

Áp dụng phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần trong việc xác định cấu trúc địa chất có tiềm năng khoáng sản, dầu khí

Phạm Hữu Nghĩa^{1,2,3}, Đặng Hoàng Duy^{1,2,4,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Bộ môn Vật lý Địa cầu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh

²Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Trường Cao đẳng Long An, tỉnh Long An, Việt Nam

⁴Trường trung học phổ thông Lộc Ninh, tỉnh Bình Phước, Việt Nam

Liên hệ

Đặng Hoàng Duy, Bộ môn Vật lý Địa cầu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh

Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Trường trung học phổ thông Lộc Ninh, tỉnh Bình Phước, Việt Nam

Email: danghoanghuy0706@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 11-8-2021
- Ngày chấp nhận: 30-11-2021
- Ngày đăng: 05-01-2021

DOI: 10.32508/stdjns.v5i4.1115



Check for updates

Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



VNU-HCM Press

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu cấu trúc sâu như xác định mỏ dầu, mỏ quặng,... phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần (NFG) được sử dụng vì cho độ chính xác tương đối cao. Trong nghiên cứu này, bằng cách sử dụng thuật toán kết hợp sự thay đổi của hệ số N và sự khai triển trường thế theo chuỗi Fourier trong các tài liệu trọng lực được phân tích để xác định gradient tương ứng. Gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại được xác định dựa trên các giá trị gradient chuẩn hóa toàn phần vừa tìm được. Cấu trúc địa chất (hoặc dị vật) nghiên cứu xuất hiện tại vị trí có gradient toàn phần cực đại với độ sâu được xác định. Các mô hình được thiết lập nhằm mục đích tìm ra các kết quả và kiểm chứng tính chính xác trong bài toán thuận địa vật lý. Do đó, hai mô hình được thiết lập đại diện đặc trưng cho hai loại cấu trúc địa chất: khoáng sản dạng rắn có $\delta > 0$ và khoáng sản dạng lỏng có $\delta < 0$. Kết quả nghiên cứu của hai bài toán mô hình đều xác định được vị trí xuất hiện giá trị gradient chuẩn hóa toàn phần cực đại một cách chính xác. Mô hình được áp dụng để đánh giá các tài liệu trọng lực thực tế được đo đạc trên một tuyến đo trong lưu vực Songkhla phía tây nam của Vịnh Thái Lan, kết quả cho thấy có một cấu trúc địa chất khoáng sản ở dạng lỏng. Theo các thông tin thực địa, trong khu vực này đã có một số mỏ dầu đã được xác định và đang trong quá trình khai thác. Như vậy, có thể đây chính là vị trí tâm của mỏ dầu vì kết quả phù hợp với độ sâu được công bố của giếng khoan thăm dò.

Từ khóa: gradient chuẩn hóa toàn phần, mô hình gradient, cấu trúc sâu

GIỚI THIỆU

Phương pháp thăm dò trọng lực để nghiên cứu địa chất tầng sâu được sử dụng từ những năm đầu của thế kỷ 20 nhiều nhất là trong việc thăm dò, tìm kiếm các mỏ dầu khí. Trong đó, gradient chuẩn hóa là một trong các phương pháp được áp dụng rất hiệu quả trong công tác xử lý, phân tích và minh giải tài liệu địa vật lý. Phương pháp này lần đầu được đề xuất bởi Berezkin¹ vào năm 1967 với mục đích xác định và khoanh vùng dị thường địa vật lý và tìm kiếm trực tiếp dầu khí. Gần đây, phương pháp này vẫn tiếp tục được nghiên cứu và áp dụng và đã thu được nhiều kết quả quan trọng. Nhiều công trình nghiên cứu đã thành công khi áp dụng phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần với tài liệu dị thường trọng lực như Zeng và các cộng sự (2002)² đã phát hiện mỏ dầu tại khu vực Shengli, miền Đông Trung Quốc hoặc Aghajani Hamid và các cộng sự (2011)³ đã phát hiện các khu vực có tiềm năng cao dầu và khí ở lưu vực Tabas, miền Đông Iran.

Ở Việt Nam phương pháp trọng lực được sử dụng sau năm 1960⁴, chủ yếu tập trung vào các nhiệm vụ: tìm kiếm, thăm dò các cấu trúc chứa dầu khí; phục vụ nghiên cứu cấu trúc sâu và kiến tạo địa chất khu vực;

đo đạc, lập bản đồ mỏ quặng dưới lòng đất... Phương pháp này có ưu điểm là hiệu quả cao, độ tin cậy lớn và tốc độ thực hiện nhanh. Do đó, đây là một trong số các phương pháp được sử dụng chính trong giai đoạn tìm kiếm, thăm dò dầu khí. Có nhiều công trình nghiên cứu đã được thực hiện nhằm phục vụ cho công tác đánh giá, thăm dò trọng lực tại nước ta. Trần Tuấn Dũng năm 2004⁵ áp dụng phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần cho dị thường trọng lực hai chiều và ba chiều để phát hiện các khu vực tiềm năng dầu khí trong các bể trầm tích Đông Nam Biển Đông-Việt Nam; Phạm Nam Hưng⁶ vào năm 2015 với đề tài: “Nâng cao hiệu quả của phương pháp thăm dò trọng lực trong nghiên cứu cấu trúc địa chất ở Việt Nam”; Trần Văn Khả⁷ vào năm 2018 với đề tài: “Nghiên cứu cấu trúc kiến tạo khu vực thềm lục địa Bắc miền Trung Việt Nam trên cơ sở xử lý, phân tích minh giải tổng hợp tài liệu địa vật lý”.

