

KẾT QUẢ ĐO SÂU TỪ TELUA TUYẾN SÓP CỘP – SÔNG MÃ TỈNH SƠN LA

VÕ THANH SƠN¹, LÊ HUY MINH¹, GUY MARQUIS²,
NGUYỄN HÀ THÀNH¹, TRƯƠNG QUANG HẢO¹, NGUYỄN CHIÊN 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

Tóm tắt: Tuyến đo sâu từ telua Sốp Cộp - Sông Mã đã được tiến hành trên địa phận của tỉnh Sơn La. Tuyến đo Sốp Cộp - Sông Mã có chiều dài khoảng 35 km với 12 điểm đo và khoảng cách giữa các điểm đo khoảng 2,5 km. Chúng tôi đã tiến hành nghịch đảo 2D số liệu thu thập được. Từ kết quả nghịch đảo 2D, cho phép tác giả xác định được vị trí, độ sâu và hướng cắm của các đứt gãy: Sông Mã và Sốp Cộp - Quan Sơn. Đây là những đứt gãy sâu, biểu hiện bằng các ranh giới thay đổi điện trở rõ rệt. Trên mặt cắt địa điện tuyến Sốp Cộp - Sông Mã, cấu trúc địa điện của vỏ Trái đất có 3 lớp tiêu biểu, với lớp giữa có điện trở suất cao hơn lớp trên và lớp dưới.

I. MỞ ĐẦU

Phương pháp đo sâu từ telua là một trong những phương pháp địa vật lý được sử dụng rất phổ biến trong nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Trái đất dựa trên việc đo đạc hai thành phần trường từ và hai thành phần trường điện cảm ứng trong vỏ Trái đất tương ứng vuông góc với nhau. Từ các chuỗi số liệu trường điện và trường từ thu được tại mỗi điểm đo người ta có thể thu được các đường cong điện trở suất biểu kiến và các đường cong pha phụ thuộc vào tần số đo đạc [1, 11]. Trong khuôn khổ 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 telua”, chúng tôi đã thực hiện tuyến đo sâu từ telua Sốp Cộp – Sông Mã thuộc tỉnh Sơn La. Bài báo này trình bày các kết quả đo sâu từ telua ở tuyến trên và kết quả minh giải về cấu trúc điện trở của các lớp trong vỏ Trái đất.

II. THIẾT BỊ ĐO ĐẶC VÀ KỸ THUẬT ĐO

Thiết bị dùng để đo đạc là trạm đo sâu từ telua Géol-Instrument của Viện Vật lý Địa cầu Paris viện trợ cho Viện Vật lý Địa cầu, đây là trạm đo sâu từ telua hiện đại ghi số duy nhất ở Việt Nam hiện nay. Thiết bị gồm: trạm đo trung tâm, máy tính, các điện cực, các đầu đo từ, dây nối các điện cực... Các điện cực sử dụng trong đo sâu từ telua là các điện cực không phân cực có điện thế tiếp xúc rất nhỏ (một vài mV) và độ trôi rất yếu. Tác giả sử dụng hai loại điện cực: loại công nghiệp và loại tự tạo. Điện cực công nghiệp của Pháp sản xuất rất tốt (thế phân cực dưới 1 mV), tuy nhiên việc bảo quản phải rất cẩn thận và giá của mỗi điện cực cũng khá đắt. Để tiện lợi cho quá trình làm việc, tác giả đã tiến hành tự làm lấy điện cực theo phương pháp được sử dụng ở Viện Vật lý Địa cầu Paris. Điện cực không phân cực tự tạo cũng được làm nguyên lý của điện cực công nghiệp với một thay đổi là dùng thạch cao làm đông cứng bởi dung dịch $PbCl_2$ và $CaCl_2$ thay cho bùn sét pha $PbCl_2/NaCl/HCl$. 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 sử dụng được cho điểm đo ngày hôm đó. Đối với các vùng có điện trở suất cao, tín hiệu điện telua lớn, các đường telua có thể chỉ kéo dài cỡ 100 m, với môi trường điện trở suất thấp, tín hiệu điện telua nhỏ nên độ dài đường telua phải cỡ 160-180 m; 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 thể tiến hành các bước tiếp theo của quá trình đo đạc.

