

# ỨNG DỤNG VIỄN THÁM TRONG PHÁT HIỆN CÁC HỢP PHẦN CHỨA SẮT VÀ KHOÁNG VẬT SÉT TRÊN CƠ SỞ KỸ THUẬT CROSTA

TS. TRỊNH LÊ HÙNG  
Học viện Kỹ thuật Quân sự

**P**hương pháp tỷ số ảnh có ưu điểm là rất đơn giản, dễ thực hiện, tuy nhiên độ chính xác trong phát hiện các khoáng vật còn chưa cao. Để giải quyết vấn đề trên, bài báo trình bày khả năng ứng dụng kỹ thuật Crosta dựa trên phương pháp phân tích thành phần chính nhằm phát hiện khoáng vật sét và các hợp phần chứa sắt bằng dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ LANDSAT 7 ETM+.

## 1. Cơ sở lý thuyết

Kỹ thuật Crosta là một kỹ thuật tổ hợp màu các kênh ảnh dựa trên phương pháp phân tích thành phần chính [2]. 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 [1÷4].

Ảnh vệ tinh là tập dữ liệu đa kênh phổ điển hình có độ tương quan lớn. Tương quan giữa hai kênh ảnh thể hiện mức độ chứa thông tin giống nhau cho bởi 2 kênh này. Những kênh có độ tương quan cao thường không được sử dụng đồng thời để hiển thị màu hoặc chiết tách các đối tượng tương đồn về phản xạ phổ [3].

Kết quả phân tích tương quan giữa 7 kênh phổ của ảnh LANDSAT được thể hiện ở ma trận tương quan (Bảng 1) cho thấy, kênh 1, 2 và 3 có sự tương quan rất cao (>95 %) nên có sự dư thừa khi sử dụng đồng thời ba kênh này để hiển thị hoặc tổ hợp màu. Ở mức thấp hơn có sự tương quan giữa các kênh 4, 5, 6 (76÷95 %), 39 % giữa kênh 1 và kênh 4, 44 % giữa kênh 2 và kênh 4.

Phân tích ma trận tương quan cũng cho thấy, kênh 4 ít tương quan với các kênh 1, 2, 3 và kênh 7 thường không có sự tương quan lớn với bất kỳ kênh còn lại.

Giả sử ảnh viễn thám có k kênh, phân tích

thành phần chính được sử dụng để tìm vector không gian p chiều thể hiện bởi vector Z (giá trị độ sáng mới tương ứng từng pixel trên ảnh thành phần chính). Giả sử ảnh gốc viễn thám có mỗi pixel mang giá trị độ sáng được thể hiện bởi vector tương ứng  $x_i$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ), các pixel tương ứng trên ảnh thành phần chính thể hiện bởi vector  $Z_i$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ).

Quan hệ này có thể được mô tả theo tổ hợp tuyến tính:

$$Z_i = (a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ik}x_k) \text{ hay}$$

$$\begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \dots \\ Z_k \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_k \end{bmatrix} \quad (1)$$

Để nhận được các thành phần chính, cần phải giải hệ phương trình trên để tìm các hệ số  $a_{ik}$  theo những điều kiện sau:

