

NHỮNG ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP VI KHỐI ĐỊA CHẤT ĐỂ TÍNH TRỮ LƯỢNG KHỐI KHOÁNG SẢN RẮN

TS. PHẠM CÔNG KHẢI
Trường Đại học Mở-Địa chất

Hiện nay để tính trữ lượng các khoáng sản rắn có nhiều phương pháp khác nhau, phụ thuộc vào hình dạng, điều kiện thể nằm, tính chất biến đổi hàm lượng và chiều dày của thân quặng, cũng như hệ thống thăm dò, mật độ điểm thăm dò. Những phương pháp phổ biến là: phương pháp trung bình cộng, phương pháp khối địa chất, phương pháp khối khai thác, phương pháp mặt cắt, phương pháp tam giác, phương pháp đa giác...

Khi tính trữ lượng khối khoáng sản rắn bằng phương pháp khối địa chất thường gặp phải những nhược điểm như: Nếu chia thành các khối trữ lượng nhỏ thì hình dáng của nó gần đúng với hình dáng thực, song số lượng các công trình trong mỗi khối lại quá ít không đủ số liệu đại diện để tính ra các tham số trung bình của khối, dẫn đến các kết quả tính được thiếu độ tin cậy. Nếu mở rộng khối trữ lượng thì hình dáng của nó không phù hợp với hình dáng thực, do vậy các tham số trung bình tính được cũng thiếu độ tin cậy.

Ngoài ra phương pháp khối địa chất không tính đến mật độ phân bố khác nhau của các công trình trong khối, chính vì vậy mà trong nhiều trường hợp việc tính trữ lượng bằng phương pháp khối địa chất đã dẫn đến các kết quả thiếu chính xác.

Để khắc phục nhược điểm trên bài báo trình bày phương pháp vi khối địa chất để cải tiến cho phương pháp khối địa chất làm cho việc tính trữ lượng khối khoáng sản rắn được chính xác hơn.

1. Cơ sở lý thuyết tính trữ lượng khối khoáng sản rắn

Để tính trữ lượng, thân quặng được chia thành các khối, việc chia khối được tiến hành theo các nguyên tắc chia khối và cấp trữ lượng như đã làm ở phương pháp khối địa chất [1]. Khối trữ lượng như vậy được giới hạn bởi đường nối các công trình nằm ở ranh giới của khối (hoặc đường ranh giới công nghiệp của quặng). Việc tính trữ lượng cho từng khối được tiến hành như sau:

Chia khối trữ lượng nêu trên thành các khối nhỏ gọi là vi khối có diện tích bằng nhau (chia theo hình vuông hay hình chữ nhật). Vị trí của mỗi vi khối được đặc trưng bởi tọa độ của điểm nằm ở tâm của vi khối.

Chiều dày, hàm lượng của mỗi vi khối được xác định bằng phương pháp hồi quy của từng yếu tố với tọa độ của nó hoặc bằng phương pháp trung bình cân với nghịch đảo khoảng cách từ nó đến các công trình đo được các yếu tố của thân quặng.

Trữ lượng khối khoáng sản được xác định theo công thức [2]:

$$Q = S \cdot d \cdot \sum_{(x,y) \in V} m_{(x,y)} \cdot c_{(x,y)} \quad (1)$$

Trong đó: Q - Trữ lượng quặng của khối trữ lượng; S - Diện tích của vi khối; d - Tỷ trọng của quặng; $m_{(x,y)}$ - Chiều dày thân quặng của vi khối có tọa độ (x,y); $c_{(x,y)}$ - Hàm lượng quặng của vi khối có tọa độ (x,y); V - Tập các nút của lưới điểm nằm ở tâm của các vi khối thuộc khối trữ lượng.

