

## PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THÀNH PHẦN CHÍNH TRONG XÁC ĐỊNH SỰ PHÂN BỐ KHOÁNG VẬT SÉT, OXIT SẮT BẰNG TƯ LIỆU ẢNH VỆ TINH LANDSAT

TRỊNH LÊ HÙNG\*

### TÓM TẮT

*Bài báo trình bày nghiên cứu ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt bằng dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ LANDSAT 7 ETM+. Trong bài báo cũng sử dụng kỹ thuật Crosta nhằm làm nổi bật sự tương phản giữa đất sét, oxit sắt với các đối tượng khác trên ảnh. Kết quả nhận được có thể sử dụng để thành lập bản đồ phân bố khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt, phục vụ công tác thăm dò, khai thác khoáng sản.*

**Từ khóa:** viễn thám, ảnh LANDSAT, phương pháp phân tích thành phần chính, khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt.

### ABSTRACT

#### *The method of analyzing the principal components to detect clay minerals and iron oxides distribution using images from Landsat satellite*

*This article presents a study on the application of the method of analyzing the principal components in detecting clay minerals and iron oxides using the multispectral image data from LANDSAT 7 ETM+. This article also uses Crosta technique to highlight the contrast between clay minerals, iron oxides with other objects on the images. The results which are obtained in this study can be used to create a distribution map of clay minerals and iron oxides, and to serve in mineral mining and exploration.*

**Keywords:** remote sensing, LANDSAT image, principal component analysis, clay mineral, iron oxide

### 1. Mở đầu

Tài nguyên khoáng sản là một trong những nguồn tài nguyên quan trọng nhất của mỗi quốc gia. Khoáng sản là nguồn nguyên liệu cho rất nhiều ngành kinh tế như sản xuất năng lượng, vật liệu xây dựng, kim loại, phục vụ cho nông nghiệp, công nghiệp,... Việc thăm dò, phát hiện các mỏ khoáng sản là một bài toán phức tạp và cấp bách trong nghiên cứu, giám sát tài nguyên thiên nhiên. Các phương pháp truyền thống dựa trên kết quả điều tra thực địa chỉ giải quyết được bài toán ở quy mô nhỏ và rất tốn kém. Công nghệ viễn thám với những ưu điểm vượt trội như diện tích vùng phủ rộng, có khả năng chụp lặp lại tại cùng một địa điểm trong thời gian ngắn,... đã được sử dụng hiệu quả trong dự đoán, thăm dò các khoáng vật.

---

\* TS, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội

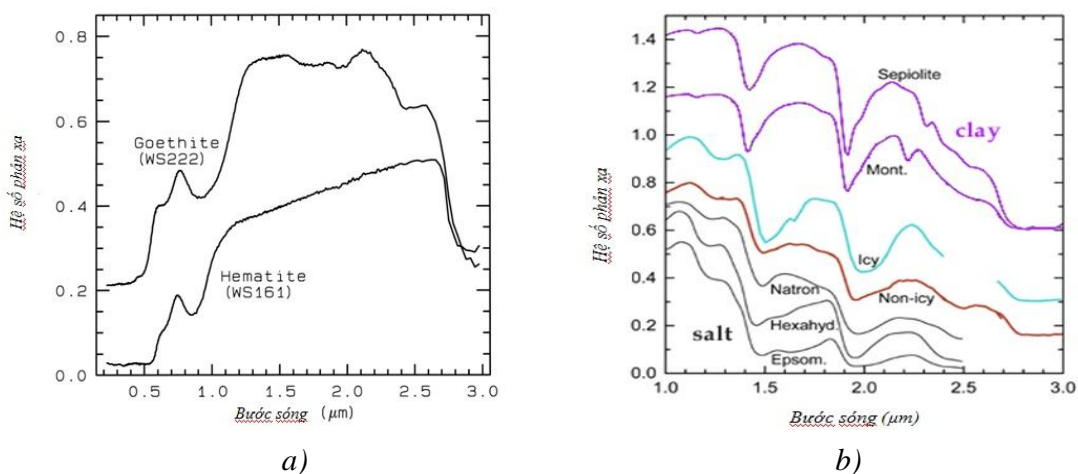
Cho đến nay đã có một số nghiên cứu trên thế giới về sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám đa phổ LANDSAT, Aster trong thành lập bản đồ phân bố một số loại khoáng vật (Abdelsalam et al. 2000; Ramadan et al. 2001; Madani et al. 2003; Ramadan and Kontny 2004). Trong nghiên cứu này sử dụng một số phương pháp như: phương pháp tổ hợp màu, phương pháp tỉ số ảnh để phát hiện các vùng chứa khoáng vật sét và oxit sắt. Các phương pháp trên có ưu điểm là rất đơn giản, dễ thực hiện, tuy nhiên độ chính xác trong phát hiện các khoáng vật còn chưa cao. Các nghiên cứu này cũng đã đề cập đến việc ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính trong xác định sự phân bố của các khoáng vật. Bài báo này phân tích đặc trưng phản xạ phổ của khoáng vật sét và các khoáng vật chứa sắt đồng thời nghiên cứu ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính trong xây dựng bản đồ dự báo vị trí phân bố của các khoáng vật trên.

