

THĂM DÒ KHOÁNG SẢN

Các mục từ: 1. Thăm dò khoáng sản; 2. Công tác mẫu trong tìm kiếm và thăm dò; 3. Nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò; 4. Tài nguyên và trữ lượng; 5. Đánh giá kinh tế - địa chất mỏ khoáng.

Thăm dò khoáng sản

Lương Quang Khang.

Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Giới thiệu

Thăm dò khoáng sản là tất cả các công tác địa chất nhằm đánh giá giá trị công nghiệp và kinh tế của khoáng sản và mỏ. Những công việc chủ yếu của công tác thăm dò là:

- Nghiên cứu cấu trúc địa chất mỏ và sự phân bố khoáng sản trong mỏ.
- Nghiên cứu chất lượng quặng, sự biến đổi quặng hóa theo từng hạng quặng công nghiệp.
- Tính tài nguyên và trữ lượng các loại khoáng sản.
- Nghiên cứu đặc điểm địa chất thủy văn, địa chất công trình và điều kiện kỹ thuật khai thác mỏ.
- Nghiên cứu giá trị kinh tế của khoáng sản.

Các nguyên tắc trong thăm dò

Công tác tìm kiếm, thăm dò khoáng sản cần thực hiện theo 3 nguyên tắc cơ bản sau đây.

Nguyên tắc tương tự

Trong quá trình tìm kiếm, thăm dò khoáng sản, ở các giai đoạn tìm kiếm, tìm kiếm - đánh giá, thậm chí cả giai đoạn thăm dò sơ bộ người ta có thể so sánh đặc điểm địa chất, thành phần khoáng vật, tính chất tạo quặng của mỏ đang nghiên cứu với một mỏ có tính chất tương tự đã được nghiên cứu kỹ hơn để đánh giá và rút ra phương hướng tìm kiếm, thăm dò thích hợp.

Nguyên tắc tuần tự

Để nâng cao hiệu quả của công tác tìm kiếm, thăm dò cần thực hiện theo nguyên tắc tuần tự, cụ thể là:

- Phải tiến hành nghiên cứu từ khái quát đến chi tiết; từ diện rộng đến diện hẹp, từ sơ lược (tỷ lệ nhỏ) đến chi tiết (tỷ lệ lớn); từ trên mặt đến dưới sâu.
- Thời gian thi công từ vài tuần đến một vài năm hoặc hơn, với chi phí từ nhỏ đến lớn.

Để thực hiện nguyên tắc tuần tự, người ta phân chia công tác tìm kiếm thăm dò ra các thời kỳ và giai đoạn:

- Thời kỳ tìm kiếm được chia thành 3 giai đoạn (xem phương pháp tìm kiếm).

- Thời kỳ thăm dò, gồm các giai đoạn:

Thăm dò sơ bộ: Được tiến hành trên cơ sở kết quả tìm kiếm đánh giá.

Mục đích của thăm dò sơ bộ là cung cấp tài liệu để lập báo cáo tiền khả thi nhằm xác định hiệu quả kinh tế khai thác và chế biến khoáng sản để quyết định chuyển mỏ thăm dò chi tiết hoặc đình chỉ công tác thăm dò.

Thăm dò tỷ mỉ. Nhiệm vụ chủ yếu của thăm dò tỷ mỉ là chính xác hoá những tài liệu thăm dò sơ bộ, cung cấp tài liệu lập báo cáo khả thi. Kết quả nghiên cứu khả thi là cơ sở để xây dựng chi tiêu tính trữ lượng chính thức. Đối tượng của thăm dò tỷ mỉ là khu vực khai thác có hiệu quả, có thể là một thân quặng, tập hợp thân quặng nằm kề nhau.

Thăm dò bổ sung. Thăm dò bổ sung được thực hiện ở các mỏ mà công tác thăm dò chi tiết không đáp ứng yêu cầu cho thiết kế kỹ thuật khai thác, nên phải bổ sung tài liệu để đảm bảo cho thiết kế khai thác mỏ.

