

NÂNG CAO HIỆU QUẢ CỦA PHƯƠNG PHÁP PHÂN CỰC KÍCH THÍCH TRONG THĂM DÒ QUẶNG SULFUR CHÌ KẼM Ở VÙNG ĐỊA HÌNH NÚI CAO THUỘC TỈNH K MIỀN TRUNG VIỆT NAM

NGUYỄN TIẾN HÓA, *Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam*
NGUYỄN TRỌNG NGÀ, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Tóm tắt: *Quặng sulfur đa kim dạng xâm tán được hình thành theo phương thức biến chất trao đổi; thay thế liên quan đến thành tạo phun trào núi lửa, nằm trong đới đá cà nát biến đổi nhiệt dịch với chiều rộng khoảng 25 - 30 m kéo dài hàng kilomet. Đới quặng chứa Pb-Zn có giá trị đặc trưng điện trở suất thấp từ 50÷200Ohm.m, hệ số phân cực cao từ 25 ms đến 70 ms nếu so với đá vây quanh có điện trở suất cao từ 100÷600Ohm.m, hệ số phân cực thấp hơn 10 ms, như vậy để phát hiện chúng, áp dụng phương pháp phân cực kích thích là phù hợp.*

Khu vực khảo sát có địa hình núi cao, phân cắt phức tạp, nên khi thi công tác giả phải áp dụng hệ 3 cực (pole-dipole) để giảm ảnh hưởng địa hình, nhưng đo liên hợp hai cánh để tăng độ tin cậy.

Với bộ máy Supersting-8R công suất 2000W phát dòng $I_{max}=2A$ ampe, tài liệu đo bảo đảm chất lượng. Tham số xử lý ngoài hai tham số truyền thống là điện trở suất và độ phân cực, tác giả còn xử lý tham số triển vọng quặng đã cho phép loại bỏ bớt dị thường, kết quả khoan kiểm tra đều gặp quặng có hàm lượng cao, có giá trị công nghiệp.

Kết quả áp dụng tại khu vực thăm dò đã phát hiện được 7 đới quặng dựa trên tài liệu tham số triển vọng quặng, không những khoan định được đới quặng phát triển theo diện tích mà còn khá chính xác cả xuống chiều sâu, góp phần đánh giá chính xác trữ lượng mỏ, có thể đưa vào khai thác.

1. Đặt vấn đề

Theo tài liệu điều tra địa chất [1], thành hệ quặng sulfur đa kim có nguồn gốc nhiệt dịch thường liên quan với đới cà nát, biến đổi nhiệt dịch; phân bố trong đá rhyolit ở miền núi cao có địa hình phân cắt phức tạp như dãy Trường Sơn, miền Trung hoặc dãy Phanxipang, Tây Bắc Việt Nam.

Quặng sulfur đa kim dạng xâm tán được hình thành theo phương thức biến chất trao đổi thay thế, liên quan với thành tạo phun trào núi lửa. Quặng hoá phát triển trong đới đá cà nát kèm biến đổi nhiệt dịch với chiều rộng khoảng 25-30 mét, kéo dài hàng kilomet.

Vây quanh đới quặng thường là các đá rhyolit, tuf rhyolit thuộc thành tạo phun trào và các đá lục nguyên-carbonat biến chất. Xuyên cắt đá phun trào và biến chất là các đá xâm nhập có thành phần granit, granosyenit thuộc pha 2 và pha 3. Dọc đới quặng đá bị cà nát

manh mẽ, biến đổi nhiệt dịch, thạch anh hoá, sericit hoá phổ biến.

Khu vực khảo sát có địa hình núi cao phân cắt, phức tạp bị phong hóa bờ rờ, bên dưới là đá có điện trở suất cao từ 100-600 Ohm.m, hệ số phân cực < 10ms.

Đới quặng sulfur và đới cà nát, đập vỡ biến đổi có chứa quặng Pb-Zn đã xác định được các giá trị đặc trưng của điện trở suất thấp từ 50 Ohm.m đến 200 Ohm.m và hệ số phân cực từ 25ms-70ms cao hơn so với đá vây quanh rhyolit (20ms). Đới quặng có chiều rộng khoảng chục mét nằm dưới địa hình nêu trên là không dễ phát hiện nếu không có giải pháp kỹ thuật thích hợp.

