

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**KHOA XÂY DỰNG VÀ MÔI TRƯỜNG**

**BỘ MÔN XÂY DỰNG**

**BÀI GIẢNG HỌC PHẦN**  
**ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH**

*Thái Nguyên, năm 20...*

## MỤC LỤC

<b>MỞ ĐẦU</b> .....	5
<b>CHƯƠNG 1 : KHOÁNG VẬT VÀ ĐẤT ĐÁ</b> .....	7
<b>I. KHOÁNG VẬT</b> .....	7
1.1. Khái niệm .....	7
1.2. Cấu trúc khoáng vật .....	7
1.3. Một số phương pháp phân loại khoáng vật .....	10
1.4. Thành phần hóa học và cách ký hiệu khoáng vật theo thành phần hóa học.....	10
1.5. Tính chất vật lý của khoáng vật.....	11
1.6. Phân loại và đặc tính của một số lớp khoáng vật chủ yếu (theo thành phần hóa học) .....	14
1.6.1. Tỷ lệ các nguyên tố hóa học trong vỏ Trái Đất .....	14
1.6.2. Phân loại khoáng vật.....	15
<b>II. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐẤT ĐÁ</b> .....	21
2.1. Khái niệm đất đá.....	21
2.2. Giới thiệu một số tính chất cơ bản khi nghiên cứu về đất đá .....	22
2.2.1. Nguồn gốc và điều kiện thành tạo .....	22
2.2.2. Thành phần của đất đá .....	22
2.2.3. Kiến trúc của đất đá .....	23
2.2.4. Cấu tạo của đất đá.....	23
2.2.5. Thế nằm của đất đá.....	23
<b>III. CÁC LOẠI ĐÁ</b> .....	23
3.1. Đá magma.....	23
3.2. Đá trầm tích .....	28
3.3. Đá biến chất.....	34
<b>IV. ĐẤT</b> .....	38
4.1. Sự hình thành của đất .....	38
4.2. Một số đặc điểm cơ bản của đất .....	41
4.3. Các loại đất .....	44
<b>CHƯƠNG II : CÁC TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT ĐÁ</b> .....	46

I. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA ĐẤT ĐÁ .....	46
1.1. Các tính chất vật lý cơ bản thường gặp .....	46
1.2. Các tính chất vật lý khác .....	49
1.3. Chỉ tiêu đánh giá trạng thái và phân loại đất .....	51
II. TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA ĐẤT ĐÁ.....	54
III. PHÂN LOẠI TỔNG QUÁT ĐẤT ĐÁ .....	54
3.1. Nhóm đá cứng. ....	54
3.2. Nhóm đá nửa cứng. ....	54
3.3. Nhóm đất đá rời rạc. ....	55
3.4. Nhóm đất mềm dính. ....	55
3.5. Nhóm đất đá có tính chất đặc biệt. ....	55
CHƯƠNG III : NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÀ QUI LUẬT VẬN ĐỘNG.....	56
I. NƯỚC DƯỚI ĐẤT.....	56
1.1. Các kiểu nguồn gốc của nước dưới đất .....	56
1.1.1. Nước có nguồn gốc khí quyển (nước thấm) .....	56
1.1.2. Nước có nguồn gốc biển (nước trầm tích).....	56
1.1.3. Nước có nguồn gốc macma (nước nguyên sinh).....	56
1.1.4. Nước có nguồn gốc biến chất (nước thứ sinh) .....	56
1.2. Các dạng tồn tại của nước dưới đất .....	57
1.2.1. Nước ở trạng thái hơi.....	57
1.2.2. Nước liên kết vật lý .....	57
1.2.3. Nước mao dẫn.....	58
1.2.4. Nước trọng lực.....	59
1.2.5. Nước ở trạng thái rắn.....	60
1.2.6. Nước liên kết hóa học.....	60
1.3. Tính chất lý hóa của nước dưới đất .....	60
1.4. Thành phần nước dưới đất.....	61
1.5. Phân loại tầng chứa nước dưới đất .....	62
II. QUY LUẬT VẬN ĐỘNG CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT .....	65
2.1. Các yếu tố thủy động của dòng thấm .....	65

2.2. Định luật thấm cơ bản .....	66
III. Tính toán cho các dòng thấm nước dưới đất .....	68
3.1. Bài toán thấm cơ bản .....	68
3.2. Bài toán thấm áp dụng cho công trình thu nước.....	70
CHƯƠNG IV : MỘT SỐ HIỆN TƯỢNG ĐỊA CHẤT ĐỘNG LỰC .....	71
I. HIỆN TƯỢNG CÁC TƠ.....	71
1.1. Khái niệm .....	71
1.2. Điều kiện phát sinh các tơ .....	71
1.3. Ảnh hưởng của các tơ đến xây dựng .....	71
II. HIỆN TƯỢNG ĐẤT CHẢY .....	72
2.1. Khái niệm .....	72
2.2. Các dạng đất chảy.....	72
2.2.1. Đất chảy giả .....	72
2.2.2. Đất chảy thật.....	73
2.3. Biện pháp phòng chống đất chảy.....	73
III. HIỆN TƯỢNG XÓI NGẦM .....	74
3.1. Khái niệm .....	74
3.2. Điều kiện phát sinh xói ngầm .....	74
3.2.1. Điều kiện chung để phát sinh xói ngầm .....	74
3.2.2. Tiêu chuẩn đánh giá xói ngầm cho một số trường hợp cụ thể.....	74
3.3. Biện pháp phòng chống xói ngầm .....	75
IV. QUÁ TRÌNH PHONG HÓA.....	75
4.1. Điều kiện phát sinh phong hóa. ....	75
4.2. Các dạng phong hóa .....	75
4.2.1. Phong hóa vật lý .....	76
4.2.2. Phong hóa hóa học.....	76
4.2.3. Phong hóa sinh vật.....	76
4.3. Ảnh hưởng của quá trình phong hóa đối với tính năng xây dựng của đất đá.....	76
4.4. Các biện pháp phòng chống phong hóa.....	77

## MỞ ĐẦU

Trong lĩnh vực xây dựng công trình thì địa chất và nền móng là một bộ phận vô cùng quan trọng (Thậm chí có thể nói là quan trọng nhất vì các sự cố về nền móng có thể làm hư hỏng toàn bộ cả công trình). Vì lí do đó cần phải có những bộ môn khoa học riêng nghiên cứu về vấn đề này.

Hiện nay hầu hết các chương trình đào tạo cơ bản và nâng cao về xây dựng công trình đều giảng dạy theo kết cấu gồm 3 môn học chính sau đây :

- Địa chất công trình
- Cơ học đất
- Nền móng

Các môn học trên đây được giảng dạy theo trình tự lần lượt, môn học trước là cơ sở tiên quyết cho môn học sau, giúp cho sinh viên và học viên hiểu và vận dụng được các kiến thức có liên quan vào thực tế thiết kế, thi công và nghiên cứu chuyên sâu.

Môn học **Địa chất công trình** trên thực tế là tên gọi thu gọn của hai bộ phận:

- Địa chất công trình
- Địa chất thủy văn

Đây là hai nhánh của khoa học Địa chất nói chung, có liên quan và phục vụ trực tiếp cho công tác thiết kế và thi công xây dựng công trình.

*Địa chất công trình* nghiên cứu đất đá phần trên vỏ quả đất; thành phần, tính chất cơ lý của chúng và các quá trình địa chất động lực liên quan tới các hoạt động công trình của con người phục vụ các công tác xây dựng khác nhau : từ quy hoạch, thiết kế đến thi công, khai thác và bảo vệ công trình.

*Địa chất thủy văn* nghiên cứu nước dưới đất về 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. Đối với lĩnh vực xây dựng công trình nói riêng chúng ta quan tâm tới một số nội dung như:

- Tác dụng qua lại giữa nước dưới đất với môi trường đất đá, sự ảnh hưởng của nước đối với tính chất của đất đá (như tính chất vật lý, tính chất cơ học).
- Quy luật vận động của nước dưới đất, ứng dụng trong xây dựng công trình (như bơm hút nước thi công, tính toán lưu lượng cấp thoát nước ..vv.).
- Các hiện tượng, quá trình địa chất và địa chất công trình có liên quan đến nước.

**\* Nội dung nghiên cứu của môn học Địa chất công trình gồm các vấn đề sau:**

- *Khoáng vật và đất đá* : cụ thể tìm hiểu về định nghĩa, nguồn gốc, điều kiện tạo thành các đặc trưng cơ bản của khoáng vật và đất đá. Giới thiệu các loại khoáng vật và đất đá phổ biến trong thực tế.

- Tìm hiểu chi tiết các *tính chất vật lý* của đất đá, giới thiệu sơ lược các *tính chất cơ học quan trọng* của đất đá.

- *Nước dưới đất (nước ngầm)* và *quy luật vận động của nước dưới đất*. Tìm hiểu một số bài toán cơ bản về vận động thấm của nước dưới đất.

- Các *hiện tượng* và *vận động địa chất công trình* quan trọng.

- Các phương pháp *khảo sát thăm dò địa chất công trình*.

**\* Yêu cầu về kiến thức cần nắm bắt được đối với môn học:**

- Hiểu và nắm bắt được các kiến thức cơ sở về khoáng vật học và đất đá. Phân loại đất đá, đặc trưng và tính chất cơ lý quan trọng của từng loại đất đá. Giải thích và đánh giá được nguyên nhân vì sao lại có những đặc trưng và tính chất đó. Nắm được các loại khoáng vật và đất đá phổ biến trong thực tế. Từ đó có cơ sở tương đối vững chắc phục vụ việc thực hành và tiếp tục nghiên cứu xa hơn trong lĩnh vực địa chất - cơ đất - nền móng.

- Hiểu được các dạng tồn tại của nước dưới đất, ảnh hưởng của nước tới các đặc trưng và tính chất cơ lý của đất đá. Nắm bắt được quy luật vận động nước dưới đất và biết cách ứng dụng một số bài toán cơ bản vào thực tế thiết kế thi công công trình xây dựng.

- Nắm được kiến thức cơ bản về các hoạt động địa chất động lực làm cơ sở cho việc đánh giá địa chất cũng như để phục vụ cho các môn học khác có liên quan. (ví dụ địa chấn học...)

- Làm quen với công tác khảo sát thí nghiệm địa chất công trình. Hiểu được cấu trúc và nội dung của báo cáo địa chất công trình phục vụ công tác chuyên môn về sau này.

# CHƯƠNG 1 : KHOÁNG VẬT VÀ ĐẤT ĐÁ

## I. KHOÁNG VẬT

### 1.1. Khái niệm

**Khoáng vật** (Mineral) có thể là những hợp chất của các *nguyên tố hóa học tự nhiên*, hay là các *nguyên tố tự sinh* (đơn chất) được hình thành do các quá trình hóa lý khác nhau xảy ra trong vỏ quả đất hay trên bề mặt quả đất.

Khoáng vật là hợp chất hóa học ví dụ như : feldspar - Plagioclase ( $\text{Na}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2 + \text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$ ). Khoáng vật là nguyên tố tự sinh như : Cu, Ag, Au, C (Kim cương, Grafit).

Cần phân biệt khoáng vật được hình thành tự nhiên với các chất hóa học có nguồn gốc nhân tạo. Nguồn gốc tự nhiên của khoáng vật có thể do silicat nóng chảy trong dung nham núi lửa nguội lạnh tạo thành (khoáng vật nguyên sinh) hay do các quá trình phong hóa hóa học, quá trình ngưng keo kết tủa tạo thành (khoáng vật thứ sinh).

Khoáng vật có thể ở thể khí (Khí  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ...), thể lỏng (Pb,  $\text{H}_2\text{O}$ ...) hay thể rắn (thạch anh  $\text{SiO}_2$ , feldspar, mica....). Tuy nhiên phần lớn khoáng vật tồn tại ở thể rắn và có trạng thái kết tinh cứng.

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

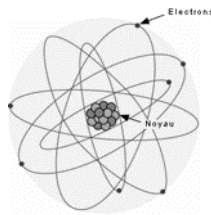
Nhiều khoáng vật có những tên gọi khác nhau và những biến thể. Những biến thể này sinh ra do sự thay màu sắc của khoáng vật hay tỷ lệ thành phần của chúng.

Theo A. Vinogradov, trong tự nhiên đã biết được gần 3000 khoáng vật khác nhau, tuy nhiên không phải tất cả các khoáng vật đều phổ biến, thường gặp khoảng 450 khoáng vật trong số đó. Ngoài ra nếu xét các khoáng vật tham gia vào thành phần chính của đất đá thì chỉ có 50 khoáng vật chủ yếu – chúng được gọi là các *khoáng vật tạo đá*. Như vậy, đối tượng nghiên cứu chính ở đây chính là khoảng 50 khoáng vật tạo đá này.

### 1.2. Cấu trúc khoáng vật .

**Nhắc lại về nguyên tử và sự liên kết giữa các nguyên tử :**

Các loại vật chất trên hành tinh đều được cấu tạo từ những nguyên tố hóa học như là Hydro, Ôxy, Sắt, Nickel...vv.có 106 nguyên tố hóa học như vậy trong bảng hệ thống tuần hoàn Mendeleev.



Hình 1.1 : Cấu tạo nguyên tử

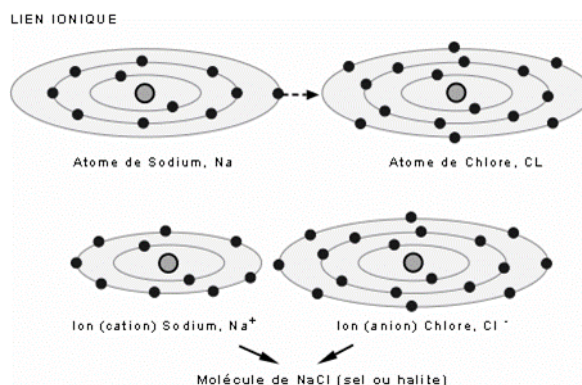
**Nguyên tử** của một nguyên tố hóa học được cấu tạo bởi một nhân trung tâm bao gồm các hạt proton (mang điện tích dương) và các hạt Neutron (Không mang điện tích), bao xung quanh nhân là các hạt electron (Mang điện tích âm), những hạt electron này chuyển động xung quanh nhân nguyên tử và có khối lượng rất nhỏ có thể bỏ qua

Khối lượng nguyên tử do đó được quyết định bởi khối lượng của hạt nhân, chính bằng tổng số hạt proton + tổng số hạt neutron. Mỗi nguyên tử mang một số hiệu nguyên tử bằng với số hạt proton trong nhân của nó.

Vật chất được tạo thành từ các **phân tử**, phân tử được hình thành bằng việc kết nối các nguyên tử với nhau theo các kiểu liên kết hóa học sau :

- Liên kết Ion
- Liên kết cộng hóa trị

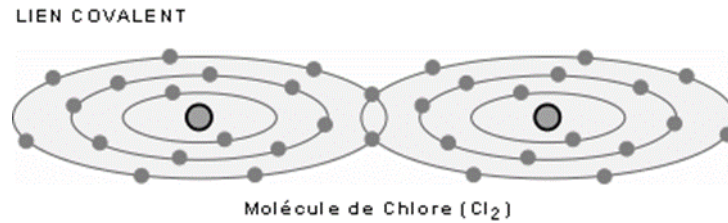
Liên kết Ion được tạo thành do sự cho nhận electron (điện tử) giữa hai nguyên tử. Ví dụ trường hợp của muối ăn (NaCl) : Vỏ bọc ngoài của  $\text{Na}^+$  cho đi một electron cho vỏ ngoài của  $\text{Cl}^-$  để vỏ bọc của chúng đều có 8 electron, tạo ra một phân tử ổn định là Natri Clorua (NaCl)



Hình 1.2 : Liên kết ion



Liên kết cộng hóa trị là liên kết giữa các nguyên tử không có khả năng nhường hoặc lấy electron, trong đó có một số electron trở thành các hạt dùng chung giữa các nguyên tử để hoàn chỉnh lớp vỏ bọc ngoài. Ví dụ trường hợp phân tử Cl<sub>2</sub>



*Hình 1.3 : Liên kết cộng hóa trị*

Liên kết cộng hóa trị bền hơn nhiều so với liên kết iôn.

### **Cấu trúc khoáng vật :**

Các khoáng vật ở trạng thái khí hoặc lỏng không có cấu trúc và hình dạng xác định.

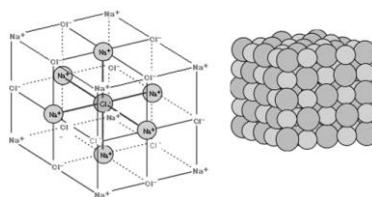
Các khoáng vật ở trạng thái rắn có thể gặp dưới dạng tinh thể kết tinh có hình dạng xác định (phần lớn khoáng vật), hoặc dưới dạng cấu trúc không định hình (như atfan-nhựa đường).

Khoáng vật có cấu trúc ở cấp độ cao hơn phân tử và nguyên tử - Trong khoáng vật các nguyên tử, ion sắp xếp một cách có quy luật để hình thành nên cấu trúc bên trong nhất định của nó.

Như vậy, khoáng vật được phân biệt dựa trên hai nhân tố sau :

- Thành phần hóa học
- Cấu trúc nguyên tử

Một cách đơn giản, ta có thể nói rằng khoáng vật là một loại vật chất có cấu trúc. Khoáng vật Halite (muối ăn) là một ví dụ đơn giản về một loại khoáng vật. Thành phần hóa học của nó là phân tử NaCl. Khoáng vật halite có cấu trúc nguyên tử dạng lập phương. Gọi là dạng khối bởi vì cách thức sắp xếp các nguyên tử Na và Cl xen kẽ nhau tạo ra một hình lập phương



*Hình 1.4 : Cấu trúc tinh thể khoáng vật Halite (Muối ăn NaCl)*

Mặc dù mỗi loại khoáng vật có *thành phần hóa học xác định*, người ta nhận thấy vẫn có một số sự thay đổi nhỏ như khi có sự thay thế các ion có kích thước tương tự nhau. Ví dụ trong trường hợp của khoáng vật Olivine có thành phần là  $(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$ . Điều này có nghĩa là trong cấu trúc của Olivine, các mắt xích mang điện tích dương (Cation<sup>+</sup>) có thể là Fe hay được thay thế bởi Mg, hàm lượng tỷ lệ giữa Fe và Mg có thể thay đổi. Sự thay thế ion trong khoáng vật phụ thuộc chủ yếu vào kích thước và điện tích của các ion.

Trên thực tế, các ion có kích thước và điện tích tương tự nhau sẽ dễ dàng hoán đổi cho nhau, ví dụ như giữa Fe và Mg, hay giữa Na và Ca. Tuy nhiên ta rất khó có thể thay thế K hay Oxi cho nhôm (Al)

### 1.3. Một số phương pháp phân loại khoáng vật

*Theo nguồn gốc hình thành* : Khoáng vật nguyên sinh, khoáng vật thứ sinh.

*Theo điều kiện hình thành* : Khoáng vật nội sinh, khoáng vật ngoại sinh.

*Theo vai trò tạo đá* : Khoáng vật chính, khoáng vật phụ, khoáng vật hiếm.

*Theo thành phần hóa học* : có 9 lớp chính : Silicat, Cacbonat, Ôxit, Hidroxit, Sunfua, Sunfat, Halogen, Photphat, Các nguyên tố tự sinh.

### 1.4. Thành phần hóa học và cách ký hiệu khoáng vật theo thành phần hóa học

Mỗi một khoáng vật đều được đặc trưng bởi một thành phần hóa học nhất định. Tuy vậy một số khoáng vật có thành phần hóa học giống nhau nhưng lại có cấu trúc khác nhau (biến thể) như trường hợp của kim cương (C-dạng khối) và than chì (Grafít C- dạng vẩy)

Công thức của khoáng vật theo thành phần hóa học có thể được ký hiệu theo một số cách khác nhau :

- Dạng tổng hợp nguyên tố tạo nên khoáng vật : là cách sơ lược nhất.
- Dạng tổng hợp các nguyên tố và nhóm liên kết hóa học có trong khoáng vật : Thể hiện sự tương quan định lượng giữa các nguyên tố và đặc tính liên kết giữa chúng trong các lưới kiến trúc tinh thể (đối với khoáng vật có cấu trúc tinh thể). Ví dụ : Kaolinite  $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
- Dạng hỗn hợp các chất hóa học tạo thành khoáng vật : Thể hiện một cách tương đối sự tồn tại của các phân tử trong thành phần của khoáng vật theo nguyên tắc của hóa học. Ví dụ : Kaolynite  $\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2.2\text{H}_2\text{O}$ .

Trong các dạng đó thì dạng công thức tổng hợp các nguyên tố và nhóm liên kết hóa học có ý nghĩa quan trọng nhất và thường được sử dụng.

Nước (H<sub>2</sub>O) có thể tồn tại trong thành phần khoáng vật dưới một số dạng như sau :

- Nước phân tử H<sub>2</sub>O : Nước này không tham gia vào cấu trúc mạng tinh thể.
- Nước liên kết hóa học dưới dạng (OH)<sup>-</sup> : Có tham gia vào cấu trúc mạng tinh thể.

Ví dụ : Thạch cao [ CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.Ca(OH)<sub>2</sub> ]

### 1.5. Tính chất vật lý của khoáng vật.

Tính chất vật lý của khoáng vật có thể giúp nhiều cho việc nhận biết chúng. Một số tính chất vật lý tiêu biểu của khoáng vật bao gồm : *Hình dáng; các đặc tính quang học; độ cứng; tính cát khai; tỷ trọng.*

#### ➔ Hình dạng tinh thể

Theo hình dạng phát triển của khoáng vật trong không gian, có thể chia ra :

- Loại hình phát triển theo một phương (hình lăng trụ, hình que, hình kim...) như các khoáng vật thạch anh, amphibole, asbest...
- Loại hình phát triển theo hai phương (dạng tấm, dạng vảy, ...) như các khoáng vật mica, thạch cao, barit...
- Loại hình phát triển theo ba phương (dạng hạt, cục...) như các khoáng vật halit, pyrit, granat....

#### ➔ Màu và vết vạch

**Màu** của khoáng vật do thành phần hóa học và các tạp chất trong nó quyết định.

Khoáng vật có chứa nhiều Fe, Mg thường có màu sẫm, còn khoáng vật chứa nhiều Si, Al thì có màu nhạt. Một số khoáng vật có màu khá ổn định như *sulfur* có màu vàng, *azurit* có màu xanh da trời, *malachit* có màu xanh lá cây... Một số khoáng vật khác sẽ có nhiều màu sắc khác nhau khi có lẫn các tạp chất. Ví dụ như thạch anh tinh khiết không màu, khi lẫn tạp chất có thể có màu tím, đen, nâu, vàng....

Theo màu sắc khoáng vật được chia làm hai nhóm :

- Nhóm màu sáng: Không màu, trắng, xám sáng, vàng hồng như các khoáng vật thạch anh, feldspar, thạch cao, calcil...
- Nhóm màu sẫm : màu đen, màu xanh, nâu và các màu tối khác như horblend, augit...

