

# NGHIÊN CỨU BÀI TOÁN THUẬN BẰNG HÀM TỔNG HIỆU ĐỂ TÌM HÌNH DẠNG THỰC TẾ CỦA VẬT THỂ GÂY DỊ THƯỜNG TỪ

TRẦN THANH RĨ<sup>1</sup>, ĐỖ VĂN TIẾP<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hội KHKT Địa Vật lý Việt Nam,

<sup>2</sup>Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Bắc, Long Biên, Hà Nội

**Tóm tắt:** Tác giả đã nghiên cứu bài toán thuận trong thăm dò từ bằng hàm tổng hiệu, đã đưa ra được những hàm cụ thể cho các mô hình và đã trình bày phương pháp tìm hình dạng vật thể gây từ qua hàm tổng hiệu

## I. MỞ ĐẦU

Nghiên cứu hàm tổng hiệu phân tích dị thường từ để tìm kiếm, thăm dò quặng sắt ẩn ở Việt Nam là một trong những phương pháp tìm kiếm, thăm dò quặng sắt ẩn mang lại hiệu quả cao. Kết quả khảo sát, xử lý phân tích và luận giải địa chất những dị thường từ sẽ cho phép dự đoán về cấu trúc địa chất, magma và khoáng sản (gọi tắt là đối tượng địa chất) ở từng giai đoạn, kể từ điều tra cơ bản địa chất đến khảo sát thăm dò và khai thác khoáng sản.

Ở nước ta, trong nhiều năm qua kết quả áp dụng các phương pháp thăm dò từ đã có những đóng góp đáng kể cho công tác tìm kiếm thăm dò khoáng sản nói chung và khoáng sản sắt nói riêng, đã và đang cung cấp nguồn nguyên vật liệu cho các ngành công - nông nghiệp ... Vì vậy, điều tra, tìm kiếm, đánh giá thăm dò loại hình khoáng sản này là một đòi hỏi thực tế có ý nghĩa trước mắt và lâu dài cho sự phát triển của nền kinh tế quốc dân.

Nước ta nằm ở miền vĩ độ thấp, góc nghiêng từ hoá ảnh hưởng rất lớn đến hình dáng của đường cong dị thường từ ( $\Delta Z_a$ ,  $\Delta H_a$ ,  $\Delta T_a$ ), làm cho chúng trở nên phức tạp và không đối xứng. Việc phân tích tài liệu địa vật lý nói chung trong đó có thăm dò từ gặp khó khăn do bài toán địa vật lý là đa nghiệm, hơn nữa hình dạng dị thường từ lại phụ thuộc nhiều vào các thông số của đối tượng gây dị thường và của trường từ bình thường Trái đất, nên phương trình mô tả đường cong dị thường chứa quá nhiều thông số. Việc phân tích dị thường để tìm ra các thông số cần thiết trở nên phức tạp, đôi khi không chính xác và thiếu cơ sở khoa học chắc chắn.

Các phương pháp xử lý và phân tích tài liệu từ ở những vùng xích đạo từ (vùng vĩ độ thấp) hiện nay còn khá ít, nhất là đối với dị thường  $\Delta T_a$ . Việc phân tích dị thường từ chủ yếu dựa trên đường cong dị thường, do vậy việc xác định mối liên hệ giữa thông số vật thể gây dị thường với điểm đặc biệt trên đường cong là rất khó khăn, chưa khai thác hết lượng thông tin thu được trên dị thường để tìm ra thông số của đối tượng. Việc tìm ra các điểm đặc biệt trên đường cong dị thường nhiều khi cũng rất khó khăn do ảnh hưởng của nhiễu, ảnh hưởng của trường bình thường và ảnh hưởng của hình dạng không chính xác của đối tượng gây dị thường...

Việc hoàn thiện và phát triển các phương pháp phân tích dị thường từ để có thể phân tích nhanh và chính xác, phục vụ kịp thời cho việc đặt các công trình khai đào kiểm tra, tìm kiếm là việc làm có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cấp thiết trong công tác địa vật lý hiện nay.

