

Dự báo khoáng sản trên cơ sở nhận dạng, xử lý kết hợp tài liệu địa vật lý, viễn thám vùng Vạn Yên

Phạm Văn Hùng*, Nguyễn Thế Hùng*, Nguyễn Quốc Khánh**,
Lê Gia Mừng*

* Liên đoàn Vật lý Địa chất, km.9, đường Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

** Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

Tác giả liên hệ: hungntdvl@gmail.com

Ngày nhận bài: 02/07/2020

Ngày chấp nhận đăng: 10/09/2021

Từ khóa: Địa vật lý, viễn thám,
Vạn Yên, Yên Bái

Tóm tắt: Cho đến nay, tài liệu địa vật lý và viễn thám đã có những đóng góp quan trọng trong điều tra địa chất, đánh giá khoáng sản ở Việt Nam. Đã có những quy trình công nghệ xử lý, phân tích riêng cho từng dạng tài liệu này, tuy nhiên, việc xử lý phân tích kết hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám còn ít được chú ý. Bài báo giới thiệu phương pháp nhận dạng theo mẫu chuẩn, xử lý phân tích kết hợp tài liệu địa vật lý và viễn thám để xác định hệ thống đứt gãy kiến tạo; các đới dị thường địa vật lý, dị thường phản xạ ảnh đa phổ; khoanh định, dự báo các diện tích triển vọng khoáng sản. Phương pháp được áp dụng thử nghiệm cho vùng bay đo từ phổ gamma Vạn Yên, kết quả đã thành lập sơ đồ dự báo triển vọng khoáng sản theo tài liệu địa vật lý- viễn thám. Công tác kiểm chứng thực địa đã phát hiện một loạt đới biến đổi có tiềm năng phát hiện quặng hóa Cu, Ni, Pt chứng tỏ độ tin cậy dự báo triển vọng khoáng sản của hệ phương pháp nói trên và hiệu quả sử dụng tích hợp tài liệu địa vật lý và viễn thám. Việc áp dụng phương pháp này trong các đề án điều tra địa chất, đánh giá khoáng sản đang được triển khai ở Tây Bắc, Tây Nguyên và một số khu vực khác sẽ góp phần nâng cao chất lượng, hiệu quả phát hiện và đánh giá tiềm năng khoáng sản, đặc biệt là khoáng sản ẩn sâu.

1. Mở đầu

Các phương pháp địa vật lý từ lâu đã được sử dụng để nghiên cứu cấu trúc địa chất sâu và sinh khoáng khu vực như xác định hệ thống đứt gãy, các đới phá hủy, phát hiện các đới biến chất, biến đổi nhiệt dịch, nhận dạng đối tượng khoáng sản, hỗ trợ công tác đo vẽ lập bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản (Nguyễn T. Thịnh và nnk. 2003; Nguyễn T. Hùng và nnk. 1999). Phương pháp viễn thám xuất hiện muộn hơn nhưng có độ phủ lớn về diện tích, với nhiều kênh số liệu, độ phân giải không gian và phản xạ ảnh cao. Tài liệu viễn thám cung cấp nhiều thông tin về đặc điểm thạch học thông qua sự khác biệt về tính chất phản xạ ảnh đa phổ, phát hiện các dị thường

về lineament, dấu hiệu quan trọng của các đới phá hủy kiến tạo, liên quan với những khu vực phát triển quặng hóa nhiệt dịch (Đào V. Thịnh và nnk. 1997; Nguyễn T. Thịnh và nnk. 2003).

Trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu sử dụng kết hợp tài liệu địa vật lý và viễn thám trong nghiên cứu địa chất và tìm kiếm khoáng sản (Nguyễn T. Hùng và nnk. 1999; Nguyễn T. Thịnh và nnk. 2003). Một số nghiên cứu theo hướng xử lý-phân tích độc lập tài liệu địa vật lý và viễn thám, rồi tổng hợp kết quả khi luận giải địa chất (Christopher H. Gammons. 2018; Hani Al Amoush. 2013). Một số tác giả tiến hành kết hợp tài liệu địa vật lý và viễn thám trong một chu trình xử lý

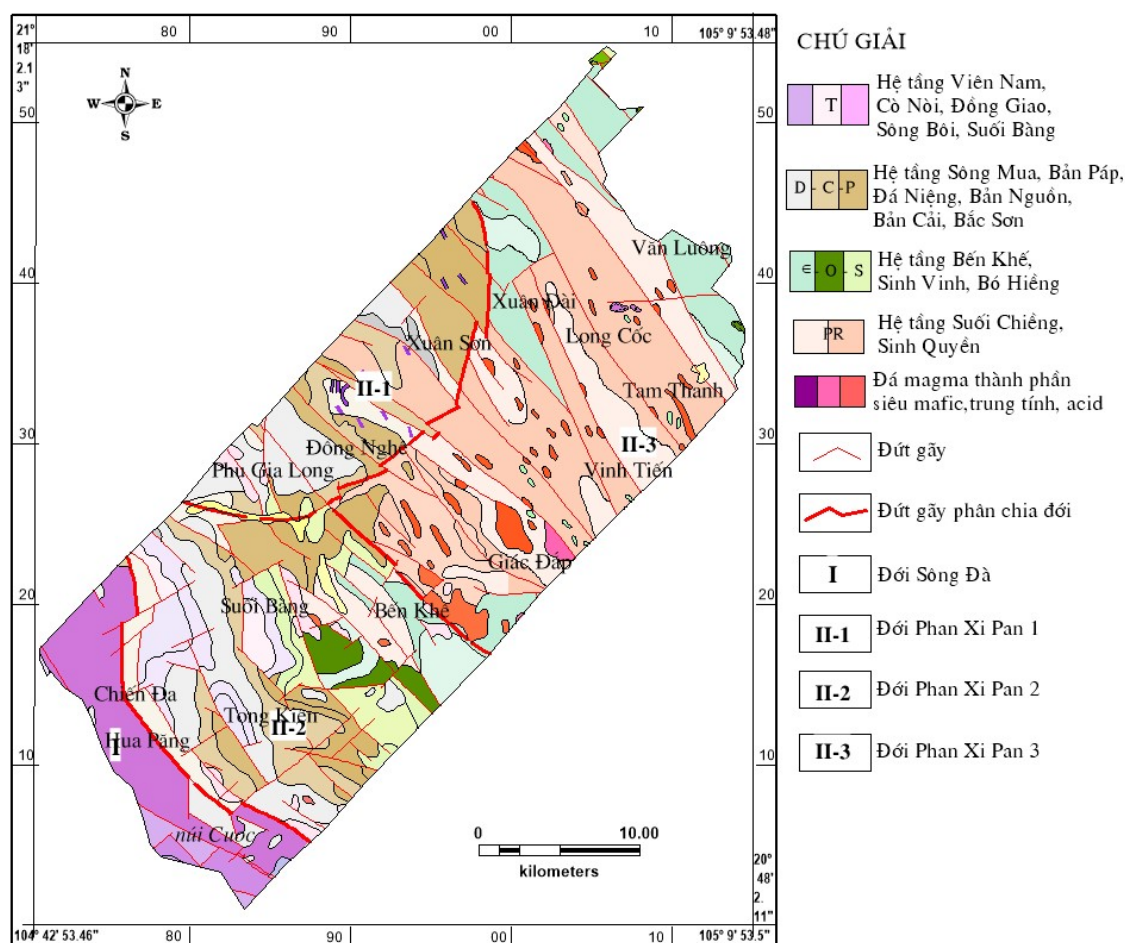
ảnh chung để xác định đứt gãy, phân chia các thành tạo địa chất, hỗ trợ thăm dò khoáng sản (Garrard G.R. 1985; Mohamed Abdelkareem. 2018). Ở Việt Nam, việc xử lý kết hợp tài liệu địa vật lý và viễn thám mới được chú ý từ sau năm 2000 và được áp dụng thử nghiệm cho tập số liệu địa vật lý, viễn thám vùng Cẩm Thủy, Thanh Hóa và thu được một số kết quả khả quan (Nguyễn T. Thịnh và nnk. 2003). Tuy nhiên, trong bài báo này việc lựa chọn các tham số địa vật lý và các kênh ảnh viễn thám để xử lý tích hợp chủ yếu thực hiện bằng đối sánh trực quan thông qua bản đồ phân bố trường địa vật lý hoặc các kênh ảnh viễn thám, mà thiếu các phương pháp phân tích thống kê tương quan để xác

định các tham số đặc trưng cho các đối tượng địa chất, khoáng sản cần nghiên cứu.

