

ĐẶC TRƯNG CẤU TRÚC SÂU VÙNG QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA THEO TÀI LIỆU TRỌNG LỰC VỆ TINH

NGUYỄN NHƯ TRUNG, NGUYỄN HUY HOÀNG,
NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG, PHẠM HỒNG HẢI

I. MỞ ĐẦU

Khu vực quần đảo Trường Sa thuộc cánh phía nam của trũng tách giãn Biển Đông. Việc nghiên cứu cấu trúc địa chất, hệ thống núi lửa, magma ở khu vực này có nhiều ý nghĩa trong việc luận giải cơ chế hình thành bồn trũng, cũng như dự báo tiềm năng khoáng sản đi kèm đã được nhiều nhà địa chất và địa vật lý quan tâm [1, 2, 7, 11, 12, 18, 19]. Mặc dù vậy, do vị trí địa lý của vùng quần đảo Trường Sa tương đối xa bờ, cộng với sự phức tạp về ranh giới chủ quyền lãnh thổ nên công tác thu thập số liệu thực địa ở những khu vực này còn rất hạn chế. Nhiều vùng trong khu vực thiếu số liệu dẫn đến việc phân tích và luận giải địa chất gặp nhiều khó khăn.

Trên cơ sở nguồn số liệu trọng lực vệ tinh toàn cầu có độ chính xác cao và lưới số liệu 2×2 phút [13] phủ đều trong toàn vùng nghiên cứu, trong bài báo này các tác giả xin trình bày một số kết quả phân tích nguồn số liệu này nhằm kiểm chứng và xác định các đặc trưng cấu trúc chính, vị trí phân bố các thành tạo magma/núi lửa ở khu vực quần đảo Trường Sa.

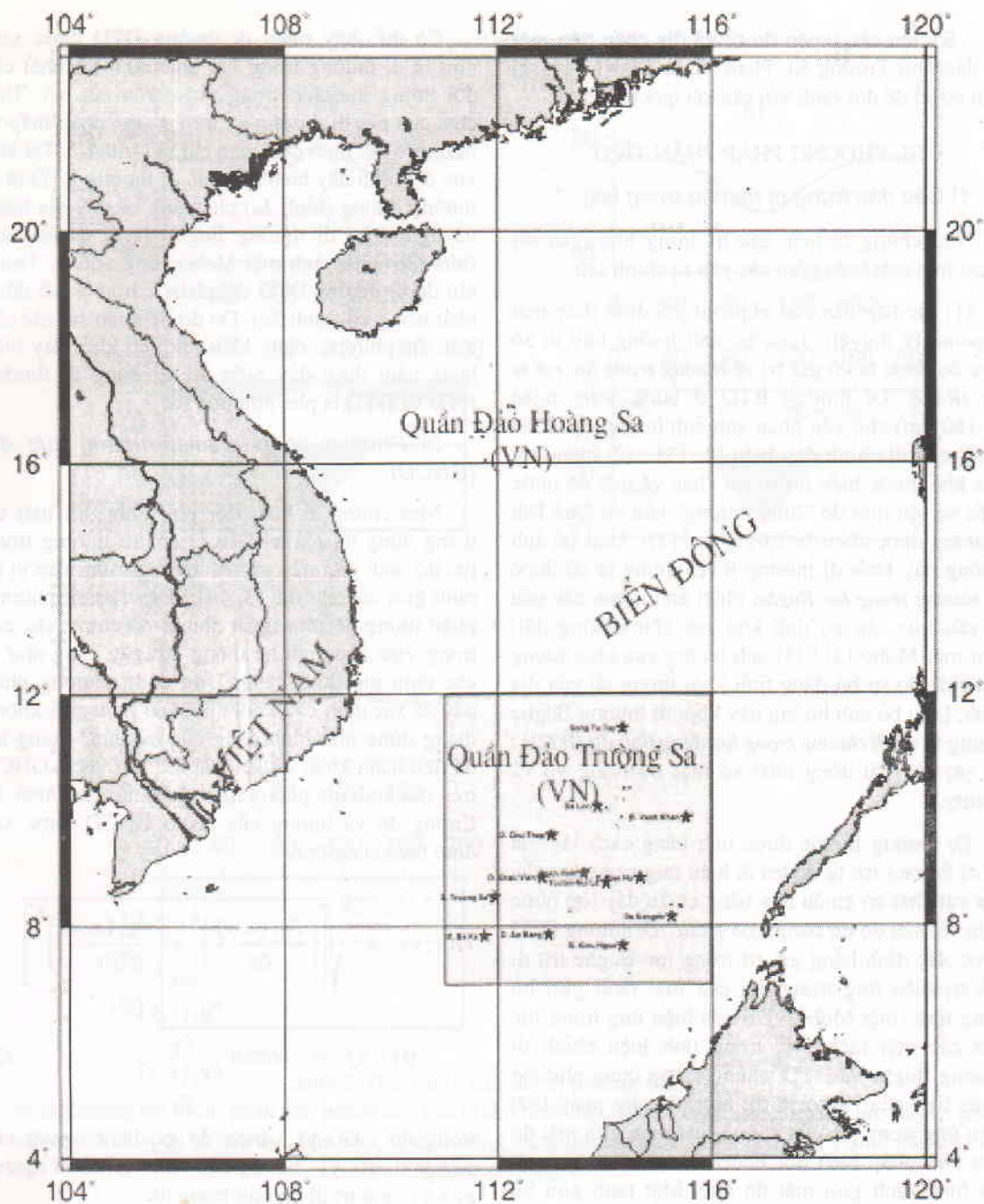
II. KHÁI QUÁT ĐỊA CHẤT VÙNG NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu nằm ở phía nam của Biển Đông có tọa độ 111° - 116° E và 7° - 12° N, phía bắc giáp với trũng nước sâu Biển Đông, phía nam nằm kề với Trũng Palawan, phía đông giáp với khối Reek Bank qua địa hào Bình Nguyên - Suối Ngọc, phía tây giáp với thềm ngoài lục địa Việt nam (hình 1). Khu vực quần đảo Trường Sa có kiến trúc kiểu vỏ lục địa [15] bị phá huỷ và bị phân cắt mạnh trong suốt quá trình hình thành Biển Đông vào cuối Oligocene. Địa hình đáy biển gồ gề, lồi

chỗm hình thành nhiều dải đảo ngầm và trũng sâu theo hướng ĐB-TN. Bình đồ cấu trúc móng Kainozoi gồm nhiều cấu tạo sụt bậc song song, hình thành nên các trũng có chiều dày trầm tích Kainozoi thay đổi mạnh từ 1-2 km đến 6-7 km [11]. Khối kiến trúc Trường Sa được chia ra thành 5 yếu tố kiến tạo chính, hầu hết được phân chia bởi các hệ thống đứt gãy theo các phương ĐB-TN, TB-ĐN và á kinh tuyến [1]. Trũng Sơn Ca (SC) kéo dài theo hướng kinh tuyến, khống chế bởi hệ thống đứt gãy kinh tuyến 114° và 116° ở góc phía ĐB của vùng nghiên cứu, bề dày trầm tích khu vực này có chỗ lên đến 3.000 m. Đới nâng rìa Đá Lát - Chũ Thập (ĐL-CT) kéo dài theo hướng ĐB -TN, nằm kề với đới này về phía bắc là đới chuyển tiếp giữa khối quần đảo Trường Sa và trũng sâu Biển Đông. Đây có thể là đới nâng phân dị trước Kanozoi và tập trung nhiều hoạt động magma trẻ [1]. Liên kề với đới nâng rìa ĐL-CT về phía tây nam là trũng Châu Viên (CV), kéo dài theo hướng ĐB-TN, trầm tích Kainozoi có chỗ dày đến 6.000 m. Trũng Tiên Nữ (TN) nằm phía đông của trũng CV và phía nam của trũng SC, trũng này có bề dày trầm tích khoảng 3.000 m. Khối nâng Hoa Lau - Thảm Hiểm (HL-TH) nằm ở phía tây nam của trũng CV và TN, kéo dài theo hướng ĐB-TN, có nguồn gốc tương tự như khối nâng ĐL-CT [1]. Cuối cùng là trũng Vũng Mây (VM) nằm ở phía tây nam của vùng nghiên cứu phía đông giáp với khối HL-TH, phía bắc và đông bắc giáp với khối nâng ĐL-CT và trũng CV.

