

XÁC ĐỊNH DẤU HIỆU CHỨA QUẶNG SẮT TỪ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH SENTINEL-2 MSI

TRINH LÊ HÙNG - Học viện Kỹ thuật Quân sự
VƯƠNG TRỌNG KHA - Trường Đại học Mở-Địa chất
Email: trinhlehung125@gmail.com

Dữ liệu ảnh vệ tinh quang học, trong đó chủ yếu là ảnh Landsat và Aster đã được sử dụng hiệu quả trong phát hiện và phân loại các khu vực chứa khoáng sản, trong đó có quặng sắt. Tuy nhiên, do độ phân giải không gian không cao, chu kỳ cập nhật dài, ảnh Landsat và Aster chưa thực sự hiệu quả trong các nghiên cứu ở mức độ chi tiết. Bài báo này trình bày kết quả phân loại khu vực chứa quặng sắt trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên từ ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI. Với độ phân giải không gian cao (lên đến 10m), chu kỳ cập nhật ngắn (5 ngày) và được cung cấp miễn phí, ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI là nguồn dữ liệu quý giá trong điều tra, thăm dò và phát hiện khoáng sản.

1. Mở đầu

Vệ tinh Sentinel-2, bao gồm 2 vệ tinh có đặc điểm hoàn toàn giống nhau (Sentinel-2A và Sentinel-2B) cung cấp ảnh ở 13 kênh phổ trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại với chu kỳ cập nhật trong 5 ngày (Bảng 1). Với độ phân giải không gian cao (lên đến 10 m ở các kênh nhìn thấy và cận hồng ngoại), được cung cấp miễn phí, ảnh vệ tinh Sentinel-2 đang được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu Trái Đất. Bảng 1 liệt kê các kênh ảnh, bước sóng và độ phân giải không gian tương ứng (Bảng 1).

Cho đến nay, đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam sử dụng ảnh vệ tinh quang học trong phát hiện và phân loại các khu vực chứa khoáng sản. Dữ liệu chủ yếu sử dụng trong các nghiên cứu này là ảnh Landsat và Aster trên cơ sở các kỹ thuật như tỉ lệ ảnh, phân tích thành phần chính [1], [4], [7]. Ảnh Sentinel-2 được sử dụng lần đầu trong lĩnh vực địa chất-khoáng sản trong nghiên cứu của Van de Meer và cộng sự (2014) [10]. Một số nghiên cứu khác của Mielke và cộng sự (2014) [8], Pour và cộng sự (2018) [9], Lobo và cộng sự (2018) [5], Hu và cộng sự (2018) [3] đã chứng minh hiệu quả của ảnh vệ tinh Sentinel-2 trong phát hiện và phân loại khoáng

sản. Do đặc điểm các kênh phổ ảnh Sentinel-2 tương đồng với ảnh Landsat, nhưng có độ phân giải không gian và thời gian tốt hơn, ảnh Sentinel-2 có thể áp dụng cho các nghiên cứu phát hiện và phân loại khoáng sản ở mức độ chi tiết hơn so với ảnh Landsat. Mặc dù vậy, cho đến nay ở Việt Nam vẫn chưa có nghiên cứu nào thử nghiệm sử dụng ảnh Sentinel-2 trong phát hiện khoáng sản. Bài báo này trình bày kết quả phân loại khu vực chứa quặng sắt trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên từ ảnh vệ tinh Sentinel-2B trên cơ sở phương pháp phân tích thành phần chính.

