

## Địa chất công trình khu vực

Phạm Xuân.

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

### Giới thiệu

Địa chất công trình khu vực (ĐCCTKV) nghiên cứu những điều kiện địa chất công trình của riêng từng khu vực, miền, vùng, khu của một nước trên cơ sở tổng hợp những tài liệu hiện có và những nghiên cứu chuyên sâu. Việc nghiên cứu địa chất đồng bộ như vậy đối với một lãnh thổ nhằm giải quyết các nhiệm vụ sau đây.

1). Sử dụng hợp lý và lưu giữ chúng, vì có thể phát triển những quá trình và hiện tượng địa chất;

2). Lập quy hoạch bố trí các dạng khác nhau của công trình, của công tác mỏ để khai thác các mỏ khoáng sản và sử dụng khu vực vào mục đích kinh tế khác;

3). Lập dự báo khu vực về những thay đổi điều kiện địa chất công trình khi khai khẩn các vùng miền và triển khai các quy phạm, tiêu chuẩn, chỉ dẫn kỹ thuật và phương pháp cho việc tiến hành khảo sát xây dựng, xây dựng công trình và những công tác kỹ thuật khác ở một vùng nào đó;

4). Lập quy hoạch tiến hành khảo sát xây dựng chi tiết hơn tại những khoảnh riêng lẻ để lập luận chứng cho các đồ án thiết kế công trình và tiến hành công tác xây dựng.

Nghiên cứu địa chất công trình của một vùng miền, một khu vực nhất thiết phải kèm theo các bản đồ tương ứng các vùng miền đó về góc độ xây dựng.

### Cơ sở khoa học

Cơ sở khoa học của ĐCCTKV là lịch sử địa chất của một khu vực, vùng trong thời gian địa chất tân kiến tạo và hiện đại đã quyết định sự hình thành và tính không đồng nhất của các điều kiện địa chất công trình. Chủ đạo trong quá trình này là những vận động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại phát triển trong phạm vi những cấu trúc cổ hơn đã được thừa kế hoặc trên phong của chúng, đã tạo nên địa hình hiện đại của vùng miền, đã tạo ra năng lượng của nó, các độ chênh, độ nghiêng. Từ đó phát triển các quá trình và hiện tượng địa chất; sự phân bố những nhóm đất đá khác nhau trong những tầng cận mặt của vỏ Trái Đất và trạng thái ứng suất tự nhiên của chúng, điều kiện thế nằm, thành phần vật chất, trạng thái vật lý và các tính chất; sự phân bố, điều kiện thế nằm; trữ lượng và nguồn lợi nước dưới đất, v.v..... Như vậy, điều kiện địa chất công trình của một khu vực nào đó sẽ như thế nào mà lịch sử địa chất trong thời tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại đã có.

Vì vậy, khi nghiên cứu khu vực làm sáng tỏ và nghiên cứu tính không đồng nhất của các lãnh thổ và

theo các dấu hiệu giống nhau và khác nhau, phân biệt được những khoảnh đồng nhất xác định, với địa hình, với những thể địa chất, các quá trình và hiện tượng địa chất. Đánh giá việc xây dựng công trình cũng giúp sử dụng hợp lý và bảo vệ môi trường địa chất.

Mỗi khu vực cần được xem xét như một hệ phức tạp của các yếu tố quyết định những điều kiện địa chất công trình của hệ – đó là địa hình, cấu trúc địa chất trong cách hiểu rộng nhất, các tính chất cơ - lý của đất đá, mức độ sũng nước, sự phát triển các quá trình và hiện tượng địa chất tự nhiên, cũng như mối liên quan với xây dựng công trình, và sự thực hiện các công tác xây dựng. Điều quan trọng cần chú ý là những quy luật chi phối sự hình thành những điều kiện địa chất công trình của các vùng miền trong những miền kiến tạo và khí hậu địa lý khác nhau sẽ khác biệt nhau. Sự khác nhau đó thể hiện về chất với những quy luật thành tạo từng yếu tố riêng và những bộ phận của chúng.

Hiện nay, khi nghiên cứu và đánh giá những điều kiện địa chất công trình của các vùng miền và dự báo sự biến đổi của chúng, điều quan trọng là xét tới kinh nghiệm xây dựng và khai thác công trình thực hiện công tác xây dựng tại vùng miền đang xét, hoặc những nơi khác tương tự về điều kiện địa chất. Điều đó cho phép phân tích sâu hơn về những điều kiện địa chất công trình của vùng miền đó chắc chắn hơn và đánh giá chúng tin cậy hơn. Do vậy, phải nâng cao mức độ chi tiết của những nghiên cứu khu vực và thay đổi ít nhiều các phương pháp nghiên cứu.

Để nghiên cứu liên tiếp và phân biệt được những yếu tố chủ đạo của các điều kiện địa chất công trình, cần tiếp cận có hệ thống với các nghiên cứu khu vực. Chi với cách tiếp cận như vậy, mới có thể xác định được tính đặc trưng, điển hình của cả vùng miền hoặc từng phần riêng lẻ để tiến hành điển hình hóa chúng. Việc làm sáng tỏ các quy luật hé mở cấu trúc của môi trường địa chất, những giai đoạn riêng của nó và liên hệ qua lại giữa các yếu tố, quy luật phân bố tính không đồng nhất của các điều kiện địa chất công trình lãnh thổ nên được coi là môtip chủ đạo của hệ nghiên cứu địa chất công trình khu vực.

