

LỰA CHỌN TỔ HỢP PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ HỢP LÝ XÁC ĐỊNH CÁC THÂN QUẶNG MỘT SỐ LOẠI KHOÁNG SẢN KIM LOẠI CÓ NGUỒN GỐC TRẦM TÍCH VÀ PHONG HÓA, KHOÁNG SẢN PHI KIM LOẠI, PHÓNG XẠ VÀ ĐẤT HIỂM TRONG ĐIỀU TRA KHOÁNG SẢN TỶ LỆ 1:50.000 Ở NƯỚC TA HIỆN NAY

PHÙNG THẾ LỄ¹, VŨ TRỌNG TẤN²

¹Hội Địa chất Tp. Hồ Chí Minh; ²Liên đoàn Bán đồ Địa chất miền Nam,
200 Lý Chính Thắng, Q.3, Tp. Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Ứng dụng địa vật lý để xác định các thân quặng trong công tác điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 chủ yếu trên các diện tích điều tra chi tiết khoáng sản. Trong các diện tích này, đặc điểm của quặng, đá vây quanh bước đầu đã được xác định, do đó, có cơ sở để lựa chọn tổ hợp phương pháp địa vật lý tối ưu tìm kiếm các thân quặng. Các phương pháp địa vật lý trong mỗi tổ hợp được chọn trên cơ sở phân tích nguồn gốc, đặc điểm, hình dáng thân quặng, thành phần quặng và các nguyên tố đi kèm, đá vây quanh để xác định các dị thường địa vật lý trội, đặc trưng cho thân quặng có thể quan sát được trên mặt đất, kết hợp với kết quả xử lý, tổng hợp tài liệu địa vật lý trong các đề án đo vẽ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 trên cả nước và nghiên cứu ứng dụng các phương pháp địa vật lý mới, hiện đại. Bài báo này giới thiệu kết quả lựa chọn các tổ hợp phương pháp địa vật lý hợp lý để xác định thân quặng một số loại khoáng sản kim loại có nguồn gốc trầm tích và phong hóa, khoáng sản phi kim loại, phóng xạ - đất hiếm trong điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000, phù hợp điều kiện sản xuất địa chất ở nước ta hiện nay.

I. MỞ ĐẦU

Các loại khoáng sản kim loại có nguồn gốc trầm tích và phong hóa, khoáng sản phi kim loại, phóng xạ - đất hiếm có đặc điểm thân quặng phát triển rất đa dạng trong các môi trường đất đá khác nhau. Chúng có thể có dạng khối, vỉa, lớp, mạch, ổ, thấu kính, trụ, đới mạch, đới mạng mạch, đặc sít hoặc xâm tán nên để phát hiện và xác định vị trí thân quặng của mỗi loại cần lựa chọn tổ hợp phương pháp địa vật lý phù hợp, có hiệu quả kỹ thuật cao, chi phí hợp lý. Việc lựa chọn các phương pháp trong tổ hợp phải dựa trên cơ sở phân tích nguồn gốc, đặc điểm, hình dáng thân quặng, thành phần quặng và các nguyên tố đi kèm, đá vây quanh, từ đó xác định các tính chất vật lý của quặng khác biệt với môi trường xung quanh, có khả năng gây nên các dị thường quan sát được trên mặt đất bằng các thiết bị, máy móc hiện có ở nước ta hiện nay.

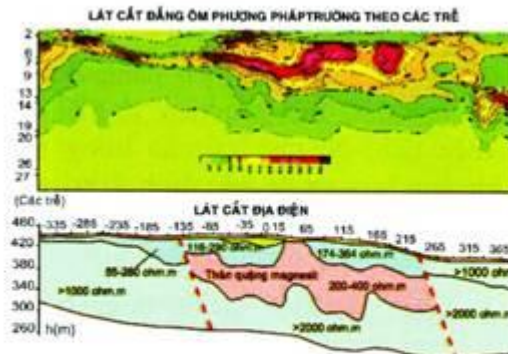
II. CƠ SỞ LỰA CHỌN CÁC TỔ HỢP PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ HỢP LÝ XÁC ĐỊNH CÁC THÂN QUẶNG

1. Nhóm khoáng sản kim loại có nguồn gốc trầm tích và phong hóa

a) **Quặng magnesit:** Quặng magnesit có hai kiểu nguồn gốc là trầm tích biến chất và kiểu mỏ trong vỏ phong hóa của các đá siêu bazơ. Kiểu mỏ trầm tích biến chất phần nhiều được đặc trưng bởi các thân quặng dạng vỉa, thấu kính nằm trong đá carbonat, có bề dày đạt 20-100 m, kéo dài theo đường phương đến vài kilomet. Trong kiểu mỏ trong vỏ phong hóa của các đá siêu bazơ thường xuất hiện các thân magnesit dạng mạch, dạng ổ kích thước nhỏ, hàm lượng quặng rất cao.