**2. Phương pháp nghiên cứu**

**2.1. Đặc trưng phản xạ phổ của khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt**

Trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại gần (0,4 - 1µm) các kim loại chuyển tiếp như Fe, Mn, Cu, Ni, Cr đặc trưng bởi sự thay đổi mức năng lượng điện tử. Oxit sắt bị hấp thụ phổ ở dải sóng ngắn bởi hiệu ứng điện tích. Các hợp phần chứa sắt bị hấp thụ mạnh nhất ở các bước sóng 0,4µm, 0,5µm, 0,7µm, 0,87µm (oxit Fe); 1µm (amphibol, olivin); 0,7µm, 1,8µm (pyroxen). [1]

Khoáng chất sét gồm một nhóm các khoáng chất phyllosilicat (nhôm ngâm nước), thông thường có đường kính hạt nhỏ hơn 2µm. Khoáng chất sét giàu các oxit và hidroxit của silic, nhôm cũng như một lượng lớn nước tham gia vào việc tạo cấu trúc và thay đổi theo từng loại đất sét. Khoáng vật sét bị hấp thụ mạnh nhất ở dải sóng cận hồng ngoại (VNIR) do chứa nước, ở dải sóng hồng ngoại sóng ngắn (SWIR) do chứa ion hydroxyl, AL-OH, Mg-OH và ở dải sóng hồng ngoại giữa (MIR) do chứa silicate [1]. Đường cong phản xạ phổ của một số hợp phần chứa sắt (goethite, hematite) và khoáng vật sét được thể hiện trên Hình 1.



**Hình 1.** Đường cong phản xạ phổ của các hợp phần chứa sắt (a), sét (b)

**2.2. Ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính nghiên cứu sự phân bố khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt**

Một số phương pháp ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám nghiên cứu phát hiện khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt như phương pháp tổ hợp màu, phương pháp tỉ số ảnh tuy đơn giản, dễ thực hiện nhưng vẫn có nhiều nhược điểm. Do sự tương quan giữa các kênh ảnh là khá lớn, trên ảnh tỉ số và ảnh tổ hợp màu có thể nhầm lẫn giữa khoáng vật và các đối tượng khác. Để giải quyết vấn đề trên, bài báo này nghiên cứu khả năng ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt bằng dữ liệu ảnh vệ tinh LANDSAT 7 ETM+.

Phương pháp phân tích thành phần chính (principal components analys) là một thuật toán đặc trưng trong xử lí ảnh vệ tinh đa phổ nhằm làm nổi bật đặc tính phổ của một số đối tượng bề mặt Trái Đất (khoáng sản, mỏ lộ thiên,...) mà các phương pháp nâng cao độ tương phản khác không nhận biết rõ ràng được. Bản chất của phương pháp phân tích thành phần chính là một thuật toán thống kê toán học nhằm biến đổi tập dữ liệu đa biến tương quan vào trong một tập dữ liệu đa biến không tương quan – còn được gọi là các thành phần chính.

Để phát hiện khoáng vật sét, trong nghiên cứu sử dụng 4 kênh phổ ảnh LANDSAT 7 ETM+ bao gồm: kênh 1 (xanh lam), kênh 4 (cận hồng ngoại), kênh 5 (hồng ngoại trung bình), kênh 7 (hồng ngoại trung bình) để tính thành phần chính. Dải sóng xanh lục và đỏ (kênh 2 và kênh 3) không sử dụng khi nghiên cứu khoáng vật sét để loại bỏ ảnh hưởng của thảm thực vật [3-7]. Giá trị vector riêng và hàm lượng thông tin chứa trong các thành phần chính (PC) được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây.

