

# MỘT VÀI PHƯƠNG PHÁP HIỆN ĐẠI PHÂN TÍCH TÀI LIỆU TỪ HÀNG KHÔNG ÁP DỤNG CHO VÙNG TUẦN GIÁO

LÊ HUY MINH, LƯU VIỆT HÙNG, CAO ĐÌNH TRIỀU

## I. MỞ ĐẦU

Chúng ta biết rằng trường dị thường trọng lực dương có xu thế định vị ngay trên trọng tâm của vật thể địa chất, các biên của vật thể gần như trùng với vị trí gradient ngang cực đại. Đối với trường dị thường từ thì không đúng như vậy khi hướng từ hóa của vật thể dị từ và hướng của trường từ khu vực cả hai không phải là thẳng đứng. Phép phân tích biên của các vật thể địa chất theo tài liệu từ chỉ chính xác khi trường dị thường từ quan sát được đã được chuyển về cực hoặc đã tính chuyển thành trường dị thường "giả trọng lực". Nước ta nằm ở vùng vĩ độ thấp, trường từ khu vực có độ từ khuyển thay đổi từ khoảng  $0^\circ$  (gần xích đạo) tới khoảng  $34^\circ$  (phần cực bắc lãnh thổ) [3], do đó việc sử dụng các phép biến đổi đã nêu là rất quan trọng trong việc minh giải địa chất tài liệu từ. Trong những năm gần đây việc sử dụng phương pháp chuyển trường dị thường từ quan sát về cực và tính cực đại modun của vecto gradient ngang đã bắt đầu được một số tác giả nước ta [10, 11] sử dụng để xác định các cấu trúc đứt gãy trong vỏ Trái Đất trên lãnh thổ Việt Nam. Các tác giả trước đây biểu diễn cực đại modun của vecto gradient ngang bằng các điểm chấm có cùng một kích thước trên bản đồ, và xác định các cấu trúc đứt gãy nhờ các dải liên tục của các điểm cực đại này. Cách biểu diễn này chưa cho phép xác định dễ dàng các biên thuộc cùng một khối có từ tính khác biệt trong vỏ Trái Đất, đồng thời phép chuyển trường về cực cũng chưa được giới thiệu một cách đầy đủ. Trong bài báo này chúng tôi trình bày các phương pháp chuyển trường dị thường từ về cực, tính dị thường giả trọng lực và phương pháp xây dựng trường vecto gradient ngang cực đại cho phép định vị chính xác và khách quan ranh giới của các vật thể địa chất có từ tính khác nhau trong vỏ Trái Đất như các đứt gãy, các khối xâm nhập hoặc các khối phun trào. Toàn bộ kỹ thuật tính toán trên đã được áp dụng để minh giải bản đồ dị thường từ hàng không vùng Tuần Giáo, một vùng động đất mạnh có cấu

trúc địa chất khá phức tạp ở vùng Tây Bắc nước ta, qua đó minh họa tính hiệu quả của các phương pháp phân tích giới thiệu ở đây.

## II. PHƯƠNG PHÁP CHUYỂN TRƯỜNG VỀ CỰC

Giả sử có một vật thể dị từ đặc trưng bởi phân bố từ hóa ba chiều  $\vec{M}(x', y', z')$  định xứ hoàn toàn dưới mặt phẳng quan sát  $z = z_0$  trong một miền hữu hạn  $R$  nhỏ hơn các kích thước đo đạc. Sử dụng hệ tọa độ thông thường dùng trong các nghiên cứu từ trường Trái Đất với gốc tại điểm quan sát, trục X hướng về phía bắc, trục Y hướng về phía đông, trục Z hướng thẳng đứng xuống dưới. Thừa nhận rằng hướng từ hóa (nhưng không phải cường độ từ hóa) là đồng nhất trong toàn vật thể. Trường dị thường từ gây bởi  $\vec{M}(x', y', z')$  tại điểm  $P(x, y, z_0)$  trên mặt phẳng  $z = z_0$  được xác định bởi phương trình :

$$\Delta T(P) = -C_m \hat{f}_P \cdot \vec{\nabla}_P \iiint_R \vec{M}(Q) \cdot \vec{\nabla}_Q \left( \frac{1}{r} \right) dv$$

trong đó  $C_m = \mu_0/4\pi = 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$ ,  $\mu_0$  là độ từ thẩm của chân không,  $\hat{f} = (\hat{f}_x, \hat{f}_y, \hat{f}_z)$  là vecto đơn vị theo hướng của trường khu vực,  $Q(x', y', z')$  là điểm chạy khi lấy tích phân,  $r$  là khoảng cách giữa  $P$  và  $Q$ . Trong biểu diễn trên thừa nhận  $\vec{M}(x', y', z')$  là triệt tiêu ngoài vùng nguồn. Biến đổi Fourier biểu diễn trên và qua một số phép biến đổi chúng ta thu được [1],

$$F[\Delta T] = 2\pi C_m \Theta_m \Theta_f |k| e^{kz_0} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-|k|z'} F[M(z')] dz' \quad (1)$$

trong đó  $F[M(z')]$  là biến đổi Fourier của phân bố từ hóa trên một bản mỏng nằm ngang cắt qua vật thể ở độ sâu  $z'$ ,  $|k| = \sqrt{k_x^2 + k_y^2}$  với  $k_x$  và  $k_y$  là số sóng theo hướng X và theo hướng Y một cách

