

TRỌNG LỰC CHÍNH XÁC CAO VÀ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG ĐỂ PHÁT HIỆN CÁC THÂN QUẶNG ẮN SÂU Ở VIỆT NAM

LAI MẠNH GIÀU, LÊ THANH HẢI, CHU QUỐC KHÁNH,
PHAN MINH TUẤN, ĐẶNG VĂN HẬU, KIỀU HUỖNH PHƯƠNG

Liên đoàn Vật lý Địa chất, Thanh Xuân, Hà Nội.

Tóm tắt: Để phát hiện, khoanh định và đánh giá tiềm năng một số quặng rắn ắn sâu, cần phải áp dụng quy trình nâng cao công nghệ đo vẽ trọng lực chi tiết độ chính xác cao. Bởi lẽ đến nay, điều kiện về thiết bị máy trọng lực, trắc địa và thành tựu công nghệ thông tin xử lý phân tích tài liệu trọng lực đã được đáp ứng. Đồng thời kết hợp với kinh nghiệm của các công trình đo vẽ trọng lực đã phát hiện quặng, được kế thừa, hoàn thiện và tiếp tục phát triển nâng cao, tin tưởng rằng áp dụng quy trình công nghệ đo vẽ trọng lực độ chính xác cao tìm kiếm, đánh giá các tụ khoáng ắn sâu là hiệu quả.

I. MỞ ĐẦU

Nhằm nâng cao năng lực điều tra cơ bản địa chất về tài nguyên khoáng sản, đánh giá giá trị kinh tế khoáng sản và bảo tồn di sản địa chất phục vụ phát triển đất nước, việc nghiên cứu áp dụng quy trình công nghệ đo vẽ trọng lực độ chính xác cao để phát hiện các cấu trúc chứa quặng và các mỏ quặng ắn sâu là cần thiết. Đến nay cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ là sự ra đời của những loại máy trọng lực, trắc địa có độ chính xác rất cao và việc ứng dụng các thành tựu của công nghệ thông tin trong công tác xử lý, phân tích, biểu diễn và lưu giữ tài liệu trọng lực, đảm bảo việc áp dụng công nghệ đo vẽ trọng lực độ chính xác cao để phát hiện các mỏ quặng ắn sâu có tính khả thi cao. Đặc thù các thân quặng ắn đang được tìm kiếm phát hiện thường có diện phân bố không lớn, ắn sâu hoặc là một đới mỏng xen kẽ trong đá vây quanh với sự chênh lệch về giá trị mật độ lớp giữa đối tượng quặng so với đá vây quanh không cao. Cho nên giá trị cường độ trường dị thường phản ánh đối tượng quặng so với phông chung của các đá vây quanh cũng không lớn, vào khoảng vài chục microGal (μGal), vì vậy nếu áp dụng công nghệ đo vẽ trọng lực bình thường thì các dị thường phản ánh đối tượng quặng thường bị xóa nhòa khi tiến hành các phép biến đổi, hoặc nâng hạ trường dị thường trọng lực, dị thường còn lại thông thường phản ánh các khối đá magma xâm nhập lớn có mật độ khác biệt với mật độ đá vây quanh là chủ yếu.

Trên cơ sở những kinh nghiệm của các công trình đo vẽ trọng lực chi tiết, phát hiện quặng, những hạn chế của công trình chưa đạt mục tiêu, và nhiệm vụ phát hiện quặng, các tác giả đặt ra các vấn đề cần phải thực hiện đạt độ chính xác cao trong quy trình công nghệ đo vẽ trọng lực để phát hiện quặng ắn sâu ở Việt Nam trong thời gian tới. Phương pháp từng hạng mục kỹ thuật, công việc cụ thể được thể hiện trong đề tài khoa học công nghệ biên tập hoàn thiện nâng cao quy trình công nghệ đo vẽ trọng lực độ chính xác cao ở Việt Nam.

II. MỘT SỐ TỤ KHOÁNG ĐƯỢC PHÁT HIỆN THEO KẾT QUẢ ĐO VẼ TRỌNG LỰC

1. Phát hiện quặng theo tài liệu trọng lực ở một số nước trên thế giới

Trên thế giới một số nước đã tiến hành đo vẽ trọng lực phát hiện thấy quặng khoáng sản được kể đến như: chì-kẽm và quặng sulfur tại vùng Pine-Poit ở Canada, vùng Udden ở Thụy Điển ở Mexico; chromit ở Mỹ, Cuba, Thổ Nhĩ Kỳ và Liên bang Nga; đồng tại vùng Ural ở Liên bang Nga, vùng Louvicout ở Mỹ; sắt tại vùng Kma, Tây Siberi ở Liên bang Nga, vùng Kaivoroga và Tigenlan

ở Đức; muối mỏ tại vùng Viêng Chăn ở Lào, vùng Houston ở Mỹ; cấu trúc sulfur-vàng ở Nhật Bản [4].