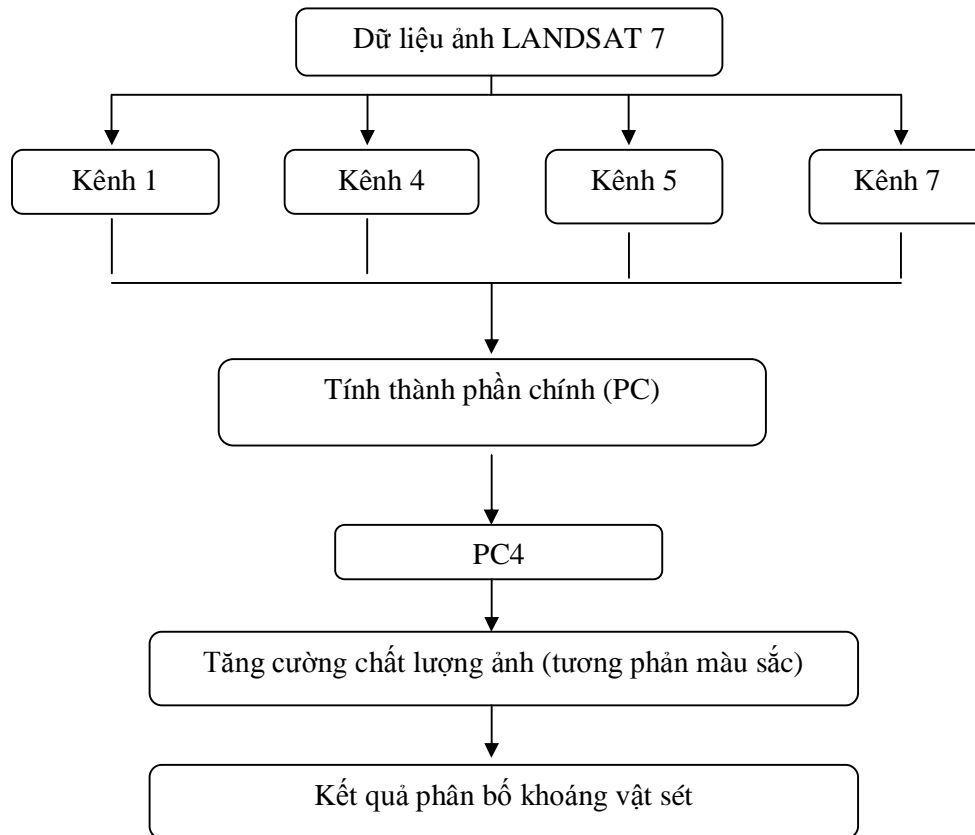
**Bảng 1.** Vector riêng và lượng thông tin trong các PC trong phát hiện khoáng vật sét

PC	Vector riêng				Lượng thông tin trong các PC
	Kênh 1	Kênh 4	Kênh 5	Kênh 7	
PC1	0,354938	0,638399	0,609843	0,307498	96,90%
PC2	0,237907	0,619488	-0,511895	-0,545524	2,02%
PC3	-0,886691	0,367792	0,219110	-0,174637	1,01%
PC4	-0,176627	0,270939	-0,563953	0,759835	0,06%

Phân tích kết quả tính thành phần chính khi nghiên cứu phát hiện khoáng vật sét cho thấy, phần lớn lượng thông tin chứa đựng trong thành phần chính thứ nhất (PC1 – 96,90%), hay có thể xem rằng PC1 là hình ảnh phản chiếu bề mặt. Thành phần chính thứ hai (PC2 – 2,02%) mô tả sự tương phản giữa dải sóng cận hồng ngoại và nhìn thấy. Ở thành phần chính thứ ba (PC3), thực vật có màu tối, trong khi ở thành phần chính thứ tư (PC4), các khoáng vật sét có màu tối sẫm (giá trị vector riêng ở kênh 5 là -0,563953, ở kênh 7 là +0,759835). Để làm nổi bật khoáng vật sét trên ảnh thành phần chính thứ

tu, trong nghiên cứu sử dụng kỹ thuật tương phản màu sắc. Trên ảnh kết quả, khoáng vật sét sẽ có màu trắng sáng (hình 5a). Phân tích giá trị vector riêng đối với kênh 5 và kênh 7 trong PC3, PC4 cho thấy, giá trị các vector riêng này có dấu ngược nhau và có giá trị chênh lệch nhau khá nhiều, đặc biệt là ở PC4. Trong PC4, giá trị vector riêng ở kênh 7 thể hiện sự tương quan “tích cực” mạnh (+0,759835), trong khi đối với kênh 5 thể hiện sự tương quan “tiêu cực” (-0,563953). Chính do sự tương phản này, trong PC4, khoáng vật được biểu diễn ở màu trắng sáng.

