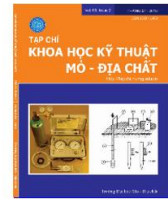




Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Hiệu quả áp dụng phân tích số liệu bằng sử dụng đường cong vi phân từ Tellur trong nghiên cứu cấu trúc sâu đới Thường Xuân-Bá Thước tỉnh Thanh Hóa

Phạm Ngọc Đạt ^{1,*}, Phạm Ngọc Kiên ², Lại Hợp Phòng ¹, Đinh Văn Toàn ¹, Trần Anh Vũ ¹, Dương Thị Ninh ¹, Ngô Tiến Lâm ¹

¹ Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

² Khoa Dầu khí, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 25/02/2018

Chấp nhận 03/4/2018

Đăng online 27/4/2018

Từ khóa:

Từ Tellur

Đường cong vi phân

Cấu trúc sâu

TÓM TẮT

Phương pháp đo sâu từ Tellur là một trong những phương pháp hiệu quả trong tìm kiếm khoáng sản, nghiên cứu cấu trúc sâu. Tuy nhiên, với môi trường cấu trúc địa chất phức tạp, có nhiều nguồn gây dị thường phân bố gần nhau, nhiều trường hợp đường cong quan sát không cho thấy khả năng tách biệt rõ các đới tương ứng. Trong nội dung bài báo này, nhóm tác giả đã xây dựng quy trình xử lý biến đổi vi phân số liệu từ Tellur. Kết quả sử dụng đường cong vi phân thay vì đường cong quan sát đã giúp nâng cao độ phân giải và tính định xứ của tài liệu từ Tellur trên cả mô hình lý thuyết lẫn tài liệu thực tế. Trên tuyến khảo sát tại khu vực phía Tây Thanh Hóa, nơi có nhiều đứt gãy phân bố rất gần nhau, cấu trúc môi trường dưới tuyến đo đã được thể hiện khá rõ ràng dựa trên việc kết hợp xử lý điện trở suất vi phân và giải ngược 2D số liệu đo sâu từ Tellur.

© 2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Phương pháp đo sâu từ - Tellur đã được nghiên cứu hoàn chỉnh về cơ sở lý thuyết, áp dụng có hiệu quả trong nghiên cứu cấu trúc sâu (Cagniard, 1953; Tikhonov, 1965; Berdichevsky, 1976; Constable, 1987; Grandis, 1999). Các nhà khoa học đã tiếp tục nghiên cứu về phương pháp xử lý số liệu đo sâu từ Tellur, như nghiên cứu xử lý 1D của (Niblett và Sayn-Wittgenstein, 1960;

Schmucker, 1970; Bostick, 1977). Trong khi hai phương pháp xử lý số sau được áp dụng ở Tây Âu và Bắc Mỹ, phương pháp Niblett được sử dụng nhiều ở Đông Âu và Liên Xô cũ. Theo (Weidelt et al., 1980) đã chứng minh các phương pháp này cho ra các kết quả xử lý điện trở suất theo chiều sâu tương tự nhau. Cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, các chương trình giải ngược 1D, 2D và 3D lần lượt được nghiên cứu và ứng dụng. Các nghiên cứu về vấn đề này đã được nêu chi tiết trong nghiên cứu giải bài toán ngược 2D của (Lee et al., 2009). Ở Việt Nam (Luu Việt Hùng và nnk, 2014; Lê Huy Minh và nnk, 2008, 2009, 2014; Đoàn Văn Tuyển và nnk, 1999, 2001, 2015; Võ

*Tác giả liên hệ

E-mail: ngocdatdvlk52@gmail.com

Thanh Sơn và nnk, 2015) đã tiến hành phân tích tài liệu bằng sử dụng chương trình giải bài toán ngược 1D và 2D ở một số vùng tại miền Bắc Việt Nam. Tuy nhiên, với điều kiện địa hình, địa chất, kiến tạo phức tạp như ở Việt Nam, việc nghiên cứu các phương pháp xử lý hiện đại để làm rõ các cấu trúc địa chất từ tài liệu từ-Tellur là hết sức cấp thiết. Nhằm nâng cao tính định xứ và độ phân giải của số liệu từ Tellur trong nghiên cứu cấu trúc (Phạm Ngọc Đạt, 2015) đã sử dụng đường cong vi phân dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Trọng Nga. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã sử dụng tài liệu đo sâu từ Tellur trên tuyến đo tại vùng Thanh Hóa, cắt qua các đới đứt gãy sâu phản ảnh cấu trúc địa chất phức tạp của khu vực khảo sát. Do nâng cao được tính định xứ và độ phân giải nên kết quả của phương pháp xử lý điện trở suất vi phân được nhóm tác giả áp dụng đã phản ánh cấu trúc địa chất phù hợp với môi trường thực tế.

2. Phương pháp đo sâu từ - Tellur

Phương pháp đo sâu từ - Tellur là phương pháp nghiên cứu điện trở suất biểu kiến theo chiều sâu bằng cách quan sát trở kháng của trường từ - Tellur ở dải tần số từ cao xuống thấp để tăng dần chiều sâu khảo sát.

Chiều sâu khảo sát của phương pháp hay bề dày lớp Skin được xác định theo công thức:

$$z = \frac{\delta}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \sigma \omega}} = \sqrt{\frac{\rho_T}{2\pi \mu_0}} \approx 503 \sqrt{T \cdot \rho_T} \quad (1)$$

Phương pháp này có các ưu điểm như: Nguồn trường tự nhiên nên không phải phát trường, hơn nữa ở Việt Nam là nước có vĩ độ thấp nên trường

càng mạnh; chiều sâu khảo sát từ vài trăm mét đến hàng trăm kilomet vì dải tần rất rộng: $f=(10^{-5} \div 10^4)$ (Hz). Tùy thuộc dải tần số người ta chia thành hai phương pháp đo sâu: Phương pháp từ-Tellur dải tần thấp sử dụng dải tần $f=(10^{-5} \div 10^{-1})$ (Hz) nghiên cứu cấu trúc sâu từ vài kilomet đến vài trăm kilomet, phương pháp từ - Tellur âm tần sử dụng dải tần số cao $f=(10 \div 10^4)$ (Hz) nghiên cứu chiều sâu nông từ vài trăm mét đến vài kilomet.

