



Kết quả đo sâu từ telua tuyến Quan Sơn - Quan Hóa, tỉnh Thanh Hóa

Võ Thanh Sơn¹, Lê Huy Minh¹, Guy Marquis², Nguyễn Hà Thành¹, Trương Quang Hào¹, Nguyễn Bá Vinh¹, Đào Văn Quyền¹, Nguyễn Chiến Thắng¹

¹Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Vật lý Địa cầu Strasbourg, Cộng hòa Pháp

Ngày nhận bài: 18 - 7 - 2014

Chấp nhận đăng: 10 - 2 - 2015

ABSTRACT

The results of deep magnetotelluric sounding on profile Quan Sơn - Quan Hoa in the province Thanh Hoa

In 2013 the 12 stations of deep magnetotelluric sounding (MT) by Geo-instrument (made in France) on the profile about 25 km of long in the Quan Sơn - Quan Hoa districts of province Thanh Hoa has been carried out. The data was processed and 2D modeled by Geotools software. The obtained 2D resistivity cross-section until 30 km of depth represents structural features of earth crust here: High resistivity in the upper part of section until 10 -15 km of depth, indicates the consolidated rocks; low resistivity is distributed in lower part of section may be reflects the rock containing water relating to tectonic - geodynamic conditions, geothermal regime of earth's crust. Two low resistivity zones in center of profile with vertical development lightly indicate the Songma and the Sopcop - Quanson faults respectively, their positions are coincided with the distributions of these faults on the geological map.

©2015 Vietnam Academy of Science and Technology

1. Mở đầu

Phương pháp đo sâu từ telua là một trong những phương pháp địa vật lý có độ sâu khảo sát lớn đến hàng chục km. Từ các chuỗi số liệu ghi dao động của trường điện và trường từ thu được tại mỗi điểm đo có thể thu được các đường cong điện trở suất biểu kiến và các đường cong pha phụ thuộc vào tần số phản ánh sự biến đổi tính chất của môi trường theo chiều sâu (Cagnia, 1953; Vozoff, 1972). Phương pháp này đã được áp dụng có hiệu quả và cung cấp những thông tin mới về đặc điểm cấu trúc sâu và đới đứt gãy kiến tạo trong vỏ Trái Đất ở một số nơi trên lãnh thổ Việt Nam từ những năm 1990. Thực hiện đề tài cấp Viện Hàn lâm

Khoa học và Công nghệ Việt Nam “Nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Trái Đất khu vực đới đứt gãy Sông Mã bằng phương pháp thăm dò sâu từ tellua”, một tuyến đo sâu từ telua ở khu vực Quan Sơn - Quan Hóa thuộc tỉnh Thanh Hóa đã được triển khai. Bài báo này trình bày các kết quả đo, phân tích tài liệu và minh giải về đặc điểm cấu trúc vỏ Trái Đất ở khu vực nghiên cứu.

2. Thiết bị đo đạc và kỹ thuật đo

Thiết bị dùng để thu thập số liệu là trạm đo sâu từ tellua Géo-Instrument của Viện Vật lý Địa cầu Paris viện trợ cho Viện Vật lý Địa cầu, là trạm đo sâu từ tellua hiện đại ghi số duy nhất ở Việt Nam hiện nay. Thiết bị gồm: trạm đo trung tâm, ghi lưu giữ số liệu trên máy tính, và các thiết bị khác: các điện cực, các đầu đo từ, dây nối các điện cực,...