Các thân quặng magnesit có điện trở suất ở mức trung bình thấp, trường từ trên các vùng mỏ liên quan đến các đá siêu bazơ thường cao hơn đá vây quanh. Vì vậy để phát hiện và xác định các thân quặng magnesit sử dụng phương pháp mặt cắt điện trở và phương pháp từ (cho loại hình mỏ

liên quan siêu bazơ) khảo sát trên toàn diện tích, phương pháp ảnh điện trở hoặc đo sâu trường chuyên để xác định đặc điểm phân bố quặng dưới sâu [2, 5, 6]. Hiệu quả của tổ hợp phương pháp này thể hiện rất rõ ở kết quả khảo sát trên vùng triển vọng khoáng sản magnesit Kon Queng - Gia Lai của Liên đoàn Vật lý Địa chất (Hình 1). Theo Ngô Văn Minh và Nguyễn Trần Tân, 2007 [4], các phương pháp mật cắt điện trở, đo sâu lưỡng cực trực liên tục đều (ảnh điện), trường chuyên đóng vai trò tích cực trong việc điều tra, đánh giá tiềm năng quặng hóa magnesit trong vùng.



Hình 1. Xác định đặc điểm phân bố quặng dưới sâu theo tuyến T54, vùng triển vọng khoáng sản magnesit Kon Queng - Gia Lai (theo Ngô Văn Minh và nnk).

b) Quặng mangan: Quặng mangan có nguồn gốc chủ yếu là trầm tích. Ở nước ta, các thân quặng mangan đã được phát hiện có quy mô rất khác nhau, chúng kéo dài từ vài mét đến vài kilomet, dày vài chục centimet đến gần chục mét, rộng vài chục mét đến gần trăm mét, nằm trong các đá trầm tích carbonat, trầm tích phun trào, trầm tích bờ rời trên đá lục nguyên silic. Đặc trưng địa vật lý của quặng mangan là điện trở suất thay đổi trong phạm vi rộng, phụ thuộc cơ bản vào mức độ phá hủy của chúng. Loại quặng rắn chắc thường có điện trở suất cao, còn loại bờ rời thường nhỏ hơn đá vây quanh. Độ từ cảm χ của mangan nhìn chung thấp, vào khoảng $100 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Mật độ của quặng mangan phụ thuộc mức độ bị phá hủy (loại rắn chắc $3-4 \text{ g/cm}^3$, loại bờ rời $1,5-2,5 \text{ g/cm}^3$), thường nằm trùng với khoảng biến đổi mật độ của các đá chứa quặng nên sử dụng phương pháp trọng lực không chế các thân quặng mangan sẽ gặp khó khăn. Quặng mangan có độ phân cực cao và trong điều kiện hóa lý thuận lợi tạo nên các dị thường điện tự nhiên mạnh. Vì vậy sử dụng các phương pháp phân cực kích thích, phương pháp từ và điện tự nhiên để phát hiện và xác định vị trí thân quặng sẽ đạt hiệu quả cao. Để phân tích chính xác các dị thường địa vật lý cần phải kết hợp chặt chẽ với tài liệu địa hóa [2, 5, 6].

b) Quặng bauxit: Các thành tạo bauxit ở Việt Nam thuộc hai loại hình nguồn gốc trầm tích và nguồn gốc phong hóa từ đá basalt tuổi Neogen - Đệ tứ. Loại quặng bauxit nguồn gốc trầm tích thường nằm trong trầm tích lục nguyên carbonat với thân quặng dạng vỉa đứt đoạn, kéo dài từ vài trăm mét đến 2-3 km, dày 0,5-40 m. Quặng bauxit trong vỏ phong hóa ở miền Nam Việt Nam chủ yếu tập trung ở ba mức địa hình: 2.500-2.950 m, 1.000-1.100 m, 600-900 m; chiều dày 1-15 m. Bauxit có từ tính thấp, độ từ cảm thay đổi trong phạm vi rộng ($270-16000 \cdot 10^{-6}$ CGSM). Bauxit dạng đặc sít có độ từ cảm lớn hơn cả, mật độ $1,76-2,7 \text{ g/cm}^3$; bauxit dạng vỡ vụn có mật độ $1,68-1,88 \text{ g/cm}^3$. Điện trở suất của bauxit thấp so với đá vây quanh, loại đặc sít có $\rho \approx 200-1400 \Omega\text{m}$, loại bờ rời có $\rho \approx 150-400 \Omega\text{m}$. Để điều tra quặng bauxit, trước hết đo từ mặt đất phủ diện tích để phát hiện các đới quặng, các thể basalt liên quan đến quặng. Tiếp đến đo mật cắt điện trở trên diện phân bố các đới dị thường từ để xác định các thân quặng; đo ảnh điện điện trở để xác định đặc điểm quặng phân bố dưới sâu cho loại quặng bauxit trầm tích gốc; đo sâu điện để xác định

chiều dày tầng chứa quặng cho các loại quặng bauxit deluvi-eluvi, bauxit là sản phẩm phong hóa của đá basalt [2, 5, 6].

