

CÔNG TÁC KIỂM TRA MẶT ĐẤT CÁC DỊ THƯỜNG TỪ VÀ TRỌNG LỰC TRÊN ĐẤT LIỀN VIỆT NAM

NGUYỄN TRƯỜNG LƯU, NGUYỄN THẾ HÙNG

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

Tóm tắt: Cho đến nay, qua xử lý phân tích tài liệu bay đo từ và đo trọng lực mặt đất đã xác định nhiều dị thường từ-trọng lực phản ánh đối tượng gây dị thường nằm sâu, có thể liên quan triển vọng khoáng sản ẩn sâu.

Một số dị thường như vậy đã được kiểm tra mặt đất và đã phát hiện khoáng sản, một số đã trở thành mỏ.

Bài báo đặt vấn đề về sự cần thiết tiến hành kiểm tra mặt đất các dị thường kiểu "từ-trọng lực" và đề xuất trình tự tiến hành các phương pháp xử lý tổng hợp, cũng như hệ phương pháp địa chất, địa vật lý áp dụng nhằm nâng cao hiệu quả khai thác tài liệu địa vật lý tìm kiếm, đánh giá khoáng sản dưới sâu.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công tác đo từ hàng không và trọng lực mặt đất được áp dụng vào hoạt động điều tra địa chất, tìm kiếm khoáng sản ở Việt Nam từ năm 1961. Đến năm 1964 đã hoàn thành bay khảo sát từ trường tỷ lệ 1:200.000 toàn miền Bắc Việt Nam. Năm 1983-1992 hoàn thành bay khảo sát phần phía Nam, liên kết tài liệu từ hàng không toàn miền Nam Việt Nam, sau đó thành lập bản đồ trường từ Việt Nam tỷ lệ 1:500.000 (1995). Công tác đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:500.000 được tiến hành trên toàn lãnh thổ và đã thành lập bản đồ trọng lực toàn quốc tỷ lệ 1:500.000 năm 1985. Từ năm 1982, tiến hành bay đo tổ hợp địa vật lý từ-phổ gamma và đo vẽ trọng lực mặt đất phục vụ đo vẽ lập bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1:25.000 và 1:50.000. Đến nay đã hoàn thành 18 đề án bay đo từ-phổ gamma tỷ lệ 1:25.000 và 1:50.000 trên diện tích hơn 95.000 km² và 27 diện tích đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:100.000 đến 1:50.000 với tổng diện tích xấp xỉ 85.000 km². Trong đó nhiều diện tích có cả hai dạng tài liệu trên.

Kết quả hiện nay chúng ta có một hệ thống bản đồ trường dị thường từ, trường dị thường trọng lực khá phong phú, gồm:

- Các bản đồ trường dị thường từ, dị thường trọng lực toàn Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000÷1:500.000;
- Các bản đồ trường dị thường từ tỷ lệ 1:50.000÷1:25.000, trường dị thường trọng lực tỷ lệ 1:100.000÷1:50.000 cho nhiều diện tích (khoảng 70.000 km²).

Các bản đồ dị thường từ và dị thường trọng lực thể hiện rõ các miền trường tương ứng các đới cấu trúc địa chất, các hệ thống đứt gãy sâu, các khối xâm nhập. Ngoài ra, trên các bản đồ này còn xuất hiện nhiều dị thường đơn trường từ và trọng lực, có cường độ khá cao, dạng đẳng thức hoặc hơi kéo dài, nhưng kích thước hạn chế. Đối sánh với tài liệu địa chất trên mặt, tài liệu tham số từ (độ từ cảm, độ từ dư), tham số mật độ các thành tạo địa chất trên diện tích phân bố dị thường, thấy rằng: có nhiều dị thường từ, trọng lực không liên quan tới các thành tạo này, nghĩa là, chúng do các đối tượng địa chất "ẩn" nằm dưới sâu gây ra, thông thường là các thể magma xâm nhập thành phần từ acid đến siêu bazơ, tùy thuộc vào đặc điểm trường dị thường.

Gần đây, một số dị thường từ-trọng lực đáng chú ý đã được lựa chọn để xem xét kiểm tra, nhằm xác định bản chất địa chất của chúng (dị thường Ga Lãng, Thạch Khê, Phan Thanh, ...). Trên diện phân bố dị thường, đã tiến hành xử lý, phân tích tài liệu từ, trọng lực bằng một số phép biến đổi trường, sử dụng các phần mềm hiện có như Coscad-3D (LB Nga), Trường thế (Mỹ) nhằm tách dị thường đơn, loại trừ nhiễu khu vực và một số nhiễu ở phần nông. Tài liệu thu được sau quá trình

xử lý nêu trên tiếp tục được phân tích định lượng bằng một số phần mềm Potent (Australia), Magpick (CHLB Đức), Trường thế (Mỹ) nhằm sơ bộ đánh giá các tham số vật lý (mật độ, độ từ cảm) và hình học (hình dạng, kích thước, độ sâu, hướng cắm v.v...) của đối tượng gây dị thường. Từ đó kết hợp với tài liệu địa chất, địa hóa, địa vật lý khác tiến hành luận giải địa chất và quyết định phương pháp kiểm tra mặt đất các dị thường. Thực tế cho thấy, hầu hết các dị thường đã tiến hành kiểm tra mặt đất đều phát hiện khoáng hóa, trong nhiều trường hợp đã chỉ ra được khoáng sản. Đó là các mỏ sắt ở Thạch Khê (Hà Tĩnh), Trại Cau (Thái Nguyên), Nà Rua (Cao Bằng), mỏ chì-kẽm Thượng Giáp, đồng-niken Phan Thanh (Cao Bằng)... Trước khi tiến hành kiểm tra mặt đất các dị thường, đã tập trung xử lý, phân tích các tiền đề địa chất và dấu hiệu về khoáng sản thu thập trong quá trình đo vẽ thành lập bản đồ địa chất hoặc trong các giai đoạn điều tra đánh giá về khoáng sản trước đó.