2. Đặc điểm cấu trúc địa chất vùng nghiên cứu

Các tác giả đã chọn vùng Vạn Yên, nơi có đầy đủ tài liệu bay đo từ- phổ gamma và ảnh viễn thám Landsat 7-ETM để nghiên cứu hệ phương pháp nhận dạng đối tượng địa chất, xử lý, phân tích kết hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám và xây dựng quy trình công nghệ.

Vùng bay đo từ- phổ gamma Vạn Yên có diện tích gần 900km², phần lớn nằm trong đới cấu trúc Phan Xi Pan (II), một phần rất nhỏ ở phía Tây Nam thuộc đới Sông Đà (I). Ranh giới là đứt gãy sâu Vạn Yên- Bó Hoi thể hiện rất rõ trên trường từ (hình 2, 2b, 2c).



Hình 1: Sơ lược cấu trúc địa chất vùng Vạn Yên (Ngô V. Bắc và nnk. 1971)

Đới cấu trúc Sông Đà I: Ở phía Tây Nam đứt gãy sâu Vạn Yên - Bó Hoi, chiếm diện tích hẹp trong vùng. Trường từ cao nhất, biến

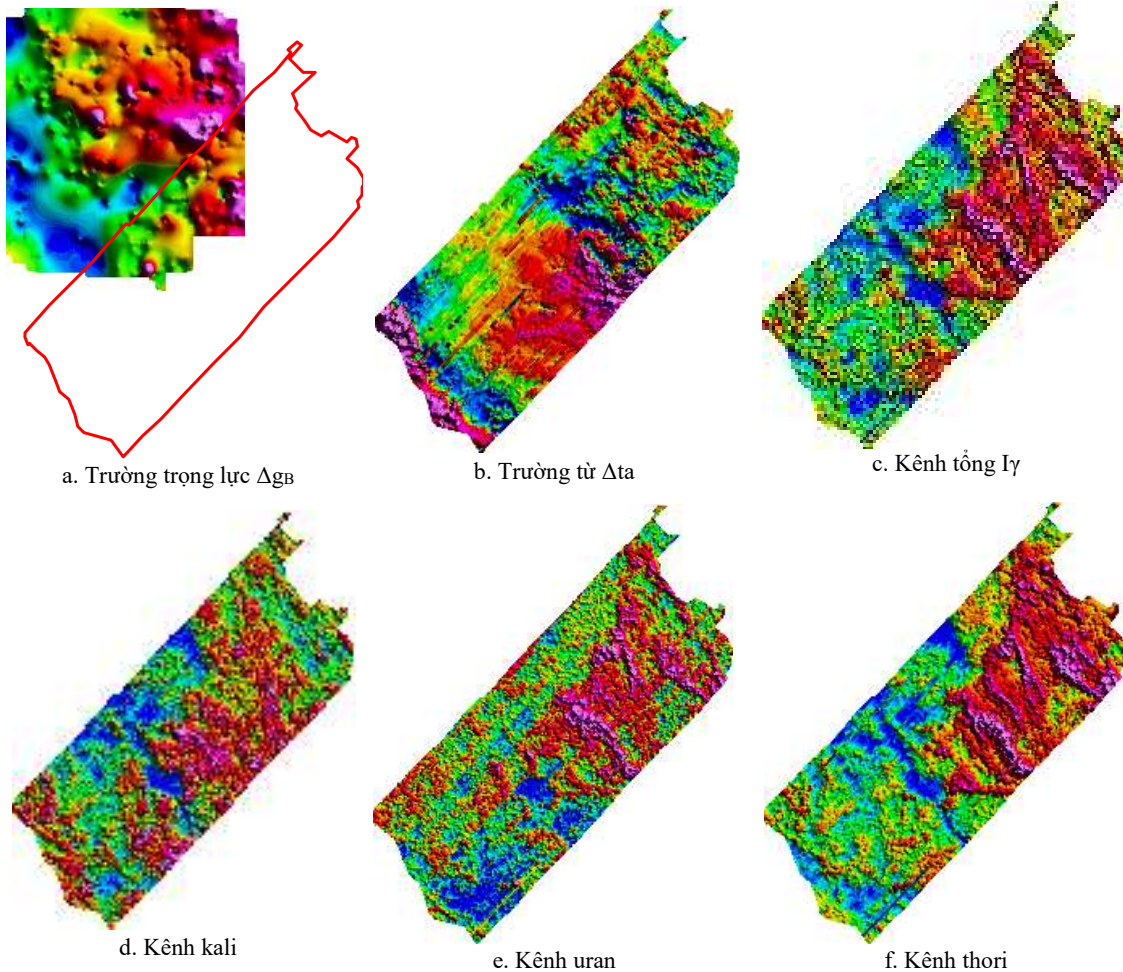
đổi mạnh, phân dị thành các đới, dải dị thường phương Tây Bắc - Đông Nam. Trường phổ gamma thấp, phân dị phản ánh các thành

tạo hệ tầng Viên Nam, Cò Nòi, Đồng Giao.

Đới cấu trúc Phan Xi Pan: Là phần diện tích còn lại. Phong chung trường từ trong đới không cao nhưng phân dị và biến đổi mạnh tạo thành các miền đặc trưng, tương ứng các khối cấu trúc. Theo đặc điểm trường từ và phổ gamma (hình 2.b ÷ 2.f), phần thuộc đới Phan Xi Pan có thể chia làm 3 khối cấu trúc (hình 2.b):

Khối Phan Xi Pan II - 1: chiếm một diện tích nhỏ phía Tây Bắc đới, giới hạn dạng một

cánh cung. Trường trọng lực không cao, từ - 62 mgl đến - 36 mgl, với các dị thường nhỏ. Trường từ thấp, thể hiện một cấu trúc âm tiếp tục phát triển về Tây Bắc, có một số dị thường nhỏ liên quan các đá siêu mafic phức hệ Bản Xang. Trường xạ phổ gamma thấp, ít biến đổi hơn các khối khác, tương ứng với các thành tạo lục nguyên và carbonat hệ tầng Bó Hiềng, Sông Mua, Bản Páp, Bản Nguồn, Bắc Sơn. Đá xâm nhập xuất hiện rải rác khối nhỏ phức hệ Bản Xang, Ca Vịnh.



Hình.2: Trường trọng lực, từ- phổ gamma vùng Vạn Yên

* Khối cấu trúc Phan Xi Pan II -2: tiếp giáp đới cấu trúc Sông Đà. Trường từ nói chung thấp, mức độ phân dị không đều, phía Đông phân dị mạnh hơn, tạo nên các đới dị thường biên độ kích thước nhỏ. Trường xạ phổ gamma ở mức trung bình, phân dị thấp hơn,

phản ánh các thành tạo chủ yếu lục nguyên hệ tầng Bó Hiềng, Sông Mua, Bản Páp, Bản Nguồn, Suối Bàng.

* Khối cấu trúc Phan Xi Pan II - 3: Ở phía Đông - Đông Bắc vùng. Trường từ trong khối ở mức trung bình cao, phân dị mạnh, cấu trúc

phức tạp, tạo thành các dãy thường kéo dài Tây Bắc - Đông Nam. Trường phóng xạ cao, phân dị mạnh, tương ứng phản ánh các đá biến chất hệ tầng Suối Chiềng, Sinh Quyền, Bến Khế, các phức hệ xâm nhập Ca Vịnh, Bản Ngâm, Bản Xang.

