

HIỆU QUẢ TỔ HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ TÌM KIẾM KHOÁNG SẢN KIM LOẠI DƯỚI SÂU ÁP DỤNG TẠI MỎ SẮT THẠCH KHÊ, HÀ TĨNH

NGUYỄN VĂN SỬU¹, KIỀU HUỖNH PHƯƠNG¹, NGUYỄN DUY TIÊU¹,
TRƯƠNG CÔNG ÁNH¹, PHẠM VĂN HÙNG¹, VÕ THANH SƠN²

¹Liên đoàn Vật lý Địa chất, Km9, Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

²Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

Tóm tắt: Cho đến nay, do nhu cầu phục vụ các ngành công nghiệp, nhất là công nghiệp nặng nên nền công nghiệp khai khoáng đã và đang phát triển mạnh mẽ, dẫn đến nguồn tài nguyên khoáng sản ngày một cạn kiệt. Các mỏ kim loại nằm lộ thiên hoặc nằm khá nông (< 200 m dưới mặt đất) đều đang được khai thác hoặc đã khai thác hết. Công tác điều tra, tìm kiếm, phát hiện nguồn tài nguyên khoáng sản nằm sâu dưới lòng đất đang là vấn đề hết sức cần thiết đối với đất nước ta trong công cuộc công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

Công tác đo thử nghiệm tổ hợp phương pháp địa vật lý hiện đại tại phía nam mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh đã xác định được phân bố của thân quặng sắt ở độ sâu hơn 500-700 m.

Kết quả bước đầu cho thấy hiệu quả của việc áp dụng tổ hợp phương pháp địa vật lý hiện đại để tìm kiếm, đánh giá khoáng sản dưới sâu.

I. MỞ ĐẦU

Công tác địa vật lý là một trong những dạng công việc đi tiên phong trong tìm kiếm, đánh giá khoáng sản dưới sâu. Trước đây, do hệ thống thiết bị và công nghệ địa vật lý còn hạn chế nên công việc này mới chỉ thực hiện nghiên cứu tới độ sâu khoảng 100 m. Hiện nay, với hệ thống máy địa vật lý hiện đại, công suất lớn cùng với các phần mềm xử lý tài liệu mới cho phép nghiên cứu đến độ sâu khoảng 500 m.

Đề tài KH-CN cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá triển vọng khoáng sản kim loại (sắt, chì-kẽm, đồng...) dưới sâu bằng tổ hợp phương pháp địa vật lý hiện đại, áp dụng thử nghiệm trên 3 cụm dị thường từ và trọng lực” do Liên đoàn Vật lý chủ trì thực hiện, kỹ sư Nguyễn Văn Sứu làm chủ nhiệm, đã lựa chọn khu vực mỏ sắt Thạch Khê để thử nghiệm tổ hợp địa vật lý. Kết quả đã khẳng định tổ hợp địa vật lý áp dụng tại đây có hiệu quả tốt.

Công tác đo thử nghiệm được thực hiện trên 3 tuyến đo kéo dài theo phương gần đông - tây với tổ hợp phương pháp địa vật lý gồm:

- Đo trường từ mặt đất;
- Đo trọng lực mặt đất;
- Đo sâu phân cực kích thích;
- Đo sâu trường chuyên;
- Đo sâu từ telua.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ TÌM KIẾM KHOÁNG SẢN DƯỚI SÂU

1. Phương pháp đo từ mặt đất

Thăm dò từ là phương pháp địa vật lý được áp dụng trong việc giải quyết các nhiệm vụ địa chất trên cơ sở phát hiện và nghiên cứu trường từ do các đối tượng địa chất và khoáng sản gây ra. Trong

các điều kiện cụ thể, phương pháp thăm dò từ mặt đất có thể áp dụng ở tất cả các giai đoạn của công tác điều tra địa chất và đánh giá khoáng sản. Tùy theo tỷ lệ khảo sát và độ chính xác phát hiện dị thường, nó có thể giải quyết các nhiệm vụ địa chất sau:

- Phát hiện, theo dõi và nghiên cứu các đứt gãy địa chất, các thể xâm nhập, các đá phun trào và ranh giới các tầng đất đá có từ tính khác nhau.

- Tìm kiếm và thăm dò các thân quặng có từ tính (kể cả các quặng có từ tính yếu).

2. Phương pháp đo trọng lực mặt đất

Phương pháp đo trọng lực dựa trên cơ sở nghiên cứu trường trọng lực trái đất, được ứng dụng cho nhiều mục đích nghiên cứu khác nhau như điều tra địa chất, đánh giá khoáng sản và ứng dụng trong các ngành kinh tế, kỹ thuật, quốc phòng. Tùy theo tỷ lệ khảo sát, phương pháp đo vẽ trọng lực có thể giải quyết các nhiệm vụ địa chất sau:

- Nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Trái đất (độ sâu, hình thái các mặt ranh giới địa chất sâu và các đứt gãy hành tinh).

- Lập bản đồ địa chất, bản đồ dự báo khoáng sản, phân vùng kiến tạo, phân vùng đá trầm tích, khoan định các khối nâng, sụt của nền và phát hiện các đứt gãy sâu của vỏ quả đất.

- Khoanh các đới cấu trúc địa chất, xác định các thể xâm nhập, các thành tạo phun trào, phối hợp giải quyết các nhiệm vụ địa chất công trình, địa chất thủy văn và tai biến địa chất.

