

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐÔ THỊ
College of Urban Works Construction



BÀI GIẢNG
**ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH
& ĐỊA CHẤT THỦY VĂN**
(TRUNG CẤP CHUYÊN NGHIỆP)

HÀ NỘI, 8- 2011

BÀI GIẢNG

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

& ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

(TRUNG CẤP CHUYÊN NGHIỆP)



BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG
CÔNG TRÌNH ĐÔ THỊ

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc
-----o0o-----
Hà Nội, ngàytháng 08 năm 2011

MỞ ĐẦU

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

Trong những năm cuối thế kỷ XX sự phát triển nhanh, mạnh không ngừng của nền kinh tế quốc dân càng ngày càng công tác điều tra địa chất công trình và địa chất thủy công trình ngày càng được coi trọng trong xây dựng, cấp thoát nước và bảo vệ môi trường. Việc nghiên cứu đánh giá điều kiện địa chất công trình và điều kiện địa chất thủy văn công trình không những cho phép lựa chọn phương án kinh tế kỹ thuật tối ưu, đảm bảo sự bền vững và khai thác công trình, nguồn tài nguyên đất đá, nước dưới đất một cách hiệu quả mà còn tạo tiền đề thuộc về sinh thái địa chất, địa chất thủy văn và bảo vệ môi trường thiên nhiên.

MỤC ĐÍCH, YÊU CẦU VÀ NỘI DUNG MÔN HỌC

1. Mục đích:

+ Địa chất công trình nghiên cứu đất đá phần trên vỏ quả đất, thành phần, tích chất cơ lý của chúng và các quá trình địa chất động lực



+ Địa chất thủy văn công trình nghiên cứu nguồn gốc, thành phần, tính chất, quy luật vận động, điều kiện hình thành, tàng trữ và phân bố nước trong phần trên của vỏ quả đất, tác dụng qua lại giữa nước dưới đất với môi trường đất đá, với các hiện tượng, quá trình địa chất.

2. Nội dung môn học:

Nội dung của Địa chất công trình nghiên cứu những vấn đề cơ bản sau :

+ Nghiên cứu đất đá làm nền thiên nhiên, môi trường và vật liệu xây dựng cho các công trình

+ Nghiên cứu các hoạt động địa chất hiện đại (hiện tượng trượt đất, đất chảy, xói mòn, cactơ, phong hóa...) , tìm hiểu nguyên nhân phát sinh và điều kiện phát triển để đề ra biện pháp xử lý trong khi xây dựng, sử dụng và khai thác công trình.

+ Nghiên cứu nước dưới đất để khắc phục các khó khăn do nước gây ra trong khi thiết kế và thi công các công trình

+ Nghiên cứu các phương pháp khảo sát ĐCCT.

+ Nghiên cứu địa chất công trình xây dựng để lập quy hoạch các khu vực xây dựng các công trình khác nhau như dân dụng công nghiệp, cầu đường, các công trình thủy lợi...

3. Các phương pháp nghiên cứu địa chất công trình:

Mỗi môn học được phân biệt không những bởi đối tượng nghiên cứu mà còn bởi các phương pháp mà môn học đó sử dụng để thực hiện nhiệm vụ của nó đã đặt ra. Khi nghiên cứu ĐCCT người ta thường sử dụng tổng hợp 3 loại phương pháp chủ yếu sau đây :

3.1. Phương pháp địa chất học

+ Đây là phương pháp quan trọng nhất và cho kết quả sát thực nhất trong việc nghiên cứu ĐCCT

+ Tìm hiểu sự phát triển các hiện tượng địa chất trong quá khứ có liên quan đến sự thành tạo các dạng địa hình, tính chất của đất đá và quy luật phân bố sắp xếp của nó ở trong khu vực. Từ đó có thể đánh giá đúng đắn những điều kiện địa chất của khu vực xây dựng công trình và dự báo sự thay đổi những điều kiện đó dưới tác dụng của công trình, địa chất công trình

+ Khi thực hiện pp này ngoài việc phải thực hiện các công tác khoan đào vào các tầng đá để thu thập các tài liệu về các điều kiện địa chất mà còn phải tiến hành thí nghiệm trong phòng và ngoài trời để xác định các đặc trưng cơ lý của đất đá.

3.2. Phương pháp tính toán lý thuyết

+ Lập các phương trình toán học để thể hiện bản chất vật lý của các hiện tượng địa chất, các đặc trưng vật lý, cơ học của đất đá.

+ Vì không phải lúc nào cũng có thể quan trắc hay dùng các phương pháp thực nghiệm để xác định bản chất vật lý – cơ học của đất đá ở những khu vực có địa hình phức tạp. Pp này có thể cho kết quả nhanh chóng và khá chính xác. Người ta thường dùng pp này để tính toán mức độ ổn định, độ lún của công trình, lượng nước chảy vào hố móng, mức độ ổn định của mái dốc, tốc độ tái tạo bờ ...

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

+ Được áp dụng trong trường hợp liên quan đến qui mô của công trình thiết kế hoặc tính chất phức tạp của điều kiện địa chất.

+ Pp thí nghiệm mô hình là lập mô hình trong phòng thí nghiệm hoặc ngoài trời dựa trên sự tương đồng giữa môi trường địa chất tự nhiên của khu vực xây dựng và môi trường vật lý có điều kiện tương tự. Pp này giúp ta nghiên cứu được chuẩn xác hơn các hiện tượng địa chất sẽ xảy ra trong quá trình thi công và khai thác ...

+ Pp tương tự địa chất là sử dụng các tài liệu địa chất của khu vực đã được nghiên cứu đầy đủ cho khu vực có điều kiện địa chất tương tự. Pp này 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.

Chương trình học gồm 4 phần:

- **Phần I: Đất đá XD;**
- **Phần II: Nước dưới đất;**
- **Phần III: Các quá trình hiện tượng ĐC;**
- **Phần IV: Các phương pháp KS ĐCCT & cải tạo đất đá.**

PHẦN I

ĐẤT ĐÁ XÂY DỰNG

CHƯƠNG I:

KHÁI NIỆM VỀ KHOÁNG VẬT VÀ ĐÁ

§1. KHOÁNG VẬT

1. Khái niệm:

– Khoáng vật là những hợp chất hóa học hoặc các nguyên tố tự sinh được hình thành trong quá trình lý- hóa xảy ra bên trong hay phía trên của vỏ trái đất (Một khoáng vật là một nguyên tố hay một hợp chất hóa học thông thường kết tinh và được tạo ra như là kết quả của các quá trình địa chất)

– Khoáng vật trong thiên nhiên có ở thể khí (khí H_2S , CO_2 ...), thể lỏng (nước, thủy ngân...), thể rắn (thạch anh, fenspat, mica...). Khoáng vật rắn hầu hết ở trạng thái kết tinh (tinh thể).

– Kích thước của khoáng vật có thể rất khác nhau. Có những khoáng vật có trọng lượng đến vài tấn (như fenspat, thạch anh) nhưng cũng có những khoáng vật chỉ là những hạt rất nhỏ mà mắt thường không thể nhìn thấy được

– Nhiều khoáng vật có những tên gọi khác nhau và những biến thể. Những biến thể này sinh ra do sự thay đổi màu sắc của khoáng vật hay thành phần của chúng. Hiện nay biết được có 2500 khoáng vật và trên 4000 biến thể của chúng. Trong đó có 450 khoáng vật thường gặp trong tự nhiên, chỉ có hơn 50 khoáng vật tham gia tạo đá. Các khoáng vật này gọi là khoáng vật tạo đá.

– Tùy thuộc vào vai trò của các nguyên tố cấu tạo nên khoáng vật ta có thể chia ra khoáng vật chính và khoáng vật phụ.

+ Khoáng vật chính đóng vai trò chủ yếu trong việc cấu tạo nên đất đá. Cường độ và tính chất của đất đá chủ yếu do cường độ và tính chất của loại khoáng vật này quyết định

+ Khoáng vật phụ chiếm hàm lượng nhỏ hơn (có một số khoáng vật là khoáng vật chính của đá này nhưng có khi là khoáng vật phụ của đá khác)

– Theo nguồn gốc hình thành, khoáng vật được chia ra khoáng vật nguyên sinh và khoáng vật thứ sinh.

+ Khoáng vật nguyên sinh : được thành tạo do sự nguội lạnh của magma hoặc do kết tủa từ dung dịch.

+ Khoáng vật thứ sinh : được thành tạo từ những khoáng vật khác (do phản ứng hóa học của nước với khoáng vật nguyên sinh, do tác dụng của áp suất, do nhiệt độ cao...)

– Theo mục đích xây dựng, khoáng vật được phân loại dựa trên các dạng liên kết hóa học của nó. Bởi vì đặc trưng cấu tạo tinh thể và bản chất mối liên kết hóa học giữa các nguyên tử quyết định nhiều tính chất vật lý và cơ học rất quan trọng.

2. Các quá trình thành tạo khoáng vật:

– Quá trình nội động lực: xảy ra trong vỏ trái đất bởi năng lượng bên trong của nó như hoạt động magma. Magma là những khối silicat nóng chảy có thành phần phức tạp phun trào từ những vùng sâu của vỏ trái đất. Khi magma nguội, nhiệt độ giảm tạo thành những khoáng vật khác nhau. Những khoáng vật (như fenspat, pirit, pyroxen, olivin,...) là thành phần chính của đá magma

– Quá trình ngoại động lực xảy ra trên bề mặt vỏ quả đất dưới tác dụng của năng lượng mặt trời như quá trình phong hoá đất đá, quá trình kết tủa các trầm tích hoá học từ dung dịch tự nhiên, quá trình hoạt động của sinh vật, ... Các khoáng vật này (như đolômit, manhezit, canxit,...) là thành phần chính của đá trầm tích

– Quá trình biến chất: xảy ra chủ yếu dưới tác dụng của áp suất lớn, nhiệt độ cao ở những độ sâu khác nhau trong vỏ trái đất. Dưới tác dụng của quá trình này khoáng vật có từ trước bị biến đổi để tạo ra những khoáng vật mới

Như vậy, khoáng vật có các nguồn gốc: magma, trầm tích, biến chất. Tuy nhiên, trong thực tế các quá trình thành tạo khoáng vật liên quan chặt chẽ với nhau và có những khoáng vật có quá trình thành tạo rất phức tạp.

3. Cấu trúc khoáng vật:

Cấu trúc tinh thể là sự sắp xếp trong không gian hình học có trật tự của các nguyên tử trong cấu trúc nội tại của khoáng vật. Trong thiên nhiên ngoài các khoáng vật ở

trạng thái rắn còn khoáng vật ở trạng thái lỏng (thủy ngân, nước, dầu hỏa, v.v...) và các khoáng vật ở trạng thái khí (cacbonic, sunfuahidro, v.v...)

– Các khoáng vật có thể có hình dạng rõ ràng gồm nhiều mặt, hay dạng hạt tinh thể hình dạng không rõ ràng. Các khoáng vật này được đặc trưng bằng cấu trúc kết tinh (tinh thể). Ngoài các khoáng vật cấu trúc kết tinh còn có các khoáng vật cấu trúc không định hình (như atfan,...)

+ KV kết tinh (tinh thể) được tạo bởi các ion, nguyên tử, phân tử sắp xếp theo quy luật sinh ra trong quá trình kết tinh (nguội lạnh, đông cứng)

+ Các KV không ở dạng tinh thể (kiến trúc thủy tinh) thì các ion, nguyên tử, phân tử sắp xếp lộn xộn không theo quy luật.

– Hình dáng nhiều mặt của khoáng vật rắn là do sự phân bố một cách có qui luật các phần tử của chúng: nguyên tử, ion, phân tử. Sự phân bố trong không gian của các phân tử này đặc trưng cho cấu trúc tinh thể của chúng.

– Trong khoáng vật các nguyên tử và ion sắp xếp một cách có qui luật để hình thành lên cấu trúc bên trong nhất định. Các nguyên tử hay ion kề nhau trong khung mạng tinh thể có mối liên kết hoá học với nhau.

– Có 2 kiểu liên kết đặc biệt quan trọng đối với các khoáng vật tạo đá:

+ Liên kết ion được hình thành khi một nguyên tử nhường cho một nguyên tử của nguyên tố khác một hoặc nhiều điện tử. Các KV nhóm này có đặc điểm là độ bền giảm nhanh và có tính hoà tan khi gặp nước, các loại đất đá chứa chúng dễ bị biến đổi, phong hoá Castơ,..Kiểu liên kết này thường gặp ở các nhóm: halogen, cacbonat, sunfat, sunfua. Ví dụ: NaCl: Na cho 1e thành Na^{+1} và Cl nhận 1e thành Cl^{-1} kết hợp lại.

+ Liên kết đồng hóa trị: là liên kết giữ các nguyên tử không có khả năng nhường hoặc lấy điện tử, trong đó một số điện tử trở thành của chung giữa các nguyên tử để hoàn chỉnh vỏ bọc ngoài. Các KV có liên kết kiểu này điển hình là lớp Silicat.

– Cấu trúc tinh thể có ảnh hưởng lớn tới các tính chất vật lý của Khoáng vật. Ví dụ, mặc dù kim cương và than chì (graphit) đều có cùng thành phần (cả hai đều là cacbon tinh khiết) nhưng graphit thì rất mềm còn kim cương thì lại là rắn nhất trong số các Khoáng vật đã biết. Có điều này là do các nguyên tử cacbon trong than chì được sắp xếp thành các tấm có thể dễ dàng trượt trên nhau trong khi các nguyên tử cacbon trong kim cương lại tạo ra một lưới ba chiều cài chặt vào nhau.

4. Thành phần hóa học của khoáng vật:

– Thành phần hóa học và cấu trúc tinh thể hợp lại với nhau để xác định Khoáng vật. Trên thực tế, hai hay nhiều Khoáng vật có thể có cùng một thành phần hóa học, nhưng khác nhau về cấu trúc kết tinh (chúng được gọi là các chất đa hình). Ví dụ, pyrit và marcasit đều có thành phần hóa học là sulfua sắt, nhưng sự sắp xếp các nguyên tử bên trong của chúng là khác nhau. Tương tự, một vài Khoáng vật lại có các thành phần hóa học khác nhau, nhưng có cùng một cấu trúc tinh thể: ví dụ, halit (hình thành từ natri và clo), galena (hình thành từ chì và lưu huỳnh) cùng pericla (hình thành từ magiê và ôxy) đều có cùng cấu trúc tinh thể dạng lập phương

– Thành phần hóa học các khoáng vật kết tinh được biểu diễn bằng công thức cấu tạo. Các công thức này cho thấy sự tương quan định lượng giữa các nguyên tố và đặc tính liên kết giữa chúng trong các lưới kiến trúc tinh thể, ví dụ như công thức cấu tạo của khoáng vật caolinit $Al_2 \{Si_4O_{10}\}(OH)_8$. Công thức hóa học của các khoáng vật không định hình phản ánh mối quan hệ định lượng giữa các nguyên tố cấu tạo nên các khoáng vật đó.

– Trong thành phần nhiều khoáng vật có chứa nước dưới dạng phân tử, các phân tử nước không tham gia vào cấu trúc mạng tinh thể. Nước liên kết hoá học dưới dạng $(OH)^-$ tham gia vào cấu trúc mạng tinh thể.

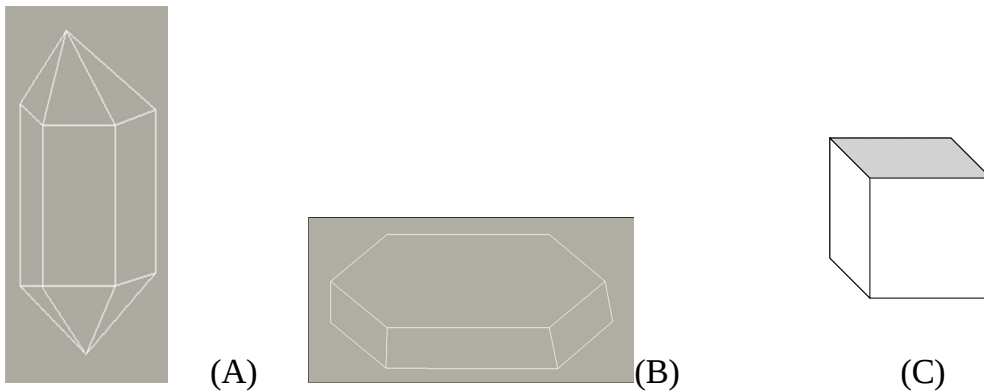
5. Tính chất lý học của khoáng vật:

Mỗi một khoáng vật có tính chất lý học nhất định. Tính chất lý học của khoáng vật có ý nghĩa thực tiễn rất lớn và rất quan trọng để nhận ra chúng. Các tính chất lý học bao gồm: Hình dáng, các đặc tính quang học, độ cứng, tính cắt khai, tỷ trọng

– Hình dáng bên ngoài của khoáng vật rất khác nhau. Trong tự nhiên phụ thuộc vào điều kiện thành tạo, các khoáng vật thường không có hình dạng thường quy.



Trong khi đó các tinh thể khoáng vật có thể có các dạng khác nhau: một phương, hai phương, ba phương.



– Màu của khoáng vật chủ yếu do thành phần hóa học và các tạp chất trong nó quyết định. Ví dụ như thạch anh tinh khiết không màu, thạch anh có chứa tạp chất có thể có màu trắng, xám, vàng, tím, đen. *(Khi quan sát màu khoáng vật cần chú ý đến điều kiện ánh sáng, trạng thái của khoáng vật-Tuy nhiên, dấu hiệu đáng tin cậy hơn nhận biết màu của khoáng vật là màu của bột khoáng vật. Chỉ cần vạch một khoáng vật trên một tấm sứ nhám, chúng sẽ để lại một vết dài có màu đặc trưng cho bột khoáng vật ấy).*

– Độ trong suốt của khoáng vật là khả năng của vật thể khi cho ánh sáng đi xuyên qua. Theo độ trong suốt có thể chia làm 3 nhóm khoáng vật. Trong suốt (thạch anh, muscovit,...), nửa trong suốt (thạch cao, khanxedon,...), không trong suốt (pirit, than chì...)

– Ánh khoáng vật -Khi ánh sáng chiếu vào môi trường khác nhau sẽ bị khúc xạ, thay đổi tốc độ và tiêu hao năng lượng. Một phần ánh sáng chiếu lên khoáng vật sẽ bị phản xạ trở lại trên mặt khoáng vật để tạo thành ánh của khoáng vật. Các loại ánh đặc trưng của khoáng vật: ánh thủy tinh, ánh tơ, ánh xà cừ, ánh mỡ(ánh phim), ánh kim loại.

– Độ cứng là khả năng chống lại tác dụng cơ học bên ngoài lên bề mặt của khoáng vật. Tính chất này có liên quan đến kiến trúc và sự liên kết giữa các chất điểm của khoáng vật. Sự liên kết này càng chắc thì độ cứng càng cao. Độ cứng tương đối của khoáng vật được xác định bằng cách so sánh độ cứng với độ cứng các khoáng vật trong bảng độ cứng tương đối Mohs gồm 10 cấp độ, sắp xếp theo

chiều tăng độ cứng, mỗi cấp độ được đại diện bằng một khoáng vật phổ biến. Độ cứng tuyệt đối của khoáng vật được xác định bằng máy.

Bảng 1.1. Thang độ cứng của khoáng vật

Khoáng vật	Độ cứng Mohs	Độ cứng tuyệt đối, Mpa	Khoáng vật	Độ cứng Mohs	Độ cứng tuyệt đối, Mpa
Tank ($Mg_3(Si_4O_{10})$)	1	24	Octoclaz ($K(AlSi_3O_8)$)	6	7967
Thạch cao ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	2	360	Thạch anh (SiO_2)	7	11200
Canxit ($CaCO_3$)	3	1090	Topaz $Al_2(SiO_4)(OH)_2$	8	14270
Fluorit (CaF_2)	4	1890	Corindon (Al_2O_3)	9	20600
Apatit ($Ca_5(PO_4)_3(F,Cl)$)	5	5360	Kim cương C	10	100600

- Tính cát khai (dễ tách) của khoáng vật là khả năng bị tách ra của các hạt tinh thể hay hạt kết tinh theo các hướng nhất định và tạo ra các mặt nhất định khi có tác dụng của ngoại lực. Tính chấp này phụ thuộc vào cấu trúc bên trong của tinh thể và rất khác nhau. Ví dụ như mi ca dễ dàng tách ra thành phiến mỏng nhưng limônit lại hoàn toàn không có cát khai.

- + Cát khai rất hoàn toàn : tinh thể có khả năng tách ra rất dễ dàng bằng tay
- + Cát khai hoàn toàn : dùng các loại vật dụng (như búa ...) tác dụng vào tinh thể và nó sẽ vỡ ra theo các mặt tách tương đối bằng phẳng
- + Cát khai trung bình : trên những mặt vỡ của tinh thể, vừa thấy các mặt tách tương đối hoàn chỉnh, vừa thấy vết vỡ không bằng phẳng theo các phương khác nhau
- + Cát khai không hoàn toàn : tinh thể khó tách ra, thường thấy các vết vỡ không có quy tắc

- Khối lượng riêng: rất khác nhau, dao động trong khoảng từ 0,6÷ 18-19g/cm³, phổ biến nhất là 2,5÷ 3g/cm³.

Bảng 1.2. Tỷ trọng một số khoáng vật quan trọng nhất của đất đá (theo E.S Lasera và H.Berman)

Khoáng vật	Tỷ trọng (g/cm ³)	Khoáng vật	Tỷ trọng (g/cm ³)
Thạch cao	2.32	Đolomit	2.87
Octoclaz	2.56	Aragonit	2.94

Caolinit	2.60	Biotit	3.15
Monmorilnit	2.73	Angit	3.30
Ilit	2.80	Hoblen	3.35
Thạch anh	2.66	Limonit	3.80
Canxit	2.72	Mahetit	5.17
Tauk	2.70	Hematit	5.20
Muscovit	2.85	Hematit chứa nước	4.30

- Ngoài ra còn tính chất: từ tính, điện tính, tính phóng xạ,...

§2. PHÂN LOẠI VÀ ĐẶC TÍNH MỘT SỐ LỚP KHOÁNG VẬT CHỦ YẾU

1. Phân loại:

a) Phân loại khoáng vật theo kiểu liên kết hóa học:

- Các liên kết thường gặp trong chất kết tinh
 - + Liên kết cộng hóa trị
 - + Liên kết ion
 - + Liên kết Hydro
 - + Liên kết Vandecvan

b) Phân loại khoáng vật theo thành phần hóa học :

- Thành phần của hầu hết các khoáng vật tạo đá phổ biến được giới hạn bởi sự phong phú của các nguyên tố trong vỏ trái đất

– Thực tế chỉ có 8 nguyên tố cấu tạo nên khoảng 98% trọng lượng của vỏ trái đất. Lượng chứa các nguyên tố trong vỏ trái đất như sau : Oxy (O)_46,6%; Silic (Si)_ 27,27%; Nhôm(Al)_8,13%; Sắt (Fe)_5%; Canxi (Ca)_3,63%; Natri (Na)_2,83%; Kali (K)_2,59%; Manhê(Mg)_2,09%. Các khoáng vật là thành viên của nhóm được đặc trưng bởi những kết hợp của các nguyên tố trên.

- Khoáng vật được phân loại thành các lớp và các lớp này được phân nhỏ thành các nhóm dựa vào cấu trúc bên trong của nó. Gồm 10 lớp như sau

- 1) Lớp nguyên tố tự sinh : Cu, Au ...
- 2) Oxit: Fe₃O₄, SiO₂...

- 3) Hydroxit : FeOH ...
- 4) Cacbonat: CaCO_3 , Dolomit($\text{Ca,Mg}[\text{CO}_3]_2$)...
- 5) Sunfat (muối của axit sunfuric) : thạch cao $\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$...
- 6) Sunfua (hợp chất của lưu huỳnh) : pirit sắt FeS_2 ...
- 7) Halogenua (muối của các axit halogenhidric): halit NaCl ...
- 8) Photphat (muối của axit phosphoric) : photphat CaP_2O_5 ...
- 9) Silicat (muối của axit silicic) : octocla $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]_9$.
- 10) Hợp chất hữu cơ : metan CH_4 ...

2. Đặc tính một số lớp khoáng vật

Sau đây là mô tả một số khoáng vật tạo đá chủ yếu :

a) **Lớp Silicat:** Đây là lớp khoáng vật quan trọng, có số lượng lớn nhất khoảng 800 khoáng vật và phổ biến trong tự nhiên chiếm khoảng 75% vỏ quả đất, là khoáng vật tạo đá macma, đá biến chất trao đổi và cả đá trầm tích. Theo thành phần và cấu trúc lớp silicat chia ra các nhóm: fenspat, piroxen, amphibol, mica, olvin, tank, clorit, các khoáng vật sét. Thành phần tất cả các nhóm khoáng vật này đều là silicat nhôm.




Thạch anh.

b) **Lớp Cacbonat:** gồm 80 khoáng vật, phổ biến là các khoáng vật canxit (CaCO_3), mangetit (MgCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$). Nguồn gốc của chúng chủ yếu là ngoại động lực và có liên quan với các dung dịch nước. Khi tiếp xúc với nước chúng giảm bớt độ bền cơ học và cùng với các tác nhân khác nước làm cho chúng hoà tan, rửa lũa.

c) **Lớp ôxit và hydrôxit:** Hai lớp này có khoảng 200 khoáng vật, chiếm khoảng 17% khối lượng vỏ quả đất. Nhiều nhất là thạch anh (SiO_2); opax $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; limonit $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

d) **Lớp sunfat:** Lớp có đến 260 khoáng vật, nguồn gốc thành tạo liên quan với các dung dịch nước. Các khoáng vật sunfat đặc trưng bởi độ cứng không lớn, màu sáng, hoà tan tương đối tốt trong nước. Phổ biến nhất là thạch cao $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ và anhydrit CaSO_4 . Khi tiếp xúc với nước anhydrit hút nước biến thành thạch cao và có thể tăng thể tích đến 33%.

e) **Lớp sunfua:** gồm khoảng 200 khoáng vật, tiêu biểu là pirit (FeS_2). Các sunfua trong đới phong bị phá huỷ dễ dàng vì vậy các VLXD chứa chúng thường có chất lượng kém.

f) **Lớp halogen:** Lớp có khoảng 100 khoáng vật, nguồn gốc liên quan với dung dịch nước. Phổ biến nhất là Halit (NaCl), khoáng vật lớp này dễ hoà tan trong nước.



Halit.

Khoáng vật các lớp photphat, vonfram, các nguyên tố tự sinh gặp tương đối ít trong tự nhiên.

Bảng 1.3. Các lớp khoáng vật tiêu biểu

TT	Tên lớp	Các nhóm KV chính	Số lượng	TP chính của đất đá	Tính chất đặc trưng
1	Silicat	Fenspat, amphibon, piroxen, mica, olivin, tank, clorit, sét...	R800	Đá macma, biết chất, trầm tích sét	Độ cứng 1÷ 6,5 không có tính hòa tan
2	Cacbonat	Canxit, đolomit, magnetit,...	R80	Đá vôi, đolomit	Độ cứng 3÷ 4 có tính hòa tan
3	Oxyt + Hydroxit	Thạch anh, opax, limonit,...	R200	Đá macma, biến chất, đất đá trầm tích	Độ cứng 1÷ 7 không có tính hòa tan

4	Sunfat	Thạch cao, anhydrit,...	R260	Thạch cao, anhydrit	Độ cứng 2÷ 3,5 dễ kết hợp với nước
5	Sunfua	Pirit,...	R200	Quặng pirit	Độ cứng 6÷ 6,5 dễ bị oxy hóa
6	Halogen	Halit,...	R100	Muối mỏ	Mềm, dễ hòa tan

§3. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐÁT ĐÁ

1. Khái niệm về đất đá:

Đất đá là tổ hợp có quy luật của các loại khoáng vật có chất lượng, cấu trúc, tính chất lý học và điều kiện thành tạo nhất định. (Đá là sản phẩm của tác dụng địa chất, là tập hợp có quy luật của một hoặc nhiều loại khoáng vật hoặc các vụn đá kết lại với nhau tạo thành một thể địa chất độc lập và là bộ phận chủ yếu cấu tạo nên vỏ trái đất).

Đá là thể địa chất có liên kết rắn chắc, các thành phần của đá được liên kết với nhau bằng mối liên kết bền-liên kết hóa học. Đó là liên kết đồng hóa trị, liên kết ion, có biến dạng dòn, biến dạng đàn hồi lớn: đá macma, trầm tích, biến chất.

Đất là thể địa chất có liên kết rời rạc hoặc mềm dính, các thành phần của đất được liên kết với nhau bằng mối liên kết vật lý (liên kết phân tử, mao dẫn, từ tính, ion- tĩnh điện) liên kết này không được bền vững, yếu và kém chặt hơn rất nhiều so với liên kết hóa học, độ bền chống cắt thấp, biến dạng nhiều so với đá.

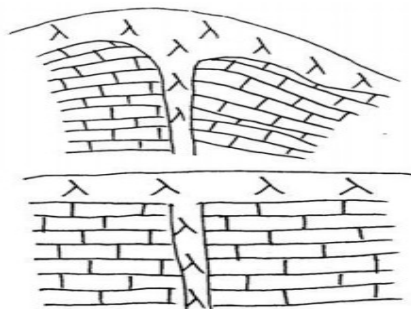
Phân biệt khoáng vật và đá: Khoáng vật là chất rắn kết tinh nguồn gốc tự nhiên với thành phần hóa học xác định, trong khi đá là tổ hợp của một hay nhiều khoáng vật. Trong đá có thể có cả các phần còn lại của các chất hữu cơ cũng như các dạng á khoáng vật. Một số loại đá chủ yếu bao gồm chỉ một loại khoáng vật. Ví dụ, đá vôi là một dạng đá trầm tích bao gồm gần như toàn bộ là khoáng vật canxit. Các loại đá khác có thể bao gồm nhiều khoáng vật và các loại khoáng vật cụ thể trong một loại đá nào đó có thể khác nhau rất nhiều. Một số khoáng vật, như thạch anh, mica hay fenspat là phổ biến, trong khi các khoáng vật khác có khi chỉ tìm thấy ở một vài khu vực nhất định. Phần lớn các loại đá của lớp vỏ Trái Đất được

tạo ra từ thạch anh, fenspat, mica, clorit, cao lanh, canxit, epidot, olivin, ogit, hocblen, manhêtit, hematit, limonit và một vài khoáng vật khác. Trên một nửa các loại khoáng vật đã biết là hiếm đến mức chúng chỉ có thể tìm thấy ở dạng một nhúm mẫu vật, và nhiều trong số đó chỉ được biết tới từ 1 hay 2 hạt nhỏ.

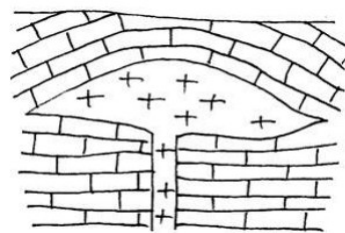
2. Nguồn gốc và điều kiện thành tạo của đất đá:

Trong thiên nhiên có gần 1000 đất đá khác nhau. Các loại đá được phân loại theo thành phần khoáng vật, nguồn gốc thành tạo. Theo nguồn gốc thành tạo có thể phân ra: macma, đá trầm tích và đá biến chất

a) **Đá macma** (*Magmatic rocks*): Đá magma được tạo thành do sự đông cứng của những khối hợp chất silicat nóng chảy ở điều kiện nhiệt độ và áp suất cao trong vỏ hoặc trên bề mặt Trái đất. Những khối silicat nóng chảy đó được gọi là Macma. Nếu sự nguội lạnh xảy ra dưới đất thì tạo đá macma xâm nhập. Nếu các dòng chảy trào lên mặt đất thì được gọi là dung nham, sau đó nguội lạnh trên mặt đất thì tạo đá macma phun trào.



Mác ma phun trào



Mác ma xâm nhập

b) **Đất đá trầm tích** (*sedimentary rocks*): Đá trầm tích hình thành do các tác dụng ngoại lực, phong hóa (phá hủy các đá có trước (magma, trầm tích hoặc biến chất), hoạt động của núi lửa, do từ vũ trụ rơi xuống, kết quả các quá trình hóa học, hoạt động của vi sinh vật...) bị lắng đọng tại chỗ hoặc bị di chuyển rồi lắng đọng lại liên kết vững chắc với nhau qua một quá trình biến đổi lâu dài dưới nhiệt độ, áp suất khác nhau mà hình thành một loại đá gọi là đá trầm tích. Đá trầm tích được chia ra: trầm tích cơ học, hóa học, hữu cơ và trầm tích hỗn hợp.

c) **Đá biến chất** (*metamorphic rocks*): Đá biến chất là do đá macma hay đá trầm tích dưới tác dụng của nhiệt độ cao, áp lực lớn hay do các phản ứng hóa học với magma... bị biến đổi mãnh liệt về thành phần và tính chất tạo thành.

Đá biến chất do các đá trước (magma, trầm tích hoặc biến chất) trong điều kiện tác dụng mới của nhiệt độ, áp suất và tác dụng của các dung dịch hoá học làm cho chúng thay đổi về thành phần, kiến trúc, cấu tạo để hình thành loại đá mới. Đá biến chất phân thành các loại đá chính: đá biến chất tiếp xúc, đá biến chất trao đổi (nhiệt dịch khí thành), biến chất động lực, biến chất khu vực (biến chất nhiệt động). Người ta còn phân biệt: đá đơn khoáng là đá hình thành chỉ có một khoáng vật, đá đa khoáng là đá hình thành với tập hợp nhiều loại khoáng vật.

3. Thành phần của đất đá:

Trong đất đá có nhiều thành phần vật chất ở những trạng thái khác nhau: rắn, lỏng, khí. Ngoài các khoáng vật vô cơ trong đất đá còn có thể có một lượng hữu cơ và sinh vật nhất định. Trạng thái, tính chất và chất lượng của đất đá phụ thuộc rất nhiều vào các thành phần vật chất này.

+ Thành phần vật chất cấu tạo nên pha rắn là các khoáng vật thường có cấu trúc tinh thể, thành phần rất đa dạng.

+ Pha lỏng trong đất đá là nước ở trạng thái: hơi, nước liên kết vật lý, nước liên kết hoá học, nước đá, nước trạng thái lỏng.

+ Pha khí: O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 , H_2S , H_2 ,...thường có nguồn gốc khí quyển, sinh vật và tạo nên những túi khí có khối lượng rất lớn, những mỏ khí.

+ Vật chất hữu cơ thường làm đất đá kém chất lượng, dễ bị phong hoá: than, than bùn. Các sinh vật hoạt động thường đẩy nhanh quá trình thay đổi trạng thái, thành phần và tính chất của đất đá. Đặc biệt các sinh vật có thể hoạt động cả ở môi trường ôxy hoá và môi trường khử đến độ sâu hàng ngàn mét

4. Kiến trúc của đất đá:

Kiến trúc của đất đá là khái niệm tổ hợp về các yếu tố như kích thước, hình dạng, tỷ lệ định lượng giữa các thành phần khoáng vật, mức độ kết tinh và dạng liên kết của chúng trong đất đá.

5. Cấu tạo của đất đá:

Cấu tạo của đất đá là tổ hợp các yếu tố về sự phân bố tương đối giữa các thành phần khoáng vật trong đất đá. Các kiểu cấu tạo thường gặp như: đặc sít, dải, xốp, phiến, v.v...

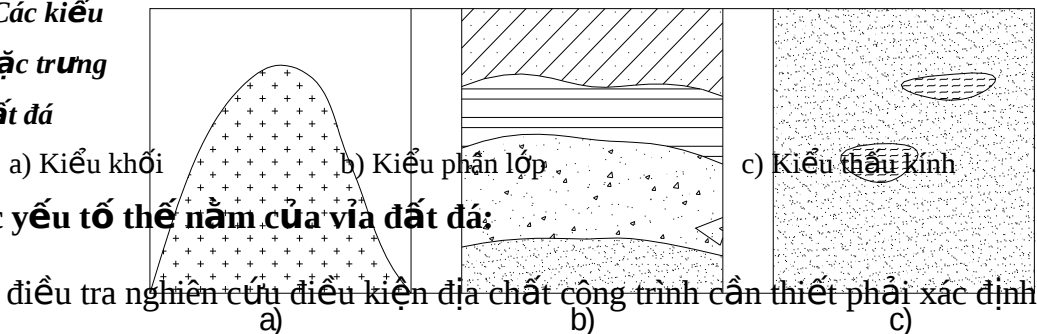
6. Thế nằm của đất đá:



a) Các kiểu thể nằm của đất đá:

Kiểu thể nằm của đất đá là hình dạng, kích thước, vị trí tương đối của chúng trong không gian và quan hệ tiếp xúc giữa các khối đá với môi trường xung quanh. Phụ thuộc vào điều kiện thành tạo và biến đổi của đất đá mà chúng có những kiểu thể nằm khác nhau, thể nằm của đất đá có thể bao gồm các kiểu khác nhau: khối, phân lớp, thấu kính

Hình 1.7. Các kiểu thể nằm đặc trưng của đất đá



b) Các yếu tố thể nằm của vỉa đất đá:

Khi điều tra nghiên cứu điều kiện địa chất công trình cần thiết phải xác định vị trí trong không gian của các vỉa đất đá. Để xác định các vỉa đá trong không gian phải biết yếu tố thể nằm của chúng: đường phương, góc phương vị đường phương, đường hướng dốc, góc đổ.

Đường phương của vỉa là đường cắt nhau giữa mặt phân vỉa đất đá với mặt phẳng nằm ngang.

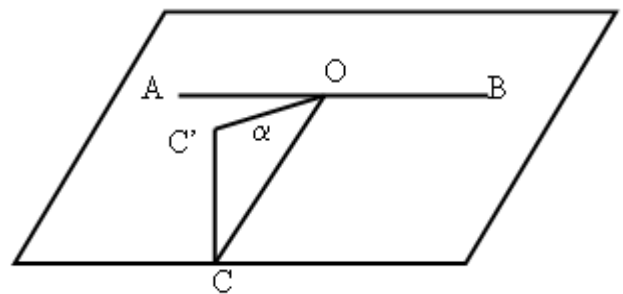
Góc phương vị đường phương là góc tạo bởi phía bắc đường kinh tuyến và đường phương. Góc phương vị đường phương có hai giá trị chênh lệch nhau 180°

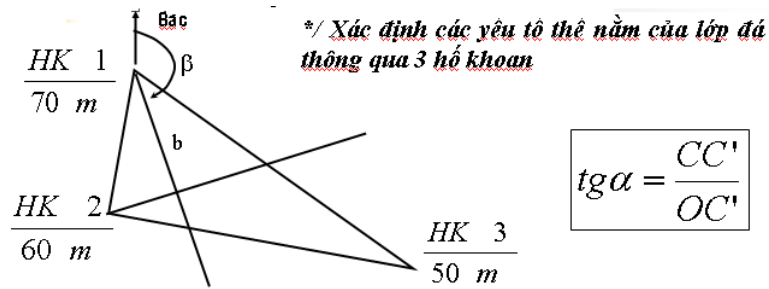
Đường hướng dốc là đường thẳng góc với đường phương về phía giảm cao độ của mái vỉa.

Góc phương vị đường hướng dốc là góc tạo bởi phía bắc đường kinh tuyến với hình chiếu của đường hướng dốc lên mặt phẳng nằm ngang.

Góc đổ hay góc dốc của vỉa là góc hợp bởi đường hướng dốc và hình chiếu của nó trên mặt phẳng nằm ngang.

- AB đường phương
- OC đường dốc
- OC' hướng dốc
- α - góc dốc lớp đá





§4. KHÁI NIỆM ĐỊA HÌNH - ĐỊA MẠO

1. Khái niệm

Khái niệm địa hình: Là hình dáng của mặt đất, là sản phẩm của các quá trình địa chất lâu dài và phức tạp. Địa hình chịu tác dụng tổng hợp của các quá trình địa chất (nội sinh và ngoại sinh) nên nó luôn luôn biến đổi theo thời gian.

Khái niệm địa mạo: là khoa học nghiên cứu về địa hình có xét đến nguồn gốc hình thành và xu thế phát triển của nó.

Độ cao tuyệt đối: là khoảng cách của điểm đang xét đến bề mặt thủy chuẩn (bề mặt Geoid)

Độ cao tương đối: là khoảng cách từ điểm đang xét tới một mặt phẳng ngang được chọn làm mốc.

2. Điều kiện địa hình địa mạo

Điều kiện địa hình địa mạo: Trong khảo sát địa chất phục vụ xây dựng công trình, hai yếu tố địa hình và địa mạo thường được kết hợp đồng thời, đi kèm với nhau, gọi là điều kiện địa hình địa mạo. Điều kiện này xét đến các đặc trưng của địa hình địa mạo liên quan đến xây dựng công trình.

Điều kiện địa hình địa mạo là điều kiện địa chất công trình tổng hợp, thường được xét đến ở giai đoạn đầu tiên trong công tác khảo sát địa chất công trình.

3. Phân loại địa hình

a. Theo nguồn gốc hình thành:

- Địa hình kiến tạo: hình thành do chuyển động kiến tạo của vỏ Trái đất, tạo nên địa hình cơ bản của mặt đất như: dãy núi, đồng bằng, đáy biển ...
- Địa hình xâm thực: hình thành do quá trình xâm thực - hoạt động bào mòn của nước, của gió.

- Địa hình tích tụ: hình thành do quá trình tích tụ, lắng đọng các vật liệu do nước, gió đem tới.

b. Theo độ cao:

- Địa hình dương: địa hình dạng lồi, bao quanh bởi các yếu tố thấp hơn.