Công thức tính điện trở suất biểu kiến của tài liệu đường cong đo sâu từ - Tellur có dạng:

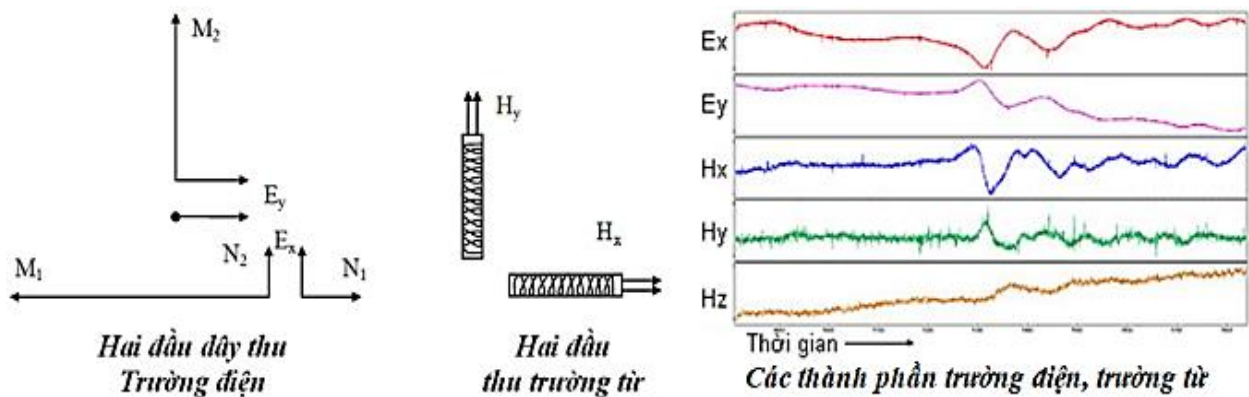
$$\rho_T(\sqrt{T}) = \frac{1}{\omega \mu_0} |Z|^2 = \frac{T}{2\pi \mu_0} |Z|^2 \quad (2)$$

Trong đó: $T = 1/f$ là chu kỳ quan sát ứng với tần số f , ω là tần số góc, μ_0 là độ từ thẩm của không khí, Z là trở kháng trường từ - Tellur của môi trường đất đá. Trong các môi trường 1D, 2D và 3D thì $Z_{1D} := Z_{xy}, Z_{yx}$; $Z_{2D} := \sqrt{Z_{xy} \cdot Z_{yx}}$; $Z_{3D} := \sqrt{Z_{xx} \cdot Z_{yy} - Z_{xy} \cdot Z_{yx}}$ nên ở công thức (2) sẽ có $\rho_{T_{xy}}$; $\rho_{T_{yx}}$; $\rho_{T_{2D}}$; $\rho_{T_{3D}}$ tương ứng.

Các thiết bị đo ghi trường từ-Tellur bao gồm các điện cực đo trường điện xác định các thành phần điện E_x, E_y , và các đầu thu trường từ ghi các thành phần từ H_x, H_y, H_z biến đổi theo thời gian (Hình 1). Thông qua các tín hiệu trường ban đầu, các số liệu đo ghi này được tính toán qua các biến đổi toán học thành các giá trị trở kháng Z ứng với từng chu kỳ T .

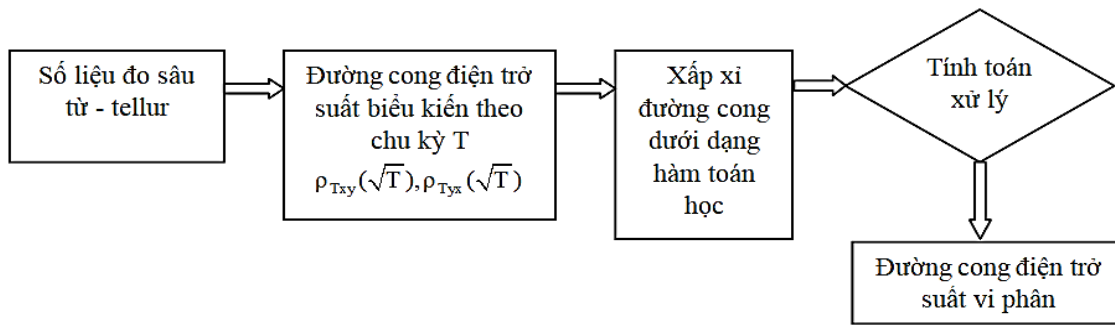
3. Tham số điện trở suất vi phân

Trong nội dung của bài báo này, chúng tôi đã thực hiện xử lý theo phương pháp số được tham số điện trở suất vi phân. Tham số này được biến



Hình 1. Sơ đồ đo ghi và kết quả đo ghi tại một trạm đo từ - Tellur.

Ex: Trường điện theo phương Bắc Nam; Ey: Trường điện theo phương Đông Tây; Hx: Trường từ theo phương Bắc Nam; Hy: Trường từ theo phương Đông Tây; Trường từ theo phương thẳng đứng.



Hình 2. Quy trình xử lý điện trở suất vi phân.

đổi từ giá trị điện trở suất biểu kiến $\rho_T(\sqrt{T})$ ở trên theo công thức áp dụng từ đề xuất của Nguyễn Trọng Nga (Phạm Ngọc Đạt, 2015):

$$\rho_T(z) = \rho_T(\sqrt{T}) \cdot \left[2 + \frac{\partial \lg \rho_T(\sqrt{T})}{\partial \lg \sqrt{T}} \right] / \left[2 - \frac{\partial \lg \rho_T(\sqrt{T})}{\partial \lg \sqrt{T}} \right]$$

Với $z = 503 \sqrt{T \cdot \rho_T}$ (3)

(Niblett, Sayn-Wittgenstein, 1960; Bostick, 1977) đã đề xuất công thức tính chiều thăm sâu theo công thức $z = \sqrt{\frac{T \cdot \rho_T}{2\pi\mu_0}}$. Nhóm tác giả đã áp dụng công thức này trong các phần xử lý bên dưới.

