

# LỰA CHỌN MẠNG LƯỚI THĂM DÒ VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TRỮ LƯỢNG KHOÁNG SẢN RẪN - LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN

PGS.TS. NGUYỄN PHƯƠNG  
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

**T**hăm dò khoáng sản là giai đoạn đặc biệt trong công tác hoạt động khoáng sản, với mục đích đánh giá chất lượng và tính trữ lượng khoáng sản, là cơ sở dữ liệu để thành lập dự án đầu tư khai thác mỏ, thiết kế kỹ thuật thi công trong quá trình khai thác và tuyển khoáng. Vì vậy, việc lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò và mạng lưới bố trí công trình thăm dò giữ vai trò đặc biệt quan trọng trong quá trình hoạt động khoáng sản.

Trong thăm dò có thể sử dụng một hoặc kết hợp một số phương pháp để lựa chọn mạng lưới thăm dò phù hợp với đối tượng đánh giá. Việc sử dụng phương pháp tính trữ lượng nào đó là phụ thuộc chủ yếu vào phương pháp bố trí công trình thăm dò, mức độ chi tiết của công tác thăm dò, hình thái kích thước và điều kiện thể nằm của thân quặng công nghiệp. Đặc trưng phân bố của thành phần có ích và thành phần có hại trong thân khoáng, cũng như tính chất vật lý của nguyên liệu khoáng.

Thăm dò là một thời kỳ độc lập trong suốt quá trình nghiên cứu, điều tra, đánh giá liên tục những nơi tích tụ khoáng sản với mục đích của thăm dò là đánh giá giá trị công nghiệp khoáng sản, cung cấp các dữ liệu để đánh giá chất lượng, tính trữ lượng, làm cơ sở lập dự án đầu tư khai thác mỏ, thiết kế kỹ thuật thi công trong quá trình khai thác và tuyển khoáng. Để đạt mục đích trên, trong quá trình thăm dò khoáng sản cần giải quyết tốt các nhiệm vụ sau:

- ❖ Nghiên cứu làm sáng tỏ cấu trúc địa chất khu vực, cấu trúc địa chất mỏ và những quy luật phân bố các thông số địa chất công nghiệp trong không gian địa chất;

- ❖ Nghiên cứu làm sáng tỏ chất lượng, tính chất kỹ thuật và đặc tính công nghệ khoáng sản;

- ❖ Nghiên cứu đặc điểm địa chất thủy văn-địa chất công trình và điều kiện kỹ thuật khai thác mỏ;

- ❖ Nghiên cứu khí mỏ (đối với khoáng sản nhiên liệu, phóng xạ...);

- ❖ Tính trữ lượng và tài nguyên khoáng sản (thành phần chính, thành phần hoặc khoáng sản có ích đi kèm);

- ❖ Những yếu tố gây ô nhiễm môi trường trong hoạt động thăm dò;

Để đánh giá chất lượng, tính trữ lượng/tài nguyên, công tác thăm dò phải tiến hành các phương pháp sau:

- ❖ Công tác trắc địa, đo vẽ bản đồ địa chất mỏ;

- ❖ Tạo nên hệ thống tuần tự các vết lộ nhân tạo (vết lộ dọn sạch, hào, giếng, lò), thi công các công trình khoan là cơ sở lập các mặt cắt địa chất liên hợp;

- ❖ Đo địa vật lý, địa hoá, địa chất thủy văn-địa chất công trình, lấy mẫu nghiên cứu khí (đối với một số loại khoáng sản cụ thể) và lấy các loại mẫu;

- ❖ Thu thập tài liệu về địa chất môi trường;

- ❖ Tiến hành đánh giá chất lượng và trữ lượng khoáng sản.

## 1. Phương tiện kỹ thuật thăm dò và mạng lưới bố trí công trình thăm dò

### 1.1. Các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò

Phương tiện kỹ thuật thăm dò là một trong những yếu tố cơ bản ảnh hưởng quyết định đến độ tin cậy hay tính hiệu quả kinh tế của công tác thăm dò. Trong thực tế các lỗ khoan thăm dò được thi công thường nhanh hơn công trình khai đào từ 2-3 lần và rẻ gấp 3-4 lần hoặc hơn. Song thời gian và chi phí cho thăm dò công trình khai đào cũng không giảm so với thi công hào. Một thực tế là khi thăm dò bằng khoan đòi hỏi ít nhân lực, nhưng năng lượng và trang thiết bị nhiều hơn, song độ tin cậy của tài liệu lại thấp hơn công trình khai đào. Vấn đề khó khăn đối nhất với các kỹ sư địa chất thăm dò là lựa chọn phương tiện kỹ thuật và hệ thống thăm dò hợp lý, nhằm bảo đảm độ tin cậy về tài liệu, nhưng phải bảo đảm tính hiệu quả kinh tế và chi phí thời gian là

ít nhất. Về lý luận và thực tế thăm dò khoáng sản, để đáp ứng yêu cầu trên đòi hỏi các nhà địa chất phải am hiểu ba yếu tố cơ bản sau:

**a. Về yếu tố địa chất**

Để giải quyết tốt công tác thăm dò, đặc biệt trong quá trình thiết kế đề án thăm dò, người kỹ sư địa chất cần thu thập và phân tích càng chi tiết càng tốt các yếu tố sau:

❖ Mỗi quan hệ của quặng hoá với yếu tố cấu trúc địa chất: trong tự nhiên, các mỏ khoáng sản được thành tạo có thể có mối quan hệ chỉnh hợp, không chỉnh hợp hoặc xuyên cắt đá vây quanh. Mối quan hệ này là một trong những nguyên nhân chính gây khó khăn đối với công tác thăm dò. Vì vậy, để lựa chọn phương tiện kỹ thuật và mạng lưới bố trí công thăm dò hợp lý, đòi hỏi người thiết kế phải hiểu rõ kiểu loại hình nguồn gốc, hay mô hình thành tạo của tích tụ khoáng sản và bản chất địa chất của quá trình tạo quặng.

