

Địa chất công trình mỏ

Phạm Xuân.

Liên hiệp Khảo sát địa chất Xứ lý nền móng công trình.

Giới thiệu

Trong điều kiện thế nằm tự nhiên đất đá thường ở trạng thái cân bằng. Khi xây dựng hầm lò và mỏ lộ thiên, do ảnh hưởng của nhiều nguyên nhân, sự cân bằng đó bị phá vỡ. Do đó, phát sinh và phát triển những quá trình và hiện tượng địa chất khác nhau, thể hiện ở sự phá hủy, biến dạng, chuyển vị, dịch chuyển các khối đất đá có thể tích khác nhau. Trong các hầm lò ngầm và mỏ lộ thiên, chúng cũng biểu hiện dưới dạng những dòng nước chảy đến, gây ra biến dạng thấm làm chuyển vị các khối đất đá.

Bản chất và cơ chế của các dạng chuyển vị và dịch chuyển các khối đất đá ở hầm lò và mái dốc mỏ lộ thiên thường rất phức tạp. Việc nghiên cứu quy luật, biến động các khối đất đá, đề xuất các phương pháp dự báo và điều phối chúng là nhiệm vụ quan trọng nhất của Địa chất công trình mỏ.

Hướng khoa học mới về Địa chất công trình mỏ

Trong quá trình nghiên cứu và tích lũy tri thức, Địa chất công trình đã và đang được chuyên môn hóa và phân dị hóa. Một hướng khoa học mới đã hình thành và đang phát triển đó là Địa chất công trình mỏ.

Hướng khoa học mới này đang đảm nhiệm những nhiệm vụ to lớn về địa chất khai thác các mỏ khoáng sản khác nhau như: quặng, than đá, dầu mỏ, khí đốt, nguyên liệu mỏ - hóa chất, phân bón khoáng, vật liệu xây dựng, v.v...

Những yêu cầu khẩn thiết của một ngành công nghiệp nặng hàng đầu đang rất cần đến Địa chất công trình: 1) luận chứng cho các phương thức khai thác các mỏ lộ thiên và hầm lò; 2) đánh giá độ ổn định của đất đá ở các bờ mỏ, mái dốc các tầng khai thác, các bãi thải, v.v... 3) dự báo những biến đổi của môi trường những vùng khai thác; 4) đề xuất các biện pháp đảm bảo an toàn cho công tác sản xuất.

Nhiệm vụ Địa chất công trình mỏ

Nhiệm vụ nghiên cứu địa chất công trình các mỏ là 1) luận chứng địa chất cho việc đánh giá cuối cùng của mỏ về mặt công nghiệp, cũng như phương thức khai thác và hệ khai thác, kết cấu mỏ lộ thiên và hầm lò, các bản thiết kế về tổ chức thi công xây dựng mỏ. Đánh giá độ ổn định của đất đá ở các mái dốc tầng (bậc) và thành của mỏ lộ thiên, ở hầm lò ngầm và các bãi thải; 2) đề xuất các cơ sở địa chất công trình về sử dụng hợp lý môi trường địa chất và bảo vệ nó khỏi tác hại của các xí nghiệp khai thác mỏ; 3) đề xuất các nguyên tắc và phương pháp nghiên cứu địa chất

công trình, tổ chức nghiên cứu ở tất cả các giai đoạn thăm dò và khai thác mỏ, các phương pháp đánh giá và dự báo sự phát sinh những quá trình và hiện tượng địa chất bất lợi, điều phối chúng theo hướng ổn định và bền vững.

Như vậy, đối tượng nghiên cứu của hướng (nhánh) khoa học đang xét của địa chất công trình cũng như của các khoa học địa chất khác là môi trường địa chất, đó là những điều kiện xây dựng và khai thác các hầm mỏ và mỏ lộ thiên cũng như tiến hành công tác mỏ,

Không phải tất cả các vấn đề địa chất công trình các mỏ đều được nghiên cứu và xem xét như nhau. Các nhà nghiên cứu đã và đang tập trung chú ý vào nghiên cứu các điều kiện địa chất công trình của các mỏ khoáng sản rắn, và rất hạn chế đối với các mỏ dầu và khí.

