

Nghiên cứu cấu trúc dẫn điện sâu địa chất bằng phương pháp từ biến đổi

- Nguyễn Thành Ván
- Võ Nguyễn Như Liễu

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 04 tháng 12 năm 2014, nhận đăng ngày 23 tháng 09 năm 2015)

TÓM TẮT

Trong phương pháp từ tellua, ngoài hàm cảm ứng từ biến đổi được xác định từ mối quan hệ tuyến tính giữa thành phần điện trường và từ trường, chúng ta còn có thể xác định hàm cảm ứng từ biến đổi từ mối quan hệ tuyến tính giữa các thành phần của từ trường H_x , H_y và H_z (phương pháp từ biến đổi, magnetovariational method). Việc này giúp phương pháp từ tellua trở nên hữu ích hơn (ở những tần số thấp, từ trường sẽ được loại bỏ nhiều gần mặt đất và làm nổi bật những tín hiệu do cấu trúc sâu gây nên). Các thành phần của trường từ được thể hiện qua ma trận Wiese–Parkinson $\hat{W}$. Từ ma

Từ khóa: từ tellua, từ biến đổi

trận $\hat{W}$, chúng tôi dùng các phép biến đổi để xây dựng các vectơ từ biến đổi $\vec{V}$, pha ψ và độ elíp phân cực $\varepsilon_H^\perp$ của trường từ để nghiên cứu sự bất đồng nhất về tính chất điện. Thông tin chúng tôi thu được nhiều hơn các phương pháp trước đây, vì vectơ $\vec{V}$ cho hai thông số (phương và giá trị) và $|\vec{V}| > |\text{Re}\vec{W}|$ và $|\vec{V}| > |\text{Im}\vec{W}|$, do đó việc minh giải tài liệu có nhiều thuận lợi hơn các phương pháp đã có. Các kết quả thu thập cho phép đưa ra những kết luận có ý nghĩa quan trọng về địa chất, chẳng hạn như việc xây dựng bản đồ độ dẫn cấu trúc sâu một số nơi của vỏ Trái đất.

GIỚI THIỆU

Phương pháp mặt cắt từ biến đổi (magnetovariational profiling, MVP) bao gồm việc ghi lại đồng thời ba thành phần biến thiên theo thời gian của từ trường H_x , H_y , và H_z . Những quan sát có thể được thực hiện bằng cách sử dụng chỉ một trạm quan sát duy nhất, sau đó di chuyển dần dần dọc theo tuyến đo hoặc bằng cách sử dụng hai trạm: một trạm chính và trạm còn lại lưu động (tương tự như cách được sử dụng trong phương pháp bản đồ dòng từ: telluric current mapping: TCM). Tùy theo đặc điểm địa chất đang được nghiên cứu, miền chu kỳ có thể dao động từ một vài giây đến một vài giờ hoặc thậm chí là một vài ngày. Việc giảm số liệu thực địa được thực hiện bằng cách sử dụng đặc điểm nhận biết các hiện tượng (xử lý thủ công) hoặc bằng

cách phân tích mật độ năng lượng theo thời gian thông qua việc xác định hàm chuyển đổi từ $m(r, r_0)$ hoặc từ vectơ cảm ứng. Các thành phần vô hướng của hàm chuyển đổi hoặc vectơ cảm ứng phụ thuộc vào vị trí của trạm quan sát, tần số thời gian và đặc điểm địa điện. Việc phân tích bản đồ biểu diễn các kết quả thu thập cho phép đưa ra những kết luận có ý nghĩa quan trọng về địa chất, chẳng hạn như việc xây dựng bản đồ độ dẫn một số nơi của vỏ Trái đất.

Cải tiến của phương pháp MVP nhưng chưa được sử dụng rộng rãi là phương pháp đo sâu từ biến đổi (magnetovariation sounding, MVS). Trong lĩnh vực này các kỹ thuật đo giống như được sử dụng trong phương pháp từ biến đổi, chỉ có mục tiêu là thay đổi nhằm xác định biến thiên

của độ dẫn điện theo chiều sâu thay vì dọc theo tuyến đo. Phương pháp MVS có thể được coi như tương đương với phương pháp MTS (magnetotelluric sounding), nhưng ở đây khái niệm gradient của những thành phần từ trường được sử dụng thay cho các quan sát điện trường trong phương pháp MTS. Dữ liệu được ghi đồng thời với một mạng ít nhất ba điểm đo có khoảng cách tương đối gần, bằng cách sử dụng sự khác biệt giữa các cặp trạm có thể xác định gần đúng gradient ngang của từ trường. Thêm vào đó có thể tính toán hàm chuyển đổi T từ công thức sau, với giả định các thành phần trường điện từ và các không gian dẫn xuất của chúng có quan hệ tuyến tính:

$$T = -i\omega\mu \frac{H_z}{\frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_y}{\partial y}}$$

Hàm chuyển đổi T là phương trình số học của trở kháng Tikhonov-Cagniard [2, 7], Z trong môi trường đồng nhất ngang và sử dụng hàm chuyển đổi này để xây dựng đường cong đo sâu điện trở suất biểu kiến của môi trường.