2. Phương pháp kỹ thuật thi công

Trong điều kiện địa hình phân cắt phức tạp, nếu thi công theo phương pháp đo sâu 4 cực đối xứng sẽ bị ảnh hưởng địa hình, còn thi công theo phương pháp đo sâu lưỡng cực sẽ phải phát dòng quá lớn, vì vậy chúng tôi đã áp dụng

phương pháp đo sâu phân cực hệ thiết bị ba cực liên hợp (pole-dipole) 2 cánh: AnaMaNC ∞ MaNnaB (hình 2).

a. Bố trí tuyến đo

Công tác đo sâu PCKT hệ thiết bị pole-dipole 2 cánh được chọn đo theo mạng lưới tuyến cắt qua đới quặng dự kiến có triển vọng. Tuyến và vị trí điểm đo được xác định bằng địa bàn thước dây, định vị GPS, vị trí các điểm đo được cắm cọc gỗ có đánh số với khoảng cách 10m/cọc trên toàn bộ các tuyến đo.

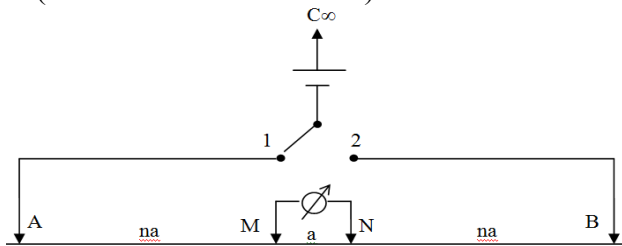
b. Máy móc thiết bị

- Máy đo PCKT là máy SuperSting-8R do Mỹ sản xuất thuộc thế hệ mới (hình 1). Đây là loại máy đo tính toán tự động. Máy có công suất phát 2000 W, phát dòng I_{max} = 2 Ampe, thế phát V_{max} = 800 Vol.



Hình 1. Bộ máy SuperSting-8R

Để tiến hành đo sâu 3 cực liên hợp trên tuyến, các điện cực được đóng thẳng hàng cách đều nhau với khoảng cách là a = 10m (MN), OC ∞ = 1500m. Tại mỗi điểm đo sâu được thực hiện như sau: đầu tiên cực ly MN = a = 10m, cực AM và NB lần lượt là na với n = 1-6, khi đo xong cực ly n = 6 vì hiệu thế nhỏ dần nên ta tăng MN lên 2a = 20m và lần lượt tăng n = 3-7, sau đó tăng MN = 3a = 30m với n = 5, thực hiện đo từng cánh A sau đó chuyển mạch sang đo cánh B (xem sơ đồ đo trên hình 2).



Hình 2. Sơ đồ hệ cực đo sâu 3 cực liên hợp

c. Quy trình đo đạc

Tại từng cực ly đo hiệu thế ΔU ở hai cực thu MN (mV) và cường độ dòng I (mA) trong mạch phát trước khi ngắt dòng:

$$\Delta U_{MN}^A = U_M - U_N, \quad (1)$$

khi phát dòng I_A trong mạch AMNC ∞ .

$$\Delta U_{MN}^B = U_M - U_N, \quad (2)$$

khi phát dòng I_B trong mạch BMNC ∞ .

Và hiệu điện thế phân cực ở các thời điểm t:

$$\Delta U_{pc}^A(z, t) = \Delta U_{MN}^A(z, t); \Delta U_{pc}^B(z, t) = \Delta U_{MN}^B(z, t), \quad (3)$$

với t:= 0,5 giây – 8 giây còn z ở chiều sâu hiệu dụng như trong bảng 1.