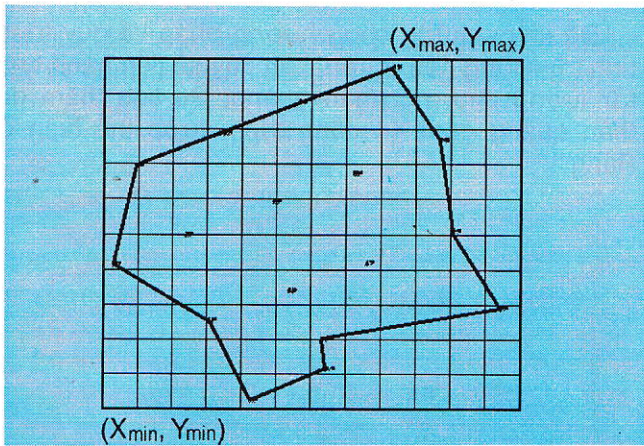
2. Phương pháp vi khối địa chất tính trữ lượng

2.1. Bản chất của phương pháp vi khối địa chất

Để tính được trữ lượng của khối khoáng sản cần phải xác định được thể tích của khối khoáng sản đó. Việc xác định thể tích của khối khoáng sản theo phương pháp vi khối địa chất là dựa trên phương pháp của Giáo sư Xôbôlêpski [1].

Nhưng phương pháp của Giáo sư Xôbôlêpski có nhược điểm là chỉ có thể tiến hành được khi có bình đồ đẳng dày và bình đồ đồng hàm lượng, và độ chính xác của kết quả tính trữ lượng phụ thuộc vào độ chính xác của các bình đồ đó. Để khắc phục nhược điểm đó bài báo đã giới thiệu phương pháp vi khối địa chất để tính trữ lượng. Bản chất của phương pháp như sau:

Chia khối khoáng sản thành các ô vuông nhỏ bằng nhau (gọi là vi khối), có diện tích đáy bằng diện tích ô vuông, còn chiều cao mỗi ô vuông bằng chiều dày thân khoáng sản nằm ở tâm mỗi ô vuông (H.1).



H.1. Tính trữ lượng khoáng sản bằng phương pháp vi khối địa chất

Thể tích toàn phần của khối khoáng sản sẽ bằng tổng thể tích các khối lăng trụ, và được tính theo công thức:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n S_i \cdot m_i \quad (2)$$

Trong đó: V_i - Thể tích của lăng trụ thứ i ; S_i - Diện tích của ô vuông thứ i ; m_i - Chiều dày thân quặng tại tâm của ô vuông đó

Vì diện tích S_i của các ô vuông như nhau nên chỉ cần xác định chiều dày (hoặc hàm lượng) của khối khoáng sản nằm ở tâm của mỗi ô vuông đó.

2.2. Xác định các chiều dày $m_{(x,y)}$ và hàm lượng $c_{(x,y)}$ tại tâm mỗi ô vuông

Gọi m_i và c_i là chiều dày và hàm lượng của quặng tại công trình thăm dò thứ i . Khi đó chiều dày và hàm lượng ở tâm từng vi khối được xác định bằng phương pháp hồi quy

Sự biến đổi chiều dày, hàm lượng trong khối trữ lượng có thể biến đổi bậc 1, bậc 2 hoặc bậc 3, hàm hồi quy của chúng với tọa độ có dạng sau [3]:

❖ Hàm biến đổi bậc 1:
 $m_{(x,y)} = (a_0 + a_1x + a_2y)$; $c_{(x,y)} = (b_0 + b_1x + b_2y)$. (3)

❖ Hàm biến đổi bậc 2:
 $m_{(x,y)} = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2$
 $c_{(x,y)} = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2$. (4)

❖ Hàm biến đổi bậc 3:
 $m_{(x,y)} = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6x^2y + a_7xy^2 + a_8x^3 + a_9y^3$
 $c_{(x,y)} = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2 + b_6x^2y + b_7xy^2 + b_8x^3 + b_9y^3$. (5)

Việc lựa chọn hàm hồi quy ở bậc nào phụ thuộc vào là từng trường hợp cụ thể, mật độ mạng lưới thăm dò, cấu tạo của thân quặng. Thông thường nên dùng hàm biến đổi bậc 3 vì người ta thường coi chiều dày và hàm lượng cũng là một bề mặt nhưng là bề mặt không có thật, vì vậy sự biến đổi của nó giống như bề mặt có thật trong không gian.

