

## Địa chất thủy văn mỏ

Nguyễn Văn Chi.

Hội Địa chất thủy văn Việt Nam.

### Giới thiệu

Địa chất thủy văn mỏ nghiên cứu nguồn gốc thành tạo, quy luật phân bố, tính chất vật lí, thành phần hóa học, động lực, động thái nước chảy vào các mỏ khai thác khoáng sản cứng, dầu khí, nước trong vỏ Trái Đất; nghiên cứu sự thay đổi chế độ dòng chảy tự nhiên do hoạt động khai thác mỏ tạo ra; nghiên cứu tổ chức thoát nước mỏ, tháo khô mỏ và xử lý các sự cố do nước mỏ gây ra, bảo vệ môi trường mỏ.

Khai thác mỏ là hoạt động khai thác khoáng sản hoặc các vật liệu địa chất từ lòng đất, thường là các nguồn tài nguyên không tái tạo. Theo phương thức khai thác, có ba loại mỏ – mỏ lộ thiên, mỏ hầm lò, mỏ khai thác qua các lỗ khoan. Theo dạng tồn tại của khoáng sản, có các loại mỏ – mỏ khoáng sản cứng (kim loại đen, kim loại màu, sắt, urani, than, kim

cương, đá vôi, đá phiến dầu, đá muối, kali carbonat, v.v...); mỏ dầu khí (dầu, khí tự nhiên); mỏ nước dưới đất (nước nhạt, nước khoáng, nước nóng). Hoạt động khai thác mỏ bao gồm tìm kiếm, thăm dò, xây dựng mỏ, khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải, đổ đắp, sàng tuyển, chế biến, tiêu thụ. Khai thác mỏ theo phương thức nào cũng tạo ra khoảng trống trong lòng đất làm cho nước (khí và đất đá) xung quanh có xu thế dồn tới lấp kín khoảng trống lập lại cân bằng tự nhiên.

Nước mỏ hình thành từ nước mưa, nước mặt (suối, sông, ao, hồ, biển), nước dưới đất, nước trong công trình khai thác cũ (moong, hầm lò, bãi thải v.v...) chảy vào mỏ và nước đưa vào mỏ để khai thác (khai thác thủy lực, đập bụi, khoan). Nước chảy vào mỏ làm suy giảm độ ổn định đất đá, gây ra biến

dạng, sụt lờ, sập đổ công trình mỏ, bụi nước, làm thiết bị mỏ bị ăn mòn, hư hỏng. Mưa bão, lũ, triều cường làm cho mỏ có thể bị ngập lụt do nước chảy vào vượt quá năng lực bơm thoát nước. Nước mỏ có tính kiềm hay acid tùy loại quặng và đất đá vây quanh. Phòng chống nước mỏ rất quan trọng trong khai thác mỏ khoáng sản cứng. Phòng chống nước mỏ bằng hai phương thức – thoát nước mỏ và tháo khô mỏ.

*Thoát nước mỏ* là hoạt động thu gom mọi nguồn nước chảy vào mỏ để tự chảy thoát ra hoặc bơm lên bề mặt địa hình chảy ra ngoài. Khi mỏ khai thác khoáng sản ở cao hơn mức xâm thực địa phương thì mọi nguồn nước chảy vào mỏ tự chảy thoát ra ngoài. Khi mỏ khai thác sâu hơn mức xâm thực thì thu gom nước tự chảy về các hầm chứa tập trung rồi bơm lên địa hình thoát ra ngoài. Bơm mỏ thường chế tạo bằng các hợp kim chịu ăn mòn, có thể bơm được nước có 5% bùn, bơm được các hạt đất đá có đường kính tới 9mm. Bơm chìm chịu ngập nước là loại bơm thoát nước mỏ hiệu suất cao nhất.

*Tháo khô mỏ* là hệ thống thiết bị, công trình chủ động tháo nước ngầm tàng trữ trong đất đá mỏ, hạ thấp mực nước ngầm, áp lực nước gia tăng độ ổn định đất đá mỏ. Những mỏ quá sũng nước, phải tiến hành tháo khô mỏ trước và trong quá trình khai thác. Hoạt động tháo khô mỏ chỉ có hiệu quả khi hệ số thấm của đất đá chứa nước lớn hơn  $2=5\text{m/ngày}$ . Thông thường mỏ chỉ được khai thác khi đánh giá so sánh về mặt kinh tế, chi phí tháo khô, thoát nước nhỏ hơn giá thành khai thác quặng.