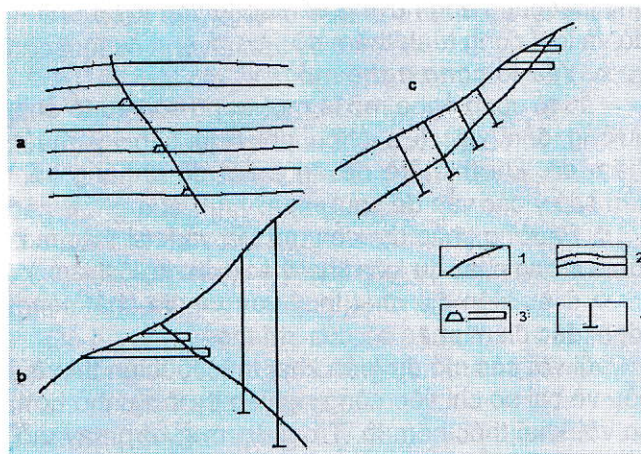
Khi thăm dò các thân quặng có hình dạng ổn định, cấu trúc bên trong đơn giản và phân bố trong đới tiếp xúc của đá magma, tốt nhất sử dụng công trình khoan. Đối với các thân quặng dạng vỉa hoặc mỏ sa khoáng có bề mặt trụ (đáy) tiếp xúc với đá gốc, vách bị phủ bởi trầm tích bờ rời có thể thăm dò bằng hệ thống giếng hoặc khoan nông. Sự phối hợp hợp lý giữa công trình khoan và khai đào liên quan chặt chẽ với mức độ phức tạp về hình dạng và cấu trúc bên trong của thân quặng.

Thân quặng nằm không chỉnh hợp với đá vây quanh và yếu tố cấu trúc khống chế quặng được duy trì, thì thăm dò hợp lý là khoan và công trình mỏ. Các thân và mạch quặng nhỏ xuyên cắt đá vây quanh và yếu tố cấu trúc khống chế quặng phức tạp, thăm dò chủ yếu bằng công trình mỏ. Khi đó, công trình khoan được sử dụng với mục đích chính là tìm kiếm đới khoáng hoá mới và xác định sự tồn tại của quặng hoá dưới sâu.

❖ Điều kiện thể nằm của thân quặng, cấu trúc thân quặng và quan hệ của thân quặng với bề mặt địa hình hiện tại có vai trò quan trọng khi lựa chọn phương tiện kỹ thuật và hệ thống thăm dò. Các thân quặng nằm ngang, dốc thoải và nằm nghiêng được thăm dò bằng công trình khoan thẳng đứng. Các lỗ khoan được bố trí trong mặt cắt thẳng đứng song song, không song song hoặc dạng toả tia. Các thân quặng dốc đứng và có hình dạng phức tạp thường được thăm dò bằng công trình ngầm, khi đó sẽ tạo ra hệ thống mặt cắt song song nằm ngang, hoặc phối hợp công trình khoan xiên, khoan ngang với công trình ngầm.

Quan hệ giữa yếu tố thể nằm của thân quặng với địa hình có ý nghĩa nhất định khi lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò. Ví dụ: khi thân

quặng có đường phương thẳng góc với sườn dốc địa hình và lộ ra ở mặt đất thì thăm dò bằng công trình đặt trực tiếp trên vị trí lộ thân quặng theo từng mức cao là hợp lý và hiệu quả hơn cả (hình H.1.a). Đối với các thân quặng có phương kéo dài dọc theo sườn núi và có thể nằm trùng với bề mặt dốc của địa hình thường được thăm dò bằng công trình ngầm ở tầng trên, còn phần dưới sâu thăm dò bằng công trình khoan (hình H.1.b, H.1.c).



H.1. Ảnh hưởng của điều kiện thể nằm các thân quặng tới việc lựa chọn phương tiện thăm dò: a. Thân quặng có phương nằm thẳng góc với sườn và lộ ra ở mặt đất; b. Thân quặng có phương dọc theo sườn và cắm "vào trong núi"; c. Thân quặng có phương dọc theo sườn và cắm "xuống chân núi"; 1 - Thân quặng; 2 - Đường đồng mức của sườn; 3 - Công trình khai đào (lò); 4 - Các lỗ khoan

❖ Hình dạng và kích thước thân quặng. Hình dạng và kích thước thân quặng ảnh hưởng lớn đến sự phân bố công trình thăm dò, sự định hướng của mặt cắt và lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò. Các thân quặng lớn và rất lớn được thăm dò ưu việt bằng công trình khoan. Các thân quặng kích thước trung bình được thăm dò bằng công trình khoan kết hợp với công trình khai đào.

❖ Cấu trúc và thành phần khoáng sản. Cấu trúc và thành phần khoáng vật ảnh hưởng trực tiếp đến lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò. Thân quặng có cấu trúc đơn giản, thường thăm dò bằng công trình khoan, thân quặng có cấu trúc gián đoạn, tốt nhất sử dụng khoan với công trình khai đào. Để thăm dò các thân quặng phức tạp và có cấu trúc gián đoạn mạch nhỏ và rất nhỏ thì công trình ngầm chiếm ưu thế hơn công trình khoan. Các thân quặng có hình dạng đơn giản và duy trì được thăm dò chủ yếu bằng công trình khoan. Thân quặng có hình dạng phức tạp và không duy trì, nên sử dụng công trình khai đào để theo dõi mức độ biến đổi về hình thái của chúng. Trong thực

tế, yếu tố quan trọng đối với thăm dò không phải chỉ mức biến đổi về hình thái thân quặng, mà sự biến đổi hàm lượng hợp phần có ích trong thân quặng cũng đóng vai trò rất quan trọng. Mức độ biến đổi của thành phần có ích càng lớn, thì thăm dò càng phức tạp và số lượng mặt cắt theo tuyến thăm dò yêu cầu phải nhiều hơn.

