

## Tài nguyên và trữ lượng

Lương Quang Khang, Khương Thế Hùng.  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

### Giới thiệu

*Tài nguyên khoáng sản rắn* là những tích tụ tự nhiên của các khoáng chất rắn bên trong hoặc trên bề mặt vỏ Trái Đất, có hình thái, số lượng và chất lượng đáp ứng những tiêu chuẩn tối thiểu để có thể khai thác, sử dụng một hoặc một số loại

khoáng chất từ các tích tụ này đem lại hiệu quả kinh tế tại thời điểm hiện tại hoặc tương lai. Tài nguyên khoáng sản rắn được chia thành: tài nguyên khoáng sản rắn xác định và tài nguyên khoáng sản rắn dự báo.

*Tài nguyên khoáng sản rắn xác định* là tài nguyên khoáng sản rắn đã được đánh giá, khảo sát, thăm dò xác định được vị trí, diện phân bố, hình thái, số lượng, chất lượng, các dấu hiệu địa chất đặc trưng với mức độ tin cậy nghiên cứu địa chất từ chắc chắn đến dự tính.

*Tài nguyên khoáng sản rắn dự báo* là tài nguyên khoáng sản rắn được dự báo trong quá trình điều tra cơ bản địa chất về tài nguyên khoáng sản trên cơ sở các tiền đề và dấu hiệu địa chất thuận lợi cho thành tạo khoáng sản với độ tin cậy từ suy đoán đến phỏng đoán.

*Trữ lượng khoáng sản rắn* là một phần của tài nguyên khoáng sản rắn xác định đã được thăm dò và việc khai thác, chế biến chúng mang lại hiệu quả kinh tế trong những điều kiện thực tiễn tại thời điểm tính trữ lượng.

**Phân cấp tài nguyên và trữ lượng khoáng sản rắn**

**Trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn** được phân loại trên cơ sở phối hợp của 3 nhóm thông tin:

- Mức độ nghiên cứu địa chất được phân làm 4 mức có độ tin cậy khác nhau: chắc chắn, tin cậy, dự tính và dự báo.

- Mức độ nghiên cứu khả thi được phân làm 3 mức: nghiên cứu khả thi, nghiên cứu tiền khả thi và nghiên cứu khái quát.

- Mức độ hiệu quả kinh tế được phân làm 3 mức: có hiệu quả kinh tế, có tiềm năng hiệu quả kinh tế và chưa rõ hiệu quả kinh tế.

**Cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn** có tên gọi theo mã số gồm 3 chữ số. Trong đó:

- Chữ số đầu thể hiện mức độ hiệu quả kinh tế: số 1 - có hiệu quả kinh tế; số 2 - có tiềm năng hiệu quả kinh tế và số 3 - chưa rõ hiệu quả kinh tế.

- Chữ số thứ hai thể hiện mức độ nghiên cứu khả thi: số 1 - nghiên cứu khả thi; số 2 - nghiên cứu tiền khả thi; số 3 - nghiên cứu khái quát.

- Chữ số thứ ba thể hiện mức độ tin cậy nghiên cứu địa chất: số 1 - chắc chắn; số 2 - tin cậy; số 3 - dự tính; số 4 - dự báo. Đối với mức dự báo phân thành 2 phụ mức: suy đoán (ký hiệu là a) và phỏng đoán (ký hiệu là b).

**Trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn** được tính riêng cho từng loại khoáng sản. Đối với mô tổng hợp phải tính trữ lượng và tài nguyên khoáng sản chính, khoáng sản đi kèm và trữ lượng và tài nguyên của thành phần có ích chính và thành phần có ích đi kèm.

**Chất lượng khoáng sản rắn** được xác định theo mục đích sử dụng và theo công nghệ chế biến có tính đến khả năng thu hồi và sử dụng triệt để các thành phần có ích.

**Trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn** tính theo sự hiện hữu của khoáng sản trong lòng đất, không kê đến tồn thất do khai thác và chế biến. Thành phần và chất lượng khoáng sản rắn xác định ở trạng thái tự nhiên không tính đến nghèo hoá do quá trình khai thác.

**Trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn** tính theo đơn vị khối lượng hoặc thể tích tùy theo yêu cầu sử dụng.

