

TENXƠ TỔNG TRỞ TỪ - TELLUA : KHAI TRIỂN VÀ ỨNG DỤNG

Nguyễn Thành Ván

Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Tp.HCM
(Bài nhận ngày 01 tháng 07 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 15 tháng 08 năm 2005)

TÓM TẮT: Từ tellua là một trong các phương pháp nghiên cứu bất đồng nhất về tính chất điện hai và ba chiều để khảo sát môi trường đất đá có độ sâu đến hàng chục km. Nhưng để đạt được kết quả cao hơn cần phải cải tiến việc tính toán mối liên hệ giữa các thành phần biến đổi của trường điện từ E_x, H_y và E_y, H_x thông qua tenxơ tổng trở \hat{Z} ; \hat{Z} là một ma trận phức trong vùng tần số. Việc giải thích các dữ liệu từ tellua là rút ra những tham số vô hướng có ích từ tenxơ tổng trở \hat{Z} – hàm truyền liên quan đến trường điện và trường từ quan sát được. Bài báo nhằm mục đích tổng quan các phương pháp khai triển tenxơ tổng trở từ tellua để nghiên cứu bất đồng nhất về tính chất điện trên mô hình hai chiều, ba chiều và số liệu thực tế, từ đó đưa ra các nhận xét và kết luận.

1. Quan hệ tuyến tính giữa các thành phần của trường từ tellua.

Mô hình cơ bản của phương pháp từ tellua là mô hình của Tikhonov và Cagniard. Trong mô hình này sóng điện từ phẳng truyền vào môi trường phân lớp ngang của đất đá và mối liên hệ giữa các thành phần của trường điện trên mặt đất là :

$$E_x = ZH_y ; E_y = -ZH_x ,$$

Z được gọi là tổng trở Tikhonov-Cagniard, phản ánh sự phân bố của độ dẫn điện theo chiều sâu. trong đó:

$$\vec{E}_\tau = Z[\vec{H}_\tau \times \vec{1}_z] \text{ với } \vec{E}_\tau = E_x \vec{1}_x + E_y \vec{1}_y \text{ và } \vec{H}_\tau = H_x \vec{1}_x + H_y \vec{1}_y ,$$

$\vec{1}_x, \vec{1}_y, \vec{1}_z$ là các vectơ đơn vị trong hệ tọa độ vuông góc Descartes, $\vec{1}_z$ hướng xuống phía dưới.

Tổng trở Z được xem như một đại lượng liên hệ giữa hai thành phần \vec{H}_τ và \vec{E}_τ .

2. Tenxơ tổng trở.

Giả sử sóng phẳng phân cực ellip tuyến tính, có các thành phần E_x, E_y và H_x, H_y truyền thẳng xuống mặt đất có $z = 0$ và độ từ thẩm của chân không là μ_0 .

Trong môi trường đất đá, những thành phần của trường điện, trường từ quan hệ tuyến tính qua tenxơ tổng trở \hat{Z} ; \hat{Z} là một ma trận phức phụ thuộc vào tính chất dẫn điện của môi trường và tần số. Đây là một tenxơ nằm trong mặt phẳng xy , được thành lập từ $\vec{E}_\tau, \vec{H}_\tau$ gọi là tenxơ tổng trở. Ma trận tenxơ tổng trở có 4 thành phần, đóng vai trò như một hàm truyền.

$$\hat{Z} = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{bmatrix} \text{ với } \begin{cases} E_x = Z_{xx} H_x + Z_{xy} H_y \\ E_y = Z_{yx} H_x + Z_{yy} H_y \end{cases}$$

Các thành phần $Z_{xx}, Z_{xy}, Z_{yx}, Z_{yy}$ thay đổi từ điểm này sang điểm khác phản ánh sự thay đổi của độ dẫn điện theo chiều sâu và chiều ngang (sự mở rộng của mô hình Tikhonov-Cagniard) [1].

3. Phép quay tenxơ tổng trở.

Điều kiện liên hệ của các thành phần của \hat{Z} với hướng được quan tâm. Hướng của các thành phần tenxơ tổng trở chính là hướng của thành phần trường điện.

Có thể thay đổi các thành phần của tenxơ tổng trở bằng cách quay trục tọa độ. Giả sử α là góc giữa x và x' (theo chiều quay kim đồng hồ). Chúng ta xét cơ sở $\{\vec{i}_x, \vec{i}_y\}$ trong $\vec{E}_\tau = \hat{Z}\vec{H}_\tau$, còn cơ sở $\{\vec{i}_{x'}, \vec{i}_{y'}\}$ trong $\vec{E}'_\tau = \hat{Z}(\alpha)\vec{H}'_\tau$. Đây là quan hệ giữa \hat{Z} và $\hat{Z}(\alpha)$.

4. Tính chất của tenxơ tổng trở.

Tính chất của tenxơ \hat{Z} tùy thuộc vào loại mô hình. Chúng ta lần lượt xem xét các mô hình 1 chiều, 2 chiều và 3 chiều.