- Chi tiết hóa, chính xác hóa các yếu tố địa chất đã phát hiện nhưng chưa đầy đủ, hoặc còn ở mức dự đoán. Phát hiện các mỏ dầu, khí, sắt, crom, mangan, sunfur đồng hoặc đa kim, barit, than, muối mỏ theo các dấu hiệu trực tiếp và gián tiếp của chúng.

- Đánh giá, thăm dò các mỏ, điều tra địa chất công trình, địa chất thủy văn và tai biến địa chất: xác định các hang, hốc, khe nứt nền móng công trình, xác định dòng chảy địa nhiệt, tìm nước ngầm, trượt đất, sụt lún đất.

3. Phương pháp phân cực kích thích

Phương pháp phân cực kích thích (PCKT) dựa trên việc nghiên cứu trường điện thứ cấp sinh ra trong đất đá và quặng do tác dụng của dòng điện chạy trong đó và nó có nguồn gốc điện hóa, liên quan chặt chẽ với các quá trình diễn ra ở ranh giới của vật chất và độ ẩm lỗ hổng. Phương pháp PCKT được áp dụng để nghiên cứu cấu trúc địa chất nhằm đánh giá triển vọng khoáng sản, phát hiện các diện tích có triển vọng tìm ra các mỏ khoáng sản, tìm kiếm khoáng sản có ích, dự báo hình thái và các yếu tố thể nằm của các thân quặng cũng như đánh giá giá trị công nghiệp của chúng; nghiên cứu các tầng nằm sâu của các mỏ đang khai thác, chính xác hóa chu vi của các thân quặng. Phương pháp PCKT cũng được sử dụng để giải quyết các nhiệm vụ địa chất thủy văn và địa chất công trình, đặc biệt là trong việc xác định dự báo độ tổng khoáng hóa của nước dưới đất trong các trầm tích bờ rời.

4. Phương pháp trường chuyển

Bản chất của phương pháp trường chuyển (PPTC) là nghiên cứu trường từ không dừng của các dòng điện xoáy phát sinh trong tất cả các thành tạo địa chất dẫn điện khi thay đổi đột ngột dòng điện trong khung dây rải trên mặt đất hoặc trong không khí. PPTC được áp dụng để tìm kiếm và thăm dò các mỏ quặng mà các thân quặng có độ dẫn điện cao như các quặng sunfur và manhetit có cấu trúc đặc xít, xâm tán và dạng mạch. Phương pháp này cũng có thể áp dụng để tìm kiếm than đá, grafit và nghiên cứu các trầm tích trên mặt có độ dẫn điện cao.

5. Phương pháp từ telua

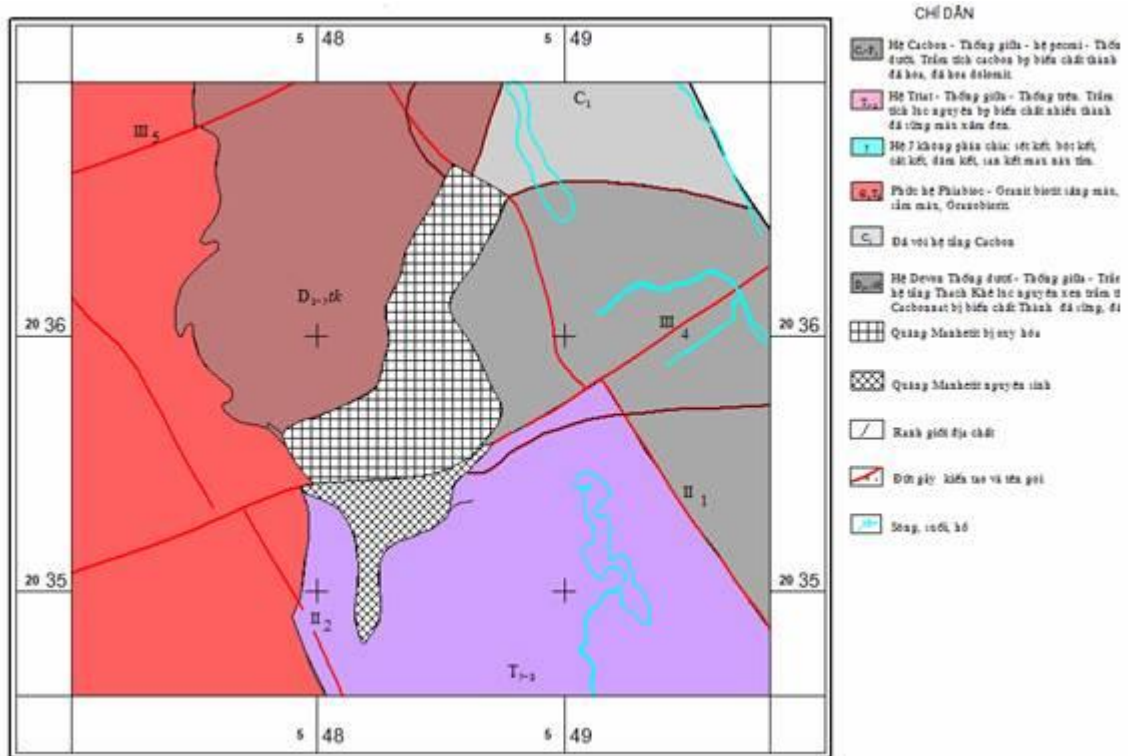
Phương pháp từ telua (MT) là phương pháp thăm dò điện dùng dải phổ nguồn tự nhiên, sự biến thiên trường địa từ gây ra sự cảm ứng điện từ trong quả đất. Chiều sâu thâm của trường điện từ vào trong Trái đất phụ thuộc vào chu kỳ (tần số) khảo sát và vào cấu trúc độ dẫn điện của Trái đất. Áp dụng phương pháp đo sâu từ telua trong giải quyết các nhiệm vụ nghiên cứu vỏ quả đất và các

cấu trúc địa chất sâu, nghiên cứu các bể trầm tích, phục vụ tìm kiếm dầu khí, khoáng sản, nước ngầm hay nghiên cứu núi lửa, động đất.

III. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÙNG

Mỏ sắt Thạch Khê nằm ngay sát bờ biển, trên địa bàn ba xã: Thạch Khê, Thạch Hải và Thạch Đinh, huyện Thạch Hà, tỉnh Hà Tĩnh. Mỏ được phát hiện trong giai đoạn lập bản đồ từ hàng không Miền Bắc từ những năm 60 của thế kỷ trước, từ đó đến nay mỏ đã được điều tra, đánh giá, thăm dò nhiều giai đoạn, kết quả khoan thăm dò 217 lỗ khoan đã xác định mỏ có trữ lượng 544 triệu tấn và thân quặng tồn tại tới độ sâu khoảng 700 m.

Theo tài liệu tìm kiếm thăm dò tỷ lệ 1:10.000, mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh có các phân vị địa tầng sau (Hình1):



Hình 1. Sơ đồ địa chất khoáng sản mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh.

Hệ tầng Thạch Khê (D_{1-2 tk}): Gặp ở phía tây bắc khu mỏ, đá bao gồm các trầm tích lục nguyên xen trầm tích carbonat bị biến chất thành đá sừng, đá hoa, quazit.

Hệ Carbon - thống dưới (C₁): Đá của tầng phân bố ở phía bắc vùng mỏ và nằm phía đông đứt gãy có phương á kinh tuyến. Từ dưới lên tầng gồm đá phiến sét, phiến silic xen kẽ đá vôi màu xám phân lớp mỏng đến vừa.

Hệ Cacbon thống giữa - hệ Permi - thống dưới (C₂-P₁): Thành phần gồm các loại đá vôi, đá vôi dolomit bị hoa hóa, có màu xám sáng, sáng phớt hồng, kiến trúc hạt nhỏ đến vừa. Đá cấu tạo khối, phân lớp dày.

Hệ Trias thống giữa - thống trên (T₂₋₃) tập trung ở phần nam vùng mỏ, lộ ra dưới lớp phủ bờ rời. Thành phần đất đá của hệ tầng bao gồm cát kết, bột kết, xen kẽ đá phiến sét, phiến silic. Đá có cấu tạo phân lớp mỏng, góc phân lớp thay đổi từ 25° đến 45°.

Trầm tích hệ Đệ tứ (Q) phủ bất chỉnh hợp lên trầm tích tuổi cổ hơn và khối granit. Chúng phân bố trên toàn bộ diện tích vùng mỏ. Đá của tầng gồm chủ yếu cát thạch anh lẫn những khoáng vật nặng ilmenit, zircon, xiderit...

Đá magma chiếm diện tích khá rộng ở phía tây, tây bắc vùng mỏ, tạo thành một dải kéo dài theo phương gần như bắc-nam, gồm các loại đá sau: granit biotit dạng porphyr, granit biotit sẫm màu hạt nhỏ, granit biotit sẫm màu hạt lớn, plagiogranit, granit granofir.

Mỏ sắt Thạch Khê có hai loại quặng là quặng magnetit gốc, bao gồm quặng magnetit nguyên sinh, quặng magnetit bị ôxy hóa và quặng magnetit dạng deluvi.

Bảng 1. Bảng tham số các loại đá và quặng khu vực Thạch Khê

STT	Tên đá và quặng	Độ từ cảm χ (10^{-6} CGS)	Độ từ hóa dư J_n (10^{-6} CGS)	Mật độ σ (g/cm^3)	Điện trở suất ρ (Ωm)
1	Quặng magnetit nguyên sinh	224969	16 093	4,6	3-5
2	Quặng magnetit ôxy hóa	108451	14 265	4,2	10-50
3	Đá skarn	14397	4 246	2,9	
4	Đá hoa			2,7	750-5000
5	Đá sừng			2,7	30-200
6	Granit	226	59	2,6	100-200
7	Sét kết			1,9	5-20
8	Bột kết			2	5-50
9	Cát kết				40-100
10	Cuội kết				15-50
11	Sét				5-10

IV. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐẠC VÀ XỬ LÝ TÀI LIỆU

1. Công tác đo từ mặt đất

a) Đo đạc thực địa:

Sử dụng máy từ kế proton Minimag do Liên bang Nga sản xuất, đo đạc tại các điểm đóng cọc trên tuyến (25 m/điểm). Tại mỗi điểm, đo ba giá trị để lấy trung bình, ghi thời gian đo và đặc điểm địa mạo, địa chất tại những vị trí đặc biệt.

b) Xử lý phân tích:

Trước khi tiến hành xử lý, số liệu đo đạc tại thực địa được tính trung bình, hiệu chỉnh biến thiên từ ngày đêm và tính ra giá trị trường dị thường ΔT_a (trường từ tổng được trừ đi trường từ bình thường của khu vực).

Việc xử lý, phân tích tài liệu đo từ mặt đất được thực hiện bằng phần mềm Encom Modelvision.