Ngoài ra, một số nước đã tiến hành đo trọng lực độ chính xác cao để nghiên cứu cấu trúc địa chất nền móng công trình, xác định vị trí khe nứt, lỗ hổng vùng trượt lở, ... dự báo tai biến địa chất như:

- *Đức*: Đo vẽ trọng lực độ chính xác cao qua các cầu lớn ở sông Elbe và vùng thành phố Leipzig. Kết quả tài liệu trọng lực đã xác định rõ các trụ cầu, dầm cầu bê tông đã bị phá hủy, vùi lấp, phục vụ cho công việc xây lại cầu mới và xác định được vị trí, thể tích bề xi măng cũ vùi lấp có kích thước $13,5 \times 9,0 \times 2,5$ m.

- *Italia*: Đo vẽ trọng lực chính xác cao tại công trình cổ Zagarolo ở Roma, kết quả đã xác định đúng vị trí và độ sâu của đường hầm nằm dưới nền móng khu lâu đài cổ này.

- *Mỹ*: Đo vẽ trọng lực chính xác cao tại khu công nghiệp vùng Mannate phát hiện các dải dị thường âm trọng lực có giá trị $-0,01$ đến $0,02 \mu\text{Gal}$, phản ánh rõ chiều sâu và bề rộng của tầng chứa nước, hoàn thành nhiệm vụ xác định mạch nước dưới đất cung cấp cho khu công nghiệp.

2. Phát hiện quặng theo tài liệu trọng lực ở Việt Nam

Đo vẽ trọng lực chính xác cao phục vụ tìm kiếm, đánh giá khoáng sản ở Việt Nam còn rất hạn chế, song bước đầu cũng đã có một số kết quả đáng ghi nhận như:

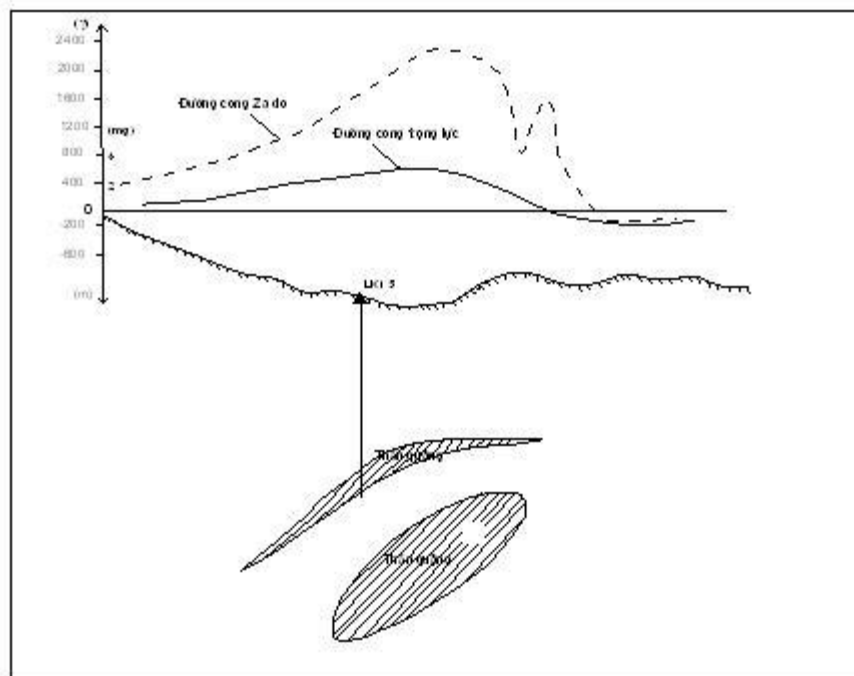
- *Sắt ở Thạch Khê, Hà Tĩnh*: Đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:10.000 có tiết diện đường đẳng trị là $0,20 \mu\text{Gal}$ với sai số xác định dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,10 \mu\text{Gal}$. Kết quả tính toán theo tài liệu trọng lực về hình dạng, kích thước, vị trí thân quặng để định hướng cho công tác khoan là hiệu quả [3].

- *Sắt ở Nà Rua, Cao Bằng*: Đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:10.000 có tiết diện đường đẳng trị là $0,15 \mu\text{Gal}$ với sai số xác định dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,10 \mu\text{Gal}$. Kết quả phân tích tài liệu trọng lực cho phép dự đoán có thân quặng thứ hai nằm dưới thân quặng thứ nhất, khoan kiểm tra đã xác định tài liệu trọng lực là chính xác [11] (Hình 1).

