

Nâng cao chất lượng minh giải tài liệu từ ở vùng vĩ độ thấp

- **Nguyễn Hồng Hải**

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

Trường Đại học An Giang

- **Huỳnh Thanh Nhân**

Trường Đại học Cần Thơ

- **Đặng Văn Liệt**

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

- **Nguyễn Ngọc Thu**

Liên Đoàn Bản Đồ Địa Chất Miền Nam

(Bài nhận ngày 22 tháng 12 năm 2016, nhận đăng ngày 30 tháng 10 năm 2017)

TÓM TẮT

Các dị thường từ có dạng bất đối xứng và thường nằm lệch đi so với nguồn. Điều này là do phương của vector cường độ từ hóa và phương của trường từ trái đất nơi đo đạc thường nằm nghiêng; do đó, dị thường từ khó phân tích. Để đưa dị thường từ về dạng đối xứng với vị trí của dị thường nằm trên nguồn, người ta thường sử dụng phép biến đổi trường về cực; vì nơi đó, cả hai vector cường độ từ hóa và trường từ của trái đất có phương thẳng đứng. Tuy nhiên, ở vùng vĩ độ thấp (vĩ độ $< 16^{\circ}30'$) phổ biến độ của toán tử biến đổi trường về cực bị khuếch đại ở tần số cao (độ dài sóng ngắn) có dạng một hình quạt hẹp, hệ quả là tạo ra các dị thường giả tạo kéo dài theo phương của từ thiên. Do đó, đã có nhiều phương pháp biến đổi trường ở vùng vĩ độ thấp được đưa

ra để khắc phục khuyết điểm này; tuy nhiên, hầu hết các phương pháp này không mang lại hiệu quả cao. Trong bài báo này, chúng tôi khảo sát việc nâng cao chất lượng minh giải tài liệu từ bằng cách thực hiện một số phép biến đổi trường về cực cho vùng vĩ độ thấp và phương pháp tín hiệu giải tích sử dụng toán tử gradien và toán tử Hilbert. Các phương pháp được áp dụng trên mô hình để tìm phương pháp tốt nhất và sau đó sử dụng phương pháp này để khảo sát một dị thường từ ở Biên Hòa; sau đó, áp dụng cho tài liệu từ ở Nam bộ nhằm mục đích nâng cao chất lượng minh giải. Kết quả cho thấy, phương pháp tín hiệu giải tích sử dụng phép biến đổi Hilbert cho phép nâng cao chất lượng minh giải tài liệu từ ở vùng vĩ độ thấp là tốt nhất.

Từ khóa: độ từ khuynh, nâng cao, vĩ độ thấp, tín hiệu giải tích, tài liệu từ, từ trường

MỞ ĐẦU

Trong nghiên cứu địa chất, thăm dò từ và trọng lực là hai phương pháp Địa Vật lý quan trọng để xác định cấu trúc sâu và thăm dò tài nguyên. Trong đó, tài liệu từ được sử dụng rộng rãi do công tác đo từ hàng không có chi phí thấp và thực hiện dễ dàng; tuy nhiên, việc phân tích tài liệu từ phức tạp, đặc biệt là cho vùng vĩ độ thấp. Khác với dị thường trọng lực – có phương thẳng

đứng và chỉ phụ thuộc vào mật độ; dị thường từ là một phức hệ, chúng không chỉ phụ thuộc vào độ từ cảm, độ từ hóa dư của nguồn gây ra dị thường, mà còn phụ thuộc vào phương của độ từ thiên và phương của độ từ khuynh của vùng nghiên cứu nên có dạng bất đối xứng và thường nằm lệch đi so với nguồn. Để đưa dị thường từ về dạng đối xứng với vị trí của nguồn, người ta thường sử dụng phép biến đổi trường về cực [1];

nơi đó, vectơ cường độ từ hóa và trường từ của trái đất có phương thẳng đứng và dị thường từ có hình dáng giống dị thường trọng lực. Tuy nhiên, ở vùng vĩ độ thấp (vĩ độ nhỏ hơn $16^{\circ}30'$) phổ biến độ của toán từ biến đổi trường về cực bị khuếch đại ở tần số cao (độ dài sóng ngắn) có dạng một hình quạt hẹp, hệ quả là tạo ra các dị thường giả tạo kéo dài theo phương của từ thiên.

Để khắc phục khuyết điểm này, đã có nhiều phương pháp biến đổi trường về cực cho vùng vĩ độ thấp được đưa ra như: phương pháp nghịch đảo nguồn tương đương (the equivalent source inversion method), phương pháp lọc Werner, kỹ thuật cân bằng năng lượng (the energy balance technique), phương pháp dựa trên sự nghịch đảo (the inversion-based method), phương pháp giả độ từ khuynh (the pseudo inclination method) [4], phép lọc góc phương vị (the azimuthal filtering), phương pháp hệ số loại trừ (the suppressing factor method) và phương pháp hệ số bất đối xứng (the antisymmetric factor method) [2]. Tuy nhiên, các phương pháp nêu trên đều có những hạn chế nhất định và chưa mang lại hiệu quả cao, nên một số tác giả [4-6] đã đề nghị sử dụng phương pháp tín hiệu giải tích để nâng cao chất lượng minh giải tài liệu từ ở vùng vĩ độ thấp.

