sai số của dị thường Từ ở vĩ độ thấp do góc lệch và góc nghiêng từ hóa, một số nhà khoa học đã đưa ra các phương pháp chuyển trường Từ về cực hoặc về xích đạo trong miền không gian và miền tần số với độ tin cậy cao [3, 4]. Việc áp dụng các bộ lọc tần cao cho phép xác định được dị thường Trọng lực, Từ địa phương. Ở đây, các dị thường địa phương - dị thường tần cao, được sử dụng để giải thích, xác định phân bố khoáng sản rắn [2, 5]. Phương pháp gradient toàn phần 3D được áp dụng để xác định vị trí không gian của các khối dị thường có mật độ và từ tính cao được cho là do khoáng sản rắn gây nên [6].

## NGUỒN TÀI LIỆU SỬ DỤNG

Nguồn tài liệu trọng lực, từ, địa chấn trên vùng biển Việt Nam chủ yếu là từ các chuyến đo trực tiếp trên biển của các công ty Địa vật lý Nga, Việt Nam và của các nước Pháp, Đức, Mỹ, Nhật. Trong các đề tài cấp nhà nước thuộc

chương trình nghiên cứu biển do Viện Địa chất và Địa vật lý biển chủ trì trong những năm qua như KHCN-06-12, KC-09-02 cũng đều thu thập, xử lý và bổ sung mới những kết quả nghiên cứu về trường địa vật lý rất có giá trị trên khu vực thêm lục địa Việt Nam và lân cận [7].

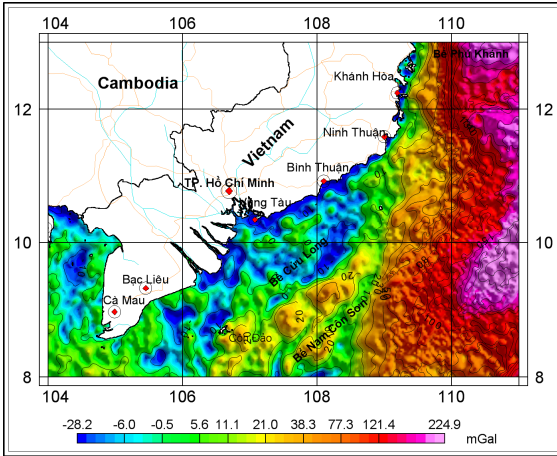
Nghiên cứu còn sử dụng nguồn số liệu đo đạc chủ động từ vệ tinh kết hợp với đo đạc trực tiếp trên biển. Trong những năm qua, các nhà khoa học Mỹ đã xây dựng được mạng lưới số liệu dị thường Trọng lực, Từ mới nhất với độ chi tiết đạt đến  $1' \times 1'$  (Sandwell and Smith V21.1) [8], cũng như độ sâu các đại dương trên thế giới  $2,5 \times 2,5$  km (hình 1, 2, 3). Riêng tài liệu trường từ (EMAG2) được sử dụng theo nguồn của Trung tâm dữ liệu quốc gia của Mỹ. Đó là kết quả của dự án hợp tác toàn cầu về dữ liệu địa vật lý, thường xuyên được cập nhật, bổ sung mới. Có thể nói, đó là những nguồn số liệu địa vật lý có độ phân giải đồng nhất, độ bao phủ rộng, với một mức độ chính xác phù hợp được sử dụng một cách hiệu quả cho các nghiên cứu cấu trúc địa chất trên Biển Đông [7, 8]. Khu vực nghiên cứu được lựa chọn trong phạm vi từ 104,00 - 111,00 độ Kinh Đông và 8 - 13 độ Vĩ Bắc.