Từ năm 1996, công tác xử lý, phân tích tài liệu bay đo từ- phổ gamma tỷ lệ 1:50.000÷1:25.000, đo vẽ trọng lực mặt đất tỷ lệ 1:100.000÷1:50.000 theo quy trình công nghệ mới, đã được tiến hành trên nhiều vùng nhằm khai thác triệt để thông tin có ích phục vụ nghiên cứu địa chất và dự báo khoáng sản. Qua xử lý phân tích, đã phát hiện hàng trăm dị thường đơn theo từng loại tài liệu, trong đó có nhiều dị thường từ và trọng lực trùng nhau về vị trí địa lý. Thực tế cho thấy, trong số các dị thường đơn như vậy, có một số dị thường phân bố trong những vùng có điều kiện địa chất khá rõ nhưng không ít dị thường phân bố trong những vùng có lớp phủ Đệ tứ khá dày, thông tin về tiền đề địa chất và dấu hiệu khoáng sản theo tài liệu điều tra địa chất, đánh giá khoáng sản trong vùng khá nghèo nàn.

Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả đề cập đến kết quả kiểm tra mặt đất một số các dị thường từ-trọng lực đã biết, đồng thời giới thiệu sơ bộ đặc điểm địa chất, đặc điểm trường dị thường địa vật lý của chúng theo kết quả mới xử lý phân tích nhưng chưa được kiểm tra mặt đất. Đồng thời, các tác giả cũng đề xuất một số giải pháp kiểm tra mặt đất để đánh giá bản chất các dị thường và dự báo khoáng sản liên quan.

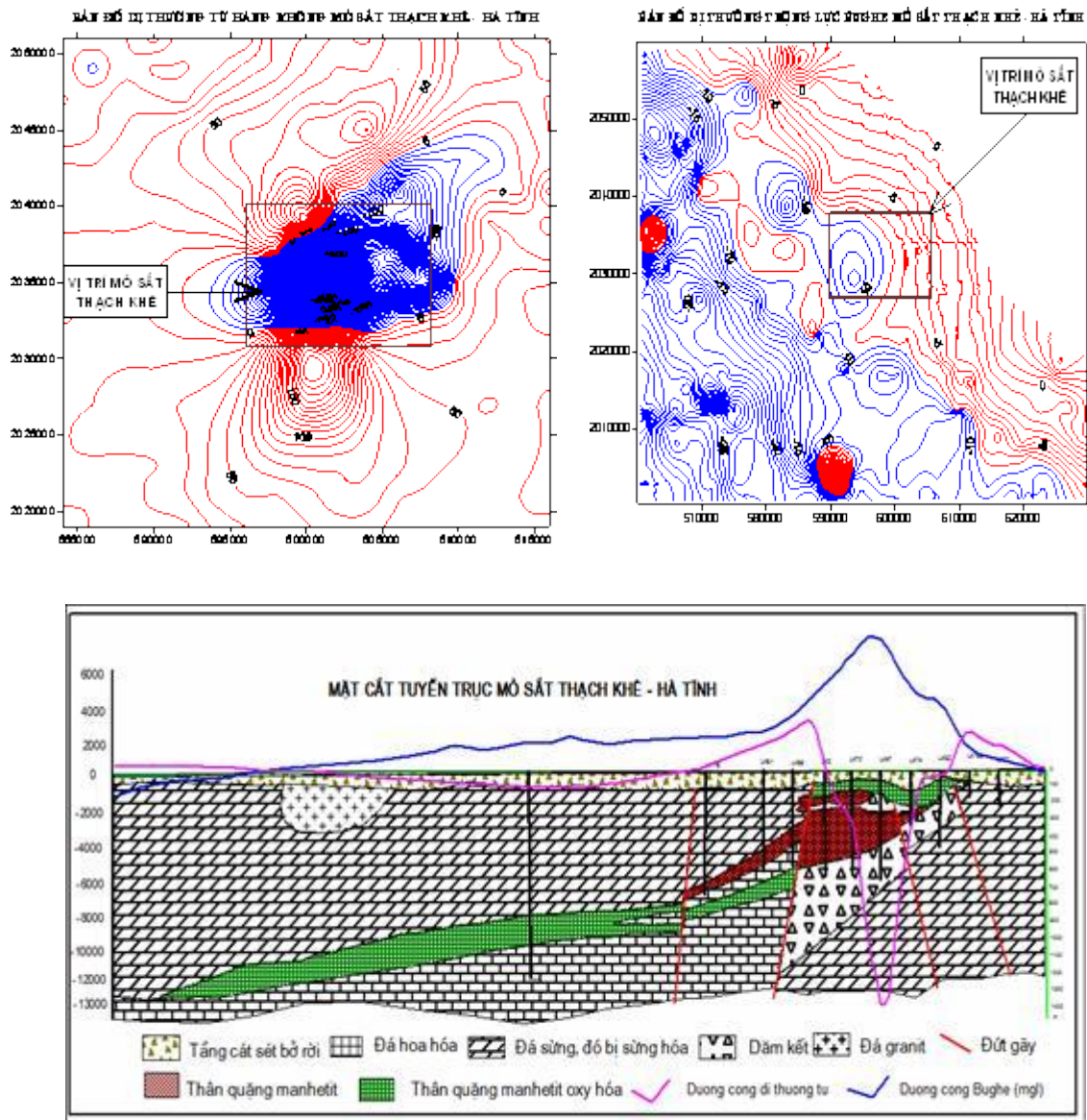
II. MỘT SỐ KẾT QUẢ KIỂM TRA MẶT ĐẤT DỊ THƯỜNG TỪ VÀ TRỌNG LỰC

Trên cơ sở phân tích, tổng hợp tài liệu địa vật lý từ hàng không và trọng lực mặt đất, thời gian qua đã tiến hành kiểm tra mặt đất một số dị thường từ và trọng lực, chọn lọc để chuyển điều tra chi tiết. Kết quả điều tra, đánh giá và thăm dò địa chất tại các vùng dị thường cho thấy hầu như tại các dị thường đều gặp quặng kim loại nội sinh, điển hình là: mỏ sắt Thạch Khê, tỉnh Hà Tĩnh, mỏ chì-kẽm Thượng Giáp, đồng-niken Phan Thanh, tỉnh Cao Bằng... Dưới đây là dị thường từ hàng không ở mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh.