Khi vạch khoáng vật lên tấm sứ trắng, nhám, chúng để lại **vết vạch** có màu đặc trưng cho *bột* của khoáng vật ấy.

Nhìn chung, màu bột khoáng vật ít thay đổi so với màu của khoáng vật, tuy vậy cũng có một số loại khoáng vật để lại vết vạch có màu khác hẳn so với màu của khoáng vật. Ví dụ như khoáng hematit có màu đen, xám thép nhưng vết vạch lại có

màu đen. Do đó, vết vạch của khoáng vật cũng là một dấu hiệu đáng tin cậy để xác định khoáng vật.

### ➔ Độ trong suốt và Ánh

**Độ trong suốt** của khoáng vật là khả năng khoáng vật cho ánh sáng đi xuyên qua.

Người ta chia ra các loại :

- Trong suốt : thạch anh, muscovit....
- Nửa trong suốt : thạch cao, sphalerit....
- Không trong suốt : pyrit, magnetit, graphit (than chì)...

**Ánh** của khoáng vật là sự phản xạ màu sắc trên mặt khoáng vật khi ánh sáng chiếu qua.

Một số loại ánh đặc trưng như :

- Ánh kim : là ánh của các kim loại điển hình như vàng (Au), bạc (Ag), chì (Pb), đồng (Cu), nhôm (Al)... Ánh kim khó mô tả nhưng dễ nhận biết.
- Ánh phi kim : phức tạp hơn và chỉ nhận biết được một số loại như ánh thủy tinh của thạch anh, calcit..., ánh xà cừ của mica..., ánh mờ như talc..., ánh adamantin như kim cương.

### ➔ Tính dễ tách (cát khai)

**Tính dễ tách** của khoáng vật là khả năng tinh thể và các hạt kết tinh (mảnh tinh thể) dễ bị tách ra theo những mặt phẳng song song. Mặt tách thường song song với những mặt của mạng tinh thể có khoảng cách giữa chúng tương đối lớn, làm cho liên kết giữa chúng là yếu nhất.

Người ta chia ra các loại :

- *Rất hoàn toàn* : tinh thể có thể dễ dàng tách theo các mặt, thành các tấm mỏng. Ví dụ như khoáng vật mica....
- *Hoàn toàn* : nếu dùng búa đập nhẹ thì khoáng vật sẽ vỡ ra theo các mặt tương đối phẳng. Ví dụ như khoáng vật calcit ( $\text{CaCO}_3$ )...
- *Trung bình* : trên mặt vỡ của khoáng vật vừa thấy những mặt phẳng tương đối hoàn chỉnh (trơn bóng), vừa thấy những vết vỡ không bằng phẳng theo các phương khác nhau. Ví dụ như khoáng vật pyroxen, apatit...
- *Không hoàn toàn* : khoáng vật vỡ ra không theo một quy tắc nào. Ví dụ như thạch anh ( $\text{SiO}_2$ )...

Mặt tách thường dễ lẫn với tinh thể góc. Các khoáng vật có thể tách được theo một, hai, ba hay nhiều phương và mức độ dễ tách theo từng phương có thể khác nhau.

### ➔ Vết vỡ

Mặt vỡ không theo quy tắc của khoáng vật khi bị đập vỡ (cần phân biệt với lực đập vỡ với lực tách) gọi là **vết vỡ**.

Theo hình dạng vết vỡ người ta chia ra :

- *Vết vỡ phẳng* : Vỡ theo các mặt dễ tách
- *Vết vỡ vỏ sò* : vết vỡ tạo thành hàng loạt vòng cung nhỏ như vỏ sò. Ví dụ như thạch anh...
- *Vết vỡ nham nhở* : bề mặt vết vỡ lổm chổm, khó chạm vào. Ví dụ như bạc, đồng có vết vỡ dạng này
- *Vết vỡ đất* : vết vỡ tựa như đất bột. Ví dụ điển hình là Kaolinit.

### ➔ Độ cứng

**Độ cứng** là khả năng chống lại tác dụng của lực cơ học bên ngoài (như khắc, vạch) lên bề mặt của khoáng vật.

Người ta thường so sánh độ cứng của khoáng vật khác nhau thông qua thang độ cứng Mohr (do F. Mohr phát minh ra).

Đá chứa các khoáng vật có độ cứng cao thường có độ bền lớn.

### ➔ Tỷ trọng

**Tỷ trọng** của khoáng vật là tỷ số giữa dung trọng hạt khoáng vật và dung trọng riêng của nước (thông thường lấy dung trọng nước bằng 1T/m<sup>3</sup>)

Tỷ trọng thay đổi trong phạm vi tương đối lớn.

- Khoáng vật nhẹ : có tỷ trọng nhỏ hơn 2,5 như thạch cao, orthoclase...
- Khoáng vật trung bình : có tỷ trọng từ 2,5 – 4 như thạch anh, calcit...
- Khoáng vật nặng có tỷ trọng lớn hơn 4 như pyrit, magnetit....

Khoáng vật chủ yếu có tỷ trọng nằm trong khoảng 2,5 - 3,5.

**Bảng 1.1 : Tỷ trọng một số khoáng vật quan trọng nhất của đất đá****(Theo E.S Lasera và H. Berman)**

<b>Khoáng vật</b>	<b>Tỷ trọng</b>	<b>Khoáng vật</b>	<b>Tỷ trọng</b>
<i>Thạch cao</i> $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2,32	<i>Dolomit</i> $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	2,87
<i>Orthoclase</i> $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	2,56	<i>Aragonit</i>	2,94
<i>Kaolinit</i> $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2,6	<i>Biotit</i> $\text{K}_2\text{O} \cdot 6(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,15
<i>Monmorilonit</i> $2\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	2,73	<i>Augit</i>	3,3
<i>Illite</i>	2,8	<i>Horblend</i> $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}_5)(\text{OH})_2[\text{SiAl}_4\text{O}_{11}]_2$	3,35
<i>Thạch anh</i> $\text{SiO}_2$	2,66	<i>Limonit</i> $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	3,8
<i>Calcit</i> $\text{CaCO}_3$	2,72	<i>Mahetit</i>	5,17
<i>Talc</i> $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$	2,7	<i>Hematit</i> $\text{Fe}_2\text{O}_3$	5,2
<i>Muscovit</i> $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2,85	<i>Hematit chứa nước</i>	4,3

Ngoài các tính chất như trên, khoáng vật còn có một số tính chất vật lý khác như khả năng sủi bọt với HCl 10%, tính đàn hồi, khả năng uốn cong hay dát mỏng, từ tính, tính phát sáng trong bóng tối, tính phóng xạ...Dựa vào những đặc trưng này những người có chuyên môn và kinh nghiệm có thể dễ dàng nhận biết được một số khoáng vật có tính chất điển hình mà không cần những phân tích tỉ mỉ bằng thiết bị phức tạp.

## **1.6. Phân loại và đặc tính của một số lớp khoáng vật chủ yếu (theo thành phần hóa học)**

### **1.6.1. Tỷ lệ các nguyên tố hóa học trong vỏ Trái Đất**

Người ta xác định một cách tương đối tỷ lệ các nguyên tố hóa học khác nhau trong thành phần của vỏ Trái đất (thạch quyển) như sau :

**Bảng 1.2 : Thành phần hóa học các nguyên tố trong lớp vỏ Trái Đất****(Tính theo phần trăm khối lượng)**

Các nguyên tố	Theo F. Clark (1920)	Theo A. Fersman (1933)	Theo A. Vinogradov
Ôxy (O)	<b>50,02</b>	<b>49,13</b>	<b>46,8</b>
Silic (Si)	<b>25,80</b>	<b>26</b>	<b>27,3</b>
Nhôm (Al)	7,30	7,45	8,70
Sắt (Fe)	4,18	4,20	5,10
Calci (Ca)	3,22	3,25	3,60
Natri (Na)	2,36	2,40	2,60
Kali (K)	2,28	2,35	2,60
Magne (Mg)	2,08	2,35	2,10
Các nguyên tố khác	2,76	2,87	1,20

Hai nguyên tố phổ biến nhất là Si (~27%) và O (~47%) chiếm tổng cộng lớn hơn 75% trọng lượng vỏ quả đất. Chúng tạo nên thành phần cơ bản của lớp khoáng vật Silicat bao gồm chủ yếu là Si và O kết hợp với một số ion của các nguyên tố kim loại phổ biến còn lại (Na, K, Ca, Fe, Mg, Al). Một cách tương đối, các nhà địa chất học đánh giá khoáng vật lớp Silicat chiếm tới 75% khối lượng vỏ Trái Đất.

### **1.6.2. Phân loại khoáng vật**

Bên cạnh lớp khoáng vật phổ biến nhất Silicat, còn tồn tại một số lớp khoáng vật không phải silicat thường gặp trong tự nhiên. Chúng chính là các lớp khoáng vật quan trọng nhất và được phân loại như sau :

- Lớp Silicat (thành phần gồm có Si, O)
- Lớp Cacbonat (thành phần có gốc  $\text{CO}_3^{2-}$ )
- Lớp Oxit (thành phần gồm oxit của các kim loại)
- Lớp Hidroxit (thành phần là các hidroxit)
- Lớp Sunfat (thành phần có gốc  $\text{SO}_4^{2-}$ )
- Lớp Sunfur (thành phần có gốc  $\text{S}^{2-}$ )

- Lớp Halogen (thành phần có các gốc halogenua  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ )
- Lớp photphat (thành phần có gốc  $\text{PO}_4^{3+}$ )
- Các nguyên tố tự sinh (Lớp khoáng vật đơn chất tự nhiên)

### ➔ **Lớp Silicat:**

Bao gồm khoảng 800 khoáng vật, chiếm khoảng 75% khối lượng vỏ trái đất. Lớp này lại được chia thành một số nhóm :

\* **Nhóm alumosilicat (Feldspar)** : (allumo là nhóm có chứa nhôm oxit  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

Feldspar là alumosilicat của Na, K và Ca được thành tạo khi magma kết tinh. Tùy theo thành phần hóa học, feldspar được chia thành

- **Plagioclase** (feldspar Natri, Calci) là hỗn hợp của **albit** (feldspar Natri -  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ) và **anortit** ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) : Dạng tấm. Màu trắng, trắng xám, đôi khi nâu vàng. Ánh thủy tinh. Độ cứng 6-6,5. Dễ tách hoàn toàn theo hai phương. Tỷ trọng 2,6-2,76.
- **Orthoclase** (feldspar Kali) ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ) và **microlin**: Màu trắng, xám xanh, hồng, đỏ thẫm. Ánh thủy tinh. Độ cứng 6-6,5. Dễ tách hoàn toàn theo hai mặt vuông góc với nhau hoặc gần vuông góc (với microlin). Tỷ trọng 2,6.

\* **Nhóm orthosilicat**

- **Olivin** [  $2(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  ] : Dạng hạt. Màu xanh ôliu, nâu. Độ cứng 6,5-7. Vết vỡ không bằng phẳng. Dễ tách. Tỷ trọng 3,3-3,4. Thường gặp olivin dưới dạng các ổ lớn trong đá do núi lửa phun lên.
- **Topaz** [  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4][\text{F}, \text{OH}]_2$  ] : là một trong những loại ngọc chính. Màu xanh da trời, vàng xám hồng...Ánh thủy tinh. Độ cứng 8. Vết vỡ không bằng phẳng. Dễ tách hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 2,4-3,6.

\* **Nhóm metasilicat**

- **Pyroxen** là loại khoáng vật rất quan trọng. Nó là thành phần chính của nhiều loại đá thành tạo ở nhiệt độ cao. Trong loại này phổ biến nhất là **Augit** [  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al}) \cdot (\text{SiAl})_2\text{O}_6$  ]. Màu xanh, nâu, đen...Ánh thủy tinh. Độ cứng 6,5. Dễ tách theo hai mặt gần vuông góc với nhau. Tỷ trọng 3,3-3,6.
- **Amphibol** là loại khoáng vật cũng đóng vai trò quan trọng trong sự thành tạo đá. Chúng là những silicat rất phức tạp. Điển hình nhất là hornblende có công thức hóa học rất dài :  $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}_5)(\text{OH})_2[\text{SiAl}]_4\text{O}_{11}]_2$ . Màu xanh xám, xanh sẫm, đen. Ánh thủy tinh. Độ cứng 5,5-6. Vết vỡ nham nhở. Dễ tách hoàn toàn theo hai phương hợp với nhau một góc  $124^\circ$ . Tỷ trọng 3,1-3,5.

\* **Nhóm Silicat ngâm nước**



- **Talc** [  $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$  hay  $3MgO.4SiO_2.H_2O$  ]. Màu trắng, vàng nhạt, xanh nhạt...Ánh thủy tinh, mờ. Độ cứng 1 (khoáng vật đầu tiên trong thang Mohs). Dễ tách hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 2,7-2,8. Rất dễ nhận biết vì độ cứng thấp, sờ trơn tay.
- **Kaolinit** [  $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$  ]. Màu trắng, vàng nhạt hay xám. Có *nguồn gốc thứ sinh*, được tạo thành từ các khoáng vật feldspar, mica trong môi trường axit. Độ cứng 1-2,5. Vết vỡ dạng đất. Tỷ trọng 2,6. Khi ném hơi dính lưỡi. Là một trong các thành phần của đất loại sét – sét kaolinit làm nguyên liệu để làm gốm sứ.
- **Monmorilonit** cũng có nguồn gốc thứ sinh, được tạo thành từ feldspar trong môi trường kiềm. Có thành phần hóa học không ổn định, nhưng nói chung có thể biểu diễn dưới dạng :  $2MgO.Al_2O_3.4SiO_2.nH_2O$ . Màu trắng, xanh sáng... và phụ thuộc nhiều vào tạp chất. Độ cứng 1-2. Tỷ trọng 2-2,5. Khi gặp nước khoáng vật monmorilonit có *tính trương nở mạnh*, thể tích tăng tới 20 lần. Đất sét có nhiều khoáng monmorilonit với hàm lượng >60% gọi là sét bentonit, được dùng nhiều trong công nghệ khoan.
- **Muscovit** [  $K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$  ] còn được gọi là **mica trắng**. Không màu, xanh xám, vàng...Ánh thủy tinh, xà cừ. Độ cứng 2-3. Dễ tách rất hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 2,7-3,1.
- **Biotit** [  $K_2O.6(Mg, Fe)O.Al_2O_3.3SiO_2.2H_2O$  ] còn được gọi là mica đen. Màu đen hay xanh đen...Ánh thủy tinh, xà cừ. Độ cứng 2-3. Dễ tách hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 3-3,1.
- **Clorit** [  $5(Mg, Fe)O.Al_2O_3.3SiO_2.4H_2O$  ]. Tinh thể dạng tấm. Màu xanh đến xanh đậm. Các phiến mỏng có thể bị uốn cong nhưng không có tính đàn hồi như mica. Vết vỡ không bằng phẳng. Tỷ trọng 2,6-2,85.

#### ➔ Lớp oxit và hydroxit

Bao gồm khoảng 800 khoáng vật, chiếm khoảng 17% khối lượng vỏ Trái Đất. Thường gặp một số khoáng vật sau :

- **Thạch anh** [  $SiO_2$  ] là khoáng vật phổ biến nhất thuộc lớp oxit trong vỏ Trái Đất. Không màu, đôi khi màu trắng sữa, xám....do lẫn tạp chất. Ánh thủy tinh. Không dễ tách. Độ cứng 7. Vết vỡ vỏ sò. Tỷ trọng 2,6.  
Thạch anh là thành phần chủ yếu của các loại cát vàng (Việt Trì), cát trắng (Quảng Bình, Phan Rang, Phan Thiết) ở nước ta.
- **Opal** [  $SiO_2.nH_2O$  ] (silic oxit ngậm nước) là khoáng vật vô định hình, màu trắng vàng, xám....Ánh xà cừ, thủy tinh. Độ cứng 5,5-6,5. Vết vỡ vỏ sò. Tỷ trọng 1,9-2,3.

- **Hematit** [  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ]. Màu nâu đỏ đến xám đen. Ánh kim loại. Vết vạch đỏ máu (màu bột đỏ máu). Độ cứng 5,5. Vết vỡ không bằng phẳng. Tỷ trọng 4,9-5,3.
- **Limonit** [  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ]. Màu nâu sẫm, nâu vàng....Độ cứng 5-5,5. Vết vạch nâu, nâu vàng. Vết vỡ đất. Tỷ trọng 3,3-4.
- **Coridon** [  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ]. Màu xám phớt xanh, nâu, hồng....Ánh thủy tinh mạnh. Không dễ tách. Độ cứng 9. Đá đỏ ruby hay ngọc safia (ngọc xanh) chính là những dạng khác nhau của corindon dùng làm đồ trang sức rất có giá trị.

Một số khoáng vật khác cũng hay gặp như Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), Bauxit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ).

#### ➔ Lớp carbonat :

Bao gồm khoảng 80 khoáng vật, chiếm 1,7% khối lượng vỏ Trái Đất, thường tạo thành lớp trầm tích biển rất dày. Trong lớp này có một số khoáng vật phổ biến như :

- **Calcit** [  $\text{CaCO}_3$  ]. Không màu hoặc màu trắng sữa. Ánh thủy tinh. Độ cứng 3. Dễ tách hoàn toàn theo ba phương. Calcit có hình dạng rất đa dạng nhưng luôn bị vỡ thành những mảnh hình thoi. Sủi bọt với HCl 10%. Tỷ trọng 2,7.
- **Dolomit** [  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  ]. Màu trắng xám, có khi vàng, hồng, nâu...Ánh thủy tinh. Độ cứng 3,5-4,5. Dễ tách hoàn toàn theo ba phương. Bột dolomit sủi bọt mạnh với HCl đun nóng. Tỷ trọng 2,8-2,9.

Ngoài ra, trong nhóm này cũng còn có các khoáng vật **magnesit** ( $\text{MgCO}_3$ ), **siderit** ( $\text{FeCO}_3$ )...với các tính chất gần giống các khoáng vật ở trên.

#### ➔ Lớp sunfat :

Bao gồm khoảng 260 khoáng vật, chiếm không quá 0,1% khối lượng vỏ Trái Đất. Một số khoáng vật phổ biến như :

- **Anhydrit** [  $\text{CaSO}_4$  ]. Màu trắng, xám, xanh da trời....Ánh thủy tinh. Độ cứng 3-3,5. Dễ tách hoàn toàn theo ba phương vuông góc với nhau. Tỷ trọng 2,8-3. Khi gặp nước, anhydrit biến thành thạch cao và tăng thể tích tới 30%.
- **Thạch cao** [  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ]. Màu trắng, xám, vàng, đỏ...Ánh thủy tinh. Độ cứng 2. Dễ tách hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 2,3. Dễ hòa tan trong nước và được sử dụng rộng rãi trong xây dựng, mỹ thuật, y tế....
- **Barit** [  $\text{BaSO}_4$  ]. Dạng tấm, màu trắng, xám, nâu...Độ cứng 2,5-3,5. Tỷ trọng 4,3-4,7. Được dùng làm chất phản quang trong công nghệ khoan.

#### ➔ Lớp sunfur :

Bao gồm khoảng 200 khoáng vật. Điển hình có :

- **Pyrit** [FeS<sub>2</sub>]. Màu đồng thau. Ánh kim loại mạnh. Độ cứng 6-6,5. Vết vạch đen. Vết vỡ không bằng phẳng. Là một trong những khoáng vật được gọi là giả dạng vàng (giả kim thuật) và là nguyên liệu để điều chế lưu huỳnh. Tỷ trọng 4,9-5,2.
- **Galenit** [PbS]. Màu xám sáng. Ánh kim mạnh. Độ cứng 2-3. Tỷ trọng 7,4-7,5.

➔ **Lớp photphat :**

Trong lớp này điển hình là khoáng vật apatit [Ca<sub>5</sub>(F, Cl)(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]. Màu xanh da trời, xanh lá cây, tím... Ánh thủy tinh. Độ cứng 5. Dễ tách không hoàn toàn. Tỷ trọng 3,2. Giòn, dễ gãy. Dùng để sản xuất phân bón hóa học (NPK).

➔ **Lớp halogenur :**

Bao gồm khoảng 100 khoáng vật. Điển hình có :

- **Halit** [NaCl] (muối mỏ). Màu trắng, xám, hồng... Ánh thủy tinh. Độ cứng 2,5. Dễ tách rất hoàn toàn theo ba phương thành những thể lập phương. Tỷ trọng 2,1-2,2. Sử dụng nhiều trong công nghiệp hóa học và thực phẩm.
- **Fluorit** [CaF<sub>2</sub>]. Màu tím, vàng, xanh lá cây... Ánh thủy tinh. Độ cứng 4. Dễ tách hoàn toàn theo bốn phương. Tinh thể lập phương, giòn, dễ vỡ. Tỷ trọng 3-3,2.

➔ **Lớp nguyên tố tự sinh:**

- **Kim cương** [C] không màu, trắng, đôi khi vàng, đen... Ánh kim cương mạnh. Độ cứng 10. Dễ tách trung bình. Tinh thể dạng tám-mười hai mặt. Tỷ trọng 3,5. Là loại ngọc quý và cứng nhất.
- **Grafit** [C]. Màu xám thép hoặc đen. Ánh kim loại. Độ cứng nhỏ hơn 1. Dễ tách rất hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 2,2. Tuy cùng thành phần nhưng tính chất của grafit khác hẳn so với kim cương.

Ngoài ra, trong lớp này còn một số khoáng vật tự sinh khác như **đồng** [Cu], **bạc** [Ag], **vàng** [Au], **lưu huỳnh** [S]...

**Bảng 1.3: Tổng hợp các khoáng vật điển hình cho các lớp khoáng vật chính và công dụng của chúng**

Nhóm	Khoáng vật	Công thức ký hiệu	Tác dụng
Nguyên tố tự sinh	Vàng	Au	Trao đổi, trang sức
	Bạc	Ag	Trang sức, nhiếp ảnh
	Đồng	Cu	Chất dẫn điện
	Kim cương	C	Trang sức, dụng cụ cắt

	Than chì Lưu huỳnh	C S	Bút chì, dầu nhớt Thuốc, hoá chất
Oxít	Hematit Manhetit Coridum	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ $\text{Al}_2\text{O}_3$	Quặng sắt Quặng sắt Trang sức, dụng cụ mài cắt
Sulfur	Galen Sphalerit Pyrit Chalcopyrit Bornit	$\text{PbS}$ $\text{ZnS}$ $\text{FeS}_2$ $\text{CuFeS}_2$ $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$	Quặng chì Quặng kẽm Giả vàng Quặng đồng Quặng đồng
Sulfat	Thạch cao Anhydrit Barit	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_4$ $\text{BaSO}_4$	Thạch cao và tấm che Thạch cao và tấm che Bùn hồ khoan
Carbonat	Calcit Dolomit Malachit Azurit	$\text{CaCO}_3$ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	Ximăng pooc lăng Ximăng pooc lăng Quặng đồng, trang sức Quặng đồng, trang sức
Silicat	Thạch anh Talc Amiăng Kaolinit	$\text{SiO}_2$ $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ $\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	Kính, đồng hồ, chất bán dẫn Phấn rôm Tấm mái, chất cách ly Đồ gốm
Halogen	Halit Fluorit Sylvit	$\text{NaCl}$ $\text{CaF}_2$ KCl	Muối ăn Sản xuất thép Phân bón hóa học
Hydroxit	Limonit Bôxit	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Quặng sắt Quặng nhôm

## II. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐẤT ĐÁ

### 2.1. Khái niệm đất đá

*Đất đá* là tổ hợp của nhiều khoáng vật, được sắp xếp theo những quy luật nhất định.