*Tác giả liên hệ, Email: vtson.igp@gmail.com

Các điện cực sử dụng trong đo sâu từ telua là các điện cực không phân cực có thể tiếp xúc rất nhỏ (một vài mV) và độ trôi rất yếu. Điện cực công nghiệp của Pháp sản xuất là rất tốt (thế phân cực dưới 1 mV), tuy nhiên việc bảo quản phải rất cẩn thận, và có giá thành rất đắt, để giảm bớt chi phí, chúng tôi đã tự làm lấy điện cực theo phương pháp được sử dụng ở Viện Vật lý địa cầu Paris với nguyên liệu là thạch cao, dung dịch $PbCl_2$ và $CaCl_2$ thay cho $PbCl_2/NaCl/HCl$. Trong quá trình đo đạc và di chuyển, các điện cực được đặt trong đất sét hòa nước để đảm bảo tiếp xúc tốt với đất, cũng như được che đậy để tránh mưa gió khi đo đạc. Điện cực phải được kiểm tra cẩn thận mỗi buổi sáng trước khi tiến hành đi tới điểm đo, các cặp điện cực có thể phân cực cỡ một vài mV có thể chấp nhận được cho điểm đo trong một ngày. Đối với các vùng có điện trở suất cao, tín hiệu điện telua lớn, các đường telua có thể chỉ kéo dài cỡ 100m, với môi trường điện trở suất thấp, tín hiệu điện telua nhỏ, chiều dài đường telua phải tăng lên 160-180m; khu vực điểm đo sâu từ telua phải tương đối bằng phẳng (khu vực ruộng khô sau thu hoạch là tốt nhất). Sau khi chôn các điện cực cần kiểm tra thế phân cực và điện trở suất giữa các cặp điện cực, nếu thế phân cực giữa các cặp điện cực cỡ khoảng dưới 10 mV và điện trở suất cỡ một vài k Ω có đủ điều kiện thu thập số liệu bảo đảm chất lượng.

Các đầu thu từ được sản xuất tại Trung tâm Địa vật lý tại Garcy (Pháp) có độ nhạy cỡ 10^{-2} nT, dây nối từ đầu thu từ tới máy ghi là 50 m, đảm bảo tránh được các nguồn nhiễu từ nhỏ ở gần vị trí đặt trạm ghi.

Tín hiệu điện từ gồm hai thành phần điện E_x , E_y và hai thành phần từ H_x , H_y từ các đầu đo được đưa vào trạm ghi trung tâm, sau khi được khuếch đại, được lọc, hiển thị trên màn hình máy tính và ghi vào bộ nhớ. Trạm đo từ telua Géo-Instrument có thể khuếch đại tới 3 triệu lần, tuy nhiên với đường telua dài cỡ 150m độ khuếch đại cực đại phải sử dụng thường cỡ 30.000 lần hoặc nhỏ hơn, nghĩa là với thiết bị này hoàn toàn có thể ghi nhận được tín hiệu điện từ chỉ cỡ vài phần nghìn mV. Lưu ý rằng dùng độ khuếch đại càng cao thì nhiễu được khuếch đại càng lớn, số liệu đo có độ sai số càng lớn. Do đó cần phải đặt độ dài đường telua đủ dài và phải thay đổi cho phù hợp tùy theo điều kiện điểm đo để độ khuếch đại không phải dùng quá lớn. Trong những ngày nhiễu loạn từ mạnh, tín hiệu điện từ mạnh, độ khuếch

đại phải dùng thường là không cao như những ngày trường từ yên tĩnh, tỷ số tín hiệu/nhiều lớn, do đó việc tiến hành đo sâu từ telua trong những ngày này là tương đối dễ dàng, chất lượng tài liệu thường tốt hơn.