Núi, Rặng núi, Dải núi, Đỉnh và ngọn núi

Sơn nguyên, Cao nguyên

Đồi, dải đồi, ụ

- Địa hình âm: địa hình dạng lõm, bao quanh bởi các yếu tố cao hơn.

Lòng chảo, thung lũng

Khe hẻm, mương xói

Trong thực tế xây dựng thường chia làm 3 nhóm địa hình chính:

- Địa hình núi: độ cao > 200m
- Địa hình đồi: độ cao từ 20m đến 200m
- Địa hình đồng bằng: độ cao < 20m

4. Ý nghĩa nghiên cứu địa hình, địa mạo

- Địa hình địa mạo là điều kiện địa chất công trình tổng hợp vì nó phản ánh các điều kiện địa chất khác như: thành phần, tính chất, sự phân bố của đất đá, điều kiện địa chất thủy văn, các hiện tượng địa chất đã và sẽ xảy ra ... tại khu vực xây dựng.
- Địa hình địa mạo quyết định đến việc quy hoạch công trình xây dựng.
- Địa hình địa mạo quyết định đến hình dáng, kết cấu và giá thành công trình.
- Địa hình địa mạo quyết định phương án thi công công trình, chế độ khai thác công trình.
- *Khi xây dựng đập, thường chọn nơi có lũng sâu, hẹp nhằm làm cho khối lượng công trình là nhỏ nhất.*
- *Cần có vị trí bố trí các công trình kiến trúc khác như đập tràn, cống, nhà máy thủy điện, nên mặt cắt tuyến đập cần có bề rộng thích hợp.*
- *Khi xây dựng kênh cần chú ý độ dốc, mức độ phân cắt của địa hình, vì nó quyết định khối lượng đào đắp, số công trình phụ, hình thức kênh.*

- Địa hình phân cắt mạnh làm cho tuyến kênh, đường giao thông phải kéo dài do lượn theo đường đồng mức địa hình hoặc phải bố trí các công trình vượt như cầu giao thông, cầu máng, xiphông,...

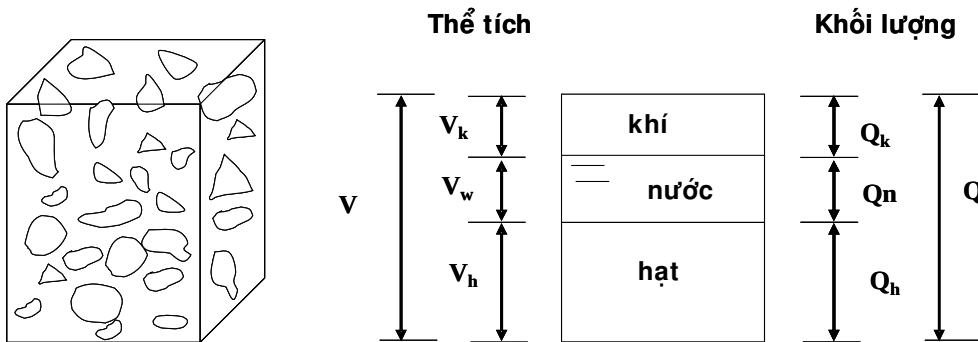
CHƯƠNG II

MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT ĐÁ

§1. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA ĐẤT ĐÁ

Tính chất vật lý của đất đá là những tính chất đặc trưng cho trạng thái vật lý của chúng trong điều kiện thế nằm từ nhiên hoặc ở bãi thải, nền đường đắp, đê đập và các công trình khác. Các số liệu về tính chất vật lý cho phép đánh giá định tính độ bền và độ ổn định của chúng

1. Khối lượng thể tích(dung trọng)



a) **Khối lượng thể tích của đất đá tự nhiên (dung trọng ướt):** là khối lượng của một đơn vị thể tích đất ký hiệu ρ , đơn vị: (T/m³, g/cm³).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

Trong đó:

ρ : dung trọng ướt (g/cm³)

m : khối lượng của đất đá bao gồm khối lượng hạt và nước của đất đá (g):

$$m = m_h + m_n$$

m_h : là khối lượng hạt; m_n : là khối lượng nước;

Q_n : khối lượng phần nước trong đất đá (g)

V : là thể tích của toàn bộ đất đá, bao gồm thể tích các hạt đất đá và thể tích các lỗ rỗng có trong chúng, cm³.

$$V = V_h + V_r$$

V_h : thể tích phần hạt trong đất đá (cm³)

V_r : thể tích phần nước và không khí trong đất đá (cm³)

Khối lượng thể tích của đá là đặc trưng quan trọng nhất về trạng thái vật lý của nó. Khối lượng thể tích càng bé đặc biệt so với khối lượng riêng thì mật độ càng bé, độ rỗng, độ chứa ẩm càng lớn và có thể là độ bền của chúng càng thấp.

b) **Khối lượng thể tích đất khô (dung trọng khô):** là khối lượng của một đơn vị thể tích đất khô hoàn toàn ký hiệu ρ_k , đơn vị: (T/m^3 , g/cm^3).

$$\rho_k = \frac{m_h}{V} = \frac{m \cdot m_h}{V \cdot m} = \rho \frac{m_h}{(m_h + m_n)} \rightarrow \rho_k = \frac{\rho}{1+W} \quad (2-2)$$

Trong đó:

ρ_k : dung trọng khô (g/cm^3); W : độ ẩm tự nhiên.

Dung trọng khô tương đối ổn định vì nó không phụ thuộc vào độ ẩm. Độ lỗ rỗng càng nhỏ (mức độ nén chặt càng cao), đất đá chứa nhiều khoáng vật nặng thì dung trọng khô càng cao.

Dung trọng khô được dùng làm chỉ tiêu kiểm tra chủ yếu về mức độ nén chặt của đất trong thân công trình bằng đất (đập, đê, nền đường...). Một số công trình đập đất ở nước ta đã thiết kế với dung trọng khô $\rho_k = 1,45-1,70 g/cm^3$

c) **Khối lượng riêng của hạt (dung trọng hạt):** là khối lượng của một đơn vị thể tích chỉ riêng phần hạt rắn ký hiệu ρ_h , đơn vị: (T/m^3 , g/cm^3).

$$\rho_h = \frac{m_h}{V_h} \quad (2-3)$$

Trong đó- ρ_h : dung trọng hạt (g/cm^3);

m_h khối lượng hạt (g);

V_h thể tích hạt (cm^3).

Dung trọng hạt chỉ phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, không phụ thuộc vào kiến trúc, cấu tạo, độ ẩm. Dung trọng hạt của đất đá thông thường thay đổi trong phạm vi 2,0-3,0 g/m^3 . Các đá bazơ có dung trọng hạt lớn hơn từ 3,0-3,3 g/cm^3 .

Dung trọng hạt còn phụ thuộc vào sự có mặt các tạp chất trong thành phần đất đá. Vì vậy mỗi loại đất đá có thể có một số giới hạn biến đổi dung trọng.

Khối lượng riêng của đá không phản ánh trực tiếp trạng thái của nó và không được sử dụng trong tính toán công trình, song lại cần để tính toán các chỉ tiêu tính chất quan trọng khác của đất đá như độ rỗng. So sánh khối lượng thể tích với khối

lượng riêng của đá có thể suy đoán về độ chặt và độ rỗng của nó, tức là trạng thái vật lý

d) **Khối lượng thể tích đẩy nổi:** là khối lượng của một đơn vị thể tích đất khi cân trong nước ký hiệu ρ_{dn} , đơn vị: (T/m³, g/cm³).

$$\rho_{dn} = (\rho_s - \rho_n)(1 - n) \quad (2-4)$$

Trong đó:

ρ_{dn} : dung trọng đẩy nổi của đất đá (g/cm³);

ρ_n : dung trọng của nước (g/cm³);

n : độ lỗ rỗng của đất đá, %.

$$\rho_{dn} = \frac{\rho_s(\Delta - 1)}{\Delta}$$

e) **Dung trọng bão hòa nước** (ρ_{bh}) của đất: là dung trọng tự nhiên lớn nhất, là khối lượng 1 đơn vị thể tích đất ở trạng thái no nước (tức là toàn bộ lỗ hổng của đất đều chứa đầy nước). T/m³; g/cm³

$$\rho_{bh} = \rho_s(1 - n) + \rho_n n \quad \text{hay} \quad \rho_{bh} = \frac{m_{bh}}{V} = \frac{m_h + m_r}{V}$$

Trong đó:

m_h : khối lượng phần hạt của đất đá (g)

m_r : khối lượng phần nước trong đất đá – kể cả phần không khí bị nước chiếm chỗ (g)

V : thể tích đất đá tự nhiên (cm³)

2. Trọng lượng đơn vị của đất đá:

Trọng lượng đơn vị của đất đá là tỷ số giữa dung trọng của chúng với gia tốc trọng trường. Nếu lấy đơn vị của chúng là g/cm³ thì trọng lượng đơn vị có là G/cm³.

3. Tỷ trọng của đất đá:

Tỷ trọng của đất đá là tỉ số giữa khối lượng đất đá và khối lượng nước có cùng thể tích.

$$\Delta = \frac{\rho_s}{\rho_n} \quad (\text{là đại lượng không có thứ nguyên})(2-5)$$

Trong đó:



ρ_h : dung trọng hạt của đất đá (g/cm^3)

ρ_n : dung trọng nước (g/cm^3)

4. **Tính rỗng xốp của đất đá:**

a) **Độ rỗng n của đất đá** : là tỷ số giữa thể tích lỗ rỗng trong đất đá và thể tích toàn bộ mẫu đất đá.

$$n = \frac{V_r}{V} \cdot 100\% = \frac{V - V_h}{V} = 1 - \frac{V_h}{V} \quad (2-6)$$

Mặt khác $\frac{V_h}{V} = \frac{\rho_k}{\Delta} \rightarrow n = 1 - \frac{\rho_k}{\rho_h} \cdot 100\% \quad (2-11)$

$$n = \left[1 - \frac{\rho}{\rho_h(1+W)} \right] \cdot 100\% \quad (2-12)$$

Độ rỗng thay đổi trong cùng 1 loại đất ở các trạng thái kết cấu khác nhau (xem qua bảng sau)

Đất	Độ rỗng (%)	Kết cấu		
		Chặt	Chặt vừa	Chặt ít
Cát lẫn sỏi, cát hạt to và hạt vừa	< 35	35 – 40	> 40	
Cát hạt nhỏ và hạt mịn, cát pha sét nhẹ	< 38	38 – 44	> 44	
Sét, sét pha cát, cát pha sét nặng	< 30	30 – 45	> 45	

Đối với đất cát độ lỗ hổng được xác định bằng phương pháp bão hòa. Người ta lấy một thể tích cát khô và đổ nước vào. Thể tích nước rót vào làm bão hòa cát khô chính bằng thể tích lỗ hổng. Trong trường hợp này người ta không chú ý đến cấu tạo sắp xếp của các hạt cát.

Nghiên cứu độ rỗng có ý nghĩa to lớn trong việc đánh giá đất đá về phương diện địa chất công trình. Độ rỗng quyết định đến mật độ, độ bền, độ biến dạng, độ chứa ẩm của đất đá và ảnh hưởng đến mức độ thấm nước, sức chống phong hóa, sức chống băng giá, độ chống địa chất và nhiều tính chất có ý nghĩa thực tiễn khác. Độ rỗng của đá càng cao bao nhiêu, thì mật độ, độ bền càng bé, độ biến dạng và độ chứa ẩm càng lớn, nhưng độ ngấm nước lại càng bé bấy nhiêu. Việc độ lỗ rỗng càng cao thì độ ngấm nước càng bé có vẻ nghịch lý, nhưng thực tế là như vậy. Bởi vì độ ngấm nước của đất đá được quyết định không phải là do tổng độ rỗng của nó, mà là do kích thước chỗ trống và khe nứt, nói khác đi là độ rỗng có hiệu. Một

khe nứt hở hàng trăm hàng nghìn lần lớn hơn so với khe nứt cận mao dẫn. Độ rỗng làm giảm sức chống phong hóa. Bên cạnh tác dụng làm giảm mật độ, độ rỗng cũng tăng cao khả năng hấp thụ năng lượng các chuyển động dao động khi có sóng địa chấn truyền qua đá và chính thế mà làm giảm sức chống động đất của nó.

b) **Hệ số rỗng**: là tỷ số giữa thể tích lỗ rỗng (V_r) với thể tích phần hạt rắn V_h .

$$e = \frac{V_r}{V_h} \quad (2-7)$$

Quan hệ toán học giữa độ rỗng (n) với hệ số rỗng (e) có thể suy ra từ các biểu thức (2-6) và (2-7) như sau :

$$n = \frac{V_r}{V} = \frac{V_r}{V_h + V_r} = \frac{V_r / V_h}{V_h / V_h + V_r / V_h} = \frac{e}{1 + e} \quad (2-8)$$

$$e = \frac{n}{1 - n} \quad (2-9)$$

$$e = \frac{\rho_h}{\rho_k} - 1 \quad (2-13)$$

$$e = \frac{(1 + W)\rho_h}{\rho} - 1 \quad (2-14)$$

Trị số thay đổi từ 0 đến 1 đối với đất đá thông thường. Đối với sét nhão, bùn sét, bùn hữu cơ thì trị số e có thể lớn hơn 1

Hệ số rỗng là 1 chỉ tiêu có thể cho biết sơ bộ đặc tính cường độ của đất do đó dùng để đánh giá độ chặt của đất (xem bảng phân loại theo độ chặt).

Hệ số rỗng Đất	Độ chặt		
	Chặt	Chặt vừa	Chặt ít
Cát lẫn sỏi, cát hạt to và hạt vừa	< 0.55	0.55 – 0.7	> 0.7
Cát hạt nhỏ và hạt mịn, cát pha sét nhẹ	< 0.6	0.6 – 0.75	> 0.75
Cát bột (cát bụi)	< 0.6	0.6 – 0.8	> 0.8
Sét, sét pha cát, cát pha sét nặng	< 0.4	0.4 – 0.8	> 0.8

*** Trong thực tế đối với đất loại cát và đất loại sét, việc dùng độ rỗng và hệ số rỗng chưa đủ để thể hiện trạng thái lỗ rỗng của đất mà còn phải dùng các chỉ tiêu tương đối

Đối với đất loại cát thì phải xác định độ chặt tương đối D :

$$D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (2-10)$$

e_{\max} : hệ số rỗng của cát khi kết cấu xốp nhất (trạng thái rỗng nhất)

e_{\min} : hệ số rỗng của cát khi kết cấu chặt nhất

e : hệ số rỗng của cát ở trạng thái tự nhiên

Dựa vào độ chặt tương đối D, người ta chia ra 3 trạng thái như sau :

Độ chặt tương đối D	Trạng thái tương đối của đất
$D \leq 0.33$	trạng thái rời xốp
$0.33 < D \leq 0.66$	trạng thái chặt vừa
> 0.66	trạng thái chặt nhất

5. **Tính nứt nẻ của đất đá:**

Tính nứt nẻ là tích chất đặc trưng cho đất đá khi trong chúng có các mặt khe rãnh. Trong đá cứng không có lỗ rỗng thì khe nứt đóng vai trò quan trọng đối với các tính chất cơ lý và nước của chúng.

Khe nứt phát triển trong đất đá không đều nhau phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau: loại đá, hoạt động kiến tạo, tác động của các tác nhân phong hóa, v.v...

Dựa vào nguồn gốc thành tạo các khe nứt, chúng có thể chia ra các loại sau:

- + Khe nứt nguyên sinh: hình thành cùng quá trình tạo đá.
- + Khe nứt kiến tạo: sinh ra trong quá trình vận động kiến tạo.
- + Khe nứt phong hoá: được thành tạo do quá trình phong hoá.

Để đánh giá mức độ nứt nẻ của đá người ta dùng hệ số nứt nẻ K_k là tỷ số giữa diện tích các khe rãnh trên mặt đá F_n và diện tích toàn bộ đất đá kể cả khe nứt.

$$K_k = \frac{F_n}{F} \cdot 100\% = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i}{F} \cdot 100\% \quad (2-15)$$

Trong đó: a_i, b_i là chiều rộng và chiều dài khe nứt thứ i ;

F là diện tích đất đá xác định khe nứt thường $4 - 8m^2$;

Theo khe nứt phân loại đất đá

Mức độ nứt nẻ	K _k (%)	Tính chất khe nứt
Nứt nẻ yếu	<2	Trong đá phát triển mảnh dạng sợi tóc, chiều rộng phổ biến (1-2)mm, các khe nứt lớn và vừa hiếm có
Nứt nẻ vừa	2 – 5	Bên cạnh các khe nứt mảnh có xuất hiện các khe nứt với bề rộng (2-5)mm, cá biệt đến (5-20)mm
Nứt nẻ mạnh	5 – 10	. Bên cạnh các khe nứt nhỏ, có các khe nứt lớn với chiều rộng khoảng (20-100)mm.
Nứt nẻ rất mạnh	10 – 20	Bên cạnh những khe nứt nhỏ còn có những khe nứt lớn và rất lớn có bề rộng có thể > (20-100)mm
Nứt nẻ hoàn toàn (đặc biệt mạnh)	>20	Đá ở đới cà nát, đá trượt, đá đổ .

§ 2. TÍNH CHẤT NƯỚC CỦA ĐẤT ĐÁ

Thủy tính được thể hiện trong mối quan hệ của đất đá với nước, tức khả năng biến đổi trạng thái, độ bền và độ ổn định khi tác dụng qua lại với nước, khả năng hấp thụ, giữ lại hoặc thấm nước. Biết được thủy tính của đất đá có thể dự báo được sự biến đổi độ bền và các tính chất khác của chúng, cũng như sự phát triển của bất cứ quá trình địa chất nào.

1. Tính ẩm ướt của đất đá:

Độ ẩm tự nhiên (W) : Độ ẩm tự nhiên của đất đá được biểu thị bằng tỉ số giữa khối lượng nước chứa trong đất đá ở điều kiện tự nhiên với khối lượng của hạt đất (khối lượng đất đá khô tuyệt đối được sấy ở nhiệt độ 107÷ 110°C đến lúc trọng lượng không đổi)

$$W = \frac{m_n}{m_h} . 100\% \quad (2-16)$$

Trong đó:

W : Độ ẩm tự nhiên (%);

m_n : khối lượng nước có trong đất đá, m_n= m - m_h ;

m_h : khối lượng đất đá khô tuyệt đối (pha rắn);

m : Khối lượng đất đá ở trạng thái tự nhiên.

Độ ẩm phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất, độ ẩm không khí, mưa, bốc hơi và các yếu tố khác. Độ ẩm của đất đá là lượng chứa nước trong tự nhiên được xác định khi sấy khô đất đá ở nhiệt độ 107÷ 110°C đến lúc trọng lượng không thay đổi.

Vd: Một mẫu đất có khối lượng tự nhiên $m = 330\text{g}$. Sau khi sấy khô tuyệt đối ở nhiệt độ $107 \div 110^\circ\text{C}$ có khối lượng khô đổi là $m_h = 300\text{g}$. Xác định độ ẩm tự nhiên của đất đá.

Giải:

Khối lượng nước có trong đất đá: $m_n = m - m_h = 330 - 300 = 30 \text{ (g)}$

Độ ẩm tự nhiên của mẫu đất: $W = \frac{30}{300} \cdot 100\% = 10\%$

2. Tính thấm nước của đất đá:

Nước thấm qua các lỗ hổng, khe nứt của đất đá, tính thấm nước được đặc trưng bằng hệ số thấm (K) là vận tốc thấm của nước dưới đất trong đất đá khi gradien thủy lực bằng 1 đơn vị.

$$k = \frac{V}{I} \text{ (m/ngđ, cm/s)} \quad (2-17)$$

$$V = K \cdot \frac{\Delta H}{L} = K \cdot I$$

Trong đó:

V : vận tốc thấm (m/ngđ, cm/s);

I : độ dốc thủy lực dòng thấm.

Ngoài hệ số thấm người ta còn dùng hệ số dẫn nước T để đặc trưng cho khả năng thấm nước của vỉa đất đá. Hệ số dẫn nước T được xác định bằng công thức sau:

$$T = k \cdot m \text{ (m}^2\text{/ngđ, cm}^2\text{/s)} \quad (2-18)$$

Trong đó:

m : độ dày vỉa chứa nước.

Bảng 2.1. Tính chất thấm nước của đất đá trầm tích

Đất đá	Hệ số thấm k (m/ngđ)	Đánh giá khả năng thấm
Đá, sét chặt	< 0,001	Không thấm
Sét	0,001 ÷ 0,01	Thấm yếu
Sét pha	0,01 ÷ 0,1	
Cát pha	0,1 ÷ 0,5	
Cát mịn	0,5 ÷ 1,0	
Cát nhỏ	1,0 ÷ 5,0	Thấm tốt
Cát trung	5,0 ÷ 15,0	

Cát thô	15,0 ÷ 50,0	
Cát sỏi	50,0 ÷ 100,0	
Sỏi –cuội	100,0 ÷ 200,0	

3. Tính ngậm nước của đất đá

Tính ngậm nước là khả năng đất đá hấp thụ và chứa giữ một lượng nước nhất định, khi nước có khả năng vận động tự do dưới tác dụng của trọng lực. Có thể phân biệt các độ ngậm nước của đất đá:

- + Độ ngậm nước cực đại: lượng nước cực đại chứa giữ trong đất đá khi toàn bộ lỗ rỗng của chúng bão hòa nước.
- + Độ ngậm nước mao dẫn: là lượng nước cực đại chứa trong các lỗ mao dẫn của đất đá
- + Độ ngậm nước phân tử cực đại: lượng nước liên kết vật lý cực đại được tính bằng độ ngậm nước mao dẫn cộng với độ ngậm nước phân tử của đất đá

Tính chứa nước và giữ nước của đất đá phụ thuộc vào nhiều nhân tố: đặc điểm thạch học, mức độ kết dính, cấu tạo lỗ hổng, v.v...thí dụ như than bùn có khả năng chứa và giữ nước lớn hơn cuội sỏi, sét chứa- giữ nước nhiều hơn cát...

Bảng 2.2. Độ ngậm nước của đất đá trầm tích

Đất đá	Đường kính hạt (mm)	Độ ngậm nước phân tử cực đại (%)
Cát thô	2 ÷ 0.5	1.57
Cát trung	0.5 ÷ 0.25	1.60
Cát nhỏ	0.25 ÷ 0.1	2.73
Cát mịn	0.1 ÷ 0.08	4.75
Bột	0.08 ÷ 0.002	10.18
Sét	<0.002	44.85

4. Tính nhả nước

Tính nhả nước là tích chất của đất đá bão hòa nước phóng thích nước bằng cách thấm tự do dưới tác dụng của trọng lực. Tính chất này được đặc trưng bằng hệ số nhả nước μ là tỷ số giữa thể tích nước chảy tự do ra khỏi đất đá bão hòa nước (V_n) với thể tích toàn bộ đất đá (V). Như vậy đại lượng nhả nước μ bằng hiệu số giữa độ ngậm nước cực đại W_c với độ ngậm nước phân tử cực đại W_p

$$\mu = W_c - W_p \quad (2-19)$$

$$\mu = V_n / V \quad (2-20)$$

Bảng 2.3 Hệ số nhả nước của đất đá trầm tích

Đất đá	Hệ số nhả nước, μ
Cát thô	0.35÷ 0.25
Cát trung	0.25÷ 0.20
Cát nhỏ	0.20÷ 0.15
Cát mịn	0.15÷ 0.10
Sét pha – cát pha	< 0.10
Than bùn	0.05÷ 0.15

5. Tính mao dẫn:

- Tính mao dẫn là hiện tượng nước dâng lên trong các lỗ rỗng nhỏ của đất đá do lực căng bề mặt tác động ở những bề mặt phân cách giữa vật chất có trạng thái vật lý khác nhau (như giữa chất lỏng – khí, rắn - lỏng)

- Biểu hiện của tính chất mao dẫn của đất : chiều cao cột nước có thể giữ được bởi lực mao dẫn (sức căng bề mặt) và lực dính do mao dẫn.

Sức căng bề mặt α (lực căng trên 1 đơn vị chiều dài cắt ngang bề mặt) có phương tiếp tuyến với mặt căng nước.

θ : góc ướt (đặc trưng phân tử giữa nước và hạt rắn)

Lực kéo căng mặt nước $2\pi r\alpha$ (do 2 lực tác dụng 2 bên thành của ống), chiếu lên phương thẳng đứng có

$P = 2\pi r\alpha \cdot \cos\theta \Rightarrow$ chính lực kéo căng P này làm nước dâng lên trong ống

Trọng lực của cột nước trong ống làm kéo nước hạ xuống $G = \pi r^2 \cdot H_{md} \cdot \rho \cdot g$

r : bán kính ống mao dẫn

H_{md} : chiều cao mao dẫn khi cân bằng

g : gia tốc trọng trường

ρ : khối lượng riêng của nước

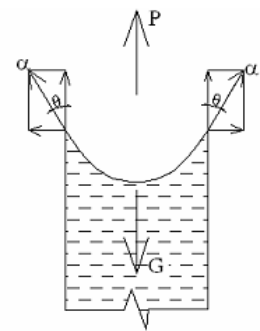
chiều cao mao dẫn đạt giá trị cực đại khi $P = G$

$$\Rightarrow 2\pi r\alpha \cdot \cos\theta = \pi r^2 \cdot H_{md} \cdot \rho \cdot g$$

$$\Rightarrow H_{md} = \frac{2\alpha \cdot \cos\theta}{r \cdot \rho \cdot g} \quad (2-21)$$

Bảng 2.4 Chiều cao mao dẫn của đất đá trầm tích

Đất đá	Hm,cm	Đất đá	Hm,cm
Cát thô	2÷ 15	Sét pha ít	150÷ 200
Cát trung	15÷ 35	Sét pha vừa	200÷ 300
Cát nhỏ, mịn	35÷ 100	Sét pha nặng	300÷ 400
Cát pha	100÷ 150	Sét	400÷ 500



Hình III-1 Sơ đồ tác dụng lực mao dẫn

Từ công thức trên ta nhận thấy chiều cao mao dẫn phụ thuộc vào bán kính ống, khối lượng riêng của chất lỏng và vật liệu làm ống (vì góc ướt chịu ảnh hưởng của vật liệu làm ống và loại chất lỏng)

- Ảnh hưởng của mao dẫn : gây ẩm ướt cho công trình, tính chất cơ lý của đất đá giảm xuống

- Nguyên nhân: lực tương tác của nước và khí với các hạt đất, thể hiện ở sự thấm ướt các hạt đất, tạo nên trong các lỗ rỗng những mặt khum và một số hiện tượng khác. Chiều cao dâng mao dẫn tỉ lệ nghịch, còn tốc độ dâng thì tỉ lệ thuận với đường kính các mao quản. Trong đất sét dâng tới hàng mét, trong những loại đất khác, hàng centimét đến vài mét.

6. Tính bão hòa

Tính bão hòa là tính chất một phần lỗ rỗng, khe rãnh của đất đá bị nước chiếm chỗ. Là tỉ số giữa độ ẩm tự nhiên và độ ẩm bão hòa (bão hòa khi nước chiếm toàn bộ lỗ rỗng) hay là tỷ số giữa thể tích nước trong lỗ rỗng so với thể tích toàn bộ lỗ rỗng

$$G = \frac{W_{tn}}{W_{bh}} = \frac{V_n}{V_r} \quad (2-22)$$

$$W_{bh} = \frac{V_r \cdot \rho_n}{m_h} = \frac{V - V_h}{m_h} \rho_n = \left(\frac{V}{m_h} - \frac{V_h}{m_h} \right) \rho_n = \left(\frac{1}{\rho_k} - \frac{1}{\rho_h} \right) \rho_n = e \cdot \frac{\rho_n}{\rho_h}$$

$$\rightarrow e = W_{bh} \frac{\rho_h}{\rho_n}; n = W_{bh} \frac{\rho_k}{\rho_n}$$

$$G = \frac{W \cdot \rho_h}{e \rho_n} \quad (2-23)$$

Độ bão hòa luôn nhỏ hơn 1. Tuy nhiên đối với loại sét có tính ưa nước cao, lượng nước kết hợp mặt ngoài quá lớn thì độ bão hòa có thể lớn hơn 1.

Theo TCVN 43 -78, dựa vào độ bão hòa người ta chia đất ra làm các nhóm khác nhau

Bảng 2.5 Phân nhóm đất theo độ bão hòa

G	Đất hạt mịn	G	Đất hạt thô
0 ÷ 0.2	khô	0 ÷ 0.5	Ít ẩm
0.2 ÷ 0.4	Ít ẩm	0.5 ÷ 0.8	ẩm
0.4 ÷ 0.8	ẩm	0.8-1.0	Bão hòa
0.8 ÷ 1.0	Bão hòa		

Bảng liên hệ các chỉ tiêu vật lý của đất đá

Chỉ tiêu cần xác định	Công thức
Hệ số rỗng e	$e = \frac{\Delta \cdot \gamma_n (1 + 0,01W)}{\gamma_w} - 1$ $e = \frac{\gamma_h}{\gamma_k} - 1$ $e = \frac{n}{1 - n}$
Độ rỗng n (%)	$n = \frac{e}{1 + e} \cdot 100\%$
Độ bão hòa G	$G = \frac{\Delta \cdot \gamma_w \cdot 0,01W}{\Delta \cdot \gamma_n \cdot (1 + 0,01W) - \gamma_w}$ $G = \frac{0,01W \cdot \Delta}{e}$
Dung trọng hạt (g/cm ³)	$\gamma_h = \frac{\gamma_k}{1 - 0,01n}$ $\gamma_h = \Delta \cdot \gamma_n$
Dung trọng khô (g/cm ³)	$\gamma_k = \gamma_h (1 - 0,01n)$ $\gamma_k = \frac{\gamma_w}{1 + 0,01W}$
Dung trọng nền (g/cm ³)	$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta - 1) \cdot \gamma_n}{1 + e}$ $\gamma_{dn} = \gamma_{bh} - \gamma_n$

§ 3. MỘT SỐ TÍNH CHẤT HÓA LÝ CỦA ĐẤT

1. Tính dẻo:

Tính dẻo của đất loại sét là khả năng thay đổi hình dạng (biến dạng) của chúng dưới tác dụng của ngoại lực mà không làm mất đi tính nguyên khối, liên tục và giữ nguyên hình dạng đó sau khi đã chấm dứt ngoại lực tác dụng lên nó.

- Tính dẻo phụ thuộc vào độ ẩm, mức độ phân tán, thành phần khoáng vật, thành phần cation trao đổi, độ đậm đặc của dung dịch hơi và 1 số yếu tố khác. Tính dẻo của đất được đặc trưng bằng 2 chỉ tiêu độ ẩm sau:

+ Chỉ số dẻo là hiệu số giữa độ ẩm giới hạn chảy W_c và độ ẩm giới hạn dẻo (W_d) được gọi là chỉ số dẻo I_p:

$$I_p = W_c - W_d \quad (2-24)$$

Trong đó:

+ W_d - độ ẩm giới hạn dẻo là độ ẩm mà trong đó đất sét chuyển từ trạng thái cứng sang trạng thái dẻo. Trạng thái này được xác định bằng lăn sét thành những sợi nhỏ có đường kính 3mm trên kính mờ và bị nứt thành những mảnh vụn

+ W_c - độ ẩm giới hạn chảy là độ ẩm mà trong đó đất sét chuyển từ trạng thái dẻo sang trạng thái chảy. Trạng thái này được xác định theo độ ngập của một

chùy xuyên chuẩn hình nón vào mẫu đất dưới tác dụng của trọng lực bản thân dụng cụ đó hay dụng cụ Casagrande.

Bảng 2.6. Chỉ số dẻo của đất loại sét

Đất	Chỉ số dẻo, %
Cát pha	$1 < I_p \leq 7$
Sét pha	$7 < I_p \leq 17$
Sét	$I_p > 17$

Phụ thuộc vào độ ẩm, đất loại sét có những trạng thái khác nhau. Trạng thái của đất được xác định bằng độ sệt I_s

$$I_s = \frac{W - W_d}{W_c - W_d} \quad (2-25)$$

Bảng 2.7. Trị số sệt các trạng thái khác nhau của đất loại sét

Đất	Trạng thái	Độ sệt
Cát pha	Cứng	< 0
	Dẻo	$0 \div 1$
	Chảy	> 1
Sét pha và sét	Cứng	< 0
	Nửa cứng	$0 < I_s \leq 0.25$
	Dẻo cứng	$0.25 < I_s \leq 0.5$
	Dẻo mềm	$0.5 < I_s \leq 0.75$
	Dẻo chảy	$0.75 < I_s \leq 1$
	Chảy	> 1

2. Tính trương nở và co ngót của đất đá:

2.1 **Tính trương nở:** là khả năng tăng thể tích của đất loại sét khô khi gặp nước.

Nguyên nhân của sự trương nở là sự tăng độ dày vỏ hydrat của nước liên kết vật lý trong đất sét và sự xuất hiện nước kết tinh (nH_2O). Thể tích các hạt khoáng vật trong đất trương nở không thay đổi, sự tăng thể tích gây nên do tăng thể tích các lỗ rỗng chứa đầy nước, do vậy độ ẩm của đất trương nở cũng tăng lên. Do vỏ hydrat bao quanh hạt dày lên nên lực dính giữa các hạt bị giảm và kết quả làm cho độ bền của đất trương nở giảm xuống.

Tính trương nở của đất liên quan chặt chẽ với thành phần khoáng vật, trình độ phân tán, cấu trúc và đặc điểm mối liên kết giữa các hạt, độ rỗng, thành phần hóa học và nồng độ ion dung dịch

Tính chất trương nở của đất được đánh giá theo trị số trương nở R_n và áp lực trương nở P_n :

$$R_n = \frac{V_n - V_0}{V_0} \cdot 100\% \quad \text{hay} \quad R_n = \frac{h_n - h_0}{h_0} \cdot 100\% \quad (2-26)$$

Trong đó: V_0, h_0, V_n, h_n là thể tích, chiều cao mẫu đất trước và sau khi trương nở.

Áp lực trương nở: là áp lực phát sinh trong quá trình trương nở. Áp lực này được đo bằng lực tác dụng lên mẫu đất khi làm ướt và nén không nở hông, và có biến dạng trương nở bằng không.

Độ ẩm trương nở: là độ ẩm ứng với trạng thái mà ở đó quá trình hấp thụ nước hay dung dịch lỏng khác của đất ngừng lại (khi sự trương nở kết thúc)

$$W_{tn} = \frac{m_{tn} - m_s}{m_s} \cdot 100\%$$

Trong đó: m_{tn} - trọng lượng mẫu đất sau khi trương nở
 m_s - trọng lượng đất khô tuyệt đối

Đất trương nở đặc biệt là đất trương nở không đều không những chỉ làm giảm cường độ của đất đá thông qua sự phá vỡ mối liên kết giữa các hạt mà nhiều khi còn phá hoại cả khối đất thông qua hệ thống các khe nứt phát sinh trong quá trình trương nở.

Bảng 2.8 Phân loại đất trương nở (T.c.II-15-74)

Loại đất	Trị số trương nở, R_n(%)	Áp lực trương nở, P_n (KG/cm²)
Không trương nở	< 4	< 0,25
Trương nở yếu	$4 \leq R_n < 10$	$0,25 \leq P_n < 1,0$
Trương nở trung bình	$10 \leq R_n < 15$	$1,0 \leq P_n < 2,5$
Trương nở mạnh	≥ 15	$\geq 2,5$

Có thể sử dụng giới hạn Atterberg của đất loại sét để dự báo nhanh hành vi trương nở của

Bảng 2.9. Tương quan giữa khả năng trương nở và chỉ số dẻo (R.D.Holtz và W.D.Kovacs, 1981)

Độ trương nở của đất	Chỉ số dẻo I_p
Rất cao	> 35
Cao	25 - 41

Trung bình	15 - 28
Thấp	< 18

2.2 **Tính co ngót** của đất là khả năng giảm thể tích của đất do kết quả tách (mất) nước khi hong khô hay xuất hiện các quá trình hoá - lý (vì co mất nước, thẩm thấu). Khi độ ẩm trong đất giảm xuống các vỏ hydrat xung quanh các hạt giảm, vì vậy lực dính kết giữa chúng sẽ tăng lên, các hạt sẽ dịch chuyển gần nhau hơn và thể tích của đất sẽ giảm xuống rõ rệt.

3. Tính hóa mềm và tan rã

3.1. Tính hóa mềm

Do tiếp xúc với nước, đất đá có thể không bị trương nở nhưng cường độ của chúng có thể giảm đi, tính chất đó còn được gọi là tính hóa mềm của đất đá.

Chỉ tiêu để đánh giá mức độ hóa mềm là độ hóa mềm (hệ số hóa mềm):

$$\eta_{hm} = \frac{\sigma_n^{bh}}{\sigma_n^k}$$

Dựa vào hệ số hóa mềm có thể chia đất đá ra làm 3 loại:

- + Hóa mềm yếu: $\eta_{hm} = 1 \div 0.9$
- + Hóa mềm trung bình : $\eta_{hm} = 0.9 \div 0.75$
- + Hóa mềm mạnh : $\eta_{hm} < 0.75$

Khi bão hòa nước, đất đá bị tách ra thành lớp hoặc rã ra thành mảnh và không thể tiến hành thí nghiệm được. Hệ số hóa mềm của các loại đá này như vậy bằng không và ta đặc trưng chúng như đá thực tế không chịu được nước. Có hiện tượng hóa mềm là do : khi bão hòa nước, đá chịu tác dụng của cột nước mạnh. Cột nước này gây ra ứng suất bên trong và làm giảm độ bền cơ học của đá. Hơi nước khi nhập vào vi khe nứt và lỗ rỗng cũng gây tác dụng phá hoại do tác dụng chèn của các màng mỏng. Trị số áp lực chèn có thể đạt tới hàng chục, hàng trăm kG/cm² và lớn hơn độ bền chống kéo. Trong đá trầm tích, nước làm mềm và hòa tan vật liệu gắn kết, giảm độ bền của đá. Phần lớn các đá trầm tích khi bị ẩm ướt hoặc bão hòa nước có khả năng thay đổi thể tích của đá trong chừng mực nhất định. Do bị ẩm ướt không đều, sự thay đổi thể tích của phần ngoài và phần trong một thể tích đá cũng khác nhau. Vì vậy ở trong đá phát sinh ứng suất có tác dụng mở rộng các vi khe nứt hiện có, tạo nên các vi khe nứt mới và kết quả là độ bền của đá bị giảm xuống. Bão hòa rồi lại sấy khô lặp đi lặp lại nhiều lần cũng gây ra hiện tượng “mỏi” do ứng suất bên trong trùng lặp và ảnh hưởng độ chịu nước, độ bền

của đá. Sự giảm độ bền sau khi bão hòa nước quan sát thấy ở tất cả các kiểu đá và đặc trưng cho mức độ chịu nước của chúng. Thật vậy, độ rỗng của đá càng thấp, thì độ chịu nước của nó càng cao.

3.2. Tính tan rã

Tính chất tan rã là tính chất khi gặp nước, thì đất bị phá hủy thành từng hòn cục, từng hạt rời rạc, trong khối đất giữa các phân tử mất đi hết tính dính. Hiện tượng này liên quan đến độ ẩm ban đầu của đất; đất càng khô, đất nửa cứng hoặc cứng, tan rã càng mạnh, đất ẩm ướt thường không tan rã. Nguyên nhân gây tan rã rất khác nhau, do sự tăng độ dày tầng khuếch tán, do các muối hòa tan, do sự hóa mềm mối liên kết giữa các hạt, do từ tính, do nước ngấm sâu vào khối đất theo các lỗ hổng lớn, các khe nứt, v.v. gây ra các ứng suất cục bộ trong khối đất.

Tùy theo từng loại đất, tùy theo thành phần cấu trúc của đất mà tốc độ hình thức tan rã của đất khác nhau. Các đất loại sét liền khối, tính thấm nhỏ, thì sự tan rã xảy ra chậm chạp và phát triển dần từ ngoài vào trong, tan rữa thành hạt, ít khi thành cục có kính thước lớn. Đất có cấu tạo lớp, lúc ban đầu ta rã thành lớp, hoặc lớp mỏng. Khoáng vật càng ưa nước, hạt càng không đều thì tan rã càng nhanh.

Tính tan rã phụ thuộc vào thành phần hóa học và nồng độ ion trong nước. Trong dung dịch các ion Na^+ , K^+ đất tan rã dễ dàng thành hạt nhỏ và không phụ thuộc vào độ ẩm ban đầu của đất; trong dung dịch chứa Al^{3+} , Fe^{3+} thì đất tương đối ổn định.

Thời gian tan rã : Là khoảng thời gian mà ở trong nước mẫu đất đá mất tính dính kết và phân rã thành các phân tử có kích thước khác nhau.

Đặc điểm tan rã : Phản ảnh hình thức tan rã của đất đá.

§ 4. KHÁI NIỆM TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA ĐẤT ĐÁ

Tính chất cơ học của đất đá là tính chất chống lại ngoại lực tác dụng lên chúng.

Ngoại lực có thể gây nên biến dạng đất đá và nếu đủ mạnh có thể phá huỷ chúng. Như vậy tính chất cơ học của đất đá đặc trưng bằng tính biến dạng và độ bền của đất đá dưới tác dụng của áp lực tác dụng lên chúng.