Trong phương trình mô tả hình dáng các dị thường từ gồm có thành phần chẵn và lẻ của hàm. Việc xây dựng các đường cong bán tổng và bán hiệu đã loại bỏ hoặc thành phần lẻ (bán tổng) hoặc thành phần chẵn (bán hiệu) của hàm số. Vì vậy phương trình có dạng đơn giản hơn và đồ thị đường cong bán tổng, bán hiệu đối xứng qua trục tung hoặc qua gốc toạ độ.

Phương pháp hàm tổng hiệu được xây dựng trên cơ sở chia hàm tổng cho hàm hiệu, từ đó có hàm thứ ba gọi là *hàm tổng hiệu*. Hàm tổng hiệu có phương trình đơn giản, đồ thị của nó có thể là hypecbol thường hoặc hypecbol vuông, thậm chí có thể là đường thẳng tùy theo hình dạng đối

tượng gây dị thường, quan hệ giữa các thông số của trường bình thường. Khảo sát và xây dựng đồ thị hàm tổng hiệu trên cơ sở các dị thường  $\Delta Z_a$ ,  $\Delta H_a$ ,  $\Delta T_a$ , có thể dễ dàng tìm được các thông số của đối tượng gây dị thường như: hình dạng thực tế của vật thể, góc tọa độ (hình chiếu của tâm vật thể trên tuyến khảo sát), độ sâu, chiều rộng, góc nghiêng từ hoá, góc cắm vật thể...

## II. KHÁI NIỆM VỀ PHƯƠNG PHÁP HÀM TỔNG HIỆU

Tất cả các bài toán thuận trong thăm dò từ cho các dạng, các thành phần  $\Delta T$ ,  $\Delta Z$ ,  $\Delta H$  đều có sự tham gia của các thông số: Mômen từ  $M$ , độ sâu  $h$ , góc từ hóa  $i$ , tọa độ quan sát  $X$ , góc nghiêng  $I_0$  của trường địa từ, phương vị tuyến đo  $A_0$ . Phương trình biểu diễn bài toán thuận luôn tồn tại thành phần bậc chẵn, bậc lẻ và thành phần bậc cao của tọa độ  $x$  và độ sâu  $h$ . Thực chất của phương pháp hàm tổng hiệu là xây dựng lại bài toán thuận trên cơ sở xây dựng hàm tỷ số  $Y(x)$ . Hàm tỷ số  $Y(x)$  bằng hàm tổng  $E(x) + E(-x)$  chia cho hàm hiệu  $E(x) - E(-x)$ ,  $x$  và  $-x$  là hai hoành độ đối xứng qua gốc tọa độ:

$$Y(x) = \frac{E(x) + E(-x)}{E(x) - E(-x)} \quad (1.1)$$

Trong đó:  $E(x)$ : Là thành phần trường dị thường quan sát tại  $x$ ;  $E(-x)$ : Là thành phần trường dị thường quan sát tại  $-x$

Hàm tổng hiệu là hàm số đơn giản và khá chính xác vì: đã loại bỏ các thành phần bậc chẵn (hàm hiệu) bậc lẻ (hàm tổng), mômen từ  $M$ , thành phần bậc cao của  $x$  và  $h$ .

Như vậy, một đối tượng địa chất có hình dạng bất kỳ dùng hàm tổng hiệu mô tả chúng chỉ quy về một điểm gây từ ở độ sâu  $h$  với góc từ hóa nghiêng  $i$  và tọa độ quan sát  $x$ .

Phương trình hàm tổng hiệu tổng quát cho tất cả các dạng gây từ.

$$Y(x) = ax + b/x \quad (1.2)$$

Trong đó:

1/ Đối tượng dạng cầu

$$a = \frac{B-2A}{3Ch}$$

$$b = \frac{(A-2B)h}{3C}$$

$$A = \cos I_0 \cos A_0 \cos i$$

$$B = \sin I_0 \sin i$$

$$C = \cos I_0 \cos A_0 \sin i + \sin I_0 \cos i$$

$i$ : Góc nghiêng từ hóa

$I_0$ : Góc nghiêng trường địa từ (góc từ khuynh)

$A_0$ : Góc phương vị tuyến đo (chiều kim đồng hồ)