► **Mô hình 1 chiều:** Trong mô hình này độ dẫn điện chỉ thay đổi theo chiều sâu z , được gọi là mô hình 1D mà mô hình phân lớp ngang của Cagniard là một trường hợp. Mô hình 1D theo hướng bất kỳ của trục tọa độ $Z_{xx} = Z_{yy} = 0$ và $Z_{xy} = -Z_{yx} = Z$, nên

$$\hat{Z} = \begin{bmatrix} 0 & Z \\ -Z & 0 \end{bmatrix}$$

Có thể nói rằng các thành phần Z_{xy}, Z_{yx} của tenxơ tổng trở liên quan đến sự thay đổi tính chất điện theo chiều sâu, còn các thành phần Z_{xx}, Z_{yy} liên quan đến sự thay đổi độ dẫn điện theo chiều ngang.

► **Mô hình hai chiều:** là mô hình trong đó độ dẫn điện thay đổi theo trục z thẳng đứng và theo một trục ngang x hoặc y . Theo trục ngang thì $\sigma = \text{const}$ được gọi là trục đồng nhất. Mô hình như trên được gọi là mô hình 2D. Trong mô hình 2D trường phân cực điện từ được chia làm hai trường hợp:

a. Song song hoặc E-phân cực (trường điện phân cực dọc theo trục đồng nhất, tức là dọc theo cấu trúc).

b. Vuông góc hay H-phân cực (trường từ phân cực dọc theo trục đồng nhất, tức là thẳng góc với cấu trúc). Trong đo sâu, trường phân cực song song hay thẳng góc được gọi là song song // hay thẳng góc \perp .

Z'' , Z^\perp là các thành phần song song và thẳng góc của tenxơ tổng trở. Vì vậy tenxơ tổng trở \hat{Z} có đường chéo bằng không.

$$\hat{Z} = \begin{bmatrix} 0 & Z'' \\ -Z^\perp & 0 \end{bmatrix}$$

► **Mô hình ba chiều:** Trong mô hình này độ dẫn điện thay đổi theo trục thẳng đứng z và theo cả hai trục x, y . Mô hình này được gọi là mô hình 3D.

Từ sự đa dạng của các mô hình 3D, có thể chia ra mô hình đối xứng trục là mô hình mà tenxơ tổng trở đơn giản nhất. Giả sử trục x thẳng góc với trục đối xứng.

Ở đây Z_r, Z_t là thành phần hướng tâm và thành phần tiếp tuyến của tenxơ tổng trở, nghĩa là trong trường hợp này tenxơ tổng trở có đường chéo bằng không.

$$\hat{Z} = \begin{bmatrix} 0 & Z_r \\ -Z_t & 0 \end{bmatrix}$$

Nếu quay trục tọa độ thì mô hình 3D đối xứng trục và mô hình 2D có cùng một dạng tenxơ tổng trở.

5. Giảm độ phân cực của tenxơ tổng trở.

Sự phụ thuộc các thành phần của \hat{Z} theo hướng có thể biểu diễn thành giản đồ. Giả sử tenxơ \hat{Z} được xác định trong hệ trục x,y . Chuyển sang trục mới x', y' bằng cách quay góc α , ta có thể xác định được Z'_{xx} và Z'_{xy} theo trục x' . Theo trục x' giá trị $|Z'_{xx}|, |Z'_{xy}|$ và $\arg Z'_{xy}$.

6. Phương pháp quay.

Tác giả của phương pháp này là Sims và Bostick (1969) [3], được sử dụng rộng rãi ở các nước Tây Âu, Mỹ và Úc. Ý tưởng của phương pháp nằm ở chỗ quay \hat{Z} để các thành phần chéo Z_{xx}, Z_{yy} cực tiểu. Trong trường hợp này góc quay α_0 được xác định bởi :

$$\text{tg}4\alpha_0 = \frac{2 \text{Re} Z_3 Z_4^*}{|Z_4|^2 - |Z_3|^2}$$

Trong mô hình 1D thì Z_{xy}, Z_{yx} được xem là Z và $-Z$, còn ellip Z_{xx}, Z_{yy} là một điểm tại gốc tọa độ.

Trong mô hình 2D, khi góc quay của trục tọa độ $\alpha = \alpha_0$ hay $\alpha_0 \pm \pi/2$ có thể xác định được hướng thẳng góc và song song theo góc α , chúng cho ta hướng thẳng góc và song song của tenxơ \hat{Z} .

Tương tự như vậy đối với hướng trục và hướng tiếp tuyến của tenxơ \hat{Z} đối với mô hình ba chiều đối xứng trục.

Đối với mô hình 2D đối xứng trục, việc xác định hướng chính và giá trị chính của tenxơ tổng trở nằm ở chỗ xác định α_0 và $\alpha_0 \pm \pi/2$ và tính $Z'_{xy}(\alpha_0)$ và $Z'_{yx}(\alpha_0)$.

