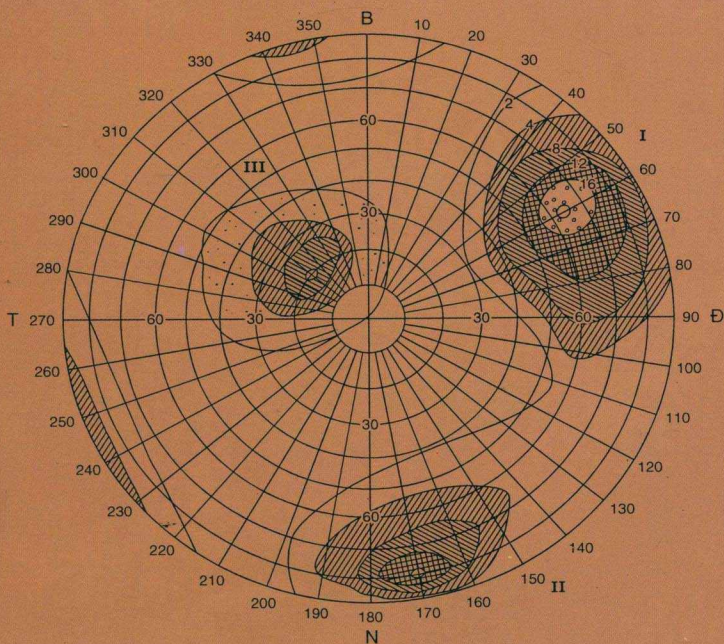




GT.0000026647

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
NGUYỄN UYÊN - NGUYỄN VĂN PHƯƠNG
NGUYỄN ĐỊNH - NGUYỄN XUÂN DIỄN

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
NGUYỄN UYÊN - NGUYỄN VĂN PHƯƠNG
NGUYỄN ĐỊNH - NGUYỄN XUÂN DIỄN

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2015

LỜI NÓI ĐẦU

Trong nhóm ngành công trình thuộc các trường Đại học, Địa chất công trình là môn học cơ sở kỹ thuật nhằm trang bị cho sinh viên các kiến thức cần thiết về địa chất để có thể tiếp thu kiến thức và thực hành chuyên môn các lĩnh vực như: Cơ học đất đá, Nền và móng, Vật liệu xây dựng, Thủy công, Cầu hầm, Đường giao thông, Xây dựng dân dụng và công nghiệp, Thi công công trình... bởi vì địa chất là điều kiện có tính quyết định đến quy hoạch, thiết kế, thi công và quản lý các công trình.

Cuốn giáo trình Địa chất công trình này dùng cho sinh viên các ngành công trình thuộc các trường Đại học : Thủy Lợi, Giao Thông, Xây dựng... Giáo trình có thể sử dụng cho cả học sinh chính quy và tại chức.

Việc phân công biên soạn giáo trình như sau :

Đồng chí Nguyễn Xuân Diễn (Đại học Xây dựng Hà Nội) viết chương III, IV và V.

Đồng chí Nguyễn Định (Đại học Giao thông vận tải Hà Nội) viết chương I và IX.

Đồng chí Nguyễn Văn Phương (Đại học Thủy lợi) viết chương VI, VII và X.

Đồng chí Nguyễn Uyên (Đại học Thủy lợi) viết chương II, VIII, chương mở đầu và là chủ biên giáo trình.

Giáo trình đã được tinh giản nội dung theo phương châm "cơ bản, hiện đại, Việt Nam". Tuy nhiên, do trình độ có hạn, đối tượng môn học lại đa dạng và phức tạp nên không thể tránh khỏi các sai sót.

Chúng tôi chân thành cảm ơn các cán bộ giảng dạy thuộc bộ môn Địa chất công trình của các trường: Đại học Xây dựng Hà Nội, Đại học Giao thông Hà Nội, Đại học Thủy lợi đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu.

Chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến của các cán bộ giảng dạy, các bạn sinh viên và các độc giả để cuốn giáo trình ngày càng hoàn chỉnh hơn.

