

XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT TỪ TƯ LIỆU VIỄN THÁM NHIỆT PHỤC VỤ PHÁT HIỆN VÀ GIÁM SÁT CHÁY NGẦM TẠI KHU VỰC MỎ THAN NÔNG SƠN, QUẢNG NAM

TS. TRINH LÊ HÙNG

Học viện Kỹ thuật Quân sự

Mỏ than Nông Sơn nằm trên địa bàn huyện Nông Sơn, tỉnh Quảng Nam có trữ lượng vào khoảng 10 triệu tấn. Đây là mỏ than lộ thiên, có trữ lượng tương đối nhỏ, được khai thác từ hơn 100 năm nay, tuy nhiên chất lượng than được đánh giá là không cao. Trong thời gian gần đây, tại mỏ than Nông Sơn đã ghi nhận nhiều vụ cháy mỏ, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường sinh thái và sức khỏe người dân.

Các vụ cháy ở mỏ than xảy ra ở hầu khắp các nước sản xuất than lớn trên thế giới như Ấn Độ, Trung Quốc, Venezuela, Mỹ, Nam Phi,... [1]. Có những vụ cháy với diện tích lên đến hàng trăm km², kéo dài hàng chục năm và đến nay vẫn chưa được dập tắt [1-5]. Đây là vấn đề hết sức phức tạp trong khai thác mỏ và nếu không được phát hiện sớm sẽ rất khó giải quyết dứt điểm. Tư liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới và mang lại hiệu quả to lớn trong phát hiện và giám sát cháy ngầm. Có thể kể đến các nghiên cứu của Cracknell et al (1992), Prakash et al (1999), Prasun (2005), Misha (2012), Chen (2007), Hongyuan Huo (2014),... sử dụng tư liệu ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ nhằm xác định nhiệt độ bề mặt khu vực khai thác than phục vụ công tác phát hiện và quan trắc cháy ngầm [1]-[10].

Ở Việt Nam, tư liệu viễn thám nhiệt chủ yếu được sử dụng trong xác định nhiệt độ bề mặt khu vực đô thị và đánh giá mức độ khô hạn bề mặt. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng tư liệu ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat 5 TM trong xác định nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than Nông Sơn, Quảng Nam phục vụ công tác phát hiện sớm và giám sát cháy ngầm.

1. Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

1.1. Tư liệu sử dụng

Trong nghiên cứu sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh quang học độ phân giải trung bình Landsat 5 TM chụp ngày 11-02-2010 khu vực Nông Sơn, Quảng Nam (H.1). Tư liệu ảnh ở mức độ L1T, được tải miễn phí từ địa chỉ <http://glovis.usgs.gov>.

Vệ tinh Landsat là tên chung cho hệ thống các vệ tinh chuyên dùng vào mục đích thăm dò tài nguyên Trái đất. Landsat 5 được phóng thành công lên quỹ đạo vào 01-03-1984, trang bị bộ cảm biến TM (Thematic Mapper) bao gồm 7 kênh ảnh, trong đó có 6 kênh đa phổ ở độ phân giải không gian 30 m và 1 kênh hồng ngoại nhiệt với độ phân giải không gian 120 m (Bảng 1). Trong hơn 29 năm hoạt động trên quỹ đạo, Landsat 5 đã cung cấp một khối lượng dữ liệu khổng lồ, phục vụ hiệu quả trong nghiên cứu tài nguyên thiên nhiên và giám sát môi trường [13].

Bảng 1. Đặc điểm ảnh vệ tinh Landsat 5 TM

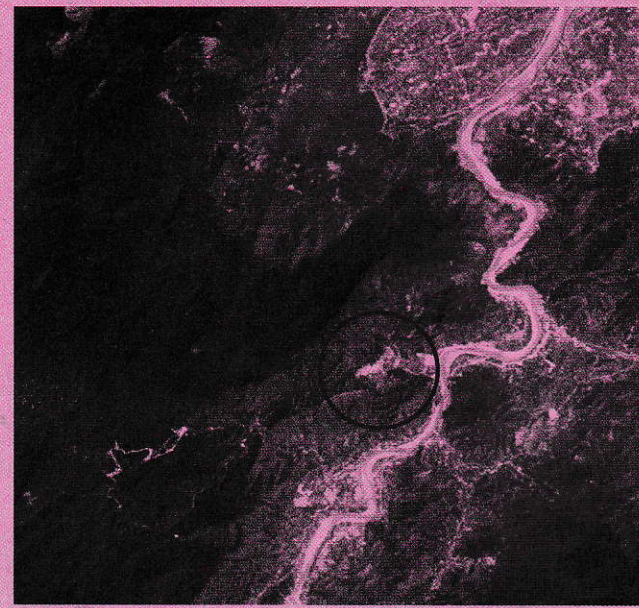
Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)
1	0,45÷0,515	30
2	0,525÷0,605	30
3	0,63÷0,69	30
4	0,75÷0,90	30
5	1,55÷1,75	30
6	10,40÷12,50	120
7	2,09÷2,35	30