Sự tương phản độ dẫn điện theo phương ngang thay đổi theo hướng, biên độ và pha của trường từ biến thiên, dẫn đến việc tăng dấu hiệu của các véc tơ cảm ứng, nghĩa là tăng các thành phần từ theo phương thẳng đứng. Những gradient dẫn điện theo phương ngang cũng làm thay đổi thành phần theo phương ngang của từ trường.

Nếu môi trường không đồng nhất ngang, phương pháp MVS và MTS sẽ chỉ ra những khác biệt điển hình của môi trường. Việc sử dụng cả hai phương pháp cùng lúc cho phép mô tả chi tiết hơn các thành phần địa điện so với việc sử dụng riêng biệt từng phương pháp.

Một ưu điểm của những nghiên cứu từ biến đổi MV (magnetovariational) hay đôi khi gọi là đo sâu địa từ GDS (geomagnetic depth sounding) là không có trường điện nào được đo đặc nên vấn đề “dịch chuyển tĩnh” không xảy ra. Một nhược điểm của đo MV là chỉ xác định được những

gradient dẫn điện theo phương ngang, điều này có nghĩa là sự phân bố độ dẫn điện theo phương thẳng đứng không được nghiên cứu.

Ngày nay người ta thường kết hợp từ biến đổi với những phương pháp từ tellua. Một điều kiện cần thiết trước hết cho việc áp dụng phương pháp MV là tính khả dụng của dữ liệu đồng bộ từ một điểm đo và một điểm tham chiếu.

PHƯƠNG PHÁP

Ma trận Wiese-Parkinson

Từ biến đổi là phương pháp nghiên cứu các bất đồng nhất về tính chất điện của môi trường tự nhiên. Việc đo các thành phần của trường từ: H_x , H_y và H_z được thực hiện một cách đồng bộ với những qui chiếu tại một trạm ở xa đã cung cấp cho chúng ta nhiều thông tin hơn. Vẫn với những giả định mô hình môi trường phân lớp ngang có chứa các bất đồng nhất ba chiều về tính chất điện, biểu thức liên hệ giữa các thành phần biến đổi của trường từ H_x , H_y và H_z được thể hiện qua ma trận Wiese-Parkinson $\hat{W}$:

$$H_z = \hat{W}H_\tau = W_{zx}H_x + W_{zy}H_y \quad (1)$$

$$\hat{W} = \begin{bmatrix} W_{zx} & W_{zy} \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad H_\tau = \begin{bmatrix} H_x \\ H_y \end{bmatrix} \quad (2)$$

Trong đó $\hat{W} = \begin{bmatrix} W_{zx} & W_{zy} \end{bmatrix}$ là ma trận Wiese-Parkinson, phản ánh sự bất đồng nhất về tính chất dẫn điện của môi trường theo phương ngang, do đó:

Xét trong trường hợp 1D: Môi trường phân lớp ngang, độ dẫn điện thay đổi theo phương thẳng đứng thì:

$$\hat{W} = \begin{bmatrix} W_{zx} & W_{zy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Xét trong trường hợp 2D: Môi trường có độ dẫn điện thay đổi theo hai trục, giả sử trục x trùng với trục đồng nhất của môi trường:

$$\hat{W} = \begin{bmatrix} W_{zx} & W_{zy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & W_{zy} \end{bmatrix}$$

Xét trong trường hợp 3D: Trong môi trường 3D, độ dẫn điện thay đổi theo cả ba phương, khi đó sẽ có:

$$\hat{W} = \begin{bmatrix} W_{zx} & W_{zy} \end{bmatrix}$$

Véc tơ, pha và độ elip phân cực từ biến đổi

Trên cơ sở tip của Vozoff [7] và thành phần không phụ thuộc vào hướng của hệ trục tọa độ Oxy là:

$$W = \sqrt{W_{zx}^2 + W_{zy}^2} \text{ và } \|\hat{W}\| = \sqrt{|W_{zx}|^2 + |W_{zy}|^2} \quad (3)$$