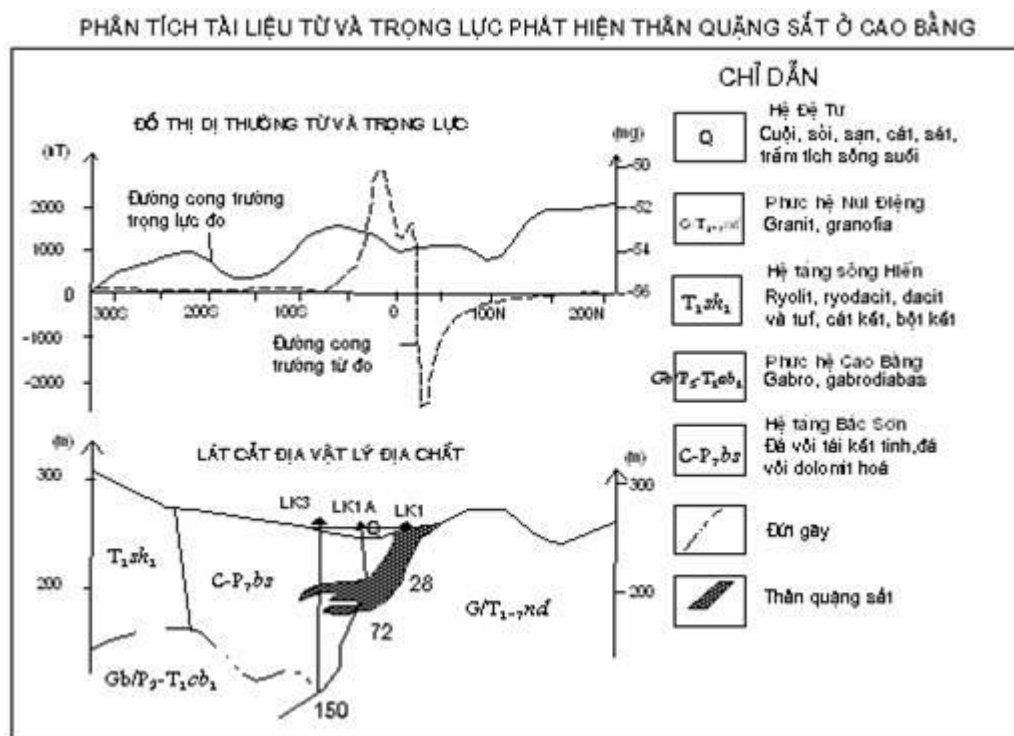
- *Đồng-nickel ở Núi Chúa, Thái Nguyên*: Đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:10.000 có tiết diện đường đẳng trị là $0,20 \mu\text{Gal}$ với sai số xác định dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,10 \mu\text{Gal}$. Kết quả phân tích tài liệu trọng lực đã xác định rõ độ dày, vị trí và kích thước của khối gabbro liên quan đến thân quặng, phục vụ cho việc đặt chính xác vị trí lỗ khoan tìm kiếm quặng đồng-nickel [9].

- *Sắt ở Boong Quang, Cao Bằng*: Đo vẽ trọng lực trên tuyến phân tích tỷ lệ 1:10.000 phát hiện 2 dị thường trọng lực Bouguer có cường độ là $1 \mu\text{Gal}$ (cọc 280S÷180S) và $1,5 \mu\text{Gal}$ (cọc 100S÷80N). Kết quả phân tích định lượng tài liệu trọng lực theo mô hình hai chiều, dự kiến thân quặng khoáng sản dạng vĩa, chiều dày khoảng 20 m, chiều sâu theo hướng cắm khoảng 90 m, phù hợp với đa giác trọng lực địa chất được lựa chọn có mật độ là $4,20 \text{ g/cm}^3$, phối hợp với tài liệu địa chất khoáng sản và địa vật lý khác, xác nhận đối tượng quặng là sắt. Kết quả khoan khẳng định sự tồn tại của đới quặng sắt với tài nguyên dự báo cấp P_1+P_2 đạt gần 3 triệu tấn quặng [7] (Hình 2).

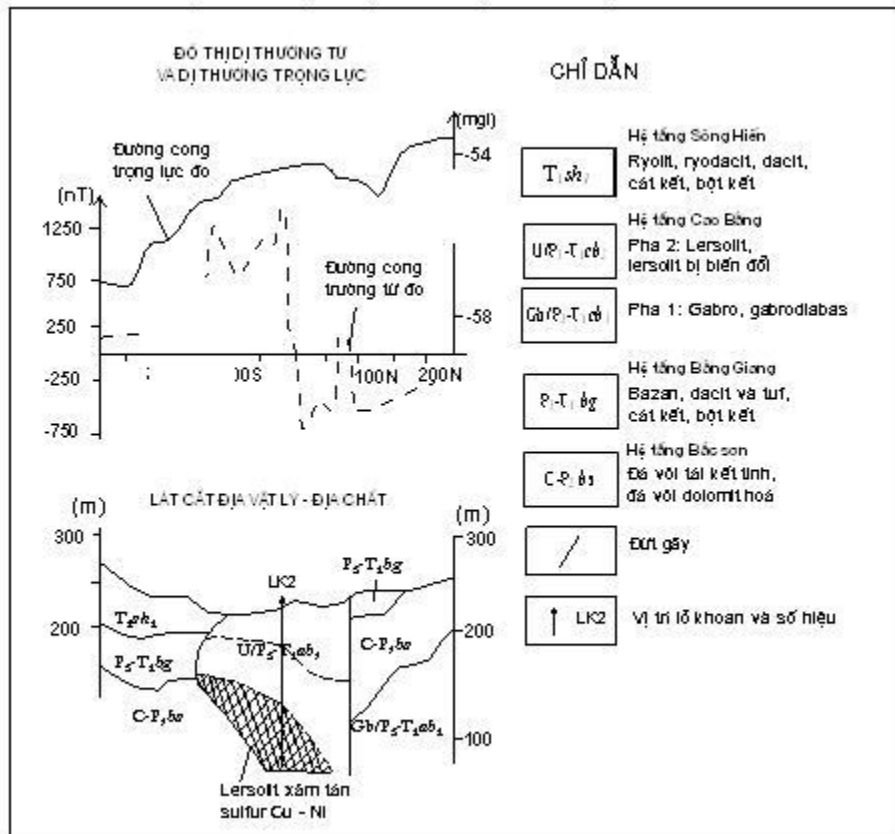
- *Đồng-nickel ở Phan Thanh, Cao Bằng*: Đo trọng lực trên tuyến phân tích tỷ lệ 1:10.000, phát hiện dị thường trọng lực $3 \mu\text{Gal}$ (ở cọc 200S÷50N). Kết quả phân tích tài liệu trọng lực và từ theo mô hình 2 chiều và 3 chiều xác định đối tượng quặng địa chất có dạng kéo dài với bề rộng là 30 m, chiều dày (sâu) 200 m và chiều dài gần 300 m. Kết quả khoan khẳng định đới quặng đồng-nickel ở đây theo phương pháp địa vật lý [7] (Hình 3).



