

Tổng quan về phân loại khối đá trong xây dựng công trình, thực tế áp dụng phân loại khối đá trong xây dựng công trình giao thông ở Việt Nam.

Đất và đá là những đối tượng nghiên cứu cơ bản của địa chất công trình. Những năm trước đây do điều kiện kinh tế chưa phát triển, các công trình giao thông vận tải ở Việt Nam phần lớn có quy mô nhỏ và chủ yếu phân bố ở những vùng đồng bằng, vùng duyên hải là những nơi tập trung dân cư và hầu như tất cả các công trình đều đặt trên nền đất hoặc nếu có đặt trên nền đá thì cũng rất hạn chế. Chính vì vậy mà từ trước đến nay việc nghiên cứu về điều kiện địa chất công trình của đất nền thường được quan tâm hơn việc nghiên cứu đánh giá về điều kiện địa chất công trình nền đá và khối đá. Trong những năm gần đây cùng với sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước, các công trình giao thông vận tải như đường, cầu, hầm, bến cảng... liên tục được xây dựng trên mọi miền tổ quốc. Các công trình đó có thể trực tiếp đặt trên nền đá hoặc là nằm trong khối đá, chính vì vậy việc mở rộng nghiên cứu lý thuyết cơ học đá nguyên khối và nứt nẻ là một vấn đề mang tính tất yếu.

Hầu hết việc đánh giá chỉ tiêu cơ học của khối đá cho các công trình xây dựng nói chung và công trình giao thông tại Việt Nam nói riêng trước những năm 1990 đều được tiến hành theo các tiêu chuẩn của Liên Xô cũ xuất phát từ hệ thống phân loại đá của Malinin, Protodiconop, Bunhusep... cách đánh giá này tại thời điểm hiện tại gặp phải một số hạn chế khi mà rất nhiều công trình giao thông hiện nay áp dụng tiêu chuẩn của phương Tây và nhất là các tiêu chuẩn của Mỹ, Áo... các tiêu chuẩn thiết kế và thi công này đòi hỏi sự phân loại đá phù hợp với nó. Chính vì vậy mà việc xem xét một cách cụ thể các tiêu chuẩn phân loại đá, phân tích những mặt tiên tiến và hạn chế của từng phương pháp và lựa chọn phương pháp phân loại tối ưu nhất cho từng công trình cụ thể là một vấn đề quan trọng để điều tra đặc điểm địa chất công trình của nền đá và khối đá phục vụ thiết kế và thi công công trình.

Có thể chia các phương pháp phân loại khối đá thành 2 hệ thống như sau:

I. Hệ thống phân loại khối đá theo các tác giả thuộc Liên Xô cũ.

1. Phương pháp phân loại của Malinin:

Năm 1970, để dự báo ổn định cho các đường lò tại các mỏ than vùng Đonbas, dựa trên những số liệu thăm dò địa chất ban đầu, Malinin đã đưa ra khái niệm thế năng ổn định S:

$$S = \frac{m \cdot \sigma_N \cdot K}{\gamma \cdot H \cdot q}$$

Trong đó:

S - hệ số thế năng ổn định của nóc lò không chống;

m - bề dày lớp nóc hay không có liên kết với các lớp đá phía trên;

σ_N - độ bền nén của đá nóc.

H - độ sâu của đường lò.

γ - trọng lượng thể tích của đá nóc.

q - hệ số nứt nẻ, bằng căn bậc hai của mật độ khe nứt (số khe nứt trên một mét vuông)

k - hệ số tỷ lệ nghịch với diện tích phần nóc không chống. Đối với đường lò nghiêng và đối với các lớp nằm nghiêng phải nhân biểu thức trên với $(1 + \operatorname{tg}\alpha)$, trong đó α là góc nghiêng của đường lò hay của lớp đá nóc.

Dựa vào trị số của S, tác giả đã phân chia đá nóc theo 5 cấp ổn định là:

1. Rất kém ổn định ($S < 0,8$);
2. Kém ổn định ($0,8 < S < 1,1$);
3. Ít ổn định ($1,1 < S < 2,0$);
4. Ổn định trung bình ($2,0 < S < 4,0$);
5. Rất ổn định ($S > 4,0$).

