Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
Số chuyên đề: Khoa học tự nhiên
website: ctujsvn.ctu.edu.vn

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.096

SỬ DỤNG GRADIENT CHUẨN HÓA TOÀN PHẦN TRÊN DỮ LIỆU DỊ THƯỜNG TRỌNG LỰC ĐỂ NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC SÂU Ở TỈNH BẠC LIÊU

Dương Hiếu Đầu[1*], Dương Quốc Chánh Tín[2] và Huỳnh Thanh Liêm[1]

[1]*Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ*

[2]*Khoa Sư phạm, Trường Đại học Cần Thơ*

**Người chịu trách nhiệm về bài viết: Dương Hiếu Đầu (email: dhdau@ctu.edu.vn)*

Thông tin chung:
Ngày nhận bài: 15/05/2022
Ngày nhận bài sửa: 03/06/2022
Ngày duyệt đăng: 14/06/2022

Title:
Using the normalized full-gradient of gravity anomaly data to study the deep structure in Bac Lieu province

Từ khóa:
Cấu trúc sâu, dị thường trọng lực, Gradient chuẩn hóa toàn phần

Keywords:
Deep structure, gravity anomaly, Normalized full-gradient

ABSTRACT

The normalized full-gradient (NFG) is one of the geophysical methods to study deep structures such as determining oil and gas, ore deposits, and object center positions. In this paper, the gravity anomaly data was analyzed by giving an algorithm that combined the change of the coefficient N and the expansion of potential field using the Fourier transform to determine the corresponding gradient. The maximum normalized full-gradient will be determined based on the correct selection from these normalized gradient values. The studied geological structure (or foreign body) will appear at the location in which the totally normalized gradient value is maximum corresponding to a defined depth. Based on calculating of theoretical models, using the method of maximum fully normalized gradient magnitude, the harmonic number N and the gravity anomaly source depth have been established. After verifying the reliability and feasibility of the proposed process on model data, an analysing procedure to identify sources of gravity anomalies was built and applied for some measurement routes of typical gravity in Bac Lieu province.

TÓM TẮT

Gradient chuẩn hóa toàn phần là một trong những phương pháp địa vật lý nhằm nghiên cứu cấu trúc sâu như xác định dầu khí, mỏ quặng, vị trí tâm vật thể. Trong bài báo này, số liệu dị thường trọng lực được phân tích vận dụng thuật toán kết hợp giữa sự thay đổi của hệ số N và sự khai triển trường thế trọng lực theo chuỗi Fourier để xác định gradient tương ứng. Gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại sẽ được tính toán dựa trên việc lựa chọn tối ưu các giá trị gradient chuẩn hóa. Cấu trúc địa chất được nghiên cứu (hoặc vật thể lạ) sẽ xuất hiện tại vị trí mà giá trị gradient chuẩn hóa toàn phần là cực đại tương ứng với độ sâu xác định. Từ việc tính toán các mô hình lý thuyết, phương pháp độ lớn gradient chuẩn hóa cực đại được sử dụng với tham số hài N và độ sâu nguồn dị thường trọng lực đã được thiết lập. Sau khi xác minh độ tin cậy và tính khả thi của phương pháp được đề xuất trên dữ liệu mô hình lý thuyết, quy trình phân tích để xác định các nguồn dị thường trọng lực đã được xây dựng và áp dụng cho tuyến đo trọng lực tiêu biểu ở tỉnh Bạc Liêu.

1. GIỚI THIỆU

Thăm dò trọng lực là phương pháp Địa vật lý nghiên cứu cấu trúc bên trong vỏ Trái đất, cấu tạo

địa chất, tìm kiếm và thăm dò các loại khoáng sản dựa trên việc nghiên cứu sự phân bố của trường trọng lực trên mặt đất. Thực tế, hiện nay có nhiều phương pháp thăm dò trọng lực được áp dụng để nghiên cứu cấu trúc sâu như phương pháp thuật toán tiến hóa (Liệt và ctv., 2009), phương pháp compact (Liệt và Cường, 2018). Ngoài ra, phương pháp Gradient chuẩn hóa toàn phần cũng được áp dụng rất hiệu quả trong công tác xử lý, phân tích và minh giải tài liệu địa vật lý với mục đích xác định và khoanh vùng dị thường địa vật lý và tìm kiếm trực tiếp dầu khí (Berezkin, 1967).