Hình 1. Độ sâu đáy biển khu vực nghiên cứu

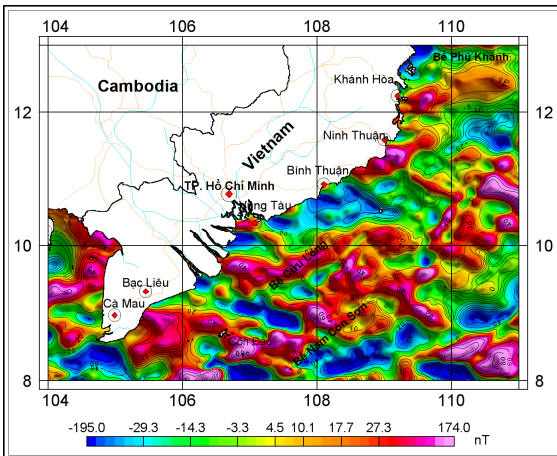
Việc phân tích định lượng tài liệu Từ trên khu vực nước ta gặp khó khăn do hiện tượng từ hóa nghiêng, vị trí dị thường và nguồn gây dị thường không trùng nhau ở vùng vĩ độ thấp. Khu vực trong nghiên cứu này nằm ở vĩ độ thấp, gần xích đạo, nơi mà độ từ hóa nghiêng và dị thường Từ có mối tương quan kém với

đối tượng địa chất gây dị thường. Vì vậy, phương pháp tính chuyển trường từ về xích đạo được sử dụng nhằm hiệu chỉnh vị trí dị thường Từ về trùng tốt nhất với nguồn gây ra chúng [3, 4, 9]. Vì lẽ đó, trong nghiên cứu này, trước khi đưa vào minh giải, số liệu trường Từ đã được tính chuyển về xích đạo (hình 2).



**Hình 2.** Dị thường trọng lực Bughe

Ngoài ra, nghiên cứu còn tham khảo, sử dụng các nguồn tài liệu địa chấn từ các dự án khảo sát thăm dò dầu khí trong và ngoài nước như VOR93, TC93, CSL07, PK08 ...



**Hình 3.** Dị thường từ tính chuyển về xích đạo

**PHƯƠNG PHÁP ÁP DỤNG**

Nghiên cứu xác định phân bố các loại khoáng sản rắn trên Biên Đông là một vấn đề phức tạp mà không thể giải quyết được chỉ bằng

một vài phương pháp đơn lẻ riêng biệt. Các nghiên cứu cần phải có một cái nhìn tổng thể nhất về cấu trúc địa chất và mối tương quan giữa chúng với khoáng sản rắn ở những giai đoạn khác nhau. Điều cần thiết là phải áp dụng được một tổ hợp các phương pháp địa vật lý để hiệu chỉnh trường dị thường tương quan tốt với đối tượng gây dị thường; để phân tách các dị thường gây ra bởi cấu trúc triển vọng khoáng sản rắn (kết hạch sắt - mangan) gần bề mặt; để xác định phạm vi, vị trí không gian của các đối tượng gây dị thường. Sau đây là một số phương pháp nghiên cứu được áp dụng.

**Lọc trường theo tần số**

Trong nghiên cứu này, phương pháp lọc trường theo tần số phân tách dị thường Trọng lực, Từ gây bởi các đối tượng địa chất tầng nông ra khỏi trường tổng để xác định ranh giới cũng như là vị trí không gian của các cấu trúc triển vọng khoáng sản rắn phát triển ở phần trên của vỏ Trái đất.

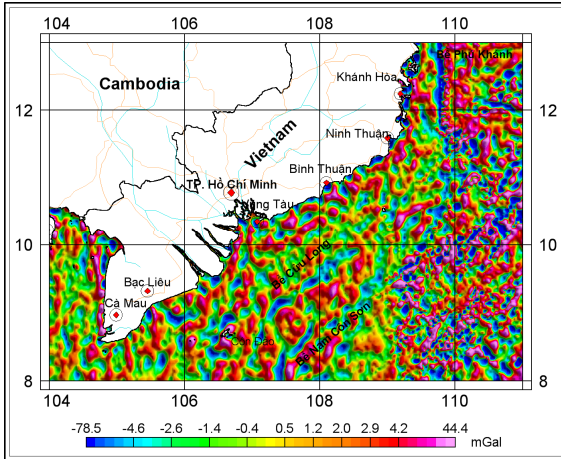
Dị thường trọng lực tần thấp được tính theo công thức sau:

$$F\{\Delta g_{HF}(x,y)\} = F\{H(x,y)\}F\{\Delta g(x,y)\} \quad (1)$$

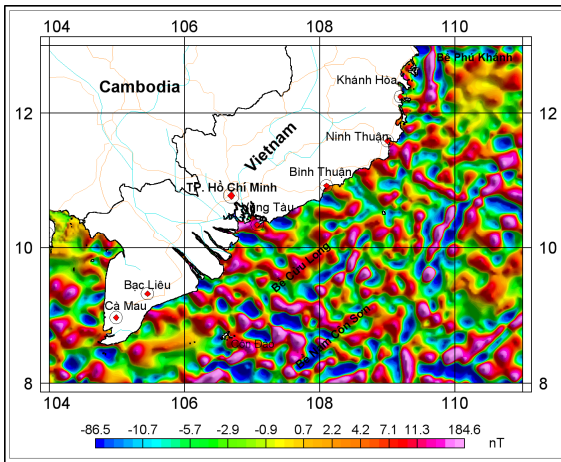
Trong đó:  $F\{\}$  là biến đổi Fourier;  $\Delta g_{HF}(x,y)$  là trường tần cao sau khi lọc với hàm  $H(x,y)$ ;  $\Delta g(x,y)$  là trường trọng lực ban đầu;  $H(x,y)$ : toán tử lọc trường tần cao.

Sau khi đã lọc tần với bước sóng  $\lambda$  lựa chọn, dị thường trọng lực tương ứng với các bước sóng nói trên sẽ được sử dụng để tính toán và minh giải các cấu trúc địa chất ở một chiều sâu cụ thể nào đó.

Ở đây, dị thường Trọng lực, dị thường Từ tần cao được tính cho toàn bộ khu vực với bộ lọc Gauss theo phương pháp được giới thiệu bởi Mikhail Kaban, 2005 [5] với bước sóng lọc  $\lambda$  khác nhau. Sau khi so sánh trường lọc tần cao ở các bước sóng  $\lambda$  nhất định, thấy rằng, dị thường Trọng lực, Từ tương ứng với bước sóng  $\lambda = 50$  km (hình 4, 5) có mối liên quan khá chặt chẽ với các đối tượng địa chất ở tầng nông [2, 5, 10]. Trường tần cao đó được sử dụng xây dựng mô hình 3D gradient toàn phần xác định vị trí, phạm vi các đối tượng có đặc điểm được dự báo là khoáng sản rắn (có mật độ và từ tính cao).



**Hình 4.** Dị thường Trọng lực tần cao với bước sóng  $\lambda=50$  km



**Hình 5.** Dị thường Từ tần cao với bước sóng  $\lambda = 50$  km

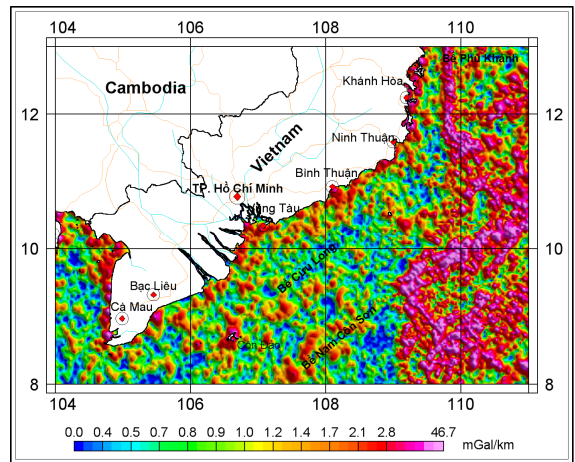
### Gradient toàn phần 3D

Phương pháp gradient toàn phần 3D dị thường Trọng lực, Từ thường được sử dụng để xác định phạm vi, vị trí cũng như là chiều sâu tới đối tượng gây dị thường. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này chỉ đề cập đến phạm vi, vị trí của đối tượng gây dị thường. Đã có nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này, phương pháp trình bày trong công trình [6] được lựa chọn để xác định gradient toàn phần 3D dị thường Trọng lực, Từ. Công thức tính gradient toàn phần 3D được biểu diễn:

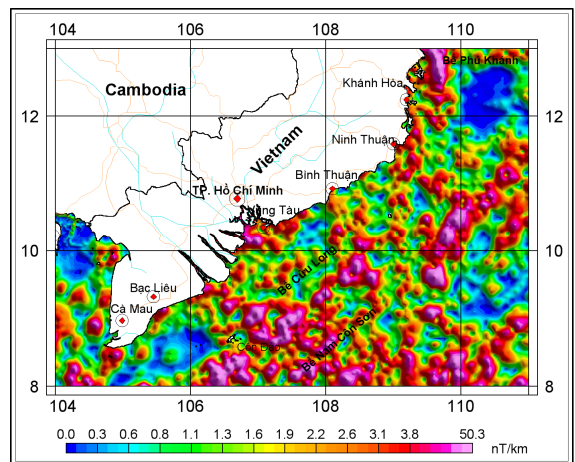
$$Gra(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial z}\right)^2} \quad (2)$$

Trong đó: A: là dị thường Trọng lực hoặc Từ.