Ta xét mô hình bất đối xứng và tìm hiểu về tenxơ của nó trong trường hợp này

$$\hat{Z} = \begin{bmatrix} Z'_{xx} & Z'_{xy} \\ Z'_{yx} & Z'_{yy} \end{bmatrix}, \text{ tenxơ tương đương có dạng : } \hat{\hat{Z}} = \begin{bmatrix} 0 & Z'_{xy} \\ Z'_{yx} & 0 \end{bmatrix}$$

Cơ sở của phương pháp quay là xem mô hình hai chiều hoặc đối xứng trục là tương đương với môi trường thực bất đối xứng. Nguyên tắc tương đương như sau : nếu môi trường gần với hai chiều hay đối xứng trục thì mức độ đánh giá được thông qua thông số Skew do Swifs đề nghị [3] :

$$A = \text{skew} = \left| \frac{Z_{xx} + Z_{yy}}{Z_{xy} - Z_{yx}} \right|$$

Thông số A không phụ thuộc vào hướng quay của trục. Trường hợp môi trường 2D và mô hình đối xứng trục thì $A = 0$; độ lệch của A khỏi giá trị không cho ta mức độ bất đối xứng của môi trường.

Nếu $A \gg 0$ thì môi trường rất phức tạp không thể xem tương đương với 2D hoặc đối xứng trục, cơ sở vật lý của phương pháp quay bị phá vỡ. Có thể nói rằng trong công thức Skew kết quả nhận được không những tùy thuộc vào Z_{xy}, Z_{yx} mà còn tùy thuộc vào các thành phần trên đường chéo.

7. Phương pháp trục giao.

Tác giả phương pháp này là Eggers [3]. Để xác định giá trị chính và phương chính của tenxơ tổng trở từ tellua trong mô hình hai chiều và đối xứng trục ta phải tìm \vec{E}_r và \vec{H}_r ,

phân cực tuyến tính và thẳng góc với nhau. Ý tưởng của Eggers là trường \vec{E}_r và \vec{H}_r có hai trục lớn của ellip phân cực thẳng góc nhau.

Tính chất trực giao của các trục lớn phân cực ellip thỏa mãn đôi một thẳng góc. Lúc đó cho $E_x H_x + E_y H_y = 0$.

Nếu điều kiện trên thỏa thì tồn tại một lượng vô hướng ζ với

$$\zeta = \frac{E_x}{H_y} = -\frac{E_y}{H_x}$$

Các số phức ζ_1, ζ_2 là giá trị riêng của ma trận \hat{Z} , chúng được thể hiện qua các bất biến $Z_1 = (Z_{xy} - Z_{yx})/2$ và $\det \hat{Z} = Z_{xy}Z_{yy} - Z_{yx}Z_{xx}$ (không phụ thuộc theo phép quay).

$\zeta_{1,2} = Z_1 \pm \sqrt{Z_1^2 - \det \hat{Z}}$. Ở đây ζ_1 và ζ_2 là giá trị riêng của trường $\vec{E}_{1\tau}, \vec{H}_{1\tau}$ và $\vec{E}_{2\tau}, \vec{H}_{2\tau}$:

$$\vec{E}_{1\tau} = \zeta_1 [\vec{H}_{1\tau} \times \vec{I}_z] \text{ và } \vec{E}_{2\tau} = \zeta_2 [\vec{H}_{2\tau} \times \vec{I}_z]$$

Chúng ta nói rằng hướng của \hat{Z} là hướng phân cực riêng của \hat{Z} . Xác định hướng chính của \hat{Z} có nghĩa là xác định hướng của trục chính ellip phân cực \vec{E}_{1r} và \vec{E}_{2r} . Gọi α_E là góc giữa trục x và trục ellip phân cực điện, được tính qua quan hệ phân cực P_E .

Ta thấy quan hệ phân cực P_H của trường từ riêng

$$P_{H_{1,2}} = \frac{H_{1,2y}}{H_{1,2x}} = \frac{Z_{xx}}{\zeta_{1,2} - Z_{xy}} = -\frac{\zeta_{1,2} + Z_{yx}}{Z_{yy}}$$

khi đó
$$P_{E_{1,2}} = \frac{E_{1,2y}}{E_{1,2x}} = \text{tg} \theta_{E_{1,2}} e^{i\varphi_{E_{1,2}}} = -\frac{\zeta_{1,2} - Z_{xy}}{Z_{xx}} = \frac{Z_{yy}}{\zeta_{1,2} + Z_{yx}}$$

Từ đó ta có:
$$\text{tg} 2\alpha_{E_{1,2}} = \text{tg} 2\theta_{E_{1,2}} \cos \varphi_{E_{1,2}} \begin{cases} \alpha_E \in [0, \pi/2 \text{ khi } \cos \varphi_E > 0] \\ \alpha_E = 0 \text{ khi } \cos \varphi_E = 0 \\ \alpha_E \in [-\pi/2, 0 \text{ khi } \cos \varphi_E < 0] \end{cases}$$

Để xác định mức độ bất đồng nhất 3D ta có thể tính thông số góc

$$A_E = \left| \alpha_{E_1} - \alpha_{E_2} \right| - 90^\circ \text{ hoặc } A_E = \left| \alpha_{E_1} - \alpha_{E_2} \right|$$