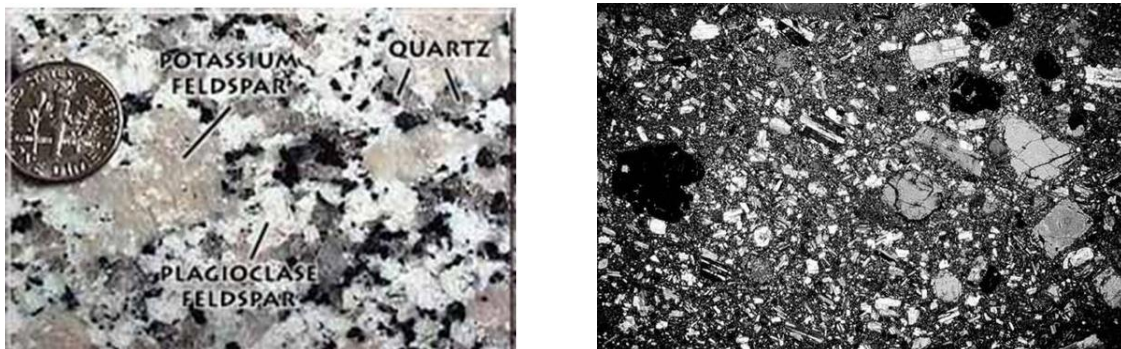
Đất đá là một khái niệm bao gồm : đá, đất và sự kết hợp giữa đá và đất (hỗn hợp).

Các thành phần của *đá* được liên kết với nhau bằng mối liên kết bền vững là *liên kết hóa học (liên kết cộng hóa trị, liên kết ion)*.

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)*. Mối liên kết này không được bền vững, yếu và kém chặt chẽ hơn rất nhiều so với mối liên kết hóa học. Chính vì lẽ đó mà đất có các tính chất cơ học yếu hơn nhiều so với đá, dễ bị tách rời thành những hạt riêng rẽ (đất rời, đất sét sấy khô nghiền nhỏ)

Nếu đất đá được tạo thành từ một loại khoáng vật thì gọi là *đất đá đơn khoáng* và tên của đất đá này là tên của khoáng vật, ví dụ như thạch cao, đolômit, muối mỏ...Tuy vậy, đa số các loại đất đá thường được thành tạo từ nhiều khoáng vật và được gọi là *đất đá đa khoáng*, ví dụ như đá granit có thành phần bao gồm các khoáng vật feldspar, mica, thạch anh...Trong đất đá đa khoáng, khoáng vật nào chiếm tỷ lệ khối lượng >10% được gọi là *khoáng vật chủ yếu*.

Đất đá không có công thức hóa học như khoáng vật. Thành phần của nó được đánh giá bằng tỷ lệ giữa các khoáng vật chủ yếu đá tạo nên đất đá. Khi cắt mẫu đất đá theo một mặt phẳng sẽ quan sát được nhưng phần có màu sắc kích thước khác nhau, đó chính là các khoáng vật khác nhau cấu tạo nên đất đá đó.



Hình 1.5 : lát cắt qua đất đá nhìn dưới kính hiển vi

A – lát cắt qua một loại đá magma

B – lát cắt qua đá basalt

Hiện nay người ta biết được khoảng **1000** loại đất đá khác nhau.

## 2.2. Giới thiệu một số tính chất cơ bản khi nghiên cứu về đất đá

### 2.2.1. Nguồn gốc và điều kiện thành tạo

Theo nguồn gốc và điều kiện thành tạo đất đá được chia thành 3 loại:

- **Đá magma** : Có nguồn gốc là dung nham núi lửa (từ đó gọi là magma)
- **Đá biến chất** : Có nguồn gốc là sự biến đổi mãnh liệt của đất đá dưới tác dụng của áp suất, nhiệt độ lớn và một số yếu tố khác.
- **Đất đá trầm tích** : Hình thành do quá trình trầm tích, trầm đọng dưới tác dụng của các quá trình ngoại động lực trên bề mặt Trái Đất.

Trong đó hai loại đầu tiên (magma, biến chất) chiếm 95% khối lượng vỏ quả đất. Đất đá trầm tích chiếm 5% khối lượng vỏ quả đất nhưng thường phân bố trên bề mặt (chiếm tới 75% diện tích các lục địa), chúng thường phủ lên trên bề mặt của đá magma và đá biến chất do đặc điểm hình thành của loại đất đá này (nguồn gốc ngoại sinh – thứ sinh).

### 2.2.2. Thành phần của đất đá

Trong đất đá, đặc biệt là đất có thể có nhiều thành phần vật chất ở những trạng thái khác nhau : trạng thái rắn, lỏng, khí. Ngoài các khoáng vật vô cơ, trong đất đá còn có thể có một lượng vật chất hữu cơ và sinh vật nhất định.

- **Pha rắn** : Pha rắn bao gồm các thành phần vật chất tạo nên đất đá. Pha rắn còn được gọi là pha hạt.
- **Pha lỏng** : Chính là nước trong đất ở các trạng thái khác nhau : nước tự do (nước trọng lực) ở trạng thái lỏng, nước mao dẫn, nước liên kết vật lý.
- **Pha khí**: Pha khí bao gồm các khí như  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ . Các khí này thường có nguồn gốc khí quyển, sinh vật và trong nhiều trường hợp tạo nên những túi khí có khối lượng rất lớn – những mỏ khí (như túi khí metan trong hầm lò...)

Vật chất hữu cơ trong đất đá thường làm cho chúng kém chất lượng, dễ bị phong hóa như trong trường hợp của than, than bùn, v.v... Các sinh vật hoạt động trong đất đá thường đẩy nhanh quá trình thay đổi trạng thái, thành phần và tính chất của đất đá. Đặc biệt các vi sinh vật có thể hoạt động cả ngày trong môi trường oxy hóa và trong môi trường khử, hoạt động ở độ sâu lên đến hàng ngàn mét. Trong vụ rò rỉ giếng dầu xảy ra tại vịnh Mexico nước Mĩ năm 2010, các nhà khoa học phát hiện ra một chủng vi sinh vật có khả năng phân hủy dầu thô trong môi trường nước biển, giúp giải quyết vấn đề thủy triều đen và ô nhiễm môi trường do dầu thô thất thoát gây ra.

### 2.2.3. Kiến trúc của đất đá

**Kiến trúc** của đất đá là khái niệm tổng hợp các yếu tố như : mức độ kết tinh, kích thước và mức độ đồng đều giữa các hạt khoáng vật

Kiến trúc của các loại đất đá được đặc trưng và phân loại dựa trên những yếu tố chính khác nhau như :

- Đá magma : đặc trưng bởi mức độ kết tinh của các tinh thể.
- Đất đá trầm tích : đặc trưng bởi mức độ liên kết giữa các khoáng vật.
- Đá biến chất : đặc trưng bởi mức độ tái kết tinh của các khoáng vật.

### 2.2.4. Cấu tạo của đất đá

**Cấu tạo** của đất đá là tổng hợp các yếu tố về sự phân bố tương đối giữa các thành phần khoáng vật trong đất đá. Nói khác đi, cấu tạo của đất đá đặc trưng cho vị trí phân bố trong không gian của các thành phần tạo nên chúng (khoáng vật).

### 2.2.5. Thế nằm của đất đá

**Thế nằm** của đất đá là khái niệm về hình dạng, kích thước, vị trí tương đối của chúng trong không gian và quan hệ tiếp xúc giữa các khối đất đá với môi trường xung quanh.

## III. CÁC LOẠI ĐÁ

Theo nguồn gốc thành tạo, đá được phân ra làm 3 loại : đá magma, đá biến chất và đá trầm tích. Trong đó *đá trầm tích* và *đất* là những trường hợp riêng của loại đất đá trầm tích. Nội dung về đất được đề cập ở phần sau của tài liệu (phần Đất).

### 3.1. Đá magma

Đá magma được thành tạo do sự đông cứng của dòng dung nham magma nóng chảy. Dòng dung nham này là khối silicat nóng chảy, có nhiệt độ 2000-3000°C, thành phần phức tạp, được phun lên từ lòng sâu của vỏ quả đất.

Khi dòng dung nham nóng chảy đông cứng lại ở ngay trong lòng đất thì sẽ tạo thành đá magma xâm nhập, còn khi chúng phun trào lên trên mặt đất và đông cứng lại thì sẽ tạo thành magma phun xuất hay magma phun trào.

Đá xâm nhập được thành tạo trong điều kiện áp suất cao, đông cứng từ từ và đều đặn. Đây là điều kiện thuận lợi để khoáng vật dễ dàng kết tinh, tạo nên đá kết tinh hoàn toàn, ở dạng khối, chặt xít như đá granit, đá gabro.

Đá phun trào được thành tạo ngay trên mặt đất, trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thấp, nhiệt thoát nhanh. Đây là điều kiện không thuận lợi cho việc kết tinh của các khoáng vật, do vậy đá thường ở dạng vô định hình, có nhiều lỗ rỗng như đá bazan,



đá bọt. Đá phun trào khi được thành tạo từ đại cô sinh gọi là đá phun trào cô, còn khi được thành tạo từ thời gian gần đây gọi là đá phun trào trẻ.

### ➔ **Đặc điểm của đá magma**

#### **\* Thành phần khoáng vật của đá magma :**

Các khoáng vật chủ yếu của đá magma nói chung và tỷ lệ tương đối về khối lượng của chúng trong tự nhiên như sau :

- Feldspar (~60%) : plagioclase, orthoclase.
- Amphibol và pyroxen (~17%)
- Thạch anh (~12%)
- Mica (~4%)

Ngoài ra còn có một số khoáng vật khác như ziacon, turmalin, apatit .v.v...

Một loại đá magma cụ thể nào đó có thể bao gồm toàn bộ các khoáng vật chủ yếu nêu trên, hoặc chỉ bao gồm một vài loại trong số đó. Trên hình dưới đây thể hiện tỷ lệ thành phần gần đúng của một số loại đá magma phổ biến nhất. Ví dụ đá granit (đá xâm nhập) gồm khoảng 53% feldspar (40% orthoclase, 13% plagioclase), 33% thạch anh, 9% mica đen (Biotite), có rất ít amphibol và không có pyroxen.

Hàm lượng SiO<sub>2</sub> (thành phần cơ bản của khoáng vật lớp silicat) trong đá magma thay đổi trong khoảng từ 25% đến 85% và có ảnh hưởng nhất định tới tính chất của đá. Khi hàm lượng SiO<sub>2</sub> giảm thì màu đá xâm dần, tỷ trọng tăng lên, nhiệt độ nóng chảy giảm xuống và đá dễ đánh bóng hơn. Theo hàm lượng SiO<sub>2</sub> người ta phân ra :

- Đá axit :                 SiO<sub>2</sub> > 65% (và < 85%)     như đá granit, liparit...
- Đá trung tính :         SiO<sub>2</sub> = 65÷52%                     như đá diorit, syenit...
- Đá bazơ :                 SiO<sub>2</sub> = 52÷40%                             như đá gabro, bazan...
- Đá siêu bazơ :         SiO<sub>2</sub> < 40% (và > 25%)     như đá peridotit, dunit...

Màu sắc của khoáng vật quyết định tới màu sắc của đá. Các khoáng vật sáng màu như feldspar, thạch anh, muscovit (mica trắng)... Các khoáng vật sẫm màu như amphibol, pyroxen, olivin, biotite (mica đen)...

Các đá magma thường axit có màu sáng, còn các đá magma bazơ và siêu bazơ thường có màu sẫm vừa và quá sẫm.

#### **\* Kiến trúc của đá magma :**

*Theo mức độ kết tinh* : người ta chia ra :

- Kiến trúc toàn tinh : tất cả các tinh thể nhìn rõ được bằng mắt thường và có đầy đủ các mặt giới hạn. Kiến trúc này đặc trưng cho đá xâm nhập.



- Kiến trúc porphy (poocfia) : trên nền đá gồm những tinh thể mà mắt thường không nhìn thấy được nổi lên những tinh thể lớn. Kiến trúc này thấy ở đá phun trào, trong các mạch đá
- Kiến trúc ẩn tinh (phi tinh) : đá gồm những tinh thể rất nhỏ, chỉ thấy được dưới kính hiển vi. Kiến trúc này có trong đá phun trào như bazan, diabas.
- Kiến trúc thủy tinh : đặc trưng cho các đá được thành tạo trên mặt đất. Mức độ kết tinh của đá loại này bằng 0.

Mức độ kết tinh của đá magma phụ thuộc vào điều kiện đông nguội của dòng dung nham.

- Ở dưới sâu trong lòng đất : do đá dẫn nhiệt kém, quá trình đông nguội kéo dài nên tinh thể có đủ thời gian lớn lên, tạo thành kiến trúc toàn tinh, đều hạt.
- Ở trên bề mặt đất : do dễ tỏa nhiệt, áp lực thấp nên dòng dung nham nguội nhanh, tinh thể không kịp hình thành, chỉ tạo được các tinh thể nhỏ và tạo thành kiến trúc ẩn tinh hay porphy. Kiến trúc thủy tinh thường thấy khi dòng dung nham phun lên ở đáy biển.

*Theo kích thước hạt* : người ta chia ra một số loại kiến trúc như sau :

- Kiến trúc hạt lớn : khi đường kính hạt  $> 5\text{mm}$ .
- Kiến trúc hạt vừa : khi đường kính hạt từ  $2-5\text{mm}$ .
- Kiến trúc hạt nhỏ : khi đường kính hạt từ  $0,2-2\text{mm}$
- Kiến trúc hạt mịn : khi đường kính hạt  $< 0,2\text{mm}$ .

*Theo mức độ đồng đều của hạt* : người ta chia ra :

- Kiến trúc hạt đều : khi các hạt có kích thước gần như nhau.
- Kiến trúc hạt không đều : khi các hạt có kích thước khác nhau.

**\* Cấu tạo của đá magma :**

Dựa theo các đặc điểm về sự sắp xếp trong không gian của các thành phần tạo đá và sự liên tục của chúng. Người ta chia ra :

*Theo sự định hướng của các khoáng vật* :

- Cấu tạo khối (cấu tạo đồng nhất) : khi các khoáng vật tạo đá sắp xếp không theo một sự định hướng nào. Thành phần khoáng vật của đá theo các hướng khác nhau là như nhau.
- Cấu tạo dải : khi các khoáng vật trong đá tập hợp thành từng dải theo phương dịch chuyển của dòng dung nham.

*Theo mức độ liên tục* :

- Cấu tạo chặt xít : khi trong đá không có lỗ rỗng.
- Cấu tạo lỗ rỗng : khi trong đá có các lỗ rỗng được tạo thành do sự thoát khí và hơi nước từ dòng dung nham.  
 Khi trong dòng dung nham có nhiều chất dễ bốc hơi, bị nguội lạnh nhanh trong nước hay trong môi trường ẩm thì sẽ tạo thành cấu tạo dạng xỉ, tạo thành đá bọt, có nhiều lỗ rỗng và nhẹ. Ví dụ như loại đá bọt dưới đáy biển tạo thành các vỉa chứa của mỏ khí gaz.
- Cấu tạo hạnh nhân : khi trong các lỗ rỗng được lấp đầy bằng các khoáng vật thứ sinh.

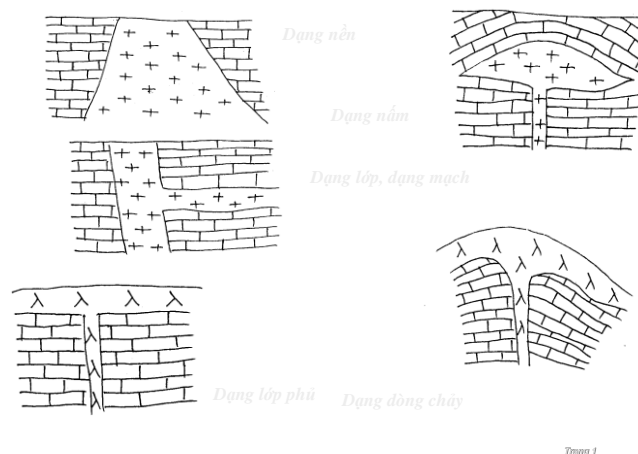
**\* Khối nứt trong đá :**

Sự nguội lạnh của dòng magma làm cho thể tích của chúng bị co lại và xuất hiện các khe nứt nhỏ. Khối đá bị phân cách ra do những khe nứt này gọi là khối nứt và các khe nứt cũng được gọi là các khe nứt nguyên sinh. Khác với các khe nứt thông thường (do vận động kiến tạo, do phong hóa...), các khe nứt nguyên sinh không phá hoại sự liên kết giữa các khối đá bị phân cách ra của đá, mà chỉ coi như là các mặt làm giảm yếu độ bền của khối đá.

Trong đá bazan, các khối nứt có dạng cột. Trong đá granit và syenit, khối nứt có dạng nêm. Trong đá diorit, khối nứt có dạng hình cầu.

**\* Thế nằm của đá magma :**

- Đối với đá xâm nhập : thế nằm của đá magma có thể ở dạng nền, dạng nấm, hay dạng mạch.
- Đối với đá phun trào : thế nằm của đá magma có thể ở dạng lớp, dạng vòm phủ (hay dòng chảy)



Hình 1.6: Thế nằm của đá magma

(Dạng nền, dạng nấm, dạng mạch, dạng lớp phủ, dạng dòng chảy...)

➔ **Một số đá magma chính**

**Bảng 1.4: Bảng tóm tắt các loại đá magma**

Thành phần		Đá xâm nhập	Đá phun trào	
Hóa học	Khoáng vật		Cổ	Trẻ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Đá loại axit (SiO <sub>2</sub> >60%)	Feldspar kali, thạch anh, plagioclase axit, rất ít khoáng vật xâm màu (biotit, horblend, augit)	Granit	Porphyrt thạch anh	Liparit
Đá loại trung tính (SiO <sub>2</sub> =52-65%)	Feldspar, plagioclase axit, một ít khoáng vật xâm màu (amphibol, biotit)	Syenit	Phorphyr orthoclase	trachit
	Plagioclase trung tính, khoáng vật xâm màu (horblend, biotit)	Diorit	Phorphyrit	andesit
Đá loại bazơ (SiO <sub>2</sub> =45-52%)	Plagioclase bazơ, khoáng vật xâm màu (olivin)	Gabro	Diabas, porphyrit augit	Bazan
Đá loại siêu bazơ (SiO <sub>2</sub> <45%)	Augit, olivin, khoáng vật quặng	Peridotit		
	Olivin, khoáng vật quặng	Dunit		

➔ **Tính năng xây dựng của đá magma**

Các đá magma xâm nhập không bị biến đổi thường rất thích hợp với hầu hết các loại công trình xây dựng. Các tinh thể khoáng vật cài móc nhau, có mức độ kết tinh cao tạo cho đá có độ bền lớn. Các đá này thích hợp với móng công trình hay đê đập, có thể giữ được ổn định khi góc hố đào cao và yêu cầu chống đỡ đối với các đưng ngầm là ít nhất. Do sự cài móc bên trong dày đặc của các tinh thể ở đá cho nên nước hầu như không thể thấm qua nó, do vậy các đá magma xâm nhập chưa biến đổi (hay biến chất) rất thích hợp cho việc xây dựng các hồ chứa.

Tính chất xây dựng của đá phun trào kém đồng nhất hơn, có độ bền kém hơn so với đá xâm nhập (hệ số kết tinh nhỏ hơn). Khả năng thấm nước của đá phun trào cũng cao hơn, bởi vậy các loại đá này nhìn chung không thích hợp cho việc làm nền các hồ chứa hay xây dựng các đưng ngầm.

Mặt khác, do trong đá magma có các khe nứt (do kiến tạo, hay các khe nứt thứ sinh do phong hóa) làm độ bền của đá giảm đi, tính chất biến dạng, khả năng thấm nước tăng lên.

Nhìn chung, các đá magma có độ bền cao, làm nền công trình tốt, nhưng phải quan tâm đến các vấn đề khác như : mức độ phong hóa, mức độ nứt nẻ và tính ổn định của toàn khối đá để tránh những sự cố có thể xảy ra. Ngoài ra, đá magma (cũng như đá biến chất) được dùng làm vật liệu xây dựng, điều khác...

### 3.2. Đá trầm tích

Các loại đá trên mặt đất đều chịu tác động của quá trình *phong hóa* – quá trình phá hủy đất đá dưới tác dụng của các nhân tố khí tượng, sinh vật v.v..., do vậy chúng dần dần bị phá hủy thành những mảnh vụn có kích cỡ rất khác nhau. Những sản phẩm của quá trình phong hóa này được nước, gió vận chuyển đến nơi khác, khả năng vận chuyển phụ thuộc vào tốc độ của gió và nước. Khi gặp những chỗ trũng của địa hình hay khi gió và nước không còn đủ khả năng mang theo các mảnh vụn đó nữa thì chúng lắng đọng trở lại tạo thành các *trầm tích bờ rời*. Quá trình lắng đọng xảy ra ở nhiều nơi như dưới lòng sông, lòng biển và ngay cả trên bề mặt lục địa.

Dưới tác dụng của trọng lượng, áp lực hay các nguyên nhân khác, những trầm tích bờ rời này nén chặt, gắn kết với nhau và biến đổi dần tạo ra các loại **đá trầm tích** khác nhau (ví dụ như cát kết, cuội kết). Ngược lại khi những mảnh vụn trầm tích bờ rời chưa được gắn kết với nhau sẽ tạo ra **đất**. Chính vì lí do đó người ta gọi chung chúng là đất đá trầm tích. Những tính chất của đất được trình bày trong mục 3.4. của tài liệu này.

Đất đá trầm tích nói chung chỉ chiếm 5% khối lượng vỏ Trái đất, nhưng nó lại bao phủ tới 75% diện tích mặt đất. Chiều dày của lớp trầm tích không giống nhau tại mọi nơi trên Trái Đất. Ở Trung Á, lớp trầm tích dày tới 3-4km, ở Siberia là 1km, còn ở Thái Bình Dương chỉ còn từ 0,3-0,7km.

#### ➔ Phân loại trầm tích

Theo nguồn gốc thành tạo người ta chia ra : *trầm tích cơ học*, *trầm tích hóa học* và *trầm tích hữu cơ*. Ngoài ra còn có loại *trầm tích hỗn hợp* do các loại trên kết hợp với nhau.