Hình 1. Phân tích tài liệu từ và trọng lực xác định thân quặng sắt ở Nà Rùa, Cao Bằng



Hình 2. Phân tích tài liệu từ và trọng lực xác định thân quặng sắt ở Boong Quang, Cao Bằng.



Hình 3. Phân tích tài liệu từ và trọng lực xác định quặng đồng-nickel ở Cao Bằng

- **Sắt ở Khuổi Giang, Bắc Cạn:** Đo trọng lực trên tuyến phân tích T8 tỷ lệ 1:10.000 với độ chính xác (ϵ_a) $\leq \pm 0,06 \mu\text{Gal}$, phát hiện 2 dị thường dương tương đối có giá trị cường độ từ 1,5 đến 2 μGal tại cọc số 50T8÷60T8 và tại cọc 38T14÷44T14. Kết quả phân tích xác định là đới quặng sắt và được các công trình lò, khoan khẳng định sự tồn tại của đới quặng. Tiếp tục truy đuổi dị thường bằng các phương pháp địa vật lý khoan, khai đào, địa chất khoáng sản đã ghi nhận đới quặng dài tới 10 km, có tài nguyên dự báo cấp 333 là 968 tấn và cấp 334a là 4.356.618 tấn [5].

- **Chì-kẽm ở Khuổi Giang và Nà Ôn, Bắc Cạn và ở Yên Thổ, Cao Bằng:** Đo trọng lực trên tuyến phân tích T8, T14, T7, T11, T31, T37 và T4, T9 tỷ lệ 1:10.000 với độ chính xác (ϵ_a) $\leq \pm 0,06-0,08 \mu\text{Gal}$. Phát hiện các dị thường trọng lực dương tương đối với cường độ từ 1,5 đến 2,2 μGal , ở các vùng Khuổi Giang và Nà Ôn, còn các dị thường âm tương đối với cường độ từ 0,4 đến 0,8 μGal ở vùng Yên Thổ. Kết quả phân tích tài liệu trọng lực dự kiến dị thường được phát hiện đều có liên quan đến quặng chì-kẽm. Kết quả công tác khoan khai đào hào lò khoan, phân tích mẫu và địa chất khoáng sản đã ghi nhận đới quặng chì-kẽm của vùng có tài nguyên dự báo cấp 333 là 135.998 tấn và cấp 334a là 1.485.727 tấn [5]. Vùng Yên Thổ có giá trị dị thường Bouguer âm tương đối liên quan đến quặng chì-kẽm bởi lẽ: toàn bộ tuyến quan sát là đá vôi biến đổi, những vùng đá vôi rắn chắc gây dị thường dương không chứa quặng, đá vôi bị đập vỡ, nứt nẻ xâm tán quặng chì-kẽm gây dị thường âm [5].

II. PHƯƠNG PHÁP TRỌNG LỰC ĐỘ CHÍNH XÁC CAO

1. Trọng lực độ chính xác cao

Trong đo vẽ trọng lực dựa theo độ chính xác về tiết diện đường đẳng trị và sai số xác định dị thường Bouguer hay còn gọi là sai số dị thường Bouguer (ϵ_a) có thể phân thành 4 nhóm sau:

1/ Đo vẽ trọng lực độ chính xác trung bình, có tiết diện đường đẳng trị từ 2 đến 5 μGal với sai số dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,80 \div 1,50 \mu\text{Gal}$, phục vụ lập bản đồ địa chất dự báo sinh khoáng, phân vùng cấu trúc kiến tạo;

2/ Đo vẽ trọng lực độ chính xác trung bình cao, có tiết diện đường đẳng trị từ 0,5 đến 1 μGal với sai số dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,20 \div 0,40 \mu\text{Gal}$, phục vụ xác định các đới cấu trúc địa chất, các hệ thống đứt gãy, các thể xâm nhập, các thành tạo phun trào, trầm tích, khoanh vùng triển vọng khoáng sản;

3/ Đo vẽ trọng lực độ chính xác cao, có tiết diện đường đẳng trị từ 0,10 đến 0,25 μGal với sai số dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,40 \div 0,10 \mu\text{Gal}$, để xác định cấu trúc địa chất chi tiết, phát hiện các tụ khoáng và tham gia đánh giá trữ lượng khoáng sản;

4/ Đo vẽ trọng lực độ chính xác rất cao, có tiết diện đường đẳng trị từ 0,050 đến 0,015 μGal với sai số dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,006 \div 1,025 \mu\text{Gal}$, để đánh giá thăm dò các mỏ khoáng sản, khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn và tai biến địa chất, tìm kiếm phát hiện các vật thể, công trình bị chôn vùi.