Bảng 1. Cực ly thiết bị đo sâu 3 cực (pole-dipole) 2 cánh

Số TT	a(m)	n	d (m)	Độ sâu hiệu dụng (m)
1	10	1	10	5,2
2	10	2	10	9,3
3	10	3	10	13,2
4	10	4	10	17,1
5	10	5	10	20,9
6	10	6	10	24,8
8	20	3	10	26,4
9	20	4	10	34,1
10	20	5	10	41,9
11	20	6	10	49,6
12	20	7	10	57,3
13	30	5	10	62,8

3. Phương pháp xử lý tài liệu

Phương pháp xử lý tài liệu được thực hiện gồm:

- Xử lý tài liệu đo sâu 3 cực liên hợp 2 cánh bằng phần mềm chuyên dụng RESIP2DINV: [9, 10]

Tham số xử lý gồm 2 tham số truyền thống là điện trở suất biểu kiến, độ phân cực biểu kiến, và tham số mới là tham số triển vọng quặng [2, 3, 4].

Tham số điện trở suất biểu kiến theo đo sâu từng cánh là:

$$\rho_k^A(z) = K(z) \frac{\Delta U_{MN}^A(z)}{I_A}; \rho_k^B(z) = K(z) \frac{\Delta U_{MN}^B(z)}{I_B}, \quad (4)$$

và tham số phân cực biểu kiến theo đo sâu từng cánh

$$\eta_k^A(z, t) = \frac{\Delta U_{pc}^A(z, t)}{\Delta U_{MN}^A(z, t)}; \eta_k^B(z, t) = \frac{\Delta U_{pc}^B(z, t)}{\Delta U_{MN}^B(z, t)}. \quad (5)$$

Do quặng sulfur đa kim ở đây là quặng Pb-Zn có điện trở thấp, như vậy tham số triển vọng quặng được tính cho đo sâu ở từng cánh là: [6, 7]

$$\eta_k^{*A}(z, t) = \frac{\eta_k^A(z, t)}{\rho_k^A(z)}, \eta_k^{*B}(z, t) = \frac{\eta_k^B(z, t)}{\rho_k^B(z)}. \quad (6)$$

Phần mềm sử dụng cho phép xử lý hỗn hợp tài liệu đo sâu 2 cánh liên hợp có hiệu chỉnh địa hình, đã làm tăng độ tin cậy của kết quả xử lý.

- Kết quả xử lý theo từng tuyến được thể hiện bằng cách thành lập các mặt cắt địa điện, mặt cắt đẳng trị theo phần mềm, Surfer và Mapinfor...

- Minh giải tài liệu xử lý theo từng tuyến phục vụ cho công tác phân tích, xử lý tài liệu điện và luận giải kết quả địa chất - khoáng sản.

4. Kết quả áp dụng

Đây là một đề án thăm dò quặng chì-kẽm ở vùng K miền Trung Việt Nam, được thi công trên 8 tuyến. Trong phạm vi bài báo này chúng tôi chọn giới thiệu kết quả áp dụng phương pháp đo sâu 3 cực liên hợp 2 cánh và xử lý trên 1 tuyến điển hình là tuyến T.A.

Kết quả trên tuyến T.A được thể hiện bởi lát cắt điện trở suất, lát cắt độ phân cực, lát cắt tham số triển vọng quặng, mặt cắt địa chất - địa vật lý (hình 3) và được luận giải như sau:

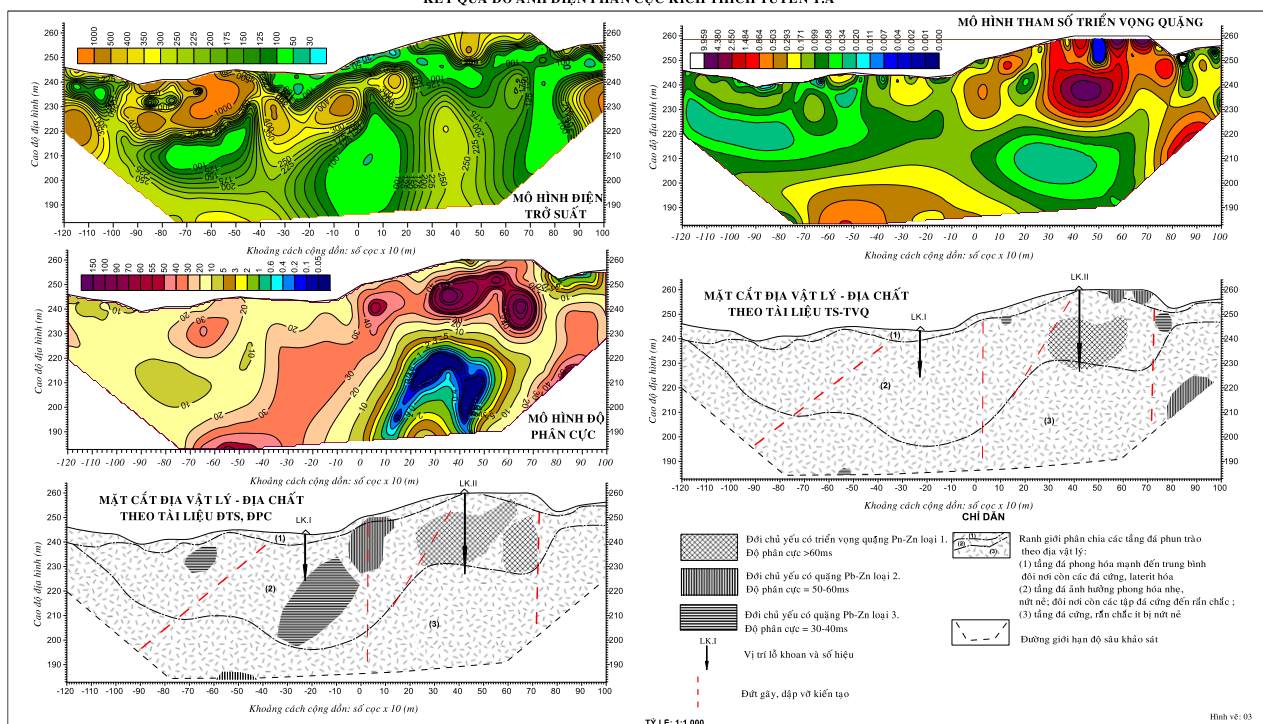
Trên lát cắt điện trở suất và độ phân cực ta thấy chủ yếu tồn tại 03 đới dị thường được cho là có khả năng liên quan đến quặng nhiệt dịch sulfur chì - kẽm phân bố từ trên bề mặt xuống dưới sâu và từ đầu tuyến đến cuối tuyến khảo sát, đặc điểm trường địa vật lý, hình thái, quy mô phân bố của từng đới được mô tả cụ thể như sau:

- *Đới 1:* Theo tài liệu điện trở suất và độ phân cực, đới này phân bố từ cọc -5,5 đến cọc -7 và từ độ sâu 5 đến 17m tính từ trên bề mặt; có điện trở suất $\rho_k > 1000$ Ohm.m, và độ phân cực η_k chỉ biến đổi từ 30ms đến 45ms, có dạng gần đẳng thước. Với kinh nghiệm của chúng tôi, do đặc điểm các tham số địa vật lý điện trở suất rất cao, độ phân cực không lớn như vậy thì đới được phân vào dị thường triển vọng loại 3. Tuy nhiên, qua tài liệu tham số triển vọng quặng không quan sát thấy dị thường của đới này vì nó nằm trong khu vực dị thường có giá trị thấp ($\eta_k^* = 0,02 - 0,034$ ms/Ohm.m) nên không được khoan kiểm tra.

- *Đới 2:* Theo tài liệu điện trở suất và độ phân cực, đới này phân bố từ cọc 0 đến cọc 1,8 ở phần trên và từ cọc -7 đến cọc -4 ở phần dưới sâu, với góc cắm khoảng 60° , và từ độ sâu 3 đến 60m tính từ trên bề mặt; có dạng gần như một mạch quặng cắm nghiêng xuyên cắt từ dưới lên; có điện trở suất ρ_k biến đổi từ 200-500 Ohm.m, và độ phân cực η_k lớn biến đổi từ 30ms đến 60ms. Với đặc điểm điện trở suất thấp, độ phân cực khá lớn các tham số địa vật lý như vậy thì đới được phân vào dị thường triển vọng loại 2. Tuy nhiên, qua tài liệu tham số triển vọng quặng cũng không quan sát được dị thường của đới này vì nó nằm trong khu vực có giá trị tương đối thấp (0,034 - 0,171 ms/Ohm.m). Tuy vậy, đới này vẫn được khoan kiểm tra. Kết quả của tài liệu lỗ khoan LK I (độ sâu thiết kế 50m, độ sâu thực tế 19m) cho thấy từ trên mặt đến 6m là tầng phủ, từ 6m đến 19m là đá ryolit bị phong hóa nhẹ, nứt nẻ trung bình không gặp quặng. Điều đó chứng tỏ tính hiệu quả của tham số triển vọng quặng đối với các đới tương có một trong hai tham số (điện trở suất, độ phân cực) không phân dị mạnh với môi trường xung quanh.