Từ kết quả trên, bài báo đưa ra mô hình phát hiện khoáng vật sét như sau:



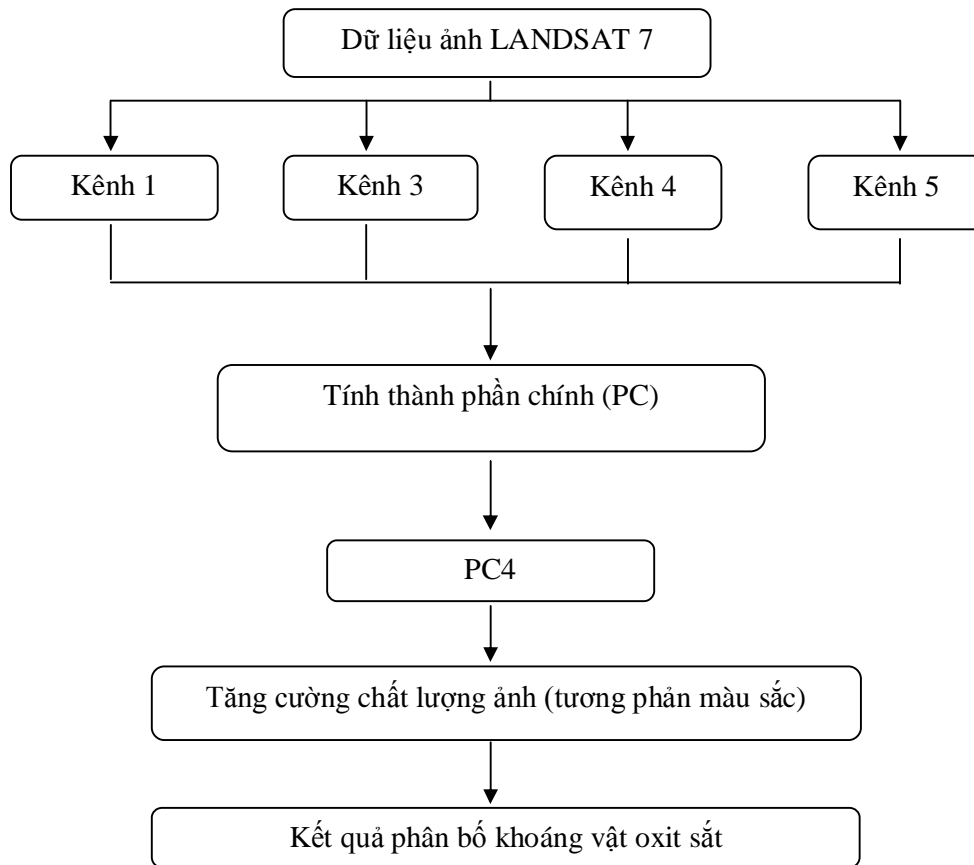
**Hình 2.** Mô hình phát hiện khoáng vật sét từ dữ liệu ảnh LANDSAT 7 ETM +

Từ đặc trưng phản xạ phổ của các hợp phần chứa sắt, để phát hiện khoáng vật oxit sắt, trong bài báo sử dụng 4 kênh phổ mang nhiều thông tin nhất, bao gồm: kênh 1 (xanh lam), kênh 3 (đỏ), kênh 4 (cận hồng ngoại) và kênh 5 (hồng ngoại trung bình) để tính thành phần chính. Kết quả tính vector riêng và hàm lượng thông tin trong các thành phần chính khi nghiên cứu phát hiện khoáng vật oxit sắt được thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Vector riêng và lượng thông tin trong các PC trong phát hiện oxit sắt

PC	Vector riêng				Lượng thông tin chứa trong các PC
	Kênh 1	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 5	
PC1	0,364623	0,224489	0,654996	0,622602	97,07%
PC2	-0,195769	0,252425	-0,640960	0,697944	1,54%
PC3	-0,776511	-0,460504	0,341079	0,261975	1,32%
PC4	0,475136	-0,820866	-0,209319	0,237926	0,06%

Phân tích giá trị vector riêng đối với các PC cho thấy, PC1 có thể coi là là hình ảnh phản chiếu bề mặt (giá trị dương cho tất cả các kênh ảnh), PC2 mang thông tin về thực vật, PC3 là sự tương phản giữa dải sóng cận hồng ngoại và nhìn thấy, trong khi ở PC4 oxit sắt có màu tối sẫm (ví dụ đối với kênh 3, giá trị vector riêng ở PC4 là -0,820866, còn ở PC1 là +0,224489). Để làm nổi bật oxit sắt, tác giả cũng sử dụng kỹ thuật tương phản màu sắc. Khi đó, trong PC4, oxit sắt có màu sáng, thực vật có màu tối (Hình 5b). Mô hình phát hiện khoáng vật oxit sắt bằng dữ liệu ảnh LANDSAT 7 ETM+ được thể hiện trên Hình 3 dưới đây.