Hai nhóm đo vẽ trọng lực độ chính xác trung bình và trung bình cao đã được thực hiện rộng rãi ở Việt Nam trong hơn 30 năm qua, được áp dụng phối hợp trong tổ hợp các phương pháp địa vật lý khác, nhằm giải quyết có hiệu quả hơn trong các nhiệm vụ đo vẽ lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản theo bốn nội dung cơ bản sau: 1/ Khoanh định dự báo khoáng sản nội sinh liên quan theo đặc trưng các dị thường địa vật lý bằng phương pháp nhận dạng; 2/ Xác định và tính toán những tham số cơ bản của các hệ thống đứt gãy, các tham số đặc trưng của các đới biến đổi liên quan, với các loại hình khoáng sản khác nhau; 3/ Phát hiện và phân loại các khối magma xâm nhập là tiêu đề để tìm kiếm các loại khoáng sản liên quan theo quy luật sinh khoáng; 4/ Thành lập bản đồ cấu trúc địa chất, bản đồ địa chất địa vật lý trên cơ sở các tham số vật lý đá và trường địa vật lý đặc trưng cho từng thành hệ địa chất có trong vùng nghiên cứu.

Hai nhóm đo vẽ trọng lực độ chính xác cao và rất cao được áp dụng ở Việt Nam còn rất hạn chế, cả về số lượng công trình lẫn hiệu quả địa chất của nó. Một mặt do hệ thống thiết bị máy chưa đáp ứng được theo độ chính xác tương ứng, mặt khác phần mềm chuyên dụng trong việc đúc kết, xử lý số liệu đo đạc, tính toán hiệu chỉnh loại trừ các ảnh hưởng đến giá trị trọng lực còn bất cập. Đến nay các điều kiện cần và đủ để áp dụng đo vẽ trọng lực độ chính xác cao đã được đáp ứng.

2. Các điều kiện áp dụng

2.1. Điều kiện về thiết bị máy. Đến nay nhiều nước trên thế giới đã sản xuất máy trọng lực, trong đó có một số hãng nổi tiếng như: hãng Lacoste and Romberg và hãng Scintrex với các loại máy L&R-G, L&R-D, CG3, CG-3M, ZLS,... Các máy trọng lực loại này có độ nhạy rất cao, sử dụng quan sát biến thiên trọng lực tại một điểm bất kỳ trên bề mặt Trái đất. Máy được sử dụng theo quy trình quan trắc tự động, đồng thời nó cũng tự động chuẩn hóa độ sai lệch do sóng triều của Trái đất và độ nghiêng gây ra, nhằm đảm bảo độ chính xác của dữ liệu đo. Các dữ liệu đo của máy được chứa trong bộ nhớ và sau đó có thể chuyển qua máy in hoặc máy vi tính để thực hiện các phép tính về sau. Máy có độ trôi điểm không nhỏ, dải đo rộng và hoạt động tốt trong môi trường chịu nhiều biến động và thường kèm theo máy có các phần mềm xử lý số liệu trọng lực. Hiện tại ở Việt Nam, ngoài các loại máy của Liên bang Nga, loại GNU-KV, và của Trung Quốc,

loại Z400, với độ chính xác $\pm 0,03 \div 0,05 \mu\text{Gal}$ đã sử dụng trong nhiều năm qua, đến nay đã có máy của Canada, loại CG-3, W.SADIN và của Mỹ, loại ZLS với độ chính xác rất cao $\pm 0,01 \div 0,005 \mu\text{Gal}$, đủ điều kiện thực hiện các phép đo yêu cầu độ chính xác cao [1].

Máy trắc địa sử dụng để xác định tọa độ độ cao điểm trọng lực cũng đã được đổi mới công nghệ và nâng cấp như máy định vị GPS cao tần loại 4600LS (Mỹ) và loại máy toàn đạc điện tử của Nhật, đảm bảo việc xác định tọa độ, độ cao điểm trọng lực trong giới hạn sai số $\leq \pm 1 \text{ m}$ (tọa độ), $\leq \pm 0,2 \text{ m}$ (độ cao) và với độ chính xác cao hơn.

2.2. Điều kiện áp dụng kỹ thuật công nghệ mới để đúc kết xử lý và phân tích tài liệu. Ngoài việc áp dụng các phần mềm chuyên dụng kèm theo máy để đúc kết số liệu đo đạc, tính loại trừ ảnh hưởng nhiệt độ trên từng điểm đo, loại trừ dịch chuyển điểm 0 cho mỗi chuyển đo. Tính cân bằng mạng lưới tựa trọng lực và giá trị trọng lực tại điểm tựa. Tính giá trị trọng lực quan sát (g_{qs}), tính giá trị trọng lực bình thường (γ_0), tính hiệu chỉnh Bouguer và tính dị thường trọng lực Bouguer (Δg_b), vẽ đồ thị dị thường Δg_b trên các tuyến đo hoặc bản đồ dị thường Bouguer sơ bộ trên diện tích khu vực đo vẽ. Tiến hành áp dụng phần mềm chuyên dụng hiện đại, tương đương trình độ công nghệ tiên tiến thế giới như: Coscad-2D, 8.0; Coscad-3D; ER Mapper 5.5. Bộ chương trình trường thế (PF), Microstation, Mapinfo, ... để xác định và loại trừ các ảnh hưởng đến giá trị trọng lực độ chính xác cao, lập bản đồ hoặc đồ thị trường dị thường trọng lực Bouguer. Phân tích tài liệu nhằm xác định đối tượng quặng ẩn cần tìm kiếm.

