

Thạch luận công trình

Phạm Xuân.

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

Giới thiệu

Thạch luận công trình (TLCT) là một hướng khoa học, nghiên cứu về Thạch luận đất đá trong Địa chất công trình. Nhiệm vụ của Thạch luận công trình là nghiên cứu bản chất các tính chất cơ, lý của các kiểu nguồn gốc và thạch học khác nhau của đất đá và các quy luật biến đổi trong không gian của chúng; để xuất các cơ sở lý thuyết dự báo chúng tại những khoan và tầng khác nhau của vỏ Trái Đất, các phương pháp thí nghiệm hiện trường, trong phòng; cải thiện nhân tạo và tái tạo chúng.

Cơ sở khoa học

Cơ sở khoa học của TLCT là lý thuyết hình thành các tính chất của đất đá – những quá trình tạo ra trạng thái vật lý, các tính chất của chúng trong thời gian thành tạo và tồn tại về sau trong vỏ Trái Đất, những biến đổi của chúng do ảnh hưởng của các công trình xây dựng và những công tác kỹ thuật khác nhau. Chính do các quá trình đó, đất đá như một loại vật chất của vỏ Trái Đất, khác nhau về nguồn gốc, điều kiện thế nằm, trạng thái, cấu trúc, biểu hiện đầy đủ nhất chất lượng xây dựng của chúng.

Khi nghiên cứu đá magma, điều quan trọng là hiểu được chúng đã đạt được những đặc điểm gì trong mỗi pha của quá trình magma – bản thân magma, cấu tạo magma ban đầu, magma muộn và hậu magma. Khi nghiên cứu đá trầm tích, điều quan trọng là làm sáng tỏ những điều kiện và phương thức tích lũy vật liệu trầm tích và sự tái tạo vật liệu đó trong quá trình thành đá (lithification), khi diagenез và những biến đổi của chúng trong vỏ Trái Đất khi katagenез. Đối với đá biến chất, sự biến đổi thành phần khoáng vật và cường độ biến chất – mức độ tái kết tinh, thay đổi cấu trúc, tính dị hướng có vị trí hàng đầu.

Điều quan trọng là cần chú ý rằng những tái tạo đất đá trong vỏ Trái Đất đặc trưng cho sự hình thành các tính chất của chúng được xác lập không chỉ theo

diện mạo bên ngoài và trạng thái vật lý của chúng, mà còn kiểm tra được bởi các chỉ tiêu tính chất cơ - lý (mật độ, độ rỗng, độ bền, độ đàn hồi, v.v...). Tất cả những điều đó đòi hỏi phải nghiên cứu đất đá ở những cấp độ khác nhau; phân tử, kiến trúc nhỏ, kiến trúc lớn.

Tính chất và trạng thái vật lý của đất đá thường không đồng nhất; vì vậy những phương pháp vật lý thể rắn được sử dụng khi nghiên cứu một số đất đá, đối với số đất đá khác – dùng những phương pháp hóa lý, hóa keo – áp dụng khi nghiên cứu các hệ phân tán.

Đất đá trong vỏ Trái Đất thường xuyên chịu tác dụng của trọng lực, lực kiến tạo và những lực khác, ứng suất dư bình thường, chịu tác động của nước dưới đất, của các khí, các quá trình địa hóa và sinh hóa, nhiệt từ Mặt Trời và từ lòng đất, cùng những quá trình và hiện tượng khác. Vì vậy, những quá trình hình thành các tính chất của đất đá và các chất lượng xây dựng của chúng rất phức tạp. Khi xét những kiểu nguồn gốc đá cụ thể, và vị trí của nó trong không gian địa chất, điều quan trọng là xét tới và làm sáng tỏ những điều kiện chủ đạo hình thành những tính chất quan trọng nhất và đánh giá các kết quả của chúng.

Kết quả nghiên cứu hiện nay cho thấy tính chất của đất đá phụ thuộc vào nhiều nhân tố cơ bản sau đây.