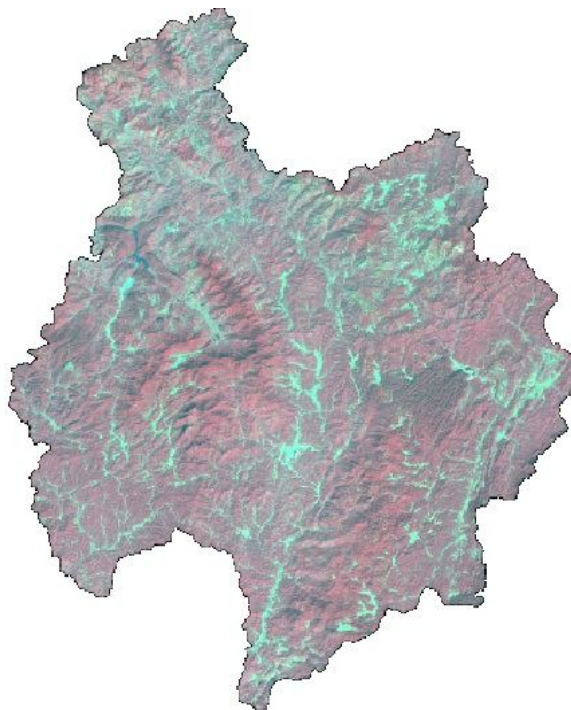


**Hình 3.** Mô hình phát hiện oxit sắt từ dữ liệu ảnh LANDSAT 7 ETM +

### 3. Kết quả nghiên cứu

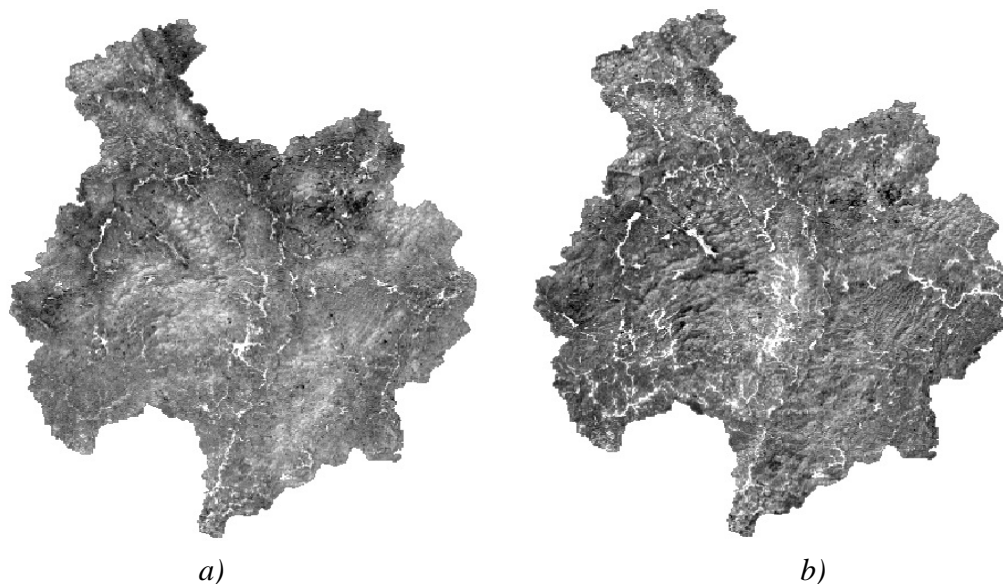
Để minh họa ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt, trong nghiên cứu này sử dụng ảnh LANDSAT 7 ETM+ khu vực tỉnh Bắc Kạn (Hình 4). Ảnh được chụp vào 08-11-2007 là thời điểm mùa khô, không bị ảnh hưởng của mây và sương mù. Dữ liệu ảnh LANDSAT 7 ETM+ có độ phân giải không gian 30m ở các kênh đa phổ, 60m ở kênh hồng ngoại nhiệt và 15m ở kênh toàn sắc, diện tích phủ của một ảnh là 185 x 185km<sup>2</sup>. Với độ phân giải không gian trên, ảnh LANDSAT 7 ETM+ thích hợp cho các nghiên cứu ở quy mô cấp tỉnh và vùng.

Tỉnh Bắc Kạn nằm ở đông bắc Bắc Bộ, có diện tích tự nhiên 4857,2km<sup>2</sup>. Bắc Kạn là một tỉnh giàu tài nguyên thiên nhiên, đặc biệt là tài nguyên khoáng sản, bao gồm kim loại đen, kim loại màu, khoáng sản phi kim loại, các loại đá quý, đá vôi, đất sét. Hai mỏ đất sét lớn hiện đang được khai thác nằm ở huyện Bạch Thông (mỏ Khau Mạ, Hà Vị) và huyện Chợ Đồn (thuộc xã Quảng Bạch, Ngọc Phái). Bắc Kạn cũng là một trong những tỉnh giàu tài nguyên sắt, với các mỏ quặng sắt tập trung ở các huyện Chợ Đồn, Ngân Sơn, Bắc Mê. Hiện nay, trên địa bàn tỉnh đang có 13 mỏ sắt được đưa vào khai thác.