3. Tài liệu địa vật lý và viễn thám

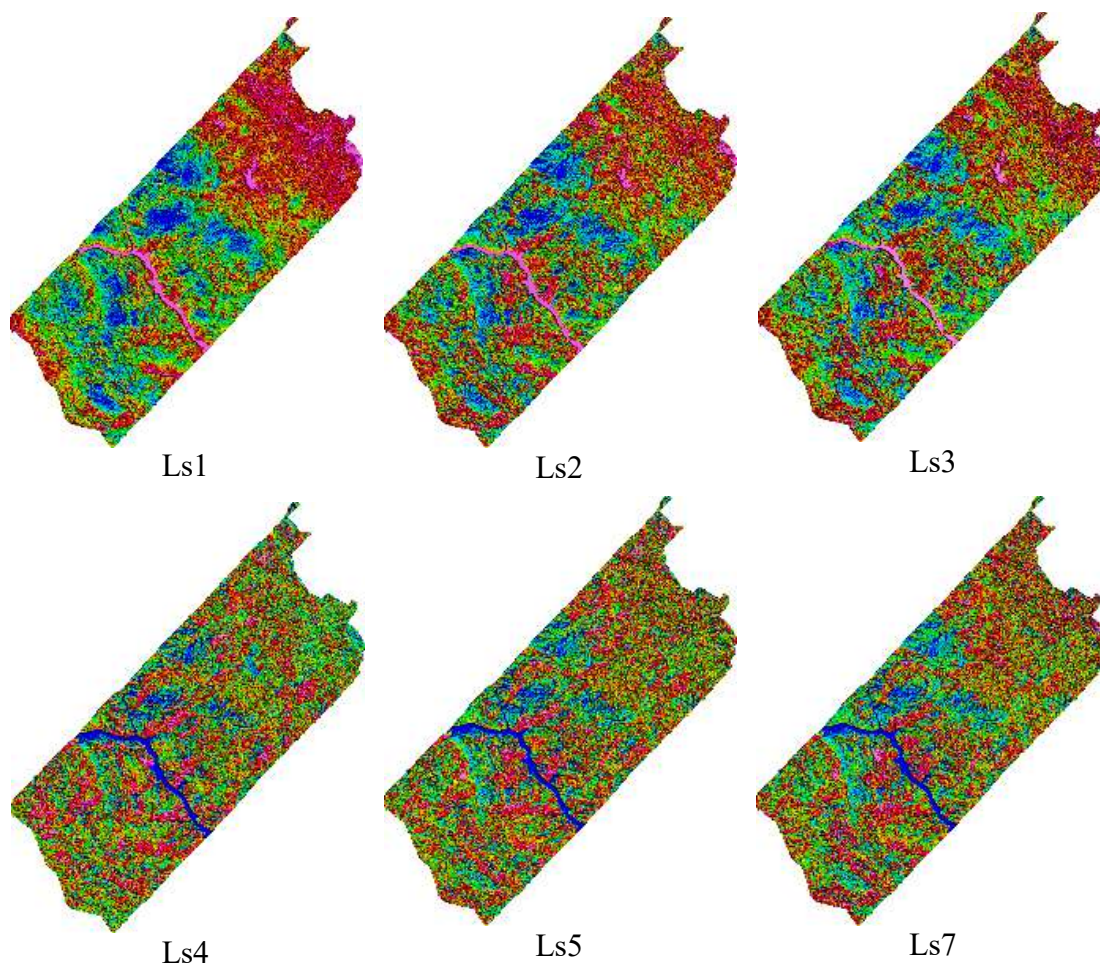
3.1. Tài liệu địa vật lý

Tài liệu địa vật lý gồm tài liệu đo trọng lực mặt đất tỷ lệ 1:50.000 với diện tích rất nhỏ (Lê T. Hải và nnk. 1994), tài liệu bay đo từ phổ gamma tỷ lệ 1:25.000 (Nguyễn X. Sơn và nnk. 1995). Ngoài các kênh số liệu gốc (Ig, K, U, Th, Từ), đã tính thêm các kênh tỷ số

(Th/U, U/K, K/Th), các kênh tham số dominal (DU, DTh, DK), các kênh chỉ số thành phần bức xạ (JK, JU, JTh), v.v..

3.2. Tài liệu viễn thám

Sử dụng ảnh Landsat ETM-7, chụp năm 2010. Các kênh ảnh sử dụng xử lý phân tích là các band 1, 2, 3, 4, 5 và 7, ký hiệu lần lượt là Ls1÷Ls5, Ls7 (hình 3). Ảnh có độ phân giải không gian là 30m, mã hóa 8 bit với 256 cấp độ xám (DN). Ảnh có chất lượng tốt, độ phủ mây rất thấp. Ngoài các kênh ảnh gốc còn tính thêm các kênh tỷ số như tỷ số kênh 4 với kênh 1 (ký hiệu Ls41), tỷ số kênh 5 với kênh 1 (ký hiệu Ls51), v.v..



Hình 3: Các kênh gốc của ảnh đa phổ Landsat TM7, các band ảnh ký hiệu từ Ls1 - Ls7

4. Hệ phương pháp xử lý phân tích tài liệu địa vật lý và viễn thám

Mục đích của phân tích tổng hợp tài liệu là xây dựng mô hình cấu trúc địa chất và xác định

4.1. Phương pháp phân tích và tổng hợp tài liệu

quy luật phân bố khoáng sản của vùng nghiên cứu bao gồm các yếu tố: a) Các đới, khối cấu

trúc địa chất và hệ thống đứt gãy chính phân chia các khối, đối cấu trúc(hình 2.b); b) Các thành tạo địa chất chính trong vùng; c) Quy luật phân bố khoáng sản, các yếu tố địa tầng, magma; các loại khoáng sản trọng tâm và chọn các mẫu khoáng sản chuẩn.

Đây là cơ sở để giải bài toán phân lớp đối tượng địa chất, nhận dạng đối tượng khoáng sản và luận giải kết quả phân lớp- nhận dạng thành lập bản đồ cấu trúc địa chất và sơ đồ phân vùng dự báo triển vọng khoáng sản theo tài liệu địa vật lý- viễn thám.

4.2. Phương pháp khảo sát thực địa

Sau khi chọn các mẫu chuẩn, tiến hành kiểm tra thực tế các mẫu chuẩn (địa chất và khoáng sản) để chính xác hóa các thông tin về:

Vị trí tọa độ, quy mô cũng như hình dạng của mẫu chuẩn;

Đặc điểm địa chất, khoáng sản của mẫu chuẩn;

Các tham số đặc trưng (trường địa vật lý và phản xạ ảnh đa phổ) nhằm xác định chính xác các tham số cho bài toán nhận dạng.

4.3. Phương pháp xử lý, phân tích tài liệu địa vật lý- viễn thám và giải đoán kết quả

4.3.1. Xác định hệ thống đứt gãy theo tài liệu địa vật lý- viễn thám

Việc xác định hệ thống đứt gãy theo tài liệu địa vật lý- viễn thám thực hiện theo các bước:

1) Xác định đứt gãy theo tài liệu địa vật lý: thực hiện trên cơ sở phân tích trực tiếp các bản đồ trường địa vật lý, các trường địa vật lý được biến đổi như trường trọng lực, trường từ và trường phổ gamma.

2) Xác định đứt gãy theo tài liệu viễn thám: gồm một loạt các bước xử lý ảnh số như: *Nắn chỉnh phổ, nắn chỉnh hình học; Tăng cường chất lượng ảnh; Phân loại ảnh; Các phép lọc định hướng, thực hiện các phương pháp triết xuất, phân tích cấu trúc; Phân tích lineament, v.v..*

3) Tổng hợp xác định hệ thống đứt gãy chung.

4.3.2. Xác định các đới dị thường theo tài liệu địa vật lý- viễn thám

4.3.2.1. Xác định các đới dị thường địa vật lý

Các dị thường địa vật lý không chỉ đặc trưng

bởi cường độ mà còn đặc trưng bởi các tham số thống kê của chúng như: gradient, độ lệch chuẩn, hàm tương quan, các tỷ số các thành phần v.v...

Xác định các đới dị thường địa vật lý có ý nghĩa quan trọng trong lập sơ đồ dự báo triển vọng khoáng sản bởi vì các dị thường địa vật lý thường liên quan với các dị thường địa hóa là kết quả của các hoạt động biến chất trao đổi, biến đổi nhiệt dịch, dẫn đến các quá trình tạo quặng.

4.3.2.2. Xác định các đới dị thường phản xạ ảnh đa phổ

Tương tự như các dị thường địa vật lý, các dị thường ảnh viễn thám đa phổ cũng có liên quan cộng sinh với các biến đổi tạo quặng hóa. Dị thường phản xạ ảnh đa phổ được đặc trưng bởi giá trị số DN và các đặc điểm thống kê.

Ngoài ra, các dị thường mật độ photolineament (độ dài, số lượng và điểm nút) còn dùng để phục vụ dự báo triển vọng khoáng sản.