2/ Đối tượng dạng trụ

$$a = \frac{B-A}{2Ch}$$

$$b = \frac{(A-B)h}{2C}$$

$$A = \cos I_0 \cos A_0 \cos i$$

$$B = \sin I_0 \sin i$$

$$C = \cos I_0 \cos A_0 \sin i + \sin I_0 \cos i$$

3/ Đối tượng dạng vỉa nghiêng

$$Y(x) = b/x \quad (1.3)$$

$$b = Bh/A$$

Với:  $B = \sin I_0 \cos i - \cos I_0 \cos A_0 \sin i$

$A = -\cos I_0 \cos A_0 \cos i - \sin I_0 \sin i$

Xác định được thông số  $a, b$  sẽ xác định được góc từ hóa  $i$  và độ sâu  $h$ . Quá trình tính toán được thực hiện trên máy tính, trình tự xử lý trên máy tính:

- Nhập dữ liệu đo.
- Nhập thông số  $I_0, A_0$ .
- Nhập khoảng phong, ngưỡng dị thường, sai số tính, số giá trị tính, hàm tổng hiệu.
- Nhập bước nhảy phong.
- Tính hàm tổng hiệu trên tất cả các cọc đo.
- Chọn ra các dị thường, tính tham số  $a, b$ .
- Tính các thông số dị thường đã chọn.

Khi dùng phương pháp hàm tổng hiệu để phân tích dị thường từ có thể tìm được các phong dị thường, vị trí dị thường, độ sâu, góc nghiêng từ hóa hoặc góc cắm của đối tượng quặng.

### III. PHƯƠNG TRÌNH HÀM TỔNG HIỆU CHO CÁC DẠNG VẬT THỂ GÂY DỊ THƯỜNG TỪ

#### 1. Vật thể địa chất gây dị thường có dạng cầu từ hoá nghiêng

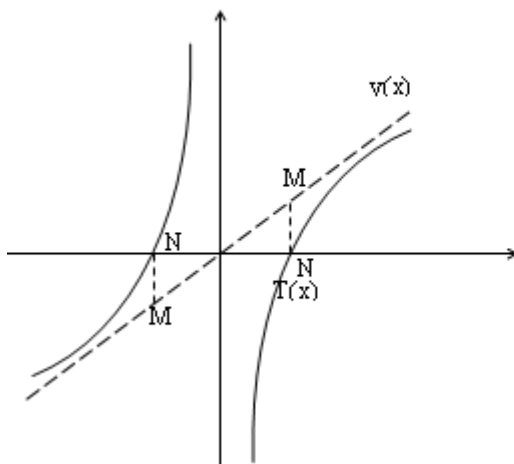
$$T(x) = \frac{(h^2 - 2x^2) \cos i \cos I_0 \cos A_0 + (x^2 - 2h^2) \sin i \sin I_0}{3hx(\sin i \cos I_0 \cos A_0 + \cos i \sin I_0)}$$

$$\text{Đặt } \begin{cases} A = \cos i \cos I_0 \cos A_0 \\ B = \sin i \sin I_0 \\ C = \sin i \cos I_0 \cos A_0 + \cos i \sin I_0 \end{cases}$$

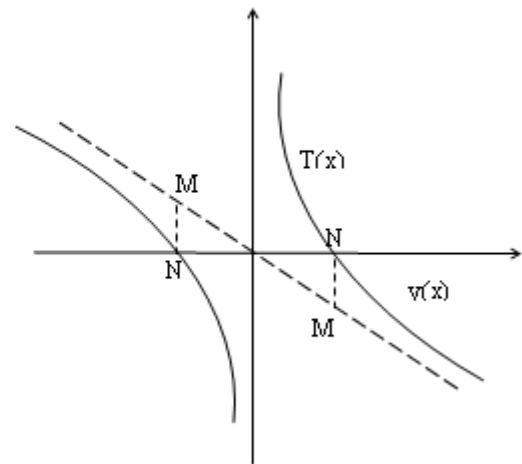
$$T(x) = \frac{B - 2A}{3Ch} x + \frac{A - 2B}{3Cx} \quad h$$

Đây là hàm tổng hiệu của quả cầu từ hoá nghiêng.