Ở đây $\frac{\partial \lg \rho_T(\sqrt{T})}{\partial \lg \sqrt{T}}$ là đạo hàm của điện trở suất biểu kiến theo căn bậc hai của chu kỳ T trong thang logarit kép.

Tham số tính trong công thức (3) là giá trị điện trở suất vi phân của lớp mỏng ở chiều sâu z. Tham số điện trở suất vi phân có đơn vị là Ωm giống với điện trở suất biểu kiến. Tuy nhiên, tham số này có độ phân giải cao, tính định xứ tốt và trung thực tính chất địa điện theo chiều sâu tại điểm khảo sát.

Số liệu điện trở suất biểu kiến thu được từ tài liệu đo sâu từ - Tellur bao gồm hai tập số liệu: (i) điện trở suất biểu kiến theo phương xy ($\rho_{xy}(\sqrt{T})$), (ii) điện trở suất biểu kiến theo phương yx ($\rho_{yx}(\sqrt{T})$). Trong trường hợp môi trường 2D, các giá trị điện trở suất biểu kiến $\rho_{xy}(\sqrt{T})$ và $\rho_{yx}(\sqrt{T})$ có giá trị khác nhau, do đó ta có thể sử dụng giá trị trung bình nhân của hai tham số trên để đưa vào xử lý tài liệu đo sâu từ-Tellur, áp dụng từ đề xuất của Nguyễn Trọng Nga, (Phạm Ngọc Đạt, 2015):

$$\rho_{2D}(\sqrt{T}) = \sqrt{\rho_{xy}(\sqrt{T}) \cdot \rho_{yx}(\sqrt{T})} \quad (4)$$

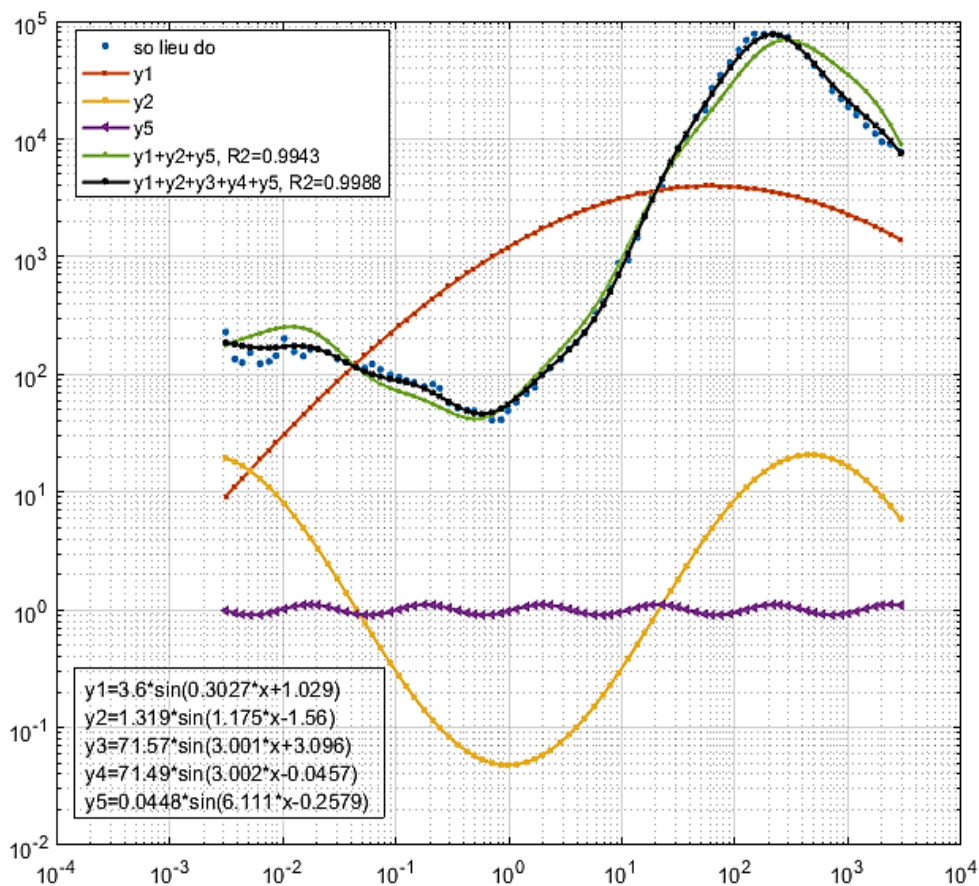
Cả 3 tham số nêu trên đều có thể được đưa vào xử lý theo công thức (3).

4. Phương pháp xử lý

Chúng tôi đã áp dụng phương pháp xử lý số để thực hiện biến đổi đường cong điện trở suất biểu kiến thành đường cong điện trở suất vi phân theo công thức (3) theo quy trình như trên Hình 2.

Số liệu đo sâu từ - Tellur giúp ta xây dựng được đường cong điện trở suất biểu kiến theo chu kỳ T. Để thuận tiện cho việc tính đạo hàm trong công thức (3), chúng ta có thể xấp xỉ đường cong đo ghi về dạng một hàm toán học như hàm đa thức, hàm số mũ, hàm lũy thừa, tổng các hàm sin... Việc lựa chọn hàm xấp xỉ là theo quan điểm của người xử lý, nhưng phải đảm bảo hàm xấp xỉ được lựa chọn thể hiện gần đúng đáng điệu và biên độ của đường cong đo sâu từ-Tellur. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã xấp xỉ đường cong dưới dạng tổng các hàm sin: $\lg \rho_T(\sqrt{T}) = \sum_{i=1}^N a_i \sin(b_i x + c_i)$. Ở đây, các hệ số a_i , b_i , c_i lần lượt là biên độ, tần số góc và pha của các hàm hình sin thứ i . N ở đây là số hàm sin dùng để biểu diễn số liệu đo tùy thuộc vào mức độ dao động của đường cong đo ghi. Với những đường cong đo ghi biến đổi phức tạp $N \rightarrow \infty$ với đường cong đo sâu từ-Tellur, giá trị N có thể được lựa chọn hữu hạn sao cho tổng các hàm sin xấp xỉ đúng quy luật biến đổi và có biên độ gần đúng với số liệu đo ghi (Nikitin, 1986).