Các yếu tố cơ bản có ảnh hưởng lớn đến giá trị trọng lực độ chính xác cao gồm:

1/ *Mật độ lớp giữa.* Giá trị mật độ lớp giữa là tham số quan trọng trong đo vẽ thăm dò trọng lực. Nó được sử dụng để tính các hiệu chỉnh quan trọng, như hiệu chỉnh lớp giữa, hiệu chỉnh ảnh hưởng địa hình, ... để thành lập bản đồ trường dị thường Bouguer đặc trưng cho các thành tạo địa chất của vùng đo vẽ. Khi đo vẽ trọng lực độ chính xác chưa cao giá trị mật độ lớp giữa được lấy theo giá trị trung bình thế giới là $2,67 \text{ g/cm}^3$ ở vùng núi và là $2,30 \text{ g/cm}^3$ ở vùng trầm tích Đệ tứ. Giá trị này chênh lệch với giá trị mật độ trung bình đặc trưng ở Việt Nam là $0,09 \text{ g/cm}^3$ ($2,67-2,58$) g/cm^3 [1, 6]. Nếu diện tích đo vẽ tại khu vực vùng núi có độ dày trung bình lớp giữa từ 100 đến 500 m, thì giá trị này gây ra một dị thường Bouguer ảo với cường độ từ 0,4 đến 2 μGal ;

2/ *Ảnh hưởng địa hình.* Tại vị trí xung quanh điểm đo trọng lực luôn có sự lồi lõm về mặt địa hình, nên đã làm giảm giá trị trọng lực đo đạc. Các công trình đo vẽ trọng lực độ chính xác chưa cao trên lãnh thổ Việt Nam cho thấy: ảnh hưởng do yếu tố địa hình đến giá trị trọng lực rất lớn và dao động trong phạm vi rộng ($0,10 \div 19,96$) μGal . Đây cũng là yếu tố rất quan trọng trong đo vẽ thăm dò trọng lực và đặc biệt quan trọng hơn khi áp dụng đo vẽ trọng lực ở độ chính xác cao. Ở đây, các tác giả không đề cập đến nội dung và phương pháp tính hiệu chỉnh ảnh hưởng địa hình, mà chỉ lưu ý nội dung trọng tâm của quy trình công nghệ tính khi áp dụng công nghệ đo trọng lực độ chính xác cao, khi đo vẽ trọng lực độ chính xác chưa cao, việc tính hiệu chỉnh ảnh hưởng địa hình thường được chú trọng đến các đới nhẹ đới giữa, đới xa, đới vô cùng và đới xa vô cùng, đới trung tâm thường bỏ qua không tính, còn đo vẽ trọng lực độ chính xác cao thì yêu cầu phải chú trọng độ ảnh hưởng ở đới trung tâm, đới gần và đới giữa;

3/ *Ảnh hưởng Mặt trăng và Mặt trời.* Ảnh hưởng của Mặt trăng và Mặt trời lên giá trị trọng lực đã được nhiều nhà nghiên cứu, nhiều giáo trình và quy phạm kỹ thuật thăm dò trọng lực đề cập đến, song khi đo vẽ trọng lực độ chính xác chưa cao thì ảnh hưởng này thường được bỏ qua. Một số kết quả nghiên cứu bước đầu xác định độ ảnh hưởng của Mặt trăng và Mặt trời ở Việt Nam vào

khoảng 0,26 μGal /ngày đêm [1, 6]. Vì vậy khi đo trọng lực độ chính xác cao và rất cao thì ảnh hưởng này cần thiết phải tính toán hiệu chỉnh [6];

4/ *Ảnh hưởng do các yếu tố khác*: gồm ảnh hưởng do thủy triều (δ_{gT}), giá trị trọng lực đo đạc ở lân cận bờ biển hay vùng nước nông hoặc trên biển đều chịu sự ảnh hưởng của nước biển với đại lượng là 0,02 $\mu\text{Gal}/\text{m}$. Ảnh hưởng do lượng nước mưa lưu giữ trong đất hoặc trên bề mặt là 1m thì giá trị trọng lực đo đạc chịu ảnh hưởng là 0,042 μGal khi đo về trọng lực vào mùa mưa, bởi lẽ lượng nước mưa có thể làm thay đổi trạng thái nền đất, độ sâu mực nước ngầm, mực nước sông hồ tại mỗi điểm quan trắc trọng lực. Ảnh hưởng do biến động áp suất (δ_{gT}) do nhà khoa học Meriam (1992) xác định có giá trị bằng -0,36 $\mu\text{Gal}/\text{milibar}$, khi đo đạc trọng lực tại khu vực có sự thay đổi áp suất của không khí [1, 6]. Các yếu tố ảnh hưởng đến giá trị trọng lực đã được tính toán và loại trừ tiến hành lập đồ thị hoặc bản đồ dị thường trọng lực Bouguer hoàn chỉnh để phục vụ cho công việc phân tích xác định thân quặng cần tìm kiếm.