Ở phương pháp này, dữ liệu trọng lực được phân tích bằng cách sử dụng thuật toán kết hợp sự thay đổi của hệ số N với sự khai triển trường thế từ chuỗi Fourier để xác định gradient tương ứng. Gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại sẽ được xác định dựa trên các giá trị gradient chuẩn hóa toàn phần vừa tìm được bằng đạo hàm bậc hai. Cấu trúc địa chất (hoặc dị vật) nghiên cứu sẽ định vị tại nơi gradient toàn phần cực đại, qua đó độ sâu sẽ được xác định.

Trong bài báo này, phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần được sử dụng để tiến hành nghiên cứu và xác lập mối liên hệ giữa hệ số N và cực trị của gradient chuẩn hóa toàn phần (NFG) với độ sâu xác định tới nguồn thông qua một số tính toán trên các mô hình lý thuyết. Từ những nhận định về độ chính xác và sự hiệu quả của phương pháp đề xuất, việc tiến hành áp dụng thực tiễn trên một tuyến đo dị thường trọng lực được chọn lựa để minh giải cấu trúc dị vật chôn sâu của khu vực nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp Gradient chuẩn hóa toàn phần tập trung khảo sát hai thành phần thế vector là V_{zx}: thành phần nằm ngang và V_{zz}: thành phần thẳng đứng. Tổng hợp hai thành phần này là thế vector toàn phần xác định trong mặt phẳng Oxz vuông góc phương ngang Oy. Phương pháp này có ưu điểm là không bị cản trở bởi điểm đặc biệt khi sử dụng phép chuyển trường xuống bên dưới tuyến đo.

Dữ liệu cơ sở được sử dụng để tính Gradient chuẩn hóa toàn phần là số liệu dị thường trọng lực Bouguer quan sát dọc theo tuyến x nằm ngang được trích ra từ một mặt cắt địa chất dọc theo tuyến đo chính. Đầu tiên, số liệu rời rạc của dị thường trọng lực quan sát trên tuyến x được tính xấp xỉ bởi chuỗi Fourier, các hệ số Fourier sẽ phụ thuộc vào tọa độ quan sát x dọc tuyến đo và phụ thuộc cả độ sâu z của tuyến đo đang phân tích. Xét chuỗi hội tụ với bậc N là hữu hạn được dị thường trọng lực là hàm theo tọa độ và độ sâu biểu diễn xấp xỉ theo công thức:

$$\Delta g(x,z) = \sum_{n=0}^{N}\left[A_n \cos(n\frac{\pi}{L}x) + B_n \sin(n\frac{\pi}{L}x)\right] e^{\left(\frac{\pi n}{L}\right)z} \quad (1)$$

Các hệ số A_n *và* B_n được xác định bởi các công thức biến đổi Fourier như sau:

$$A_n = \frac{2}{L}\int_0^L \Delta g(x,0)\cos\left(n\frac{\pi}{L}x\right)dx \quad (2)$$

$$B_n = \frac{2}{L}\int_0^L \Delta g(x,0)\sin\left(n\frac{\pi}{L}x\right)dx \quad (3)$$

Để xử lý trên máy tính, các công thức (2) và (3) cần được rời rạc hóa bằng cách thay đổi biểu thức tích phân bằng chuỗi biến số (Nhạc, 2008). Trong đó, dx được chuyển thành Δx là bước đo trên một tuyến có chiều dài tổng cộng là L bao gồm M + 1 điểm đo (kể cả điểm 0 tại gốc tuyến đo x). Gọi x là tọa độ tại điểm đo thứ j bất kì trên tuyến đo thì khi đó có thể biểu diễn:

$$x = j.\Delta x (j = 0,1,2,3,...M).$$

Vậy $L = M.\Delta x$ và $\Delta x = \frac{L}{M}$.

Lúc này, các hệ số A_n và B_n có thể tính được từ công thức:

$$A_n = \frac{2}{M}\sum_{j=0}^{M}\Delta g(j\Delta x)\cos\left(\frac{\pi nj}{M}\right) \quad (4)$$

$$B_n = \frac{2}{M}\sum_{j=0}^{M}\Delta g(j\Delta x)\sin\left(\frac{\pi nj}{M}\right) \quad (5)$$

Trong phương pháp Gradient chuẩn hóa toàn phần, chuỗi biểu diễn dị thường trọng lực quan sát Δg nói trên được đồng nhất với V_z đó là đạo hàm bậc nhất theo phương z của thế hấp dẫn do dị vật gây ra .