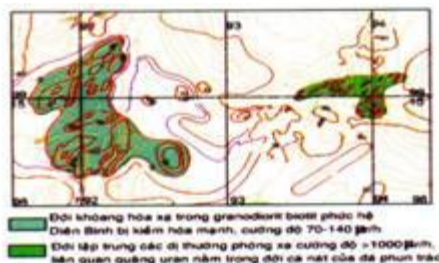
c) Quặng sắt: Quặng sắt có mật độ cao hơn so với đá vây quanh và tăng theo hàm lượng sắt có trong quặng. Ở nước ta, trên các thân quặng sắt, dị thường từ bao gồm hai phần âm-dương rõ rệt. Quặng sắt nguồn gốc trầm tích có độ dẫn điện lớn hơn nhiều so với đá vây quanh nên sử dụng các phương pháp mặt cắt điện, ảnh điện, trường chuyển phối hợp với phương pháp từ để xác định thân quặng sẽ cho kết quả có độ tin cậy cao. Quặng sắt có nguồn gốc phong hóa với thành phần chủ yếu là limonit gây ra dị thường từ yếu nên cần phải đo từ mặt đất độ chính xác cao để xác định [6, 7].

2. Quặng phóng xạ và đất hiếm

Để tìm kiếm các thân quặng phóng xạ và đất hiếm, các phương pháp địa vật lý xạ đóng vai trò trực tiếp và chủ đạo. Một số kiểu mỏ phóng xạ và đất hiếm chỉ có thể ứng dụng tìm kiếm bằng các phương pháp địa vật lý xạ (Hình 2), một số kiểu mỏ khác do cộng sinh với các khoáng vật sắt từ, sulfur hoặc phân bố trong các mạch thạch anh, grafit, pegmatit nên có thể phối hợp các phương pháp địa vật lý khác để tìm kiếm [2, 5, 6, 9].

- Đối với quặng thorianit - uranit trong pegmatit, sử dụng các phương pháp gamma mặt đất, mặt cắt điện trở xác định diện phân bố pegmatit và phương pháp phổ gamma để xác định vị trí thân quặng; phương pháp ảnh điện trở xác định đặc điểm phân bố dưới sâu của pegmatit.

- Trong các kiểu quặng niobi - đất hiếm - sắt, thorit - uranothorit trong đá hoa, naturan - molipdenit trong đá phun trào, urani trong cát kết, các thân quặng đều có chứa các khoáng vật có từ tính. Do vậy sử dụng tổ hợp các phương pháp gamma mặt đất, từ mặt đất để phát hiện các đới khoáng hóa xạ và phương pháp phổ gamma mặt đất để xác định, không chế các thân quặng.



Hình 2. Xác định các đới khoáng hóa xạ theo tài liệu gamma mặt đất trên vùng triển vọng khoáng sản uran Sa Sơn - Sa Thay - Kon Tum (Nhóm từ Kon Tum).

- Trong các kiểu quặng uranit - molipdenit - sulfur - thạch anh, naturan - molipdenit trong đá phun trào, bataxit - thorit - urapiroclo, trong thân quặng và đới khoáng hóa xạ có các khoáng vật magnetit và sulfur. Vì vậy để phát hiện các đới khoáng hóa xạ tiến hành đo xạ gamma mặt đất, điện tự nhiên, từ mặt đất phủ diện tích; đo phổ gamma trong các đới khoáng hóa xạ để xác định vị trí các thân quặng; đo ảnh điện phân cực để xác định đặc điểm thân quặng dưới sâu.

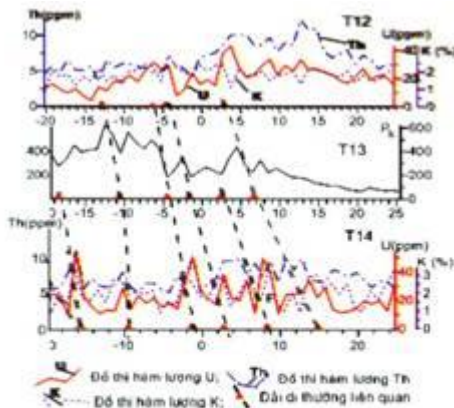
- Đối với các kiểu quặng urani trong grafit, urani trong than, các thân garfit và than có điện trở suất thấp khác biệt đá vây quanh nên sử dụng các phương pháp phóng xạ và mặt cắt điện trở khảo sát phủ diện tích để phát hiện các đới khoáng hóa xạ; đo phổ gamma trong các đới khoáng hóa xạ để xác định vị trí thân quặng; đo ảnh điện điện trở để xác định khả năng phân bố của các thân grafit và than chứa quặng ở dưới sâu.