Phương trình này liên hệ dị thường từ toàn phần với một thành phần của trường trọng lực, thành phần song song với vecto từ hóa. Tuy nhiên chúng ta quan tâm nhất tới thành phần thẳng đứng của dị thường trọng lực và điều này có thể tìm được bằng cách chia cả hai vế cho  $\Theta_m$ . Vì vậy, ký hiệu dị thường giả trọng lực là  $\Delta T_{gl}$ , ta nhận được:

$$F[\Delta T_{gl}] = F[\Delta T]F[\psi_{gl}], \quad (9)$$

trong đó :

$$F[\psi_{gl}] = \frac{\gamma}{C_m |k| \Theta_m \Theta_f M}, \quad |k| \neq 0, \quad (10)$$

và  $\rho/M$  là hằng số. Hàm  $F[\psi_{gl}]$  là bộ lọc biến đổi dị thường trường tổng đo được trên một bề mặt nằm ngang thành dị thường giả trọng lực. Như vậy phép biến đổi giả trọng lực cũng là một quá trình gồm 3 bước : biến đổi Fourier dị thường từ  $\Delta T$ , nhân với  $F[\psi_{gl}]$  và biến đổi ngược Fourier của tích.

#### IV. XÁC ĐỊNH TRƯỜNG VECTO GRADIENT NGANG CỰC ĐẠI

Vecto gradient ngang của trường dị thường từ đã được chuyển về cực  $\Delta T_r(x,y)$  (hoặc trường giả trọng lực và trường trọng lực) được xác định theo công thức :

$$\vec{G}(x,y) = \frac{\partial \Delta T_r(x,y)}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial \Delta T_r(x,y)}{\partial y} \vec{e}_y$$

trong đó  $\vec{e}_x, \vec{e}_y$  là các vecto đơn vị theo hướng Bắc (X) và theo hướng Đông (Y) một cách tương ứng.

Trong tính toán số, các giá trị trường được đưa vào dưới dạng lưới đều đặn, các giá trị đạo hàm cụ thể tại một điểm trong  $(i,j)$  được xác định theo công thức :

$$\frac{\partial \Delta T_r(i,j)}{\partial x} \approx \frac{1}{2\Delta x} (\Delta T_r(i+1,j) - \Delta T_r(i-1,j))$$

$$\frac{\partial \Delta T_r(i,j)}{\partial y} \approx \frac{1}{2\Delta y} (\Delta T_r(i,j+1) - \Delta T_r(i,j-1))$$

trong đó  $\Delta x$  và  $\Delta y$  là bước lưới số liệu theo trục X và Y. Đối với các điểm trên biên, các đạo hàm được tính từ các giá trị trên biên và các giá trị liền ngay biên.

Modun và phương vị của vecto  $\vec{G}(x,y)$  được xác định bằng các công thức:

$$|\vec{G}(x,y)| = \sqrt{\left(\frac{\partial \Delta T_r(x,y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta T_r(x,y)}{\partial y}\right)^2}$$

$$\alpha = \arctg \left( \frac{\frac{\partial \Delta T_r(x,y)}{\partial y}}{\frac{\partial \Delta T_r(x,y)}{\partial x}} \right)$$

Cực đại địa phương của  $|\vec{G}(x,y)|$  được tính toán bằng cách so sánh giá trị  $|\vec{G}(x,y)|$  tại mỗi điểm của lưới điểm với 8 điểm ở xung quanh [2]. Muốn vậy tại mỗi mắt lưới  $(i,j)$  chúng ta cần kiểm nghiệm các bất đẳng thức kép sau :

$$|\vec{G}(i-1,j)| < |\vec{G}(i,j)| > |\vec{G}(i+1,j)|$$

$$|\vec{G}(i,j-1)| < |\vec{G}(i,j)| > |\vec{G}(i,j+1)|$$

$$|\vec{G}(i+1,j-1)| < |\vec{G}(i,j)| > |\vec{G}(i-1,j+1)|$$

$$|\vec{G}(i-1,j-1)| < |\vec{G}(i,j)| > |\vec{G}(i+1,j+1)|$$

Chúng ta có thể dùng một số đếm N tăng lên 1 đơn vị mỗi khi một bất đẳng thức kép trên được thoả mãn. Như vậy đối với mỗi điểm lưới số liệu chúng ta có N thay đổi từ 0 đến 4 và là độ đo về chất lượng của cực đại, hoặc là mức ý nghĩa của cực đại. Khi một bất đẳng thức kép được thoả mãn vị trí và biên độ của cực đại của  $\vec{G}(x,y)$  được nội suy bằng cách xấp xỉ  $|\vec{G}(x,y)|$  bằng một parabol qua 3 điểm tương ứng. Ví dụ nếu chúng ta có :

$$|\vec{G}(i-1,j)| < |\vec{G}(i,j)| > |\vec{G}(i+1,j)|$$

thì vị trí của modun vecto gradient ngang cực đại theo phương ngang so với vị trí của  $|\vec{G}(i,j)|$  được xác định bởi