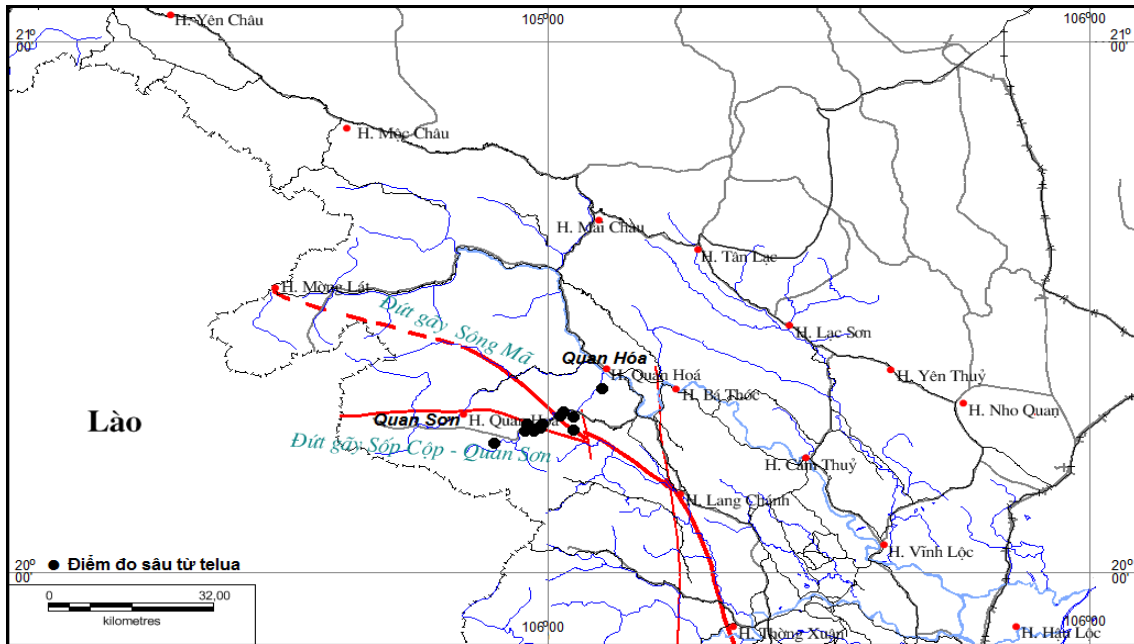
Các điểm đo sâu từ telua phải tránh được các nguồn nhiễu điện từ: các khu vực dân cư, các đường dây cao thế, các vùng công nghiệp, các đường giao thông, các tháp phát sóng nhất là các tháp phát sóng Viễn thông. Chỉ tiến hành trong điều kiện thời tiết khi trời không mưa, không có sấm chớp (nguồn sóng điện từ do sấm chớp không thoả mãn điều kiện sóng phẳng, không có gió lớn (làm rung dây nối) (Cagnia, 1953; Vozoff, 1972; Quomarudin, 1994).

Trên thực địa, thiết bị đo 2 thành phần điện và hai thành phần từ được đặt theo hai phương vuông góc với nhau, một hướng được chọn song song với phương cấu trúc (gọi là hướng NS) và một hướng được chọn vuông góc với phương cấu trúc (gọi là hướng EW). Dài chu kỳ làm việc của thiết bị Géo-instrument là từ 10^{-3} đến 10^3 giây. Để hạn chế thời gian đo và tiết kiệm bộ nhớ các nhà khoa học Pháp đã lựa chọn được phương pháp ghi số liệu hợp lý theo 5 dải chu kỳ sau:

- G1: từ 10^{-3} đến 10^{-1} giây, khoảng cách lấy mẫu là 0,2 ms,
- G2: từ 10^{-2} đến 1 giây, khoảng cách lấy mẫu là 2 ms,
- G3: từ 10^{-1} đến 10 giây, khoảng cách lấy mẫu là 50 ms,
- G5: từ 1 đến 100 giây, khoảng cách lấy mẫu là 500 ms,
- G7: từ 10 đến 1000 giây, khoảng cách lấy mẫu là 2500 ms.