Phương pháp gradient toàn phần 3D dị thường Trọng lực và Từ cho ta một bức tranh phân dị khá rõ nét về phân bố không gian các khối cấu trúc có mật độ và từ tính cao (đặc biệt là đối với cấu trúc kết hạch sắt - mangan ở phần trên của vỏ Trái đất). Tuy nhiên, để giảm bớt tính đa trị và nâng cao mức độ tin cậy của phương pháp, cần phải có sự đánh giá phân tích tổng hợp với các tài liệu địa chất - địa vật lý khác. Kết quả tính toán gradient toàn phần 3D được trình bày chi tiết trên hình 6, 7.



**Hình 6.** Gradient toàn phần 3D trường Trọng lực tần cao (bước sóng  $\lambda= 50$  km)



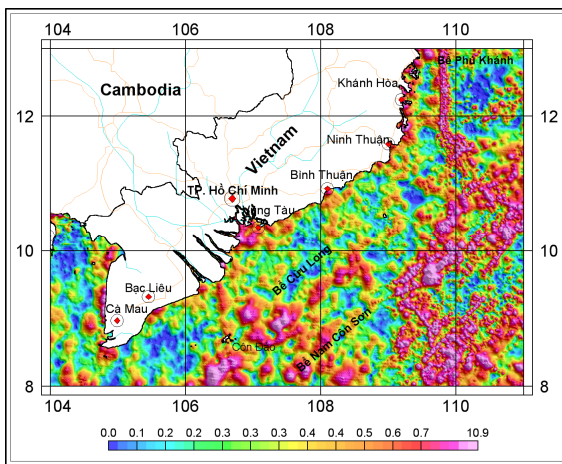
**Hình 7.** Gradient toàn phần 3D trường Từ tần cao (bước sóng  $\lambda= 50$  km)

## KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN



Có thể thấy, trên khu vực nghiên cứu, cấu trúc triển vọng khoáng sản rắn như đã đề cập ở trên (kết hạch sắt - mangan) có mật độ lớn và từ tính mạnh hơn đối với môi trường đất đá xung quanh. Với các khoáng sản rắn có thành phần khác nhau thì sẽ có một sự thay đổi tương đối khác nhau về giá trị mật độ và từ tính. Qua phân tích so sánh với các nguồn tài liệu khác từ, thấy rằng, cấu trúc chứa khoáng sản rắn có dị thường trọng lực tần cao biên đổi trong khoảng từ +10 mGal đến +45 mGal. Tương ứng, từ tính có giá trị biến đổi trong phạm vi từ +50 nT đến +170 nT [1, 11, 12].

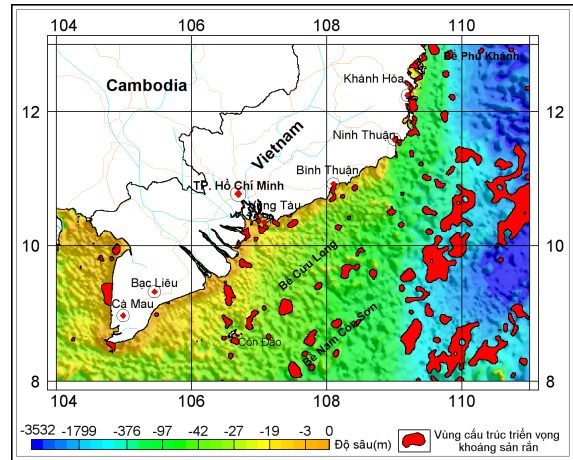
Từ các kết quả thu được, tiến hành chồng chấp thông tin đa chiều giữa phân bố dị thường Trọng lực, Từ và gradient toàn phần 3D xác định được mức độ quan hệ giữa chúng. Hệ số quan hệ đa chiều giữa chúng có giá trị biến đổi trong khoảng từ 0,0 đến 10,9 (hình 8). Dựa trên mức độ quan hệ đó, kết hợp thêm cùng với tài liệu có liên quan từ các công trình nghiên cứu trong [1, 11, 12], thực hiện đánh giá, phân cấp đưa ra bức tranh về phân bố không gian dự báo các cấu trúc có triển vọng chứa khoáng sản rắn trên khu vực thềm lục địa Nam - Nam Trung Bộ và lân cận (hình 9).



