ỨNG DỤNG DỮ LIỆU VIỄN THÁM ĐA ĐỘ PHÂN GIẢI NÂNG CAO MỨC ĐỘ CHI TIẾT XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT MỎ THAN KHÁNH HÒA

TRỊNH LÊ HÙNG, VŨ VĂN TÀI
Học viện Kỹ thuật Quân sự
ĐỖ THU TRANG, *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*
Email: trinhlehung125@gmail.com

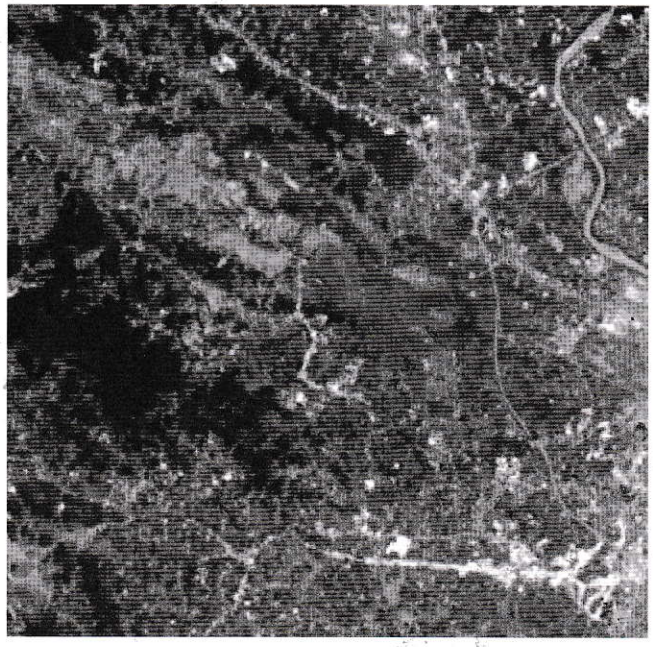
Cháy mỏ là một hiện tượng nguy hiểm trong khai thác than, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường sống của người dân và gây nguy hại cho các công trình xây dựng. Cháy mỏ diễn ra ở nhiều quốc gia trên thế giới như Trung Quốc, Ấn Độ, Mỹ,... gây thất thoát hàng triệu tấn than mỗi năm. Tại Việt Nam, mặc dù chưa có số liệu thống kê đầy đủ, cháy mỏ cũng là một vấn đề đáng báo động, ảnh hưởng lớn đến sản xuất và môi trường [1].

Phát hiện sớm cháy mỏ là yếu tố then chốt trong phòng chống và ứng phó hiệu quả với hiện tượng trên. Nhiều nghiên cứu trên thế giới [4]÷[9] và ở Việt Nam [2], [3] đã sử dụng nhiệt độ bề mặt xác định từ ảnh viễn thám hồng ngoại nhiệt trong phát hiện sớm hiện tượng cháy mỏ. Mặc dù vậy, do độ phân giải của kênh hồng ngoại nhiệt thấp, việc ứng dụng viễn thám trong phát hiện và giám sát cháy mỏ còn gặp nhiều hạn chế, nhất là với những khu vực có diện tích không lớn. Việc nâng cao độ phân giải nhiệt độ bề mặt xác định từ dữ liệu ảnh viễn thám là một vấn đề có tính thực tiễn lớn, giúp nâng cao khả năng sử dụng kỹ thuật viễn thám trong phát hiện sớm hiện tượng cháy mỏ. Bài báo này trình bày kết quả tích hợp dữ liệu viễn thám đa độ phân giải nhằm nâng cao mức độ chi tiết trong xác định nhiệt độ bề mặt.

1. Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tư liệu sử dụng

Trong nghiên cứu sử dụng 02 ảnh vệ tinh, bao gồm ảnh vệ tinh Landsat chụp ngày 07/6/2018 (hình H.1) và ảnh vệ tinh Sentinel 2A chụp ngày 08/6/2018 (hình H.2), chụp khu vực mỏ than Khánh Hòa, tỉnh Thái Nguyên. Kênh hồng ngoại nhiệt ảnh vệ tinh Landsat 8 được sử dụng để xác định nhiệt độ bức xạ, trong khi các kênh đỏ và cận hồng ngoại ảnh Sentinel 2 được sử dụng để tính độ phát xạ phục vụ nâng cao độ phân giải của nhiệt độ bề mặt.