2. Công tác đo trọng lực mặt đất

a) Đo đạc thực địa:

Sử dụng máy trọng lực chính xác cao ZLS - B37 do Hoa Kỳ sản xuất. Các chuyến đo đều được xuất phát và kết thúc tại điểm KT. Tại mỗi điểm đo ba giá trị để lấy trung bình, ghi thời gian đo và đặc điểm địa mạo, địa chất tại những vị trí đặc biệt. Đo tại những vị trí đã đóng cọc trên tuyến với khoảng cách giữa các điểm đo là 25 m.

b) Xử lý phân tích:

Trước khi tiến hành xử lý, số liệu đo đạc tại thực địa được tính trung bình, hiệu chỉnh địa hình và tính ra giá trị trường dị thường Δg (giá trị trường trọng lực tại các điểm đo so với điểm gốc KT).

Việc xử lý, phân tích tài liệu đo trọng lực mặt đất được thực hiện bằng phần mềm Encom Modelvision.

3. Công tác đo sâu phân cực kích thích

a) Đo đạc thực địa:

Sử dụng bộ máy thu Elrec Pro đồng bộ với máy phát VIP-3000 do Cộng hòa Pháp sản xuất. Công tác đo sâu phân cực kích thích được bố trí theo hệ thiết bị Dipole - Dipole với các cự ly thiết bị:

$$a_1 = 50 \text{ m}, n = 1 \div 5; a_2 = 100 \text{ m}, n = 3 \div 5; a_3 = 200 \text{ m}, n = 3 \div 5; d = 50 \text{ m}.$$

Với a_1, a_2, a_3 là khoảng cách giữa các cực thu và cực phát liền kề nhau; n là số cặp cực thu cho một lần phát dòng, d là bước dịch chuyển trên tuyến.



Hình 2. Sơ đồ bố trí thiết bị đo sâu phân cực hệ thiết bị dipole - dipole.

Như vậy, để hoàn thiện tuyến đo cần đo ba loạt theo ba cự ly thiết bị như trên, tại mỗi vị trí phát dòng ta thu được 11 giá trị tín hiệu tại 11 cặp máy thu (tương ứng với một điểm đo sâu lưỡng cực trực liên tục đều).

Với cách đo đạc theo ba cự ly thiết bị như trên sẽ đảm bảo mức độ chi tiết hóa đối tượng và đạt chiều sâu nghiên cứu khoảng 350 m.

b) Xử lý phân tích:

Số liệu thực địa được hiệu chỉnh địa hình sau đó xuất sang dạng file *.dat tương thích với phần mềm xử lý RES2DINV ver3.54 của Geotomo Software Malaysia.

Số liệu trước khi đưa vào phần mềm xử lý được loại bỏ các giá trị xấu (phẩm chất tín hiệu không tốt) để không ảnh hưởng tới các số liệu trên toàn tuyến nhằm đưa ra kết quả tốt nhất. Sản phẩm sau khi xử lý là mặt cắt kết quả điện trở suất và độ phân cực trên từng tuyến đo.

4. Công tác đo sâu trường chuyên

a) Đo đạc thực địa:

Thiết bị sử dụng là bộ máy PROTÉM-57 do Canada sản xuất. Trước khi đo đạc ngoài thực địa, công tác phát tuyến đo và phát tuyến dải khung phát cần phải đi trước một bước. Cự ly khung phát 300 m x 500 m. Sơ đồ đo có dạng như Hình 3.

b) Xử lý phân tích:

Trước khi tiến hành xử lý, số liệu đo đạc tại thực địa được gán tọa độ thực trên tuyến cũng như vị trí tương đối của điểm đo trong khung phát.

Việc xử lý, phân tích tài liệu đo trường chuyên được thực hiện bằng phần mềm IX1D.



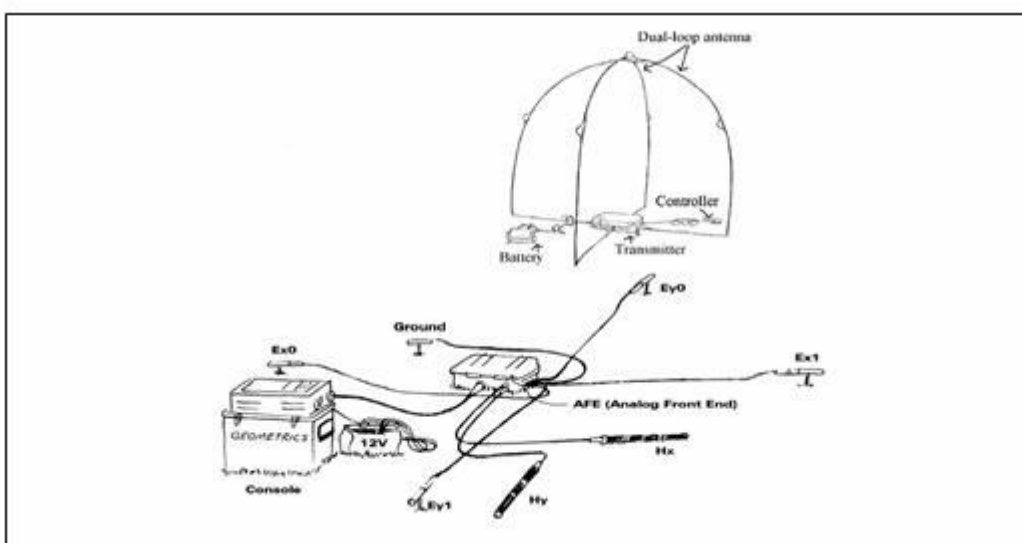
Hình 3. Sơ đồ bố trí thiết bị đo trường chuyển.