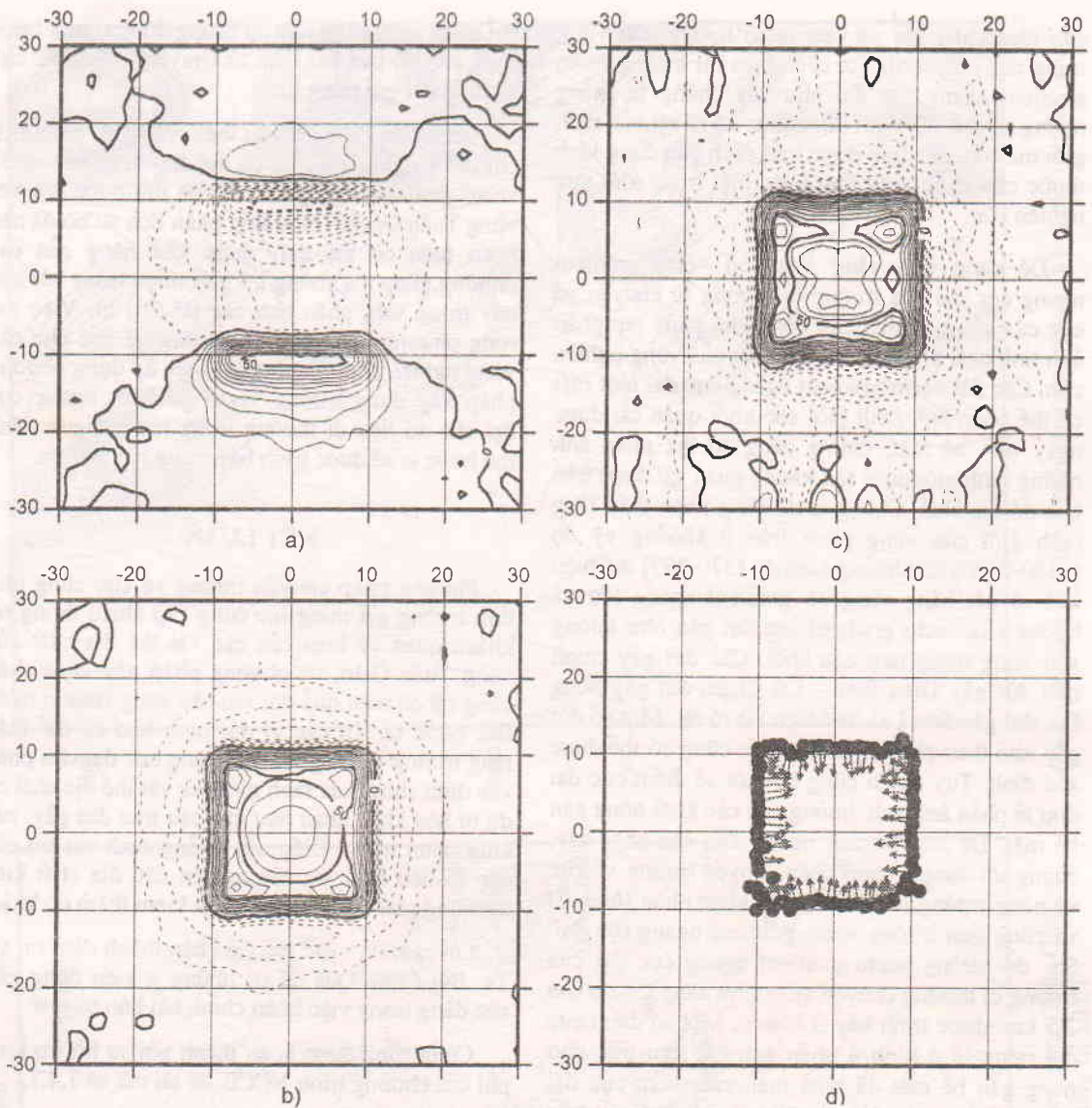
$$x_{\max} = -\frac{bd}{2a}$$

trong đó :

$$a = \frac{1}{2} (|\vec{G}(i-1,j)| - 2|\vec{G}(i,j)| + |\vec{G}(i+1,j)|),$$

$$b = \frac{1}{2} (|\vec{G}(i+1,j)| - |\vec{G}(i-1,j)|)$$

và d là khoảng cách giữa các mắt lưới. Giá trị của  $|\vec{G}(x,y)|$  tại  $x_{\max}$  được cho bởi