III. CƠ SỞ SỐ LIỆU

Số liệu sử dụng trong phần nghiên cứu này gồm các nguồn số liệu sau :



Hình 1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu (111-116E và 7-12N)

- Số liệu giá trị dị thường trọng lực vệ tinh rời tự do được thu thập từ cơ sở dữ liệu toàn cầu có lưới số liệu đều là 2×2 phút với sai số bình phương trung bình (RMS) từ 3,1-4 mgal [13].

- Số liệu độ sâu mặt móng Kainozoi thu thập và số hoá từ các bản đồ, sơ đồ cấu trúc móng Kainozoi [8, 12, 20].

- Số liệu 23 điểm độ sâu mặt Moho theo tài liệu địa chấn sâu trên sườn lục địa Trung Quốc và trùng nước sâu Biển Đông được thu thập từ các công trình [8, 9] dùng để xây dựng phương trình mặt Moho đẳng tĩnh và phương trình tương quan hồi quy giữa mặt Moho và dị thường Bughe.

- Số liệu các tuyến đo từ và địa chấn trên một số đảo như Trường Sa, Phan Vinh, TT-NL [11,12] làm cơ sở để đối sánh với các kết quả tính được.

III. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

1) Các đặc trưng dị thường trọng lực

Như chúng ta biết, giá trị trọng lực quan sát được trên mặt biển gồm các yếu tố chính sau :

(1) lực hấp dẫn của elipsoid giả định (hay mặt elipsoid lý thuyết). Loại bỏ ảnh hưởng này từ số liệu đo được ta có giá trị **dị thường trọng lực rơi tự do (RTD)**. Dị thường RTD ở bước sóng ngắn (< 160 km) chủ yếu phản ánh ảnh hưởng của hình dạng mặt địa hình đáy biển [3, 13] ; (2) hiệu ứng của khối nước biển do sự sai khác về mật độ nước biển so với mật độ "bình thường" của vỏ Quả Đất (thường được chọn là $2,67 \text{ g/cm}^3$ [3]). Loại bỏ ảnh hưởng này khỏi dị thường RTD chúng ta có được **dị thường trọng lực Bughe**, phản ánh mạnh các yếu tố cấu trúc sâu có tính khu vực (bước sóng dài) như mặt Moho [3] ; (3) ảnh hưởng của khối lượng vật chất do sự bù đẳng tĩnh khối lượng tải của địa hình. Loại bỏ ảnh hưởng này khỏi dị thường Bughe chúng ta có **dị thường trọng lực đẳng tĩnh dư (ĐTD)** ; và (4) các bất đồng nhất về mật độ trong vỏ và Manti.

Dị thường Bughe được tính bằng cách lấy giá trị dị thường rơi tự do trừ đi hiệu ứng trọng lực của lớp vật chất có chiều dày bằng chiều dày lớp nước biển với mật độ dư bằng $1,64 \text{ g/cm}^3$. Dị thường ĐTD được xác định bằng giá trị trọng lực Bughe trừ đi giá trị hiệu ứng trọng lực của mặt ranh giới bù đẳng tĩnh (mặt Moho). Để tính hiệu ứng trọng lực của các mặt ranh giới trong tính hiệu chỉnh dị thường Bughe và ĐTD, chúng tôi áp dụng phương pháp tính của Parker [10], một phương pháp tính hiệu ứng trọng lực của những mặt ranh giới mật độ dựa trên phép biến đổi Fourier hai chiều các mặt địa hình ranh giới mật độ này. Mặt ranh giới bù đẳng tĩnh (Moho) được xây dựng trên cơ sở giả thiết vỏ Trái Đất gồm bốn lớp cơ bản là nước biển, trầm tích, đá móng và Manti bị bù đẳng tĩnh theo mô hình bù của Airy. Theo nguyên lý này mặt Moho được xác định theo phương trình sau [17] :

$$H_m = -0,6H_z - 4,1H_w + 31,99 \quad (1)$$

trong đó H_m , H_z và H_w lần lượt là độ sâu mặt Moho, mặt móng và đáy biển.

Có thể thấy rằng, dị thường ĐTD được xem như là dị thường trọng lực phản ánh tốt nhất các đối tượng địa chất trong phần trên của vỏ. Tính chất của các dị thường kể trên có thể nhận thấy rõ trên một mô hình đơn giản chỉ ra ở hình 2. Tại khu vực địa hình đáy biển nhô cao dị thường RTD là dị thường dương (hình 2a) phản ánh bề mặt địa hình, và ngược lại dị thường Bughe là dị thường âm (hình 2b) phản ánh mặt Moho võng xuống. Trong khi đó dị thường ĐTD chỉ phản ánh khối bất đồng nhất trong vỏ (hình 2c). Do đó để khảo sát các cấu trúc địa phương, dạng khối nhô lên khỏi đáy biển hoặc nằm dưới đáy biển thì sử dụng dị thường RTD và ĐTD là phù hợp hơn cả.

2) Phương pháp gradien ngang cực đại (GNCD)

Như chúng ta biết, đối với ranh giới mật độ thẳng đứng thì giá trị GNCD của dị thường trọng lực do ranh giới này gây ra thường trùng vào vị trí ranh giới của vật thể [3, 14]. Đây là một phương pháp tương đối đơn giản nhưng độ chính xác cao trong việc xác định hệ thống đứt gãy cũng như là các ranh giới khối tầng. Ứng dụng phương pháp này để xác định các khối dị vật có ranh giới không thẳng đứng như hình dạng của núi lửa, chúng tôi đã tiến hành khảo sát sự phân bố của vecto GNCD trên mô hình mô phỏng hình dạng núi lửa (hình 3). Cường độ và hướng của vecto GNCD được xác định theo công thức :

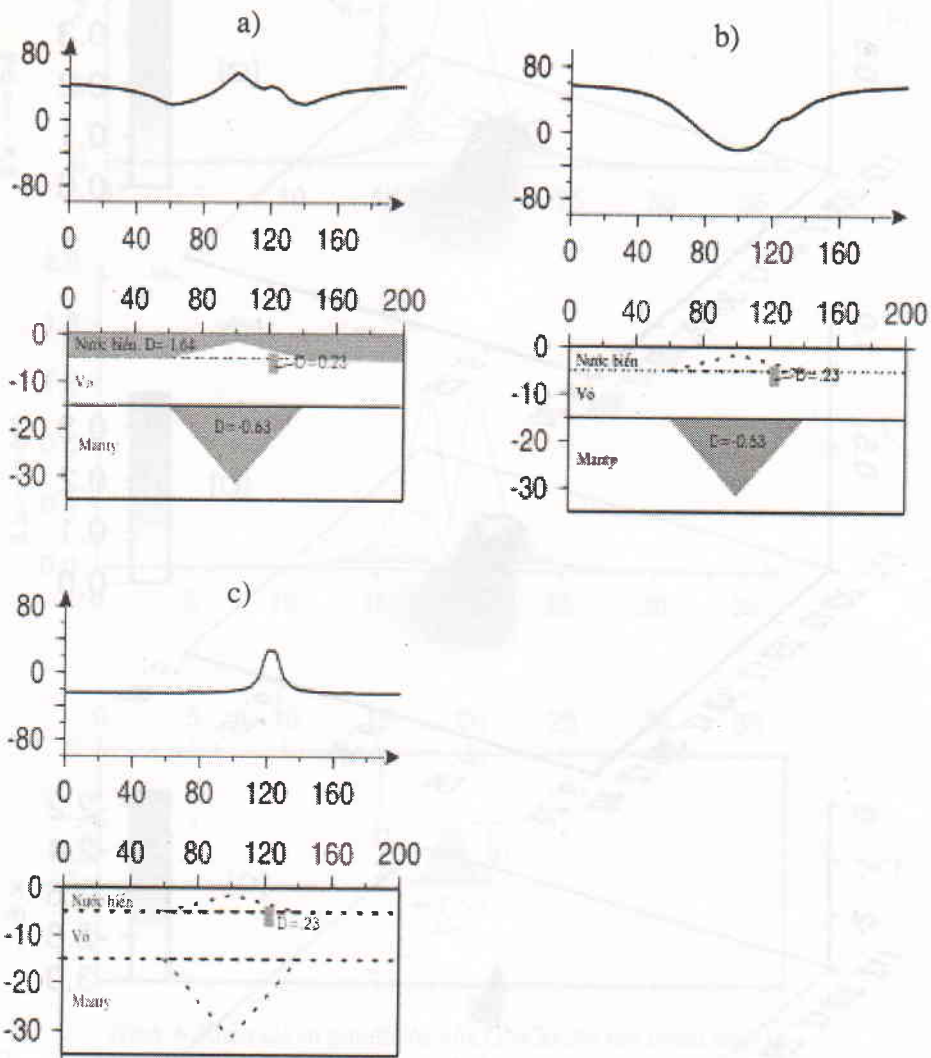
$$G(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial g_z(x, y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g_z(x, y)}{\partial y}\right)^2}$$