- 1) Phương thức và điều kiện thành tạo đất đá – quyết định kiểu thạch học, cấu trúc và hình dạng thế nằm;
- 2) Thành phần vật chất, kiến trúc, cấu tạo, đặc trưng và độ bền của các liên kết kiến trúc, từ đây phụ thuộc hoạt tính hóa - lý của đất đá khi tác dụng với môi trường xung quanh và sức chống lại các tác dụng bên ngoài;
- 3) Vị trí cấu trúc - kiến tạo hiện đại của đất đá trong vỏ Trái Đất, gây ra trạng thái ứng suất tự

nhiên và mức độ phá hủy thể nằm ban đầu (mức độ trùng khớp với miền uốn nếp, với miền nền, với những bậc cấu trúc nào đó, độ sâu thể nằm), cũng như sự phát triển của những chuyên động hiện đại và tân kiến tạo;

4) Điều kiện địa chất - vật lý tồn tại của đất đá trong tầng cận mặt của vỏ Trái Đất, quyết định chế độ ẩm và nhiệt, mức độ sống nước, đặc trưng và cường độ của các quá trình ngoại sinh;

5) Các quá trình mà dưới tác dụng của chúng đất đá thường xuyên biến đổi khi phong hóa, khi thành đá (lithification), biến chất, phá hủy kiến tạo;

6) Các yếu tố nhân tạo, phát sinh khi bóc đất đá bằng những hố đào sâu, những hố ngầm, khi dỡ tải và giãm chặt, tăng thêm tải và nén chặt bổ sung, khi tháo khô và thay đổi chế độ ẩm, khi tăng cường hoặc giảm yếu tác động của nước dưới đất và nước mặt, thay đổi chế độ nhiệt của đất đá, v.v...;

7) Trạng thái vật lý của đất đá – đặc trưng bởi độ ẩm thiên nhiên, độ chặt, độ rỗng, độ khe nứt, độ hang hốc, độ karst, trạng thái nhiệt, độ ứng suất, v.v...

Hướng khoa học này của ĐCCT đôi khi được gọi là “Thổ chất học”, hoặc “Đất xây dựng học”, tức học thuyết về đất nền. Nó được dịch nguyên từ chữ từ tiếng Đức “grund” là *đất nền*. Đây không phải là thuật ngữ địa chất, bất định và không đồng nghĩa với thuật ngữ *đất đá*. Đa số các nhà nghiên cứu và thực hành của nghề xây dựng và mỏ gọi đất nền là đất rời xốp (đất cát) và đất mềm dính (đất sét), những loại dường như là những hệ phân tán trong thiên nhiên. Trong Thổ nhưỡng học người ta gọi những tầng dưới thổ nhưỡng của đới phong hóa đất đá là đất nền (grund).

Những thể magma, biến chất và trầm tích gắn kết của vỏ Trái Đất trong thực tế xây dựng, trong nghề mỏ, cũng như trong các khoa học địa chất đều gọi là đất đá. Các thuật ngữ đất nền và đất đá trong khoa học được sử dụng không giống nhau, nhất là trong các Hội Quốc tế về Cơ học đất và Nền móng, Hội Cơ học đá. Trong Hội quốc tế về Địa chất công trình ở một số nước thuật ngữ đất nền được sử dụng, nhưng thường áp dụng vào đất xốp. Đa số các nước lại dùng thuật ngữ đất đá.

Như vậy, đất nền là một thuật ngữ kỹ thuật thực dụng, sử dụng tự do để chỉ những tầng đất đá xốp dưới thổ nhưỡng.

Trong ĐCCT cần giữ nghiêm các khái niệm và thuật ngữ những khoa học địa chất nền tảng. Đất đá là yếu tố quan trọng của điều kiện ĐCCT các vùng, môi trường địa chất. Về cơ bản, chúng quyết định địa hình đất mặt, cấu trúc địa chất khu vực, sự phát triển các quá trình và hiện tượng địa chất, sự phân bố nước dưới đất và các mỏ khoáng sản. Trong khi đó, đất đá được dùng làm nền, môi trường phân bố