Để lựa chọn được số các hàm sin có thể dùng với tập số liệu đo ghi mà nhóm tác giả nghiên cứu, chúng tôi đã thử nghiệm xấp xỉ số liệu đo dưới dạng một hàm sin, tổng của 3 hàm sin và tổng của 5 hàm sin (Hình 3). Chúng ta dễ nhận thấy với một hàm sin thì hình dạng đường cong đo sâu từ Tellur không được xấp xỉ đúng, sai lệch về cả vị trí lẫn biên độ của các giá trị cực đại, cực tiểu điện trở



Hình 3. Xấp xỉ đường cong đo sâu từ Tellur tại một điểm đo dưới dạng tổng các hàm sin khác nhau, R_2 là bán kính tương quan ứng với từng hàm được dùng để xấp xỉ.

suất biểu kiến. Với tổng của 3 hàm sin, hình dạng đường cong về gần đúng với số liệu đo ghi hơn so với 1 hàm sin, tuy nhiên tại các điểm mà căn bậc 2 của chu kỳ T đạt giá trị 0.1 s, 1s và gần 10s thì các giá trị biên độ cực trị bị sai lệch; bán kính tương quan (R_2) của trường hợp này khá cao đạt 0.9943. Với trường hợp sử dụng 5 hàm sin để xấp xỉ số liệu đo ghi, đường cong xấp xỉ gần như khớp với số liệu đo về cả biên độ cực trị lẫn hình dạng đường cong điện trở suất, R_2 gần như bằng 1 (0.9988). Các điểm số liệu đo ghi nằm rất sát và phân bố đều cả ở trên và dưới đường cong xấp xỉ dạng tổng của 5 hàm sin. Điều này cho thấy, ta có thể xấp xỉ số liệu đo ghi dưới dạng tổng 5 hàm sin, với sự sai lệch rất nhỏ, chỉ tương đương với nhiễu ngẫu nhiên.

Do vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành xấp xỉ đường cong $\rho_T(\sqrt{T})$ thành tổng của 5 hàm sin như sau:

$$\lg \rho_T(\sqrt{T}) = a_1 \sin(b_1 x + c_1) + \dots + a_5 \sin(b_5 x + c_5) \quad (5)$$

Trong đó, $a_1, b_1, c_1, \dots, a_5, b_5, c_5$ là các hệ số cần

xác định; $x = \lg(\sqrt{T})$ là logarit cơ số 10 của \sqrt{T} .

Với số lượng số liệu đo trên hình 3 là 80 điểm, chúng ta có thể thiết lập được một hệ gồm 80 phương trình có dạng (5) ứng với từng số liệu đo. Trong khi đó ta chỉ cần xác định 15 hệ số a_i, b_i, c_i nên số phương trình thiết lập được nhiều hơn số ẩn cần tìm. Do vậy, việc xác định các hệ số trong phương trình (5) được giải theo phương pháp bình phương tối thiểu, nhóm tác giả đã sử dụng phần mềm Matlab để giải phương trình này.

Hàm (5) là một hàm khả vi, do đó sau khi xác định được các hệ số a_i, b_i, c_i ta có thể tiến hành lấy đạo hàm toàn bộ đường cong một cách đơn giản theo công thức (3).

Quy trình tính toán này được đưa vào phần mềm lập trình để thực hiện tính toán cho toàn bộ tập số liệu đo sâu từ-Tellur trên tuyến đo.

5. Hiệu quả áp dụng xử lý theo quy trình trên mô hình lý thuyết

Chúng tôi đã tiến hành xây dựng mô hình

lý thuyết là môi trường phân lớp nằm ngang với các tham số như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số địa điện của mô hình lý thuyết.

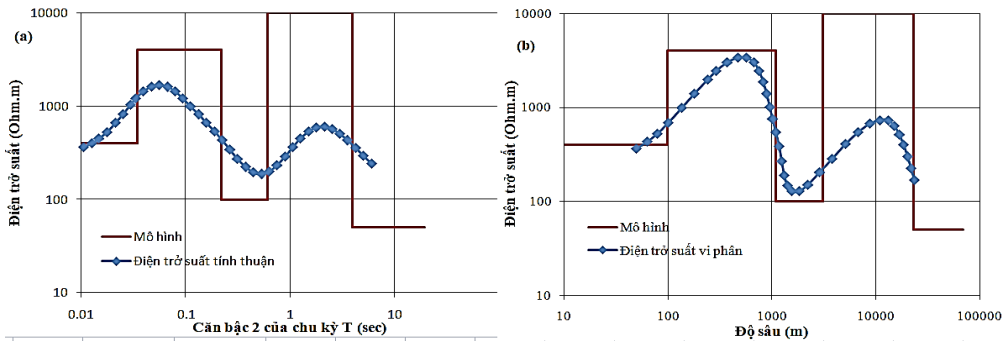
Lớp	Điện trở suất (Ωm)	Chiều dày (km)
1	400	0.1
2	4000	1
3	100	2
4	10000	20
5	50	Vô cùng

Hình 4 so sánh kết quả điện trở suất vi phân và điện trở suất tính thuận, theo phương xy, trên mô hình lý thuyết ở Bảng 1. Kết quả xử lý theo tham số điện trở suất vi phân cho chúng ta đường cong có các dị thường điện trở suất đạt đến cực trị khớp với mô hình lý thuyết hơn nhiều so với đường cong điện trở suất tính thuận. Do vậy, ta có