5. Công tác đo từ telua

a) Đo đạc thực địa:

Đo từ telua được thực hiện bằng hệ thống đo đạc ảnh độ dẫn điện từ telua nguồn hỗn hợp Stratagem EH4 của hãng Geometrics Ltd, Mỹ cho phép ghi 4 thành phần (Ex, Ey, Hx, Hy) của trường điện từ, khoảng cách của các điểm đo trên tuyến là 100 m. Hệ thống Stratagem gồm hai thành phần cơ bản: máy thu, các phụ kiện và máy phát. Tại những vùng ở dải tần số cao, các tín hiệu tự nhiên tương đối yếu thì việc sử dụng máy phát có thể tăng chất lượng số liệu đo đạc.

Dải tần số đo từ telua bằng hệ thống Stratagem là 10-100 kHz; các đầu đo các thành phần trường điện được sử dụng là các lưỡng cực điện có độ dài khoảng 50 m, được tiếp đất bằng các điện cực thép không gỉ. Để ghi các thành phần trường từ sử dụng các đầu đo từ model BF-IM (10-100 kHz) với độ dài dây cáp là 10 m. Máy phát model TxIM2 với khung anten thẳng đứng có dải tần số 1-70 kHz và moment anten 400 Amp-m² với hai cánh anten thẳng đứng, vuông góc với nhau. Hình 4 minh họa lắp đặt hệ thống máy thu và máy phát Stratagem.



Hình 4. Sơ đồ lắp đặt máy thu và máy phát đo từ tellua.

b) Xử lý phân tích:

Để thu được mô hình mặt cắt địa điện trên các tuyến đo từ telua, chúng ta phải nghịch đảo các đường cong đo từ telua trên mỗi tuyến bằng chương trình MT2DinvMatlab. Phần mềm này dùng phương pháp phần tử hữu hạn (finite elementary method-FEM) để tính toán các hướng ứng mô hình MT hai chiều và nghịch đảo bình phương nhỏ nhất được làm trơn với thuật toán điều chỉnh tham số không gian để ổn định quá trình nghịch đảo và tạo nên mô hình môi trường vỏ Trái đất tối ưu có độ phân giải cao.

Xây dựng các mô hình 2D dọc theo mỗi tuyến đo và nghịch đảo đồng thời tài liệu 2 mode TE và TM (dùng đồng thời các đường cong điện trở suất và các đường cong pha).

V. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

Công tác đo thử nghiệm tại mỏ sắt Thạch Khê thực hiện trên 3 tuyến (xem bản vẽ sơ đồ bố trí tuyến đo địa vật lý), trong đó:

- Tuyến T.1 gần trùng với tuyến thăm dò T.LXXII: Cọc -210 trùng LK.67, cọc 0 trùng lỗ khoan LK.66 và cọc 200 gần trùng với LK.65.

- Tuyến T.2 gần trùng với tuyến thăm dò T.LXX: Cọc -200 gần trùng với LK.62, cọc 0 trùng lỗ khoan LK.61; và cọc 210 gần trùng với LK.63.

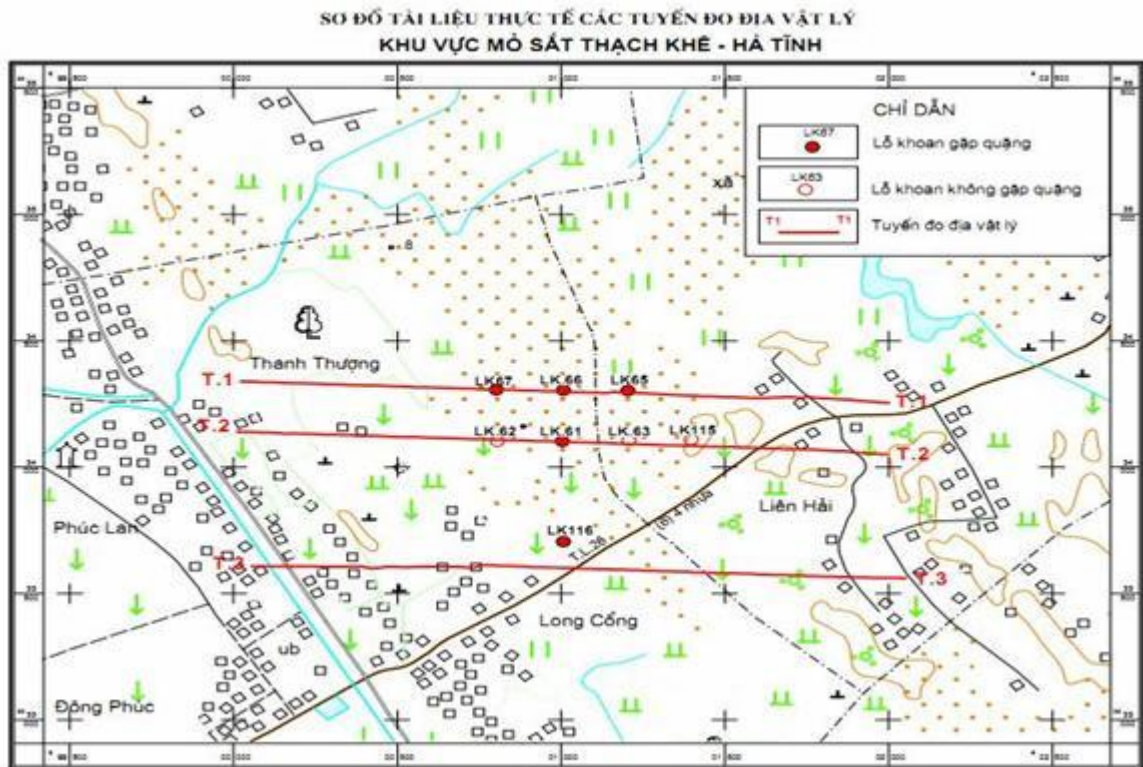
- Tuyến T.3 nằm cách tuyến thăm dò T.LXVI khoảng 100 m về phía nam, với cọc -50 cách lỗ khoan LK.116 khoảng 100 m về phía nam.