Tính biến dạng đặc trưng cho trạng thái đất đá khi ngoại lực nhỏ hơn 1 giá trị tới hạn nào đó ($P < P_{th}$). Khi giá trị ngoại lực đạt hoặc vượt qua giá trị tới hạn ($P \geq P_{th}$), thì đất đá chuyển qua trạng thái phá huỷ, các phần tử của chúng sẽ trượt lên nhau. Trong các tính chất cơ học của đất đá thì khả năng chống nén và cắt là những tính chất chủ yếu của chúng, hai chỉ tiêu này rất quan trọng để đánh giá độ bền của đất đá khi xây dựng, khai đào mỏ.

Khi chịu tác dụng của ngoại lực thì trong đất đá xuất hiện nội lực chống lại, hình thành ứng suất trong chúng.

Khối đất đá bị biến dạng hoặc phá hoại khi ngoại lực tác dụng lên chúng lớn hơn nội lực. (lực liên kết các phân tử của đất đá, lực ma sát,...). Nếu nội lực bằng ứng suất gây ra do ngoại lực thì đất đá ở trạng thái ứng suất tới hạn.

Trong điều kiện tự nhiên, đất đá thường ở trạng thái ứng suất 3 hướng khi ứng suất các hướng như nhau, đất đá sẽ có trạng thái đẳng ứng suất.

§ 5. TÍNH BIẾN DẠNG CỦA ĐẤT ĐÁ

Tính biến dạng là khả năng bị thay đổi thể tích, hình dạng của đất đá khi có ngoại lực tác động lên chúng. Mức độ và tốc độ biến dạng phụ thuộc vào độ ẩm, cấu trúc, độ lỗ rỗng, thành phần hạt, khoáng vật,... của đất đá và đặc tính của ngoại lực.

Dưới tác dụng của tải trọng, thì đất đá bị co ép lại và thay đổi hình dạng cũng như kích thước. Thể tích các lỗ hổng trong đất bị giảm nhỏ do các hạt khoáng vật dịch chuyển tương đối tương đối với nhau, do biến dạng của chính các hạt đất và do nước hay khí chứa trong các lỗ rỗng

Đất thông thường được nén chặt chủ yếu do thể tích lỗ rỗng giảm, nên biến dạng nén của đất được biểu hiện qua trị số biến đổi của hệ số rỗng, còn đối với đất bão hoà nước thì được biểu hiện thông qua trị số biến đổi của độ ẩm.

Tính biến dạng của đất thường đánh giá bằng các chỉ tiêu nén lún. Các chỉ tiêu đặc trưng của biến dạng như: hệ số nén lún, modun biến dạng ... cho phép ta dự tính độ lún, độ ổn định và khả năng chịu tải lớn nhất của nền đất

1. Tính biến dạng của các nhóm đất đá.

a. Tính biến dạng của đất hạt rời.



Đất hạt rời hay đất hạt thô bao gồm cuội, sỏi, dăm, sạn, cát.

Đặc tính tải trọng có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng biến dạng và có thể là yếu tố chủ đạo ảnh hưởng đến khả năng nén lún của nhóm đất này.

Đối với đất rời rạc lực dính giữa các hạt bằng không, dưới tác dụng của tải trọng ngoài, đất được nén chặt chủ yếu là do sự dịch chuyển và sắp xếp lại giữa các hạt tới trạng thái chặt hơn. Đối với đất bão hoà nước, một phần liên quan tới sự thoát nước trong các lỗ rỗng trong có kích thước lớn nên quá trình thoát nước xảy ra nhanh chóng và ảnh hưởng không đáng kể tới tốc độ nén chặt đất. Như vậy đối với đất rời, quá trình nén chặt xảy ra một cách nhanh chóng, độ lún tổng có thể đạt ổn định ngay sau khi kết thúc thi công xây dựng công trình.

Tính nén lún của đất rời rạc phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, đặc điểm cấu trúc (kích thước, hình dáng, đặc điểm mặt ngoài của hạt, sự sắp xếp tương đối giữa các hạt), độ ẩm, trị số áp lực nén, loại tải trọng (động hay tĩnh).

b. Tính biến dạng của đất mềm dính.

Dưới tác động của tải trọng ngoài, đất bị biến dạng nén lún, độ lỗ rỗng trong đất giảm, đất bị nén chặt lại, mật độ hạt rần trong một đơn vị thể tích đất tăng lên, cuối cùng làm cho cường độ của đất tăng.

Đối với đất mềm dính sự nén chặt đất chỉ xảy ra khi tải trọng tác dụng vượt quá độ bền liên kết kiến trúc của chúng. Nếu đất ở trạng thái cứng, nửa cứng sự nén chặt xảy ra đầu tiên là do phá vỡ liên kết kiến trúc đất tiếp theo là sự dịch chuyển và sắp xếp chặt lại của các hạt, độ lỗ rỗng giảm, tốc độ nén chặt nhanh, thời gian ổn định ngắn.

Nếu đất mềm dính đất bão hoà nước thì đất chỉ bị nén chặt khi nước trong các lỗ rỗng thoát ra do nén ép hoặc do sự giảm thể tích các bao khí trong lỗ rỗng. Trong đất mềm dính lỗ rỗng nhỏ nên quá trình thoát nước rất chậm chạp vì vậy tốc độ nén chặt trong đất mềm dính là rất chậm, thời gian lún ổn định kéo dài (hàng chục, hàng trăm năm), tổng độ lún lớn.

Quá trình nén lún phụ thuộc vào hàm lượng hạt sét, thành phần hạt, thành phần khoáng vật, thành phần và nồng độ ion trong nước lỗ rỗng, cường độ liên kết kiến trúc, tải trọng tác dụng.

c. Tính biến dạng của đá cứng.



Đá cứng khi bị nén sẽ bị biến dạng, đặc tính biến dạng của đá cứng, theo tính chất cơ học giống với biến dạng các vật rắn và tuân theo định luật Hooke:

$$\sigma = E.\lambda(KG/cm^2) \quad (3-1)$$

Trong đó σ : Ứng suất ngoài;

λ : biến dạng tương đối;

E: môđun đàn hồi.

Biến dạng của đá mang tính chất đàn hồi, khi dỡ tải, mẫu đá có thể trở về hình dạng kích thước ban đầu, khi vượt quá giới hạn đàn hồi thì đá bị phá huỷ. Tính chất đàn hồi của đá cứng gây nên do tính chất đàn hồi của các khoáng vật tạo đá, đặc tính liên kết kiến trúc, chất xi măng gắn kết đá và cả đặc tính nứt nẻ cũng như các chất lấp nhét trong các khe nứt của đá nữa. Đá cứng chủ yếu bị biến dạng đàn hồi, biến dạng dư rất nhỏ.

Đối với đá nửa cứng còn có biến dạng dẻo, nhớt dẻo. Biến dạng đàn hồi chỉ thể hiện ở một phần và có giá trị không lớn, không xảy ra tức thời mà đạt giá trị lớn nhất sau một thời gian gọi là chậm muộn đàn hồi. Biến dạng dẻo xuất hiện khi ứng suất vượt quá giới hạn đàn hồi, biến dạng dẻo thường chuyển sang biến dạng chảy dẻo khi tải trọng không đổi hoặc tăng từ từ. Tùy theo tải trọng tác dụng mà biến dạng phát triển theo thời gian với một tốc độ nhất định.

Trong đá nửa cứng, quan hệ giữa ứng suất và biến dạng rất phức tạp, ngoài ra còn phải kể đến tính chất lưu biến.

Biến dạng dẻo gây nên bởi sự dịch chuyển tương đối với nhau không thuận nghịch của các hạt khoáng vật, mảnh vụn tạo đá; do sự phá vỡ của các hạt và xi măng gắn kết; có thể do sự phát sinh khe nứt, vi khe nứt và các lỗ rỗng trong đá; do sự ép chồi các lớp kẹp mềm yếu và các chất lấp nhét trong khe nứt; do sự ép thoát nước liên kết.

2. Phương pháp xác định các chỉ tiêu về tính biến dạng của đất đá.

Khả năng kháng nén của đất đá có thể xác định bằng máy nén một trục (nén nở hông, nén không nở hông), máy nén ba trục hoặc các thiết bị nén ở hiện trường (nén trong hố đào, nén trong hố khoan). Phương pháp nén 1 trục có thể xác định được hệ số nén lún, môđun tổng biến dạng, hệ số thấm của đất rời rạc, mềm dính.

Phương pháp nén ba trục xác định được hệ số nén lún, môđun tổng biến dạng, hệ số nở hông, hệ số ma sát trong, tính dính kết và hệ số thấm với áp lực tương ứng.

a) **Hệ số nén lún a** (cm²/kG)

Là chỉ tiêu quan trọng trong thí nghiệm nén. Hệ số này đặc trưng cho sự thay đổi hệ số rỗng và thể tích của đất đá khi thay đổi tải trọng. Hệ số này được xác định bằng công thức:

$$a = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2 - \sigma_1} \quad (\text{cm}^2/\text{KG}). \quad (3-2)$$

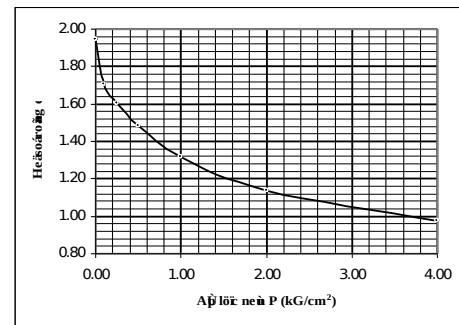
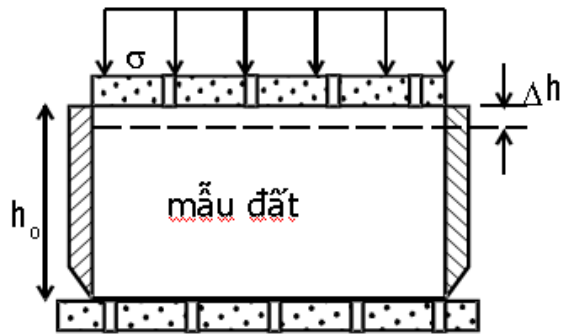
Trong đó: $\sigma_1, \sigma_2, e_1, e_2$ là tải trọng và hệ số rỗng tương ứng.

Định luật nén lún: Sự thay đổi tương đối của thể tích lỗ rỗng của đất tỉ lệ thuận với sự thay đổi áp lực.

Phương trình đường cong nén lún:

$$e_i = e_o - \frac{\Delta h}{h_o} (1 + e_o)$$

Đồ thị đường cong nén lún:



Theo giá trị hệ số nén lún a, đất được chia ra:

- + Đất bị nén lún mạnh $a \geq 0,05 \text{ (cm}^2/\text{kG)}$
- + Đất bị nén lún trung bình $0,001 \leq a < 0,05 \text{ (cm}^2/\text{kG)}$
- + Đất bị nén lún ít $0,001 \leq a < 0,005 \text{ (cm}^2/\text{kG)}$
- + Đất không bị nén lún $a < 0,001 \text{ (cm}^2/\text{kG)}$

b) **Môđun tổng biến dạng**

Môđun tổng biến dạng được xác định từ kết quả thí nghiệm theo công thức sau:

$$E = \left(1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} \right) \frac{1+e_o}{a_{1-2}} \text{ kG/cm}^2 \quad (3-3)$$

Trong đó:

e_o - hệ số rỗng của đất trong điều kiện tự nhiên;

a_{1-2} - hệ số nén lún (cm^2/kG) được xác định trên đường cong nén đối với khoảng tải trọng σ_1 đến σ_2 ;

μ là hệ số Poatson (là hệ số tỉ lệ giữa biến dạng ngang và biến dạng dọc tương đối của mẫu đất):

$$\mu = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_z} \quad (3-4)$$

ε_x : biến dạng tương đối theo phương ngang $\varepsilon_x = \frac{\Delta d}{d_0}$

ε_z : biến dạng tương đối theo phương thẳng đứng $\varepsilon_z = \frac{\Delta h}{h_0}$

Trong đó:

h_0, d_0 : chiều cao, đường kính ban đầu của mẫu;

$\Delta h, \Delta d$: trị số biến đổi chiều cao và đường kính của mẫu sau khi nén.

Hệ số Poatxông được gọi là hệ số nở hông, đặc trưng cho tính biến dạng của đất đá.

Hệ số nén lún và môđun biến dạng là những chỉ tiêu quan trọng nhất để tính toán sự nén lún của công trình.

Bảng 3.1. Hệ số Poatxông của các loại đất.

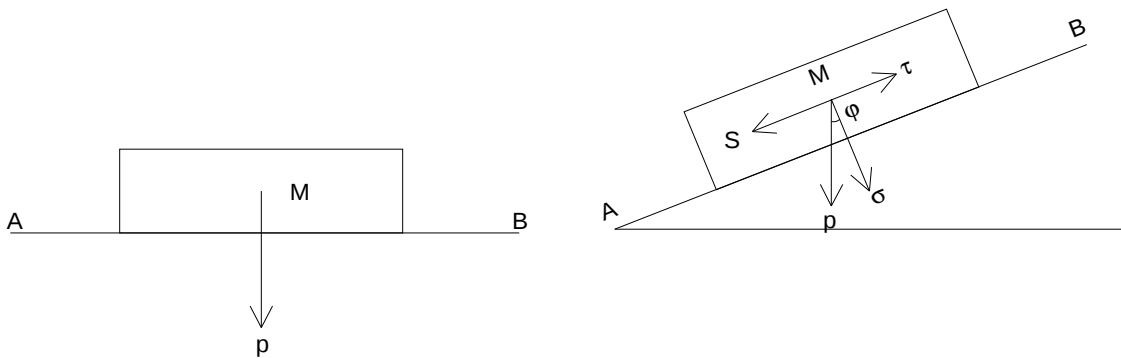
Loại đất đá	Trị số trung bình, μ
Sét	0.40÷ 0.45
Sét pha	0.35÷ 0.40
Cát pha	0.30÷ 0.35
Cát	0.25÷ 0.30
Đá	0.10÷ 0.40

§ 6. TÍNH BỀN CỦA ĐẤT ĐÁ

Tính bền hay tính chống cắt (trượt) là tính chất của đất đá chống lại sự phá hoại dưới tác dụng của ngoại lực. Tính bền đặc trưng cho trạng thái đất đá khi ngoại lực đạt đến một giá trị tới hạn nào đấy.

Để hiểu rõ hơn ta phân tích hình tượng sau: Khi đặt một vật M trên mặt phẳng nằm ngang A-B thì nó tác dụng vào mặt phẳng đó một lực P bằng trọng lượng bản thân nó. Nếu đặt nghiêng mặt phẳng A-B một góc nào đó thì vật sẽ trượt xuống dưới mặt phẳng A-B. Lúc đó lực p sẽ chia ra làm hai lực: lực σ kéo vật thể M vuông góc với mặt phẳng A-B và lực S song song với mặt phẳng A-B và kéo vật M xuống phía dưới.

Khi vật ở trạng thái cân bằng trên mặt trượt A-B thì lực S cân bằng với lực τ và ngược chiều với nó. Lực τ được gọi là lực chống cắt và có giá trị phụ thuộc vào lực pháp tuyến σ , lực σ càng lớn thì lực cần thiết kéo vật M xuống càng lớn. Khi $S > \tau$ thì vật M bị kéo xuống dưới, trạng thái cân bằng bị phá vỡ. Tỷ số $\tau/\sigma = \tan \varphi$ được gọi là hệ số ma sát, góc φ gọi là góc nội ma sát.



1. Tính bền của các nhóm đất đá

a) Đá cứng

Đối với đá : trong đá cứng lực chống trượt phụ thuộc vào độ bền liên kết giữa các hạt. Trong đất đá, lực chống trượt rất lớn và các hạt khoáng liên kết chặt với nhau. Lực chống trượt trong đá cứng đảm bảo ổn định cho công trình xây dựng lên nó

b) Đất rời rạc

Đối với đất rời : lực chống trượt trong đất đá rời rạc chủ yếu phụ thuộc vào lực ma sát xuất hiện khi các hạt dịch chuyển lên nhau.

Lực ma sát phụ thuộc: thành phần hạt, mức độ đồng nhất, kích thước, hình dạng bề mặt hạt, độ chặt, tải trọng. Đất có độ hạt càng thô, càng không đồng nhất, càng chứa nhiều hạt góc cạnh, độ chặt càng cao thì ma sát càng lớn.

c) Đất mềm dính (Đất loại sét).

Đối với đất loại sét (đất dính) sức chống cắt không chỉ phụ thuộc vào lực ma sát trong mà còn phụ thuộc vào lực dính của các hạt. Vì các hạt đất được liên kết với nhau bằng các loại keo kết dính nên chịu tác dụng của lực dính. Các hạt sắp xếp theo các góc cạnh và có khả năng trượt lên nhau khi chịu tải trọng ngoài, do vậy nó cũng chịu ảnh hưởng của lực ma sát giữa các hạt với nhau tạo nên góc ma sát trong.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính bền của đất đá

Sức bền của đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau đó là: thành phần khoáng vật, thành phần hạt, hình dạng hạt, độ chặt, độ ẩm, cấu trúc trạng thái và cả thành phần cation trao đổi, độ khoáng hóa trong chúng

Nước có một ảnh hưởng rất lớn đối với sức chống trượt của đất: đặc biệt đối với đất sét. Nó đóng vai trò bôi trơn, giảm lực ma sát giữa các hạt và giảm lực dính liên kết.

3. Các phương pháp xác định tính bền của đất đá

Trong phòng thí nghiệm chỉ tiêu về sức chống cắt của đất đá được xác định bằng những phương pháp sau:

- + Cắt trực tiếp theo một mặt trượt định vị bằng thiết bị cắt
- + Nén mẫu ở trạng thái một trục và trạng thái ứng suất 3 trục
- + Theo góc dốc tự nhiên

Kết quả thí nghiệm sức chống của các loại đất đá được biểu thị bằng đồ thị quan hệ giữa tải trọng σ và sức chống cắt τ . Sức chống cắt của đất đá được biểu diễn bằng phương trình Coulomb:

Phương trình Coulomb thể hiện mối quan hệ tuyến tính giữa sức chống cắt của đá và áp lực nén chặt pháp tuyến:

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}\varphi + C \quad (3-5)$$

Trong đó: $\operatorname{tg}\varphi = \tau/\sigma$ là góc ma sát trong

C là lực dính

Đối với cát sạch góc ma sát trong φ gần như tương ứng với góc dốc tự nhiên.

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (3-6)$$

Ngoài hiện trường có thể xác định sức chống cắt của đất đá bằng những phương pháp như cắt cánh đối với đất yếu (từ trạng thái dẻo mềm đến chảy)

§ 7. PHÂN LOẠI TỔNG QUÁT CỦA ĐẤT ĐÁ

Để phục vụ cho mục đích xây dựng hiện nay có nhiều bảng phân loại đất đá của các tác giả khác nhau, ở đây chúng tôi giới thiệu cách phân loại tổng quát của hai tác giả F.P.Xararenski và V.Đ.Lomtatde.

Theo quan điểm địa chất công trình F.P.Xararenski phân đất đá ra những nhóm đá cứng, đá nửa cứng, đất rời rạc, đất mềm dính và đất có tích chất đặc biệt.

1. Nhóm đá cứng.

Các loại đá macma, biến chất, trầm tích hóa học và trầm tích gắn kết chắc chưa bị phong hóa

Nhóm đá này có tỉ trọng lớn (2.65 – 3.1 g/cm³), độ rỗng nhỏ (khoảng vài phần trăm), hầu như không thấm nước, cường độ chịu nén cao (500 – 4000kG/cm²), sức chống cắt lớn (200 – 4000 kG/cm²)

Đây là loại đá hoàn hảo nhất về mặt xây dựng công trình. Chúng được phân biệt bởi độ bền và độ ổn định cao, độ biến dạng bé và độ ngấm nước yếu. Các khoảng phân bố các loại đá như vậy là thuận lợi để xây dựng bất cứ công trình nào mà không gặp những hạn chế đáng kể, và thường không phải áp dụng các biện pháp để đảm bảo ổn định của công trình.

2. Nhóm đá nửa cứng

Bao gồm các loại đá cứng đã bị phong hóa, nứt nẻ mạnh, các đá trầm tích gắn kết yếu

Tính chất xây dựng của nhóm đá này phụ thuộc vào mức độ phong hóa, thành phần khoáng vật và mức độ gắn kết của đá

Tỉ trọng đá từ 2.2 – 2.65, độ rỗng khoảng 10-15%, có khả năng chứa nước và thấm nước nhiều. Đá dễ bị nước phá hoại.

Khác với đá cứng bởi độ bền và độ ổn định thấp, độ biến dạng lớn, độ ngấm nước đáng kể hoặc cao. Chúng thường bị nứt nẻ nhiều, còn các đá bị hòa tan thì thường có hang hốc, tuy vẫn có độ bền cao ở mẫu thí nghiệm.

Trong nhiều trường hợp, những khoảng phân bố đá nửa cứng đều là thuận lợi cho việc xây dựng các công trình khác nhau, kể cả những công trình quan trọng, nhưng đều phải tuân thủ những điều hạn chế nhất định và phải áp dụng những biện pháp công trình phức tạp để đảm bảo độ ổn định và khai thác bình thường của công trình

3. Nhóm đất đá rời rạc

So với đá cứng và đá nửa cứng được đặc trưng bởi độ bền, độ ổn định thấp và độ biến dạng lớn. Một số loại đất thuộc các nhóm này đều ngấm nước mạnh. Những nhóm đất rời xốp và đất mềm dính bao gồm các kiểu nguồn gốc khác nhau của đất trầm tích. Chúng có đặc điểm là trạng thái vật lý và tính chất biến đổi

nhiều. Điều kiện xây dựng công trình trên những loại đất đó thường kèm theo nhiều hạn chế lớn.

Nhóm này bao gồm : dăm, cuội, sỏi, cát.

Đặc tính chung là không có liên kết kiến trúc giữa các hạt, tỉ trọng nhỏ 1.4-1.9, độ rỗng lớn 25-40%, có khả năng chứa nước và thấm nước cao. Tính ổn định của đất đá phụ thuộc vào độ chặt của chúng.

4. Nhóm đất mềm dính

Bao gồm : sét, sét pha, cát pha.

Đối với tính chất xây dựng của nhóm này, thành phần khoáng vật và kiến trúc có một ý nghĩa quan trọng nhất. Các khoáng vật sét đóng vai trò quyết định đối với tính chất cơ lý, nước của chúng. Khi kiến trúc bị phá huỷ, tính bền vững của nhóm đất này giảm xuống rất nhiều, đại lượng trương nở tăng lên. Tỉ trọng trung bình 1,1 - 2,1g/cm³, độ rỗng 45 - 55%, thấm nước yếu (thường hệ số thấm nhỏ hơn 0,1 m/ngđ) không tan trong nước. Cường độ phụ thuộc vào độ ẩm, độ chặt và biến đổi trong phạm vi rộng (môđun tổng biến dạng biến đổi từ 25 - 100 Kg/cm²), ép co mạnh.

5. Nhóm đất có tính chất đặc biệt

Bao gồm : bùn, than bùn, đất muối hóa, cát chảy, thổ nhưỡng.

Các loại đất này thường yếu về mặt xây dựng Có thành phần khoáng vật phức tạp, hàm lượng muối khoáng, chất hữu cơ cao, độ rỗng rất lớn, dễ ngậm nước. Đây là nhóm đất yếu, cường độ chịu lực thấp. Chúng thường gây nên các hiện tượng bất lợi cho công trình xây dựng như: cát chảy, lún nhiều, lún không đều

§ 8. CÁC HỆ THỐNG PHÂN LOẠI ĐẤT ĐÁ CHI TIẾT

1. Phân loại đất theo TCVN

Dựa vào chỉ số dẻo người ta phân ra loại đất dính ($I_d \geq 1$) và đất rời ($I_d < 1$)

a) *Đất dính* : dựa vào chỉ số dẻo, người ta phân đất dính ra 3 loại :

- Cát pha (á cát) $1 \leq I_d \leq 7$
- Sét pha (á sét) $7 < I_d \leq 17$
- Sét $I_d > 17$

b) *Đất rời*

- Dựa vào hàm lượng hạt chiếm ưu thế có đường kính $> 2\text{mm}$

- Hàm lượng hạt chiếm trên 50% : đất hòn lớn (đá dăm, cuội, sạn, sỏi)
- Hàm lượng hạt chiếm nhỏ hơn 50% : đất cát
- Dựa vào hàm lượng và đường kính hạt mà phân loại đất rời như sau:

	0.1	0.25	0.5	2	10	d(mm)
	≥ 75%	> 50%	>50%	>50%	>50%	
	Cát nhỏ	Cát vừa	Cát thô	Sỏi	Đăm cuội	
	< 75%			>25%		
	Cát bột			Cát sỏi		

c) Đất bùn

Đất bùn khi thỏa các điều kiện sau đây : $W > W_{ch}$ và $e > e_{gh}$

Loại bùn	Hệ số rỗng e
Bùn á cát	$e \geq 0,9$
Bùn á sét	$e \geq 1$
Bùn sét	$e \geq 1,5$

d) Đất chứa tàn tích thực vật

Tên đất chứa tàn tích thực vật	q (độ than bùn)
Đất có chứa tàn tích thực vật	
Đất cát có chứa tàn tích thực vật	$0,03 < q \leq 0,1$
Đất dính có chứa tàn tích thực vật	$0,05 < q \leq 0,1$
Đất dạng than bùn	
Đất có ít than bùn	$0,1 < q \leq 0,25$
Đất có than bùn vừa	$0,25 < q \leq 0,4$
Đất có nhiều than bùn	$0,4 < q \leq 0,6$
Đất than bùn	$0,6 < q$

q : tỷ số khối lượng của tàn tích thực vật trong mẫu đất sấy ở 100° – 105°C và khối lượng của phần hạt rắn của mẫu đất.

2. Phân loại đất theo USCS

Nguyên tắc phân loại :

Dựa trên thành phần kích thước hạt chiếm ưu thế có đường kính 0,074mm trong đất để phân chia thành 2 nhóm : hạt thô và hạt mịn

Đối với nhóm hạt thô : dựa trên các hạt có đường kính 4,76mm để phân chia thành các phụ nhóm

Đối với nhóm hạt mịn : dựa trên các giá trị giới hạn chảy, giới hạn dẻo, chỉ số dẻo để phân chia thành các phụ nhóm

Tên của các loại đất được kết hợp 2 nhóm ký tự sau :

Tên đất	Ký hiệu	Cấp phối	Ký hiệu
Cuội, sỏi	G (gravel)	Tốt	W (well graded)
Cát	S (sand)	Kém	P (poor graded)
Bụi	M (silt)	Đẻo cao	H (high plasticity)

Sét	C (clay)	Đẻo thấp	L (low plasticity)
Hữu cơ	O (organic)	Than bùn	P _t (peat)

Tóm tắt phân loại

Dựa vào hàm lượng hạt có kích thước 0,074mm (rây No200) phân thành 2 nhóm lớn như sau :

* **Đất hạt thô:** Hàm lượng các hạt có kích thước từ 0,074mm trở lên chiếm trên 50%. Gồm 2 nhóm là cuội sỏi (G) và đất cát (S)

Đất cuội sỏi (G) : hàm lượng hạt có kích thước lớn hơn 4,76mm chiếm trên 50%

Đất cát (S) : hàm lượng hạt có kích thước lớn hơn 4,76mm chiếm nhỏ hơn 50%

Mỗi loại được chia thành 4 nhóm :

Đất chứa ít hoặc không chứa hạt mịn, không có loại hạt nào chiếm ưu thế về hàm lượng, cấp phối tốt, được kết hợp bằng chữ W

Kết hợp với hai chữ cái của tên đất có GW và SW khi hàm lượng hạt mịn chiếm ít hơn 5% tổng trọng lượng đất và thỏa điều kiện về cấp phối: $C_u > 4$ (đối với sỏi sạn), $C_u > 6$ (đối với cát) & $C_c = 1-3$

Hệ số không đều : $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ - đánh giá độ đồng đều của các hạt đất

Hệ số phân loại : $C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$

d_a : đường kính mà hạt có kích thước bằng hoặc nhỏ hơn chiếm a% tổng khối lượng đất khô.

Đất chứa ít hoặc không chứa hạt mịn, có một loại hạt chiếm ưu thế về hàm lượng, cấp phối kém, được ký hiệu bằng chữ P

Kết hợp với hai chữ cái của tên đất có GP và SP khi hàm lượng hạt mịn chiếm ít hơn 5% tổng trọng lượng đất và không thỏa điều kiện về cấp phối đất.

Đất hạt thô chứa một lượng đáng kể hạt mịn (chủ yếu là hạt bụi) không có tính dẻo, được ký hiệu bằng chữ M

Kết hợp với chữ cái của tên đất có GM và SM khi hàm lượng hạt mịn chiếm hơn 12% tổng trọng lượng đất

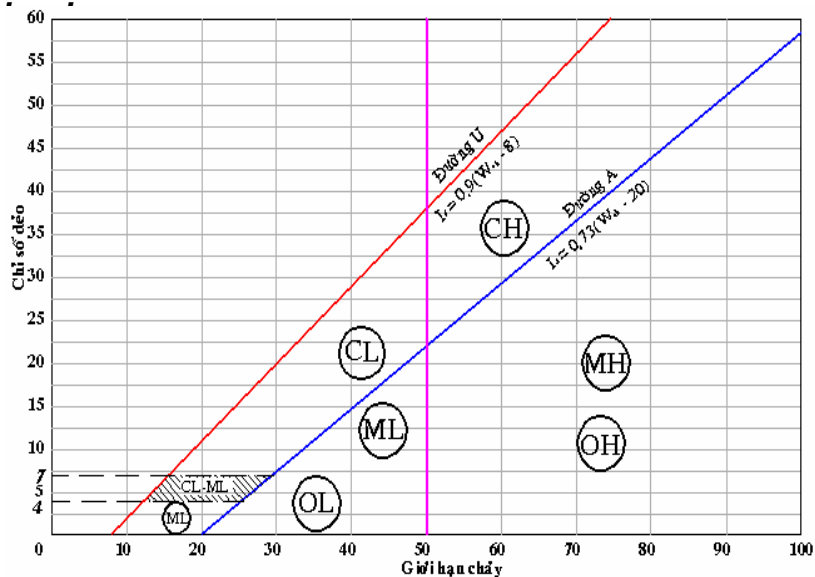
Đất hạt thô có chứa một lượng đáng kể hạt sét ký hiệu bằng chữ C

Kết hợp với chữ cái của tên đất có GC và SC khi hàm lượng hạt mịn chiếm hơn 12% tổng trọng lượng đất và chỉ số dẻo phần hạt mịn >7

Đối với đất hạt thô có lượng hạt mịn chiếm từ 5% đến 12% tổng trọng lượng đất hoặc không thuộc hẳn nhóm nào thì dùng ký hiệu kép như GP-GC, GW-SW, ...

Hàm lượng hạt mịn trong tổng trọng lượng đất	< 5% (chứa ít hoặc không chứa hạt mịn)		5% - 12%	>12% (chứa nhiều hạt mịn)	
	Cấp phối tốt	Cấp phối kém	s	Hạt bụi (không có tính dẻo)	Hạt sét (có tính dẻo)
	GW,SW	GP,SP	GP-GC...	GM,SM	GC,SC

*** Đất hạt mịn**



3. Phân loại đất theo tiêu chuẩn của Anh

Hệ thống phân loại của anh cũng tương tự như hệ thống phân loại của Mỹ

Khi mô tả đất, thường cho tên của nhóm đất, nếu yêu cầu thì thêm vào kí hiệu của nhóm, dù trong một số áp dụng bổ sung (như mặt cắt dọc) chỉ dùng một mình kí hiệu nhóm là thuận lợi.

Ký hiệu của nhóm hay nhóm phụ phải đặt trong dấu ngoặc đơn nếu không dùng phương pháp thí nghiệm trong phòng để nhận biết, như (GC).

Tên đất hạt mịn ký hiệu F, có thể dùng thay cho bụi là M, thay cho sét là C khi không có khả năng hoặc không yêu cầu phân biệt giữa chúng.

Đất chứa cuội nếu cỡ hạt cuội chiếm trên 50% vật liệu hạt thô, chứa cát nếu cỡ hạt cát chiếm trên 50% vật liệu thô.

Bụi (đất M), M là vật liệu được vẽ ở dưới đường A và có phạm vi dẻo hạn chế liên quan với giới hạn chảy của nó và độ dính tương đối thấp. Đất hạt mịn của loại này gồm có các vật liệu cỡ hạt bụi sạch và bụi đá, đất chứa nhiều mica và tảo, đá bọt và đất núi lửa, đất chứa haloizit.

Tên thay thế “đất M” để tránh lẫn lộn với vật liệu chủ yếu có cỡ hạt bụi, loại này chỉ là 1 bộ phận của nhóm. Trên biểu đồ tính dẻo, đất hữu cơ cũng thường được vẽ ở dưới đường A khi chúng được đặt tên là bụi hữu cơ, MO.

Sét, C là vật liệu vẽ trên đường A và hoàn toàn là dẻo trong mối liên hệ với giới hạn chảy của nó.

Ký hiệu nhóm phụ trong hệ thống phân loại đất của Anh.

<i>Ký hiệu</i>	<i>Chữ thứ nhất</i>	<i>Chữ thứ hai</i>
<i>Đất hạt thô</i>	G – cuội, sỏi	W – Cấp phối tốt
	S – Cát	P – Cấp phối xấu
		Pn- Đồng nhất
		Pg- Cấp phối gián đoạn
<i>Đất hạt mịn</i>	F – Hạt mịn (không phân biệt được)	L – Dẻo thấp
	M – Bụi	I – Dẻo trung bình
	C – Sét	H – Dẻo cao
		V – Dẻo rất cao
		E – Dẻo cực cao
<i>Đất hữu cơ</i>	Pt – Than bùn	O – Hữu cơ

Phạm vi cỡ hạt theo tiêu chuẩn của Anh.

		<i>Mịn</i>			<i>Thô</i>						<i>Rất thô</i>		
		<i>Bụi</i>			<i>Cát</i>			<i>Cuội</i>			<i>Đá</i>		
<i>Sét keo</i>			<i>Mịn</i>	<i>Trung</i>	<i>Thô</i>	<i>Mịn</i>	<i>Trung</i>	<i>Thô</i>	<i>Mịn</i>	<i>Trung</i>	<i>Thô</i>	<i>Đá cuội</i>	<i>Đá tảng</i>
	1		6	20		200	600		6	20			200
2		60						2			60		
		<i>µm</i>						<i>mm</i>					

4. Phân loại đá nguyên khối



Phân loại theo độ bền

Theo cường độ nén nở hông của đá nguyên khối được A.lan.Ekehew chia ra làm 5 nhóm:

Bảng 4.3. Phân loại đá nguyên khối theo cường độ (A.lan.EKehew)

Loại	Miêu tả độ bền	Cường độ nén nở hông(kg/cm²)
A	Cường độ rất cao	> 2250
B	Cường độ cao	2250 - 1125
C	Cường độ trung bình	1125 - 562
D	Cường độ thấp	562 - 281
E	Cường độ rất thấp	< 281

Phân loại theo modul đàn hồi

- Mô đun đàn hồi là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá nguyên khối, không bị nứt nẻ. Theo chỉ tiêu này chia chúng ra làm sáu nhóm:

Bảng 4.4. Phân loại đá theo modul đàn hồi(A.lan.EKehew)

Loại	Mô tả	Mô đun đàn hồi $E_{1501}(kg/cm^2.10^5)$
1	Rất cứng	8 - 6
2	Cứng	6 - 4
3	Cứng trung	4 - 2
4	Cứng ít	2 - 1
5	Mềm	1 - 0,5
6	Rất mềm	0,5 - 0,25

PHẦN II

NƯỚC DƯỚI ĐẤT

CHƯƠNG III

NƯỚC TRONG THIÊN NHIÊN

§1. NƯỚC TRONG KHÍ QUYỂN

1. Cấu tạo khí quyển

Khí quyển bao quanh quả đất không có giới hạn rõ rệt. Tuy bề dày khí quyển rất lớn nhưng phần lớn không khí tập trung ở gần mặt đất; $\frac{3}{4}$ khối lượng tập trung ở 10km gần mặt đất.

Hiện nay khí quyển chia là ba tầng: tầng bình lưu, tầng đối lưu và tầng ion.

Tầng đối lưu (Troposphere): là tầng nằm dưới cùng của khí quyển và tiếp xúc trực tiếp với mặt quả đất. Giới hạn trên của nó thay đổi từ các cực về xích đạo dưới ảnh hưởng của lực ly tâm vỏ quả đất và chế độ nhiệt. Ở vùng cực và ôn đới chiều cao từ 8-12km, còn ở vùng xích đạo đạt tới 17-18km; Ở các đới địa lý khác nhau nhiệt độ không khí trong tầng này không đồng nhất và có đặc điểm biến đổi theo mùa và ngày đêm. Trong đới này càng lên cao nhiệt độ không khí càng giảm, trung bình cứ lên cao 100m nhiệt độ giảm đi 0.6°C.

Sự vận động không khí theo cả phương thẳng đứng và phương nằm ngang. Hầu như toàn bộ hơi nước trong khí quyển tập trung ở tầng đối lưu, chỉ có trong tầng này mới có khả năng xảy ra quá trình ngưng tụ hơi nước để tạo thành mây, mưa. Nói chung tầng đối lưu là tầng hoạt động mạnh của khí quyển, vì các hiện tượng chủ yếu tạo thành thời đều xảy ra ở tầng này.

Tầng bình lưu (Stratosphere): là tầng nằm kế tiếp tầng đối lưu lên đến độ cao 80-85km; trong tầng này khí quyển vận động theo phương nằm ngang, nhiệt độ hầu như không thay đổi; nhưng khi lên đến độ cao đến 40-50 km lại có xu hướng tăng lên. Trong tầng này nước rất ít, nên mây, mưa không được tạo thành.

Tầng ion (Thermosphere): nằm ở độ cao 80-85km trở lên; giới hạn trên của nó có thể đạt tới 1000-2000km. Tầng ion được đặc trưng bởi sự phân bố các hạt ion hóa rất phân tán và các phân tử tập trung hòa điện vận động với vận tốc độ lớn.

Ngoài ra trong khí quyển còn gặp tầng ôzôn phân bố chủ yếu ở độ cao 25-30km đến 40-50km; tầng này là nguyên nhân làm cho nhiệt độ của tầng bình lưu có xu

hướng tăng lên và có tác dụng hấp thụ các tia tử ngoại từ vũ trụ vào quả đất làm cho cuộc sống trên trái đất được bảo tồn.

Bảng - Thành phần không khí khô, không bị ô nhiễm

<i>STT</i>	<i>Tên chất</i>	<i>Công thức</i>	<i>Tỉ lệ</i>	<i>Tổng khối lượng (tấn)</i>
1	Nitơ	N ₂	78,09%	3850. 10 ¹²
2	Oxy	O ₂	20,94%	1180. 10 ¹²
3	Argon	Ar	0,93%	65. 10 ¹²
4	Cacbonic	CO ₂	0,032%	2,5. 10 ¹²
5	Neon	Ne	18 ppm	64. 10 ⁹
6	Heli	He	5,2 ppm	3,7. 10 ⁹
7	Metan	CH ₄	1,3 ppm	3,7. 10 ⁹
8	Kripton	Kr	1,0 ppm	15. 10 ⁹
9	Hydro	H ₂	0,5 ppm	0,18. 10 ⁹
10	Nitơ ôxit	N ₂ O	0,25 ppm	1,9. 10 ⁹
11	Cacbon monoxit	CO	0,10 ppm	0,5. 10 ⁹
12	Ôzon	O ₃	0,02 ppm	0,2. 10 ⁹
13	Sulfurdioxit	SO ₂	0,001 ppm	11. 10 ⁶
14	Nitơ dioxit	NO ₂	0,001 ppm	8. 10 ⁶

2. Một số yếu tố khí hậu

a) **Áp suất không khí, gió:** Không khí gây một sức ép lên mặt đất, sức ép của không khí trên 1cm² gọi là áp suất khí quyển. Trên mặt biển áp suất khí quyển là 760mm thủy ngân và áp suất đó được gọi là 1 afmotfe(at).

Càng lên cao áp suất khí quyển càng giảm và ở độ cao 5km áp suất không khí chỉ bằng ½ áp suất trên mặt đất, còn khi lên cao 10km thì áp suất chỉ bằng ¼ áp suất trên mặt đất

Do sự chênh lệch áp suất khí quyển ở các vùng khác nhau trên mặt đất không khí sẽ di chuyển từ nơi có áp suất cao đến nơi có áp suất thấp tạo thành gió.

Ở xích đạo do nhiệt độ cao không khí nở ra bốc lên cao tạo ra các vùng áp thấp, còn ở các cực khác thì ngược lại nên tạo ra sự di chuyển không khí từ các cực về xích đạo ở các phần thấp của khí quyển. Còn ở phần cao thì sự di chuyển ngược lại tức là không khí di chuyển từ xích đạo về các cực. Nhưng do tác dụng quay của Quả Đất và do các yếu tố khác làm chu trình di chuyển của không khí trở nên phức tạp.

b) **Độ ẩm không khí:** Sự có mặt của hơi nước trong không khí gây ra độ ẩm của không khí (trọng lượng 1m³ không khí khô hoàn toàn ở áp suất 760mmHg và nhiệt độ 0°C là 1.293kg) Để đánh giá độ ẩm của không khí người ta dùng độ ẩm tuyệt đối, tương đối và độ thiếu ẩm.

Độ ẩm tuyệt đối: Là lượng hơi nước tính bằng gam chứa trong 1m^3 không khí (g/m^3).