**Hình 4.** Ảnh LANDSAT 7 ETM+ chụp vào 08-11-2007 khu vực Bắc Kạn ở tổ hợp màu 432

Kết quả xác định thành phần chính thứ tư nhằm phát hiện khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt được thể hiện trên Hình 5 (a, b). Để làm nổi bật vị trí phân bố của khoáng vật sét và oxit sắt, trong bài báo sử dụng kỹ thuật Crosta nhằm tăng cường sự tương phản giữa các khoáng vật trên và các đối tượng khác trên ảnh. Trong kỹ thuật Crosta, các ảnh kết quả PC4 trong nghiên cứu phát hiện khoáng vật sét (ảnh H), ảnh tổng hợp khoáng vật sét, oxit sắt (ảnh H + F), oxit sắt (ảnh F) được sử dụng để tổ hợp màu RGB theo thứ tự tương ứng. Ảnh H+F được xác định bằng cách lấy thành phần chính thứ nhất (PC1) của tổ hợp ảnh H và F nhằm tách lọc những thông tin cơ bản về khoáng vật sét và oxit sắt. Kết quả tổ hợp màu bằng kỹ thuật Crosta được thể hiện trên Hình 6. Trên ảnh kết quả này, các pixel ảnh có màu xanh nhạt là các vùng chứa cả khoáng vật sét và oxit sắt, các pixel có màu vàng – da cam thể hiện vùng chứa nhiều khoáng vật sét, còn các pixel có màu xanh lá cây thể hiện các khu vực chứa nhiều oxit sắt.

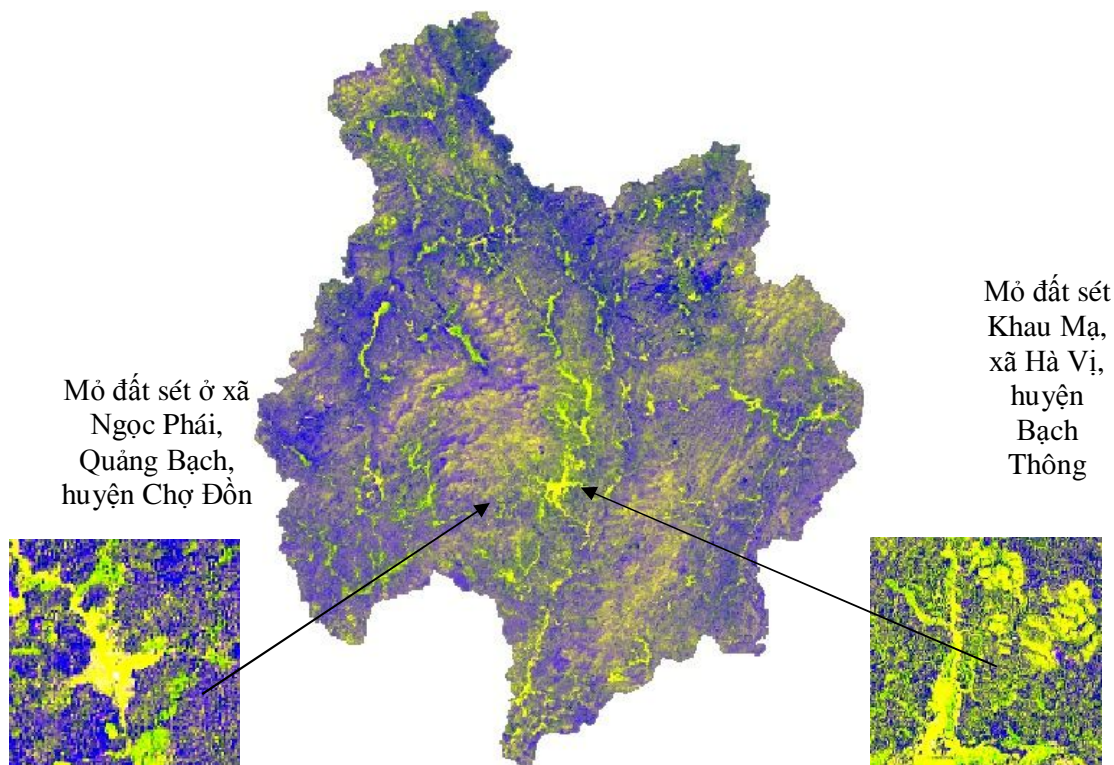


**Hình 5.** PC4, vùng ảnh màu sáng thể hiện khoáng vật sét (5a), khoáng vật oxit sắt (5b)

Để xác định độ chính xác của phương pháp phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt, trong nghiên cứu sử dụng bản đồ địa chất – khoáng sản tỉ lệ 1: 200000 khu vực tỉnh Bắc Kạn cũng như các tài liệu, thông tin chi tiết về các mỏ khoáng sản trên địa bàn tỉnh. [7]