Đồ thị hàm  $T(x)$  có dạng :



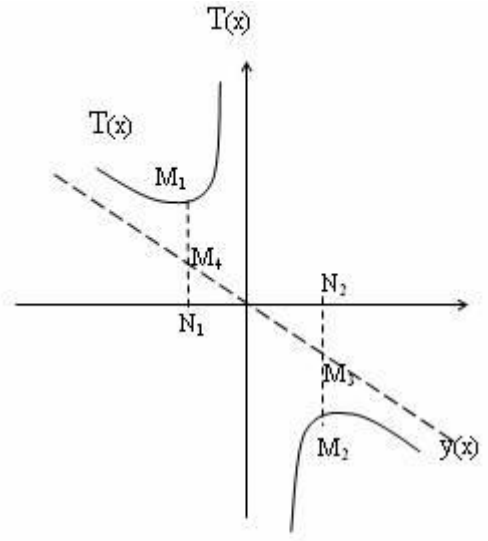
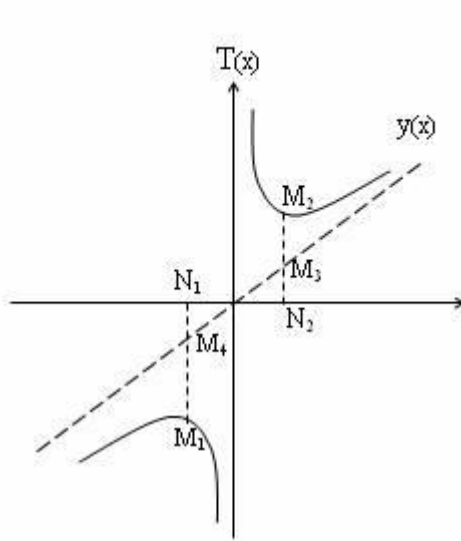
Trường hợp  $B > 2A ; A < 2B; C > 0$   
hoặc  $B < 2A; A > 2B; C < 0$



Trường hợp  $B > 2A; A < 2B; C < 0$   
hoặc  $B < 2A; A > 2B; C > 0$

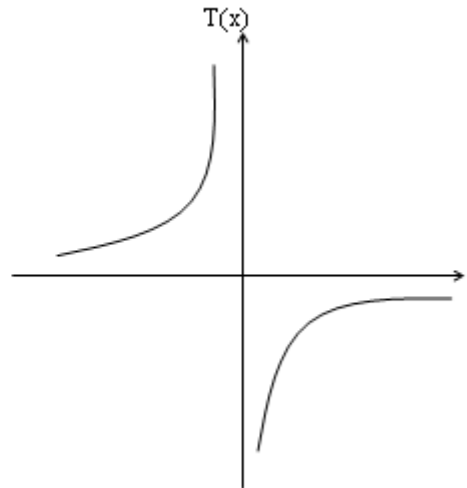
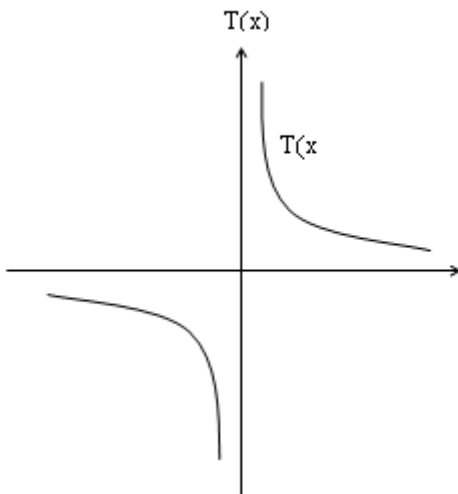
+ Trường hợp  $B > 2A$  và  $A > 2B$  hoặc  $B < 2A$  và  $A < 2B$ .

Trong trường hợp trên thì  $B - 2A > 0$  và  $A - 2B > 0$  hoặc  $B - 2A < 0$  và  $A - 2B < 0$ . Từ đó suy ra đồ thị hàm số  $T(x)$  không cắt trục ox.



