

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ VÙNG MỎ TỪ DỮ LIỆU ẢNH

TS. TRẦN XUÂN TRƯỜNG, TS. VƯƠNG TRỌNG KHA
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

1. Mở đầu

Ô nhiễm không khí đang là mối quan tâm lo ngại của nhiều quốc gia đang phát triển trong đó có Việt Nam. Quá trình mở rộng và phát triển công nghiệp mỏ đã làm cho môi trường không khí trên vùng mỏ ngày càng bị ô nhiễm trầm trọng.

Theo kết quả nghiên cứu vừa công bố tại Diễn đàn Kinh tế thế giới Davos, Việt Nam nằm trong số 10 quốc gia có chất lượng không khí thấp và ảnh hưởng nhiều nhất đến sức khỏe con người [2].

Môi trường không khí của hầu hết các khu vực trên vùng mỏ đều bị ô nhiễm bụi, đặc biệt là ở các nút giao thông, các khu vực có công trường khai thác và chế biến khoáng sản.

Các chuyên gia cho biết, không khí ô nhiễm, đặc biệt là các dạng hạt nhỏ trong không khí sẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới sức khỏe con người. Không khí "bẩn" và các hạt nhỏ gây nguy cơ mắc bệnh đường hô hấp, bệnh về phổi. Các hạt nhỏ có thể vượt qua rào chắn như khẩu trang, chất nhờn ở trong mũi, miệng để chui vào và nằm lại trong phổi, gây bệnh nguy hiểm và lâu dài.

Ứng dụng công nghệ viễn thám ở nước ta trong nhiều năm nay chủ yếu tập trung vào hai loại tài nguyên cơ bản là đất cùng với lớp phủ trên đất, dưới đất và nước. Tài nguyên thứ ba là không khí - liên quan trực tiếp tới sự sinh tồn của con người, nhưng công nghệ viễn thám ở nước ta chưa có điều kiện nghiên cứu đầy đủ.

Vì vậy, việc nghiên cứu ứng dụng viễn thám vào giám sát ô nhiễm không khí vùng mỏ là việc làm cần thiết. Trong khuôn khổ bài báo sẽ tập trung giải quyết những vấn đề sau:

Nghiên cứu tìm hiểu một số thuật toán để xác định một số chỉ số chất lượng không khí vùng mỏ từ tư liệu viễn thám như PM10 (là những hạt bụi có kích thước bé hơn 10 micron, có khả năng xuyên sâu vào phổi, tác hại đến hệ thống hô hấp và tim mạch); hoặc chỉ số AQI (Air Quality Index, AQI 0 - 50: chất lượng tốt, 51-100: bình thường, 101-200

có hại cho sức khỏe, 201-300: rất hại cho sức khỏe, >301 rất nguy hiểm), API (Air Pollution Index).

2. Phương pháp xác định một số chỉ số chất lượng không khí vùng mỏ

Để xác định một số chỉ số chất lượng không khí từ tư liệu viễn thám như PM10 (những hạt bụi có kích thước bé hơn 10 micron); hoặc chỉ số AQI (Air Quality Index, AQI 0-50: chất lượng tốt, 51-100: bình thường, 101-200 có hại cho sức khỏe, 201-300: rất hại cho sức khỏe, >301 rất nguy hiểm); API (Air Pollution Index) cần tìm hiểu một số thuật toán và xây dựng chương trình xác định chất lượng không khí từ dữ liệu ảnh viễn thám.

2.1 Thuật toán xác định giá trị PM10 từ dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat

Thuật toán xác định PM10 dựa vào giá trị các kênh phổ trên ảnh vệ tinh Landsat kết hợp với dữ liệu từ các trạm quan trắc mặt đất. Kết quả nghiên cứu của tác giả [4] cho phép xác định PM10 như sau:

Bức xạ khí quyển R_r (bức xạ phân tử) được xác định bởi [8]

$$R_r = \frac{\tau_r p_r(\Theta)}{4\mu_s \mu_v} \quad (1)$$

Trong đó: τ_r - Độ dày quang học của Sol khí (ở kích thước phân tử); $p_r(\Theta)$ - Hàm tán xạ pha Rayleigh; μ_s - Cosin của tia năng lượng mặt trời khi ở góc thiên đỉnh; μ_v - Cosin của góc nhìn

Bức xạ khí quyển R_a (bức xạ hạt) quan hệ tuyến tính với các τ_a [7]. Giả định này là hợp lý bởi vì các nhà nghiên cứu khác cũng tìm thấy mối quan hệ tuyến tính giữa hai Sol khí và phân tử tán xạ [8].

$$R_a = \frac{\tau_a p_a(\Theta)}{4\mu_s \mu_v} \quad (2)$$

Trong đó: τ_a - Độ dày quang học của Sol khí (ở kích thước hạt); $p_a(\Theta)$ - Hàm tán xạ pha của Sol khí.