Mục đích của bài báo này nhằm xác định một phương pháp tốt nhất để minh giải tài liệu từ ở vùng vĩ độ thấp bằng cách so sánh kết quả tính toán của một số phương pháp biến đổi trường về cực cho vùng vĩ độ thấp và phương pháp tín hiệu giải tích được tính bằng toán từ gradien và phép biến đổi Hilbert. Các tính toán được thực hiện trên dị thường từ của một mô hình và trên một dị thường từ đo đạc nhằm rút ra một phương pháp tốt nhất; sau đó, áp dụng phương pháp này cho dị thường từ của toàn khu vực Nam bộ nhằm nâng cao chất lượng minh giải tài liệu từ.

PHƯƠNG PHÁP

Trong phần này chúng tôi tóm tắt một số các phương pháp được sử dụng trong bài báo này. Trong đó, hai phương pháp chính là phương pháp

biến đổi trường về cực và phương pháp tín hiệu giải tích.

Các phương pháp biến đổi trường về cực

Các dị thường trọng lực thường đối xứng và có vị trí nằm trên dị vật, trong khi các dị thường từ không đối xứng và nằm lệch đi so với dị vật; phương pháp biến đổi trường về cực được sử dụng nhằm đưa trường từ quan sát về cực, nơi đó độ từ hóa và trường từ có phương thẳng đứng nên dị thường từ trở nên đối xứng và nằm trên dị vật.

Trong miền số sóng (miền Fourier), công thức tính biến đổi trường về cực có dạng tổng quát:

$$T_{\text{pole}}(u, v) = K(u, v) \cdot T_{\text{qs}}(u, v) \quad (1)$$

trong đó, $T_{\text{pole}}(u, v)$ là biến đổi Fourier của trường từ chuyển về cực; $T_{\text{qs}}(u, v)$ là biến đổi Fourier của trường từ quan sát và $K(u, v)$ là toán tử biến đổi trường từ về cực.

Có nhiều toán tử tính biến đổi trường từ về cực của nhiều tác giả [1-3, 11], trong đó, hai toán tử sau đây tương đối đơn giản.

Phương pháp của Grant và Dodds cho vùng vĩ độ thấp

Giả sử trường từ quan sát chỉ chịu ảnh hưởng của độ từ hoá cảm ứng, toán tử biến đổi trường từ về cực viết dưới dạng đơn giản trong hệ tọa độ cực [1]:

$$K(u, v) = \frac{1}{[\sin I + i \cos I \cos(D - \theta)]^2} \quad (2)$$

trong đó, I là độ từ khuynh; D là độ từ thiên; $\theta = \arctg\left(\frac{u}{v}\right)$ là phương của số sóng (u, v lần lượt là số sóng theo phương Bắc-Nam và Đông-Tây).

Trong phương trình (2), khi đi về xích đạo I sẽ tiến tới 0 và khi dị thường có phương Nam – Bắc thì $(D - \theta)$ tiến tới $\pi/2$, lúc đó mẫu số của phương trình (2) sẽ tiến tới không vì thế toán tử biến đổi trường về cực trở nên không xác định; vấn đề này gặp ở vùng vĩ độ thấp ($I \leq 16^{\circ}30'$). Để khắc phục điều này, Grant và Dodds đề nghị một toán tử biến đổi trường về cực cho vùng vĩ độ thấp có dạng như sau [1]:

$$K(u, v) = \frac{[\sin I - i \cos I \cos(D-\theta)]^2}{[\sin^2 I_c + \cos^2 I_c \cos^2(D-\theta)][\sin^2 I + \cos^2 I \cos^2(D-\theta)]} \quad (3)$$

trong đó, I_c là độ từ khuynh hiệu chỉnh ($|I_c| \geq |I|$).

Trong công thức trên, Grant và Dodds đã thêm vào độ từ khuynh hiệu chỉnh I_c nhằm làm bản đồ tính biến đổi trường từ về cực ổn định hơn, I_c được chọn bằng cách tăng dần giá trị cho đến khi bản đồ tính biến đổi trường từ về cực có dạng đối xứng hoặc gần đối xứng.

Phương pháp ngưỡng phi tuyến

Trong thời gian gần đây, một phương pháp tiếp cận mới trong việc tính biến đổi trường từ về cực ở vùng vĩ độ thấp, đặc biệt là ở vùng xích đạo từ, là phương pháp ngưỡng phi tuyến [11]; toán tử biến đổi trường từ về cực có dạng:

$$K(u, v) = \frac{(\sqrt{u^2 + v^2})^2}{(i \cdot (u \cdot L_0 + v \cdot M_0) + N_0 \cdot \sqrt{u^2 + v^2})^2} \quad (4)$$

trong đó, $L_0 = \cos I \cdot \cos D$, $M_0 = \cos I \cdot \sin D$, $N_0 = \sin I$, I và D là độ từ khuynh và độ từ thiên của trường từ, (u, v) là số sóng theo phương x và phương y .