*Bảo vệ môi trường nước mỏ.* Khai thác mỏ làm thay đổi môi trường địa chất trên diện tích và độ sâu lớn. Khai thác mỏ có thể làm cạn kiệt nước ngầm của khu dân cư xung quanh mỏ (ví dụ, mỏ Khánh Hoà, Thái Nguyên, năm 2011); Nước thải mỏ acid gây tổn hại cho môi trường (như mỏ Khe Chàm năm 2000, mỏ pyrit Giáp Lai, Phú Thọ).

### Nhiệm vụ của địa chất thủy văn mỏ

Ở giai đoạn thăm dò sơ bộ các nhà địa chất thủy văn (ĐCTV) mỏ phải làm rõ điều kiện sũng nước mỏ, đánh giá khả năng kinh tế - kỹ thuật, khả năng khai thác (ví dụ mỏ sắt Thạch Khê chỉ khai thác được nếu tháo khô được khoảng 3/4 lượng nước ngầm chảy vào mỏ; Mỏ than đồng bằng Bắc Bộ chưa thể khai thác được vì vỉa than mềm, đá vách, đá trụ cũng mềm yếu).

Ở giai đoạn thăm dò tỉ mỉ, các nhà ĐCTV mỏ phải dự báo được lưu lượng, động thái, thành phần hóa lý các nguồn nước chảy vào mỏ từ khi mỏ vỉa, xây dựng mỏ, tới khi đạt công suất khai thác cao nhất, khấu vét và đóng cửa mỏ, phục hồi môi trường. ĐCTV mỏ phải đề xuất các giải pháp phòng chống nước khả thi như thoát nước mỏ, tháo khô mỏ, phụt ép bịt nước gia cường đất đá mỏ.

Từ khi mỏ vỉa tới khi đóng cửa mỏ (toàn bộ quá trình mỏ hoạt động), ĐCTV mỏ phải quan trắc động thái nước chảy vào mỏ để điều chỉnh công tác tháo khô, thoát nước mỏ, phòng chống bụi nước ngầm, nước lò cũ, nước mặt, trượt lở bờ mỏ, ngập lụt hầm mỏ mùa mưa bão.

### Phương pháp đánh giá lượng nước chảy vào mỏ

#### Tính giai đoạn của dòng chảy vào mỏ

Khi tìm kiếm thăm dò khoáng sản, việc khoan bơm đo thí nghiệm, quan trắc chỉ đánh giá được chế độ dòng chảy tự nhiên. Khai thác mỏ phải khoan, nổ mìn, khai đào, bốc xúc, di dời, đổ đắp hàng tỷ mét khối đất đá, làm chế độ dòng chảy tự nhiên trong "lưu vực mỏ" chuyển sang "chế độ dòng chảy phá huỷ" đôi khi gây ra bụi nước, ngập mỏ, chết người. Nghiên cứu về "chế độ dòng chảy phá huỷ" ở Việt Nam mới ở giai đoạn đầu.

Do nước chảy vào mỏ chỉ ổn định trong từng giai đoạn và phụ thuộc vào nhiều yếu tố tự nhiên và nhân tạo như vậy nên chưa tìm ra công thức tính đúng lượng nước chảy vào mỏ. Quan trắc địa chất thủy văn mỏ trong quá trình khai thác là cách tốt nhất để có số liệu dự báo lượng nước chảy vào khu vực chuẩn bị khai thác.

Để đánh giá gần đúng lượng nước chảy vào công trình mỏ hiện nay thường sử dụng các phương pháp sau đây.

- Phương pháp thủy động lực;
- Phương pháp tương tự địa chất thủy văn;
- Phương pháp cân bằng nước;
- Phương pháp mô hình.

#### Đánh giá lượng nước chảy vào mỏ bằng phương pháp thủy động lực

Khi mỏ đang trong giai đoạn thăm dò, thiết kế (chưa quan trắc được nước chảy vào mỏ), phải dùng các công thức thủy động lực dự tính lượng nước sẽ chảy vào mỏ. Năm 1953, Troianskyi S.V. (Троянский С. В.) đề xuất sử dụng công thức "giếng lớn" để dự tính lượng nước chảy vào mỏ (Q). Theo đó hệ thống công trình mỏ hoặc các thiết bị tiêu nước được thay bằng những "giếng lớn" có diện tích và kích thước tương đương. Lượng nước chảy vào "giếng lớn" xác định theo công thức của J. Dupuit.