Ngoài ra, có thể xác định tham số độ ellip ε_{E_1} và ε_{E_2}

$$\varepsilon_{E_{1,2}} = \text{tg} \left[\frac{1}{2} \arcsin(\sin 2\theta_{E_{1,2}} \sin \varphi_{E_{1,2}}) \right] \text{ với } -1 \leq \varepsilon_E \leq 1$$

Tóm lại ta thu được tám tham số: $\zeta_1 = |\zeta_1| e^{i\varphi_1}$, $\alpha_{E_1}, \varepsilon_{E_1}$ và $\zeta_2 = |\zeta_2| e^{i\varphi_2}$, $\alpha_{E_2}, \varepsilon_{E_2}$, chúng đặc trưng cho tám bậc tự do của tenxơ \hat{Z} .

Đây là phương pháp dùng để xác định giá trị chính và hướng chính của tenxơ tổng trở được gọi là phương pháp trực giao. Để thực hiện phương pháp này cần lưu ý là đối với mô hình 1D thì: $Z_{xx} = Z_{yy} = 0$ và $Z_{xy} = -Z_{yx} = Z$.

Ở đây $\zeta_1 = \zeta_2 = Z$ và $P_{E_{1,2}} = 0/0, \alpha_{E_{1,2}} = 0/0$.

Giá trị chính của tenxơ \hat{Z} trùng với tenxơ Tikhonov-Cagniard, còn hướng chính không xác định và trường từ luôn luôn thẳng góc với trường điện.

Xét mô hình 2D với trục đối xứng là trục x. Giả sử tenxơ \hat{Z} được xác định theo trục x', y' với α là góc giữa x và x' . Ta có:

$$\zeta_{1,2} = Z^{//, \perp} \text{ và } \alpha_{E_{1,2}} = -\alpha, -\alpha + \pi/2.$$

Giá trị chính của tenxơ \hat{Z} trùng với thành phần song song và thẳng góc của tổng trở, còn phương chính là phương của thành phần song song và thẳng góc.

Trong trường hợp đó $\varepsilon_{1,2} = 0$. Đây là trường hợp phân cực tuyến tính.

Tương tự trong trường hợp mô hình đối xứng trục. Ở đây $\zeta_{1,2} = Z_{r,t}$, còn hướng của bán kính và tiếp tuyến là hướng chính. Trong trường hợp này phân cực cũng là tuyến tính.

Vì vậy, đối với mô hình đối xứng thì phương pháp trục giao và phương pháp quay cho cùng kết quả. Nhưng ta có thể thấy rằng kết quả cho từ các phương pháp trục giao và quay giống nhau tại mọi điểm trên mặt đất nếu sóng điện từ là phẳng và truyền thẳng đứng. Khi môi trường đối xứng bị phá vỡ, kết quả bị phân tán. Trong trường hợp này phương pháp trục giao cho đầy đủ tính chất của môi trường vì ta nhận được tám thông số và xác định được tất cả các bậc tự do của ma trận \hat{Z} .

8. Phương pháp chéo hóa.

Sau khi bài báo của Eggers đăng trên tạp chí Geophysics, nhiều bài báo khác về vấn đề trên cũng đã được công bố. Ở đây chúng tôi nêu lên các phương pháp xác định giá trị và hướng chính của tenxơ tổng trở được phát triển bởi Yee, Paulson [12] và Latoracca, Madden, Korringa [4]. Đây là phương pháp được gọi là phương pháp chéo hóa.

Ý tưởng của phương pháp rất đơn giản. Trong không gian của các vectơ phức \vec{E}_r và \vec{H}_r lấy hai cơ sở phức $\{\vec{e}_m, \vec{e}_n\}$ và $\{\vec{h}_m, \vec{h}_n\}$. Trường điện được biểu diễn qua cơ sở $\{\vec{e}_m, \vec{e}_n\}$, trường từ dưới cơ sở $\{\vec{h}_m, \vec{h}_n\}$.

$$\hat{Z}' = \begin{bmatrix} 0 & \zeta_1 \\ -\zeta_2 & 0 \end{bmatrix} \text{ với } \zeta_1 = |\zeta_1| e^{i\gamma_1}, \quad \zeta_2 = |\zeta_2| e^{i\gamma_2}$$

$$|\zeta_1| = \sqrt{\frac{1}{2} \|\hat{Z}\|^2 + \sqrt{\frac{1}{4} \|\hat{Z}\|^4 - |\det \hat{Z}|^2}} \quad \text{và} \quad |\zeta_2| = \sqrt{\frac{1}{2} \|\hat{Z}\|^2 - \sqrt{\frac{1}{4} \|\hat{Z}\|^4 - |\det \hat{Z}|^2}}$$

$$Z^2 = Z_{xx}^2 + Z_{xy}^2 + Z_{yx}^2 + Z_{yy}^2 \quad \text{và} \quad \|\hat{Z}\|^2 = |Z_{xx}|^2 + |Z_{xy}|^2 + |Z_{yx}|^2 + |Z_{yy}|^2$$