và làm vật liệu xây dựng các công trình khác nhau. Vì vậy, một hướng khoa học (một nhánh) của ĐCCT – nghiên cứu tiếp địa chất – nghiên cứu thạch học đất đá ở khía cạnh xây dựng, đúng nhất nên gọi là *Thạch luận công trình* (TLCT). Thổ chất học được tách ra từ Thổ nhưỡng học, ở mức độ nào đó, nó là cơ sở lịch sử đối với phần của TLCT xem xét các tính chất của đất xốp. Do tình trạng khác biệt ý kiến như trên, khoảng thập kỷ 60-70 của thế kỷ 20, V. D. Lomtadze đã kiến nghị thay những tên gọi cũ bằng tên mới đúng đắn và hợp lý hơn.

Nhiệm vụ của Thạch luận công trình

Những nhiệm vụ của Thạch luận công trình gồm:

1) Nghiên cứu bản chất các tính chất cơ - lý của các kiểu nguồn gốc và thạch học khác nhau của đất đá và sự biến đổi trong không gian của các tính chất ấy;

2) Đề xuất cơ sở lý thuyết dự báo các tính chất cơ - lý của đất đá tại các khoảnh và tầng khác nhau của vỏ Trái Đất, các phương pháp thí nghiệm ngoài trời và trong phòng; cải thiện nhân tạo chúng.

Nghiên cứu đất đá trong TLCT chung quy nhằm vào độ bền, độ biến dạng, độ ổn định và độ thấm nước của chúng. *Độ bền* là tính chất của đất đá chống lại tác dụng của tải trọng. *Độ biến dạng* được đặc trưng bằng sự biến đổi hình dạng kết cấu và thể tích của đất đá dưới tải trọng. *Độ ổn định* là khả năng giữ được trạng thái vật lý đang xét, độ bền và sự cân bằng, tuy chịu tác dụng của các lực khác nhau (các tác nhân phong hóa, trọng lực, áp lực thủy tĩnh và áp lực thủy động, v.v...). *Độ thấm nước* của đất đá là khả năng thông nước của chúng.

Những tính chất quan trọng ấy của đất đá được quyết định bởi những điều kiện lịch sử tự nhiên thành tạo chúng. Do đó, điều kiện thể nằm, thành phần, kiến trúc, cấu tạo và trạng thái vật lý, việc nghiên cứu đất đá trong ĐCCT cần phải cùng nghiên cứu với thạch học. Cách tiếp cận như vậy để nghiên cứu đất đá trong ĐCCT còn là vì trong vỏ Trái Đất chúng thường xuyên chịu biến đổi dưới ảnh hưởng của các nhân tố địa chất tự nhiên (thành đá, phá hủy kiến tạo, nứt nẻ, phong hóa, v.v...). Dĩ nhiên, việc nghiên cứu đất đá trong ĐCCT có khác ít nhiều so với nghiên cứu thạch học chính thống.

Trong ĐCCT việc nghiên cứu những đặc điểm thành phần, cấu trúc và các tính chất của đất đá chính là nghiên cứu các nhân tố quyết định độ bền, tính biến dạng, độ ổn định và độ thông nước của chúng. Cũng cần xét đến ảnh hưởng của các nhân tố nhân tạo phát sinh khi xây dựng các công trình khác nhau, như khi đào bóc đất đá bởi những hố đào sâu, hố đào ngầm, dỡ tải và giãm nén chặt, chất tải và nén chặt bổ sung, tháo khô và thay đổi chế độ ẩm, tăng cường hoặc giảm yếu ảnh hưởng của nước ngầm và nước mặt, biến đổi chế độ nhiệt của đất đá, v.v...

Tiếp theo đây ta dừng lại ở một số vấn đề cụ thể mà TLCT đề cập tới.