Phương pháp tín hiệu giải tích

Do tính phức tạp của việc tính biến đổi trường từ về cực ở vùng vĩ độ thấp nên một số tác giả đã đề nghị sử dụng phương pháp tín hiệu giải tích để đưa dị thường từ về dạng đối xứng và có vị trí nằm trên dị vật.

Toán tử gradien

Nabighian là người đầu tiên áp dụng phương pháp tín hiệu giải tích vào việc giải đoán tài liệu từ cho trường hợp hai chiều; sau đó, phương pháp đã được mở rộng cho trường hợp ba chiều [5]. Phương pháp đặt cơ sở trên sự kết hợp giữa gradien ngang và gradien thẳng đứng của dị thường từ, các gradien này phụ thuộc vào vị trí của dị vật nhưng không phụ thuộc phương từ hóa của nguồn. Theo đó, tín hiệu giải tích đơn giản hay bao hình năng lượng (energy envelope) của một dị thường từ ba chiều được cho bởi [5]:

$$A_0(x, y) = \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \hat{x} + \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \hat{y} + i \cdot \frac{\partial \Delta T}{\partial z} \hat{z} \quad (5)$$

trong đó, ΔT là cường độ dị thường từ được đo trên mặt phẳng (x, y) ; i là hệ số ảo; $\hat{x}$, $\hat{y}$, $\hat{z}$ là các thành phần của vector đơn vị trong hệ tọa độ vuông góc.

Giá trị tuyệt đối, hay biên độ của tín hiệu giải tích đơn giản A có giá trị dương và đối xứng được cho bởi công thức [6]:

$$|A_0(x, y)| = \sqrt{(\Delta T_x)^2 + (\Delta T_y)^2 + (\Delta T_z)^2} \quad (6)$$

trong đó, $\Delta T_x = \frac{\partial \Delta T}{\partial x}$, $\Delta T_y = \frac{\partial \Delta T}{\partial y}$, $\Delta T_z = \frac{\partial \Delta T}{\partial z}$ là các gradien ngang và gradien thẳng đứng.

Tín hiệu giải tích thể hiện “biên” của dị thường quan sát và các đỉnh trên biên dị thường, không phụ thuộc phương của trường từ trái đất, độ từ hóa của nguồn, và độ dốc của biên dị thường và được tính bằng gradien của dị thường từ theo phương ngang và phương thẳng đứng (công thức (6)).

Ngoài ra, tín hiệu giải tích còn được tính bằng phép biến đổi Hilbert.

Phép biến đổi Hilbert

Tín hiệu giải tích A của hàm $\Delta T(x)$ được định nghĩa bởi:

$$A(\Delta T(x)) = \Delta T(x) - i\mathcal{H}[\Delta T(x)] \quad (7)$$

trong đó, $i^2 = -1$ và $\mathcal{H}[\Delta T(x)]$ là biến đổi Hilbert của hàm $\Delta T(x)$ được cho bởi [1]:

$$\mathcal{H}[\Delta T(x)] = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\Delta T(x')}{x-x'} dx' \quad (8)$$

Công thức (8) cho thấy phép biến đổi Hilbert là một tích chập trong miền không gian giữa $\Delta T(x)$ với $-\frac{1}{\pi x}$; do đó, theo định lý tích chập, nó là một phép nhân trong miền số sóng:

$$\mathcal{F}[\mathcal{H}] = i \operatorname{sgn} k \mathcal{F}[\Delta T(x)] \quad (9)$$

trong đó, $\mathcal{F}[\Delta T(x)]$ là phép biến đổi Fourier một chiều của $\Delta T(x)$.

Từ công thức (9) cho thấy biến đổi Hilbert của hàm $\Delta T(x)$ không làm thay đổi biên độ hàm $\Delta T(x)$ nhưng dịch chuyển pha của $\Delta T(x)$ một góc $\frac{\pi}{2}$ nếu $k > 0$ và dịch một góc $-\frac{\pi}{2}$ nếu $k < 0$.

Với hàm hai biến $\Delta T(x, y)$, biên độ tín hiệu giải tích viết dưới dạng hàm Hilbert được cho bởi [10]:

$$|A| = \sqrt{\mathcal{H}_x(\Delta T)^2 + \mathcal{H}_y(\Delta T)^2 + (\Delta T)^2} \quad (10)$$

trong đó, các thành phần $\mathcal{H}_x, \mathcal{H}_y$ là biến đổi Hilbert của $\Delta T(x, y)$ theo phương x, y được tính:

$$\begin{cases} \mathcal{H}_x = \mathcal{F}^{-1} \left[\frac{iu}{\sqrt{u^2 + v^2}} \mathcal{F}[\Delta T] \right] \\ \mathcal{H}_y = \mathcal{F}^{-1} \left[\frac{iv}{\sqrt{u^2 + v^2}} \mathcal{F}[\Delta T] \right] \end{cases} \quad (11)$$

với, u, v là số sóng theo phương x, y ; $\mathcal{F}^{-1}[\Delta T]$ là phép biến đổi Fourier ngược hai chiều.