Thăm dò khai thác. Mục đích của thăm dò khai thác là đảm bảo cho xí nghiệp có trữ lượng dự trữ được xác định ở cấp chắc chắn trong suốt quá trình khai thác mỏ. Nhiệm vụ chủ yếu là chính xác hoá các số liệu thăm dò tỷ mỉ; nâng cấp tin cậy trữ lượng ở các khối, tầng để chuẩn bị khai thác. Số liệu thăm dò khai thác phải có độ tin cậy cao đủ để lập kế hoạch khai thác ngắn hạn, phải tiến hành phù hợp với tiến độ khai thác và lợi dụng các công trình khai thác cho điều tra địa chất.

Thăm dò thanh toán tài nguyên. Mục đích của thăm dò thanh toán tài nguyên là nhằm sử dụng triệt để và không bỏ sót tài nguyên trong lòng đất.

Giai đoạn này chỉ tiến hành ở khu mỏ đã khai thác xong, nhưng có thể còn bỏ sót tài nguyên phần ven rìa hoặc phần dưới sâu. Trong trường hợp này trước khi có quyết định đóng cửa mỏ cần tiến hành thăm dò đánh giá.

Nguyên tắc hiệu suất tối đa

Thực hiện nguyên tắc này nhằm bao đảm yêu cầu trong tìm kiếm, thăm dò mỏ phải đạt được hiệu quả cao nhất và chi phí về lao động, thời gian thấp nhất. Đó chính là hiệu suất của công tác điều tra cơ bản về tài nguyên khoáng sản, là tỷ số giá trị của đối tượng

tim kiếm thăm dò (tính bằng tiền) với tổng chi phí chung trong quá trình tìm kiếm - thăm dò xác định theo công thức:

$$\text{Hiệu quả thăm dò} = \frac{G}{Q} \text{ đồng/tấn}$$

Hoặc là tỷ số giữa trữ lượng thăm dò được trên chi phí thăm dò

$$\text{Hiệu quả thăm dò} = \frac{Q}{G} \text{ tấn/đồng}$$

Trong đó:

G - Tổng chi phí cho công tác tìm kiếm - thăm dò.

Q - Tài nguyên/trữ lượng khoáng sản.

Hiệu suất công tác thăm dò càng cao thì hiệu suất tối đa càng tăng. Để nâng cao hiệu suất tối đa cần phải:

- Nghiên cứu toàn diện về quy mô, chất lượng, đặc tính công nghệ của khoáng sản kể cả nguyên tố phụ đi kèm.

- Giảm tối đa chi phí trong thăm dò. Để làm việc này phải lựa chọn tổ hợp phương pháp thăm dò hợp lý.

Hệ thống thăm dò và mạng lưới công trình thăm dò

Phân chia nhóm mỏ thăm dò khoáng sản rắn

Cơ sở phân chia các nhóm mỏ thăm dò khoáng sản rắn là đặc điểm về hình dạng, kích thước thân quặng, mức độ phức tạp về cấu trúc địa chất, sự duy trì về chiều dày, mức độ ổn định về chất lượng và cấu tạo bên trong thân quặng.

Các dạng công trình thăm dò

Công trình trên mặt

Hào. Có hai loại hào: 1) Hào phát hiện, được đào vuông góc với đường phương nhằm phát hiện thân quặng. 2) Hào theo dõi được sử dụng để theo dõi thân quặng theo đường phương khi thân quặng có chiều dày nhỏ. Hào thường có chiều rộng 1m, chiều dài phụ thuộc vào mục đích nghiên cứu. Chiều sâu 3 - 5m, cần thiết sâu 5 - 7m. Hào đào vào đá gốc từ 0,3 đến 0,5m. Nghiên cứu địa chất trong công trình hào được tiến hành cả ở thành và đáy hào.

Giếng thăm dò được áp dụng ở những khu mỏ có chiều dày lớp phủ lớn hơn 8m.

Giếng nông có chiều sâu tới 10m và được sử dụng để theo dõi, khoan nổi thân quặng hoặc yếu tố cấu trúc địa chất không chế quặng theo đường phương cũng như để phát hiện thân quặng mới nằm dưới lớp phủ.

Giếng sâu có chiều sâu tới 40m và sử dụng để nghiên cứu các thân quặng nằm ở độ sâu không lớn (< 40m). Thường từ giếng sâu tiến hành đào lò gác cắt qua chiều dày thân quặng.