Tiếp theo, đạo hàm V_z được lấy lần lượt theo biến x và z, ta thu được các thành phần của Gradient trọng lực V_z theo phương x và z và được ký hiệu là V_{zx} và V_{zz} :

$$V_{zx} = \frac{\pi}{L}\sum_{n=0}^{N}\left[-nA_n \sin(n\frac{\pi}{L}x) + nB_n \cos(n\frac{\pi}{L}x)\right]Q_m e^{\left(\frac{\pi n}{L}\right)z} \quad (6)$$

$$V_{zz} = \frac{\pi}{L}\sum_{n=0}^{N}\left[nA_n \cos(n\frac{\pi}{L}x) + nB_n \sin(n\frac{\pi}{L}x)\right]Q_m e^{\left(\frac{\pi n}{L}\right)z} \quad (7)$$

Để giảm nhiễu không có lợi phát sinh do các tần số cao từ các dị vật nhỏ trên tuyến đo và giảm thiểu hiệu ứng Gibbs trong việc khai triển trường thế ở các độ sâu bên dưới mặt cắt đo đạc (chuyển trường xuống nửa không gian bên dưới), Berezkin (1967) đã đề xuất hệ số làm trơn được cho bởi

$$Q_m = \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi n}{N}\right)}{\frac{\pi n}{N}}\right)^m \quad (8)$$

Trong đó N: bậc cao nhất của điều hòa trong chuỗi

Fourier, còn m = 1, 2, 3 …. (thường m = 2).

Gradient toàn phần là G(x,z) được xác định theo công thức:

$$G(x,z) = \sqrt{\left(V_{zx}^2 + V_{zz}^2\right)^v} \quad (9)$$

Với v là các số nguyên 2, 3, 4 có tác dụng tăng cường độ phân giải trong phân tích dị thường trọng lực. Công thức này được thực hiện trên từng tuyến đo với các độ sâu z tương ứng. Đối với mỗi độ sâu z khác nhau, các bước tính toán như sau sẽ thực hiện:

Bước 1: Tính giá trị trung bình $\overline{G}(x,z)$ của tất cả các giá trị $G(x,z)$ trên từng tuyến đo ở độ sâu z đó.

Bước 2: Thực hiện chuẩn hóa hàm gradient bằng cách chia các giá trị $G(x,z)$ ở độ sâu đang phân tích cho giá trị trung bình $\overline{G}(x,z)$. Kết quả thu được là giá trị của dữ liệu gradient đã chuẩn hóa trên cùng độ sâu .

Bước 3: Thay đổi độ sâu z và thực hiện lại các bước 1 và 2 như trên, bộ dữ liệu gradient chuẩn hóa theo các độ sâu khác nhau được thu thập và trở thành các hàm phân bố gradient $G_n(x, z)$ đã chuẩn hóa trong mặt cắt thẳng đứng dọc tuyến đo.

Có thể thấy, gradient chuẩn hóa $G_n(x,z)$ là đại lượng không thứ nguyên, trị số có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn 1,0 và được biểu diễn dưới dạng thập phân. Theo qui ước, đường đẳng trị gradient chuẩn hóa có giá trị bằng 1,0 sẽ là ranh giới giữa khu vực được qui ước là dương ($G_n(x,z) > 1,0$) và là âm ($G_n(x,z) < 1,0$) trong mặt cắt phân bố Gradient chuẩn hóa nằm dưới mặt đất hoặc mặt nước biển (Nhạc, 2008).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trước khi phân tích tính khả thi của phương pháp, việc đầu tiên là tiến hành kiểm chứng tính chính xác và sai số tính toán trên hai mô hình lý thuyết, vận dụng các hệ thức tính trọng lực phổ biến của các dị vật tạo ra dị thường trọng lực có dạng đơn giản cụ thể là dị vật hình trụ tròn nằm ngang.

3.1. Mô hình lý thuyết

Các dạng dị vật hình trụ tròn nằm ngang thường xuất hiện khá phổ biến trong cấu trúc địa chất ở vùng Nam bộ do đặc điểm tích tụ các khối đất đá trầm tích bị phong hóa và nó là nguyên nhân hình thành các mạch quặng, vỉa quặng dạng thấu kính hình trụ tròn nằm ngang xuất hiện ở thềm lục địa (Triều, 2000).