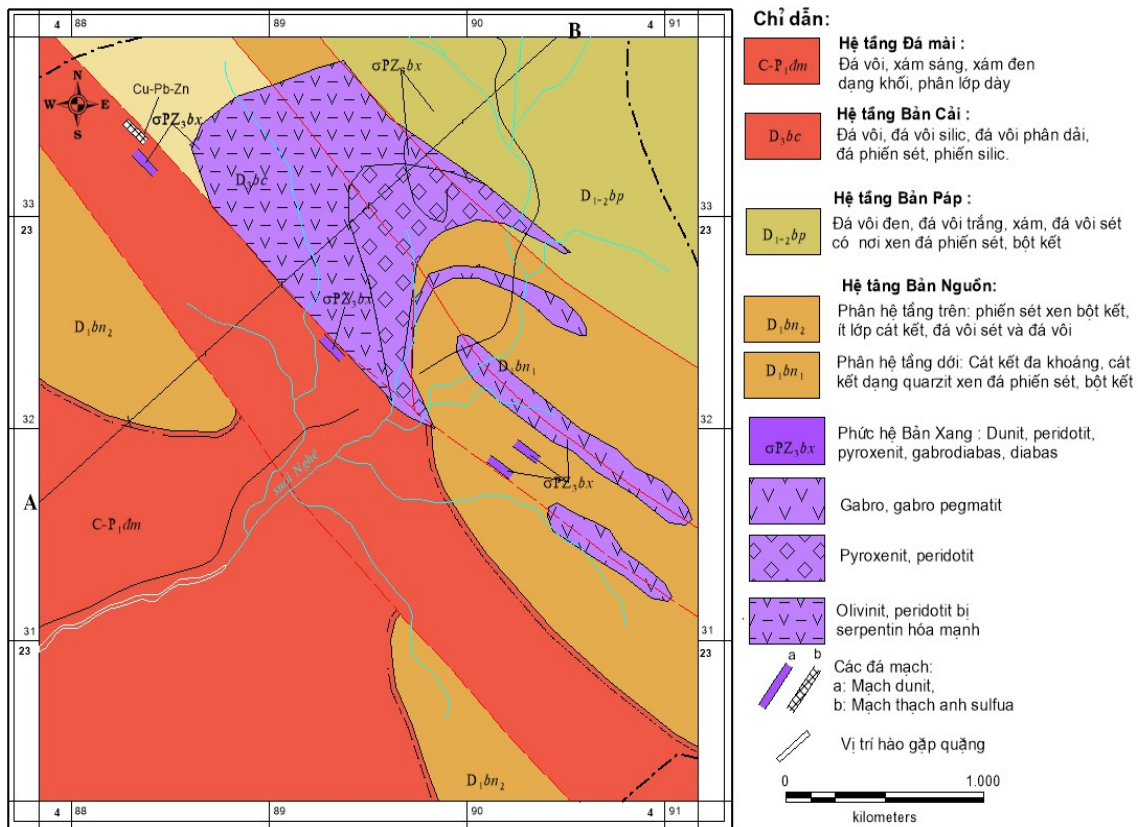
4.3.3. Nhận dạng khoáng sản theo tài liệu địa vật lý- viễn thám

4.3.3.1. Chọn mẫu chuẩn và xác định tham số nhận dạng

Tổng hợp tài liệu địa chất- khoáng sản vùng Vạn Yên và qua kiểm tra thực địa đã chọn được 3 điểm quặng làm mẫu chuẩn nhận dạng: điểm quặng Cu-Ni-Pt Bản Lài, điểm quặng Ba-U-Th TR Bản Nhũng, điểm quặng Pb-Zn-Ba Tân Phong (hình 4, hình 6, hình 8). Để chọn được các tham số địa vật lý và viễn thám đặc trưng cho mỗi mẫu chuẩn, các tác giả sử dụng phương pháp phân tích thống kê và đối sánh giá trị đặc trưng thống kê giữa mẫu chuẩn và đá vây quanh. Mỗi mẫu chuẩn xây dựng được các đồ thị phổ đặc trưng thống kê các kênh trường địa vật lý- viễn thám của mẫu chuẩn và môi trường địa chất vây quanh (hình 5, hình 7, hình 9). Đối sánh đồ thị phổ để chọn các kênh trường địa vật lý- viễn thám có sự khác biệt rõ ràng giữa mẫu chuẩn và đá vây quanh làm tham số nhận dạng.

a. Mẫu chuẩn Bản Lài

Điểm quặng Bản Lài thuộc xã Nánh Nghê, huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình, có tọa độ tâm (hệ tọa độ Vn-2000, KTT 105°, múi 6°): x: 490500m; y: 2333500m.



Hình 4: Sơ đồ địa chất khoáng sản điểm quặng Bàn Lai

Khu vực Bàn Lai bao gồm các trầm tích lục nguyên, cacbonat hệ tầng Suối Bàng, Bàn Páp, Đá Mài, Bàn Nguồn, các đá siêu mafic phức hệ Bàn Xang, một số đai mạch bazơ và trầm tích đệ tứ. Khối lớn siêu mafic có chiều dài 1,5 ÷ 3km, rộng 100 ÷ 300m, phân dị thành 3 đới: đới olivinit, peridotit; đới pyroxenit, peridotit; đới gabro, gabro pegmatit. Ở cả 3 đới đều chứa khoáng vật magnetit, pyrotin, pyrit, chancopyrit, cromit, ... Trong khối đều có sulfur xâm tán, đôi chỗ thành ổ nhỏ. Biến đổi thường gặp thạch anh hóa, serpentin hóa, clorit hóa và actinolit hóa.

Kết quả tính đặc trưng thống kê tham số địa vật lý, viễn thám đã xây dựng được các đồ thị phổ tham số địa vật lý- viễn thám của điểm quặng Bàn Lai và đá vây quanh (hình 5).

Các tham số nhận dạng: Th, Th/U, U/K, F, JU, DU, Ls41, Ls51, Ls71, Ls74.

b. Mẫu chuẩn Bản Nhũng

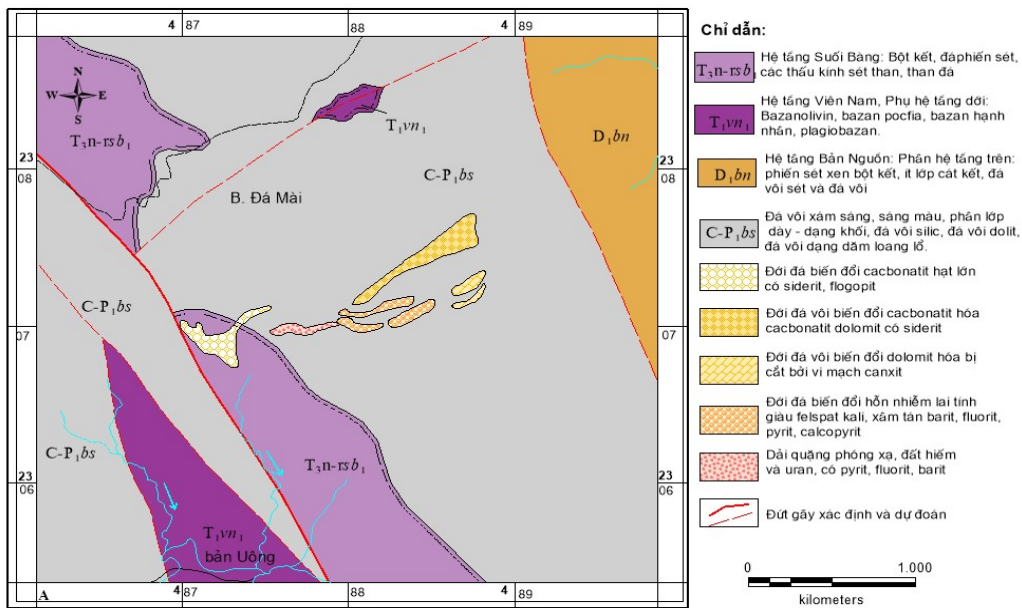
Điểm quặng Bản Nhũng thuộc địa phận xã Mường Tè, huyện Văn Hồ, tỉnh Sơn La, tọa độ

tâm (VN2000, múi 6⁰, kinh tuyến trực 105⁰): x: 488000 m; y: 2308400 m.