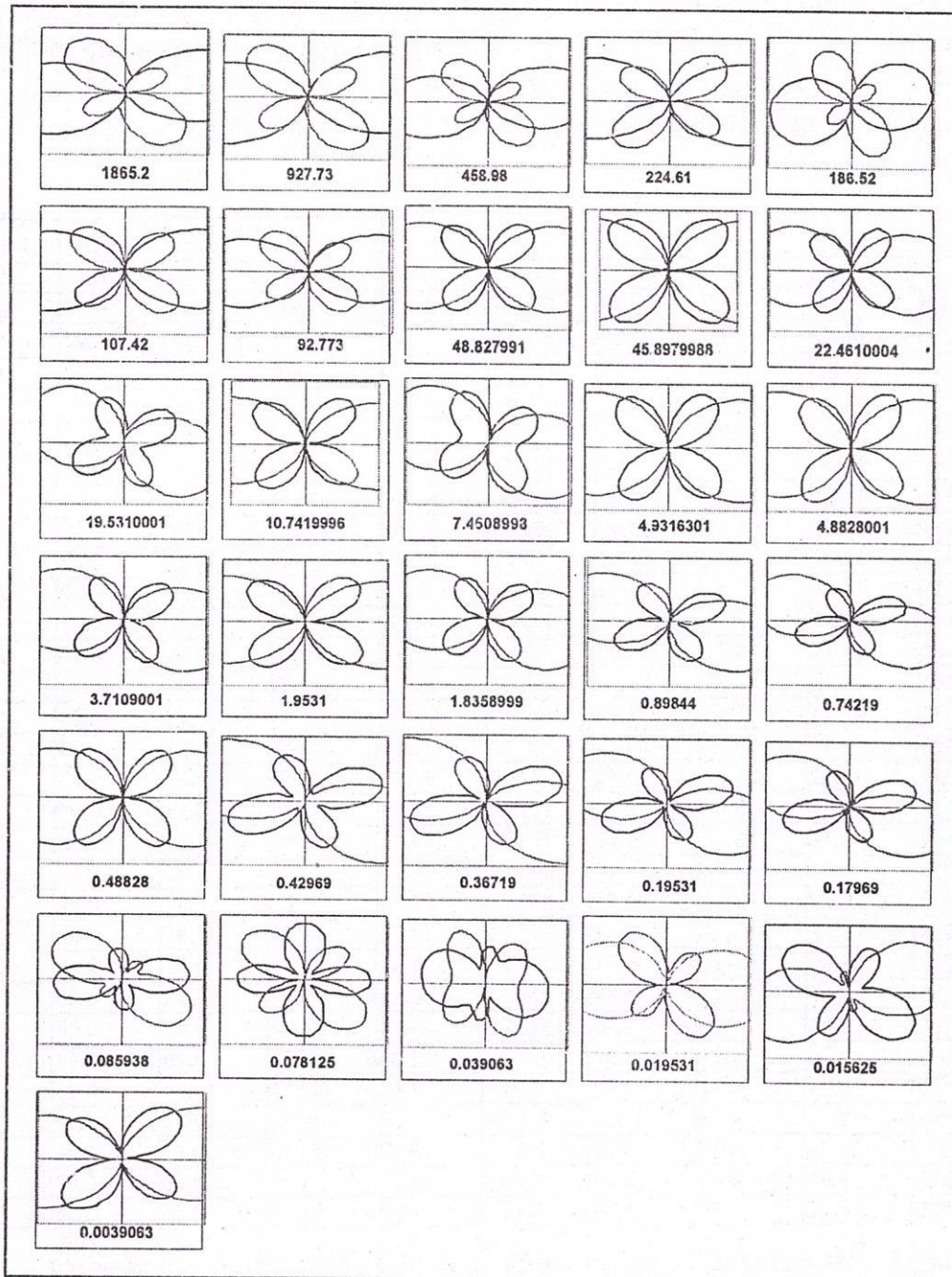
$$\gamma_1 = \arg(Z_{xy} + Z_{xx} \operatorname{ctg} \theta_h e^{-i\varphi_h}) \quad \text{và} \quad \gamma_2 = \arg(-Z_{yx} + Z_{yy} \operatorname{ctg} \theta_h e^{i\varphi_h})$$

$$\varphi_h = \arg(Z_{xx} Z_{xy}^* + Z_{yx} Z_{yy}^*) \quad \text{và} \quad \operatorname{tg} \theta_h = \frac{|Z_{xx} Z_{xy}^* + Z_{yx} Z_{yy}^*|}{\left| |\zeta_1|^2 - |Z_{xy}|^2 - |Z_{yy}|^2 \right|}$$

9. So sánh các phương pháp.

Ta có thể nhận thấy trong ba phương pháp thì phương pháp quay cho ít thông tin hơn (6 thông tin), còn hai phương pháp còn lại cho ta tám thông tin. Về mặt toán học thì phương pháp trục giao và chéo hóa có nhiều phần giống nhau, nhưng vì tính bất biến của pha của giá trị chính trong phương pháp trục giao và tính chất biến thiên (tuy nhỏ) của pha trong phương pháp chéo hóa nên phương pháp trục giao hoàn thiện và ưu việt hơn [10].