Trong bài báo này, chúng tôi chọn bốn phương pháp sau đây: (a) biến đổi trường về cực ở vùng vĩ độ thấp theo công thức của Grant và Dodds (công thức (3)); (b) biến đổi trường về cực theo ngưỡng phi tuyến tính (công thức (4)); (c) tính biên độ tín hiệu giải tích bằng toán tử đạo hàm (công thức (6)); và (d) tính biên độ tín hiệu giải tích bằng phép biến đổi Hilbert (công thức (10)). Chương trình được viết bằng phần mềm Matlab.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mô hình

Tính trường từ của một mô hình dạng khối hộp [1] được biểu diễn trong hệ tọa độ 3 chiều x, y, z (km). Trong đó,

Mạng lưới quan sát: $x = 1:1:101$;

$y = 1:1:101$; $z_0 = 0$

Khối hộp:

- Tọa độ theo phương ngang:

$x_1 = 45$; $x_2 = 55$;

$y_1 = 45$; $y_2 = 55$.

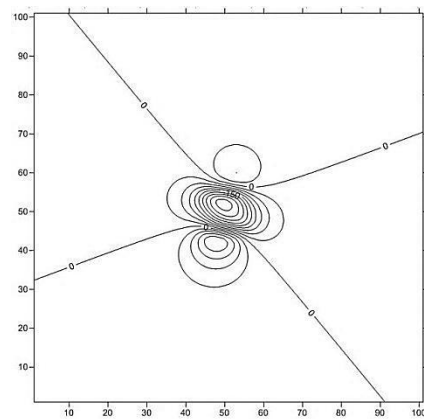
- Độ sâu mặt trên: $z_1 = 3$

- Độ sâu mặt dưới: $z_2 = 8$

- Độ từ khuynh: 8°

- Độ từ thiên: 15°

- Cường độ từ hóa: $2,6 \text{ (A/m)}$



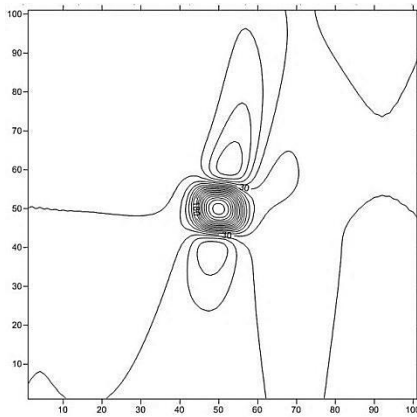
Hình 1. Dị thường từ của mô hình hình hộp (các đường đẳng trị cách nhau 30 nT)

Dị thường từ của khối hộp tính từ mô hình trên được vẽ trong Hình 1 dưới dạng đường đẳng trị, thể hiện tính lưỡng cực, gồm một dị thường âm nằm giữa hai dị thường dương; các dị thường có dạng dẹp và lệch với hai trục x và y .

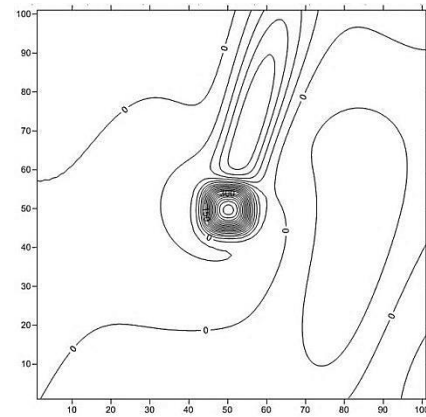
Biến đổi trường về cực

Tính biến đổi trường về cực bằng phương pháp của Grant và Dodds, ($D = 15^\circ$, $I = 8^\circ$) với độ từ khuynh hiệu chỉnh $I_c = 15^\circ$; kết quả biểu diễn trên Hình 2A cho thấy dị thường từ cũng gồm một dị thường dương ở giữa có dạng đối xứng, có vị trí và kích thước gần trùng với vị trí và kích thước của bề mặt của dị vật; tuy nhiên, vẫn còn hai dị thường âm kẹp hai bên thể hiện tính phân cực, hai dị thường âm này kéo dài theo phương Đông Bắc – Tây Nam và có nhiều theo phương Tây Bắc – Đông Nam, kết quả chưa đạt.