Bức xạ khí quyển là tổng của các phản xạ hạt và phản xạ phân tử, R_{atm} [9]:

$$R_{atm} = (R_a + R_r) \quad (3)$$

Trong đó: R_{atm} - Phản xạ khí quyển; R_a - Bức xạ hạt; R_r - Bức xạ phân tử.

$$R_{atm} = \left(\frac{\tau_a P_a(\Theta)}{4\mu_s \mu_v} + \frac{\tau_r P_r(\Theta)}{4\mu_s \mu_v} \right) \quad (4)$$

Độ dày quang học được xác định theo công thức sau:

$$\tau = (\sigma \cdot s \cdot \rho) \quad (5)$$

Trong đó: τ - Độ dày quang học; σ - Độ hấp thụ; s - Đường giới hạn; ρ - Mật độ giá trị

$$\tau = (\tau_a + \tau_r) \quad (6)$$

$$\tau_r = (\sigma_r \cdot s_r \cdot \rho) \quad (6a)$$

$$\tau_p = (\sigma_p \cdot s_p \cdot \rho) \quad (6b)$$

Thay (6) vào (4) dẫn đến kết quả mở rộng một thuật toán cho các kênh phổ. Biến đổi cuối cùng để có phương trình (8):

$$R_{atm} = \frac{s}{4\mu_s \mu_v} [\sigma_a P_a(\Theta) + \sigma_r P_r(\Theta)]$$

$$R_{atm}(\lambda_1) = \frac{s}{4\mu_s \mu_v} [\sigma_a(\lambda_1) P_a(\Theta, \lambda_1) + \sigma_r(\lambda_1) G_P(\Theta, \lambda_1)] \quad (7)$$

$$R_{atm}(\lambda_2) = \frac{s}{4\mu_s \mu_v} [\sigma_a(\lambda_2) P_a(\Theta, \lambda_2) + \sigma_r(\lambda_2) G_P(\Theta, \lambda_2)]$$

$$P = a_0 \cdot R_{atm}(\lambda_1) + a_1 \cdot R_{atm}(\lambda_2) \quad (8)$$

Từ các phương trình cho thấy PM10 phụ thuộc tuyến tính với phản xạ của kênh 1 và kênh 2. Thuật toán này được tạo ra dựa trên các mối quan hệ tuyến tính giữa τ và phản xạ. Nhiều nghiên cứu cũng đã khẳng định PM10 phụ thuộc tuyến tính với τ và hệ số tương quan cho tuyến tính tốt hơn theo cấp số nhân trong nghiên cứu của Retalis et al, 2003. Điều này có nghĩa là phản xạ tuyến tính với PM10. Để đơn giản hóa việc xử lý dữ liệu, nồng độ chất lượng không khí đã sử dụng trong phân tích được thay bởi mật độ giá trị p .

Phương trình (8) là hai băng tần, vì vậy có thể viết lại phương trình PM10 trong ba băng tần.

$$P = a_0 \cdot R_{atm}(\lambda_1) + a_1 \cdot R_{atm}(\lambda_2) + a_2 \cdot R_{atm}(\lambda_3) \quad (9)$$

Trong đó: P - Giá trị PM10; G - Nồng độ phân tử; R_{atm} - Bức xạ khí quyển và 3 là số của kênh phổ.

Căn cứ vào dữ liệu từ các trạm quan trắc PM10 và dữ liệu ảnh vệ tinh sau khi tính toán hồi quy ta có các phương trình xác định PM10 dựa vào các kênh phổ trên ảnh vệ tinh Landsat như sau:

$$\begin{aligned} PM10 &= a_0 + a_1 B_1 + a_2 B_1^2 \\ PM10 &= a_0 + a_1 B_3 + a_2 B_3^2 \\ PM10 &= a_0 + a_1 \ln B_1 + a_2 (\ln B_1)^2 \\ PM10 &= a_0 + a_1 \ln B_3 + a_2 (\ln B_3)^2 \\ PM10 &= a_0 + a_1 (B_1/B_3) + a_2 (B_1/B_3)^2 \\ PM10 &= a_0 + a_1 \ln(B_1/B_3) + a_2 \ln(B_1/B_3)^2 \\ PM10 &= a_0 + a_1 (B_1 - B_3) + a_2 (B_1 - B_3)^2 \end{aligned} \quad (10)$$

$$PM10 = a_1 B_1 + a_2 B_3$$

Trong đó: a_0 , a_1 , a_2 - Các tham số xác định dựa vào dữ liệu của các trạm quan trắc mặt đất; B - Giá trị kênh phổ được lựa chọn để tính toán.