$$a_{ik}^2 = 1 \quad (2)$$

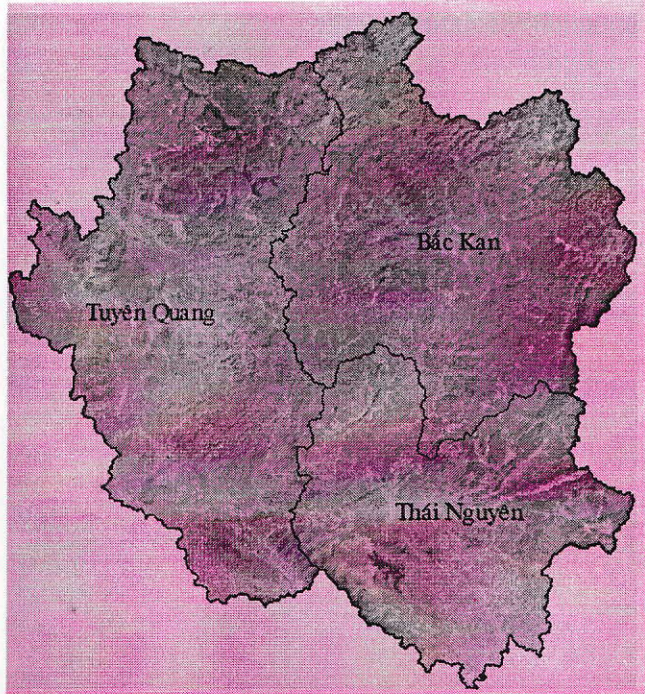
Giá trị phương sai của  $Z_i$  phải cực đại, các đại lượng  $Z_i$  và  $Z_{i+1}$  phải độc lập tuyến tính với nhau [8].

## 2. Nội dung nghiên cứu và kết quả thực nghiệm

Để minh họa phương pháp ứng dụng kỹ thuật Crosta trong phát hiện khoáng vật sét và các hợp phần chứa sắt, trong nghiên cứu này sử dụng ảnh LANDSAT 7 ETM+ khu vực tỉnh Thái Nguyên, Tuyên Quang, Bắc Kạn (hình H.1). 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 185x185 km<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.

Bảng 1. Ma trận tương quan của ảnh LANDSAT

Kênh µm	1	2	3	4	5	6	7
	0.45-0.52	0.52-0.6	0.63-0.69	0.76-0.9	1.55-1.75	10.4-12.5	2.08-2.35
1	1.00						
2	0.96	1.00					
3	0.95	0.96	1.00				
4	0.39	0.44	0.53	1.00			
5	0.56	0.61	0.71	0.88	1.00		
6	0.72	0.76	0.84	0.76	0.95	1.00	
7	0.56	0.58	0.66	0.66	0.78	0.81	1.00



H.1. Ảnh LANDSAT 7 ETM+khu vực nghiên cứu ở tổ hợp màu 432

Trong phân tích thành phần chính, độ lớn và giá trị vector riêng, trị riêng cung cấp thông tin quan trọng về đặc tính phản xạ phổ của thực vật, đất, đá và các loại khoáng sản và là cơ sở cho kỹ thuật Crosta. Trong nghiên cứu này, áp dụng phương pháp chuyển đổi thành phần chính cho 6 kênh (kênh 1, 2, 3, 4, 5, 7) của ảnh LANDSAT ở khu vực ba tỉnh Bắc Kạn, Thái Nguyên, Tuyên Quang (Bảng 2). Kết quả này cho thấy, thành phần chính đầu tiên (PC1) có giá trị dương với tất cả các kênh trong ảnh LANDSAT. Lượng thông tin chứa trong PC1 là 95,1157 % trong tổng lượng thông tin trong các thành phần chính. Hay nói cách khác, PC1 là hình ảnh phản chiếu bề mặt.

Dựa trên đặc tính phản xạ phổ, khoáng vật sét có khả năng hấp thụ cao nhất ở bước sóng cận hồng ngoại (kênh 5) và phản xạ phổ cao ở bước sóng giữa hồng ngoại (kênh 7), trong khi đối với

các hợp phần chứa sắt, dải sóng xanh lam (kênh 1) và đỏ (kênh 3) chứa nhiều thông tin nhất [1]. Khoáng vật sét được thể hiện bằng các pixel màu tối trên thành phần chính thứ 4 (PC4) do vector riêng của kênh 5 nhận giá trị âm (-0.5226) và kênh 7 nhận giá trị dương (0.4900). Trong khi đó, khoáng vật sét được tìm thấy ở các pixel màu sáng trên ảnh thành phần chính này do giá trị vector riêng của kênh 3 và kênh 1 trong PC4 tương ứng là +0.4543 và -0.4107 (Bảng 2). Như vậy, mặc dù lượng thông tin trên thành phần chính thứ 4 (PC4) là rất ít (0.0882 %), tuy nhiên PC4 lại chứa nhiều thông tin nhất về khoáng vật sét và sắt. Kết quả phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sét được thể hiện trong Bảng 3.