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

trong đó : $G(x, y)$ - biên độ gradien ngang của $g_z(x, y, z)$, $\varphi(x, y)$ - hướng của vecto gradien ngang, $g_z(x, y)$ - giá trị dị thường trọng lực.

Nghiên cứu các đặc trưng của dị thường vecto GNCD, chúng tôi đã tiến hành tính toán trên một loạt các mô hình khác nhau có tham số mật độ dư ($\Delta\rho = 0,7, 0,6, 0,5, 0,4, 0,3 \text{ g/cm}^3$) và chiều sâu thay đổi ($H = 2, 3, 4, 5$ và 6 km) nhận thấy :

- Khi mật độ dư của khối dị vật có giá trị âm thì vecto GNCD phân bố theo hình tròn, tâm hình tròn trùng với tâm của khối dị vật, hướng của vecto hướng ra ngoài hình tròn (hình 3a).



Hình 2. Đặc trưng của các dị thường trọng lực

a) dị thường rơi tự do phản ảnh mạnh các yếu tố địa hình đáy biển, b) dị thường trọng lực Bughe phản ảnh mạnh các yếu tố cấu trúc khu vực, c) dị thường đẳng tĩnh dư phản ảnh mạnh các yếu tố cấu trúc địa phương trong vỏ

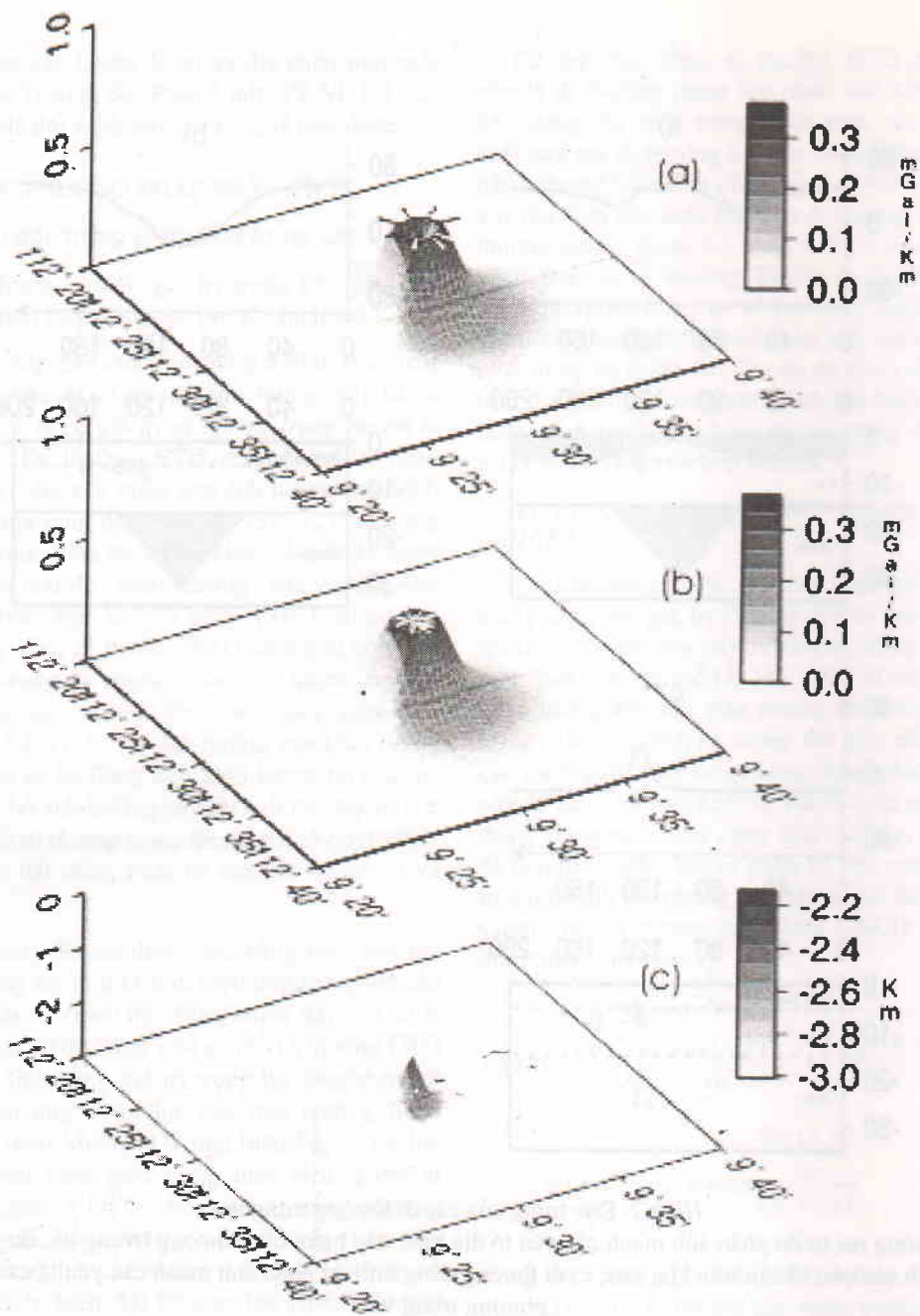
- Khi mật độ dư của khối dị vật có giá trị dương thì vecto GNCD cũng phân bố theo hình tròn, tâm hình tròn trùng với tâm của dị vật, hướng của vecto hướng vào hình tròn (hình 3b).

- Đường kính của đường tròn này tăng tỷ lệ thuận với độ sâu của dị vật và tăng tỷ lệ nghịch với mái dốc của dị vật. Đường kính của đường tròn này không phụ thuộc vào độ lớn của mật độ dư của dị vật (hình 4 và 5).

Trên cơ sở phương pháp này chúng tôi đã tiến hành tính GNCD cho các giá trị trường dị thường Bughe, dị thường ĐTD nhằm xác định các vị trí đứt gãy, các khối dị vật cho vùng nghiên cứu.