3. Kết quả đo sâu từ telua tuyến Quan Sơn - Quan Hóa

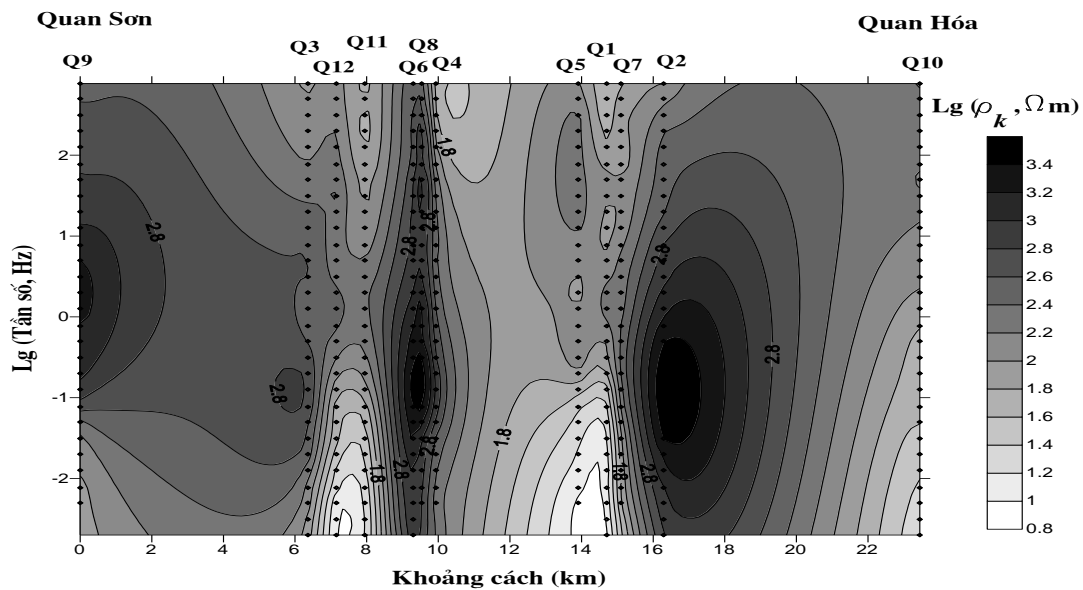
Trên tuyến đo sâu từ telua Quan Sơn - Quan Hóa với chiều dài khoảng 25km thực hiện 12 điểm đo, độ cao địa hình các điểm đo thay đổi trong khoảng từ 110m đến 251m (hình 1). Tại từng điểm đo sâu 2 thành phần trường điện và 2 thành phần trường từ được bố trí theo hai hướng vuông góc với nhau: hướng song song với phương cấu trúc có phương vị 140° so với phương bắc kinh tuyến và một hướng vuông góc với phương cấu trúc có phương vị 50° so với phương bắc kinh tuyến.



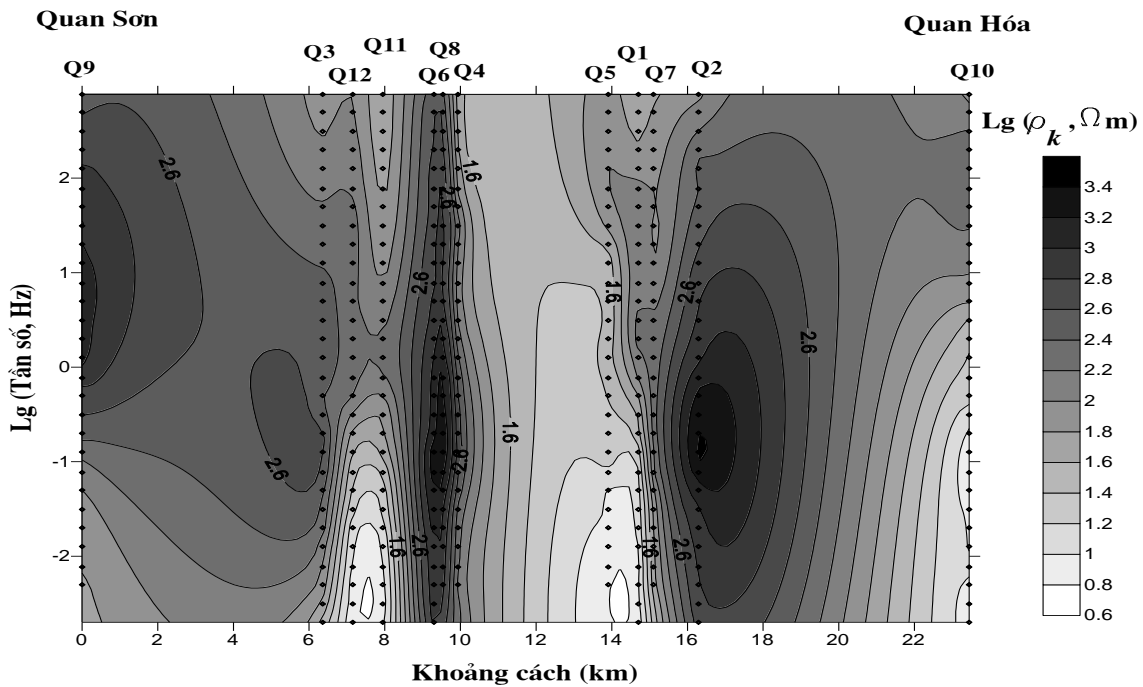
Hình 1. Sơ đồ tuyến đo sâu từ telua Quan Sơn - Quan Hóa