Các tác giả

MỞ ĐẦU

§1. ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ NHIỆM VỤ CỦA NÓ

Khi xây dựng một công trình như một con đường, một toà nhà, một chiếc cầu, một kênh dẫn, một đập nước... ở một nơi nào đó, đều phải xét tới :

1. Hình dạng, kích thước, mức độ phân cắt, nguồn gốc hình thành, xu thế phát triển của địa hình.... nơi dự định xây dựng - gọi là *điều kiện địa mạo*. Điều đó quyết định vị trí bố trí các công trình, hình dạng và khối lượng công trình, mặt bằng và phương pháp thi công; đánh giá được trạng thái cân bằng động học của địa hình, làm sáng tỏ mức độ ổn định và dự đoán khả năng biến đổi hình dạng địa hình do xây dựng và các điều kiện tự nhiên khác; những vấn đề đó không chỉ để đảm bảo một công trình thích hợp nhất mà còn đảm bảo một môi trường mới bền vững và tốt đẹp hơn.

2. Sự phân bố, thành phần, tính chất xây dựng của đất đá (cường độ chịu lực, độ ổn định, khả năng thấm nước...) và các biến động địa chất như uốn nếp nứt nẻ, đứt gãy... có ở khu vực xây dựng - gọi là *điều kiện cấu trúc địa chất*. Điều kiện này quyết định cường độ chịu lực của nền, khả năng lún nhiều, lún không đều, mất ổn định, khả năng thấm mất nước của nền và do đó không chế tải trọng, quy mô, kết cấu của công trình.

3. Các hiện tượng địa chất như động đất, karst, trượt lở... đã hoặc có khả năng xảy ra ở trong vùng khi chưa có công trình và sau khi có công trình; trong thực tế các hiện tượng địa chất này đã từng gây ra những thảm hoạ đối với công trình. Đó là *điều kiện các tác dụng địa chất* của vùng.

4. Đối với những công trình xây dựng ở trong vùng có nước tồn tại trong các lỗ rỗng và khe nứt của đất đá (nước dưới đất), có các công trình dẫn nước và trữ nước mặt, công trình khai thác nước dưới đất, thì cần phải biết thành phần, tính chất, quy luật vận động, sự phân bố của nước dưới đất... tức là phải biết *điều kiện địa chất thủy văn* của vùng. Nó cho phép đánh giá khả năng bất lợi của dòng thấm dưới đất khi xây dựng : ngập hố móng khi thi công, ăn mòn vật liệu xây dựng, gây ra hiện tượng xói ngầm dưới nền công trình...

5. Đối với những công trình có dùng đất đá làm vật liệu xây dựng như cát, sỏi để làm cốt liệu bê tông, đất để đắp đập, rải đường... thì không những phải chú ý thành phần, tính chất của các loại đất đá đó mà còn phải lưu ý tới trữ lượng, điều kiện khai thác nó... Vì rằng những vấn đề đó sẽ ảnh hưởng lớn đến việc chọn loại và kết cấu công trình, tốc độ thi công, giá thành công trình... Đó là *điều kiện vật liệu xây dựng tại chỗ*, hay vật liệu xây dựng tự nhiên.

Năm vấn đề nêu trên có liên quan với nhau và quyết định điều kiện xây dựng công trình, gọi chung là các điều kiện địa chất công trình của khu vực - điều kiện địa chất để công trình được an toàn và kinh tế. Ở mỗi khu vực, mỗi vị trí cụ thể, các điều kiện địa chất công trình sẽ khác nhau. Xác định các điều kiện đó là cán bộ kỹ thuật địa chất công trình. Cán bộ xây dựng sẽ vận dụng các tài liệu về địa chất công trình đó để đề ra các biện pháp công trình, biện pháp thi công hợp lý nhất.

Vậy địa chất công trình là khoa học địa chất chuyên nghiên cứu và vận dụng các tri thức địa chất vào việc xây dựng các công trình, cải tạo lãnh thổ (tháo khô, tưới nước, chống trượt và các hiện tượng địa chất khác) cũng như khai thác các mỏ khoáng sản, chọn biện pháp đảm bảo ổn định và sử dụng bình thường các công trình cũng như dự báo khả năng thay đổi điều kiện địa chất tự nhiên dưới tác dụng của công trình. Đó là một khoa học nảy sinh do yêu cầu của xây dựng và khai thác lãnh thổ nhằm :

1. Xác định các điều kiện địa chất công trình của khu vực xây dựng, lựa chọn vị trí cũng như biện pháp công trình.
2. Nêu các điều kiện thi công, dự đoán các hiện tượng địa chất trong thi công và trong sử dụng công trình.
3. Đề ra các biện pháp phòng ngừa và cải tạo các điều kiện địa chất không có lợi.