#### ➔ Đặc điểm của đá trầm tích

##### \* Thành phần của đá trầm tích :

Do điều kiện thành tạo nên trong đá trầm tích gồm *khoáng vật* và *chất gắn kết*. ngoài ra còn gặp một số di tích sinh vật ở dạng hóa thạch, hay thậm chí ở dạng chưa phân hủy hoàn toàn. Cụ thể :

- **Khoáng vật** : Ngoài các khoáng vật của đá gốc như thạch anh, feldspar, mica...trong đá trầm tích còn gặp các khoáng vật thứ sinh như calcit, thạch cao, các khoáng vật sét (kaolinit, illit, monmorilonit)....Nói chung thành phần khoáng vật của đá trầm tích nghèo hơn đá magma, nhưng khó nghiên cứu hơn vì trong đá có cả khoáng vật kết tinh lẫn khoáng vật vô định hình, có cả hạt thô lẫn hạt keo, hạt sét....
- **Chất gắn kết** : là những chất kết dính tự nhiên (ximăng tự nhiên) có tác dụng gắn kết các mảnh vụn rời rạc lại với nhau để tạo thành đá trầm tích. Thành phần và kiểu gắn kết có ảnh hưởng quyết định đến tính chất cơ học của đá.

Theo thành phần người ta phân chất gắn kết ra một số loại chính như :

- Silic : gồm  $\text{SiO}_2$  hay  $\text{SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$
- Carbonat : gồm  $\text{CaCO}_3$  (Còn gọi là vôi)
- Có chứa sắt : gồm  $\text{Fe}_2\text{O}_3.n\text{H}_2\text{O}$  hay  $\text{FeCO}_3$
- Sét : gồm các khoáng vật sét

Các chất gắn kết có màu sắc rất đặc trưng : silic và vôi thường có màu xám nhạt, siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) có màu da bò, hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) có màu nâu đỏ, còn limonit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3.3\text{H}_2\text{O}$ ) có màu nâu. (tham khảo : các loại khoáng vật)

Tùy theo kiểu gắn kết có thể chia ra :

- Gắn kết kiểu tiếp xúc : chất gắn kết chỉ ở chỗ tiếp xúc giữa các hạt
- Kiểu lấp đầy hay lỗ rỗng : chất gắn kết lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt
- Kiểu bazan hay cơ sở : chất gắn kết tràn đầy trong khối đá làm các hạt không tiếp xúc với nhau.

Nếu có cùng thành phần khoáng vật và chất gắn kết thì kiểu gắn kết tiếp xúc kém bền nhất, còn kiểu bazan bền vững nhất.

**\* Kiến trúc của đá trầm tích :**

Kiến trúc của đá trầm tích rất đa dạng, ngoài việc phân loại kiến trúc theo mức độ kết tinh như đá magma, người ta cũng phân loại kiến trúc theo kích thước hạt. Theo TCVN 5747-1993, có các kiến trúc sau

Loại kiến trúc	Kích thước hạt
Kiến trúc đá tảng	> 300mm
Kiến trúc cuội (dăm)	300 – 150mm

Kiến trúc sỏi (sạn)	150 – 2mm
Kiến trúc hạt cát	2 – 0,06mm
Kiến trúc hạt bụi	0,06 – 0,02mm
Kiến trúc hạt sét	< 0,02mm

(Dăm và sạn là những hạt có kích thước bằng với cuội và sỏi nhưng không được làm tròn cạnh như chúng)

**\* Cấu tạo của đá trầm tích :**

Cấu tạo của đá trầm tích rất đa dạng. Phổ biến là cấu tạo lớp. Ngoài ra còn có cấu tạo khối (khi các hạt khoáng vật tạo đá sắp xếp lộn xộn – ví dụ như đá cát kết), hay cấu tạo dòng, khi các hạt được định hướng theo phương dòng chảy, hướng gió.

Đá trầm tích có rất nhiều lỗ rỗng (ví dụ như cát kết  $n = 3-39\%$ ), trong khi đó độ rỗng của đá biến chất và đá magma chỉ từ 0,8-1,2%. Điều này làm cho độ bền của đá trầm tích giảm đi rất nhiều so với các loại đá còn lại.

**\* Thế nằm của đá trầm tích :**

Đá trầm tích thường có thể nằm kiểu phân lớp. Trong đá trầm tích người ta dễ dàng thấy được các lớp đất đá có thành phần, tính chất và màu sắc khác nhau. Các lớp này được tạo thành trong quá trình trầm đọng một cách có chu kỳ các trầm tích.

Nếu các lớp nằm song song với nhau, chúng tạo thành thế nằm *chính hợp*, đặc trưng cho môi trường trầm tích đồng nhất và yên tĩnh. Trong một số trường hợp, do vận động kiến tạo của vỏ Trái Đất đất đá có thể có thể nằm *không chính hợp* (các lớp đất đá không còn song song với nhau)

**➔ Một số loại đá trầm tích**

**\* Đá trầm tích cơ học**

Được thành tạo từ những sản phẩm phá hủy cơ học của đá magma, biến chất hay các trầm tích đã có từ trước. Chúng là những mảnh vụn rời rạc được gắn kết lại với nhau, nên cũng được gọi là đá *trầm tích vụn*. Tùy theo kích thước của các mảnh vụn đá được gắn kết, đá trầm tích cơ học chia thành các loại sau :

**Cuội kết, dăm kết :**

*Cuội kết* gồm các hạt cuội gắn chặt với nhau bằng chất gắn kết thường là carbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), hoặc là sét hay silic.

Độ bền của cuội kết phụ thuộc rất nhiều vào loại và đặc điểm phân bố của chất gắn kết trong toàn khối đá. Chất gắn kết silic là bền nhất. Dung trọng của cuội kết

từ 15-19 KN/m<sup>3</sup>. Độ bền nén từ 5-160 MPa. Cuội kết được dùng làm vật liệu xây dựng.

*Dăm kết* thường gặp ở chân sườn dốc đứng. Chất gắn kết thường là sét hay vật liệu carbonat.

### **Cát kết :**

*Cát kết* được thành tạo do sự gắn kết các hạt cát có kích thước khác nhau. Theo độ lớn hạt có thể chia ra làm : Cát kết *hạt thô*, *hạt vừa* và *hạt mịn*. Theo tính chất vật liệu lại chia thành : *cát kết sét*, *cát kết vôi*, *cát kết sắt*, *cát kết silic*. Theo thành phần khoáng vật có thể chia thành : cát kết thạch anh, cát kết mica, và cát kết feldspar. Cát kết có thể là đều hạt hay không đều hạt.

Độ bền của cát kết phụ thuộc rất nhiều vào chất gắn kết (giống như cuội kết). Cát kết silic có độ bền cao nhất (tới 200 MPa), cát kết vôi có độ bền kém hơn (khoảng 150 MPa) và độ bền kém nhất là cát kết sét (50 MPa).

### **Bột kết :**

*Bột kết hay aleurolit* là loại đá trung gian giữa cát kết hạt mịn và sét kết. Chúng được tạo thành chủ yếu trong các trầm tích lục địa, do cát pha, sét pha gắn kết lại mà thành. Bột kết cũng là một loại đá bền vững nhưng khi trong đá có các chất gắn kết kém bền thì chúng dễ bị phá hủy trong quá trình phong hóa.

### **Sét kết :**

*Sét kết hay argilit* thường được gắn kết bằng vật liệu silic, nên độ bền khá cao. Khi sét kết bị phân lớp dọc theo các mặt phân phiến được gọi là đá phiến sét. Sét kết thường có màu tối. Khi bị thấm nước, độ bền của chúng giảm đi rất nhiều.

### **\* Đá trầm tích hóa học**

Được thành tạo từ sự lắng đọng các chất hóa học đã kết tủa từ các dung dịch hóa học. Trong nước, một số chất hóa học bị hòa tan dưới tác động của khí CO<sub>2</sub>. Khi điều kiện hòa tan thay đổi (lượng CO<sub>2</sub> giảm đi chẳng hạn) thì quá trình hòa tan của chất hóa học cũng giảm đi – làm kết tủa một số chất hóa học. Ví dụ : đá vôi hòa tan rất mạnh trong nước có chứa khí CO<sub>2</sub>, tỷ lệ hòa tan là 1:1000. Nhưng khi trong nước không có CO<sub>2</sub>, tỷ lệ hòa tan chỉ còn 1:30 000 đến 1:50 000, một số đá vôi đá hòa tan trong nước sẽ bị kết tủa trở lại do độ hòa tan giảm đi.

Các đá trầm tích hóa học thường được thành tạo ở đáy các vũng vịnh, ở vùng khí hậu khô ráo, cách ly một phần hoặc hoàn toàn với nước biển, hay ở những nơi có mạch nước khoáng lộ ra trong lục địa.

Một số đá trầm tích hóa học tiêu biểu như :

### **Đá vôi :**

Thành phần chính là  $\text{CaCO}_3$ , thường gặp dưới dạng calcit. Ngoài ra trong đá vôi còn có lẫn sét, oxit silic, dolomit....

Đá vôi nguyên chất thường có màu trắng, khi lẫn chất khác thường có màu xám, vàng, hồng...

Theo nguồn gốc thành tạo có thể chia ra các loại : đá vôi hóa học, đá vôi hữu cơ, đá vôi vụn và đá vôi hỗn hợp.

*Đá vôi hóa học* thường được hình thành do sự lắng đọng các chất kết tủa carbonat từ dung dịch. Điển hình có *tuf vôi* và *đá vôi trũng cá*. Đá tuf vôi được thành tạo ở vùng có mạch nước lộ ra. Do chảy trên mặt đất, một phần  $\text{CO}_2$  trong nước bị mất đi nên các carbonat hòa tan trong nước kết tủa trở lại, tạo thành đá vôi có lỗ rỗng và không phân lớp. Loại tuf vôi có độ chặt cao, độ rỗng nhỏ, có một phần kiến trúc kết tinh được gọi là travertin. Độ bền của tuf vôi khi khô vào khoảng 80 MPa. Đá vôi trũng cá được thành tạo ở biển gồm các hạt calcit được gắn chặt lại cũng chính bằng chất kết dính calcit. Độ bền thấp, chỉ khoảng 16-20 MPa.

*Đá vôi hữu cơ* được thành tạo do sự tích tụ các di tích hữu cơ, phổ biến nhất là loại *đá vôi vỏ sò*. Thành phần chủ yếu vẫn là  $\text{CaCO}_3$ , sủi bọt mạnh với HCL. Loại đá vôi này có độ rỗng cao, độ bền thấp. Một dạng khác của đá vôi hữu cơ là *đá phấn* có thành phần giống như đá vôi nhưng độ bền thấp hơn nhiều.

*Đá vôi vụn* gồm những mảnh vụn của đá vôi được gắn chặt trở lại bằng calcit. Đây là loại đá tái trầm tích.

Đá vôi hỗn hợp được thành tạo một phần từ các mảnh vụn, một phần từ vật chất hữu cơ hay hóa học. Phổ biến nhất là đá *marnơ*. Thành phần gồm  $\text{CaCO}_3$  (từ 20-80%) và sét. Khi lượng  $\text{CaCO}_3$  ta có loại đá marnơ vôi, khi lượng  $\text{CaCO}_3$  ít đi ta có loại đá marnơ sét. Nếu được tạo thành ở biển, đá marnơ tạo thành tầng dày, khi lộ trên mặt đất nó dễ bị phong hóa, tạo thành khối bùn nát. Độ bền lớn nhất vào khoảng 60 MPa.

Nói chung đá vôi được sử dụng rộng rãi làm vật liệu xây dựng, trong việc sản xuất vôi, xi măng và trong các ngành công nghiệp khác.

### **Dolomit :**

Thành phần chính là  $\text{CaCO}_3$ , thường gặp dưới dạng calcit. Ngoài ra trong dolomit còn có lẫn sét tạo thành từ khoáng vật cùng tên (dolomit  $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$ ) và các tạp chất như calcit, thạch cao... Màu xám trắng hay đỏ. Kiến trúc dạng hạt, cấu tạo chặt xít. Trọng lượng thể tích từ 27-29 KN/m<sup>3</sup>. Độ bền nén từ 100-140 MPa. Dolomit được dùng làm vật liệu xây dựng, vật liệu chịu lửa.

### **Thạch cao :**



Gồm các khoáng vật có thành phần hóa học là  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Màu trắng. Khi lẫn tạp chất thường có màu xám, vàng, nâu... Kiến trúc dạng hạt thô. Trọng lượng thể tích là  $22 \text{ KN/m}^3$ . Độ bền nén nhỏ hơn 20 MPa. Thạch cao được dùng làm phấn, vật liệu làm tượng, làm trang trí hay để bó bột trong y tế.

#### **Anhydrit :**

Là loại thạch cao không chứa nước ( $\text{CaSO}_4$ ). Cứng hơn thạch cao (độ cứng 3-3.5) và khi gặp nước thì biến thành thạch cao, thể tích tăng tới 30-33%. Trọng lượng thể tích từ  $28-29 \text{ KN/m}^3$ . Độ bền nén từ 60-8- MPa.

#### **Muối mỏ :**

Thường gặp ở dạng halit ( $\text{NaCl}$ ), hay silvin ( $\text{KCl}$ ) hay sivinit (hỗn hợp của halit và silvin). Các muối đều dễ hòa tan trong nước và thường có màu trắng. Muối ăn ( $\text{NaCl}$ ) thường có vị mặn, muối kali có vị đắng. Các khoáng vật trên tích tụ thành mỏ, kích thước lớn. Ở nước ta vùng Tây Bắc và tây Thanh Hóa có khả năng có muối mỏ.

#### **\* Đá trầm tích hữu cơ**

Được thành tạo do sự tích tụ các di tích động vật và thực vật. Từ các di tích động vật tạo thành các loại đá như đá vôi vỏ sò, đá vôi san hô, đá phấn như đã trình bày ở trên. Từ các di tích thực vật sẽ tạo thành các loại trầm tích như diatomit, trepel, opoka (đá đản bạch) và than bùn.

#### **Diatomit :**

Là loại trầm tích thực vật màu trắng, xám sáng hay vàng. Được thành tạo ở biển hay hồ. Thành phần gồm từ 70-98% silic. Diatomit có độ rỗng cao, độ bền và trọng lượng thể tích thấp.

#### **Trepel :**

Có thành phần rất giống với diatomit, nhưng hầu như không chứa các di tích hữu cơ. Trepel là loại đá nhẹ, xốp, gắn kết yếu. Màu trắng, xám, nâu, đỏ và đen. Trepel và diatomit được dùng làm các vật liệu cách nhiệt, cách âm và là nguyên liệu để làm xi măng, gạch.

#### **Opoka (đá đản bạch) :**

Còn được gọi là đá silic vì trong thành phần của nó lượng  $\text{SiO}_2$  chiếm từ 92-98%. Opoka có trọng lượng thể tích tương đối thấp do lỗ rỗng khá nhiều. Màu vàng, xám sẫm và đen. Đá ít khe nứt nhưng giòn.

#### **Than bùn :**

Là loại đá được thành tạo dưới nước, do cây cối bị chết phân hủy ra, nhưng các di tích thực vật còn thấy rõ ràng. Than bùn thường có độ rỗng lớn, độ ẩm cao và nén

lún mạnh dưới tác dụng của tải trọng. Quá trình nén lún kéo dài hàng chục cho tới hàng trăm năm. Trọng lượng thể tích của than bùn từ 6-11 KN/m<sup>3</sup>.

### ➔ **Tính năng xây dựng của đá trầm tích**

Đá trầm tích (cũng như đất) phân bố rất rộng trên vỏ Trái Đất nên có ý nghĩa rất lớn đối với các công trình xây dựng.

Các đá trầm tích cơ học như cuội kết, cát kết...thường có khả năng chịu lực lớn. Nhưng do sự vận động của Trái Đất, do tác dụng của phong hóa làm tính chất của đá thay đổi, làm phát sinh trong đá các khe nứt và ảnh hưởng đến sức chịu tải của nó. Do vậy, khi xây dựng các công trình trên loại đá này cần phải nghiên cứu một cách đầy đủ những đặc điểm về trạng thái, kiến trúc, cấu tạo cũng như mức độ phong hóa của đá.

Các trầm tích hóa học thường có độ bền cơ học khá lớn, có thể đáp ứng yêu cầu làm nền các công trình xây dựng. Nhưng do một số đá có tính hòa tan, có tính nứt nẻ, hang hốc do hoạt động karst nên khi xây dựng công trình phải quan tâm đến sự hình thành và phát triển karst cả trong quá trình thi công và trong quá trình khai thác công trình.

Đa số các đá trầm tích có cấu tạo phân lớp và độ rỗng lớn. Đặc điểm này ảnh hưởng đến sự ổn định của các bờ dốc đá, nhất là khi các lớp đá có thể nằm đổ về phía chân bờ dốc và khi các đá trên bờ dốc là loại đá phiến sét – do loại đá sét kết này dễ bị phân rã thành đất sét khi lộ ra ngoài không khí và tiếp xúc với nước.

### **3.3. Đá biến chất**

Đá biến chất được hình thành do sự *biến đổi sâu sắc* đá magma, đá trầm tích dưới tác dụng của nhiệt độ cao, áp suất lớn và các chất có hoạt tính hóa học.

Quá trình biến đổi đá magma, đá trầm tích để thành tạo đá biến chất xảy ra trong đới biến chất của vỏ Trái Đất. Dưới tác dụng của các nhân tố biến chất thì thành phần, kiến trúc và cấu tạo của các loại đá trên dần dần bị biến đổi. Kết quả là một loại đá mới được hình thành – đá biến chất, có thành phần, kiến trúc và cấu tạo đặc thù và khác so với các đá ban đầu.

### ➔ **Phân loại đá biến chất**

Dựa vào các nhân tố tác động chủ yếu, người ta phân ra :

- *Đá biến chất tiếp xúc* : xảy ra ở khu vực tiếp giáp giữa khối magma nóng chảy và đá vây quanh. Nhiệt độ cao đã làm thay đổi thành phần và tính chất của đất đá. Ví dụ : đá phiến sét biến thành đá sừng; đá vôi, dolomit biến thành đá hoa; đá cát kết, thạch anh thành quartzit. Càng xa khối magma, mức độ biến chất của đá giảm dần.

- *Đá biến chất động lực* : xảy ra dưới tác động của áp lực cao. Áp lực này không chỉ do trọng lượng của các lớp đá nằm trên (như trường hợp trầm tích cơ học) mà còn do áp lực sinh ra trong hoạt động tạo sơn của các quá trình kiến tạo (vì thế nên gọi là biến chất động lực). Do vậy, đất đá bị mất nước, độ rỗng giảm đi và sự liên kết giữa chúng tăng lên. Biến chất động lực không phải là quá trình duy nhất mà thường kèm theo sự tăng cao nhiệt độ và do vậy làm thay đổi thành phần, kiến trúc và cấu tạo của đất của đá. Đá dăm kết kiến tạo là đại biểu rất đặc trưng cho đá biến chất động lực.
- *Biến chất khu vực* : thường xảy ra dưới sâu và trên những khu vực rộng lớn do tác dụng đồng thời của nhiệt độ cao và áp suất lớn. Đặc trưng về cấu tạo của đá biến chất khu vực là tính phân phiến, có nghĩa là dưới tác dụng cơ học đá có thể tách ra thành nhiều phiến mỏng. Đại biểu cho đá biến chất khu vực là đá phiến mica, đá gneiss (gơnai)...

### ➔ **Đặc điểm của đá biến chất**

#### \* *Thành phần của đá biến chất* :

Thành phần khoáng vật của đá biến chất gần giống với thành phần khoáng vật của đá magma, gồm các khoáng vật phổ biến như thạch anh, feldspar, pyroxen, mica... Ngoài ra còn có một số khoáng vật mà chỉ trong đá biến chất mới có như clorit, disthen, andalusit, granat...

Nhìn chung các khoáng vật của đá biến chất có cường độ cao, tuy nhiên không ổn định dưới tác dụng của phong hóa.

#### \* *Kiến trúc của đá biến chất* :

Sau khi chịu tác dụng biến chất, các khoáng vật trong đá có xu hướng tái kết tinh, ổn định hơn, lỗ rỗng ít hơn, nên kiến trúc của đá biến chất có một số loại sau:

**Kiến trúc biến tinh** : khi nhiệt độ cao, làm trong đất đá xuất hiện các vùng nóng chảy cục bộ rồi kết tinh, sự sắp xếp lại các khoáng vật xảy ra ở các đá kết tinh gọi là hiện tượng tái kết tinh.

Để phân biệt với các kiến trúc kết tinh ở đá magma, các kiến trúc tái kết tinh của đá biến chất đều thêm chữ “biến tinh”. Ví dụ như kiến trúc hạt biến tinh đều, kiến trúc hạt biến tinh không đều.

**Kiến trúc milonit** : đặc trưng cho các đá biến chất động lực, do tác động của áp lực đá bị nghiền nát, sau đó lại được các khoáng vật khác gắn chặt lại với nhau. Đá có kiến trúc milonit thường không ổn định với nước. Nếu bị nghiền nát mà không được gắn kết lại với nhau sẽ tạo thành kiến trúc kiểu nghiền nát (cataclazit).

**Kiến trúc dạng vẩy** : đặc trưng cho các đá chứa các khoáng vật dạng vẩy như talc, clorit, mica... Khi bị biến chất, các vẩy khoáng vật được định hướng theo một

phương nào đó. Các loại đá có kiến trúc dạng này thường mất ổn định khi bị phong hóa.

**Kiến trúc tàn dư (kiến trúc sót)** : quan sát thấy được ở những đá còn giữ lại được dấu vết kiến trúc của đá ban đầu. Ví dụ như trong gneiss thường thấy những dấu vết của đá granit.

**\* Cấu tạo của đá biến chất :**

Tùy theo điều kiện thành tạo , đá biến chất có một số loại cấu tạo như sau :

**Cấu tạo khối** : tương tự như cấu tạo ban đầu của khối magma, các khoáng vật phân bố đều trong đá và sau khi bị biến chất vẫn giữ nguyên được đặc tính này. Ví dụ như đá hoa, quartzit...

**Cấu tạo gneiss (cấu tạo dải)** : Các khoáng vật có hình dáng khác nhau được sắp xếp định hướng theo từng dải (có chiều dày, màu sắc, thành phần khoáng vật khác nhau) liên tục trong khối đá. Cấu tạo này đặc trưng cho mức độ biến chất cao.

**Cấu tạo phiến** : được tạo thành do sự định hướng của các khoáng vật dưới tác dụng của áp lực thủy tĩnh trong quá trình tái kết tinh. Các khoáng vật sắp xếp thành lớp theo phương vuông góc với phương của áp lực. Chúng gần như song song với nhau. Chiều dày của lớp nhỏ.