Tính biến đổi hàm lượng có thể ở dạng điều hoà hoặc có bước nhảy, có quy luật hoặc không có quy luật cũng ảnh hưởng đến số lượng tuyến thăm dò và loại công trình thăm dò.

**b. Yếu tố công nghệ mỏ**

Yếu tố công nghệ mỏ là một trong số yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò, khi thiết kế đề án thăm dò khoáng sản cần chú ý các vấn đề sau:

- ❖ Phương pháp dự kiến mở vỉa và khai thác mỏ, tức phương pháp dự kiến khai thác (hầm lò, lộ thiên...);
- ❖ Điều kiện địa chất thủy văn và địa chất công trình, đặc điểm phân bố của khí mỏ.

Đối với các mỏ dự kiến khai thác lộ thiên thì yêu cầu về chỉ số chỉ tiêu công nghiệp thường nhỏ hơn so với khai thác hầm lò. Trong trường hợp này mỏ được thăm dò ưu việt bằng công trình khoan.

Mỏ được dự kiến khai thác bằng phương pháp hầm lò, trong thăm dò nên sử dụng công trình mỏ, các công trình này về cơ bản sẽ là công trình chuẩn bị cho khai thác mỏ sau này.

Mức độ chứa nước của mỏ, độ ổn định và nứt nẻ của đá và chiều dày lớp cũng có ảnh hưởng trực tiếp đến lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò.

Tính chất của đất đá vách và trụ của thân quặng cũng ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò. Ngoài ra, tính chất của đá vây quanh và thân quặng cũng ảnh hưởng đến cách bố trí công trình thăm dò; đặc biệt là công trình khai đào.

**c. Yếu tố kinh tế-địa lý**

Yếu tố kinh tế-địa lý ít nhiều cũng ảnh hưởng đến lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò. Cơ sở năng lượng cũng ảnh hưởng đến công trình khai đào. Ngoài các yếu tố nêu trên, khi lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò cần chú ý đến một số yếu tố như: yêu cầu về mức độ chi tiết, độ tin cậy, cũng như thời gian nhận được thông tin và yêu cầu nghiên cứu tính chất công nghệ của khoáng sản.

**1.2. Về hệ thống thăm dò**

Đặc điểm của hệ thống thăm dò được quyết định bởi tính chất tự nhiên của đối tượng thăm dò, tính định hướng của mặt cắt tuyến thăm dò.

Theo định hướng không gian của hệ thống mặt cắt thăm dò có thể chia hệ thống thăm dò thành 3 hệ thống:

❖ Hệ thống mặt cắt thẳng đứng được áp dụng khi thăm dò các thân quặng nằm ngang, nằm nghiêng và vỉa quặng đẳng hướng;

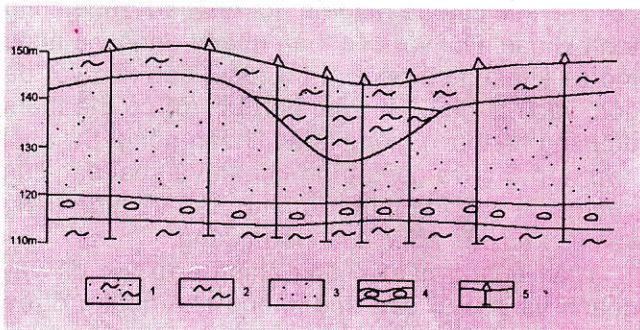
❖ Hệ thống mặt cắt nằm ngang áp dụng khi thăm dò các vỉa quặng dốc đứng và các thân quặng có hình dạng đẳng hướng;

❖ Hệ thống mặt cắt dọc thường được sử dụng để thăm dò các thân quặng có chiều dày mỏng.

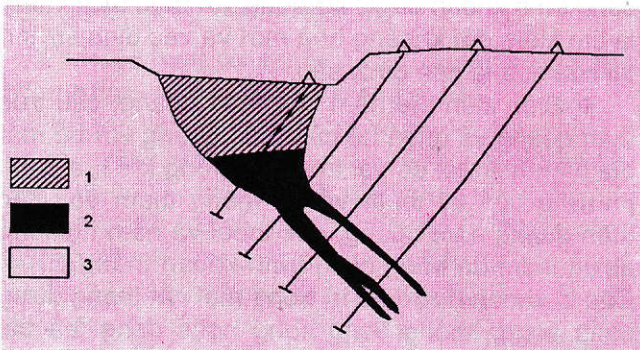
Theo dạng công trình áp dụng, hệ thống thăm dò được chia làm 3 nhóm lớn:

- ❖ Nhóm hệ thống khoan (hình H.2, H.3);
- ❖ Nhóm công trình ngầm (hình H.4);
- ❖ Nhóm công trình khoan kết hợp công trình ngầm (hình H.5).

Theo Biriukov V.I., nếu thân quặng dốc, tốt nhất sử dụng khoan xiên (cong) và góc kẹp giữa hướng cắm thân quặng với phương vị lỗ khoan phải lớn hơn 30°. Nếu thân quặng có góc cắm thay đổi mạnh thì các lỗ khoan cần có góc nghiêng khác nhau để đảm bảo khoảng cách giữa các công trình trên tuyến gần như nhau.