1. Kết quả đo từ và trọng lực

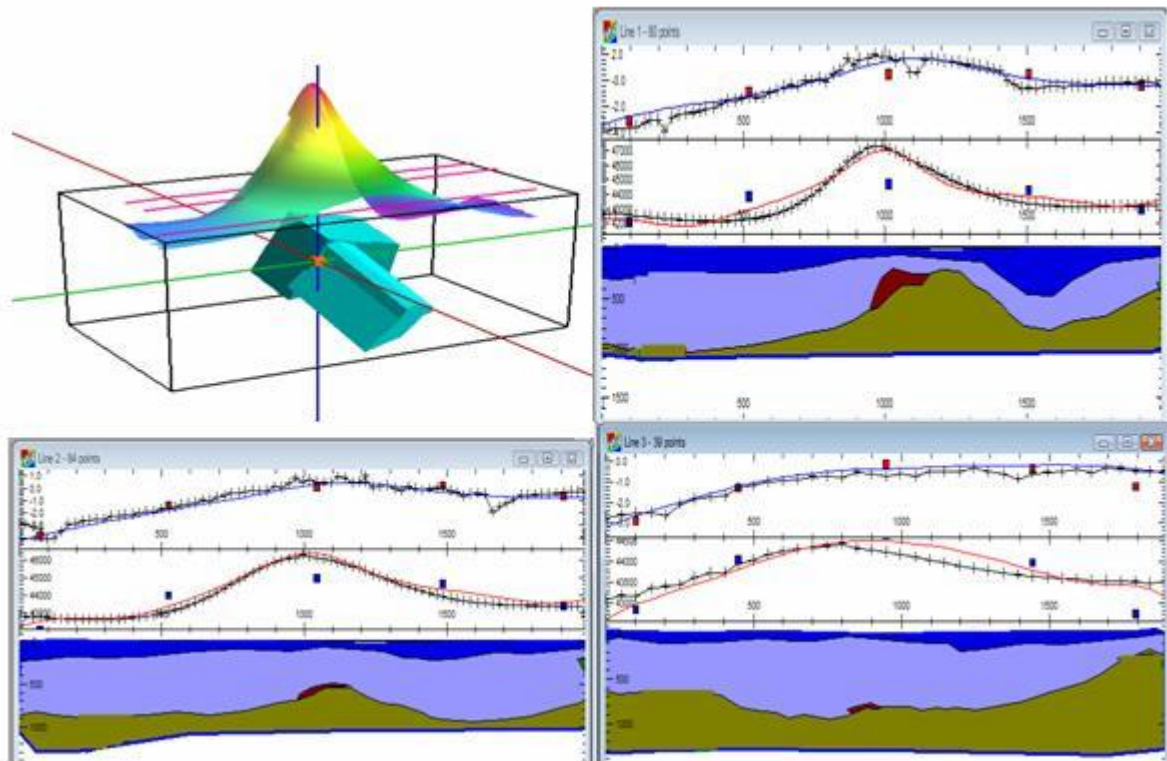
Thực hiện trên cả 3 tuyến đo. Mỗi tuyến dài 2000 m.

Kết quả phân tích, xử lý tài liệu từ và trọng lực xác định sự tồn tại của khối vật thể có từ tính cao và mật độ lớn xuyên suốt từ tuyến T.1 đến T.3 thuộc khu vực trung tâm các tuyến và có xu hướng sâu dần về phía T.3 (Hình 5):

- Tuyến T.1 từ cọc -80 đến cọc +160 nằm ở độ sâu từ 280 m đến 600 m.
- Tuyến T.2 từ cọc -50 đến +150 nằm ở độ sâu từ 450-700 m.
- Tuyến T.3 từ cọc -200 đến -70 nằm ở độ sâu từ 700-800 m.



Hình 5. Sơ đồ bố trí tuyến đo địa vật lý.



Hình 6. Kết quả xử lý tài liệu từ và trọng lực T1, T2, T3.