Trong nghiên cứu này, phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần được áp dụng để phân tích dị thường trọng lực dọc theo một tuyến đo trong khu vực có chứa mỏ dầu thuộc Vịnh Thái Lan. Kết quả cho thấy đối tượng gây dị thường, có thể ứng với mỏ dầu, ở vị trí trung tâm của tuyến đo.

Trích dẫn bài báo này: Nghĩa P H, Duy D H. **Áp dụng phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần trong việc xác định cấu trúc địa chất có tiềm năng khoáng sản, dầu khí.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(4):1732-1741.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần được đề xuất lần đầu bởi Berezkin¹ vào năm 1967 có dạng:

$$G_n(x, z) = \frac{\sqrt{V_{zx}^2(x, z) + V_{zz}^2(x, z)}}{M+1 \sum_{i=1}^{M+1} \sqrt{V_{zx}^2(x, z) + V_{zz}^2(x, z)}} \quad (1)$$

Trong đó, $G_n(x, z)$ là giá trị gradient chuẩn hóa toàn phần (NFG) tại vị trí (x, z) trên mặt cắt. V_{zx} và V_{zz} là các đạo hàm bậc một theo phương ngang, theo phương thẳng đứng của dị thường trường thế, M là số điểm dị thường trường thế trên tuyến đo. Dị thường trọng lực Δg được xác định bởi:

$$\Delta g(x, z) = \sum_{n=1}^N \left[A_n \cos\left(n \frac{\pi}{L} x\right) + B_n \sin\left(n \frac{\pi}{L} x\right) \right] e^{\left(\frac{\pi n}{L}\right) z} \quad (2)$$

Trong đó các hệ số A_n và B_n được xác định bởi các công thức sau:

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

$$B_n = \frac{2}{L} \int_0^L \Delta g(x, 0) \sin\left(n \frac{\pi}{L} x\right) dx \quad (4)$$

Trong việc tính toán số, các công thức của A_n và B_n được biến đổi từ tích phân thành chuỗi⁸. Khi đó, dx chuyển thành Δx là bước đo trên tuyến có chiều dài L , gồm $M + 1$ điểm đo (tính cả điểm 0 tại gốc tuyến đo). Gọi x là tọa độ của điểm đo bất kì thì $x = j \cdot \Delta x$ ($j = 0, 1, 2, 3, \dots, M$). Ta có $L = M \cdot \Delta x$ và $\Delta x = \frac{L}{M}$. Lúc này:

$$A_n = \frac{2}{M} \sum_{j=0}^M \Delta g(j \Delta x) \cos\left(\frac{\pi n j}{M}\right) \quad (5)$$

$$B_n = \frac{2}{M} \sum_{j=0}^M \Delta g(j \Delta x) \sin\left(\frac{\pi n j}{M}\right) \quad (6)$$

Chuỗi biểu diễn dị thường trọng lực quan sát Δg nói trên được đồng nhất với V_z là đạo hàm bậc nhất của thế hấp dẫn do dị vật gây ra. Lấy đạo hàm lần lượt theo biến số x và z ta có gradient trọng lực theo phương x và z : V_{zx} và V_{zz}

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

$$V_{zz} = \frac{\pi}{L} \sum_{n=0}^N \left[n A_n \cos\left(n \frac{\pi}{L} x\right) + n B_n \sin\left(n \frac{\pi}{L} x\right) \right] Q_m e^{\left(\frac{\pi n}{L}\right) z} \quad (8)$$

Ở đây Q_m là hệ số làm tròn: $Q_m = \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi n}{N}\right)}{\frac{\pi n}{N}} \right)^m$

N là bậc cao nhất của hài điều hòa trong chuỗi Fourier; $m = 1, 2, 3 \dots$ (thường $m = 2$).

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

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

Trong đó v là số nguyên, thường có giá trị 2, 3, 4 nhằm tăng cường độ phân giải. Áp dụng công thức này cho từng tuyến đo ở các độ sâu z khác nhau ta được $G(x, z)$ tương ứng.

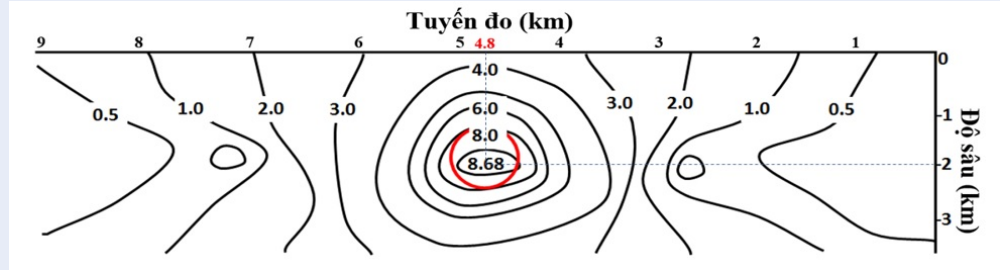
Đối với mỗi độ sâu z nào đó, ta thực hiện lần lượt các bước tính toán như sau: (i) Tính giá trị trung bình $\bar{G}(x, z)$ của tất cả các giá trị $G(x, z)$ trên tuyến đo ở độ sâu z đó; (ii) Chia từng giá trị $G(x, z)$ ở độ sâu này cho $\bar{G}(x, z)$ để thu được các giá trị gradient chuẩn hóa $G(x, z)$ trên một tuyến ứng với độ sâu này; (iii) Tính cho tất cả các độ sâu khác sẽ có được gradient chuẩn hóa toàn phần mà giá trị của nó phân bố trong mặt cắt thẳng đứng dọc theo tuyến đo.