- Đối với các kiểu quặng phot phát urani trong proluvi - deluvi, quặng đất hiếm - thori - urani trong proluvi, quặng siatholit - thorianit trong đá phiến kết tinh sử dụng các phương

pháp gamma mặt đất đo phủ diện tích để phát hiện các đới khoáng hóa xạ; đo phổ gamma trong các đới khoáng hóa xạ; đo sâu điện (trừ trường hợp quặng trong đá phiến) để phối hợp tài liệu xác định vị trí, chiều dày các thân quặng.

3. Nhóm khoáng sản phi kim loại

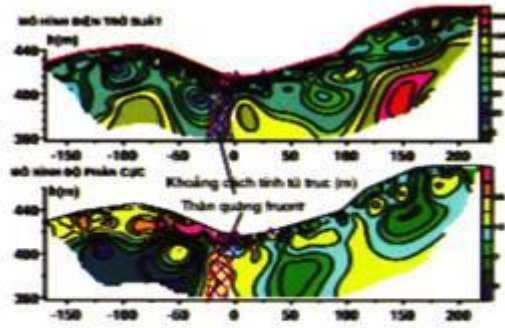
a) Quặng felspat: Quặng có dạng mạch, chùm mạch, chùm thấu kính, dạng ô với kích thước khác nhau. Điện trở suất của felspat khác với đá vây quanh, trong các thân quặng felspat có sự tăng cao của hàm lượng K^{40} và uran, hàm lượng thori thấp. Vì vậy, để tìm kiếm, khống chế các thân quặng felspat, sử dụng các phương pháp phổ gamma, mặt cắt điện trở phối hợp khảo sát phủ diện tích để xác định vị trí; phương pháp ảnh điện điện trở xác định qui mô, đặc điểm phân bố quặng ở dưới sâu [2, 6].



Hình 3. Kết quả khảo sát các phương pháp phổ gamma, mặt cắt điện trở trên một phần mạng lưới điều tra quặng felspat ở Chư Hinh - Gia Lai (Nhóm tờ Krông Pa).

Trên Hình 3 là tài liệu khảo sát các phương pháp phổ gamma, mặt cắt điện trở trên một phần mạng lưới điều tra chi tiết ở vùng triển vọng khoáng sản felspat Chư Hinh, tỉnh Gia Lai. Các thân quặng felspat ở đây có nguồn gốc pegmatit, chiều dày 3-15 m, phân bố gần các khối xâm nhập, chúng được xác định bởi các dị thường điện trở suất thấp (200-500 Ωm), hàm lượng uran cao (18-62 ppm), hàm lượng kali cao (2-7%), hàm lượng thori thấp (5- 15 ppm) [10].

b) Quặng barit - fluorit: Các thân quặng barit - fluorit thường có dạng mạch, ô, thấu kính, kéo dài vài mét đến một vài trăm mét, dày vài chục centimet đến gần chục mét. Quặng barit - fluorit có thể có hoặc không có các khoáng vật sulfur, các nguyên tố đất hiếm đi cùng [2]. Để tìm kiếm các thân quặng không có sulfur sử dụng phương pháp mặt cắt điện trở phối hợp các phương pháp phóng xạ (nếu có đất hiếm đi cùng) phát hiện và xác định vị trí thân quặng; xác định đặc điểm phân bố quặng dưới sâu bằng phương pháp ảnh điện điện trở. Để khống chế các thân quặng có sulfur sử dụng các phương pháp điện tự nhiên, mặt cắt phân cực xác định vị trí; phương pháp ảnh điện phân cực xác định đặc điểm phân bố quặng dưới sâu (Hình 4) [6, 10].