Khi nhận xét ĐCCT, đánh giá đá cứng và đá nửa cứng (nửa đá), TLCT nêu các kiểu nguồn gốc chủ yếu và đặc trưng thạch học, ảnh hưởng của thành phần vật chất, kiến trúc, cấu tạo của chúng đến độ bền, độ biến dạng và độ ổn định. Cũng cần xét ảnh hưởng của điều kiện thể nằm, đến trạng thái ứng suất của đá cứng và nửa đá khi đánh giá ĐCCT. Ảnh hưởng của phong hóa, các tính chất cơ - lý của đá và nửa đá, như mật độ, độ rỗng, độ ẩm; thủy tính (các tính chất đối với nước) cũng được xét đến. Trong các tính chất cơ học thì đề cập nhiều về độ bền, tính biến dạng, sự biến đổi khi chịu tác dụng của các quá trình thủy nhiệt và phong hóa. Ở đây có những điều đáng chú ý như dưới đây.

Để nghiên cứu các tính chất của đá và nửa đá người ta sử dụng các phương pháp và hệ phương pháp nghiên cứu hiện trường và nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, đồng thời dùng những dụng cụ, thiết bị được mô tả trong ĐCCT chuyên môn. Ở đây cần lưu ý rằng việc nghiên cứu các tính chất của đá và nửa đá chỉ có giá trị trọn vẹn khi nó là đồng bộ, nghĩa là được kèm theo nghiên cứu chi tiết và đầy đủ các đặc điểm thạch học và những điều kiện thể nằm địa chất của chúng. Những số liệu và các tính chất của đá và nửa đá mà không có những thông tin về thạch học và địa chất là ít có giá trị, ít đáng tin và không đủ giá trị. Đối với mục đích xây dựng, việc nghiên cứu đá cứng và đá nửa cứng cần được chuyên môn hóa, chú ý đến thạch học.

Những kết luận và đánh giá các tính chất của đá và nửa đá không có thể dựa trên những thí nghiệm đơn lẻ; cần thí nghiệm một số lần tối thiểu bảo đảm nhận được trị trung bình có cơ sở - trung bình tổng hợp và chuẩn hướng những đặc trưng của đá, cũng như những đặc trưng chứng tỏ mức độ không đồng nhất và biến đổi các tính chất của chúng. Những đặc trưng như vậy cần phải đảm bảo độ tin cậy của tính toán và giải pháp. Do đó, số thí nghiệm phải đủ để có thể áp dụng các phương pháp thống kê toán học nhằm xử lý và phân tích kết quả thí nghiệm các tính chất của đá và nửa đá.

Khi thiết kế và xây dựng những công trình khác nhau, khi thực hiện công tác thăm dò địa chất và công tác mỏ, ngoài những đặc trưng các tính chất cơ - lý của đất đá, còn cần quan tâm đến một số các đặc trưng bổ sung. Đôi khi chúng được gọi là những đặc trưng cá biệt cho xây dựng, địa kỹ thuật hoặc kỹ thuật mỏ. Trong thực tế, tất cả các đặc trưng bổ sung đó cũng đều biểu thị các tính chất cơ - lý của đất đá, bởi vì đều xác định trạng thái vật lý và sức chống lại tác dụng của lực nào đó. Tuy nhiên, nếu các đặc trưng cơ bản là cần thiết để giải quyết những nhiệm vụ xây dựng khác nhau nhất, thì những đặc trưng bổ sung chỉ được dùng khi thiết kế và đánh giá những

quá trình sản xuất. Mỗi một đặc trưng được áp dụng tùy theo dạng công tác xây dựng hay khai thác mỏ. Vì vậy, đúng đắn hơn nên gọi chúng là đặc trưng chuyên môn bổ sung về các tính chất cơ - lý của đá và nửa đá. Những đặc trưng như vậy gồm - độ kiên cố của đá, độ cứng, độ mài mòn, độ hao mòn, độ mài mòn bề mặt, độ khó dễ khi khai thác, độ khoan, độ nổ mìn, sức chống cắt gọt, độ toi xốp, độ chịu băng giá, v.v...

Các kiểu nguồn gốc chủ yếu của đất rời xốp và mềm dính gồm các loại lục địa, vũng vịnh và biển. Những đất lục địa đó gồm - những thể tàn tích, sườn tích, roi tích, bồi tích, lũ tích, băng tích, thủy băng tích, hồ tích, phong tích.