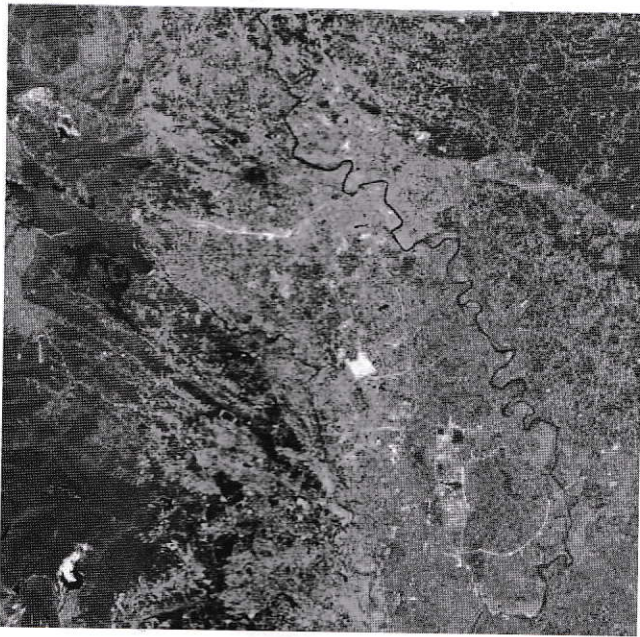
Bảng 1. Đặc điểm ảnh vệ tinh Sentinel-2

Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)
1	0,421-0,457	60
2	0,439-0,535	10
3	0,537-0,582	10
4	0,646-0,685	10
5	0,694-0,714	20
6	0,731-0,749	20
7	0,768-0,796	20
8	0,767-0,908	10
8A	0,848-0,881	20
9	0,931-0,958	60
10	1,338-1,414	60
11	1,539-1,681	20
12	2,072-2,312	20

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

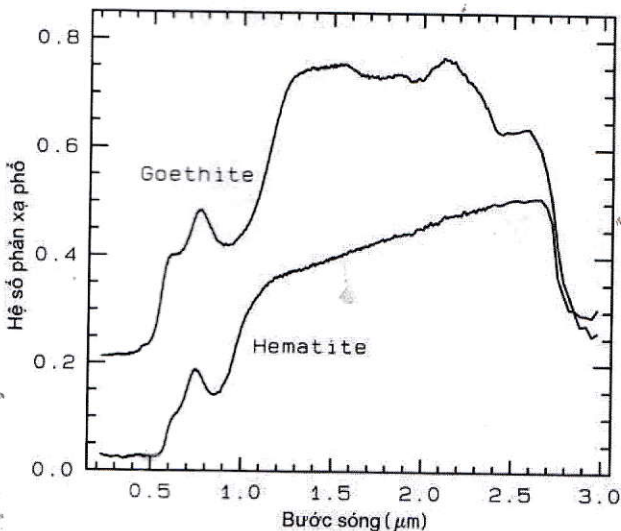
Dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu này là ảnh vệ tinh Sentinel-2B MSI chụp ngày 5/12/2019 (hình H.1). Ảnh được cung cấp ở mức độ xử lý L2A, trong đó giá trị số nguyên của ảnh đã được chuyển đổi về giá trị phản xạ phổ bề mặt. Sau khi thu thập, ảnh được tiền xử lý để đưa về hệ tọa độ địa phương, sau đó cắt theo khu vực nghiên cứu.



H.1. Ảnh Sentinel-2B ngày 5/12/2019 khu vực tỉnh Thái Nguyên

2.2. Phương pháp nghiên cứu

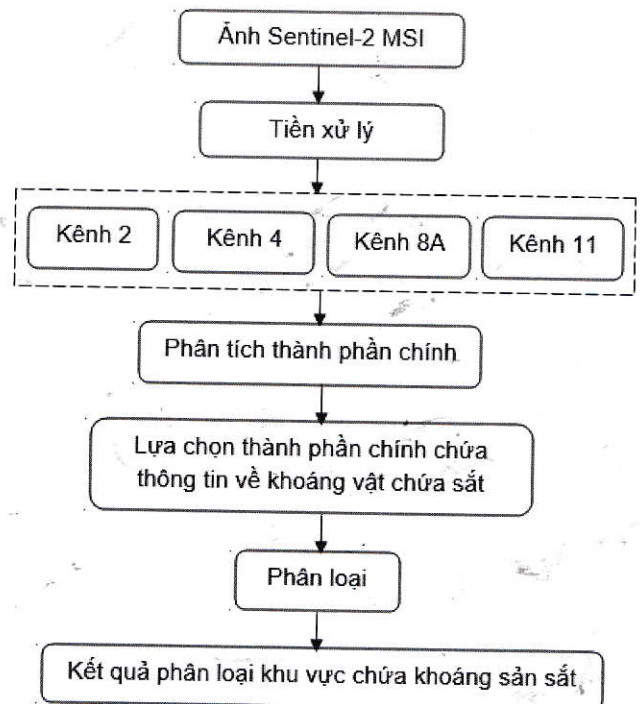
Để lựa chọn các kênh ảnh vệ tinh Sentinel-2B phù hợp, trong nghiên cứu này, sử dụng thư viện phổ phản xạ của các khoáng vật chứa sắt, được cung cấp bởi Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) [2] (hình H.2).