Phân tích tài liệu biểu diễn kết quả sản phẩm được tiến hành theo từng bước, để đạt được những yêu cầu của các nội dung như sau:

1/ Xác định tổng quan các yếu tố địa chất liên đới và đá vây quanh đối tượng thân quặng cần tìm kiếm, gán các thông số đặc trưng cho các yếu tố địa chất và đối tượng quặng tại khu vực đo vẽ, bằng các phép tách lọc biến đổi trường (lọc phổ năng lượng, lọc entropy, lọc tần số, nâng hạ trường, đạo hàm đứng ngang bậc cao);

2/ Xác định hình dạng, kích thước và vị trí không gian của đối tượng quặng gây nên trường dị thường theo phương pháp tính toán định lượng bằng các mô hình hóa vật thể 1 chiều, 2 chiều và 3 chiều;

3/ Nhận dạng đối tượng quặng khoáng sản, tính dự báo tài nguyên khoáng sản khi đối tượng quặng cần tìm kiếm đã được đánh giá xác thực, việc nhận dạng được căn cứ vào các dấu hiệu sinh khoáng (vành phân tán, điểm, mỏ quặng, ...), các đặc trưng dị thường địa vật lý và những tài liệu khác về thân quặng ở trong khu vực. Biểu diễn kết quả và lập báo cáo tổng kết [8].

3. Đề xuất áp dụng phương pháp trọng lực độ chính xác cao để phát hiện các thân quặng ẩn sâu

Đến nay trên lãnh thổ Việt Nam, các mỏ khoáng sản đã xuất lộ hoặc có độ ẩn không sâu đều đã được các nhà địa chất phát hiện và đánh giá tiềm năng, chuyển giao khai thác sử dụng.

Tài liệu phổ tra tài nguyên khoáng sản cho thấy các quặng ẩn sâu ở nước ta rất phong phú và cũng rất đa dạng. Các mỏ quặng đang được tìm kiếm thường ở độ sâu từ 100 đến 500 m và có thể còn sâu hơn nữa. Đặc trưng một số thân quặng ẩn thường có diện phân bố không lớn, được hình thành trong đới cà nát vỡ vụn, khe nứt lỗ hổng, đới tiếp xúc trao đổi và biến chất sulfur hóa trong đá xâm nhập mafic, siêu mafic có dạng thấu kính, dạng ổ, dạng nấm, dạng vĩa mỏng và dạng mạch hoặc một đới xen kẹp trong đá vây quanh với sự chênh lệch về giá trị mật độ giữa thân quặng cần tìm và đá vây quanh là không nhiều, nghĩa là độ phân dị thấp. Tài liệu tổng hợp tham số vật lý đá và một số loại quặng ở Việt Nam [12] cho thấy: một số loại đặc trưng như: sắt, đồng, chromit, thiếc, chì-kẽm, ... thường có giá trị mật độ cao từ 3 đến 4 g/cm^3 , đá vây quanh nếu là đá trầm tích biến chất có giá trị mật độ trung bình từ 2,60 đến 2,75 g/cm^3 , nếu là đá magma xâm nhập có giá trị mật độ trung bình từ 2,80 đến 3,20 g/cm^3 thì mật độ dư trung bình cũng chỉ từ 0,40 đến 0,80 g/cm^3 . Kết quả tính toán trên mô hình 2 chiều cho thấy: các thân quặng có chiều dày từ 10 đến 50 m gây ra dị thường trọng lực Bouguer từ 0,7 đến 1,50 μGal , tập hợp một số thân quặng xen kẹp có chiều dày từ 2 đến 3 m gây ra dị thường trọng lực Bouguer từ 0,50 đến 0,80 μGal [5]. Vì vậy khi đo về trọng lực độ chính xác chưa cao có tiết diện đường đẳng trị từ 0,50 đến 1,00 μGal với

sai số xác định dị thường Bouguer (ϵ_a) $\leq \pm 0,20 \div 0,40 \mu\text{Gal}$, thì mới chỉ phát hiện được dị thường có từ 2 đến 3 đường đẳng trị trở lên do đối tượng quặng phải có chiều dày từ 30 m trở lên phản ánh trên trường dị thường Bouguer, còn những đối tượng quặng có chiều dày nhỏ hơn thì đều bị bỏ qua, trong khi đó các đối tượng quặng ở nước ta thường có chiều dày nhỏ hơn 30 m là phổ biến.

Trong giới hạn của bài báo, các tác giả xin đề xuất tóm lược một vài loại quặng khoáng sản còn ẩn sâu, nên được áp dụng đo vẽ trọng lực độ chính xác cao để phát hiện và đánh giá tiềm năng trong thời gian tới:

1/ *Quặng sắt*: Cẩm Thủy ở Thanh Hóa, Cự Đồng ở Phú Thọ, Bằng Thành và Bản Quân ở Bắc Cạn.