Các hệ số của phương trình hồi quy (3), (4), (5) được xác định trên cơ sở của phương pháp số bình phương nhỏ nhất. Hoặc có thể xác định các hệ số của phương trình hồi quy qua các phép biến đổi ma trận sau. Gọi T là ma trận tọa độ ta có:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & x_1y_1 & x_1^2 & y_1^2 & x_1^2y_1 & x_1y_1^2 & x_1^3 & y_1^3 \\ 1 & x_2 & y_2 & x_2y_2 & x_2^2 & y_2^2 & x_2^2y_2 & x_2y_2^2 & x_2^3 & y_2^3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & y_n & x_ny_n & x_n^2 & y_n^2 & x_n^2y_n & x_ny_n^2 & x_n^3 & y_n^3 \end{bmatrix}$$

M là ma trận chiều dày và C là ma trận hàm lượng

$$M = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \dots \\ m_n \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{bmatrix}$$

A là ma trận các hệ số $a_0, a_1, a_2, \dots, a_9$ của phương trình chiều dày và B là ma trận các hệ số $b_0, b_1, b_2, \dots, b_9$ của các phương trình (3), (4), (5).

$$A = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix}$$

Nếu đặt $N=(T^T T)$, sẽ xác định được các ma trận hệ số của phương trình hồi quy (3), (4) và (5) theo công thức:

$$A=N^{-1}T^T M \quad (6)$$

$$B=N^{-1}T^T C \quad (7)$$

Trong đó: T^T - Ma trận chuyển vị của ma trận T ; N^{-1} - Ma trận nghịch đảo của ma trận N .

2.3. Xác định diện tích của vi khối

Diện tích của vi khối phụ thuộc vào mức độ phức tạp về hình dáng của khối trữ lượng và phụ thuộc vào bình đồ tính trữ lượng. Vi khối là hình vuông khi sự biến đổi về chiều dày trong khối là đẳng hướng và là hình chữ nhật khi dị hướng. Các vi khối được biểu thị bởi các nút của lưới điểm có tọa độ (x,y) . Nếu gọi Δx và Δy là khoảng cách giữa các nút diện tích vi khối sẽ là:

$$S_i = \Delta x \cdot \Delta y$$

3. Tự động hóa quá trình tính trữ lượng

Toàn bộ quá trình tính trữ lượng đã trình bày ở trên được thực hiện một cách tự động hóa

trên máy tính điện tử, quá trình được tiến hành như sau.

Trong giới hạn của thân quặng được xác định bởi các công trình thăm dò có tọa độ (X_i, Y_i) tại các điểm đo xác định được chiều dày m_i và hàm lượng c_i của thân quặng. Dựa vào các giá trị tọa độ (X_i, Y_i) xác định được giá trị nhỏ nhất (X_{min}, Y_{min}) và lớn nhất (X_{max}, Y_{max}) . Cận của ô vuông theo trục X là Δx và theo trục Y là Δy được chọn tùy theo yêu cầu độ chính xác tính trữ lượng. Nếu $\Delta x = \Delta y$ sẽ có lưới hình vuông, còn nếu $\Delta x \neq \Delta y$ sẽ có lưới hình chữ nhật. Tọa độ các nút lưới được xác định theo công thức:

$$X_j = X_{min} + (j-1) \cdot \Delta x; Y_k = Y_{min} + (k-1) \cdot \Delta y$$

Trong đó: j, k là số ô vuông theo trục X và Y

$$j = \frac{X_{max} - X_{min}}{\Delta x}; k = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{\Delta y} \quad (8)$$

Nhưng vì số ô vuông j, k phải là một số chẵn, nên sau khi xác định được các giá trị j và k sẽ lấy giá trị nguyên của nó được j_c và k_c , từ đó tính lại các kích thước ô lưới:

$$\Delta x' = \frac{X_{max} - X_{min}}{j_c}; \Delta y' = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{k_c}$$

Từ các giá trị $\Delta x'$ và $\Delta y'$ tính lại tọa độ các nút lưới theo công thức (8). Từ tọa độ các nút lưới của các ô hình vuông hay các ô hình chữ nhật sẽ tính tọa độ trọng tâm của các ô đó theo công thức (9).

$$X_{j,k} = \frac{X_{j,k} + X_{j+1,j+1}}{2}; Y_{j,k} = \frac{Y_{j,k} + Y_{j+1,j+1}}{2} \quad (9)$$