Nếu chảy vào mỏ là nước ngầm không áp dùng công thức sau:

$$Q = \frac{1,365.K(2.H - S).S}{\lg R - \lg r}, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (1)$$

Nếu chảy vào mỏ là nước ngầm có áp dùng công thức:

$$Q = \frac{2,73.K(2H - h)m}{\lg R - \lg r}, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (2)$$



Trong đó:  $K$  – hệ số thấm, lấy theo hệ số thấm trung bình các tầng chứa nước trong khu mô tính theo công thức:

$$K = \frac{K_1 M_1 + K_2 M_2 + \dots + K_n M_n}{M_1 + M_2 + \dots + M_n}, \quad \text{m/ngày}; \quad (3)$$

Trong đó:  $K_n$  - hệ số thấm tính theo kết quả bơm nước thí nghiệm lỗ khoan số  $n$ , m/ngày;  $S$  - trị số hạ thấp mực nước trong “giếng lớn”, m;  $m_n$  - tổng bề dày đá chứa nước theo lỗ khoan số  $n$ , m;  $H$  - chiều cao cột nước tính trung bình tính đến mức khai thác dự tính, m;  $R$  - bán kính phát triển phễu hạ thấp mực nước không áp tính theo công thức:

$$R = 2 \times S \sqrt{H \times K}, \quad \text{m}; \quad (4)$$

$R$  - bán kính giếng tương ứng với diện tích “giếng lớn” khi mô có dạng hình vuông hay tròn tính theo công thức:

$$r = 0,565 \sqrt{F}, \quad \text{m}; \quad (5)$$

Trong đó:  $F$  - diện tích công trình mô đang thiết kế hoặc diện tích giới hạn bằng đường thủy đăng cao khép kín gần nhất bao quanh hình phễu hạ thấp,  $\text{m}^2$ .

Đối với những diện tích có hình dạng phức tạp hoặc kéo dài theo một trục thì nên sử dụng các công thức khác để tìm bán kính. Công thức “giếng lớn” cho kết quả tốt đối với dòng chảy động tại các mô có điều kiện ĐCTV đơn giản. Có thể áp dụng công thức của Kamenski dự tính  $Q$  đối với dòng chảy xuyên tâm trong nước không áp. Khi tầng chứa nước nằm nông J. Szeteluk cải tiến phương pháp “giếng lớn” dự tính  $Q$  cho ba loại cấu trúc địa chất thủy văn là cấu trúc có điều kiện địa chất thủy văn đơn giản, phức tạp và rất phức tạp.

Kết quả tính  $Q$  theo công thức “giếng lớn” phụ thuộc chủ yếu vào hệ số thấm  $K$  và cốt cao mực nước tĩnh  $H$ . Với các thân quặng nằm trong địa tầng nghèo nước ( $q < 0,01$  l.s/m) không nên bơm hút nước mà tiến hành ép nước thí nghiệm để xác định  $K$ . Các lỗ khoan quan trắc mực nước tĩnh  $H$  nên khoan bằng nước sạch.

**Đánh giá lượng nước chảy vào mô theo phương pháp tương tự địa chất thủy văn**

Phương pháp tương tự địa chất thủy văn sử dụng số liệu thoát nước, tháo khô các mô đang hoạt động để dự tính  $Q$  chảy vào mô thiết kế có điều kiện địa chất thủy văn tương tự với mô đang khai thác. Cần chú ý dòng chảy vào mô chỉ ổn định theo giai đoạn. Trong giai đoạn mở vỉa, khai đào xây dựng các công trình mô, dòng chảy vào mô chủ yếu hình thành từ trữ lượng tĩnh. Lượng nước chảy vào mô có thể tính theo chiều dài các đường lò, giếng mô có thiết diện tương tự ở cùng độ sâu khai đào. Khi mô khai thác trong mùa khô, dòng chảy vào mô đi vào ổn định, có thể tính tương tự theo diện tích lò chợ

hay khối lượng than khấu hao theo tuần, tháng trong mùa khô. Khi mô khai thác trong mùa mưa cần bóc tách được lượng nước mưa chảy xuống lò qua vùng khe nứt dẫn nước và lượng nước ngấm chảy vào mô. Nên tính tương tự theo lưu lượng nước lớn nhất, nhỏ nhất, trung bình phải bơm ra khỏi mô trong mùa mưa.

Phương pháp này chỉ gần đúng, vì không có sự tương tự hoàn toàn về cấu trúc địa chất và mức độ sũng nước của đất đá ngay cả đối với những khu nằm gần nhau. Các mô có thời gian thoát nước, tháo khô càng lâu thì độ tin cậy số liệu càng lớn. Số liệu quan trắc trong nhiều năm thủy văn (một năm có 12 tháng liên tục) tại nhiều mô cho thấy đã hình thành quan hệ tuyến tính giữa lượng nước chảy vào mô ( $Q$ ) với độ sâu hạ thấp mực nước ( $S$ ), với diện tích mô được tháo khô ( $F$ ) và với khối lượng quặng khai thác (đất đá bóc đi) trong cùng thời gian. Khi các số liệu trên ( $Q, S, F$ , khối lượng) giữa mô đang hoạt động và mô thiết kế chênh lệch không lớn thì phương pháp tương tự ĐCTV cho kết quả gần thực tế nhất. Phương pháp này nên sử dụng cho các mô quặng có cấu tạo ĐCTV cũng như điều kiện ĐCTV phức tạp.