Berdichevsky - N.T.Van [2, 3, 5] đã đưa ra một phương pháp để biểu diễn ma trận Wiese-Parkinson $\hat{W}$ dưới dạng véc tơ từ biến đổi, pha từ biến đổi, và độ elip phân cực từ bằng cách xác định hệ thức liên lạc giữa các thành phần H_x , H_y , H_z :

$$\eta = \frac{|H_z|}{\sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2}} \quad (4)$$

η được gọi là sự liên hệ của các thành phần từ biến đổi (new tipper) và có thể viết lại thành:

$$\eta = \sqrt{\frac{(W_{zx}H_x + W_{zy}H_y)(W_{zx}^*H_x^* + W_{zy}^*H_y^*)}{|H_x|^2 + |H_y|^2}} \quad (5)$$

$$= \sqrt{|W_{zx}|^2 + |W_{zy}|^2} - \gamma = \sqrt{\|\hat{W}\|^2 - \gamma}$$

Với

$$\gamma = \frac{|W_{zx}H_y|^2 + |W_{zy}H_x|^2 - 2\text{Re}(W_{zx}W_{zy}^*H_xH_y^*)}{|H_x|^2 + |H_y|^2} \geq \frac{|W_{zx}H_y|^2 - |W_{zy}H_x|^2}{|H_x|^2 + |H_y|^2} \geq 0$$

Xét sự thay đổi của η trong trường hợp 2D tức là $W_{zx} = 0$. Giả sử $\vec{H}_\tau = H_\tau \vec{l}_\tau$ phân cực tuyến tính theo trục τ , τ làm với trục x một góc α và x là trục đồng nhất của môi trường:

$$H_x = H \cos \alpha, H_y = H \sin \alpha \text{ và } H_z = W_{zy} H \sin \alpha$$

$$\text{Vậy } \eta(\alpha) = |W_{zy} \sin \alpha| \quad (6)$$

$$\min \eta(\alpha) = 0 \quad \text{khi } \alpha = 0; \pi$$

$$\max \eta(\alpha) = W_{zy} \quad \text{khi } \alpha = \frac{\pi}{2}; \frac{3\pi}{2}$$

Từ cực trị của $\eta(\alpha)$ có thể xác định thành phần song song ($W_{zx} = 0$) và thẳng góc (W_{zy}) của ma trận Wiese-Parkinson.

Dựa trên kết quả của mô hình 2D, có thể nghiên cứu mô hình 3D bất kì. Giả sử tìm được trường H_τ , trong đó η có các cực trị, nghĩa là H_z có các cực đại và cực tiểu. Trong trường hợp tổng quát của trường này, có thể xem là trường phân cực elip và chúng gồm có trường á song song H_τ'' và á vuông góc $H_\tau^\perp$. Thành phần H_τ'' được xác định từ điều kiện:

$$\min \eta(\alpha) = 0$$

Nghĩa là:

$$W_{zx} H_\tau'' + W_{zy} H_y'' = 0$$

Suy ra

$$P_H'' = \frac{H_y''}{H_x''} = -\frac{W_{zx}}{W_{zy}} \quad (7)$$

Tương tự

$$\max \eta(\alpha)|_{\gamma=0} = \|\hat{W}\|$$

Có nghĩa là:

$$|W_{zx} H_y^\perp|^2 + |W_{zy} H_x^\perp|^2 - 2\text{Re}(W_{zx} W_{zy}^* H_x^\perp (H_y^\perp)^*) = 0$$

Có thể suy ra

$$P_H^\perp = \frac{H_y^\perp}{H_x^\perp} = \frac{W_{zy}^*}{W_{zx}^*} \quad (8)$$

Vậy

$$P_H'' (P_H^\perp)^* = -1$$

Vì trường H_τ'' và $H_\tau^\perp$ trực giao nên các trục lớn của elip phân cực vuông góc với nhau, hướng theo phương á song song và á vuông góc và đây là hướng chính của bất đồng nhất 3D.