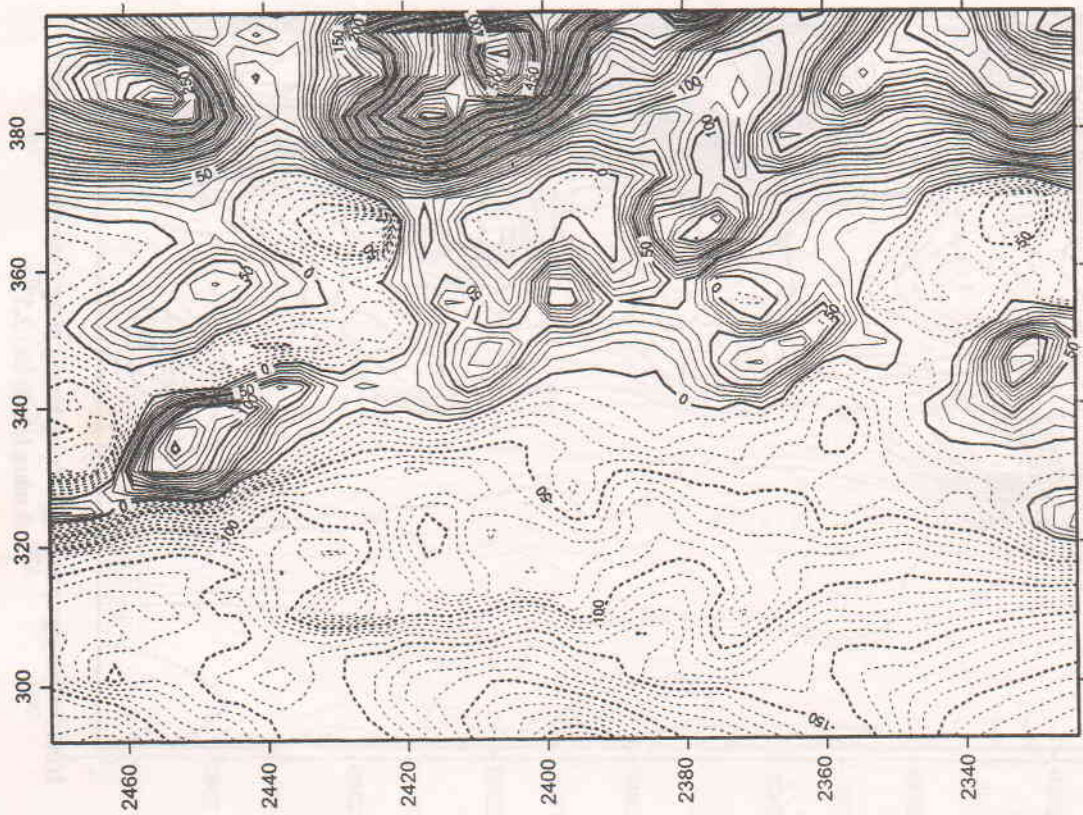


Hình 1. Trường dị thường từ toàn phần  $\Delta T$  tạo bởi một vỉa mỏng

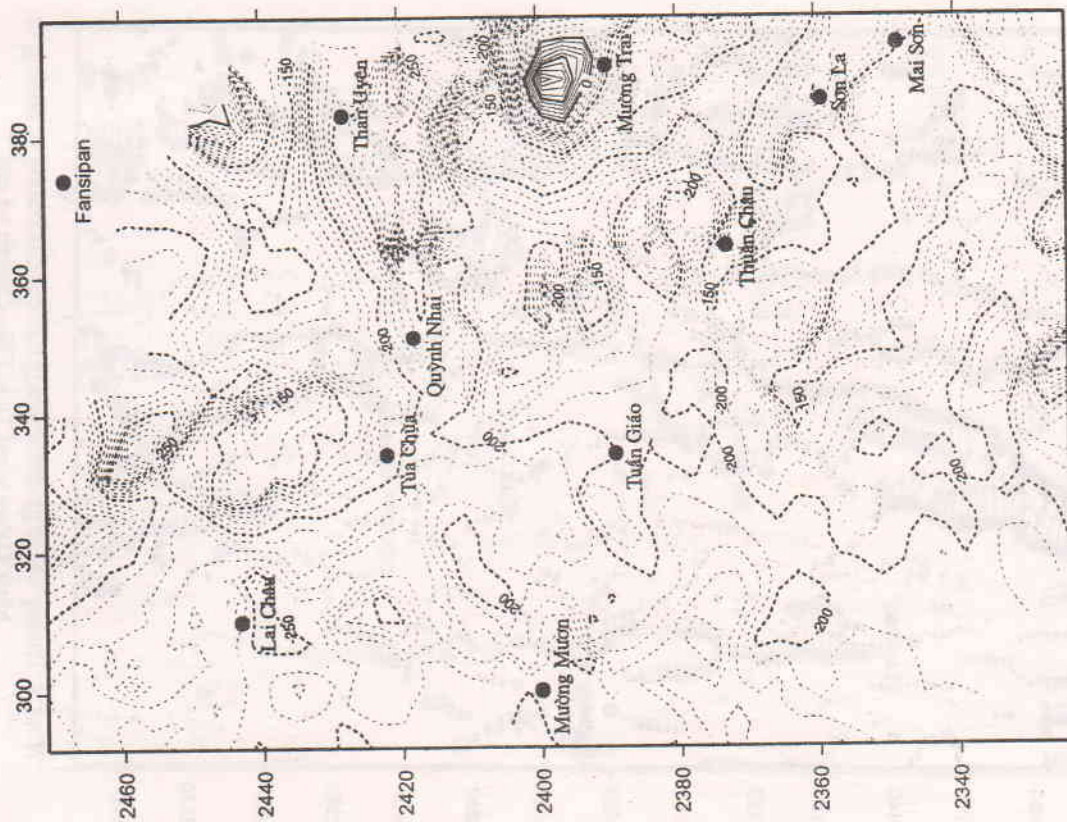
a) tại độ từ khuynh  $I=25^\circ$  cộng với nhiễu Gaussian có độ lệch chuẩn là 1 nT và b) tại cực; c) Trường  $\Delta T$  ở hình (a) được chuyển về cực và d) Trường vecto gradient ngang cực đại tương ứng (độ dài vecto là tùy ý).