Phân tích kết quả xác định thành phần chính cho thấy, PC1 là sự phản chiếu hình ảnh bề mặt, PC2 mô tả thông tin về thực vật ở các pixel tối trong khi PC3 thể hiện sự tương phản giữa thông tin ở dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại. Thông tin về khoáng vật sét được tìm thấy trong PC4 do giá trị vector riêng của kênh 5 và kênh 7 ngược dấu phản ánh sự khác biệt phổ giữa chúng. Giá trị vector riêng của kênh 7 dương và tương đối cao (+0.7384), trong khi đó, giá trị của kênh 5 âm và vừa phải là (-0.5791). Do đó, các pixel màu tối đại diện cho khoáng chất sét trong PC4. Trên ảnh kết quả khoáng vật sét được thể hiện ở màu trắng sáng (H.2).

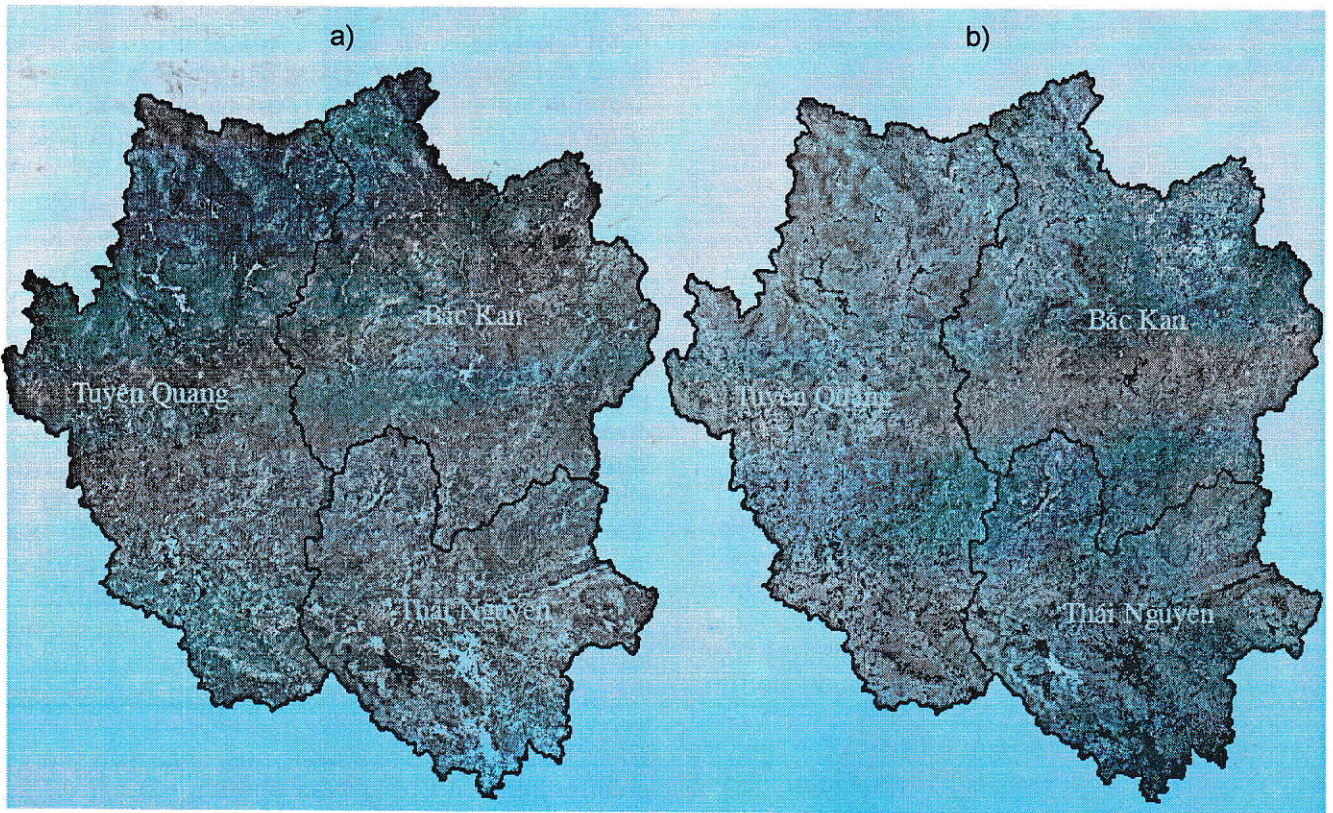
Tương tự, để phát hiện các hợp phần chứa sắt, trong nghiên cứu sử dụng các kênh 1, 3, 4 và 5 ảnh LANDSAT 7 ETM+. Kết quả phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sét được thể hiện trong Bảng 4. Trong PC3, cả 2 kênh 1 và kênh 3 có giá trị vector riêng đều âm không hữu ích để tách kênh 1 và kênh 3. Các giá trị vector riêng của kênh 3 và kênh 1 trong PC4 tương ứng là -0.7951 và +0.5058 ngược dấu nên PC4 mang nhiều thông tin nhất về khoáng vật sắt. Trong thành phần chính này, các pixel màu đen đại diện cho khoáng vật sắt. Sử dụng kỹ thuật tương phản màu sắc, khoáng vật sét sẽ được thể hiện ở màu trắng sáng (hình H.3).