Xây dựng $\vec{V}$ hướng theo trục lớn của phân cực elip và có giá trị bằng suất $\|\hat{W}\|$ của ma trận

Wiese-Parkinson. Góc $\alpha_H^\perp$ giữa trục x và trục lớn phân cực $H_\tau^\perp$ được tính [3]:

$$\text{tg} 2\alpha_H^\perp = \text{tg} 2\theta_H^\perp \cos \phi_H^\perp \quad (9)$$

Với

$$\theta_H^\perp = \arctg |P_H^\perp|; \quad \theta_H^\perp \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right] \text{ và } \phi_H^\perp = \arg P_H^\perp; \quad \phi_H^\perp \in [0, 2\pi]$$

$$\alpha_H^\perp \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right], \text{ khi } \cos \varphi_H^\perp > 0 \text{ và}$$

$$\alpha_H^\perp \in \left[-\frac{\pi}{2}, 0\right], \text{ khi } \cos \varphi_H^\perp < 0$$

Véc tơ $\vec{V}$ nằm cùng trong phần tư của mặt phẳng tọa độ với véc tơ thực, nghĩa là:

$$\left| \alpha_H^\perp - \arctg \frac{|W_{zy}| \cos \arg W_{zy}}{|W_{zx}| \cos \arg W_{zx}} \right| < \frac{\pi}{2}$$

Vậy

$$\vec{V} = \|\hat{W}\| \cos \alpha_H^\perp \vec{I}_x + \|\hat{W}\| \sin \alpha_H^\perp \vec{I}_y \quad (10)$$

$\vec{V}$ được gọi là véc tơ từ biến đổi, suất của nó cho thấy mức độ biến đổi về tính chất điện của bất đồng nhất, phương của $\vec{V}$ làm với trục x một góc $\alpha_H^\perp$ và chỉ ra vùng bất đồng nhất.

Độ elíp được biểu diễn như sau [3]:

$$\varepsilon_H^\perp = \operatorname{tg} \left[\frac{1}{2} \arcsin (\sin 2\theta_H^\perp \sin \varphi_H^\perp) \right] = \frac{b}{a} \quad (11)$$

Với bán trục lớn:

$$a = \sqrt{1 + |P_H^\perp|^2 + 2 \operatorname{Im} P_H^\perp} + \sqrt{1 + |P_H^\perp|^2 - 2 \operatorname{Im} P_H^\perp}$$

Và bán trục nhỏ:

$$b = \sqrt{1 + |P_H^\perp|^2 + 2 \operatorname{Im} P_H^\perp} - \sqrt{1 + |P_H^\perp|^2 - 2 \operatorname{Im} P_H^\perp}$$

Ta có:

$$\varepsilon_H^\perp = 0 \quad \text{Phân cực tuyến tính}$$

$$\varepsilon_H^\perp \neq 0 \quad \text{Phân cực elíp}$$

$$\varepsilon_H^\perp = 1 \quad \text{Phân cực tròn}$$

Và

$\varepsilon_H^\perp > 0$ Hướng quay của $H_\tau^\perp$ theo chiều kim đồng hồ

$\varepsilon_H^\perp < 0$ Hướng quay của $H_\tau^\perp$ ngược chiều kim đồng hồ

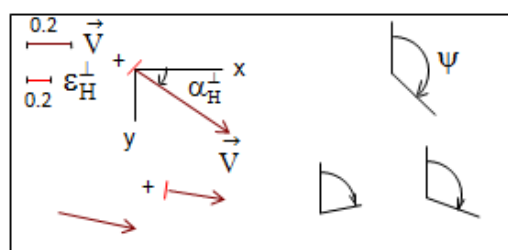
Suất và dấu (phân cực trái, phải) của độ elíp chỉ ra tính chất phân cực của trường $H_\tau^\perp$.

Từ thành phần bất biến theo phép quay $W = \sqrt{W_{zx}^2 + W_{zy}^2}$, pha ψ được tính:

$$\begin{cases} \psi = \arg W = \arg \sqrt{W_{zx}^2 + W_{zy}^2} & \text{khi } \arg \sqrt{W_{zx}^2 + W_{zy}^2} > 0 \\ \psi = \arg W = \pi + \arg \sqrt{W_{zx}^2 + W_{zy}^2} & \text{khi } \arg \sqrt{W_{zx}^2 + W_{zy}^2} \leq 0 \end{cases} \quad (12)$$

ψ được gọi là pha từ biến đổi, nó phản ánh quan hệ giữa tác động và cảm ứng của dòng. Nếu $\psi \approx 0$ hay $\psi \approx \pi$ thì dòng tác động trội hơn, ngược lại nếu $\psi \approx \frac{\pi}{2}$ thì dòng cảm ứng chiếm ưu thế.

Tóm lại $\vec{V}$ cho hai thông số (phương và giá trị), đồng thời $|V| \geq |\operatorname{Re} W|$ và $|V| \geq |\operatorname{Im} W|$, ngoài ra hai thông tin nữa: độ elíp $\varepsilon_H^\perp$ của trường $H_\tau^\perp$ và pha ψ càng làm cho việc xác định bất đồng nhất hoàn thiện hơn.