trị đặc trưng là độ từ khuynh  $I = 31^\circ$  và độ từ thiên  $D = -0,7^\circ$ . Kết quả được trình bày ở hình 3. Trường dị thường từ chuyển về cực phân dị khá rõ rệt, phương của các đường đẳng trị gần như theo hướng tây bắc - đông nam, như đã biết đây chính là phương cấu trúc chính của vùng nghiên cứu. Vùng phun trào đã nêu ở trên ứng với vùng dị thường dương lớn nhất trong vùng nghiên cứu. Sơ đồ vecto gradient ngang cực đại của trường dị thường từ chuyển về cực được trình bày ở hình 4. Toàn bộ tập hợp điểm có vecto gradient ngang cực đại được

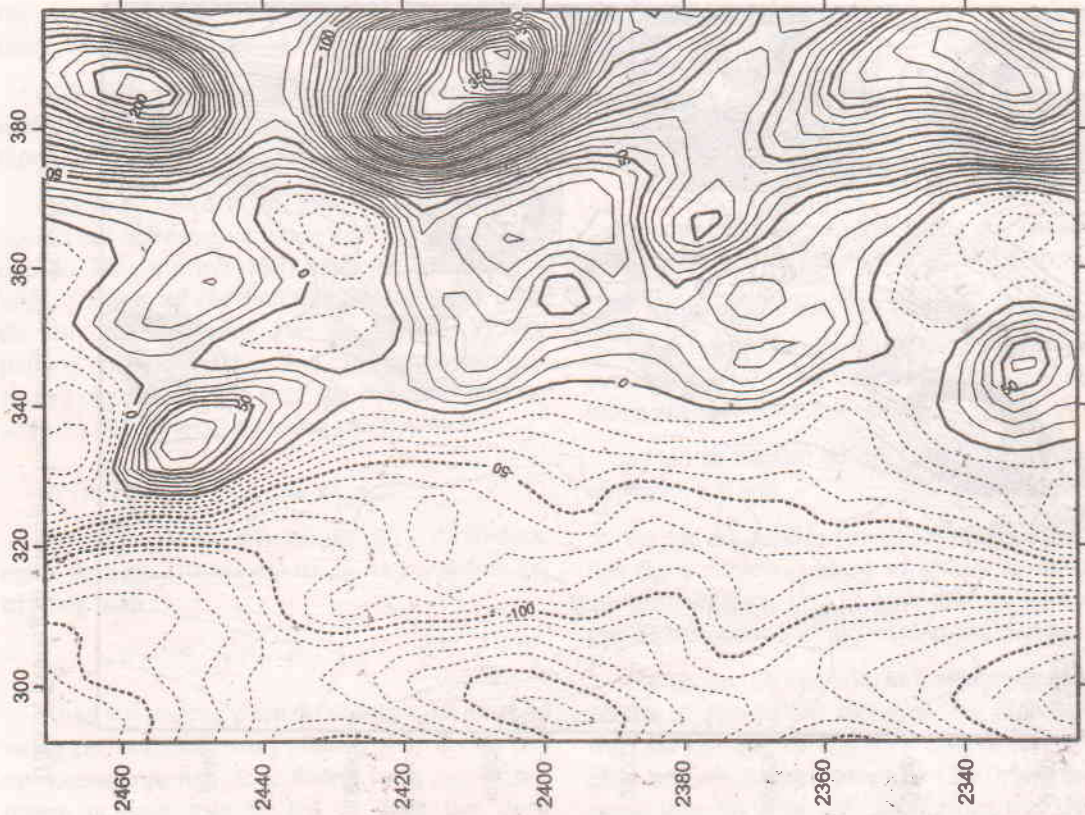
vẽ thành 5 mức khác nhau, mỗi mức chiếm khoảng 20 % số điểm. Giá trị của vecto gradient tương ứng với độ lớn của điểm chấm và độ dài của vecto, nghĩa là giá trị gradient càng lớn thì độ dài của vecto càng dài. Độ lớn của điểm chấm và độ dài của vecto được chọn tùy ý để có thể biểu hiện rõ những đặc trưng cần quan tâm. Các đứt gãy thường được biểu hiện bởi chuỗi dài liên tục các vecto gradient ngang cực đại và các vecto hướng về cùng một phía. Còn các khối có từ tính cao được biểu hiện bằng chuỗi các vecto gradient ngang cực đại