### Điều kiện địa chất công trình của lãnh thổ

Điều kiện địa chất công trình của vùng miền là tổ hợp những điều kiện địa chất tự nhiên quyết định quy hoạch bố trí các loại công trình ở vùng miền đó, quyết định việc sử dụng hợp lý nó, tính ổn định và

khai thác bình thường, điều kiện thi công xây dựng và khai thác mỏ. Trong trường hợp ấy, điều kiện địa chất được gọi là *điều kiện địa chất công trình*, vì được nghiên cứu và đánh giá theo góc độ xây dựng, còn việc lập dự báo những biến đổi của điều kiện địa chất thì liên quan với việc xây dựng công trình và thực hiện công tác xây dựng.

Đất đá là yếu tố quan trọng nhất của điều kiện địa chất công trình trong một vùng miền. Chúng tham gia vào cấu trúc địa chất của vùng nghiên cứu, định sẵn đặc điểm địa hình, sự phát triển các quá trình địa chất, sự phân bố nước dưới đất và mỏ khoáng sản. Đồng thời, đất đá còn được dùng làm nền tự nhiên cho nhiều công trình khác nhau, làm môi trường phân bố và làm vật liệu xây dựng cho công trình, vì vậy khi mô tả và đánh giá điều kiện địa chất công trình của các khu vực, miền, vùng, khu, khoáng, trước hết cần nêu được quy luật phân bố đất đá ở đó – có thành phần, cấu trúc và các tính chất cơ - lý khác nhau.

Nói gọn lại, *những yếu tố quan trọng nhất của điều kiện địa chất công trình là địa mạo, cấu trúc địa chất, điều kiện địa chất thủy văn, các quá trình và hiện tượng địa chất, các tính chất cơ - lý của đất đá, nguồn vật liệu xây dựng.*

### Những khâu công việc của khảo sát xây dựng

Khảo sát xây dựng gồm một số khâu công tác liên hoàn, có khi đan xen nhau: công tác trong phòng, đo vẽ, thăm dò, thí nghiệm trong phòng và ngoài hiện trường, quan trắc dài hạn.

1). *Công tác trong phòng*: là phần việc nội nghiệm ban đầu.

2). *Đo vẽ địa chất công trình* gồm việc phân chia, nghiên cứu và theo dõi ở ngoài thực địa tất cả các yếu tố đặc trưng cho điều kiện địa chất công trình của vùng và việc biểu thị chúng ở trên bản đồ. Khi đo vẽ địa chất công trình, trước hết cần phát hiện và biểu thị trên bản đồ quy luật phân bố của các loại đất đá có tính chất khác nhau. Khâu chính ở đây là cơ sở lý thuyết, là vấn đề chủ yếu của phương pháp đo vẽ địa chất công trình và thành lập các bản đồ tương ứng.

Đo vẽ địa chất công trình được thực hiện ở những giai đoạn đầu của khảo sát, là dạng công tác chủ yếu nhất, kèm theo một ít dạng công tác khác về địa chất.

Ở giai đoạn điều tra chi tiết để luận chứng cho thiết kế kỹ thuật công trình, các dạng công tác địa chất gồm chủ yếu là thăm dò, thí nghiệm và quan trắc dài hạn, cùng một khối lượng lớn công tác ở phòng thí nghiệm. Trong giai đoạn này phải kết thúc đo vẽ địa chất công trình chi tiết (việc này thường xen kẽ với công tác thăm dò), bởi vì để lập bản đồ chi tiết của khoáng bố trí công trình, tất cả tài liệu thăm dò cần được sử dụng triệt để.

### Công tác thăm dò

*Công tác thăm dò* được tiến hành ở tất cả các giai đoạn khảo sát xây dựng. Tuy nhiên, ở tất cả các giai đoạn khảo sát chi tiết, khi luận chứng cho thiết kế kỹ thuật của công trình, công tác thăm dò là phương pháp chủ yếu để nghiên cứu các điều kiện địa chất công trình. Ở các giai đoạn điều tra sơ lược và điều tra sơ bộ, thăm dò được tiến hành để nghiên cứu điều kiện địa chất chung, có tính khu vực của lãnh thổ khi đo vẽ địa chất công trình, tức là để xây dựng chính xác lát cắt địa chất để nghiên cứu sự phân bố của trầm tích Đệ Tứ, để đối sánh các trầm tích theo diện tích, để nghiên cứu các tầng và phức hệ chứa nước, nghiên cứu cấu trúc chung của khu vực. Về sau, tiến hành thăm dò để luận chứng chắc chắn hơn cho việc lựa chọn khu vực ưu tiên bố trí công trình. Đồng thời ở các giai đoạn đầu tiên này, cần áp dụng rộng rãi các phương pháp thăm dò địa vật lý. Tiến hành khoan và đào để dựng các lát cắt địa chất chuẩn, để đối sánh các trầm tích, cũng như để giải thích đúng đắn số đo của các thông số địa vật lý do các phương pháp thăm dò địa vật lý cung cấp và để kiểm tra sự đúng đắn của các cấu trúc địa chất. Công tác khoan đào trong thời gian này cũng cần để kiểm tra các dị thường địa vật lý, lấy mẫu đất đá dùng cho các hạng mục thí nghiệm tương ứng ở trong phòng và tiến hành một số công tác thử nghiệm ở hiện trường.

Ở giai đoạn khảo sát chi tiết, công tác thăm dò chủ yếu là khoan và đào. Cũng có khi hai dạng công tác này được dùng với khối lượng lớn khi khảo sát bổ sung, để luận chứng cho các bản vẽ thi công. Với mục đích làm chính xác thêm các tài liệu địa chất công trình khác nhau, cần thiết để giải quyết những nhiệm vụ thực tế, cụ thể của xây dựng. Thăm dò lúc này phải cung cấp được những tài liệu tương ứng để nhận xét và đánh giá lần cuối của điều kiện địa chất công trình nơi khảo sát.