**Tài nguyên khoáng sản rắn** được phân làm 2 nhóm: tài nguyên khoáng sản rắn xác định và tài nguyên khoáng sản rắn dự báo.

Tài nguyên khoáng sản rắn xác định phân thành 2 loại: trữ lượng và tài nguyên.

Trữ lượng được phân thành 3 cấp: cấp 111, 121 và 122;

Tài nguyên được phân thành 6 cấp: cấp 211, 221, 222, 331, 332, và 333.

Tài nguyên khoáng sản rắn dự báo phân thành 2 cấp: cấp 334a và 334b.

**Yêu cầu về mức độ nghiên cứu của các cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn**

**Bảng 1.** Bảng phân cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn.

Mức độ nghiên cứu địa chất	Chắc chắn	Tin cậy	Dự tính	Dự báo	
				Suy đoán	Phỏng đoán
Mức độ hiệu quả kinh tế	Trữ lượng 111. ①	Trữ lượng 121. ②	Trữ lượng 122. ②		
Có hiệu quả kinh tế	Tài nguyên 211 ①				
	Tài nguyên 221. ②	Tài nguyên 222. ②			
Có tiềm năng hiệu quả kinh tế	Tài nguyên 331. ③	Tài nguyên 332. ③	Tài nguyên 333. ③	Tài nguyên 334a	Tài nguyên 334b

**Chú thích:** ① - Nghiên cứu khả thi; ② - Nghiên cứu tiền khả thi; ③ - Nghiên cứu khái quát.

### Cấp trữ lượng 111

Trữ lượng 111 được khoanh định trong phạm vi không chế bởi các công trình thăm dò và các công trình khai thác. Trữ lượng 111 phải bao đảm các yêu cầu sau:

**Mức độ nghiên cứu địa chất.** Trữ lượng cấp 111 là những khối trữ lượng đã được thăm dò bao đảm biết được chi tiết hình dạng, kích thước, thể nằm và cấu trúc địa chất thân khoáng. Phân chia và khoanh định được các phần khoáng sản có giá trị kinh tế, các phân lớp, thấu kính hoặc "ô của số" đá kẹp và các phần khoáng sản không đạt các tiêu chuẩn biên công nghiệp bên trong thân khoáng. Đã xác định rõ chất lượng và tính chất công nghệ của khoáng sản. Các điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình và các điều kiện khai thác mỏ khác đã được điều tra, nghiên cứu chi tiết, bao đảm đủ cơ sở để thiết kế khai thác mỏ.

Mức độ tin cậy của trữ lượng bao đảm tối thiểu 80%.

**Mức độ nghiên cứu khả thi.** Đã lập báo cáo nghiên cứu khả thi chứng minh việc khai thác, tuyển khoáng, chế biến khoáng sản theo giải pháp kỹ thuật - công nghệ chọn lựa là hợp lý, bao đảm sử dụng tổng hợp, triệt để, tiết kiệm tài nguyên khoáng sản, bảo vệ môi trường và hợp pháp. Đối với những mỏ đã và đang khai thác phải có báo cáo khai thác mỏ.

**Hiệu quả kinh tế.** Báo cáo kết quả khai thác mỏ hoặc báo cáo nghiên cứu khả thi khẳng định việc đầu tư để khai thác và chế biến khoáng sản của mỏ sẽ mang lại hiệu quả kinh tế xí nghiệp và hiệu quả kinh tế quốc dân tại thời điểm đánh giá.

### Cấp trữ lượng 121

Trữ lượng cấp 121 được khoanh định trong phạm vi không chế bởi các công trình thăm dò. Trữ lượng cấp này phải bao đảm các yêu cầu sau :

**Mức độ nghiên cứu địa chất.** Trữ lượng cấp 121 có mức độ nghiên cứu địa chất tương tự như cấp trữ lượng 111. Mức độ tin cậy của trữ lượng bao đảm tối thiểu 80%.

**Mức độ nghiên cứu khả thi.** Đã lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi chứng minh mỏ khoáng có giá trị kinh tế để tiếp tục đầu tư nghiên cứu khả thi khai thác mỏ.