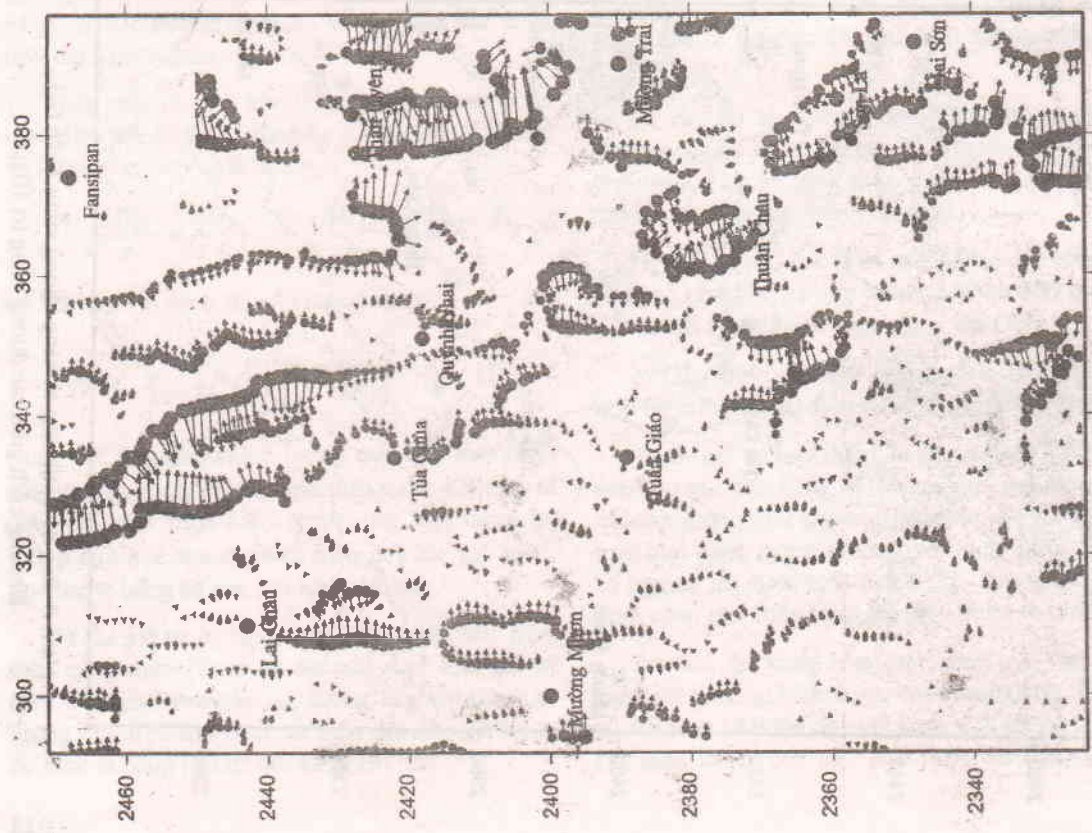
Hình 3. Trường dị thường từ hàng không vùng Tuấn Giáo chuyển về cực



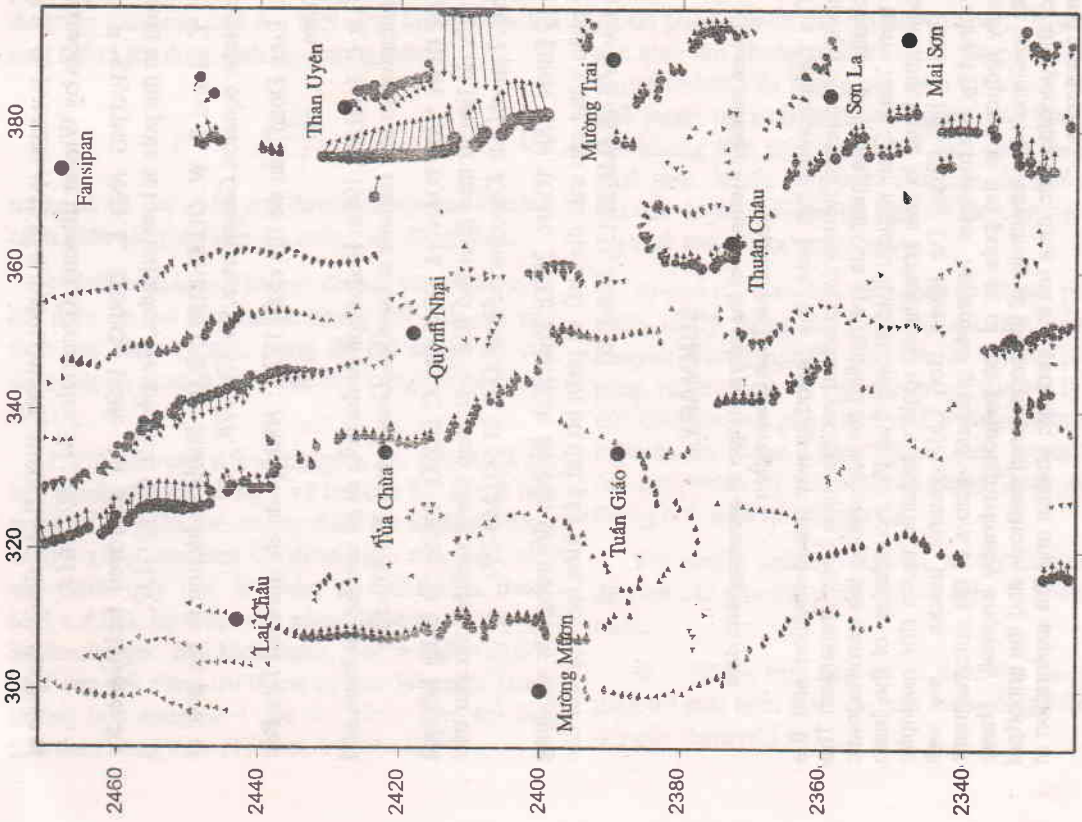
Hình 2. Bản đồ dị thường từ hàng không vùng Tuấn Giáo  
Khoảng cách giữa các đường đẳng trị 10 nT