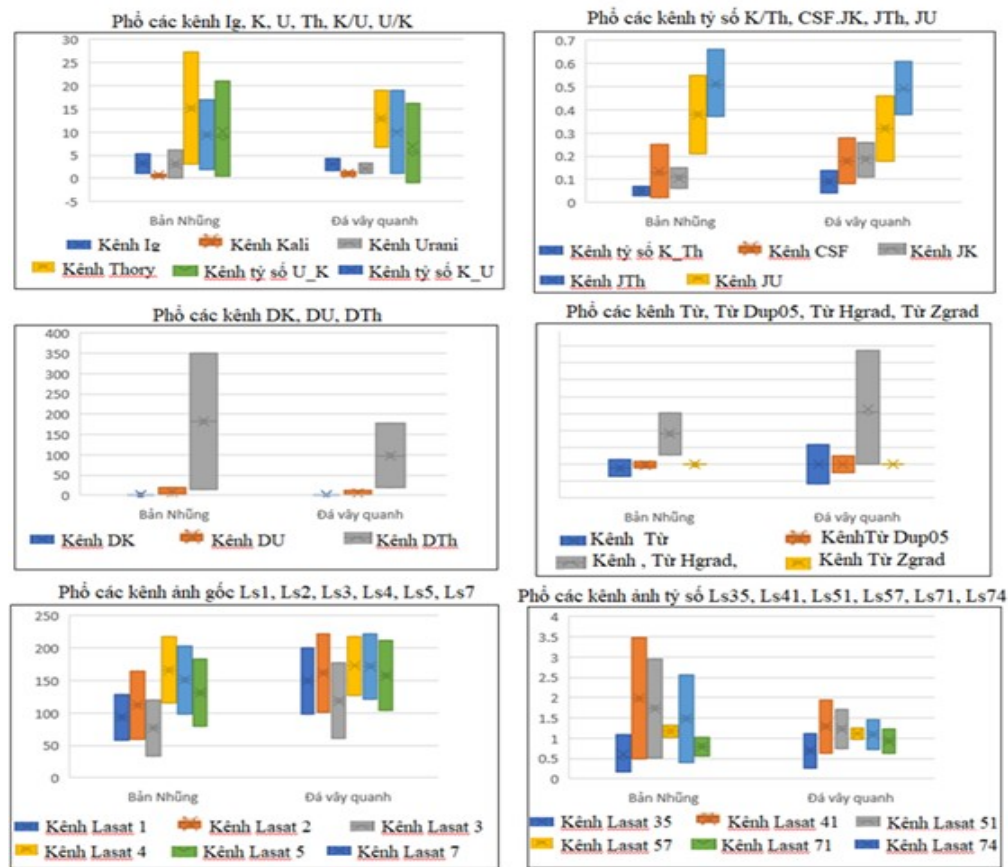
Khu vực Bản Nhũng có các trầm tích lục nguyên, cacbonat hệ tầng Suối Bàng, Bắc Sơn, Cò Nòi, Bàn Nguồn, đá phun trào bazơ hệ tầng Viên Nam, đá xâm nhập phức hệ Phu Sa Phìn. Khu vực phát triển các khoáng hoá pyrit, đồng. Quặng có dạng mạch, ổ, thành phần chủ yếu là quặng pyrit, ít quặng limonit. Quặng được thành tạo trong đới tiếp xúc phần vòm các đá xâm nhập á kiềm (pyroxenit, syenit, granit biotit) phức hệ Phu Sa Phìn với đá vôi hệ Carbon thống dưới- giữa (C_{1-2đn}). Các hoạt động nhiệt dịch về sau tạo nên một đới hỗn nhiễm ở phần rìa tiếp xúc. Các đới chứa quặng thường dài 400 ÷ 500m, rộng 20 ÷ 30m. Thân quặng gồm nhiều mạch pyrit, fluorit, barit, đất hiếm, uran, thori với hàm lượng và kích thước khác nhau.

Các tham số nhận dạng: U, Th, U/K, K/Th, CSF, JK, JU, Ls1, Ls2, Ls41, Ls51, Ls71.





Hình 6: Sơ đồ địa chất khoáng sản điểm quặng Bản Nhữn



Hình 7: Đồ thị phổ các tham số thống kê các kênh trường địa vật lý và ảnh viễn thám đa phổ của mẫu chuẩn khoáng sản Bản Nhữn

c. Mẫu chuẩn Tân Phong

Điểm quặng Tân Phong thuộc địa phận xã Nam Phong, huyện Phù Yên, tỉnh Sơn La, toạ độ tâm (VN2000, múi 6, kinh tuyến trực 105): x: 485000 m; y : 2327500 m. Khu vực Tân Phong gồm các trầm tích lục nguyên, cacbonat hệ tầng Suối Bàng, Bản Cải, Bản Páp, Bản Nguồn, một ít đai mạch thành phần trung tính. Khu vực Tân Phong có quặng chì - kẽm - barit phân bố trong đá vôi dạng khối màu xám sáng. Quặng hóa nằm trong đới dập vỡ kéo dài

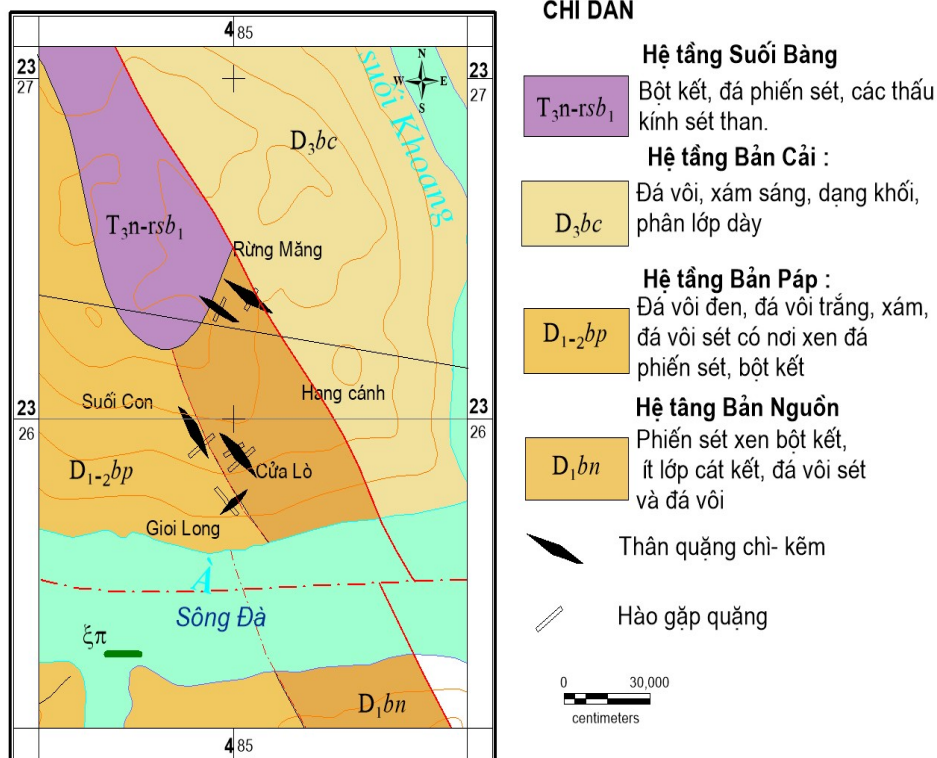
phương TB - ĐN.Đới biến đổi thường gặp thạch anh hoá, barit hoá.

Đới quặng gồm 5 thân quặng, chiều dài 2 ÷ 30 m; rộng 1 ÷ 5 m. Thành phần khoáng vật : barit, galenit, sphalerit, pyrit, chancopyrit. Quặng có dạng thấu kính, dạng mạch, xâm tán. Điểm quặng đã được kiểm tra chi tiết tỷ lệ 1: 2.000, đánh giá là có triển vọng.

Các tham số nhận dạng: Th, U/K, K/Th, CSF, DU, Ls35, Ls41, Ls51, Ls71.