Trường hợp:		Trường hợp:	
$\frac{B}{2} > A > 2B$ hoặc	$\frac{A}{2} > B > 2A$ ; $C > 0$	$\frac{B}{2} > A > 2B$ hoặc	$\frac{A}{2} > B > 2A$ ; $C > 0$
$\frac{B}{2} < A < 2B$ hoặc	$\frac{A}{2} < B < 2A$ ; $C < 0$	$\frac{B}{2} < A < 2B$ hoặc	$\frac{A}{2} < B < 2A$ ; $C < 0$
(A, B cùng dấu)		(A, B cùng dấu)	

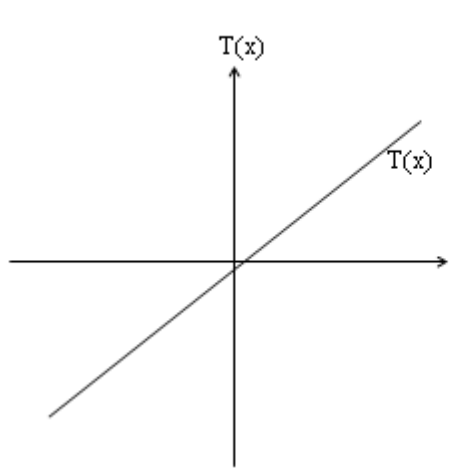
+ Trường hợp  $B = 2A$ . Đồ thị nhận 2 trục tọa độ tiệm cận.



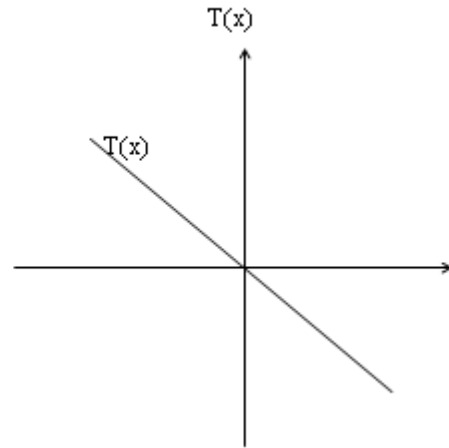
Trường hợp  $\frac{A}{C} < 0$  hoặc  $\frac{B}{C} < 0$

Trường hợp  $\frac{A}{C} > 0$  hoặc  $\frac{B}{C} > 0$

+ Trường hợp  $A = 2B$ . Đồ thị hàm  $T(x)$  là đường thẳng với các hệ số góc là  $-\frac{A}{Ch}$  hoặc  $\frac{A}{Ch}$



Trường hợp  $\frac{A}{C} < 0$  hoặc  $\frac{B}{C} < 0$



Trường hợp  $\frac{A}{C} > 0$  hoặc  $\frac{B}{C} > 0$

## 2. Vật thể địa chất gây dị thường có dạng trụ tròn từ hoá nghiêng

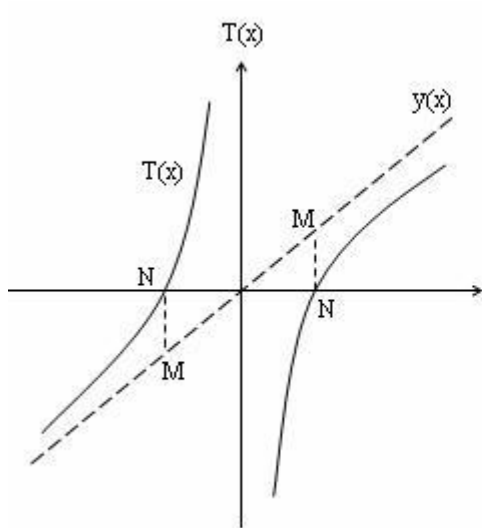
Hàm tổng hiệu của trụ tròn từ hoá nghiêng

$$T(x) = \frac{(h^2 - x^2) \cos I_0 \cos A_0 \cos i - (h^2 - x^2) \sin I_0 \sin i}{2hx(\cos I_0 \cos A_0 \sin i + \sin I_0 \cos i)}$$