Trước địa chất công trình mỏ, cũng như trước cả chuyên ngành địa chất công trình đã phát sinh một vấn đề hết sức quan trọng là cần đưa ra những đề nghị và kiến nghị về sử dụng hợp lý và bảo vệ môi trường địa chất tránh được những tác hại do khai thác mỏ của các xí nghiệp gây ra. Những nghiên cứu về vấn đề lớn này bước đầu đang thu được những kết quả khả quan, tuy nhiên còn nhiều vấn đề đòi hỏi phải xem xét và tiếp tục giải quyết.

Thực tế chứng tỏ rằng giữa thăm dò và khai thác các mỏ có sự gián đoạn, vì vậy chỉ vừa này sinh nhiệm vụ thiết kế hầm lò và mỏ lộ thiên, đang tiến hành công tác mỏ, lại cần thực hiện những nghiên cứu bổ sung và khảo sát tại các mỏ. Điều đó chứng tỏ những nhiệm vụ địa chất công trình được giải quyết không trọn vẹn khi thăm dò mỏ cũng như trong quá trình khai thác mỏ. Bộ phận địa chất của các xí nghiệp mỏ không có đủ các chuyên gia địa chất công trình mỏ.

Một trong những nhiệm vụ chính của địa chất công trình mỏ, cũng như của hướng khoa học mới là đề ra lý thuyết chung, xem xét những điều kiện tác động giữa Môi trường địa chất với Công trình và công tác xây dựng, nghiên cứu những điều kiện địa chất của việc xây dựng và khai thác hầm lò, mỏ lộ thiên và đảm bảo an toàn cho việc tiến hành công tác mỏ.

Những yêu cầu từ thực tiễn

Địa chất công trình mỏ nghiên cứu và đánh giá các vấn đề địa chất khác nhau liên quan đến việc khai thác mỏ dưới góc độ xây dựng. Việc dự báo những thay đổi các điều kiện địa chất được lồng

ghép với xây dựng các công trình (hầm mỏ, mỏ lộ thiên, v.v...) và với việc tiến hành các biện pháp công trình. Vị trí của những nghiên cứu địa chất công trình, tùy theo giai đoạn khai mỏ phải là các diện tích phân bố chúng, những khoảnh riêng lẻ của hầm lò, những bãi ở mỏ lộ thiên và các bộ phận của chúng và sau hết là hầm lò và mỏ lộ thiên.

Hiện nay, khi thiết kế và khai thác các mỏ khoáng sản, địa chất công trình được đặt lên hàng đầu và yêu cầu rất cao. Việc phát triển công tác mỏ ngày càng xuống sâu, khai thác nhiều mỏ trong điều kiện địa chất phức tạp, việc sửa sang các hầm lò ngầm ở những khu vực xây thêm, còn trong một số trường hợp thì bị choán bởi những bể chứa nước và đặc biệt là áp dụng rộng rãi phương thức khai thác lộ thiên đang đòi hỏi phải thay đổi phương pháp nghiên cứu điều kiện địa chất công trình. Với ý nghĩa đó có rất nhiều vấn đề cần xác định như tính toán sự phân bố ứng suất trong đất đá, sự cân bằng của những khối trong các hố mỏ và ở các mái dốc của chúng, áp lực mỏ, độ bền và độ ổn định của những khối nguyên và các nền công trình. Để thiết kế các biện pháp bảo vệ, đòi hỏi những sơ đồ tính toán đã được luận chứng phải có những chỉ tiêu tính toán cụ thể của các tính chất đất đá, của các tầng, đới và phức hệ chứa nước, những số liệu về sự thay đổi của chúng theo thời gian và trong những trạng thái ứng suất khác nhau, về tính không đồng nhất và dị hướng các tính chất của đất đá và về những điều kiện làm việc chịu lực, chịu nước của chúng. Tất cả những số liệu ấy đều cần thiết và cũng liên quan với các phương pháp tính toán mới, những phương thức và phương tiện mới để khai thác mỏ khoáng sản.