H.1. Ảnh Landsat 8 ngày 07/6/2018

LANDSAT 8 là thế hệ vệ tinh thứ 8 của chương trình LANDSAT (NASA, Mỹ), được phóng lên quỹ đạo vào ngày 11 tháng 02 năm 2013, sử dụng 2 bộ cảm biến: bộ cảm quang học OLI và bộ cảm hồng ngoại nhiệt TIRS. Ảnh LANDSAT 8 bao gồm 11 kênh phổ, trong đó có 9 kênh đa phổ, 1 kênh toàn sắc và 2 kênh hồng ngoại nhiệt ở độ phân giải 100 m (Bảng 1).

Vệ tinh Sentinel-2, bao gồm 2 vệ tinh có đặc điểm hoàn toàn giống nhau sau khi được phóng lên quỹ đạo năm 2015 (Sentinel 2A) và 2017 (Sentinel 2B) đã cung cấp ảnh ở 13 kênh phổ trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại với chu kỳ cập

nhật trong 5 ngày (Bảng 2). Với độ phân giải không gian tốt (10m ở các kênh nhìn thấy và cận hồng ngoại), được cung cấp hoàn toàn miễn phí, ảnh vệ tinh Sentinel 2 đang trở thành nguồn dữ liệu quý giá phục vụ nghiên cứu Trái Đất.

Bảng 1. Đặc điểm ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI

Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)
1	0,433÷0,453	30
2	0,450÷0,515	30
3	0,525÷0,600	30
4	0,630÷0,680	30
5	0,845÷0,885	30
6	1,560÷1,660	30
7	2,100÷2,300	30
8	0,500÷0,680	15
9	1,360÷1,390	30
10	10,30÷11,30	100
11	11,50÷12,50	100

Bảng 2. Đặc điểm ảnh vệ tinh Sentinel 2

Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (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

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để xác định nhiệt độ bề mặt trên cơ sở kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2, trong nghiên cứu sử dụng phương pháp tính nhiệt độ bức xạ do NASA đề xuất [11]. Đây là phương pháp đã được sử dụng phổ biến trên thế giới và ở Việt Nam trong chiết tách thông tin nhiệt độ bề mặt và cho độ chính xác cao [2-9]. Theo đó, kênh hồng ngoại nhiệt (kênh 10) ảnh Landsat 8 được sử dụng để tính nhiệt độ bức xạ (brightness temperature) theo công thức (1). Kênh 11 được NASA khuyến cáo không nên sử dụng do sai số lớn trong quá trình xác định nhiệt độ [11].

$$T_B = \frac{K_2}{\ln(K_1/L_\lambda + 1)}. \quad (1)$$

Trong đó: K_1 và K_2 - Các hệ số chuyển đổi, được cung cấp trong file metadata ảnh Landsat [11]; L_λ - giá trị bức xạ điện từ xác định theo công thức [11]:

$$L_\lambda = M_L.Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Trong đó: M_L, A_L - Các hệ số chuyển đổi, được cung cấp trong file siêu dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8.

H.2. Ảnh Sentinel 2A ngày 08/6/2018

Ở bước tiếp theo, kênh đỏ (kênh 4) và kênh cận hồng ngoại (kênh 8) ảnh vệ tinh Sentinel 2 được sử dụng để tính độ phát xạ bề mặt theo công thức [10]:

$$\varepsilon = \varepsilon_v.P_v + \varepsilon_s(1-P_v) \quad (3)$$

Trong đó ε_v, ε_s - Độ phát xạ bề mặt của thực vật và đất trống. P_v - Tỉ lệ thực vật trong một pixel ảnh. P_v có thể được xác định theo công thức sau:

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg.} - NDVI_{soil}}\right)^2. \quad (4)$$

Trong đó: $NDVI_{veg.}$, $NDVI_{soil}$ - Giá trị chỉ số NDVI đối với thực vật và đất thuần nhất [4]÷[9]. P_v nhận giá trị bằng 0 đối với đất trống và bằng 1 đối với đất phủ kín thực vật. Ở đây, NDVI là chỉ số thực vật được xác định dựa trên phản xạ phổ tại các kênh cận hồng ngoại và đỏ ảnh Sentinel 2:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (5)$$

Trong đó: ρ_{NIR}, ρ_{RED} - Tương ứng là giá trị phản xạ phổ tại kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ.