**Hiệu quả kinh tế.** Kết quả nghiên cứu tiền khả thi chứng minh việc tiếp tục đầu tư nghiên cứu khả thi và đầu tư khai thác mỏ bao đảm mang lại hiệu quả kinh tế xí nghiệp và hiệu quả kinh tế quốc dân tại thời điểm đánh giá.

### Cấp trữ lượng 122

Trữ lượng cấp 122 được khoanh định trong phạm vi không chế bởi các công trình thăm dò và ngoại suy có giới hạn theo tài liệu địa chất, địa vật lý, địa hoá.

Trữ lượng cấp 122 phải bao đảm các yêu cầu sau:

**Mức độ nghiên cứu địa chất.** Kết quả nghiên cứu và thăm dò địa chất bao đảm làm sáng tỏ những đặc điểm cơ bản về cấu trúc địa chất mô, biết được số lượng, điều kiện thể nằm và hình dạng các thân khoáng trong mô (via, thấu kính, mạch, mạng mạch, ô...), khoanh định, xác định sơ bộ các thông số cơ bản của các thân khoáng như: Kích thước, hình dạng, thể nằm, chiều dày trung bình và sự biến đổi chiều dày các thân khoáng. Số lượng và kích thước trung bình các lớp, thấu kính hoặc "ô của số" đá kẹp và phần không đạt chỉ tiêu tính trữ lượng bên trong các thân khoáng.

Đã xác định rõ chất lượng khoáng sản và các đặc tính tuyển khoáng, chế biến, thu hồi sản phẩm hàng hoá nguyên liệu khoáng. Đã làm sáng tỏ các đặc điểm cơ bản về điều kiện địa chất thủy văn - địa chất công trình và các điều kiện kỹ thuật khai thác mỏ khác. Để chứng minh hoặc khẳng định triển vọng giá trị công nghiệp của mỏ khoáng có thể viện dẫn dữ liệu của các mỏ tương tự đã và đang khai thác.

Mức độ tin cậy của trữ lượng bao đảm tối thiểu 50%.

**Mức độ nghiên cứu khả thi.** Yêu cầu mức độ nghiên cứu khả thi của cấp trữ lượng 122 tương tự như cấp trữ lượng 121. Do mức độ nghiên cứu địa chất của cấp trữ lượng 122 thấp hơn cấp trữ lượng 121 nên có thể ảnh hưởng đến độ rủi ro của dự án tiền khả thi.

**Hiệu quả kinh tế.** Kết quả nghiên cứu tiền khả thi chứng minh việc tiếp tục đầu tư thăm dò để nghiên cứu khả thi và đầu tư khai thác mỏ bao đảm mang lại hiệu quả kinh tế xí nghiệp và hiệu quả kinh tế quốc dân tại thời điểm đánh giá.

Trường hợp không có báo cáo nghiên cứu tiền khả thi, trữ lượng 121 và 122 được tính trên cơ sở chỉ tiêu tính trữ lượng đã được Hội đồng Đánh giá trữ lượng khoáng sản công nhận.

### Cấp tài nguyên 211, 221 và 331

**Mức độ nghiên cứu địa chất.** Tài nguyên 211, 221 và 331 là phần tài nguyên đã thăm dò và có mức độ nghiên cứu địa chất tương tự mức độ nghiên cứu của trữ lượng 111.

Ranh giới tài nguyên 211, 221 và 331 được khoanh định trong phạm vi không chế bởi các công trình thăm dò.

Mức độ tin cậy của tài nguyên bao đảm tối thiểu 80%.

**Mức độ nghiên cứu khả thi.** Mức độ nghiên cứu khả thi đối với các cấp tài nguyên này phải đạt:

- **Cấp tài nguyên 211:** là phần tài nguyên đã được nghiên cứu khả thi chứng minh trong các điều kiện công nghệ, kinh tế, môi trường và các điều kiện khác tại thời điểm đánh giá việc khai thác và chế biến khoáng sản từ nguồn tài nguyên này là chưa có hiệu quả kinh tế. Song, trong tương lai có thể mang lại lợi

ích kinh tế nhờ sự đổi mới công nghệ, hạ giá thành sản xuất, tăng giá hàng hoá nguyên liệu khoáng và thay đổi các điều kiện kinh tế, môi trường và pháp luật liên quan.