1.2. Phương pháp nghiên cứu

Kênh hồng ngoại nhiệt (kênh 6) ảnh Landsat 5 TM được sử dụng để tính nhiệt độ độ sáng (brightness temperature) theo mô hình của NASA []. Ở bước đầu tiên, giá trị số nguyên của ảnh hồng ngoại nhiệt được chuyển đổi sang giá trị thực của bức xạ điện từ theo công thức sau [13]:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{DN_{\max} - DN_{\min}} (DN - DN_{\min}) + L_{\min} \quad (1)$$

Trong đó: L_{max} , L_{min} - Giá trị bức xạ phổ tương ứng với DN_{max} và DN_{min} (Bảng 2). Đối với ảnh Landsat TM có độ phân giải bức xạ 8 bit, DN_{max} và DN_{min} nhận giá trị tương ứng bằng 255 và 1 [13].



H.1. Tư liệu ảnh vệ tinh Landsat 5 TM chụp ngày 11-02-2010 khu vực mỏ than Nông Sơn, Quảng Nam

Bảng 2. Giá trị L_{max} , L_{min} đối với ảnh Landsat TM

Kênh	L_{max}	L_{min}
6	15,3032	1,2378

Giá trị bức xạ phổ tiếp tục được sử dụng để xác định nhiệt độ độ sáng theo công thức sau:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (2)$$

Trong đó: K_1 và K_2 - Các hệ số chuyển đổi, được cung cấp trong file metadata ảnh Landsat [13].

Ở bước tiếp theo, kênh đỏ (kênh 3) và kênh cận hồng ngoại (kênh 4) được sử dụng để tính chỉ số khác biệt thực vật NDVI. Chỉ số thực vật NDVI là tỉ số giữa hiệu số giá trị phản xạ phổ tại kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ trên tổng của chúng:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (3)$$

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

Độ phát xạ bề mặt được xác định bằng cách sử dụng phương pháp do Valor, Caseless (1996) đưa ra [11]:

$$\varepsilon = \varepsilon_v \cdot P_v + \varepsilon_s (1 - P_v) \quad (4)$$

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

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg.} - NDVI_{soil}} \right)^2 \quad (5)$$

Ở đây: $NDVI_{veg.}$, $NDVI_{soil}$ - Giá trị chỉ số NDVI đối với thực vật và đất thuần nhất [11]. P_v nhận giá trị bằng 0 đối với đất trống và bằng 1 đối với đất phủ kín thực vật.

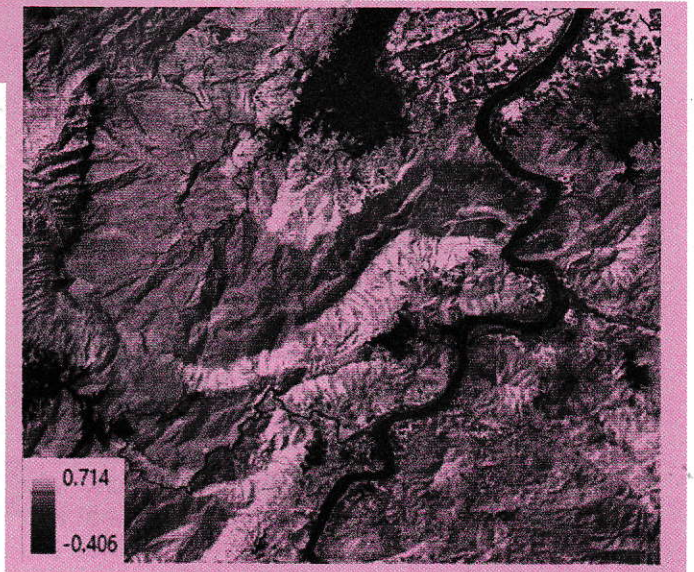
Cuối cùng, nhiệt độ bề mặt đất được xác định theo công thức sau [13]:

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

Trong đó: T_B - Nhiệt độ độ sáng; λ - Giá trị bước sóng trung tâm; ε - Độ phát xạ bề mặt; ρ - Hằng số ($\rho = 1,438 \cdot 10^{-2} \text{ m.K}$).

2. Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt

Tư liệu ảnh vệ tinh sau khi thu thập được hiệu chỉnh bức xạ và hiệu chỉnh hình học để đưa về hệ tọa độ địa lý khu vực nghiên cứu. Kết quả xác định chỉ số NDVI được trình bày trên hình H.2, trong đó các pixel màu sáng đại diện cho các khu vực có mật độ thực vật cao, các pixel màu tối đại diện cho các khu vực có mật độ thực vật thấp.



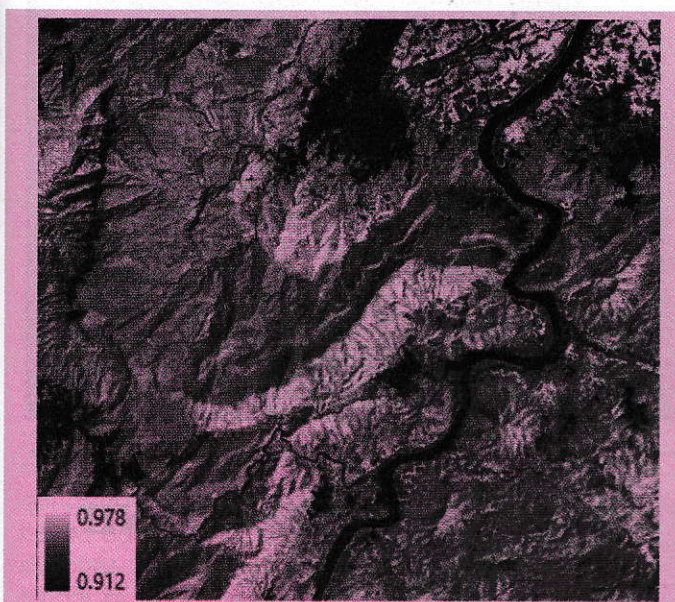
H.2. Kết quả xác định chỉ số thực vật NDVI

Để xác định độ phát xạ cho đất trống và thực vật thuần nhất, trong nghiên cứu sử dụng hơn 50 mẫu để tính giá trị chỉ số NDVI. Kết quả nhận được cho thấy, giá trị chỉ số NDVI đối với đất trống và thực vật khu vực nghiên cứu lần lượt là 0,128 và 0,520. Sử dụng phương pháp do Van de Griend

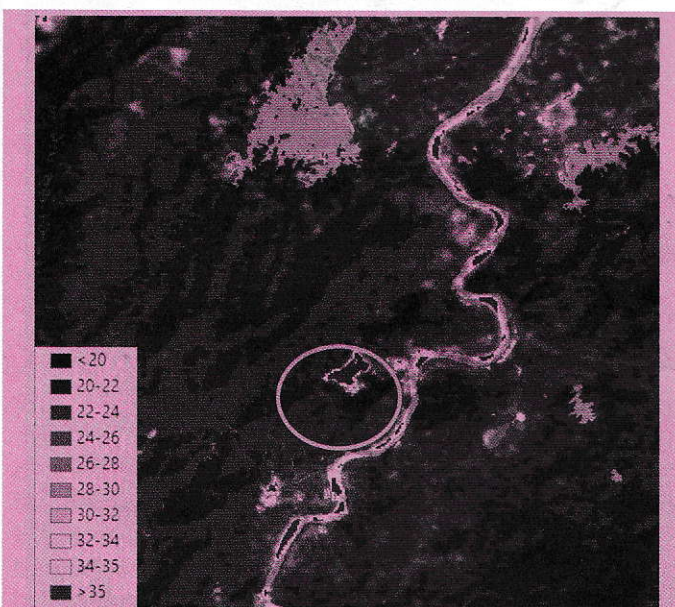
(1993) đưa ra [12], giá trị độ phát xạ bề mặt đối với đất trống và thực vật nhận được lần lượt là 0,913 và 0,979 theo công thức sau:

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

Kết quả xác định độ phát xạ bề mặt khu vực mỏ than Nông Sơn, Quảng Nam được trình bày trên hình H.3. Phân tích kết quả nhận được cho thấy, độ phát xạ bề mặt đạt giá trị cao tại những nơi có thực vật che phủ. Đặc biệt, ở những khu vực rừng tự nhiên, rừng trồng, độ phát xạ thường đạt trên 0,95. Trong khi đó, những khu vực đất trống, đất xây dựng, bãi cát, mặt nước thường có giá trị độ phát xạ bề mặt thấp nhất (trong khoảng 0,91÷0,92).