Giữa độ ẩm tuyệt đối và áp suất hơi nước có mối liên hệ được biểu diễn bằng công thức:

Nếu áp suất hơi nước e tính bằng miliba thì:

$$a = \frac{0,81}{1 + \alpha t} \times e \text{ (g/m}^3\text{)} \quad (4)$$

Trong đó: t là nhiệt độ của không khí; α là hệ số giãn nở của không khí, $\alpha = 0,00366$.

Nếu áp suất hơi nước e tính; thủy ngân thì ta có

$$a = \frac{1,06}{1 + \alpha t} \times e \text{ (g/m}^3\text{)} \quad (5)$$

nên trị số của độ ẩm tuyệt đối a và áp suất hơi nước e (tính bằng milimet thủy ngân) bằng nhau khi nhiệt độ không khí là $16,5^\circ\text{C}$. Do đó, trong thực hành khí tượng, áp suất hơi nước thường được gọi là độ ẩm tuyệt đối. Nhưng khi áp suất hơi nước tính bằng miliba thì trị số của nó khác rõ rệt với trị số độ ẩm tuyệt đối. Trường hợp này không gọi áp suất hơi nước là độ ẩm tuyệt đối. Chẳng hạn, ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$ và áp suất hơi nước $e = 18\text{mb}$, độ ẩm tuyệt đối là:

$$a = \frac{0.81 \times 18}{1 + 0.0366 \times 20} = 13,5 \text{ g / m}^3$$

Nếu áp suất hơi nước $e = 18 \text{ mm Hg}$, thì

$$a = \frac{1.06 \times 18}{1 + 0.0366 \times 20} = 17.6 \text{ g / m}^3$$

Tuy nhiên, cần chú ý rằng áp suất hơi nước và độ ẩm tuyệt đối không biểu thị chính xác mức độ ẩm hay khô của không khí. Bởi vì với cùng một trị số của độ ẩm tuyệt đối, không khí có thể khô hay ẩm tùy theo nhiệt độ. Vì vậy để đánh giá được cụ thể hơn tình trạng ẩm của không khí người ta dùng đại lượng độ ẩm tương đối.

Tỷ ẩm ($f\%$): Là tỷ số giữa lượng hơi nước chứa trong 1m^3 không khí với trọng lượng không khí khô có cùng thể tích.

Độ ẩm tương đối ($r\%$): Là tỷ số giữa áp suất hơi nước chứa trong không khí và áp suất hơi nước bão hòa ở một nhiệt độ đã cho.

$$r(\%) = \frac{e}{E} \cdot 100 \quad (6)$$

Độ ẩm tương đối cho biết không khí ẩm đang ở xa hay gần trạng thái bão hòa. Nếu hơi nước đạt mức bão hòa trong khoảng không gian đang xét thì áp suất e của hơi nước chứa trong không khí sẽ bằng áp suất E của hơi nước bão hòa ở nhiệt độ đó, và độ ẩm tương đối trong trường hợp này sẽ bằng 100%.

Độ thiếu hụt bão hòa (d): Là hiệu số giữa áp suất hơi bão hòa và áp suất của hơi nước trong không khí ở một nhiệt độ nhất định.

$$d = E - e \quad (7)$$

Đại lượng này biểu thị bằng đơn vị milimet thủy ngân hoặc miliba. Độ thiếu hụt bão hòa chính là lượng hơi nước cần thêm vào không khí để có lượng hơi nước hoàn toàn bão hòa trong không khí ở một nhiệt độ nhất định.

Điểm sương τ ($^{\circ}C$): Là nhiệt độ mà tại đó hơi nước chứa trong không khí đạt tới trạng thái bão hòa. Điểm sương tính bằng độ như nhiệt độ.

Người ta xác định điểm sương bằng bảng tra sự phụ thuộc của áp suất hơi nước bão hòa vào nhiệt độ khi đã biết trị số áp suất hơi nước. Vì ở nhiệt độ của điểm sương, hơi nước chứa trong không khí trở nên bão hòa nghĩa là $e = E$, khi đó $t = \tau$. Trong bảng người ta tìm trị số $E = e$ và nhiệt độ ứng với trị số đó chính là điểm sương.

Những đại lượng vật lý đặc trưng của độ ẩm không khí nêu trên được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu khoa học và trong thực tiễn.

Áp suất hơi nước (e): (Còn gọi là sức trương hơi nước) là phần áp suất do hơi nước chứa trong không khí gây ra và được biểu thị bằng milimet thủy ngân (mmHg) hoặc bằng miliba (mb): $1\text{mb} = 10^{-3}\text{bar} = 10^2\text{N/m}^2$; $1\text{mb} = 3/4 \text{ mmHg}$

Trong 1 khối không khí đóng kín (ví dụ: 1 quả bóng), không khí sẽ gây ra xung quanh một áp suất P . Áp suất P là tổng hợp áp suất thành phần gây ra bởi các chất khí chứa trong khối không khí đó:

$$P = p_1 + p_2 + \dots + p_i + \dots + p_n \quad (1)$$

Trong đó: p_1 : áp suất của O_2 , p_2 : áp suất của CO_2 , ... p_i : áp suất hơi nước, p_n : áp suất của chất khí thứ n. p_i được ký hiệu là e .

Áp suất bão hòa E (mb; mmHg): Ở một nhiệt độ nhất định, áp suất hơi nước ứng với giới hạn tối đa của hơi nước trong không khí gọi là áp suất hơi nước bão hòa hay áp suất cực đại của hơi nước trong không khí và được ký hiệu là E .

E được tính theo công thức:

$$E = 6,1 \cdot 10^{\frac{7,6t}{242+t}} \quad (2)$$

Trong đó:

6,1 là áp suất bão hòa ở nhiệt độ $0^\circ C$;

7,6 và 242 là các hệ số thực nghiệm;

t là nhiệt độ không khí.

Sự phụ thuộc của áp suất hơi nước bão hòa vào nhiệt độ không khí được trình bày trên hình 4.3.

Độ ẩm riêng (ρ): Là lượng hơi nước tính bằng gam chứa trong 1 kg không khí ẩm.(g/kg).

$$\rho = \frac{622e}{P - 0,378e} \quad (\text{g/kg}) \quad (3)$$

c) **Mưa khi quyển**: Trong không khí chứa một lượng hơi nước, khi đạt quá bão hòa và có mặt các nhân ngưng tụ thì sẽ ngưng tụ thành những giọt nước hoặc các tinh thể băng nhỏ li ti tùy theo điều kiện nhiệt độ của khối không khí. Các hạt băng và các giọt nước này có kích thước thường từ 0.006-0.02 mm và tạo thành các đám mây. Nếu khối không khí tiếp tục bị nguội lạnh, hơi nước tiếp tục ngưng tụ, kích thước các hạt đó tăng dần lên đến 0.04mm và càng mau chóng tăng kích thước để rơi xuống tạo thành mưa.

Các dạng mưa

Người ta gọi giáng thủy tức là mưa ở thể nước hoặc thể rắn, các hạt nước, các tinh thể băng rơi từ các đám mây xuống mặt đất. Theo đặc điểm rơi của hạt mưa người ta chia ra các dạng chính: mưa phùn, mưa dầm và mưa rào.

- Mưa phùn: là loại giáng thủy thường rơi từ mây Si, Sc. Giọt nước rất nhỏ, đường kính không quá 0,5mm, cũng có thể ở dạng hạt tuyết rất nhỏ.

- Mưa dầm: là loại giáng thủy từ các đám mây Ns, As và đôi khi từ Sc. Đặc điểm của mưa dầm là cường độ thay đổi ít, thời gian mưa kéo dài. Mưa dầm thường gắn liền với sự tràn qua của dải hội tụ nội chí tuyến hay front nóng. Giọt nước mưa dầm có kích thước trung bình. Mưa dầm còn gặp ở dạng mưa tuyết.

- Mưa rào: là loại giáng thủy từ mây Cb. Đặc điểm của mưa rào là cường độ lớn và thay đổi nhiều, thời gian mưa ngắn, giọt nước có kích thước lớn. Mưa rào thường bắt đầu và kết thúc đột ngột.

Những quy định về mưa

Lượng mưa được tính bằng chiều dày milimét của lớp nước rơi trên một mặt phẳng nằm ngang trong trường hợp không có bốc hơi, không bị thấm đi và chảy mất.

Cường độ mưa là lượng mưa tính ra milimét nước trong 1 phút. Cường độ vượt quá 1mm/phút được gọi là mưa rào.

Quy định về diện mưa (khu vực mưa):

- Mưa vài nơi: số trạm có mưa $\leq 1/3$ tổng số trạm đo mưa khu vực.
- Mưa rải rác: số trạm có mưa từ $1/3 - 1/2$ tổng số trạm đo mưa khu vực.
- Mưa nhiều nơi: số trạm có mưa $> 1/2$ tổng số trạm đo mưa khu vực.

Quy định về lượng mưa:

- Mưa không đáng kể: Lượng mưa từ 0,0 - 0,5 mm/ngày.
- Mưa nhỏ: Lượng mưa từ 0,5 - 10,0 mm/ngày
- Mưa vừa: Lượng mưa từ 10,0 - 50,0 mm/ngày.
- Mưa to: Lượng mưa từ 50,0 - 100,0 mm/ngày.
- Mưa rất to: Lượng mưa > 100 mm/ngày.

§2. KHÁI NIỆM VỀ DÒNG CHẢY

1. Khái niệm

Mưa rơi xuống dưới đất một phần bốc hơi lên trở lại khí quyển; một phần di chuyển từ các chỗ cao tập trung vào các chỗ thấp hình thành các khe rãnh, sông suối; một phần ngấm xuống cung cấp cho nước dưới đất. Nước dưới đất lại chảy

lộ ra cung cấp cho các sông suối. Như vậy dòng chảy được hiểu chung là sự vận động của nước trên mặt (dòng chảy mặt) và nước ngấm xuống đất (dòng ngầm).

Dòng sông được hình thành từ các dòng chảy tràn tập trung thành các khe, suối rồi vào thành sông. Nơi tập trung chảy vào sông được gọi là nguồn. Nơi sông đổ ra biển hoặc đổ vào sông chính gọi là cửa sông. Sông có nhiều loại nhánh: sông đổ vào biển gọi là sông chính; sông đổ vào sông chính gọi là sông nhánh bậc I; sông đổ vào sông nhánh bậc I gọi là sông nhánh bậc II...

Thung lũng sông bao gồm lòng sông có nước chảy thường xuyên, bãi bồi, bậc thềm.

Một dòng chảy đều có diện tích cấp nước cho nó gọi là lưu vực. Đường phân chia lưu vực của hai dòng chảy là đường chia nước (phân thủy). Mỗi dòng chảy đều có lưu vực trên mặt và có cả lưu vực dưới đất.

2. Các đặc trưng của dòng chảy

a) Mức nước: là một đặc trưng quan trọng của dòng chảy. Sự dao động mực nước của một dòng chảy ở một vị trí nào đó được xác định bằng hiệu số giữa mực nước cao nhất và mực nước thấp nhất của dòng chảy tại thời điểm đó; các sông càng dài càng thoải trị số dao động mực nước càng nhỏ.. Biên độ dao động mực nước tùy thuộc vào tình hình khí hậu, chiều dài sông, độ dốc của thung lũng và lưu vực... Các sông miền núi có biên độ dao động mực nước lớn hơn ở đồng bằng.

b) Lưu lượng của dòng chảy: là lượng nước chảy qua một mặt cắt vuông với dòng chảy trong một đơn vị thời gian và được xác định bằng biểu thức:

$$Q = V.F$$

Trong đó: Q là lưu lượng dòng chảy (m³/s); V- tốc độ trung bình của dòng chảy (m/s); F- diện tích tiết diện của dòng chảy (m²)

c) Mô đun dòng chảy (M): là lượng nước chảy ra trong một đơn vị thời gian từ một diện tích lưu vực dòng chảy.

$$M = \frac{Q.10^3}{F}, l / skm^2$$

Trong đó: Q là lưu lượng dòng chảy (m³/s); F- diện tích tiết diện lưu vực của dòng chảy (km²)

d) Thể tích dòng chảy (W): là tổng lượng nước chảy trong 1 năm

$$W = Q.T$$

Trong đó: W- thể tích dòng chảy, (m³/s); Q là lưu lượng dòng chảy (m³/s);
T- thời gian trong năm (s)

e) Bề dày dòng chảy (y): là bề dày lớp nước trải đều trên lưu vực mà dòng chảy đó mang đi

$$y = \frac{W}{F \cdot 10^3} = \frac{Q \cdot T}{F \cdot 10^3} = \frac{31,5 \cdot 10^6 Q}{F \cdot 10^3}$$

Trong đó: y- bề dày dòng chảy (mm/năm); W- thể tích dòng chảy, (m³/năm); Q là lưu lượng dòng chảy (m³/s); F- diện tích tiết diện lưu vực của dòng chảy (km²).

Như vậy M và y có quan hệ:

$$y = \frac{31,5 \cdot 10^6 F \cdot M}{10^3 \cdot F \cdot 10^3} = 31,5M$$

f) Hệ số dòng chảy: là tỷ số giữa bề dày dòng chảy và lượng mưa rơi hàng năm trên lưu vực

$$\eta = \frac{y}{x}$$

Trong đó: y- bề dày dòng chảy, mm/năm; x- lượng mưa rơi trên lưu vực (mm/năm).

g) Lượng dòng chảy chuẩn: là giá trị trung bình nhiều năm (trên 50 năm) của các đặc trưng dòng chảy

$$Q_0 = \frac{\sum Q_i}{n}; \quad M_0 = \frac{\sum M_i}{n}; \quad y_0 = \frac{\sum y_i}{n}; \quad W_0 = \frac{\sum W_i}{n}$$

h) Hệ số mô đun: được xác định bằng tỉ số giữa đặc trưng dòng chảy của một năm nào đó với đặc trưng chuẩn tương ứng.

$$K = \frac{M_i}{M_0} = \frac{Q_i}{Q_0} = \frac{Y_i}{Y_0}$$

Hệ số mô đun dòng chảy thường nhỏ hơn 1, vì chỉ một phần nước mưa được chuyển thành dòng mặt. Nhưng trong một số vùng karst hoặc ở trung tâm các nếp lồi, khi lưu vực ngầm lớn hơn lưu vực mặt thì hệ số mô đun vượt quá 1.

Đối với dòng chảy ngầm người ta cũng tính mô đun dòng ngầm là lưu lượng nước chảy ra từ một diện tích lưu vực dòng ngầm

$$M_n = \frac{Q_n \cdot 10^3}{F_n}, l / skm^2$$

Trong đó: M_n - mô đun dòng ngầm (l/skm²); Q_n là lưu lượng dòng chảy (l/s);
 F_n - diện tích tiết diện lưu vực của dòng chảy (km²).

3. Các nhân tố ảnh hưởng đến dòng chảy

Các dòng chảy chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố, trong các nhân tố thì khí hậu, địa hình, địa chất – địa chất thủy văn, lớp phủ thực vật và hoạt động của con người là những nhân tố cơ bản ảnh hưởng đến dòng chảy.

Khí hậu và kiểu mưa có ý nghĩa quan trọng trong chế độ của dòng chảy. Mưa càng nhiều, bốc hơi càng ít dòng chảy càng phát triển; ngược lại mưa càng ít bốc hơi mạnh dòng chảy kém phát triển.

Địa hình lưu vực có ảnh hưởng rất lớn đến chế độ dòng chảy. Những lưu vực kéo dài, các nhánh sông phân bố đều làm cho dòng chảy ổn định và điều hòa hơn. Khi nghiên cứu ảnh hưởng của hình thái lưu vực đến chế độ dòng chảy người ta quan tâm đến mật độ dòng chảy (là tỉ số giữa km dòng chảy trên một đơn vị diện tích lưu vực).

$$D = \frac{L}{F}, km / km^2$$

Trong đó: L- tổng chiều dài lưu vực(km); F_n - diện tích tiết diện lưu vực (km²).

Độ dốc của thung lũng sông cũng ảnh hưởng đến chế độ của dòng chảy. Những sông dốc nước thường thoát nhanh và hay gây lũ, những sông có độ dốc nhỏ nước thường điều hòa hơn.

Các nhân tố địa chất, địa chất thủy văn ảnh hưởng đến dòng chảy phải kể đến tính chất của đất đá và cấu trúc địa chất của lưu vực sông. Ở những vùng phát triển đá nứt nẻ, dễ thấm nước, hay các đá phát triển Kacstơ thường dòng mặt kém phát triển.

Lớp phủ thực vật ngoài tác dụng ngăn cản dòng nước, nó còn tạo điều kiện cho nước ngấm xuống đất. Cho nên các vùng thảm thực vật phát triển dòng chảy điều hòa hơn, hệ số dòng chảy nhỏ hơn ở những vùng không có thảm thực vật che phủ.

Hoạt động của con người có ý nghĩa rất quan trọng trong cải tạo dòng chảy. Con người có thể bắt dòng chảy hoạt động theo ý mình. Ở những vùng địa hình dốc người ta làm ruộng bậc thang cản trở dòng chảy, chống xói mòn. Các hệ thống đê điều bắt dòng chảy chảy theo hướng qui định. Những hệ thống thủy lợi, hệ

thống kênh mương ngoài việc sử dụng nước để tưới, để phát điện, còn có tác dụng quan trọng là điều hòa dòng chảy, phân phối chúng phục vụ lợi ích cho con người.

§3. CÁC KIỂU NGUỒN GỐC CHỦ YẾU CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Khái niệm cơ bản về nước dưới đất:

- Nước dưới đất bao gồm các loại nước có trong lỗ rỗng, khe nứt và các hang hốc của các lớp đất đá. Nước còn tham gia vào thành phần cấu tạo mạng tinh thể của khoáng vật tạo ra các đá.

- Lượng nước ngầm dưới đất nhiều hay ít tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của từng nơi (địa hình, thành phần đất đá, lượng mưa ...)

- Nước dưới đất có ảnh hưởng rất mạnh đến tính chất vật lý và cơ học của đất đá :

- o Chúng làm thay đổi trạng thái, độ bền và tính biến dạng, tính ổn định của khối đất
- o Gây ra các tác dụng hoà tan, ăn mòn hoặc cuốn trôi các hạt đất theo dòng thấm
- o Là một trong những nguyên nhân quan trọng gây ra hiện tượng lún, trượt đất đá ở mái dốc, hiện tượng cát chảy hoặc xói ngầm...
- o Gây khó khăn cho việc thi công hố móng, làm mất ổn định nền móng công trình.

- Nước dưới đất là nguồn tài nguyên rất quý giá, phục vụ đời sống cho con người, cho sự tồn tại và phát triển nền công nghiệp và nông lâm nghiệp...

Theo nguồn gốc và điều kiện hình thành nước dưới đất được chia thành những loại sau tạo

1. Nước có nguồn gốc khí quyển (nước thấm)

- Được thành tạo do nước khí quyển ngấm vào trong đất đá, do nước sông hồ..., chảy theo các khe nứt, lỗ hổng của đất đá hoặc hơi nước xâm nhập từ không khí rồi ngưng tụ lại

- Nước được thành tạo trong quá trình trầm đọng các trầm tích trong các bồn chứa nước ngọt cũng được xếp vào nguồn gốc này. Tuy nhiên sự thấm của nước mưa và nước mặt có ý nghĩa quan trọng nhất trong việc thành tạo nước có nguồn gốc khí quyển vì vậy người ta gọi nước có nguồn gốc khí quyển còn gọi là nước thấm.

- Quá trình cơ bản quyết định thành phần hoá học của nước có nguồn gốc thấm là sự hoà tan và rửa lũa đất đá, sự hoà lẫn với nước có nguồn gốc khác nhau, sự trầm đọng muối; sự cô đặc do bốc hơi, quá trình hoá lí hoá keo và hoạt động của vi sinh vật

2. Nước có nguồn gốc biển (nước trầm tích)

- Nước được hình thành trong quá trình thành tạo đất đá trầm tích ở đại dương, biển, vũng vịnh. Khác với nước mưa, nước sông, nước đại dương hiện đại có thành phần clorua natri, chứa một hàm lượng ion sunfat và magie cao. Hiện nay trong nước các đại dương người ta tìm thấy 75 nguyên tố hóa học. Vì vậy, thành phần hoá học rất phức tạp.

- Sự biến đổi thành phần hóa học của nước đại dương bắt đầu trong các loại bùn ở đáy. Do sự vận động kiến tạo, sự thành tạo các tầng trầm tích ở bên trên, quá trình biến đổi của nước có nguồn gốc biển xâm nhập từ đại dương, biển, vũng vịnh vào các đá đã được thành tạo hoặc nước bị ép đẩy ra từ các đá bị nén chặt (sét kết, cát kết) thúc đẩy quá trình thay thế nước có nguồn gốc thấm đã có từ trước, sự pha trộn và trao đổi cation...

3. Nước có nguồn gốc macma (nước nguyên sinh)

- Là nước nguyên sinh được tách ra từ các thể nóng chảy macma trong quá trình hoạt động núi lửa hay quá trình hoạt động của thể macma xâm nhập và phun trào

- Nước được thành tạo do kết hợp giữa oxy và hydro dưới nhiệt độ cao và áp suất lớn trong quá trình phun trào hoặc phun nghẹn của núi lửa dưới dạng hơi và ngưng đọng, được tàng trữ trong các đới nứt nẻ, hang, hốc. Thành phần NNNGNS bao gồm nước nhạt tinh khiết, hoặc nước khoáng và hoặc nước nóng, nhưng luôn không bị nhiễm khuẩn. Loại nước ngầm này phân bố ở khắp nơi có hoạt động núi lửa: miền núi, trung du, ven biển, đáy biển, trong hang, trên sa mạc, thảo nguyên và ở cả các đồng bằng (các vùng nước khoáng nóng ở Thái Bình, Thanh Hoá, v.v.). NNNGNS cung cấp nước cho mọi sông, suối, cho các cao nguyên ở cao hơn mực nước biển nhiều ngàn mét thông qua các điểm lộ của miệng núi lửa hoặc các đứt gãy, khe nứt liên quan. Ở miền núi, NNNGNS cung cấp nước cho các khe suối trên mặt đất thông qua các họng núi lửa, các đứt gãy sâu có lấp đầy đá mạch bị phong hoá. Khái niệm " Nước ngầm nguồn gốc nội sinh" cho phép tìm nước cho sinh hoạt

và sản xuất ở các vùng núi cao (như ở Pêru, Mexico, các cao nguyên), vùng đá vôi (Cao nguyên đá vôi Đồng Văn, ...) , vùng sa mạc (Xa mạc Trắng, Xahara, ...) bằng việc tìm các hòng núi lửa trẻ phân bố tại giao điểm của các đứt gãy sâu; Với các cao nguyên đá vôi ở Việt Nam (Lục Khu, Đồng Văn, Mèo Vạc) còn đòi hỏi thêm một số điều kiện biên nữa: Các khối xâm nhập nông, các hòng núi lửa phải đủ lớn để có nhiều nước, và lấp đầy các khe nứt trong đá vôi để nước đã được tạo ra khỏi bị ngấm hết xuống dưới. Vì vậy, việc tìm nước ngầm cho các cao nguyên đá vôi (Lục Khu - Cao Bằng, Đồng Văn, Mèo Vạc, Quản Bạ - Hà Giang) khó và rủi ro cao hơn tìm vàng.

- Trong giai đoạn đầu tạo thành quả đất nước nguyên sinh được thành tạo với một lượng lớn. Hiện nay, sự thành tạo nước nguyên sinh được tác ra từ đá mác ma là không đáng kể, chỉ chiếm khoảng 5-10% nước dưới đất

4. Nước có nguồn gốc biến chất (nước thứ sinh)

- Là nước tái sinh hoặc tách được ra từ vỏ hydrat của hạt đất, khoáng vật, trong quá trình biến chất nhiệt hoặc biến chất động lực (do áp suất lớn). Trước khi trở thành thành phần của các mạng tinh thể hay đất đá chúng tham gia vào vòng tuần hoàn chung của nước và theo nguồn gốc có thể là nước có nguồn gốc thấm hay nguồn gốc trầm tích.

- Nước thứ sinh thành tạo mãnh liệt nhất trong quá trình khử hydrat các khoáng vật, đất đá trong các khu vực hoạt động núi lửa hiện đại hay mới tắt và cả trong những độ sâu lớn trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao. Nước tái sinh ở thời điểm mới tách ra khỏi mác ma hầu như không có các chất hòa tan. Sau đó, trong quá trình tác dụng với đất đá, với khí trong điều kiện áp suất và nhiệt độ cao chúng được bổ sung thêm các nguyên tố khác

- Nước thứ sinh cũng có thể được hình thành do các phản ứng hoá học khi điều kiện hoá lí của môi trường trong đất thay đổi các phản ứng hoá học có sự tách nước. Quá trình này có thể xảy ra trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thấp.

→ Thực tế rất khó xác định nguồn gốc nước dưới đất vì các loại nước có thành phần hoá học giống nhau, nhưng lại có nguồn gốc khác nhau. Tuy nhiên, có thể dựa vào đặc điểm của thành phần nguyên tố vi lượng, các chất hoà tan hoặc các chất đồng vị ổn định của từng loại nước dưới đất để phân biệt.

§4. CÁC DẠNG NƯỚC TỒN TẠI TRONG ĐẤT ĐÁ

Trong đất đá nước tồn tại dưới những dạng khác nhau: hơi nước, nước liên kết vật lý, nước mao dẫn, nước trọng lực, nước ở trạng thái rắn, nước trong tinh thể các khoáng vật

1. Nước ở trạng thái hơi

- Nước ở trạng thái hơi lấp đầy các phần lỗ hổng và khe nứt rỗng. Hơi nước rất dễ di chuyển. Trong lỗ hổng của đất đá chúng vận động từ nơi có áp suất lớn đến nơi có áp suất nhỏ hay nói cách khác là đi từ nơi có độ ẩm lớn đến nơi có độ ẩm nhỏ. Hơi nước ở trong các lỗ hổng và trong khi quyển tạo thành một hệ thống cân bằng động, nghĩa là chúng vận động từ lỗ hổng vào khí quyển và ngược lại.

2. Nước liên kết vật lý

- Nước liên kết mặt ngoài của hạt đất do lực tương tác giữa các phân tử nước với bề mặt hạt đất, chủ yếu là lực hút tĩnh điện. Lượng nước liên kết vật lý thay đổi tùy thuộc vào tính ưa nước của khoáng vật, độ phân tán mịn của hạt đất, thành phần và hàm lượng của các chất hòa tan trong nước lỗ rỗng của đất.... Nước liên kết vật lý chia ra nước liên kết chặt và nước liên kết yếu.

Nước liên kết chặt (nước hấp phụ): được thành tạo do sự hấp phụ các phân tử nước trên bề mặt các hạt cứng, tạo một lớp rất mỏng sát ngay trên bề mặt các hạt. Nước chỉ dịch chuyển sang trạng thái hơi. Thực vật không hút được nước liên kết chặt từ các hạt.

Nước liên kết yếu (nước màng mỏng): phân bố ngay trên lớp nước liên kết chặt bằng mối liên kết phân tử. Vì vậy lực liên kết giữa các phân tử nước và bề mặt hạt yếu đi nhiều và thực vật có thể hấp thụ được nước này.

Nước liên kết yếu tồn tại trong đất đá khi độ ẩm trong đất đá lớn hơn độ ẩm hấp phụ lớn nhất. Khi các hạt có bề dày nước màng mỏng khác nhau tiếp xúc với nhau thì nước màng mỏng có thể dịch chuyển từ nơi màng dày đến nơi có màng mỏng hơn. Sự dịch chuyển này xảy ra rất chậm chạp và có thể xảy ra ngay cả khi có sự chênh lệch áp lực thấp ướt trong các màng mỏng của nước. Lượng nước màng mỏng phụ thuộc vào thành phần hạt, khoáng vật.

Nước màng mỏng không di chuyển dưới tác dụng của trọng lực vì lực hút phân tử lớn. Nước màng mỏng cứng không di chuyển dưới áp lực thủy tĩnh được vì nó không lấp đầy các lỗ hổng của đất đá.

Khi chiều dày màng mỏng bao quanh hạt tăng lên đến một giới hạn nhất định thì màng mỏng của nước bị trọng lực tác động, kéo xuống phía dưới thành nước trọng lực.

Sự có mặt của nước màng mỏng trong đất sét làm cho chúng có một số tính chất đặc biệt: tính dẻo, tính dính, tính trương nở, lún... Các tính chất của chúng thay đổi theo chiều ngược lại với lượng nước màng mỏng.

3. Nước mao dẫn

Nước mao dẫn (là 1 dạng nước tự do): tồn tại trong các lỗ rỗng và khe nứt nhỏ (khe nứt có bề rộng <2mm) của đất đá dưới sức căng của bề mặt – lực mao dẫn. Tùy thuộc vào quan hệ giữa nước mao dẫn với nước ngầm A.F.Leebedep chia ra các loại:

Nước mao dẫn treo không liên hệ với nước ngầm: Nó thường được tạo thành ở phần trên của đới thông khí từ nước mưa khi độ ẩm của đất đá vượt quá độ ẩm của phân tử cực đại.

Khi quá trình bốc hơi kéo dài nước mao dẫn treo có thể hoàn toàn khô kiệt. Thực vật rễ dẹt hấp thụ dạng nước này.

Nước mao dẫn dâng phân bố phía trên mực nước ngầm: Nó được dâng lên trong các khe lỗ mao dẫn do tác dụng của sức căng bề mặt ngoài. Do nước mao dẫn dâng liên hệ thủy lực với mực nước ngầm nên mặt lớp nước mao dẫn dâng dao động theo sự dao động mực nước ngầm

Nước mao dẫn góc: chủ yếu được thành tạo trong các góc của lỗ rỗng gần chỗ tiếp xúc của các hạt đất đá. Nó được giữ rất chặt bằng các lực mao dẫn, không truyền áp lực thủy tĩnh, không vận động vào trong các hạt của đất đá.

Nước mao dẫn bao quanh: được thành tạo chủ yếu trong đất cát, chiếm giữ tất cả những khoảng trống nằm sát các hạt, ở trung tâm các lỗ có các bọt khí.

4. Nước trọng lực

Nước trọng lực không liên kết với bề mặt hạt và không chịu lực căng bề mặt. Nó có khả năng di chuyển dưới tác dụng của trọng lực tức là dưới ảnh hưởng của sự chênh lệch áp lực.

Khi vận động trong đất đá nước ở trạng thái lỏng, chia làm hai dạng ngấm và thấm. Khi nước vận động trong đất đá mà chỉ một phần các lỗ rỗng chứa đầy nước và vận động qua các lỗ rỗng đó thôi gọi là ngấm. Yếu tố sinh ra vận động này là trọng lực và lực mao dẫn.

Quá trình thấm xảy ra trên diện rộng với các dòng thấm lớn lúc đó tất cả các lỗ rỗng của đất đá đều bão hòa nước và nước thấm dưới tác dụng của áp lực mao dẫn, gradien áp lực và trọng lực.

5. Nước ở trạng thái rắn:

Nước ở trạng thái rắn khi nhiệt độ đất đá, nước thấp dưới 0°C nước trọng lực và một phần nước liên kết đóng băng biến thành nước ở trạng thái rắn. Khi đất đá và nước trong chúng bị đóng băng tính chất cơ lý của chúng thay đổi.

6. Nước liên kết hóa học :

Nằm trong thành phần cấu tạo mạng tinh thể của khoáng vật, có thể chia thành nước kết tinh và nước kết cấu

Nước kết cấu: là nước liên kết hóa học tham gia vào mạng tinh thể khoáng vật dưới dạng ion OH^- hoặc H_3O^+ . Nước này tách ra khỏi mạng tinh thể khi nung nóng khoáng vật đến nhiệt độ từ 300°C đến 1300°C và khi mạng tinh thể hoàn toàn phá hủy.

Nước kết tinh: là nước liên kết hóa học tham gia vào mạng tinh thể khoáng vật dưới dạng phân tử nước H_2O hoặc nhóm các phân tử nước. Nước này tách ra khỏi mạng tinh thể khi nung nóng khoáng vật đến nhiệt độ từ 250°C đến 300°C .

§5. PHÂN BỐ NƯỚC TRONG VỎ QUẢ ĐẤT

Phần trên của vỏ quả đất có thể chia ra làm hai đới: đới thông khí và đới bão hòa. Trong đới thông khí nước tồn tại dưới dạng: hơi nước, nước liên kết vật lý, nước liên kết hóa học và có lúc có nơi nước trạng thái lỏng. Trong đới bão hòa tất cả các lỗ rỗng, các khe nứt đều chứa đầy nước trọng lực. Giữa hai đới này thường tồn tại một đới nước mao dẫn. Trong đới bão hòa nước có tính phân đới về đặc tính thủy lực và thủy hóa.

1. Phân đới thủy động lực nước dưới đất

Theo cường độ và điều kiện trao đổi nước phần trên của vỏ quả đất có thể chia ra là ba đới thủy động lực: đới trao đổi nước mãnh liệt, chậm chạp và rất chậm.

Đới trao đổi nước mãnh liệt: phân bố trên cùng của vỏ quả đất và liên hệ chặt chẽ với nước trên mặt đất. Đới này phân bố đến độ sâu xâm thực của các thung lũng sông lớn nhất. Chiều dày đới dao động trong khoảng 100-1000m và lớn hơn. Đới này đặc trưng bởi vận tốc thấm nước tương đối lớn. Vận tốc thực trong đới này thay đổi từ hàng trăm mét đến 1m trong 1 năm. Hệ số trao đổi nước (tỷ số giữa lượng nước thấm qua bồn chứa nước dưới đất sau 1 năm với toàn bộ lượng nước chứa trong bồn đó) dao động trong khoảng $0.1 \div 1$, nghĩa là sự trao đổi nước hoàn toàn được thực hiện trong thời gian từ $1 \div 100$ năm.

Đới trao đổi nước chậm chạp: thường sâu hơn gốc thoát nước địa phương của các tầng và các phức hệ chứa nước. Chiều sâu giới hạn của đới này có thể được xác định bằng chiều sâu xâm thực các bồn biển. Chiều dày đới dao động trong khoảng 100-1000m và lớn hơn. Đới này đặc trưng bởi vận tốc thấm nước nhỏ hơn nhiều so với vận tốc thấm của đới trên. Hệ số trao đổi nước trong đới này dao động trong khoảng rất rộng từ $0.01 \div 1.10^{-9}$.

Đới trao đổi nước rất chậm chạp: chiếm những phần sâu nhất của hệ chứa nước có áp (sâu hơn $2 \div 3$ km). Vận tốc thấm thực nước dưới đất thường khoảng vài phần chục đến vài phần trăm cm trong 1 năm. Hệ số trao đổi nước thường không vượt quá 1.10^{-9} . Đới này đặc trưng bởi nhiệt độ và áp suất cao.

2. Phân đới thủy hóa nước dưới đất

Các đới thủy động lực đặc trưng bằng các đặc tính thủy hóa khác nhau. Sự phân đới thủy hóa liên quan chặt chẽ với sự phân đới thủy động lực.

Bảng 5.1. Đặc trưng chính của các đới nước trong vỏ quả đất

Đặc trưng	Đới trao đổi nước mãnh liệt	Đới trao đổi nước chậm	Đới trao đổi nước rất chậm
Vận tốc thấm	$>1\text{m}/\text{năm}$	$<1\text{m}/\text{năm}$	Vài chục đến vài phần trăm cm/năm
Hệ số trao đổi nước	$0.01 \div 1$	$0.01 \div 1.10^{-9}$	$<1.10^{-9}$
Môi trường tồn tại	ôxy hóa	ôxy hóa – khử	Khử ôxy
Nhiệt độ	$\leq 25^{\circ}\text{C}$	$10 \div 40^{\circ}\text{C}$	$40 \div 150^{\circ}\text{C}$
Thành phần hóa	Đa dạng	Đa dạng	Clorua

học			
Độ khoáng hóa	Nhạt, mặn	2÷ 50g/l	50÷ 500g/l

Đổi trao đổi nước mãnh liệt: đặc trưng bởi môi trường ôxy hóa, lượng ôxy trong nước đạt đến 15 ÷ 20% và cao hơn; nhiệt độ của nước thường không cao, đến 25°C; chủ yếu là nước nhạt và nước mặn.

Đổi trao đổi nước chậm: đặc trưng bởi môi trường ôxy hóa – khử; nhiệt độ của nước thường 10 ÷ 40° C và cao hơn, với thành phần hóa học khác nhau và độ khoáng hóa từ 2 ÷ 3 đến 50 g/l và lớn hơn. Trong đới này có các mỏ dầu khí

Đổi trao đổi nước rất chậm: đặc trưng bởi môi trường khử ôxy; nhiệt độ của nước thường 40 ÷ 50° C đến 100 ÷ 150° C và cao hơn, với thành phần hóa học khác nhau và độ khoáng hóa từ 50 ÷ 500 g/l và lớn hơn.

CHƯƠNG IV

CÁC LOẠI NƯỚC DƯỚI ĐẤT

§1. PHÂN LOẠI NƯỚC DƯỚI ĐẤT

1. PHÂN LOẠI THEO MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG

Theo mục đích sử dụng nước dưới đất được chia ra các nhóm sau: nước dân dụng, nước công nghiệp, nước khoáng và nước nóng

1. Nước dân dụng:

Nước sử dụng để ăn uống sinh hoạt. Nước thường có nguồn gốc khí quyển, phân bố trong đới trao đổi nước mảnh liệt. Độ sâu phân bố nước nhạt trong đới này thường đến hàng mấy chục mét có khi đến 300-500m hay sâu hơn.

2. Nước kỹ thuật:

Nước sử dụng trong các ngành công, nông nghiệp. Chất lượng nước được đánh giá theo đặc tính của các ngành sản xuất sử dụng chúng. Những ngành sản xuất khác nhau cần những loại nước có chất lượng khác nhau. Nước kỹ thuật được đánh giá theo chỉ tiêu: độ cứng, độ ăn mòn, tạo bọt, tạo cặn, tính ăn mòn, hàm lượng sắt...

3. Nước công nghiệp:

Nước công nghiệp chứa các nguyên tố hay các hợp chất có ích với hàm lượng có giá công nghiệp. Chúng được phân loại theo hàm lượng các thành phần có giá trị công nghiệp như: i ôt, uran, vonfram...

Nước công nghiệp thường phân bố theo qui luật nhất định trong đới trao đổi nước rất chậm hoặc đới trao đổi nước chậm. Độ sâu phân bố của chúng thường từ 1.000m đến 3.000m

Nước công nghiệp có áp lực lớn, độ khoáng hóa cao (từ 20 đến 500-600g/l); thành phần của chúng phần lớn là clorua natri, nhiệt độ đạt đến 60-80°C hoặc cao hơn.

4. Nước khoáng:

Nước khoáng là nước thiên nhiên có tác dụng sinh lý tốt lành đến cơ thể con người do độ khoáng hóa, thành phần hóa học, thành phần khí, các thành phần đặc biệt, các nguyên tố phóng xạ, độ kiềm, độ axit hay do nhiệt độ cao. Nước khoáng có nhiều loại. Chúng được phân loại dựa vào một số chỉ tiêu (như nhiệt độ, độ

khoáng hóa...) hoặc dựa trên cơ sở phân tích tổng hợp các chỉ tiêu (như thành phần khí, hóa học, vi nguyên tố).

Nước khoáng có những nguồn gốc khác nhau và thường xuất lộ trên mặt đất dưới dạng các mạch nước khoáng hoặc được phát hiện bằng các giếng khoan. Ở Việt Nam đã phát hiện nhiều mạch nước khoáng như: Kim Bôi (Hòa Bình), Tiên Hải (Thái Bình), Tam Hợp (Quảng Ninh)...

5. Nước nóng:

Nước nóng là nước có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ cơ thể con người (trên 37°C). Phụ thuộc vào nhiệt độ, nước nóng có thể sử dụng vào mục đích khác nhau như chữa bệnh, sưởi ấm, khai thác năng lượng.

Nước nóng phân bố ở những độ sâu khác nhau từ mấy chục đến hàng trăm, hàng ngàn mét. Theo các khe rãnh nước nóng vận động lên phía trên, tạo thành những mạch nước nóng với nhiệt độ đến 100°C.

Các mạch nước khoáng VN phần lớn thuộc loại nước ấm, nóng (nhiệt độ từ 37°C đến 100°C), chỉ một số mạch (thạch bàn Quảng Bình) thuộc loại nước sôi.

II. PHÂN LOẠI NƯỚC DƯỚI ĐẤT THEO ĐIỀU KIỆN TÀNG TRỮ

Điều kiện tàng trữ nước dưới đất quyết định lượng, chất và một số tính chất quan trọng của chúng, như: áp lực, động thái, điều kiện cấp thoát nước. Hiện nay có hai cách phân loại chính: phân loại tầng chứa nước và phân loại nước dưới đất.