V.2. Kết quả đo sâu phân cực kích thích

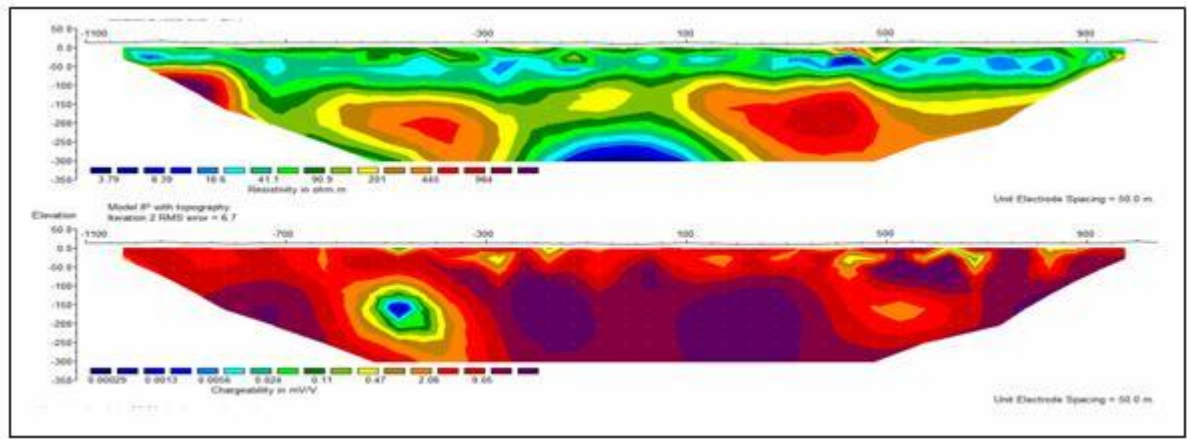
Công tác đo sâu phân cực kích thích tại mỏ sắt Thạch Khê chỉ được thực hiện trên tuyến T.1 từ cọc -1000 đến +1000. Tuyến T.2 và T.3 không đo sâu phân cực do khả năng thiết bị hiện có chưa đủ công suất để nghiên cứu đến độ sâu 500 m trở xuống (đối với hệ thiết bị dipole – dipole) tại khu vực mỏ có điện trở suất nhỏ (tín hiệu thu được rất thấp).

2. Kết quả đo sâu phân cực kích thích

Thực hiện trên tuyến T.1 từ cọc -1000 đến +1000.

Kết quả xử lý tài liệu đo sâu phân cực xác định trên tuyến T.1 tồn tại đới điện trở suất thấp ($< 10 \Omega\text{m}$) tại vị trí từ cọc -200 đến +200 nằm ở độ sâu khoảng 300 m trở xuống (dị thường điện trở suất thấp chưa kết thúc) phù hợp với tài liệu khoan thăm dò trước đây (tài liệu thăm dò tại các lỗ khoan 65, 66, 67 trên tuyến thăm dò TLXXII xác định quặng sắt nằm ở độ sâu từ trên 300 m đến trên 400 m tại lỗ khoan 65, 66 và trên 600 m tại lỗ khoan 67).

Kết quả phân tích giá trị độ phân cực T.1 xác định tồn tại dị thường phân cực cao ($> 1\%$) trên đoạn tuyến từ cọc -300 đến +400 ở độ sâu từ 100 m trở xuống là khá tràn lan, chỉ mang tính chất tham khảo (Hình 7).

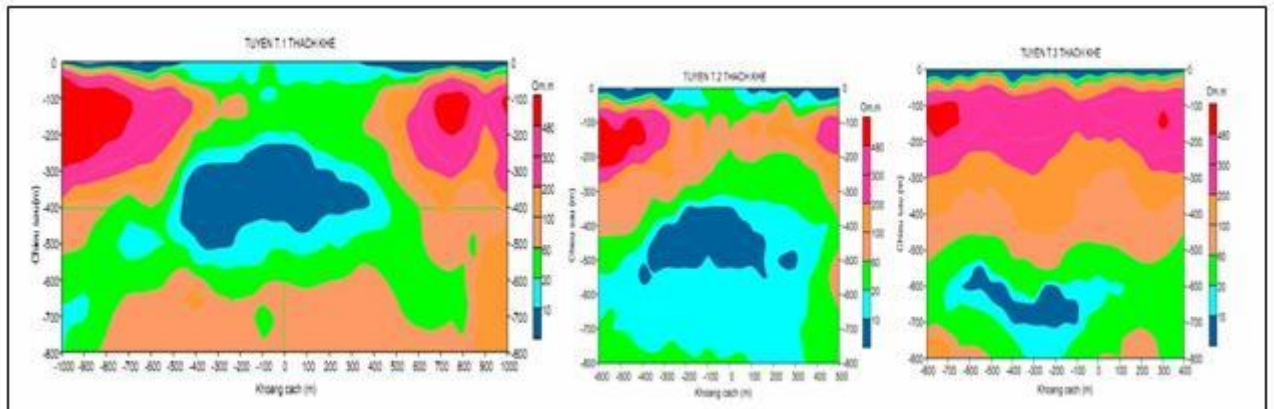


Hình 7. Kết quả xử lý tài liệu phân cực kích thích tuyến T.1.

3. Kết quả đo sâu trường chuyên

Thực hiện trên cả 3 tuyến đo. Tuyến T.1 từ cọc -1000 đến +1000; Tuyến T.2 từ cọc -600 đến +500; Tuyến T.3 từ cọc -800 đến +400. Kết quả của phương pháp đo sâu trường chuyên tại khu vực xác định trên cả 3 tuyến đo có tồn tại một đới điện trở suất thấp <math>< 10 \Omega\text{m}</math> có khả năng liên quan đến quặng sắt:

- Tuyến T.1 từ cọc -450 đến cọc +400 nằm ở độ sâu từ 300 - 500 m.
- Tuyến T.2 từ cọc -400 đến +200 nằm ở độ sâu từ 350-550 m.
- Tuyến T.3 từ cọc -600 đến -100 nằm ở độ sâu từ 550-700 m (Hình 8).