Mỏ sắt Thạch Khê được phát hiện khi đo vẽ bản đồ từ hàng không (Hình 1), là mỏ có trữ lượng lớn nhất đã được thăm dò. Mỏ nằm ở ven biển, cách thành phố Hà Tĩnh 7 km, mỏ nằm dưới lớp phủ 50-120 m, có chiều dài hơn 3000 m, rộng 450-500 m, nơi rộng nhất tới 800 m, chiều dày trung bình thân quặng khoảng 200 m.

Thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là magnetit, một phần, ở phía đông bắc mỏ quặng bị phong hóa thành limonit, gotit nhưng vẫn có từ tính cao. Hàm lượng quặng thay đổi trong khoảng 30-75 % Fe, trong đó quặng giàu (50-65 % Fe) chiếm chủ yếu. Tổng trữ lượng và tài nguyên cấp B+C1+C2 đã tính được là 544 triệu tấn quặng.

Các phương pháp địa vật lý có hiệu quả đã tiến hành điều tra đánh giá dị thường gồm: phương pháp đo từ, trọng lực, trường chuyển và địa vật lý giếng khoan.



Hình 1. Trường dị thường từ và trường trọng lực mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh (hình trên) và mặt cắt địa chất theo phương kéo dài thân quặng (hình dưới).

III. MỘT SỐ DỊ THƯỜNG TỪ VÀ TRỌNG LỰC ĐƯỢC PHÁT HIỆN QUA KẾT QUẢ XỬ LÝ PHÂN TÍCH TRƯỚC ĐÂY

1. Một số dị thường từ và trọng lực được phát hiện bằng xử lý phân tích nâng cao

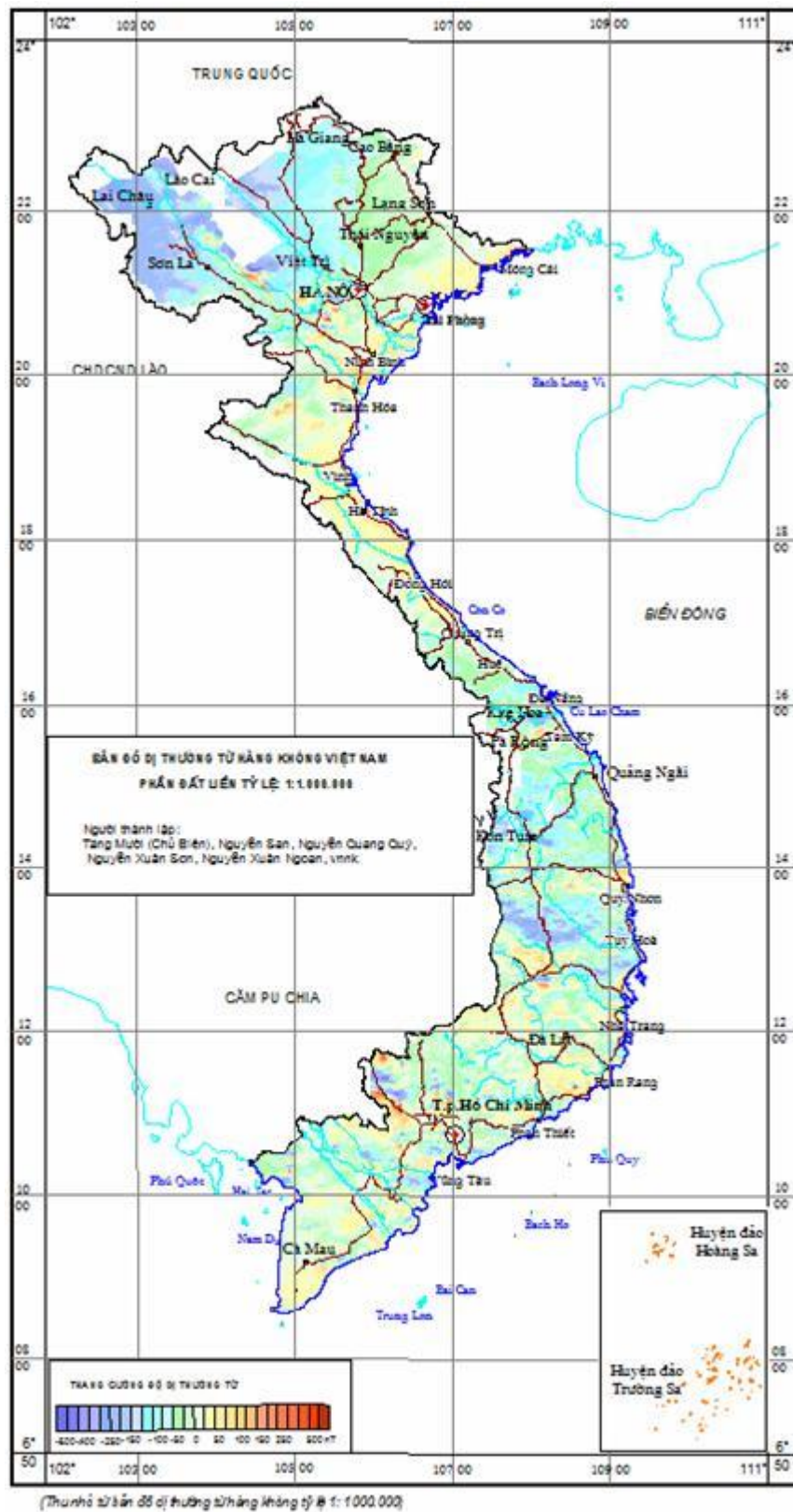
Công tác xử lý phân tích nâng cao trên một số vùng đã tách được một số dị thường đơn trường từ - trọng lực đáng chú ý (Bảng 1). Đó là các dị thường trường từ, trọng lực mà ở đó qua đối sánh tài liệu địa chất khoáng sản không tồn tại các đối tượng địa chất trên mặt gây có khả năng gây dị thường, nghĩa là các dị thường này do các đối tượng địa chất “ẩn” nằm sâu gây ra. Các dị thường này chưa được tiến hành điều tra đánh giá để xác định bản chất dị thường và khoáng sản liên quan.