2.2. Thuật toán xác định chỉ số ô nhiễm không khí từ dữ liệu ảnh MODIS

Trong phương pháp này người ta dùng chỉ số AOD thu được trên ảnh MODIS để tính toán chỉ số ô nhiễm không khí.

2.3. Độ dày quang học của sol khí (AOD)

Độ dày quang học sol khí (AOD) (aerosol optical depth) là đại lượng đặc trưng cho sự suy giảm của tia bức xạ mặt trời do hấp thụ và tán xạ của các phân tử sol khí tại điểm quan trắc so với giới hạn trên khí quyển. Độ dày quang học của sol khí không đo được trực tiếp mà thông qua việc quan trắc quá trình lan truyền quang phổ trong khí quyển. Bức xạ mặt trời I tại một bước sóng được biểu thị bởi công thức (11), [3]:

$$I = I_0 \cdot e^{-m(\tau + \tau_{kh})} \quad (11)$$

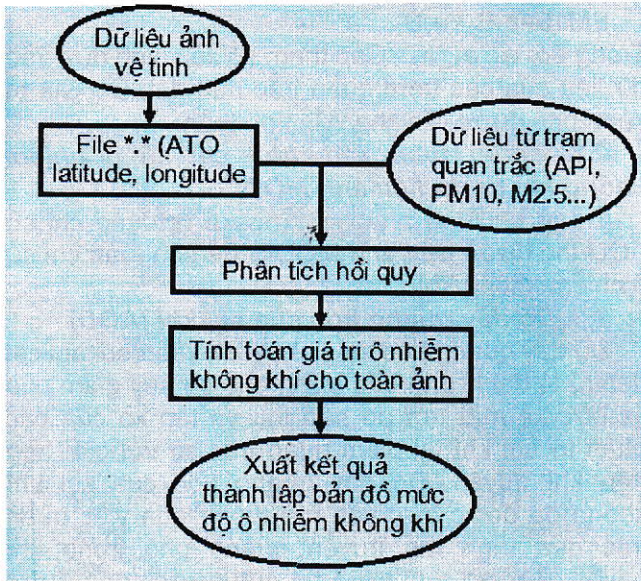
Trong đó: I - Lượng ánh sáng ghi nhận được sau khi nó di chuyển được một quãng đường; I_0 - Lượng ánh sáng bức xạ tại giới hạn trên khí quyển; M - Khối lượng không khí ($m = 1/\cos z$; với z là góc thiên đỉnh của Mặt trời khi quan trắc); τ - Độ dày quang học của sol khí; τ_{kh} - Bao gồm độ dày quang học của nhiều thành phần như giá trị tán xạ của phân tử khí, tán xạ Rayleigh, giá trị suy giảm bởi phân tử sol khí, giá trị hấp thụ của các loại khí còn lại như ozon...

2.4. Thuật toán xác định AOD của sol khí từ ảnh MODIS

Thuật toán thu hồi sol khí áp dụng trong MODIS bao gồm hai thuật toán riêng biệt, một áp dụng cho khu vực đất liền, thuật toán còn lại áp dụng cho khu vực đại dương. Tuy nhiên, hai thuật toán này có kỹ thuật sử dụng tương tự nhau. Cả hai thuật toán đều áp dụng cho các ô gồm 20×20 pixel, độ phân giải 500 m và tạo ra các sản phẩm có độ phân giải 10 km.

Cả hai thuật toán đều dựa trên quá trình hiệu chỉnh và độ phản xạ theo vị trí địa lý được MODIS (MCST) cung cấp, được xác định với các sản phẩm MOD02, MOD03 (đối với sản phẩm của vệ tinh Terra) hoặc MYD02, MYD03 (đối với sản phẩm của vệ tinh Aqua). Thuật toán sử dụng giá trị phản xạ này cùng với sản phẩm lọc mây của MODIS, ký hiệu là MOD/MYD35 và số liệu khí tượng NCEP làm số liệu đầu vào. Sản phẩm màn mây MOD/MYD35 cũng cung cấp thông tin về bề mặt trái đất để xác định pixel đó là "đất" hay là "nước" [5].