**Hình 8.** Mối quan hệ tương quan không gian giữa trường Trọng lực, Từ tần số cao và trọng số gradient toàn phần 3D với phân bố cấu trúc chứa khoáng sản rắn

Sau khi minh giải, tích hợp thông tin, thấy rằng, vùng được khoanh dấu màu đỏ là vùng có tương quan tốt giữa cấu trúc địa chất với các

trường địa vật lý-có hệ số quan hệ lớn, chúng được cho là vị trí không gian của các cấu trúc triển vọng khoáng sản rắn - có đặc trưng mật độ cao và từ tính mạnh (trên hình 9).



**Hình 9.** Phân vùng dự báo cấu trúc triển vọng khoáng sản rắn trên thềm lục địa Nam - Nam Trung Bộ

Ngoài ra, qua phân tích không gian bức tranh dị thường Trọng lực, Từ cũng như là mối tương quan giữa chúng với gradient toàn phần, thấy rằng phân bố khoáng sản rắn ở đây có thể còn chịu ảnh hưởng bởi các cấu trúc sâu bên dưới, vấn đề này cần có những nghiên cứu chi tiết sâu hơn.

## KẾT LUẬN

Như đã đề cập ban đầu, kết quả nghiên cứu này hoàn toàn dựa vào minh giải tài liệu Trọng lực và Từ, với mục đích duy nhất là đưa ra dự báo về các cấu trúc có triển vọng khoáng sản rắn, là bước tiền đề cho các nghiên cứu chi tiết cụ thể ở các giai đoạn tiếp sau. Qua công trình nghiên cứu này có thể đưa ra một số kết luận sau:

Nghiên cứu đã áp dụng có hiệu quả tổ hợp các phương pháp địa vật lý xác định dự báo các cấu trúc có triển vọng khoáng sản rắn: Phương pháp chuyển trường Từ ở vĩ độ thấp về xích đạo đã tạo nên mối tương quan tốt hơn giữa dị thường và nguồn gây dị thường Từ. Phương pháp lọc trường tần số cao đã phân tách tốt dị thường Trọng lực, Từ cũng như là các thông tin về khoáng sản rắn ở phần trên của vỏ Trái đất.

Phương pháp gradient toàn phần 3D xác định tin cậy vị trí không gian các khối mật độ, từ tính cao.

Phương pháp phân tích so sánh mối quan hệ đa chiều giữa trường Trọng lực, trường Từ tần số cao với trọng số gradient toàn phần 3D Trọng lực, Từ cho phép dự báo tốt phạm vi cũng như là vị trí không gian phân bố các cấu trúc có triển vọng khoáng sản rắn (kết hạch sắt - mangan).

Sự đa dạng về quá trình hình thành, về tính chất vật lý phức tạp của khoáng sản rắn làm cho việc xác định chúng gặp rất nhiều khó khăn. Để xác định phân bố triển vọng khoáng sản rắn một cách chính xác, hiệu quả hơn nữa, thì việc cần thiết là phải áp dụng một tổ hợp phương pháp địa vật lý, cùng các tài liệu địa chấn, địa hóa, tài liệu giếng khoan ...