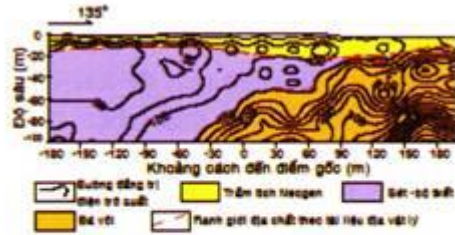
Hình 4. Kết quả đo ảnh điện phân cực cắt ngang qua thân quặng fluorit có sulfur đi kèm ở EaThul - Gia Lai (Nhóm tờ Krông Pa).

c) Quặng phosphorit: Các tụ khoáng phosphorit ở Việt Nam có nguồn gốc phong hóa tàn dư thấm động karst đá vôi và nguồn gốc thấm động từ phân chim trên các đảo ám tiêu san hô. Trong phosphorit hàm lượng uranium thường khá lớn. Điện trở suất của các ổ, thấu kính phosphorit tích tụ trong các hang động karst thấp hơn nhiều so với đá vôi vây quanh và điện trở suất của các lớp phosphorit thấm động từ phân chim cũng thấp hơn so với các lớp trầm tích trong mặt cắt. Vì vậy, để tìm kiếm các thân quặng phosphorit sử dụng các phương pháp xạ gamma, phổ gamma mặt đất, mặt cắt điện trở xác định vị trí thân quặng; phương pháp ảnh điện điện trở xác định khả năng phát triển quặng dưới sâu cho hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao [2, 6].

d) Quặng talc: Quặng talc có các kiểu nguồn gốc: 1) Các mạch, thấu kính, thấm động dạng vĩa và không đều talc trong đá siêu bazơ, kéo dài từ vài mét tới gần 1.000 m, rộng vài chục centimet đến gần 100 m; 2) Các thấu kính, các thể dạng vĩa và dạng bất kỳ talc được thành tạo nhờ tác dụng biến đổi nhiệt dịch của các đá carbonat trầm tích, kéo dài vài mét đến 100 m, dày vài mét đến 20÷25 m; 3) Các vĩa đá phiến talc trong đá phiến kết tinh biến chất. Các thân quặng talc có điện trở suất thấp hơn đá vây quanh, các thể xâm nhập siêu bazơ chứa talc thường gây nên các dị thường từ quan sát được trên mặt đất nên để khống chế các thân quặng talc tiến hành đo từ mặt đất để xác định các thể siêu bazơ liên quan, đo mặt cắt điện trở để xác định vị trí thân quặng; đo ảnh điện điện trở để xác định đặc điểm phân bố sâu của quặng [2, 6].

e) Nguyên liệu quang áp: Nguyên liệu quang áp gồm thạch anh áp điện, thạch anh quang học, calcit quang học, fluorit quang học. Nhóm nguyên liệu quang áp nói chung có điện trở suất cao hơn môi trường đất đá vây quanh nên sử dụng phương pháp mặt cắt điện trở để xác định vị trí các thân quặng; phương pháp ảnh điện điện trở xác định đặc điểm phân bố quặng dưới sâu [2, 6].

f) Đá quý: Sử dụng các phương pháp địa vật lý trong tìm kiếm đá quý để xác định các đới cấu trúc, đới biến đổi, các thể địa chất chứa đá quý hoặc các tầng sản phẩm sa khoáng có đá quý. Sử dụng phương pháp từ, trọng lực để xác định diện phân bố các cấu trúc vòm thoải có núi lửa basalt tuổi $N_2 - Q_1 - Q_2 - Q_3$, các máng dẫn, cấu trúc họng phun nổ của basalt liên quan với thành tạo saphir, ruby, zircon, crizolit,...; các ống nổ kimberlit liên quan đến kim cương, các thân siêu mafic liên quan đến jadeit, nefrit,... Sử dụng các phương pháp từ, điện trường tự nhiên để xác định các đới skam hóa, các đới biến đổi thứ sinh liên quan đến đá quý, có chứa sulfur và các khoáng vật sắt từ. Sử dụng các phương pháp phóng xạ, mặt cắt điện trở, ảnh điện điện trở để xác định, khống chế các thân pegmatit liên quan đến đá quý [2, 6].



Hình 5. Xác định ranh giới ẩn giữa đá vôi với trầm tích sét-bột kết ở vùng An Phú - Bình Phước bằng phương pháp ảnh điện điện trở (Nhóm từ Tân Biên).