Nhược điểm của phương pháp này là không xét đến các yếu tố địa cơ có ảnh hưởng tới độ ổn định của công trình ngầm (CTN), đặc biệt chưa kể đến ảnh hưởng của hình dạng, tiết diện của CTN và các yếu tố ảnh hưởng của công nghệ khai đào nên mới chỉ cho phép dự báo sơ bộ khả năng ổn định của các CTN dựa trên các số liệu thăm dò địa chất ban đầu.

2. Phương pháp phân loại của Eropheev:

Năm 1978, Eropheev đã giới thiệu phương pháp đánh giá của Viện xây dựng mỏ Kuzbas thông qua hệ số ổn định S:

$$S = \frac{\sigma_N \cdot k_c \cdot k_n \cdot \xi}{\gamma \cdot H \cdot k_{hd} \cdot k_{gn} \cdot k_{lc}}$$

Trong đó:

- σ_N - độ bền nén đơn trục của đá
- k_c - hệ số giảm yếu cấu trúc (tra bảng theo phụ lục số 1)
- ξ - hệ số độ bền lâu dài (bằng tỷ số giữa độ bền lâu dài σ_∞ / độ bền nén đơn trục σ_N)
- k_n : hệ số giảm bền do ngậm nước (σ_N khi bão hoà nước / σ_N ở trạng thái khô ráo);
- γ - trọng lượng thể tích (hay dung trọng) của đá;
- H - chiều sâu của công trình kể từ mặt đất;
- k_{hd} - hệ số tập trung ứng suất, phụ thuộc hình dạng CTN;
- k_{gn} - hệ số tập trung ứng suất khi các đường lò giao nhau
- k_{lc} - hệ số tập trung ứng suất do ảnh hưởng của lò chợ.

Theo phương pháp này, các đường lò được coi là ổn định, có thể không cần chống giữ khi $n > 1$, tương ứng với tải trọng nóc không đáng kể ($\sigma_N = 0 \div 1 \text{ T/m}^2$) và dịch chuyển của biên lò là nhỏ, do biến dạng đàn hồi. Trong trường hợp này, để chống phong hoá và hạn chế sập lở cục bộ, tác giả đề nghị dùng bê tông phun dày 3 ÷ 5 cm hay bê tông liên khối dày 10 cm.

Hạn chế của phương pháp là chưa đề cập tới yếu tố địa chất thủy văn của khối đá (hệ số thấm) và vị trí tương đối của các khe nứt và đặc tính khe nứt trong khối đá so với trục của công trình ngầm.

3. Phương pháp phân loại của Bulutrop.

Năm 1982, Bulutrop đã đề xuất cách xác định khả năng sập lở trong các đường lò thông qua chỉ tiêu ổn định thực nghiệm S, được định nghĩa bởi biểu thức:

$$S = \frac{k_{dnn} \cdot k_{bm} \cdot k_n}{k_{skn} \cdot k_{dm} \cdot k_{tl-kn}} f$$

Trong đó:

- f - hệ số kiên cố của đá
- k_{dnn} - hệ số tính tới độ ảnh hưởng của nứt nẻ;
- k_{skn} - hệ số tính tới ảnh hưởng của hệ số khe nứt hoặc mức độ phân lớp;
- k_{bm} - hệ số tùy thuộc vào đặc tính bề mặt khe nứt.
- k_n - hệ số tùy thuộc vào mức độ ngậm nước của đá;
- k_{dm} - hệ số tùy thuộc vào độ mở của khe nứt không lấp nhét;
- k_{lm} - hệ số tính khả năng khe nứt được lấp nhét và có tiếp xúc giữa các bề mặt,
- k_{tl-kn} - hệ số phụ thuộc góc giữa đường lò và các phương khe nứt chủ yếu;

Tùy thuộc vào chỉ tiêu ổn định S, tác giả đã phân các khối đá làm 5 nhóm ổn định. Thuộc vào nhóm 1 là các khối đá hoàn toàn ổn định với $S > 70$ và nhóm V là nhóm rất kém ổn định với $S < 0,05$. Hạn chế của phương pháp là tác giả mới dừng lại ở việc phân loại khả năng ổn định của khối đá xung quanh đường lò mà không khẳng định về khả năng để lưu thông cũng như không đề xuất các biện pháp chống giữ các đường lò trong từng cấp ổn định khác nhau.

Cũng như từ năm 1980, để phân cấp ổn định các đường lò, ở Liên Xô đã ban hành SNIP - II - 94 - 80, trong đó có đề nghị dùng đại lượng dịch chuyển biên của đường lò để không chống, tính cho thời gian tồn tại của chúng trong các loại khối đá khác nhau về nguồn gốc như trong phụ lục số 2.