Các phương tiện kỹ thuật chủ yếu dùng để thăm dò gồm máy móc địa vật lý, các thiết bị và máy khoan, đào. Thường tất cả các phương pháp thăm dò được áp dụng phối hợp, tuy quy mô thì có khác nhau trong các giai đoạn khảo sát xây dựng. Ở các giai đoạn đầu, ưu tiên dùng các phương pháp thăm dò địa vật lý là hợp lý và cần thiết, vì với các máy móc dễ vận chuyển nhất, cho phép thăm dò trên một diện tích lớn, mà chi phí về thời gian và phương tiện không lớn, nên cũng kinh tế nhất. Ở các giai đoạn sau, khi khảo sát chi tiết và bổ sung, các kết quả nghiên cứu cấu trúc địa chất phải chính xác, thì cần áp dụng khoan và khai đào thăm dò.

Trong thực tế khảo sát xây dựng, việc khoan và đào các hố, giếng, lò bằng và các công trình khai đào khác là các phương pháp thăm dò truyền thống, đáng tin cậy. Nhưng hiện nay các phương pháp thăm dò địa vật lý được đánh giá cao. Đó là các phương pháp

tiến bộ và có triển vọng nhất, ngay từ bây giờ đã cho phép giải quyết nhiều nhiệm vụ với mức độ chi tiết để dùng cho các mục đích thực tế, đặc biệt là ở các giai đoạn đầu của khảo sát xây dựng. Ngày nay nếu các phương pháp thăm dò địa vật lý không được sử dụng triệt để thì việc khảo sát xây dựng sẽ không được xem là đã đáp ứng được trình độ phát triển hiện đại của địa chất công trình và trình độ phát triển hiện đại của khoa học và kỹ thuật.

*Khoan là một loại công tác thăm dò phổ biến nhất khi khảo sát xây dựng.* Nhờ công tác thăm dò mà nhiều nhiệm vụ đã được giải quyết, cả những nhiệm vụ địa chất chung, liên quan đến nghiên cứu cấu trúc địa chất của lãnh thổ, lẫn những nhiệm vụ riêng nhằm nghiên cứu các chi tiết của cấu trúc địa chất, các điều kiện địa chất thủy văn, tính chất của đất đá, điều kiện phát triển các quá trình địa chất, v.v... Tất cả những nhiệm vụ đó, trên một mức độ lớn, hoặc hoàn toàn, có thể giải quyết theo các tài liệu khoan.

Trong khảo sát xây dựng, lỗ khoan thăm dò có nhiều đường kính khác nhau, từ 36mm tới 156mm và 205mm, còn những lỗ khoan đặc biệt, có thể từ 600mm tới 1.500mm (giếng khoan có đường kính tới 1.300mm) và có độ sâu khác nhau, từ vài mét đến 100-150m và sâu hơn nữa. Theo quy ước, có các loại lỗ khoan – nông: dưới 10m, trung bình: 10 - 30m, sâu: 30m - 100m và rất sâu: trên 100m.

Khi khảo sát địa chất công trình, việc khoan phải bảo đảm các yêu cầu sau đây.

- 1). Nghiên cứu toàn bộ lát cắt địa chất, không phụ thuộc vào bề dày của các lớp, lớp kẹp, thấu kính đất đá mà lỗ khoan cắt qua, tức là tính đầy đủ của lát cắt;
- 2). Xác lập chính xác vị trí các ranh giới địa chất mà lỗ khoan cắt qua – các chỗ tiếp xúc, mặt phân lớp, phân phiến, ranh giới các đới, vị trí các lớp xen yếu, các khe nứt, lỗ hổng các tầng chứa nước, v.v...;
- 3). Giữ được, hoặc phá hoại ít nhất kết cấu, độ ẩm thiên nhiên và trạng thái vật lý của đất đá lấy từ lỗ khoan (các mẫu, lõi khoan), để nhận xét và đánh giá đầy đủ và chắc chắn về đất đá;
- 4). Khả năng lấy mẫu đất đá ở bất kỳ độ sâu nào để nghiên cứu thành phần, cấu trúc và các tính chất cơ - lý của chúng;
- 5). Khả năng tiến hành hệ thống quan trắc về sự thay đổi trạng thái vật lý của đất đá theo độ sâu, về sự xuất hiện và mực ổn định của nước dưới đất;
- 6). Tiến hành công tác thí nghiệm trong lỗ khoan để nghiên cứu các tính chất của đất đá và các tầng chứa nước;
- 7). Sử dụng các lỗ khoan để quan trắc chế độ (cố định) địa nhiệt, động thái nước dưới đất và các biến dạng của đất đá.

Khi tiến hành các công tác khoan theo những yêu cầu trên đây, các lỗ khoan đôi khi được chia ra các lỗ khoan thăm dò, lỗ khoan địa chất công trình, lỗ khoan kỹ thuật địa chất và lỗ khoan địa chất thủy văn.

Trong các phương pháp khoan phổ biến nhất như (khoan lấy lõi, khoan đập - cáp), khoan chấn động, khoan xoay chậm, khoan xoắn và khoan tay đập - xoay, thì hai loại đầu có hiệu quả hơn cả khi khoan khảo sát xây dựng, đảm bảo được đầy đủ hơn các yêu cầu nêu trên.