Vậy, gradient chuẩn hóa toàn phần $G_n(x, z)$ là đại lượng không thứ nguyên và có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn 1 và được biểu diễn dưới dạng thập phân. Theo qui ước, đường đẳng trị 1 là ranh giới giữa khu vực gọi là dương (lớn hơn 1) và âm (nhỏ hơn 1) trong mặt cắt phân bố gradient chuẩn hóa toàn phần⁸.

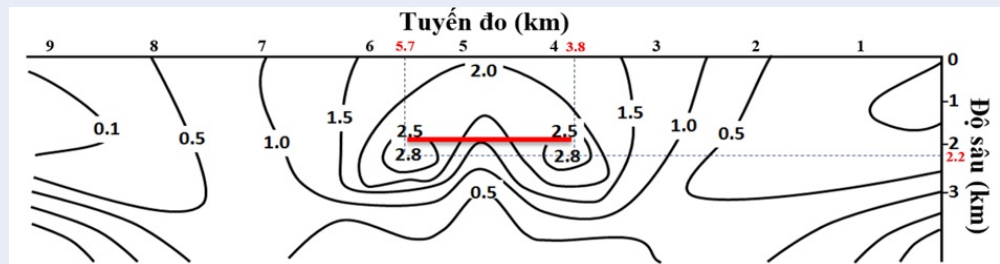
Sự phân bố gradient chuẩn hóa toàn phần theo các tuyến trong mặt cắt giúp xây dựng bản đồ đẳng trị trong mặt này. Tâm của cực trị cho phép xác định vị trí của đối tượng thăm dò. Hình 1 là hình ảnh minh chứng cho sự phân bố Gradient chuẩn hóa toàn phần ở một tuyến đo chiều dài 9km. Dị vật được phát hiện tại vị trí (4,8;-2) có Gradient chuẩn hóa đạt giá trị cực đại bằng 8,68.

Nếu dị vật có dạng kéo dài, thì ở hai đầu sẽ có hai cực đại. Hình ảnh minh họa cho dị vật dạng kéo dài sẽ được nhìn thấy trong Hình 2 với chiều dài tuyến đo là 9km, Gradient chuẩn hóa đạt cực đại bằng 2,8 ở hai đầu của dị vật kéo dài Từ vị trí 3,8km đến vị trí 5,7km theo chiều dài tuyến đo. Vị trí chính xác được điều chỉnh bằng cách lựa chọn N tối ưu (N còn được gọi là số hài)^{7,9}. Với các giá trị N khác nhau thì vị trí của cực trị sẽ di chuyển, thay đổi vị trí. Với N thích hợp thì giá trị cực trị sẽ đạt cực đại tại vị trí cần xác định của đối tượng gây dị thường. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp lựa chọn N tối ưu theo Aghajani³.

Độ chính xác của phương pháp này có thể được nâng cao hơn, nếu chuỗi Fourier có n biến thiên từ $N1$ đến $N2$ (thay vì từ 0 đến N). Do đó cần lựa chọn $N1$ và $N2$ thích hợp để cực trị của gradient chuẩn hóa đạt giá trị cực đại.



Hình 1: Sự phân bố gradient chuẩn hoá toàn phần tính cho một tuyến đo được biểu diễn bằng các đường đẳng trị. Gradient chuẩn hóa đạt giá trị cực đại bằng 8,68 tại vị trí (4,8;-2) là nơi có dị vật.



Hình 2: Dị vật dài nằm ngang ở độ sâu $\Delta h = 2,2$ km kéo dài từ vị trí 3,8 km đến vị trí 5,7 km trên tuyến đo có gradient chuẩn hoá đạt giá trị cực đại bằng 2,8 ở hai đầu của dị vật.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mô hình lý thuyết

Trong nghiên cứu này, những vật thể địa chất như các mạch quặng, các vỉa quặng... có dạng hình trụ tròn nằm ngang, gây nên dị thường trọng lực tương tự như thanh vật chất nằm ngang dọc theo đường tâm hình trụ được tập trung nghiên cứu.

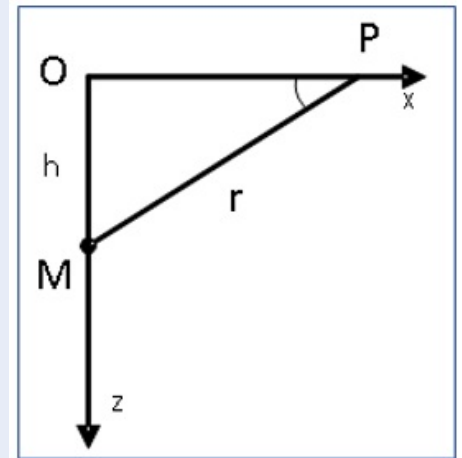
Hệ quy chiếu dùng để thực hiện mô hình được chúng tôi thể hiện trong Hình 3 với: Chọn trục Ox nằm ngang, trục Oz hướng thẳng xuống. Thanh vật chất nằm ngang song song với trục Oy tại điểm M, có độ sâu $h=OM$ tại vị trí $x=0$. Dị thường được quan sát dọc theo trục Ox. Dị thường trọng lực Δg tại vị trí P có tọa độ x được tính theo công thức^{3,8}:

$$\Delta g = V_z(x, 0) = 2G\delta \frac{h}{x^2 + h^2}$$

Các mô hình dị vật có dạng hình trụ tròn nằm ngang dài vô hạn được xây dựng để mô phỏng các loại khoáng sản: (i) Khoáng sản dạng rắn $\delta > 0$ (mô hình 1): quặng vàng, quặng sắt, ...; (ii) Khoáng sản dạng lỏng $\delta < 0$ (mô hình 2): mỏ dầu khí, mạch nước ngầm; ... Các thông số tương ứng của hai mô hình này được trình bày trong Bảng 1.