Bài toán được mô phỏng là một thanh hình trụ đồng nhất được chôn vùi trong đất theo phương nằm ngang. Chọn hệ tọa độ Oxz hai chiều để biểu diễn vị trí hình trụ tròn nằm ngang và xây dựng các mặt cắt tương ứng. Tuyến đo giả định dài 40 km đi từ vị trí 0 đến vị trí km thứ 40, bước đo được cho là 2,0 km. Dị vật dạng hình trụ tròn với bán kính tiết diện là R = 1,0 km, nằm ở giữa tuyến đo và có độ sâu 1,7 km, nên có tọa độ tâm (x_0=20 km, z_0=1,7 km), dị vật có hiệu số mật độ khối lượng so với môi trường ngoài là σ (g/cm^3). Theo Nhạc (2008), dị thường trọng lực Δg gây ra bởi hình trụ tròn nằm ngang được xác định theo công thức:

$$\Delta g = 2\pi R^2 \sigma G \frac{z}{\left(x^2 + z^2\right)}$$

Việc khảo sát mô hình dị vật có dạng hình trụ tròn nằm ngang để mô phỏng các loại cấu trúc khoáng sản được vùi lấp trong đất đá. Nếu khoáng sản có dạng dạng pha rắn (như với quặng vàng, quặng sắt, than đá…) thì hiệu số mật độ so với môi trường là σ >0 (Mô hình 1); nếu khoáng sản dạng chất lưu (như với dầu mỏ, khí đốt, nước ngầm, bể trầm tích …) thì hiệu mật độ là σ < 0 (Mô hình 2). Các thông số tương ứng của hai mô hình này được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số của vật thể mô hình có dạng hình trụ tròn nằm ngang

STT	L (km)	M	Δx (km)	x_0 (km)	z_0 (km)	σ (g/cm^3)
Mô hình 1	40	21	2	20	1,7	0,2
Mô hình 2	40	21	2	20	1,5	-0,5

Trong đó:

– L là chiều dài tuyến đo (km),

– M là số điểm đo trên tuyến,

– G là hằng số hấp dẫn (cm^3/g.s^2),

– R là bán kính của tiết diện (km),

– σ là hiệu mật độ của dị vật so với môi trường (g/cm^3),

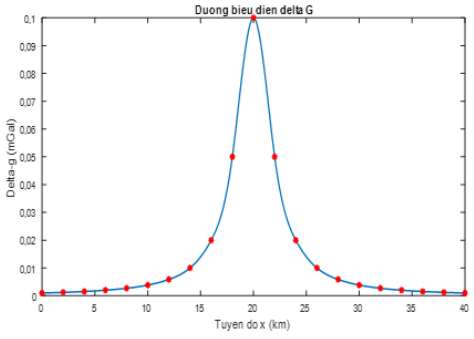
– x_0 và z_0 là tọa độ tâm của tiết diện ngang của hình trụ tròn trong mặt cắt Oxz.

Áp dụng ba các bước tính toán như đã nêu trong phần kỹ thuật, sau khi tính được các hàm gradient chuẩn hóa toàn phần theo nhiều độ sâu, đồ thị biểu diễn các gradient sẽ được trình bày ở phần kết quả như sau:

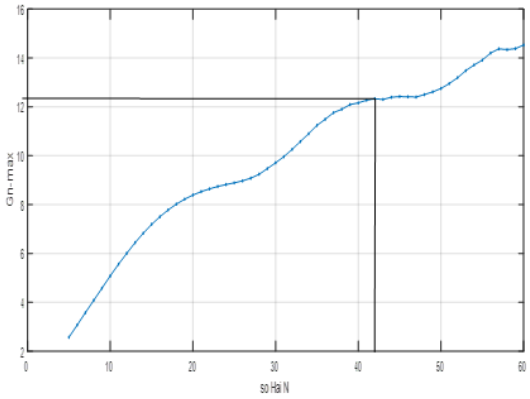
Đối với Mô hình 1: khoáng sản có dạng pha rắn.

Trong Hình 1, vẽ phân bố dị thường trọng lực (mật độ dương) dọc theo tuyến đo. Đường cong lý thuyết cho thấy sự đối xứng của dị thường qua trục thẳng đứng có phương trình x = 20 (qua tâm dị vật).

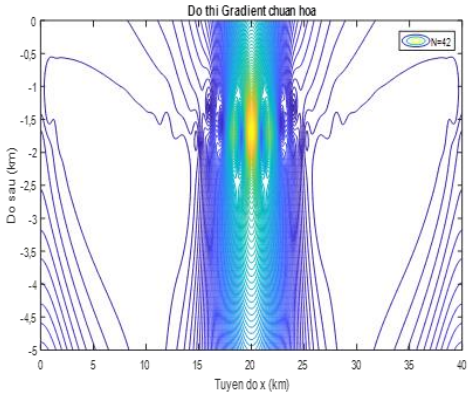
Dựa trên mối liên hệ giữa tham số hài N (số nguyên dương) và cực đại gradient chuẩn hóa toàn phần (NFG) ở Hình 2, việc chọn lựa dữ liệu gradient cực đại thích hợp nhất được thực hiện dựa trên điểm mà đồ thị gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại đồng thời đạo hàm bậc 2 của nó bằng không. Từ điểm đó kẻ 2 đường song song với Ox và Oz, sẽ xác định được trị (NFG) tối ưu cùng với giá trị N.