### Tầm quan trọng và nội dung công tác thí nghiệm

Để thiết kế các công trình, cần có nhiều số liệu về tính chất cơ lý đối với nước. Có thể dễ dàng có được những số liệu này khi phân tích trong phòng thí nghiệm những mẫu đã thu thập trong quá trình đo vẽ ĐCCT, chủ yếu là khi thăm dò khu vực. Tuy nhiên, thí nghiệm trong phòng thường được thực hiện ở các mẫu có kích thước bé, không thể đảm bảo giữ được hoàn toàn nguyên vẹn kết cấu tự nhiên của chúng. Vì vậy, những số liệu thu thập được trong phòng, đặc biệt là để luận chứng cho thiết kế kỹ thuật và bản vẽ thi công của các công trình quan trọng, cần được kiểm tra và làm chính xác thêm bằng những phương pháp tin cậy hơn ở hiện trường. Ngoài ra, trong nhiều trường hợp, không thể lấy mẫu đất đá có kết cấu tự nhiên. Thí dụ, với các phương tiện kích thước hiện nay không thể lấy mẫu có kết cấu tự nhiên từ đất dính loại sét mềm, có độ sét không ổn định, từ đất cát - sỏi rời có kết cấu xốp, từ cát chảy chứa nước, từ đá cứng nứt nẻ, đá nửa cứng, phong hóa trầm trọng và từ một số loại đất khác. Cho nên, cần điều tra thêm ở hiện trường đối với đất đá và các tầng chứa nước trong điều kiện thế nằm tự nhiên, tại các khoảnh thử nghiệm, bằng những dụng cụ có quy mô lớn.

Công tác thử nghiệm ở hiện trường nhằm mục đích thu thập số liệu chắc chắn và tin cậy hơn, đặc trưng cho các tính chất cơ - lý của đất đá và các tính chất đối với nước của các tầng chứa nước. Chỉ trên cơ sở những dữ liệu như vậy, khi thiết kế công trình mới có thể tìm ra những giải pháp tốt nhất và có lợi nhất về mặt kinh tế, đảm bảo cho công trình ổn định, tránh được những tình huống địa chất bất ngờ có thể có.

Sở dĩ cần thử nghiệm hiện trường còn là vì chỉ trên cơ sở đó mới thu thập được nhiều số liệu gốc về các tính chất đất đá, của tầng chứa nước và về điều kiện thi công xây dựng, khai thác mỏ. Chẳng hạn, đó là những dữ liệu chắc chắn để tính toán móng cọc, đánh giá ổn định của công trình trên đá cứng và phần nào trên đá nửa cứng, để thiết kế màn chống thấm và nhiều dạng cải tạo các tính chất của đất đá. Thuộc vào những dữ liệu đó gồm có những số liệu về độ phong phú nước của các tầng chứa nước, lưu lượng riêng của lỗ khoan, độ hút nước đơn vị của đất đá, liên hệ giữa độ bền và độ biến dạng của đất đá và trạng thái vật lý của chúng, liên hệ giữa độ thông nước của đất đá và độ khe nứt, độ karst hóa của chúng, v.v... Sau hết, chỉ nhờ phương pháp hiện trường mới có thể phát hiện được các quy luật quan

trong quyết định những biến đổi nào đó về các tính chất của đất đá hoặc sự phát triển của các quá trình địa chất.

Như vậy, công tác thí nghiệm hiện trường là một dạng rất quan trọng của khảo sát xây dựng. Thật khó đánh giá hết tầm quan trọng của chúng khi giải quyết các nhiệm vụ xây dựng. Công tác thí nghiệm ở hiện trường cho phép: 1) Thu thập được những đặc trưng định lượng chắc chắn và chuẩn xác nhất về các tính chất của đất đá và tầng chứa nước trong điều kiện kết cấu và thể nằm tự nhiên; 2) Nghiên cứu tính chất của đất yếu, chứa nước, không ổn định mà bằng các phương pháp khác không thể thực hiện được; 3) Phát hiện quy luật quan trọng về sự biến đổi tính chất của đất đá và sự phát triển các quá trình địa chất; 4) Xác định những tham số gốc để thiết kế việc thi công từng loại công tác xây dựng.

Trong thực tế khảo sát địa chất công trình, công tác thí nghiệm hiện trường thường được tiến hành để kiểm tra: 1) phương pháp và tốc độ vận động của nước dưới đất bằng phương pháp thả chất chỉ thị, đo điện, phương pháp vật tích điện, v.v...; 2) độ phong phú nước của các tầng chứa nước và lưu lượng riêng của lỗ khoan, giếng và các loại công trình lấy nước bằng phương pháp bơm hút thí nghiệm; 3) độ thông nước của đất đá – cũng bằng phương pháp bơm hút thí nghiệm; 4) liên hệ qua lại giữa các công trình lấy nước và tầng chứa nước bằng phương pháp bơm hút thí nghiệm; 5) độ thông nước của đất đá – bằng phương pháp đổ nước vào hố đào và lỗ khoan; 6) độ thông nước, độ khe nứt và độ karst hóa của đất đá; 7) tính nén lún tương đối và tính chất biến dạng của đất đá bằng phương pháp tải trọng thử; 8) tính chất biến dạng của đất đá trong lỗ khoan – bằng phương pháp sử dụng thiết bị nén hông (pressiometre); 9) tính lún ướt của hoàng thổ – bằng phương pháp tải trọng thử; 10) sức chống cắt của đất đá – theo phương pháp trượt (cắt phẳng); 11) sức chống cắt của đất đá trong lỗ khoan bằng cách sử dụng thiết bị có cánh; 12) sức chống cắt của đất đá – bằng phương pháp ép trời và đẩy trời những khối đất đá nguyên; 13) độ chặt và độ bền của đất đá – bằng phương pháp xuyên tĩnh; 14) độ chặt và độ bền của đất đá – bằng phương pháp xuyên động; 15) trạng thái ứng suất của đất đá trong điều kiện thể nằm tự nhiên, bằng phương pháp dỡ tải; 16) áp lực mỏ trong các công trình khai đào ngầm; 17) độ ổn định của đất đá trong các hố móng thí nghiệm và công trình khai đào; 18) tốc độ phong hóa của đất đá và ở các diện tích thí nghiệm; 19) các tham số đặc trưng cho điều kiện gắn kết đất đá – bằng phương pháp phụt xi măng thử.