Mặc dù tiêu chuẩn xây dựng đã được ban hành từ năm 1980 nhưng trong thực tế tính toán, xây dựng các công trình ngầm trong mỏ thì SNIP - II - 94 - 80 chỉ là tài liệu tham khảo cho các mỏ, rất ít được sử dụng.

Nói chung, ở Liên Xô (cũ) các phương pháp nêu trên vẫn ngày càng được cải tiến và hoàn thiện (chẳng hạn Kuznhexov, Ardaxep và Philatop (1978) đề xuất các biểu thức hoàn thiện việc tính độ bền nén của khối đá), nhưng cho đến nay vẫn chưa có phương pháp nào được thừa nhận rộng rãi, ngoài ra, theo kinh nghiệm của Glusco (1981) thì đối với vùng Đônbas, khi tỷ số $Py = 10 \gamma H / \sigma_N \leq 0,05$ thì đường lò không cần chống.

II. Hệ thống phân loại khối đá theo các tác giả thuộc các nước phương Tây, Mỹ và quốc gia khác.

Cùng với hệ thống phân loại khối đá do các tác giả thuộc Liên Xô cũ đề xướng là hệ thống phân loại khối đá của các tác giả thuộc các quốc gia khác như: Mỹ, Áo, Anh, Pháp, Nam Phi, Bồ Đào Nha... cách thức, chỉ tiêu phân loại, phạm vi áp dụng của từng phương pháp phân loại

đá cũng rất khác nhau. Có thể tổng hợp các hệ thống phân loại khối đá điển hình theo phụ lục số 3. Trong các cách phân loại đá này điển hình nhất là các phương pháp phân loại khối đá của Deere (phương pháp RQD); Bieniawski (phương pháp RMR); Barton, Lien và Lunde (phương pháp Q).

1. Phân loại khối đá theo Deere - phương pháp RQD

Năm 1963 Deere đề xuất phương pháp RQD (còn gọi là phương pháp chỉ số chất lượng đá - Rock Quality Designation). Từ quan sát và nhận xét rằng độ dài các thỏi khoan lấy lên từ lỗ khoan khá phù hợp với độ bền và độ nứt nẻ của khối đá, tác giả đã đề nghị lấy tổng chiều dài các thỏi khoan làm tham số phản ánh chất lượng Deere đề nghị sử dụng khái niệm chỉ số chất lượng khối đá, viết tắt là RQD và xác định theo công thức sau.

$$RQD = L_p/L_t$$

Trong đó:

- L_p - tổng chiều dài các thỏi khoan có chiều dài không nhỏ hơn 2 lần đường kính lỗ khoan trong một hiệp khoan.

- L_t - chiều dài hiệp khoan được thực hiện.

Dựa vào quan sát thực nghiệm, Deere sắp xếp các khối đá ra làm 5 loại tương ứng với các trị số RQD khác nhau và được trình bày trong phụ lục số 4.

Như vậy RQD thực sự chỉ là một chỉ số phản ánh mức độ nứt nẻ của khối đá, được xác định theo một tuyến khảo sát (trong trường hợp này là lỗ khoan) do đó, RQD có thể còn được xác định theo số liệu đo vẽ ở vách hố đào, vách đường lò. Cụ thể là: trong trường hợp không xác định được RQD từ các lỗ khoan thăm dò hoặc lấy mẫu, có thể tính gián tiếp bằng công thức thực nghiệm (Palmstrom, 1982)

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

J_v là mật độ khe nứt theo $1m^3$ khối đá, hoặc tổng các khe nứt của các hệ trên một đơn vị chiều dài, hay sử dụng công thức (Priest and Hunson - 1976)

$$RQD = 100(0,1K_{kn} + 1) \exp(-0,1K_{kn})$$

K_{kn} là mật độ (hay mô đun) khe nứt = số khe nứt / $1m$ dài đoạn lò khảo sát (kn/m)

Bằng cách này, từ một số liệu đo vẽ khe nứt của khối đá (ví dụ K_{kn}) có thể tính được RQD và đánh giá phân loại được chất lượng khối đá. Điều này gần tương tự với nghiên cứu của Franklin (1971) khi tác giả này đề nghị dùng giá trị (K_{kn}) để phân loại như được nêu ở bảng phân loại khối đá theo Deere, trong bảng này cũng bổ sung thêm kết quả nghiên cứu của Hobbs (1975) và của Onodera (1963) và tương quan giữa chất lượng khối đá với tỷ số mô đun biến dạng của khối đá với mẫu đá (k_E), cũng như với tỷ số tốc độ truyền sóng dọc đo tại hiện trường và đo trên mẫu (V_{d-k}/V_{d-m}). Như vậy, bên cạnh việc xác định RQD theo Deere đề nghị, ta thường có thể xác định chúng trực tiếp theo K_{kn} hoặc gián tiếp theo k_E và (V_{d-k}/V_{d-m}).