Bảng 2. PCA cho ảnh LANDSAT của khu vực nghiên cứu

Kênh	Kênh 1	Kênh 2	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 5	Kênh 7	Trị riêng, %
PC1	0.3375	0.2649	0.2204	0.5760	0.5835	0.3084	95.1157
PC2	-0.0458	0.0681	0.2857	-0.7242	0.3208	0.5331	2.9461
PC3	0.6713	0.4137	0.3388	-0.1719	-0.4657	-0.1301	1.7770
PC4	-0.4107	-0.0009	0.4543	0.3343	-0.5226	0.4900	0.0882
PC5	0.3910	-0.2119	-0.6147	0.0407	-0.2542	0.5984	0.0596
PC6	-0.3344	0.8421	-0.4131	-0.0275	-0.0452	0.0749	0.0135

Bảng 3. Phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sét

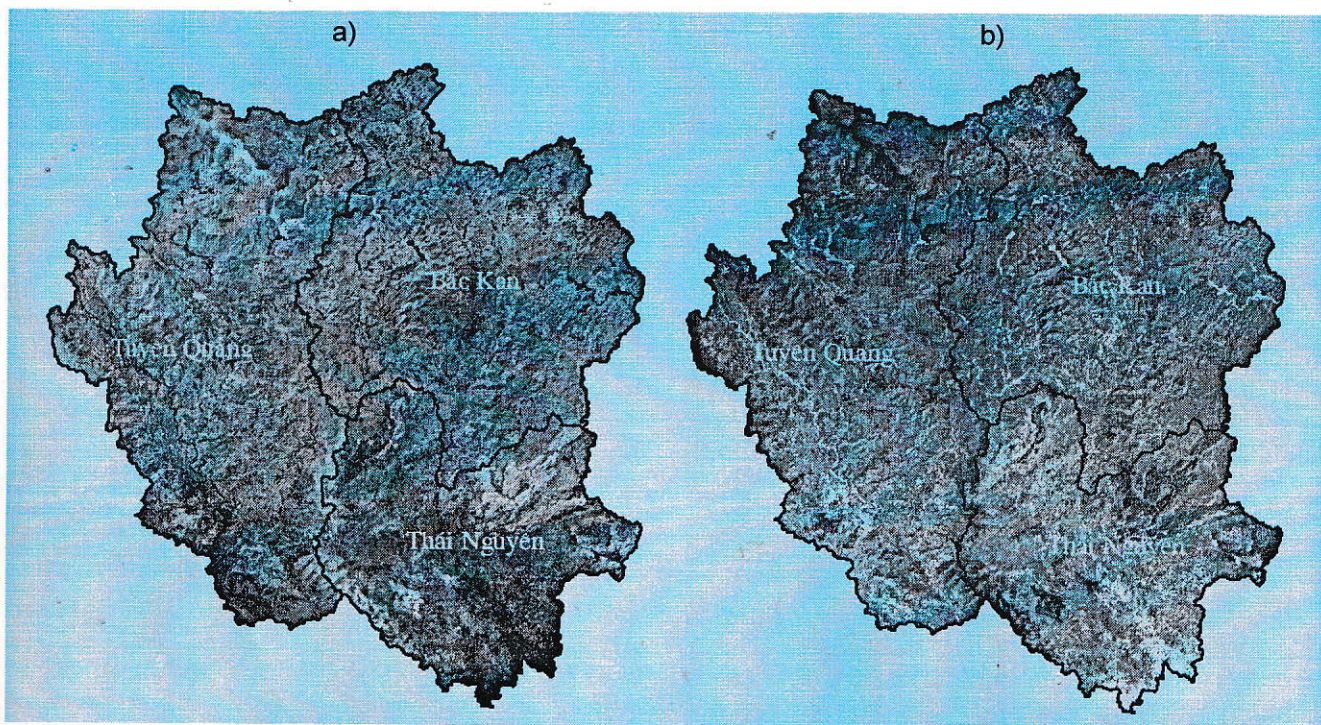
Kênh	Vector riêng				Trị riêng, %
	Kênh 1	Kênh 4	Kênh 5	Kênh 7	