1. Phân loại tầng chứa nước:

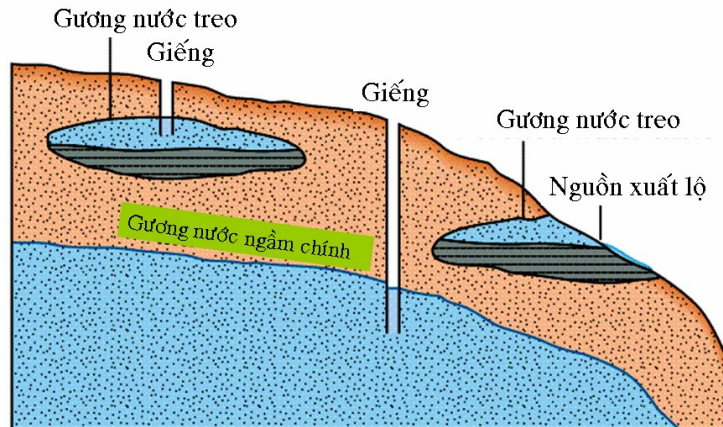
Theo các tác giả phương tây (Herman Bower,...) chia nước dưới đất làm hai tầng: Tầng chứa nước có mái cách nước gọi là tầng chứa nước bị phủ, tầng chứa nước không có mái cách nước gọi là tầng không bị phủ. Ngoài hai tầng chứa nước cơ bản còn coi thấu kính chứa nước trong đới thông khí là một tầng chứa nước (gọi là tầng chứa nước treo).

2. Phân loại nước dưới đất:

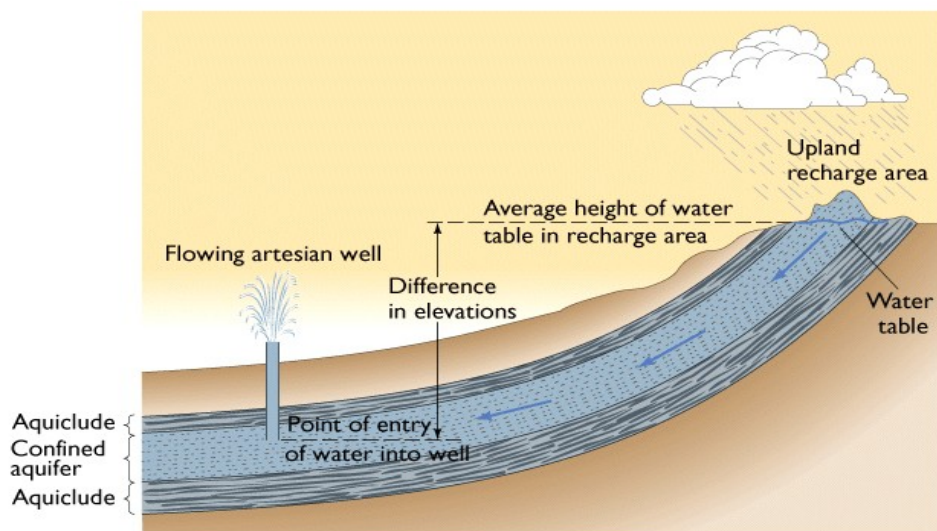
Điều kiện tàng trữ bao gồm điều kiện môi trường đất đá chứa nước và điều kiện thế nằm của nước dưới đất. Môi trường đất đá chứa nước bao gồm: đá nứt nẻ, đá karst và đất rỗng xốp. Điều kiện thế nằm được hiểu là điều kiện về vị trí phân bố trong không gian và quan hệ tiếp xúc của nước dưới đất với môi trường

xung quanh. Trên cơ sở điều kiện thế nằm nước dưới đất được phân chia ra các loại sau:

Nước ở đới thông khí: nước thổ nhưỡng, nước trên thấu kính cách nước, nước nước mao quản, nước hấp phụ, nước màng mỏng, thấu kính nước, nước đụn cát.



Nước trong đới bão hòa, gồm: Nước ngầm có mặt thoáng tự do (không có mái cách nước) nước giữa vỉa không áp (nước gian tầng không áp) và nước giữa vỉa có áp giữa 2 tầng cách nước (Nước gian tầng có áp= nước artesi: nước phân bố trong các cấu tạo lồi hay đôn nghiêng, do sự chênh lệch độ cao giữa miền cấp nước và miền thoát nước tạo miền áp lực nên nước tự phun khi khoan đến tầng chứa nước).



Các loại nước này theo điều kiện môi trường chứa nước lại chia ra các phụ loại sau:

- + Nước lỗ rỗng
- + Nước khe nứt

+ Nước cac tơ

§2. ĐẶC TÍNH NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC

1. Nước trong đới thông khí (Nước thượng tầng)

Đới thông khí là lớp đất đá giới hạn từ mặt đất đến bề mặt nước ngầm thấm nước nhưng không thường xuyên bão hoà nước.

Trong đới này không khí có thể tự do lưu thông nên gọi là đới thông khí nhưng không hoàn toàn bão hoà nước. Bề dày và cấu tạo của đới thông khí phụ thuộc vào cấu tạo và đặc điểm địa phương, cấu trúc và thành phần thạch học của đá trong đới.

Nước trong đới thông khí (nước thượng tầng) là loại nước dưới đất nằm gần mặt đất nhất, nằm trên những thấu kính cách nước không lớn trong đới thông khí.

Do nằm trong đới thông khí nên nước thượng tầng bị dao động rất mãnh liệt theo các điều kiện khí tượng thủy văn của khu vực cho nên vào mùa khô chúng có thể hoàn toàn bị khô kiệt.

a. Nước lầy

Là một loại nước thượng tầng, chứa trong đất lầy và có quan hệ mật thiết với nước mưa, nước mặt và nước ngầm

Có nhiều nguyên nhân sinh ra nước lầy, ví dụ chúng được hình thành khi những cánh rừng bị lầy lội, những nơi bị cháy rừng, những đồng cỏ lầy lội hay những vùng nước có mọc cây và sinh than bùn.

b. Nước thổ nhưỡng

Lớp trên cùng của đới thông khí có liên quan đến đời sống thực vật trên mặt đất gọi là lớp thổ nhưỡng. Nước trong lớp thổ nhưỡng gọi là nước thổ nhưỡng. Nước thổ nhưỡng chứa một lượng rất lớn hợp chất hữu cơ và vi sinh vật. Nó đóng vai trò rất quan trọng trong việc làm tăng độ phì nhiêu của đất.

Nước thổ nhưỡng là đối tượng nghiên cứu của các chuyên gia nông nghiệp và thổ nhưỡng học.

c. Nước thấu kính



Dòng nước ngầm trong đới thông khí khi gặp đất đá cách nước hoặc thấm nước kém bị giữ lại tạo thành lớp nước có bề dày không lớn và phân bố hạn chế trên bề mặt của thấu kính cách nước, được gọi là nước thấu kính.

Động thái của nước thấu kính phụ thuộc vào lượng nước ngầm của mưa, lượng ngầm của nước thải. Ngoài ra nó còn phụ thuộc vào bề dày, quy mô phân bố và độ sâu của thấu kính cách nước.

Nước thấu kính thường tồn tại theo mùa, lượng không lớn, động thái của nó biến đổi rất mạnh nên không có ý nghĩa lớn đối với cung cấp nước. Nước thấu kính có ảnh hưởng đến công trình xây dựng : nước cản trở quá trình thi công hay do động thái thay đổi mạnh làm ảnh hưởng đến sự ổn định của công trình xây dựng.

2. Nước ngầm có mặt thoáng tự do

a. Khái niệm

Nước ngầm là loại nước trọng lực dưới đất ở trong tầng chứa nước thứ nhất kể từ trên mặt xuống. Phía trên tầng nước ngầm thường không có lớp cách nước bao phủ và nước trọng lực không chiếm toàn bộ bề dày của đất đá thấm nước, nên bề mặt của nước ngầm là 1 mặt thoáng tự do

Điều này quyết định tính chất không áp của nước ngầm. Trong 1 số trường hợp, trong đới thông khí có thấu kính cách nước nằm đè lên bề mặt nước ngầm sẽ làm cho nước ngầm chịu áp lực cục bộ.

Khi khoan hay đào vào tầng chứa nước sẽ gặp mực nước ngầm. Mực nước này gọi là mực nước xuất hiện và cũng chính là mực nước ổn định. Nếu ta nối các mực nước ngầm trên một mặt cắt nào đó lại ta sẽ được đường mực nước ngầm của mặt cắt tương ứng.

Phạm vi phân bố nước ngầm phụ thuộc vào điều kiện địa lý tự nhiên, điều kiện địa hình, địa mạo, địa chất của khu vực.

b. Đặc tính

Nước ngầm vận động dưới tác dụng của chênh lệch mực nước, nó chảy từ nơi có mực nước ngầm cao hơn đến nơi có mực nước ngầm thấp hơn.

Do không có tầng cách nước phía trên nên nước mưa, nước mặt ở trên có thể dễ dàng thấm qua đới thông khí xuống cung cấp cho nước ngầm trên toàn bộ diện tích miền phân bố của nó. Chính đặc điểm này làm cho động thái nước ngầm (tức là sự

biến đổi mực nước, lưu lượng, nhiệt độ, thành phần của nước theo thời gian) biến đổi mạnh mẽ theo các yếu tố khí tượng thủy văn

Trong mùa mưa, nước mưa ngấm xuống cung cấp cho nước ngầm làm mực nước ngầm dâng lên cao. Do vậy bề dày tầng chứa nước tăng lên. Mùa khô thì ngược lại.

Về nguồn gốc của nước ngầm, thường là nguồn gốc ngấm, tức là do nước mưa, nước mặt ngấm xuống. Trong 1 số trường hợp có nguồn gốc ngưng tụ và khá phổ biến là nguồn gốc hỗn hợp từ nước ngầm và nước dưới sâu đi lên theo các đứt gãy kiến tạo.

3. Nước ngầm có áp (Nước Actêzi)

a. Khái niệm

Tầng chứa nước nằm giữa 2 đáy cách nước, có cột áp lực cao hơn đáy cách nước trên và vận động thấm do chênh lệch cột áp. Do bị lớp cách nước hoặc lớp đất có tính thấm kém phủ liên tục bên trên, tạo ra áp lực và không có mặt thoáng tự do.

Nước actêzi có áp lực do bị lớp cách nước liên tục che phủ ở phía trên. Do vậy, khi khoan đào đến tầng chứa nước thì mực nước dưới đất dâng lên trong giếng khoan hoặc lỗ khoan. Khi điều kiện địa chất và địa chất thủy văn thuận lợi thì nước sẽ tràn lên hoặc phun ra thành giếng hoặc lỗ khoan tự chảy.

b. Đặc tính

Nó thường nằm sâu hơn nước ngầm và ở trên bị che phủ bởi 1 lớp cách nước hoặc tương đối cách nước liên tục. Lớp cách nước ở trên gọi là đỉnh cách nước, còn lớp cách nước ở dưới gọi là đáy cách nước.

Khoảng cách của đất đá chứa nước kẹp giữa đỉnh và đáy cách nước gọi là bề dày tầng chứa nước.

Một trong những đặc điểm cơ bản của nước actezi là có áp lực, nên khi khoan đào đến tầng chứa nước thì mực nước sẽ dâng lên trong lỗ khoan cao hơn đỉnh của tầng chứa nước. Mực nước áp lực phát hiện được khi khoan thủng vào đáy cách nước trên gọi là mực nước xuất hiện. Mực nước xác định được ở vị trí trong hố khoan sau 24h là mực nước ổn định. Nghĩa là vị trí xuất hiện nước dưới đất luôn sâu hơn mực nước ổn định trong lỗ khoan.

Khi khai thác nước, nó thể hiện động thái đàn hồi và ít bị nhiễm bẩn do có các tầng cách nước bên trên.

§4. TÍNH CHẤT VẬT LÝ, HÓA HỌC CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

I. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

1. Nhiệt độ nước dưới đất

Nhiệt độ của nước biến đổi trong một giới hạn rất lớn tùy thuộc vào cấu tạo địa chất, lịch sử phát triển địa chất, các điều kiện địa lý tự nhiên và động thái nguồn cung cấp chúng.

Nhiệt độ có thể hiểu là đại lượng dùng để thể hiện mức độ nóng hay lạnh của một vật thể hay một môi trường nào đó.

Đơn vị của nhiệt độ thường dùng là Centigrade($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) hay độ Kelvin (K).

Tùy theo điều kiện tầng trữ, nước dưới đất có nhiệt độ khác nhau, dao động từ dưới 0°C đến trên 100°C . Như ta biết, càng xuống sâu nhiệt độ càng tăng: cứ 33m tăng một độ, nếu sâu 1km thì nhiệt độ khoảng $40^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$. Do vậy, nước ngầm (tầng nước trên cùng) thường có nhiệt độ bằng nhiệt độ trung bình của không khí.

Theo nhiệt độ người ta phân ra: Nước lạnh có nhiệt độ $t < 20^{\circ}\text{C}$; Nước ấm ($t^{\circ} 20^{\circ}\text{C} - 37^{\circ}\text{C}$); Nước nóng ($t^{\circ} 37^{\circ}\text{C} - 42^{\circ}\text{C}$); nước rất nóng $t^{\circ} (42^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C})$; nước quá nhiệt ($t^{\circ} > 100^{\circ}\text{C}$)

Nước ngon và mát có nhiệt độ $7^{\circ} - 11^{\circ}\text{C}$.

Nước có giá trị chữa bệnh nhất là nước có nhiệt độ cao hơn 20°C , đặc biệt là nước có nhiệt độ gần với nhiệt độ cơ thể con người ($35 - 37^{\circ}\text{C}$).

Nhiệt độ của nước có ảnh hưởng khá lớn đến thành phần hóa học của nó.

Thông thường, độ hòa tan của các muối Natri và Kali tăng lên khi nhiệt độ tăng, còn các muối canxi (sunfát) giảm xuống khi nhiệt độ tăng. Vì thế nước lạnh thường là nước canxi, còn nước nóng là nước Natri.

Thành phần khí cũng liên quan đến nhiệt độ, dưới nhiệt độ và áp suất không khí không thay đổi khi nhiệt độ của nước tăng lên, thì độ hòa tan của không khí giảm xuống

Theo các số liệu ghi nhận được thì khi nhiệt độ tăng từ 0°C lên 100°C, độ hòa tan của mỗi chất khí giảm đi 4 lần.

2. Độ trong suốt

Đại bộ phận nước dưới đất là trong suốt. Nước đục là nước có chứa các chất không tan, các chất keo nguồn gốc vô cơ và hữu cơ (bùn axit silicic, hidrôxyt sắt và nhôm). Nước đục không có hại nhưng uống không ngon.

3. Màu sắc

Màu của nước là do thành phần hóa học hay các tạp chất gây nên. Chất mùn thối ở các đầm lầy làm cho nước có màu vàng. Bicacbonat kiềm và kiềm thổ (đặc biệt là Ca) làm cho nước có màu xanh lá cây. Thường nước có các màu đặc trưng sau:

- Không màu,
- Xanh lá cây nhạt,
- Vàng nhạt,
- Nâu,...

4. Mùi

Mùi của nước thường liên quan tới sự hoạt động của vi khuẩn, phân hủy các vật chất hữu cơ. Sự khác nhau về hình dạng chủng loại của các vi khuẩn ấy có thể gây cho nước nhiều mùi khác nhau như: mùi mốc, mùi đất, mùi chuột, mùi cá và mùi thuốc uống. Ngoài ra, mùi của nước còn chứng tỏ có nhiều khí có nguồn gốc sinh hóa (H₂S có mùi trứng thối). Nước có thể có các mùi sau:

- Không mùi,
- Mùi trứng thối, vị ngọt
- Mùi đầm lầy,
- Mùi bùn,
- Mùi thối,...

5. Vị

Vị của nước là do hợp chất hòa tan, các khí và tạp chất khác. Khi nước chứa hidro cacbonat canxi, magie và khí cacbonic thường dễ chịu. Phần lớn các chất hữu

cơ làm cho nước có vị ngọt, sunfat magie làm cho nước có vị đắng, clorua natri có vị mặn v.v...

Ngoài các tính chất vật lý trên nước dưới đất còn có một số tính chất khác như tính đàn hồi, tính nhớt, tính dẫn điện, tính phóng xạ.

II. MỘT SỐ TÍNH CHẤT HÓA HỌC NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Trong thành phần hóa học của nước dưới đất có đến hơn 60 nguyên tố trong bảng tuần hoàn Men-đê-lê-ép. Các nguyên tố này chứa trong nước dưới các dạng:

Ion: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , ...

Phân tử: O_2 , CO_2 , H_2S , CH_4 , N_2 , ...

Keo: H_2SiO_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, ...

Ngoài ra trong nước còn có các chất hữu cơ (humic, bitum, axit béo, phenol, ...).

Các chất chứa trong nước thiên nhiên gồm 02 nhóm chính: đại nguyên tố và vi nguyên tố

Trong nhóm đại nguyên tố gồm các nguyên tố có một số lượng chủ yếu quyết định độ khoáng hóa của nước như: Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} và H_2SiO_3 .

Trong nhóm vi nguyên tố gồm các nguyên tố còn lại và các chất keo.

1. Độ khoáng hóa

Độ khoáng hóa nước dưới đất là tổng lượng các khoáng chất tìm thấy trong nước bằng phân tích hóa học.

Để xác định độ khoáng hóa người ta có thể dựa vào lượng cặn khô sau khi làm bốc hơi nước khi sấy khô ở nhiệt độ 110°C . Lượng cặn khô được biểu diễn bằng mg/l hay g/l (đối với nước mặn và nước muối mg/kg hay g/kg).

Trọng lượng cặn khô chứa các khoáng chất hòa tan trong nước không bay hơi và các hợp chất hữu cơ. Lượng các muối có trong nước cũng có thể xác định bằng tổng các ion, các khoáng chất tìm thấy trong nước bằng phân tích hóa học.

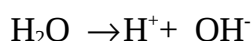
Trong điều kiện tự nhiên độ khoáng hóa nước dưới đất rất khác nhau: từ 0.1g/l đến 500÷ 650g/l. Đối với nước uống độ khoáng hóa không nên vượt quá 1g/l. Theo độ khoáng hóa nước thiên nhiên có thể chia ra các nhóm sau:

Nhóm	Độ khoáng hóa g/l
Siêu nhạt	<0.2
Nhạt	0.2-1
Lợ	1-3
Hơi mặn	3-10
Mặn	10-35
Muối	>35

Độ khoáng hóa của nước có một quan hệ nhất định đối với thành phần hóa học của chúng. Ví dụ như nước nhạt, siêu nhạt thường có thành phần hidro cacbonat canxi; nước lợ có thành phần sunfat, thính thoảng clorua, nước mặn, hơi mặn có thành phần sunfat và clorua, nước muối có thành phần clorua natri.

2. Nồng độ hidro(độ pH)

Nước luôn phân ly theo phương trình :



Trong nước thiên nhiên nồng độ ion H^+ không chỉ phụ thuộc vào sự phân li của nước mà còn phụ thuộc nhiều vào tỉ số giữa nồng độ axit cacbonic (H_2CO_3) và các ion của nó.

Nhưng mức độ phân ly của nước vô cùng nhỏ bé: trong 1 lít nước (1.000 : 18,016 = 55,51 phân tử gam), chỉ có 10^{-7} phân tử gam bị phân ly (ở nhiệt độ $t^0=25^0C$).

Theo định luật tác dụng khối lượng và do phần nước không phân ly rất lớn so với phân tử nước bị phân ly, nên $[H_2O]$ coi như không đổi. Do đó, ta có: $K_{H_2O} = [H^+][OH^-] = 10^{-7} = 10^{-14}$

Nếu đặt $pH = -\lg [H^+]$ và $pOH = -\lg [OH^-]$ thì khi lấy lôgarit tích số trên, ta được:

$$pH + pOH = 14, \text{ vậy } pH = pOH = 7$$

Khi nước có phản ứng trung tính. Nhưng, như ta biết, nước trong thiên nhiên là một dung dịch chứa nhiều chất hòa tan khác nhau, do đó sự phân ly của nước có thể tăng lên hoặc giảm đi, có nghĩa là nồng độ H^+ có thể nhiều hơn hoặc ít hơn so với $[OH^-]$.

Theo độ pH nước dưới đất có thể chia ra làm 5 nhóm sau: Siêu axit $pH < 5$; axit $5 < pH < 7$; trung tính $pH=7$; Bazơ $7 < pH < 9$; siêu bazơ $pH > 9$.

3. Độ cứng



Tính chất của nước gây nên bởi sự có mặt của các ion canxi và magie được gọi là tính chất cứng của chúng

Độ cứng toàn phần của nước được xác định bằng sự có mặt của toàn bộ các ion canxi và magie trong nước.

Độ cứng các bon hay độ cứng tạm thời gây nên do các muối hidro cacbonat và cacbonat canxi và magie.

Độ cứng vĩnh cửu là hiệu số giữa độ cứng toàn phần và độ cứng tạm thời.

Độ cứng theo các tiêu chuẩn khác nhau được biểu diễn bằng những đơn vị khác nhau. Ví dụ đơn vị 1mg-đl/l độ cứng tương ứng với 20,04 mg Ca^{2+} hay 12,16 mg Mg^{2+} trong 1 lít nước.

Nước cứng gây lên cặn trong các nồi hơi và không hoàn toàn thích hợp với ăn uống sinh hoạt. Theo độ cứng nước chia ra các nhóm sau:

Rất mềm	<1.5 mg - đl/l
Mềm	1.5÷ 3.0 mg - đl/l
Tương đối cứng	3.0÷ 6.0 mg - đl/l
Cứng	6.0÷ 9.0 mg - đl/l
Rất cứng	>9.0 mg - đl/l

4. Độ kiềm

Độ kiềm gây lên do sự có mặt trong nước các chất kiềm natri (NaOH), cacbonat và hidro cacbonat natri ($NaCO_3$ và $NaHCO_3$). Phụ thuộc vào các ion gây lên tính kiềm chia ra các loại kiềm sau: Hydroxyt, cacbonat và hidro cacbonat.

Độ kiềm được biểu diễn bằng những đơn vị khác nhau, ví dụ mg-đl/l. 1mg-đl/l độ kiềm ứng với 40 mg/l NaOH, 53 mg/l Na_2CO_3 và 84.22mg/l $NaHCO_3$. Tổng độ kiềm là đặc tính quan trọng của nước dưới đất, được tính toán khi sử dụng nước cho các thiết bị lạnh, các thiết bị sử dụng năng lượng hơi nước.

§5. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT

1. Đánh giá chất lượng nước trong sinh hoạt

- Nước dùng trong sinh hoạt chủ yếu phục vụ cho nhu cầu ăn uống và sinh hoạt nên loại nước không chứa các nguyên tố độc hại đối với cơ thể và các vi khuẩn gây bệnh.

- Yêu cầu của nước dùng trong sinh hoạt :

+ *Yêu cầu về mỹ thuật* : Nước phải trong suốt, không màu, không có mùi, vị lạ

+ *Yêu cầu về các độc hại* : nước phải sạch về mặt hoá học, không chứa các chất nguy hiểm như axit, kiềm và các chất độc khác, không chứa nhiều các chất khó hoà tan, không được quá cứng và không có các chất phóng xạ. Lượng cặn không vượt quá 1g/l, độ cứng 7.0mg-dl/l; lượng sắt ≤ 0.3 mg/l

+ *Yêu cầu về vi sinh vật* : hàm lượng vi sinh vật gây bệnh đường ruột không cao và không gây nguy hại đến sức khoẻ người sử dụng. Về mặt này thường được đánh giá theo các chỉ tiêu gián tiếp. Dựa vào sự có mặt của vi khuẩn coli để đánh giá về sự nhiễm bẩn của nước. Vi khuẩn này không gây bệnh nhưng sự có mặt của nó chứng tỏ có mặt của các vi trùng gây bệnh (thương hàn, kiết lị ...). Thông thường người ta đánh giá trên 2 chỉ tiêu :

- *Côli khuẩn độ* : là lượng nước tính theo cm^3 có chứa 1 vi khuẩn coli
- *Côli đơn vị* : là lượng coli có mặt trong 1 lit nước

2. Tính xâm thực của nước dưới đất

Sự ăn mòn phụ thuộc vào nồng độ ion hydro cũng như các khí hoà tan trong nước như oxi, H_2S , CO_2 và một số các muối khác.

Ăn mòn kim loại: Tác dụng ăn mòn của nước dưới đất thể hiện qua thời gian ăn mòn và phá hỏng các ống chống bằng thép của hố khoan, các bộ phận bằng kim loại của thiết bị phục vụ cho công trình, hay ăn mòn bê tông đối với các công trình dưới nước. Nước dưới đất có khả năng ăn mòn khi chúng chứa axit cacbonic ăn mòn, axit hữu cơ, muối các kim loại nặng, sunfua hidro, muối clua và các muối khác. Nước mềm (độ cứng chung $< 3.0\text{mg-dl/l}$) có tác dụng ăn mòn lớn hơn nước cứng. Các kết cấu kim loại bị ăn mòn nhiều nhất dưới tác dụng của nước axit mạnh ($\text{pH} < 5$) và kiềm mạnh ($\text{pH} > 9$). Khi nhiệt độ vận tốc tăng lên, khả năng ăn mòn cũng tăng lên.

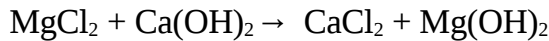
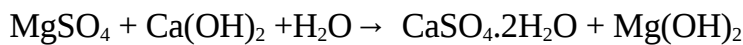
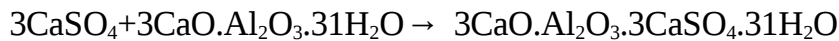
Xâm thực bê tông: Tác dụng ăn mòn của nước được biểu hiện ở sự phá hoại bê tông xuất hiện khi các thành phần cơ bản hòa tan trong nó- cacbonat canxi, và cả khi tạo thành muối $\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$ và sunfua nhôm canxi. Do sự kết tinh của các chất mới, kèm theo sự tăng thể tích và rửa lửa khỏi bê tông một số thành phần của nó, đặc biệt là cacbonat canxi

Các chất sinh ra trong quá trình thủy hóa thường bị hoà tan mạnh. Một số chất mới sinh ra trong quá trình thủy hoá có thể kết hợp với các chất có trong nước dưới đất để hình thành các chất khác hoặc bị hoà tan hoặc làm tăng thể tích khối bê tông...

Các dạng ăn mòn thường gặp:

o Dạng ăn mòn rửa trôi : Nước hoà tan Ca(OH)_2 là thành phần tự do có trong xi măng hay do silicat tri canxit bị thủy hoá sinh ra. Độ hoà tan của Ca(OH)_2 không lớn lắm nhưng trải qua quá trình nhiều năm tiếp xúc với nước hoặc môi trường nước luôn thay đổi thì cấu kiện bê tông bị rỗng đi nhanh chóng. Khi đó nước có khả năng chui vào bên trong và hoà tan thành phần Ca(OH)_2 rồi cuốn đi mất tính dính kết nội bộ làm giảm cường độ của xi măng. Hiện tượng ăn mòn này càng tăng khi nước có áp lực càng lớn.

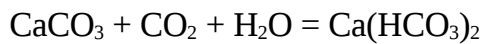
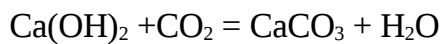
o Các dạng ăn mòn muối : nước dưới đất thường chứa các thành phần có dạng muối như MgSO_4 , CaSO_4 , NaCl , MgCl_2 . Các muối này sẽ phản ứng với các thành phần khoáng do xi măng thủy hoá sinh ra.



Các chất mới tạo thành có tính nở thể tích và làm mất cường độ của bê tông

o Dạng ăn mòn axit: nước dưới đất thường chứa một số loại axit : HCl , H_2SO_4 ... Các axit này phản ứng với Ca(OH)_2 tạo thành các sản phẩm có khả năng tăng thể tích và dễ hoà tan với nước.

o Dạng ăn mòn cacbonic: nước có chứa nhiều CO_2 hoà tan khi tác dụng với xi măng sẽ có các phản ứng sau:



$\text{Ca(HCO}_3)_2$ là chất dễ bị hoà tan trong nước nên sau phản ứng thì Ca(OH)_2 do xi măng thủy hoá sinh ra đều hoà tan biến mất và do đó cấu kiện bê tông ngày càng rỗng.

Bảng 5.3 Dạng ăn mòn của nước dưới đất đối với bê tông

<u>Dạng ăn mòn</u>	<u>Dấu hiệu ăn mòn</u>
---------------------------	-------------------------------

Sunfat	Hàm lượng ion SO_4^{2-} cao
Magie	Hàm lượng Mg^{2+} cao
Axit	Giá trị pH thấp ($\text{pH} < 5$)
Cacbonat	Có mặt axit cacbonic ăn mòn CO_2
Khử kiềm	Hàm lượng ion HCO_3^- thấp

CHƯƠNG V

CƠ SỞ ĐỘNG LỰC NƯỚC DƯỚI ĐẤT

§1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1. Tầng chứa nước

Tầng chứa nước là tầng đất đá thấm nước, bão hòa nước trọng lực tự do, đồng nhất về quan hệ thủy lực. Nếu tầng chứa nước có thành phần thạch học như nhau thì nó được gọi là tầng chứa nước đồng nhất. Tầng chứa nước không đồng nhất là tầng chứa nước có thành phần thạch học thay đổi theo phương nằm ngang hay phương thẳng đứng.

Tùy theo trạng thái thủy lực và điều kiện tàng trữ của nước dưới đất trong đất đá mà tầng chứa nước được chia ra:

- + Tầng chứa nước ngầm không áp, trong đó nước vận động dưới tác dụng của trọng lực và động thái thấm không đàn hồi.
- + Tầng chứa nước giữa vỉa không áp, về trạng thái thủy lực hoàn toàn giống với nước ngầm có mặt thoáng. Trong quá trình bơm hút nước, mực nước áp lực của tầng có thể hạ xuống thấp hơn mái cách nước.
- + Tầng chứa nước giữa vỉa có áp, đặc trưng bởi sự bão hòa hoàn toàn của đất đá chứa nước, mực nước áp lực và động thái thấm đàn hồi.

2. Sự vận động nước dưới đất

Sự vận động của nước trọng lực trong môi trường thấm của đất đá được gọi là quá trình thấm. Môi trường thấm bao gồm các lỗ rỗng và các khe nứt, các hình thái casto có kích thước khác nhau và liên hệ chặt chẽ với nhau.

Vận động thấm của nước trong đất đá có thể mang đặc tính Ổn định hoặc không Ổn định. Vận động Ổn định đặc trưng bởi sự Ổn của các yếu tố dòng thấm (tốc độ, lưu lượng, mực nước, gradien thủy lực...) theo thời gian.

Trong vận động không Ổn định các yếu tố dòng thấm thay đổi theo thời gian. Sự thay đổi này thường do các nhân tố tự nhiên và nhân tạo gây ra. Các nhân tố này quyết định điều kiện cấp và thoát nước của tầng chứa nước.

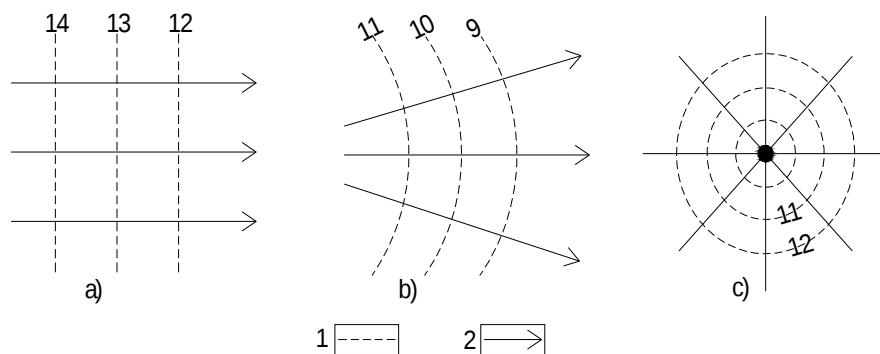
3. Dòng thấm nước dưới đất

Vận động nước dưới đất trong đất đá tạo nên dòng thấm. Dòng thấm nước dưới đất được đặc trưng bởi các yếu tố sau:

Đường dòng thấm là đường mà theo đó nước vận động. Đường dòng thấm có thể là những đường song song với nhau hoặc không.

Đường đẳng áp vuông góc với đường dòng thấm, biểu diễn giá trị cột nước áp lực. Đối với nước ngầm đường đồng áp được biểu thị bằng các đường thủy đẳng cao, còn đối với nước áp- các đường thủy đẳng áp.

Nếu dòng thấm có các đường đồng áp và đường dòng là hai hệ đường vuông góc với nhau thì đó là dòng thấm phẳng. Khi các đường đồng áp là những đường cong thì các đường dòng vuông góc với chúng có dạng bán kính của các đường cong đó. Trong trường hợp này dòng thấm nước dưới đất là dòng thấm tia. Dòng thấm tia có thể là dòng hội tụ hoặc dòng phân ly đường mà theo đó nước vận động. Đường dòng thấm có thể là những đường song song với nhau hoặc không.



Hình 7.1. Sơ đồ dòng thấm n-íc d-íi ®É.

a) Dòng thấm phẳng; b) Dòng thấm táa tia; c) Dòng thấm héi tồ.
1- S-êng ®ãng, p; 2- S-êng ®òng thấm

4. Thấm tầng, thấm rới

Vận động của nước dưới đất trong đất đá có thể là thấm tầng hoặc thấm rới.

Thấm tầng là chuyển động của nước dưới đất mà ở đó tồn tại quan hệ tuyến tính giữa tốc độ thấm và độ giảm thủy lực theo định luật Darcy. Thấm tầng là

chuyển động thực của nước không có sự xáo trộn các phần tử nước giữa các lớp và không có bất kỳ một sự dao động nào. Trong thấm tầng các tia riêng biệt của nước vận động với một tốc độ không lớn và song song với nhau, tạo thành một dòng liên kết

Thấm rối: là sự thấm của nước dưới đất với tốc độ vượt quá tốc độ cực hạn, mà ở đó các phần tử nước chuyển động không phân lớp, lộn xộn. Khi thấm rối, các phần tử nước dao động ngang rất mạnh và cũng có thể ngược với hướng của dòng nước. Tốc độ thấm rối tỷ lệ thuận với căn bậc hai của độ giảm thủy lực. Khi thấm rối nước vận động với một tốc độ rất lớn, nhiều chỗ dòng thấm bị xáo trộn và tính liên tục của đường dòng bị phá hủy.

Phần lớn các trường hợp nước dưới đất vận động trong đất đá tuân theo qui luật thấm tầng.

5. Thấm Ổn định và thấm không Ổn định

Chuyển động của nước dưới đất có thể ổn định hoặc không ổn định theo thời gian.

Thấm Ổn định được hiểu là quá trình thấm có các thông số dòng ngầm (độ cao thủy lực, tốc độ thấm, v.v), không thay đổi theo thời gian. Trong tự nhiên điều kiện như thế rất ít xảy ra.

Thực tế thì mỗi chuyển động của nước dưới đất đều không ổn định hoặc ít nhất là ổn định giả. Trong trường hợp chuyển động ổn định, ta giả thiết chung rằng, các đường dòng xác định được đường chuyển động thực tế của các phần tử nước.

6. Thấm chuyển tiếp và thấm hỗn hợp

Giữa thấm tầng và thấm rối là thấm chuyển tiếp (độ giảm thủy lực có số mũ nhỏ hơn 1 và lớn hơn $\frac{1}{2}$). Trong điều kiện tự nhiên, thấm chuyển tiếp rất ít xảy ra. Song do tính không đồng nhất của đất đá, người ta lại gặp thấm hỗn hợp.

7. Hệ số thấm

Hệ số thấm K là số đo độ dẫn nước của đất đá, mà theo định luật thấm tuyến tính Dacxi, nó xác định mối liên hệ giữa độ giảm thủy lực và tốc độ thấm của nước dưới đất. Nó đồng thời phụ thuộc vào tính chất của đất đá (kích thước lỗ rỗng, kích thước hạt, hình dạng, thành phần độ mài tròn của hạt, v.v...), cũng như tính chất của nước dưới đất (độ nhớt, độ khoáng hóa, nhiệt độ v.v...). Hệ số thấm

có số đo của tốc độ. Về số lượng nó bằng tốc độ thấm khi độ giảm thủy lực bằng một.

§2. CƠ SỞ VẬT LÝ ĐỘNG LỰC NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Nước dưới đất có những đặc tính thủy lực chung của chất lỏng. Cơ sở vật lý động lực nước dưới đất cũng chính là cơ sở vật lý động lực của chất lỏng

1. Tốc độ dòng thấm

Tốc độ thấm là cường độ của dòng nước dưới đất hay thể tích nước chảy qua trong một đơn vị thời gian, trên một đơn vị diện tích mặt cắt ngang của dòng nước đó.

$$v = \frac{Q}{F}$$

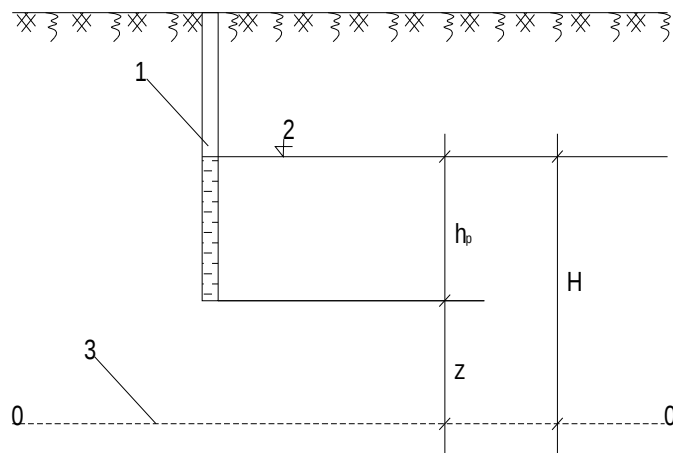
Trong đó: v – tốc độ thấm (m/s)

Q – cường độ dòng chảy (m³/s)

F – diện tích mặt cắt (m²)

2. Cột áp lực thủy tĩnh và thủy động nước dưới đất

a) Cột áp lực thủy tĩnh



Hình 7.2. Sơ đồ cột áp lực thủy tĩnh.
1- Giếng khoan; 2- Mực nước thủy tĩnh; 3- Mặt phẳng so sánh

Khi nước dưới đất ở trạng thái tĩnh, áp lực thủy tĩnh P của nó được xác định bằng trọng lượng cột nước có chiều cao h_p và được xác định bằng biểu thức sau:

$$P = \rho_n \cdot g \cdot h_p \quad (7-1)$$

Trong đó: P - áp lực thủy tĩnh ở độ sâu h_p ;

ρ - dung trọng của nước;

g- gia tốc trọng trường.

Cột áp lực thủy tĩnh (H) là cột nước so với mặt phẳng chuẩn 0-0, được xác định bằng công thức

$$H = h_p + z = \frac{P}{g \cdot \rho_n} + z \quad (7-2)$$

Trong đó: z- khoảng cách từ đáy ống đo áp hay giếng khoan đến mặt phẳng chuẩn.

Từ công thức (7-2) chúng ta thấy rằng cột áp lực thủy tĩnh H là chiều cao mực nước dưới đất so với mặt phẳng so sánh (mặt phẳng chuẩn). Khi tính cột nước áp lực thủy tĩnh người ta thường lấy mặt nước biển làm mặt phẳng chuẩn.

b) Cột áp lực thủy động

Khi nước vận động với một tốc độ nào đó thì cột nước trong giếng khoan sẽ lớn hơn so với cột nước trong giếng khoan khi nước không vận động. Cột nước áp lực trong trường hợp này được gọi là cột áp lực thủy động (Hđ) và một phần cột nước áp lực được tăng thêm do nước vận động được xác định bằng biểu thức sau:

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \quad (7-3)$$

Như vậy, cột nước áp lực thủy động được tính từ mặt phẳng chuẩn sẽ là:

$$H_d = z + \frac{P}{\rho_n \cdot g} + \frac{v^2}{2g} \quad (7-4)$$

Trong đó: P- áp lực thủy tĩnh ở độ sâu h_p ;
v- vận tốc nước dưới đất;
 ρ - dung trọng của nước;
g- gia tốc trọng trường.

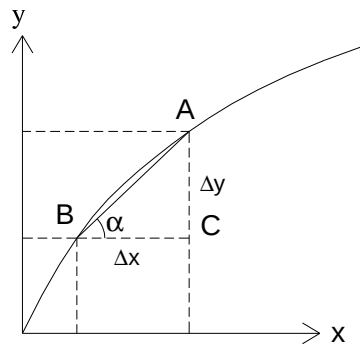
Trong quá trình vận động từ chỗ này qua chỗ khác cột nước áp lực thủy động của nó sẽ giảm xuống do năng lượng dòng thấm bị mất mát để thắng lực ma sát sinh ra trong quá trình vận động.

Nếu gọi H_{d1} và H_{d2} là cột áp lực thủy động tại vị trí thứ nhất và vị trí thứ 2 theo chiều dòng thấm thì ta có: $H_{d1} > H_{d2}$ hay :

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho_n \cdot g} + \frac{v_1^2}{2g} > z_2 + \frac{P_2}{\rho_n \cdot g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

3. Gradient thủy lực dòng thấm

Do cột nước áp lực giảm xuống khi nước vận động mà dòng thấm sinh ra mặt dòng thấm cong. Nếu cắt mặt cong này bằng một mặt phẳng thẳng đứng ta sẽ được một đường cong hạ thấp mực nước của dòng thấm nước dưới đất. Lưu lượng và vận tốc dòng thấm rõ ràng phụ thuộc vào độ dốc (gradient thủy lực) của đường cong này.



Hình 7.3. Sơ đồ hình thành đường cong mực nước.