Để cập đến sự hình thành các tính chất của đất loại cát và đất loại sét, cần chú ý đến những biến đổi thành đá của trầm tích dưới nước và trầm tích trên cạn; điều kiện phát triển quá trình hậu sinh (catagenesis) của cát và đất loại sét. Cần nêu thành phần hạt, thành phần khoáng vật, thành phần hóa học của đất cát và đất loại sét; xem xét đất hòn mảnh và đất loại sét như những hệ phân tán; xét điều kiện thể nằm, kiến trúc, cấu tạo, kết cấu, tạp chất và các thể bao, màu sắc. Khi đề cập thành phần khoáng của đất loại sét, cần đặc biệt chú ý các khoáng vật sét với 3 nhóm tiêu biểu - kaolinit, hydromica và montmorillonit; vai trò của chúng trong việc hình thành lớp điện kép trên bề mặt hạt đất và gây nên những tính chất rất đặc biệt của đất loại sét.

Trạng thái vật lý của đất đá phụ thuộc vào sự chứa ẩm, tức lượng nước và khí chứa trong chúng. Đặc biệt phân biệt các dạng nước trong đất - 1) nước tự do, gồm nước trọng lực, nước mao dẫn và nước bất động; 2) nước liên kết vật lý, gồm nước các lớp mặt và nước hấp phụ; 3) nước thể hơi thông thương tự do với khí quyển trên mặt đất, hoặc bị giam hãm trong các lỗ rỗng; 4) nước ở trạng thái cứng, dưới dạng những tinh thể lớn, tập hợp, lớp mỏng, lớp, mạch, thấu kính.

Đất đá còn chứa nước liên kết hóa học (kết tinh, kết hợp, zeolit) và nước liên kết sinh học (trong các vi sinh vật). Các loại nước này được khoáng vật học, sinh học, sinh hóa học và các khoa học khác nghiên cứu.

Không khí và các khí trong đất đá có thể tồn tại ở các trạng thái sau đây - tự do; bị giam hãm; bị hấp phụ trên mặt hạt đất, dưới tác dụng của lực phân tử bề mặt; bị hòa tan trong nước và bị tách ra khỏi nước khi thay đổi áp lực và nhiệt độ.

Phần chủ yếu của không khí thâm nhập vào đất đá là từ khí quyển. Các khí (O_2 , N_2 , CO_2 , H_2S , CH_4 , những hydrocarbur nặng, heli, khí xa từ radi) một phần là từ không khí, một phần được tạo nên do hoạt động của vi sinh vật, do các quá trình địa hóa, kể cả quá trình sinh hóa, phát triển trong trầm tích và đất đá, một phần nữa từ lòng đất tới. Sự truyền

chuyển không khí và các khí trong đất đá xảy ra chủ yếu dưới tác dụng của sự chênh lệch nhiệt độ và áp lực tại nhiều khoảng và đới khác nhau của đất đá, cũng như giữa khí quyển ở trên và dưới mặt đất. Sự biến đổi mật độ các khí, cường độ chuyển hơi nước trong đất đá và những nhân tố khác nhau cũng có tầm quan trọng nhất định.

Không khí và các khí trong đất đá có tác dụng to lớn đối với các tính chất của chúng và đối với các quá trình phát triển trong chúng.

Các tính chất cơ - lý của đất đá là những tính chất quyết định trạng thái vật lý, quan hệ đối với nước và những quy luật thay đổi độ bền và độ biến dạng.

Đất rời xốp và đất mềm dính rất khác với đá và nua đá. Phải dùng nhiều chi tiêu hơn để đặc trưng và đánh giá những đất này. Về chi tiêu tính chất - cần xem xét mật độ, độ ẩm, độ chứa ẩm, hệ số bão hòa, độ rỗng, hệ số rỗng. Đối với đất loại sét, nhất thiết phải xác định các giới hạn dẻo (gồm giới hạn dẻo, giới hạn chảy, số dẻo) và chỉ số sét, chỉ số hoạt tính keo. Chung cho tất cả đất rời xốp và mềm dính, cần xác định chỉ số độ nén chặt tự nhiên, độ ẩm tối nhất cùng độ chặt lớn nhất; riêng cát thì còn thêm độ chặt tương đối.