Hình 1. Đường cong dị thường trọng lực tương ứng mô hình 1



Hình 2. Mối liên hệ giữa tham số hài N và cực đại gradient chuẩn hóa toàn phần - mô hình 1

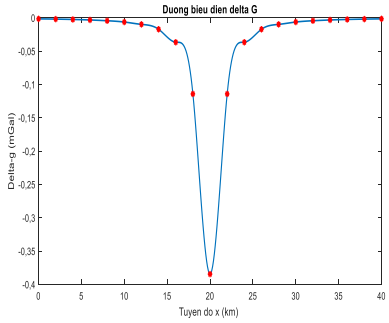


Hình 3. Đồ thị Gradient chuẩn hóa toàn phần ở mô hình 1 ứng với hệ số hài N=42

Kết quả thực thi cho thấy, với N = 42, giá trị tối ưu NFG cực đại bằng 12,5. Nếu sử dụng giá trị NFG này để vẽ đồ thị ở Hình 3 thì ta sẽ xác định được độ sâu của dị vật. Theo Hình 3, đồ thị phân bố Gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại cũng có sự đối xứng tương ứng, giống với đồ thị dị thường. Vì thế, kết quả phân tích (Hình 3) khẳng định tâm của dị vật nằm đúng ở vị trí x = 20 km (trên tuyến khảo sát) và ngoài ra độ sâu của tâm dị vật cũng được xác định ở vị trí có vùng sáng tập trung giữa hình tròn trung tâm, như vậy độ sâu tương ứng theo trục Oz có giá trị là z_0 =1,7 km và nó hoàn toàn trùng khớp với độ sâu được thiết kế cho dị vật trong mô hình 1.

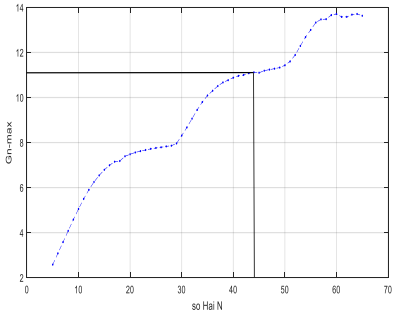
Đối với Mô hình 2: khoáng sản dạng pha lỏng, các bước tiến hành giống như mô hình 1.

Trong Hình 4, đồ thị phân bố dị thường trọng lực mật độ âm theo tuyến đo, đường cong lý thuyết của dị thường cho thấy có sự đảo ngược hình dạng so với đồ thị Hình 1 nhưng vẫn đối xứng qua trục thẳng đứng theo phương trình x = 20 (qua tâm dị vật)

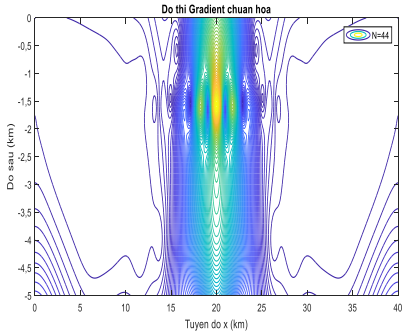


Hình 4. Đường cong dị thường trọng lực tương ứng mô hình 2

Kết quả vẽ đồ thị quan hệ giữa tham số N và giá trị NFG cực đại (Hình 5) cho thấy với N = 44 thì giá trị N đạt tối ưu và NFG đạt cực đại bằng 11,2. Nếu ta sử dụng giá trị NFG này để vẽ đồ thị gradient chuẩn hóa toàn phần thì ta sẽ xác định được độ sâu của dị vật tương ứng.