Phân loại khối đá của Deere không những là một hệ thống phân loại khối đá độc lập mà nó còn làm cơ sở cho rất nhiều hệ thống phân loại khối đá của các tác giả khác. Theo như sự phân loại của Deere thì chỉ số chất lượng đá RQD có thể được xác định trực tiếp trên lõi khoan

hoặc thành hố đào và cũng có thể xác định gián tiếp thông qua mật độ khe nứt hoặc tỷ số tốc độ truyền sóng dọc của mẫu đá và khối đá.

Tuy nhiên hạn chế của phương pháp phân loại này là chưa kể đến độ bền cơ học của khối đá, chính vì vậy mà việc phân loại khối đá chưa thực sự hoàn thiện.

2. Phân loại khối đá theo Bieniawski- phương pháp RMR

Năm 1973 Bieniawski đã đưa ra phân loại khối đá trong xây dựng công trình ngầm theo thang điểm khối đá RMR (Rock Mass Rating) có chú ý tới 6 yếu tố ảnh hưởng khác nhau theo biểu thức:

$$RMR = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6$$

Trong đó:

I_1 – Tham số xét đến độ bền nén đơn trục của đá.

I_2 – Tham số thể hiện lượng thu hồi lõi khoan RQD.

I_3 – Tham số thể hiện khoảng cách giữa cá khe nứt.

I_4 – Tham số thể hiện trạng thái của các khe nứt.

I_5 – Tham số thể hiện điều kiện ngậm nước.

I_6 – Tham số thể hiện sự tương quan giữa thể nằm của cá lớp đá đến hướng của công trình ngầm.

Bieniawski đã thống kê cách tính các tham số RMR cũng như các nhóm khối đá trên cơ sở phân loại khối đá được thống kê theo phụ lục số 5.

Các thông số liên quan đến khối đá được lượng hóa một cách chi tiết, trên cơ sở đó Bieniawski đã phân loại chất lượng khối đá một cách cụ thể trong phụ lục số 6. Có thể sử dụng thông số RMR để tính mô đun đàn hồi của khối đá cũng như áp lực khối đá lên công trình ngầm.

Hệ thống phân loại đá của Bieniawski đề cập tới rất nhiều các yếu tố, các đặc điểm của khối đá, chính vì vậy mà sự phân loại khối đá gần với thực tế làm việc của khối đá hơn, hệ thống phân loại đá này là cơ sở cho việc xác định chỉ tiêu cơ lý của khối đá theo các tiêu chuẩn khác mà điển hình là tiêu chuẩn Hoek – Brown, một tiêu chuẩn được áp dụng rất phổ biến hiện nay.

3. Phân loại khối đá theo Barton, Lien và Lunde - phương pháp Q

Năm 1974 Barton và đồng nghiệp đã tiến hành phân loại đá trên cơ sở quan trắc 200 trường hợp xây dựng các công trình ngầm, đó là sự phân loại khối đá theo chỉ tiêu chất lượng tunnel – Tunnel Quality (Q), chỉ tiêu này được đánh giá qua 6 tham số và thể hiện bằng biểu thức:

$$Q = RQD \times J_r \times J_w / J_n \times J_a \times SRF$$

Trong đó:

RQD – Chỉ số chất lượng đá.

J_n - Chỉ số chú ý đến các hệ khe nứt trong đá.

J_r – Chỉ số xét tới độ nhám của bề mặt các khe nứt.

J_a – Chỉ số xét tới mức độ phong hóa bề mặt của các khe nứt.

J_w – Chỉ số kể tới ảnh hưởng của nước ngầm.

SRF – Chỉ số xét tới sự suy giảm ứng suất.

Các tham số này hình thành nên 3 cặp thừa số với ý nghĩa như sau:

RQD/ J_n : Đặc trưng cho kích thước của các khối nứt, giao động trong khoảng từ 0.5 – 200.