10. Áp dụng trên số liệu tại điểm đo Bến Lức.



**Hình 1. Giản đồ phân cực Z_{xx} , Z_{xy} tại điểm đo Bến Lức;
Hướng Bắc hướng lên trên. tần số từ 1865.2 đến 0.0039063 Hz**

Trong công trình của Lê Huy Minh [6] nghiên cứu cấu trúc sâu vùng đồng bằng sông Cửu Long bằng phương pháp đo sâu từ tellua thì kết quả điểm đo tại Bến Lức, huyện Long An (điểm đo BLU, kinh độ $106^{\circ}28'375''$, vĩ độ $10^{\circ}39'409''$) như sau :

“Điểm Bến Lức cũng có sự bất đẳng hướng rõ rệt của cấu trúc điện trở giữa hai hướng. Theo [Nguyễn Xuân Bao và nkk, 2004] điểm đo này gần với đứt gãy sông Sài Gòn, là ranh giới giữa đới cấu trúc Đà Lạt và vùng tách giãn sông Cửu Long. Tại điểm Bến Lức, chúng tôi thấy rằng hướng phân cực chính của cấu trúc ở các tần số cao là khoảng 45° , sau đó hướng phân cực tăng dần theo sự giảm của tần số, hướng phân cực chính gần 90° ở tần số 0,078125 Hz và khoảng 120° ở tần số 0,015625 Hz, nghĩa là hướng phân cực không đồng nhất theo chiều sâu. Kiểu phân tích này sẽ được tiến hành trong các nghiên cứu tới”.

Theo đánh giá của nhiều tác giả [eg., 1,3,8,14] thì phương pháp giản đồ cực trong công trình [6] đã sử dụng có thể không hiệu quả bằng các phương pháp quay (cho 6 thông tin), phương pháp trực giao và chéo hóa (cho 8 thông tin) trong các trường hợp môi trường phức tạp. Như đã dẫn chứng ở các phần trước thì phương pháp trực giao có nhiều điểm ưu việt hơn cả, do đó trong phần phân tích tenxơ tổng trở tại Bến lức chúng tôi sử dụng phương pháp trực giao.