- *Cấp tài nguyên 221*: là phần tài nguyên đã được nghiên cứu tiền khả thi chứng minh việc khai thác và chế biến khoáng sản từ nguồn tài nguyên này chưa mang lại hiệu quả kinh tế tại thời điểm đánh giá. Song, trong tương lai cùng với tiến bộ khoa học - công nghệ, sự khan hiếm và tăng giá hàng hoá nguyên liệu khoáng cùng các thay đổi khác về kinh tế - xã hội, việc khai thác có thể mang lại hiệu quả kinh tế.

- *Cấp tài nguyên 331*: là phần tài nguyên được nghiên cứu khái quát, nên tại thời điểm đánh giá chưa rõ việc khai thác và chế biến khoáng sản từ nguồn tài nguyên này là có hiệu quả kinh tế hay có tiềm năng hiệu quả kinh tế.

### Cấp tài nguyên 222 và 332

**Mức độ nghiên cứu địa chất.** Cấp tài nguyên 222 và 332 là phần tài nguyên đã thăm dò và có mức độ nghiên cứu địa chất tương tự mức độ nghiên cứu của cấp trữ lượng 122.

Ranh giới tài nguyên 222 và 332 được khoanh định trong phạm vi khống chế bởi các công trình thăm dò và ngoại suy theo tài liệu địa chất, địa vật lý, địa hoá.

Mức độ tin cậy của tài nguyên bảo đảm tối thiểu 50%.

**Mức độ nghiên cứu khả thi và hiệu quả kinh tế.** Mức độ nghiên cứu khả thi và hiệu quả kinh tế khai thác, chế biến khoáng sản đối với các cấp tài nguyên này phải đạt:

- *Cấp tài nguyên 222*: là phần tài nguyên đã được nghiên cứu tiền khả thi chứng minh việc khai thác, chế biến khoáng sản từ nguồn tài nguyên này tại thời điểm đánh giá chưa có hiệu quả kinh tế, song trong tương lai có thể có hiệu quả kinh tế.

- *Cấp tài nguyên 332*: là phần tài nguyên được nghiên cứu khái quát về khai thác nên tại thời điểm đánh giá chưa rõ việc khai thác, chế biến khoáng sản từ nguồn tài nguyên này là có hiệu quả kinh tế hay có tiềm năng hiệu quả kinh tế.

### Cấp tài nguyên 333

**Mức độ nghiên cứu địa chất.** Cấp tài nguyên 333 là phần tài nguyên được đánh giá, khảo sát, nghiên cứu sơ bộ về hình dạng, thể nằm, sự phân bố các thân khoáng. Ranh giới tài nguyên được khoanh định trong phạm vi cấu tạo địa chất thuận lợi cho thành tạo khoáng sản trên cơ sở xử lý, tổng hợp kết quả nghiên cứu địa vật lý, địa hoá - khoáng vật kết hợp với một số các công trình khoan, khai đào đơn lẻ. Chất lượng khoáng sản xác định sơ bộ theo kết quả

lấy các mẫu ở các vết lộ tự nhiên, công trình địa chất hoặc ngoại suy theo tài liệu của phần kế cận có mức độ nghiên cứu địa chất chi tiết hơn.

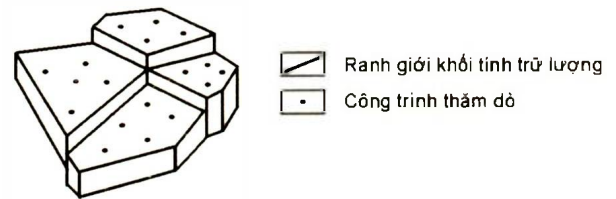
**Mức độ nghiên cứu khả thi và hiệu quả kinh tế.** Cấp tài nguyên 333 là phần tài nguyên được nghiên cứu ở mức khái quát nên chưa rõ việc khai thác, chế biến khoáng sản từ nguồn tài nguyên này có hiệu quả kinh tế hay có tiềm năng hiệu quả kinh tế.