Hình 2 là mặt cắt điện trở suất biểu kiến thành phần EW, hình 3 là mặt cắt điện trở suất biểu kiến thành phần NS cho thông tin sơ bộ về phân bố điện trở suất phản ánh đặc điểm cấu trúc điện trở của vỏ Trái Đất theo chiều sâu dưới tuyến đo. Cấu trúc điện trở suất thấp hơn phát triển theo chiều sâu phân bố dưới các điểm Q1, Q5, Q11 và Q12. Trên các tài liệu địa chất và địa vật lý khác các điểm Q1, Q5

phân bố gần đứt gãy Sông Mã, các điểm Q11, Q12 - gần đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn. Cấu trúc điện trở suất thể hiện đới đứt gãy Sông Mã có thiết diện lớn hơn hẳn so với cấu trúc điện trở suất trong đới đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn. Hình thái cấu trúc của hai mặt cắt có dạng tương tự cho phép nhận định tài liệu đo có chất lượng tương đối tốt, bảo đảm điều kiện để tiến hành phân tích lượng.



Hình 2. Mặt cắt điện trở suất biểu kiến thành phần EW tuyến Quan Sơn - Quan Hóa



Hình 3. Mặt cắt diện trở suất biểu kiến thành phần NS, tuyến Quan Sơn - Quan Hóa

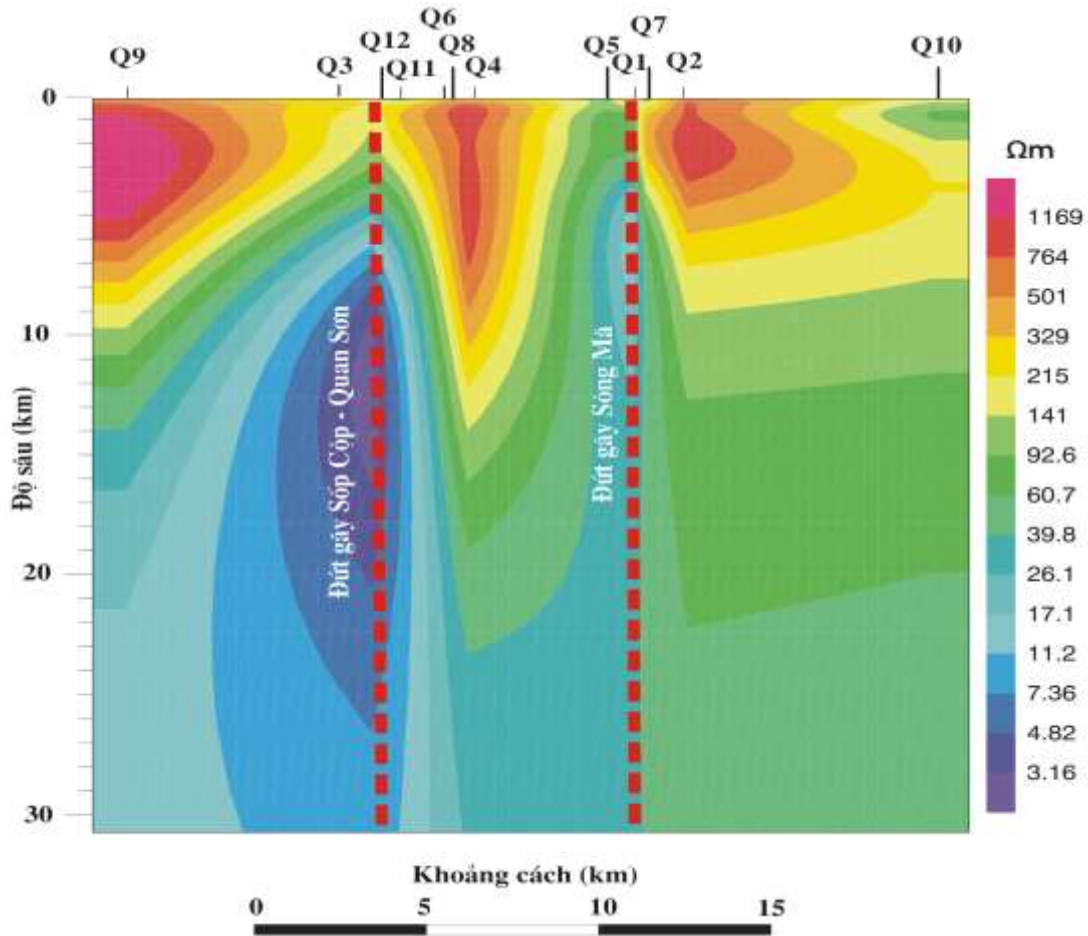
4. Kết quả phân tích theo mô hình 2D và luận giải tài liệu