Dự tính lượng nước chảy vào mô thiết kế  $Q'$  theo lưu lượng đơn vị  $q$

$$Q = q_o \cdot F' \cdot S', \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (6)$$

$$q_o = q / S, \quad \text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2; \quad (7)$$

$$q = Q / F, \quad \text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2; \quad (8)$$

Trong đó:  $Q$  - lưu lượng nước chảy vào mô hiện tại,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q'$  - lưu lượng dự đoán chảy vào mô thiết kế,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $q$  - lưu lượng đơn vị mô hiện tại tính cho  $1\text{m}^2$  diện tích hầm lò,  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ;  $q_o$  - lưu lượng đơn vị mô hiện tại cho  $1\text{m}$  hạ thấp mực nước và  $1\text{m}^2$  diện tích lò,  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ;  $F$  - diện tích hầm lò được tháo khô của mô hiện tại,  $\text{m}^2$ ;  $F'$  - diện tích dự đoán tháo khô mô thiết kế,  $\text{m}^2$ ;  $S$  - độ sâu hạ thấp mực nước trung bình trong mô hiện tại, m;  $S'$  - độ sâu hạ thấp mực nước trung bình khi tháo khô mô thiết kế, m;

Dự tính lượng nước chảy vào mô thiết kế  $Q'$  theo độ sâu hạ thấp mực nước  $S$

1) Đối với nước áp lực ở nông:

$$Q = Q(S' / S), \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (9)$$

2) Đối với nước áp lực sâu:

$$Q = Q \sqrt{S' / S}, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (10)$$

3) Đối với nước không áp:

$$Q = Q(2H' - S') S' / (2H - S) S, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (11)$$

Dự tính lượng nước chảy vào mô thiết kế  $Q'$  theo chỉ số ngập nước của quặng  $k_{ng,n}$

$$Q = k_{ng,n} P', \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (12)$$

$$k_{ng,n} = Q / P, \quad \text{m}/\text{ngày}; \quad (13)$$

Dự tính  $Q'$  theo hệ số thấm  $k_1$ , độ sâu hạ mực nước  $S$ , bề dày tầng chứa nước  $m$

- Đối với nước áp lực:

$$Q = Q \sum k_1 m_1 H' / \sum k_1 m_1 H, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (14)$$

- Đối với nước không áp:

$$Q' = k \cdot (2H' - S) S' / k(2H - S) S, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (15)$$

Trong đó:  $k_{ngn}$  - chỉ số ngậm nước của quặng,  $\text{m}^3/\text{t}$ ;  $P$  - sản lượng trung bình của mỏ hiện tại,  $\text{t}/\text{h}$ ;  $P'$  - sản lượng trung bình của mỏ thiết kế,  $\text{t}/\text{h}$ ;  $H, H'$  - độ cao cột nước trước lúc bơm của mỏ hiện tại và thiết kế,  $\text{m}$ ;  $k, k'$  - hệ số thấm của đá chứa nước trong mỏ hiện tại và mỏ thiết kế,  $\text{m}/\text{h}$ ;  $i$  - số lượng tầng chứa nước.

Dự tính lượng nước chảy vào mỏ thiết kế  $Q'$  theo hàm xu thế (Trend)

Phương pháp tương tự ĐCTV được Z. Wilk cải tiến thành phương pháp các đường xu thế dùng cho mỏ than đá, nhưng cũng có thể sử dụng cho các mỏ khác. Dòng chảy dự đoán được biểu thị dưới dạng đồ thị quan hệ giữa lưu lượng ( $Q$ ) với tích  $F.H$  của mỏ hiện tại. Giả thiết dòng chảy vào mỏ thiết kế xảy ra đúng như đối với mỏ hiện tại có điều kiện ĐCTV tương tự:

$$Q = b(F.H)^a, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (16)$$

$$\lg Q - \lg b + \lg a(F.H), \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (17)$$

Trong đó:  $Q$  - lưu lượng nước chảy vào mỏ,  $\text{m}^3/\text{phút}$ ;  $F$  - diện tích khai thác,  $\text{km}^2$ ;  $H$  - độ sâu của mỏ,  $\text{km}$ ;  $a, b$  - thông số, tính từ các phương trình với mỏ đang hoạt động khi  $Q, F, H$  đã biết trước.