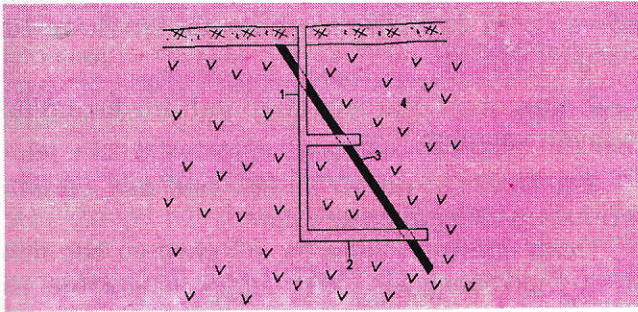
H.2. Hệ thống thăm dò bằng lỗ khoan nông thẳng đứng: 1 - Á sét; 2 - Sét; 3 - Cát; 4 - Thân quặng; 5 - Lỗ khoan



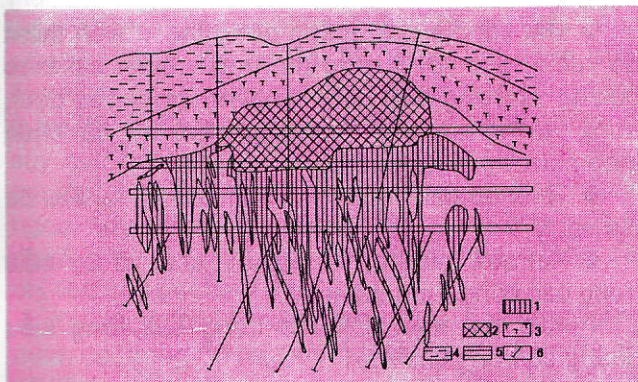
H.3. Hệ thống thăm dò bằng lỗ khoan xiên (cong): 1 - Quặng oxy hoá; 2 - Quặng gốc; 3 - Đá vây quanh

Từ các hệ thống thăm dò trình bày trên có thể thấy để lựa chọn hệ thống thăm dò phù hợp với đối tượng nghiên cứu cần phân tích chi tiết các yếu tố cơ bản sau:

- ❖ Hình dạng, yếu tố thể nằm của thân quặng và mức độ biến đổi của hợp phần có ích;
- ❖ Đặc điểm địa chất thủy văn, địa chất công trình và điều kiện khai thác mỏ;
- ❖ Điều kiện kinh tế-địa lý như: giao thông vận tải, cơ sở hạ tầng, năng lượng, đặc điểm địa hình và khí hậu....



H.4. Hệ thống thăm dò bằng giếng mỏ và đường lò xuyên vỉa: 1 - Giếng mỏ; 2 - Đường lò xuyên vỉa; 3 - Thân quặng; 4 - Đá vây quanh



H.5. Mặt cắt mỏ đa kim (theo tài liệu của Tổ hợp mỏ Leningrad). Sự phân bố quặng theo chiều sâu (theo hướng cắm) - phần trên thân quặng dạng vỉa kích thước lớn, phần dưới thân quặng phân nhánh dạng mạch: 1 - Thân quặng; 2 - Khu vực đã khai thác; 3 - Tuf và tufit; 4 - Sét, bột kết; 5 - Công trình lò; 6 - Công trình khoan

### 1.3. Hình dạng mạng lưới thăm dò

Trong thực tế thăm dò, thường sử dụng mạng lưới hình vuông, hình chữ nhật, hình thoi, hình tam giác, dạng tuyến; trong đó mạng lưới dạng tuyến, dạng hình vuông và hình chữ nhật phổ biến hơn cả. Khi thăm dò các thân quặng có cấu trúc dị hướng mạnh thì mạng lưới hình chữ nhật chuyển thành hệ thống mặt cắt thăm dò cách nhau một khoảng cách nhất định. Chính vì vậy, trong thực tế thăm dò tồn tại hai phương thức bố trí công trình thăm dò, đó là:

- ❖ Bố trí theo mạng lưới hình học (hình vuông, chữ nhật, hình thoi, tam giác đều);

- ❖ Bố trí theo tuyến thăm dò (song song, không song song, tỏa tia).

Phương thức bố trí công trình theo tuyến thăm dò được áp dụng chủ yếu đối với thân quặng dạng mạch, dạng vỉa,... kéo dài theo đường phương và có thể nằm dốc đến dốc đứng và phổ biến nhất ở nước ta trong thời gian qua. Phương thức bố trí này cho phép tạo ra hệ thống mặt cắt thẳng đứng hoặc nằm ngang.

Khi định hướng các mặt cắt thăm dò cần đảm bảo một số nguyên tắc cơ bản sau:

- ❖ Các mặt cắt và công trình thăm dò tương ứng phải định hướng theo phương biến đổi lớn nhất của các thông số địa chất thân quặng để có thể thể hiện đúng hình dạng, yếu tố thể nằm và cấu trúc bên trong của thân quặng, cũng như mối quan hệ của quặng hoá với đá vây quanh;

- ❖ Mặt cắt theo tuyến thăm dò phải cắt ngang qua tất cả đới chứa quặng hoặc thân quặng.

Để bố trí tuyến thăm dò cần lựa chọn tuyến trực song song với đường phương của thân quặng, sau đó bố trí các tuyến ngang vuông góc với tuyến trực. Trên từng tuyến ngang, tùy thuộc vào điều kiện cụ thể mà sử dụng công trình hào, giếng nông để bắt dầu lộ vỉa thân quặng và sử dụng công trình khoan và công trình ngầm để khống chế thân quặng ở dưới sâu. Trong thực tế, các thân quặng thường có góc dốc thay đổi, vì vậy cần bố trí công trình thăm dò bảo đảm khoảng cách giữa chúng theo mặt trực của thân quặng là như nhau.

### 1.4. Vấn đề tối ưu hóa mạng lưới thăm dò

Hiện tại, vẫn chưa có phương pháp thống nhất để giải quyết về vấn đề xác định mạng lưới thăm dò tối ưu. Đây là một trong những vấn đề quan trọng và cấp thiết cần nghiên cứu giải quyết trong quá trình thăm dò các mỏ khoáng sản rắn. Trong các tài liệu về phương pháp thăm dò có đề cập đến một số biện pháp nhằm xác định khoảng cách giữa các công trình thăm dò, hiện nay có thể chia làm 3 nhóm phương pháp phổ biến nhất:

- ❖ Phương pháp sử dụng theo bảng hướng dẫn định hướng mạng lưới thăm dò khoáng sản rắn (Quy định phân cấp trữ lượng/tài nguyên khoáng sản năm 2006 và các quy định cho một số nhóm khoáng sản cụ thể của Bộ Tài nguyên và Môi trường) hoặc so sánh với tài liệu khai thác (áp dụng trong giai đoạn thăm dò bổ sung, thăm dò khai thác);

- ❖ Phương pháp làm thưa liên tục mạng lưới;
- ❖ Phương pháp toán-địa chất;

#### a. Phương pháp đối chiếu quy phạm hoặc so sánh với tài liệu khai thác

- ❖ Để áp dụng mạng lưới định hướng trong các quy định về phân cấp TL/TN, cần dựa vào đặc

điểm địa chất mỏ, hình thái kích thước thân quặng, đặc điểm phân bố thành phần có ích... để dự đoán kiểu nhóm mỏ thăm dò và dựa vào nhóm mỏ thăm dò để lựa chọn mạng lưới bố trí công trình thăm dò tương ứng với cấp trữ lượng và nhóm mỏ thăm dò dự kiến.