Bảng 1: Các vùng triển vọng theo tài liệu địa vật lý- viễn thám

SH	Tên vùng	Diện tích (km ²)	Kết quả xử lý, phân tích, nhận dạng theo tài liệu địa vật lý- viễn thám	Dấu hiệu khoáng sản đã phát hiện	Khoáng sản dự báo
1	Văn Lương	15,8	- Nhận dạng mẫu Bản Lài - Đới biến đổi theo tài liệu địa vật lý- viễn thám - Đới dị thường tổ hợp - Đới dị thường uran, thori	- 5 điểm khoáng sản (Fe, Au, Py, Talc) - 1 vành trọng sa Au	U, Fe, Ba, Au
2	Tân Phú	33,6	- Nhận dạng mẫu Bản Lài, Bản Nhũng - Đới biến đổi theo tài liệu địa vật lý- viễn thám - Các dị thường từ - Các đới dị thường tổ hợp - Các đới dị thường kali, thori	- Các điểm quặng talc Tân Phú, Xuân Đài - Các vành trọng sa Au	U, Fe, Ba, Au, Cu, talc
3	Bản Lài	30,6	- Nhận dạng mẫu Bản Lài, Tân Phong, Bản Nhũng - Các dị thường từ - Các đới dị thường tổ hợp - Các đới dị thường CSF, thori	- Điểm quặng Cu-Ni- Pt Bản Lài - Các vành phân tán kim lượng của Cu	Cu-Ni, U, Fe, Ba, Pb- Zn
4	Kim Thượng	20,7	- Nhận dạng mẫu Bản Lài, Bản Nhũng - Đới biến đổi theo tài liệu địa vật lý- viễn thám - Các dị thường từ - Các đới dị thường tổ hợp - Các đới dị thường kali, thori	- Điểm quặng talc Kim Thượng - Các vành phân tán trọng sa của Zn	Cu-Ni, talc, U, Fe, Ba
5	Tân Phong	27,9	- Nhận dạng mẫu Tân Phong, Bản Lài, Bản Nhũng - Các dị thường từ - Các đới dị thường tổ hợp - Các đới dị thường kali, thori	- Điểm quặng Pb-Zn Tân Phong - Các vành phân tán trọng sa, kim lượng Ba	Pb-Zn, Ba
6	Bản Chanh	36,1	- Nhận dạng mẫu Bản Lài, Bản Nhũng, Tân Phong - Các đới dị thường tổ hợp - Các đới dị thường CSF, kali, uran, thori	- Điểm quặng Fe-Bản Chanh, Fe-Tà Phù - Các vành phân tán của Zn, Be	Pb-Zn, Fl, Ba, U, Fe, TR
7	Tô Mua	22,1	- Nhận dạng mẫu Bản Lài, Bản Nhũng, Tân Phong - Các dị thường từ - Các đới dị thường tổ hợp - Các đới dị thường uran, thori	- Điểm quặng Au Tô Múa - Các vành phân tán địa hóa, trọng sa Cu	Pb-Zn, Fl, Ba, U, Fe, TR
8	Xóm Dầu	7,6	- Nhận dạng mẫu Bản Lài, Bản Nhũng - Đới biến đổi theo tài liệu địa vật lý- viễn thám - Các dị thường từ - Đới dị thường tổ hợp - Các đới dị thường uran, thori	- Điểm quặng Fe và Talc Xóm Dầu	Fe, Cu, U, TR, Talc



Hình 8: Sơ đồ địa chất khoáng sản điểm quặng Tân Phong

4.3.3.2. Xác định các diện tích triển vọng khoáng sản

Các diện tích triển vọng khoáng sản được xác định dựa vào:

a. Tài liệu từ kết quả xử lý-phân tích và nhận dạng:

Kết quả nhận dạng theo các mẫu chuẩn;

Các đối dị thường địa vật lý, ảnh viễn thám;

Hệ thống đứt gãy địa chất theo tài liệu địa vật lý và ảnh viễn thám;

Các thành tạo magma ẩn xác định theo tài liệu địa vật lý và ảnh viễn thám;

b. Tài liệu địa chất- khoáng sản được tổng hợp:

Các mỏ, điểm quặng, đới khoáng hoá, các đới biến đổi, v.v..

Các vành phân tán trọng sa, địa hoá các loại.

5. Kết quả nghiên cứu

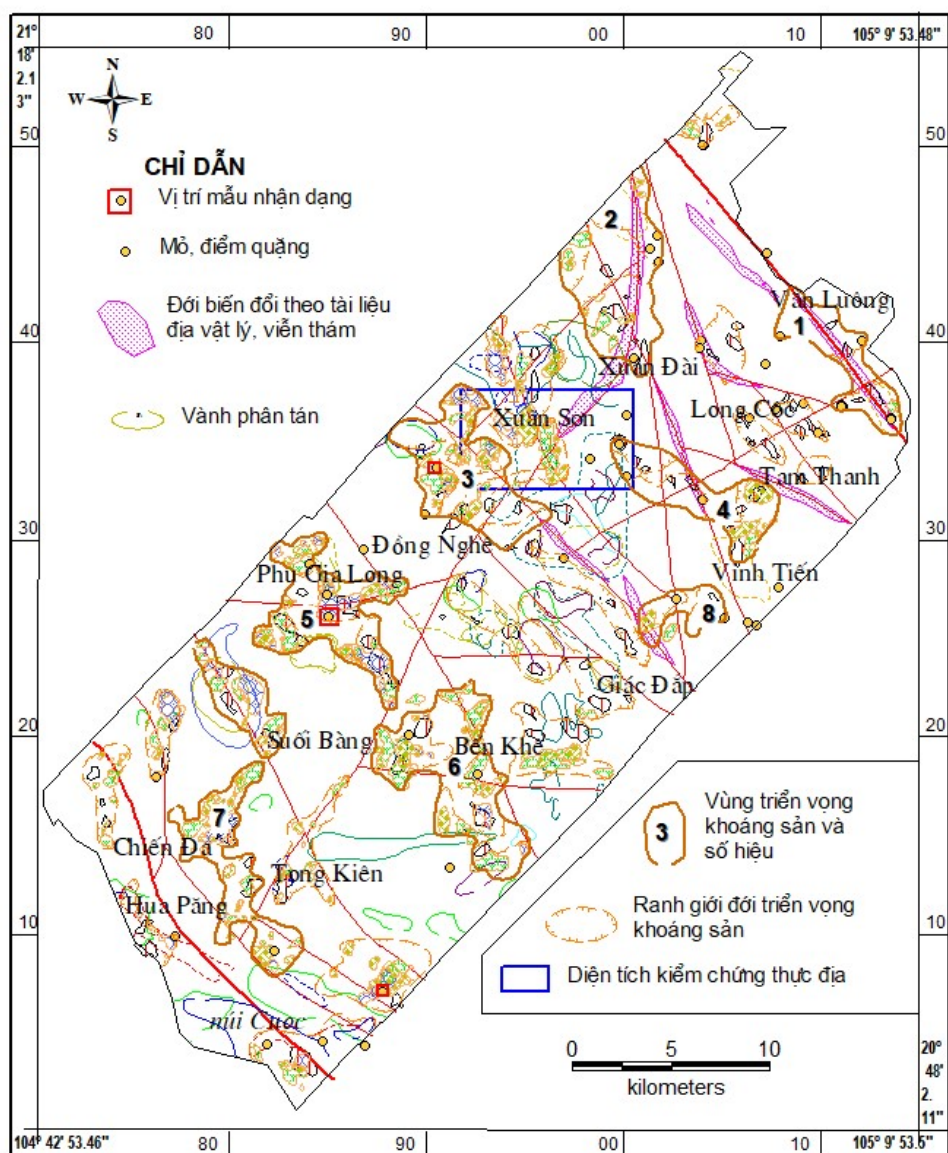
Kết quả là đã thành lập được sơ đồ phân vùng dự báo triển vọng khoáng sản theo tích hợp tài liệu địa vật lý-viễn thám và đã được kiểm chứng bằng công tác kiểm tra mặt đất. Vùng Vạn Yên nằm liền kề các vùng đang triển khai các đề án bay đo từ- phổ gamma-trọng lực tỷ lệ 1:50.000 với tổng diện tích gần 40.000km² nên áp dụng hệ phương pháp nói trên trong các đề án này sẽ góp phần nâng cao chất lượng, hiệu quả, chiều sâu nghiên cứu và dự báo khoáng sản trong các đề án điều tra đánh giá khoáng sản đang triển khai ở Tây Bắc Việt Nam.

5.1. Dự báo triển vọng khoáng sản vùng Vạn Yên theo tài liệu địa vật lý- viễn thám

Sử dụng phương pháp xử lý, phân tích kết hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám nói trên cho vùng Vạn Yên, các tác giả đã khoanh được 8 vùng triển vọng gồm 25 đới triển vọng khoáng sản (Hình 10).