Giếng thăm dò có tiết diện ngang hình chữ nhật, hình vuông hoặc hình tròn.

Công trình ngầm

Lò bằng là công trình nằm ngang đào từ trên mặt và được sử dụng để thăm dò các mỏ nằm trong điều kiện địa hình phân cắt. Lò bằng có thể đào theo đường phương thân quặng hay vuông góc với nó. Tiết diện ngang của lò bằng từ 6 đến 9m².

Lò xuyên vỉa đào vuông góc với đường phương thân quặng.

Lò dọc vỉa đào dọc theo thân quặng.

Lò cúp đào vuông góc với đường phương thân quặng và thường xuất phát từ lò dọc vỉa. Lò cúp được sử dụng để thăm dò các thân quặng có chiều dày lớn và thể nằm từ dốc thoải đến dốc đứng.

Lò thượng đào từ lò dọc vỉa và được định hướng theo chiều ngược hướng dốc của thân quặng. Lò thượng được coi là công trình thăm dò, nếu nó có khả năng sử dụng để lấy mẫu cắt qua chiều dày thật của thân quặng. Trong một số trường hợp lò thượng có thể trở thành công trình lò chuân bị trong khai thác mỏ.

Khoan thăm dò (xem mục từ Khoan địa chất)

Hệ thống thăm dò

Hệ thống thăm dò là tập hợp các công trình thăm dò được bố trí theo một mạng lưới nhất định. Tùy thuộc vào điều kiện địa chất mà các hệ thống thăm dò khác nhau được triển khai.

Hệ thống hào thăm dò

Dùng để thăm dò các mỏ dưới lớp đất phủ mỏng, các mỏ sa khoáng có chiều dày 3 - 4m. Các hệ thống hào bố trí trên tuyến thăm dò cách nhau một khoảng cách nhất định.

Hệ thống giếng thăm dò

Chủ yếu được áp dụng để thăm dò các thân quặng nằm ngang hoặc dốc thoải và gần mặt đất. Thăm dò bằng giếng có hiệu quả cao đối với các thân quặng dạng lớp phủ thuộc mỏ vôi phong hoá và sa khoáng thung lũng. Mạng lưới bố trí giếng thăm dò và chiều sâu hợp lý được lựa chọn tùy thuộc vào đặc điểm địa chất, quặng hoá và yêu cầu nghiên cứu.

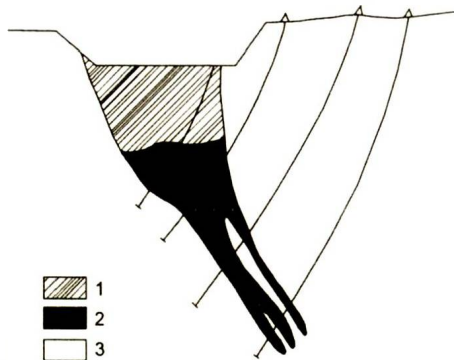
Hệ thống khoan thăm dò

Được áp dụng để thăm dò cả các mỏ nằm gần mặt đất và các mỏ ở độ sâu lớn. Hệ thống này áp dụng có hiệu quả hơn cả khi thăm dò các mỏ có hình dạng đơn gian, và chia ra các hệ thống chính sau đây.

Khoan nông thẳng đứng được áp dụng để thăm dò các thân quặng nằm gần mặt đất và cắm dốc thoải. Các lỗ khoan thường sâu 10 - 15m, đôi khi 20 - 40m.

Khoan sâu thẳng đứng được áp dụng để thăm dò các mỏ nằm dưới sâu và cắm dốc thoải. Chiều sâu lỗ khoan thay đổi trong khoảng 50 - 1.000m.

Khoan nghiêng được áp dụng để thăm dò các thân quặng cắm dốc và nằm ẩn dưới sâu. Lỗ khoan nghiêng thường có độ sâu thay đổi từ 50 đến 1.200m, ít khi khoan sâu hơn 1.200m [H.1].