g) Đá vôi, dolomit, sét, cát, đá xây dựng, đá ốp lát: Đá vôi, dolomit thường có điện trở suất cao hơn đất đá vây quanh nên tìm kiếm chúng dưới lớp phủ áp dụng các phương pháp mặt cắt điện, đo sâu điện, ảnh điện điện trở rất có hiệu quả. Phương pháp mặt cắt điện sử dụng để xác định ranh giới giữa đá vôi với đá vây quanh ở độ sâu dưới lớp phủ; phương pháp đo sâu điện để xác định chiều dày đá vôi và chiều dày lớp phủ; phương pháp ảnh điện điện trở được sử dụng để xác định đặc điểm, góc nghiêng, hướng cắm các mặt ranh giới ẩn (Hình 5). Sét trầm tích thường có điện trở suất thấp hơn, cát có điện trở suất cao hơn các trầm tích bờ rời vây quanh trong điều kiện bão hòa nước hoặc cùng độ ẩm. Để tìm kiếm và không chế các diện phân bố sét và cát cũng sử dụng các phương pháp mặt cắt điện trở và đo sâu điện trở với mục đích như đã nêu cho tìm kiếm đá vôi. Đá ốp lát, đá xây dựng cũng có điện trở suất cao hơn đá vây quanh. Vì vậy để không chế diện phân bố các khối đá ốp lát, đá xây dựng cũng sử dụng kết hợp các phương pháp mặt cắt điện và đo sâu điện như hai trường hợp trên. Ngoài ra cần đo mẫu tham số phóng xạ để xác định khả năng đáp ứng mỏ đá xây dựng và ốp lát theo tiêu chuẩn an toàn bức xạ. Riêng đá ốp lát cần khảo sát phối hợp phương pháp ảnh điện điện trở để đánh giá bước đầu độ nứt nẻ, nguyên khối [2, 3, 6, 8].



- Thân khoáng kaolin theo tài liệu địa vật lý.
- Thân khoáng diatomit theo tài liệu địa vật lý.
- Diện phân bố granit dưới lớp phủ theo tài liệu địa vật lý.
- AD2 Tuyến đo ảnh điện.
- T2 Tuyến đo mặt cắt điện.
- KT.15/57.2 Lỗ khoan (số hiệu chiểu sâu).

Hình 6. Kết quả xác định các thân quặng diatomit, kaolin theo tài liệu mặt cắt điện và ảnh điện ở Quỳnh Phú - Gia Lai (Nhóm tờ Krông Pa).

Trên Hình 6 là kết quả sử dụng các phương pháp mặt cắt điện trở và ảnh điện để xác định các thân quặng diatomit, kaolin ở Quỳnh Phú, huyện Krông Pa, Gia Lai. Các thân quặng diatomit xác định được dưới lớp phủ Đệ tứ theo tài liệu địa vật lý (đã được kiểm tra bằng công trình khoan) có điện trở suất $< 20 \Omega\text{m}$, kéo dài hơn 2.000 m, rộng trung bình 150 m, dày 18-33 m; các thân quặng kaolin có điện trở suất 20-40 Ωm , kéo dài 500-2.000 m, rộng trung bình 50 m, dày 5-15 m [10].

III. TỔ HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ HỢP LÝ XÁC ĐỊNH CÁC THÂN QUẶNG

Từ đặc trưng địa vật lý của các loại hình quặng một số loại khoáng sản như đã nêu ở phần trên, có thể quy gộp lại thành 8 nhóm đối tượng khoáng sản, mỗi nhóm phù hợp với một tổ hợp phương pháp địa vật lý nghiên cứu được cho hợp lý và hiệu quả. Mỗi tổ hợp phương pháp được lựa chọn có phương pháp chủ đạo và các phương pháp phối hợp [5, 6,] 1-13].

1. Quặng sắt

a) **Phương pháp chủ đạo:** Đo từ phủ diện tích với mạng lưới 100x20 m. Đối với quặng sắt nguồn gốc phong hóa, đo từ có độ chính xác cao.

b) **Các phương pháp phối hợp:** Đo mặt cắt điện trở thiết bị 3 cực liên hợp trong các đới dị thường từ theo mạng lưới 100x10 m để xác định chính xác vị trí thân quặng; đo ảnh điện điện trở (hoặc trường chuyên) trên 1-2 tuyến để xác định đặc điểm quặng phân bố dưới sâu; xác định các tham số từ, điện trở suất của quặng và các loại đá có trên diện tích.

2. Quặng barit-fluorit, quặng felspat, các thể pegmatit liên quan đá quý

a) Phương pháp chủ đạo: Đo mặt cắt điện trở phủ diện tích với mạng lưới 100x10 m theo thiết bị 3 cực liên hợp hoặc lưỡng cực trực tùy theo hình dạng thân quặng, kiểu phân bố quặng.

b) Các phương pháp phối hợp: Đo xạ gamma hoặc phổ gamma mặt đất cũng theo mạng lưới 100x10 m trùng các tuyến đo mặt cắt điện trở; đo 1-3 tuyến ảnh điện điện trở (hoặc ảnh điện phân cực nếu có khoáng hóa sulfur đi kèm) theo hệ cực lưỡng cực - lưỡng cực để xác định đặc điểm phân bố các thân quặng, pegmatit chứa quặng theo chiều sâu; xác định các tham số xạ, điện trở suất, độ phân cực của quặng và các loại đất đá có trên diện tích.