3) Phương pháp biến đổi trường và tương quan

Để nghiên cứu sự phân bố của các ranh giới theo chiều sâu chúng tôi áp dụng phương pháp nâng trường và hạ trường theo thuật toán biến đổi Fourier nhanh. Theo phương pháp này giá trị trường



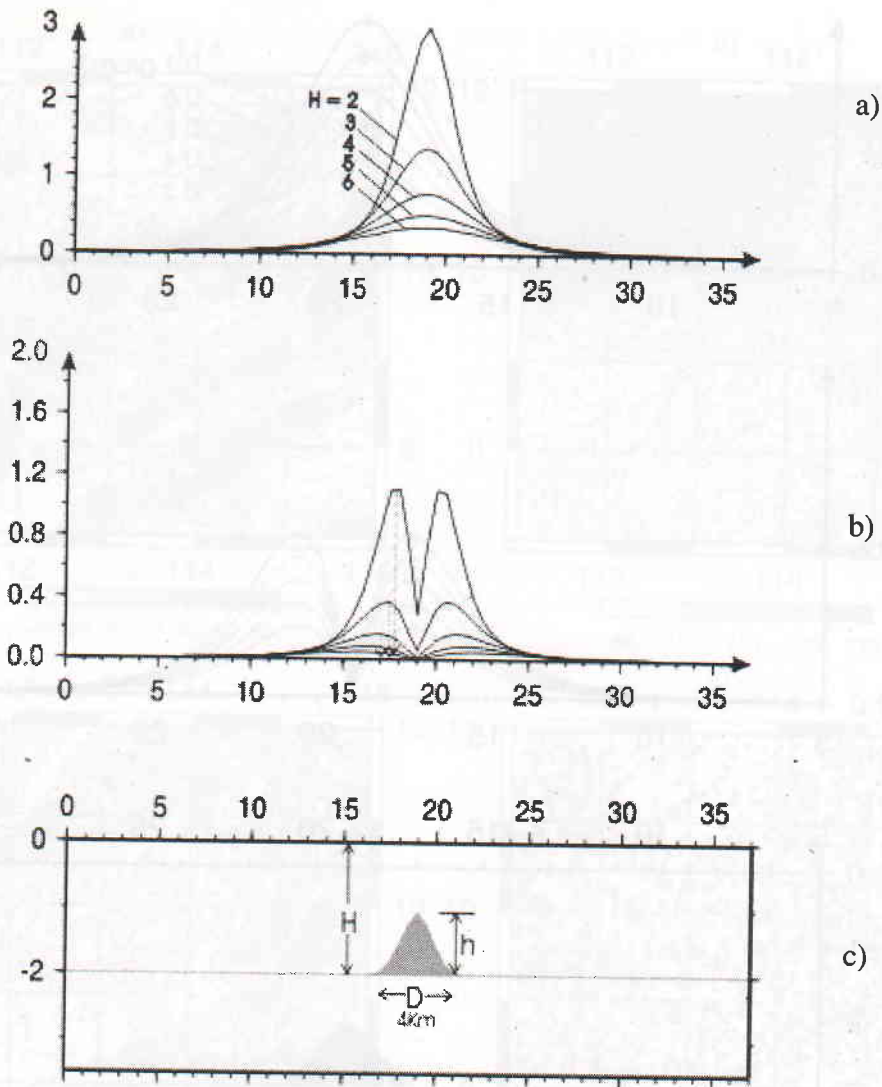
Hình 3. Trường vecto gradient ngang cực đại 3D dị thường trọng lực

- a) vecto gradient ngang cực đại khi mật độ dư < 0 , b) vecto gradient ngang cực đại, khi mật độ dư > 0 chiều vecto hướng vào trong vật dị thường, c) mô hình không gian 3D khối vật thể

khi được chuyển lên độ cao Δz ($\Delta z > 0$) được tính theo công thức sau [3] :

$$F[\Delta g_z] = F[\Delta g] e^{-\Delta z |k|} \quad (3)$$

trong đó : $|k|$ - số sóng, $F[\Delta g]$ - biến đổi Fourier của giá trị dị thường trọng lực ở mức quan sát ban đầu, $F[\Delta g_z]$ - biến đổi Fourier của giá trị trọng lực được chuyển đến mức Δz .



Hình 4. Khảo sát sự phụ thuộc của GNCD đối với chiều sâu H
 D = 4 km, h = 1 km, H = 2, 3, 4, 5 và 6 km ; a) dị thường trọng lực, b) gradient ngang cực đại,
 c) mặt cắt ngang mô hình

Khi giá trị trường được chuyển xuống độ cao Δz , giá trị trường được tính theo công thức :

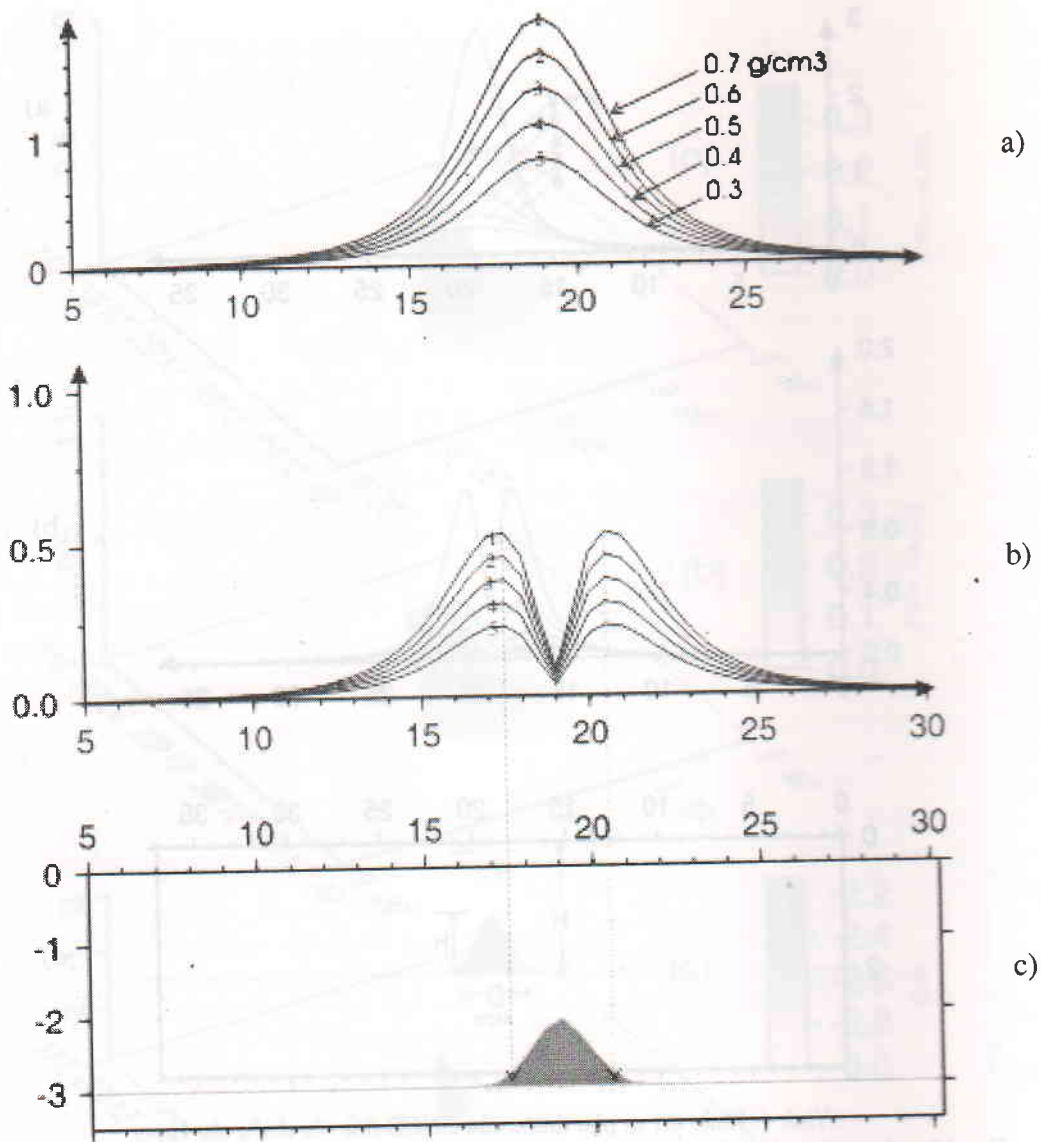
$$F[\Delta g_z] = F[\Delta g]e^{+\Delta z/k} \quad (4)$$

Bằng phép biến đổi Fourier ngược giá trị $F[\Delta g_z]$ ta có giá trị dị thường Δg_z ở mức Δz . Với công thức biến đổi trường, các dị thường có bước sóng ngắn khi qua phép nâng trường sẽ bị yếu đi hoặc bị loại bỏ. Ngược lại, đối với công thức hạ trường các dị thường có bước sóng ngắn sẽ được khuếch đại lên.