PC1	0.3566	0.6158	0.6218	0.3270	95.4814
PC2	0.1340	0.6730	-0.4379	-0.5808	3.1188
PC3	-0.9072	0.2833	0.2935	-0.1024	1.3101
PC4	-0.1783	0.2959	-0.5791	0.7384	0.0897



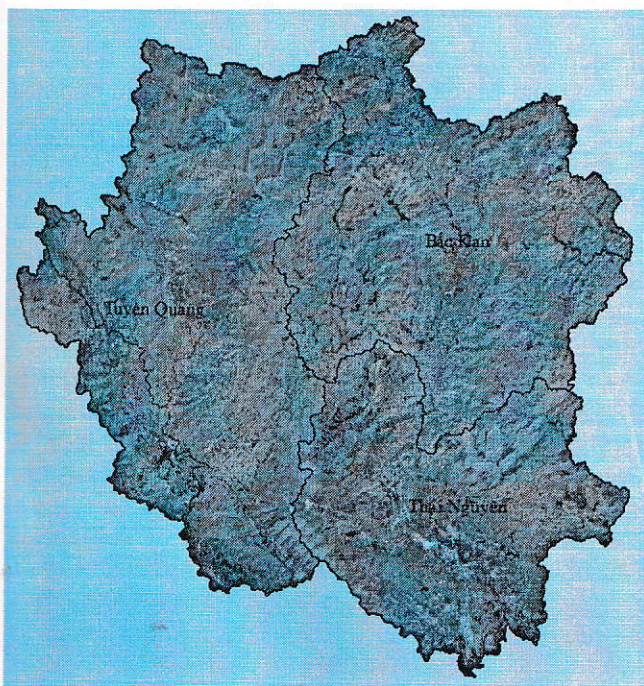
H.2. PC4, khoáng vật sét ở màu tối (a) và kết quả tương phản màu sắc, khoáng vật sét ở màu trắng sáng (b)

Bảng 4. Phân tích thành phần chính trong phát hiện khoáng vật sắt

Kênh	Vector riêng				Trị riêng, %
	Kênh 1	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 5	
PC1	0.3680	0.2381	0.6351	0.6360	95.7745
PC2	0.0992	0.4337	-0.7340	0.5132	2.4105
PC3	-0.7739	-0.3509	0.0548	0.5244	1.7239
PC4	0.5058	-0.7951	-0.2343	0.2389	0.0910