Độ dốc trung bình I_{TB} của đoạn đường cong AB sẽ là:

$$I_{TB} = \frac{AC}{AB} \approx \frac{AC}{BC} = \sin \alpha$$

Do độ dốc của đường cong hạ thấp mực nước dưới đất thường nhỏ nên: $\sin \alpha = \tan \alpha$. Vậy ta có: Nếu cắt mặt cong

$$I_{TB} = \frac{AC}{BC} \approx \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Khi A tiến tới B thì

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = y'(x)$$

Đại lượng dy/dx đặc trưng cho giá trị độ dốc của đường cong tại điểm B hay tại bất cứ điểm nào của đường cong, nghĩa là:

$$I = \frac{dy}{dx} \quad (7-6)$$

Trong đó: I- gradient thủy lực của dòng thấm

Nếu thay giá trị tung độ y bằng giá trị cột áp lực H thì gradient thủy lực I sẽ được biểu diễn dưới dạng:

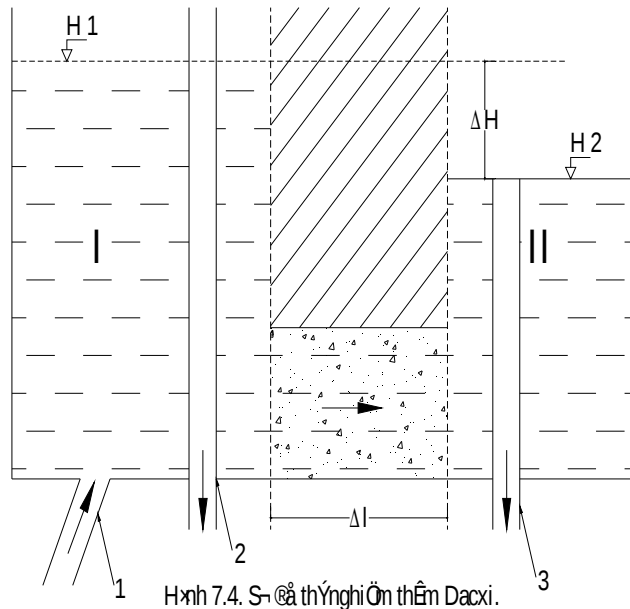
$$I = -\frac{dH}{dx} \quad (7-7)$$

Dấu âm trong công thức (7-7) biểu diễn sự hạ thấp cột áp lực theo chiều vận động của dòng thấm nước dưới đất (đại lượng x tăng thì H giảm)

4. Định luật thấm tuyến tính cơ bản Dacxi

a) Thí nghiệm thấm Dacxi và định luật thấm tuyến tính

Vận động thấm ổn định nước dưới đất, phần lớn tuân theo định luật thấm tầng. Thấm tầng nước dưới đất tuân theo định luật thấm tuyến tính do nhà thủy lực Pháp A.Dacxi tìm ra vào năm 1856. Định luật này được tìm ra trên cơ sở nhiều thí nghiệm thấm trong cát. Mục đích của thí nghiệm thấm là xác định quan hệ lưu lượng dòng thấm qua cát với độ chênh mực nước ($\Delta H = H_1 - H_2$) và kích thước lớp cát nước thấm qua (độ dài L với diện tích mặt cắt ngang F)



Hình 7.4. Sơ đồ thí nghiệm thấm Dacxi.

Nước được dẫn vào ngăn I của thiết bị qua van 1, ở đây nhờ có ống dẫn 2 hồ nước luôn được điều chỉnh để cột nước luôn ở vị trí H_1 . Khi thấm qua lớp cát có độ dài ΔL và diện tích mặt cắt ngang F nước vào ngăn II. Nhờ có ống dẫn 3 hồ, cột áp lực vào ngăn II luôn được giữ ở cao độ H_2 . Trên cơ sở thí nghiệm Dacxi xác định được lưu lượng dòng thấm Q qua lớp cát tỉ lệ thuận với độ chênh cột nước áp lực H_1, H_2 , diện tích mặt cắt ngang dòng thấm F và tỉ lệ nghịch với chiều dài dòng thấm ΔL nghĩa là:

$$Q = K \frac{H_1 - H_2}{\Delta L} F \quad (7-8)$$

$$\text{Vì:} \quad \frac{H_1 - H_2}{\Delta L} = \frac{\Delta H}{\Delta L} = I$$

$$\text{Nên:} \quad Q = K.I.F \quad (7-9)$$

Trong đó: K-hệ số phụ thuộc tính chất vật lý của đất đá, nước và được gọi là hệ số thấm; I- gradien thủy lực.

Chia hai vế biểu thức (7-9) cho F ta có

$$\frac{Q}{F} = K.I = V \quad (7-10)$$

Đại lượng V gọi là vận tốc dòng thấm (là lưu lượng dòng thấm đối với một đơn vị diện tích mặt cắt ngang của dòng thấm).

Phương trình (7-10) biểu diễn bằng quan hệ tuyến tính giữa vận tốc dòng thấm nước dưới đất với gradien thủy lực của nó và được gọi là định luật thấm tuyến tính Darcy.

Định luật thấm tuyến tính Darcy có thể viết dưới dạng vi phân

$$V = -K \frac{dH}{dx} \quad (7-11)$$

Nếu nước vận động theo 3 chiều khác nhau thì các vận tốc thành phần sẽ là:

$$V_x = -K \frac{\partial H}{\partial x}; V_y = -K \frac{\partial H}{\partial y}; V_z = -K \frac{\partial H}{\partial z}; \quad (7-12)$$

Trong đó (7-10) nếu I=1 thì V=K. Như vậy hệ số thấm chính bằng vận tốc thấm khi gradien=1. Hệ số thấm K đặc trưng cho khả năng thấm nước của đất đá. Ngoài hệ số thấm K người ta còn dùng hệ số dẫn nước T để đặc trưng cho khả năng thấm nước của chúng:

$$T = K.h_{TB} \text{ (m}^2\text{/ng)} \quad (7-13)$$

Trong đó: h_{TB} – chiều dày trung bình của tầng chứa nước.

Khi nước vận động trong đất đá chúng thấm qua các lỗ rỗng và khe rãnh có trong chúng. Diện tích của các lỗ rỗng, khe rãnh ứng với diện tích ngang F của đất đá là $F.n$. Vận tốc thấm thực của dòng thấm nước dưới đất sẽ là:

$$U = \frac{Q}{F.n} = \frac{V}{n} \quad (7-14)$$

b) Giới hạn sử dụng định luật thấm Darcy

Nhiều thí nghiệm, quan trắc và khảo sát cho thấy rằng định luật thấm Dacxi không những phù hợp với nước dưới đất thấm trong các trầm tích cát, sỏi sạn đồng nhất mà còn phù hợp với nước vận động trong đất đá nứt nẻ, castơ hóa. Tuy nhiên một số trường hợp quan sát thấy nước dưới đất vận động không tuân theo định luật Dacxi, sự sai khác này trước hết do vận tốc thấm lớn gây ra.

Giới hạn trên sử dụng định luật Dacxi liên quan với vận tốc dòng thấm (được gọi là vận tốc giới hạn của dòng thấm). Khi nước dưới đất đạt tới vận tốc tới hạn thì quan hệ tuyến tính giữa vận tốc và gradien thủy lực bị phá hủy.

Theo V.N. Selcatrev thì trị số giới hạn Reynol (Re_{th}) xác định giới hạn giữa thấm tầng và thấm rối được biểu thị bằng công thức sau:

$$Re_{th} = \frac{10V}{n^{2,3}} \times \frac{\sqrt{K_n \gamma_n}}{\rho} \quad (7-15)$$

Ứng với hệ số này vận tốc thấm V_{th} sẽ là:

$$V_{th} = \frac{n^{2,3} \cdot Re_{th} \cdot \beta}{10 \sqrt{K_p}} \quad (7-16)$$

Trong đó: n - độ lỗ rỗng; β - hệ số nhớt tĩnh; K_p hệ số thấm qua;

$$K_p = K \frac{\beta'}{\gamma_n}$$

Giá trị tới hạn hệ số Reynol được xác định theo công thức (7-16) dao động trong khoảng 4-12. Sự sai lệch khỏi định luật thấm tuyến tính có thể xảy ra khi bơm hút nước dưới đất rất mạnh, đặc biệt ở những chỗ ngay cạnh công trình bơm hút nước.

Trường hợp xuất hiện sự sai lệch khỏi định luật thấm tuyến tính thì quan hệ giữa vận tốc thấm và gradien thủy lực như sau:

$$I = a.V + b.V^2 \quad (7-17)$$

Trong đó: a, b - là hằng số phụ thuộc vào tính chất môi trường rỗng, nứt nẻ của đất đá và nước. Chúng được xác định bằng thực nghiệm. Khi vận tốc thấm nhỏ $b.V^2$ có thể bỏ qua và phương trình (7-16) có thể viết dưới dạng định luật Dacxi. Khi vận tốc lớn, đại lượng $b.V^2$ sẽ rất lớn với $a.V$. Nếu bỏ qua aV thì phương trình (7-17) có thể viết với dạng:

$$I = b.V^2 \quad \text{hay} \quad V = K_k \sqrt{I} \quad (7-18)$$

Trong đó: $K_k = \sqrt{1/b}$ - là hệ số thấm rối.

Biểu thức (7-18) được A.A Crasnôpônski đề xuất biểu diễn cho dòng thấm rối và được gọi là định luật phi tuyến. Như vậy, trong vận động thấm rối vận tốc thấm tỉ lệ với căn bậc 2 gradien thủy lực

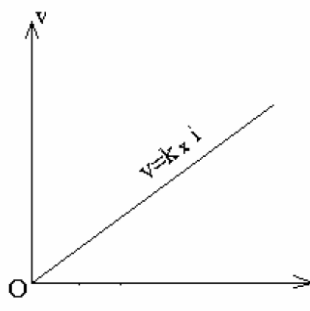
Nhiều nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm đã chứng tỏ rằng trong hầu hết các trường hợp (ngay cả trong đá nứt nẻ và cactơ) có thể tính toán và đánh giá vận tốc nước dưới đất trên cơ sở định luật thấm Dacxi

c) **Thấm trong đất rời**

- Vận tốc dòng thấm tỉ lệ nghịch với gradien thủy lực.

$$v = k \cdot i$$

- Trong đó: k : hệ số thấm (m/s) là vận tốc thấm khi $i = 1$, i : gradien thủy lực – độ dốc thủy lực.



- Để đơn giản, coi rằng nước thấm ở lỗ rỗng mà cả tiết diện của hạt đất, nhưng thực tế nước chỉ thấm ở lỗ rỗng đất đá.

$$F = F_r + F_h$$

- Trong đó: F là tiết diện thấm, F_r là tiết diện lỗ rỗng, F_h là tiết diện hạt đất

$$v_t^* = \frac{Q}{F_r} \quad v = \frac{Q}{F} \quad \text{mà } F_r = nF = \frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} F \quad \Rightarrow v_t^* > v$$

- Vậy vận tốc nước thấm thực tế lớn hơn lý thuyết. Về mặt an toàn, người ta thường sử dụng v.

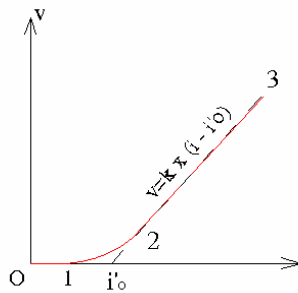
d) **Thấm trong đất sét**

Trong đất sét các lỗ rỗng có kích thước rất nhỏ; nước liên kết vật lý hầu như lấp kín các lỗ rỗng này. Để quá trình thấm có thể xảy ra trong đất này cần thiết phải tạo ra gradien thủy lực vượt qua gradien thủy lực ban đầu I_0 . Gradien thủy lực ban đầu này gây ra do sự có mặt của lực liên kết trong đất sét. Khi xuất hiện gradien thủy lực lớn hơn thủy lực ban đầu I_0 bắt đầu xảy ra quá trình thấm và khi gradien thủy lực đạt đến giá trị tới hạn I_{th} thì bắt đầu quá trình thấm tuân theo định luật Darcy (Darcy) và được biểu diễn bằng phương trình sau:

$$V = K(I - I_{th}) \quad (7-19)$$

Giá trị I_{th} được xác định bằng $4/3 I_0$, nên:

$$V = K \left(i - \frac{4}{3} i_0 \right)$$



- Hiện tượng đất thấm xảy ra trong đất dính khác với đất rời.
 - $\overline{01}$: i biến đổi từ $0 \rightarrow i_0$: $v_t = 0$: Hiện tượng thấm chưa xảy ra
 - $\overline{12}$: $i_0 < i < i_2$: $v_t \neq 0$: Hiện tượng thấm xảy ra nhưng mối quan hệ giữa v_t và i là phi tuyến.
 - $\overline{23}$: $i > i_2$: tuyến tính : Quan hệ giữa v_t và i giống như trong đất rời.
- Trong xây dựng, thực tế chủ yếu xảy ra trong đoạn từ 2-3.

Gradient thủy lực khi bắt đầu phát sinh hiện tượng đẩy trôi đất gọi là gradient thủy lực tới hạn, ký hiệu i_{th} :

$$i_{th} = \frac{\gamma_s - 1}{(1 + e)\gamma_w}$$

Ứng suất sinh ra khi nước chuyển động trong đất tác dụng lên hạt đất gọi là ứng suất thủy động.

$$J = i \cdot \gamma_w = \frac{v}{K} \gamma_w$$

5. Cơ sở vật lý mô hình hóa dòng thấm

Mô hình hóa dòng thấm là một trong những phương pháp hiệu quả để nghiên cứu và tính toán dòng thấm nước dưới đất

a) Phương pháp mô hình vật lý

Trong mô hình vật lý bản chất vật lý của quá trình nghiên cứu-quá trình thấm không bị thay đổi mà kích thước môi trường thấm, cột nước áp lực, vận tốc thấm và các đại lượng khác sẽ bị thu nhỏ theo tỷ lệ phù hợp.

b) Phương pháp mô hình toán

Tính tương tự toán học của các quá trình vật lý khác nhau (thấm, dẫn điện) là cơ sở của phương pháp này. Trong phương pháp mô hình này quá trình vật lý của đất đá- dòng thấm được tượng trưng bằng một quá trình tương tự và quá trình tương tự này được biểu thị bằng những phương trình vi phân. Khi giải các phương trình này bằng máy tính chúng ta có thể tìm ra lời giải cho các bài toán của quá trình vật lý dòng thấm

Phương trình Laplas về sự phân bố áp lực dòng thấm H và điện thế điện trường

U

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0 \quad (7-20)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0 \quad (7-21)$$

Từ hai phương trình chúng ta có thể rút ra quy luật tuyến tính giữa các đại lượng nay như sau:

$$H = AU + B$$

Ở đây A, B là hằng số.

Quan hệ giữa cường độ dòng thấm (lưu lượng dòng thấm) và cường độ dòng điện theo trục x có thể thấy rõ qua định luật ôm và định luật Dacxi :

$$Q = K.F \left(-\frac{dH}{dx}\right) I = \delta_M . F_M \left(-\frac{dU}{dx_M}\right) \quad (7-23)$$

$$V = -K \frac{dH}{dx} i = -\delta_M \frac{du}{dx_M} \quad (7-23)$$

Trong đó : δ_M - độ dẫn điện của môi trường ; i – véc tơ mật độ dòng điện ; F_M - diện tích mô hình.

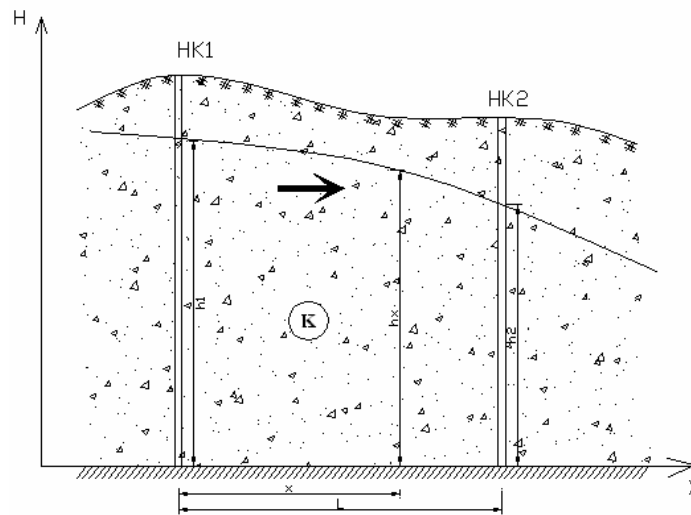
Từ các phương trình (7-20, 7-21, 7-22 và 7-23) chúng ta thấy rằng bất kỳ dòng thấm nước dưới đất nào có cột áp lực $H(x,y,z)$ cũng đều có thể mô hình hóa bởi dòng điện có điện thế $U(x,y,z)$. Vì vậy khi mô hình hóa dòng thấm bằng dòng điện các đại lượng tương tự sẽ là:

1. Dòng nước trong môi trường thấm- dòng điện
2. Môi trường thấm- môi trường điện.
3. Thế nước H- thế điện U.
4. Lưu lượng dòng thấm Q- cường độ dòng điện I
5. Độ dẫn thủy lực K- độ dẫn điện δ .
6. Định luật Dacxi $Q = -K.F \frac{dH}{dx}$; định luật ôm $I = -\delta.F. \frac{dU}{dx}$.
7. Phương trình Laplas $\nabla^2 H=0$ - phương trình Laplas $\nabla^2 U=0$.
8. Vận tốc thấm $V=Q/F$ - mật độ dòng điện $i=I/F_M$

§3. VẬN ĐỘNG ỔNG ĐỊNH CỦA DÒNG THẤM PHẪNG TRONG TẦNG CHỨA NƯỚC ĐỒNG NHẤT

1. Tầng chứa nước ngầm không áp có đáy cách nước phẳng, nằm ngang

a. *Xác định lưu lượng dòng thấm:*



Hình 8.1 Sơ đồ tính lưu lượng tầng chứa nước ngầm đáy phẳng, ngang
 Lưu lượng dòng thấm trong trường hợp này được xác định bằng công thức Darcy và
 được viết dưới dạng:

$$Q = k.B.h.I \quad (8-1)$$

Trong đó: B là chiều rộng dòng thấm;

h là chiều dày dòng thấm.

Chia hai vế cho B và gọi $q=Q/B$ là lưu lượng đơn vị dòng thấm- lưu lượng dòng thấm qua tiết diện ngang có chiều rộng $B=1m$, ta có:

$$q = k.h.I \quad (8-2)$$

Xác lập hệ trục tọa độ: $I = -\frac{dh}{dx}$ (giá trị của h giảm còn giá trị của x tăng)

$$\text{Thay vào } q = -K.h.\frac{dh}{dx} \quad (8-3)$$

$$\text{hay } qdx = -K.h.dh \quad (8-4)$$

Lấy tích phân từ tiết diện (1) đến tiết diện (2)

$$\int_{x_1}^{x_2} qdx = -\int_{h_1}^{h_2} k.h.dh \quad (8-5)$$

Vì dòng thấm ổn định trong tầng chứa nước đồng nhất, nghĩa là $q = \text{const}$ và $k = \text{const}$ nên

$$q \int_{x_1}^{x_2} dx = -k \int_{h_1}^{h_2} h.dh \quad (8-6)$$

$$\Rightarrow q(x_2 - x_1) = -k \frac{h_2^2 - h_1^2}{2} \Rightarrow q = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2(x_2 - x_1)} \quad (8-7)$$

Nếu $x_2 - x_1 = L$ (khoảng cách giữa 2 hố khoan)

$$q = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \quad (8-8)$$

Nhưng: $h_{TB} = \frac{h_1 + h_2}{2}$ $I_{TB} = \frac{h_1 - h_2}{L}$

Nên: $q = k \cdot h_{TB} \cdot I_{TB}$

Vậy: $Q = k \cdot B \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L}$ (8-10) hay $Q = k \cdot B \cdot h_{TB} \cdot I_{TB}$

b. Dụng đường cong mực nước:

Để dựng đường cong mực nước ngầm cần xác định chiều dày tầng chứa nước ít nhất ở 3 tiết diện. Chọn điểm M bất kì, cách tiết diện (1) một khoảng là x. Độ dày tầng chứa nước ở x được xác định như sau: Gọi q_{1-2} là lưu lượng dòng thấm từ tiết diện 1 đến 2 và q_{1-x} là lưu lượng dòng thấm từ tiết diện 1 tới x theo (8-8) ta có

Tại tiết diện (1): $q_{1-2} = K \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L}$ (8-11); Tại tiết diện qua M: $q_{1-x} = K \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x}$ (8-12)

Trong đó:

x- là khoảng cách từ 1 đến x;

h_x - là độ dày tầng chứa nước tại tiết diện x.

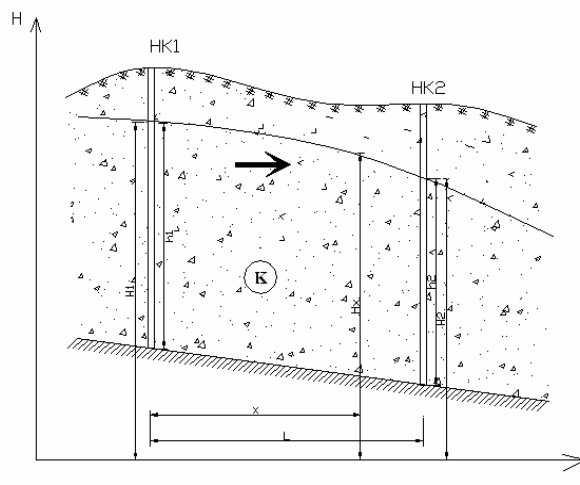
Dòng chảy ổn định nên $q_{1-2} = q_{1-x}$ nên:

$$K \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} = K \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x} \quad (8-13)$$

$$\Rightarrow h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{x}{L}(h_1^2 - h_2^2)} \quad (8-14)$$

2. Tầng chứa nước ngầm không áp có đáy cách nước nằm nghiêng

a. Xác định lưu lượng dòng thấm:



Hình 8.3 Sơ đồ tính lưu lượng tầng chứa nước ngầm đáy cách nước nghiêng
 Khi tầng chứa nước nằm nghiêng tạo với một góc với mặt phẳng nằm ngang (hình

8-3) thì mực nước của nó được tính từ mặt phẳng chuẩn 0-0. Như vậy lưu lượng riêng của dòng thấm sẽ được xác định bằng công thức

Xét một đơn vị tiết diện thấm có bề rộng là 1m.

$$q = K.F.I = K.h_{tb}.I ; h_{tb} = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

với $I = -\frac{dH}{dx} \Rightarrow q = -K.h_{tb} \cdot \frac{dH}{dx}$ (8-15) hay $qdx = -K.h_{tb}.dH$

Trong đó: H – giá trị mực nước tính từ mặt phẳng 0-0;

H_{TB} - chiều dày trung bình tầng chứa nước ngầm

Lấy tích phân từ tiết diện (1) đến tiết diện (2)

$$\frac{q}{k.h_{TB}} \int_{x_1}^{x_2} dx = - \int_{H_1}^{H_2} dH \quad (8-16)$$

$$\Rightarrow q(x_2 - x_1) = -K.h_{tb} \cdot (H_2 - H_1) \Rightarrow q = K.h_{tb} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (8-17)$$

$$\Rightarrow q = K \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (8-18)$$

b. Dụng đường cong mực nước:

Chọn điểm M bất kì, cách tiết diện (1) một khoảng là x

Tại tiết diện (1-2) : $q_{1-2} = K \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L}$ (8-19)

Tại tiết diện qua M : $q_{1-x} = K \cdot \frac{h_1 + h_x}{2} \cdot \frac{H_1 - H_x}{L}$ (8-20)

Trong đó: q_{1-2} lưu lượng dòng thấm từ tiết diện 1 đến 2;
 q_{1-x} lưu lượng dòng thấm từ tiết diện 1 đến 2

Dòng chảy ổn định nên $q_{1-2} = q_{1-x}$:

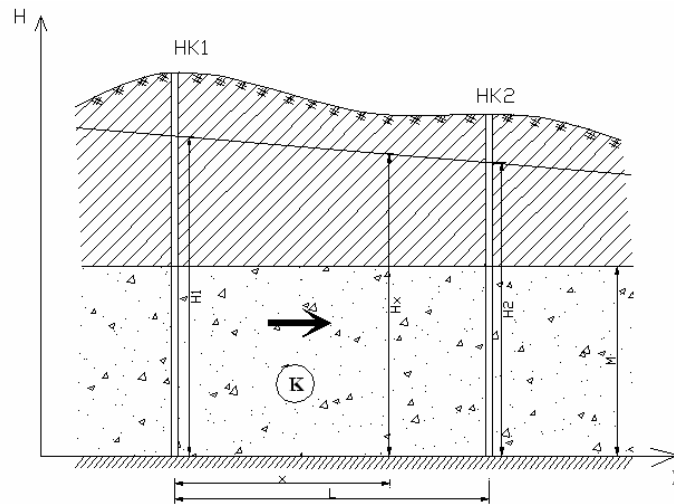
$$\frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{h_1 + h_x}{2} \cdot \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (8-21)$$

Với $h_x = H_x - z$

$$(h_1 + h_2) \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} = (h_1 + H_x - z) \cdot \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (8-22)$$

3. Tầng chứa nước có áp

a. Tầng chứa nước có áp có độ dày không đổi



Hình 8.5 Sơ đồ tầng chứa nước áp có độ dày không đổi

Vận động nước có áp cũng như vận động nước ngầm không áp tuân theo định luật Darcy. Khi tầng chứa nước có độ dày ổn định ($M = \text{const}$) lưu lượng đơn vị dòng thấm theo hướng trục x được xác định theo phương trình sau:

Xét một đơn vị tiết diện thấm có bề rộng là 1m.

$$q = K.F.I = K.M.I \quad (F = 1\text{m} \times M)$$

M : chiều dày của tầng chứa nước có áp

$$\text{với } I = -\frac{dH}{dx} \Rightarrow q = -K.M \cdot \frac{dH}{dx} \quad (8-23)$$

Lấy tích phân từ tiết diện (1) đến tiết diện (2)

$$\frac{q}{KM} \int_{x_1}^{x_2} dx = - \int_{H_1}^{H_2} dH \quad (8-24) \Rightarrow q(x_2 - x_1) = -K.M(H_2 - H_1)$$

$$\text{Vậy } q = K.M \frac{H_1 - H_2}{(x_2 - x_1)} \quad \text{với } x_2 - x_1 = L \quad (8-25) \Rightarrow$$

$$q = K.M \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (8-26)$$

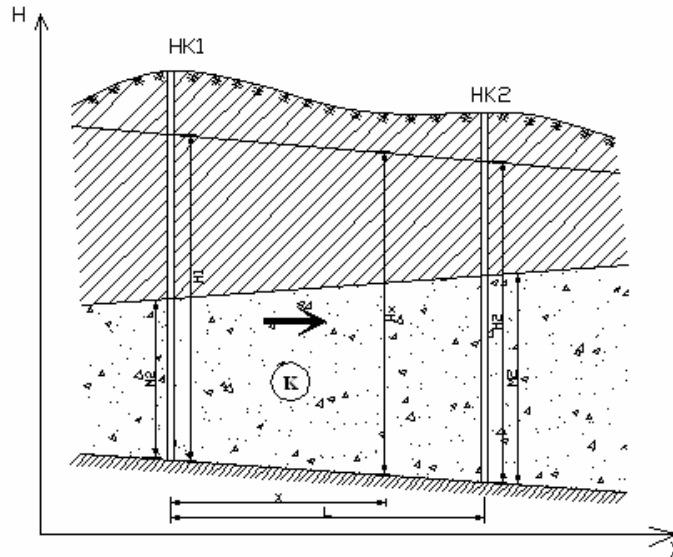
Dựng đường cong mực nước:

Chọn điểm M bất kì, cách tiết diện (1) một khoảng là x

$$\text{Tại tiết diện (1) : } q_1 = K.M \frac{H_1 - H_2}{L} ; \quad \text{Tại tiết diện qua } M : q_x = K.M \frac{H_1 - H_x}{x}$$

$$\text{Dòng chảy ổn định nên } q_1 = q_x : \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{H_1 - H_x}{x} \Rightarrow H_x = H_1 - \frac{x(H_1 - H_2)}{L}$$

b. Tầng chứa nước có áp có độ dày thay đổi



Hình 8.6 Sơ đồ tầng chứa nước áp có độ dày thay đổi

Nếu tầng chứa nước có áp có độ dày thay đổi không nhiều thì theo Camenski có thể lấy độ dày trung bình M_{TB} của tầng chứa nước đưa vào công thức (8-26) để xác định lưu lượng dòng thấm có áp:

$$q = K \frac{M_1 + M_2}{2} \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (8-27)$$

Nếu tầng chứa nước có bề dày thay đổi nhiều. Xét một đơn vị tiết diện thấm có bề rộng là 1m.

$$q = K.F.I \text{ với } F = 1m \times M = M_1 + \frac{M_2 - M_1}{L} \cdot x \text{ và } I = -\frac{dH}{dx}$$

$$\Rightarrow q = -K \left(M_1 + \frac{M_2 - M_1}{L} \cdot x \right) \frac{dH}{dx} \Rightarrow \frac{q \cdot dx}{M_1 + \frac{M_2 - M_1}{L} \cdot x} = -K dH \quad (1)$$

$$\text{đặt } u = M_1 + \frac{M_2 - M_1}{L} \cdot x \Rightarrow du = \frac{M_2 - M_1}{L} \cdot dx \text{ hay } dx = \frac{L}{M_2 - M_1} \cdot du$$

Lấy tích phân từ tiết diện (1) đến tiết diện (2)

$$(1) \Rightarrow \frac{qL}{M_2 - M_1} \int_{u_1}^{u_2} \frac{du}{u} = -K \int_{H_1}^{H_2} dH$$

$$x_1 = 0 \Rightarrow u_1 = M_1; x_2 = L \Rightarrow u_2 = M_2$$

$$\Rightarrow q = K \cdot \frac{M_2 - M_1}{\ln \frac{M_2}{M_1}} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (8-28)$$

Chọn điểm M bất kì, cách tiết diện (1) một khoảng là x

Tại tiết diện (1) : $q = K \cdot \frac{M_2 - M_1}{\ln \frac{M_2}{M_1}} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L}$;

Tại tiết diện qua M :
$$q = K \cdot \frac{M_x - M_1}{\ln \frac{M_x}{M_1}} \cdot \frac{H_1 - H_x}{x}$$

Dòng chảy ổn định nên $q_1 = q_x$:
$$\frac{M_2 - M_1}{\ln \frac{M_2}{M_1}} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{M_x - M_1}{\ln \frac{M_x}{M_1}} \cdot \frac{H_1 - H_x}{x}$$

$$\Rightarrow H_x = H_1 - \frac{\ln \frac{M_x}{M_1}}{\ln \frac{M_2}{M_1}} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} \cdot \frac{M_2 - M_1}{M_x - M_1} \cdot x$$

§5. GIẾNG KHOAN VÀ DÒNG THẤM VÀO GIẾNG KHOAN

1. Cấu tạo giếng khoan

Cấu tạo giếng khoan gồm ba phần:

- + Phần ống chống bảo vệ thành hố khoan để đất đá không lấp vào giếng khoan
- + Phần ống lọc để cho nước thấm vào hố khoan
- + Phần ống lắng

Phần ống lọc là một ống hợp kim có khoan lỗ hoặc khe rãnh trên bề mặt ống. Để tránh cát theo nước vào trong giếng khoan người ta còn dùng lưới quấn quanh ống lọc. Diện tích các khe rãnh, lỗ trên ống lọc thường không vượt quá 20÷22% diện tích xung quanh ống lọc. Còn chiều dài ống lọc được tính theo công thức

$$l = K \cdot \frac{Q}{\pi \cdot d \cdot n \cdot V_{th}} \quad (8-57)$$

Trong đó:

l: chiều dài ống lọc;

Q: lưu lượng thiết kế của giếng khoan;

n-độ khe lỗ của ống lọc;

d- đường kính ống lọc;

$V_{th} = 65\sqrt{k}$ tốc độ tới hạn của nước dưới đất thấm vào ống lọc;

k- hệ số thấm

2. Các dạng giếng khoan

Giếng hoàn chỉnh: Là giếng có chiều sâu xuyên qua toàn bộ chiều dày tầng chứa nước. Nước vận động vào giếng chỉ qua phần ống lọc xung quanh giếng.

Giếng không hoàn chỉnh: Là giếng có chiều sâu không xuyên qua toàn bộ chiều dày tầng chứa nước, và nước vận động vào giếng qua phần ống lọc xung quanh giếng, đồng thời có thể vận động từ đáy giếng vào.

3. Sự hình thành dòng thấm vào giếng khoan

Khi bơm hút nước từ giếng khoan thì nước trong giếng khoan bị hạ xuống và gây nên dòng thấm vào nó. Mức nước trong giếng khoan càng bị hạ thấp thì dòng thấm vào giếng khoan càng mạnh và mức nước xung quanh giếng khoan càng bị hạ thấp. Đường dòng thấm theo chiều dòng thấm vào giếng khoan càng ngày càng dốc hơn và càng gần giếng càng dốc. Mặt nước lúc này sẽ tạo thành hình phễu có tâm trùng với tâm giếng khoan và được gọi là bán kính ảnh hưởng. Phụ thuộc vào điều kiện biên của tầng chứa nước, số lượng các giếng khoan mà bán kính ảnh hưởng R được xác định theo những công thức khác nhau.

Đối với vận động ổn định bán kính ảnh hưởng R của giếng khoan có thể xác định bằng công thức thực nghiệm khác nhau.

Bán kính ảnh hưởng giếng khoan nước không áp có thể xác định bằng công thức thực nghiệm I.Cuxakin

$$R = 2S\sqrt{Hk} \text{ (m)} \quad (8-58)$$

Bán kính ảnh hưởng giếng khoan nước áp có thể xác định bằng công thức thực nghiệm Dikhart

$$R = 10S\sqrt{k} \text{ (m)} \quad (8-59)$$

Trong đó

H : chiều dày tầng chứa nước (m)

S : mức hạ thấp mức nước tại giếng khoan bơm hút (h)

k : hệ số thấm(m/ngđ)

Quan hệ giữa lưu lượng giếng khoan nước không áp với bán kính ảnh hưởng được phản ánh trong công thức Coden:

$$R = \sqrt{\frac{12t}{\mu}} \sqrt{\frac{Qk}{\pi}} \quad (8-60)$$

Trong đó

R : bán kính ảnh hưởng (m);

t : thời gian bơm hút (h);

Q : lưu lượng giếng khoan (m^3/h);

μ : hệ số nhả nước của đất đá.

Khi dòng thấm không ổn định bán kính ảnh hưởng có thể xác định theo công thức:

$$R = 1.5\sqrt{at} \quad (8-61)$$

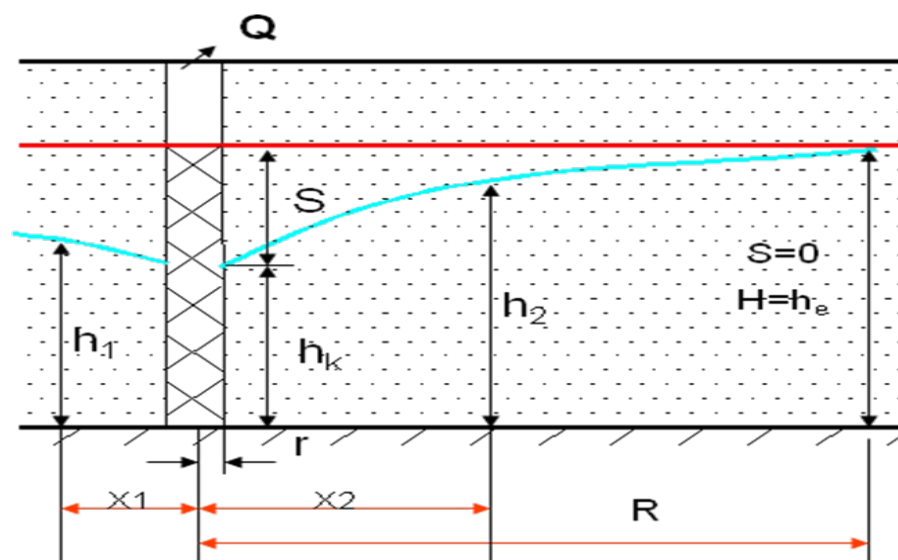
Trong đó

a : hệ số dẫn áp (đối với nước có áp) hay hệ số dẫn nước đối với nước không áp $m^2/ngđ$

t : thời gian bơm hút (ngđ).

§6. DÒNG THẤM KHÔNG GIỚI HẠN VÀO GIẾNG KHOAN KHÔNG ÁP HOÀN CHỈNH

1. Xác định lưu lượng dòng thấm



Hình 8.27. Dòng thấm không giới hạn vào giếng khoan nước ngầm không áp hoàn chỉnh

$$Q = 2\pi \cdot y \cdot x \cdot k \frac{dy}{dx} \quad (8-62)$$

Trong đó: $2\pi \cdot x \cdot y = F$ diện tích dòng thấm tại tiết diện cách tâm giếng khoan một khoảng x .

Tích phân (8-62) từ tiết diện 1 đến tiết diện 2:

$$\int_{y_1}^{y_2} y dy = \frac{Q}{2\pi \cdot k} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x} \quad (8-63)$$

Thay $y_1 = h_1$; $y_2 = h_2$ và biến đổi ta có:

$$Q = \pi \cdot k \frac{h_2^2 - h_1^2}{\ln x_2 - \ln x_1} \quad (8-64)$$

Nếu thay đổi giới hạn tích phân $x_1 = r$ và $x_2 = R$ và $y_1 = h_k$, $y_2 = H$ thì biểu thức (8-64) có dạng:

$$Q = \pi \cdot k \frac{H^2 - h_k^2}{\ln R - \ln r} \quad (8-65)$$

Thay vì $H^2 - h_k^2 = (H - h_k)(H + h_k) = S(2H - S)$, giá trị π và logarit thập phân vào và biến đổi được ta có:

$$Q = 1.366 \cdot k \frac{S(2H - S)}{\lg R - \lg r} \quad (8-66)$$

Trong đó: Q - Lưu lượng bơm hút.

R : Bán kính ảnh hưởng

r : Bán kính lỗ khoan

$S = H - h_k$: Trị số hạ thấp mực nước tĩnh tại giếng khoan

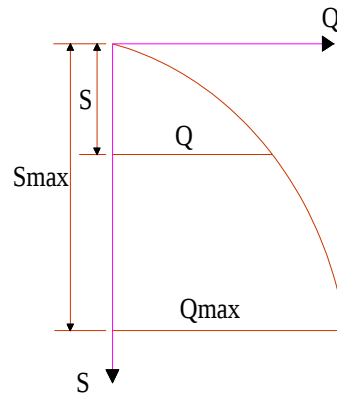
H : Giá trị áp lực khi chưa bơm hút

Từ công thức (8-66) có thể sử dụng xác định hệ số thấm k và bán kính ảnh hưởng

$$k = 0.723 \cdot Q \cdot \frac{\lg R - \lg r}{S(2H - S)} \quad (8-67)$$

$$\lg R = \frac{1.366k(2H - S)S}{Q} + \lg r \quad (8-68)$$

2. Quan hệ giữa lưu lượng giếng khoan với độ cao hạ thấp mực nước



Hình 8.29: Đồ thị $Q = f(S)$ giếng khoan nước ngầm không áp

Khi mực nước hạ thấp trong giếng khoan đến đáy cách nước, nghĩa là

$S=H=S_{\max}$ thì từ công thức $Q = 1.366.k \frac{S(2H - S)}{\lg R - \lg r}$ ta có lưu lượng dòng thấm nước dưới đất đạt đến trị số tối đa (Q_{\max}):

$$Q_{\max} = 1.366.k \frac{S^2_{\max}}{\lg R - \lg r} \quad (8-69)$$

Chia hai vế (8-69) và (8-66) và biến đổi ta có:

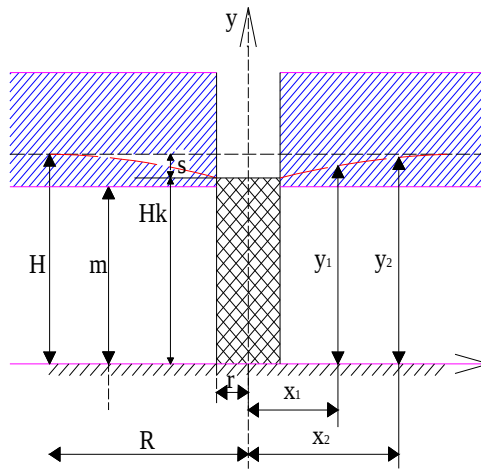
$$Q_{\max} = Q \frac{S^2_{\max}}{(2H - S)S} \quad (8-70)$$

Từ đây thấy rằng lưu lượng thiết kế (Q_{TK}) của giếng khoan theo mực nước hạ thấp thiết kế (S_{TK}) sẽ là:

$$Q_{TK} = Q_{\max} = Q \frac{(2H - S_{TK})S_{TK}}{S^2_{\max}} \quad (8-71)$$

§7. DÒNG THẤM KHÔNG GIỚI HẠN VÀO GIẾNG KHOAN NƯỚC ÁP HOÀN CHỈNH

1. Xác định lưu lượng dòng thấm



Hình 8.30. Dòng thấm không giới hạn vào giếng khoan nước áp hoàn chỉnh

$$Q = 2\pi \cdot m \cdot x \cdot k \frac{dy}{dx} \quad (8-72)$$

Trong đó:

m chiều dày tầng chứa nước có áp (m);

k hệ số thấm tầng chứa nước có áp (m/ngđ);

$2\pi \cdot x \cdot m = F$ diện tích dòng thấm tại tiết diện cách tâm giếng khoan một khoảng x .