J_a / J_r : Đặc trưng cho độ bền cắt hay trượt giữa các khối nứt, giao động từ 0.02 – 5.

J_w /SRF: Đặc trưng cho ứng suất hữu hiệu tác dụng vào khối đá, giao động từ 0.005 – 1.

Trên cơ sở phân loại đó các tác giả đã lập bảng chi tiết xác định giá trị của các thông số để xác định chỉ tiêu Q. Căn cứ vào giá trị của Q, khối đá được phân thành 9 nhóm khác nhau theo phụ lục số 7.

Phương pháp phân loại này được áp dụng cho việc thiết kế các đường ống tunnel, nó đề cập đến rất nhiều các đặc điểm liên quan đến khối đá nhưng mới chỉ đề cập tới mức độ suy giảm độ bền cơ học mà chưa đề cập tới giá trị của độ bền cơ học.

Qua các phương pháp phân loại khối đá của các tác giả nêu trên chúng ta thấy rằng phương pháp phân loại đá nào cũng có những điểm tích cực và mặt hạn chế của nó. Tuy nhiên cũng thông qua đó chúng ta thấy rằng tất cả các phương pháp phân loại đá hiện nay mặc dù đã đề cập tới rất nhiều các yếu tố liên quan đến đặc tính cơ học, thể nằm, đặc điểm khe nứt, thủy tính, mức độ phong hóa ... của khối đá nhưng có rất nhiều yếu tố còn mang tính chất chủ quan và thiên về quan sát nhiều hơn. Xu thế chung hiện nay về nghiên cứu cơ học đá nguyên khối và nứt nẻ là tìm ra một phương pháp phân loại khối đá cho phép định lượng các yếu tố ảnh hưởng một cách rõ ràng hơn.

Ở nước ta hiện nay chưa có một tiêu chuẩn chính thức về phân loại khối đá áp dụng cho trong công tác xây dựng công trình nói chung trên nền đá và trong khối đá. Chúng ta đã và đang sử dụng các biện pháp phân loại khối đá như đã liệt kê ở trên..

Đối với việc xây dựng công trình giao thông ở nước ta hiện nay có thể tạm chia vai trò của khối đá theo khía cạnh tương tác với công trình thành 2 nhóm: nhóm khối đá sử dụng làm nền, móng công trình và nhóm khối đá sử dụng làm môi trường xung cho công trình.

Thuộc vào nhóm thứ nhất là các công trình đường, cầu, bến cảng, sân bay khi đó khối đá đóng vai trò như nền móng của công trình. Công trình có thể trực tiếp đặt lên nền đá trong trường hợp móng nông, cũng có thể đặt gián tiếp lên nền đá trong trường hợp móng cọc và mũi cọc đặt vào khối đá. Trong trường hợp này công tác khảo sát địa chất công trình thường áp dụng là khoan vào khối đá, lấy mẫu đá (lõi đá) để thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý. Việc phân loại khối đá được tiến hành theo phương pháp của Deere (RQD) trên lõi khoan kết hợp với việc xác định chỉ tiêu cơ lý của đá. Biện pháp này gặp phải một số hạn chế là khi khoan trong đá phong hóa, nứt nẻ chỉ số RQD rất thấp, nhiều khi bằng 0 mặc dù trên thực tế thì khối đá có

độ bền rất cao (có thể xác định tương đối theo tốc độ khoan và độ cứng của lõi khoan được). Điều này dẫn tới việc lựa chọn số liệu cho thiết kế không mang tính khách quan và thường quá thiên về an toàn, làm tăng giá thành công trình. Giải pháp khắc phục là có thể bố trí thêm phương pháp địa vật lý để xác định tốc độ truyền sóng của mẫu đá và khối đá, trên cơ sở đó có thể gián tiếp xác định được tỷ lệ môđun biến dạng của khối đá kết hợp với kết quả thí nghiệm mẫu đá trong phòng chúng ta có thể xác định được chỉ tiêu cơ lý của khối đá một cách chính xác hơn.