Hình 5. Mối liên hệ giữa hệ số hài N và gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại mô hình 2



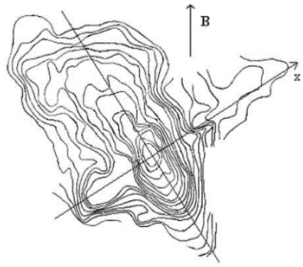
Hình 6. Đồ thị Gradient chuẩn hóa toàn phần ở mô hình 1 ứng với tham số hài N = 44

Ở Hình 6, từ vị trí tâm hình trụ là x = 20 km, rất phù hợp với vị trí thiết kế dị vật theo chiều dài tuyến khảo sát, xác định vị trí vùng sáng trung tâm nơi tập trung các gradient chuẩn hóa cực đại ứng với giá trị NFG = 11,2 (ứng với N = 44), dễ dàng tìm được độ sâu của dị vật là z = 1,5 km hoàn toàn trùng khớp với độ sâu dị vật được thiết kế từ mô hình 2.

Kết luận chung: khi dùng phương pháp đề xuất phân tích hai mô hình lý thuyết xác định các dị thường trọng lực, các đường cong dị thường trọng lực lý thuyết thay đổi theo độ sâu thu được trong một mặt cắt thẳng đứng đóng góp đáng kể để xây dựng bản đồ đẳng trị gradient trọng lực và trên cơ sở bản đồ này hoàn toàn có thể xác định được vị trí tâm nguồn dị vật theo phương ngang x và phương thẳng đứng z trên tuyến đo. Cực trị gradient chuẩn hóa toàn phần định xứ vị trí hiện diện của dị vật trong mặt cắt khảo sát. Sai số trong các phép ước lượng độ sâu phụ thuộc nhiều vào độ rộng vùng sáng trung tâm nơi các cực đại hội tụ và có trị số khoảng 0,2 km (10%) đây là sai số đủ nhỏ trong các phương pháp Địa vật lý. Kết quả trên cho thấy, kỹ thuật phân tích này có thể được ứng dụng trong việc phát hiện dị vật bị chôn sâu hay trong các qui trình thăm dò tìm kiếm khoáng sản. Phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần (NFG) với số liệu mô hình lý thuyết cho kết quả phù hợp, vì thế, ta có thể tiếp tục áp dụng phương pháp này cho tài liệu trọng lực đo đạc thực tế tại vùng đồng bằng Sông Cửu Long.

3.2. Áp dụng mô hình thực tế

Việc áp dụng phương pháp Gradient chuẩn hóa toàn phần chỉ trình bày kết quả phân tích của dị thường Bouguer (trị số âm) thuộc tỉnh Bạc Liêu của đồng bằng sông Cửu Long. Tuyến đo kéo dài từ vĩ độ 9,38º kinh độ 105,32º đến vĩ độ 9,54º và kinh độ 105,53º thuộc địa phận tỉnh Bạc Liêu (Liệt và Cường, 2018). Tuyến khảo sát là mặt cắt ngang dị thường theo phương Tây Nam – Đông Bắc, có 43 điểm đo tương ứng với 43 giá trị Δ g, các điểm đo cách nhau 1 km, tuyến đo chạy qua vùng trung tâm của dị thường và cắt thẳng góc với trục của dị thường. Hình 7 là đồ thị phân bố các đường đẳng trị của dị thường trọng lực trên vùng nghiên cứu, vị trí hội tụ của các đường đẳng trị có chu vi bé là nơi định xứ của tâm nguồn dị thường.

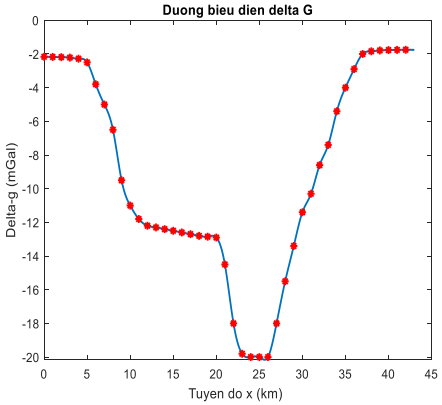


Hình 7. Dị thường trọng lực âm ở tỉnh Bạc Liêu

Sử dụng phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần bao gồm các bước tính toán tương tự như phân

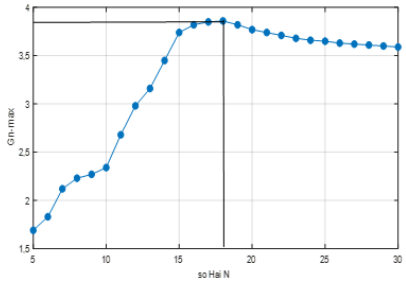
tích trên hai mô hình lý thuyết, kết quả phân tích dị thường trọng lực âm vùng Bạc Liêu như sau:

Ở Hình 8, đồ thị biểu diễn phân bố dị thường trọng lực trên tuyến đo, nhánh bên phải có dạng gần giống với đồ thị dị thường ở mô hình 2 (dị vật là chất lỏng), tuy nhiên đáy của vùng trũng kéo dài hơn. Điều này có thể lý giải là do dị vật thực tế không có tính đối xứng hoàn toàn như hình trụ và không được đặt vuông góc với mặt cắt.