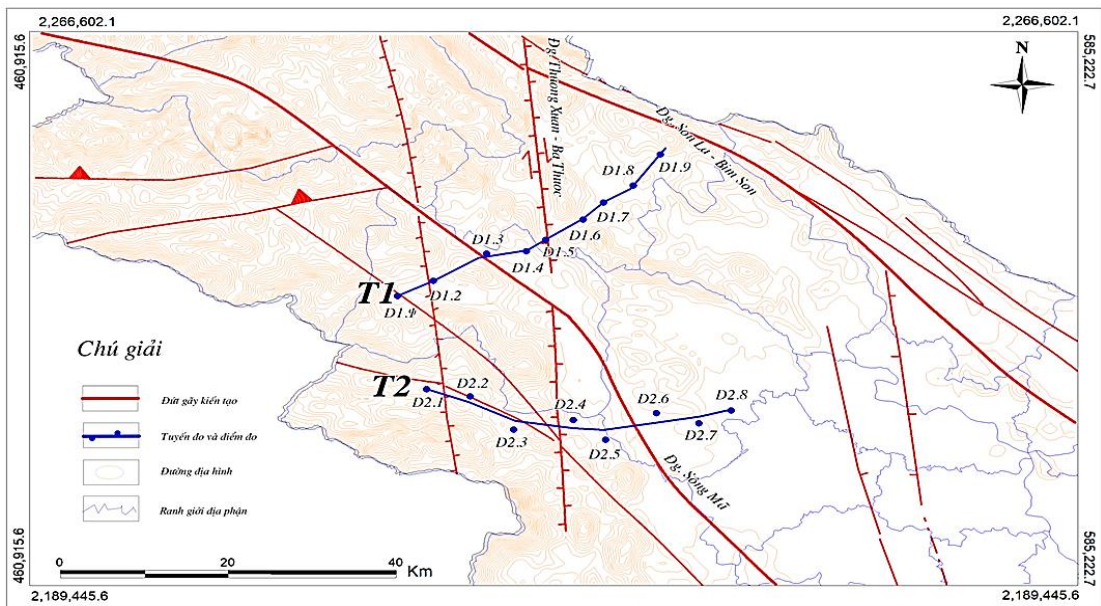
thể thấy rõ khả năng nâng cao độ phân giải và tính định xứ của đường cong điện trở suất vi phân so với đường cong điện trở suất tính thuận.

6. Kết quả xử lý trên tài liệu thực tế

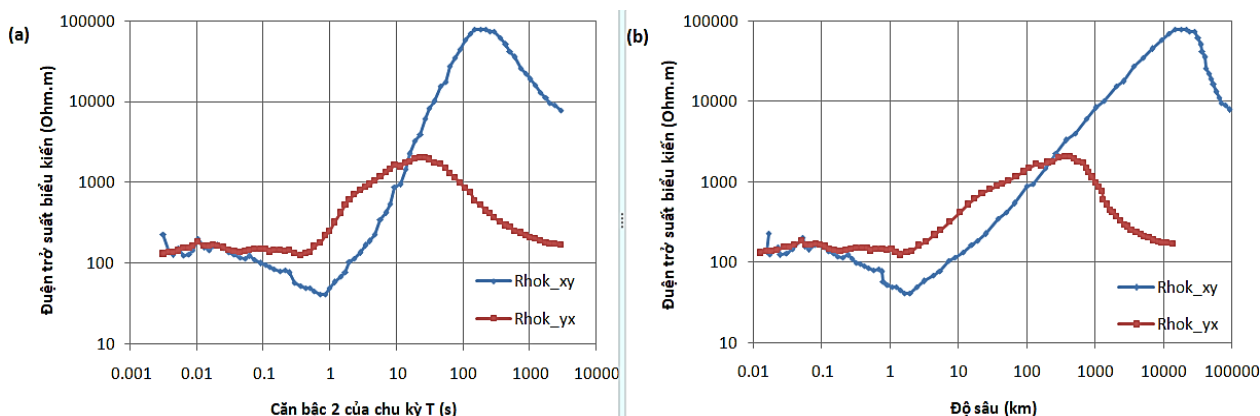
Nhóm tác giả cũng đã thực hiện xử lý điện trở suất vi phân trên tuyến đo T2 (Hình 5) tại khu vực Thanh Hóa để chứng minh hiệu quả của phương pháp xử lý này. Trong khu vực có hai hệ thống đứt gãy chính (F3 và F5) có phương Tây Bắc - Đông Nam (đứt gãy Sơn La - Bim Sơn, đứt gãy Sông Mã) là đứt gãy sâu, có tính khu vực; và đứt gãy F4 (đứt gãy Thường Xuân - Bá Thước), F2 có phương á kinh tuyến. Ngoài ra, có hai đứt gãy nghịch với phương á vĩ tuyến ở khu vực phía Tây của vùng nghiên cứu. Các đứt gãy trong khu vực cắt qua các đá có tuổi từ PR đến Q. Trên tuyến T2 chúng tôi đã tiến hành đo sâu Tù-Tellur tại 8 điểm đo.



Hình 4. So sánh điện trở suất biểu kiến tính thuận từ mô hình lý thuyết (a) với kết quả xử lý điện trở suất vi phân (b).



Hình 5. Sơ đồ tuyến đo sâu từ - Tellur.



Hình 6. Đường cong điện trở suất biểu kiến theo phương xy (R_{hok_xy}), theo phương yx (R_{hok_yx}) tại điểm D2.3; (a) biểu diễn theo \sqrt{T} , (b) biểu diễn theo chiều sâu.

Khoảng cách trung bình giữa các điểm đo khoảng hơn 4km. Tổng chiều dài tuyến đo T2 là 36 km.