❖ Sử dụng phương pháp đối sánh với tài liệu khai thác, cân so sánh chu vi của thân quặng và các phần riêng của nó, cấu trúc địa chất khoáng sàng, trữ lượng tính được theo tài liệu thăm dò với các tài liệu nhận được trong khai thác.

### **b. Phương pháp làm thưa mạng lưới**

Trên đối tượng thăm dò, người ta chọn một khu vực đủ đại diện và tiến hành thăm dò chi tiết nhất, đan dày mạng lưới 2÷3 lần so với yêu cầu. Mạng lưới này được xem là "chuẩn". Sau đó tiến hành thi công các công trình thăm dò và tính toán tất cả các thông số về chiều dày, hàm lượng, trữ lượng quặng và kim loại theo tài liệu nhận được ở tất cả các công trình. Sau đó tiến hành tính trữ lượng quặng và kim loại theo 1/2 số lượng công trình rồi 1/3, 1/4, tức là tiến hành làm thưa lần 1, lần 2, lần 3,... và so sánh số lượng nhận được này với số lượng ban đầu. Giả thiết rằng mật độ mạng lưới đáng tin cậy nhất, nhưng không kinh tế là mạng lưới ban đầu. Để có một mạng lưới vừa đáng tin cậy vừa kinh tế, người ta chọn phương án làm thưa có sai số tương đối không quá lớn (sai số nằm trong phạm vi cho phép) so với mạng lưới ban đầu.

Để lựa chọn mạng lưới thăm dò hợp lý, thường sử dụng phương pháp đánh giá lặp lại của I.Đ. Kogan (1971) để đánh giá sai số tính trữ lượng. Phương pháp này có một số nhược điểm sau:

❖ Tài liệu nghiên cứu chỉ dùng được cho phần diện tích còn lại của khoáng sản cần thăm dò. Do đó chỉ áp dụng hiệu quả khi thăm dò các mỏ có kích thước lớn;

❖ Phương pháp xác định trên không phải là khoảng cách giữa các công trình mà là số lượng tối thiểu của các công trình, ít hơn số lượng đó trữ lượng sẽ không chính xác;

❖ Mạng lưới lựa chọn ban đầu còn mang tính chủ quan.

### **c. Phương pháp toán địa chất**

Để xác định khoảng cách giữa các công trình thăm dò thường sử dụng một số mô hình toán địa chất. Cơ sở của phương pháp là phân tích mức độ đồng đều về hình dạng thân quặng, về sự phân bố thành phần có ích trong quặng. Trong trường hợp thứ nhất người ta hay sử dụng chiều dày hay diện tích mặt cắt để phân tích mức độ đồng đều của thân quặng. Còn trong trường hợp thứ 2, thường là sự biến hoá về hàm lượng thành phần có ích và có

hại. Nói chung, dựa vào thông số nào biến đổi mạnh nhất có ảnh hưởng đến độ đáng tin cậy của thăm dò nhiều nhất.

Hiện có nhiều mô hình toán sử dụng để xác định mạng lưới thăm dò, việc lựa chọn một hay nhiều phương pháp toán địa chất trong nghiên cứu lựa chọn mạng lưới thăm dò là tùy thuộc mức độ phức tạp của đối tượng thăm dò, cơ sở tài liệu hiện có và độ tin cậy của các nguồn tài liệu được sử dụng [2], [3].

## **2. Lựa chọn phương pháp tính trữ lượng/tài nguyên xác định**

### **2.1. Thiết lập cơ sở tài liệu ban đầu để tính trữ lượng/tài nguyên xác định**

Trong quá trình thăm dò, để phục vụ cho tính trữ lượng khoáng sản thường thành lập các loại tài liệu tổng hợp sau:

❖ Bản đồ địa chất chi tiết khu mỏ tỷ lệ 1:1000÷1:5000, cá biệt tỷ lệ 1:500, hoặc nhỏ hơn;

❖ Bản đồ và mặt cắt thể hiện các công trình thăm dò;

❖ Mặt cắt địa chất thẳng đứng theo tuyến thăm dò vuông góc với đường phương và mặt cắt theo đường phương của thân khoáng (mặt cắt dọc), trong trường hợp cần thiết có thể lập mặt cắt chéo theo phương vị khác nhau;

❖ Thiết đồ các công trình thăm dò và tài liệu đo địa vật lý;

❖ Kết quả thu thập tài liệu địa chất và lấy mẫu trong các công trình thăm dò;

❖ Kết quả xác định thể trọng của từng kiểu quặng có trong khu mỏ;

❖ Kết quả phân tích hàm lượng thành phần có ích chính, thành phần có ích, có hại và kết quả kiểm tra nội, ngoại (mẫu đúp và mẫu đối song);

❖ Kết quả nghiên cứu phân tích các mẫu lát mỏng, khoáng tương... và các mẫu nghiên cứu thử nghiệm công nghệ;

❖ Thành lập bình đồ đồng đẳng của các thông số nghiên cứu (đẳng trụ, đẳng vách, đồng hàm lượng, đồng chiều dày...).