Các đầu thu từ được sử dụng là đầu thu kiểu cảm ứng 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. Các đầu thu từ này là loại đầu thu được sản xuất tại Trung tâm Địa vật lý ở Garcy, Cộng hòa Pháp.

Tín hiệu từ các đầu đo được đưa vào trạm ghi từ telua, sau khi được khuếch đại, được lọc, hiển thị trên màn hình máy tính và ghi vào bộ nhớ. Trạm đo từ telua Géol-Instrument có thể khuếch đại tới 3 triệu lần, tuy nhiên với đường telua dài cỡ 150 m 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, kết quả đo có độ sai số càng lớn. Do đó cần phải lưu ý 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 không cao như những ngày trường từ yên tĩnh, tỷ số tín hiệu/nhiễu lớn, do đó việc tiến hành đo sâu từ telua trong những ngày này tương đối dễ dàng.

Các điểm đo sâu từ telua trước hết phải đảm bảo tránh được các nguồn nhiễu điện từ: các khu vực dân cư, các đường dây cao thế, các vùng công nghiệp ở đó tín hiệu điện từ nhân tạo cao hơn tín hiệu điện từ tự nhiên, tránh xa các đường giao thông để tránh các nguồn nhiễu từ các phương tiện giao thông, tránh xa các tháp phát sóng nhất là các tháp phát sóng của Tổng cục Bưu chính Viễn thông. Các phép đo đặc từ telua phải tiến hành khi trời không mưa, không có sấm chớp (nguồn sóng điện từ do sấm chớp không thỏa mãn điều kiện sóng phẳng [1, 6, 11]), không có gió lớn (làm rung dây nối quá mạnh).

Việc đo sâu từ telua được tiến hành bằng cách đo hai thành phần điện và hai thành phần từ vuông góc với nhau một cách tương ứng. Một hướng được chọn song song với phương của đối tượng cần nghiên cứu (gọi là hướng NS) và một hướng được chọn vuông góc với phương của đối tượng cần nghiên cứu (gọi là hướng EW). Dài chu kỳ làm việc của thiết bị từ 10^{-3} đến 10^3 giây. Để đo hết cả dải chu kỳ này, người ta phải chia ra nhiều dải chu kỳ gộp nhau:

- 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.

Khi tiến hành đo đặc, các dải đo này được thực hiện lần lượt từ G1 đến G7.