6.1. Xử lý định tính

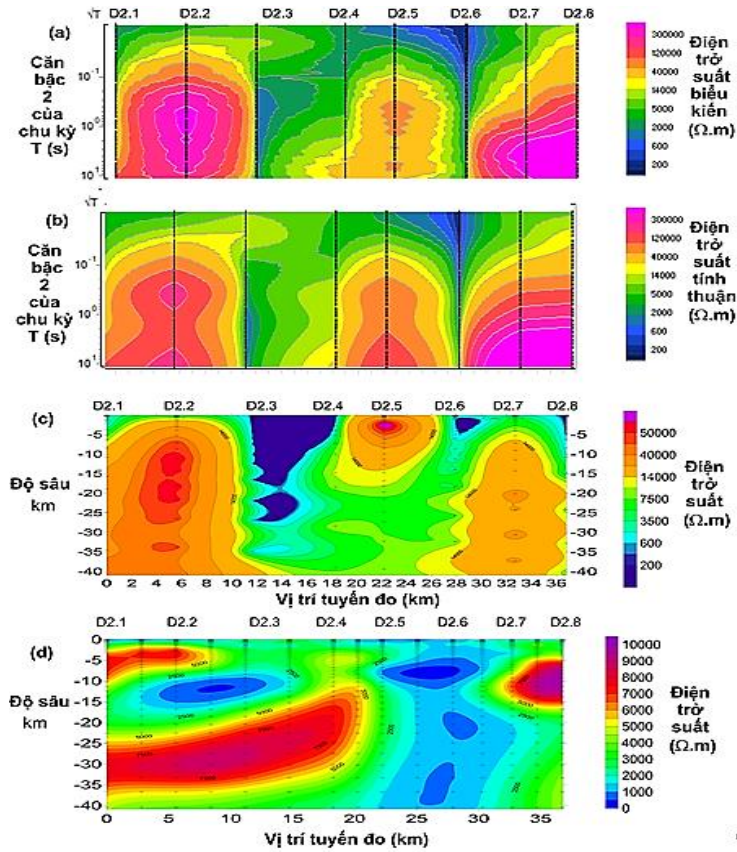
Nhóm tác giả đã tiến hành vẽ các đường cong điện trở suất biểu kiến theo hai phương xy và yx theo , và theo chiều sâu. Gần như các đường cong đo ghi của tuyến T2 đều có dạng HK. Hình 6 là đường cong điện trở suất biểu kiến theo hai đường cong trùng nhau cho đến khoảng chiều sâu vài trăm mét, ứng với các lớp trầm tích bề mặt, môi phương xy và yx của điểm D2.3. Phần đầu của hai trường ở khoảng chiều sâu này là 1D. Phần tiếp theo, hai đường cong tách rời nhau chứng tỏ cấu trúc địa chất ở đây có dạng 2 chiều (2D). Lớp dưới vỏ phong hóa, trầm tích có chiều sâu từ vài chục mét đến khoảng dưới 40 km là đá móng rắn chắc có điện trở suất cao, riêng tại các điểm D2.3, D2.4 và D2.6 nằm trong các đới phá hủy, đứt gãy nên xuất hiện các phần có điện trở suất thấp hơn so với đá móng ở các điểm lân cận. Dưới đá móng là lớp manti nằm ở chiều sâu trên 30 km đến dưới 40 km có điện trở suất thấp hơn đá móng bên trên do các vật chất ở đây nóng chảy, có nhiệt độ cao. Dựa trên tài liệu địa chất khu vực và việc phân chia các lớp định tính theo tài liệu từ-Tellur, nhóm tác giả thấy rằng đường cong điện trở suất biểu kiến theo phương yx (R_{hok_yx}) phản ánh gần đúng hơn và rõ nét hơn cấu trúc địa chất, nên đã lựa chọn số liệu điện trở suất biểu kiến theo phương này để xử lý định lượng và giải thích địa chất.

6.2. Xử lý định lượng

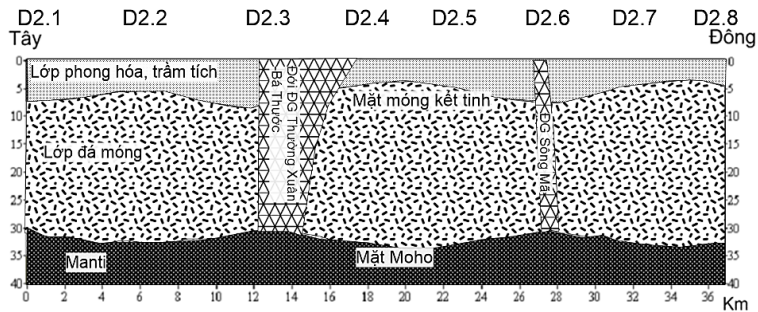
Trong bài báo này, nhóm tác giả chỉ sử dụng

phần đường cong có căn bậc 2 của chu kỳ T nhỏ hơn 10s để đưa vào các bước xử lý số liệu, ứng với chiều sâu nghiên cứu đạt được đến 40 km. Trong bài báo này, nhóm tác giả chỉ tập trung nghiên cứu cấu trúc sâu của vỏ trái đất, do vậy phần đường cong với chu kỳ T dài hơn 100 s ứng với độ sâu trên 40 km không được nhóm tác giả sử dụng trong minh giải vì nó vượt quá chiều dày lớp vỏ và liên quan đến manti. Trong nội dung nghiên cứu này, nhóm tác giả đã tự lập code tính toán tham số điện trở suất vi phân trên phần mềm Matlab, kết quả giải ngược 2D được thực hiện trên phần mềm ZondMT2D sử dụng phương pháp giải ngược

Marquardt với cùng tập số liệu điện trở suất biểu kiến theo phương xy $\rho_{yx}(\sqrt{T})$. Hình 7 là kết quả xử lý điện trở suất vi phân và kết quả giải ngược 2D tài liệu đo sâu từ - Tellur tuyến 2 theo phương yx. Lát cắt điện trở suất tính thuận (Hình 7b) từ mô hình điện trở suất 2D (Hình 7d) là khớp với lát cắt điện trở suất biểu kiến (Hình 7a), cho thấy kết quả giải ngược 2D là đủ độ tin cậy. Kết quả xử lý điện trở suất vi phân (Hình 7c) và kết quả giải ngược 2D (Hình 7d) cho ta lát cắt trung thực hơn, các khối địa chất thể hiện rõ nét hơn so với lát cắt điện trở suất biểu kiến (Hình 7a). Với cả 2 kết quả xử lý (hình 7c, 7d), chúng ta đều nhận thấy các phần đá rắn chắc nằm về cuối tuyến (từ sau điểm D2.7) với điện trở suất cao trên 3000 Ω m. Đứt gãy sâu F3 cắt qua tuyến ở khoảng giữa điểm D2.5 và D2.6, và đứt gãy F4 cắt qua tuyến ở khoảng giữa điểm D2.3 và D2.4 đều được thể hiện rõ ràng trên cả 2 lát cắt trên Hình 7 bằng các đới điện trở suất thấp. Với cả 2 kết quả xử lý trên Hình 7 đều phản ánh đúng đứt gãy F3 là đứt gãy sâu, có tính khu vực. Tuy nhiên, trên kết quả xử lý điện trở