Độ sũng nước của mỏ thường gây ra những dòng nước đáng kể chảy vào hầm lò, tạo nên yêu cầu phải làm khô, đồng thời phải có hệ thống các tầng, đới và phức hệ chứa nước. Những biện pháp cưỡng bức đang được ứng dụng để đảm bảo độ ổn định của đất đá ở hầm mỏ và độ an toàn của việc thi công trong các mỏ, nhiều khi người ta thay đổi đáng kể sự thăng bằng nước dưới đất, làm cạn kiệt chúng và phá hoại những điều kiện cung cấp nước của các trạm dân cư, các xí nghiệp công nghiệp và nông nghiệp. Vì vậy, cần nghiên cứu và đánh giá mức độ sũng nước, mức độ chứa khí và những điều kiện địa nhiệt của các mỏ khoáng sản.

Việc xây dựng các xí nghiệp mỏ và thực hiện công việc khai thác mỏ luôn luôn gây ra những thay đổi môi trường xung quanh, địa hình mặt đất, sự nguyên vẹn của vùng đất và công trình, làm biến các tầng chứa nước, bể nước, sông ngòi và nước ngầm, v.v... Vì vậy, việc dự báo và đánh giá những biến đổi điều kiện địa chất công trình của khu vực, việc đề xuất các biện pháp sử dụng hợp lý chúng và bảo vệ khỏi hậu quả khai thác mỏ, lập luận chứng địa chất cho các đồ án thiết kế các mỏ, các xí nghiệp là một trong những nhiệm vụ chính của địa chất công trình

mỏ. Một loạt các vấn đề địa chất liên quan với công tác khai thác mỏ luôn luôn đặt ra để giải quyết, đó là 1) bố trí các bãi thải và các bãi thải thu nước (không chứa quặng) của sản xuất mỏ; 2) đánh giá và dự báo độ ổn định và bảo vệ vùng tiếp giáp khỏi bị tác hại. Cuối cùng, quan trọng nhất là những vấn đề về khả năng sử dụng những hố mỏ tại các mỏ khai thác hoặc tại những khoảnh riêng đối với những đối tượng có công dụng khác nhau như kho, trạm đo đạc, gara, các xí nghiệp sản xuất, v.v...

Nội dung và những nhiệm vụ của địa chất công trình mỏ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn to lớn. Để giải quyết những vấn đề có liên quan đến việc khai thác các mỏ, địa chất công trình đang sử dụng rộng rãi tô hợp các phương pháp như địa chất kinh điển (phân tích lịch sử tự nhiên), đồng dạng về địa chất, thực nghiệm, lập mô hình, xác suất thống kê, tính toán - lý thuyết.

Xu hướng phát triển công nghiệp mỏ

Theo ý kiến của nhiều chuyên gia lớn về địa chất công trình, sự phát triển của công nghiệp mỏ trong một tương lai gần, có những khuynh hướng sau đây.

1). Tăng khai thác và yêu cầu nguyên liệu khoáng lên gấp đôi cho mỗi kỳ 12-15 năm.

2). Gia tăng diện tích các kho bãi chứa đất đá thải loại của sản xuất do xu hướng khai thác mỏ với hàm lượng khoáng sản nghèo hơn.

3). Tăng độ sâu khai thác gây nên biến dạng lớn của các tầng mỏ lộ thiên, sự tăng thể tích các bãi thải, làm phức tạp các quá trình khai thác ngầm và thất thoát nhiều khoáng sản.

4). Việc khai thác mỏ với những quá trình và hiện tượng địa chất công trình phức tạp trong các hầm mỏ dẫn đến suy giảm các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của các xí nghiệp.