Kết quả tính biến đổi trường về cực theo phương pháp ngưỡng phi tuyến ($D = 15^\circ$, $I = 8^\circ$) được biểu diễn trong Hình 2B, cho thấy có một dị thường dương có vị trí và kích thước phù hợp với mặt trên của nguồn, tốt hơn kết quả tính bằng công thức Grant và Dodds. Tuy nhiên, phương pháp này cũng tạo ra nhiều nhiễu có giá trị lớn; nhất là có sự hiện diện của một dị thường âm rất lớn, kéo dài theo phương Đông Bắc – Tây Nam.



(A)



(B)

Hình 2. Biến đổi trường về cực của mô hình, (A): công thức của Grant và Dodds (các đường đẳng trị cách nhau 30 đv), (B): công thức ngưỡng phi tuyến (các đường đẳng trị cách nhau 30 đv)

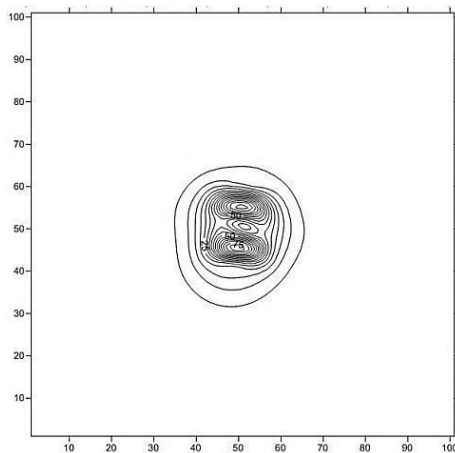
Biên độ tín hiệu giải tích

Kết quả tính biên độ tín hiệu giải tích dùng toán tử đạo hàm sử dụng phép biến đổi Fourier thể hiện trong Hình 3A, cho thấy một dị thường khá đối xứng; tuy nhiên, tâm của dị thường này gồm hai dị thường dương đối xứng nhau qua đường thẳng $y = 50$. Các đường đẳng trị bên ngoài bị biến dạng.

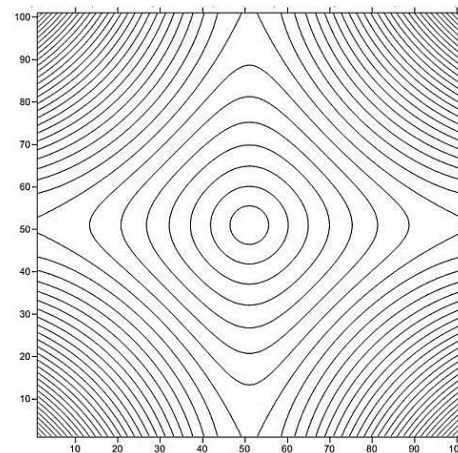
Kết quả tính biên độ tín hiệu giải tích dùng toán tử Hilbert được thể hiện trong Hình 3B. Dị thường có dạng mặt đối xứng, vị trí tâm dị

thường trùng với vị trí tâm dị vật. Kết quả đạt được tốt.

Qua kết quả tính trên mô hình cho thấy với vùng vĩ độ thấp, bản đồ biên độ tín hiệu giải tích dùng toán tử Hilbert cho kết quả dạng đối xứng tốt nhất. Tuy nhiên, đây chỉ là một mô hình đơn, không chứa nhiều nên kết quả chưa có độ tin cậy cao. Để kiểm tra độ tin cậy, sau đây chúng tôi áp dụng các phương pháp trên để tính trên một dị thường từ thực.



(A)



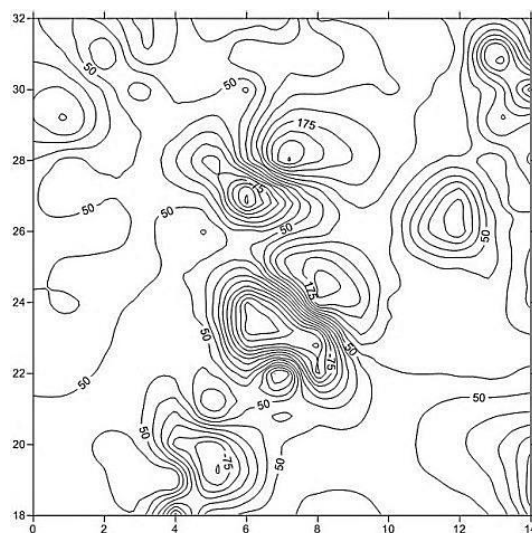
(B)

Hình 3. Biên độ tín hiệu giải tích của mô hình: (A) phương pháp dùng toán tử gradient (các đường đẳng trị cách nhau 5 đv), (B) phương pháp dùng phép biến đổi Hilbert (các đường đẳng trị cách nhau $5 \cdot 10^{33}$ đv)

Dị thường từ Biên Hòa

Dị thường Biên Hòa trong Hình 4, được lấy từ bản đồ dị thường từ hàng không của Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam có niên đại 1985,0, tỉ lệ 1:200.000. Dị thường có phương Tây Bắc – Đông Nam, kéo dài từ phía Bắc thành phố

Hồ Chí Minh đến phía Bắc Biên Hòa, gồm hai dị thường từ phía Bắc Biên Hòa có phần âm và dương xen kẽ, phần âm có kích thước và biên độ lớn hơn phần dương; và dị thường từ phía Bắc thành phố Hồ Chí Minh có phần âm lớn hơn phần dương.