**\* Thế nằm của đá biến chất:**

Đá biến chất có thể nằm giống với dạng của đá ban đầu như dạng lớp của đá trầm tích, dạng nấm, dạng mạch ở đá magma. Riêng đối với đá biến chất tiếp xúc, do mức độ biến chất khác nhau của khối đá vây quanh đá magma, nên thế nằm của chúng thường có dạng vành đai. Trong các vành đai khác nhau, tính chất cơ lý của đá cũng khác nhau (mức độ biến chất giảm dần từ gần đá magma ra xa)

**➔ Một số loại đá biến chất chính**

Dưới đây là một số loại đá chính phân loại theo các dạng cấu tạo khác nhau của đá biến chất :

**\* Đá có cấu tạo khối**

**Quartzit**

Là loại đá chặt xít do cát kết, thạch anh bị biến chất thành. Màu trắng, xám, hồng... Cường độ chống nén rất cao (tới 350 MPa). Quartzit chủ yếu được dùng làm vật liệu xây dựng.

**Đá hoa**

Do đá vôi (có lẫn dolomit) tái kết tinh tạo nên. Đá hoa thường gặp ở chỗ tiếp giáp giữa đá vôi và granit. Chính dòng magma nóng chảy ban đầu sinh ra granit là nguồn nhiệt để đá vôi tái kết tinh thành đá hoa. Đá hoa thuần khiết có màu trắng. Khi lẫn

caca tạp chất thì có màu xám vàng, trắng xanh... Nhiều loại đá hoa rất đẹp, thường được dùng làm vật liệu trang trí, làm tượng (như tượng thần vệ nữ Milo, tượng David). Cường độ chịu nén của đá hoa thay đổi từ 50-120 MPa.

### **\* Đá có cấu tạo gneiss**

#### **Đá gneiss**

Tiêu biểu cho loại đá có cấu tạo gneiss. Thành phần của nó gồm thạch anh, feldspar, mica, khoáng vật sẫm màu. Tùy theo loại đá ban đầu là trầm tích hay magma mà sau khi biến chất sẽ được loại đá paragneiss hay là orthogneiss. Ngoài ra còn gặp dạng đá chuyển tiếp giữa granit và gneiss gọi là granitogneiss.

Đá gneiss có cấu tạo gneiss điển hình : Một dải khoáng vật sáng màu gồm thạch anh, feldspar, sau đó đến một dải sẫm màu gồm biotit, hornblende. Độ bền của đá gneiss tương đối cao (từ 80-100 MPa) dùng làm nền công trình tốt. Tuy nhiên khi hàm lượng mica trong đá tăng lên thì cường độ của đá giảm và tốc độ phong hóa tăng nhanh.

### **\* Đá có cấu tạo phiến**

#### **Đá phiến kết tinh (đá phiến mica, đá phiến clorit, đá phiến amphibol...)**

Là loại đá thường gặp nhất. Chúng được gọi theo tên khoáng vật nào chiếm ưu thế trong đá như đá phiến mica, đá phiến clorit, đá phiến amphibol...

Các loại đá này có cấu tạo phiến, tuy nhiên khi hàm lượng thạch anh tăng lên thì dạng phiến không còn rõ ràng. Độ bền nén thường < 150 MPa.

#### **Phylit**

Là do đá sét (trầm tích sét kết) bị biến chất tạo nên. Thành phần chủ yếu gồm mica, clorit, thạch anh... Màu vàng, lục, đen xám. Cấu tạo chặt xít. Khi phylit lại tiếp tục bị biến chất thì sẽ tạo thành đá phiến.

### **➔ Tính năng xây dựng của đá biến chất**

Có thể khái quát đặc tính xây dựng của đá biến chất theo hai dạng đá cơ bản :

- Đá không phân phiến : có các tính chất xây dựng tương tự như đá magma xâm nhập. Trong điều kiện không bị biến đổi và không bị nứt nẻ, các đá biến chất được xem là vật liệu bền vững, thích hợp cho việc làm nền các công trình xây dựng. Có thể tạo được hố móng hay bờ dốc thẳng đứng mà không sợ mất ổn định.
- Đá biến chất phân phiến : có tính năng xây dựng giống với đá trầm tích hơn do có xu hướng phá hoại dọc theo các mặt phân phiến (các mặt phân phiến ở đây đóng vai trò như mặt phân lớp trong đá trầm tích). Hướng dốc (hay hướng dốc) của mặt phân phiến trong bờ dốc sẽ ảnh hưởng lớn tới sự ổn định của chúng do

nó quyết định việc hình thành các mặt giảm yếu, mặt trượt. Người ta nói đá phân phiến có tính dị hướng (độ bền theo các phương khác nhau là khác nhau), được đặc trưng bằng hệ số dị hướng.

Cũng như đá magma và đá trầm tích, khả năng ổn định của khối đá biến chất phụ thuộc rất nhiều vào mức độ nứt nẻ, hướng của các khe nứt và các đặc trưng phong hóa. Vì vậy mỗi khi xây dựng công trình cần phải nghiên cứu đầy đủ các đặc điểm của đá biến chất của khu vực xây dựng để đảm bảo an toàn cho công trình.

## IV. ĐẤT

### 4.1. Sự hình thành của đất

Đất được tạo thành do kết quả phong hóa vật lý và hóa học của các loại đá gốc. Chúng là những mảnh hạt vụn *chưa được gắn kết lại với nhau* trong quá trình trầm đọng.

Như đã đề cập ở phần trước : đá trầm tích và đất là hai trường hợp riêng của đất đá trầm tích, chúng có cùng nguồn gốc thành tạo và tương đồng về cách phân loại như về kiến trúc, thành phần v.v... Tuy nhiên, đất có tính phi định hình (đất rời, đất dẻo dính), còn đá trầm tích có tính định hình (các dạng đá kết...). Điều này làm cho tính chất xây dựng của đất mang những đặc thù riêng, khác nhiều với đá trầm tích (và các loại đá nói chung).

Các yếu tố quan trọng nhất trong sự hình thành đất bao gồm : *Khí hậu, vật liệu gốc, sinh vật, địa hình và thời gian*. Có thể phân tích một cách khái quát ảnh hưởng đến tính chất của đất do các yếu tố này gây nên như sau :

- *Khí hậu* : Yếu tố khí hậu bao gồm nhiệt độ, mưa gió ảnh hưởng tới sự thành tạo đất và tính chất của chúng. Ảnh hưởng này được giải thích tương tự như trong quá trình phong hóa : Có tác dụng làm đá gốc bị vỡ vụn, trạng thái của chúng bị thay đổi. Mưa, gió còn là động lực vận chuyển các hạt vụn rời trầm tích trên bề mặt vỏ Trái Đất.
- *Vật liệu đá gốc trước kia* : được coi là yếu tố quan trọng nhất, ảnh hưởng lớn nhất đến sự thành tạo và các tính chất của đất được tạo ra. Có một thực tế là ngày nay người ta nhận thấy là nhiều loại đất tương tự có thể được tạo ra từ các vật liệu đá gốc khác nhau khi mà các điều kiện khí hậu không đổi (do trong thành phần đá gốc có sự tương đồng nhất định).
- *Yếu tố sinh vật* (bao gồm cả động vật và thực vật) : quá trình sinh sống phát triển của các sinh vật (rõ rệt nhất là rễ thực vật) làm thay đổi trạng thái của đất, làm cho tính chất cũng biến đổi theo.
- *Yếu tố địa hình* : liên quan đến vị trí của đất trong một cảnh quan cụ thể. Độ dốc của địa hình quyết định đến các quá trình xói mòn và lắng đọng. Vị trí của địa

hình cũng ảnh hưởng đến tính chất của đất do nó quyết định đến các điều kiện phong hóa của đá gốc : Ví dụ như ở trên đỉnh núi, sườn núi hay dưới thung lũng.

- *Thời gian* : là yếu tố cuối cùng, quyết định độ dài các quá trình tác động của khí hậu hay thực vật đến vật liệu đá gốc để tạo ra đất.

Trong suốt thời gian tồn tại, đất chịu tác động của các thay đổi về điều kiện tự nhiên như : sự tái trầm tích nhiều lần, sự làm chặt dưới tác dụng của trọng lượng các tầng trầm tích mới phủ lên, sự nén khí các tầng trầm tích ấy bị xói mòn, sự ngấm nước hay sự tháo khô mới khi có các hoạt động kiến tạo hiện đại... Những thay đổi theo thời gian đó sẽ quyết định đến các tính chất của từng loại đất.

Theo nguồn gốc và điều kiện hình thành đất được chia ra :

### ➔ Trầm tích lục địa

Gồm những loại đất được thành tạo trong đất liền.

#### ***Đất tàn tích (eluvi, ký hiệu là eQ)***

Gồm các sản phẩm phong hóa khác nhau của đá còn lại *tại chỗ*. Thành phần của đất tàn tích có thể là : sét; đất loại sét; các đất rời xốp khác như cát, sạn dăm hay các loại chuyển tiếp của chúng như cát-sạn, cát-dăm hoặc dăm-sạn...

Chiều dày lớp đất tàn tích thường rất hay biến đổi, còn thể nằm thì rất đa dạng.

#### ***Đất sườn tích (deluvi, ký hiệu là dQ)***

Chủ yếu được tích lũy tại sườn dốc của các đồi gò hay ở các khoảng thấp sát đường phân thủy. Nguyên nhân do nước mưa hay nước tuyết tan rửa trôi các sản phẩm của phong hóa từ vùng cao hơn đưa xuống. Thành phần của đất sườn tích rất khác nhau nhưng phổ biến hơn cả gồm : các lớp sét, sét pha và cát pha lẫn các tạp chất khác (các mảnh lớn hơn như sạn, dăm, cuội...)

Sườn tích thường tạo nên những lớp phủ, đôi khi thành tầng dày và thường không phân lớp.

#### ***Đất bồi tích (aluvi, ký hiệu là aQ)***

Gồm tất cả các sản phẩm phong hóa được thành tạo ở sông, hợp thành các *thềm cổ* và *hiện đại* của thung lũng sông và lòng sông. Các tầng trên cùng của tầng bồi tích (đặc biệt là ở thung lũng sông vùng đồng bằng) thường là đất loại sét (cát pha, sét pha, sét) và cát hạt mịn. Các tầng phía bên dưới thường được cấu tạo bởi cát lẫn ít sỏi và cuội. Bên dưới cát thường là sỏi với chất lấp đầy là cát với các cỡ hạt khác nhau (thường là cát hạt to, hạt thô).

Như vậy, trong tầng bồi tích bao giờ cũng có sự biến đổi có quy luật về thành phần hạt từ sét hạt mịn phía trên đến các đất hạt thô ở dưới. Ngày nay người ta còn chia bồi tích hiện đại thành trầm tích bãi bồi và trầm tích lòng sông.

Bên cạnh đó đất bồi tích cũng tích lũy cả những vật liệu của deluvi từ sườn thung lũng hay các thềm cao hơn được vận chuyển tới, như vậy tầng bồi tích ở đây sẽ giàu vật liệu sườn tích (dăm, cuội, cát...), kiểu trầm tích hỗn hợp này còn được gọi là lớp sườn – bồi tích.

### ***Đất lũ tích (proluvi, ký hiệu là pQ)***

Là những trầm tích được tạo thành bởi các dòng bùn đá của các sông suối miền núi, hay các dòng chảy nhất thời phát sinh trong thời kỳ mưa nhiều, tuyết tan, băng tan ở trên núi.

Lũ tích có thành phần rất khác nhau, bao gồm : cuội, cát, các tầng sắc và tròn cạnh, đất loại sét. Càng đi xa núi tới đồng bằng, vật liệu hòn mảnh được chọn lọc, gặp ít tầng lẫn và đá cuội hơn, lũ tích chủ yếu là cát pha và cát. Trong tầng cát thấy có tính phân lớp (thường là xiên chéo hoặc không có hình thù rõ rệt). Càng xa núi hơn nữa, cát được thay thế bằng trầm tích loại sét như : sét, sét pha hay nhiều khi có dạng hoàng thổ.

### ***Đất hồ tích ( ký hiệu là lQ)***

Thường rất đa dạng, thành phần của chúng phụ thuộc vào điều kiện khí hậu của khu vực, vị trí, kích thước và chiều sâu của hồ nước, đặc trưng địa hình xung quanh và các nhân tố khác. Ở những hồ lớn, gần bờ thì tích lũy các hạt cuội to, xa bờ hơn thì có một vành đai cát, còn phần giữa hồ lại có trầm tích sét. Ở những hồ nhỏ, nông thì chủ yếu tích tụ các trầm tích sét.

Trầm tích hồ có chiều dày thay đổi và thường xếp thành lớp có chiều dày bé, hay các thấu kính với kích thước và hình dạng khác nhau.

### ***Đất phong thành (trầm tích do gió, ký hiệu là vQ)***

Liên quan đến hoạt động tích tụ của gió, tạo thành các lưới liềm cát, đụn cát ở sa mạc và nửa sa mạc, các dải cát dọc bờ biển, bờ hồ. Nhiều nhà khoa học cho rằng đất hoàng thổ cũng được tạo nên do kết quả tích lũy bụi khỉ quyển tại đồng cỏ khô, trong điều kiện khí hậu khô. Hoàng thổ thường không chịu được nước, bị tan rã và rửa xói dễ dàng, rất dễ lún sập.

Ở các vùng lạnh, người ta còn thấy đất băng tích, được tạo thành do kết quả của tác dụng xói mòn của sông băng với đất đá nằm bên dưới nó.

### **➔ Trầm tích vũng vịnh**

Là dạng đặc biệt của trầm tích thềm lục địa. Bao gồm : các trầm tích vũng vịnh, trầm tích tam giác châu và trầm tích cửa sông.



Thành phần trầm tích vũng vịnh gồm chủ yếu là sét, có độ hạt mịn; các trầm tích hữu cơ (chủ yếu là thực vật); ngoài ra còn có cát kết, đá vôi, than đá và các tầng muối khác nhau.

Trầm tích vũng vịnh tạo thành từng tầng dày, trong đó các loại đất có thành phần khác nhau hợp thành các vỉa, lớp, thấu kính. Nhiều khi các dạng thể nằm này bị vát nhọn dần theo đường phương.

Trạng thái vật lý của trầm tích vũng vịnh cũng không đồng nhất. Đất có ở trước kỷ Đệ Tứ thường bị nén chặt hơn, nằm ở trạng thái cứng hoặc nửa cứng. Những loại đất thuộc loại kỷ Đệ Tứ (nhất là các trầm tích hiện đại) thì ít bị nén chặt, nằm ở trạng thái dẻo mềm đến chảy.

### ➔ Trầm tích biển

Gồm những loại đất được thành tạo ở biển. Theo điều kiện hình thành có thể chia thành các trầm tích biển thành tạo ven bờ (*trầm tích ven bờ*) và ở chỗ nước sâu hơn (*trầm tích nước sâu*).

Đ.V.Nalivkin cho rằng các các *trầm tích sét ven bờ* được tạo ra ở những khoảng biển biệt lập bị ngăn cách, các vịnh, các khoanh biển bị các đảo án ngữ, các eo biển biệt lập... Tại những nơi đó không có sóng vỗ và các hoạt động của nước. Thành phần của chúng không đồng nhất do trộn lẫn cát, nhiều chỗ có cả sỏi, các thấu kính và lớp cát mỏng. Giàu tàn tích thực vật. Chiều dày khá lớn. Cũng ở ven bờ, nhưng ở độ sâu lớn hơn, xa bờ hơn có những lớp trầm tích cuội cát ven bờ được tạo thành do sóng vỗ, do các dòng chảy và một phần do thủy triều lên xuống. Chiều rộng của các dải cuội cát ven bờ thường không quá vài kilômét, nhưng chiều dày của chúng có thể đạt tới hàng chục, hay hàng trăm mét.

Các trầm tích ở chỗ nước sâu hơn được thành tạo ở độ sâu từ 20m đến 200m có đặc điểm là : diện phân bố lớn, chiều dày lớn tới hàng trăm mét, thành phần hạt sét đồng nhất hơn so với trầm tích ven bờ. Tùy theo các thành phần tạp chất mà trầm tích nước sâu được chia thành loại cát silic, carbonat, bitum hóa và chứa than. Thành phần vật chất của lớp trầm tích này không đồng nhất, chiều dày lớn.

Nguồn gốc và điều kiện hình thành đất các phức tạp thì bản chất vật lý của chúng càng khó nghiên cứu hơn.

## 4.2. Một số đặc điểm cơ bản của đất

### ➔ Thành phần chủ yếu của đất

Thành phần vật chất của đất rất đa dạng, nhưng nói chung có thể chia thành ba nhóm.

### Hạt khoáng vật rắn của đất.

Là những loại hạt khác nhau về hình dạng, thành phần và kích thước (cuội sỏi có kích thước vài cm; sét có kích thước rất nhỏ cỡ micromét).

Thành phần khoáng vật của hạt rắn có ý nghĩa rất lớn, quyết định đến tính chất của đất. Thạch anh, feldspar ít có tác dụng với nước bao quanh, trong khi đó monmorilonit lại tác dụng rất mạnh với nước làm đất trương nở nhiều. Các loại đất có cation trao đổi là  $\text{Na}^+$  thường hút mạnh nước mạnh hơn so với cation  $\text{Ca}^{2+}$ , và sẽ phân tán mạnh hơn khi gặp nước.

Yếu tố kích thước hạt sẽ quyết định *tỷ bề mặt* – tức là tổng diện tích bề mặt của các hạt đất trong một đơn vị thể tích, hay một đơn vị khối lượng hạt của đất. Hạt càng nhỏ thì tỷ bề mặt càng lớn. Khi gặp nước, lượng nước bao quanh các hạt sẽ lớn, sự tương tác giữa các hạt với nhau càng nhiều và càng mạnh hơn. Thường mỗi loại khoáng vật chỉ phân chia đến một kích cỡ nhất định, tương ứng với một tỷ bề mặt nhất định từ đó quyết định đến tính chất cơ lý của đất được cấu thành từ loại khoáng vật đó. Ví dụ : Các hạt khoáng kaolinit có kích thước khoảng 0,0001-0,001mm, tỷ bề mặt là khoảng 9-70m<sup>2</sup>/g, nhưng monmorilonit có cỡ hạt khoáng vật nhỏ hơn nữa và tỷ bề mặt cao hơn nhiều, vào khoảng 600-850m<sup>2</sup>/g. Do vậy, đất sét chứa nhiều monmorilonit (như sét bentonit) có tính chất khác hẳn sét kaolinit (gồm các khoáng vật kaolinit).

Khi kích thước của tinh thể khoáng vật tạo nên đất lớn, chúng ta có các loại đá tảng, hạt cuội (sỏi), dăm (sạn), cần chú ý rằng tinh thể ở đây có thể không phải chỉ là một loại khoáng vật mà là của một số loại khoáng vật nào đó – sản phẩm phong hóa chưa bị phá hủy hoàn toàn của một loại đá trước kia. Ngoài ra còn có các loại đất hạt nhỏ tới rất nhỏ như cát, sét (tham khảo phần kiến trúc của đá trầm tích).

### **Nước trong đất**

Nước tồn tại trong đất dưới nhiều dạng khác nhau, mỗi dạng đều có những ảnh hưởng nhất định đến tính chất của đất. Người ta phân loại :

*Nước trong khoáng vật của hạt đất* : Đây là loại nước nằm trong tinh thể khoáng vật của hạt dưới dạng phân tử  $\text{H}_2\text{O}$  hay dạng ion  $\text{H}^+$  và  $\text{OH}^-$ . Chúng không thể bị tách ra khỏi đất bằng các biện pháp cơ học và cũng ít ảnh hưởng tới tính chất của đất.

*Nước kết hợp ở mặt ngoài hạt đất* : Đây là loại nước được giữ lại trên bề mặt hạt đất do tác dụng hóa học, hóa lý và điện phân tử. Đúng như tên gọi, nước này có tính chất khác với nước tự do, nó không chịu sự chi phối của trọng lực.

Xét về quan điểm điện phân tử, các hạt sét tích điện âm. Do vậy, khi nước bao quanh hạt sét, chúng bị hút chặt bằng các lực tĩnh điện. Các phân tử nước sắp xếp lại : đầu cực dương bị hút vào hạt đất, đầu cực âm lại hút các hạt nước khác và cứ tiếp tục như vậy đến một khoảng cách nhất định. Lực hút càng lớn khi hạt nước ở

gần hạt đất, các phân tử nước được sắp xếp trật tự, xa hạt đất hơn thì lực hút giảm đi, liên kết yếu hơn, các phân tử nước sắp xếp hỗn độn hơn. Người ta chia ra :

- *Nước liên kết chặt (nước hấp phụ, hay nước hút bám)* : tạo thành lớp có chiều dày từ 11-13 phân tử bao quanh hạt đất. Không dẫn điện. Lượng nước liên kết chặt tăng dần khi đi từ đất loại cát cho đến đất loại sét (cát 0,5%; cát pha 5-7%; sét 10-20%). Nước liên kết chặt chỉ có thể bị bốc hơi dưới tác dụng nhiệt (nung sấy), thực vật không thể hút được nước liên kết chặt.
- *Nước liên kết yếu (nước màng mỏng)* : Bao ở bên ngoài nước liên kết chặt. Do vẫn chịu tác dụng của lực hút phân tử (lớn hơn trọng lực) cho nên nước màng mỏng không thể di chuyển tự do, tuy nhiên khi các hạt đất có nước bao quanh tiếp xúc với nhau thì nước màng mỏng có thể dịch chuyển từ nơi có màng dày đến nơi có màng mỏng hơn không phụ thuộc vào trọng lực mặc dù rất chậm chạp. Khi chiều dày màng mỏng bao quanh hạt tăng đến một giới hạn nhất định thì tại các lớp ngoài lực liên kết giữa nước và hạt đất trung tâm sẽ nhỏ hơn trọng lực, màng nước bị kéo xuống phía dưới, các hạt nước nằm ngoài giới hạn này trở thành nước trọng lực (nước tự do di chuyển theo quy luật của trọng lực). Sự có mặt của nước liên kết yếu trong đất loại sét làm cho chúng có một số tính chất đặc biệt : Tính dẻo, tính dính, tính trương nở, lún...

*Nước tự do (hay nước trọng lực)* : Như đã đề cập ở trên, nước tự do là loại nước nằm ngoài phạm vi tác động của lực điện phân tử. Nước tự do nằm trong các lỗ rỗng của đất, di chuyển dưới tác dụng của trọng lực và thường được gọi nước ngầm. Nước di chuyển giữa các lỗ rỗng tạo nên áp lực nước lỗ rỗng. Khi lỗ rỗng lớn, nước thấm qua nhanh, tạo nên áp lực thủy động tác dụng lên các hạt đất. (Là nguyên nhân của rửa trôi, xói mòn...)