Hình 1. Hệ thống thăm dò bằng lỗ khoan cong.
1. Quặng oxy hoá; 2. Quặng gốc; 3. Đá vây quanh.

Hệ thống lò

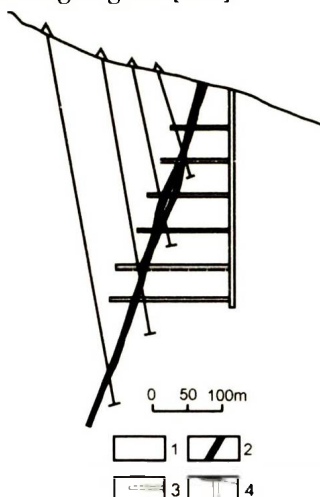
Được áp dụng để thăm dò các thân quặng nằm trong địa hình phân cắt mạnh. Tùy thuộc vào mối quan hệ giữa sườn địa hình và vị trí bóc lộ vỉa, hình dạng, điều kiện thế nằm thân quặng, chiều dày và độ sâu của thân quặng mà lựa chọn hệ thống lò thăm dò thích hợp.

Hệ thống công trình thăm dò phối hợp

Tùy thuộc vào cấu trúc địa chất, hình dạng và đặc điểm thân quặng, độ sâu thăm dò, địa hình, mà áp dụng những hệ thống kết hợp.

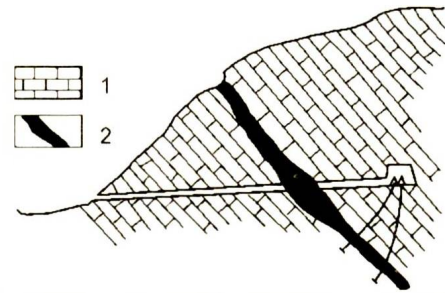
Hệ thống thăm dò bằng khoan nông và giếng kiểm tra được áp dụng để thăm dò các mỏ sa khoáng hoặc mỏ vò phong hoá nằm ở độ sâu không lớn. Số lượng giếng kiểm tra thường là 5-10% số lượng lỗ khoan.

Hệ thống giếng mỏ, lò và khoan để thăm dò các thân quặng có thể nằm dốc, phát triển xuống sâu và nằm trong khu mỏ có địa hình tương đối bằng phẳng. Trong hệ thống này giếng mỏ đặt ở phía cánh nằm của thân quặng, còn lỗ khoan bố trí ở phía cánh treo các lò đào từ giếng mỏ [H.2].



Hình 2. Hệ thống thăm dò bằng giếng mỏ, lò và khoan.
1. Đá vây quanh; 2. Thân quặng; 3. Lò; 4. Giếng

Đối với các thân quặng cắm dốc và có hình dạng tương đối đơn giản thì phần trên được thăm dò bằng công trình lò nằm ngang, còn phần dưới sâu thăm dò bằng lỗ khoan nghiêng xuất phát từ trên mặt đất hoặc từ công trình lò [H.3].



Hình 3. Hệ thống thăm dò bằng lò kết hợp với các lỗ khoan xuất phát từ trong lò. 1. Đá vôi; 2. Thân quặng.

Các yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn công trình thăm dò

Điều kiện thế nằm của thân quặng

Điều kiện thế nằm thân quặng và mối quan hệ của nó 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, hoặc không song song.

Các thân quặng dốc đứng và có hình dạng phức tạp thường dùng công trình ngầm, khi đó sẽ tạo ra hệ thống mặt cắt song song nằm ngang.

Hình dạng và kích thước thân quặng

Các thân quặng lớn và rất lớn được thăm dò bằng công trình khoan. Các thân quặng kích thước trung bình được thăm dò bằng khoan kết hợp với công trình khai đào, còn khi thăm dò các thân quặng nhỏ và rất nhỏ thì công trình ngầm chiếm ưu thế.

Hình dạng thân quặng cũng ảnh hưởng đến sự lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò. 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 thì chỉ có công trình khai đào mới đảm bảo độ chính xác.