3. Quặng phóng xạ và đất hiếm

a) Phương pháp chủ đạo: Đo phổ gamma mặt đất theo mạng lưới 100x 10 m trên các đới khoáng hóa và chi tiết hoá 50x5 m trên các đới dị thường có triển vọng.

b) Các phương pháp phối hợp:

- Khi trong thân quặng có khoáng vật sắt từ đi kèm: Đo từ mặt đất và xạ gamma mặt đất theo mạng lưới 100x10 m để phát hiện các đới khoáng hóa xạ. Nếu thân quặng hay đá chứa quặng có điện trở suất khác môi trường vây quanh thì đo 1-3 tuyến ảnh điện điện trở để xác định đặc điểm phân bố quặng theo chiều sâu;

- Khi trong thân quặng có khoáng hóa sulfur đi kèm: Đo điện tự nhiên và đo xạ gamma mặt đất theo mạng lưới 100x 10 m để phát hiện các đới khoáng hóa xạ. Đo 1-3 tuyến ảnh điện phân cực để xác định đặc điểm phân bố quặng theo chiều sâu.

- Khi trong thân quặng không có khoáng vật sulfur, sắt từ đi kèm: Đo xạ gamma mặt đất phủ diện tích theo mạng lưới 100x10 m để phát hiện các đới khoáng hóa xạ. Nếu thân quặng hay đá chứa quặng có điện trở suất khác môi trường vây quanh thì đo 1-3 tuyến ảnh điện điện trở theo hệ cực lưỡng cực - lưỡng cực để xác định đặc điểm phân bố quặng theo chiều sâu. Nếu quặng ở trong proluvi, deluvi thì đo 3-5 tuyến đo sâu điện trở thiết bị ngắn để xác định chiều dày tầng chứa quặng và lớp phủ.

- Xác định các tham số xạ, từ, điện trở suất của quặng và các loại đá có trên diện tích nghiên cứu.

4. Quặng magnesit, nguyên liệu quang áp, quặng talc

a) Phương pháp chủ đạo: Đo mặt cắt điện trở phủ diện tích với mạng lưới 100x10 m theo thiết bị ba cực liên hợp hoặc lưỡng cực trực tùy theo hình dạng thân quặng, kiểu phân bố quặng.

b) Các phương pháp phối hợp: Đo ảnh điện điện trở theo hệ lưỡng cực - lưỡng cực trên 1-3 tuyến để xác định đặc điểm phân bố các thân quặng dưới sâu; xác định tham số điện trở suất của quặng và các loại đá có trên diện tích.

5. Quặng bauxit, quặng magnesit trong vỏ phong hóa của đá siêu bazơ, quặng talc trong siêu bazơ

a) Phương pháp chủ đạo: Đo mặt cắt điện trở hệ ba cực liên hợp trên diện phân bố các đới dị thường từ theo mạng lưới 100x10 m để xác định và không chế các thân quặng.

b) Các phương pháp phối hợp: Đo từ phủ diện tích theo mạng lưới 100x20 m để xác định diện phân bố các đới quặng, các thể siêu bazơ, basalt liên quan đến quặng. Đo ảnh điện điện trở theo hệ lưỡng cực - lưỡng cực trên 1-3 tuyến để xác định đặc điểm quặng phân bố dưới sâu cho các loại quặng bauxit trong trầm tích, magnesit trong vỏ phong hóa, talc trong siêu bazơ. Đo sâu điện trở thiết bị ngắn để xác định chiều dày tầng chứa quặng cho các loại quặng bauxit deluvi-eluvi, bauxit là sản phẩm phong hóa của đá basalt; xác định các tham số từ, điện trở suất của quặng và các loại đá có trên diện tích.

6. Các cấu trúc đá basalt, các thân siêu bazơ liên quan đá quý

a) **Phương pháp chủ đạo:** Đo từ phủ diện tích theo mạng lưới 200x20 m để phát hiện và không chế các cấu trúc basalt, các thân siêu bazơ liên quan đá quý.

b) **Các phương pháp phối hợp:** Đo 1-3 tuyến trọng lực chi tiết để xác định đặc điểm phân bố của các cấu trúc basalt, các thân siêu bazơ dưới sâu; xác định các tham số mật độ, từ cho quặng và tất cả các loại đất đá có trên diện tích.

7. Các đới biến đổi liên quan đá quý có chứa khoáng hóa sulfur, khoáng vật sắt từ, nguyên tố phóng xạ

a) **Phương pháp chủ đạo:** Đo điện tự nhiên phủ diện tích theo mạng lưới 100x20 m để phát hiện và không chế các đới biến đổi chứa đá quý.

b) **Các phương pháp phối hợp:** Đo từ mặt đất và xạ mặt đất theo các tuyến đo điện tự nhiên để phối hợp tài liệu xác định các đới biến đổi. Đo 1-3 tuyến đo sâu phân cực để xác định độ sâu phát triển các đới biến đổi; xác định các tham số từ, xạ, điện trở suất, độ phân cực cho quặng và tất cả các loại đá có trên diện tích.