V. CÁC KẾT QUẢ PHÂN TÍCH VÀ LUẬN GIẢI

1 Đặc điểm dị thường trọng lực

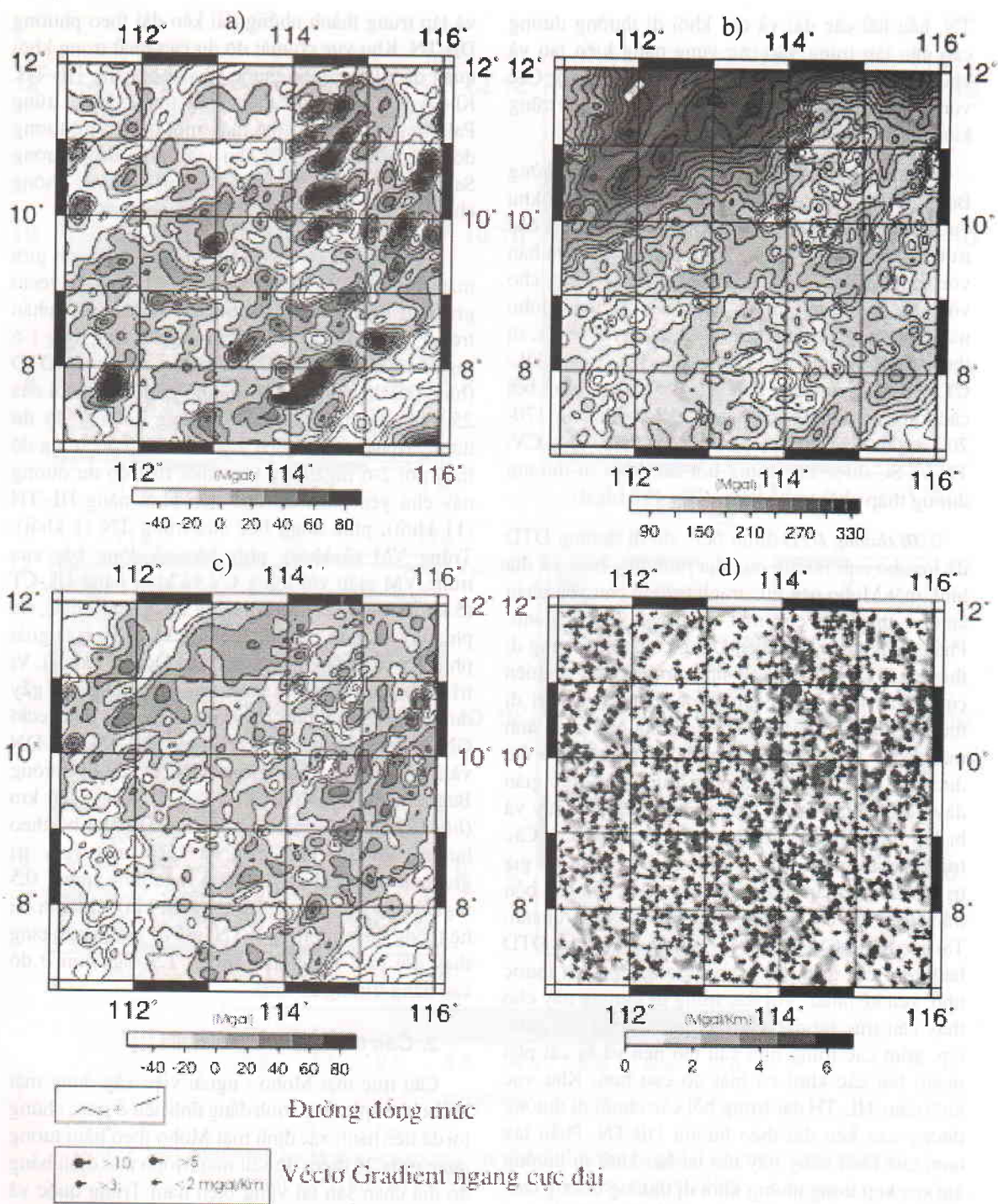
- *Dị thường RTD (hình 6a)* : khu vực quần đảo Trường Sa được đặc trưng bởi trường dị thường RTD tương đối phức tạp, biên độ giá trị dị thường thay đổi từ -50 đến 130 mgal. Góc phía ĐN là dải dị thường âm nhất (khoảng -50 mgal) trùng với rặng Palawan đặc trưng cho một vùng có bề dày trầm tích lớn nhất trong vùng. Góc phía TB là rặng Biển Sâu cũng được đặc trưng bởi những dải dị thường cao thấp xen kẽ nhau kéo dài theo



Hình 5. Vị trí điểm GNCD không thay đổi khi mật độ dư thay đổi
 a) dị thường trọng lực, b) gradient ngang, c) mặt cắt mô hình

hướng ĐB-TN. Mặc dù khu vực này có đặc trưng là vùng vỏ đại dương [5, 15, 17] có mật độ lớn, nhưng do địa hình đáy biển khu vực này hạ thấp hơn so với khu vực quần đảo Trường Sa 2-3 km nên dị thường RTD có giá trị thấp hơn. Đối nâng rìa HL-TH được giới hạn bởi hai dải dị thường dương cao (khoảng 90-130 mgal) kéo dài theo hướng ĐB-TN khoảng chừng 300-400 km. Trũng TN được đặc trưng bởi dải dị thường thấp (-40 đến 25 mgal) kéo dài theo hướng ĐB-TN. Trũng CV cũng được đặc trưng bởi một vùng dị thường thấp

(-25 đến +30 mgal) có hướng ĐB-TN, ngăn cách với trũng CV bởi một dải dị thường dương cao có hướng á kinh tuyến. Khối nâng rìa ĐL-CT, trường dị thường ở khu vực này gồm nhiều khối dị thường dương cao nằm trên một phông dị thường chung khoảng 50 mgal, kéo dài theo hướng ĐB-TN. Trũng VM được đặc trưng bởi vùng dị thường tương đối thấp (-30 đến 20 mgal). Khu vực bãi Ba Kè nổi lên một khối dị thường dương cao. Khu vực trũng SC được đặc trưng bởi hai phần, phần phía tây gồm các khối dị thường dương cao, còn phần phía đông



Hình 6. a) bản đồ dị thường rơi tự do, b) bản đồ dị thường Bughe, c) bản đồ dị thường đẳng tĩnh dư, d) bản đồ trường vectơ gradient ngang cực đại dị thường đẳng tĩnh dư
1. đường đồng mức, 2. Vert gradient ngang cực đại

là vùng dị thường thấp, hướng của dị thường kéo dài theo hướng ĐB-TN và á kinh tuyến. Như vậy

hướng cấu trúc chính của dị thường RTD ở khu vực quần đảo Trường sa chủ yếu theo hướng ĐB-

TN, hầu hết các dải và các khối dị thường dương cao đều tập trung vào các vùng nâng kiến tạo và khu vực có các đảo (địa hình đáy biển cao). Các vùng dị thường thấp thì tập trung vào các trũng kiến tạo và địa hình đáy biển thấp.

- **Dị thường Bughe** (hình 6b) : bản đồ dị thường Bughe phản ánh tương đối rõ nét các yếu tố khu vực. Phân trũng nước sâu Biển Đông được đặc trưng rõ nét bởi khối dị thường dương cao hơn hẳn với xung quanh (khoảng 330 mgal), đặc trưng cho vùng vỏ đại dương mỏng, nước sâu nơi mặt Moho nâng lên cao. Tại khu vực quần đảo Trường Sa, dị thường Bughe thấp hơn hẳn. Các khối nâng ĐL-CT, HL-TH và trũng Palawan được đặc trưng bởi các khối dị thường dương có giá trị khoảng 170-200 mgal. Các khu vực bồn trũng như VM, CV, TN và SC được đặc trưng bởi các khối dị thường dương thấp nhất trong vùng (70 - 150 mgal).