Trong đó:

L: Chiều dài tuyến đo (km).



Hình 3: Điểm P quan sát dọc theo trục Ox ở mặt đất, thanh hình trụ song song với Oy ở vị trí M ở độ sâu h.

M: Số điểm đo trên tuyến.

Δx : Khoảng cách hai điểm đo liên tiếp (km).

x_0 : Vị trí vật thể trên tuyến đo (km).

h_0 : Độ sâu vật thể (km).

δ : Mật độ dư dài của hình trụ (g/cm^3).

G: Hằng số hấp dẫn ($cm^3/g.s^2$)

Bảng 1: Các tham số của các vật thể mô hình có dạng hình trụ nằm ngang dài vô hạn

STT	L(km)	M	Δx (km)	x_0 (km)	h_0 (km)	δ (g/cm ³)
Mô hình 1	50	51	1,0	-10	3,0	0,2
Mô hình 2	50	51	1,0	5	4,0	-0,2

Áp dụng các bước tính toán như đã nêu trong mục phương pháp nghiên cứu, đã thu được hai mô hình như trình bày sau:

- Mô hình 1: Tương ứng mô hình khoáng sản dạng rắn ($\delta > 0$)

Thay đổi hệ số hài N để tính toán tìm gradient chuẩn hóa cực đại, sau đó dựa vào đồ thị so sánh chọn cực đại đầu tiên là giá trị N tối ưu.

Hình 4 và Hình 6 ở mô hình 1 cho thấy tâm của vật thể nằm ở vị trí -10 km theo chiều dài tuyến khảo sát với độ sâu 3 km.

Dựa trên mối liên hệ giữa số hài N và gradient chuẩn hóa cực đại trên Hình 5, chúng tôi đã lựa chọn được $N = 22$ là tối ưu.

- Mô hình 2: Tương ứng mô hình khoáng sản dạng lỏng ($\delta > 0$)

Thay đổi hệ số hài N để tìm cực đại gradient chuẩn hóa và lựa chọn N tối ưu.

Dựa trên mối liên hệ giữa số hài N và gradient chuẩn hóa cực đại trên Hình 8, đã lựa chọn được $N = 17$ là tối ưu.

Với mô hình 2, kết quả cho thấy tâm của vật thể nằm ở vị trí 5 km theo chiều dài tuyến khảo sát với độ sâu 4 km.

- Kết luận về 2 mô hình: (i) Dị thường do vật thể hình trụ tròn với các tham số như trong Bảng 1 được biểu diễn như trên Hình 4 và Hình 7; (ii) Kết quả tính gradient chuẩn hóa toàn phần của hai mô hình trên được thể hiện trong Hình 6 và Hình 9; (iii) Đường cong trọng lực rời rạc thu được trong một mặt cắt thẳng đứng giúp xây dựng bản đồ đẳng gradient trọng lực và trên cơ sở bản đồ này hoàn toàn có thể xác định được vị trí theo phương ngang x và phương thẳng đứng z mà dị thường trọng lực tồn tại. Cực trị gradient chuẩn hóa toàn phần phản ánh sự hiện diện của dị vật trong mặt cắt khảo sát; (iv) Kết quả cho thấy có thể ứng dụng phương pháp này trong việc phát hiện dị vật dưới sâu và trong thăm dò tìm kiếm khoáng sản. Phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần (NFG) với số liệu mô hình cho kết quả phù hợp, trên cơ sở đó tiếp tục áp dụng phương pháp này cho tài liệu trọng lực đo đạc thực tế tại lưu vực Songkhla phía tây nam của Vịnh Thái Lan.

Áp dụng phân tích số liệu thực tế

Trong nghiên cứu này xử lý tài liệu trọng lực thực tế được đo trên một tuyến khảo sát dầu khí ở phía tây nam của Vịnh Thái Lan. Chiều dài tuyến đo là 50 km, khoảng cách giữa các điểm đo trên tuyến là 2,5 km, có tổng cộng đo được 21 giá trị trọng lực. Số liệu dị thường trọng lực dọc theo tuyến đo được biểu diễn trên Hình 10.

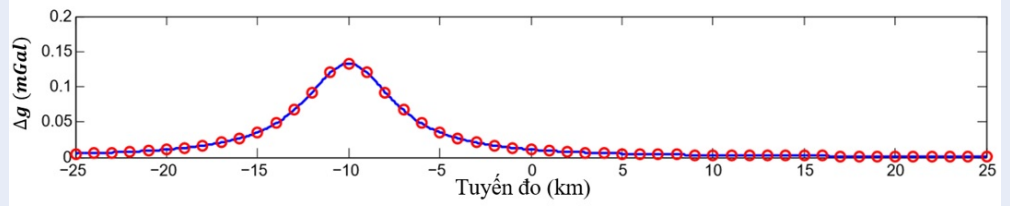
Bằng đường cong dị thường trọng lực rời rạc trên, sử dụng phương pháp gradient chuẩn hóa trong một mặt cắt thẳng đứng xây dựng bản đồ đẳng gradient trọng lực và trên cơ sở bản đồ này đã xác định được vị trí theo phương ngang x và phương thẳng đứng z mà dị thường trọng lực tồn tại. Vị trí chính xác của đối tượng dị vật sâu cần tìm bằng cách lựa chọn N trong biến đổi Fourier là tối ưu nhất⁹. Việc tính toán xác định các giá trị N và giá trị gradient chuẩn hóa tương ứng được thực hiện dùng phần mềm Matlab. Kết quả sự phụ thuộc của giá trị gradient theo N được biểu diễn trên Hình 11.