### **2.2. Khoanh nối thân quặng**

Khoanh nối thân quặng theo kết quả công tác thăm dò được tiến hành tuân tự từ công trình đến mặt cắt và cuối cùng là trên bình đồ, hoặc phối hợp giữa mặt cắt với bình đồ.

❖ Khoanh nối thân quặng theo công trình thăm dò: nếu các đoạn quặng phân chia được bằng mắt thường, thì việc khoanh nối sẽ đơn giản do chỉ phải kiểm tra sự tương ứng của chúng theo các chỉ tiêu công nghiệp đã xác lập. Các đoạn có hàm lượng thành phần có ích không nhỏ hơn chỉ tiêu hàm lượng công nghiệp tối thiểu và chiều dày không nhỏ

hơn chiều dày đạt chỉ tiêu công nghiệp. Các lớp đá kẹp không đạt chỉ tiêu công nghiệp có chiều dày nhỏ hơn chiều dày lớn nhất cho phép được đưa vào khoan nổ thân công nghiệp, nhưng với điều kiện phải tính đến ảnh hưởng của chúng tới mức độ làm nghèo quặng, còn các khu vực có chiều dày đá kẹp lớn được tách ra khỏi giới hạn của các đoạn quặng công nghiệp. Nếu các khoáng sản phẩm không thể tách ra theo tài liệu địa chất-địa vật lý, chúng được làm sáng tỏ theo kết quả lấy mẫu. Trong trường hợp này, mức độ chi tiết hoá khi khoan nổ các đoạn quặng công nghiệp phụ thuộc vào kích thước của mẫu. Kích thước mẫu càng nhỏ, đặc điểm cấu trúc của các khu vực được làm sáng tỏ càng chi tiết, thì việc khoan nổ chúng càng chính xác. Việc phân chia các đoạn quặng công nghiệp được tiến hành dựa theo chỉ tiêu hàm lượng công nghiệp tối thiểu và hàm lượng biên dự kiến;

❖ Khoan nổ thân quặng trên mặt cắt thăm dò và trên bình đồ: trước tiên, khoan nổ thân quặng trên mặt cắt, sau đó khoan nổ trên mặt cắt chiếu thẳng đứng hoặc trên bình đồ. Ranh giới diện tích thân quặng công nghiệp được khoan nổ bằng phương pháp nội suy tài liệu giữa hai công trình liền kề hoặc ngoại suy ra ngoài giới hạn công trình thăm dò. Ranh giới trong vẽ theo phương pháp nội suy qua các công trình thăm dò đạt chỉ tiêu công nghiệp. Ranh giới ngoài vẽ theo phương pháp ngoại suy có giới hạn hoặc không có giới hạn ra ngoài phạm vi công trình thăm dò gặp quặng đạt chỉ tiêu công nghiệp (H.6).

Khi khoan nổ ranh giới giữa hai công trình thăm dò, trong đó một công trình gặp quặng đạt chỉ tiêu công nghiệp, còn công trình kia gặp quặng không đạt chỉ tiêu, để khoan nổ thân quặng, thường sử dụng phương pháp thành hệ-địa chất theo nguyên tắc:

❖ Khoan nổ theo các công trình rìa đạt chỉ tiêu công nghiệp;

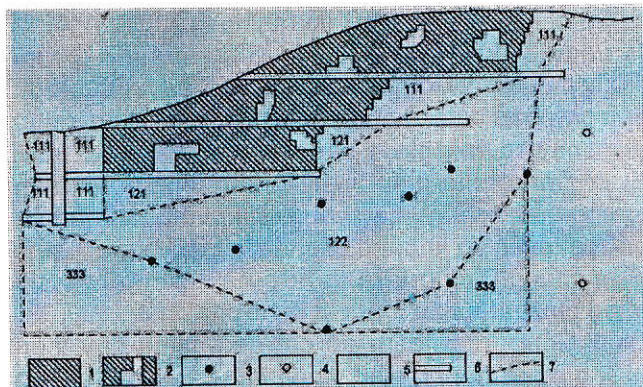
❖ Khoan nổ bằng 1/2, 3/4 khoảng cách giữa các công trình thăm dò tùy thuộc vào mạng lưới thăm dò và đặc trưng vát nhọn của thân quặng.

Phần diện tích thân khoáng trong giới hạn ranh giới khoan nổ theo các công trình ven rìa gặp quặng đạt chỉ tiêu thường được tính trừ lượng cấp cao, còn phần thân khoáng được ngoại suy có giới hạn hoặc nằm trong ranh giới giữa công trình gặp quặng đạt chỉ tiêu và công trình không gặp quặng thường tính trừ lượng cấp thấp.

Tài nguyên cấp cấp 333 chủ yếu tính cho các khối ven rìa liên quan tới ranh giới vẽ bằng phương pháp ngoại suy hữu hạn hoặc vô hạn (hình H.6).

Trong quá trình khoan nổ, nếu xuất hiện đa phương án liên hệ theo tài liệu thăm dò cần làm

sáng tỏ các nguyên nhân địa chất gây ra sự tích tụ cục bộ hoặc biến vị của khoáng sản để loại trừ dần các phương án không hợp lý.



H.6. khoan nổ thân quặng và phân khối trữ lượng trên mặt cắt chiếu đứng dọc thân quặng: 1 - Phạm vi khai thác; 2 - Khu vực không quặng; 3 - Lỗ khoan gặp quặng công nghiệp; 4 - Lỗ khoan không gặp quặng; 5 - Cấp trữ lượng; 6 - Công trình lò; 7 - Ranh giới khối tính trữ lượng

### c. Phân khối tính trữ lượng

Các khối tính trữ lượng cần đảm bảo một số yêu cầu chính sau:

❖ Khối tính trữ lượng phải bảo đảm 3 phương diện đồng nhất tương đối:

+ Đồng nhất về mức độ nghiên cứu;  
+ Đồng nhất về địa chất và tính chất công nghệ của khoáng sản;

+ Đồng nhất về đặc điểm địa chất thủy văn, địa chất công trình và điều kiện khai thác.