- **Dị thường ĐTD** (hình 6c) : do dị thường ĐTD đã loại bỏ ảnh hưởng của địa hình đáy biển và địa hình mặt Moho nên bức tranh trường chủ yếu phản ánh sự thay đổi của mật độ trong vỏ và Manti. Phân trũng nước sâu Biển Đông có phong chung dị thường ĐTD dương cao nhất trong vùng nghiên cứu, phân thung lũng trục tách giãn có giá trị dị thường thấp. Dị thường ĐTD dương cao phản ánh mật độ dư trong vỏ lớn, phù hợp với dạng vỏ đại dương ở khu vực này và phân trung tâm trục giãn đáy hạ thấp tạo thành thung lũng trục giãn đáy và bị lấp đầy bởi các vật liệu trầm tích [5, 15]. Các trũng Palawan và VM dị thường ĐTD đều có giá trị dị thường thấp phản ánh đặc trưng của các bồn trầm tích lớn có mật độ thấp so với xung quanh. Tại các trũng CV, TN và SC trường dị thường ĐTD bao gồm các dị thường âm, dương, có kích thước nhỏ, xen kẽ nhau. Với đặc trưng dị thường này cho thấy cấu trúc tại các khu vực này tương đối phức tạp, gồm các trũng nhỏ cấu tạo nên và bị cắt phá mạnh bởi các khối có mật độ cao hơn. Khu vực khối nâng HL-TH đặc trưng bởi các chuỗi dị thường dương cao kéo dài theo hướng ĐB-TN. Phần tây nam của khối nâng này tồn tại hai khối dị thường âm xen kẽ trong những khối dị thường dương cao. Phần khối nâng ĐL-CT gồm nhiều khối dị thường dương (khoảng 50 mgal) xen kẽ bởi các khối dị thường âm. Khu vực trũng SC cũng được đặc trưng bởi những dải dị thường âm kéo dài theo hướng ĐB-TN xen kẽ bởi các khối dị thường dương thấp. Như vậy, trên bản đồ giá trị dị thường ĐTD ta thấy dị thường dương cao thường có dạng khối

và tập trung thành những dải kéo dài theo phương ĐB-TN. Khu vực có mật độ dư cao nhất trong khối quần đảo Trường Sa thuộc vào khối nâng HL-TH. Khu vực có mật độ thấp nhất thuộc vùng trũng Palawan và VM. Có thể thấy một đặc trưng tương đối đặc biệt là mặc dù khu vực quần đảo Trường Sa thuộc loại vỏ lục địa [5, 16], nhưng phong chung giá trị dị thường ĐTD của vùng rất lớn.

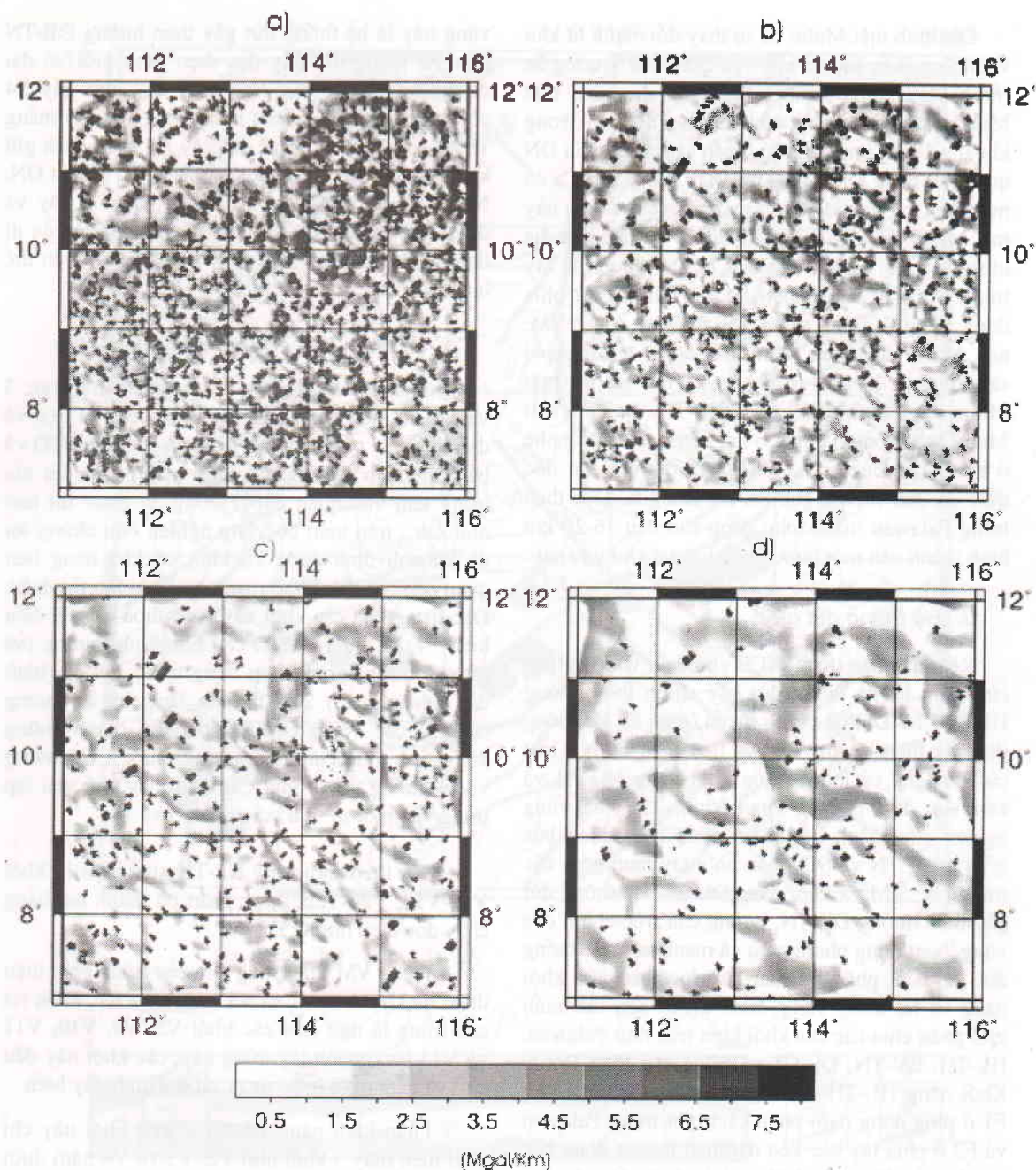
- **Vecto GNCD** : GNCD biểu diễn các ranh giới mật độ thông qua sự phân bố của các vecto gradient ngang cực đại như đã trình bày ở phần trên. Giá trị GNCD thay đổi trong khoảng rộng 1-6 mgal/km. Bản đồ GNCD của trường dị thường ĐTD (hình 6d) đã chỉ ra vị trí và ranh giới tương đối của 25 khối dị thường của đối tượng có mật độ dư dương (đánh số từ 1 đến 25, hình 5d) với cường độ thay đổi 2-6 mgal/km. Các khối mật độ dư dương này chủ yếu phân bố dọc trên khối nâng HL-TH (11 khối), phía đông bắc của trũng TN (1 khối), Trũng VM (3 khối), phía bắc và đông bắc của trũng VM giáp với trũng CV và khối nâng ĐL-CT (5 khối), phía TN của đới nâng ĐL-CT (3 khối), rìa phía tây và nam của trũng SC (2 khối) và rìa ngoài phía TN của trũng nước sâu Biển Đông (1 khối). Vị trí ranh giới các khối kiến trúc, hệ thống đứt gãy được xác định thông qua vị trí của các dải vecto GNCD kéo dài theo các phương ĐB-TN, TB-ĐN và á kinh tuyến. Các giá trị GNCD của dị thường Bughe nâng lên ở độ cao 5 km, 10 km và 20 km (hình 7) cho thấy các giá trị GNCD phân bố theo hướng TB-ĐN nhỏ dần và biến mất (giá trị gradient ngang thay đổi từ 6 mgal/km xuống 0,5 mgal/km ở độ cao nâng trường 20 km), chỉ còn lại hệ thống theo hướng ĐB-TN (giá trị gradient ngang thay đổi từ 8 mgal/km xuống 1,5 mgal/km ở độ cao nâng trường 20 km).