**Lời cảm ơn:** Tác giả cảm ơn đề tài VAST06.06/16-17 đã hỗ trợ các điều kiện cần thiết để hoàn thành nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoang, N., and Flower, M., 1998. Petrogenesis of Cenozoic basalts from Vietnam: implication for origins of a 'diffuse igneous province'. *Journal of Petrology*, **39**(3): 369-395.
2. Li, S. L., Meng, X. H., Guo, L. H., Yao, C. L., Chen, Z. X., and Li, H. Q., 2010. Gravity and magnetic anomalies field characteristics in the South China Sea and its application for interpretation of igneous rocks. *Applied Geophysics*, **7**(4): 295-305.
3. Jain, S., 1988. Total magnetic field reduction - the pole or equator? A model study. *Canadian Journal of Exploration in Geophysics*, **24**(2): 185-192.
4. Kis, K. I., 1990. Transfer properties of the reduction of magnetic anomalies to the pole and to the equator. *Geophysics*, **55**(9): 1141-1147.
5. Mikhail Kaban, 2005. Development of geophysical software: solution of direct and inverse gravity problems (2D and 3D

spherical cases), dynamic modelling of the Earth's mantle, cross-spectral (admittance) technique. GFZ German Research Centre for Geosciences, Section 1.3, Earth System Modelling.

6. Saibi, H., Nishijima, J., Ehara, S., and Aboud, E., 2006. Integrated gradient interpretation techniques for 2D and 3D gravity data interpretation. *Earth, Planets and Space*, **58**(7): 815-821.
7. Trần Tuấn Dũng, Nguyễn Quang Minh, Vũ Thu Anh, 2012. Ảnh hưởng địa hình đáy biển lên dị thường trọng lực trên khu vực Biển Đông và lân cận. Báo cáo tại Hội nghị quốc tế Biển Đông 2012: 90 năm các hoạt động hải dương học trên vùng biển Việt Nam và lân cận, Nha Trang, Tr. 111.
8. Sandwell, D., Garcia, E., Soofi, K., Wessel, P., Chandler, M., and Smith, W. H., 2013. Toward 1-mGal accuracy in global marine gravity from CryoSat-2, Envisat, and Jason-1. *The Leading Edge*, **32**(8): 892-899.
9. <http://geosoft.com/media/uploads/resources/technical-papers/>
10. Trần Tuấn Dũng, 2013. Đặc điểm cấu trúc kiến tạo khu vực nước sâu Biển Đông Việt Nam trên cơ sở minh giải tổng hợp các tài liệu trọng lực và từ. Hội nghị 35 năm thành lập viện Dầu khí Việt Nam, 6/2013, Tr. 55-66.
11. Flower, M. F., Zhang, M., Chen, C. Y., Tu, K., and Xie, G., 1992. Magmatism in the south China basin: 2. Post-spreading Quaternary basalts from Hainan Island, south China. *Chemical Geology*, **97**(1-2): 65-87.
12. Lê Huy Minh, Lưu Việt Hùng, Cao Đình Triều, 2001. Một vài phương pháp hiện đại phân tích tài liệu từ hàng không áp dụng cho vùng Tuần Giáo. Tạp chí Các khoa học về Trái đất, **23**(3): 207-216.
13. <http://geomag.org/models/emag2.html>.
14. <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>

## INTERPRETATION OF GRAVITY AND MAGNETIC DATA TO PREDICT THE POTENTIAL STRUCTURES OF MINERALS IN THE AREAS OF SOUTH - SOUTHEAST VIETNAM WATERS

**Tran Tuan Dung<sup>1</sup>, Bui Viet Dung<sup>2</sup>, Nguyen The Hung<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Marine Geology and Geophysics-VAST*

<sup>2</sup>*Vietnam Petroleum Institute*

<sup>3</sup>*Hanoi University of Science, VNU*

**ABSTRACT:** *The East Vietnam Sea is a marginal sea with complicated geological structures. The volcanic activities are quite strong after the sea-floor spreading in Cenozoic Era. There are the types of structure here favorable to the formation of solid minerals (manganese-iron aggregation). However, it is difficult to define their ranges and spatial locations. This paper presents the methods of reduction to the magnetic equator in low latitudes to bring out a better correlation between magnetic anomalies and their sources; High-frequency filtering is to separate gravity and magnetic anomalies as well as information about the solid minerals in the upper part of the Earth's crust; 3D total gradient is to define the spatial location of high density and magnetic bodies. The potential structures of solid mineral are predicted by multi-dimensional correlation analysis between high frequency gravity and magnetic anomalies with weighted 3D total gradient.*

**Keywords:** *Solid minerals, Manganese-iron aggregation, Basaltic volcanic eruption.*