Mặt cắt diện trở suất biểu kiến từ tài liệu thực tế thể hiện khá rõ tính phân dị của môi trường theo chiều ngang liên quan đến các đứt gãy kiến tạo. Vì vậy phân tích tài liệu theo mô hình 2D là thích hợp (Jones, 1992; Vozoff, 1972).

Chúng tôi sử dụng mềm Geotools cho phép thực hiện nghịch đảo 2D bằng phương pháp giảm dư nhanh (Rapid Relaxation Inverse - RRI) (Geotools Corporation, 1997; Smith et al., 1991) đối với số liệu từng thành phần NS hay EW, hoặc đồng thời cả hai thành phần NS và EW. Kết quả phân tích bằng phương pháp nghịch đảo 2D với số liệu đo trên tuyến đo sâu từ tellua Quan Sơn - Quan Hóa được lựa chọn là mô hình phân bố điện trở suất tới độ sâu 30km được trình bày ở hình 4. Giá trị điện trở suất của vỏ Trái Đất ở đây thay đổi từ vài Ω.m (bên dưới điểm Q12 và Q3) tới hàng ngàn Ω.m ở phần trên vỏ tới độ sâu 10-15km, ở độ sâu dưới khoảng 20km điện trở suất tương đối thấp chỉ cỡ vài chục Ω.m. Ở phần bề mặt độ sâu nhỏ hơn khoảng 1 km điện trở suất nhỏ hơn phần bên dưới phản ánh tính chất vỏ phong hóa. Biểu hiện của đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn và đứt gãy Sông

Mã tương ứng các đới điện trở suất thấp hơn hẳn so với hai bên rìa. Đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn nằm ở vị trí gần điểm Q12, đứt gãy Sông Mã nằm ở vị trí gần điểm Q1 (về phía điểm Q5) phù hợp với vị trí phân bố các đứt gãy này trên bản đồ địa chất. Theo kết quả đo từ tellua các đứt gãy này có hướng cắm gần như thẳng đứng và phát triển đến độ sâu hơn 30km. Giá trị điện trở suất trong đới đứt gãy thấp hơn hẳn so với hai bên rìa là do nước có khoáng chất ở trong vỏ có thể thâm nhập vào khe rỗng của đá bị phá hủy, đới đứt gãy sâu cũng thường là đường dẫn dòng nhiệt từ dưới sâu lên (Ingham, 2005; Lê Huy Minh và nnk, 2011; Phạm et al., 1995; Đoàn Văn Tuyền, Đình Văn Toàn, 2011; Đoàn Văn Tuyền và nnk, 2001).

Kiểu cấu trúc vỏ có lớp điện trở suất bên dưới nhỏ hơn lớp vỏ giữa được gọi là cấu trúc vỏ Phanerozoic (Jones, 1992; Touret et al., 1994), tồn tại phổ biến, quan sát được ở nhiều vùng trên thế giới. Ở kiểu cấu trúc vỏ này việc xác định ranh giới Moho từ tài liệu từ tellua sẽ khó khăn vì sự chênh lệch điện trở suất giữa Manti và lớp vỏ bên dưới kém rõ rệt, thông tin về mặt Moho chỉ có thể thu được một cách tin cậy từ phân tích số liệu địa chấn thăm dò sâu.