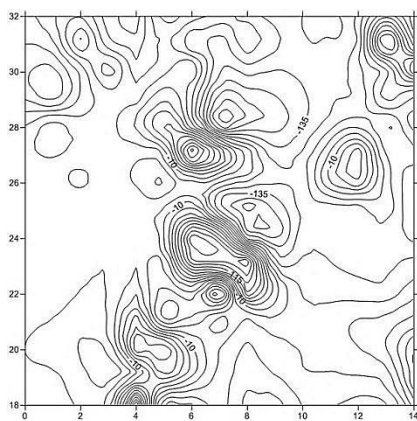


Hình 4. Dị thường từ Biên Hòa (các đường đẳng trị cách nhau 25 nT)

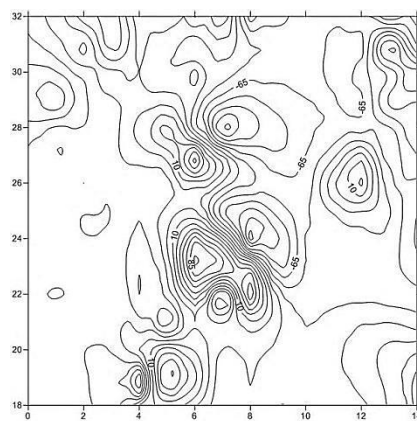
Biến đổi trường về cực

Kết quả tính biến đổi trường về cực của dị thường Biên Hòa sử dụng công thức Grant và Dodds thể hiện trên Hình 5A và kết quả tính bằng phương pháp ngưỡng phi tuyến tính thể hiện trên

Hình 5B; cả hai kết quả cho thấy dị thường tính được vẫn mang tính phân cực và có dạng gần giống với dị thường quan sát, sự thay đổi hình dạng các dị thường về dạng đối xứng không đáng kể nên kết quả chưa đạt.

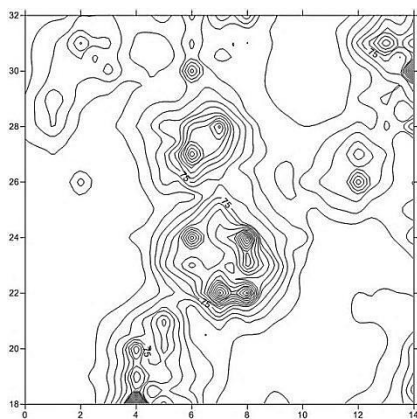


(A)



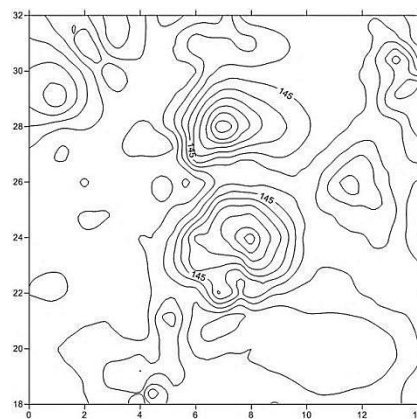
Biên độ tín hiệu giải tích

Kết quả tính biên độ tín hiệu giải tích cho thấy hai dị thường âm - dương Bắc Biên Hòa và Bắc thành phố Hồ Chí Minh tính được có dạng đẳng thước. Kết quả tính biên độ tín hiệu giải tích sử dụng toán tử đạo hàm thể hiện trên Hình 6A,



(A)

tuy kết quả được đưa về hai dị thường dạng đẳng thước nhưng các đường đẳng trị chưa đồng tâm. Kết quả tính biên độ tín hiệu giải tích sử dụng biến đổi Hilbert thể hiện trên Hình 6B cho thấy hai dị thường đẳng thước, các đường đẳng trị gần đồng tâm.



(B)

Hình 6. Biên độ tín hiệu giải tích của dị thường Biên Hòa: (A) phương pháp dùng toán tử gradient (các đường đẳng trị cách nhau 15 đv), (B) phương pháp dùng phép biến đổi Hilbert (các đường đẳng trị cách nhau 25 đv)

Qua hai kết quả tính toán trên mô hình và trên dị thường từ thực, cho thấy bản đồ biên độ tín hiệu giải tích tính bằng phép biến đổi Hilbert có dạng đối xứng, gần giống dạng của dị thường trọng lực. Do đó, chúng tôi chọn phương pháp này để áp dụng cho bản đồ dị thường từ ở Nam Bộ, nhằm nâng cao chất lượng khi minh giải tài liệu.