Công thức thực nghiệm (16) có giá trị với điều kiện:  $1,2\text{km}^2 < F < 28\text{km}^2$ ;  $0,03\text{km} < H < 0,28\text{km}$ ,  $0,04 < (F.H) < 3,88$ .

**Đánh giá lượng nước chảy vào mỏ theo phương pháp cân bằng nước**

Phương pháp cân bằng nước sử dụng với các mỏ nằm biệt lập, khai thác lộ thiên hoặc bằng hầm lò không quá sâu, nguồn cung cấp chủ yếu bằng nước mưa và diện phân bố của tầng chứa nước coi như đơn vị ĐCTV khép kín. Phương pháp này tính tổng tất cả các dòng chảy xuất phát từ nước mưa thấm xuyên, nước bề mặt, do tháo khô đất đá và từ các dòng bên sườn:

$$Q = Q_b + Q_d + Q_s, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (18)$$

Trong đó:  $Q$  - dòng chảy tổng cộng vào mỏ thiết kế,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q_b$  - lưu lượng dòng chảy từ nước mưa và nước bề mặt,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q_d$  - lưu lượng dòng chảy động,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q_s$  - lưu lượng dòng chảy tĩnh,  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Dòng chảy loại này tồn tại sau khi tháo cạn dòng tĩnh của nước dưới đất, chỉ còn lại dòng động cung cấp từ bề mặt (thấm nước mưa, hấp thu nước mặt)

và từ các tầng chứa nước xung quanh chảy vào hầm lò. Lưu lượng dòng tĩnh tính như sau:

$$Q_s = V \cdot \mu + [(\pi.R.H)/t][r_o + (R/3)], \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (19)$$

Trong đó:  $V$  - thể tích đất đá chứa nước dự định tháo khô,  $\text{m}^3$ ;  $\mu$  - hệ số phóng thích nước (với đá nứt nẻ thay bằng hệ số khe nứt), %;  $R$  - bán kính phễu hạ thấp,  $\text{m}$ ;  $H$  - bề dày tầng chứa nước,  $\text{m}$ ;  $t$  - thời gian dự định tháo cạn trữ lượng tĩnh chảy vào mỏ, ngày-đêm;  $r_o$  - bán kính tương đương của khu vực dự đoán tháo khô,  $\text{m}$ .

Phần thứ nhất của công thức (19) xác định lượng nước cần phải bơm ra từ khu vực dự định khai thác, phần thứ hai là lưu lượng dòng chảy từ vùng phễu hạ thấp.

Lượng nước động chảy tới ( $Z_d$ ) xác định bằng tích số giữa hệ số thấm của tầng chứa nước ( $k$ ), gradient áp lực ( $I$ ) và diện tích mặt cắt ngang của tầng chứa nước ( $F$ ) mà từ đây nước dưới đất sẽ chảy vào công trình mỏ trong quá trình khai thác:

$$Z_d = F.k.I, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (20)$$

Hệ số dòng chảy dưới đất xác định theo tài liệu quan trắc của các trạm thủy văn gần nhất hoặc tính gần đúng theo bản đồ dòng chảy. Lượng mưa lấy ở các trạm khí tượng gần nhất. Tích số của hệ số dòng chảy dưới đất ( $\eta$ ) với lượng mưa ( $N$ ) và diện tích thu nước ( $F_d$ ) là trị số lượng nước chảy tới ( $Q$ ) cần tìm:

$$Q = \eta.N.F_d, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (21)$$

Khi biết được modul dòng chảy dưới đất ( $M_d$ ), có thể xác định lượng nước ( $Q$ ) chảy vào bằng cách nhân ( $M_d$ ) với diện tích thu nước dưới đất ( $F_d$ ) mà từ đây nước chảy vào các công trình mỏ:

$$Q = M_d.F_d, \quad \text{m}^3/\text{h}; \quad (22)$$

**Đánh giá lượng nước chảy vào mỏ bằng phương pháp mô hình**

Phương pháp mô hình có thể mô phỏng được các quá trình và hiện tượng khác nhau làm quá trình nghiên cứu đơn giản và rõ ràng hơn. Những năm 1930, trên thế giới người ta đã sử dụng mô hình tương tự để dự tính dòng chảy vào nhiều khu mỏ lộ thiên. Giữa những năm 1970 máy tính cá nhân trở nên phổ biến, mô hình số ĐCTV mỏ được lập dựa trên các phương trình sai phân hữu hạn, phương trình vi phân. Một số phần mềm lập mô hình số ĐCTV của Mỹ, Úc, Nga, Nhật đã được sử dụng ở Việt Nam.