Kết quả trong Hình 11 cho thấy khi N thay đổi (tăng dần), các giá trị gradient chuẩn hóa tăng dần cho đến khi $N = 23$ thì gradient đạt giá trị lớn nhất và bắt đầu giảm dần khi N tăng. Ngoài ra, khi xử lý trên tuyến đo bằng cách thay đổi N thì kết quả được thể hiện trong Hình 12.

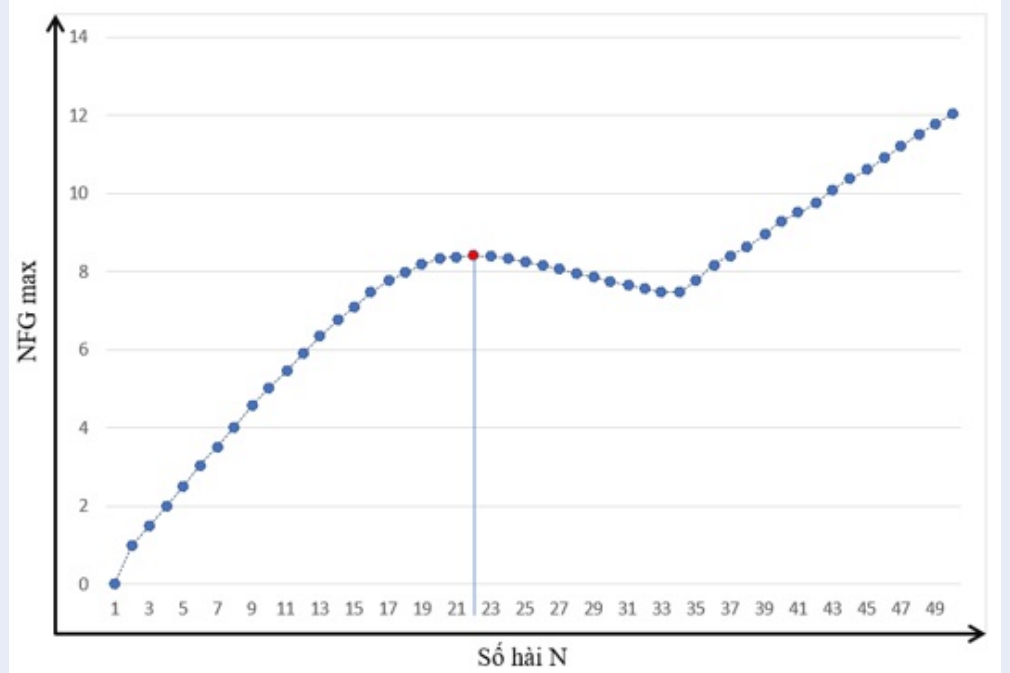
Kết quả gradient chuẩn hóa với tài liệu trọng lực này cho thấy dị vật trong vùng khảo sát ở độ sâu khoảng 2,8 km tương ứng với $N = 23$. Đây là một kết quả sơ bộ về vị trí tâm của dị vật bên dưới tuyến đo và cần có thêm các khảo sát chi tiết khác để xác định kích thước của nó cũng như để xác định bản chất của dị vật có phải mỏ dầu hay không. Theo kết quả thực tế, tại lưu vực Songkhla phía tây nam của Vịnh Thái Lan¹⁰, độ sâu phát hiện cấu trúc chứa dầu là 2750 m. Như vậy, sai số của phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần và kết quả thực tế khoảng 2%. Kết quả của nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp.

KẾT LUẬN

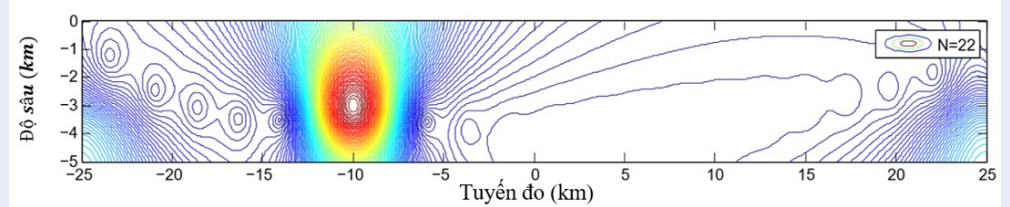
Phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần là một phương pháp mang tính hiệu quả cao trong việc xác định vị trí cũng như độ sâu của quặng khoáng sản, mỏ dầu khí... Phương pháp này có ưu điểm là tốc độ tính toán nhanh và độ chính xác tương đối cao. Kết quả tính toán trên mô hình lý thuyết và áp dụng trên



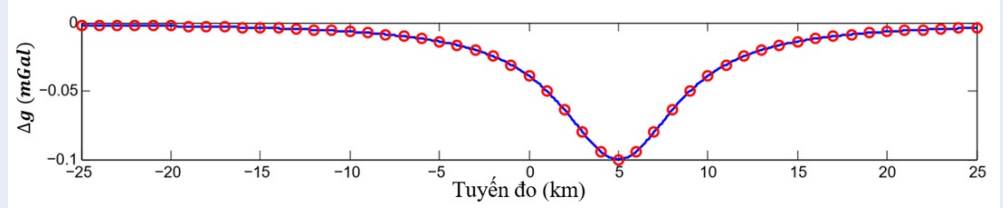
Hình 4: Đường cong dị thường trọng lực của mô hình 1.