Dị thường từ Nam Bộ

Vùng nghiên cứu là vùng Nam Bộ, gồm miền Đông và miền Tây, địa hình khá bằng phẳng, là một bộ phận trong cấu trúc địa chất chung rất phức tạp của thềm lục địa Đông Nam Á. Cấu trúc địa chất có thể chia thành phụ đới Biên Hòa (nâng), đới Cần Thơ (trũng) và gờ nâng Sóc Trăng.

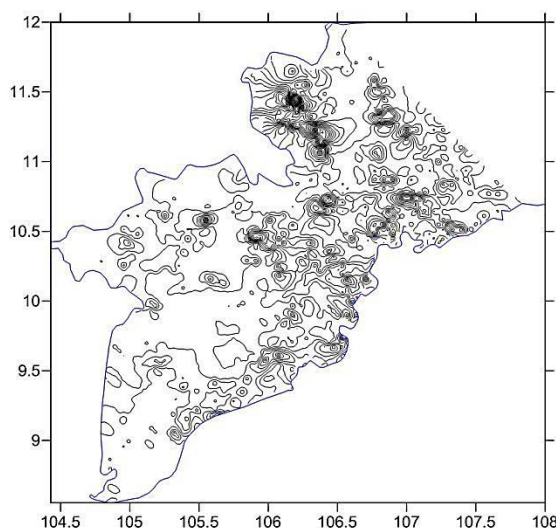
Dữ liệu sử dụng là bản đồ dị thường từ được tính từ bản đồ hàng không cường độ từ toàn phần (1992), niên đại 1985,0, tỉ lệ 1:200.000 do Đoàn

bay 65 Từ hàng không, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam đo; sử dụng công thức tính trường từ bình thường của Nguyễn Thị Kim Thoa [9]. Giá trị dị thường từ được nội suy về mạng ô vuông kích thước 84x52, khoảng cách 5 km (Hình 7). Trường dị thường từ tương đối ổn định, trên đó nổi lên các dải dị thường từ kéo dài theo phương Bắc – Nam với đặc trưng các đới âm – dương luân phiên nhau. Theo bản đồ này, có thể chia vùng nghiên cứu thành hai phần: phần phía Đông (đới Sài Gòn) có mật độ các dải dị thường lớn hơn và chiều dài của các dải cũng lớn hơn, trong khi phía Tây (đới Cần Thơ) tuy diện tích lớn hơn, nhưng có ít dải hơn, chiều dài các dải cũng ngắn hơn và một số dị thường từ cô lập [7]. Kết quả tính biên độ tín hiệu giải tích dùng toán tử Hilbert (Hình 8) cho thấy các dị thường có dạng gần đối xứng, không có các dị thường giả kéo dài theo phương của từ thiên - một nhược điểm thường gặp phải trong các phép toán thu

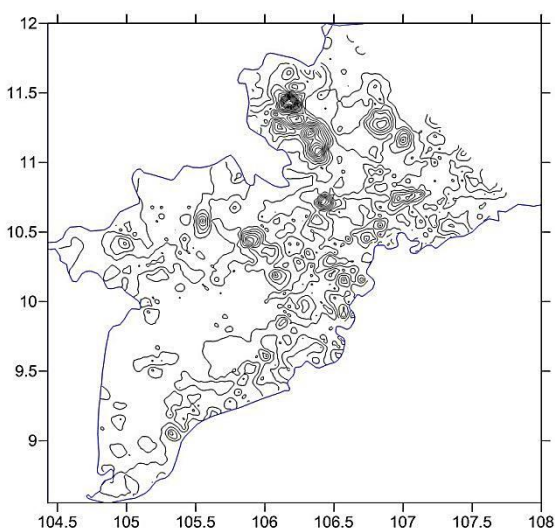
trường về cực ở vùng vĩ độ thấp. Ngoài ra, tâm của dị thường trên bản đồ biên độ tín hiệu giải tích cũng được dịch chuyển; theo kết quả tính trên mô hình, có thể nói tâm của các dị thường của bản đồ này nằm trên vị trí của nguồn.

Kết quả cho thấy các dị thường dương-âm dựa trên tính lưỡng cực tự nhiên của nguồn từ và

sự tác động với trường Trái Đất trên bản đồ quan sát đã được đổi thành các giá trị dương gần đối xứng như các giá trị quan sát tại cực từ trên bản đồ tín hiệu giải tích; do đó, có thể sử dụng bản đồ này trong việc minh giải tài liệu từ.