Phân tích kết quả xác định sự phân bố khoáng vật sét cho thấy, trữ lượng đất sét ở Bắc Kạn không nhiều. Các khu vực chứa nhiều đất sét tập trung ở các huyện Chợ Đồn, Chợ Mới, Bạch Thông và thị xã Bắc Kạn. Các vùng có màu vàng – da cam trên ảnh thành phần cũng chính phù hợp với các mỏ khoáng vật sét lộ thiên lớn trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn như mỏ đất sét ở xã Ngọc Phái, Quảng Bạch (huyện Chợ Đồn), mỏ đất sét ở xã Hà Vị (huyện Bạch Thông) – hình 6. Ngoài ra, đất sét còn phân bố ở một số khu vực khác: mỏ Bản Tặc (xã Đức Vân, huyện Ngân Sơn), mỏ đất sét ở xã Thanh Bình, huyện Chợ Mới.



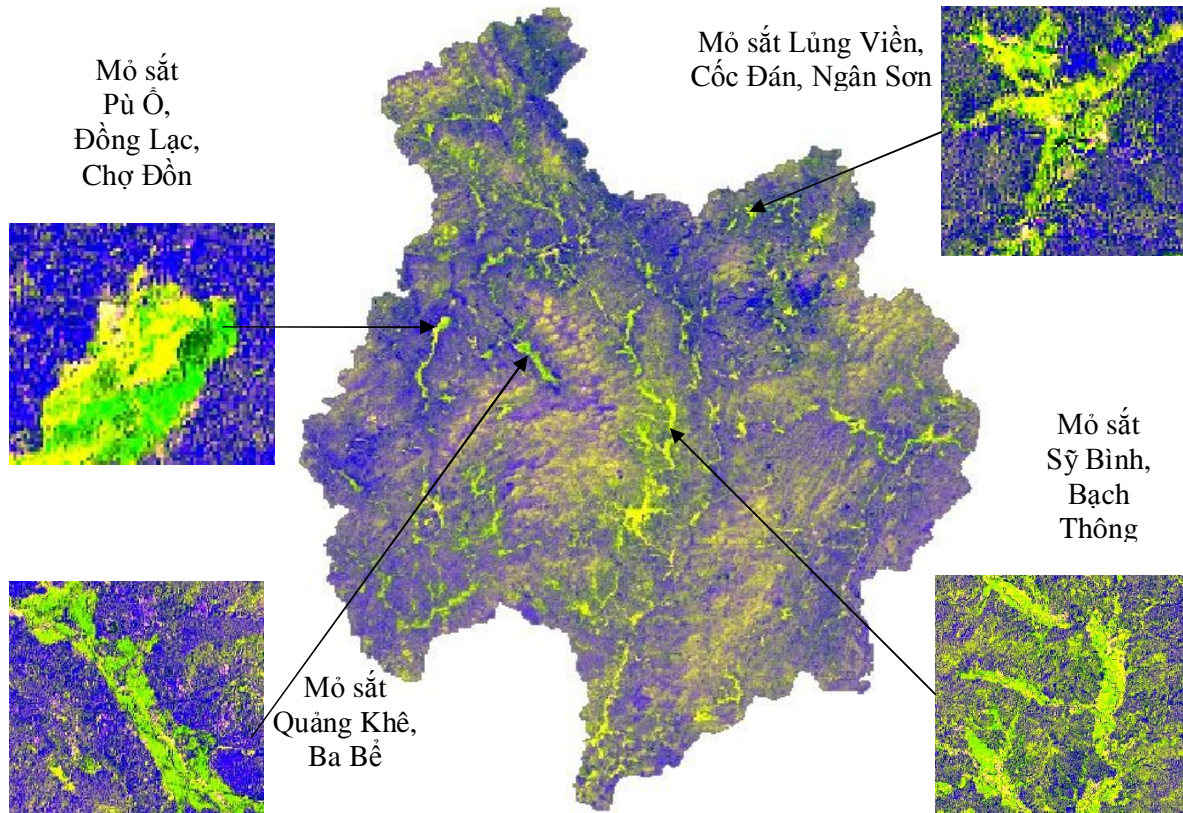


**Hình 6.** Tổ hợp màu RGB (H, H+F, F) Crosta và kết quả phát hiện khoáng vật sét

Phân tích kết quả phát hiện khoáng vật oxit sắt cho thấy, Bắc Kạn là tỉnh giàu tài nguyên khoáng sản sắt. Các mỏ quặng sắt phân bố ở hầu khắp địa bàn tỉnh Bắc Kạn, trong đó tập trung nhiều nhất ở các huyện Chợ Đồn, Ba Bể, Bạch Thông, Pác Nặm, Na Rì. Trên tổ hợp màu Crosta ảnh thành phần chính cho thấy các khu vực có màu xanh lá cây thể hiện vị trí phân bố khoáng vật oxit sắt cũng phù hợp với vị trí các mỏ sắt như Lũng Viên (xã Cốc Đán, huyện Ngân Sơn), mỏ Bản Cuôn (xã Ngọc Phái, huyện Chợ Đồn), mỏ Pù Ô (xã Đồng Lạc, huyện Chợ Đồn), mỏ Sỹ Bình (xã Sỹ Bình, huyện Bạch Thông), mỏ Bản Phẳng (xã Trung Hòa, huyện Ngân Sơn), mỏ Quảng Khê (xã Quảng Khê, huyện Ba Bể),... (Hình 7).

Nghiên cứu kết quả phát hiện khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt khu vực tỉnh Bắc Kạn bằng dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ LANDSAT 7 ETM+ cho thấy, phương pháp phân tích thành phần chính có thể phát hiện một cách nhanh chóng với độ chính xác cao vị trí phân bố của khoáng vật sét, khoáng vật oxit sắt, đặc biệt là các khu vực mỏ lộ thiên. Kết quả nhận được có ý nghĩa thực tiễn quan trọng, góp phần giảm chi phí trong nghiên cứu cũng như cho kết quả nhanh trong điều tra, thăm dò khoáng sản.