H.3. PC4, các hợp phần chứa sắt ở màu tối (a) và kết quả tương phản màu sắc, sắt ở màu trắng sáng (b)



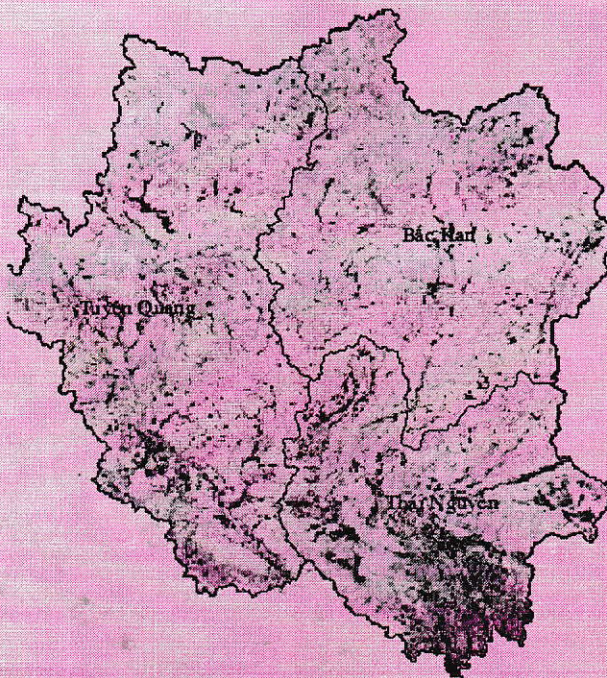
H.4. Kết quả tổ hợp màu bằng kỹ thuật Crosta

Phương pháp tổ hợp màu Crosta sử dụng PC4 khoáng vật sét (ảnh H) ở kênh đỏ (R), PC1 tổ hợp ảnh PC4 khoáng vật sét và hợp phần chứa sắt (ảnh H+F) ở kênh xanh lục (G), PC4 khoáng vật sắt (ảnh F) ở kênh xanh lam (B). Ảnh H+F được xác định bằng cách lấy thành phần chính thứ nhất của tổ hợp màu ảnh H và ảnh F nhằm chiết tách thông tin về các khu vực giàu cả khoáng vật sét và sắt.

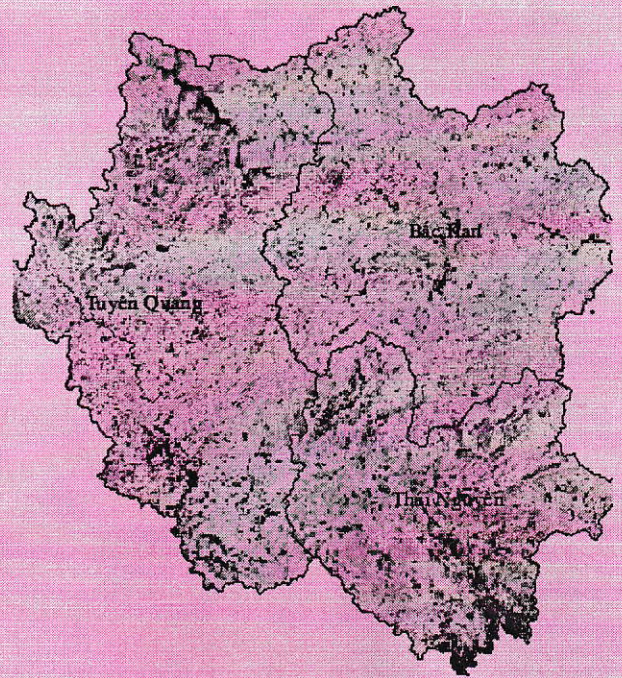
Kết quả tổ hợp màu Crosta được thể hiện trên hình H.4. Các khu vực tập trung nhiều khoáng vật sét được thể hiện ở màu đỏ tươi đến màu da cam, trong khi các khu vực giàu tài nguyên sắt ở màu xanh lục lam đến màu xanh đậm.