H.2. Đồ thị phản xạ phổ của các khoáng vật chứa sắt (theo USGS)

Có thể nhận thấy rằng: các khoáng vật chứa sắt có khả năng phản xạ yếu dải sóng xanh lam, tăng mạnh ở dải sóng đỏ, giảm xuống ở dải sóng cận hồng ngoại và tiếp tục tăng ở dải sóng hồng ngoại sóng ngắn. Do vậy, để phân loại các khu vực chứa quặng sắt, nghiên cứu này lựa chọn 4 kênh ảnh vệ

tinh Sentinel-2B, bao gồm: kênh 2 (xanh lam), kênh 4 (đỏ), kênh 8A (cận hồng ngoại) và kênh 11 (hồng ngoại sóng ngắn). Các kênh ảnh này cũng phù hợp với các kênh đối với ảnh vệ tinh Landsat TM như trong nghiên cứu của Crosta và Moore (1989) [1], [6]. Phương pháp phân tích thành phần chính PCA (Principal component analysis) được áp dụng để tính các thành phần chính, sau đó lựa chọn thành phần chính chứa nhiều thông tin về khoáng vật chứa sắt trên cơ sở so sánh giá trị vector riêng. Quy trình phương pháp phân loại các khu vực chứa quặng sắt từ ảnh vệ tinh Sentinel-2B MSI được trình bày trên hình H.3



H.3. Sơ đồ quy trình phân loại khu vực chứa quặng sắt từ ảnh vệ tinh Sentinel-2B MSI

3. Kết quả và thảo luận

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn thuộc địa bàn tỉnh Thái Nguyên, nơi giàu tiềm năng quặng sắt. Ảnh Sentinel-2B sau khi được thu thập từ Cổng thông tin truy cập mở của Cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu (ESA) được tiền xử lý, lựa chọn các kênh ảnh phù hợp và tiến hành phân tích thành phần chính. Quá trình xử lý ảnh được thực hiện trên phần mềm ERDAS Imagine 2014.