Cuối cùng, nhiệt độ bề mặt (land surface temperature) được xác định theo công thức [11]:

$$LST = \frac{T_B}{1 + \lambda.T_B.\ln\varepsilon/\rho}. \quad (6)$$

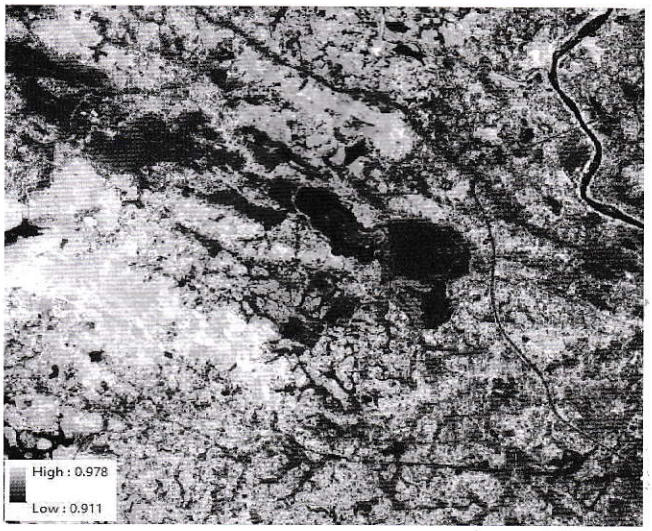
Trong đó: T_B - Nhiệt độ bức xạ; λ - Giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt; ε - Độ phát xạ bề mặt; ρ - Hằng số ($\rho = 1{,}438.10^{-2}$ m.K).

Do độ phát xạ bề mặt là đại lượng hầu như không thay đổi trong thời gian ngắn, như vậy hoàn toàn có thể sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel 2 chụp gần thời điểm với ảnh Landsat 8 để xác định độ phát xạ, từ đó nâng cao độ phân giải của nhiệt độ bề mặt lên 10m so với 30m nếu chỉ sử dụng ảnh Landsat 8.

3. Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là mỏ than Khánh Hòa, tỉnh Thái Nguyên. Đây là khu vực xảy ra cháy ngầm tại bãi thải than từ năm 2008 và cho đến nay vẫn chưa được khắc phục dứt điểm, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động sản xuất cũng như chất lượng môi trường sống của người dân. Để xác định độ phát xạ bề mặt theo công thức (3) cần tính toán độ phát xạ cho đất trống và thực vật. Trong nghiên cứu sử dụng 50 mẫu cho đất trống và thực vật, lấy trực tiếp từ ảnh chỉ số NDVI để tính các giá trị $NDVI_{veg}$ và $NDVI_{soil}$. Sử dụng phương pháp do Van de Griend (1993) đưa ra [10], giá trị độ phát xạ bề mặt đối với đất trống và thực vật được xác định theo công thức sau:

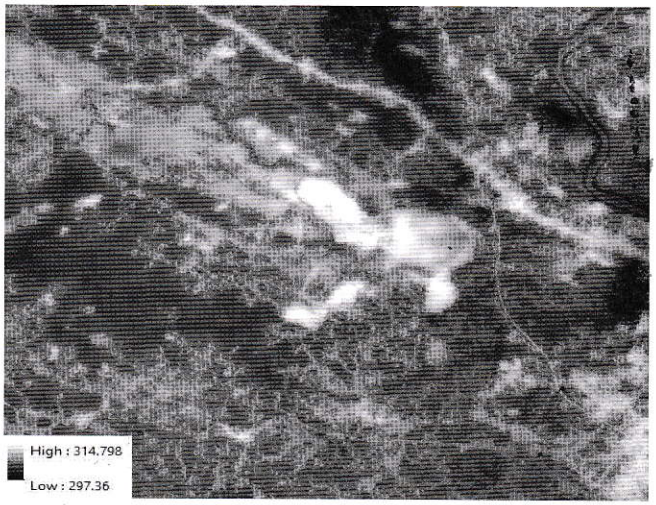
$$\varepsilon = 1,0094 + 0,047.\ln(NDVI). \quad (7)$$



H.3. Kết quả xác định độ phát xạ bề mặt từ ảnh vệ tinh Sentinel 2A

Kết quả xác định độ phát xạ bề mặt khu vực mỏ than Khánh Hóa, Thái Nguyên từ ảnh vệ tinh Sentinel 2A ngày 08/6/2018 được trình bày trên hình H.3, trong đó độ phát xạ nhận giá trị trong khoảng từ 0,911 đến 0,978. Có thể nhận thấy, các khu vực có thực vật phủ dày có giá trị độ phát xạ bề mặt cao (thể hiện bởi màu trắng sáng), trong khi các khu vực đất trống hoặc thực vật thưa có giá trị độ phát xạ bề mặt thấp (thể hiện bởi màu tối).