Phân tích kết quả bằng kỹ thuật Crosta cho thấy, các khu vực tập trung nhiều tài nguyên sắt là Đông Hỷ, Phú Bình, Phổ Yên, Sông Công, Đình Hóa (Thái Nguyên); Bạch Thông, thành phố Bắc Kạn, Chợ Đồn (Bắc Kạn); Sơn Dương, thành phố Tuyên Quang, Yên Sơn (Tuyên Quang). Các khu vực có nhiều khoáng vật sét bao gồm các huyện Võ Nhai, Đại Từ (Thái Nguyên); Ngân Sơn, Ba Bể, Na Rì, Chợ Đồn (Bắc Kạn); Na Hang, Chiêm Hóa, Hàm Yên (Tuyên Quang). Các khu vực có nhiều cả khoáng vật sét và sắt là thành phố Bắc Kạn, thành phố Tuyên Quang, thành phố Thái Nguyên, thị xã Sông Công, huyện Phổ Yên. Các kết quả này cũng phù hợp với bản đồ địa chất-khoáng sản tỷ lệ 1:200 000 khu vực phía Bắc.

So sánh kết quả phát hiện khoáng vật sét và các hợp phần chứa sắt bằng phương pháp tỷ số ảnh và kỹ thuật Crosta trên cơ sở phân tích thành phần chính cho thấy, phương pháp sử dụng kỹ thuật Crosta cho kết quả đảm bảo chính xác hơn do tách lọc được các thông tin trùng lặp trong các kênh phổ. Các khu vực chứa khoáng vật sét và sắt (màu xanh) trong phương pháp tỷ số ảnh bị lẫn với lớp phủ thực vật, trong khi ở kết quả xác định bằng kỹ thuật Crosta đã loại bỏ được ảnh hưởng của thực vật (hình H.5).



Bản đồ phân bố oxit sắt bằng phương pháp chỉ số



Bản đồ phân bố oxit sắt bằng phương pháp PCA

H.5. So sánh kết quả phát hiện các hợp phần chứa sắt bằng phương pháp tỉ số ảnh và kỹ thuật Crosta

### 3. Kết luận

Phân tích đặc trưng phản xạ phổ của khoáng vật sét và các hợp phần chứa sắt 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 sắt, đất sét. So với phương pháp tỉ số ảnh, phương pháp sử dụng kỹ thuật Crosta trên cơ sở phân tích thành phần chính có khả năng phát hiện khoáng vật sét và sắt với độ tin cậy đảm bảo hơn do loại trừ được các thông tin trùng lặp trên các kênh phổ. Kết quả nhận được cho thấy, để phát hiện khoáng vật sét và 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 và giảm chi phí điều tra, thăm dò thực địa. Bản đồ phân bố khoáng sản được xây dựng có thể 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 sắt, đất sét. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Crosta A.P., Moore J.M. (1989). Enhancement of LANDSAT Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minas Gerais State Brazil: a prospecting case history in greenstone belt terrain, Proceedings of the 9th Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology, Calgary (Ann Arbor, MI: Environmental Research Institute

of Michigan), pp. 1173-1187.

2. David M. Sherman (1995). Electronic spectra of  $Fe^{3+}$  oxides and oxide hydroxides in the near IR to near UV, American Mineralogist, Vol. 70, pp. 1262-1269.

3. 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.

4. Md. Bodruddoza Mia, Yasuhiro Fujimitsu (2012). Mapping hydrothermal altered mineral deposits using LANDSAT 7 ETM+ image in and around Kujū volcano, Kyushu, Japan, Journal Earth System Science, 121(4), pp. 1049-1057.

Người biên tập: Nguyễn Bình

### SUMMARY

This article presents study on application of Crosta techniques based principal component analysis method to detect clay mineral and iron oxide using multispectral image LANDSAT 7 ETM+. The results which are obtained in this study can be used to create distribution clay mineral, iron oxide map, and to serve mineral mining and exploration.