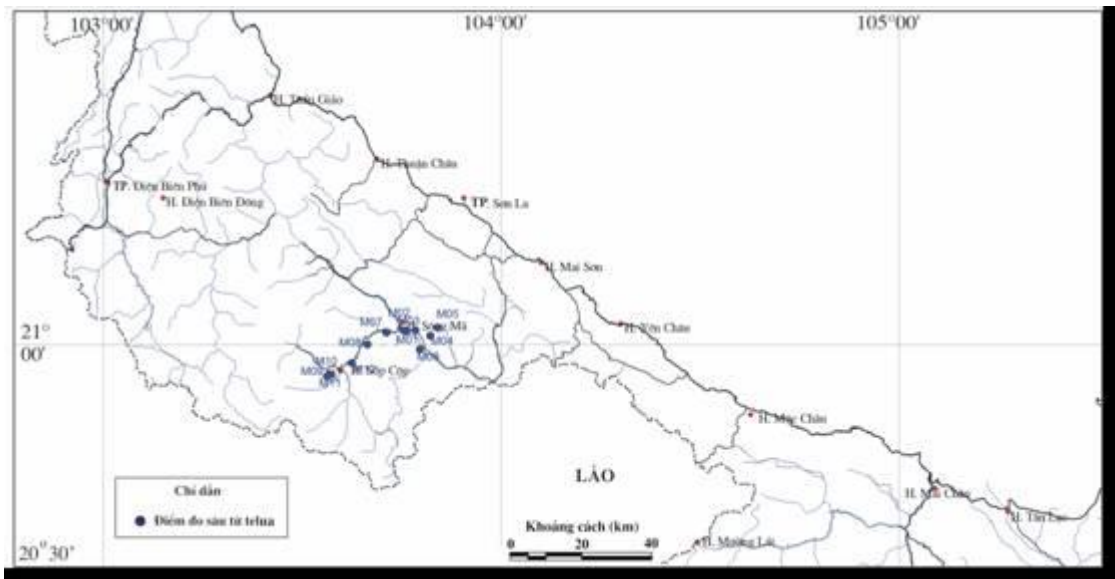
III. THỰC ĐỊA ĐO SÂU TỪ TELUA TUYẾN SÓP CỘP – SÔNG MÃ

Trên tuyến đo sâu từ telua Sốp Cộp - Sông Mã (SC - SM) tác giả đã tiến hành đo đặc tại 12 điểm đo. Độ dài của tuyến SC - SM khoảng 35 km, khoảng cách giữa các điểm đo trung bình khoảng 2,5 km. Tọa độ và tên từng điểm đo được liệt kê trong Bảng 1 và được biểu diễn trên Hình 1. Tại từng điểm đo sâu tác giả tiến hành đo đặc hai thành phần trường điện và hai thành phần trường từ theo hai hướng vuông góc với nhau một cách tương ứng; một hướng được chọn song song với phương của đới đứt gãy Sông Mã ($N140^\circ$) và một hướng được chọn vuông góc với phương của đới đứt gãy Sông Mã ($N50^\circ$).

Bảng 1. Tọa độ các điểm đo sâu từ telua tuyến Sốp Cộp – Sông Mã

Điểm	Tọa độ		Độ cao (m)
	Vĩ độ	Kinh độ	
M01	$21^\circ 2' 0,6''$	$103^\circ 45' 46,38''$	330
M02	$21^\circ 2' 6,72''$	$103^\circ 45' 22,02''$	305
M03	$21^\circ 2' 8,28''$	$103^\circ 47' 9,0''$	354

M04	21° 1' 21,42''	103° 49' 22,08''	401
M05	21° 2' 32,04''	103° 50' 27,6''	543
M06	20° 59' 28,44''	103° 47' 47,22''	540
M07	21° 1' 48,0''	103° 42' 42,9''	570
M08	21° 0' 7,86''	103° 39' 54,24''	803
M09	20° 55' 54,72''	103° 34' 8,94''	770
M10	20° 55' 56,58''	103° 34' 27,78''	755
M11	20° 55' 34,68''	103° 33' 48,18''	861
M12	20° 57' 32,88''	103° 37' 32,16''	898



Hình 1. Sơ đồ tuyến đo sâu từ telua Sốp Cộp – Sông Mã.