Thời xưa, việc xây dựng phần nhiều dựa trên kinh nghiệm và trực giác, vì thế công trình thường rất lãng phí và đôi khi gây ra những tai hoạ khủng khiếp. Ngày nay, địa chất công trình đã cung cấp cho chúng ta những hiểu biết sâu sắc để tận dụng các điều kiện địa chất trong quy hoạch, trong thiết kế, trong thi công, trong việc bảo dưỡng và kéo dài tuổi thọ của công trình. Những tài liệu về địa chất công trình thông qua điều tra cơ bản tốn kém và công phu, được vận dụng trong xây dựng tốt hay không tùy thuộc năng lực của người cán bộ xây dựng.

Hậu quả thông thường khi thiết kế không xét một cách đầy đủ các điều kiện địa chất công trình là giá thành công trình tăng lên, thời gian thi công kéo dài và nhiều trường hợp công trình bị phá huỷ.

Đập Frãngxơ (Mỹ) cao 60m, chắn giữ trên 46 triệu m³ nước; một đoạn đập đã bị nước đẩy lùi về hạ lưu trên 1 km do đất đá ở nền bị phá huỷ, làm chết hơn 400 người, phá hoại không biết bao nhiêu nhà cửa.

Hồ chứa nước Mondeska (Tây Ban Nha) sau khi xây dựng, nước luồn theo các khe nứt và hang động ngầm của đá vôi ở bờ hồ chảy đi, để lại một đập bê tông cao 72m, như một "bia kỷ niệm" sừng sững giữa dòng sông khô cạn.

Một kho lúa mì bằng bê tông cốt thép ở Canada bị nghiêng 27° so với mặt phẳng nằm ngang do một bên lún lệch tới 8,8m, không sử dụng được v.v...

Ngày nay, nhiều công trình kinh tế và quốc phòng đòi hỏi độ ổn định cao và lâu dài, nhiều công trình do yêu cầu phải xây dựng trên vùng đất yếu, thì việc nghiên cứu địa chất công trình nhằm cải tạo các điều kiện địa chất không có lợi, đảm bảo các yêu cầu của công trình càng quan trọng. F.P. Xavarenxki là người có công lớn trong việc sáng lập và phát triển môn địa chất công trình đã nói: "Điều kiện địa chất công trình xấu không phải là điều đáng sợ, điều đáng sợ là không có đủ nhận thức về nó và không giỏi để ra những biện pháp xử lý nó".

Việc xây dựng thành công trạm thủy điện Svía (Liên Xô cũ) là một dẫn chứng. Do biết nền công trình sẽ bị lún không đều, nên khi xây dựng, người ta đã đặt trục tuabin của nhà máy nghiêng đi. Sau một thời gian, khi lún kết thúc, tuabin trở lại vị trí cân bằng đúng như tính toán trước.

§2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Đối tượng của địa chất công trình là đất đá, nước dưới đất và tác dụng qua lại của đất đá, nước dưới đất với nhau và với môi trường bên ngoài. Các đối tượng này rất đa dạng và luôn thay đổi theo không gian và thời gian. Vì vậy, địa chất công trình nghiên cứu các nội dung cơ bản sau :

1. Nghiên cứu đất đá dùng làm nền, làm môi trường và làm vật liệu xây dựng công trình. Nội dung chủ yếu là nghiên cứu sự phân bố và sắp xếp của đất đá, ảnh hưởng của nguồn gốc, điều kiện thành tạo cũng như môi trường đến đất đá trước, trong và sau khi xây dựng công trình để đề ra phương pháp cải thiện tính chất của đất đá.