Quá trình mô hình hóa bao gồm nhiều bước như lập mô hình số và chạy mô hình giải các bài toán thuận, nghịch, dự báo... Mô hình số là công cụ mạnh để dự tính nước chảy vào mỏ với khi toàn bộ trường mỏ ba chiều được số hóa nếu như mỏ có hệ thống công trình quan trắc mưa, bốc hơi, dòng mặt, mực



nước ngầm, áp lực, tính thấm, lượng nước chảy vào mỏ hoạt động liên tục nhiều năm.

**Phân nhóm mỏ**

Phân nhóm mỏ rất quan trọng khi lựa chọn phương thức khai thác nói chung và thiết kế tháo khô, thoát nước mỏ nói riêng. Việc khai thác mỏ tùy thuộc rất lớn vào vào độ sũng nước mỏ hay độ phức tạp về điều kiện địa chất thủy văn. Ví dụ, mỏ A có thể đưa vào khai thác, còn mỏ B phải sau nhiều năm nữa mới có thể khai thác khi điều kiện kinh tế - kỹ thuật cho phép khắc phục những vấn đề phức tạp về địa chất thủy văn mỏ.



Hình 1. Mô hình số ĐCTV mô phỏng điều kiện tự nhiên.

**Phân nhóm mỏ theo độ sũng nước**

Độ sũng nước mỏ xác định theo lượng nước cần phải tháo khô, bơm thoát để khai thác quặng và đảm bảo đất đá vách, trụ thân quặng có độ ổn định cao trong quá trình khai thác, đơn vị tính là m<sup>3</sup>/tấn. Độ sũng nước mỏ phụ thuộc vào các yếu tố tự nhiên (lượng mưa, bốc hơi, địa hình, các dòng, khối nước mặt, thành phần và mức độ bóc lộ của đất đá che phủ thấm nước yếu, tỷ lệ phần trăm bề dày đất đá chứa dân nước bị các công trình khai đào xuyên cắt qua. Sự thay đổi tính thấm nước của đất đá theo chiều sâu, kiến tạo của vùng và hình dáng địa hình chôn vùi cổ... và các yếu tố nhân tạo (bơm thoát nước mỏ lâu dài hạ thấp mực nước dưới đất làm tăng chiều sâu thấm của nước mưa, nước mặt; hoạt động khai thác mỏ làm đất đá mỏ dịch chuyển → biến dạng → nứt vỡ → sụt lún gia tăng lượng nước mưa, nước mặt thấm xuống sâu).

Phân nhóm mỏ theo độ sũng nước của Stanislav Turer (Ba Lan). Các mỏ được phân thành 2 nhóm theo lưu lượng nước chảy vào mỏ: 1) Mỏ có điều kiện ĐCTV đơn giản, đất đá chứa nước kém, có lưu lượng nước chảy vào mỏ đạt tới 600m<sup>3</sup>/giờ; 2) Mỏ có điều kiện ĐCTV phức tạp, đất đá chứa nước tốt, có lưu lượng nước chảy vào mỏ lớn hơn 600m<sup>3</sup>/giờ.

Trong mỗi nhóm mỏ lại phân ra 2 phụ nhóm theo độ sâu khai thác: a) Những mỏ nông, đến khoảng 100m, dễ khai thác lộ thiên; b) Những mỏ nằm sâu, khai thác hầm lò.

Trong mỗi phụ nhóm mỏ lại chia ra thành hạng tùy thuộc vào vị trí phân bố của đá chứa nước so với thân quặng (trên vách, trong thân quặng, dưới trụ) như sau: 1- Không có đá chứa nước; 2- Đá chứa nước nằm trên mỏ; 3- Đá chứa nước nằm trên và trong thân quặng; 4- Đá chứa nước nằm trên và dưới thân quặng; 5- Đá chứa nước nằm trong và dưới thân quặng; 6- Đá chứa nước nằm trong, trên và dưới thân quặng. Phân loại mỏ của Stanislav Turer phù hợp với các mỏ khai thác "kín", tức là nước chảy vào mỏ là nước dưới đất (nước mưa, nước mặt không rơi, chảy trực tiếp vào mỏ).