IV. BIỂU DIỄN GIẢ MẶT CẮT ĐIỆN TRỞ SUẤT BIỂU KIẾN

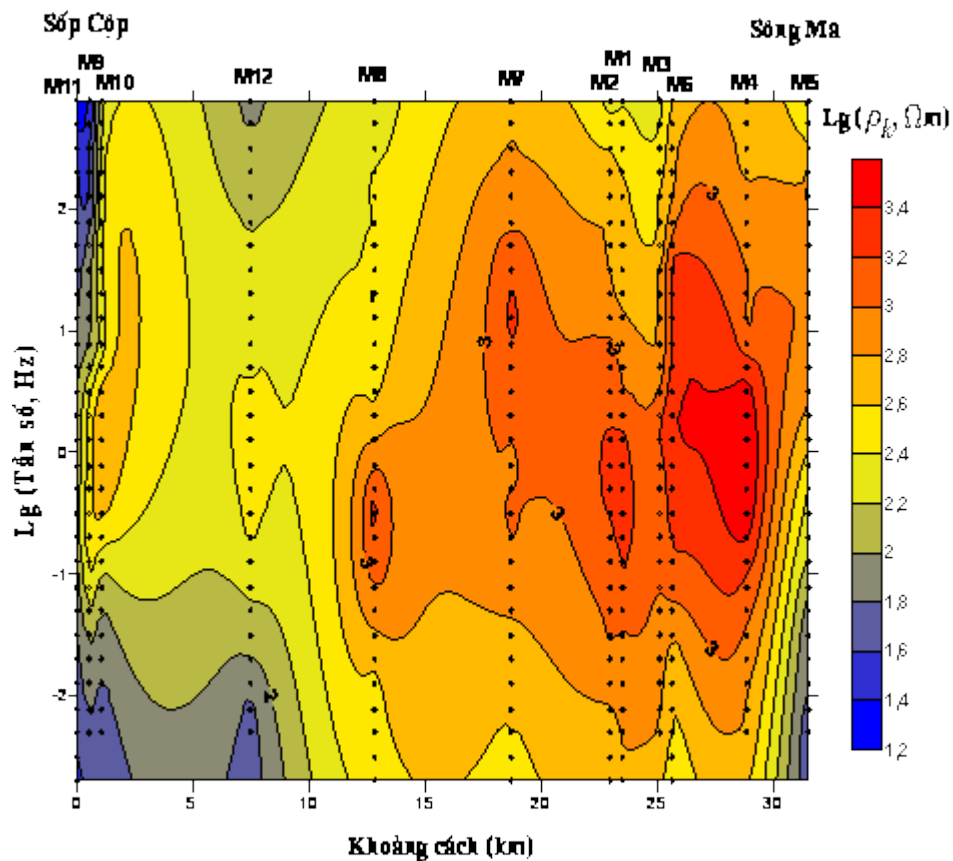
Để có được ý niệm sơ bộ về cấu trúc điện trở suất trên toàn tuyến đo tác giả xây dựng các giả mặt cắt điện trở suất biểu kiến, trục hoành là khoảng cách giữa các điểm đo đạc, trục tung là tần số đo đạc được vẽ ở tỷ lệ logarit. Hình 2 là giả mặt cắt điện trở suất biểu kiến đối với thành phần EW, Hình 3 là giả mặt cắt điện trở suất biểu kiến đối với thành phần NS. Chúng ta biết rằng tần số sóng điện từ càng cao (chu kỳ càng ngắn) độ sâu thâm nhập càng nông, tần số càng thấp (chu kỳ càng dài) độ sâu thâm nhập càng lớn, do đó giả mặt cắt có thể cho chúng ta ý niệm sơ bộ về cấu trúc vỏ Trái đất trên tuyến nghiên cứu. Trên tuyến có những điểm có điện trở suất thấp hơn so với các điểm xung quanh, ví dụ các điểm M1, M2, M9, M10, M11,... Chúng ta biết rằng ở các đứt gãy, đá trong vỏ Trái đất bị đập vỡ do đó điện trở suất tại điểm đứt gãy thường nhỏ hơn so với điểm xung quanh [3, 5]. Như thế, so với các dấu hiệu địa chất và địa vật lý khác có thể nhận định rằng điểm M1, M2 gần đứt gãy Sông Mã, các điểm M9, M11 gần đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn. Tuy nhiên, hình thái cụ thể của các đứt gãy này chỉ có thể thu được trên cơ sở tiến hành các phép nghịch đảo 2D xây dựng các mặt cắt địa điện cấu trúc sâu vỏ Trái đất ở tuyến nghiên cứu.

Mặt khác ở phần nhiều các điểm đo, vùng tần số trung bình điện trở suất biểu kiến cao hơn phần tần số thấp và tần số cao, điều đó cho chúng ta ý niệm rằng trong mô hình mặt cắt điện trở suất vỏ Trái đất xây dựng được, phần giữa của mặt cắt sẽ có điện trở suất cao hơn phần trên cùng và phần dưới sâu.