Bốn dạng điều tra đầu được tiến hành để nhận xét các tầng chứa nước, các đới và phức hệ chứa nước; các dạng khác thì dùng để nghiên cứu trạng thái vật lý và các tính chất nhất định của đất đá. Xin lưu ý rằng về thực chất một số dạng công tác địa vật lý cũng là thí

nghiệm hiện trường, được áp dụng rộng rãi trong điều tra địa chất công trình. Ví dụ, việc xác định độ chặt và độ ẩm của đất bằng các phương pháp hạt nhân, việc nghiên cứu tính chất biến dạng của đất đá bằng các phương pháp địa chấn và vi địa chấn, v.v... Tùy theo đặc điểm của điều kiện địa chất, khi giải quyết những nhiệm vụ xây dựng cụ thể nào đó, có thể còn ứng dụng cả những dạng khác rất mới mẻ của công tác thí nghiệm hiện trường. Điều này rất đáng khuyến khích.

Như vậy, thí nghiệm hiện trường có tầm quan trọng rất to lớn, nhưng hoàn toàn không thể nói rằng thí nghiệm trong phòng ít có ý nghĩa trong việc giải quyết các nhiệm vụ xây dựng mà coi nhẹ số liệu thí nghiệm các tính chất cơ - lý của đất đá ở trong phòng. Thí nghiệm trong phòng có thể xác định hàng loạt các tính chất của đất đá, giá thành lại rẻ hơn nhiều so với thí nghiệm hiện trường. Để đánh giá các tính chất của đất mềm loại sét (đất dính) và đất cát (đất rời) xốp, thí nghiệm trong phòng có ý nghĩa đặc biệt to lớn, còn để đánh giá tính chất của đá cứng và nửa đá, thì có ý nghĩa rất thứ yếu. Việc thí nghiệm hàng loạt ở trong phòng kèm theo thí nghiệm hiện trường, với mục đích kiểm tra và xác minh có ý nghĩa đặc biệt khi khảo sát xây dựng ở bước điều tra chi tiết để luận chứng cho đồ án thiết kế các công trình quan trọng.

#### **Vị trí của thí nghiệm hiện trường trong công tác địa chất khi khảo sát xây dựng**

Thí nghiệm hiện trường là một bộ phận của hệ khảo sát xây dựng; do đó không nên tiến hành thí nghiệm hiện trường tách rời các dạng khác của công tác địa chất. Nếu đo vẽ địa chất công trình (tiến hành ở giai đoạn khảo sát đầu tiên) và công tác thăm dò (tiến hành ở giai đoạn tiếp theo) cho phép nắm được điều kiện địa chất công trình của vùng hoặc khoảng xây dựng với mức độ chi tiết tương ứng với giai đoạn khảo sát, thì công tác thí nghiệm hiện trường giúp ta nắm được chính xác hơn và đánh giá định lượng được những yếu tố cơ bản của điều kiện địa chất công trình (tính chất đất đá, tầng chứa nước, quá trình địa chất).

Công tác thí nghiệm hiện trường khẳng định và làm chính xác thêm các quy luật không đồng nhất và biến đổi điều kiện địa chất công trình của vùng mà công tác đo vẽ và thăm dò đã phát hiện được. Nhờ vậy, nâng cao dần được mức độ tin cậy và chi tiết của việc nghiên cứu điều kiện địa chất công trình ở vùng đang xem xét.

Khối lượng chủ yếu của công tác thí nghiệm hiện trường được hoàn thành ở giai đoạn điều tra chi tiết, tức là khi tiến hành luận chứng thiết kế kỹ thuật của công trình. Hầu như toàn bộ khối lượng công tác thí nghiệm hiện trường đều đi kèm với thăm dò và cho phép đánh giá đúng đắn và chắc chắn nhất điều kiện

địa chất công trình của việc xây dựng, mức độ nguy hại của các quá trình địa chất, v.v... Chính trong giai đoạn này, công tác thí nghiệm hiện trường phải được dùng làm phương tiện để lựa chọn có cơ sở các chỉ tiêu tính chất tính toán của đất đá, của tầng chứa nước, v.v... Ở các giai đoạn điều tra sơ lược và sơ bộ, thí nghiệm hiện trường được tiến hành để luận chứng chắc chắn hơn về kinh tế - kỹ thuật cho việc chọn khu vực bố trí đối tượng ưu tiên xây dựng, chọn khoảng xây dựng, tuyến đường, các tham số cơ bản của các công trình đang thiết kế, v.v... Thí nghiệm hiện trường còn được tiến hành với khối lượng tương đối lớn ở giai đoạn điều tra bổ sung khi thiết kế thi công [H.1]. Trong thời gian đó, độ chính xác của các chỉ tiêu tính toán, của việc tổ chức thi công xây dựng được nâng cao và đánh giá mức độ ổn định của công trình. Vì vậy, ở bước này tại ngay các khoảng bố trí những công trình, ở các hố móng xây dựng, hầm hào, v.v... công tác thí nghiệm vẫn được tiếp tục.

Việc phối hợp tốt công tác thí nghiệm hiện trường với các dạng công tác khác về địa chất đảm bảo được tính đồng bộ của khảo sát xây dựng và do đó, giải quyết được trọn vẹn những nhiệm vụ đề ra.

Thí nghiệm tính chất cơ - lý của đất đá ở trong phòng để nhận xét và đánh giá các nhóm đất đá khác nhau, các số liệu tính chất cơ - lý của chúng có những ý nghĩa khác nhau.