## Các phương pháp tính trữ lượng

### Phương pháp khối địa chất

Chia diện tích thân quặng thành các khối tính trữ lượng [H.1]. Trữ lượng từng khối được tính theo các công thức:

$$Q = S.m.d ; \quad P = Q.C$$



Hình 1. Tính trữ lượng theo phương pháp khối địa chất

### Phương pháp trung bình cộng

Thay khối quặng có chiều dày thay đổi bằng khối có chiều dày ổn định.

Nổi các công trình gập quặng được diện tích trong  $S_1$  và vùng biên được  $S_2$

Trữ lượng thành phần có ích  $P_1$  vùng trong được tính bằng công thức:

$$P_1 = Q_1. C_1 = S_1. m_1. d_1. C_1.$$

Trong đó  $S_1$ : diện tích;  $m_1$ : chiều dày;  $d_1$ : thể trọng;  $C_1$ : hàm lượng thành phần có ích.

Trữ lượng vùng biên được tính tương tự.

### Phương pháp mặt cắt

Từ hệ thống thăm dò theo tuyến có thể lập mặt cắt thẳng đứng hay nằm ngang, và xác định diện tích trên mặt cắt.

**Các mặt cắt song song.** Thể tích khối quặng giữa hai mặt cắt (V) được tính như sau:

Nếu 2 mặt cắt  $S_1$  và  $S_2$  chênh nhau < 40% theo công thức:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot L$$

Nếu  $S_1$  và  $S_2$  chênh nhau > 40%:

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 + S_2}}{3} \cdot L$$

Khối vên rìa vật nhọn hình nêm được tính theo:

$$V = \frac{S}{2} \cdot l;$$

Nếu khối vên rìa vật nhọn hình nón:  $V = \frac{S}{3} \cdot l;$

L – Khoảng cách giữa 2 mặt cắt; l - chiều cao hình nêm (hay nón).

**Các mặt cắt không song song:** Thể tích (V) giữa hai mặt cắt có thể tính theo phương pháp của A. X. Dolotarev.

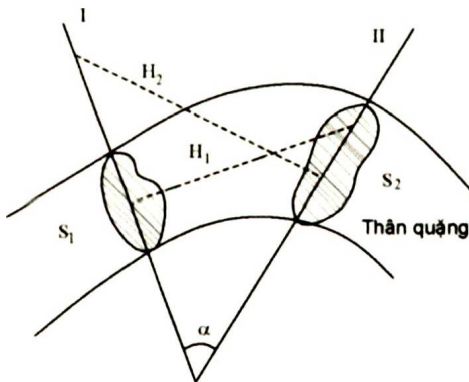
+ Góc giữa hai mặt cắt  $\alpha < 10^\circ$ , tính theo công thức:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot \frac{H_1 + H_2}{2}.$$

+ Nếu  $\alpha > 10^\circ$ , V tính theo công thức:

$$V = \frac{\alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot \frac{H_1 + H_2}{2}$$

-  $S_1, S_2$  : diện tích của mặt cắt;  $\alpha$ : góc giữa 2 mặt cắt;  $H_1$ : chiều dài của đường trục giao với  $S_1$  hạ từ trọng tâm của tiết diện  $S_1$  đến mặt cắt II;  $H_2$  là trục giao của  $S_2$  [H.2].

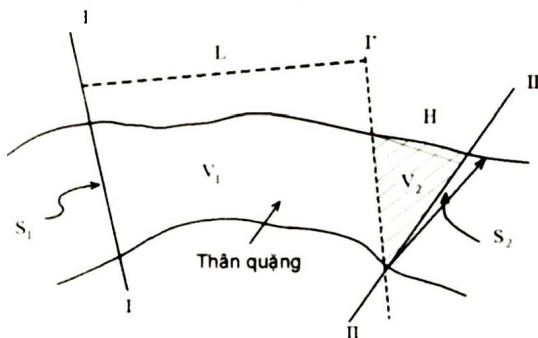


Hình 2. Tính V bằng xác định trọng tâm tiết diện của các mặt cắt không song song.