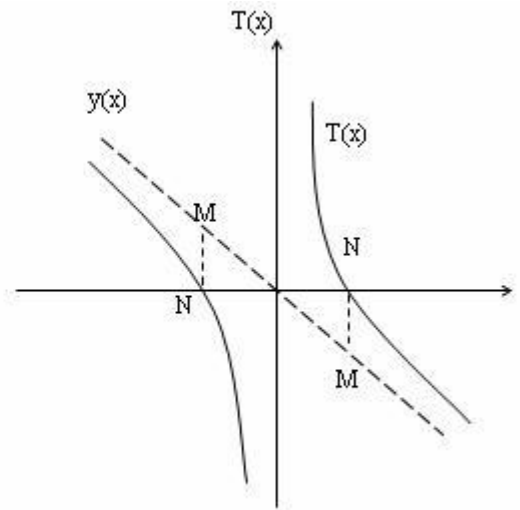
(sửa lại các chỉ số dưới về  $I_0, A_0$ )

$$\text{Đặt: } \begin{cases} A = \cos I_0 \cos A_0 \sin i - \sin I_0 \cos i \\ B = \cos I_0 \cos A_0 \cos i + \sin I_0 \sin i \end{cases}$$

$$T(x) = \frac{A(h^2 - x^2)}{2Bxh} \quad \text{Đây là hàm tổng hiệu của trụ tròn nằm ngang từ hoá nghiêng.}$$



Trường hợp  $\frac{A}{B} < 0$



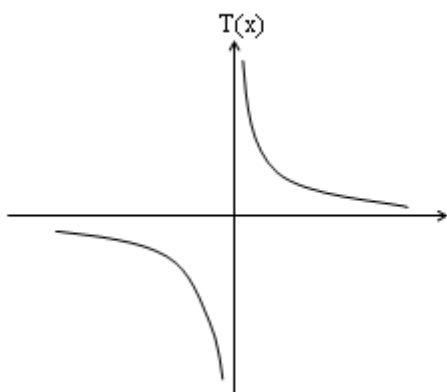
Trường hợp  $\frac{A}{B} > 0$

### 3. Dị thường $\Delta T_a$ của vĩa nghiêng từ hoá bất kỳ

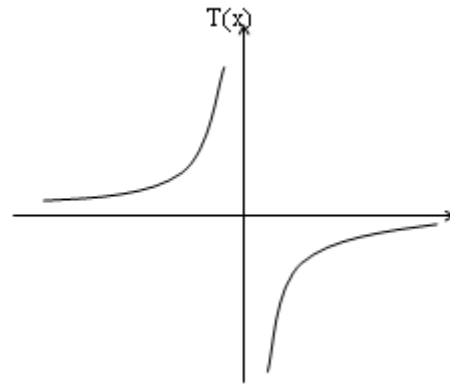
Ta có:  $T(x) = \frac{Bh}{Ax}$

$$\begin{cases} A = -\cos I_0 \cos A_0 \cos \nu - \sin I_0 \sin i \\ B = \sin I_0 \cos \nu - \cos I_0 \cos A_0 \sin i \end{cases}$$

+ Hàm  $T(x)$  có dạng hypecbol vuông với hệ số của hypecbol vuông là  $Bh/A$ . Đồ thị nhận hai trục toạ độ làm tiệm cận.



Trường hợp  $\frac{B}{A} > 0$



Trường hợp  $\frac{B}{A} < 0$

## IV. SỬ DỤNG HÀM TỔNG HIỆU ĐỂ TÌM HÌNH DẠNG THỰC TẾ CỦA VẬT THỂ GÂY DỊ THƯỜNG TỪ

Hàm tổng hiệu loại bỏ được: mô men từ của vật thể gây dị thường, thành phần bậc cao của hàm số và một số thông số của trường bình thường ra khỏi dị thường. Vì hàm tổng hiệu không có sự tham gia của mômen từ  $M$  nên dị thường hàm tổng hiệu chỉ do một điểm gây từ nằm ở độ sâu  $h$

gây ra. Đối với mô hình cầu thì điểm gây từ nằm ở tâm, vĩa thì điểm gây từ nằm ở đỉnh vĩa, trụ tròn điểm gây từ nằm trên trụ trụ.