Khi nghiên cứu đá cứng và một số loại đá nửa cứng (nửa đá), các số liệu thí nghiệm chỉ là thứ yếu. Các số liệu này cho phép mở rộng phần nào việc nhận xét các tính chất của chúng và cho phép làm chính xác thêm nhận xét ở hiện trường. Tuy vậy, chúng không thể làm thay đổi căn bản nhận xét ở hiện trường, vị trí bố trí công trình, điều kiện xây dựng và sự ổn định của công trình.

Khác với đá cứng, để nhận xét và đánh giá nhiều kiểu thạch học của đá nửa cứng (argilit, đá marne, sét vôi, cát kết, đất loại sét dính, đất cát rời xốp v.v...), đất có nguồn gốc và thành phần, tính chất đặc biệt - số liệu thí nghiệm trong phòng và các tính chất cơ - lý của chúng có tầm quan trọng vô cùng lớn và thường là quyết định.

Những kết luận quan trọng và đánh giá tính chất của đất đá không thể chỉ dựa vào những lần xác định và đo đạc đơn lẻ, ít ỏi. Để xét được đầy đủ cho mỗi hệ tầng, lớp, đới hoặc môi loại đất đá khác nhau, phải đảm bảo nhận được những chỉ tiêu trung bình, trị chỉ tiêu tổng hợp hoặc tiêu chuẩn. Trong những giai đoạn điều tra chi tiết và bổ sung (để luận chứng cho việc thiết kế các công trình cụ thể), ngoài những chỉ tiêu tổng hợp, còn cần xác lập những chỉ tiêu tính toán. Đó là những chỉ tiêu được luận cứ đặc biệt để sử dụng cho những tính toán cuối cùng. Phương pháp xác định các chỉ tiêu tổng hợp và chỉ tiêu tính toán các chỉ tiêu cơ - lý của đất đá được trình bày ở một số văn liệu.

Các dạng công tác địa chất	Điều tra địa chất công trình			
	Sơ lược	Sơ bộ	Chi tiết	Bổ sung
Công tác trong phòng	///	///	///	///
Đo vẽ địa chất công trình	///	///	///	///
Công tác thăm dò	///	///	///	///
Công tác thí nghiệm ngoài trời	///	///	///	///
Quan trắc động thái dài hạn	///	///	///	///
Công tác thí nghiệm trong phòng	///	///	///	///
Lập hồ sơ công trình	///	///	///	///
Công tác nghiên cứu khoa học	///	///	///	///
Thẩm tra	///	///	///	///
Tổ chức và kết thúc công việc	///	///	///	///

Hình 1. Sơ đồ áp dụng các dạng khác nhau của công tác địa chất ở các bước khảo sát xây dựng.

**Công tác chỉnh lý tài liệu trong phòng**

Sau khi hoàn thành khảo sát xây dựng, cần chỉnh lý tài liệu lần cuối và lập báo cáo với các phụ lục bản lời và bản vẽ. Tất cả các công việc này được thực hiện trong thời kỳ chỉnh lý tài liệu trong phòng đối với văn bản tiêu chuẩn về khảo sát. Nội dung và khối lượng công việc này phụ thuộc vào ý nghĩa của chúng, quy mô và tầm quan trọng của công trình mà ta đã tiến hành khảo sát để luận chứng cho bản thiết kế và phụ thuộc vào giai đoạn khảo sát.

Khi thiết kế những công trình lớn, trong đồ án thiết kế gồm nhiều tập, ngoài báo cáo chính là một tập riêng (Địa chất công trình), trong tập đầu của đồ án thiết kế (Những vấn đề tổng quát) cần có phần thuyết minh văn tắt (Điều kiện địa chất công trình cho xây dựng...). Khi khảo sát cho những đối tượng riêng biệt không lớn lắm (thí dụ những ngôi nhà), kết quả khảo sát được trình bày dưới dạng ("Kết luận về điều kiện địa chất công trình cho xây dựng..."), có kèm theo các minh họa cần thiết.

Trong tiến trình khảo sát bình thường cho các công trình tương đối lớn và lớn, cũng như khi nghiên cứu địa chất công trình khu vực, công việc chỉnh lý tài liệu trong phòng được bắt đầu bằng việc lập kế hoạch và trình tự thời gian thực hiện, hoàn chỉnh và giao nộp tài liệu cho thiết kế. Bản kế hoạch chỉnh lý tài liệu về đại thể gồm các mục như sau.

- 1). Hoàn chỉnh tài liệu hiện trường: cột địa tầng, mặt cắt địa chất, bản đồ, các tài liệu thí nghiệm hiện trường, các tài liệu quan trắc dài hạn động thái, v.v...
- 2). Lập thêm các mặt cắt địa chất mới, các bản đồ, bình đồ, các bản vẽ, hình chiếu và các tài liệu đồ thị

khác (bổ sung vào các tài liệu đã lập khi chính lý hiện trường);

3). Xử lý thống kê các số liệu thí nghiệm hiện trường và trong phòng, thiết lập các sơ đồ tính toán, các số liệu tổng hợp (tiêu chuẩn) và tính toán, thực hiện những công việc tính toán khác nhau.

4). Phân tích toàn bộ tài liệu và nêu những kết luận, nhận xét chủ yếu;

5). Bàn giao các tài liệu đồ thị, các sơ đồ tính toán và các số liệu tính toán để thiết kế;

6). Lập báo cáo và các phụ lục kèm theo để minh họa, khẳng định, chứng minh cho các kết luận và nhận xét trong báo cáo.

Khi thực hiện khảo sát xây dựng để luận chứng cho thiết kế công trình, đặc biệt là những công trình lớn, hoặc được thiết kế trong những điều kiện công trình phức tạp, thường nảy sinh các vấn đề lớn nhỏ khó giải quyết trong quá trình khảo sát bình thường. Để giải quyết được nhiệm vụ cần tiến hành *công tác nghiên cứu khoa học riêng theo đề tài*, đôi khi do một số cơ quan khác đảm nhiệm, song song với khảo sát xây dựng. Tài liệu và kết luận của công tác điều tra theo đề tài như thế sẽ bổ sung cho kết quả khảo sát xây dựng và cho phép luận chứng đầy đủ nhất cho bản thiết kế công trình và công việc xây dựng bằng những tài liệu địa chất công trình.