Theo chúng tôi, trong thời gian tới cần có kế hoạch “rà soát” lại các dị thường này bằng cách thu thập đầy đủ tài liệu địa chất, địa hóa, địa vật lý đã có để tổng hợp, đối sánh với tài liệu về đặc trưng trường dị thường. Chọn lọc một số dị thường có triển vọng nhất đề xuất kiểm tra mặt đất bằng tổ hợp hợp lý các phương pháp địa chất, địa vật lý hiện đại có khả năng đạt chiều sâu nghiên cứu lớn.

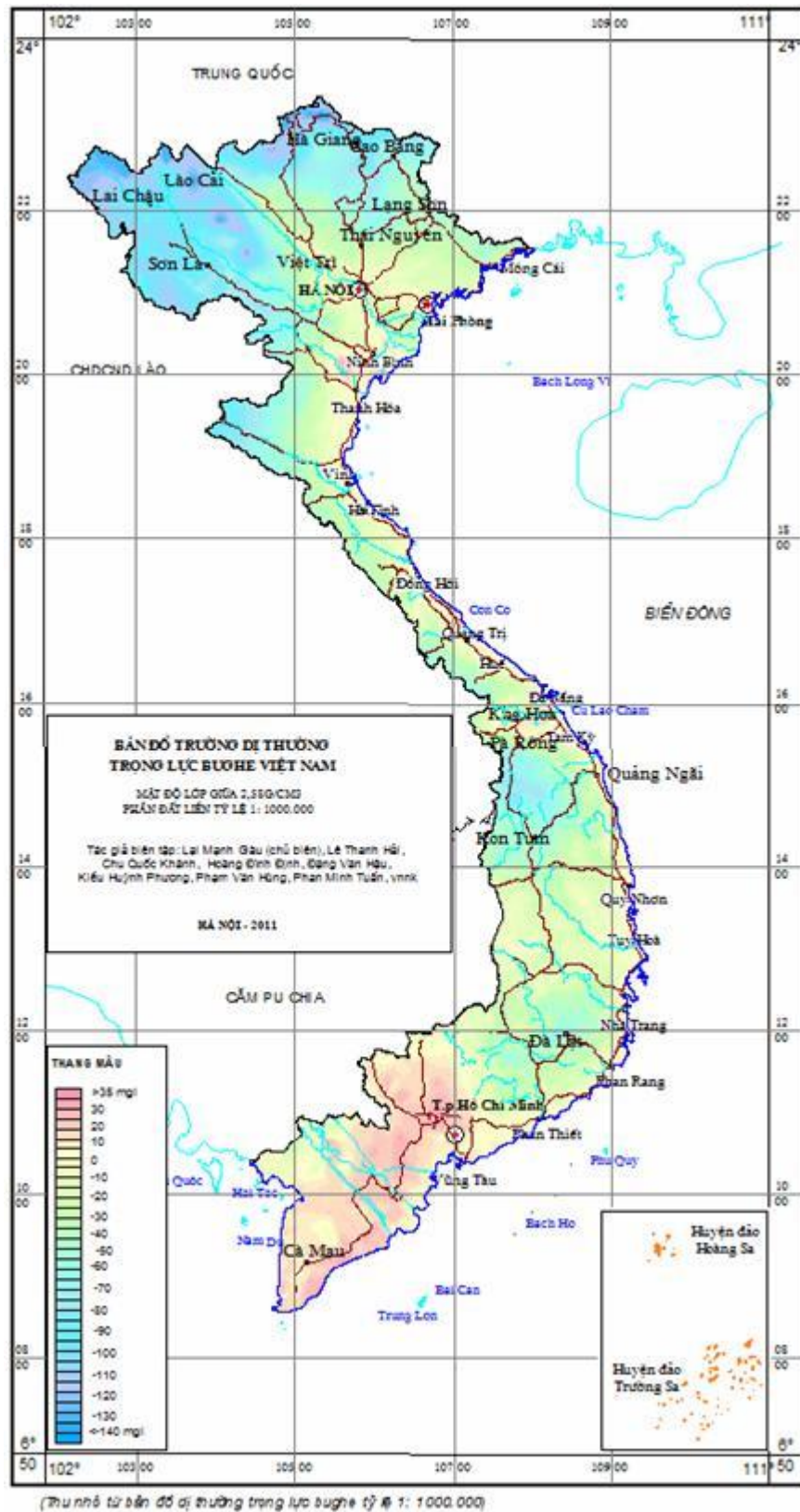
Đồng thời, cũng cần tiếp tục kiểm tra, xử lý phân tích lại tài liệu từ và trọng lực các vùng khác nhằm “phát hiện thêm” các dị thường từ - trọng lực có triển vọng, để lập quy hoạch kiểm tra mặt đất tiếp theo.

Bảng 1. Thống kê một số dị thường từ và trọng lực đã phát hiện

TT	Tên dị thường	Loại dị thường	
		Từ	Trọng lực
1	Như Thanh, Thanh Hóa	v	
2	Nam Khe Sanh, Thừa Thiên Huế	v	v
3	Động Ngang, Thừa Thiên Huế	v	
4	Ái Nghĩa, Quảng Trị	v	
5	Tây Ao Đích, Quảng Nam	v	
6	Trà Xuyên, Quảng Ngãi	v	v
7	Làng Rằm, Quảng Ngãi	v	v
8	Vĩnh Thạnh, Bình Định	v	v
9	An Khê, Bình Định	v	
10	Đông Konchoro, Gia Lai	v	
11	Tây Konchoro, Gia Lai	v	v
12	Củng Sơn, Phú Yên	v	
13	Buôn Ma Thuật, Đắk Lắk	v	
14	Buôn Đôn, Đắk Lắk	v	
15	Et Ling, Đắk Lắk	v	
16	Chư Nam Cao, Lâm Đồng	v	v
17	Ninh Phước, Ninh Thuận	v	v
18	Ga Lăng, Bình Thuận	v	
19	Hàm Thuận, Bình Thuận	v	
20	Kon Kroeng, Kon Tum	v	v



Hình 2. Bản đồ thường địa hình từ hàng không Việt Nam (Phần đất liền)
(Nguồn: Tăng Mười, năm 2000).



Hình 3. Sơ đồ trường dị thường trọng lực bughe Việt Nam (Phần đất liền)

(Nguồn: Lại Mạnh Giàu, năm 2011).