*Nước mao dẫn* : Là một trường hợp riêng của nước tự do. Nước mao dẫn dâng lên theo các đường lỗ rỗng nhỏ giữa các hạt đất dưới tác dụng của sức căng bề mặt của nước (Hiện tượng mao dẫn)

### **Khí trong đất.**

Trong các lỗ rỗng của đất có chứa khí. Khí này sẽ chiếm đầy các lỗ rỗng khi đất khô hoàn toàn, còn khi đất có độ ẩm thì một phần của lỗ rỗng sẽ chứa nước, đất bão hòa nước sẽ không còn pha khí. Các khí trong đất có thể là  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ , thường có nguồn gốc khí quyển, sinh vật. Thành phần khí ít có ảnh hưởng đến tính chất cơ học của đất.

### **➔ Kiến trúc của đất**

Kiến trúc của đất rất đa dạng, nhìn chung có thể chia ra :

- *Kiến trúc hạt đơn*

- Kiến trúc tổ ong
- Kiến trúc bông
- Đồng thời các loại kiến trúc trên.

#### ➔ Cấu tạo của đất

Có thể chia đất theo cấu tạo thành một số loại sau :

- *Cấu tạo lớp* : Gồm các lớp có chiều dày khác nhau, nằm ngang hay nghiêng, kéo dài theo một phương nào đó. Trong mỗi lớp thành phần vật chất, màu sắc của chúng sẽ khác nhau.
- *Cấu tạo khối* : Khi các hạt đất sắp xếp hỗn độn theo cả ba phương thành một khối
- *Cấu tạo phức tạp* : bao gồm cấu tạo porphyri, tổ ong hay các loại đất đá có độ rỗng lớn.

#### ➔ Thế nằm của đất

Tùy theo điều kiện thành tạo mà đất có thể có các loại thế nằm khác nhau như tạo thành các lớp phủ, các tầng, lớp, các lớp kẹp, các thấu kính (đất trầm tích lục địa) hay dạng hệ tầng mà bên trong lại có các lớp xen kẽ không đều đặn (đất trầm tích vũng vịnh) hay dạng hệ tầng dày (đất trầm tích biển).

Các lớp đất có thể nằm ngang, xiên hay vát nhọn, thấu kính.

### 4.3. Các loại đất

Đất là tập hợp của những khoáng vật có kích thước rất khác nhau. Tùy theo các nhóm kích thước của hạt mà người ta có thể gọi tên, đánh giá tính chất xây dựng của chúng. Các loại đất thường được chia thành hai nhóm chính : đất rời và đất dính.

#### ➔ Đất rời

##### **Cuội sỏi**

Đại bộ phận là những mảnh vỡ vụn của đá magma, đá biến chất và đá trầm tích. Chúng có nhiều hình dạng khác nhau và được mài tròn cạnh

Cuội sỏi thường nằm thành lớp, thấu kính, hay lớp nghiêng ở các lũng sông. Vật liệu lấp đầy các lỗ rỗng trong lớp cuội sỏi có ý nghĩa quyết định đến độ thấm nước của chúng. Nếu là cát thì thấm nước tốt, còn nếu sét thì có thể hoàn toàn không thấm nước.

Cuội sỏi được dùng làm vật liệu xây dựng, đá rải đường.

##### **Cát**

Thành phần khoáng vật chủ yếu là thạch anh, ngoài ra còn có mica, feldspar. Màu của cát có thể là vàng, trắng, xám, nâu... Tùy theo kích thước của hạt cát và tỷ lệ của chúng trong đất mà người ta có thể chia thành các loại : cát sỏi, cát thô, cát vừa, cát nhỏ và cát mịn.

Độ rỗng của cát thường từ 36-40%. Tính thấm nước và thoát nước khá lớn. Tầng cát thường là tầng chứa nước dưới đất rất tốt. Khi chịu tải trọng, cát bị nén chặt nhanh nhưng độ lún không lớn. Khi bị chấn động, độ lún của cát tăng lên rõ rệt (tự đầm chặt) nên nền cát không thích hợp với các công trình có dao động như trạm bơm, nhà máy thủy điện. Cát bị bão hòa nước dễ gây hiện tượng cát chảy.

Cát là vật liệu xây dựng phổ biến, nhưng khi sử dụng cần chú ý đến các tạp chất trong chúng như sét, oxit sắt, mica.

### ➔ **Đất dính**

#### **Đất cát pha**

Bao gồm các hạt cát và sét, trong đó hàm lượng hạt sét từ 2-10%. Đất hơi có tính dính. Tính thấm nước không lớn. Chiều cao mao dẫn khoảng 1,5m. Khi lượng hạt bụi trong đất cát pha >30% thì đất dễ bị thành bùn nhão khi gặp nước, tạo ra hiện tượng cát chảy.

#### **Đất sét pha**

Cũng bao gồm các hạt cát và sét, trong đó hàm lượng hạt sét từ 10-30%. Tính dẻo tương đối lớn. Tính thấm nước nhỏ, có thể dùng làm tường chống thấm trong đập hay làm vật liệu đắp.

#### **Đất sét**

Tuy được gọi là đất sét nhưng trong thành phần của nó vẫn bao gồm cả hạt cát và sét với hàm lượng hạt sét >30%. Khoáng vật trong đất phần lớn là khoáng vật sét (như kaolinit, illit, monmorilonit...) ngoài ra còn có thạch anh (của cát), mica, clorit (của đá biến chất) và các chất hữu cơ khác. Đất sét có nhiều màu khác nhau như trắng, vàng, xám nâu... tùy theo các tạp chất có trong nó.

Độ rỗng của đất sét rất lớn (tới 50-70%). Trong khối đất sét hàm lượng nước hấp thụ rất lớn làm cho sét có tính dẻo, dính và trương nở mạnh. Tính thấm nước của đất sét rất nhỏ và thực tế coi như không thấm nước, do đó đất sét thường được dùng làm vật liệu chống thấm (Tầng hầm, thành đập...)

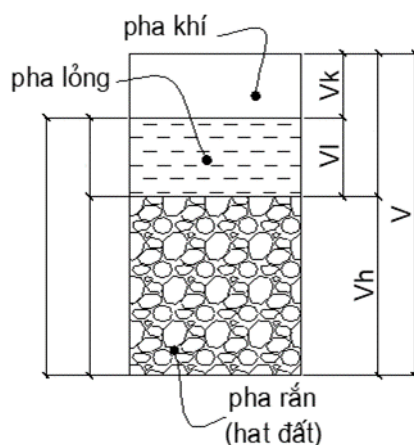
## CHƯƠNG II : CÁC TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT ĐÁ

### I. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA ĐẤT ĐÁ

#### 1.1. Các tính chất vật lý cơ bản thường gặp

##### ➔ Nhắc lại thành phần của đất đá.

Thành phần đất đá gồm 3 pha chính : pha rắn, pha lỏng và pha khí.



Hình 2.1 : cấu trúc 3 pha của mẫu đất

Ký hiệu trong hình vẽ :

P: Trọng lượng tổng của mẫu đất đá

V: Thể tích tổng của mẫu đất đá

P<sub>h</sub>: Trọng lượng hạt đất

V<sub>h</sub>: Thể tích hạt đất

P<sub>l</sub>: Trọng lượng chất lỏng (nước)

V<sub>r</sub>: Thể tích lỗ rỗng

V<sub>l</sub>: Thể tích chất lỏng (nước)

V<sub>k</sub>: Thể tích khí

##### ➔ Trọng lượng của đất đá.

Là một thông số quan trọng để tính toán thiết kế, xây dựng công trình. Người ta thường xác định các chỉ tiêu trọng lượng quan trọng sau đây :

**Dung trọng hạt:** Là trọng lượng của một đơn vị thể tích hạt rắn của đất đá (không xét đến cấu trúc độ rỗng).

$$\rho_h = \frac{m_h}{V_h} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Dung trọng hạt chỉ phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, không phụ thuộc vào kiến trúc cấu tạo, độ rỗng, độ ẩm. Với đất đá thông thường, dung trọng hạt thay đổi từ  $2,6 \div 3 \text{ T/m}^3$ . Các đá bazơ có dung trọng hạt lớn hơn ( $3 \div 3,3 \text{ T/m}^3$ ).

**Tỷ trọng của hạt đất đá** là tỷ số giữa dung trọng hạt và dung trọng riêng của nước tinh khiết ở  $4^\circ\text{C}$ . (giá trị dung trọng của nước thường lấy là  $1\text{T/m}^3$ , hay  $1\text{G/cm}^3$ ). Công thức tỷ trọng :

$$\Delta = \frac{\rho_h}{\rho_n}$$

**Dung trọng tự nhiên (Trọng lượng riêng):** là trọng lượng của một đơn vị thể tích đất đá ở trạng thái tự nhiên.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Dung trọng tự nhiên thay đổi theo độ chặt và độ ẩm. Đối với đá cứng thì dung trọng tự nhiên là xấp xỉ so với dung trọng hạt. Đối với đất mềm thì giá trị dung trọng tự nhiên có thể thay đổi từ  $1,5 \div 2 \text{ T/m}^3$ .

**Dung trọng khô:** Là trọng lượng khô (phần hạt đất đá) của một đơn vị thể tích đất đá ở trạng thái tự nhiên (có cấu trúc độ rỗng tự nhiên).

$$\rho_k = \frac{m_h}{V} \quad \text{hay} \quad \rho_k = \frac{\rho}{1+W} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Khác với dung trọng tự nhiên, dung trọng khô không phụ thuộc vào độ ẩm mà chỉ phụ thuộc vào cấu trúc độ chặt của đất đá. Do đó được sử dụng để đánh giá mức độ nén chặt của các công trình đất đắp. Ví dụ một số đập đất của nước ta đã được thiết kế với dung trọng khô từ  $1,45 \div 1,70 \text{ T/m}^3$ .

**Dung trọng đẩy nổi:** Là khối lượng của một đơn vị thể tích đất đá ở trong nước. Mẫu đất khi đó ở trạng thái bão hòa nước trong các lỗ rỗng, đồng thời chịu lực đẩy nổi của nước (Lực đẩy Ácsimét). Dung trọng đẩy nổi được tính bằng dung trọng bão hòa trừ đi dung trọng nước tự nhiên.

$$\rho_{\text{đn}} = (\rho_h - \rho_n)(1 - n) \quad (\text{g/cm}^3)$$

### ➔ Tính xốp rỗng của đất đá.

Tính xốp rỗng của đất đá đặc trưng cho sự có mặt của các khe, lỗ rỗng bé trong mẫu đất đá đó. Một số đại lượng đặc trưng là :

**Độ rỗng n (Hay độ rỗng toàn phần):** Là tỷ số giữa thể tích các lỗ rỗng trong mẫu đất đá với thể tích của toàn bộ mẫu đất đá đó.

Độ rỗng có giá trị luôn nhỏ hơn 1.  $n = \frac{V_r}{V}$

**Hệ số rỗng e:** Là tỷ số giữa thể tích các lỗ rỗng với thể tích phần hạt rắn của đất đá (Không tính thể tích lỗ rỗng). Hệ số rỗng có thể có giá trị lớn hơn 1.

$$e = \frac{V_r}{V_h}$$

Giữa độ rỗng và hệ số rỗng có mối quan hệ :  $n = \frac{e}{1+e}$ ;  $e = \frac{n}{1-n}$ .

Trong bài toán chỉ cần tính một trong hai đại lượng là có thể suy ra đại lượng còn lại.

➔ **Tính chất liên quan đến pha lỏng của đất.**

**Độ ẩm :** Là tỷ số giữa trọng lượng nước có trong đất và trọng lượng hạt đất có trong mẫu đã sấy khô.

$$W = \frac{P_l}{P_h} \cdot 100\%$$

**Độ bão hòa :** là tỷ số giữa thể tích nước trong mẫu đất và thể tích lỗ rỗng của mẫu.

$$G = \frac{V_n}{V_r} = \frac{W\rho_h}{e.\rho_n} = \frac{\Delta.\rho.W}{\Delta.\rho_n.(1+W)-\rho}$$

Đối với đất cát thì nước có thể lấp đầy các lỗ rỗng nên độ bão hòa có thể đạt bằng 1. Với đất dính thì khí lấp đầy các lỗ rỗng nhỏ và đẩy khí ra khỏi các lỗ kín cũng không dễ dàng, do đó  $S_r < 1$ .

**Các giới hạn Atterberg :** Khi cho thêm nước dần dần vào một mẫu đất khô thì đất sẽ chuyển dần từ trạng thái cứng sang trạng thái dẻo (qua các giai đoạn trung gian như trạng thái nửa cứng, dẻo cứng, dẻo mềm, dẻo chảy), rồi chuyển qua trạng thái chảy và cuối cùng là trạng thái lỏng. Điểm (độ ẩm) phân chia giữa trạng hai trạng thái được gọi là điểm giới hạn (hay độ ẩm giới hạn).

**Giới hạn dẻo ( $W_d$ ) :** Tương ứng với độ ẩm mà vượt qua nó đất sẽ chuyển sang trạng thái dẻo.

**Giới hạn chảy ( $W_c$ ) :** Tương ứng với độ ẩm mà vượt qua nó đất sẽ chuyển sang trạng thái chảy .

Bên cạnh đó Attenberg đưa ra khái niệm :

**Chỉ số dẻo ( $I_d$ ) :** là khoảng độ ẩm mà đất có tính dẻo, được tính bằng hiệu giữa hai giới hạn trên.



$$I_p = W_c - W_d, \%$$

Dựa trên giá trị của chỉ số dẻo, người ta có phương pháp phân loại đất thông dụng đó là :

Đất cát pha	$I_p < 7\%$
Đất sét pha	$I_p = 7-17\%$
Đất sét	$I_p > 17\%$

**Chỉ số độ sét ( $I_s$ )** : (xem phần chỉ tiêu đánh giá và phân loại đất )

### 1.2. Các tính chất vật lý khác

**Độ trương nở của đất** : Đặc trưng cho khả năng nở thể tích của đất khi gặp nước. Mức độ trương nở phụ thuộc vào thành phần khoáng vật của đất (sét monmorilonit nở mạnh hơn so với sét kaolinit). Độ trương nở tương đối được xác định theo công thức :

$$\text{Trị số trương nở } R_t = \frac{V_t - V_0}{V_0} \cdot 100\% = \frac{h_t - h_0}{h_0} \cdot 100\%$$

Trong đó:  $V_0; h_0; V_t; h_t$  là thể tích và chiều cao mẫu đất trước và sau khi trương nở

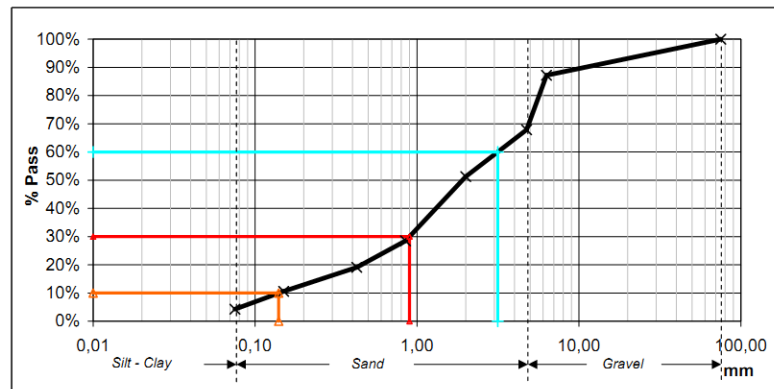
Độ trương nở của đất tương nở tỷ lệ thuận với chỉ số dẻo như sau :

$I_p > 35\%$	Đất có độ trương nở rất cao
$I_p = 25\% - 41\%$	Đất có độ trương nở cao
$I_p = 15\% - 28\%$	Đất có độ trương nở trung bình
$I_p < 18\%$	Đất có độ trương nở thấp

**Thành phần hạt** : biểu thị tỷ lệ thành phần của các loại hạt khác nhau có chứa trong mẫu đất. Bằng cách so sánh khối lượng của một cỡ hạt nào đó với khối lượng khô của toàn bộ mẫu sẽ xác định được tỷ lệ % của cỡ hạt ấy có trong mẫu đất.

Trong phòng thí nghiệm người ta dùng *bộ rây tiêu chuẩn* để xác định tỷ lệ thành phần của các hạt cát, hay phương pháp *tỷ trọng kế* để xác định tỷ lệ thành phần của nhóm hạt sét có trong đất.

Kết quả thu được thể hiện qua biểu đồ thành phần hạt (hình vẽ). Trục hoành là logarit của các đường kính hạt đất, trục tung là tỷ lệ % của các loại hạt có đường kính nhỏ hơn một giá trị nào đó (tỷ lệ tích lũy).



Hình 2.2 : Biểu đồ thành phần hạt đất

$$\text{Hệ số đường cong : } C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Dựa vào biểu đồ thành phần hạt có thể thấy được rõ ràng tỷ lệ các loại hạt trong mẫu đất và đánh giá cấp phối của đất thông qua các hệ số sau :

$$\text{Hệ số đồng nhất : } C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Trong đó :

$D_{10}$  : Đường kính hạt giả định của hạt sao cho những hạt bằng và nhỏ hơn nó chiếm 10 %.

$D_{60}$  ,  $D_{30}$  : Đường kính hạt giả định sao cho những hạt bằng và nhỏ hơn nó chiếm lần lượt 60 % và 30 %.

Các hệ số này được sử dụng để phân loại đất.

### 1.3. Chỉ tiêu đánh giá trạng thái và phân loại đất

#### ➔ Chỉ tiêu đánh giá trạng thái đất

**Chỉ số độ sệt ( $I_s$ )** : Độ sệt của đất được xác định đối với các loại *đất dính* theo công thức :

$$I_s = \frac{W - W_d}{W_c - W_d}$$

Dựa vào giá trị của chỉ số sệt , người ta xác định trạng thái của đất theo bảng sau :

**Bảng 2.1: Bảng phân loại trạng thái đất dính theo độ sệt**

Loại đất	Độ sệt $I_s$ .					
	<0	0 – 0,25	0,15 – 0,5	0,5 – 0,75	0,75 – 1	>1
Đất sét, sét pha	Cứng	Nửa cứng	Đẻo cứng	Đẻo mềm	Đẻo chảy	Chảy
Đất cát pha	Cứng	Đẻo				Chảy

**Độ chặt của đất** : Độ chặt của đất được xác định với các loại đất rời, theo công thức :

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\min} - e_{\max}}$$

Trong đó :

$e_{\max}$  ,  $e_{\min}$ : Hệ số rỗng của đất ở trạng thái rời nhất và chặt nhất

$e$ : Hệ số rỗng ở trạng thái tự nhiên.

Tùy theo trị số của  $I_D$  người ta chia ra :

Đất rời rạc :  $I_D < 0,33$

Đất cát chặt vừa :  $I_D = 0,33 - 0,67$

Đất cát chặt :  $I_D = 0,67 - 1$

Ngoài ra có thể đánh giá đơn giản hơn dựa vào hệ số rỗng  $e$  và loại đất rời theo bảng sau :

**Bảng 2.2: Bảng phân loại trạng thái đất rời theo độ sệt**

Loại đất	Độ chặt		
	Chặt	Chặt vừa	Rời
Cát sỏi, cát thô, cát vừa	$e < 0,55$	$e = 0,55 - 0,70$	$e > 0,70$
Cát nhỏ	$e < 0,60$	$e = 0,60 - 0,75$	$e > 0,75$
Cát mịn	$e < 0,60$	$e = 0,60 - 0,80$	$e > 0,80$

### ➤ Phân loại đất

**Phân loại đất dính** : Phân loại đất dính có thể dựa trên hai cách

- Theo thành phần hạt sét : (Xem trong phần “Khoáng vật và đất đá”)
- Theo chỉ số dẻo  $I_d$

Trong hai cách trên đây, cách phân loại theo chỉ số dẻo dễ thực hiện hơn và được áp dụng chủ yếu trong phòng thí nghiệm để phân loại đất dính khi khảo sát nền móng công trình xây dựng.

**Phân loại đất rời (Cát, sỏi, dăm, cuội)** : Theo thành phần hàm lượng hạt.

*Bảng 2.3: Bảng phân loại tên đất rời theo hàm lượng các cỡ hạt*

Tên đất	Phân loại đất rời theo kích cỡ hạt, tính bằng % khối lượng đất khô.

<b>Đất hòn lớn:</b>	
Đất dăm, đất cuội	Khối lượng hạt lớn hơn 10mm chiếm trên 50%.
Đất sỏi (sỏi tròn, sỏi góc)	Khối lượng hạt lớn hơn 2mm chiếm trên 50%.
<b>Đất cát</b>	
Cát sỏi	Khối lượng hạt lớn hơn 2mm chiếm trên 25%.
Cát thô	Khối lượng hạt lớn hơn 0,5mm chiếm trên 50%.
Cát vừa	Khối lượng hạt lớn hơn 0,25mm chiếm trên 50%.
Cát nhỏ	Khối lượng hạt lớn hơn 0,1mm chiếm trên 75%.
Cát bột	Khối lượng hạt lớn hơn 0,1mm chiếm dưới 75%.

Nguyên tắc phân loại trên đây là nguyên tắc căn bản. Trên thực tế các tiêu chuẩn khác nhau có quy định phân loại đất khác nhau như hệ thống tiêu chuẩn của Mỹ USCS, Hệ thống tiêu chuẩn của Anh, Pháp hay hệ thống tiêu chuẩn Việt nam. Trong quá trình thực hành các công tác có liên quan đến địa chất công trình cần tìm hiểu loại tiêu chuẩn cho phép áp dụng để tuân theo các quy định của tiêu chuẩn đó.

## II. TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA ĐẤT ĐÁ

Tính chất cơ học của đất đá là tính chất sinh ra khi có ngoại lực tác dụng lên chúng.

Ngoại lực có thể gây nên biến dạng đất đá và nếu đủ mạnh có thể phá hủy chúng. Như vậy tính chất cơ học của đất đá được 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 một 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 sang trạng thái phá hủy, các phân tử của chúng sẽ trượt lên nhau.

Trong các tính chất cơ học của đất đá thì **khả năng chống nén** và **chống cắt** là những tính chất chủ yếu của chúng. Hai chỉ tiêu về tính nén và cắt rất quan trọng để đánh giá độ bền của đất đá khi xây dựng và khai đào mỏ.

Để hiểu được các tính chất cơ học của đất đá cần nắm vững các kiến thức của môn học sức bền vật liệu (Ứng suất, biến dạng) ..vv... Đây là nội dung cơ bản của môn học “Cơ học đất”

## III. PHÂN LOẠI TỔNG QUÁT ĐẤT ĐÁ

Theo quan điểm địa chất công trình có thể phân đất đá ra thành những nhóm sau: Đá cứng, đá nửa cứng, đất rời rạc, đất mềm dính và đất có tính chất đặc biệt. Tiêu chí để phân loại các nhóm đất đá này là các tính chất vật lý, nước và cơ học quan trọng nhất của chúng.

### 3.1. Nhóm đá cứng.

Đá cứng là các đá macma, biến chất, trầm tích hóa học và trầm tích gắn kết chưa bị phong hóa (đá vôi trầm tích hoác học, cuội, sỏi, cát kết có chất gắn kết chắc, bền vững được thuộc nhóm này).