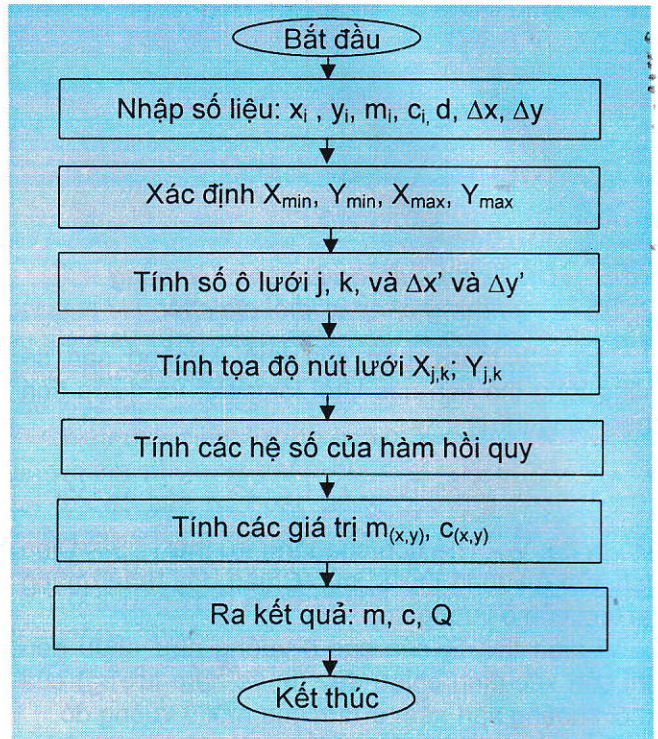
Tại tọa độ tâm của mỗi ô lưới, sử dụng hàm hồi quy (3), (4) hoặc (5) sẽ xác định được chiều dày, hàm lượng tại vị trí đó, từ đó sẽ xác định được thể tích, trữ lượng của thân quặng. Quy trình tính toán được thực hiện theo sơ đồ như hình H.2.

5. Chương trình tính toán thực nghiệm

Bảng 1. Số liệu thăm dò thân quặng

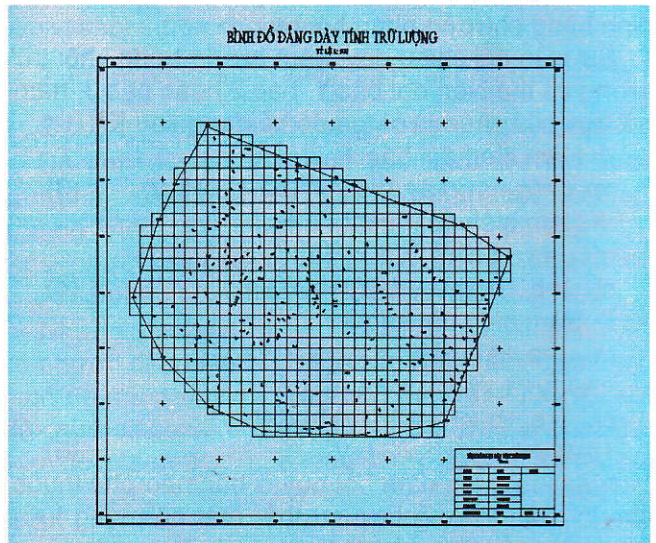
N ^o	Số hiệu công trình	Tọa độ (m)		Chiều dày, m	Hàm lượng, %
		X	Y		
1	G171	448395	424321	5.7	0.84
2	G172	448363	424377	7.5	1.19
3	G173	448317	424401	8.3	1.46
4	G174	448335	424444	13.4	1.42
5	G175	448352	424442	7.4	1.11
...
...
41	G184	448431	424414	9.9	1.19
42	G185	448380	424423	8	1.05
43	G186	448447	424460	8.5	1.23
44	G214	448396	424467	4.7	0.97

Để kiểm chứng cho phương pháp và quy trình tính trữ lượng nêu ở trên, sau đây sẽ tiến hành tính trữ lượng cho một thân quặng. Số liệu thăm dò thân quặng gồm 44 công trình được thể hiện ở Bảng 1.



H.2. Quy trình tính toán.

Ranh giới của thân quặng và các vi khối địa chất được thể hiện như ở hình H.3.