2. Sơ lược đặc điểm địa chất, địa vật lý một số dị thường từ-trọng lực

Để làm sáng tỏ hơn các nhận định nêu trên, chúng tôi giới thiệu sơ lược về đặc điểm trường dị thường từ, trọng lực và đặc điểm địa chất khoáng sản của ba cụm dị thường: Ninh Phước (tỉnh Ninh Thuận), Trà Xuân (tỉnh Quảng Ngãi) và Kon Kroeng (tỉnh Kon Tum).

a) Dị thường Ninh Phước - Ninh Thuận:

Dị thường nằm trong vùng địa hình kiểu đồng bằng, độ cao dưới 100 m. Dị thường phân bố trên diện tích 15 km².

- *Đặc điểm trường dị thường từ:* Dị thường từ có hình dạng đẳng thước, biên độ dị thường 1750 nT (từ -900 nT đến +850 nT), gồm hai phần âm-dương rõ ràng, với ranh giới hai phần âm-dương kéo dài phương tây bắc - đông nam. Dị thường có cấu trúc phức tạp, phân dị tạo thành một số cụm dị thường nhỏ. Sự phân dị này còn biểu hiện trên phạm vi rộng hơn ở phần rìa, tạo thành một rìa các dị thường nhỏ bao quanh dị thường chính. Sơ bộ phân tích dị thường đơn theo tài liệu từ bằng chương trình Magpick cho thấy tại đây tồn tại đối tượng có từ tính cao ở độ sâu khoảng 100 m, có thể liên quan đến khoáng sản sắt hoặc sulfur đa kim (kết quả phân tích được thể hiện trên Hình 4).

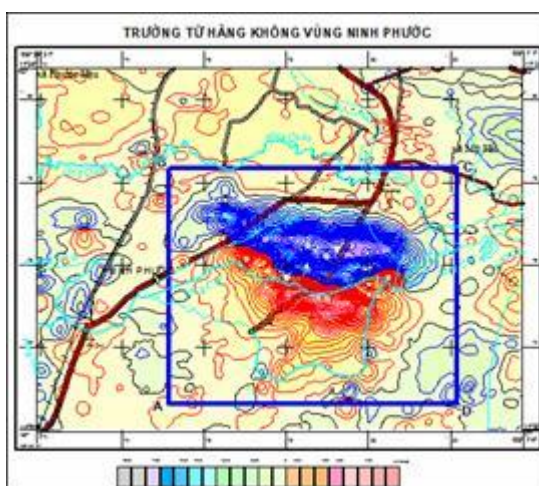
- *Đặc điểm trường dị thường trọng lực:* Dị thường trọng lực trùng với vị trí dị thường từ, có giá trị dương so với phòng là 2 mgl. Kết quả lọc năng lượng bán kính 10 km cho thấy thành phần dư có giá trị dương cao (+3,5 mgl). Nhìn chung, dị thường trọng lực bị làm phức tạp bởi hai dị thường có quy mô lớn hơn: một dị thường âm ở phía bắc và một dị thường dương ở phía nam. Để xác định rõ hình dạng dị thường này, cần có các biện pháp xử lý tiếp nhằm loại bỏ ảnh hưởng của hai trường dị thường có tính "khu vực" hơn ở phía bắc và phía nam này.

- *Đặc điểm địa chất khoáng sản:* Dị thường nằm ở khối cấu trúc Phan Rang - Núi Chúa, của rìa phía đông đới Đà Lạt, thuộc trung tâm phần lõi của móng kết tinh khu vực. Đây là vùng thung lũng ven biển, địa hình bằng phẳng, nên phần lớn diện tích bị phủ bởi các trầm tích Đệ tứ với thành phần chủ yếu là cát, bột, sét lẫn cuội, sỏi. Chiều dày của lớp trầm tích bờ rời dự kiến đến hàng trăm mét. Dị thường nằm trong vùng triển vọng Ninh Phước, (theo kết quả phân tích tổng hợp tài liệu địa vật lý máy bay do Liên đoàn Vật lý Địa chất thực hiện). Theo kết quả này, đã xếp vùng Ninh Phước thuộc diện tích triển vọng loại A, khoáng sản dự báo là sắt, sulfur đa kim. Gần khu vực dị thường đã phát hiện một số diện tích liên quan quặng sa khoáng ilmenit. Phần trên mặt, chưa phát hiện biểu hiện quặng gốc do khu vực phân bố dị thường bị phủ.

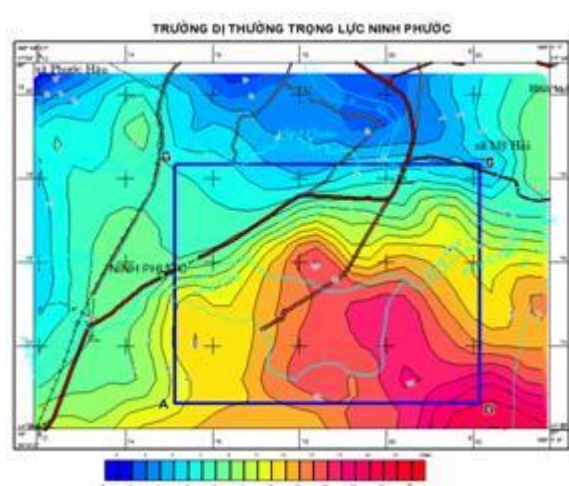
b) Dị thường Trà Xuyên - Quảng Ngãi:

- *Đặc điểm trường dị thường từ:* Dị thường từ có giá trị từ -1100 đến 500 nT. Về cơ bản dị thường dạng đẳng thước, gồm hai phần âm- dương rõ ràng. Dị thường có cấu trúc phân dị mạnh, tạo thành nhiều cụm dị thường nhỏ, xuất hiện ở cả hai phần âm-dương của dị thường lớn, thể hiện cấu trúc bề mặt của đối tượng gây dị thường có dạng phức tạp.