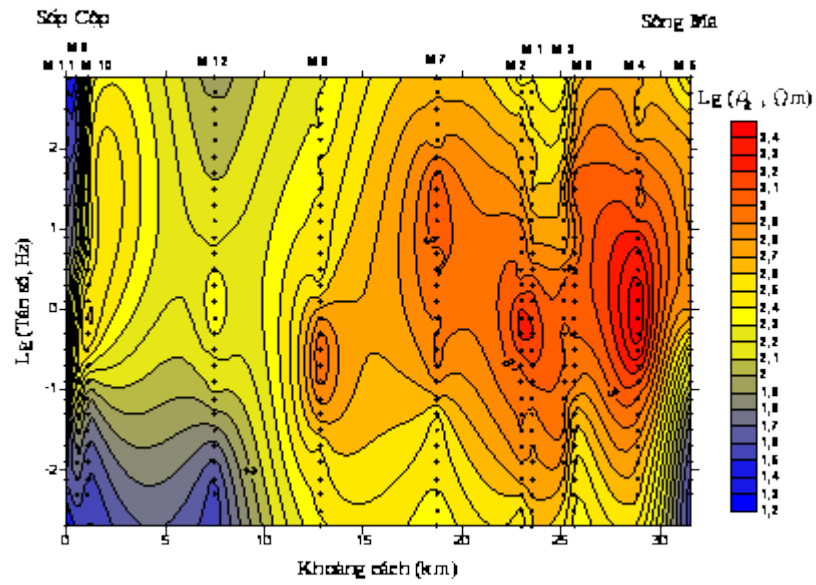
V. KẾT QUẢ NGHỊCH ĐẢO 2D

Trong phép nghịch đảo 2D ta phải làm trùng khít đồng thời tất cả các đường cong điện trở suất bằng mô hình điện trở suất của môi trường bên dưới. Chính vì thế nên bằng phép nghịch đảo 2D có thể phát hiện được các bất đồng nhất theo phương nằm ngang, nhất là các đới đứt gãy, do vậy chúng tôi bắt đầu việc minh giải số liệu đo sâu từ telua bằng việc thực hiện phép nghịch đảo 2D.