Đá cứng thường có dung trọng lớn ( $2.65 - 3,1 \text{ g/cm}^3$ ), độ rỗng nhỏ (cỡ vài phần trăm), hầu hết không bị nước phá hoại (trừ đá cacbonat-đá vôi), hầu như không thấm nước, không bị ép co, cường độ chống nén cao ( $500-4000 \text{ kG/cm}^2$ ), chống cắt lớn ( $200-1000 \text{ kG/cm}^2$ ); mô đun tổng biến dạng E trên  $100.000 \text{ kG/cm}^2$ . Chúng là nền lý tưởng cho hầu hết các công trình xây dựng.

### 3.2. Nhóm đá nửa cứng.

Đá nửa cứng bao gồm các loại đá cứng đã bị phong hóa, nứt nẻ mạnh, các đá trầm tích gắn kết yếu. Đó là các đá macma, đá biến chất bị phong hóa, nứt nẻ mạnh, các loại đá trầm tích như thạch cao, anhidrit, muối mỏ, đá vôi vò sò, đá phan, sét kết silic, sỏi kết, cuội kết, dăm kết, cát kết có chất gắn kết yếu.

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

Đá nửa cứng có dung trọng thấp hơn đá cứng (2,2-2,65 g/cm<sup>3</sup>), độ rỗng đạt trên 10-15%, có khả năng chứa nước và thấm nước qua các khe rãnh (hệ số thấm có thể đạt trên 30m/ng), nhiều đá dễ bị nước phá hoại. Khác với đá cứng hầu như không bị nén lún, đá nửa cứng có khả năng cố kết dẻo trong điều kiện áp lực bình thường, dưới tác dụng của tải trọng công trình thì chúng có thể bị nén lún. Các chỉ tiêu cơ học của nhóm đá này dao động trong khoảng lớn (Cường độ chống nén từ vài chục đến 500 kG/cm<sup>2</sup>, chống cắt từ vài ba đến 50 kG/cm<sup>2</sup>, mô đun tổng biến dạng E từ dưới 20.000 đến 100.000 kG/cm<sup>2</sup>).

### **3.3. Nhóm đất đá rời rạc.**

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

Đất đá rời rạc có đặc tính chung là không có liên kết cấu trúc, rời rạc, dung trọng nhỏ khoảng 1,4-1,9 g/cm<sup>3</sup>, độ rỗng lớn (25-40%), có khả năng chứa nước và thấm nước cao (hệ số thấm có thể đến vài chục, vài trăm m/ng), ít bị nước phá hoại. Độ bền của chúng phụ thuộc vào thành phần thạch học, khoáng vật, mức độ phong hóa các mảnh vụn. Đất rời rạc có nguồn gốc macma có độ bền lớn hơn so với đất cùng nhóm có nguồn gốc trầm tích hay biến chất. Cát thạch anh, fenspath có độ bền lớn hơn so với cát có thành phần khác. Độ bền toàn khối đất rời rạc liên quan mật thiết đến độ chặt của chúng. Độ chặt càng lớn thì tính ổn định càng cao. Dưới tác dụng của tải trọng tĩnh thì dăm, cuội, sỏi hầu như không bị nén lún, còn cát chỉ bị nén lún ít và rất nhanh, mô đun biến dạng trung bình dao động từ 50 đến 1000 kG/cm<sup>2</sup>.

### **3.4. Nhóm đất mềm dính.**

Nhóm này bao gồm : sét, sét pha, cát pha, bột

Về tính năng xây dựng của nhóm này thì các yếu tố thành phần khoáng vật và cấu trúc có ý nghĩa quan trọng nhất. Các khoáng vật sét đóng vai trò quyết định với tính chất cơ – lý, tính chất nước của chúng. Khi cấu trúc bị phá hủy thì tính bền vững của nhóm đất này giảm xuống rất nhiều đại lượng tương ứng tăng lên. Dung trọng trung bình 1,1-2,1 g/cm<sup>3</sup>, độ rỗng trung bình 45-55%. Thấm nước yếu (hệ số thấm thường nhỏ hơn 0,1m/ng), không hòa tan trong nước. Cường độ phụ thuộc vào độ ẩm, độ chặt, thành phần khoáng vật và biến đổi trong một phạm vi rộng (Mô đun biến dạng trung bình biến đổi từ 20 đến 100 kG/cm<sup>2</sup>), tính ép co mạnh.

### **3.5. Nhóm đất đá có tính chất đặc biệt.**

Nhóm này gồm : bùn, than bùn, đất muối hóa, đất chảy, thổ nhưỡng.

Chúng 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 rất thấp. Cùng với sự phân bố không đều dưới dạng các thấu kính trong các tầng đất khác những tính chất trên thường gây ra các hiện tượng bất lợi cho công trình xây dựng như hiện tượng đất chảy, lún nhiều và lún không đều (nún lệch).

## CHƯƠNG III : NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÀ QUI LUẬT VẬN ĐỘNG CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

### I. NƯỚC DƯỚI ĐẤT

#### 1.1. Các kiểu nguồn gốc của nước dưới đất

##### 1.1.1. Nước có nguồn gốc khí quyển (nước thấm)

Nước có nguồn gốc khí quyển được tạo thành bởi những nguyên nhân sau:

- Do nước khi quyển, nước mặt loại nhạt (nước ao, hồ, sông , ngòi...) ngấm vào đất đá
- Do hơi nước ngưng tụ lại trong các lỗ rỗng, khe nứt của đất đá
- Do quá trình trầm đọng các trầm tích trong các bồn chứa nước ngọt cũng được xếp vào kiểu nguồn gốc này.

Tuy vậy, sự thấm của nước mưa và nước mặt có ý nghĩa quan trọng nhất trong việc tạo thành nước có nguồn gốc khí quyển; vì lí do đó người ta gọi nước có nguồn gốc khí quyển là nước thấm.

##### 1.1.2. Nước có nguồn gốc biển (nước trầm tích)

Nước có nguồn gốc biển được thành tạo trong quá trình trầm đọng các trầm tích trong các đại dương, biển, vũng vịnh, cũng như trong quá trình thành tạo và biến chất của các trầm tích đó. Như vậy nước dưới đất có nguồn gốc biển là nước được tạo thành từ nước các đại dương, biển và gọi là *nước trầm tích*.

##### 1.1.3. Nước có nguồn gốc macma (nước nguyên sinh)

Nước có nguồn gốc macma là nước nguyên sinh tách ra từ các thể nóng chảy macma trong quá trình hoạt động núi lửa hay xâm nhập macma vào trong vỏ quả đất.

Trong giai đoạn đầu tạo thành quả đất, nước nguyên sinh được thành tạo với một lượng lớn. Hiện nay, theo ý kiến của phần lớn các nhà nghiên cứu, sự tách nước nguyên sinh từ macma là không đáng kể.

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

Nước loại này chủ yếu là nước tái sinh, nghĩa là nước được hình thành từ các khoáng vật đất đá trong quá trình biến chất nhiệt. Trước khi trở thành thành phần của các mạng tinh thể hay đất đá chung đã tham gia vào vòng tuần hoàn chung của nước và theo nguồn gốc chúng có thể là nước trầm tích hay nước thấm.

Nước tái sinh thành tạo mãnh liệt nhất trong quá trình khử Hidrat các khoáng vật, đất đá trong các khu vực hoạt động núi lửa hiện đại hay mới tắt và cả ở những độ sâu lớn trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao.



Nước được thành tạo trong các phản ứng hóa học có thể phân vào kiểu nguồn gốc này. Các phản ứng hóa học có thể xảy ra trong điều kiện áp suất và nhiệt độ thấp.

## **1.2. Các dạng tồn tại của nước dưới đất**

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 mạng tinh thể các khoáng vật

### **1.2.1. Nước ở trạng thái hơi**

Nước này nằm trong pha khí và tồn tại trong các lỗ hổng hay khe nứt rỗng của đất đá. Hơi nước vận động theo quy luật vận động của khí, từ nơi có độ ẩm lớn hơn đến nơi có độ ẩm nhỏ hơn (quá trình phân tán độ ẩm).

Hơi nước trong các lỗ hổng của đất đá và hơi nước trong khí quyển tạo thành một hệ thống cân bằng động, nghĩa là chúng có thể vận động từ khí quyển vào các lỗ rỗng của đất đá và ngược lại.

### **1.2.2. Nước liên kết vật lý**

Nước liên kết vật lý là dạng nước tồn tại ngay trên bề mặt hạt đất đá dưới tác dụng của lực liên kết giữa các phân tử nước với các hạt đất đá. Nước liên kết vật lý vận động chậm chạp hơn rất nhiều so với nước tự do, do chúng bị giữ lại trên bề mặt các hạt cứng bởi những lực liên kết lớn hơn trọng lực.

*Nước liên kết vật lý đặc trưng cho đất loại sét*; còn trong đá cứng và đất đá rời rạc chúng không có ý nghĩa thực tế (đóng vai trò không quan trọng so với các dạng nước khác, như là nước tự do).

Nước liên kết vật lý chia ra làm : *nước liên kết chặt* và *nước liên kết yếu*.

#### **Nước liên kết chặt (nước hấp phụ)**

Được tạo thành do sự hấp phụ các phân tử nước trên bề mặt của hạt cứng, tạo thành một lớp rất mỏng sát ngay trên bề mặt các hạt. Lớp này có chiều dày từ 11-13 phân tử.

Nước liên kết chặt chỉ dịch chuyển được khi bị biến sang thể hơi. Thực vật thực tế không hút được nước liên kết chặt từ các hạt.

Trong đất đá hạt mịn và sét, nước liên kết chặt chiếm khoảng 15%-18%, trong đất đá hạt thô là 5% .

#### **Nước liên kết yếu (Nước màng mỏng)**

Phân bố ngay trên lớp nước liên kết chặt bằng môi liên kết phân tử. Vì vậy lực liên kết giữa các phân tử nước và bề mặt hạt yếu đi nhiều, cây cối do đó có thể hấp thụ được loại 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 có màng dày đến nơi có màng mỏng hơn (trao đổi nước màng mỏng giữa các hạt đất đá). Sự dịch chuyển này xảy ra rất chậm chạp theo quy luật phân tán.

Tùy thuộc vào thành phần hạt và thành phần khoáng vật (tính chất hạt) mà lượng nước màng mỏng trong đất đá có thể khác nhau. Ứng với độ ẩm phân tử lớn nhất, lượng nước màng mỏng trong một số loại đất đá như sau:

- Cát : 1%-7%
- Cát pha : 9%-19%
- Sét pha : 15%-23%
- Sét : 25%-40%

Nước màng mỏng không di chuyển dưới tác dụng của trọng lực vì lực hút phân tử lớn hơn trọng lực. Nước màng mỏng cũng không truyền áp lực thủy tĩnh được vì chúng 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 lực liên kết phân tử sẽ trở nên yếu hơn trọng lực, màng mỏng của nước bị trọng lực tác động, kéo xuống phía dưới để tạo thành nước trọng lực.

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

### **1.2.3. Nước mao dẫn**

Nước mao dẫn là loại nước chứa và dịch chuyển trong các lỗ hổng và khe rãnh mao dẫn, dưới tác dụng của lực mao dẫn phát sinh do lực căng bề mặt tại phần tiếp xúc giữa nước với không khí trong các lỗ hổng hay khe rãnh đó.

Tùy thuộc vào mối liên hệ giữa nước mao dẫn và nước ngầm, người ta chia ra : Nước mao dẫn treo và nước mao dẫn dâng.

Tùy thuộc vào vị trí nước mao dẫn đối với các hạt đất đá, người ta phân loại : nước mao dẫn góc và nước mao dẫn bao quanh hạt.

#### **Nước mao dẫn treo**

Không có liên hệ với nước ngầm, chúng thường được tạo thành từ nước mưa ở phần trên của đới thông khí, khi độ ẩm của đất đá vượt quá độ ẩm phân tử cực đại. Đôi khi nước mao dẫn treo được thành tạo ở phần dưới của đất đá hạt nhỏ nằm lót dưới đất đá hạt thô hơn.

Khi quá trình bốc hơi kéo dài thì nước mao dẫn treo có thể hoàn toàn khô kiệt. Thực vật dễ dàng hấp thụ được loại nước này.

### **Nước mao dẫn dâng**

Phân bố phía trên mặt nước ngầm, nó được dâng lên trong các khe lỗ mao dẫn do tác dụng của sức căng bề mặt. Chiều dày lớp nước mao dẫn dâng có thể biến đổi từ 0 (trong cuội sỏi) đến 4-5m (trong đất loại sét). Do nước mao dẫn dâng liên hệ thủy lực với mực nước ngầm nên mặt lớp nước mao dẫn dâng thay đổi theo sự dao động của mực nước ngầm.

### **Nước mao dẫn góc**

Thường là nước mao dẫn treo, chủ yếu được thành tạo trong các góc của các lỗ rỗng gần chỗ tiếp xúc của các hạt đất đá. Chúng được giữ rất chặt bằng các lực mao dẫn.

### **Nước mao dẫn bao quanh**

Được thành tạo chủ yếu trong đất cát, chiếm giữa tất cả những khoảng trống nằm sát các hạt, ở trung tâm các lỗ rỗng khi đó sẽ là các bọt khí.

## **1.2.4. Nước trọng lực**

Nước trọng lực ở trạng thái lỏng, tồn tại trong đất đá khi độ ẩm của chúng lớn hơn độ ẩm phân tử tối đa hay khi các lỗ hổng của đất đá bão hòa nước (ví dụ nằm trong tầng nước ngầm).

Đúng như tên gọi, nước trọng lực vận động chủ yếu dưới tác dụng của trọng lực và của gradient áp lực. Chúng cũng vận động theo quy luật mao dẫn nhưng ở mức độ ít hơn. Nước trọng lực còn gọi là nước tự do và có khả năng truyền áp lực thủy tĩnh.

Nước trọng lực khi vận động trong các khe rỗng của đất đá sẽ có những tác động khác nhau lên chúng, ví dụ như phá hủy cơ học, hòa tan và rửa lũa đất đá.

Vận động của nước trọng lực có thể chia làm hai dạng :

- Ngấm : Khi nước vận động trong đất đá mà chỉ một phần các lỗ rỗng chứa đầy nước và nước chỉ vận động qua các lỗ rỗng đó thôi thì vận động của chúng được gọi là ngấm. Nguyên nhân sinh ra vận động là trọng lực và mao dẫn.

- Thẩm : Vận động xảy ra trên diện rộng, khi tất cả các lỗ rỗng của tầng đất đá đều bị bão hòa nước. Nguyên nhân sinh ra vận động là trọng lực, mao dẫn và gradient thủy lực.

Nước trọng lực là đối tượng nghiên cứu chủ yếu của *địa chất thủy văn* công trình.

### 1.2.5. Nước ở trạng thái rắn

Khi nhiệt độ thấp dưới 0o thì nước trọng lực và một phần nước liên kết đóng băng biến thành nước ở trạng thái rắn, làm cho tính chất cơ lý và vật lý của đất đá bị thay đổi.

Nước ở trạng thái đóng băng có thể gây ra phá hoại cho phần ngầm các công trình. (Quá trình đóng băng-tan băng).

### 1.2.6. Nước liên kết hóa học

Là loại nước nằm trong các mạng tinh thể của khoáng vật, được chia thành hai loại : Nước kết cấu và nước kết tinh.

#### Nước kết cấu

Còn gọi là nước liên kết hóa học, tham gia vào mạng tinh thể các khoáng vật dưới dạng các ion OH<sup>-</sup> hoặc H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Nó được tách ra khỏi mạng tinh thể khi nung nóng khoáng vật đến nhiệt độ từ 300oC đến 1300oC, khi đó mạng tinh thể hoàn toàn bị phá hủy. Các khoáng vật chứa nước kiểu này như topaz Al<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>SiO<sub>2</sub>, các khoáng vật hidroxyt Al<sub>2</sub>(OH)<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>...

#### Nước kết tinh

Là nước nằm trong mạng tinh thể các khoáng vật dưới dạng phân tử nước H<sub>2</sub>O hoặc nhóm các phân tử nước (Phân tử ngậm nước). Chúng có thể được tách ra khỏi khoáng vật khi nung nóng chúng đến nhiệt độ từ 250°C đến 300°C. Một số khoáng vật chứa nước kết tinh như : xô đa Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.10H<sub>2</sub>O, thạch cao CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, nước kết tinh trong các khoáng vật này chứa đến 21%-63% khối lượng của chúng.

## 1.3. Tính chất lý hóa của nước dưới đất

**Tính chất vật lý :** một số tính chất vật lý tiêu biểu của nước dưới đất như sau :

- *Nhiệt độ của nước dưới đất :* Đối với nước gần mặt đất thì nhiệt độ của nước dưới đất thay đổi tùy thuộc vào điều kiện khí hậu, điều kiện địa chất thủy văn và một số điều kiện khác. Nhiệt độ thông thường trong khoảng 18°C-28°C. Đối với nước ở độ sâu lớn (3-4km) nhiệt độ có thể đạt đến 150°C (hoặc cao hơn)

- *Độ trong suốt:* Phụ thuộc vào lượng khoáng chất hòa tan, các tạp chất cơ học, các chất hữu cơ và chất keo có trong nước. Nước dưới đất thường thuộc loại trong suốt do tác dụng lọc của tầng thấm nước.

- *Màu sắc:* Phụ thuộc vào thành phần hóa học và sự có mặt của các tạp chất. Phần lớn nước dưới đất không màu, nước cứng thường có màu xanh da trời, các muối oxyt sắt và hidro sunfua làm cho nước có màu xanh phớt lục, các hợp chất hữu cơ làm nước có màu phớt vàng, các phân tử khoáng chất lơ lửng trong nước làm cho nước có màu xám nhạt.

- *Mùi*: Mùi của nước thường liên quan đến các hoạt động của các vi khuẩn phân hủy các chất hữu cơ trong nước.

- *Vị*: Do sự có mặt của các hợp chất hòa tan, các khí và các tạp chất khác. Chlorua natri (muối ăn) làm nước có vị mặn là một ví dụ.

**Tính chất hóa học** : Đối với lĩnh vực xây dựng công trình, tính chất hóa học quan trọng nhất của nước dưới đất chính là khả năng xâm thực và ăn mòn đối với các loại vật liệu sử dụng trong xây dựng nền móng công trình (Bê tông, thép).

Đối với những công trình quan trọng, cần có phân tích thành phần và tính chất ăn mòn của nước dưới đất để có thể đưa ra biện pháp bảo vệ nền móng công trình.

#### **1.4. Thành phần nước dưới đất**

Nước dưới đất là một dung dịch rất phức tạp chứa các muối hòa tan, khí, vật chất hữu cơ, các chất keo và hỗn hợp cơ học. Nó luôn biến đổi tùy thuộc vào thành phần, mức độ hoạt tính của các hợp phần tham gia vào thành phần của nước cũng như các điều kiện nhiệt động lực học.

##### **Thành phần muối – ion nước dưới đất**

Nước dưới đất không gặp dưới dạng tinh khiết. Người ta tìm thấy khoảng 62 nguyên tố khác nhau trong bảng tuần hoàn Mendeleev.

Thành phần chính của nước bao gồm các nguyên tố chiếm ưu thế và các hợp chất tạo nên nền tảng của nước như Hidro và oxy. Bao gồm :

- Các loại ion quan trọng quyết định đến tính chất chính của nước là :  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .
- Các hợp chất của nitơ và các nguyên tố K, Si, Fe, Al, P tạo nên những dạng đặc biệt và các tính chất đặc trưng của nước.

Thành phần phụ là các nguyên tố hóa học hay các hợp chất chứa trong nước với hàm lượng nhỏ hơn 10mg/l (thỉnh thoảng nhỏ hơn 100mg/l) (giới hạn nêu ra ở đây có tính chất tương đối). Thành phần phụ không xác định loại hóa học của nước nhưng chúng ảnh hưởng rất lớn đến đặc tính của nước như là các đặc tính sinh học liên quan đến hoạt động sống của con người, động vật và thực vật. Các thành phần phụ bao gồm các nguyên tố như: Li, B, F, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Br, Sr, Mo, I, Ba, Pb, Rb, Au, Hg...

Ngoài các thành phần chính và phụ thì trong nước dưới đất còn gặp các nguyên tố phóng xạ như U, Ra, Rn và các đồng vị phóng xạ như K40, H3, C14...

##### **Các chất keo**

Nhiều nguyên tố tồn tại trong nước dưới dạng các phân tử keo (nhôm, sắt, silic). Kích thước của các phân tử này thay đổi từ 10.10-10 đến 1000.10-10m. Chúng tồn

tại trong nước ở trạng thái lơ lửng. Sự có mặt của các chất keo trong nước thường làm giảm chất lượng của nước.

### **Các khí hòa tan trong nước dưới đất.**

Các khí phổ biến nhất trong nước dưới đất là oxy, cacbonic, hidro sunfua, hidro, mêtan, nito, cacbua hidro nặng và các khí hiếm.

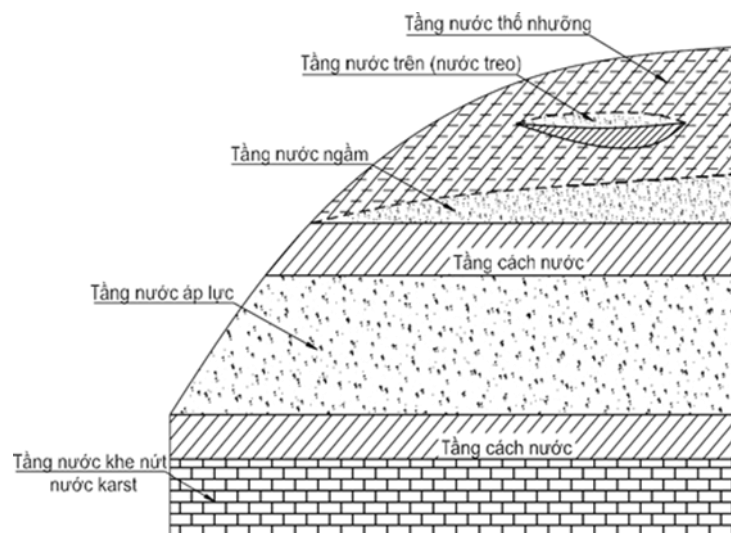
Nước bão hòa khí cacbonic ( $\text{CO}_2$ ) có khả năng phá hủy ăn mòn bê tông

### **Các chất hữu cơ**

Trong nước dưới đất thường chứa các chất hữu cơ và các vi khuẩn, có nguồn gốc từ nước mưa, nước mặt, thổ nhưỡng, nước biển, các vỉa dầu, than bùn...