- *Đới 3:* Theo tài liệu điện trở suất và độ phân cực, đới này phân bố từ cọc 2,5 đến cọc 7 và từ độ sâu 5m đến 25m tính từ trên bề mặt; trên lát cắt độ phân cực về mặt hình thái đới gồm 2 đới tách biệt có dạng đẳng thước nằm cạnh nhau; đới có điện trở suất thấp biến đổi từ 50 - 200 Ohm.m, và độ phân cực khá cao, biến đổi từ 40ms đến 100ms. Với đặc điểm các tham số điện trở suất thấp, độ phân cực cao thì đới được phân vào dị thường loại 1. Trên đới này tài liệu tham số triển vọng quặng quan sát được đới dị thường phân bố từ cọc 2,8 đến cọc 6,3 và từ độ sâu 11m đến 33m; có giá trị rất lớn biến đổi từ 0,86 - 10 ms/Ohm.m. Kết quả của tài liệu lỗ khoan LK II (độ sâu thiết kế 25m, độ sâu thực tế 33m) cho thấy, từ trên mặt xuống độ sâu 9,2 là đá ryolit bị phong hóa mạnh, tại độ sâu 8m gặp mạch ryolit porphyry, từ 9,2m đến 21,8m là quặng chì - kẽm, từ 21,8m đến 33m là đá ryolit nứt nẻ ít. Qua kết quả tài liệu lỗ khoan ta thấy dị thường theo tham số triển vọng quặng có tính định xứ cao, khoan định vị trí dị thường và phản ánh kết quả địa chất chính xác hơn, độ phân giải được nâng lên rõ rệt với độ tin cậy cao hơn.

KẾT QUẢ ĐO ẢNH ĐIỆN PHÂN CỰC KÍCH THÍCH TUYẾN T.A



Hình 3. Kết quả áp dụng đo sâu phân cực hệ ba cực liên hợp 2 cánh để tìm kiếm quặng nhiệt dịch sulfur đa kim ở tỉnh K miền Trung Việt Nam

Kết quả xử lý trên 8 tuyến của khu vực thăm dò cho thấy: đây là đề án thăm dò quặng chì-kẽm (Pb-Zn) được kết hợp thi công địa vật lý trước, sau đó khoan thăm dò. Kết quả thi công phương pháp đo sâu phân cực 3 cực liên hợp đã chỉ ra được 9 đới dị thường có triển vọng. Khi xử lý tham số triển vọng quặng chỉ còn 7 đới có triển vọng quặng. Kết quả khoan kiểm tra 8 lỗ khoan đều gặp quặng chì kẽm đạt hàm lượng cao từ 7-9%, có trữ lượng công nghiệp, có thể đưa vào khai thác.

5. Kết luận

Từ kết quả trên chúng tôi có thể rút ra kết luận như sau:

1. Trong vùng địa hình núi cao phân cắt mạnh, bên dưới là đá phun trào biến đổi, có chứa quặng sulfur đa kim nguồn gốc nhiệt dịch, để tìm kiếm quặng loại này nếu áp dụng phương pháp phân cực kích thích thì nên sử dụng đo sâu điện 3 cực liên hợp (AnaMaNC ∞ và C ∞ MaNnaB) với tham số xử lý là điện trở suất ρ_k , hệ số phân cực η_k và tham số triển vọng quặng $\eta_k^* = \eta_k / \rho_k$, tài liệu tham số triển vọng quặng η_k^* có độ phân giải và độ tin cậy cao;