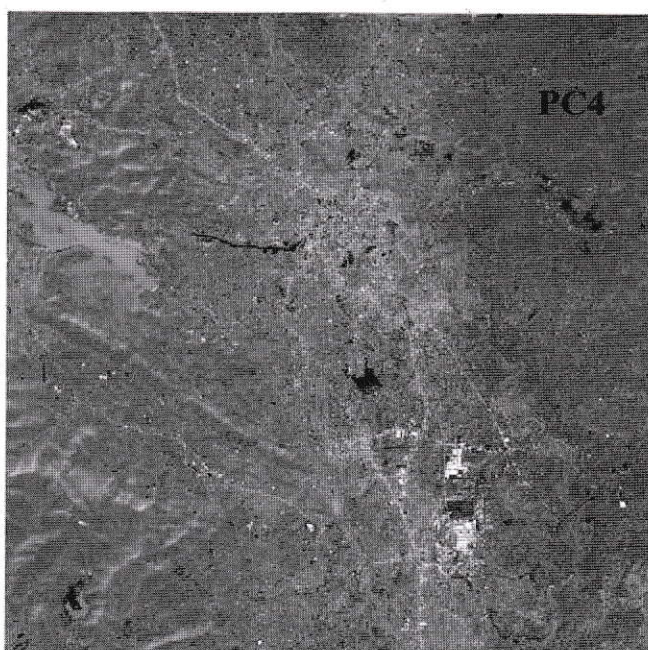
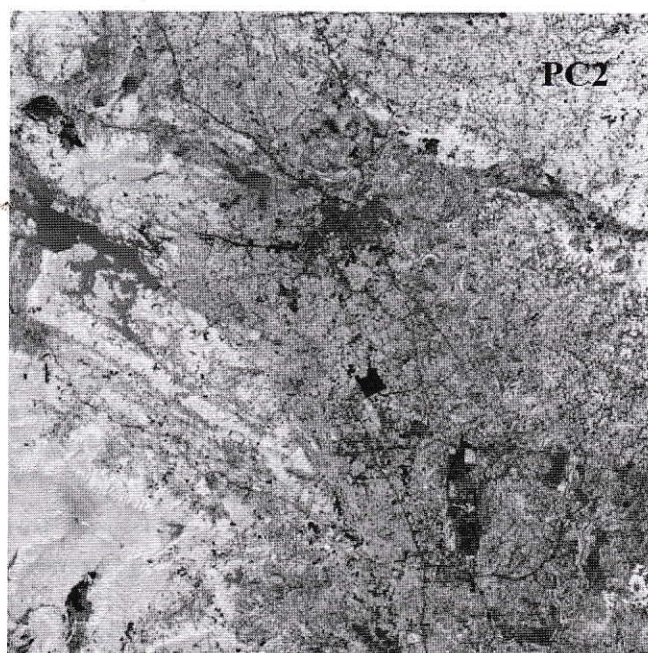
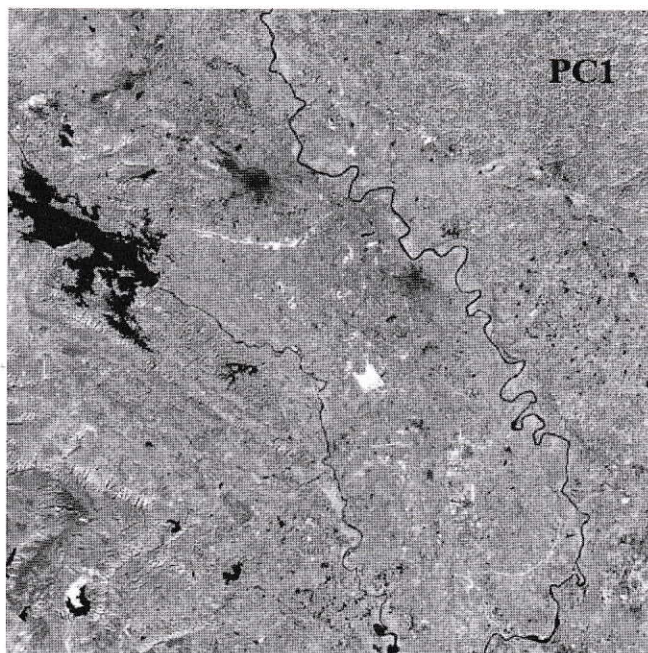
Kết quả phân tích thành phần chính đối với ảnh Sentinel-2B khu vực nghiên cứu được trình bày trên Bảng 2 và hình H.4. Kết quả phân tích Bảng 2 cho thấy rằng: phần lớn thông tin tập trung ở 3 thành phần chính đầu tiên (PC1, PC2, PC3) với hơn 99 % lượng thông tin trên toàn ảnh. Mặc dù

vậy, thành phần chính thứ 4 (PC4) lại chứa thông tin về khoáng vật chứa sắt do sự khác biệt lớn về giá trị vector riêng ở kênh xanh lam-kênh hấp thụ

(0,8530) và kênh đỏ-kênh phản xạ (-0,5192). Trên thành phần chính này, sắt có màu tối do giá trị âm của vector riêng tại kênh đỏ (kênh phản xạ).

Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần chính từ 4 kênh ảnh vệ tinh Sentinel-2B khu vực tỉnh Thái Nguyên

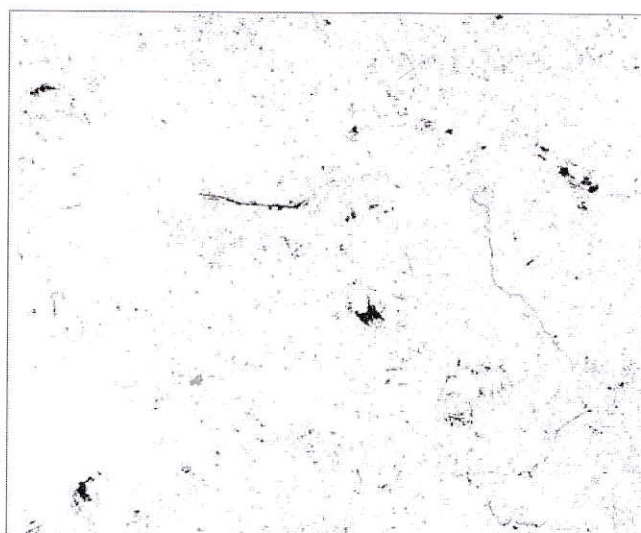
Thành phần chính	Giá trị vector riêng				Trị riêng (%)
	B2	B4	B8A	B11	
PC1	0,0928	0,2042	0,7357	0,6390	56,864
PC2	-0,2817	-0,5223	0,6231	-0,5096	38,036
PC3	0,4293	0,6449	0,2653	-0,5739	4,545
PC4	0,8530	-0,5192	-0,0078	0,0510	0,555