Hình 7. (a) lát cắt điện trở suất biểu kiến theo phương $yx \rho_{yx}(\sqrt{T})$; (b) lát cắt điện trở suất tính thuận từ mô hình 2D; (c) kết quả xử lý điện trở suất vi phân theo phương yx tuyến T2; (d) kết quả giải ngược 2D điện trở suất theo phương yx tuyến T2.



Hình 8. Lát cắt địa điện tuyến 2

suất vi phân, ở vị trí đứt gãy F4 cho thấy một dị thường điện trở suất thấp, phát triển xuống rất sâu (35 km), trong khi trên tài liệu giải ngược 2D, đứt gãy này lại chỉ phát triển xuống đến chiều sâu khoảng 15-20km. Cùng với đó, dị thường điện trở suất thấp ở trên lát cắt giải ngược 2D mở rộng hơn, kéo dài từ vị trí 5 km đến 10km trên tuyến, ứng với các vị trí nằm giữa D2.1 và D2.2 kéo dài đến vị trí giữa D2.3 và D2.4. Điều này là khá hợp lý khi trên Hình 5 ta thấy có đứt gãy F1 và 1 đứt gãy

phụ có phương á kinh tuyến cắt vào các vị trí này và gây ra dị thường điện trở suất thấp, trong khi lát cắt điện trở suất vi phân không thể hiện được. Việc đứt gãy F4 có còn phát triển xuống sâu như trên kết quả xử lý điện trở suất vi phân hay không vẫn cần phải có nghiên cứu thêm để khẳng định khi ta thấy rằng trên lát cắt điện trở suất biểu kiến, dị thường điện trở suất thấp phát triển xuống sâu tại vị trí giữa điểm D2.3 và D2.4. Qua các kết quả trên ta thấy rằng kết quả xử lý số liệu bằng đường

cong vi phân từ - Tellur cho ta hình ảnh cấu trúc địa chất tốt hơn, trung thực hơn so với lát cắt điện trở suất biểu kiến. Trong khi kết quả xử lý điện trở suất vi phân làm nâng cao độ phân giải tại từng điểm đo thì kết quả giải ngược 2D cho ta hình ảnh phân dị tốt theo phương ngang. Vì vậy, việc kết hợp cả hai tài liệu trên cùng tài liệu địa chất khu vực sẽ giúp xác định chính xác hơn về cấu trúc địa chất của vùng nghiên cứu.

Dựa vào kết quả thu được, nhóm tác giả đã thiết lập sơ bộ lát cắt địa điện tuyến 2 trên Hình 8.

7. Kết luận và kiến nghị

Kết quả xử lý theo điện trở suất vi phân trên mô hình lý thuyết cho thấy rõ khả năng nâng cao độ phân giải, tính định xứ của quy trình xử lý mà nhóm tác giả đã thực hiện. Đường cong điện trở suất vi phân phản ánh chính xác hơn hẳn vị trí và điện trở suất của các lớp địa điện trong mô hình lý thuyết.

Với các kết quả xử lý điện trở suất vi phân, chúng ta cũng có thể thấy rõ hiệu quả nâng cao độ phân giải của đường cong đo sâu từ - Tellur tại từng điểm đo của tham số này trong việc xác định cấu trúc đứt gãy của khu vực nghiên cứu. Các vị trí đứt gãy được thể hiện trên lát cắt điện trở suất vi phân gần như trùng khớp với các vị trí đứt gãy chính có trên bản đồ của khu vực nghiên cứu. Khi kết hợp tài liệu xử lý điện trở suất vi phân và tài liệu giải ngược 2D, chúng ta sẽ có thêm các thông tin để xác định cấu trúc địa chất phức tạp trong vùng nghiên cứu cụ thể.

Phương pháp xử lý theo tham số điện trở suất vi phân cho hiệu quả tốt hơn hẳn so với điện trở suất biểu kiến. Từ đó, ta có thêm các thông tin chính xác hơn về chiều dày và điện trở suất của các lớp địa điện, giúp việc minh giải tài liệu từ - Tellur hiệu quả và phù hợp với địa chất hơn.

Đây là kết quả nghiên cứu ban đầu của nhóm tác giả, do vậy để khẳng định tính ưu việt của phương pháp, cần có thêm những nghiên cứu trên nhiều đối tượng khác, ở nhiều vùng khác nhau.

8. Lời cảm ơn

Kết quả công bố trong bài báo này là một phần nội dung của Đề tài "Nghiên cứu đánh giá chi tiết hoạt động địa chấn đới đứt gãy kinh tuyến Thường Xuân- Bá Thước và các dạng tai biến địa chất liên quan" và đề tài "Áp dụng phương pháp

Từ -Tellur trong nghiên cứu đứt gãy Thường Xuân- Bá Thước". Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn các đóng góp, hỗ trợ quý báu này.