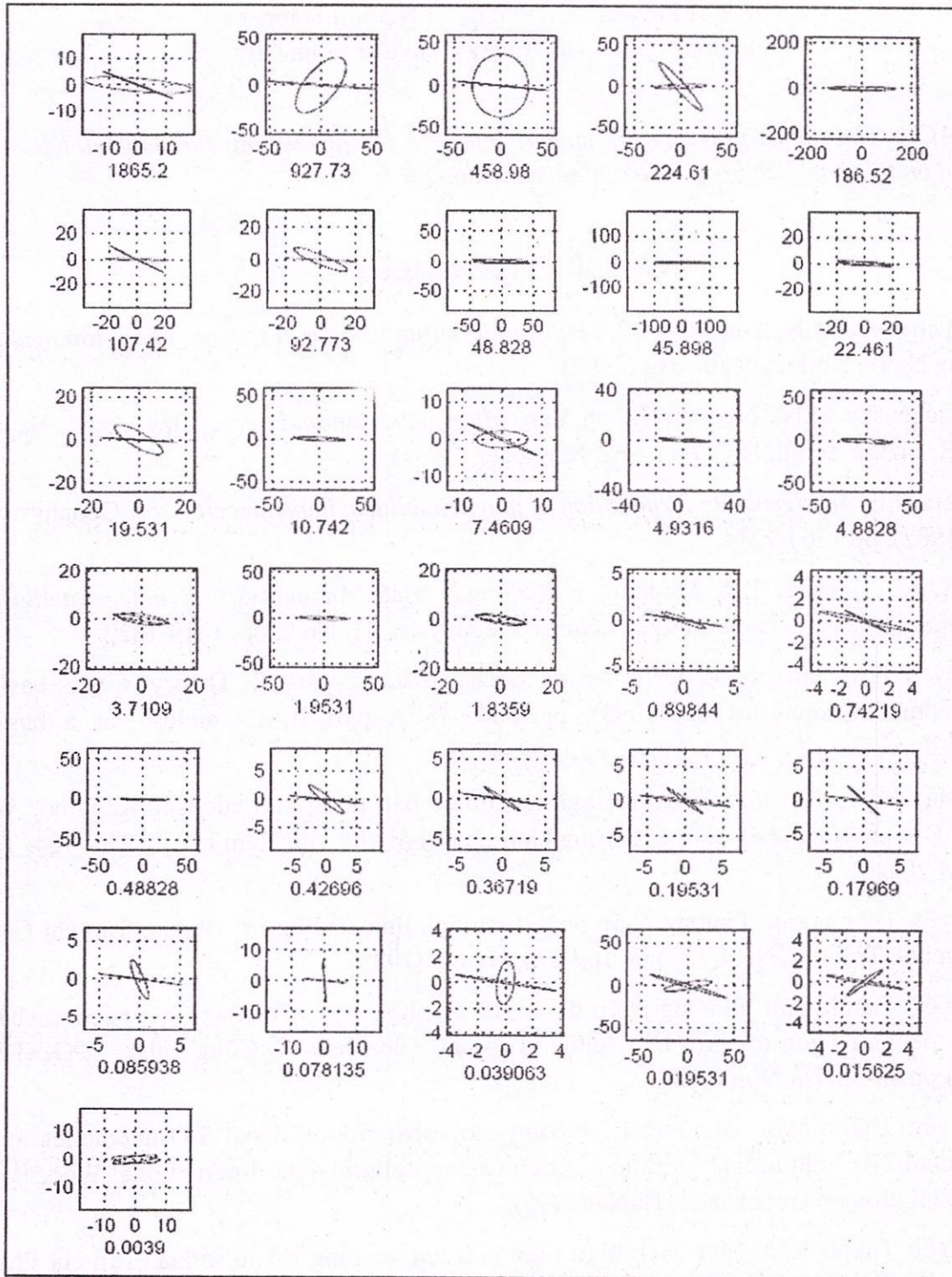
TT	f	ζ_1	ζ_2	γ_1	γ_2	U_{E1}	U_{E2}	ε_{E1}	ε_{E2}	A_E
1	1865.2	13.36	19.03	33.43	-134.89	-67.15	-84.66	0.02	-0.19	17.52
2	927.73	35.50	55.54	-10.33	-173.65	36.72	-85.54	0.45	0.02	32.26
3	458.98	36.98	51.79	7.82	-158.33	1.33	-83.92	0.81	-0.02	4.75
4	224.61	36.33	28.37	2.22	-156.89	-38.65	87.60	-0.14	0.07	36.24
5	186.52	130.45	126.74	55.20	-130.02	-89.56	-89.31	0.07	-0.06	0.25
6	107.42	21.88	23.00	8.64	-157.29	-61.37	-88.37	0.01	0.03	26.99
7	92.773	17.00	20.66	-0.22	178.93	-65.43	-86.81	0.18	0.00	21.38
8	48.828	45.63	42.44	-71.95	108.66	-86.97	89.46	-0.04	0.07	3.57
9	45.898	101.95	101.51	79.07	-101.15	89.70	-89.27	0.02	-0.02	1.03
10	22.461	19.67	16.91	-83.61	110.42	-84.56	-88.07	-0.05	0.08	3.51
11	19.531	11.86	16.11	24.84	-153.47	-57.71	-86.23	0.29	-0.02	28.52
12	10.742	28.61	25.14	-80.56	109.50	-86.28	-88.83	-0.07	0.07	2.54
13	7.4609	6.45	9.74	59.80	-149.28	89.13	-63.52	0.36	-0.04	27.35
14	4.93163	18.95	15.91	-66.12	116.11	-85.91	-88.73	-0.05	0.05	2.82
15	4.8828	27.19	25.05	82.07	-107.70	-86.28	-88.70	0.08	-0.08	2.42
16	3.7109	9.47	10.90	50.81	-147.17	-81.19	-80.27	0.21	-0.09	0.92
17	1.9531	23.96	23.32	-90.11	92.00	-87.65	-87.84	-0.06	0.07	0.19
18	1.8359	9.07	9.84	66.70	-125.26	-80.02	-80.82	0.18	-0.11	0.80
19	0.89844	2.36	3.95	11.72	-175.32	-68.14	-80.08	0.11	0.02	11.94
20	0.74219	1.98	4.04	-57.40	141.03	-60.61	-77.38	-0.04	0.09	16.77
21	0.48828	26.50	24.61	-40.65	132.07	-87.59	89.53	-0.02	0.02	2.88
22	0.42969	3.78	5.96	2.42	179.51	-49.72	-83.52	0.15	0.02	33.81
23	0.36719	2.60	5.17	-10.44	166.39	-54.58	-81.78	0.07	0.03	27.20
24	0.19531	3.02	5.95	-11.36	177.14	-52.10	-83.03	-0.06	0.05	30.93
25	0.17969	3.03	5.48	-1.90	174.82	-45.86	-83.10	0.02	0.00	37.24
26	0.085938	2.76	5.14	-5.32	177.29	-21.38	-81.76	-0.19	-0.01	29.62
27	0.078125	6.93	6.31	19.03	-176.89	-4.06	-84.17	0.00	-0.01	9.89
28	0.039063	1.68	3.74	-12.36	-173.97	7.61	-80.83	-0.37	-0.05	1.57
29	0.019531	26.40	43.15	-38.79	-179.33	79.27	-72.46	0.15	-0.06	28.27
30	0.015625	2.00	3.48	8.88	-159.44	52.24	-79.72	-0.09	-0.06	41.96
31	0.0039	7.27	7.78	66.50	-141.64	79.68	-87.75	0.16	-0.18	12.56