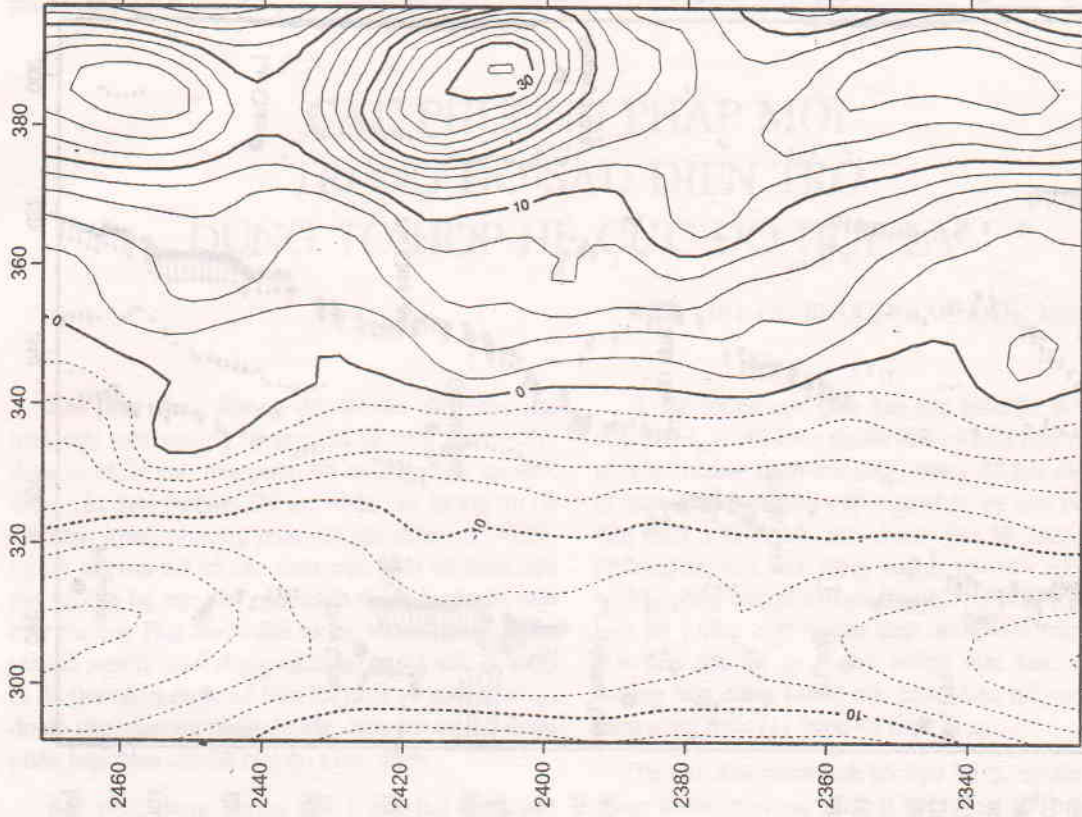
Hình 5. Trường dị thường từ hàng không vùng Tuấn Giáo chuyển về cực và nâng lên độ cao 2,5 km