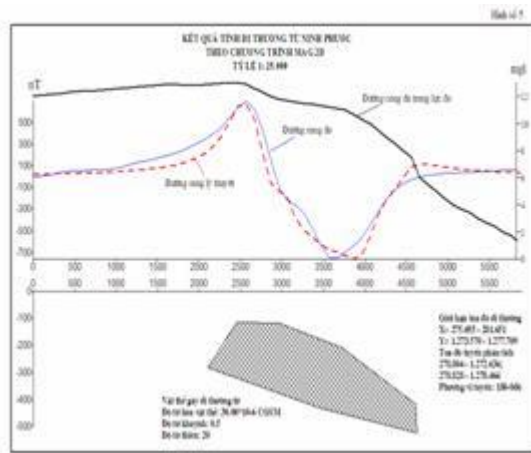
- *Đặc điểm trường dị thường trọng lực:* Dị thường trọng lực Bughe có giá trị từ -52 đến -8 mgl. Ứng với vị trí tâm của dị thường từ là nơi mà dị thường trọng lực Bughe thể hiện một dị thường dương tương đối. Trường dị thường trọng lực có cấu trúc rất phức tạp, phân dị thành nhiều dị thường địa phương có kích thước nhỏ hơn. Trong phạm vi diện tích dị thường, cường độ trường có xu hướng tăng dần về phía nam và đông nam.



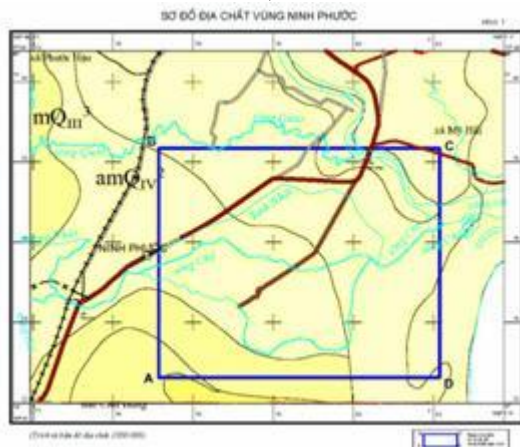
a)



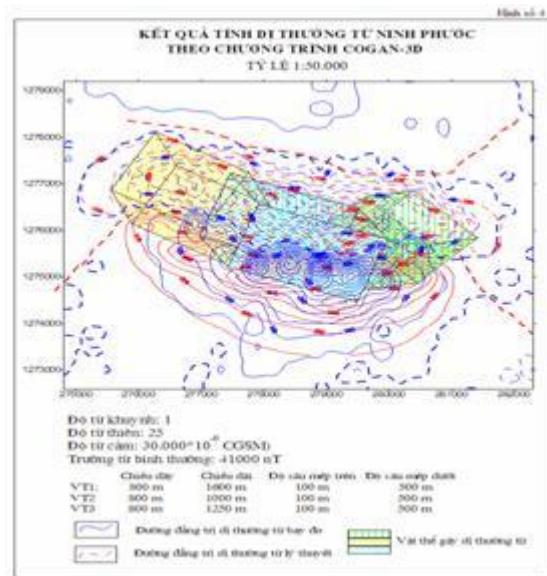
b)



c)



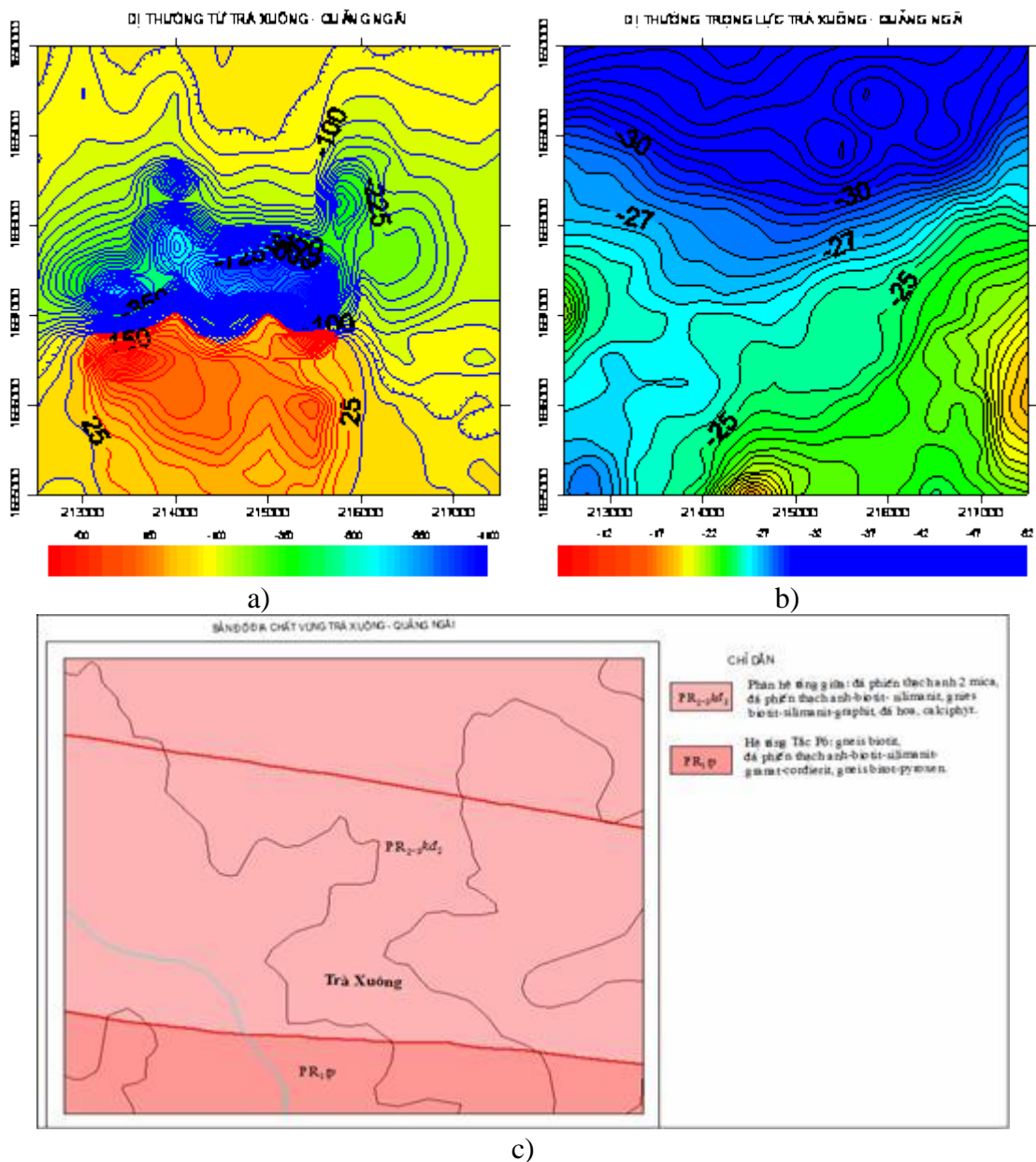
e)



d)

Hình 4. Dị thường từ và trọng lực Ninh Phước, Ninh Thuận: a) Trường dị thường từ; b) Trường dị thường trọng lực; c) Kết quả phân tích 2D dị thường; d) Kết quả phân tích 3D dị thường; e) Sơ đồ địa chất khu vực dị thường.