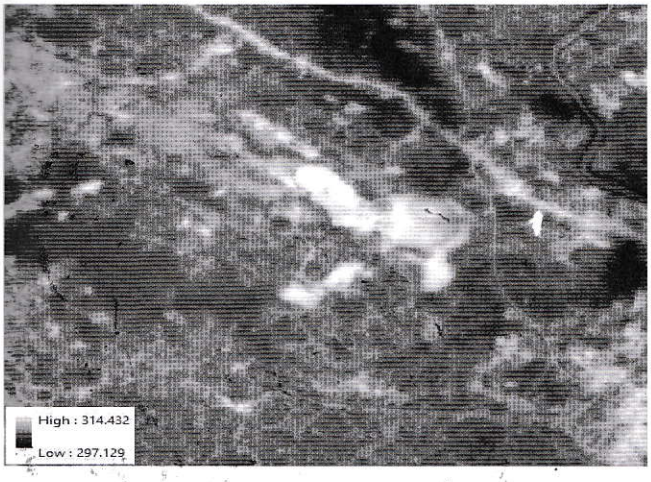
Độ phát xạ xác định từ ảnh vệ tinh Sentinel 2A được sử dụng để tính nhiệt độ bề mặt theo công thức (6). Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than Khánh Hòa, Thái Nguyên trên cơ sở tích hợp ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2A được trình bày trên hình H.4.



H.4. Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than Khánh Hòa khi tích hợp ảnh Landsat 8 và Sentinel 2

Để so sánh, trong nghiên cứu cũng tiến hành tính nhiệt độ bề mặt khi chỉ sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 ngày 07/6/2018. Có thể nhận thấy, giá trị nhiệt độ bề mặt xác định từ ảnh vệ tinh Landsat 8 và nhiệt độ bề mặt xác định khi tích hợp với ảnh Sentinel 2A không có sự khác biệt lớn trong khi độ phân giải không gian đã được nâng lên đến 10 m nếu so với 30 m khi không kết hợp sử dụng ảnh Sentinel 2. Nhiệt độ thấp nhất trong hai trường hợp này đạt tương ứng 297,36 (K) và 297,129 (K), nhiệt độ cao nhất đạt 314,98 (K) và 314,432 (K). Kết quả so sánh một số thông số thống kê khác như mean, media, mode, standard deviation cũng cho thấy không có sự chênh lệch đáng kể giữa các thông số này trong hai phương án tính nhiệt độ bề mặt. Điều đó cho thấy, phương pháp kết hợp ảnh vệ tinh đa độ phân giải Landsat 8 và Sentinel 2 trong xác định nhiệt độ bề mặt cho kết quả đảm bảo độ chính xác và giúp nâng cao độ phân giải không gian lên đến 10 m.

Trong nghiên cứu cũng tiến hành so sánh nhiệt độ bề mặt tại 10 điểm ngẫu nhiên để đánh giá kết quả xác định nhiệt độ bằng 2 phương pháp trên. Các vị trí này phân bố đồng đều trên ảnh và đại diện cho cả khu vực có lớp phủ thực vật dày lẫn khu vực không có lớp phủ thực vật hoặc lớp phủ thực vật thưa. Kết quả nhận được cho thấy, hầu như không có chênh lệch đáng kể khi tích hợp ảnh Sentinel 2A và ảnh Landsat để xác định nhiệt độ bề mặt so với phương pháp truyền thống chỉ sử dụng ảnh Landsat (Bảng 3).



H.5. Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than Khánh Hòa từ ảnh vệ tinh Landsat 8

Bảng 3. So sánh nhiệt độ bề mặt xác định từ ảnh Landsat 8 và phương án tích hợp ảnh Landsat 8 với Sentinel 2

№	Nhiệt độ xác định từ ảnh Landsat 8 (K)	Nhiệt độ xác định bằng cách tích hợp ảnh Landsat 8 và Sentinel 2 (K)	Chênh lệch (K)
1	313,955	314,368	0,413
2	312,350	312,742	0,392
3	310,213	310,619	0,406
4	304,085	304,049	-0,036
5	308,507	308,796	0,289
6	299,916	299,903	-0,013
7	305,940	306,285	0,345
8	303,473	303,161	-0,312
9	305,322	305,248	-0,074
10	305,005	304,805	-0,200

Do vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2 có tần suất chụp gần thời điểm với nhau khá lớn, lại được cung cấp hoàn toàn miễn phí, việc kết hợp các ảnh vệ tinh này trong nâng cao độ phân giải không gian nhiệt độ bề mặt là một phương án phù hợp và đảm bảo độ chính xác. Điều này có ý nghĩa quan trọng khi nghiên cứu phân bố cũng như giám sát diễn biến nhiệt độ bề mặt tại các khu vực có diện tích không lớn như các mỏ than, các đô thị nhỏ.