*Việc lập hồ sơ các công trình* chiếm một vị trí nhất định trong các dạng tác nghiệp. Đó là việc theo dõi, nhằm cải tạo, mở rộng, xây thêm, khôi phục, hoặc nhân lúc xuất hiện và phát triển biến dạng hoặc mất ổn định. Trong tất cả các trường hợp đó đều cần theo dõi tình trạng của công trình (của móng, độ sâu đặt móng, công tác thoát nước, v.v... cũng như những điều kiện địa chất công trình nơi công trình được bố trí), trạng thái của đất đá, điều kiện địa chất thủy văn, v.v...

*Kiểm tra tài liệu địa chất công trình là một dạng công tác rất quan trọng.* Nội dung của kiểm tra là cho kết luận về tài liệu và báo cáo để luận chứng cho thiết kế; về việc đánh giá điều kiện địa chất của công tác xây dựng; về nguyên nhân biến dạng, tai nạn của các công trình, về những biện pháp xây dựng cần thiết, nhằm đảm bảo ổn định cho công trình, an toàn cho thi công xây dựng và khai thác mỏ, v.v..., qua đó ta thấy rằng kiểm tra là dạng công tác phức tạp, và quan trọng, đòi hỏi trình độ uyên thâm và tay nghề vững vàng đối với các chuyên gia được giao nhiệm vụ đó.

Như vậy, điều tra địa chất công trình bao giờ cũng là công trình tổng hợp. Trong đó cần nghiên cứu toàn bộ các điều kiện địa chất tự nhiên và áp dụng đồng bộ nhiều dạng công tác địa chất phức tạp. Các dạng công tác đó và những phương pháp tiến hành chúng thường hợp thành một hệ công việc khảo sát xây dựng. Một hệ hợp lý công tác khảo sát

như vậy phải đảm bảo giải quyết được trọn vẹn các nhiệm vụ nghiên cứu điều kiện địa chất công trình trong mỗi giai đoạn, với khối lượng công việc ít nhất, trong thời hạn ngắn nhất. Việc chọn hệ khảo sát xây dựng hợp lý lệ thuộc vào các điều kiện thiên nhiên của vùng, khoanh xây dựng, cũng như kiểu, quy mô và đặc điểm công trình thiết kế, hoặc công tác xây dựng dự kiến. Mỗi dạng công tác địa chất là một bộ phận của hệ khảo sát xây dựng.

DCCTKV liên quan nhiều đến việc lập bản đồ khu vực, phân vùng địa chất công trình. Chúng ta cần tìm hiểu một số vấn đề đã và đang khiến các chuyên gia trong và ngoài nước quan tâm nhiều.

### **Tình hình hiện nay của phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình**

Đã có hàng trăm tài liệu nghiên cứu đề cập tới phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình dưới dạng bài báo, báo cáo khoa học, tài liệu hướng dẫn phương pháp, quy trình và chỉ dẫn. Phần lớn các tài liệu đó được đưa vào trong nội dung của những báo cáo tổng kết công tác khảo sát đã tiến hành và được lưu trữ ở nhiều cơ quan khác nhau. Trong những năm gần đây, vấn đề thành lập bản đồ địa chất công trình đã được thảo luận trong nhiều hội nghị Quốc gia và Quốc tế.

Được chú ý nhiều nhất là phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình. Những nhiệm vụ cấp thiết sau đây cần được giải quyết: 1) Xác định cấp bản đồ và công dụng của nó; 2) Xác định nguyên tắc và phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình và trước hết là *bản đồ cơ bản*, bắt buộc mang tính chất quốc gia; 3) Quyết định nguyên tắc và nhiệm vụ phân vùng địa chất công trình; 4) Tiêu chuẩn hóa các chú giải; 5) Đưa vào nề nếp toàn bộ công tác vẽ bản đồ địa chất công trình.

Phân tích nhiều tài liệu hiện có cho thấy tuyệt đại đa số các chuyên gia thống nhất ý kiến về một số tình hình cơ bản dưới đây.

1). Nhiệm vụ cơ bản của đo vẽ địa chất công trình là biểu thị khách quan trên nền địa hình các điều kiện địa chất công trình của một khu vực nào đó, tức là những điều kiện địa chất của việc xây dựng các công trình, của việc tiến hành công tác mỏ tại các mỏ khoáng sản và nhiều dạng kinh tế khác của khu vực. Điều kiện địa chất công trình được biểu thị trên bản đồ càng khách quan và chính xác bao nhiêu thì bản đồ càng có nhiều ý nghĩa thực tiễn bấy nhiêu.

2). Cơ sở của việc lập bản đồ địa chất công trình phải là nguyên tắc khoa học thống nhất. Theo nguyên tắc đó thì điều kiện địa chất công trình luôn luôn và nhất thiết phải được biểu thị giống nhau, không phụ thuộc mức độ phức tạp và dạng xây dựng, nhưng với mức độ chi tiết khác nhau tùy theo tỷ lệ bản đồ. Bản đồ như thế có thể gọi là *bản đồ địa chất công trình*

chung, cơ bản hay đơn giản hơn là bản đồ địa chất công trình của khu vực và tương tự như các bản đồ địa chất, địa chất thủy văn, địa mạo hiện hành.