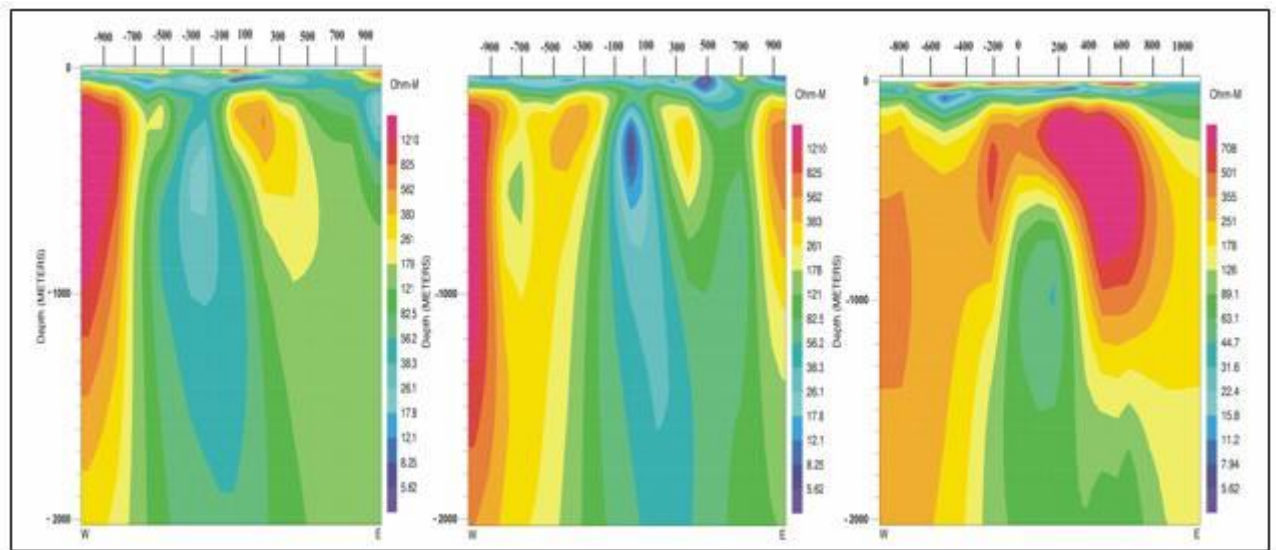
Hình 8. Kết quả xử lý tài liệu trường chuyên tuyến T.1, T.2, T.3.

4. Kết quả đo từ telua

Thực hiện trên cả 3 tuyến đo. Chiều dài mỗi tuyến đo là 2000 m (từ cọc -1000 đến +1000).

Kết quả của phương pháp đo từ telua trên các tuyến cũng xác định được một đới điện trở suất thấp từ 5-30 Ωm có khả năng liên quan đến quặng sắt (Hình 9):

- Tuyến T.1 từ cọc -400 đến -100 ở độ sâu khoảng 300 - 1000 m.
- Tuyến T.2 từ cọc -100 đến +100 ở độ sâu khoảng 250 - 700 m.
- Tuyến T.3 từ cọc 0 đến +200 ở độ sâu khoảng 700 - 1400 m.



Hình 9. Kết quả xử lý tài liệu telua tuyến T.1, T.2, T.3.

VI. KẾT LUẬN

Công tác đo thử nghiệm tổ hợp phương pháp địa vật lý tại phía nam mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh đã xác định được vật thể có từ tính rất cao (độ từ cảm 220.000×10^{-6} CGS), mật độ lớn ($4,6 \text{ g/cm}^3$), điện trở suất nhỏ ($3-30 \Omega\text{m}$) khá phù hợp với chiều sâu, thể nằm và các đặc trưng tính chất vật lý với thân quặng sắt đã có kết quả khoan thăm dò trước đây khẳng định.

Việc lựa chọn tổ hợp phương pháp địa vật lý cụ thể cho từng loại quặng sắt và từng khu vực riêng biệt cần xem xét cụ thể theo tính chất vật lý đá và quặng cũng như điều kiện thi công cho phù hợp mới đáp ứng được mục tiêu kỹ thuật và hiệu quả kinh tế.

VĂN LIỆU

1. **Đào Xuân Đường, 1977.** Báo cáo địa vật lý tìm kiếm sắt vùng Thạch Khê (Hà Tĩnh). *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
2. **Đặng Trung Ngân, 1978.** Điều kiện thành tạo và triển vọng quặng sắt vùng Thạch Khê (Hà Tĩnh). *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
3. **Trần Tính và nnk, 1982.** Bản đồ Địa chất tỷ lệ 1: 200.000, tờ Kỳ Anh - Hà Tĩnh. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
4. **Trần Xuân Hường, 1983.** Thăm dò sơ bộ mỏ Sắt Thạch Khê, Nghệ Tĩnh. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
5. **Bùi Văn Ngôn và nnk, 1985.** Báo cáo kết quả thăm dò tỷ mỉ mỏ sắt Thạch Khê. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
6. Quy phạm kỹ thuật thăm dò từ mặt đất. Bộ Công nghiệp ban hành 1998.
7. Quy phạm kỹ thuật thăm dò điện. Bộ Công nghiệp ban hành 1998.
8. Quy phạm kỹ thuật phương pháp thăm dò trọng lực. Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành 2004.
9. **Nguyễn Văn Sửu và nnk, 2014.** Đề tài KHCN cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá triển vọng khoáng sản kim loại (sắt, chì - kẽm, đồng...) dưới sâu bằng tổ hợp phương pháp địa vật lý hiện đại. Áp dụng thử nghiệm trên 03 cụm dị thường địa vật lý từ và trọng lực”. *Lưu trữ Liên đoàn Vật lý địa chất.*