2. Nghiên cứu các hiện tượng địa chất: trượt đất, đất chảy, xói mòn, karst, phong hoá...; tìm hiểu nguyên nhân phát sinh và điều kiện phát triển của chúng để đề ra các biện pháp xử lý khi xây dựng các công trình.

3. Nghiên cứu nước dưới đất để khắc phục các khó khăn do nước gây ra khi thi công và sử dụng công trình cũng như dùng nó để phục vụ cho sinh hoạt, tưới và các nhu cầu khác của sản xuất và đời sống.

4. Nghiên cứu các phương pháp khảo sát địa chất nhằm thăm dò, đánh giá các điều kiện địa chất công trình của khu vực được đầy đủ, chính xác, nhanh chóng và tiết kiệm nhất.

5. Nghiên cứu địa chất công trình khu vực để quy hoạch xây dựng công nghiệp và dân dụng, để quy hoạch thủy lợi, giao thông...

Sự phát triển của địa chất công trình phụ thuộc vào hai điều kiện :

Một là sự phát triển của khoa học địa chất - một ngành khoa học chuyên nghiên cứu về thành phần, tính chất, cấu tạo cũng như lịch sử phát triển của vỏ quả đất.

Ngày nay, hầu hết các thành tựu về khoa học kỹ thuật đều được sử dụng trong khoa học địa chất. Việc khoan các hố sâu hàng nghìn mét vào lòng đất để lấy mẫu đất đá nghiên cứu, hay đưa các thiết bị, con người xuống dưới sâu kết hợp với công tác khảo sát trên mặt, phân tích ảnh máy bay, vệ tinh... đã giúp cho con người nắm vững cấu tạo và tính chất đất đá ở phần trên của vỏ quả đất. Đối với các lớp đất đá sâu có thể dùng các phương pháp địa vật lý như địa chấn, trọng lực, từ... để nghiên cứu. Các thiết bị thí nghiệm mẫu lớn, có độ chính xác cao, các thiết bị thí nghiệm ngoài thực địa ngày càng được sử dụng rộng rãi để giúp cho việc định lượng các điều kiện địa chất công trình sát thực tế hơn.

Hai là sự phát triển của kỹ thuật và quy mô xây dựng đã đặt ra cho địa chất công trình khối lượng điều tra nghiên cứu lớn và đòi hỏi các tài liệu thu được phải có độ sát thực cao.

Từ hai điều kiện, một tạo cơ sở, một lôi kéo và thúc đẩy mà địa chất công trình - một khoa học còn rất non trẻ, đã tiến những bước khá xa, đã bao hàm một nội dung phong phú. Đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển khoa học địa chất công trình là các nhà khoa học: M.M. Filatov, N.M. Gerxêvanov, V.V. Xôcôlovski, N.A. Xutôvich, I.D. Popov, N.Ya. Đênixov, V.A. Priklonxki, N.N. Maxlov, E.M. Xergêev, K. Terzaghi...

Ở nước ta, trước Cách mạng tháng Tám, phục vụ việc tìm kiếm và khai thác các khoáng sản, xây dựng các công trình quân sự, đế quốc Pháp đã tổ chức nghiên cứu về địa chất

Việt Nam ngay từ những năm đầu xâm lược. Song, việc nghiên cứu thiếu hệ thống, thiếu kế hoạch và khối lượng không nhiều, nhiều trường hợp độ tin cậy không cao.

Từ sau ngày giải phóng miền Bắc năm 1954, theo những kế hoạch phát triển kinh tế và khoa học, khoa học địa chất đã phát triển rất nhanh chóng và toàn diện. Ngành địa chất công trình tuy còn rất non trẻ nhưng với tốc độ phát triển nhanh đã tham gia giải quyết những nhiệm vụ nặng nề và phức tạp của đất nước. Chúng ta đã thành công trong việc khai thác các mỏ sâu, đã khôi phục và mở rộng hệ thống đường giao thông, nhiều cầu lớn như cầu Thăng Long, cầu Tân Đệ qua sông Hồng, cầu Mỹ Thuận qua sông Tiền và nhiều cầu lớn khác, nhiều toà nhà cao tầng, nhiều tuyến đường xuyên núi bằng đường hầm... Chúng ta đã hoàn thành xử lý nền nhà máy xi măng Bỉm Sơn và Hoàng Thạch trên đá karst và bùn. Chúng ta đã xây dựng xong công trình thuỷ điện Thác Bà, Hoà Bình, Trị An, Yali và nhiều công trình khác. Với tốc độ tiến triển vũ bão của khoa học kỹ thuật, vượt qua muôn vàn khó khăn chúng ta sẽ đạt nhiều kết quả trong những năm tới trên lĩnh vực địa chất công trình.