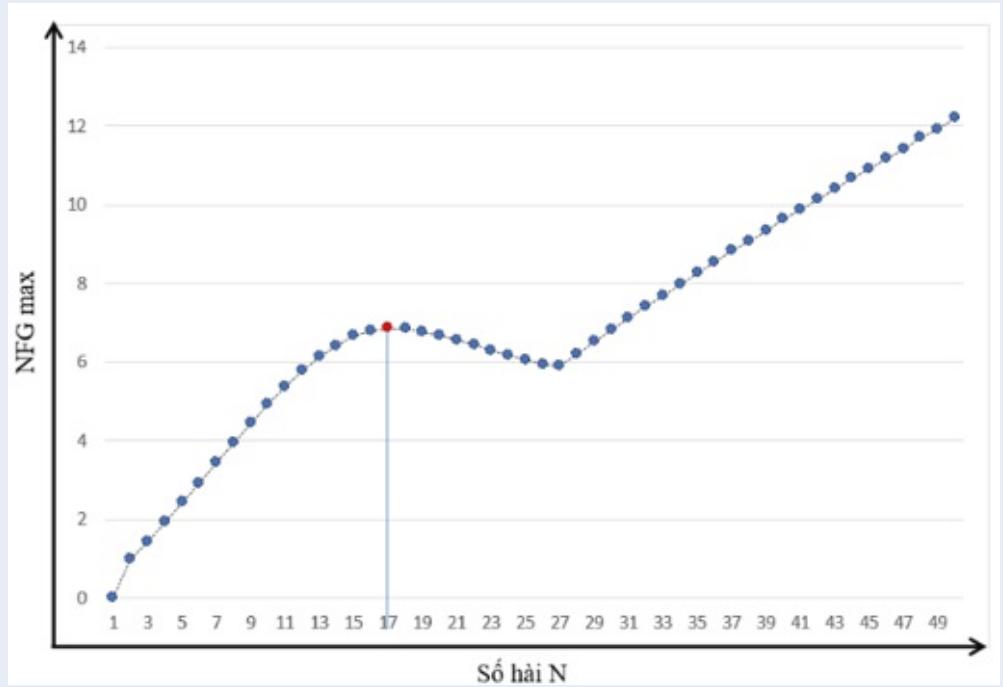
Hình 5: Sự phụ thuộc của gradient (G_{max}) theo giá trị của N trên mô hình 1: N=22



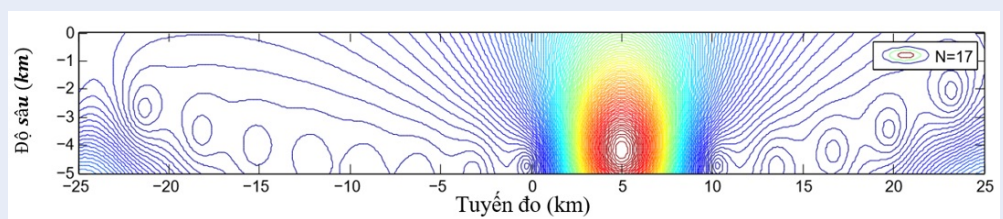
Hình 6: Đồ thị gradient chuẩn hóa của dị thường trọng lực mô hình 1.



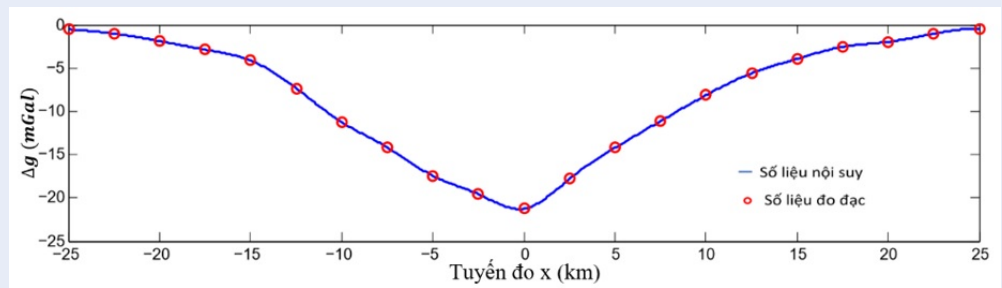
Hình 7: Đường cong dị thường trọng lực của mô hình 2.