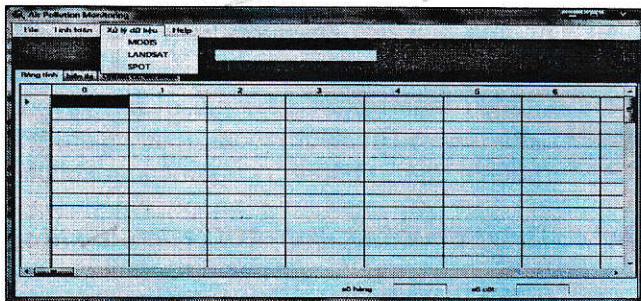
2.5. Quy trình tính toán chỉ số ô nhiễm từ AOD



H.1. Sơ đồ quy trình công nghệ xác định chỉ số ô nhiễm không khí từ AOD

2.6. Chương trình tính toán và kết quả

Chương trình được xây dựng trên nền tảng ngôn ngữ lập trình VB.Net, bao gồm hai module chính:



H.2. Giao diện chương trình tính toán

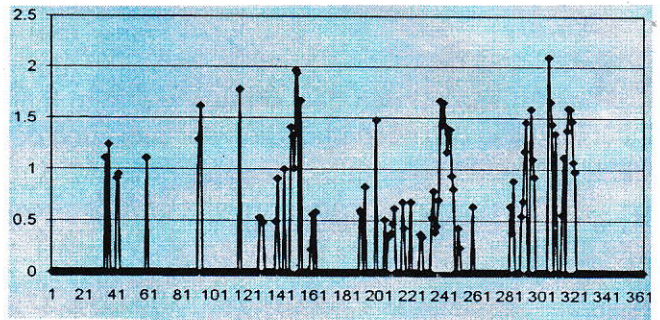
Hàng tính	Số liệu đầu vào	Số liệu đầu vào	Số liệu đầu vào	Số liệu đầu vào	Số liệu đầu vào	Số liệu đầu vào	Số liệu đầu vào
1	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
2	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
3	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
4	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
5	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
6	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
7	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
8	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
9	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
10	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111

H.3. Kết quả tính toán chỉ số API

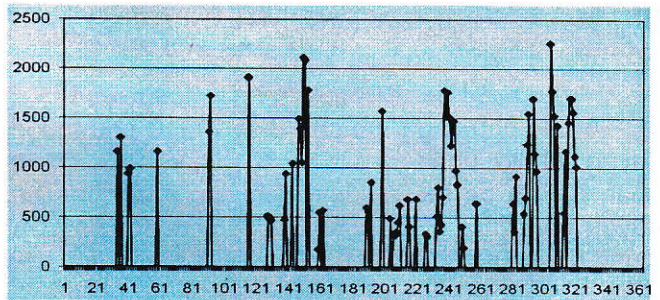
❖ Module xử lý dữ liệu: được thiết kế để đọc và chuyển đổi khuôn dạng dữ liệu ảnh vệ tinh về định dạng mong muốn (*.dat hoặc *.text) phục vụ cho bước xử lý tiếp theo. Trong module này có sử dụng các thư viện Unzip dữ liệu của MODIS, LANDSAT đã được công bố trên mạng.

❖ Module tính toán: thực hiện tính toán các hệ số cần thiết trong quá trình xác định chỉ số ô nhiễm và xử lý dữ liệu đưa ra kết quả cuối cùng, xuất dữ liệu sang excell, vẽ biểu đồ.

Dựa trên cơ sở lý thuyết đã nghiên cứu, chỉ số API là biến đổi tuyến tính với độ dày quang học của Sol khí (AOD) chúng tôi tính toán ra chỉ số API theo chỉ số AOD đo được tại trạm thực nghiệm năm 2011, kết quả tính toán này cần có thêm dữ liệu API thực tế để so sánh khi đi sâu nghiên cứu (xem biểu đồ hình H.4 và H.5).



H.4. AOD tại trạm thực nghiệm 2011 [6]



H.5. Xác định API từ AOD tại trạm thực nghiệm năm 2011

3. Kết luận, kiến nghị

Những nghiên cứu trên đây cho thấy việc ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám trong công tác giám sát ô nhiễm không khí trên vùng mỏ là hoàn toàn khả thi. Ngoài ra, có thể kết hợp với công nghệ GIS để lập bản đồ các khu vực ô nhiễm, giám sát mức độ ô nhiễm theo chu kỳ, phục vụ việc đánh giá tác động của ô nhiễm không khí lên môi trường xung quanh.