Cấu trúc thân quặng và thành phần khoáng sản

Thân quặng có cấu trúc đơn giản thường thăm dò bằng khoan. Thân quặng bị gián đoạn được thăm dò theo hướng kết hợp giữa lỗ khoan thăm dò với công trình khai đào. Để thăm dò các thân quặng phức tạp và có cấu trúc gián đoạn mạnh, cần áp dụng công trình khai đào và các lỗ khoan ngắn.

Tính chất biến đổi đều và có quy luật của thành phần có ích, cũng như mức độ tập trung cao của chúng

sẽ thăm dò bằng khoan và có khả năng giảm tối thiểu số lượng mặt cắt thăm dò. Tính chất biến đổi không có quy luật của hợp phần có ích luôn đòi hỏi tăng số lượng mặt cắt và áp dụng các công trình khai đào.

Yếu tố công nghệ mỏ

Yếu tố công nghệ mỏ ảnh hưởng đến lựa chọn phương tiện kỹ thuật thăm dò.

Nếu mỏ dự kiến khai thác lộ thiên thì yêu cầu về chi số, chi tiêu để khoan nổ mìn thân quặng thấp hơn so với khai thác hầm lò. Trong trường hợp này mỏ được thăm dò bằng khoan.

Mỏ được dự kiến khai thác bằng hầm lò thì thăm dò chủ yếu bằng công trình mỏ. Các công trình này về cơ bản sẽ là công trình chuẩn bị cho khai thác mỏ.

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

Mỏ có độ chứa nước lớn sẽ được thăm dò chủ yếu bằng công trình ngầm thì sử dụng lò bằng có hiệu quả hơn cả. Khi chiều dày lớp phủ lớn và chứa nước phong phú thì công trình khoan được sử dụng để thay thế cho công trình ngầm.

Tính chất đá và thân quặng đôi khi cũng ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương tiện thăm dò. Các đá và quặng bờ rời, dễ bị rửa trôi hoặc bị nứt nẻ rất mạnh sẽ làm giảm hiệu suất lấy mẫu khoan. Khi các đá mỏ không bền vững thì khả năng áp dụng công trình khai đào cũng bị hạn chế, vì chi phí chống chèn công trình quá lớn.

Yếu tố kinh tế - địa lý

Cơ sở năng lượng rất cần thiết đối với công trình khai đào và khoan, những công trình khai đào cần

nhiều năng lượng hơn so với công trình khoan. Vì vậy, nếu cơ sở năng lượng tại chỗ thì cũng nên triển khai công trình ngầm.

Công trình khoan và khai đào đều có nhu cầu về nước, nhưng nhu cầu về nước cho công trình khoan lấy lõi lớn hơn rất nhiều so với công trình khai đào. Vì vậy, nếu như ở khu vực thăm dò không có nước hoặc thiếu nước thì phải hạn chế sử dụng khoan lấy lõi.

Đối với công trình khai đào thì công trình đá không bền vững thì nhu cầu về vật liệu chống chèn rất lớn. Do đó, loại công trình này nên hạn chế sử dụng khi ở khu vực xung quanh mỏ không có gỗ chống.

Ngoài ra, có thể xét đến các yếu tố khác như mối quan hệ của thân quặng với cấu trúc địa chất, đường giao thông, khí hậu, v.v...

Tài liệu tham khảo

- Chapman & Hall, 2nd ed. 2010. Geological Methods in Mineral Exploration and Mining. London, XV. 238 pgs.
- Goovaerts P., 1998. Geostatistics for natural resources evaluation. Stanford University. USA. Margaret Armstrong. Basic Linear Geostatistics. Springer. Germany.
- Đặng Xuân Phong, Nguyễn Phương, Lương Quang Khang và mk. Phương pháp tìm kiếm khoáng sản rắn. NXB Xây dựng. Hà Nội, 2002.
- Peng S., Zhang J., 2007. Engineering Geology for Underground Rocks. Springer-Verla. 336 pgs. Berlin Heidelberg.
- Piastrzyński, A. et al., 2001. Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century. Proceedings of the joint sixth Biennial SGA-SEG meeting. Krakow, Poland. 1110 pgs.
- Rajendran S. et al., 2007. Mineral Exploration: Recent Strategies.
- Wellmer, F. W., 1996. Statistical evaluations in exploration for mineral deposit. Springer. Germany.