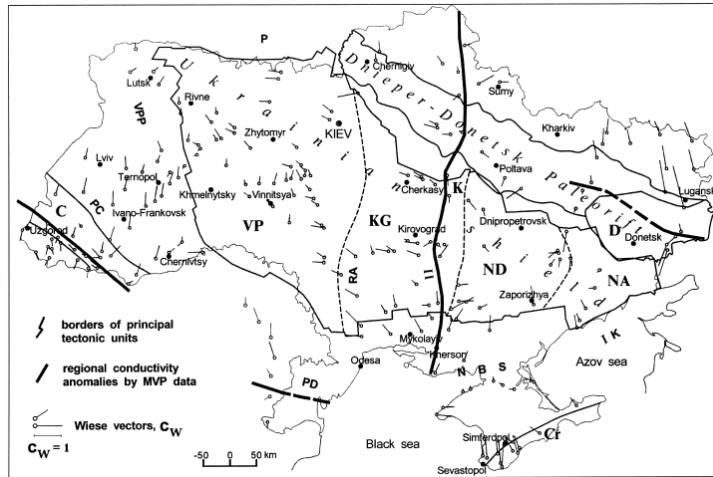


Hình 1. Cách biểu diễn véc tơ $\vec{V}$, độ elíp $\varepsilon_H^\perp$ và pha từ biến đổi ψ

KẾT QUẢ

Áp dụng phương pháp từ biến đổi để phân tích đứt gãy Kirovograd

Hình 2 là sơ đồ địa chất vùng Ukraine. Dựa vào kết quả đo từ tellua, áp dụng phương pháp từ biến đổi để khảo sát đứt gãy Kirovograd (Ukraine) [1, 4, 5]. Do đứt gãy thường có độ dẫn điện cao hơn so với môi trường xung quanh nên các véc tơ thực trong phương pháp véc tơ cảm ứng có phương rời xa đứt gãy. Tương tự như vậy, các véc tơ từ biến đổi cũng có phương rời xa đứt gãy. Pha từ biến đổi trong góc phần tư thứ hai và phần lớn tương đương góc $3\pi/4$ và có những điểm tương đương với π , chứng tỏ dòng tác động chiếm ưu thế. Độ elíp phân cực từ thay đổi từ 0,1 đến 0,5 và đổi dấu khi đi qua đứt gãy Kirovograd.