Hình 4. Mặt cắt địa điện tuyến Quan Sơn - Quan Hóa, kết quả nghịch đảo 2D

5. Kết luận

Đã thực hiện 12 điểm đo sâu từ telua trên tuyến Quan Sơn - Quan Hóa là một nội dung của đề tài “Nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Trái Đất khu vực đới đứt gãy Sông Mã bằng phương pháp thăm dò sâu từ tellua”.

Kết quả phân tích tài liệu từ telua theo mô hình 2D là mặt cắt phân bố điện trở suất theo chiều sâu đến 30 km dưới tuyến đo có giá trị từ vài $\Omega.m$ tới hàng ngàn $\Omega.m$. Phần trên vỏ tới độ sâu 10-15km, điện trở suất rất cao phản ánh đá rắn chắc, ở độ sâu dưới khoảng 20km điện trở suất tương đối thấp chỉ cỡ vài chục $\Omega.m$ có thể phản ánh trạng thái dẻo, chứa nước của đá liên quan đến điều kiện kiến tạo địa động lực, chế độ địa nhiệt của vỏ Trái Đất. Hai

đới điện trở suất rất thấp phát triển theo chiều sâu ở giữa tuyến đo là biểu hiện rõ nét của đứt gãy Sốp Cốp - Quan Sơn và đứt gãy Sông Mã phù hợp với vị trí của các đứt gãy này trên bản đồ địa chất.

Phương pháp từ telua với các thiết bị hiện có ở Viện Vật lý Địa cầu đã thực hiện có hiệu quả trong nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Trái Đất và xác định các yếu tố cấu trúc của đới đứt gãy kiến tạo cho giải quyết nhiệm vụ của đề tài ở khu vực nghiên cứu và có thể áp dụng cho các vùng khác trên lãnh thổ Việt Nam.

Bài báo là một phần kết quả thực hiện của đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam mã số VAST05.06/12-13.

Tài liệu dẫn

- Cagnia L., 1953: Basic theory of magnetotelluric method of geophysical prospecting, *Geophysics*, 18, 605-635.
- Geotools Corporation, 1997: Geotools MT User's guide.
- Ingham M., 2005: High resolution electrical imaging of faults zones, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 150, 93-105.
- Jones A., 1992: Electrical conductivity of the continental lower crust Continental lower Crust, edited by D. M. Fountain, R. J. Arculus and R. W. Kay.
- 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 tellua tuyến Hòa Bình – Thái Nguyên và tuyến Thanh Hóa - Hà Tây. *Tạp chí các Khoa học về Trái Đất*, 33(1), 18-28.
- Pham V. N., Boyer D., Nguyen Van Giang et Nguyen Thi Kim Thoa, 1995: Propriétés électriques et structure profonde de la zone de faille du Fleuve Rouge au Nord Vietnam d'après les résultats de sondage magnéto-tellurique, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 320, série IIa, 181-187.
- Quomarudin M., 1994: Propriétés électriques et structures de la croûte en France, (Programmes Ecors, GPF) d'après les résultats de sondage magnéto-tellurique, Thèse, Université Paris 7.
- Smith J. T. & Booker J. R., 1991: The rapid relaxation inverse for two and three dimensional magnetotelluric data, *J. Geophys. Res.*, 96, NO. B3, 3905-3922.
- Touret J. L. R. et Marquis G., 1994: Fluides profondes et conductivité électrique de la croûte continentale inférieure, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 318, Série II, 1469-1482.
- Đoàn Văn Tuyển, Đinh Văn Toàn, 2011: Đặc điểm cấu trúc độ dẫn điện và mối quan hệ với dị thường địa nhiệt ở đới đứt gãy Sông Hồng. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*, 33(2), 10-17.
- Đoàn Văn Tuyển, Đinh Văn Toàn và Nguyễn Trọng Yên, 2001: Đặc điểm cấu trúc địa động lực đới đứt gãy Sông Hồng trên cơ sở tài liệu từ tellua. *Tạp chí Địa chất*, A267, 21-28.
- Vozoff K., 1972: The magnetotelluric method in the exploration of sedimentary basin. *Geophysics*, 37, No 1, 98-141.