**Hình 7.** Vị trí phân bố khoáng vật oxit sắt trên ảnh kết quả tổ hợp màu Crosta

#### 4. Kết luận

Phân tích đặc trưng phản xạ phổ của một số loại khoáng vật cho thấy ảnh vệ tinh đa phổ độ phân giải trung bình LANDSAT 7 ETM+ có thể được sử dụng hiệu quả trong phát hiện và dự báo vị trí phân bố oxit sắt, đất sét. So với phương pháp tổ hợp màu và tỉ số ảnh, phương pháp phân tích thành phần chính có khả năng phát hiện khoáng vật sét và oxit sắt với độ tin cậy đảm bảo hơn. Kết quả phân tích thành phần chính cho thấy, để phát hiện khoáng vật sét và oxit sắt thường sử dụng thành phần chính thứ tư. Phương pháp phân tích thành phần chính kết hợp kỹ thuật tổ hợp màu Crosta cho phép thành lập bản đồ khoáng vật sắt, sét với độ tin cậy cao. Bản đồ phân bố khoáng chất được xây dựng có thể được sử dụng hiệu quả khi kết hợp với bản đồ địa chất và các số liệu điều tra thực địa trong thăm dò, khai thác một số loại khoáng sản.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nguyễn Văn Đài (2002), *Cơ sở viễn thám*, Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Amro F. Alasta (2011), “Using remote sensing data to indentify iron deposits in central western Libya”, *International conference on Emerging trends in Computer and Image processing*, Bangkok, pp.56 – 61.
3. David M. Sherman (1995), “Electronic spectra of Fe<sup>3+</sup> oxides and oxide hydroxides in the near IR to near UV”, *American Mineralogist*, Vol. 70, pp.1262 – 1269.
4. Dematte J.A.M., Fiorio P.R., Ben-Dor E (2009), “Estimation of soil properties by orbital and laboratory reflectance means and its relation with soil classification”, *The open Remote sensing journal*, Vol. 2, pp.12 – 23.
5. Hankan Mete Dogan (2012), “Mineral composite assessment of Kelkit River Basin in Turkey by means of remote sensing”, *Journal Earth System Science*, 118(6), pp.701 - 710.
6. Md. Bodruddoza Mia, Yasuhiro Fujimitsu (2012), “Mapping hydrothermal altered mineral deposits using LANDSAT 7 ETM+ image in and around Kuju volcano, Kyushu, Japan”, *Journal Earth System Science*, 121(4), pp.1049 – 1057.
7. [www.backan.gov.vn](http://www.backan.gov.vn).

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 22-6-2013; ngày phản biện đánh giá: 10-9-2013;  
ngày chấp nhận đăng: 16-10-2013)