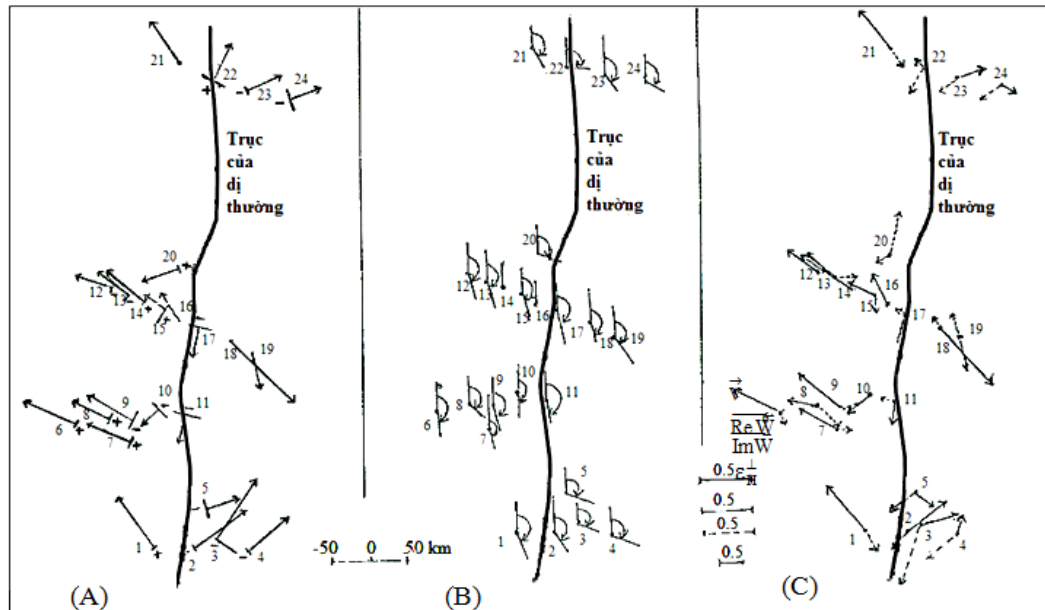


Hình 2. Sơ đồ địa chất vùng Ukraine, trong đó có hướng của vectơ Wiese-Parkinson đối với chu kì 1800 s. Những dị thường dẫn điện khu vực theo ký hiệu: C – Carpat, K – Kirovograd, D – Donbas. Các khối cấu trúc địa chất: VP – Volhino-Podolsk, KG – Kirovograd, ND – Near-Dnieper, NA – Near-Azov, Cr – Crimea; Các hệ thống nếp uốn: VPP – Volyn Podolian Plate. Vùng sụt lún đại cổ sinh (Paleozoic depressions): P – Pripyat, IK – Indolo-Kuban, NBS – Near Black Sea, PD – Pre-Dobrudgian, PC – Pre-Carpatian. Các cấu trúc đại nguyên sinh (Proterozoic) của khối địa chất Kirovograd: RA – Riasnopol, II – Indolo-Inguletz (Theo Ingerov A. I., Rokityansky I.I., V. I. Tregubenko, [4]).

Dưới đây là bảng liệt kê chuỗi số liệu xử lý lượng như độ elíp, pha và vectơ cảm ứng của đới đứt gãy. bảng phương pháp vectơ từ biến đổi của đứt gãy đứt gãy. Kirovograd (Bảng 1) và Hình 3 mô tả các đại

Bảng 1. Số liệu xử lý bằng phương pháp vectơ từ biến đổi của đứt gãy Kirovograd

STT	P_i	$\alpha_H^\perp$	$\theta_H^\perp$	$\varphi_H^\perp$	$\ \vec{w}\ $	Ψ	$\varepsilon_H^\perp$
1	1,0715936	0,86294158	0,3833289	0,85739416	0,53399818	2,7639365	0,19188581
2	-0,78692144	-0,69391124	3,5049368	0,69976406	0,46105909	2,8323393	-0,18082664
3	-0,95874503	-0,92871141	3,8392605	0,89647113	0,68081855	1,996518	-0,35218575
4	-0,44106828	-0,4353624	2,6265605	0,46908373	0,64358744	1,7681113	0,20714242
5	-0,26790418	-0,2940991	4,0636692	0,41737483	0,41486879	1,9042449	-0,32682871
6	0,4402905	0,42923921	0,45202236	0,45517035	0,48314984	3,0278819	0,17792764
7	0,47153329	0,44312576	6,096648	0,44740432	0,38939505	3,0483135	-0,072719182
8	0,39248026	0,42260066	0,77823051	0,50369878	0,37791687	2,4208711	0,32885253
9	0,66532273	0,59255565	6,0892381	0,59583184	0,49639283	3,1150724	-0,09252641
10	-0,86093953	-0,83816307	2,484479	0,82723311	0,28856305	0,1881111	0,33940913
11	-0,7261304	-1,5123888	4,5125155	1,3038916	0,22585582	0,061040519	-0,26713715
12	0,65086062	0,57987476	6,1385177	0,58179108	0,34392748	0,0037258202	-0,066479986
13	0,52235086	0,49429615	5,9200438	0,50956839	0,38584866	2,9143162	-0,15488826
14	0,74913419	0,64297538	6,2703052	0,64298656	0,51146263	3,1333429	-0,0061806581
15	0,39314215	0,509824	0,99206454	0,62321467	0,31979999	2,8523441	0,49329672
16	1,7921087	1,0621112	0,029414751	1,0620145	0,29472552	3,1101299	0,012513637
17	-4,4196742	-1,380504	3,5450702	1,3656317	0,27300574	3,1197511	-0,078796281
18	0,99577532	0,7932148	0,19716699	0,79306338	0,68373071	3,0133688	0,098892257
19	4,6731808	1,3609806	0,071242596	1,3605077	0,37644695	2,6088763	0,014534499
20	-1,7832304	-1,1110865	3,5321766	1,0924223	0,45456253	1,8470197	-0,1594959
21	1,1315788	0,87594386	0,31276895	0,8716398	0,47453675	2,7578637	0,15521585
22	-0,58702365	-0,56624142	2,6370107	0,59071765	0,40502706	1,4814353	0,2360935
23	-0,474259392	-0,47268381	3,7059477	0,51147077	0,31956311	2,6177652	-0,24162288
24	-0,26118993	-0,27291543	3,9395329	0,35798106	0,33046108	1,9502203	-0,24957924