❖ Chu vi của khối tính trữ lượng được khoan nổ theo ranh giới tự nhiên của thân khoáng, theo các tuyến thăm dò, theo các tầng khai thác hoặc các đường nội và ngoại suy tài liệu thăm dò;

❖ Đối với mỏ khoáng có hàm lượng thành phần có ích phân bố không đồng đều hoặc có sự biến đổi lớn về chiều dày, khối tính có trữ lượng cấp cao không nên vượt quá sản lượng khai thác hàng năm của xí nghiệp mỏ;

❖ Kích thước và hình dạng của khối tính trữ lượng cần đơn giản, dễ tính, không nên khoan nổ thành hình có nhiều góc cạnh.

### d. Lựa chọn phương pháp tính trữ lượng

Hiện nay có hơn 20 phương pháp tính trữ lượng khoáng sản rắn, song chỉ có một số phương pháp thường được sử dụng ở nước ta: phương pháp trung bình số học; phương pháp khối địa chất; phương pháp khối khai thác; phương pháp đẳng cao tuyến; phương pháp secăng và cosecăng; phương pháp mặt cắt; phương pháp hình đa giác; phương pháp hình tam giác; phương pháp đường đẳng trị.

Kinh nghiệm thực tế cho thấy: khả năng áp dụng phương pháp tính trữ lượng nào đó phụ thuộc chủ yếu vào phương pháp thăm dò và mức độ chi tiết của công tác thăm dò. Ngoài ra, hình dạng, điều kiện thể nằm của thân quặng cũng ảnh hưởng đến lựa chọn phương pháp tính trữ lượng. Để lựa chọn phương pháp tính trữ lượng cần tính đến sự phân bố các công trình thăm dò. Theo quan điểm này có thể chia ra các nhóm cơ bản sau:

- ❖ Công trình thăm dò cắt qua chiều dày thân quặng theo khoảng cách nhất định và phân bố trên những tuyến có khoảng cách lớn hơn khoảng cách giữa chúng. Trong trường hợp này, tính trữ lượng bằng phương pháp mặt cắt là hợp lý nhất;

- ❖ Công trình thăm dò cắt qua chiều dày thân quặng theo khoảng cách nhất định và phân bố theo mạng lưới hình vuông hoặc hình chữ nhật. Trong trường hợp này, tính trữ lượng có thể được thực hiện bằng phương pháp mặt cắt và khối địa chất;

- ❖ Công trình mở đào theo đường phương và hướng dốc của những thân khoáng cắm dốc và có chiều dày nhỏ. Để tính trữ lượng, chủ yếu sử dụng phương pháp khối khai thác, mặt cắt chiếu đứng dọc thân quặng.

Nhóm mỏ thăm dò cũng đóng vai trò không nhỏ trong việc lựa chọn các phương pháp cơ bản để tính trữ lượng [1], [6].

**e. Tính trữ lượng**

Trữ lượng khoáng sản được tính theo trạng thái tự nhiên trong lòng đất, không tính đến sự tổn thất trong khai thác và chế biến. Tùy thuộc vào dạng khoáng sản, mục đích sử dụng mà trữ lượng có thể được xác định theo đơn vị trọng lượng (tấn, kg) hoặc đơn vị thể tích (m<sup>3</sup>). Trữ lượng khoáng sản được tính toán riêng cho từng khối và cấp trữ lượng hoặc cho từng thân quặng.

Trong thực tế, trữ lượng khoáng sản thường được tính theo công thức gần đúng sau:

$$Q=VD=SMD. \tag{1}$$

$$P=QC. \tag{2}$$

Trong đó: S - Diện tích thật của thân quặng trong ranh giới thân quặng hoặc khối tính trữ lượng, m<sup>2</sup>;  
 M - Chiều dày trung bình của thân quặng trong ranh giới thân quặng hoặc khối tính trữ lượng, m;  
 D - Thể trọng trung bình của khoáng sản, tấn/m<sup>3</sup>;  
 C - Hàm lượng trung bình thành phần có ích trong thân quặng hoặc khối tính trữ lượng (tính bằng %, bằng g/tấn).

**d. Xác định các thông số tính trữ lượng**

Diện tích khối tính hoặc thân khoáng: khoan nổ và xác định diện tích trong ranh giới tính trữ lượng được tiến hành trên bình đồ hoặc hình chiếu đứng tùy thuộc vào góc dốc của thân quặng. Trong một số trường hợp, diện tích có thể được xác định

trực tiếp trên hình chiếu trong mặt phẳng dọc trục thân khoáng. Để tính trữ lượng theo độ sâu thể nằm và giải quyết một số vấn đề liên quan tới khai thác, bình đồ tính trữ lượng thường được thành lập trùng với bình đồ đẳng trụ của thân khoáng. Diện tích của khối tính được xác định trên bình đồ, hình chiếu bằng (hoặc trên mặt cắt, trường hợp tính theo phương pháp mặt cắt) các phần mềm như Mapinfo, Microstation, Arc Info....

Khi thân quặng nằm nghiêng, để chuyển từ diện tích đo (S<sub>d</sub>) sang diện tích thật (S<sub>t</sub>) tương ứng với các trường hợp sau:

- ❖ Trường hợp chiếu bằng, diện tích thật tính theo công thức:

$$S_t = \frac{S_b}{\cos\beta} = S_b \cdot \sec\beta \tag{3}$$

$$S_t = \frac{S_d}{\sin\beta} = S_d \cdot \csc\beta \tag{4}$$

Trong đó: công thức (3) áp dụng trường hợp chiếu bằng, công thức (4) áp dụng trường hợp chiếu đứng.

Nếu góc dốc của thân quặng thay đổi tương đối điều hoà thì lấy theo giá trị góc dốc trung bình. Trường hợp góc dốc thay đổi mạnh theo đường phương và hướng dốc, việc xác định góc dốc trung bình thường rất khó khăn; trong trường hợp này tốt nhất thành lập bình đồ đẳng trụ và tính diện tích theo từng mức độ cao.