Thuộc vào nhóm thứ hai là các công trình như mái dốc của đường, hầm khi đó hoặc là khối đá đóng vai trò như một bộ phận cấu thành công trình (mái dốc taluy của đường) hoặc đóng vai trò như mối trường xung quanh công trình như trường hợp hầm đường bộ, đường sắt. Thực tế hiện nay công tác khảo sát thu thập số liệu đầu vào phục vụ thiết kế mái dốc trên khối đá ở nước ta rất hạn chế và không đồng bộ, nhiều khi các số liệu đưa ra mang tính chủ quan, việc đo vẽ địa chất công trình tuyến đường nói chung và khối đá nói riêng được thực hiện rất sơ sài và hầu như là không thực hiện đối với các công trình vừa và nhỏ. Chính vì sự thiếu chú trọng đó mà hầu hết các tuyến đường miền núi và trung du ở nước ta công tác gia cố bảo vệ mái dốc gặp rất nhiều sự cố. Đặc biệt là một công trình lớn như đường Hồ Chí Minh chẳng hạn, hàng năm cứ vào mùa mưa rất nhiều vị trí trên toàn tuyến xảy ra sạt lở mái taluy, nền đường gây rất nhiều thiệt hại.

Ở Việt Nam từ trước đã có những hầm đường sắt trên tuyến đường sắt thống nhất và tuyến Hà Nội – Lào Cai, các hầm này đều có chiều dài nhỏ và hầu như đi qua phần đá nguyên khối. Tất cả các hầm này được thiết kế và thi công theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ và qua thời gian dài sử dụng đến nay các hầm này vẫn đảm bảo sự ổn định. Thời gian gần đây, một số công trình hầm đường bộ lớn được xây dựng như hầm Hải Vân (Thừa Thiên Huế - Đà Nẵng), hầm Đèo Ngang (Hà Tĩnh - Quảng Bình). Các hầm đường bộ này được thiết kế và thi công theo công nghệ đào hầm mới của Áo (công nghệ NATM) trên cơ sở phân loại và tính toán chỉ tiêu cơ lý khối đá của Rabcewicz, Pacher và Muller. Đây là công nghệ mới lần đầu tiên được áp dụng tại Việt Nam, và qua đó các kỹ sư và thợ kỹ thuật Việt Nam đã được làm quen và bước đầu lĩnh hội được tiêu chuẩn xây dựng này.

Một số tác giả đã tiến hành so sánh kết quả xác định chỉ tiêu cơ lý của khối đá tại một số công trình thủy điện theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ và tiêu chuẩn Hoek – Brown (tiêu chuẩn được xây dựng trên các phương pháp phân loại đá của Deere; Bieniawski; Barton, Lien, Lunde) và rút ra kết luận là: Kết quả tính toán theo tiêu chuẩn Hoek – Brown cho giá trị C, φ cao hơn tính toán theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ. Lực dính C cao hơn 4 lần và góc ma sát trong φ cao hơn 1.4 lần. Trị số môđun biến dạng xác định theo 2 tiêu chuẩn tương đương nhau và cường độ kháng nén của đá xác định theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ cao hơn so với tiêu chuẩn Hoek – Brown. Tiêu chuẩn Hoek – Brown đáp ứng được đồng thời việc tính toán chỉ tiêu khối đá cho nền đập, bờ dốc và hầm. Kết quả đưa ra là giá trị cụ thể không cần phải nội suy đồng thời thông số đầu vào bao hàm đầy đủ các đặc trưng của khối đá nó cho thấy ưu điểm vượt trội so với các tiêu chuẩn của Liên Xô cũ.

Từ việc nghiên cứu tổng quan về một số phương pháp phân loại các khối đá đã được phát triển và có ý nghĩa trong công tác xây dựng công trình nói chung và công trình giao thông nói riêng, có thể thấy các hệ thống phân loại khối đá đã ngày càng chú ý nhiều hơn và cụ thể hơn các yếu tố ảnh hưởng khác nhau. Tuy nhiên cũng cho thấy rằng các hệ thống này ít nhiều mang tính chủ quan, thể hiện ở chỉ tiêu phân loại cũng như thang, nhóm khối đá.

Xu thế chung hiện nay là tiến tới định lượng hoá và thực tế hoá những gì mà trước đây vốn chỉ được mô tả định tính. Chính vì thế, việc đề ra được một phương pháp phân loại cho phép định lượng được các yếu tố ảnh hưởng một cách rõ ràng mang tính cấp bách đối với những nhà xây dựng. Khi chưa đề ra được một phương pháp phân loại khối đá tối ưu nhất, chúng ta vẫn có thể sử dụng các hệ thống phân loại kể trên. Tuy nhiên cần đặc biệt chú ý là do những hệ thống phân loại này đều được xây dựng trong những điều kiện bên ngoài Việt Nam, nên khi áp dụng vào trong điều kiện Việt Nam ở từng công trình cụ thể, cần thiết phải tiến hành kiểm định và điều chỉnh cho phù hợp, đặc biệt là các hệ số ảnh hưởng mang tính chất khu vực và đặc điểm thành tạo của đá.