H.4. Kết quả phân tích thành phần chính đối với 4 kênh ảnh vệ tinh Sentinel-2B

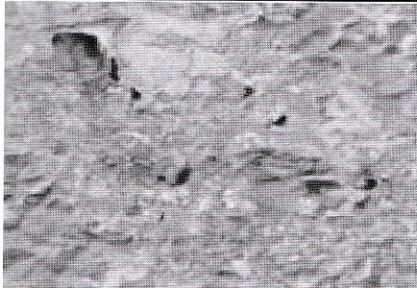
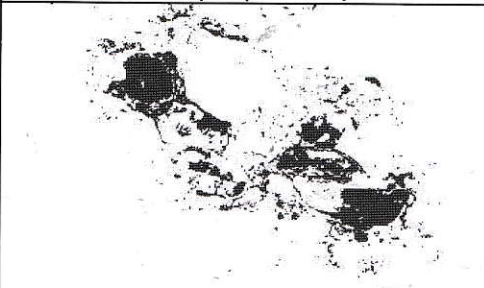


H.5. Kết quả đảo ngược giá trị độ xám đối với PC4



H.6. Kết quả phân loại các khu vực chứa quặng sắt (màu đen) từ ảnh Sentinel-2B

Bảng 3. So sánh hình ảnh một số mỏ sắt và kết quả phân loại trên ảnh vệ tinh Sentinel-2B

Tên mỏ sắt	Hình ảnh mỏ sắt trên ảnh vệ tinh Sentinel-2B	Kết quả phân loại
Cụm mỏ sắt Trại Cau		
Cụm mỏ sắt Tiến Bộ		

Để làm nổi bật các khu vực chứa quặng sắt trên PC4, thành phần chính này được đảo ngược giá trị độ xám (reverse). Kết quả đảo ngược giá trị độ xám đối với PC4 được trình bày trên hình H.5, trong đó các pixel màu trắng đại diện cho các khu vực chứa quặng sắt. Phương pháp phân ngưỡng (threshold) được sử dụng để phân loại các khu vực chứa quặng sắt. Giá trị ngưỡng được tính bằng $(\mu + 2\sigma)$, trong đó μ là giá trị độ xám trung bình và là giá trị độ lệch chuẩn σ [4], [6]. Các pixel có giá trị lớn hơn ngưỡng thể hiện khu vực chứa quặng sắt, trong khi các pixel có giá trị nhỏ hơn ngưỡng đại diện cho các khu vực không có quặng sắt. Kết quả

phân loại các khu vực chứa quặng sắt thuộc địa bàn tỉnh Thái Nguyên từ ảnh vệ tinh Sentinel-2B được thể hiện trên hình H.6.

Để đánh giá độ chính xác kết quả phân loại, tiến hành so sánh hình ảnh một số mỏ sắt trong khu vực nghiên cứu, bao gồm cụm mỏ sắt Trại Cau và cụm mỏ sắt Tiến Bộ và kết quả phân loại từ ảnh vệ tinh Sentinel-2B (Bảng 3). Có thể nhận thấy, những khu vực chứa quặng sắt được phân loại chính xác từ ảnh vệ tinh Sentinel-2B. Điều này cũng khẳng định tiềm năng của dữ liệu ảnh Sentinel-2 trong phát hiện và phân loại khác khu vực chứa khoáng sản nói chung và quặng sắt nói riêng, giúp nâng

cao hiệu quả ứng dụng dữ liệu viễn thám trong lĩnh vực điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản so với sử dụng ảnh Landsat.