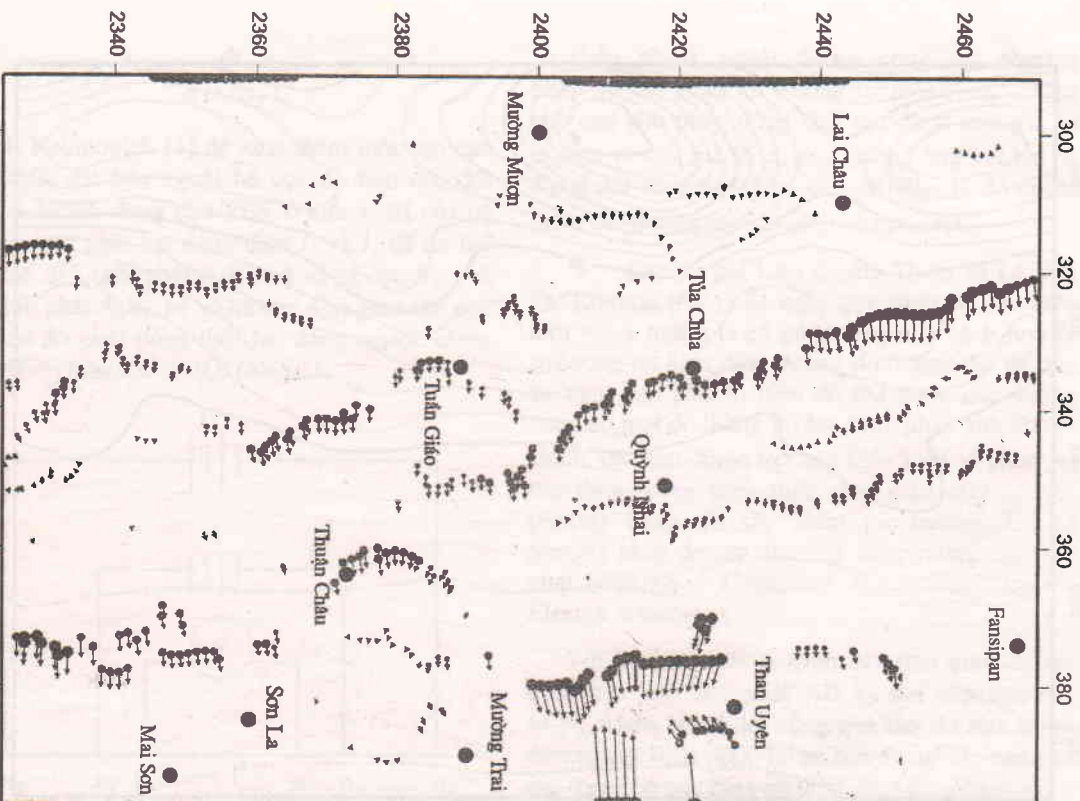
Hình 4. Trường vecto gradient ngang cực đại của trường dị thường từ hàng không vùng Tuấn Giáo chuyển về cực



Hình 6. Trường vecto gradient ngang cực đại của trường dị thường từ hàng không vùng Tuấn Giáo chuyển về cực và nâng lên độ cao 2,5 km



Hình 7. Trường dị thường giả trọng lực vùng Tuấn Giáo



Hình 8. Trường vectơ gradient ngang cực đại của trường dị thường địa từ trong vùng Thuận Giáo

- [5] R. O. HANSEN AND R. S. PAWLOWSKI, 1989: Reduction to the pole at low latitudes by Wiener filtering, *Geophysics*, 54, 1607-1613.
- [6] P. KEATING AND L. ZERBO, 1996: An improved technique for reduction to the pole at low latitudes, *Geophysics*, 61, 131-137.
- [7] Y. LI AND D. W. OLDENBURG, 2001: Stable reduction to the pole at the magnetic equator, *Geophysics*, 66, 571-578.
- [8] Liên Đoàn Bản đồ địa chất, 1977 : *Những vấn đề địa chất Tây Bắc Việt Nam*.
- [9] B. C. J. SILVA, 1986: Reduction to the pole as an inverse problem and its application to low latitude anomalies, *Geophysics*, 51, 369-382.
- [10] ĐINH VĂN TOÀN VÀ NGÔ QUỐC DŨNG, 1999: Sử dụng kết quả phân tích tài liệu từ trên lãnh thổ Bắc Việt Nam trong nghiên cứu cấu trúc địa chất. *Tạp chí các Khoa học về Trái Đất*, 21 (4), 263-271.
- [11] ĐINH VĂN TOÀN, 2000: Phân tích lại bản đồ trọng lực sử dụng trong phân vùng cấu trúc địa chất và phân bố đứt gãy kiến tạo. *Tạp chí các Khoa học về Trái Đất*, 22 (3), 188-196.

## SUMMARY

Some modern methods of the interpretation of aeromagnetic data applied for Tuan Giao region

The reduction to the pole, the pseudogravity transformation and the calculation of maximal horizontal gradient vectors have been presented. The combination of these methods are applied for interpreting the aeromagnetic data from Tuan Giao region. It is shown that the boundaries of the main geologic structures in the considered region: tectonic faults (for example: Dien Bien – Lai Chau, Da River, Son La), volcanic blocks... are well determined by the maximal horizontal gradient vectors of the aeromagnetic anomaly reduced to the pole or of the pseudogravity anomaly. These results confirmed the effectivity of the considered methods and the important role of the geomagnetic data for the geologic studies and the exploration of mineral resources.

Ngày nhận bài : 09-4-2001

Viện Vật lý Địa cầu