Tài liệu tham khảo

- Berdichevsky, M. N., 1976. Basic principles of interpretation of magnetoTelluric sounding curves. *Geoelectric and geothermal studies*, 165-221.
- Bostick, F. X., 1977. A simple almost exact method of MT analysis. *In Workshop on electrical methods in geothermal exploration*, 175-177.
- Cagniard, L., 1953. Basic theory of the magneto-Telluric method of geophysical prospecting. *Geophysics* 18(3), 605-635.
- Constable, S. C., Parker R. L., and Constable, C. G., 1987. Occam's inversion: A practical algorithm for generating smooth models from EM sounding data. *Geophysics* 52, 289-300.
- Đoàn Văn Tuyến, Trần Anh Vũ, Lại Hợp Phòng, Lê Văn Sĩ, Phạm Ngọc Đạt, Dương Thị Ninh, Đinh Văn Toàn, Nguyễn Thị Hồng Quang, 2015. Kết quả áp dụng phương pháp từ telua nghiên cứu hệ địa nhiệt ở khu vực nguồn nước nóng Bang - Quảng Bình. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất* 37 (1), 48-56.
- Đoàn Văn Tuyến, Đinh Văn Toàn và Nguyễn Trọng Yêm, 2001. Đặc điểm cấu trúc địa động lực đới đứt gãy sông Hồng trên cơ sở tài liệu từ telua. *Tạp chí Địa chất* A 267, 21-28.
- Đoàn Văn Tuyến, Đinh Văn Toàn, Nguyễn Trọng Yêm, Phạm Văn Ngọc, Boyer D., 1999. Đặc điểm cấu trúc sâu đới đứt gãy sông Hồng trên khu vực Tây Bắc vùng trũng Hà Nội theo kết quả phân tích tài liệu từ telua. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*. T. 21, 1, 31-35.
- H. Grandis, M. Menvielle, and M. Roussignol, 1999. Bayesian inversion with Markovchains-I. The magnetoTelluric one-dimensional case. *Geophys. J. Int.*, 138, 757-768.
- Lê Huy Minh, Đinh Văn Toàn, Võ Thanh Sơn, Nguyễn Chiến Thắng, Nguyễn Bá Duẩn, Nguyễn Hà Thành, Lê Trường Thanh, GUY MARQUIS, 2011. Kết quả xử lý bước đầu số liệu đo sâu Từ Tellur tuyến Hòa Bình- Thái Nguyên và tuyến Thanh Hóa Hà Tây. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất* 33 (1), 18-28.

- Lê Huy Minh, Phạm Văn Ngọc, Danièle Boyer, Nguyễn Ngọc Thủy, Lê Trường Thanh, Ngô Văn Quân, Guy Marquis, 2009. Nghiên cứu chi tiết cấu trúc đứt gãy Lai Châu - Điện Biên bằng phương pháp đo sâu từ tellua. *Tạp chí Địa chất, loạt A* 311(3-4), 11-21.
- Lê Huy Minh, Võ Thanh Sơn, Nguyễn Chiến Thắng, Nguyễn Trọng Vũ, Nguyễn Đình Xuyên, Guy Marquis, Trần Văn Thắng, 2008. Mặt cắt cấu trúc địa điện đối đứt gãy Sơn La theo kết quả đo sâu từ tellua. *Tạp chí Các khoa học về Trái Đất* T. 30, 4PC, 491-502.
- Lee, S. K., Kim, H. J., Song, Y., & Lee, C. K., 2009. MT2DinvMatlab - A program in MATLAB and FORTRAN for two-dimensional magnetoTelluric inversion. *Computers & Geosciences* 35(8), 1722-1734.
- Lưu Việt Hùng, Michel Menvielle, Lê Huy Minh, Võ Thanh Sơn, Nguyễn Chiến Thắng, Guy Marquis, Cao Đình Triều, 2014. Nghiên cứu cấu trúc sâu khu vực đứt gãy sông Sài Gòn bằng phương pháp Từ Tellua. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất* 36 (3), 233-240.
- Niblett, E. R., & Sayn-Wittgenstein, C., 1960. Variation of electrical conductivity with depth by the magneto-Telluric method. *Geophysics*, 25(5), 998-1008.
- Nikitin, A. A., & Petrov, A. V., 1986. Teoreticheskie osnovy obrabotki geofizicheskoy informacii, *Theoretical basis of the treatment of geophysical information*: Nedra, Moscow.
- Phạm Ngọc Đạt, 2015. Hiệu quả áp dụng phương pháp đo sâu Từ Tellur nghiên cứu cấu trúc sâu nguồn địa nhiệt khu vực nước nóng Bang - Lệ Thủy - tỉnh Quảng Bình. *Luận văn thạc sĩ kỹ thuật địa vật lý*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
- Schmucker, U., 1970. Anomalies of geomagnetic variations in the southwestern United States, *Bull. Scripps. Inst. Oceanogr.*, 13, 1-165.
- Tikhonov, A. N., 1965. Mathematical basis of the theory of electromagnetic soundings. *USSR Computational Mathematics and Mathematical Physics* 5(3), 207-211.
- Võ Thanh Sơn, Lê Huy Minh, Guy Marquis, Nguyễn Hà Thanh, Trương Quang Hào, Nguyễn Bá Vinh, Đào Văn Quyền, Nguyễn Chiến Thắng, 2015. Kết quả đo sâu Từ Tellua tuyến Quan Sơn- Quan Hóa, Tỉnh Thanh Hóa. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất* 37 (1), 57-62.
- Weidelt, P., Muller, W., Losecke, W., & Knodel, K., 1980. Die bostick transformation. *In Protokoll liber das Kolloquium Elektromagnetische Tiefenforschung, V. Haak*.

ABSTRACT

The effectiveness of data analysis by using the differential magneto Telluric curves in the study of deep structures

Dat Ngọc Phạm¹, Kien Ngoc Pham², Phong Hop Lai¹, Toan Van Dinh¹, Vu Anh Tran¹, Ninh Thi Duong¹, Lam Tien Ngo¹

¹ Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

² Faculty of Oil and Gas, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Magneto-Telluric method is one of the effective tools for mineral prospecting and deep structure investigation. However, with the complex geological environment, which has several adjacent anomaly sources, in many cases apparent resistivity curve is not allowed to locate the specified objects. In this article, the authors has built a procedure to transform the observed magneto-Telluric data into the differentiated one. The use of the differentiated curve instead of the apparent resistivity curve showed an improvement of the resolution and locality for both theoretical data from models and the field data. On the survey profile at the area of Southern Thanh Hoa province, where has several nearby faults, the geological structure under the profile was verified by combining the results from differentiated processing and 2D inversion of the magneto-Telluric data.