2. Chúng tôi đã áp dụng ở miền núi cao thuộc tỉnh K miền Trung Việt Nam cho thấy hiệu quả của phương pháp được nâng cao rõ rệt. Kết quả lát cắt tham số triển vọng quặng cho phép ta khoanh định vị trí dị thường gọn hơn và phản ánh kết quả địa chất chính xác hơn, có tính định xứ cao hơn, giúp ta khoanh định được các đới chứa quặng không những theo diện tích mà cả theo chiều sâu. Kết quả tài liệu lỗ khoan hoàn toàn phù hợp với mô hình tham số triển vọng quặng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Tiên Hóa. Báo cáo kết quả áp dụng phương pháp phân cực kích thích tìm kiếm quặng sulfur đa kim vùng X Trường Sơn miền Trung Việt Nam.
 [2]. Phùng Thế Lễ và mnk, 2011. Đề tài KHCN cấp Bộ “Nghiên cứu ứng dụng các phương pháp địa vật lý hiện đại trong đo vẽ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 và áp dụng thử nghiệm cho các nhóm tờ Tân Biên, A Hội - Phước Hảo”, Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, Tp. Hồ Chí Minh.

- [3]. Nguyễn Ngọc Loan, 1996. Luận án tiến sĩ “Đánh giá triển vọng thân quặng sulphur đa kim theo các đặc trưng dị thường phân cực kích thích dòng một chiều”, Viện Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Trọng Nga, 1996. Báo cáo khoa học tại HNKH lần thứ 12 “Tổ hợp các phương pháp địa vật lý tìm một số quặng ẩn điển hình ở Việt Nam”, Trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Trọng Nga, 2005. Thăm dò điện trở và điện hóa. NXB Giao thông vận tải Hà Nội. Giáo trình.
- [6]. Nguyễn Trọng Nga, 2015. Thăm dò điện khoáng sản và môi trường. Giáo trình Đại học Mở - Địa chất.
- [7]. Nguyễn Trọng Nga, 2015. Thăm dò điện phân giải cao. Giáo trình cao học. Đại học Mở - Địa chất.
- [8]. Trần Bình Trọng, 2008. Luận án tiến sĩ “Luận chứng hiệu quả áp dụng phương pháp phân cực kích thích trong tìm kiếm quặng đồng-vàng, chì-kẽm ở Việt Nam”, Trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội.
- [9]. Loke M.H. and Barker R.D., 1995. Improvements to the Zohdy method for the inversion of resistivity sounding and pseudosection data, *Computers & Geosciences* Vol. 21, No. 2, pp. 321-332.
- [10]. Loke M.H. and Barker R.D., 1996. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosection by a quasi-Newton method, *Geophysical Prospecting* 44, 131±152.

ABSTRACT

Improve efficiency of induced polarization sounding method in exploration of sulfide lead and zinc ore in the high terrain mountain, province K, central Vietnam

Nguyen Tien Hoa, *South Vietnam Geological Mapping Division*

Nguyen Trong Nga, *Vietnam Science and Technology Association of Geophysics*

The disseminated polymetallic sulfide ore is formed by metasomatic relating volcanic eruptions with a width of about 25-30 m and several kilometers length. Pb - Zn ore zones are characterized by low resistivity from $50 \div 200$ Ohm.m and high induced polarization ration (IP) from 25 mV/V to 70 mV/V compared to resistivity from $100 \div 600$ Ohm.m and IP less than 10 mV/V of the host rocks. Thus, the application of the IP method to detect the ore zones is reasonable. The survey area is high mountain terrain, its setting is cleavage and complex. Therefore, we used conjugate pole-dipole electrode in acquisition data to reduce the impact of terrain and to increases reliability of the data. The instrument used for acquisition data is Supersting-8R apparatus 2000W, injection power I_{max} is 2Ampe. The fieldwork is to follow geophysical norms and qualified control to collect high quality data. We calculated two conventional parameters apparent resistivity and IP. Beside, the ore prospects is defined that allows to eliminate apparent resistivity and IP anomalies unrelated to the ore zones. Our processed data is confirmed by drilling results high ore prospects values are consistent with a high content of ore zones. In the survey area, we defined seven ore zones in both lateral and vertical directions, that can provide useful information to evaluate the mine reserves.