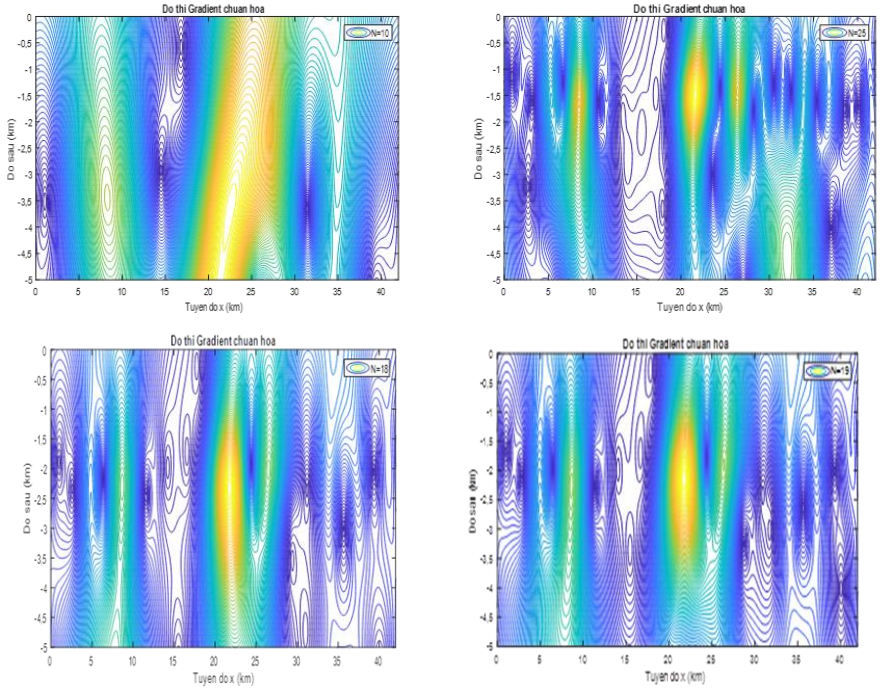
Hình 8. Đường cong dị thường trọng lực của tuyến đo Bạc Liêu

Để tính vị trí chính xác của cấu trúc dị vật sâu, đồ thị tương quan giữa tham số hài N và giá trị gradient chuẩn hóa cần thiết lập tương ứng. Ở Hình 9, biểu đồ mô tả sự phụ thuộc của giá trị gradient chuẩn hóa theo tham số N. Việc tính toán xác định các giá trị N tối ưu và giá trị gradient chuẩn hóa tương ứng được thực hiện bởi phần mềm Matlab và theo Bước 3 như trong phương pháp đề xuất. Kết quả cho thấy, khi tăng giá trị N thì các giá trị gradient chuẩn hóa toàn phần sẽ tăng dần cho đến khi N = 18, khi đó gradient toàn phần sẽ đạt giá trị cực đại. Sau đó, nếu tiếp tục tăng N thì gradient bắt đầu giảm dần nên có thể chọn giá trị tối ưu là N=18. Từ đó, giá trị NFG được tính tương ứng là 3,86 (Hình 9).



Hình 9. Mối liên hệ giữa hệ số hài N và gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại

Tiếp tục sử dụng giá trị NFG vừa tìm được, vẽ đồ thị gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại theo độ sâu (Hình 10) dễ dàng tính được các thông số vị trí của dị vật. Để so sánh, vẽ các đồ thị gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại theo 4 giá trị khác nhau của N là 10, 18, 19 và 25.



Hình 10. Đồ thị gradient chuẩn hóa toàn phần với các hệ số hài N = 10, 18, 19 và 25

Kết quả phân tích vị trí gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại ứng với các giá trị N khác nhau (Hình 10) cho thấy giá trị tối ưu được chọn là N=18 (hình thứ 2), như vậy dị vật khảo sát sẽ có độ sâu khoảng 2,2 km tương ứng sai số là độ rộng vùng sáng trung tâm khoảng 0,3 km (sai số tương đối gần 7%). Đây là một kết quả rất khả quan giúp ta xác định vị trí tâm của dị vật bên dưới tuyến đo, kết quả cần có thêm các đối chiếu chi tiết từ các phương pháp xác định khác và các tài liệu địa chất của vùng để thấy rõ bản chất cấu trúc của dị vật.