- Đặc điểm địa chất khoáng sản: Vị trí dị thường phân bố trên thành tạo đá biến chất cổ: đá phiến thạch anh hai mica, đá phiến thạch anh- biotit- silimanit, gneis biotit-silimanit-graphit, đá hoa, caliphyr thuộc phân hệ tầng giữa hệ tầng Khâm Đức ($PR_2 kđ_2$). Theo tài liệu đo tham số vật lý, các thành tạo biến chất hệ tầng Khâm Đức không có từ tính hoặc từ tính yếu, mật độ trung bình. Do vậy chúng không thể là đối tượng gây nên hai dị thường từ, trọng lực nói trên. Trong vùng chưa phát hiện được khoáng sản ở phần nông trên diện tích phân bố dị thường (Hình 5).



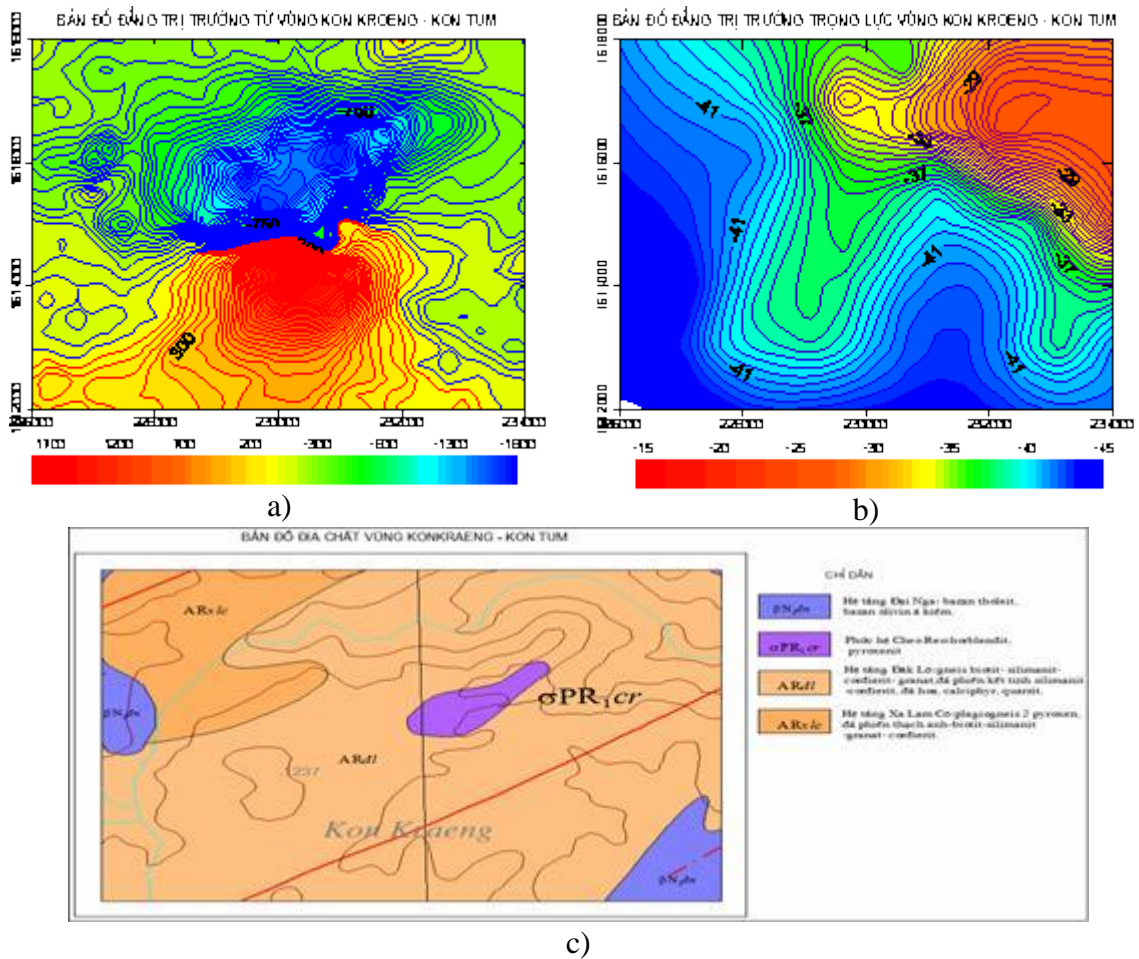
Hình 5. Dị thường Trà Xuông, Quảng Ngãi: a) Trường dị thường từ; b) Trường dị thường trọng lực; c) Sơ đồ địa chất khu vực dị thường

c) Dị thường Kon Kroeng, tỉnh Kon Tum:

- **Đặc điểm trường dị thường từ:** Dị thường từ có giá trị từ -1800 đến +1800 nT, phân dị hai phần âm-dương rõ rệt. Ranh giới hai phần âm-dương có xu hướng kéo dài theo phương đông bắc - tây nam. Phần âm dị thường có cấu trúc phân dị tạo thành các dị thường nhỏ, dạng khép kín. Phần dương của dị thường, ở trung tâm, ít phân dị hơn so với phần ven rìa.

- **Đặc điểm trường dị thường trọng lực:** Dị thường trọng lực Bughe có giá trị từ -45 vmgI đến -15 vmgI. Cấu trúc dị thường khá phức tạp, phân dị mạnh. Trùng với vị trí dị thường từ là một dị thường dương tương đối, thể hiện một đối tượng kéo dài cùng phương đông bắc - tây nam, có xu hướng nâng dần về phía đông bắc. Hy vọng rằng phân tích kỹ dị thường này sẽ phát hiện nhiều điểm thú vị về đối tượng gây dị thường.