Theo phương pháp của lu. A. Konmogorov , thể tích giữa hai mặt cắt được chia ra 2 khối  $V_1$  và  $V_2$ .  $V_1$  tính theo phương pháp 2 mặt cắt song song;  $V_2$  tính theo công thức:

$$V_2 = 1/2.S_2.h$$

Trong đó: h là chiều cao hạ từ điểm ngoài  $S_2$  đến  $S_1$ ;  $S_2$  là diện tích mặt cắt qua tuyến II [H.3].



Hình 3. Tính thể tích thân quặng giữa hai mặt cắt không song theo A. Konmogorov.

**Phương pháp đường đẳng trị**

Từ một thân quặng có bề mặt phức tạp tạo nên một thân tương đương có một phía bằng phẳng. Với cách đó có thể tính thể tích của thân quặng theo những công thức toán học thông thường.

Để xác định thể tích thân quặng và trữ lượng, trên bình đồ tính trữ lượng bên cạnh mỗi công trình ghi chiều dày thân quặng và giá trị tích chiều dày với hàm lượng (m%). Sau đó bằng cách nội suy thông thường tiến hành vẽ hệ thống các đường đẳng chiều dày và giá trị tích độ dày với hàm lượng.

Để tính thể tích thân quặng được giới hạn bởi bề mặt là các đường đẳng trị có thể áp dụng các công thức sau:

- Công thức tích phân gần đúng

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \frac{h}{3} [(S_0 + S_n) + 2(S_2 + S_4 + \dots + S_{2n}) + 4(S_1 + S_3 + S_5 + \dots + S_{2n-1})] \pm \frac{1}{3} \sum S_m \cdot h_m$$

- Theo công thức nón cụt

$$V = \frac{1}{3} \cdot h \sum_{i=1}^n (S_{n-1} + S_n + \sqrt{S_{n-1} \cdot S_n}) \pm \frac{1}{3} \sum S_m \cdot h_m$$

- Theo công thức khối hình thang

$$V = h \cdot (\frac{S_0}{2} + S_1 + S_2 + \dots + S_{n-1} + \frac{S_n}{2}) \pm \sum S_m \cdot h_m$$

Trong đó: V - Thể tích thân quặng giới hạn bởi hệ thống đường đẳng trị; h - Khoảng cách giữa các tiết diện (giữa 2 đường đẳng trị liền kề);  $S_0$  - Diện tích giới hạn bởi đường đẳng trị 0;  $S_{1, 2, 3, 4, \dots, n}$  - Diện tích giới hạn bởi các đường đẳng trị tương ứng với các khoảng cao h;  $S_m$  - Diện tích giới hạn phần cuối của thân quặng (lôm hoặc lỗ; diện tích lôm lấy dấu trừ, diện tích lỗ lấy dấu cộng);  $h_m$  - Chiều cao hố lôm hoặc hố lỗ.

**Phương pháp khối khai thác**

Giống như phương pháp khối địa chất, nhưng các khối thường được giới hạn bằng công trình thăm dò và chuẩn bị khai thác. Trữ lượng tính riêng cho từng khối theo công thức tương tự như phương pháp trên.

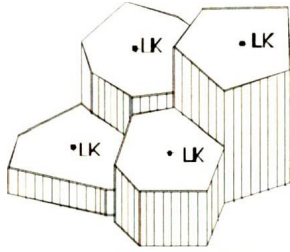
**Phương pháp hình đa giác**

Chia thân quặng thành các khối lăng trụ đứng có đáy đa giác. Chiều cao của lăng trụ là chiều dày thân quặng. Đa giác được thành lập trên cơ sở nối thẳng góc từ điểm giữa của khoảng cách đến các công trình lân cận và các tài liệu chiều dày, hàm lượng, thể trọng của lỗ khoan đại diện cho khối đa giác để tính trữ lượng [H.4].

**Phương pháp tam giác**

Chia thân quặng thành những khối lăng trụ tam giác, đỉnh là các công trình thăm dò để tính trữ lượng tương tự như phương pháp đa giác.

### Phương pháp secăng và cosecăng



Hình 4. Tính trữ lượng bằng phương pháp hình đa giác.