Hình 9: Đồ thị phổ các tham số thống kê các kênh trường địa vật lý và ảnh viễn thám đa phổ của mẫu chuẩn khoáng sản Tân Phong



Hình 10: Kết quả dự báo triển vọng khoáng sản vùng Vạn Yên theo tài liệu địa vật lý- viễn thám

5.2. Kết quả kiểm chứng thực địa

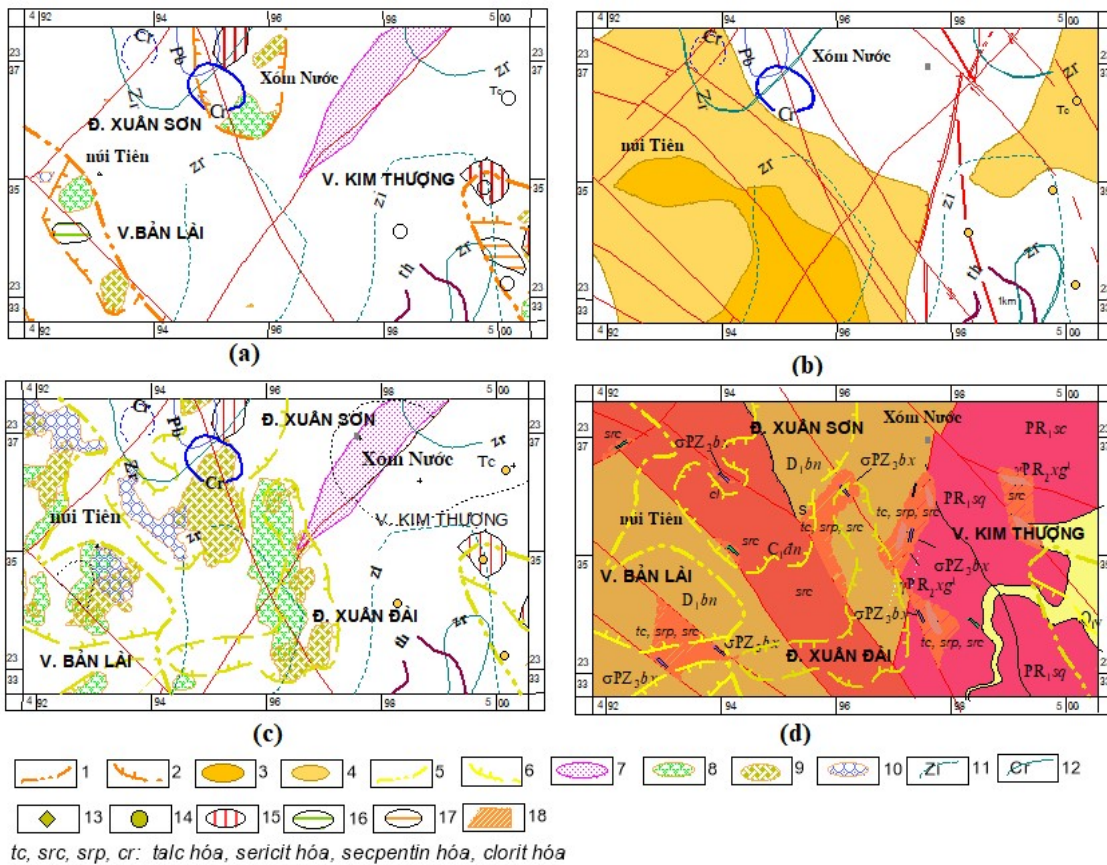
Công tác kiểm chứng kết quả xử lý, phân tích và dự báo triển vọng khoáng sản được thực hiện trên khu vực Xuân Sơn với diện tích khoảng 40 km² (hình 10). Vùng Xuân Sơn giới hạn tọa độ từ 21° 5' 40" ÷ 21° 8' 22" VDB; 104° 55' 14" ÷ 105° 0' 19" KĐĐ, thuộc các xã Xuân Sơn, Xuân Đài, Kim Thượng, huyện Thanh Sơn, tỉnh Phú Thọ. Vùng nằm trong đới cấu trúc Phan Xi Pan, bị hệ thống đứt gãy sâu dạng vòng cung chia thành 2 phần: Phía Tây

Bắc thuộc khối Phan Xi Pan I-2, phát triển chủ yếu đá carbonat, lục nguyên tuổi devon, carbon hệ tầng Bản Nguồn, Bản Páp, Bản Cải, Bắc Sơn và các đai mạch siêu mafic phức hệ Bản Xang; phía Đông Nam thuộc khối Phan Xi Pan I-3, phát triển các đá biến chất tuổi proterozoi sớm hệ tầng Suối Chiềng, Sinh Quyền, bị xuyên cắt bởi các đá granitoid phức hệ Xóm Giấu (hình 11.c). Phía Tây Bắc, trên diện tích phân bố các đá carbonat ghi nhận một số di thường từ quy mô nhỏ có thể liên quan các khối

siêu mafic chưa xuất lộ. Trong vùng phát hiện một số điểm quặng talc và các vành phân tán chì, crom, zircon. Kết quả nhận dạng phù hợp các mẫu Cu-Ni-Pt Bản Lài, Pb-Zn-Ba Tân Phong, Ba-F-TR-U-Th Bản Nhũng; tồn tại nhiều đới dị thường từ, phổ gamma và phản xạ ảnh đa phổ; khu vực khảo sát thuộc một phần các diện tích triển vọng Bản Lài, Kim Thượng, Xuân Sơn, Xuân Đài xác định theo tài liệu địa vật lý- viễn thám và được kiểm tra bằng lộ trình địa chất, dọn vết lộ, lấy và phân tích mẫu thạch học, khoáng tương.

Khảo sát thực địa đã phát hiện và khoanh

định một loạt đới biến đổi cùng nhiều đai mạch có thành phần từ acid đến siêu mafic (hình 11.d). Bên cạnh đó, đã phát hiện mới một số khối xâm nhập dự đoán là thuộc phức hệ Xóm Giấu. Các đai mạch mới phát hiện trong khu vực phân bố trùng với vị trí một số dị thường từ địa phương quy mô nhỏ- trung bình. Đới biến đổi thường gặp là thạch anh hóa, clorit hóa, actinolit hóa, serpentin hóa, v.v.. đặc trưng cho kiểu biến đổi liên quan tới tiếp xúc của các đá siêu mafic phức hệ Bản Xang với các đá lục nguyên-carbonat tuổi devon xuất hiện ở điểm quặng Bản Lài (Nguyễn T. Hùng và nnk. 1999).



Hình 11: Dự báo triển vọng khoáng sản khu vực Xuân Sơn và kết quả kiểm chứng thực địa: a. Dự báo theo tài liệu địa vật lý; b. Dự báo theo tài liệu viễn thám; c. Dự báo theo kết hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám; d. Kết quả kiểm chứng thực địa. **Các ký hiệu:** 1-2. Tương ứng là vùng và đới triển vọng theo tài liệu địa vật lý; 3-4. Tương ứng là vùng triển vọng bậc 1 và bậc 2 theo tài liệu viễn thám; 5-6. Tương ứng là vùng và đới triển vọng theo tích hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám; 7. Đới biến đổi dự đoán theo tài liệu địa vật lý- viễn thám; 8-10. Tương ứng là kết quả nhận dạng các mẫu Bản Lài, Bản Nhũng, Tân Phong; 11-12. Tương ứng là vành phân tán trọng sa và địa hóa; 13-14. Tương ứng, mỏ và điểm quặng; 15-17. Tương ứng, các đới dị thường uran, kali, thori; 18. Đới biến đổi phát hiện khi khảo sát kiểm chứng.

Tài liệu từ, phổ gamma và kết quả khảo sát trên mặt cho thấy có thể tồn tại các khối siêu mafic kiểu Bản Xang chưa xuất lộ trên bề mặt, nằm không sâu, có triển vọng quặng hóa đồng, nikel cần được điều tra, đánh giá tiếp.

6. Thảo luận

Trên các hình 11.a, 11.b là dự báo triển vọng khoáng sản theo tài liệu địa vật lý, tài liệu viễn thám được xử lý- phân tích độc lập. Hình 11.c là kết quả xử lý- phân tích kết hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám theo hệ phương pháp nêu ở phần trên.

Xử lý độc lập tài liệu địa vật lý xác định 3 diện tích triển vọng khoáng sản: Đới Bản Lài-2 ở phía Tây, đới Xuân Sơn ở phía Bắc và đới Kim Thượng-1 phía Đông Nam (hình 11.a), các đới nói chung có quy mô hẹp. Xử lý độc lập tài liệu viễn thám xác định 1 diện tích có triển vọng bậc 1 ở trung tâm và 2 diện tích triển vọng bậc 2 đều có quy mô khá rộng, thiếu tính chi tiết, trong đó diện tích triển vọng bậc 2 ở trung tâm bao trùm đới Bản Lài-2. Các đới Xuân Sơn và Kim Thượng-1 không ghi nhận theo tài liệu viễn thám (hình 11.b).