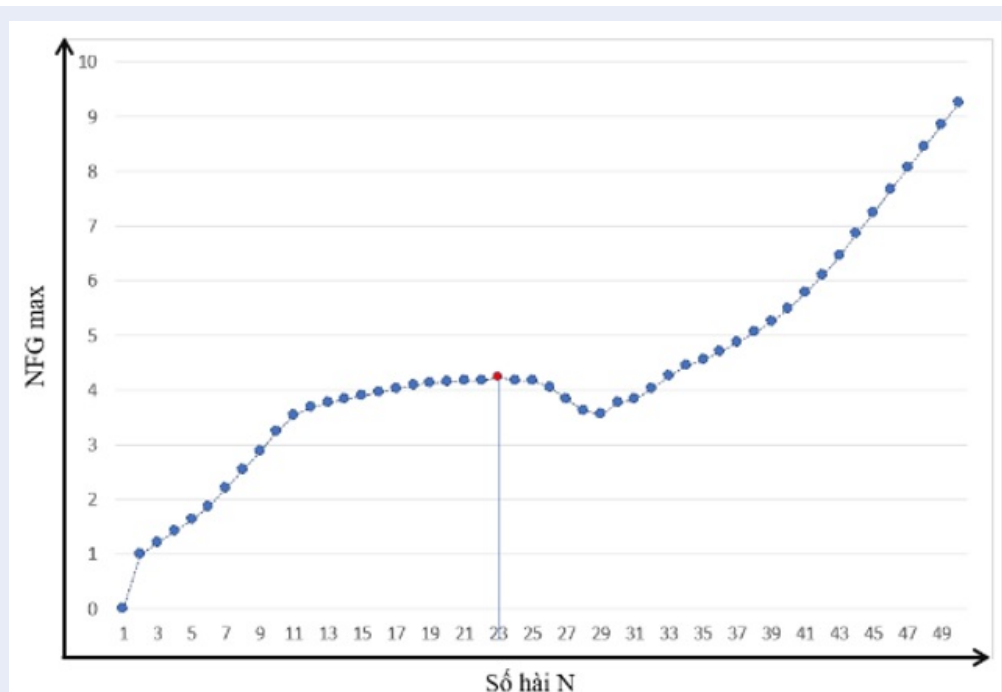
Hình 8: Sự phụ thuộc của gradient (G_{max}) theo giá trị của N trên mô hình 2: N = 17



Hình 9: Đồ thị gradient chuẩn hóa của của dị thường trọng lực mô hình 2.



Hình 10: Số liệu đo đạc và đường cong nội suy.



Hình 11: Sự phụ thuộc của gradient (G_{max}) theo giá trị của N: N=23

tài liệu địa vật lý thực tế đã cho thấy có thể sử dụng phương pháp này một cách có hiệu quả.

Đối với phương pháp gradient chuẩn hoá toàn phần, việc lựa chọn hệ số N trong quá trình khai triển Fourier đóng vai trò rất quan trọng trong bài toán xác định những điểm dị vật, các ranh giới cấu trúc địa chất. Do đó, lập trình các thuật toán kết hợp với việc sử dụng các phần mềm nghiên cứu địa vật lý hiện đại đã giúp việc tính toán và xử lý số liệu nhanh hơn, biểu diễn hình ảnh kết quả tốt hơn.

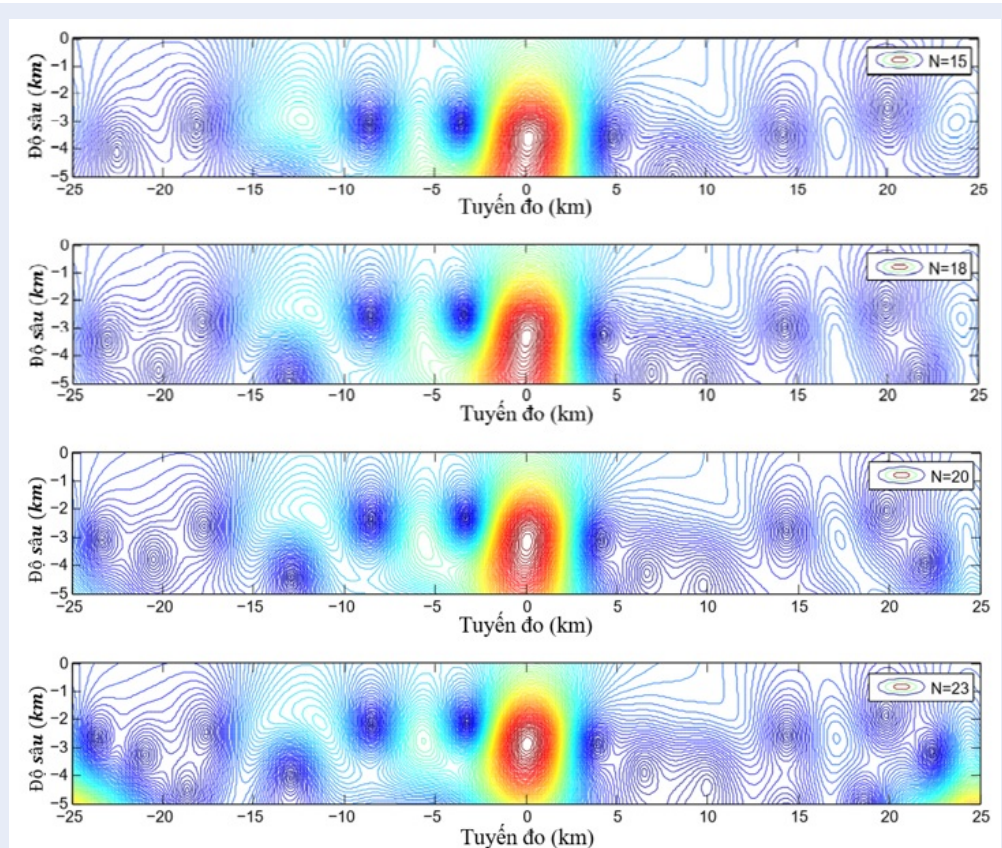
Trong thực tế, nhiều cấu trúc địa chất trên một tuyến đo có thể xuất hiện nhiều dị vật khác nhau. Do đó, việc tính toán và lựa chọn hệ số N có thể trở nên phức tạp hơn, nhiều tác giả cho rằng cần có nhiều nghiên cứu hơn nữa để đưa ra các phương án tính toán sao

cho phù hợp, từ đó tiến hành minh giải để đưa ra bức tranh cấu trúc địa chất trong khu vực nghiên cứu tốt nhất.