3). Ngoài bản đồ địa chất công trình cơ bản, trong một số trường hợp, có thể cần thành lập cả các bản đồ chuyên môn để biểu thị điều kiện địa chất riêng cho từng dạng xây dựng, từng dạng sử dụng kinh tế khu vực nhất định hoặc liên quan đến điều kiện địa chất đặc biệt, với sự phân bố các quá trình và hiện tượng địa chất nào đó. Thí dụ, thuộc về bản đồ chuyên môn có thể là bản đồ cấu trúc - kiến tạo của khoáng tunen, bản đồ dọc theo tuyến tàu điện ngầm hay bản đồ cắt ngang ở độ cao nào đó của diện tích xây dựng công trình đầu mối thủy lợi, nhà máy giếng mỏ, công trường khai thác lộ thiên, bản đồ toàn vùng trượt hay từng khoáng của nó, bản đồ phân vùng động đất, v.v... Bản đồ chuyên môn còn có thể được thành lập như là bản minh họa những tổng hợp lý thuyết lớn. Thí dụ, để minh họa một cách nổi bật sự hình thành các tính chất của đất đá và những quy luật biến đổi chúng trong không gian, có thể thành lập bản đồ phân bố các thể đất đá tỷ lệ nhỏ. Sau cùng, trong nhiều trường hợp, bản đồ chuyên môn là bản đồ phân vùng địa chất công trình.

4). Cần thống nhất không những phân cấp bản đồ theo tỷ lệ, theo nguyên tắc thành lập và cả chú giải và cách trình bày nữa.

Tổng quan tình hình hiện nay về phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình, không thể không nói tới một đặc điểm là mặc dầu về nhiều vấn đề, các ý kiến đã tương đối thống nhất, nhưng những vấn đề căn bản liên quan tới nguyên tắc và phương pháp biểu thị điều kiện địa chất công trình ở trên bản đồ hầu như còn chưa được giải quyết.

Như đã nhắc tới ở trên, yếu tố quan trọng nhất của điều kiện địa chất công trình là đất đá. Vì vậy, bản đồ địa chất công trình trước hết phải thể hiện quy luật phân bố ở trong vỏ Trái Đất của các loại đất đá có tính chất khác nhau. Đây là vấn đề lý thuyết đầu tiên và chủ yếu - phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình.

Hiện nay có hai khuynh hướng xác định nguyên tắc và phương pháp khác nhau để thành lập bản đồ địa chất công trình. Theo khuynh hướng đầu, cơ sở của việc đặc trưng địa chất công trình phải là nguyên tắc "thành hệ", tức là phân chia ra các thể, phức hệ địa chất - nguồn gốc của đất đá. Theo khuynh hướng thứ hai, để làm cơ sở cho việc đặc trưng và đánh giá địa chất công trình đo vẽ, phải lấy nguyên tắc địa chất công trình thực thụ, tức là phân chia ra các nhóm, phụ nhóm đất đá khác nhau cơ bản về các tính chất.

Hiển nhiên là việc biểu thị điều kiện địa chất công trình sẽ khác nhau và cũng có nhiều ý kiến đối lập với nguyên tắc "thành hệ" trong việc thành lập bản đồ địa chất công trình.

Đối với bản đồ địa chất công trình cơ bản tỷ lệ khác nhau, hợp lý nhất nên ứng dụng nguyên tắc địa chất công trình thực thụ. Khi ứng dụng nguyên tắc này, đều có xét tới tình hình sau đây. Việc nghiên cứu địa chất công trình của khu vực thực chất là nghiên cứu địa chất tiếp tục trên một quan điểm nhất định, bởi vì việc nghiên cứu chúng đã được tiến hành với một mức độ chi tiết nào đó. Vì vậy, bản đồ địa chất công trình phải đáp ứng các điều kiện chủ yếu dưới đây.

1). Cung cấp thông tin độc lập và dễ đọc; giải đáp được trực tiếp, rõ ràng về vấn đề liên quan tới việc đánh giá điều kiện địa chất công trình của khu vực nghiên cứu, với mức độ chi tiết phù hợp tỷ lệ bản đồ.

2). Không lặp lại bản đồ địa chất, địa mạo, địa chất thủy văn và những bản đồ khác, chỉ sử dụng một số tài liệu được biểu thị trên các bản đồ này cho mục đích địa chất công trình.

3). Không dựa vào các phạm trù khoa học đang còn tranh cãi và không xác định.

4). Phát triển thêm những vấn đề trong phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình. Các vấn đề ấy đều dựa vào tài liệu nghiên cứu về địa chất công trình của đất đá, địa hình, nước dưới đất, các quá trình và hiện tượng địa chất, các yếu tố tự nhiên khác và cho phép tìm ra giải pháp tối ưu về việc sử dụng hợp lý môi trường địa chất, bảo vệ nó trong khi quy hoạch khai thác lãnh thổ, thiết kế các công trình và công tác xây dựng.

### Tài liệu tham khảo

- Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 1999. Quy chế đo vẽ lập bản đồ địa chất công trình tỉ lệ 1:50.000 (1:25.000). Bộ Công nghiệp, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. 23 tr. Hà Nội.
- Encyclopedia of Geology. Volume 1, (444-580); Volume 2 (1-34). Elsevier Academic Press.
- Hiệp hội Địa chất Công trình Quốc tế (IAEG), 1976. Bản đồ Địa chất Công trình. Hướng dẫn cách thành lập. Cơ quan thông tấn của UNESCO, xuất bản tại Paris, 1976. Liên đoàn 2 Địa chất Thủy văn ấn hành nội bộ, 1994. Hà Nội. 118 tr. Người dịch: Đặng Ngọc Trân. Người hiệu đính: Phạm Xuân.
- International Association of Engineering Geology (IAEG), 1976. Engineering Geological maps. A guide to their Preparation. The Unesco Press. Paris. 79 pgs.
- Lômtdadze V.D., 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.