4. Kết luận

Do bức xạ nhiệt có cường độ yếu, nhiệt độ bề mặt xác định từ các kênh ảnh viễn thám hồng ngoại nhiệt thường có độ phân giải không gian thấp, ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả sử dụng dữ liệu này. Việc nâng cao độ phân giải không gian của nhiệt độ bề mặt là một vấn đề có tính khoa học và thực tiễn, được quan tâm trong nhiều nghiên cứu.

Do vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2 có thể thu nhận ảnh trong cùng hoặc gần thời điểm, lại được cung cấp hoàn toàn miễn phí, phương án kết hợp các ảnh này nhằm nâng cao độ phân giải không gian của nhiệt độ bề mặt là hoàn toàn khả thi và có hiệu quả cao. Việc nâng cao độ phân giải không gian của nhiệt độ bề mặt lên đến 10 m cho phép sử dụng hiệu quả phục vụ đánh giá diễn biến nhiệt độ bề mặt tại các khu vực có diện tích không lớn như các đô thị nhỏ, các khu vực khai thác mỏ.

Kết quả thử nghiệm tại mỏ than Khánh Hòa với 02 cảnh ảnh vệ tinh ngày 07/6/2018 (Landsat 8) và 08/6/2018 (Sentinel 2) cho thấy, độ phân giải không gian nhiệt độ bề mặt đã được nâng lên từ 30 m thành 10 m, trong khi so sánh các thông số thống kê cho thấy không có sự khác biệt đáng kể trong kết quả tính nhiệt độ bề mặt bằng phương pháp truyền thống chỉ sử dụng ảnh Landsat 8 và phương pháp kết hợp ảnh Landsat 8 với ảnh Sentinel 2.❐

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đào Văn Chi, Hoàng Văn Nghị (2014). Những yếu tố ảnh hưởng đến cháy mỏ và khó khăn trong công tác phòng chống, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất, số 7, trang 88-91.

2. Trịnh Lê Hùng (2014). Ứng dụng dữ liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt LANDSAT đa thời gian nghiên cứu hiện tượng cháy ngầm ở mỏ than, Tạp chí Khoa học ĐHSP TPHCM, số 5(58), trang 140-149.

3. Trịnh Lê Hùng (2014). Xây dựng chương trình tính nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than nhằm phát hiện cháy ngầm từ dữ liệu viễn thám nhiệt, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 03, trang 13-17.

4. Chen Y., Li J., Yang B., Zhang S. (2007). Detection of coal fire location and change based on multi - temporal thermal remotely sensed data and field measurements, International Journal of Remote Sensing, Vol. 28, Issue 15, pp. 3173-3179.

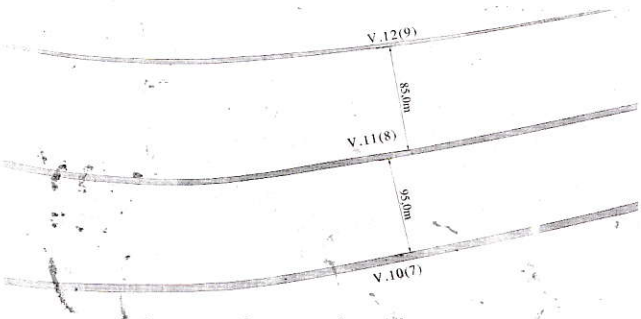
5. Cracknell A., Mansor S. (1992). Detection of sub-surface coal fires using LANDSAT thematic mapper data, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 29, pp. 750-753.

6. Hongyuan Huo (2014). Detection of coal fire dynamics and propagation direction from multi-temporal nighttime Landsat SWIR and TIR data: A case study on the Rujigou coalfield, Northwest China, Remote sensing, 6, 1234-1259.

7. Mishra R. (2014). Study of coal fire dynamics of Jharia coalfield using satellite data, International journal of Geomatics and Geosciences, Vol. 4, No. 3, 477-484.

8. Prakash A., Gupta R. (1999). Surface fires in Jharia Coalfield, India - their distribution and estimation of area and temperature from TM data, International Journal of Remote Sensing, 20, pp. 1935-1946.