**Phân nhóm mỏ theo điều kiện địa chất thủy văn**

Mỏ lộ thiên có điều kiện ĐCTV-ĐCCT đơn giản là mỏ có cấu trúc đơn giản, thành phần thạch học và bề dày ổn định, các lớp đất đá nằm ngang hoặc thoải. Thân khoáng nằm không sâu, xa các dòng khối nước mặt. Các tầng chứa nước cách ly với nhau. Lượng nước chảy vào mỏ không lớn, không có nguy cơ bực nước. Đất đá bóc có tầng chứa nước dày ≤ 10m, áp lực nước dưới đất lên trụ vỉa (thân khoáng) ≤ 30m. Bờ mỏ cấu tạo chủ yếu bởi đất sét, đá cứng và nửa cứng, ít bị nứt nẻ, đá carbonat bị karst hóa yếu.

Mỏ lộ thiên có điều kiện ĐCTV-ĐCCT phức tạp là mỏ có cấu trúc tương đối phức tạp, nhiều lớp không ổn định về thành phần thạch học và bề dày nhưng có quy luật nhất định. Thân khoáng đa dạng, nằm tương đối sâu và gần các dòng khối nước mặt, có phá hủy kiến tạo. Có nhiều tầng chứa nước bề dày lớn. Nước trong các tầng có quan hệ thủy lực với nhau và với nước mặt. Lượng nước chảy vào mỏ tương đối lớn. Có khả năng bực nước. Đất đá bóc có tầng chứa nước dày 10+30m. Áp lực nước lên trụ vỉa (thân khoáng) 30+50m. Có thể tháo khô bằng mương thoát nước tự chảy hoặc giếng thu nước. Bờ mỏ cấu tạo bởi cát, sạn, cuội bờ rời xen kẽ sét pha và sét, đá cứng và nửa cứng bị nứt nẻ mạnh, có đới phong hóa dày hoặc các lớp mềm yếu, đá biến chất bị vỡ nhàu, uốn nếp mạnh và đá carbonat bị karst hóa mạnh.

Mỏ lộ thiên có điều kiện ĐCTV-ĐCCT rất phức tạp là mỏ có cấu trúc rất phức tạp với nhiều tầng, lớp có thành phần thạch học và bề dày biến đổi không theo quy luật. Thân khoáng nằm khá sâu và phân bố gần các dòng hoặc khối nước mặt lớn. Nhiều tầng chứa nước có quan hệ thủy lực với nhau và với nước mặt. Lượng nước chảy vào mỏ rất lớn. Đất đá bóc có tầng chứa nước dày hơn 30m. Áp lực nước lên trụ vỉa (thân khoáng) lớn hơn 50m. Bờ mỏ cấu tạo bởi các trầm tích mềm rời với bề dày lớn, đá cứng và nửa cứng bị nứt nẻ, vỡ nhàu rất mạnh, đá carbonat bị karst hóa rất mạnh.



Mỏ hầm lò có điều kiện ĐCTV-ĐCCT đơn giản là mỏ có cấu trúc đơn giản, đất đá nằm ngang hoặc thoải dưới góc dốc nhỏ hơn 25°. Thành phần thạch học và bề dày tương đối ổn định theo diện tích và theo chiều sâu. Có thể có những uốn nếp đơn giản. Không có hoặc có ít đứt gãy gây ảnh hưởng trực tiếp đối với khai thác. Các thân khoáng nằm cao hơn góc xâm thực địa phương. Không có hoặc có những dòng và khối nước mặt nhỏ. Nước dưới đất không có quan hệ thủy lực với nước mặt. Lượng nước chảy vào công trình khai thác không lớn. Điều kiện tháo khô mỏ dễ dàng. Đất đá ở vách và trụ vỉa (thân khoáng) tương đối ổn định. Với các mỏ nằm dưới góc xâm thực địa phương trong trầm tích mềm, bờ rời không chứa nước hoặc chứa nước kém. Bề dày các tầng chứa nước nhỏ hơn 10m. Trị số áp lực nước lên trụ vỉa 5-10m, các mỏ nằm trong đá cứng và nửa cứng ít nứt nẻ, trong đá carbonat bị karst hóa yếu, có áp lực thủy tĩnh lên trụ vỉa không quá 50m.