Hình 7. Bản đồ dị thường từ Nam Bộ
(Cách đường đẳng trị cách nhau 40 nT)



Hình 8. Bản đồ tín hiệu giải tích của dị thường từ Nam Bộ
(Cách đường đẳng trị cách nhau 40 đv)

KẾT LUẬN

Giá trị nhỏ của độ từ khuynh và nhiều là các nguyên nhân gây ra sự bất ổn định trong tính biên đổi trường về cực và tạo ra các dị thường giả kéo dài theo phương của từ thiên. Qua kết quả tính toán bằng hai phương pháp biến đổi trường về cực cho vùng vĩ độ thấp và tính biên độ tín hiệu giải tích bằng toán tử đạo hàm và phép biến đổi Hilbert trên mô hình và trên dữ liệu thực là dị thường từ Biên Hòa cho thấy phương pháp biên độ tín hiệu giải tích sử dụng phép biến đổi Hilbert đã biến đổi các dị thường từ, phân cực âm dương, về các dị thường dạng đẳng thức và dịch chuyển

dị thường về vị trí của nguồn; nên có thể nói đây là phương pháp tốt nhất - trong các phương pháp sử dụng – có thể sử dụng trong việc minh giải tài liệu từ. Ngoài ra, chúng tôi còn sử dụng phương pháp này để tính cho bản đồ dị thường từ của Nam bộ, kết quả cho thấy các dị thường từ âm dương của bản đồ từ được biến đổi về dạng gần đối xứng và tâm của các dị thường được dịch chuyển tương tự như khi tính trên mô hình và trên dị thường từ Biên Hòa. Có thể nói bản đồ biên độ tín hiệu giải tích dùng toán tử Hilbert là bước đầu cần thiết được thực hiện trong việc xử lý tài liệu từ để kết quả minh giải được tốt hơn.

Enhancing the quality of interpretation magnetic data at low latitudes

- **Nguyen Hong Hai**

University of Science, VNU-HCM

An Giang University

- **Huynh Thanh Nhan**

Can Tho University

- **Dang Van Liet**

University of Science, VNU-HCM

- **Nguyen Ngoc Thu**

South Vietnam Geological Mapping Division

ABSTRACT

Magnetic anomalies are antisymmetrical and often skewed to the location of the sources, because both of the magnetization and ambient field are not directed vertically, so it's difficult to interpret. For reducing the magnetic anomaly to a symmetrical one – this located on the source of the anomaly – people often use the reduction to the pole (RTP) where the magnetization and ambient field are both directed vertically. However, at low latitudes (an absolute inclination less than $16^{\circ}30'$), the amplitude spectrum of the RTP's operator was amplified at higher frequencies (short wavelengths) can form a narrow pie-shaped; so it produces artifacts elongated along the direction of the magnetic declination. Therefore, many methods of RTP at

low latitudes are given to solve this problem, but most of them are not efficiency. In this paper, we performed enhancing the quality of interpretation of magnetic data at low latitudes by some RTP methods for magnetic data at low latitudes and the analytic signal method using gradient operator and Hilbert transform. This method is applied to a model and to a real magnetic anomaly to find out the best method. Then this method was applied to enhance the quality of magnetic data interpretation in the Southern Vietnam. The result showed that the analytic signal method using Hilbert transform allowed enhancing the quality of interpretation of magnetic data at low latitudes is the best.

Keyword: magnetic inclination, enhancing, low latitudes, analytic signal, magnetic data

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R.J. Blakely, Potential theory in gravity và magnetic applications, USA: Cambridge University Press (1995).
- [2]. L. Guo, L. Shi, X. Meng, The antisymmetric factor method for magnetic reduction to the pole at low latitude, *Journal of Applied Geophysics*, 92, 103–109 (2013).
- [3]. Đ.V. Liệt, Phân tích kết hợp tài liệu từ và trọng lực ở miền Nam Việt Nam, Luận văn PTS, Đại học Tổng hợp TPHCM (1995).
- [4]. I.N. Macleod, K. Jones, T.F. Dai, 3-D analytic signal in the interpretation of total magnetic field data at low magnetic latitude, *Exploration Geophysics*, 24, 679–688 (1993).
- [5]. M.N. Nabighian, Toward a three dimensional automatic interpretation of potential field data via generalized Hilbert transforms: Fundamental relations, *Geophysics*, 49, 780–786 (1984).

- [6]. W.R. Roest, J. Verhoef, M. Pilkington, Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal, *Geophysics*, 57, 116–125 (1992).
- [7]. N.X. Sơn, Giải đoán cấu trúc địa chất miền Nam Việt Nam theo tài liệu từ hàng không tỷ lệ 1:200.000, Luận án PTS, Đại học Mở - Địa chất (1996).
- [8]. N.T.K. Thoa, Trường Địa từ và kết quả khảo sát tại Việt Nam, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ (2010).
- [9]. T.V. Tuấn, Đ.V. Liệt, Trường địa từ và Thăm dò từ, NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh, (2013).
- [10]. L. Yao, W. Ming, L. Feng, T. Song, Direct analytic signal interpretation of potential field data using 2-D Hilbert transform, *Chinese Journal of Geophysics*, 54, 4, 551–559 (2011).
- [11]. H. Zhang, Y. Marangoni, X. Hu, R. Zuo, NTRTP: A new reduction to the pole method at low latitudes via a nonlinear thresholding, *Journal of Applied Geophysics*, 111, 220–227 (2014).