§3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Như trên đã nói, đối tượng nghiên cứu của địa chất công trình rất đa dạng và phức tạp vì thế phương pháp nghiên cứu cũng muôn vẻ. Khi nghiên cứu địa chất công trình người ta thường sử dụng tổng hợp ba loại phương pháp chủ yếu sau đây :

3.1. Các phương pháp địa chất học

Đây là các phương pháp quan trọng nhất để nghiên cứu. Nội dung chủ yếu là tìm hiểu sự phát triển các hiện tượng địa chất trong quá khứ có liên quan đến sự tạo thành các dạng địa hình, tính chất của đất đá và quy luật phân bố sắp xếp của nó ở trong khu vực. Từ đó đánh giá điều kiện địa chất của khu vực, dự đoán các hiện tượng địa chất sẽ xảy ra.

Để làm tốt việc đó phải thực hiện các công trình khai đào, khoan sâu vào các tầng đất đá, thu thập các tài liệu về sự phân bố, sắp xếp đất đá, thu thập các hoá thạch bằng các hành trình địa chất cắt qua khu vực. Trong đa số trường hợp phải tiến hành thí nghiệm trong phòng hay ngoài trời, xác định các đặc trưng vật lý, cơ học của đất đá, thu thập tài liệu địa chất bằng phương pháp địa vật lý như địa chấn, trọng lực, từ... Phương pháp khảo sát địa chất là phương pháp cho kết quả sát thực tế nhất và là phương pháp đầu tiên để tiến hành nghiên cứu cho khu vực.

3.2. Các phương pháp tính toán lý thuyết

Cơ sở của các phương pháp này là thiết lập các mối tương quan thể hiện bản chất vật lý của các hiện tượng địa chất, các đặc trưng vật lý, cơ học của các đất đá. Nhờ đó, từ các đặc trưng đã biết sẽ tính toán tìm ra các đặc trưng chưa biết một cách nhanh chóng, không cần phải xác định bằng các phương pháp thí nghiệm hay quan sát thực địa phức tạp, mà trong nhiều trường hợp, phương pháp địa chất hay thí nghiệm cũng không thực hiện được, như tính lún, tính ổn định của nền, tính lượng nước chảy đến hố móng, tốc độ phá hoại bờ...

3.3. Các phương pháp thí nghiệm mô hình và tương tự địa chất

Phương pháp thí nghiệm mô hình dựa vào sự tương tự giữa các trường vật lý khác nhau như : trường chuyển động của nước dưới đất với trường dẫn điện, trường chịu lực của nền đất đá với trường chịu lực của môi trường đàn hồi... mà ta có thể thay thế môi trường địa chất của khu vực bằng môi trường vật lý có điều kiện tương tự nhưng đơn giản hơn, kích thước nhỏ hơn để nghiên cứu.

Phương pháp thí nghiệm mô hình giúp cho ta nghiên cứu được các hiện tượng địa chất sẽ xảy ra ở nền công trình khi thi công, khi khai thác sử dụng, dưới các tác động của môi trường (tải trọng công trình, áp lực nước...), giải được các bài toán trong điều kiện biên phức tạp...

Phương pháp tương tự địa chất là phương pháp có tính chất kinh nghiệm dựa trên nguyên lý : đất đá được hình thành trong cùng điều kiện, trải qua các quá trình địa chất như nhau thì có các đặc trưng vật lý, cơ học... tương tự nhau. Vì vậy có thể sử dụng tài liệu địa chất của khu vực đã được nghiên cứu đầy đủ cho khu vực có điều kiện địa chất tương tự. Từ đó giảm bớt khối lượng khảo sát địa chất cho vùng dự định xây dựng; công trình được thiết kế, thi công nhanh hơn. Phương pháp này thường nên áp dụng ở giai đoạn quy hoạch, thiết kế sơ bộ, nhưng giới hạn áp dụng, kết quả thu được còn tùy thuộc vào khả năng, kinh nghiệm của người cán bộ và thực tế địa chất của vùng.