Mỏ hầm lò có điều kiện ĐCTV-ĐCCT phức tạp là mỏ có cấu trúc tương đối phức tạp. Đất đá có thể nằm nghiêng 25-45°. Thành phần thạch học và bề dày không ổn định theo diện tích và theo chiều sâu. Có nhiều nếp uốn phức tạp và đứt gãy kiến tạo gây ảnh hưởng trực tiếp đối với khai thác. Thân khoáng đa dạng và nằm sâu hơn dưới góc xâm thực địa phương. Có những dòng và khối nước mặt lớn. Nước dưới đất có thể có quan hệ thủy lực với nước mặt. Lượng nước chảy vào công trình khai thác lớn. Điều kiện tháo khô mỏ khó khăn. Đất đá ở vách và trụ vỉa (thân khoáng) kém ổn định. Có mặt các hiện tượng địa chất động lực gây trở ngại cho khai thác. Thuộc nhóm mỏ này còn kể cả những mỏ nằm trong trầm tích mềm, bờ rời có các tầng chứa nước dày 10+15m, trị số áp lực thủy tĩnh lên vách và trụ vỉa (thân khoáng) đến 20+30m, trong đá cứng và nửa cứng bị phong hóa, nứt nẻ mạnh, có các lớp kẹp yếu, cũng như trong đá carbonat bị karst hóa mạnh, hang hốc karst được lấp đầy bởi vật chất bờ rời thứ sinh, trên mặt bị phủ bởi các thể địa chất thấm nước tốt, áp lực thủy tĩnh lên trụ vỉa 50+100m.

Mỏ hầm lò có điều kiện ĐCTV-ĐCCT rất phức tạp là mỏ có cấu trúc địa chất rất phức tạp, đất đá có thể nằm dốc hơn 45°. Thành phần thạch học và bề dày biến đổi không có quy luật. Có nhiều nếp uốn phức tạp làm cho thể nằm đất đá bị đảo lộn và nhiều đứt gãy hoặc các đới phá hủy kiến tạo gây ảnh hưởng trực tiếp đến khai thác. Các thân khoáng đa dạng và nằm rất sâu dưới góc xâm thực địa phương. Thân khoáng và đá vây quanh bị sưng nước mạnh. Có những dòng hoặc khối nước mặt lớn có quan hệ thủy lực với nước dưới đất. Lượng

nước chảy vào mỏ rất lớn. Có nguy cơ bực nước vào công trình khai thác. Điều kiện khai thác mỏ rất khó khăn. Đất đá cấu tạo vách và trụ vỉa (thân khoáng) không ổn định. Hiện tượng địa chất động lực phát triển mạnh và đa dạng, gây nhiều trở ngại cho khai thác. Thuộc về nhóm này còn có các mỏ nằm trong trầm tích mềm, bờ rời có nhiều tầng chứa nước xen kẽ các tầng (lớp hoặc thấu kính) cách nước. Bề dày các tầng chứa nước lớn hơn 15m, trị số áp lực thủy tĩnh lên vách và trụ thân khoáng lớn hơn 30m. Trong đá cứng và nửa cứng bị phong hóa nứt nẻ mãnh liệt chứa nước, xen kẽ nhiều lớp yếu và trong đá carbonat bị karst hóa rất mạnh với áp lực thủy tĩnh lên vách và trụ thân khoáng lớn hơn trụ 100m.

### Nghiên cứu chế độ dòng chảy phá hủy

Hoạt động khai thác khoáng sản gồm khai đào, khoan nổ mìn, bốc xúc, vận chuyển, đổ lấp, v.v... làm thay đổi bề mặt địa hình cũng như cấu trúc dẫn, chứa nước mặt, nước ngầm trên diện tích hàng trăm, hàng ngàn cây số vuông cũng như từ bề mặt địa hình tới độ sâu vài kilomet. Sự thay đổi của môi trường địa chất trong các khu vực khai thác mỏ làm chế độ dòng chảy tự nhiên chuyển sang chế độ dòng chảy phá hủy, gây ra nhiều sự cố. Chế độ dòng chảy phá hủy chưa được đầu tư nghiên cứu ở Việt Nam.

Từ kết quả nghiên cứu chế độ dòng chảy phá hủy, công tác phòng chống nước được quan tâm đầy đủ, toàn diện hơn từ khâu thăm dò đánh giá tài nguyên tới khâu thiết kế kỹ thuật. Từ khâu mỏ vỉa xây dựng mỏ tới khâu đóng cửa mỏ.

### Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Khắc Vinh (Chủ biên), 2010. Cẩm nang công nghệ địa chất. Liên hiệp các hội khoa học và kỹ thuật Việt Nam. NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ. 641 tr. Hà Nội.
- Абрамов С. К., 1955. Гидрогеологические расчеты вертикальных дренажей при осушении угольных месторождений. *Госгеолиздат*. 255 стр. Москва.
- Абрамов С. К., 1968. Осушение Шахтных и Карьерных Полей. *Недра*. 255 стр. Москва.
- Климентов П.П., 1967. Методы полевых гидрогеологических исследований с основами учения о подземных водах месторождений твердых полезных ископаемых. *Вышая школа*. Москва.
- Троянский С. В., 1956. Гидрогеология и осушение месторождений полезных ископаемых. *Угле Издат*. Москва.