Ngày nay với việc sử dụng các phần mềm tính toán và đồ họa hiện đại, phương pháp này có thể 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.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến Phó Giáo sư, Tiến sĩ Trần Văn Nhạc đã cung cấp tài liệu đo đạc trọng lực. Ngoài ra, chúng tôi đặc biệt cảm ơn trường THPT Lộc Ninh, trường Cao đẳng Long An đã giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi về thời gian cũng như cơ sở vật chất để



Hình 12: Mật cắt gradient chuẩn hoá với các giá trị N khác nhau. Với $N = 23$ thì G_{max} đạt giá trị cực đại là dấu hiệu có dị vật.

chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

G_{max} : gradient cực đại

NFG: normalized full gradient (gradient chuẩn hóa toàn phần)

THPT: trung học phổ thông

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Tác giả xác định không có bất cứ xung đột lợi ích nào.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Tác giả Phạm Hữu Nghĩa và Đặng Hoàng Duy có vai trò như nhau trong bài báo khi đóng góp trực tiếp đến xử lý số liệu, giải thích kết quả và viết bản thảo. Chương trình chuyển đổi định dạng số liệu giữa các phần mềm xử lý chuyên dụng Địa Vật lý được viết bởi Đặng Hoàng Duy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Berezkin W M. Application of the full vertical gravity gradient to determination to sources causing gravity anomalies. Expl.

Geophys. 1967;18: 69-76;.

2. Zeng H, et al. Detection of reservoirs from normalized full gradient of gravity anomalies and its application to Shengli oil field, East China. Geophysics. 2002;67:1138-1147; Available from: <https://doi.org/10.1190/1.1500375>.
3. Aghajani H, Moradzadeh A, Hualin Z. Detection of high potential oil and gas fields using normalized full gradient of gravity anomalies: A case study in the Tabas basin, Eastern Iran. Pure Appl. Geophys. 2011;168(10):1851-1863; Available from: <https://doi.org/10.1007/s00024-010-0169-y>.
4. Đinh Triều C. Trọng lực và phương pháp thăm dò trọng lực. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 2000;.
5. Dung TT. Two and three dimensional normalized total gradient of gravity anomalies and its application for detecting the oil-gas potential areas in the southeast sedimentary basins of the East Vietnam Sea. In Proc. 7th SEGJ International Symposium - Imaging Technology. Sendai, Japan. 2004;.
6. Hưng PN. Nâng cao hiệu quả của phương pháp thăm dò trọng lực trong nghiên cứu cấu trúc địa chất ở Việt Nam. Luận án tiến sĩ, Viện Hàn Lâm Khoa Học Việt Nam. 2015;.
7. Khả TV. Nghiên cứu cấu trúc kiến tạo khu vực thềm lục địa Bắc miền Trung Việt Nam trên cơ sở xử lý, phân tích minh giải tổng hợp tài liệu địa vật lý. Luận án tiến sĩ, đại học Khoa Học Tự Nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội. 2018;.
8. Nhac TV. Phương pháp trọng lực trong địa vật lý. NXB Khoa học và Kỹ thuật-TP Hồ Chí Minh. 2008;.
9. Aydın A. Interpretation of gravity anomalies with the Normalized Full Gradient (NFG) method and an example. Pure and Applied Geophysics. 2007;164: 2329-2344; Available from: <https://doi.org/10.1007/s00024-007-0271-y>.

10. Songkhla oil field, Gulf of Thailand; Available from: <https://www.offshore-technology.com/projects/songkhla-thailand>.

Using normalized full gradient of gravity anomalies to detect geological structures with mineral oil and gas potential

Nghia Huu Pham^{1,2,3}, Duy Hoang Dang^{1,2,4,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

In deep structural studies such as determining oil and ore deposits, the normalized full gradient (NFG) method is used with relatively high accuracy. In this paper, by using an algorithm combining the change of the coefficient N and the potential field expansion according to the Fourier series to determine the gravity documents were analyzed. The maximum normalized full gradient could be determined based on the found normalized full gradient values. The studied geological structure (or foreign body) was determined at the location with the maximum total gradient with a defined depth. The models were set up for the purpose of finding the results and verifying the accuracy in the geophysical problem. Therefore, two models were established representing two types of geological structures: solid minerals with $\delta > 0$ and liquid minerals with $\delta < 0$. Research results of the two modeling problems were equal. The exact position possessing the maximum normalized full gradient was determined. Application of these models on the actual gravimetric data measured on a measuring line in the Songkhla basin southwest of the Gulf of Thailand showed the presence of a liquid-mineral geological structure. According to the field information, there were a number of oil fields in this area that had been identified and are in the process of being exploited. Thus, this position would be the center of the oil field, because the obtained result is in full agreement with the published depth of the well.

Key words: Normalized full gradient, gradient model, deep structure

¹Department of Geophysics, University of Science Ho Chi Minh City

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

³Long An College, Long An Province, Vietnam

⁴Loc Ninh High School, Binh Phuoc Province, Vietnam

Correspondence

Duy Hoang Dang, Department of Geophysics, University of Science Ho Chi Minh City

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Loc Ninh High School, Binh Phuoc Province, Vietnam

Email: danghoanghuy0706@gmail.com

History

- Received: 11-8-2021
- Accepted: 30-11-2021
- Published: 05-01-2021

DOI : 10.32508/stdjns.v5i4.1115



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Pham N H, Dang D H. Using normalized full gradient of gravity anomalies to detect geological structures with mineral oil and gas potential. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 6(1):1732-1741.