Là dạng khác của phương pháp khối địa chất, nhưng chủ yếu được áp dụng để tính trữ lượng cho các thân quặng dạng vỉa, đặc biệt là các vỉa than. Để tính trữ lượng theo phương pháp này cần lập bình đồ đẳng trụ chiều bằng hoặc chiều đứng theo tài liệu độ cao đáy vỉa nhận được từ các công trình thăm dò và khai thác. Bình đồ chiều bằng được áp dụng khi vỉa có góc dốc thoải đến  $50^\circ$ , còn khi vỉa có góc dốc lớn hơn  $50^\circ$  phải áp dụng phương pháp chiều đứng. Trên bình đồ đẳng trụ tiến hành phân chia các khối tính trữ lượng tương tự như phương pháp khối địa chất, sau đó tính trữ lượng của khối theo từng mức cao tương ứng với hệ đường đẳng trụ.

Nếu gọi  $q_i$  là trữ lượng nằm giữa hai đường đẳng trụ trong khối và  $Q_i$  là trữ lượng của khối ta có:

- Đối với phương pháp Secăng:

$$q_i = s_i \cdot M \cdot \text{Sec}\alpha_i \cdot D; \quad Q_i = \sum_{i=1}^n q_i$$

- Đối với phương pháp cosecăng:

$$q_i = s_i \cdot M \cdot \text{Cosec}\alpha_i \cdot \text{Cos}\gamma_i; \quad Q_i = \sum_{i=1}^n q_i$$

Trữ lượng của toàn vỉa ( $Q$ ) tính theo công thức sau:  $Q = \sum_{i=1}^N Q_i$

Trong đó:

$s_i$  - Diện tích giữa hai đường đẳng trụ trong khối;  
 $M$  - Chiều dày trung bình của thân quặng;  $D$  - Thể trọng của khoáng sản;  $\alpha_i$  - Góc dốc của thân quặng giữa hai đường đẳng trụ;  $\gamma_i$  - Góc kẹp giữa phương mặt phẳng chiều đứng với phương của thân quặng tại khối thứ  $i$ .

### Sai số tính trữ lượng khoáng sản

Hiện nay, chưa có phương pháp thống nhất để xác định sai số tính trữ lượng. Tất cả các sai số thường gặp:

1. Sai số địa chất liên quan đến việc áp đặt các tài liệu thực tế.
2. Sai số kỹ thuật đo và xác định các thông số tính trữ lượng.
3. Sai số do áp dụng các phương pháp tính trữ lượng khác nhau.

Các sai số kỹ thuật liên quan đến tính trữ lượng gồm có: Sai số xác định thể trọng; Sai số đo diện tích trên bình đồ và mặt cắt; Sai số xác định chiều dày. Các sai số lớn nhất tập trung ở các thân quặng mỏng, đối với các thân quặng dày sai số bao giờ cũng ít hơn.

Sai số ngẫu nhiên trung bình cho phép trong phân tích hóa các kim loại khác nhau.

### Ứng dụng toán học và các phần mềm trong công tác tính trữ lượng và tài nguyên

Thực hiện các tính toán trên máy tính với các phần mềm chuyên dụng. Thực hiện các bước sau:

- 1 - Phân tích, mô hình hoá thân quặng; 2 - Định hướng thống kê các thông số tính trữ lượng; 3 - Định lượng cấu trúc không gian các thông số nghiên cứu; 4 - Ước lượng các thông số để tính trữ lượng theo loại Kriging thích hợp; 5 - Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả.

Nội dung các bước tuy phức tạp nhưng hiện nay đã có nhiều phần mềm máy tính đảm nhiệm như DATAMINE, MICROMINE, GEOTECH, GEOEAS, GOCAD,...

### Tài liệu tham khảo

- Luật khoáng sản nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam (2010). Hà Nội, 258 tr.
- Đặng Xuân Phong (Chủ biên), 2002. Phương pháp tìm kiếm khoáng sản rắn. NXB Xây dựng. 388 tr. Hà Nội.
- Đặng Xuân Phong, Đặng Xuân Phú, 2006. Cẩm nang Địa chất, Tìm kiếm và thăm dò khoáng sản. NXB Xây dựng. 294 tr. Hà Nội.
- Quy phạm về phân cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn (Quyết định 06/20QĐ-TNMT ngày 07/06/2006). 15 tr.