Phu lục số 1: Hệ số giảm yếu cấu trúc kc xác định theo phương pháp của Viện VNIMI:

Khoảng cách trung bình giữa các khe nứt (m)	Hệ số giảm yếu cấu trúc kc
> 1,5	0,9
1,5 - 1	0,8
1 - 0,5	0,6
0,5 - 0,1	0,4
< 0,1	0,2

Phu lục số 2: Phân loại mức độ ổn định theo SNIP - II - 94 - 80

Cấp ổn định	Mức độ ổn định	Độ dịch chuyển tối đa của biên CTN U (mm)		
		Đá trầm tích	Đá phun trào	Đá muối
I	Ổn định	50	20	200
II	Tương đối ổn định	50 ÷ 200	20 ÷ 100	200 ÷ 300
III	Kém ổn định	200 ÷ 500	100 ÷ 200	300 ÷ 500
IV	Không ổn định	500	200	500

Ở đây, đại lượng dịch chuyển U của biên lò đào trong các đá trầm tích được xác định theo công thức: $U = k_{\alpha} \cdot k_0 \cdot k_s \cdot k_{lc} \cdot K_t \cdot U_t$

Trong đó:

- U_t - dịch chuyển (tính toán) của đá (mm) được tính theo bảng mẫu tính sẵn (phụ thuộc vào độ bền của đá trên biên độ và độ sâu của đường lò)/
- k_{α} - hệ số tính tới độ ảnh hưởng của góc nghiêng của các lớp (hay các mặt khe nứt) so với phương của đường lò.
- k_0 - hệ số kể đến hướng dịch chuyển (theo phương thẳng đứng $k_0 = 1$)
- $k_s = 0,2 (b - 1)$ - hệ số kể tới ảnh hưởng của kích thước đường lò (b - chiều rộng đường lò);

- k_{lc} - hệ số xét đến ảnh hưởng của các đường lò lân cận.
- k_t - hệ số kể tới ảnh hưởng của thời gian (với đường lò có thời gian tồn tại trên 15 năm $k_t = 1$)

Phụ lục số 3: Các hệ thống phân loại khối đá điển hình.

Chỉ tiêu phân loại	Tác giả, năm đề xuất	Xuất xứ	Phạm vi áp dụng
Cấu trúc khối đá	Terzaghi, 1946	Mỹ	Xác định vùng sụt lở, chống bằngg khung thép
Thời gian ổn định không chống	Lauffer, 1958	Áo	Biện pháp chống giữ, thi công
Cấu trúc khối đá	Rabcewicz, Pacher và Muller, 1964	Áo	Giải pháp thiết kế và thi công bằng phương pháp đào hầm mới của áo - NATM
Chất lượng khối đá RQD	Deere, 1967	Mỹ	Biện pháp chống giữ
Điểm số cấu trúc đá RSR	Wichkham, 1972	Mỹ	Thi công, xác định áp lực 0
Điểm số khối đá RMR	Bienawski, 1973	Nam Phi	Thi công xây dựng công trình ngầm
Chất lượng tuynen Q	Barton, Lien, Lunde, 1974	Na Uy	Thi công hầm, trạm
Kích thước, độ bền	Franklin, Luois, 1975	Anh, Pháp	Thi công đường hầm
Phát triển RMR	Kendorski, 1983	Mỹ	Khai thác mỏ
Điểm số khối đá mở MRMR	Laubscher, Taylor, 1976	Nam Phi	Khai thác mỏ
Chất lượng khối đá MR	Costa, Pereira, Rodrigues, Cavalho	Bồ Đào Nha	Thi công hầm

Phụ lục số 4: Phân loại khối đá theo Deere.

RQD	Phân loại chất lượng	Số khe nứt trên 1 m dài (k_{kn})	Tỷ lệ mô đun biến dạng (k_E)	Tỷ số tốc độ V_{dk}/V_{dm}
0 ÷ 25	Rất xấu	> 15	-	0.0 ÷ 0.2
25 ÷ 50	Xấu	15 ÷ 8	< 0.2	0.2 ÷ 0.4
50 ÷ 75	Trung bình	8 ÷ 5	0.2 ÷ 0.5	0.4 ÷ 0.6
75 ÷ 90	Tốt	5 ÷ 1	0.5 ÷ 0.8	0.6 ÷ 0.8
90 ÷ 100	Rất tốt	< 1	0.8 ÷ 1.0	0.8 ÷ 1.0

Phu lục số 5: Các tham số phân loại khối đá theo Bieniawski.