Tích phân (8-72) từ tiết diện 1 đến tiết diện 2:

$$\int_{y_1}^{y_2} dy = \frac{Q}{2\pi \cdot k \cdot m} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x}$$

Biến đổi ta có:

$$Q = 2\pi \cdot k \cdot m \frac{y_2 - y_1}{\ln x_2 - \ln x_1} \quad (8-73)$$

Nếu thay đổi giới hạn tích phân r đến R và từ H_k đến H ta có:

$$Q = 2\pi \cdot k \cdot m \frac{H - H_k}{\ln R - \ln r} \quad (8-74)$$

Thay giá trị π và logarit thập phân vào và biến đổi được ta có:

$$Q = 2,73km \frac{H - H_k}{\lg R - \lg r} \quad (8-75)$$

$$Q = 2,73km \frac{S}{\lg R - \lg r} \quad (8-76)$$

Trong đó: Q - Lưu lượng bơm hút; R : Bán kính ảnh hưởng

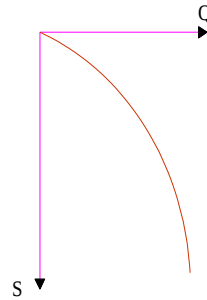
r : Bán kính lỗ khoan; S = H-h_k : Trị số hạ thấp mực nước tĩnh tại giếng khoan; H : Giá trị áp lực khi chưa bơm hút

Từ công thức (8-76) có thể sử dụng xác định hệ số thấm k và bán kính ảnh hưởng

$$k = 0.366.Q \frac{\lg R - \lg r}{S.m} \quad (8-77)$$

$$\lg R = \frac{2.73k.m.S}{Q} + \lg r \quad (8-78)$$

2. Quan hệ giữa lưu lượng giếng khoan với độ cao hạ thấp mực nước



Hình 8.32: Đồ thị $Q = f(S)$ giếng khoan nước ngầm có áp

Chia hai vế phương trình (8-76) cho S ta có

$$\frac{Q}{S} = 2.73m.k \frac{1}{\lg R - \lg r} \quad (8-79)$$

Công thức trên chính là lưu lượng giếng khoan ứng với một đơn vị độ giảm mực nước trong giếng khoan và gọi là tỷ lưu lượng giếng khoan. Từ công thức trên nếu $R = \text{const}$ thì $q = \text{const}$ và quan hệ giữa Q và S là tuyến tính. Tuy nhiên trong thực tế chỉ quan sát thấy khi độ hạ thấp mực nước trong giếng khoan là nhỏ. Khi độ hạ thấp mực nước bị mất mát tăng lên thì quan hệ tuyến tính này bị phá vỡ hình thành mối quan hệ mới và quan hệ này được biểu diễn bằng đường cong có phương trình là:

$$S = \alpha Q + \beta Q^2 \quad (8-80)$$

Trong đó: α , β là các hệ số phụ thuộc vào sức cản khi nước vận động qua đất đá và ống lọc vào giếng khoan. Giá trị α , β được xác định theo tài liệu bơm hút nước thí nghiệm ở hai độ giảm mực nước S_1 và S_2 :

$$\alpha = Q_1 \beta \frac{S_1}{Q_1} ; \quad \beta = \frac{S_2 Q_1 - S_1 Q_2}{Q_1 Q_2 (Q_2 - Q_1)} \quad (8-81)$$

Khi xác định được α , β ta có thể xác định được lưu lượng giếng khoan tương ứng với mực nước hạ thấp mực nước S nào đó theo công thức rút ra từ (8-80) sẽ là:

$$Q = \frac{\sqrt{\alpha^2 + 4\beta S} - \alpha}{2\beta} \quad (8-82)$$

PHẦN III

ĐỊA CHẤT ĐỘNG LỰC

CÔNG TRÌNH

CHƯƠNG VI

HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA MƯA VÀ NƯỚC MẶT

§1. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA MƯA

1. Quá trình xói mòn bề mặt địa hình:

Mưa rơi xuống đất tạo thành những dòng chảy trên mặt. Những dòng chảy này không tập trung và chảy theo một hướng nhất định mà dàn đều trên mặt đất. Hoạt động phá hủy của dòng chảy này xảy ra trên toàn bộ bề mặt địa hình và vì vậy được gọi là quá trình xói mòn bề mặt hay rửa trôi.

Hoạt động bóc mòn của dòng chảy trên mặt

- Dòng chảy trên mặt có khả năng lấy đi các lớp đất đá trên bề mặt trái đất ở những nơi mà nó chảy qua. Các vật liệu được lấy ra khỏi bề mặt đá gốc được gọi là vật liệu trầm tích. Trong quá trình xói mòn các sản phẩm phong hóa được các dòng nước mặt xói rửa và mang đến những chỗ địa hình thấp hơn: sườn, chân dốc. Trên sườn dốc sẽ trầm đọng lại trầm tích (đêluvi với thành phần thường là sét pha, cát pha có chứa đá dăm và các mảnh vụn có kích thước lớn); còn chỗ thấp hơn sát chân dốc tạo thành trầm tích proluvi (lũ tích).
- Khả năng bóc mòn, vận chuyển và lắng đọng trầm tích của dòng chảy trên mặt phụ thuộc vào năng lượng của dòng chảy mà nó tỉ lệ thuận với tốc độ và lưu lượng của dòng chảy.
- Năng lực vận chuyển của dòng chảy là phép đo mảnh vụn có kích thước lớn nhất mà nó có thể mang đi được và nó chủ yếu phụ thuộc vào tốc độ của dòng chảy
- Công suất vận chuyển của dòng chảy: tổng lượng trầm tích mà nó có thể vận chuyển qua một điểm trong một đơn vị thời gian và nó tỉ lệ thuận với cả tốc độ và lưu lượng của dòng chảy.
- Một dòng chảy làm phong hóa và bào mòn lòng chảy của nó theo ba quá trình: thủy lực, bào mòn và hòa tan

- + Tác dụng thủy lực: dòng chảy có khả năng bóc tách và mang các vật liệu bờ rời hoặc gắn kết yếu ở những nơi mà nó chảy qua đi xa.
- + Tác dụng bào mòn: bản thân nước không bào mòn được đá nhưng nếu nó mang theo các vật liệu vụn như cát, sỏi,... thì các mảnh vụn này sẽ tiếp tục làm vỡ vụn và bào mòn các vật liệu nó gặp phải trên đường nó di chuyển. Tác dụng bào mòn thường hay tạo thành các hố bào mòn (pothole) khi các hòn cuội bị lọt vào các hố và xoay tròn trong đó dưới tác dụng của dòng chảy
- + Tác dụng hòa tan: Một số khoáng vật bị hòa tan dưới tác dụng của dòng chảy trên mặt (các loại muối mỏ, cacbonat).

2. Quá trình thành tạo mương xói

Khi chảy từ các đỉnh phân thủy và các sườn dốc xuống, nước mưa gây ra tác dụng địa chất to lớn: rửa trôi và rửa xói các sản phẩm mềm rời. Do các đỉnh phân thủy và sườn dốc bị rửa xói mà tạo thành mương xói. Ở một giai đoạn phát triển nhất định, mặt cắt dọc và các sườn dốc của mương xói đạt đến sự cân bằng nào đó; sự phát triển của nó bắt đầu chậm lại, ngừng hẳn và dần dần chúng biến thành các khe hoặc các rãnh. Vì vậy, mương xói là kết quả của sự xói mòn gập gáp ban đầu, được phát triển theo chiều dài- kết quả rửa xói các sườn dốc và các đỉnh phân thủy do các dòng nước mưa và nước băng tuyết gây ra.

Các giai đoạn hình thành mương xói

Giai đoạn thứ nhất là giai đoạn rãnh xói hoặc khe xói sâu 0.5 đôi khi đến 1m, có dạng chữ V (tam giác). Trong rãnh xói thường tập trung các dòng nước mưa rào. Mặt cắt dọc của rãnh xói rập khuôn lại mặt cắt của sườn dốc mà từ đó nó hình thành, còn cửa của nó thì thường nằm cao hơn nền sườn (cửa treo)

Giai đoạn thứ 2 là giai đoạn đỉnh mương xói cắt sâu xuống nhanh chóng. Mặt cắt dọc của đáy dần dần chệch khỏi mặt cắt của sườn dốc, nhưng vẫn còn khác nhiều so với mặt cắt cân bằng. Mương xói trở nên sâu hơn nhiều, sườn rất dốc, dạng tam giác của nó bắt đầu chuyển sang hình thang.

Giai đoạn thứ 3 là giai đoạn tạo mặt cắt dọc cân bằng. Mương xói bị cắt sâu xuống đến chân của sườn dốc, hình dạng của mặt cắt ngang trở thành hình thang, sự phát triển chậm lại rõ rệt.

Giai đoạn thứ 4 là giai đoạn ngừng phát triển, biến mương xói thành khe hẻm hoặc rãnh. Mặt cắt dọc và hai sườn đều đạt đến một sự cân bằng nào đó, thoải dần, bị cỏ phủ, các cây bụi mọc lên.

Các yếu tố tự nhiên và lịch sử của sự phát triển mương xói

Các yếu tố thiên nhiên quan trọng nhất, quyết định điều kiện phát triển của xói mòn là: cấu trúc địa chất khu vực, địa hình, điều kiện khí hậu và thảm thực vật tại khu vực đó. Đồng thời hoạt động kinh tế của con người của con người cũng có tầm quan trọng không kém.

Về nguồn gốc, các mương xói chỉ có quan hệ với những đất đá dễ bị tan rã và rửa xói. Ở đâu mà trên các sườn dốc và trên các đỉnh chia nước bề dày các trầm tích như vậy thì các mương xói sâu được hình thành, chỉ số mật độ mương xói cao hơn, mức độ chia cắt của địa hình lớn hơn. Ở đâu mà diện phân bố các trầm tích như vậy có hạn và mỏng thì các hiện tượng mương xói phát triển ít hoặc hầu như không có.

Địa hình gây ảnh hưởng rất mạnh đến sự phát triển của hiện tượng mương xói, bởi những yếu tố địa chất, điều kiện khí hậu, địa hình quyết định lượng nước chảy và tốc độ của nước ($P=mv^2/2$). Khi các điều kiện khác đều như nhau, thì khối lượng nước chảy phụ thuộc vào diện tích tập trung nước, còn tốc độ chảy thì được quyết định bởi chiều cao và góc dốc của sườn dốc (tức giá trị độ nghiêng). Như vậy, diện tập trung nước càng lớn, nằm càng cao so với mặt gốc sỏi mòn địa phương, sườn càng cao và dốc tức địa hình bị phân cắt mạnh mẽ thì quá trình xói mòn càng phát triển.

Hiện tượng mương xói cũng có quan hệ mật thiết với điều kiện khí hậu địa phương. Lượng nước chảy gây ra xói mòn phụ thuộc vào lượng mưa rơi, dạng, cường độ và sự phân bố mưa trong năm. Do đó, xói mòn có thể có quan hệ với mưa rào, tức mưa tương đối ngắn với cường độ hơn 0.5-1mm/phút. Trong phạm vi các lưu vực, mưa rào tạo ra nhanh chóng những dòng chảy dữ dội, có động năng to lớn, gây ra rửa xói, làm cho các mương xói phát triển với tốc độ 40-50, đôi khi đến 60-70m/năm. Mưa dài ngày có cường độ vừa phải cũng thuận lợi cho hiện tượng mương xói phát triển. Dạng mưa như vậy làm cho các tầng trầm tích bề rời gần mặt đất trong diện góp nước nhanh chóng bị bão hòa, rồi về sau nước chỉ thấm xuống chậm chạp. Kết quả là khối nước tạo nên những dòng chảy trên mặt đất,

gây rửa xói trông thấy và làm cho mương xói phát triển. Ở những vùng mưa yếu ớt và vừa, ít nhiều rải đều suốt mùa ẩm trong năm lớp tuyết phủ mỏng và nhiều hơi ẩm bị tiêu hao cho thấm xuống và bốc hơi, thì quá trình mương xói thể hiện yếu, bởi vì điều kiện để hình thành nước chảy trên mặt đất không được thuận lợi.

Trong các yếu tố tự nhiên thì thực vật cây gỗ, cây con và cỏ đều có ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của các hiện tượng mương xói – rãnh xói. Thảm thực vật có tác dụng kìm hãm và ngăn trở hiện tượng xói mòn dưới nhiều hình thức khác nhau. Cây gỗ, cây con, cây bụi có khả năng đặc biệt to lớn để chống lại hiện tượng xói mòn. Tán những cây gỗ và cây con chẳng những giữ lại được lượng lớn nước mưa, tạo điều kiện cho chúng bốc hơi mà còn làm yếu tác dụng rơi đập- rửa xói đối với đất đai. Lớp cây lá mục ở mặt đất chẳng những có độ thấm nước lớn, mà còn có độ chứa ẩm cao, đóng vai trò chống xói quan trọng. Cây con, cây gỗ có tác dụng điều tiết dòng chảy trên mặt, cản trở những dòng chảy dữ dội.

Tác dụng của mương xói

Hoạt động rửa trôi của mương xói tạo ra các lũy tích mương xói.

Các mương xói làm cho khu đất bị chia cắt sâu và mảnh liệt. Bằng việc mở lộ, tháo mất các tầng chứa nước và làm kiệt quệ nguồn dự trữ nước dưới đất. Ngoài ra, chúng còn phá hoại chế độ ẩm của đới thông khí làm cho đất trông trọt bị khô cần làm giảm độ màu mỡ.

Các nón vật phóng của mương xói lấp cận ao hồ chứa nước

Sự tạo thành mương xói sẽ làm mất đi nhiều khu đất màu mỡ, gây trở ngại cho giao thông.

Các biện pháp chống xói mòn

Trồng cây để cải tạo đất: gây dựng những dải rừng bảo vệ, những khoảng rừng và những hình thức khác về trồng cây gây rừng để điều tiết dòng chảy trên mặt đất. Trồng những loại cỏ sống lâu năm trên sườn dốc. Ở những loại cỏ sống lâu năm, hệ thống rễ khỏe và phần thân trên mặt đất cũng có khả năng củng cố thổ nhưỡng tránh được tác dụng rửa trôi và rửa xói

Xây dựng các công trình thu gom nước, giữ nước và điều tiết nước để thâm tóm, làm giảm tốc độ dòng chảy trên mặt đất, cũng như làm tăng lượng nước thấm xuống đất. Các loại công trình như vậy gồm có các hệ thống rãnh và máng đón nước trên sườn và đỉnh đồi và tiêu tháo nước đi, các gờ ngăn giữ nước và các bậc

đê, bậc đập ngăn nước và thấm tiêu nước, được bố trí trong phạm vi lưu vực. Các hồ chứa do đê và đập tạo nên sẽ làm thay đổi độ dốc và tốc độ của dòng chảy, là nơi thu hút và khiến cho nước mặt thấm mất đi dễ dàng hơn. Nhờ vậy, điều tiết được dòng chảy trên mặt, để phòng được và làm giảm được tác dụng của quá trình xói mòn.

Gia cố những chỗ rửa xói nhiều bằng cách lấp các rãnh xói, đồng thời xây lát đá, củng cố chúng bằng các rọ đá, tấm bê tông, đổ đá, các hàng cọc, trồng lớp cỏ bảo vệ.

Triệt để chấp hành các qui chế sử dụng đất đai và kỹ thuật canh tác. Trong các qui chế đó có xác định phạm vi cần bảo hộ, ở đó cấm chặt cây, đào xói đất đai, khai mỏ và xây dựng.

3. Quá trình thành tạo các dòng lũ bùn đá

Lũ bùn đá là những trận lũ xảy ra ở các sông miền núi và những dòng chảy tạm thời mang theo nhiều vật liệu hòn mảnh cứng (tảng sắc cạnh, tảng tròn cạnh, dăm cuội, cát) và đất mịn hạt loại sét. Tốc độ trung bình của các dòng bùn đá dao động từ 2÷ 4, có khi đến 6÷ 8cm/s. Cũng như trận lũ bất kỳ nào, lũ bùn đá xảy ra đột ngột và nhanh chóng, có tốc độ chảy lớn và tương đối lớn trong mấy tiếng đồng hồ (3-5 giờ trở lại), kèm theo những đợt sóng do bị tắc nghẽn, nhưng sau đó lại được khơi thông dưới sức ép của khối vật chất mang theo mỗi lúc một nhiều. Lũ bùn đá không phải là nét đặc trưng của chế độ dòng chảy, mà xảy ra bất ngờ, khi có sự qui tụ của các điều kiện nhất định tạo nên chúng.

Những thung lũng sông có nguy cơ lũ bùn đá nhất

Phần trên thượng nguồn của sông, đây là thung lũng được mở rộng và có hình dạng cái phễu với hai bên sườn dốc (từ 30-40 đến 50-60°), có chỗ dốc treo ngược bị phủ lấp bởi sản phẩm đá lở, vụn đá, có dấu vết của sụt lở, và các dạng của dịch chuyển trượt. Sườn bị chia cắt bởi các hố xói sâu, các mương xói và các rãnh xói, theo đó nước mưa và nước băng tuyết từ các phía chảy về, tạo thành dòng chính. Đó là phần chính của lưu vực sông, dòng bùn đá hình thành chủ yếu ở đây. Diện tích phần này của lưu vực có thể khác nhau từ mấy kilomet vuông đến hàng chục kilomet vuông. Ở đây độ dốc của dòng đựng dòng chảy chỉ đạt đến 30-50°

Phần giữa của thung lũng là hẻm vực, khe hẻm hoặc là phần hẹp của thung lũng có sườn hai bên dốc và cao. Độ dốc của lòng sông vẫn lớn đến 25-30°. Ở đây

cả đến mùa cạn sông cũng chiếm hết toàn bộ đáy thung lũng, chảy thành một dòng hoặc thành nhiều dòng giữa những đống đá tảng, đá lăn và vật liệu hòn mảnh bé hơn. Về mùa lũ, dòng chảy tại đây đôi khi cũng chứa đầy vật liệu hòn mảnh do rửa xói lòng sông, các sườn thung lũng và các tích tụ ở chân sườn dốc.

Phần dưới của thung lũng, dần chuyển thành đồng bằng trước núi hoặc trũng giữa núi. Phần này của thung lũng chủ yếu là miền chuyển đến và tích tụ vật liệu lũ tích. Tại đây độ dốc mặt cắt dọc của thung lũng thoải hẳn và động năng của dòng nước yếu đi.

Các dòng bùn đá xuất hiện là do các điều kiện sau:

- + Các điều kiện khí hậu và vi khí hậu của một vùng; liên quan với chúng là mưa phân phối không đều, hình thành mưa rào, mưa lũ lớn.
- + Các điều kiện địa mạo quyết định hình dạng và kích thước, vị trí độ cao của các lưu vực, độ dốc của địa hình, cấu trúc của các thung lũng sông miền núi và của các dòng tạm thời;
- + Các điều kiện địa chất quyết định sự tích tụ vật liệu mềm rời trong các lưu vực hoặc tại bộ phận nào đó của lưu vực; sự phát triển của các quá trình địa chất khác nhau (phong hóa, trọng lực, v.v...) tham gia vào việc hình thành nên vật liệu đó, cũng như các chuyển động kiến tạo trẻ và hiện đại.
- + Hoạt động của con người làm mất cân bằng tự nhiên trong các lưu vực

Nguyên nhân, động lực của các quá trình lũ bùn đá là dòng chảy trên mặt mạnh mẽ, do một số yếu tố gây nên như mưa rào và đôi khi cả nước tuôn từ các bể chứa tự nhiên và nhân tạo bị vỡ.

Phòng chống các hiện tượng lũ bùn đá

- + Tổ chức đơn vị quan trắc chế độ trong phạm vi bồn tập trung nước và vùng có nguy cơ lũ bùn đá đe dọa;
- + Thiết lập những đới bảo vệ;
- + Thực hiện các công tác điều tiết dòng nước mặt trên sườn dốc của các bồn tập trung nước;
- + Xây dựng các công trình điều chỉnh và thu góp trong lòng các dòng chảy;
- + Xây dựng các mương kênh, các công trình tháo tiêu một cách có tổ chức các dòng lũ bùn đá;



- + Xây dựng các công trình bảo vệ và ngăn tránh;
- + Thực hiện các công tác phòng ngừa theo nhiều cách.

§ 2. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA SÔNG

Khái niệm về dòng sông (river) được sử dụng khi dòng chảy trên mặt có kích thước lớn (chiều dài và chiều rộng) và được cấp nước bởi nhánh sông (tributary).

Một dòng chảy trên mặt thường bao gồm các yếu tố sau:

- Thượng lưu (upstream): nơi bắt đầu của dòng chảy, thường là nơi có địa hình cao, dốc
- Trung lưu (Midstream): phần giữa của dòng chảy, nơi địa hình thấp và thoải hơn
- Hạ lưu (downstream): phần thấp nhất của dòng chảy trước khi nó đổ vào các hồ, biển

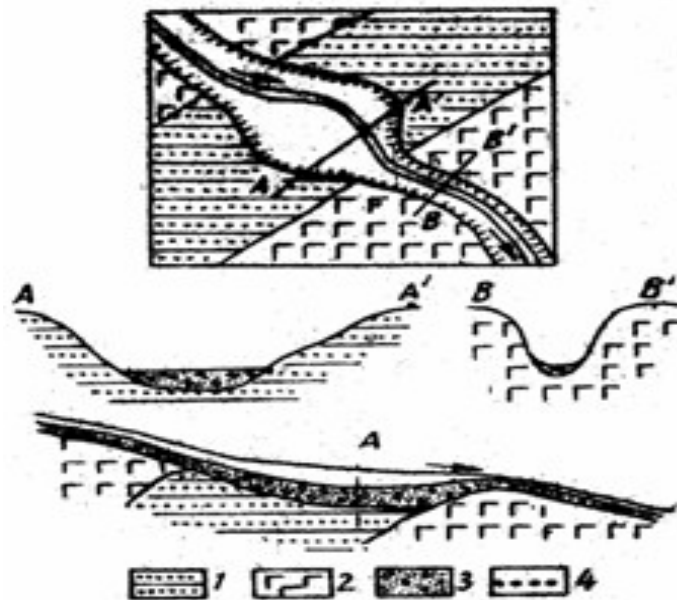
1. Sự tạo thành thung lũng sông

Các thung lũng sông do chịu tác dụng của của các hiện tượng rửa trôi, rửa xói, mang chuyển vật liệu xối rời và trầm đọng vật liệu đó. Ở các giai đoạn hình thành thung lũng sông, tương quan của tất cả các hiện tượng đó đều không giống nhau trên các giai đoạn và về thời gian cũng vậy. Cuối cùng chúng tạo nên các mặt cắt dọc và mặt cắt ngang của thung lũng sông.

Khi hình thành thung lũng sông, xói đáy và xói bờ có ý nghĩa chủ đạo. Xói đáy được biểu hiện ở sự xói lòng sông, sự cắt xuống sâu của dòng sông, còn xói bờ thì được biểu hiện ở sự rửa khoét và xói sập bờ và chung qui là mở rộng thung lũng sông. Xói bên dần dần thay thế xói đáy, điều đó có liên quan đến các quá trình tân kiến tạo và các quá trình khác. Xói đáy rất cực là dẫn đến việc tạo thành mặt cắt cân bằng chuẩn của sông, tức là dẫn đến việc tạo nên mặt cong nhịp nhàng của đáy lòng sông, dốc nhiều hơn ở thượng lưu và gần như nằm ngang về phía cửa sông, khi tiếp cận với gốc xói mòn. (Sự hình thành mặt cắt chuẩn của sông đạt được là do rửa xói ở một số chỗ và tích đọng vật liệu rời ở một chỗ khác)

Mặt cắt dọc của sông thường lượn thoải ở những đoạn: được cấu tạo bởi đất đá mềm yếu, dễ bị rửa xói hơn với những đoạn thung lũng gồm đất đá cứng rắn hơn, nằm ở phía trên theo dòng chảy; bị sụt lún do vận động kiến tạo trẻ; tích đọng mảnh liệt vật liệu rời xốp vì tốc độ chảy của sông thay đổi đột ngột khi mực nước dâng cao (do đá đổ, do trượt hoặc các nón phóng vật lún bùn đá của các sông nhánh nằm ở phía bên dưới của dòng chảy gây nên); thấp và trũng nằm ở những nơi bị cacto hóa

Mặt cắt dọc của sông thường tăng tốc ở những đoạn: được cấu tạo bởi đá gốc bền rắn khó rửa xói; bị nâng lên do những vận động kiến tạo trẻ; lòng sông bị tắc nghẽn do đất đá đổ, trượt lở, các vật phóng lũ bùn đá...

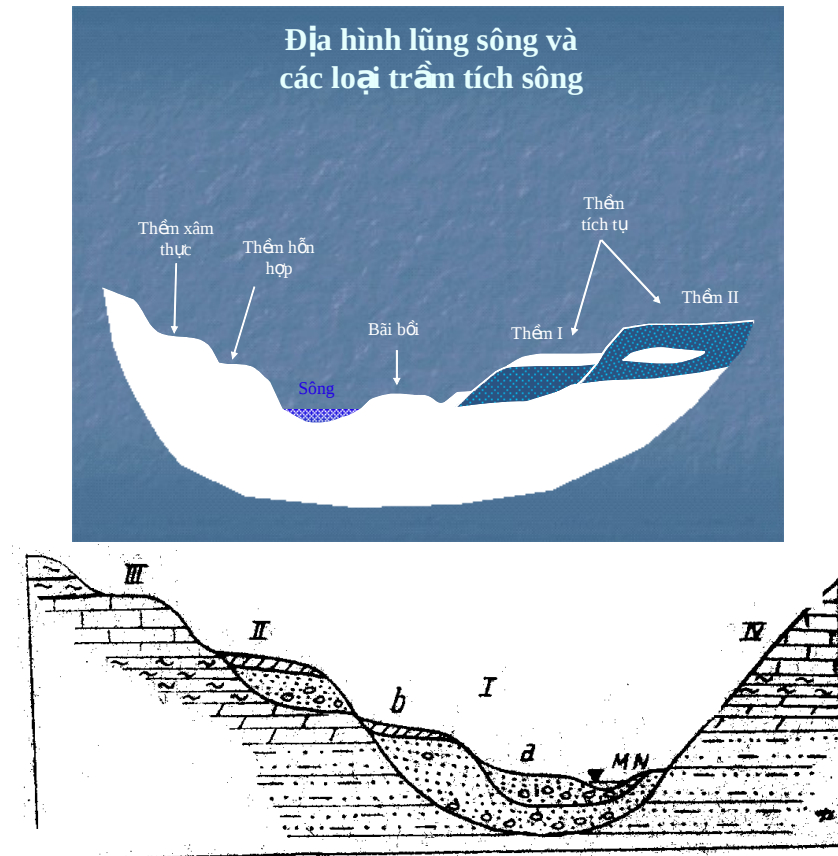


Ở những đoạn mặt cắt sông lượn thoải thì thung lũng sông rộng hơn, xói bên ở đây chiếm ưu thế hơn xói đáy. Chính ở đây sông tạo nên các chỗ uốn khúc, rửa khoét và phá hoại bờ. Ở những đoạn như vậy, các sườn thung lũng thoải hơn, có các bậc phát triển 1 phía hoặc 2 phía; các trầm tích rời xốp tương đối dày, hoặc dày.

Ở những đoạn độ dốc tăng lên thì thung lũng sông thường hẹp hơn, có dạng hẻm vực. Ở đây xói đáy chiếm ưu thế, các trầm tích rời xốp mỏng, sông thường trực tiếp rửa xói từ đá gốc. Tại những đoạn như vậy thường gặp thác ghềnh, bãi nông, mô đá; trong lòng sông vật liệu thô chiếm ưu thế. Sườn bờ của các thung lũng sông ở đây cao, dốc; các bậc thềm không có hoặc phát triển yếu.

Mặt cắt ngang của thung lũng sông có thể có dạng hẻm vực, phát triển một bên, hoặc cả hai bên. Những dấu hiệu chủ yếu để định loại các thung lũng đó là: hình thái của thung lũng, phản ánh giai đoạn phát triển của nó; bề dày của các trầm tích hệ thứ Tư trong thung lũng; tính đồng nhất lớp đất đá

2. Cấu tạo thung lũng sông

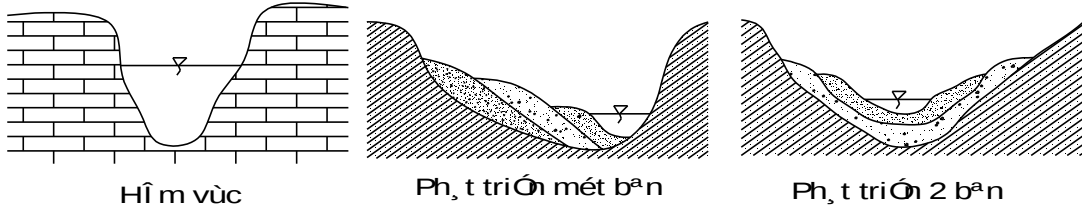


Địa hình thung lũng sông được giới hạn bởi 2 đường phân thủy mà từ đó nước đổ về sông. Gồm:

- **Nhánh sông:** các dòng chảy nhỏ cung cấp nước cho sông chính
- **Lưu vực sông:** Toàn bộ diện tích bề mặt địa hình mà nó thu nước cung cấp cho sông
- **Lòng sông:** nơi dòng chảy thường xuyên hoạt động
- **Bờ sông:** hai bên bờ ngăn cách lòng sông với địa hình hai bên. Người ta chia thành bờ trái và bờ phải của con sông bằng cách đứng nhìn xuôi theo dòng chảy.
- **Cửa sông:** Nơi con sông đổ nước vào hồ hoặc biển
- **Đường phân thủy:** đường cao nhất của địa hình mà nó phân chia lưu vực hệ thống sông này với lưu vực của hệ thống sông khác

- **Bãi bồi:** Phần lòng sông chỉ bị ngập nước vào mùa lũ.
- **Thêm sông:** Thêm sông là những dải đất nằm ngang hoặc gần nằm ngang kéo dài dọc theo sông, không bị ngập về mùa lũ

Các loại thung lũng sông:



Theo hình dạng mặt cắt:

- + Dạng hẻm vực; Dạng phát triển 1 bên; Dạng phát triển 2 bên.

Theo mức độ đồng nhất của đất đá:

- + Lũng sông có cấu tạo đồng nhất; Lũng sông có cấu tạo không đồng nhất

Theo chiều dày lớp vật liệu phủ:

Các loại thêm sông:

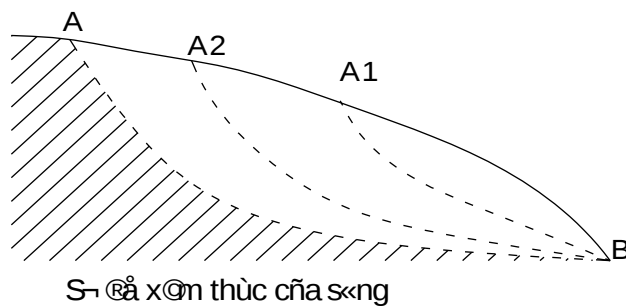
Thêm xâm thực: Hình thành do quá trình xâm thực đá gốc, mặt thêm không có vật liệu phủ. Thường gặp ở miền núi

Thêm tích tụ: Hình thành do trầm đọng vật liệu. Thường gặp ở đồng bằng, trung du

Thêm hỗn hợp: thêm là đá gốc, trên mặt có lớp phủ

3. Tác dụng địa chất của sông

a) *Tác dụng phá huỷ của sông*



Xâm thực đúng:

Đào phá theo phương thẳng đứng, có xu thế làm bằng địa hình đáy sông, đào sâu từ hạ nguồn về thượng nguồn. Thường xảy ra ở vùng địa hình cao, độ dốc đáy sông lớn (vận tốc dòng chảy lớn).

Tác dụng xâm thực dọc hoạt động mạnh ở vùng thượng lưu, kết quả là: làm cho lòng sông bị bóc mòn tăng dần về phía thượng lưu, làm giảm độ dốc của lòng sông; Tạo lên các khe núi hẹp, sâu; Gây ra hiện tượng cướp dòng tại đường phân thủy: lưu vực của hệ thống sông này bị cướp bởi hệ thống sông khác cùng đường phân thủy; Lòng sông hạ thấp, các bãi bồi trước đây trở thành thềm sông (không bị ngập nước vào mùa lũ); Hình thành bề mặt san bằng và bình nguyên chuẩn; Tạo ra thác, ghềnh.



Xâm thực ngang:

Đào phá theo phương ngang, mở rộng lòng sông. Thường xảy ra ở vùng địa hình thấp, phần hạ lưu sông. Kết quả: lòng sông mở rộng, sông uốn khúc quanh co, tạo hồ ách trâu, gây sạt lở bờ sông.

b) Tác dụng vận chuyển

Vật liệu phá hủy được dòng sông mang đi dưới các dạng: Hòa tan, lơ lửng, kéo lê

Khả năng vận chuyển phụ thuộc: Địa hình lòng sông, động năng dòng chảy, kích thước, khối lượng hạt vật liệu

c) Tác dụng lắng đọng

Xảy ra khi tốc độ dòng chảy nhỏ. Vật liệu phá hủy tích tụ, hình thành bồi tích sông

Đặc điểm: Tuân theo quy luật tuyển lựa, có tính phân lớp

Quy luật trầm đọng phức tạp

4. Trầm tích sông (aluvi)

Trầm tích sông chủ yếu là trầm tích cơ học, phần lớn các trầm tích vụn nát được sông mang ra biển và trầm đọng lại tại các tam giác châu để tạo ra trầm tích sông (aluvi). Các trầm tích sông thường trầm đọng trong lòng sông và bãi bồi. Độ dày trầm tích sông có thể rất khác nhau từ vài mét đến vài chục mét.

Thành phần chủ yếu của trầm tích sông bao gồm: đá tảng, cuội, sỏi, sạn, cát, cát pha, sét, sét pha, bùn và các vật chất hữu cơ.

Các loại trầm tích sông:

- **Trầm tích lòng sông:**

- + *Doi (gờ) trầm tích (bar):* là các tích tụ trầm tích có dạng kéo dài theo phương dòng chảy. Đây là các tích tụ mang tính chất tạm (tạm thời) giữa lòng sông và bờ chắn (đê) và thường được hình thành/biến đổi theo chu kỳ năm.
- + *Gờ trầm tích điểm (pointbar):* ở những nơi dòng chảy uốn cong, mặt cong bên ngoài có tốc độ chảy mạnh và bị bóc mòn nhưng mặt trong có tốc độ chảy yếu và lắng đọng trầm tích kiểu gờ điểm
- + Nhiều chỗ dòng chảy bị chia cắt bởi nhiều gờ cát tạo thành dòng chảy nhánh. Mùa khô nước chỉ chảy trong khe hẹp giữa các doi trầm tích nhưng mùa lũ toàn bộ bị ngập nước và trải qua chế độ bóc mòn.
- + Khi lũ hạ thấp dòng chảy chậm lại, lại lắng đọng các gờ trầm tích mới.

Các loại vật liệu trầm đọng trong lòng sông:

- + Ở miền núi: vật liệu hạt lớn (đá hộc, đá tảng, cuội, sỏi, cát). Đặc điểm: Ít biến dạng, cường độ tương đối cao, tính thấm lớn.
- + Ở vùng trung du và đồng bằng: Chủ yếu là cát, sét và bùn xen kẽ, có thể có cuội, sỏi hạt nhỏ. Đặc điểm: Quy luật tuyển lựa thể hiện rõ. Thường có dạng phân lớp hoặc thấu kính. → Các vấn đề: sự phân bố, cát chảy, xói ngầm, lún không đều
- **Trầm tích bãi bồi:** Các vật liệu sông mang đến, lắng đọng ở hai bên sông, bị ngập nước về mùa lũ.
- + Thường có 2 phần:
Phần dưới: vật liệu khá thô (cuội, sỏi, cát) – gần giống trầm tích lòng sông.

Phần trên: vật liệu mịn hơn (cát hạt mịn, sét pha, sét).

+ Đặc điểm: thường gặp nước có áp, dễ gặp các vấn đề cát chảy, xói ngầm, lún không đều.

- **Trầm tích hồ sừng trâu:** Các vật liệu lắng đọng ở những chỗ sông cong (sông chết).

+ Thường có 2 tầng:

Tầng dưới: vật liệu tương đối thô (trầm tích sông).

Tầng trên: thường là bùn yếu gồm cát hạt mịn, bùn hữu cơ hoặc than bùn.

+ Đặc điểm: tính thấm nước nhỏ, thường bão hòa nước, mềm yếu, biến dạng lớn. → các vấn đề: mất ổn định trượt, lún nhiều, lún lâu dài.

- **Trầm tích cửa sông (Delta):** Tương tự, khi dòng chảy đổ vào các bồn trũng (sông, hồ), tốc độ giảm đột ngột tạo ra các trầm tích cửa sông có hình tam giác với gọi là trầm tích delta (châu thổ, hay tam giác châu). Các trầm tích delta thường chia làm hai phần: nhô cao khỏi mặt nước và chìm sâu dưới nước.

Các vật liệu được sông mang đến lắng đọng tại cửa sông

+ Thường có 3 tầng:

Tầng dưới: vật liệu mịn như bùn sét.

Tầng giữa: vật liệu hạt vừa (cát pha, sét pha)

Tầng trên: vật liệu thô (cát mịn)

+ Đặc điểm: bề dày lớn, phân bố rộng, độ rỗng lớn, chứa muối, xen kẹp sét. Các tính chất cơ lý thay đổi theo không gian → các vấn đề: mất ổn định mái hố móng, cát chảy, xói ngầm, lún nhiều, lún lâu dài.

- **Nón phóng vật:** Các tích tụ trầm tích hình quạt phân bố ở vùng cửa núi – nơi mà dòng chảy chuyển từ miền núi qua đồng bằng, có sự giảm đột ngột về tốc độ dòng chảy

§3. HIỆN TƯỢNG CASTO

1. Khái niệm

Các cơ là hiện tượng địa chất tự nhiên sinh ra do tác dụng hòa tan của nước dưới đất và nước trên mặt trong các đá dễ hòa tan để tạo ra trên bề mặt và bên trong khối đá những hình thái đặc biệt như: hang động ngầm, sông ngầm, những hố trũng dạng thấu hoặc những giếng dạng phẳng bên trong khối đá.



Do đó, làm kết cấu của đá thay đổi : khả năng thấm nước tăng và khả năng chịu lực của đá giảm.

Đó là 2 vấn đề mà Địa chất công trình cần phải giải quyết khi xây dựng công trình trên vùng Cactơ.

2. Điều kiện hình thành và phát triển cactơ

- Gồm 4 điều kiện :

- + Các đá phải có tính hòa tan: bao gồm các muối khoáng NaCl, KCl, CaSO₄, CaSO₄.2H₂O, CaCO₃, CaMg(CO₃)₂, v.v...
- + Hiện tượng cactơ phổ biến nhất trong các đá carbonate (đá vôi) vì loại đá này phổ biến nhất trong vỏ Trái đất.
- + Các đá nứt nẻ: nhờ có các khe nứt nên nước mới vận động được và tạo được hình thái cactơ.
- + Nước phải có khả năng ăn mòn. Nước phải vận động: sự vận động của nước quyết định hình thái và mức độ phát triển cactơ.

- Nước vận động trong cactơ làm cho hình thái Cactơ khác nhau theo chiều sâu và thường được chia làm 4 đới:

o *Đới I: Đới bão hòa khí*

Nước vận động chủ yếu theo phương thẳng đứng. Do đó hình thái cactơ là những giếng hình phễu hoặc thẳng đứng.

o *Đới II: Đới vận động theo mùa*

VỀ mùa khô, nước vận động theo phương thẳng đứng. VỀ mùa mưa, nước vận động theo phương nằm ngang. Do đó hình thái cactơ là những giếng thẳng đứng hoặc những con sông ngầm.

o *Đới III: Đới bão hòa nước*

Nước vận động theo phương nằm ngang. Hình thái cactơ là những con sông ngầm. Ở khu vực đáy sông nước vận động đi lên.

o *Đới IV: Đới vận động sâu*

Nước vận động theo phương nằm ngang, hình thái cactơ là những con sông ngầm. Càng về phía sông mức độ phát triển Karst càng tăng vì có sự hỗn hợp giữa 2 loại nước: nước ngầm và nước sông tạo ra một loại nước có khả năng ăn mòn.

3. Điều tra nghiên cứu và xử lý tầng các tơ trong xây dựng

- Dùng biện pháp điều tiết dòng chảy và thiết bị tiêu nước để ngăn chặn không cho nước trên mặt và nước dưới đất chảy vào tầng đá bị Karst hóa nhằm hạn chế ngăn ngừa Karst phát triển.
- Phá vỡ đỉnh các hang hốc Karst. Đắp đá và đất sét vào những hang hốc Karst để ngăn nước chảy ra.
- Xây các tường chắn nước để ngăn nước từ các rãnh Karst.
- Dùng xi măng keo kết đá ở nền công trình, phụt xi măng qua các hố khoan bịt kín các kẽ nứt và hang hốc Karst tạo thành một màng không thấm tăng thêm cường độ của đá.

§4. HIỆN TƯỢNG ĐẤT CHẢY

1. Khái niệm

Là hiện tượng đất bão hòa, chủ yếu cát hạt mịn, hạt nhỏ, cát chứa bụi và nhiều bụi chứa nước. Khi các hố móng và các công trình bóc lộ ra sẽ tự chảy – hiện tượng cát chảy.