8. Đá vôi - dolomit, sét, kaolin, cát, đá ốp lát và đá xây dựng

b) **Phương pháp chủ đạo:** Đo mặt cắt điện trở phủ diện tích theo mạng lưới 200x20 m để phát hiện và không chế diện phân bố thân khoáng, bố trí công trình khai đào.

b) **Các phương pháp phối hợp:** Đo sâu điện trở trên 1-3 tuyến để xác định chiều dày lớp phủ và chiều dày thân khoáng. Đo ảnh điện điện trở 1-3 tuyến để xác định góc nghiêng, hướng cắm của mặt ranh giới, xác định độ nguyên khối của đá ốp lát; xác định tham số điện trở suất của tất cả các loại đất đá có trên diện tích.

IV. KẾT LUẬN

Lựa chọn tổ hợp phương pháp địa vật lý hợp lý để khảo sát từng loại hình khoáng sản là việc làm cần thiết trước khi triển khai công tác địa vật lý trên mỗi vùng nghiên cứu. Từ kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học R- RD 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 Hải” (Mã số: TNMT. 03.06/10-15 - Phùng Thế Lễ và nnk, 2012), các tổ hợp phương pháp hợp lý đã được lựa chọn ứng dụng cho từng loại hình khoáng sản.

Trong các tổ hợp phương pháp địa vật lý hợp lý được lựa chọn để tìm kiếm khoáng sản kim loại nguồn gốc trầm tích và phong hóa, khoáng sản phi kim loại, phóng xạ - đất hiếm như đã nêu trong bài viết, chỉ có phương pháp ảnh điện được xem là mới, tuy nhiên cũng đã được sử dụng ở Việt Nam hơn chục năm nay. Các phương pháp còn lại đều thuộc nhóm phương pháp địa vật lý truyền thống nhưng sử dụng máy móc thu thập số liệu thể hệ mới và xử lý tài liệu theo công nghệ tiên tiến, đạt độ chính xác cao. Tất cả các phương pháp trong mỗi tổ hợp đều đã được ứng dụng hoặc thử nghiệm trong thực tế sản xuất và đều mang tính hiệu quả cao, giải quyết tốt các nhiệm vụ điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 đặt ra, phù hợp điều kiện sản xuất địa chất ở nước ta trong giai đoạn hiện nay [1,6].

VĂN LIỆU

1. **Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008.** Quy định về đo vẽ bản đồ địa chất và điều tra tài nguyên khoáng sản tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

2. **Lê Đức Trảo và nnk, 1992.** Hướng dẫn các phương pháp đo vẽ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

3. **Lê Minh Thủy (Chủ biên) và nnk, 2014.** Báo cáo đo vẽ Bản đồ Địa chất và điều tra Khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Tân Biên. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

4. Ngô Văn Minh, Nguyễn Trần Tân, 2007. Về hiệu quả các phương pháp địa vật lý đã áp dụng tại mỏ magnetit Kon Queng. *TC Địa chất A/301:17-22. Hà Nội.*

5. Nikitxki V.E., và nnk, 1976. Tổ hợp các phương pháp địa vật lý giải quyết các nhiệm vụ địa chất. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 1984 (Bản dịch từ tiếng Nga).*

6. Phùng Thế Lễ (Chủ nhiệm) và nnk, 2012. 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. *Lưu trữ Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia. Hà Nội.*

7. Phùng Thế Lễ, 2011. Lựa chọn tổ hợp phương pháp địa vật lý hợp lý xác định các thân quặng gốc số loại khoáng sản có nguồn gốc nội sinh, nguồn gốc liên quan magma và biến chất trong đo vẽ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000. *TC Địa chất A/325:58-67. Hà Nội.*

8. Phùng Thế Lễ, 2010. Ứng dụng hiệu quả các phương pháp địa vật lý khảo sát và đánh giá triển vọng đá vôi dưới lớp phủ ở miền Đông Nam Bộ. *TC Địa chất A/320:290-297. Hà Nội.*

9. Thân Đức Duyệt (Chủ biên), 2006. Báo cáo đo vẽ Bản đồ Địa chất và điều tra Khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Kon Tum. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

10. Trần Ngọc Khai (Chủ biên) và nnk, 2009. Báo cáo đo vẽ Bản đồ Địa chất và điều tra Khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Kong Pa. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

11. 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.*

12. 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.*

13. Xu B. & Noel M., 1993. On the completeness of data sets with multielectrode systems for electrical resistivity survey. *Geophys. Prospect. 41, 791-801.*