2. Cấu trúc sâu vỏ Trái Đất

Cấu trúc mặt Moho : ngoài việc xây dựng mặt Moho theo phương trình đẳng tĩnh nêu ở trên, chúng tôi đã tiến hành xác định mặt Moho theo hàm tương quan giữa 26 điểm độ sâu mặt Moho xác định bằng đo địa chấn sâu tại vùng biển nam Trung quốc và bồn trũng Trung Tâm [8, 9] và giá trị dị thường Bughe. Kết quả cho thấy hệ số tương quan rất cao ($C=0,95$) và hàm tương quan có dạng :

$$H_m = -0,07\Delta g_b + 30,58 \quad (5)$$

H_m - độ sâu mặt Moho, Δg_b - dị thường Bughe



Hình 7. Bản đồ trường vecto gradient ngang cực đại dị thường Bughe ở các mức nâng trường
a) mức $z = 0$ km, b) $z = 5$ km, c) $z = 10$ km, d) $z = 20$ km

Mặc dù hai phương pháp xây dựng dựa trên hai nguyên lý khác nhau nhưng kết quả cho thấy chúng có sự đồng nhất cao. Phần lớn sai lệch giữa hai mặt Moho này thay đổi trong khoảng 0-2 km, trừ một số vị trí đảo trong khu vực đới nâng HL-TH,

trùng SC mặt Moho đẳng tĩnh hạ thấp hơn mặt Moho tính theo phương pháp tương quan hồi quy. Chúng ta có thể thấy trạng thái bù đẳng tĩnh của vỏ Trái Đất ở khu vực quần đảo Trường Sa tương đối phù hợp với mô hình bù đẳng tĩnh-Airy.

Địa hình mặt Moho có sự thay đổi mạnh từ khu vực trũng Biển Sâu và khu vực quần đảo Trường Sa (hình 8). Khu vực trũng Biển Sâu địa hình mặt Moho tương đối phẳng có chiều sâu thay đổi trong khoảng 10-12 km. Từ trũng biển sâu đi về phía ĐN qua khối nâng ĐL-CT và phía tây trũng Sơn Ca có một bước hạ thấp địa hình mạnh. Dọc theo dải này mặt Moho hạ thấp xuống tới 20-24 km, bề mặt địa hình thay đổi mạnh, đặc biệt là khu vực phía tây trũng SC. Chạy dọc theo hướng ĐB-TN, từ phía đông trũng SC, qua trũng TN, CV đến trũng VM, mặt Moho dâng cao tương đối đồng đều ở chiều sâu khoảng 20 km, trừ khu vực bãi Ba Kè mặt Moho sâu 24 km. Khối nâng HL-TH, địa hình mặt Moho lượn sóng hạ thấp ở hai bên rìa và nâng nhẹ ở trung tâm của khối. Chiều sâu đạt cực đại dọc theo dải bãi Kiêu Ngựa tới Đa Kongda. Dọc theo trũng Palawan mặt Moho dâng cao đến 16-20 km hình thành nên một bước nhảy bậc tại khu vực này.

3. Hệ thống đứt gãy

Kết quả phân tích GNCD cho thấy vùng nghiên cứu gồm ba hệ thống đứt gãy chính theo hướng ĐB-TN, TB-ĐN và á kinh tuyến (hình 8). Hệ thống đứt gãy theo hướng TB-ĐN tiêu biểu là một loạt các đứt gãy cắt ngang qua khối nâng HL-TH và khu vực đảo TT-NL, Phan Vinh, TN chia vùng nghiên cứu thành hai phần, phần phía đông bắc gồm trũng TN và SC, phần phía tây nam gồm các trũng CV, VM và khối nâng ĐL-CT. Hệ thống đứt gãy theo hướng ĐB-TN, hướng cấu trúc chính của vùng, hoạt động phong phú và mạnh hơn. Hệ thống đứt gãy sâu phân bố hầu hết dọc theo các khối nâng và hạ trong vùng, hình thành nên các ranh giới phân chia các khối kiến trúc như Palawan, HL-TH, CV-TN, ĐL-CT và trũng sâu Biển Đông. Khối nâng HL-TH được giới hạn bởi hai đứt gãy F1 ở phía đông nam phân cách với trũng Palawan và F2 ở phía tây bắc kéo dài theo hướng đông bắc và chuyển dần sang hướng á kinh tuyến, các đứt gãy này có thể là ranh giới phân chia khối nâng HL-TH với trũng TN ở phía tây bắc và trũng SC ở phía đông bắc. Khối nâng ĐL-CT được giới hạn bởi hai đứt gãy F3 ở phía đông nam và F4 ở phía tây bắc. Hệ thống đứt gãy á kinh tuyến phát triển mạnh nhất ở khu vực trũng SC, nó hình thành lên ranh giới phân chia giữa trũng SC và khối nâng ĐL-CT bởi đứt gãy F5 ở phía tây và giữa trũng SC và trũng Bình Nguyên Suối Ngọc bởi đứt gãy F6 ở phía đông. Hệ thống đứt gãy sâu lớn nhất trong

vùng này là hệ thống đứt gãy theo hướng ĐB-TN gồm hệ thống đứt gãy dọc theo ranh giới vỏ đại dương và vỏ lục địa, trục giãn đáy, đứt gãy F4 phân cách giữa trũng sâu Biển Đông và khối mảng Trường Sa ở phía TB và đứt gãy F1 phân cách giữ khối mảng Trường Sa và trũng Palawan ở phía ĐN. Ngoài ra còn đứt gãy F5 và F6 rìa phía tây và đông của trũng SC. Tại đây giá trị GNCD của dị thường Bughe nâng trường lên đến 20 km vẫn thể hiện các đứt gãy này (hình 7).

4. Về phân bố các khối magma/núi lửa

Trên cơ sở các phân tích và tính toán ở mục 3 và các kết quả phân tích, minh giải các số liệu về địa hình, giá trị dị thường RTD, dị thường ĐTD và bản đồ vecto GNCD, các khối magma và núi lửa trong khu vực quần đảo Trường Sa được dự báo như sau : trên toàn bộ vùng nghiên cứu chúng tôi đã khoanh định được 26 khối có khả năng liên quan đến các thành tạo magma và núi lửa (hình 8). Đặc trưng của các khối này luôn thoả mãn 3 điều kiện : 1) dị thường RTD cao hơn bình thường (và rất cao trong trường hợp vùng trũng với địa hình đáy biển nổi cao), 2) dị thường đẳng tĩnh dư dương cao, 3) các vecto GNCD phân bố thành những vòng tròn (hoặc tương đối đẳng thước), có hướng vecto hướng vào trong. Các khối này chủ yếu tập trung vào một số vị trí sau (hình 5 và 7) :

+ Dọc theo khối nâng HL-TH xuất hiện 11 khối V12-V18, V24-V26, được phân bố thành hai hàng chạy dọc theo hướng ĐB-TN.

+ Trũng VM : tại trung tâm của trũng phát hiện được ba khối V6, V7 và V8 tại bãi Ba Kè. Phần rìa của trũng là một loạt các khối V5, V9, V10, V11 và V13 bao quanh lấy trũng này, các khối này đều nhỏ và nằm dưới hoặc ngay sát địa hình đáy biển.

+ Phần khối nâng ĐL-CT : trên khối này chỉ phát hiện thấy 3 khối nhỏ V2, V3 và V4 nằm dưới hoặc ngay sát địa hình đáy.

+ Trũng SC : trong khu vực này chỉ phát hiện được hai khối nhỏ V22 và V23 (nổi lên trên địa hình đáy biển) nằm ở rìa phía tây của trũng SC.

+ Mũi Tây Nam của trũng sâu Biển Đông là khối V1, khối này nổi lên trên địa hình đáy.