Bảng 2. Độ sâu của vùng dị thường Bạc Liêu

Phương pháp	Gradient chuẩn hóa toàn phần	Thuật giải di truyền	Compact
Độ sâu	2,2 km	1,9 km	1,2 km

So với kết quả phân tích dị thường trọng lực âm ở tỉnh Bạc Liêu bằng phương pháp thuật giải di truyền (Thiện, 2008) và phương pháp Compact (Liệt và Cường, 2018), các giá trị độ sâu tính được trình bày ở Bảng 2 cho thấy, phương pháp sử dụng gradient chuẩn hóa toàn phần cho kết quả độ sâu dị vật (tính đến tâm) lớn hơn so với hai phương pháp còn lại (độ sâu tính đến mép trên của dị vật). Kết quả nghiên cứu là cơ sở để khẳng định tính khả thi và hiệu quả của phương pháp đề xuất.

4. KẾT LUẬN

Phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần là một phương pháp lý thuyết có cơ sở phù hợp với tính chất trường thế trọng lực. Phương pháp này mang tính hiệu quả cao trong việc xác định vị trí cũng như độ sâu của quặng khoáng sản, mỏ dầu khí, bể trầm tích... Kết quả tính toán trên mô hình lý thuyết và áp dụng trên tài liệu trọng lực thực tế đã cho thấy, phương pháp này được sử dụng một cách hiệu quả. Ưu điểm của phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần là tốc độ tính toán nhanh và độ chính xác tương đối cao hy vọng phương pháp đề xuất sẽ được vận dụng trong các bài toán ngược của trường thế Địa Vật lý như từ trường và điện đất.

Trong thực tế, việc lựa chọn hệ số hài N cho việc tính toán NFG tương đối hiệu quả (Khá và ctv., 2014). Tuy nhiên, để có độ chính xác cao hơn trong phép đo độ sâu, ta cần loại bỏ trường khu vực trước khi tính toán. Việc loại bỏ được nhiễu trong quá trình hạ trường theo khai triển Fourier là rất quan trọng. Từ đó, việc lựa chọn hệ số N có hiệu quả cao trong bài toán xác định những điểm đặc biệt và các ranh giới cấu trúc địa chất bên dưới. Đối với mô hình nhiều vật thể, việc tính toán và lựa chọn hệ số N có thể trở lên phức tạp hơn, cần có nhiều phương án tính toán để tận dụng tập hợp tham số hài tìm được để tiến hành minh giải tổng hợp.

Ngày nay, với việc sử dụng các phần mềm tính toán và đồ họa hiện đại, phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần được thực hiện một cách chính xác và nhanh chóng để thu được thông tin sơ bộ về đối tượng nghiên cứu, làm cơ sở cho việc tiến hành các khảo sát chi tiết tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Berezkin, W. M. (1967) Application of the full vertical gravity gradient to determination to sources causing gravity anomalies. Expl. Geopys., 18, 69-76.

Khá, T. V., Vượng, H. V., & Dung, N. K. (2014). Mối liên hệ giữa số hài N và Gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại trong việc xác định độ sâu tới nguồn theo tài liệu trọng lực. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 14, 112-117. DOI: 10.15625/1859-3097/14/4A/6037

Liệt, Đ. V., Thiện, Ô. D., Lành, P. V., Thuần, P. T. N., & Chinh, N. V. (2009). Áp dụng thuật toán tiến hóa cải tiến để giải bài toán ngược trọng lực. Tạp chí các Khoa học về Trái Đất, 31, 397 - 402.

Liệt, Đ. V., & Cường, N. H. (2018). Ứng dụng phương pháp Compact để giải bài toán ngược trọng lực trong nghiên cứu địa vật lý. Tạp chí Khoa học Đại học Khánh Hòa, 1, 6-15. https://doi.org/10.15625/0866-7187/31/4/11784

Nhạc, T. V. (2008). Phương pháp trọng lực trong địa vật lý. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh.

Thiện, Ô. D. (2008). Kết hợp thuật giải di truyền và chiến lược tiến hóa để giải bài toán ngược trọng lực. (Luận văn thạc sĩ). Trường Đại học Cần Thơ.

Triều, C. Đ (2000). Trọng lực và phương pháp thăm dò trọng lực. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.