Để nâng cao hiệu quả áp dụng công nghệ viễn thám và GIS vào lĩnh vực môi trường, đòi hỏi cần có sự hợp tác liên ngành, nhất là vấn đề đồng bộ quan trắc số liệu đo ngoại nghiệp về các thành phần ô nhiễm không khí khi vệ tinh bay qua cũng như bố trí các trạm quan trắc ngoại nghiệp cho phù hợp về số lượng và vị trí trên địa hình.

Kết quả giám sát ô nhiễm là quan trọng đối với môi trường vùng mỏ, do vậy cần kiến nghị thành lập một trang web thường xuyên cung cấp các chỉ số quan trắc về mức độ ô nhiễm, không chỉ ô

nhễm không khí mà nhiều loại ô nhiễm môi trường khác, giúp cho mọi cơ quan, tổ chức, cá nhân có thể khai thác thông tin đưa ra những cảnh báo, phương pháp ứng phó cũng như chiến lược phát triển bền vững công nghiệp khai thác mỏ. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <http://dantri.com.vn/c36/s36-562667/viet-nam-nam-trong-10-nuoc-khong-khi-o-nhiem-nhat-the-gioi.htm>
2. <http://epi.yale.edu/epi2012>
3. Jinshan Zhu, Dahai Liu, Qingliu Zeng. Analysis of the Aerosol Optical Depth and the Air Quality in Qingdao, China. Journal of software, vol 6, no 7, July 2011.
4. H. S. Lim, M. Z. MatJafri and K. Abdullah. Algorithm for air quality mapping using satellite images. School of Physics, University Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia.
5. Yoram J. Kaufman, D.T., "Algorithm for remote sensing of tropospheric aerosol from MODIS", NASA MODIS Algorithm Theoretical Basis Document, Goddard Space Flight Center, pp.85, 1998.
6. http://aeronet.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/type_piece_of_map_opera_v2_new?level=3
7. Michael D. King,* Yoram J. Kaufman,* Didier Tanré,+ and Teruyuki Nakajima. Remote Sensing of Tropospheric Aerosols from Space: Past, Present, and Future. King et al (1999)
8. Liu, et al., 1996., The cell suicide program is best illustrated by genetic.

9. (Vermote, et al, (1997),user guide. Version 2, Second Simulation of the satellite signal in the solar spectrum (6S), [Online] available: http://www.geog.tamu.edu/klein/geog661/handouts/6s/6smanv2.0_P1.pdf.

Người biên tập: Võ Chí Mỹ

SUMMARY

This article presents the potentials of satellite imagery to determine the quality and extent of environmental pollution of air. The relationship between the elements on the satellite image obtained with the indicators used to assess air quality is presented. The article mentions two methods of determining the air quality indicators are: the method of determining PM10 index through the spectral values obtained on the LANDSAT imagery, giving the formula to determine the index of PM10 and method of determining API index based on it's correlation with the aerosol optical depth (AOD) obtained on MODIS satellite imagery, setting out the process of defining API index from MODIS data.

XÁC ĐỊNH MỨC ĐỘ...

(Tiếp theo trang 32)

Hình học mỏ. NXB Xây dựng, Hà Nội.

2. Phạm Công Khải, Nguyễn Xuân Thụy, Xác định mô hình đứt gãy kiến tạo của các vỉa than bằng phương pháp hồi quy. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất. Số 19/7-2007.

3. Đặng Mai, 2004. Toán ứng dụng trong địa chất. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.

4. Phạm Công Khải (2002), "Một số kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa các thông số của đứt gãy kiến tạo nhỏ ở các vỉa than thuộc bể than Quảng Ninh", Tuyển tập công trình khoa học Mỏ-Địa chất, 38(6), tr. 22-28.

5. Букринский В.А., Михайлова А.В.(1983) Изучение связи трещиноватости с тектоническими структурами горных пород

6. В. М. Калинин, Н.И. Стенин, И. И. Тупикин, И. Н. Ушаков, 2000. горная геометрия. Издательство «Недра».

Người biên tập: Nguyễn Xuân Thụy

SUMMARY

Micro tectonic faults have negatively affected the mining process, the mining process significantly but not detected during probe detected only in the mining process. To quantitatively assess the degree of its distribution in coal seams need to establish the relationship between the number of faults with its length. This paper presents the method of determining the distribution of small tectonic faults in coal seams of a coal mine in Quảng Ninh on the basis that predict its presence in the untapped seams, help operators work safely and effectively.