Tham số			Trị số điểm				
1	Độ bền của đá	Chỉ số nén điểm ISRM	> 8 MN/m ²	3 – 8 MN/m ²	2 – 3 MN/m ²	1 – 2 MN/m ²	ở phạm vi này sử dụng độ bền nén
		Độ bền nén đơn trục	>200 MN/m ²	100 – 200 MN/m ²	50 – 100 MN/m ²	25 – 50 MN/m ²	10–25 3-10 1-3 MN/m ²
	I₁		15	12	7	4	2 1 0
2	Trị số RQD theo Deere 1963		90 - 100%	75-90%	50 – 75 %	25 – 50%	< 25%
	I₂		20	17	13	8	3
3	Khoảng cách khe nứt		> 3m	1 – 3m	0.3 – 1m	50 – 300mm	<50mm
	I₃		30	25	20	10	5
4	Trạng thái khe nứt		Bề mặt rất nhám, ko xuyên suốt, ko chất lấp nhét	Bề mặt nhám nhẹ, cứng, độ mở <1mm	Bề mặt nhám nhẹ, mềm, độ mở 1mm	Bề mặt nhẵn, trơn, độ mở 1 - 5mm	Chất lấp nhét mềm, độ mở >5mm, khe nứt xuyên suốt
	I₄		25	20	12	6	0
5	Nước ngầm	Chảy vào 10 đường hầm	Không có nước chảy		< 25 l/phút	25 – 125 l/phút	> 125 L/phút
		Áp lực nước/ứng suất lớn nhất	0		0 – 0.2	0.2 – 0.5	> 0.5
		Trạng thái chung	Hoàn toàn khô ráo		ẩm ướt	nước với áp lực nhỏ	xử lý nước khó khăn
	I₅		10	7	4	0	
6	Góc dốc và đường phương của khe nứt		rất thuận lợi	thuận lợi	tương đối tốt	không thuận lợi	rất không thuận lợi
	I₆	Đường hầm (Tunnel)	0	-2	-5	-10	-12
		Nền móng	0	-2	-7	-15	-25
		Mái dốc	0	-5	-25	-50	-60

Phu lục số 6: Phân loại các nhóm khối đá theo Bieniawski.

RMR	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	< 20
Nhóm	I	II	III	IV	V
Mô tả	Rất tốt	Tốt	Tương đối tốt	Xấu	Rất xấu

Phu lục số 7: Phân loại các nhóm khối đá theo Barton, Lien và Lunde.

Giá trị Q	Cấp ổn định – nhóm khối đá	Đặc điểm ổn định
> 400	I	Đặc biệt tốt
100 – 400	II	Cực kỳ tốt
40 – 100	III	Rất tốt
10 - 40	IV	Tốt
4 - 10	V	Trung bình
1 - 4	VI	Yếu
0.1 - 1	VII	Rất yếu
0.01 – 0.1	VIII	Cực kỳ yếu
0.001 – 0.01	IX	Đặc biệt yếu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Quang Phích. *Lý thuyết cơ học khối đá nguyên khối và nút nẻ.* Bài giảng cao học ngành ĐCCT, 4 - 2000.

Nguyễn Quang Phích. *Cơ học đá.* Nhà xuất bản xây dựng - Hà Nội, 2007.

Tạ Minh Đức, Nguyễn Việt Hà, Lê Công Chính – *Ứng dụng hiệu quả phương pháp phân loại khối đá theo RMR và Q trong công tác thiết kế gia cố công trình ngầm tại dự án thủy điện Quảng Trị –* Tuyển tập công trình khoa học hội nghị khoa học toàn quốc Địa chất công trình và môi trường ngày 16-17/04/2005.

Nguyễn Song Thanh, Phan Đình Toại – *Xác định chỉ tiêu cơ học khối đá công trình thủy điện Bình Điền theo tiêu chuẩn Nga và tiêu chuẩn Hoek – Brown -* Tuyển tập công trình khoa học hội nghị khoa học toàn quốc Địa chất công trình và môi trường ngày 16 -17/04/2005.