Trong thực tế, vật thể gây dị thường từ có hình dạng phức tạp bất kỳ nên không thể tồn tại một điểm gây từ như mô hình mà sẽ tồn tại một tập hợp các điểm gây từ (các điểm này nằm trên một đường cong). Trên cơ sở tập hợp các điểm gây từ này sẽ tìm được hình dạng thực tế của vật thể.

## V. KẾT LUẬN

1/ Đề xuất phương pháp xử lý phân tích mới: phương pháp hàm tổng hiệu, đã góp phần hoàn thiện và làm phong phú thêm hệ phương pháp xử lý, phân tích tài liệu thăm dò từ, khắc phục một vài tồn tại của phương pháp truyền thống.

2/ Phương pháp hàm tổng hiệu cho phép hạn chế phong nhiễu ngẫu nhiên gây ra do bất đồng nhất của môi trường và nhiễu ngoại lai cũng như do hình dạng phức tạp của đối tượng gây dị thường. Ngoài ra phương pháp hàm tổng hiệu còn cho phép loại trừ hiệu quả các giá trị trường phong do các đối tượng quặng gây ra.

3/ Phương pháp hàm tổng hiệu đã được áp dụng để phân tích định lượng dị thường từ miền vĩ độ thấp, cung cấp kịp thời các thông số định lượng cho tìm kiếm và thăm dò khoáng sản sắt và khoáng sản cộng sinh có từ tính:

- Vị trí thân quặng (hình chiếu của tâm đối tượng trên mặt đất) là tọa độ gốc của hàm  $Ta(x)$ .
- Dạng thân quặng được biểu hiện qua dạng của hàm  $Ta(x)$ .
- Độ sâu thân quặng được tính qua điểm giao của hàm  $Ta(x)$  và trục  $Ox$ .
- Góc nghiêng từ hoá, góc phân cực của thân quặng được tính toán qua tiệm cận xiên của hàm  $Ta(x)$ .

Các thông số trên đã được tự động hoá tìm ra qua phần mềm với thuật toán mạnh.

4/ Xác định được hình dạng thực tế của vật thể gây dị thường.

5/ Xây dựng được phần mềm phân tích tự động định lượng tìm độ sâu, thể nằm, kích thước, góc từ hoá, ... của quặng sắt và quặng cộng sinh có từ tính gây dị thường.

## VĂN LIỆU

1. Andrew J., Mutton, Peter K., Williams, 1994. Geophysical Response of the Rocky's Reward nickel sulphide deposit. Leinster. *Western Australia. Publication No. 26 The University of Western Australia.*

2. Đồng Văn Nhi, 1977. Phương pháp xử lý thông tin địa chất để nghiên cứu điều tra địa chất. *Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.*

3. Логачев А.А., Захаров, 1979. Магнитная разведка. *Издательство Недр, Ленинград.*

4. Логачев А.А., 1995. Курс Магниторазведки, Издательство Недр. *Москва.*

5. Луговенко В.Н., 1974. Статистический анализ аномального Магнитного поля, Издательство Недр. *Москва.*

6. Michael A., Sexton, 1994. Geophysical characteristics of the telfer gold deposit. *Publication No 10 The University of Western Australia.*

7. Quy phạm kỹ thuật thăm dò từ, 1978. *Tổng Cục Địa chất, Hà Nội.*

8. Tôn Tích Ái, Đỗ Đức Thanh, 1985. Phân tích tổ hợp các số liệu từ và trọng lực ở vùng vĩ độ thấp. *Tuyển tập báo cáo HNKHKT Địa chất Việt Nam lần thứ 2 - Tập 6, Hà Nội.*

9. Trần Thanh Rĩ, 1984. Phân tích các dị thường từ từ hoá nghiêng 1Za trên cơ sở các hàm tổng và hàm hiệu. *Địa chất và khoáng sản Việt Nam, (Số kỷ niệm 35 năm thành lập Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc - Quyển II, Hà Nội.*

**10. Trần Thanh Rĩ, 1985.** Chọn điểm đặc trưng trên đường cong  $\Delta Z_a$  khi giải thích định lượng tài liệu từ (ứng dụng giải thích dị thường Khao Quế). *Tuyển tập báo cáo HNKHKT Địa chất Việt Nam, lần thứ 2 - Tập 6, Hà Nội.*