Trong thủy tính, cần xác định độ ổn định với nước, độ mao dẫn, hệ số thấm (thông) nước. Ở đây, cần nêu một khái niệm: gradient ban đầu. Đó là một ngưỡng thấm, tức là độ chênh thủy lực phải vượt qua thì sự thấm nước qua đất mới xảy ra.

Về các chi tiêu tính chất cơ học, trước hết phải tiến hành thí nghiệm nén lún, thực chất là nén không nở hông nhiều thời đất, được cắt cần thận mẫu lấy từ lỗ khoan hoặc hố đào ra, theo dõi trong một số ngày ở trong phòng. Thí nghiệm cơ bản thứ hai về tính chất cơ học, là xác định sức chống cắt (độ bền) của đất rời xốp và mềm dính. Độ bền của đất còn được xác định trong phòng thí nghiệm ở máy nén ba trục (trong trạng thái ứng suất ba chiều), hoặc ở hiện trường bằng một số phương pháp.

Việc nhận xét, đánh giá đất và trầm tích có thành phần, trạng thái và các tính chất đặc biệt như bùn, đất than bùn, than bùn, đất nhiễm muối, đất đắp (lấp), đất đóng băng cũng thường được tiến hành trong xây dựng.

Trong phân loại đất loại sét theo ĐCCT có những điều rất đáng chú ý. Nếu xét những đặc điểm hình

thành, những kiểu nguồn gốc khác nhau của các trầm tích sét (và cả cát), sau đó xem xét các quá trình thành đá (lithification), tái tạo thành phần, trạng thái và các tính chất, có thể kết luận rằng các tính chất của đất loại sét liên quan với cả lịch sử phát triển trong vỏ Trái Đất, nơi chúng chuyển từ đới này sang đới khác, mất đi một số dấu hiệu và tính chất và đạt được những dấu hiệu và tính chất mới. Mức độ thành đá có thể được đặc trưng định lượng bằng những chi tiêu tính chất cơ - lý. Với cách tiếp cận như vậy, có thể vạch ra được một nhánh nguồn gốc tự nhiên xác định để phân chia đất loại sét. Cơ sở của sự phân chia này là nguồn gốc của đất và mức độ thành đá, mà biểu hiện của chúng là kiểu thạch học của đất cùng với diện mạo bề ngoài xác định, những dấu hiệu kiến trúc và cấu tạo. Nhánh phân loại những đất loại sét mềm dính lục địa, vũng vịnh và biển gồm 5 nhóm, theo 5 cấp độ thành đá:

Nhóm I - *cấp cực thấp*;

Nhóm II - *cấp thấp*;

Nhóm III - *cấp trung bình*;

Nhóm IV - *cấp cao*;

Nhóm V - *cấp cực cao*.

Đó là những đá nửa cứng kiểu chuyển tiếp từ trầm tích đến biến chất - argilit phân phiến và một phần là đá phiến sét, gặp ở miền nền, và đặc biệt là ở những miền uốn nếp.

Tài liệu tham khảo

- BS 1377: 1990. British Standard Methods of Test for Civil Engineering Purposes. Volumes 1& 2. Tiêu chuẩn Anh BS 1377:1990. Các phương pháp thí nghiệm đất xây dựng, Tập 1. 280 tr. NXB Giáo dục. Hà Nội. 7 người dịch; Phạm Xuân dịch và tổng hiệu đính.
- Lômтадзе V. Д., 1978. Địa chất công trình. Thạc luận công trình. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp. 456 tr. Hà Nội. Người dịch chính và hiệu đính: Phạm Xuân.
- Lômтадзе V. Д., 1979. Phương pháp nghiên cứu tính chất cơ - lý của đất đá ở phòng thí nghiệm. Bản dịch tái bản lần 2. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp. 276 tr. Hà Nội. Người dịch chính và hiệu đính: Phạm Xuân.
- Ломтадзе В. Д., 1970. Инженерная геология, инженерная петрология. Изд. "Недра" / 524 стр. Ленинград. 2-ое Изд., перераб. и доп. 1984. Ленинград "Недра" / 511 стр.