(A) Vectơ từ biến đổi, độ elip

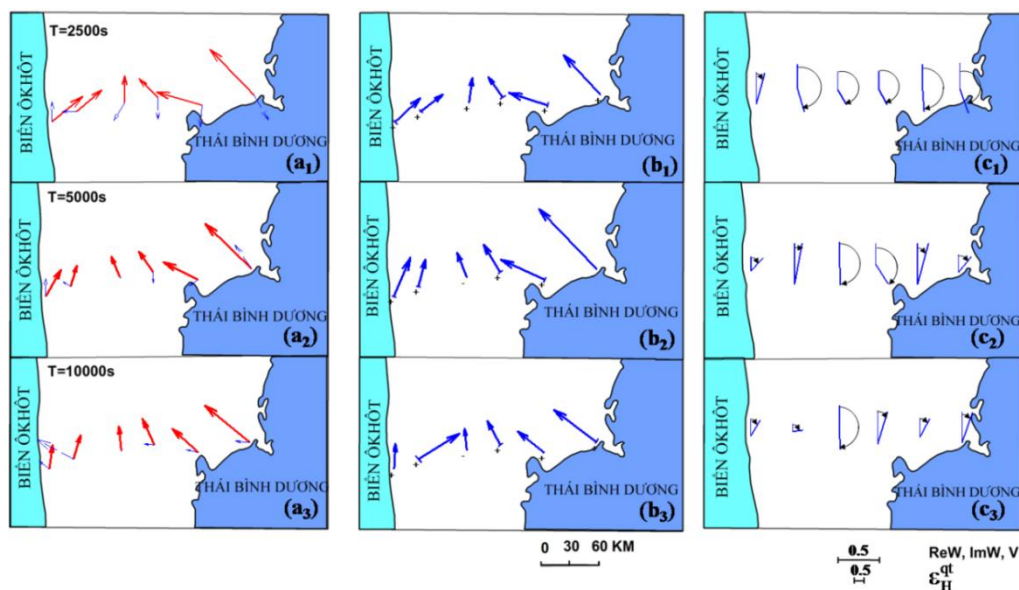
(B) Pha từ

(C) Vectơ cảm ứng

Hình 3. Kết quả phân tích đứt gãy Kirovograd**Ứng dụng vào việc xử lý số liệu tại vùng Nam Kamchatka**

Việc khảo sát được tiến hành tại Nam Kamchatka, với chu kỳ khảo sát là 2500 s, 5000 s và 10000 s (Berdichevsky và N.T. Vần, 1991).

**Hình 4.** Khu vực khảo sát (hình chữ nhật chấm chấm trên bản đồ)



Hình 5. Véc tơ cảm ứng thực ReW (đường đậm liền nét) và ảo ImW (đường nhạt, chấm chấm) (Hình 3a₁, 3a₂, 3a₃); véc tơ từ biến đổi $\vec{V}$ và độ elíp $\epsilon_H^\perp$ – đoạn vuông góc với $\vec{V}$ (Hình 3b₁, 3b₂, 3b₃); pha từ biến đổi ψ (Hình 3c₁, 3c₂, 3c₃) tại các chu kì 2500 s, 5000 s và 10000 s dọc theo tuyến khảo sát tại Nam Kamchatka.

Bảng 2. Số liệu xử lý vùng Nam Kamchatka

Chu kỳ	ReW	ImW	V	$\epsilon_H^\perp$	ψ
T=2500s	0,3095	0,1115	0,3289972	0,261186	0,24402
	0,2456	0,1093	0,2688311	0,195114	2,81222
	0,2002	0,1372	0,2427227	0,237197	2,56396
	0,2184	0,1322	0,2553038	0,352292	2,68036
	0,3692	0,1303	0,3915121	0,340398	3,04815
	0,5189	0,1716	0,5465619	0,076285	2,83085
T=5000s	0,3181	0,1764	0,3637306	0,249886	0,46355
	0,2240	0,0857	0,2398355	0,377963	0,06035
	0,2401	0,0001	0,2401108	-0,000101	3,14159
	0,2612	0,1206	0,2876659	0,214155	2,77691
	0,4252	0,1091	0,4390271	0,248438	0,11655
	0,6667	0,3150	0,7373113	-0,07008	0,43646
T=10000s	0,2241	0,1401	0,2642741	0,485306	0,39256
	0,2518	0,4395	0,5064817	0,492014	1,41051
	0,2161	0,0002	0,2161133	-0,000401	3,14159
	0,2654	0,1028	0,2846402	0,317356	0,21980
	0,3106	0,1202	0,3330157	0,193881	0,32411
	0,5181	0,1380	0,5361199	0,144809	0,22001