Khi tích hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám đã xác định được 5 diện tích triển vọng là đới Bản Lài-2 ở phía Tây, đới Bản Lài-4 ở góc Tây Nam, đới Xuân Sơn ở phía Bắc, đới Xuân Đài ở trung tâm và đới Kim Thượng-1 ở phía Đông (hình 11.d). Ngoại trừ đới Kim Thượng-1 thì 4 đới còn lại đều nằm trong diện tích đã được xác nhận theo tài liệu viễn thám, nhưng phân bố chủ yếu dọc theo các đới đứt gãy trong vùng, thể hiện quy mô tập trung hơn. Như vậy, việc kết hợp giữa tài liệu địa vật lý và viễn thám đã làm tăng tính định xứ và chi tiết hơn về dự báo khoáng sản cho tài liệu viễn thám, đồng thời mở rộng quy mô và tăng khả năng dự báo cho tài liệu địa vật lý. Điều này có thể giải thích là, các hệ thống đai mạch, đới biến đổi có thể xem là các dị thường thạch học trên phong đá vây quanh, chúng là nguồn gây ra các dị thường phản xạ ảnh đa phổ có độ phân giải cao (cả về không gian và độ phản xạ) nên đã ghi nhận được trên ảnh viễn thám. Do đó, việc bổ sung thêm

các kênh ảnh đa phổ vào tài liệu địa vật lý, về mặt thống kê đã làm tăng độ tin cậy trong việc xác định và dự báo các diện tích triển vọng khoáng sản.

Điều này được kiểm chứng qua kết quả khảo sát thực địa vùng Xuân Sơn (hình 11.d). Một loạt đới biến đổi talc hóa, sericit hóa, serpentin hóa, clorit hóa đã được khoanh vẽ đi kèm với các đai mạch siêu mafic vừa phát hiện tại các đới triển vọng Bản Lài-2, Xuân Sơn, Xuân Đài, nơi có môi trường địa chất tương tự ở điểm quặng Cu-Ni-Pt Bản Lài. Ở phía Đông, nơi phát triển các thành tạo Sinh Quyền, Suối Chiềng đã phát hiện mới một số khối xâm nhập nhỏ có thể thuộc phức hệ Xóm Giầu. Đi kèm với chúng là các đới biến đổi sericit hóa, các đới vỏ nhàu phát triển dọc các đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam. Cùng với các dị thường từ phân bố lân cận các đới biến đổi mới phát hiện, kết quả khảo sát vùng Xuân Sơn cho thấy đây là vùng có triển vọng quặng hóa Cu, Ni, Pt dưới sâu, cần được điều tra, đánh giá thêm bằng hệ phương pháp địa chất- địa vật lý hợp lý.

7. Kết luận

Đã áp dụng thử nghiệm quy trình ở vùng Vạn Yên với tập số liệu bay đo từ- phổ gamma, trọng lực mặt đất, ảnh viễn thám đa phổ Landsat-7 và đã thành lập bản đồ cấu trúc địa chất và sơ đồ dự báo triển vọng khoáng sản theo tài liệu địa vật lý- viễn thám. Trên diện tích gần 900km² vùng Vạn Yên đã khoanh định 8 vùng với 42 đới triển vọng khoáng sản.

- Đã kiểm chứng phát hiện nhiều biểu hiện khoáng hóa sắt, KNO₃ với quy mô và mức độ khác nhau. Đã khoanh vẽ được nhiều diện tích phát triển các loại đá biến đổi liên quan tới các quá trình biến đổi sericit hóa, serpentin hóa, chlorit hóa, ... phân bố dọc hệ thống đứt gãy và các hệ thống đai mạch thành phần axit đến siêu mafic.

- Đối sánh kết quả dự báo triển vọng khoáng sản theo tích hợp tài liệu địa vật lý- viễn thám với việc xử lý- phân tích riêng tài liệu địa vật lý và tài liệu viễn thám cho thấy sử dụng phối hợp hai nguồn số liệu này đã làm tăng tính định xứ của tài liệu viễn thám

đồng thời làm mở rộng hơn kết quả phát hiện, dự báo các diện tích triển vọng so với chỉ dùng riêng số liệu địa vật lý.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành dưới sự hỗ trợ của đề tài “nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ nhận dạng các đối tượng địa vật lý”

Văn Liệu tham khảo

Nguyễn T. Thịnh và nnk. 2003. Nghiên cứu, thử nghiệm đề xây dựng quy trình công nghệ xử lý, phân tích tổng hợp tài liệu địa vật lý và ảnh viễn thám với mục đích điều tra địa chất và khoáng sản. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

Nguyễn T. Hùng và nnk. 1999. Tổng hợp phân tích tài liệu địa vật lý để nhận dạng đánh giá triển vọng khoáng sản nội sinh các dị thường địa vật lý ở miền Trung Việt Nam. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

Đào V. Thịnh và nnk. 1997. Báo cáo tổng kết đề án “Sử dụng tư liệu và công nghệ viễn thám tin học để xây dựng và phát hiện các đối tượng địa chất và khoáng sản nhằm phục vụ điều tra địa chất và tài nguyên khoáng sản”. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

Christopher H. Gammons. 2018. Aeromagnetic and spectral expressions of rare earth element deposits in Gallinas Mountains area, Central New Mexico, USA. In: *Interpretation 6 (4):1-13.*

Hani Al Amoush. 2013. Integration of Aeromagnetic Data and Landsat Imagery for

tượng địa chất, xử lý kết hợp tài liệu địa vật lý và viễn thám” mã số: TNMT.2017.03.02. Chúng tôi xin trân thành cảm ơn các tập thể và các nhà khoa học của Liên đoàn vật lý đã giúp đỡ hoàn thành bài báo.

Structural Analysis Purposes. In: *Journal of Geographic Information System 5:198-207.*

Garrard G.R. 1985. Integration of Landsat TM imagery with aeromagnetic and airborne spectrometric data over a part of Mozambique. Hertfordshire, United Kingdom. In: *Geological Data Integration Techniques:p.117-132.*

Mohamed Abdelkareem. 2018. Using of Remote Sensing and Aeromagnetic Data for Predicting Potential Areas of Hydrothermal Mineral Deposits in the Central Eastern Desert of Egypt. In: *Remote Sensing, South Valley University, Egypt., 7 (1).*

Ngô V. Bắc và nnk. 1971. Địa chất và Khoáng sản tờ Vạn Yên tỷ lệ 1:200.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

Lê T. Hải và nnk. 1994. Báo cáo kết quả đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:50.000 phục vụ công tác lập bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Vạn Yên. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

Nguyễn X. Sơn và nnk. 1995. Báo cáo kết quả bay đo từ- phổ gamma tỷ lệ 1:25.000 vùng Vạn Yên. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

Summary

Some results of mineral resource prediction on the basis of recognition and process of combined geophysical and remote sensing data of Vạn Yên region

Phạm Văn Hùng*, Nguyễn Thế Hùng*, Nguyễn quốc Khánh**, Lê Gia Mừng*

Up to now, geophysical and remote sensing data have made important contributions to geological investigation and mineral assessment in Vietnam. There are processes of technology to process and analyze separately for each of these types of data, however, the analytical processing based on the combined geophysical and remotely sensing data is not paid much attention.

The paper introduces the methods of pattern identification, processing the combined geophysical and remote sensing data to determine the tectonic fault system; to contour the geophysical anomalous zones, multi-spectral image reflection anomalies; to delineate and forecast potential mineral areas. The method system has been applied experimentally for the Van Yen airborne magnetic and gamma-ray spectral investigation region, the results have established the mineral prospect prediction map according to geophysical-remote sensing data. The field verification work has discovered a series of altered zones with potential to detect Cu, Ni, Pt ores, proving the reliability of forecasting mineral prospects of the above method system and the efficiency of integrated using geophysical and remote sensing data. The application of this methodology in geological investigation and mineral assessment projects being implemented in the Northwest, Central Highlands and some other areas will contribute to improving the quality, effectiveness of detection and evaluation. mineral potential prices, especially hidden minerals.

Keywords: *Geophysics, remote sensing, Vạn Yên, Yên Bái*