2/ *Quặng chì - kẽm*: Ngòi Thia ở Tuyên Quang, Cao Bồ ở Hà Giang, Nậm Chảy ở Lào Cai, Nà Tông ở Điện Biên, Bản Vai ở Cao Bằng.

3/ *Quặng thiếc*: Yên Sơn ở Tuyên Quang, Kẽ Tăng ở Nghệ An.

4/ *Quặng baryt*: Pò Tầu và Bản Vai ở Cao Bằng.

5/ *Quặng đồng*: Chi Nặng ở Thanh Hóa, Pắc Ma ở Sơn La.

IV. KẾT LUẬN

Trong công cuộc công nghiệp hóa hiện đại hóa của đất nước, nhu cầu điều tra, tìm kiếm đánh giá tài nguyên khoáng sản ngày một tăng cao, đặc biệt là những mỏ quặng còn ẩn sâu trên 100 m chưa được phát hiện và đánh giá. Phương pháp đo vẽ trọng lực là một trong tổ hợp các phương pháp địa vật lý được áp dụng để nghiên cứu sâu có hiệu quả. Trước đây, do thiếu các thiết bị có độ chính xác cao, ứng dụng công nghệ phần mềm chuyên dụng còn nhiều bất cập, nên hiệu quả đo vẽ trọng lực góp phần phát hiện mỏ quặng còn nhiều hạn chế; đến nay, các điều kiện cần và đủ để áp dụng đo vẽ trọng lực độ chính xác cao ở Việt Nam đã được đáp ứng. Trên cơ sở tài liệu đo đạc trọng lực để tìm kiếm phát hiện quặng có hiệu quả của một số nước trên thế giới, kinh nghiệm đo vẽ phát hiện quặng ở Việt Nam đã được thừa kế, hoàn thiện, phát triển nâng cao. Hy vọng đo vẽ trọng lực độ chính xác cao sẽ góp phần mở rộng hiệu quả không những trong đo vẽ trọng lực tìm kiếm các tụ khoáng ẩn sâu có quy mô lớn, mà còn giải quyết tốt các nhiệm vụ địa chất chi tiết hơn, như là: 1/ Tìm kiếm thăm dò các tụ khoáng có giá trị cao, nhưng quy mô phân bố nhỏ; 2/ Thăm dò nguồn nước dưới đất trong vùng phát triển hang karst tại các vùng mỏ hoặc các khu công nghiệp hóa; 3/ Khảo sát nền móng các công trình và nghiên cứu khảo cổ.

VĂN LIỆU

1. **Cao Đình Triều, 2000.** Trọng lực và phương pháp thăm dò trọng lực. *Nxb KH&KT, Hà Nội.*
2. **Chu Quốc Khánh, 2009.** Báo cáo Thành lập bộ chương trình cân bằng mạng lưới tựa trọng lực và từ mặt đất, xử lý và quản lý số liệu đo đạc thực địa tài liệu trọng lực và từ, tính hiệu chỉnh ảnh hưởng địa hình trong công tác đo vẽ trọng lực. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*
3. **Đào Xuân Đường (Chủ biên), 1977.** Báo cáo Địa vật lý tìm kiếm sắt vùng Thạch Khê - Hà Tĩnh. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
4. **Gravity Survery Metal Mining Agency of Japan.** The story of successful exploration of gold deposits by gravitational mapping in Japan. *Tokyo.*
5. **Lại Mạnh Giàu (Chủ biên), 2009.** Báo cáo Kết quả kiểm tra, kiểm tra chi tiết dải dị thường từ hàng không vùng Thượng Giáp, tỉnh Tuyên Quang. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

6. Lê Thanh Hải (Chủ biên), 2006. Báo cáo Nghiên cứu xác định các yếu tố ảnh hưởng đến giá trị trọng lực độ chính xác cao và biện pháp khắc phục. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

7. Nguyễn Duy Tiêu (Chủ biên), 2004. Báo cáo Kết quả kiểm tra, kiểm tra chi tiết dải dị thường từ hàng không vùng Cao Bằng - Thất Khê để tìm kiếm và phát hiện quặng sắt. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

8. Nguyễn Tài Thịnh (Chủ biên), 1997. Báo cáo Nghiên cứu áp dụng các phương pháp mới trong xử lý, biểu diễn và lưu giữ tài liệu địa vật lý. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

9. Nguyễn Trọng Hiệp (Chủ biên), 1989. Báo cáo Kết quả đo trọng lực chi tiết tỷ lệ 1:10.000 phục vụ tìm kiếm đồng-niken ở Núi Chúa, Bắc Thái. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

10. Phạm Khoản (Chủ biên), 2000. Báo cáo Nghiên cứu khoanh định các cấu trúc ẩn sâu có tiềm năng quặng sắt ở đới khô Sông Mã trên cơ sở áp dụng tổ hợp các phương pháp hợp lý (Phần kết quả đo vẽ trọng lực). *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

11. Quách Kim Chử (Chủ biên), 1978. Giải thích địa chất tài liệu đo từ và trọng lực vùng Nà Rua, Cao Bằng. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

12. Trương Thu Hương (Chủ biên), 2006. Báo cáo Xây dựng cơ sở dữ liệu và sách điện tử tra cứu các tính chất vật lý của đá và một số loại quặng ở Việt Nam. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*