+ Trũng TN : phần phía đông bắc của trũng này phát hiện được khối V21 nằm dưới hoặc ngay sát địa hình đáy.

+ Khối V13 tại khu vực đảo An Bang phù hợp với kết luận của N.V. Bách và nnk về nguồn gốc nhiệt dịch núi lửa của khoáng chất Chalcendon trong đá vụ san san hô [2].

+ Ba trong bốn vị trí được xác định là có biểu hiện phun trào, núi lửa theo tài liệu địa chấn [11, 18] trùng với kết quả phân tích tài liệu trọng lực vệ tinh, gồm khối V9 khu vực đảo Trường Sa, V25 khu vực Tốc Tan - Núi Lửa và V26 khu vực đảo Phan Vinh (hình 5, 7). Tại khu vực đảo Đá Tây các dị thường trọng lực không thể hiện rõ các tiêu chí xác định dị thường liên quan đến magma và núi lửa như được xác định ở phần trên. Tại đây xuất hiện dị thường GNCD lớn ở dạng dải.

KẾT LUẬN

Phân tích dị thường trọng lực vệ tinh đã cung cấp cho ta một bức tranh khá rõ nét về bình đồ kiến tạo khối mảng Trường Sa, hệ thống đứt gãy và phân bố núi lửa/magma trong vùng. Các kết quả so sánh có sự phù hợp cao với các nghiên cứu trước đây. Những thông tin khai thác được từ kết quả phân tích này cho phép phân định được ranh giới các khối kiến trúc như khối nâng HL-TH và ĐL-CT, các trũng VM, TN, CV và SC. Hệ thống đứt gãy theo phương ĐB-TN, TB-ĐN và á kinh tuyến trong đó hệ thống ĐB-TN phát triển mạnh nhất trong vùng. Vị trí phân bố các khối có mật độ cao phân bố chủ yếu tại ranh giới các khối kiến trúc và được chia làm hai loại: loại nhô lên khỏi mặt địa hình, tập trung chủ yếu dọc theo ranh giới khối nâng HL-TH và loại nằm dưới địa hình đáy tập trung chủ yếu phần rìa ranh giới của các trũng.

Lời cảm ơn: công trình được hoàn thành có sự trợ giúp của Chương Trình Nghiên Cứu Cơ Bản giai đoạn 2001-2005. Một phần công trình này trích trong báo cáo trung gian thuộc Chương Trình Biển Đông và Hải Đảo, các tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] LÊ DUY BÁCH và NGÔ GIA THẮNG, 1998: Kiến tạo địa khối quần đảo Trường Sa, Tuyển tập báo cáo khoa học, Hội nghị khoa học công nghệ biển toàn quốc lần thứ IV, Hà Nội.

[2] NGUYỄN VĂN BÁCH và nnk, 1998: Khoáng vật Chalcendon trong đá vụ San Hô ở Biển Trường

Sa, Tuyển tập báo cáo khoa học, Hội nghị khoa học công nghệ biển toàn quốc lần thứ IV, Hà Nội.

[3] R.J. BLAKELY, 1995: Potential theory in gravity and Magnetic application. Cambridge University Press.

[4] R.J. BLAKELY, R.W. SIMPSON, 1986: Approximating edges of source bodies from magnetic or gravity anomalies. Geophysics, Vol. 51, 7.

[5] A. BRIAIS, P. PATRAT, P. TAPPONNIER, 1993: Updated interpretation of magnetic anomalies and reconstruction of the SCS basin: implications for the Tertiary evolution of Southeast Asia. Geophysics Research, V. 98, 6299-6328.

[6] E.P. DU BOIS, Tertiary sedimentary basins of the Gulf of Thailand and South China sea, Stratigraphy, Structure and Hydrocarbon occurrence, ASCOPE.

[7] B. CHEN, 1987: Free air anomalies, in Atlas of geology and geophysics of the South China Sea, 1:2,000,000, Ministry of Geology and Mineral Resources, Quang Dong Province.

[8] W.J. LUDWIG, N. KUMAR, R.E. HOUTZ, 1979: Profiler-sonobuoy measurement in the South China Sea Basin, Journal of Geophysical Research, Vol. 84, B7, 3505-3518.

[9] S.S. NISSEN, D.E. HAYES, 1995: Gravity, heat flow, and seismic constraints on the processes of crustal extension: North margin of the South China Sea. Journal of Geophysics research, Vol. 100, B11, 22407-22433.

[10] R.L. PARKER, 1972: The rapid calculation of potential anomalies. Geophys. J. R. astr. Soc., 31, 447-455.

[11] BÙI CÔNG QUẾ và nnk, 2001: Các đặc trưng địa vật lý và khí quyển vùng quần đảo Trường Sa. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu KHCN giai đoạn 1998-2001, Hà Nội.

[12] BÙI CÔNG QUẾ và nnk, 1995: Địa chất địa động lực và tiềm năng khoáng sản vùng biển Việt nam. Báo cáo tổng kết đề tài KT-03-02, Chương Trình Nghiên Cứu Biển, Hà Nội.

[13] D.T. SANDWELL, W.H.F. SMITH, 1997: Marine gravity anomaly from Geosat and ERS 1 satellite altimetry. J. Geophys. Res., 102, 10039-10054.

[14] R.W. SIMPSON et al, 1986: A new isostatic residual gravity map of the Conterminous United

SUMMARY

Characteristics of crustal structures in Truongsa archipelago from satellite gravity data

In this paper, we have interpreted the satellite gravity anomalies to investigate major tectonics in Truongsa archipelago, a conversion margin in southern of Eastern Sea of Vietnam. The Bouguer and isostatic residual gravity anomaly maps were corrected from free air anomaly. We also applied maximum horizontal gradient and transformation methods to the gravity anomalies to define the boundaries and high density blocks. According to our interpretation, Truongsa Archipelago has a weak crust with high density and the steady thickness of 18-20 km, except the Sonca and Hoalau-Thamhiem area where the crust thickness increases to 22-24 km. The crust thickness decrease 4-8 km in Central Basin and 16-18 in Palawan Basin. The results show 26 high density blocks that almost distribute along tectonic boundary may relate to the magmatism/volcanism. The interpretation also define major structures of : 1) Dalat-Chuthap uplift, Southwest of the Central Basin ; 2) Sonca Basin, Southeast of the Central Basin ; 3) Chauvien and Tiennu Basins, Southeast of the Dala-Chuthap ; 4) Hoalau-Thamhiem uplifts, Southeast of the Vungmay and Tiennu Basins ; 5) Vungmay Basin, Southwest conner of study region and 6) The NE-SW, NW-SE and N-S fault systems.

Ngày nhận bài : 13-3-2002

Phân viện Hải dương học Hà Nội

States with a discussion on the significance of isostatic residual anomalies. Journal of Geophysical Research, Vol. 91, B8, 8348-8372.

[15] B. TAYLOR, D.E. HAYES, 1983 : Origin and history of the South China Basin. Part 2 - Geophys. Monograph. AGU, Washington, 27, 23-56.

[16] B. TAYLOR, D.E. HAYES, 1980 : The tectonic evolution of the South China Basin. Geophysics Monograph, AGU, Washington, 23, 89-104.

[17] NGUYEN NHU TRUNG, BUI CONG QUE, SANG-MOOK LEE, SANG-JAE DOH, 2001 : Tectonic features in the Eastern Sea Basin from satellite gravity data. Advances in Natural Sciences, Vol. 2, 2, 99-114.

[18] PHẠM NĂNG VŨ, 2001 : Kết quả áp dụng địa chấn khảo sát phân ngập nước quanh một số đảo thuộc quần đảo Trường Sa. Tuyển tập các công trình khoa học Trường đại học Mở - Địa Chất, tập 35.

[19] K. XIA et al, 1994 : Comparison of the tectonics and geophysics of the major structural belts between the northern and southern continental margin of the South China Sea. Tectonophysics, 235, 99-116.

[20] J. WU, 1994 : Evaluation and Models of Cenozoic sedimentation in the South China Sea, Tectonophysics, 235.