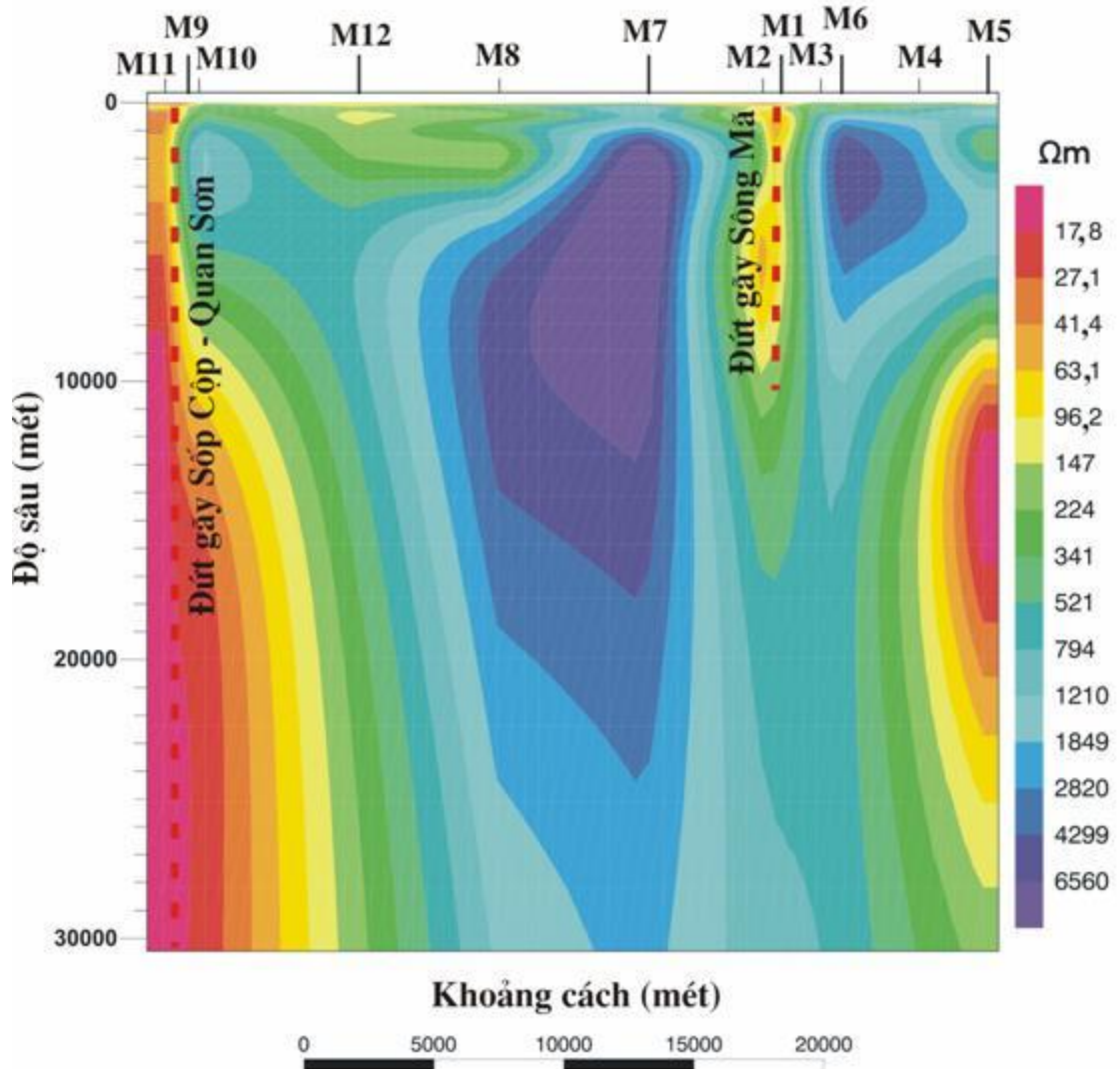
Tác giả sử dụng phép nghịch đảo 2D bằng phương pháp giảm dư nhanh (Rapid Relaxation Inverse – RRI) [7] thực hiện với phần mềm Geotools [2]. Phép nghịch đảo 2D RRI có thể được thực hiện riêng rẽ đối với từng thành phần, hoặc đồng thời cả hai thành phần. Trong phân tích 2D số liệu từ telua tuyến SC - SM, tác giả chọn mô hình ban đầu là nửa không gian đồng nhất có điện trở suất 100 Ωm . Kết quả nghịch đảo 2D tuyến đo sâu từ telua tuyến Sốp Cộp - Sông Mã được trình bày ở Hình 4. Hình vẽ được xây dựng với trục hoành là chiều dài tuyến đo và trục tung là độ sâu. Từ thông tin địa chất, tuyến Sốp Cộp - Sông Mã cắt qua đới đứt gãy Sông Mã bao gồm các đứt gãy: đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn và đứt gãy Sông Mã; trên mặt cắt địa điện Hình 4 chúng ta có thể nhận thấy biểu hiện của đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn và đứt gãy Sông Mã bằng các ranh giới thay đổi điện trở rõ rệt. Đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn đoạn cắt qua thị trấn Huyện Quan Sơn là đứt gãy lớn xuyên vò, nó có hướng cắm gần như thẳng đứng và nó nằm ở vị trí gần điểm M9. Đứt gãy Sông Mã đoạn cắt qua thị trấn huyện Sông Mã cắm sâu đến độ sâu hơn 10 km, nó có hướng cắm gần như thẳng đứng và nó nằm ở vị trí gần điểm M1. Các kết quả này phù hợp với những kết quả nghiên cứu trước đây.



Hình 2. Giả mặt cắt điện trở suất biểu kiến thành phần EW tuyến Sốp Cộp - Sông Mã.



Hình 3. Giả mặt cắt điện trở suất biểu kiến thành phần NS tuyến Sốp Cộp - Sông Mã.