5). Tăng thêm phần khai thác lộ thiên hiệu quả làm giảm tổn thất và giá thành khoáng sản, nhưng tăng diện tích đất bị hủy hoại.

Tất cả những khuynh hướng nêu trên đây làm tăng chi phí của thăm dò và khai thác khoáng sản, khiến cho vốn đầu tư tăng lên đáng kể. Vì vậy có hai nhiệm vụ chủ yếu khi nghiên cứu các mỏ khoáng sản.

1). Đánh giá (phần nào dự báo) những điều kiện địa chất công trình của mỏ, nhằm luận chứng cho những giải pháp thiết kế tối ưu, đảm bảo sử dụng hợp lý nhất tài nguyên khoáng và đất đai, giảm thiểu sự hủy hoại môi trường địa chất, đảm bảo an toàn cao nhất và hạ giá thành sản xuất;

2). Đánh giá và dự báo sự thay đổi điều kiện địa chất công trình của vùng khai thác mỏ, những vùng bị ảnh hưởng của khai thác, từ đó đề xuất các biện pháp hạn chế những thay đổi đó.

Những nhiệm vụ vừa nêu có liên quan với nhau, thúc đẩy lẫn nhau, giải quyết tốt nhiệm vụ đầu tất

yêu nhiệm vụ thứ hai cũng sẽ được giải quyết tốt hơn. Những số liệu nhận được trong chu kỳ khai thác mỏ chính xác là cơ sở để đánh giá địa chất công trình trong chu kỳ công tác thăm dò cũng sẽ được chính xác và phong phú hơn.

Do tính chất phức tạp của điều kiện địa chất công trình các mỏ và vì tính phức hợp của các quá trình, phát sinh do tác dụng qua lại với lò mỏ, phần lớn những vấn đề liên quan đến đánh giá và dự báo độ ổn định của các công trình mỏ được giải quyết trong chu kỳ xây dựng và khai thác chúng (không giống những kiểu công trình khác). Vì vậy, phải tiến hành những nghiên cứu địa chất công trình không chỉ trong chu kỳ thăm dò mỏ (để khẳng định trữ lượng của nó với cấp phê duyệt và thiết kế xí nghiệp mỏ), mà còn trực tiếp tại các hầm lò mỏ trong thời gian xây dựng và khai thác. Để nâng cao độ tin cậy của công tác đánh giá và dự báo địa chất công trình trong chu kỳ thăm dò mỏ cần tập trung nghiên cứu và quan trắc ở hầm mỏ theo một quy trình nghiêm ngặt. Điều đó có ý nghĩa hết sức quan trọng trong việc luận chứng cho các biện pháp hạn chế tác hại của các xí nghiệp khai thác mỏ.

Những điều kiện địa chất công trình là một hệ khép kín các thành phần liên quan với nhau, xác định tính phức tạp của khai thác mỏ, đặc trưng và quy mô những thay đổi môi trường do ảnh hưởng của các quá trình khai thác mỏ. Tương tác lẫn nhau của các công trình mỏ (hầm lò) với những thành phần riêng lẻ sẽ phá hủy sự cân bằng tự nhiên của cả hệ thống, do đó sẽ phát sinh hàng loạt sự thay đổi quá trình địa chất và địa chất công trình. Việc nghiên cứu quy luật của các quá trình ấy theo thời gian xây dựng và khai thác các công trình mỏ khác nhau (hầm mỏ, mỏ lộ thiên, bãi thải, bể chứa mùn, đất đá không còn chứa quặng, v.v...) cho phép dự báo sự phát sinh, phát triển và quy mô của những quá trình này.