H.3. Kết quả xác định độ phát xạ bề mặt



H.3. Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt khu vực mỏ than Nông Sơn, Quảng Nam

Độ phát xạ bề mặt và nhiệt độ độ sáng 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 Nông Sơn, Quảng Nam được trình bày trên hình H.4. Trong đó, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 18,6 °C đến 41,2 °C. Kết quả nhận được được chia thành 10 khoảng: nhỏ hơn 20°C, 20÷22 °C, 22÷24 °C, 24÷26 °C, 26÷28 °C, 28÷30 °C, 30÷32 °C, 32÷34°C, 34÷35 °C và trên 35 °C, trong đó những khu vực có nhiệt độ trên 35 °C được thể hiện bởi màu đỏ. Có thể nhận thấy, những vùng có nhiệt độ cao phân bố cục bộ xung quanh mỏ than Nông Sơn và những khu vực cát khô, trong đó khu vực mỏ than Nông Sơn nhiệt độ thường đạt cao nhất (trên 37 °C). Đối với những khu mỏ lộ thiên, những vùng có nhiệt độ trên 35 °C được xác định là những khu vực có khả năng xảy ra cháy ngầm [3], [4].

3. Kết luận

Cháy ngầm mỏ than là một hiện tượng nguy hiểm, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường sống do việc giải phóng khí độc, gây cháy rừng và sụt lún bề mặt các cơ sở hạ tầng. Việc phát hiện sớm các điểm cháy là một yếu tố vô cùng quan trọng trong ứng phó và giảm thiểu thiệt hại do cháy ngầm gây ra.

Nhiệt độ bề mặt khu vực xảy ra cháy ngầm thường cao hơn rất nhiều so với vùng xung quanh, thậm chí so với khu vực dân cư, đô thị, cát khô. Như vậy, nhiệt độ bề mặt là một tham số hiệu quả trong phát hiện và giám sát hiện tượng cháy ngầm.

Các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy, ảnh viễn thám hồng ngoại nhiệt Landsat với độ phân giải không gian trung bình, đặc biệt được cung cấp hoàn toàn miễn phí với chu kỳ cập nhật 16 ngày là một nguồn tư liệu quý giá nhằm xác định nhiệt độ bề mặt khu vực khai thác mỏ. Kết quả nhận được trong nghiên cứu có thể sử dụng để xây dựng hệ thống phát hiện và giám sát các khu vực cháy ngầm, từ đó đưa ra các cảnh báo và biện pháp nhằm ứng phó với hiện tượng trên. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Prakash, A., Gupta, R. P. (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.
2. 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.

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

4. 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.

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

6. Mishra R.K. et al (2012). Estimation of air pollution concentration over Jharia coalfield based on satellite imagery of atmospheric aerosol, International journal of Geomatics and Geosciences, Vol. 2, No. 3, 723-729.

7. Hongyuan Huo et al. (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.

8. Gautam R.S. et al. (2008). An efficient contextual algorithm to detect subsurface fires with NOAA/AVHRR data, IEEE Geoscience and Remote sensing, Vol. 46, Issue 7, 2005-2015.

9. Zhang J., Wagner W., Prakash A., Mehl H., Voidt S. (2004). Detecting coal fires using remote sensing techniques, International journal of Remote sensing, 25, 3193-3220.

10. Voigt S. et al. (2004). Integrating satellite remote sensing techniques for detection and analysis of uncontrolled coal seam fire in North China, International journal of coal geology, 59, 121-136

11. 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.

12. Van de Griend A.A., Owen M. (1993). On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surface, International journal of remote sensing, 14, pp. 1119-1131.

13. National Aeronautics and Space Administration (NASA), LANDSAT Science data user's Handbook.

14. 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.

15. 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.

Người biên tập: Nguyễn Bình

SUMMARY

Thermal remote sensing data can be used to calculate land surface temperature over coal mine for early detection of subsurface fire. This article presents study on the application of LANDSAT 5 thermal infrared image to retrieve land surface temperature in Nông Sơn coal mine, Quảng Nam province. The results obtained in this study can be used to monitor fire zones so as to give warnings and solutions to prevent coal fire.

NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH...

(Tiếp theo trang 82)

SUMMARY

The power system of Vietnam is in its development phase. Due to the increasing number of new power plants in Vietnam power system such as wind power, the stability of this system has become more complex. This is because of interactions of different power plants and the oscillations of generators and lines. This paper presents the stability of the Ninh Thuận 2015 connected Wind Power Plant (20MW) power system with different short-circuit times on the 22kV line and their impact on the system stability. The Electromagnetic Transient simulator PSCAD/EMTDC 4.2 has been used to carry-out the reported case studies.