- Những dấu hiệu đặc trưng của cát chảy:
- + Ở trạng thái tự nhiên, cát chảy thực có màu xám sáng, xám lục, xám xanh, với các sắc thái đậm hoặc nhạt, tùy theo lượng chứa các tạp chất hữu cơ và các thành phần khác. Ra ngoài không khí, màu của chúng thay đổi nhanh và không đồng đều.
- + Chúng trở thành sáng hơn, phớt vàng, đôi chỗ phớt hồng do sự oxy hóa.
- + Khi bị bóc lộ bởi công trình khoan đào hoặc các hố móng, cát chảy bắt đầu chảy như một chất lỏng nhớt.
- + Nếu như trạng thái ứng suất chỉ do trọng lượng bản thân, thì cát chảy chảy chậm, còn nếu như do tác dụng của áp lực thủy động hoặc áp lực thủy tĩnh có giá trị lớn và rất lớn, thì chúng sẽ vận động nhanh hoặc rất nhanh và dồn đẩy lên.
- + Đặc điểm tiêu biểu là khuynh hướng biến đổi xúc biến, tức là hóa lỏng khi bị rung và chấn động do tác động cơ học, rồi sau khi tác động đó chấm dứt, chúng tự khôi phục lại một phần hoặc toàn phần trạng thái ban đầu với tốc độ nào đó.

- + Khi bị hong khô, cát chảy trở thành loại đất dính khá cứng sáng màu hơn so với trạng thái ban đầu và khó có thể bóp vụn bằng tay.
- + Điều này chứng tỏ cát chảy không chỉ chứa hạt bụi mà còn chứa một lượng hạt sét nhất định.

2. Điều kiện phát sinh cát chảy

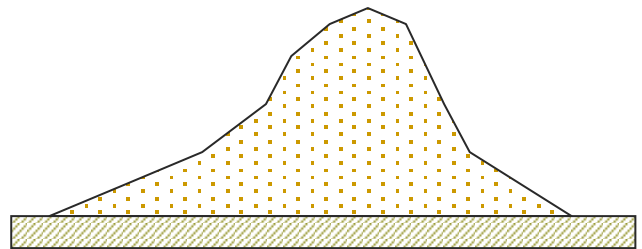
- Điều kiện về kết cấu của đất: $\frac{d_{60}}{d_{10}} \leq 10 \rightarrow$ dễ phát sinh cát chảy.
- Điều kiện về dòng thấm: $I_{gh} = (D - 1)(1 - n)$

Trong đó: D là tỷ trọng của cát, n là độ rỗng của cát.

Nếu $I_{thực tế} > I_{giới hạn} \rightarrow$ xảy ra cát chảy

3. Các dạng đất chảy

a. Đất chảy giả



Đất chảy giả bao gồm các loại khác nhau và trầm tích gravelit không có liên kết cấu trúc. Đất dạng này chảy dưới tác dụng của áp lực thủy động của dòng thấm nước dưới đất. Nếu gọi áp lực dòng thấm- áp lực đối với một đơn vị thể tích đất đá là P_{td} thì ta có:

$$P_{td} = I \cdot \gamma_n \quad (11-1)$$

Ở trạng thái cân bằng của hạt đất trong nước (trạng thái lơ lửng) ta có áp lực thấm (áp lực thủy động) bằng trọng lượng đơn vị đẩy nổi của đất, γ_n . Áp lực này được gọi là áp lực tới hạn, P_{th} và được xác định bởi biểu thức sau:

$$P_{th} = I_{th} \cdot \gamma_n \quad (11-2)$$

$$\gamma_{dn} = (\gamma_h - \gamma_n)(1 - n) \quad (11-3)$$

$$I_{th} \cdot \gamma_n = (\gamma_h - \gamma_n)(1 - n) \quad (11-4)$$

Chia hai vế cho γ_n ta có:
$$I_{th} = \frac{(\gamma_h - \gamma_n)(1 - n)}{\gamma_n} \quad (11-5)$$

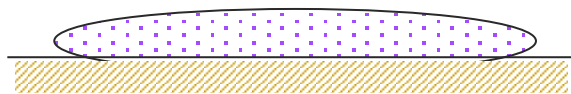
$$I_{th} = (\Delta - 1)(1 - n) \quad (11-6)$$

Trong đó: Δ là tỷ trọng của hạt đất vì $n = \frac{e}{1+e}$ nên ta có $I_{th} = \frac{(\Delta-1)}{1+e} (11-7)$

Đây là giá trị tới hạn của độ dốc thủy lực dòng thấm gây nên áp lực thủy động tới hạn. Nếu $I \leq I_{th}$ (nghĩa là áp lực thấm nhỏ hơn trọng lượng đơn vị đẩy nổi của đất) hạt kéo đi, đất sẽ không bị chảy. Nếu $I > I_{th}$ (nghĩa là áp lực thấm lớn hơn trọng lượng đơn vị đẩy nổi của đất) hạt đất bị nước đẩy đi và đất chảy.

Hệ số thấm trong đất chảy giả thường 1-2m/ng và lớn hơn. Nước trong chúng thường không đục hay chỉ hơi đục. Đặc tính của đất chảy giả là dễ phóng thích nước. Khi mất nước chúng thường nở rời hay dính kết yếu.

b. **Đất chảy thật**



Đất chảy thật là đất cát pha, sét pha, hay cát hạt mịn chứa hàm lượng khoáng vật sét monmorolonit và vật chất hữu cơ nhất định có liên kết kiến trúc đồng tụ hay liên kết kiến trúc hỗn hợp. Trạng thái chảy của đất này xuất hiện cả khi áp lực thủy động dòng thấm không lớn. Hệ số thấm của chúng rất nhỏ <0.43 m/ng. Đặc tính của đất chảy thật là khả năng phóng thích nước kém. Khi mất nước chúng biến thành những khối kết dính

4. Biện pháp ngăn ngừa

- **Khi xây dựng trong khu vực có cát chảy cần phải xác định:**

- + Sự phân bố và điều kiện thế nằm của chúng.
- + Điều kiện địa mạo ở khu vực phân bố cát chảy.
- + Thành phần tính chất cơ lý của cát chảy, đặc biệt là độ chặt kết cấu.
- + Đặc điểm địa chất thủy văn của khu vực có cát chảy, chiều sâu mực nước.

- **Một số biện pháp ngăn ngừa đất chảy:**

- + Tháo khô đất chảy trong quá trình xây dựng;
- + Gia cố bằng cách thay đổi tích chất của chúng với các phương pháp khác nhau (silicat hóa, xi măng hóa, điện hóa...);
- + Sử dụng biện pháp đóng cọc, cừ ván, tấm thép làm tường vây; giếng chìm kết hợp thoát nước dưới đất;

- + Tạo áp lực (hơi ép) cân bằng với áp lực thủy động đất thấm qua khi thi công các công trình ngầm.

§5. HIỆN TƯỢNG XÓI NGẦM

1. Khái niệm

Hiện tượng địa chất tự nhiên do dòng thấm nước dưới đất cuốn trôi các hạt đất hoặc bào xói, rửa lữa các chất lấp nhét ở khe nứt, hốc kastro, làm giảm độ chặt tăng tính thấm của đất đá.

- Hiện tượng xói mòn ngầm chủ yếu xảy ra trong cát rời rạc dưới tác dụng của dòng thấm làm cho những hạt nhỏ trong khối đất bị cuốn trôi đi khỏi lỗ rỗng giữa các hạt lớn, còn các hạt lớn thì vẫn giữ nguyên vị trí. Hiện tượng này làm cho bề mặt đất tụt xuống thành các hố giống như cái phễu.

- Hiện tượng xói ngầm này gây nguy hiểm cho các công trình thủy công. Nó thường phát sinh ở hạ lưu các cống, phát sinh trong bản thân đê, đập đất, khi các công trình làm việc với đầu nước cao, làm cho công trình bị rò rỉ dẫn đến hiện tượng trôi đất mãnh liệt, làm sụp đổ công trình. Ở các mái dốc thiên nhiên cũng có thể phát sinh xói ngầm và là một trong những nguyên nhân phát sinh dốc trượt.

2. Điều kiện phát sinh xói ngầm

a) Điều kiện chung để phát sinh xói ngầm

- + Đất đá không đồng nhất, có hệ số không đồng nhất $Ku (Cu) = D_{60}/d_{10} \geq 20$, các hạt nhỏ hơn bị moi chuyển đi và dịch chuyển giữa các hạt lớn hơn
- + Tồn tại miền xả và tiêu thoát các hạt nhỏ khỏi đất đá
- + Áp lực thủy động dòng thấm lớn hơn một giá trị nhất định nào đó

b) Tiêu chuẩn đánh giá xói ngầm cho một số trường hợp cụ thể

- + Theo E. A. Zamarin dựa vào gradien giới hạn:

- o $I_{th} = (\Delta - 1)(1 - n) + 0.5n \quad (11-8)$

- o $I_{th} = \frac{\Delta - 1}{1 + e} + 0.5n \quad (11-9)$

- o Phạm vi sử dụng $\Delta = 2,65 - 2,7$; $n = 0,3 - 0,5$

+ Xói ngầm xảy ra trong đất hạt rời, không đồng nhất, không phân lớp có đường kính hạt khác nhau. Theo V.X.Ixtomina điều kiện phát sinh xói ngầm

$$\frac{d_{60}}{d_{10}} > 20 \text{ khi } I > 5 \quad (11-10)$$

Trong đó: d_{60} (đường kính kiểm tra hạt) có đến 60% khối lượng hạt có đường kính nhỏ hơn nó;

d_{10} (đường kính hữu hiệu) có đến 10% khối lượng hạt có đường kính nhỏ hơn nó;

+ Khi tầng đất có nước thấm qua gồm hai lớp có hệ số thấm khác nhau và dòng thấm từ lớp có hệ số thấm nhỏ (K_1) sang lớp có hệ số thấm lớn (K_2) thì điều kiện phát sinh xói ngầm được Zikhat xác định như sau:

$$\frac{K_2}{K_1} > 2 \quad (11-11)$$

+ Trường hợp tầng đất gồm hai lớp có kích thước hạt khác nhau có dòng thấm với vận tốc V thì điều kiện phát sinh xói ngầm được L.I.Kazlova xác định như sau: $V > V_{th}$

$$V_{th} = 0.26 \cdot d_{60}^2 [1 + 1000 \cdot (d_{60}^2 / D_{60}^2)] \text{ (cm/s)} \quad (11-12)$$

Trong đó: d_{60} , D_{60} : đường kính hạt bé và hạt lớn

3. Biện pháp ngăn ngừa

- Điều tiết dòng chảy, làm cho các công trình tiêu thoát nước, ngăn ngừa không cho nước chảy trong các tầng đất đá.
- Thiết bị tầng lọc để phòng các hạt bị cuốn trôi.
- Thay đổi kết cấu công trình để làm giảm tốc độ dòng ngầm dưới nền hay trong bản thân công trình.
- Dùng các biện pháp nhân tạo nhưng phương pháp keo kết bằng chất silic, nhựa đường để cải tạo tính chất của đất đá.

§6. QUÁ TRÌNH PHONG HÓA

1. Khái niệm phong hóa

- Tác dụng phong hóa là tác dụng phá hủy đá do các nhân tố trong khí quyển, thủy quyển và sinh quyển. Các đá được tạo thành dưới sâu trong điều kiện giống như điều kiện lúc hình thành nghĩa là tồn tại cũng ở sâu trong điều kiện nhiệt

độ và áp lực cao thì chúng sẽ ở trạng thái cân bằng. Nhưng nếu vì một lý do nào đó, các đá ấy bị phơi ra bề mặt đất để chịu những điều kiện mới: điều kiện về nhiệt độ và áp lực thấp và các điều kiện vật lý của môi trường xung quanh khác hẳn môi trường khi chúng còn nằm ở sâu thì các đá dần dần bị biến đổi. Quá trình biến đổi đó gọi là quá trình phong hóa.

- Khi phong hóa, các đá bị biến đổi về thành phần, kiến trúc và cả về tính chất vật lý và cơ học của đá. Các đá phong hóa có hệ số thấm thay đổi, dung trọng đá phong hóa thường giảm, độ rỗng tăng lên, độ bền giảm xuống. Nói chung các tính chất vật lý và cơ học có chiều hướng xấu đi so với đá gốc.

2. Các kiểu phong hóa đất đá

a) Phong hóa vật lý

- Là quá trình làm các đá bị biến đổi mà không kèm theo sự biến đổi về thành phần khoáng vật mà chỉ biến đổi về kiến trúc, cấu tạo của đá và biến đá từ nguyên khối thành cục, vụn, hạt.
- Có thể phân biệt 4 kiểu phong hóa vật lý.

Phong hóa nhiệt

- + Động lực thúc đẩy các quá trình phong hóa nhiệt là sự nung nóng bởi bức xạ mặt trời: các lớp đất đá ở những độ sâu khác nhau có nhiệt độ khác nhau, do đó bị giãn nở khác nhau, khiến cho độ liên kết giữa các lớp bị phá hủy dần rồi vỡ thành nhiều mảnh vụn.
- + Các loại đá có cấu tạo tinh thể, ví dụ granit hoặc đá có dạng cấu tạo hạt như cát kết, cuội kết, v.v..., có các hạt với thành phần khoáng vật khác nhau, do đó có độ hấp phụ năng lượng mặt trời và độ giãn nở khác nhau, dẫn đến sự phá hủy các khối đá cứng chắc thành những hạt vụn, như trong trường hợp thành tạo cát kết ở các vùng khô nóng.
- + Nhìn chung, các loại đá có màu sẫm và có thành phần đa khoáng bị phong hóa mảnh liệ hơn cả.
- + Mặt khác, trong những điều kiện đất đá giống nhau thì khi dao động nhiệt độ càng đột ngột và có biên độ càng lớn, hiệu ứng phong hóa nhiệt càng mạnh.
- + Như vậy, đối với loại phong hóa này, dao động nhiệt độ giữa ngày và đêm đáng chú ý hơn cả. Phong hóa nhiệt hoạt động rất mạnh ở các khí hậu khô

nóng – các vùng sa mạc và bán sa mạc, ở các vùng ẩm ướt, do lớp phủ thực vật và thổ nhưỡng phát triển mạnh, bề mặt đá gốc được che phủ, biên độ dao động nhiệt độ giữa ngày và đêm nhỏ, nên quá trình xảy ra yếu hơn.

Phong hóa băng giá

- + Về thực chất, đây cũng là một hiện tượng phong hóa nhiệt, nhưng chỉ xảy ra ở những vùng lạnh có dao động nhiệt độ qua điểm 0, nham thạch bị phá hủy chủ yếu do thể tích nước thay đổi khi chuyển hóa từ trạng thái lỏng sang trạng thái đóng băng.
- + Trong đá bao giờ cũng có ít nhiều lỗ hổng và khe nứt, nơi có thể lưu giữ nước và hơi nước.
- + Khi nhiệt độ hạ thấp tới 0°C, nước trong khe nứt đóng băng, đồng thời thể tích của nó tăng thêm, do đó tác động lên thành khe nứt những áp lực rất lớn.
- + Vì vậy, sau mỗi lần nước trong khe nứt hóa băng, bản thân khe nứt lại bị giãn ra thêm một chút.
- + Nếu hiện tượng hóa băng – tan băng xảy ra nhiều lần, khối đá bị phong hóa băng giá có thể bị vỡ thành nhiều những tảng và mảnh vụn.

Phong hóa cơ học do muối khoáng kết tinh

- + Trong các miền khí hậu khô khan, do hiện tượng bốc hơi rất mạnh mà luôn xảy ra vận chuyển nước mao dẫn lên mặt đất. Trên đường di chuyển, nước mao dẫn có thể hòa tan các loại muối khoáng và khi nước bốc hơi, muối khoáng sẽ đọng lại. Trong quá trình muối khoáng kết tinh, thành mạch mao dẫn cũng phải chịu áp lực lớn khiến cho bề mặt đất đá bị rạn nứt và vỡ vụn.
- + Do hiện tượng này mà nhiều mảnh đá trong sa mạc tuy bề ngoài có vẻ cứng chắc nhưng lại có thể bị bóp vụn dễ dàng.
- + Trong các miền khí hậu khô khan, do hiện tượng bốc hơi rất mạnh mà luôn xảy ra vận chuyển nước mao dẫn lên mặt đất. Trên đường di chuyển, nước mao dẫn có thể hòa tan các loại muối khoáng và khi nước bốc hơi, muối khoáng sẽ đọng lại. Trong quá trình muối khoáng kết tinh, thành mạch mao dẫn cũng phải chịu áp lực lớn khiến cho bề mặt đất đá bị rạn nứt và vỡ vụn.
- + Do hiện tượng này mà nhiều mảnh đá trong sa mạc tuy bề ngoài có vẻ cứng chắc nhưng lại có thể bị bóp vụn dễ dàng.

Phong hóa cơ học do sinh vật



- + Trong quá trình sống của mình, các sinh vật, và nhất là hệ thống rễ cây, cũng gây tác dụng phá hủy đất đá. Rễ cây cắm sâu vào khe nứt, lớn dần lên và cũng làm cho các khe nứt này ngày càng mở rộng. Hiện tượng này còn có thể quan sát rất rõ trên vách đá vôi.

b) Phong hóa hóa học

- Phong hóa hóa học là quá trình phá hủy đá có kèm theo sự biến đổi thành phần hóa học và khoáng vật.
- Những tác nhân chủ yếu của phong hóa hóa học là hoạt động hóa học của nước và các hợp chất hòa tan trong nước, của một số hợp chất hòa tan trong nước, của một số hợp phần không khí, như CO₂, O₂ và tác dụng hóa sinh của sinh vật.
- Nước tự nhiên có khả năng hoạt động hóa học của nước là vì nó có bộ phận phân li thành các ion H⁺ và OH⁻. Đặc biệt khi trong nước có CO₂ hòa tan thì khả năng hoạt động hóa học của nó càng rõ rệt.
- Vì những lẽ đó, tác dụng phong hóa của nước thể hiện mạnh hơn tại các vùng nóng ẩm, còn 101 ở các vùng khí hậu lạnh, khả năng ấy kém dần và khi nhiệt độ hạ xuống dưới 0°C thì hầu như không còn nữa.
- Những hiện tượng phong hóa hóa học thường gặp là các quá trình hòa tan, thủy phân, oxy hóa, hydrat hóa, v.v..

Quá trình thủy phân

- + Trong quá trình thủy phân xảy ra hiện tượng thay thế các ion kim loại kiềm và kiềm thổ của các aluminosilicat bằng các ion H⁺ của nước và sinh ra các hydrosilicat nhôm và giải phóng các oxyt kiềm và kiềm thổ ngậm nước.
- + Ví dụ: octocla tạo thành hydrosilicat nhôm



Quá trình hydrat hóa

- + Quá trình hydrat hóa là quá trình trong đó các phân tử nước kết hợp với các khoáng vật không chứa nước để biến chúng thành các hydrat.
- + Ví dụ: $Fe_2O_3 + 2H_2O \rightarrow Fe_2O_3 \cdot H_2O$ (Hematite Limonite)



Quá trình oxy hóa



- + Các khoáng vật tạo đá thường được thành tạo trong môi trường thiếu oxy ở dưới sâu, nên hoặc là không có chứa oxy, hoặc chỉ kết hợp với nó thành những hợp chất hóa trị thấp.
- + Khi bị đưa lên bề mặt, nên chúng tác dụng dễ dàng với các chất oxy hóa trong khí quyển và trong lớp vỏ phong hóa để trở thành hợp chất chứa oxy ở dạng hóa trị cao hơn, bền vững hơn trong môi trường mặt đất giàu oxy.
- + Ví dụ : Pyrite \rightarrow Limonite



Hiện tượng hòa tan

- + Đối với một số khoáng vật và đá như muối mỏ (NaCl), thạch cao, nước có khả năng hòa tan rất mạnh, đối với một vài đất đá khác như đá vôi, đá dolomit nước cũng gây tác dụng hòa tan nhưng với tốc độ nhỏ.
- + Cường độ và mức độ phong hóa hóa học phụ thuộc vào thành phần đất đá, ngoài ra vai trò khí hậu có ý nghĩa rất lớn, chẳng hạn trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm, quá trình này còn có thể tiến tới giai đoạn tận cùng, đó là giai đoạn laterit, còn trong điều kiện ôn đới ẩm thì nó chỉ dừng lại ở giai đoạn sét, trong điều kiện khô – nóng của các sa mạc và bán sa mạc, phong hóa hóa học phát triển rất kém, vỏ phong hóa chứa chủ yếu thành phần mảnh vụn.
- + Các vi sinh vật cũng đóng vai trò quan trọng trong quá trình phong hóa hóa học. Khi còn sống cũng như khi đã chết đi, cơ thể sinh vật, nấm tảo xanh, tảo diatomit, địa y tiết ra nhiều axit cacbonic và các axit hữu cơ khác có tác dụng phá hủy đất đá.

c) **Phong hóa sinh vật**

Phong hóa sinh vật làm cho đất đá bị phá hủy trạng thái, thành phần, tính chất dưới tác dụng hoạt động sinh vật. Các loại thực vật như rêu, địa y, rễ cây có tác dụng cơ học và hóa học vào đất đá. Khi xác thực vật bị phân hủy sẽ xuất hiện các axit hữu cơ \rightarrow phá hủy đất đá.

3. Đặc điểm tầng tàn tích

- Quá trình mà làm cho đá bị biến đổi trên bề mặt hình thành lớp khác lớp đá gốc gọi là vỏ phong hóa.
- Phong hóa càng xuống sâu càng giảm đi, do đó mức độ biến đổi của đá cũng giảm đi theo chiều sâu.



- Dựa vào mức độ lấp đầy các chất nhét trong khe nứt của đá, dựa vào mức độ dễ khó khi bóp vụn đá, dựa vào sự biến đổi thành phần khoáng vật của đá, dựa vào sự thay đổi các tính chất vật lý và cơ học của đá, thường vỏ phong hóa được chia thành 4 đới:

- *Đới vụn bột (Đới hạt mịn)* : Ở đới này các đá mẹ hoàn toàn biến thành đất, hoàn toàn không còn thấy những vụn nhỏ của đá mẹ nữa, còn trong đất thì bao gồm các khoáng vật được hình thành do quá trình phong hóa, hệ số thấm rất nhỏ, hầu như bằng 0, độ nén lún lớn, sức chống cắt nhỏ, đất có tính dính và có khả năng trương nở khi gặp nước.
- *Đới vụn nhỏ (Đới hạt vụn)* : Bề ngoài khác xa với đá mẹ. Đất đá bao gồm các vụn nhỏ hoặc các hạt riêng biệt, các mẫu nhỏ của đới phong hóa thường bao gồm các khoáng vật của đá mẹ và một số lớn khoáng vật được hình thành do quá trình phong hóa. Ở đới này khả năng thấm nước tăng hơn đá vụn bột, sức chống cắt của đới này cao hơn đới vụn bột và độ nén lún nhỏ hơn.
- *Đới dạng tảng* : Ở đới này có xuất hiện khe nứt phong hóa, thành phần khoáng vật cơ bản chưa thay đổi mấy so với đá mẹ và một số khoáng vật được hình thành do quá trình phong hóa chỉ phân bố ở vách các khe nứt mà thôi. Các tính chất của đất đá ở đây có tăng lên so với đới vụn nhỏ.
- *Đới nguyên khối* : Bề mặt giống đá mẹ chưa phong hóa nhưng sức liên kết giữa các hạt cũng đã giảm nhiều. Trong đá xuất hiện các khe nứt kín mà mắt thường khó nhìn thấy được, các tính chất cơ lý của đá hầu như không khác mấy so với đá mẹ.

4. Ảnh hưởng của phong hóa đối với tính năng xây dựng của đất đá

Phong hóa → biến đổi, phá hủy đất đá. Theo quan điểm địa chất công trình thì quá trình phong hóa dẫn đến sự hạ thấp tính ổn định của đất đá ở nền công trình.

Mức độ phong hóa của đất đá được xác định bằng tỉ số giữa dung trọng mẫu đất đá bị phong hóa (ρ_p) với dung trọng của chính mẫu đất đá đó không bị phong hóa (ρ) và được biểu diễn bằng hệ số phong hóa:

$$K_p = \frac{\rho_p}{\rho}$$

Hệ số phong hóa (K_p)	Mức độ phong hóa
$K_p = 1$	Không bị phong hóa
$1 \geq K_p \geq 0.9$	Ít phong hóa
$0.9 \geq K_p \geq 0.8$	Phong hóa trung bình
$K_p < 0.8$	Phong hóa mạnh

5. Các biện pháp phòng chống phong hóa

Phủ đất đá bằng các vật liệu chống phong hóa (betong, bitum, sét, v.v...);

Gia cố đất đá bằng các chất khác nhau (thủy tinh lỏng, dung dịch xi măng, v.v...);

Vô hiệu hóa các nhân tố phong hóa như: nước mặt, nước dưới đất bằng các công trình thoát nước

§7. HIỆN TƯỢNG TRƯỢT

1. Khái niệm

+ **Khối trượt** là khối đất đá đã hoặc đang trượt về phía dưới sườn dốc, mái dốc (sườn nhân tạo) do ảnh hưởng của trọng lực, áp lực thủy động, lực địa chấn và một số yếu tố khác.

+ Sự hình thành một khối trượt là kết quả của quá trình địa chất, được biểu hiện ở sự dịch chuyển ngang những khối đất đá khi đã mất ổn định, tức là mất cân bằng.



Các loại hình trượt lở thường gặp nhất bao gồm: trượt lở, sạt lở, sụt lở, lở đá:

Trượt lở đất: Xảy ra nhiều ở các sườn đồi núi dốc, đường giao thông, hệ thống đê đập, các bờ mở khai thác khoáng sản, các hố đào xây dựng công trình... Đây là loại hình tai biến thường có qui mô từ trung bình tới lớn, phạm vi phát triển rộng, diễn biến từ rất chậm (2- 5cm/năm) gây chủ quan cho con người, tới cực nhanh (lớn hơn 3m/s) làm cho con người không đối phó kịp. Đất đá trượt lở từ vài chục vạn m³ tới 1 - 2 triệu m³, trượt đi xa tới 0,5 - 1 km, đủ lớn để chặn dòng sông suối, dòng nước, tạo nên lũ quét vỡ đòng, đặc biệt nguy hiểm cho các cụm dân cư ở hạ.

Sạt lở đất thường xảy ra tại các thung lũng và triền sông, dọc các bờ biển bị xói lở. Trong quá trình sạt lở, có sự đan xen giữa hiện tượng dịch chuyển trượt, hiện tượng sụp đổ. Hiện tượng sạt lở thường được báo trước bằng các vết nứt sụt ăn sâu vào đất liền và kéo dài theo bờ sông, bờ biển. Diễn biến phá hoại của sạt lở nhanh và đột ngột. Sạt lở bờ thường có xu hướng tái diễn nhiều năm, phạm vi ảnh hưởng rộng, đe dọa phá hỏng cả cụm dân cư, đặc biệt là các cụm dân cư kinh tế lâu năm ở các vùng đồng bằng, ven biển.

Sụt lở đất hay xảy ra ở các tuyến đường giao thông, các tuyến đê. Sụt lở đất ở các triền đồi núi thường làm mất một phần mặt đường hoặc cả đoạn đường đồi núi phá hoại cả một tuyến đường, gây ách tắc vận chuyển và hệ quả kinh tế xã hội nghiêm trọng.

Lở đá: Là hiện tượng các tầng đá, mất gắn kết với cả khối, sụp đổ và lăn xuống vùng thấp. Đá lở thường xảy ra trên các tuyến đường giao thông miền núi, trên các sườn dốc và lân cận một số khu dân cư.

Nguyên nhân phát sinh trượt:

- + Tăng cao độ dốc của sườn, của mái dốc khi cắt xén, khai đào hoặc xói lở, khi thi công mái quá dốc
- + Làm giảm độ bền của đất đá do biến đổi trạng thái vật lý khi ẩm ướt, trương nở, giảm độ chặt, phong hoá, phá hủy kết cấu tự nhiên,....
- + Tác dụng của áp lực thủy tĩnh và thủy động lên đất đá
- + Biến đổi trạng thái ứng suất của đất đá ở trong đới hình thành sườn dốc và thi công mái dốc
- + Tác động bên ngoài: chất tải trên sườn dốc, mái dốc (sườn nhân tạo) kể cả những khu kế cận của đỉnh dốc, dao động địa chấn và vi địa chấn,...

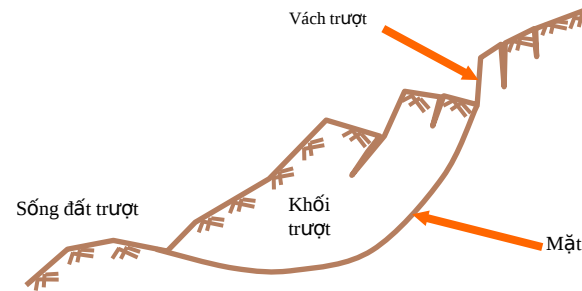
Dấu hiệu nhận biết:

- + Phát sinh trượt chủ yếu nơi địa hình có độ dốc (bờ sông, sườn núi, vách taluy,)
- + Biểu hiện ban đầu là những vết nứt tách nhỏ trên đỉnh khối trượt (có

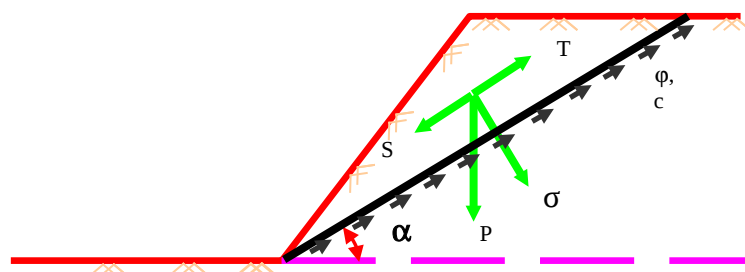


hoặc không chứa nước), hoặc một ít đất đùn ra ở dưới chân khối trượt (thường rất khó phát hiện)

- + Thường phát sinh trượt vào đầu mùa mưa, sau những cơn mưa lớn.
- + Cây trên khu vực có chiều hướng nghiêng theo mái dốc
- + Thường ở khu vực bờ sông, khả năng trượt cũng rất cao cho chênh lệch về địa hình, tác dụng của áp lực thủy động dòng nước.



2. Độ ổn định của sườn, mái dốc



$$\tau = S \quad (12-1)$$

Trong đó:

F – diện tích mặt trượt

φ - góc ma sát;

$f = \text{tg } \varphi$: hệ số ma sát trong của đất

C: lực dính

σ : Lực pháp tuyến, vì $\sigma = P \cdot \cos \alpha$ nên $\tau = P \cdot \cos \alpha \cdot \text{tg } \varphi$

Phương trình cân bằng tới hạn của cả sườn dốc có n nhân tố trượt với diện tích mặt trượt F sẽ là:

$$\sum_{i=1}^n S = \sum_{i=1}^n \tau \quad (12-2)$$

$$\text{Hay } \sum_{i=1}^n P \sin \alpha = \sum_{i=1}^n P \cos \alpha \cdot \text{tg } \varphi + Fc \quad (12-3)$$

Như vậy, tính ổn định của sườn dốc có thể xác định bằng hệ số ổn định η :

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n P \cos \alpha \cdot \text{tg } \varphi + Fc}{\sum_{i=1}^n P \sin \alpha} \quad (12-4)$$

+ $\eta > 1$: Trạng thái cân bằng bền (Ổn định)

+ $\eta < 1$: Trạng thái mất ổn định \rightarrow trượt

+ $\eta = 1$: Trạng thái cân bằng tới hạn

Sự ổn định của mái dốc, sườn dốc phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau:

- + Các yếu tố làm thay đổi hình dạng, kích thước của sườn dốc
- + Các yếu tố dẫn đến biến đổi cấu trúc, tính chất đất đá của sườn dốc
- + Các yếu tố làm tăng tải trọng của sườn dốc

Các yếu tố trên có thể là do tự nhiên hay nhân tạo: quá trình phong hóa, hoạt động địa chất của mưa, nước mặt, nước dưới đất, hoạt động công trình của con người v.v...

3. Các biện pháp phòng, chống trượt

Để phòng chống trượt người ta sử dụng nhiều biện pháp khác nhau, phụ thuộc vào nguyên nhân gây ra hiện tượng trượt. Các biện pháp chống trượt có thể chia ra hai nhóm: thụ động và chủ động.

Các biện pháp thụ động

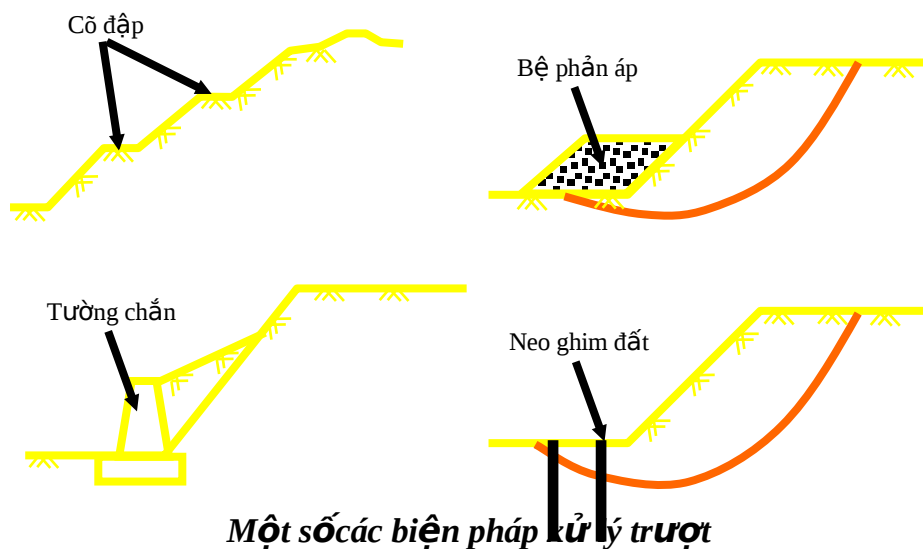
- + Không nổ mìn, quy định tốc độ tàu xe ở vùng có xảy ra trượt
- + Điều tiết dòng chảy mặt tạm thời, san bằng bề mặt trượt và xung quanh khối trượt
- + Hạn chế đào xén chân dốc
- + Không chất tải lên đỉnh dốc

Các biện pháp chủ động

- + Tháo khô đất đá bị sũng nước bằng cách chặn đón và hạ thấp mực nước ngầm bằng các giếng khoan.
- + Phân bố lại các khối đất đá bằng cách hạ thấp chiều cao mái dốc thành dạng bậc thang hoặc đắp đất ở chân dốc làm bộ phận áp
- + Bảo vệ chân dốc khỏi bị xói lở, bào mòn
- + Xây tường chắn, neo giữ đất bằng cọc
- + Cải tạo đất đá, làm tăng sự liên kết, giảm tính thấm của đất đá bằng cách phụt vữa xi măng, thủy tinh lỏng
- + Trồng cây để tăng khả năng thoát nước trong đất



Tiêu nước bề mặt



Một số các biện pháp xử lý trượt

§8. CÁC QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI ĐỊA HÌNH

1. Khái niệm địa hình

Địa hình là tổng hợp các hình thái hình dáng của mặt đất, là sản phẩm của các quá trình địa chất lâu dài và phức tạp. Địa hình chịu tác dụng tổng hợp của các quá trình địa chất (nội sinh và ngoại sinh) nên nó luôn luôn biến đổi theo thời gian.

Địa hình đóng vai trò quan trọng đối với các quá trình phân bố nhiệt, độ ẩm, nước mặt và nước dưới đất, các trầm tích. Địa hình có ảnh hưởng rất lớn đến công tác quy hoạch, đặc tính và sự vững bền của các công trình, đến công tác cấp và thoát nước

2. Các quá trình biến đổi địa hình và dạng địa hình

Kết quả hoạt động của các quá trình nội động lực (hoạt động kiến tạo vỏ quả đất) và ngoại động lực (hoạt động của các nhân tố khí tượng, thủy văn, sinh vật và người) sinh ra các dạng địa hình khác nhau:

Dạng địa hình kiến tạo xuất hiện trong quá trình vận động của vỏ quả đất. Đó là các dạng địa hình rất lớn, tạo nên địa hình cơ bản của vỏ quả đất (các dãy núi, đồng bằng, biển và đại dương...)

Dạng địa hình tích tụ (thêm sông, bãi bồi, các đụn cát, v.v...) là kết quả của quá trình tích tụ các sản phẩm phá hoại của nước và gió

Dạng địa hình xâm thực liên quan với hoạt động phá hoại của nước (nước mưa, nước mặt, nước dưới đất) đó là các thung lũng sông, mương xói, khe hẻm, v.v...

Trong thực tế xây dựng thường chia làm các dạng địa hình:

Địa hình lục địa

- **Thêm lục địa:** là những bộ phận khá lớn nằm dưới mực nước biển, tạo thành vùng rìa lục địa (độ sâu dưới 200m).
- **Sườn lục địa:** độ dốc lớn, chiếm 12% S bề mặt Trái đất. Đây là nơi tập trung khoáng sản và các loài thủy sản.
- **Miền núi:** là những khu vực của vỏ Trái đất nhô cao hơn mực nước biển và các đồng bằng lân cận. h tuyệt đối > 200m.

Đặc điểm:

- Độ cao tuyệt đối lớn, mức độ chia cắt sâu và ngang lớn → năng lượng địa hình lớn;
- Khí quyển có độ trong suốt cao, nhận được lượng bức xạ Mặt trời lớn so với các đồng bằng cùng vĩ độ, bức xạ sóng dài mất đi vào ban đêm lớn;
- Độ dốc lớn, lớp vỏ phong hóa chứa nhiều sản phẩm thô, phổ biến là vật sườn tích, nón đá lở, dòng chảy dốc, xâm thực sâu mạnh, khả năng vận chuyển lớn.
- **Đồng bằng:** là khu vực rộng lớn của lục địa tương đối bằng phẳng, độ chênh cao rất nhỏ (<10m), ít bị chia cắt, mạng lưới thung lũng thưa, h tuyệt đối < 200m.

Đặc điểm:



- Quá trình tích tụ phổ biến, lớp vỏ phong hóa dày, đá gốc ít lộ trên mặt;
 - Bề mặt chỉ có các dạng vi và trung địa hình (hồ sót, cồn đất, máng trũng, đê cát);
 - Ảnh hưởng rõ rệt của tính phân đới địa lí; Có vị trí trùng khớp với những cấu trúc miền nền.
- **Sơn nguyên:** là khu vực miền núi rộng lớn; gồm những dãy núi, các cao nguyên, vùng trũng giữa núi và các khối núi; thường bị chia cắt bởi các thung lũng và lòng chảo lớn. Ví dụ: SN Tây Nguyên – Việt Nam, SN Đông Phi
 - **Cao nguyên:** là kiểu địa hình miền núi, bề mặt tương đối bằng phẳng, h tuyệt đối > 500m. Độ chia cắt ngang nhỏ, có sườn dốc. Ví dụ: CN Đê Can, CN Patagôni



Núi Đồi – Quần bạ - CN. Đồng Văn



CN. Lâm Viên – Đà Lạt

- **Bình nguyên:** thấp, rộng, bề mặt tương đối phẳng đôi khi có xen đồi, gợn sóng.



- **Bán bình nguyên:** tương đối phẳng, với những thung lũng sông mở rộng. Biểu hiện cụ thể của đồng bằng nhưng còn nhiều đồi thấp, thung lũng.
- **Địa hình núi lửa:** Là dạng địa hình do hoạt động núi lửa tạo ra. Núi lửa là hiện tượng phun trào mắc ma từ trong lòng đất ra ngoài một cách đột ngột, gây thiệt hại lớn cho con người và làm biến đổi mạnh mẽ môi trường tự nhiên.



Địa hình đại dương: Độ sâu TB là - 3.795m.

- **Đáy đại dương:** vùng tiếp giáp với sườn lục địa, độ sâu khoảng 240 - 600m, chiếm khoảng 34% diện tích bề mặt Trái đất.
- **Vực thẳm đại dương:** có độ sâu trên 6000m, chiếm khoảng 0,1% diện tích bề mặt Trái đất.
- **Núi ngầm dưới đáy đại dương.**

3. Ý nghĩa nghiên cứu địa hình địa mạo đối với xây dựng, cấp thoát nước

Một trong những nhiệm vụ quan trọng của địa mạo công trình là nghiên cứu trạng thái cân bằng động của địa hình, làm sáng tỏ mức độ ổn định, bền vững và dự báo sự thay đổi hình dáng địa hình do quá trình xây dựng.

Địa hình có ảnh hưởng rất lớn đối với sự thành tạo nước dưới đất từ nước mưa. Ở vùng núi có địa hình dốc, bị phân tách bởi nhiều mạng sông, khe suối mưa sẽ nhanh chóng thoát nước ra những nơi thấp hơn; khi địa hình ít phân cắt dòng thấm mặt sẽ thấm chậm lại, nước sẽ thấm xuống đất nhiều hơn và sẽ bổ sung vào lượng nước dưới đất.

Ý nghĩa của việc nghiên cứu địa hình, địa mạo

- + Địa hình địa mạo là điều kiện địa chất công trình tổng hợp vì nó phản ánh các điều kiện địa chất khác như: thành phần, tính chất, sự phân bố của đất đá, điều kiện địa chất thủy văn, các hiện tượng địa chất đã và sẽ xảy ra ... tại khu vực xây dựng.
- + Địa hình địa mạo quyết định đến việc quy hoạch công trình xây dựng.
- + Địa hình địa mạo quyết định đến hình dáng, kết cấu và giá thành công trình.
- + Địa hình địa mạo quyết định phương án thi công công trình, chế độ khai thác công trình.