Kết quả xử lý được thể hiện trong Hình 5. Tại cả 3 chu kỳ khảo sát, vectơ cảm ứng thực và vectơ từ biến đổi đều hướng từ hai dải bờ biển vào đất liền (theo hướng tây bắc và đông bắc), đi từ nơi có độ dẫn cao sang nơi có độ dẫn thấp hơn, phù hợp hoàn toàn với quy ước của Wiese. Định hướng này có thể được giải thích bởi sự ảnh hưởng khá lớn của dòng hải lưu chảy dọc hai bên bán đảo Kamchatka từ phía Nam (vì phía Bắc Kamchatka hoàn toàn là đại dương). Giá trị dương của độ ellip $\epsilon_H^\perp$ biến đổi từ 0,15 đến 0,5 thể hiện sự mạnh hoặc yếu của tính chất 3D và đổi dấu khi đi qua chính giữa khu vực khảo sát (khu vực hoàn toàn không bị ảnh hưởng của hai dải bờ biển). Đồng thời, trong khoảng chu kỳ từ 2500 s – 10000 s, ψ hơi lệch khỏi 0° (ở góc phần tư thứ tư và phần tư thứ nhất), đây là dấu hiệu để nhận biết sự ảnh hưởng của dòng hải lưu (hiệu ứng bờ biển). Trên bờ biển Thái bình Dương, hiệu ứng này mạnh hơn trên bờ biển Ôkhot.

KẾT LUẬN

Bằng cách đo thêm thành phần H_z , thu được ma trận Wiese-Parkinson, chúng ta biết thêm nhiều thông tin hơn về môi trường.

Trong dải tần số nhỏ phù hợp, vectơ cảm ứng thực và vectơ từ biến đổi đều hướng từ đới có độ dẫn điện cao sang đới có độ dẫn điện thấp hơn, do đó rất hữu ích trong việc xác định cấu trúc địa chất và các phân lớp nhờ vào độ dẫn điện.

Vectơ từ biến đổi thích hợp trong nghiên cứu các cấu trúc sâu và có độ nhạy cao khi phân biệt môi trường 3D. Ngoài ra, các tham số độ elíp và pha từ biến đổi cũng là những dấu hiệu bổ sung tốt để phân loại cấu trúc và các đới địa chất.

Vectơ cảm ứng và từ biến đổi là hai phương pháp được áp dụng khá nhiều và đã được kiểm chứng về độ chính xác, là cơ sở thích hợp để xử lý bài toán địa vật lý cấu trúc sâu.

Study on the deep conductive geologic structure by magnetovariational method

- Nguyen Thanh Van
- Vo Nguyen Nhu Lieu

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

In the magnetotelluric method, along with the magnetotelluric response functions originating from linear relations between components of the electric and magnetic fields we can determine the magnetovariational response functions derived from linear relations between components of the magnetic field H_x , H_y , H_z . This consideration may significantly enhance the capabilities of the magnetotellurics, since at low frequencies the magnetic field becomes free of near-surface distortions and shines a nondeceptive light on the deep geoelectric structures. The components of the magnetic

field are represented by Wiese–Parkinson matrix $\hat{W}$. From the matrix, we use the transformations to construct Vozoff tipper $\vec{V}$, tipper phase ψ , and tipper ellipticity of magnetic field $\varepsilon_H^\perp$ to study the electrical heterogeneity. We obtain more information than previous methods because $\vec{V}$ gives two parameters: direction and amplitude, $|V| > |\text{Re}W|$ and $|V| > |\text{Im}W|$; therefore data interpretation has many advantages over previous methods. The results allow us to give meaningful conclusions about the geology, such as mapping some deep conductive geologic structures of the crust.

Key words: magnetotelluric method, magnetovariational method

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A.V. Antsiferov, Deep Electromagnetic (MT and AMT) Sounding of the suture zones of the Ukrainian Shield. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 47, 1, 34-44 (2011).
- [2]. M.N. Berdichevsky, V.I. Dmitriev, Models and methods of magnetotellurics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 563 (2008).
- [3]. M.N. Berdichevsky, N.T. Van, Magnetovariational vector, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Fizika Zemli, Matxcova*, 3, 52-62, (1991).
- [4]. A.I. Ingerov, I.I. Rokityansky, V.I. Tregubenko, Forty years of MTS studies in Ukraine, *Earth Planets Space*, 51, 1127-1133 (1999).
- [5]. I.I. Rokityansky, Nghiên cứu dị thường dẫn điện bằng phương pháp mặt cắt từ biến đổi (tiếng Nga). Nauka, Đumka, Kiev, 279 (1975).
- [6]. N.T. Van, M.N. Berdichevsky, New tipper. X EM-Workshop, Ensenada, Mexico (1990).
- [7]. K. Vozoff, Magnetotelluric methods, reprinted in Geophysics reprint series, No 5, second printing, Society of Exploration Geophysicists. Tulsa (Oklahoma), 763 (1989).