- ❖ Chiều dày thân quặng: chiều dày thân quặng ở khu vực nào đó được xác định theo tài liệu nhận được từ kết quả thi công công trình khai đào, khoan và đo karota;

- ❖ Trong công trình khai đào và điếm lộ tự nhiên, chiều dày được xác định trực tiếp bằng cách đo khoảng cách từ vách đến trụ thân khoáng. Nếu thân khoáng có ranh giới rõ ràng với đá vây quanh, chiều dày được đo với độ chính xác ±0,01 m. Nếu thân quặng không có ranh giới rõ ràng với đá vây quanh, thì vách và trụ thân quặng được xác định theo kết quả khoan nổ tương ứng với các chỉ tiêu công nghiệp;

- ❖ Ở công trình khoan, chiều dày thân quặng được đo trực tiếp trong trường hợp ranh giới thân quặng rõ ràng và tỷ lệ mẫu lõi đạt gần 100 %. Còn trong phần lớn trường hợp, chiều dày thân quặng xác định theo kết quả phân tích tài liệu mẫu lõi và tài liệu đo karota lỗ khoan. Chiều dày trung bình của khối tính trữ lượng có thể xác định bằng phương pháp trung bình số học hoặc trung bình gia quyền với khoảng cách hay diện tích ảnh hưởng của công trình thăm dò;

- ❖ Hàm lượng thành phần có ích: trong tính trữ lượng, hàm lượng trung bình của thành phần có

ích được tính theo công trình, theo mặt cắt và theo khối hoặc theo tập hợp các khối tính trữ lượng. Công thức tính trung bình gia quyền được áp dụng khi hàm lượng của các nguyên tố có mối quan hệ tương quan với thông số chiều dày, thể trọng, diện tích ảnh hưởng của mẫu đơn..., thường sử dụng một trong số các công thức sau:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (5)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot m_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot d_i} \quad (6)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot m_i \cdot d_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot d_i \cdot l_i} \quad (7)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot s_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n s_i \cdot d_i} \quad (8)$$

❖ Khi vắng mặt mối quan hệ tương quan giữa hàm lượng với các thông số khác có thể áp dụng công thức trung bình số học:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} \quad (9)$$

Trong các công thức 5, 6, 7, 8, 9:  $C_i$  - Hàm lượng theo các mẫu đơn lẻ;  $n$  - Số lượng mẫu  $m_i$ ,  $d_i$ ,  $l_i$ ,  $s_i$  - Tương ứng với chiều dày, thể trọng, chiều dài và diện tích ảnh hưởng của mẫu đơn lẻ.

### 3. Kết luận

❖ Công tác thăm dò đóng vai trò quan trọng và ngày càng phải hoàn thiện về phương pháp luận để phát hiện có hiệu quả và đánh giá chất lượng, trữ lượng các thân quặng bảo đảm độ tin cậy, nhằm hạn chế tối đa rủi ro, bất trắc trong quá trình khai thác mỏ sau này;

❖ Để nâng cao độ tin cậy trong thăm dò cần phải dựa vào ba yếu tố cơ bản: yếu tố địa chất mỏ, yếu tố công nghệ khai thác và yếu tố kinh tế-xã hội; trong đó yếu tố địa chất mỏ đóng vai trò quan trọng và có tính quyết định tiên quyết;

❖ Xác định đúng đắn mật độ mạng lưới thăm dò là rất quan trọng trong thăm dò các mỏ khoáng

sản rắn. Trong thăm dò có thể sử dụng một hoặc kết hợp một số phương pháp đã đề xuất để lựa chọn mạng lưới thăm dò phù hợp với đối tượng tính trữ lượng;

❖ Việc lựa chọn phương pháp để tính trữ lượng cần dựa chủ yếu vào phương pháp bố trí công trình thăm dò, mức độ chi tiết của công tác thăm dò, hình thái kích thước và điều kiện thể nằm của thân quặng công nghiệp, đặc trưng phân bố của thành phần có ích và thành phần có hại trong thân khoáng, cũng như tính chất vật lý của nguyên liệu khoáng. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Doãn Huy Cẩm, Đồng Văn Nhì, Nguyễn Phương và nnk (2001). Cơ sở khoa học và thực tiễn để xây dựng quy phạm phân cấp tài nguyên-trữ lượng đá carbonat Việt Nam. Đề tài cấp Bộ, Lưu trữ Bộ KH-CN và MT, Hà Nội.
2. Nguyễn Văn Lâm, Nguyễn Phương (2009). Tìm kiếm và thăm dò các mỏ khoáng sản rắn. NXB Giao thông Vận tải. Hà Nội.
3. Đồng Văn Nhì, Nguyễn Phương và nnk (2003). Phương pháp thăm dò mỏ. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội.
4. Kajdan A. B. (1974). Cơ sở phương pháp thăm dò các mỏ khoáng sản. NXB Nhedra, Moskva. Bản Tiếng Nga.
5. Kajdan A. B. (1984). Tìm kiếm và thăm dò các mỏ khoáng sản. NXB Nhedra, Moskva. Bản Tiếng Nga.
6. Kogan I.Đ. (1971). Tính trữ lượng và đánh giá địa chất - công nghiệp các mỏ khoáng sản. NXB Nhedra, Moskva. Bản tiếng Nga.
7. Borzunov V.M. (1979). Tìm kiếm và thăm dò các mỏ khoáng sản phi kim loại. NXB Nhedra, Moskva. Bản Tiếng Nga.
8. Peter W Harben và Robert L Bates (1984). Khoáng chất công nghiệp-Địa chất và các mỏ trên thế giới. Bản dịch từ tiếng Anh.
9. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2006). Quy định phân cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn.

**Người biên tập: Trần Văn Trạch**

### SUMMARY

The paper shows the some theory and practice results of the net for exploration and the method calculating the hard ore resources.