H.3. Bình đồ tính trữ lượng bằng phương pháp vi khối địa chất

Dựa vào số liệu ở Bảng 1 và chương trình tính trữ lượng được lập cho cả 3 loại hàm, thực hiện

hồi quy sẽ được phương trình hồi quy của chiều dày và hàm lượng có dạng như công thức (10):

$$m_{(x,y)} = -21,7803 - 4,3104X + 2,4352Y - 0,0205XY + 0,0168X^2 + 0,0081Y^2$$

$$R_m = 84,4$$

$$c_{(x,y)} = -1,7434 + 0,2807X + 0,8999Y - 0,0018XY + 0,0009X^2 - 0,0017Y^2$$

$$R_c = 95,7. \quad (10)$$

Trong phạm vi ranh giới thân quặng chia thành các khối hình vuông có kích thước 5 m x 5 m = 25 m², như vậy tất cả có 2512 khối. Tại tâm của mỗi khối này xác định được chiều dày và hàm lượng theo hàm hồi quy (10), từ đó sẽ xác định được trữ lượng ở từng vi khối. Kết quả tính trữ lượng bằng phương pháp vi khối địa chất được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính trữ lượng quặng

STT	Diện tích, m ²	Chiều dày, m	Hàm lượng, %	V, m ³	Q, T
1	25	4.7	0.78	117.5	91.65
2	25	7.2	1.09	180	196.2
3	25	7.1	1.12	177.5	198.8
4	25	10.4	1.48	260	384.8
5	25	7.1	1.01	177.5	179.275
6	25	3.8	1.25	95	118.75
...
...
2508	25	3.1	1.3	77.5	100.75
2509	25	7.4	1.2	185	222
2510	25	7.8	0.9	195	175.5
2511	25	6.3	1.3	157.5	204.75
2512	25	2.1	1.2	52.5	63
Σ	62800			423545.4	4910.8

Qua kết quả tính toán bằng phương pháp vi khối địa chất, so với kết quả đã có khẳng định được sự đúng đắn của phương pháp.

6. Kết luận

Phương pháp vi khối địa chất có độ chính xác cao hơn phương pháp khối địa chất, và khắc phục được nhược điểm của phương pháp Xôbôlepski là không phải xây dựng bình đồ đẳng dày của thân quặng. Dùng các phương trình hồi quy chiều dày và hàm lượng thân quặng để dàng xây dựng được chương trình tự động hóa công tác tính trữ lượng, nâng cao hiệu quả và độ chính xác của phương pháp. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Thụy, Phạm Công Khải (2002). Hình học mỏ, NXB Xây dựng, Hà Nội.

2. Trần Minh Thế. Thông tin Khoa học Địa chất, số 8-1985.

3. Phạm Công Khải, Ứng dụng mô hình số độ cao trong việc mô hình hóa cấu trúc các vỉa than ở bể than Quảng Ninh, Tạp chí KHKT Mỏ-Địa chất, số 13, 1/2006, tr.69-74.

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

5. Tian-Xiang Yue, Zhen-Ping Du, Dun-Jiang Song, Yun Gong. A new method of surface modeling and its application to DEM construction.

Người biên tập: Võ Chí Mỹ

SUMMARY

The calculation for mineral volume resources sought made by different methods. Every method has the merits and demerits. The paper introduces the study results of method of geological very small mineral volume to calculate the mineral volume resources.

HỌC THẬT MÀ KHÔNG QUÊN

1. Phong cách của một người không thể chi phối phong cách của người khác. *Jane Austen.*

2. Trong tình yêu có một nghịch lý là hai cá thể trở thành một mà vẫn là hai cá thể. *Erich Fromin.*

3. Bí mật để biến thành một kẻ buồn chán... là cái gì cũng kể. *Voltaire.*

4. Trong bao đạn của một người lính đều có cái gậy Thống chế. *Napoleon.*

5. Con đường dẫn tới trí tuệ? Nói ra rất đơn giản, phạm sai lầm, phạm sai lầm, lại phạm sai lầm, nhưng càng ngày càng ít, càng ngày càng ít, càng ngày càng ít. *Heine.*

6. Đôi khi trong cuộc sống có những thời điểm mà tất cả mọi thứ đều dường như chống lại bạn, đến nỗi bạn có cảm tưởng mình không thể chịu đựng thêm một phút nào nữa. Nhưng hãy cố đừng buông xuôi và bỏ cuộc, vì sớm muộn gì mọi thứ cũng sẽ thay đổi. *Harriet Beecher Stowe.*

VTH sưu tầm