Việc phân ra các loại phương pháp trên đây là để tiện xem xét, còn trong thực tế cần gắn bó chặt chẽ các loại phương pháp trên khi nghiên cứu địa chất công trình.

§1. VỎ QUẢ ĐẤT VÀ CÁC HIỆN TƯỢNG ĐỊA CHẤT DIỄN RA TRONG NÓ

1.1. Khái niệm về vỏ quả đất

Các tài liệu từ vệ tinh nhân tạo đã chứng minh rằng quả đất có hình cầu, ở xích đạo phình ra, hai cực hơi dẹt đi vì tốc độ quay quanh trục bắc - nam khá lớn. Hiện tại ở xích đạo tốc độ đạt tới 1670km/h. Bề mặt quả đất lồi lõm bất thường. Nơi lồi nhất là dãy Himalaya với ngọn Chômólungma cao 8.890m. Nơi lõm nhất là hố đại dương Marian sâu trên 11.000km. Sự chênh lệch khoảng 20km ấy so với bán kính trung bình của quả đất là 6.366km chỉ chiếm 0,3%. Da mặt của quả cam còn lồi lõm hơn nhiều.

Quả đất được chia ra các quyển đồng tâm. Quyển ngoài cùng gọi là quyển đất đá hay vỏ quả đất, có bề dày 5 ÷ 70km, trung bình 35km. Dưới đó là quyển manti phân bố đến độ sâu 2.900km. Tài liệu địa chấn cho biết manti ở thể “đặc lỏng”, vật chất có thể phần lớn ở dạng các hợp chất oxít silic, oxít mangan và oxít sắt. Manti được phân ra manti trên và manti dưới.

Manti trên ở độ sâu 60 ÷ 800km do lượng nguyên tố phóng xạ phân huỷ lớn chính là nguồn nhiệt bên trong của vỏ quả đất - nguyên nhân phát sinh ra động đất, hoạt động núi lửa, các chuyển động kiến tạo của vỏ quả đất.

Manti dưới ở độ sâu 800 ÷ 2.900km. Do ở đây có nhiệt độ cao 2.800 ÷ 3.800°C, và áp lực lớn (100.000 ÷ 1.300.000at) nên vật chất ở trạng thái nén chặt. Manti dưới chính là vùng yên tĩnh của quả đất, các biến động trong nó cơ bản không ảnh hưởng đến các hiện tượng địa chất diễn ra ở vỏ quả đất. Manti dưới chiếm 50,8% thể tích và 43% khối lượng quả đất.

Dưới manti là nhân quả đất (dưới 2.900km), chiếm khoảng 16,5% thể tích của vỏ quả đất, vật chất ở thể đặc dẻo. Ở phần dưới (dưới 5.100km) nhân quả đất ở thể rắn. Nhiều người cho rằng nhân quả đất thành tạo chủ yếu bởi các hợp chất của sắt và niken. Nhưng những tài liệu nhận được gần đây đã phủ nhận giả thiết này, bởi vì trong điều kiện áp suất cao (từ 1,5 triệu at ở phần trên đến 3,5 triệu at ở trung tâm), nhiệt độ cao (khoảng 4.000°C), các lớp điện tử của nguyên tử bị phá huỷ. Do mất lớp điện tử, các nguyên tử xích lại gần nhau, vật chất tựa như bị kim hoá, trở nên rất chặt và bão hoà các điện tử tự do. Người ta cho rằng từ trường của quả đất là kết quả của các cơn lốc dạng vòng của các điện tử tự do ở nhân quả đất.

Theo kết quả phân tích hoá học một số lượng lớn mẫu đất đá của A.E. Fexman thì vỏ quả đất được cấu tạo chủ yếu bởi oxy, silic, nhôm... Vì vậy còn gọi là vỏ "SiAl". Thành phần hoá học của quả đất (theo V.V.Belousov) và vỏ quả đất(theo A.E.Fexman) được trình bày trong *bảng 1-1*.