Bảng 1. Các thông số từ giá trị chính và hướng chính của tenxơ tổng trở

Thông tin thu được từ giá trị chính và hướng chính của tenxơ tổng trở \hat{Z} (Bảng 1 và Hình 2) cho thấy môi trường tại điểm đo Bến lức thể hiện tính chất ba chiều rất rõ rệt, cụ thể là các độ ellíp của ellíp phân cực điện thường đối dấu, góc α_{E1} là góc hợp bởi trục x và trục phân cực điện E_1 thay đổi từ 2 đến 90° theo tần số, và thông qua thông số góc A_E là thông số đánh giá mức độ bất đồng nhất ba chiều luôn có giá trị lớn, trừ tại các tần số 458,98; 186,52; 48,828; 45,898; 22,461; 10,742; 4,93163; 4,8828; 3,7109; 1,9531; 1,8359; 0,48828 và 0,39063Hz. Đặc biệt từ tần số 0,89844 Hz trở xuống thì A_E luôn luôn lớn (từ 12° đến 37°) nên mức độ bất đồng nhất ba chiều càng thể hiện liên tục hơn.

Qua kết quả phân tích ban đầu, có thể thấy các thông số rút ra từ ten xơ \hat{Z} thể hiện tại điểm đo Bến lức có bất đồng nhất rất phức tạp. Nhưng để xác định được vị trí cụ thể

cũng như phạm vi của bất đồng nhất này cần phải đo bổ sung thêm nhiều điểm từ tellua hơn nữa.



11. Kết luận.

Các thông tin thu thập được từ tenxơ tổng trở bằng phương pháp trực giao cho chúng ta đầy đủ dữ liệu để kết luận được môi trường là 1D, 2D hoặc 3D, từ đó sẽ tiến hành đo thêm hoặc lựa chọn dữ liệu để xây dựng mô hình bài toán ngược dự kiến.

Cảm ơn TS. Lê Huy Minh đã cung cấp cho chúng tôi số liệu từ tellua đo tại Bến Lức.

MAGNETOTELLURIC TENSOR: DECOMPOSITION AND APPLICATIONS

Nguyen Thanh Van

Faculty of Physics , University of Natural Sciences
Vietnam National University – Ho Chi Minh City

ABSTRACT: *The paper presents the modern theories for processing the magnetotelluric data, and on this basis to propose a optimum method for it.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Berdichevsky M.N., Dmitriev V.I. , *Đo sâu từ tellua trong môi trường phân lớp ngang* (tiếng Nga) , Nedra , Matxcơva (1992).
2. Berdichevsky M.N., Nguyễn Thành Vấn, *Magnetovariational vector*, Izv. Akad, Nauk SSSR, Fizika Zemli, No3, pp.52-62, Matxcơva (1991).
3. Eggers D.E. *An eigenstate formulation of magnetotelluric impedance tensor*, Geophysics 47 (1982), pp.1204-1214.
4. G. A. La Torraca, T.R. Madden, J. Korringa, 1986: *An analysis of magnetotelluric impedance for 3D conductivity structures*, Geophysics 51, No.9, pp. 1819-1829.
5. Lilley F.E.M. *Magnetotelluric tensor decomposition: part I, Theory for a basic procedure*. Geophysics 63 (1998), pp.1885 -1897. part II, *Examples of a basic procedure*. Geophysics 63 (1998), pp.1898 -1907.
6. Lê Huy Minh. Hội thảo khoa học nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực Các Khoa học về Trái Đất phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội khu vực Nam bộ. pp 91 – 104. Tp HCM 2004.
7. Nguyễn Thành Vấn. Phương pháp phân tích định tính số liệu từ - tellua. Tạp chí Các Khoa học Trái đất, No.4(T17),pp.169-174, Hà Nội(1995).
8. Nguyễn Thành Vấn. Phương pháp đánh giá và phân loại bất đồng nhất về tính chất điện để giải thích tài liệu từ - tellua. Tạp chí Khoa học và Công nghệ. T.XXXIV, No.4,pp.48-52. Hà Nội(1995).
9. Nguyễn Thành Vấn. A method for complete separation of local 3-D anomalies and regional 2-D field in interpretation of the magnetotelluric data. International Workshop & Exhibition on Geophysics, HaNoi(1996).
10. Nguyễn Thành Vấn. Một cách biểu diễn của ten xơ tổng trở từ tellua. Tạp chí Phát triển Khoa học Công nghệ. Tập 6, No.3&4(2003),ĐHQG Tp. HCM, pp.8-17.
11. Nguyễn Thành Vấn. Áp dụng phương pháp từ biến đổi để nghiên cứu bất đồng nhất địa điện. Tạp chí Phát triển KH CN. Tập 7, No.10(2004), ĐHQG Tp. HCM, pp.23-31.
12. E. Yee, K. V. Paulson, 1987 : The canonical decomposition and its relationship to other forms of magnetotelluric impedance tensor analysis, J. Geophys, 61, pp 173-189.