Trong thời gian nghiên cứu và quan trắc hầm lò cần làm chính xác thêm hệ phương pháp công tác địa chất công trình, đề xuất những góc độ mới về luận chứng địa chất cho các giải pháp thiết kế. Từ kết quả nghiên cứu về hoàn cảnh địa chất tự nhiên và lý giải các quy luật tương tác của nó với công tác mỏ, có thể tạo dựng mô hình địa chất công trình. Đó là cơ sở để tiến hành tính toán các tham số của các mỏ lộ thiên, các bãi thải, áp lực mỏ, để đánh giá tổn thất mà môi trường thiên nhiên phải chịu và để kiến nghị các biện pháp hạn chế tổn thất đó. Những đánh giá và dự báo tin cậy chỉ có thể có trong trường hợp điều kiện kỹ thuật mỏ được xác định; cụ thể là trạng thái ứng suất quanh hầm lò, phương của lò so với các yếu tố thể nằm của đất đá, của các khe nứt, của sự phân lớp, công nghệ tiến hành công tác mỏ, dạng và đặc trưng chống đỡ, đặc điểm điều phối áp lực mỏ, thời gian khoan đào và để phơi lộ công trình khai thác mỏ, v.v... Hiện nay đã có đủ căn cứ lý luận để

giải quyết bằng bài toán giải tích về đánh giá tính ổn định của hầm lò. Tuy nhiên, để giải được bài toán này cần đặt bài toán đúng bản chất của quá trình và chọn đầu vào là các đại lượng đặc trưng cho cấu trúc địa chất, những điều kiện địa chất thủy văn, điều kiện khí, độ khe nứt, tính chia lớp, độ bền, độ biến dạng, trạng thái ứng suất của đất đá có xét đến các đặc điểm kiến trúc và cấu tạo. Cần thấy rằng việc tổng hợp các quan trắc hầm lò và mỏ lộ thiên, phát hiện những quy luật tin cậy là không thể, nếu không hiểu các tính chất cơ học và trạng thái ứng suất của đất đá quanh hầm lò.

Sự nâng cao độ tin cậy của luận chứng địa chất khi giải quyết hàng loạt bài toán kỹ thuật mỏ là một đóng góp thực sự mà địa chất công trình có thể mang lại cho việc đề xuất vấn đề chung sử dụng hợp lý lòng đất và bảo tồn môi trường địa chất trong các vùng công nghiệp khai thác mỏ.

Tình hình hiện nay của Địa chất công trình mỏ

Việc tạo lập hướng khoa học mới này của Địa chất công trình là công lao của nhiều nhà khoa học, chủ yếu là các nhà khoa học Liên Xô cũ, trước hết là P.N. Paniukov, X.V. Troiansky, M.M. Protodiakonov, G.L. Ficenko, v.v..., cùng với những người đã ứng dụng trong thực tiễn sản xuất và thông qua nhiều hội thảo, hội nghị. Tuy vậy, đây là một lĩnh vực hết sức phức tạp và mới mẻ nên đến nay những kết quả nghiên cứu vẫn có thể coi mới là bước khởi đầu.

Hiện nay những vấn đề chủ yếu, những nội dung và những nhiệm vụ sau đây của Địa chất công trình mỏ cần được lưu ý nghiên cứu.

1. Cấu trúc địa chất của các mỏ;
2. Điều kiện Địa chất công trình của các mỏ;
3. Nước dưới đất ở các mỏ khoáng sản rắn;
4. Tính chất cơ - lý của đất đá các mỏ khoáng sản rắn;
5. Trạng thái ứng suất của đất đá, sự thay đổi của nó và sự biểu hiện khi xuyên (đào) các hầm mỏ, áp lực mỏ;
6. Các quá trình và hiện tượng địa chất khi đào các hầm mỏ;
7. Các vấn đề phương pháp Địa chất công trình các mỏ khoáng sản rắn.

Tài liệu tham khảo

- Encyclopedia of Geology, 2005. Volume 3, (609-695). Elsevier Academic Press.
- Иванов И. П., 1987. Инженерно-геологические исследования в горном деле. Изд. Недра. 255 стр. Ленинград.
- Ломтадзе В. Д. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых. Изд. Недра. 272 стр. Ленинград.
- Панкюков П. Н., 1978. Инженерная геология. 2-е Изд. Недра, 296 стр. Москва.