Bảng I-1. Bảng hàm lượng các nguyên tố chủ yếu tạo nên quả đất và vỏ quả đất

Các nguyên tố	Fe	O	Si	Mg	Al	Ca	Ni	Na	K	S
Tạo nên quả đất (theo V.V. Belousov)	36,9	29,3	14,9	6,7	3,0	2,9	2,9	0,9	0,3	0,7
Tạo nên vỏ quả đất tới 7km (theo A.E. Fexman)	4,2	49,2	26	2,4	7,5	3,3	2,4	2,4	2,4	1,5

Ở quyển đất đá thì chủ yếu là đá macma rồi đến đá biến chất, đá trầm tích chiếm tỷ lệ thấp nhất nhưng lại bao phủ phần trên mặt với diện tích lớn nhất, do đó là đá phổ biến nhất trong xây dựng công trình.

Quyển nước bao gồm các biển, đại dương, các sông hồ và toàn bộ nước trong các lỗ rỗng và khe nứt của đất đá - nước dưới đất. Nước dưới đất có nhiệt độ từ nhỏ hơn 0°C đến hơn 100°C, nó thường là một dung dịch hoá học khá phức tạp. Nước chuyển động, biến đổi không ngừng và luôn luôn tác động đến đất đá dưới nhiều hình thức.

Quyển khí dày chừng 500km, về đại thể có thể thấy 3 tầng khác nhau. Tầng giữa và tầng ion ở phía trên không có ảnh hưởng trực tiếp tới đất đá. Tầng dưới cùng thì rất quan trọng trong địa chất công trình, trong nhiều trường hợp nó là nhân tố chủ yếu tác động đến đất đá và công trình.

Do sự vận động, sự phân bố và thuộc tính của vật chất mà trong quả đất nói chung, vỏ quả đất nói riêng, hình thành các trường vật lý cơ bản như trường trọng lực, trường từ... Nếu trong các quyển, vật chất phân bố đồng đều thì lực trọng trường trên bề mặt quả đất sẽ tăng dần từ xích đạo về cực. Những nơi vỏ quả đất có cấu tạo khác thường sẽ sinh ra trọng lực bất thường, phản ánh gián tiếp tình hình phân bố vật chất ở phần vỏ. Trọng lực sẽ giảm nhỏ ở nơi phân bố đá trầm tích trẻ có độ rỗng lớn, các đá chứa khí và dầu. Ở nơi phân bố quặng nhất là quặng sắt, trọng lực sẽ tăng.

Quả đất là một khối từ khổng lồ với vị trí cực địa từ thay đổi chậm chạp theo thời gian. Hiện tại cực địa từ gần trùng với cực địa lý. Ở những vùng phân bố đá hay quặng từ tính cao sẽ hình thành từ tính bất thường. Những nơi từ tính mạnh thường có tồn tại các mỏ sắt từ.

Trường nhiệt của quả đất hiện còn có nhiều điều chưa rõ rệt; về đại thể có hai nguồn nhiệt là ngoại nhiệt và nội nhiệt. Ngoại nhiệt sinh ra chủ yếu do ánh sáng mặt trời hun nóng phần bên trên vỏ quả đất. Nó thay đổi theo thời gian và không gian; đó cũng là lý do sinh ra các mùa và các đới khí hậu. Ảnh hưởng của nhiệt mặt trời không sâu lắm, có lẽ độ vài chục mét. Sâu hơn nữa là nguồn nội nhiệt, sinh ra do các phản ứng hoá học, hạt nhân... Nhiệt độ dao động theo ngày, theo mùa chỉ xảy ra ở trên đới thường ôn. Xuong sâu hơn nữa nhiệt độ ít dao động và tăng dần theo độ sâu (*hình I-1*).

Ở đới thường ôn, nhiệt độ xấp xỉ nhiệt độ bình quân năm của vùng trên mặt đất. Hệ số tăng nhiệt độ theo chiều sâu là cấp địa nhiệt của vùng. Thông thường, cấp địa nhiệt