4. Kết luận

Ảnh vệ tinh Sentinel-2 với các đặc điểm tương đồng với ảnh Landsat và Aster hoàn toàn có thể sử dụng hiệu quả trong phát hiện và phân loại các khu vực chứa khoáng sản. Kết quả thử nghiệm tại khu vực tỉnh Thái Nguyên với ảnh Sentinel-2B chụp ngày 5/12/2019 cho thấy rằng: các khoáng vật chứa sắt được phân loại chính xác trên cơ sở áp dụng phương pháp phân tích thành phần chính. Do có độ phân giải không gian cao, thời gian cập nhật ngắn và cung cấp miễn phí, việc sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2 là một tiếp cận phù hợp, giúp nâng cao hiệu quả ứng dụng dữ liệu viễn thám phục vụ công tác điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản nói chung và tìm kiếm, thăm dò quặng sắt nói riêng. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trịnh Lê Hùng (2014). Ứng dụng viễn thám trong phát hiện các hợp phần chứa sắt và khoáng vật sét trên cơ sở kỹ thuật Crosta, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 01, trang 36-40.
2. Clark R.N., Swayze G.A., Wise R., Livo K.E., Hoefen T.M., Kokaly R.F., Sutley S.J. (1989). USGS Digital Spectral library, USGS Open file Rep.
3. Hu B., Xu Y., Wan B., Wu X., Yi G. (2018). Hydrothermally altered mineral mapping using synthetic application of Sentinel-2A MSI, ASTER and Hyperion data in the Duolong area, Tibetan Plateau, China, Ore Geology Reviews, 101, 384-397.
4. Kaufman H. (1988). Mineral exploration along the Agaba-Levant structure by use of TM-data concepts, processing and results, International Journal of Remote Sensing, 9: 1630-1658.
5. Lobo F., Souza-Filho P., Novo E., Carlos F., Barbosa C. (2018). Mapping mining areas in the Brazilian Amazon using MSI/Sentinel-2 imagery (2017), Remote Sensing, 10, 1178, 15 pp.
6. Loughlin W.P. (1991). Principal component analysis for alteration mapping, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(g), 1163-1169.
7. Mahboob M., Genc B., Celik T., Ali S. Atif I. (2019). Mapping hydrothermal minerals using remotely sensed reflectance spectroscopy data from Landsat, Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, Vol.119(3), 279-289.
8. Mielke C., Bosche N., Rogass C., Segl K., Cauert C., Kaufmann H. (2014). Potential applications of the Sentinel-2 multispectral sensor and the Enmap hyperspectral sensor in mineral exploration, EARSeL e Proceedings 13, 93-102.
9. Pour A.B., Park T., Park Y., Hong J., Zoheir B., Pradhan B., Ayoobi I., Hashim M. (2018). Application of Multi-Sensor Satellite Data for Exploration of Zn-Pb Sulfide Mineralization in the Franklinian Basin, North Greenland, Remote Sensing, 10(8), 1186, doi:10.3390/rs10081186.
10. Van der Meer F.D., van der Werff H.M.A., van Ruitenbeek F.J.A. (2014). Potential of ESA's Sentinel-2 for geological applications, Remote Sensing of Environment, 148, 124-133.

Ngày nhận bài: 26/05/2019

Ngày gửi phản biện: 18/07/2019

Ngày nhận phản biện: 21/12/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2020

Từ khóa: viễn thám, quặng sắt, phân tích thành phần chính, Sentinel-2 MSI

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:

các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Dữ liệu Landsat và ASTER là dữ liệu đa phương được sử dụng rộng rãi và hiệu quả nhất để lập bản đồ khoáng sản, bao gồm cả oxit sắt. Tuy nhiên, do độ phân giải không gian thấp và độ phân giải thời gian dài, dữ liệu Landsat và Aster không thực sự hiệu quả trong các nghiên cứu quy mô chi tiết. Bài viết này trình bày kết quả phân loại diện tích khoáng oxit sắt ở tỉnh Thái Nguyên từ hình ảnh vệ tinh Sentinel-2 MSI. Với độ phân giải không gian cao (lên đến 10m), độ phân giải thời gian ngắn (5 ngày) và được cung cấp miễn phí, dữ liệu Sentinel-2 MSI là một nguồn có giá trị trong việc phát hiện và lập bản đồ khoáng sản.

Identify signs containing iron ore from satellite data Sentinel-2 MSI

SUMMARY

The Landsat and ASTER data are the most widely and effectively used multispectral data for mapping minerals, including iron oxide. However, due to the low spatial resolution and the long temporal resolution, Landsat and Aster data are not really effective in detailed scale studies. This paper presents the result of classification of iron oxide minerals area in Thái Nguyên province from Sentinel-2 MSI satellite image. With high spatial resolution (up to 10m), short temporal resolution (5 days) and provided free of charge, Sentinel-2 MSI data is a valuable source in detecting and mapping minerals.