Hình 4. Kết quả nghịch đảo 2D, mặt cắt địa điện tuyến Sốp Cộp - Sông Mã.

Trên mặt cắt địa điện của tuyến đo sâu từ telua Sốp Cộp - Sông Mã, điện trở suất của vỏ Trái đất thay đổi liên tục từ vài chục Ωm tới hàng ngàn Ωm . Có một xu thế chung trên tuyến là: Phần dưới của mặt cắt, ở độ sâu lớn hơn 20 km điện trở suất nhỏ hơn phần bên trên; phần phía trên, ở độ sâu nhỏ hơn khoảng 2 km điện trở suất nhỏ hơn phần bên dưới. Kiểu cấu trúc vỏ có lớp vỏ bên trên và lớp vỏ bên dưới có điện trở suất nhỏ hơn lớp vỏ giữa được gọi là cấu trúc vỏ Phanerozoi [4, 8], kiểu cấu trúc vỏ được quan sát ở nhiều vùng trên thế giới. Ở kiểu cấu trúc vỏ này việc xác định ranh giới Moho bằng tài liệu từ telua 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 bằng phân tích số liệu địa chấn thăm dò sâu.

VI. KẾT LUẬN

Trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Trái đất khu vực đới đứt gãy Sông Mã bằng phương pháp thăm dò sâu từ telua” tác giả đã thực hiện đo sâu từ telua trên tuyến Sốp Cộp - Sông Mã với 12 điểm đo.

Từ kết quả nghịch đảo 2D bằng phương pháp giảm dư nhanh, tác giả đã xây dựng được mặt cắt điện trở suất của vỏ Trái đất, trên đó cho thấy sự biểu hiện của đứt gãy Sốp Cộp - Quan Sơn và đứt gãy Sông Mã. Trên tuyến đo, cấu trúc địa điện của vỏ Trái đất có 3 lớp tiêu biểu, với lớp giữa có điện trở suất cao hơn lớp trên và lớp dưới - đây là kiểu cấu trúc vỏ Phanerozoi, cấu trúc vỏ tiêu biểu gặp được ở nhiều nơi trên thế giới.

Phương pháp từ telua với phép nghịch đảo 2D có hiệu quả rõ rệt của phương pháp trong nghiên cứu cấu trúc sâu của đứt gãy: vị trí đứt gãy, hướng nghiêng của đứt gãy, độ xuyên sâu của đứt gãy có thể được xác định một cách rõ rệt trên cơ sở nghiên cứu đặc trưng của mặt cắt điện trở suất tuyến nghiên cứu từ bề mặt tới độ sâu 30-40 km.

Bài báo được hoàn thành với sự trợ giúp kinh phí của đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam mã số VAST05.06/12-13.

VĂN LIỆU

1. **Cagnia I., 1953.** Basic theory of magnetotelluric method of geophysical prospecting. *Geophysics*, 18, 605-635.

2. **Geotools Corporation, 1997.** *Geotools MT User's guide.*

3. **Ingham M., 2005.** High resolution electrical imaging of faults zones. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 150, 93-105.

4. **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.

5. **Pham V.N., Boyer D., Nguyen Van Giang, 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.

6. **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.*

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.

8. Touret J.L.R., Marquis G., 1994. Fluides profondes et conductivité électrique de la croûte continentale inférieure, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 318, Série II, 1469-1482.

9. Đoàn Văn Tuyền, Đinh Văn Toàn, Nguyễn Trọng Yên, 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. *TC Các Khoa học về Trái đất*, 21/1:31-35.

10. Đoàn Văn Tuyền, Đinh Văn Toàn, Nguyễn Trọng Yên, 2001. Đặc điểm cấu trúc địa động lực đới đứt gãy Sông Hồng trên cơ sở tài liệu từ telua. *TC Địa chất*, A267, 21-28.

11. Vozoff K., 1972. The magnetotelluric method in the exploration of sedimentary basin. *Geophysics*, 37, No 1, 98-141.