- **Đặc điểm địa chất khoáng sản:** Dị thường phân bố trên diện tích phát triển thành tạo đá biến chất cổ, thành phần chủ yếu gồm: gneis hai pyroxen, đá phiến kết tinh silimanit - cordierit thuộc hệ tầng Xa Lam Cô (AR xlc) và gneis biotit-silimanit-cordierit-granat, đá phiến kết tinh hệ tầng Đắc Lô (AR $đl$). Phần trên mặt, chưa phát hiện được khoáng sản trong diện tích phân bố dị thường (Hình 6).



Hình 6. Dị thường Kon Kroeng, Kon Tum: a) Trường dị thường từ; b) Trường dị thường trọng lực; c) Sơ đồ địa chất khu vực dị thường.

IV. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KIỂM TRA MẶT ĐẤT

Để công tác kiểm tra mặt đất các dị thường từ-trọng lực nói trên đạt kết quả tốt, qua kinh nghiệm xử lý phân tích tài liệu và thực tế kiểm tra mặt đất một số dị thường đã tiến hành, chúng tôi đề xuất giải pháp tiến hành như sau:

1/ Thu thập đầy đủ tài liệu địa chất, địa vật lý, địa hóa, khoáng sản có trên khu vực dị thường và vùng lân cận dị thường. Tổng hợp, đối sánh và dự kiến đối tượng địa chất gây dị thường.

2/ Xây dựng mô hình vật lý - địa chất cho đối tượng địa chất dự kiến là nguồn gây dị thường trên cơ sở tổng hợp tài liệu địa chất, địa vật lý và tài liệu đo tham số vật lý đất đá và quặng có trong khu vực dị thường.

3/ Phân tích mô hình địa chất và mô hình trường địa vật lý để lựa chọn tổ hợp hợp lý các phương pháp địa chất, địa vật lý áp dụng kiểm tra mặt đất, cũng như trình tự thực hiện các phương pháp trong tổ hợp.

4/ Phân tích đặc điểm mô hình trường địa vật lý để lựa chọn hệ phương pháp thi công phù hợp (khối lượng thi công, mạng lưới đo đạc, tỷ lệ đo vẽ, loại thiết bị sử dụng, chất lượng đo đạc v.v...).

5/ Dự kiến phương pháp xử lý, phân tích, luận giải tài liệu, các phần mềm sử dụng để xử lý phân tích, biểu diễn kết quả, ...

V. KẾT LUẬN

Công tác bay đo từ, từ - phổ gamma và đo vẽ trọng lực các tỷ lệ trong nhiều năm qua đã phát hiện được rất nhiều dị thường địa vật lý từ - trọng lực, liên quan tới các thể xâm nhập ần thành phần từ acid đến siêu bazơ, có liên quan với nhiều loại khoáng sản nội sinh như sắt, đồng, nikel, chì- kẽm v.v...

Thực tế địa chất cho thấy hầu hết các mỏ khoáng sản lớn hiện nay ở Việt Nam có nguồn gốc nội sinh, liên quan chặt chẽ với quá trình hoạt hóa magma, gắn bó với sự tồn tại của các khối xâm nhập, đặc biệt là xâm nhập ần sâu. Đồng thời chúng cũng được phản ánh rõ trên các bản đồ dị thường địa vật lý (trường từ và trọng lực).

Do vậy, kiểm tra mặt đất các dị thường từ-trọng lực đã phát hiện theo tài liệu địa vật lý là một trong những phương pháp để xác định bản chất địa chất của đối tượng gây dị thường, nghiên cứu cấu trúc, làm rõ triển vọng khoáng sản ần sâu, tạo cơ sở tin cậy để tìm kiếm phát hiện các mỏ mới còn tiềm ần ở độ sâu lớn. Kiểm tra mặt đất các dị thường từ-trọng lực dạng "ần sâu" này còn là biện pháp tiếp tục khai thác tối đa các thông tin địa vật lý từ nguồn tài liệu đã đầu tư đo vẽ, qua đó nâng cao hiệu quả kinh tế và địa chất của công tác đo vẽ địa vật lý.

Hiện nay, Liên đoàn Vật lý Địa chất đã có nhiều kinh nghiệm trong kiểm tra chi tiết mặt đất dị thường địa vật lý, có hệ thống máy móc thiết bị hiện đại, đa dạng, đủ khả năng nghiên cứu sâu; có các phần mềm tiên tiến để xử lý, phân tích, minh giải tài liệu. Do vậy, chúng ta có đủ cơ sở để thực hiện thành công dạng công tác còn mới mẻ này, qua đó góp phần nâng cao hiệu quả công tác điều tra địa chất, đánh giá khoáng sản sâu.

VĂN LIỆU

1. Dương Đức Kiêm, 1995. Kết quả lập bản đồ sinh khoáng chẩn đoán đới Quảng Nam - Đà Nẵng tỷ lệ 1:200.000 và chi tiết hoá một số vùng quan trọng. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

2. Dương Đức Kiêm, 2002. Bản đồ kiến tạo và sinh khoáng Bắc Bắc Bộ Việt Nam tỷ lệ 1:500.000. *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.*

3. Lê Văn Trảo, 1984. Bản đồ khoáng sản Việt Nam, tỷ lệ 1:500.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

4. Nguyễn Tường Tri, 1995. Nghiên cứu bản đồ sinh khoáng và dự báo khoáng sản địa khối Kon Tum tỷ lệ 1:200.000 và chi tiết hoá một số vùng có triển vọng. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

5. Nguyễn Xuân Bao, 2000. Nghiên cứu cấu tạo và sinh khoáng Nam Việt Nam. tỷ lệ 1:500.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

6. Phạm Khoản, 1985. Báo cáo cấu trúc địa chất trên lãnh thổ Việt Nam trên cơ sở tổng hợp các tài liệu địa vật lý tỷ lệ 1:1.000.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

7. Vũ Văn Lĩnh, 1984. Triển vọng sắt vùng Cao Bằng. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

8. Các báo cáo địa vật lý liên quan ở *Lưu trữ tại Liên đoàn Vật lý Địa chất.*