(Xem tiếp trang 81)



H.2. Một phần mặt cắt địa chất tuyến IX mỏ Khe Chàm 1

5. Kết luận

Độ thoát khí mêtan trong các đường lò chuẩn bị phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố địa chất, kỹ thuật công nghệ trong đó bao gồm các yếu tố cơ bản là: độ chứa khí mêtan trong vỉa than, tốc độ đào lò và khoảng cách của các vỉa lân cận. Cùng một điều kiện địa chất vỉa, càng xuống sâu độ chứa khí và độ thoát khí mêtan càng tăng; cùng độ chứa khí mêtan trong vỉa than thì độ thoát khí mêtan tỷ lệ thuận với tốc độ đào lò. Hiện nay, nồng độ khí mêtan đo được tại các gương lò đào của mỏ than Khe Chàm 1 khá cao (từ 0,18÷0,36 %). Do đó cần thiết phải tăng cường bổ sung gió sạch cho các gương lò nhằm hòa loãng khí CH_4 và các quạt gió cục bộ cung cấp gió cho các gương lò cần phải hoạt động liên tục nhằm tránh tích tụ khí CH_4. Cần theo dõi độ thoát khí mêtan thường xuyên và cần thiết xác định, dự báo độ chứa khí mêtan tại vỉa 11 khi khai thác xuống sâu để có biện pháp tháo khí trước khi khai thác nếu cần thiết nhằm đảm bảo an toàn, phòng ngừa mối nguy hiểm do khí mêtan gây ra.❐

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo Tổng hợp tài liệu và tính lại trữ lượng than khu mỏ Khe Chàm-Cẩm Phả-Quảng Ninh, Công ty Tin học Môi trường mỏ-Vinacomin, Hà Nội. 2008.

2. Hiện trạng khai thác mỏ than Khe Chàm 1. Phòng Kỹ thuật Công ty than Hạ Long. 2018.

3. Kết quả đo gió, khí của mỏ than Khe Chàm. Phòng thông gió Công ty than Hạ Long. 2018.

4. Trần Xuân Hà (chủ biên) và nnk. Giáo trình An toàn Vệ sinh Công nghiệp trong Khai thác mỏ hầm lò. Nhà Xuất bản Khoa học Kỹ thuật. 2013.

5. Trung tâm An toàn mỏ. Dự liệu chứa khí khu Khe Chàm II-IV Công ty than Hạ Long, Quảng Ninh. 2017.

Ngày nhận bài: *14/05/2018*
Ngày gửi phản biện: *12/06/2018*
Ngày nhận phản biện: *20/10/2018*
Ngày chấp nhận đăng bài: *10/11/2018*
Từ khóa: *độ chứa khí tự nhiên; độ thoát khí mêtan; chế độ thoát khí mêtan; gương lò đào trong than; Khe Chàm 1; khai thác xuống mức sâu*

SUMMARY

This paper investigates the factors affecting the methane emission in the underground constructions of the Khe Chàm 1 coal mine. The results of this study are the basis for proposing measures to prevent methane gas explosions when mining mines deeper.

ỨNG DỤNG DỮ LIỆU...

(Tiếp theo trang 89)

9. Prasun K., Kuntala L., Kanika S. (2005). Application of remote sensing to identify coal fires in the Raniganj coalbelt, India, International journal of Applied earth observation and Geoinformation, 117, 8 pp.

10. Valor E., Caselles V. (1996). Mapping land surface emissivity from NDVI. Application to European African and South American areas, Remote sensing of Environment, 57, pp. 167-184.

11. Landsat 8 data users handbook, cập nhật ngày 29 tháng 3 năm 2016 tại website https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf

Ngày nhận bài: *15/02/2018*
Ngày gửi phản biện: *16/03/2018*
Ngày nhận phản biện: *20/07/2018*
Ngày chấp nhận đăng bài: *10/09/2018*
Từ khóa: *nhiệt độ bề mặt; hiện tượng cháy ngầm; độ phân giải không gian; kênh hồng ngoại nhiệt; nhiệt độ bề mặt; Landsat 8; Sentiel 2A*

SUMMARY

This paper presents the results of a study of combining multi-resolution remote sensing data, including Landsat 8 and Sentiel 2A satellite imagery, to enhance the spatial resolution of land surface temperature. The study area is located in Khánh Hòa coal mine, Thái Nguyên province, where has been affected by subsurface coal mine in recent years. The results obtained in this study can be used to improve the efficiency of monitoring and early detection of abnormal changes in land surface temperatures in mining areas.