## **1.5. Phân loại tầng chứa nước dưới đất**

Hiện nay có nhiều cách phân loại nước dưới đất sử dụng các tiêu chí phân loại khác nhau (tham khảo bảng phân loại nước theo A.M Ovtinnicov và P.P Klimentov). Tuy chung lại ta có thể phân biệt các tầng chứa nước theo các loại sau:



Hình 3.1. Các tầng chứa nước theo điều kiện phân bố

### **Tầng chứa nước thượng tầng (Tầng nước trên).**

Tầng chứa nước nằm trên thấu kính sét ở đới thông khí, thường gặp trong đất đá bờ rời; đới phong hóa nứt nẻ và đá bị các tơ hóa. Đất đá bờ rời hoặc nứt nẻ bị rửa lữa có các thành phần khó hòa tan như  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ... cùng với các hạt sét di chuyển xuống sâu theo dòng thấm tích tụ lại và xảy ra quá trình tái kết tinh và kết tủa tạo thành thấu kính sét hoặc các ổ đất kém thấm nước tách rời nhau và không tạo thành một hệ thống thủy động liên tục.

Địa hình tạo thành nước thượng tầng thuận lợi nơi địa hình bằng phẳng hoặc hơi trũng, ở thềm sông... Ở nước ta gặp phổ biến ở trong đất đá vỏ phong hóa vùng gò đồi miền trung du.

Động thái của nước thượng tầng phụ thuộc vào lượng nước mưa thấm xuống, lượng ngầm của các nguồn nước thải. nó phụ thuộc vào chiều dày, quy mô thấu kính và độ sâu của thấu kính cách nước. Độ dày và quy mô thấu kính càng lớn, lượng nước thượng tầng tồn tại càng lâu. Thấu kính ở càng sâu có khả năng giữ nước càng tốt.

Nước thượng tầng thường phân bố trong phạm vi hẹp, lưu lượng thay đổi theo mùa và dễ bị ô nhiễm do nguồn cung cấp ở gần, do hoạt động của con người. Nước thượng tầng có thể ảnh hưởng đến trạng thái, độ ổn định của nền đất dưới công trình; gây khó khăn cho công tác thi công hố móng, đường hầm và các công trình khai thác đào.

### **Tầng chứa nước không áp (nước ngầm)**

Tầng chứa nước thứ nhất kể từ mặt đất, có liên hệ với đới thông khí, có mặt thoáng tự do và vận động do tác dụng của trọng lực. Trong thực tế, có khi trong đới thông khí tồn tại thấu kính không thấm nước làm cho nước ở đó có áp lực cục bộ.

Khi khoan gặp mực nước ngầm gọi là mực nước xuất hiện và đồng thời cũng là mực nước ổn định. Nếu nối các điểm mực nước như vậy tại nhiều vị trí khác nhau trên một mặt cắt địa chất ta được “đường biểu thị mực nước”. Đây không thấm nước ở dưới mực nước gọi là đáy cách nước. Khoảng cách từ mực nước ngầm đến đáy cách nước là chiều dày tầng chứa nước, kí hiệu là H, như vậy chiều dày tầng chứa nước không áp thay đổi theo chiều dòng thấm. Đáy cách nước của nó có thể nằm ngang hoặc nằm nghiêng theo phương dòng thấm hay nghiêng ngược chiều với dòng thấm. Tầng chứa nước có mặt thoáng tự do. Vì vậy bên trên mặt nước có đới mao dẫn và đới thông khí. Mực nước, lưu lượng, tính chất vật lý và thành phần hóa học thay đổi theo mùa do lượng nước mưa thấm hoặc do các bồn nước mặt (ao, hồ, sông, biển...) Như vậy, một đặc điểm quan trọng của tầng nước không áp là nó có quan hệ thủy lực mật thiết với các bồn nước mặt. Miền cung cấp và miền tang trữ của nó trùng nhau và tạo ra các mạch nước ở miền thoát.

Trong bản đồ thường biểu thị các đường cùng độ cao mực nước, hay đường thủy đẳng cao, chiều dòng thấm (phương dòng chảy) là đường vuông góc với đường thủy đẳng cao và có chiều (mũi tên) từ nơi có mực nước cao đến nơi có mực nước thấp

Nước không áp thường tồn tại trong trầm tích xốp rời, đá nứt nẻ hoặc đá bị các tơ hóa, nguồn nước mưa thấm xuống cung cấp cho nó và do đó động thái của nước không áp thay đổi theo điều kiện khí hậu.

Thành phần hóa học của nước ngầm (không áp) chịu ảnh hưởng rất mạnh của điều kiện khí hậu, loại đất đá ở đới thông khí và các bồn nước mặt.

Động thái của nước không áp đặc trưng bởi sự dao động theo mùa của mực nước, lưu lượng, nhiệt độ và thành phần hóa học của nó. Để nghiên cứu động thái của nó cần tiến hành những quan trắc thường xuyên và tỉ mỉ (quan trắc lâu dài).

Đồng bằng Bắc Bộ được hình thành do sông Hồng và sông Thái Bình, có các tầng cát lẫn cuội sỏi có chiều dày từ vài mét (vùng rìa) đến hàng chục mét, bên trên là các tập hợp hạt mịn, cát pha hoặc sét pha có tính thấm nước yếu hoặc không thấm nước tạo thành các khu vực có áp lực cục bộ hoặc áp lực yếu. Nhiều nơi sông Hồng cắt qua lớp cát hạt vừa và hạt mịn thông với tầng chứa nước không áp và áp lực cục bộ, tạo nên quan hệ thủy lực với nhau. Vùng trũng sông Hồng có bề dày 40-50m, hướng vận động chung của dòng thấm từ Tây Bắc xuống Đông Nam và độ khoáng hóa tăng dần (nhiễm mặn phần Đông Nam). Tỷ lưu lượng đạt 5-10l/cm. Hà nội đang khai thác và sử dụng nước tầng cuội sỏi ở độ sâu trên 40m. trong thung lũng (đồng bằng) của các sông Cửu Long, sông Đồng Nai, sông Mã và sông Chày, các tầng trầm tích aluvi cũng phong phú nước ngầm. Tuy nhiên, Đồng bằng sông Cửu Long địa hình thấp, trũng nên việc xác định ranh giới phân chia nước ngọt và nước nhiễm mặn theo độ sâu là điều hết sức quan trọng khi khai thác nước ngầm.

### **Tầng chứa nước có áp (nước giữa tầng)**

Tầng chứa nước nằm giữa hai đáy cách nước, có cột áp lực cao hơn đáy cách nước trên và vận động thấm do độ chênh áp lực. Do bị lớp cách nước hoặc lớp đất có tính thấm nước kém phủ liên tục ở bên trên, tạo ra áp lực và không có mặt thoáng tự do (trừ miền cung cấp và miền thoát).

Tầng nước này thường hình thành ở vùng đất trũng dạng nếp lồi hoặc cấu tạo đơn nghiêng... được hình thành trước đệ tứ, hiếm khi gặp ở tầng đệ tứ.

Sự phân bố áp lực tùy thuộc độ cao miền cung cấp và miền thoát nước áp lực.

Mực nước áp lực phát hiện được khi khoan thủng 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. Như vậy do có áp lực nên vị trí mực nước xuất hiện và mực nước ổn định không trùng nhau. Nghĩa là, mực nước xuất hiện ở mái tầng chứa nước và sâu hơn mực nước ổn định. Miền cung cấp thường ở rất xa và tầng chứa nước ở sâu nên nước áp lực có độ sạch cao, lưu lượng tương đối ổn định, động thái của nó ít thay đổi theo mùa.

Khi khai thác nước, nó thể hiện động thái đàn hồi và ít bị nhiễm bẩn do có các tầng cách nước bên trên. Miền cung cấp, miền tàng trữ và miền thoát không trùng nhau. Khi khoan ở vùng tầng nước có áp cao hơn mặt đất (chân dốc, thung lũng núi đồi) thường xuất hiện giếng phun. Trường hợp tầng chứa nước áp lực (Dạng bồn actezi) không liên tục, có những chỗ thông với tầng chứa nước không áp lực thì độ khoáng hòa và thành phần hóa học của chúng sẽ rất đa dạng. Ở các đoạn tiếp xúc



với nước ngầm do nước mưa và nước ở các bồn chứa nước thấm xuống thì độ khoáng hóa thường thấp và không ổn định, đoạn ở sâu, độ khoáng hóa cao, thành phần hóa học ổn định.

Tầng chứa nước áp lực là đối tượng tìm kiếm và khai thác nước dưới đất phục vụ sinh hoạt và công nghiệp.

Bên cạnh 3 loại tầng chứa nước chính nêu trên, người ta còn phân loại tầng chứa nước thổ nhưỡng và tầng chứa nước khe nứt .

## II. QUY LUẬT VẬN ĐỘNG CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

### 2.1. Các yếu tố thủy động của dòng thấm

#### ➔ Tổng cột nước áp lực

Nước dưới đất muốn chảy từ khu vực này sang khu vực khác phải có sự chênh cao về áp lực.

Áp lực tại một điểm nào đó trên dòng ngầm tuân theo phương trình cơ bản của Bernoulli.

$$H = \frac{p}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2g}$$

Trong đó :

H : Tổng chiều cao cột nước áp lực

P : Áp lực thủy tĩnh tại điểm đang xét

$\gamma$  : Trọng lượng thể tích của nước

z : Chiều sâu từ đáy cách nước đến mực thủy chuẩn (Thế năng so với gốc chuẩn)

v : Vận tốc dòng nước ngầm

g : Gia tốc trọng trường.

Đối với dòng thấm thường dưới đất là dòng chảy tầng nên vận tốc nhỏ, do đó có thể viết lại :

$$H = \frac{p}{\gamma} + z$$

#### ➔ Gradient thủy lực

Khi giữa các điểm có độ chênh cao cột áp lớn dẫn đến nước chảy (hay thấm) mạnh, ta nói mực nước có độ dốc lớn. Gradient thủy lực của dòng thấm được xác định bằng hệ số góc giữa tiếp tuyến của đường cong mực nước với phương ngang tại điểm đang xét :

$$I = t g \alpha = -\frac{d_y}{d_x} \quad (\text{dấu } - \text{ là do chiều cao cột áp giảm khi } x \text{ tăng})$$

### ➔ Vận tốc bình quân và vận tốc thực tế của dòng thấm.

Nước vận động qua một mặt cắt, phần nước đi qua lỗ rỗng có vận tốc thực là  $u$ , phần nước bình quân chảy qua toàn bộ mặt cắt (thường được sử dụng trong tính toán) có vận tốc ký hiệu là  $v$ . Mối quan hệ giữa vận tốc thực tế của dòng thấm và vận tốc tham khảo sử dụng trong tính toán được thể hiện như sau :

$$v = n \times u \quad (n \text{ là độ rỗng của đất})$$

### ➔ Áp lực thủy động của dòng nước ngầm.

Xét một đơn vị thể tích của dòng thấm có kích thước  $1 \times 1 \times \Delta l$ .

Áp lực thủy tĩnh dòng nước giữa mặt cắt I và II :

$$P_{Tn} = [(H_1 - z_1) - (H_2 - z_2)] \times \gamma_n$$

Trọng lượng nước chứa trong lỗ rỗng của dòng chảy :

$$Q_n = (1 \times 1 \times \Delta l) \times n \times \gamma_n$$

Phản lực của các hạt cốt đất chịu một lực đẩy nổi Archimede bằng trọng lượng của nước do cốt đất chiếm chỗ :

$$F = (1 \times 1 \times \Delta l) \times n \times \gamma_n$$

Tính các lực trên một đơn vị chiều dài dòng chảy sau đó chiếu các lực lên hướng dòng chảy và biến đổi ta thu được giá trị áp lực thủy động của dòng nước là :

$$P_{td} = \frac{H_1 - H_2}{\Delta l} \times \gamma_n$$

Trường hợp  $\Delta l$  nhỏ, thì  $(H_1 - H_2) / \Delta l$  trở thành độ dốc của đường mực nước tại điểm đang xét. Do vậy :

$$P_{td} = I \times \gamma_n$$

## 2.2. Định luật thấm cơ bản

Năm 1856, nhà khoa học người pháp Darcy đã làm thí nghiệm thấm qua đất cát đựng trên ống trụ.

Từ kết quả thí nghiệm, Darcy rút ra kết luận : Lưu lượng nước thấm qua đất trong thời gian tỷ lệ bậc nhất với hiệu mực nước trong ống đó  $\Delta H$ , với diện tích mẫu và tỷ lệ nghịch với chiều dài cột đất.

$$Q = k.F. \frac{\Delta H}{L}$$

Trong đó  $\Delta H/L = I$  (gradient thủy lực) nên :  $Q = k.I.F$ .

Vậy định luật Darcy được phát biểu một cách tổng quát như sau : Lưu lượng nước thấm qua một mặt cắt trong một đơn vị thời gian tỷ lệ bậc nhất với gradient thủy lực và diện tích mặt cắt thấm.

Từ biểu thức trên ta cũng rút ra :

$$v = \frac{Q}{F} = k.I$$

Vận tốc thấm tỷ lệ bậc nhất với gradient thủy lực. Định luật Darcy đúng cho môi trường có độ rỗng nhỏ (như đất cát, đất sét).

Trong các công thức trên xuất hiện hệ số  $k$  là một hệ số tỷ lệ :  $k$  được gọi là hệ số thấm. Nếu không kể đến độ nhớt của chất lỏng thì  $k$  có thứ nguyên giống như thứ nguyên của vận tốc và thường được tính bằng đơn vị m/ngđ hoặc cm/s.

Trị số  $k$  cho một số loại đất đá như sau :

Cuội	$K > 200$ m/ngđ
Sỏi	$= 200 - 100$ m/ngđ
Sỏi lẫn cát	$= 150 - 75$ m/ngđ
Cát to	$= 75 - 25$ m/ngđ
Cát vừa	$= 25 - 10$ m/ngđ
Cát nhỏ	$= 10 - 2$ m/ngđ
Bụi và cát pha	$= 2 - 0,1$ m/ngđ
Sét pha	$= 0,4 - 0,005$ m/ngđ
Sét	$< 0,005$ m/ngđ
Đá ít thấm	$< 10$ m/ngđ
Đá thấm vừa	$< 500$ m/ngđ
Đá thấm mạnh	$> 500$ m/ngđ

Đối với môi trường có lỗ rỗng lớn (Đá các tơ, cuội sỏi) và khi gradient thấm quá lớn sẽ xuất hiện dòng chảy rối có vận tốc lớn. Khi đó định luật Darcy sẽ không còn đúng nữa mà cần phải áp dụng các định luật dùng cho dòng chảy rối.

### 2.3. Tính toán cho các dòng thấm nước dưới đất

Nước dưới đất di chuyển trong các lỗ rỗng của đất đá tạo thành một dòng thấm nước dưới đất. Đặc điểm, tính chất của dòng thấm do cấu tạo địa chất thủy văn của khu vực quyết định. Dòng thấm dưới đất được chia làm 2 loại :

- Dòng thấm ổn định
- Dòng thấm không ổn định

Dòng thấm ổn định là dòng thấm có lưu lượng không đổi trên mọi mặt cắt.

Dòng thấm không ổn định là dòng thấm có lưu lượng thay đổi theo mặt cắt. Trong phần tính toán cho các dòng thấm dưới đây ta chỉ xét cho dòng thấm ổn định, với cấu tạo mặt cắt địa chất thủy văn nhất định.

Dưới đây là các bài toán thấm cơ bản.

#### 3.1. Bài toán thấm cơ bản

##### ➔ Bài toán 1 : Nước không áp, đáy cách nước nằm ngang.

\* Tính lưu lượng dòng thấm

Xuất phát từ công thức cơ bản của Darcy :

$$Q = k.I.F$$

Trong đó :

K : hệ số thấm của đất

I : gradient thủy lực của dòng thấm :  $I = -dy/dx$

F : Diện tích mặt cắt thấm  $F = B.y$

B : Chiều rộng dòng thấm

y : Chiều cao của mực nước tại điểm có tọa độ x

Thay các thông số thủy lực vào phương trình Darcy :

$$\Rightarrow \frac{Q}{B} = -k.y \cdot \frac{dy}{dx} = q$$

Đặt q là lưu lượng đơn vị của dòng thấm. Đây là phương trình Dupuit viết cho dòng thấm ổn định.

Giải phương trình trên bằng phương pháp tích phân hai vế.

Ở đây ta cần chú ý :

$$h_1 = H_1 - H_{dcn}$$

$$h_2 = H_2 - H_{dcn}$$

Trong đó  $H_1, H_2, H_{đcn}$  là ký hiệu các cao trình của mực nước và đáy cách nước so với hệ tọa độ chuẩn.

\* Phương trình đường cong mực nước

Để viết được phương trình đường cong mực nước, xuất phát từ điều kiện dòng ngầm ổn định  $1 = \text{const}$ . Tại mặt cắt có hoành độ  $x$  bằng phương pháp tương tự ta có :

$$q_{1-2} = k \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2.L}$$

$$q_{1-x} = k \cdot \frac{h_1^2 - h_x^2}{2.a}$$

Trong đó:

L: Khoảng cách từ tiết diện 1-2

a: Khoảng cách từ tiết diện 1-x

$h_1, h_2, h_x$ : Độ dày của tầng chứa nước tại  $x$

Vì dòng thấm ổn định nên  $q_{1-2} = q_{1-x}$  hay  $\frac{h_1^2 - h_2^2}{2.L} = \frac{h_1^2 - h_x^2}{2.a}$

$$\rightarrow h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L} a}$$

### ➤ Bài toán 2 : Nước không áp, đáy cách nước nằm nghiêng.

Dòng thấm có đáy cách nước nghiêng cùng chiều với hướng nước chảy, nên dòng thấm ổn định đều, có lưu lượng không đổi, có gradient, vận tốc thấm không đổi, các đường dòng chảy song song với đáy cách nước.

Từ công thức Darcy đã nêu ở trên ta có :

$$Q = k.B.h.I \Rightarrow q = \frac{Q}{B} = k.h.I$$

Trong đó :

$k$  : hệ số thấm của đất

$I$  : gradient thủy lực của dòng thấm :  $I = -dy/dx$

$h$  : chiều dày của tầng chứa nước không đổi mọi nơi trên tiết diện ( $h=h_1=h_2$ )

Trong sơ đồ này thì

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

Từ đó, lưu lượng đơn vị của dòng thấm là :

$$q = k.h. \frac{H_1 - H_2}{L}$$

➔ **Bài toán 3 : Nước có áp, chiều dày tầng chứa nước không đổi.**

Từ công thức cơ bản của Darcy :  $Q = k.I.F$

Ta có  $q = \frac{Q}{B} = -k.M. \frac{dy}{dx}$

$$\Rightarrow q \cdot dx = -k.M \cdot dy$$

$$\Rightarrow \int_1^{\Pi} q \cdot dx = \int_1^{\Pi} -k.M \cdot dy$$

➔ **Bài toán 4 : Nước không có áp, chiều dày tầng chứa thay đổi.**

Khi chiều dày tầng chứa nước thay đổi ta có phương trình vi phân dòng thấm như sau :

$$q = -k.M_x \cdot \frac{dy}{dx}$$

Trong đó :

$M_x$  : Chiều dày dòng thấm thay đổi, có thể tính theo công thức

$$M_x = M_1 + \frac{M_2 - M_1}{L} x$$

Từ đó biến đổi phương trình vi phân và tích phân hai vế ta thu được công thức xác định lưu lượng đơn vị :

$$q = k \frac{M_2 - M_1}{\ln M_2 - \ln M_1} \times \frac{H_2 - H_1}{L}$$

**3.2. Bài toán thấm áp dụng cho công trình thu nước.**

*(Xem thêm trong các sách tham khảo)*

Trên cơ sở các bài toán thấm cơ bản nêu trên đây, người ta xây dựng nên các bài toán thấm áp dụng cho công trình thu nước như :

- Tính lưu lượng thấm vào giếng khoan
- Tính lưu lượng thấm vào công trình thu nước nằm ngang (kênh, mương)
- Tính lưu lượng thấm qua công trình đất đắp (đê), thấm qua nhiều lớp đất đá.

## **CHƯƠNG IV : MỘT SỐ HIỆN TƯỢNG ĐỊA CHẤT ĐỘNG LỰC**

### **I. HIỆN TƯỢNG CÁC TƠ**

#### **1.1. Khái niệm**

Nước dưới đất và nước mặt có thể hòa tan, rửa lữa một số đất đá và tạo nên các khe, khe rãnh, hang hốc,...trong chúng. Các khe, khe rãnh, hang hốc,...đó được gọi là các hình thái các tơ, còn quá trình thành tạo ra chúng được gọi là quá trình các tơ. Như vậy, khác với quá trình xói ngầm, quá trình các tơ chủ yếu là hòa tan đất đá và mang chúng đi dưới dạng hòa tan.

#### **1.2. Điều kiện phát sinh các tơ**

Các tơ xuất hiện ở những vùng phân bố đất đá có tính hòa tan trong nước. Các loại đất đá hòa tan trong nước mạnh nhất là đá muối, thạch cao, đá vôi. Sự xuất hiện và phát triển các tơ, ngoài khả năng hòa tan của đất đá còn phụ thuộc vào khả năng hòa tan của nước, sự vận động của chúng, tính chất nứt nẻ của đất đá cũng như địa hình và cấu tạo địa chất, v.v...

Điều kiện quan trọng để phát triển các tơ là khả năng thấm của đất đá. Đất đá càng dễ thấm thì quá trình các tơ càng phát triển mãnh liệt.

Trong khối các tơ, đới các tơ phân bố phía trên mực nước ngầm, nơi nước dưới đất có khả năng thấm mạnh nhất. Phía dưới mực nước ngầm, các tơ hầu như không phát triển. Sự phân đới trong khối các tơ rất rõ rệt. Từ trên xuống gặp các đới sau : Đới thông khí (I), đới giao động mực nước theo mùa (II), đới bão hòa hoàn toàn (III) và đới ngưng trệ (IV). Từ đới I xuống đới IV kích thước và mật độ các hình thái các tơ giảm dần, kéo theo sự giảm dần khả năng thấm, chứa nước của đới đó và tăng độ ổn định của chúng.

#### **1.3. Ảnh hưởng của các tơ đến xây dựng**

Đất đá các tơ là nền không đáng tin cậy cho nhà cửa và các công trình xây dựng. Các khe lỗ các tơ làm giảm độ bền, cũng như tính ổn định của đất đá. Sự phát triển của các tơ và các hình thái các tơ gây nên sụt lún đất đá và trong một số trường hợp có thể phá hoại hoàn toàn các công trình xây dựng trên chúng. Đối với các công trình thủy điện, thủy nông, các tơ có thể gây hiện tượng mất nước trong các hồ chứa. Vì vậy khi xây dựng ở những vùng các tơ cần phải xác định khu vực phân bố và điều kiện thể nằm đất đá các tơ, nhất là phải xác định được những chỗ nguy hiểm với công trình xây dựng, những nơi phân bố các dạng các tơ ngầm.

Điều quan trọng là phải xác định được mức độ hoạt động của các tơ và tốc độ các tơ hóa của đất đá khu vực xây dựng, đánh giá hiện trạng và khả năng biến đổi của các tơ,. Trong đó cần phải chú ý đến khả năng “hồi sinh” của các tơ chết trong những điều kiện nhất định.

Khi xây dựng trong các khu vực các cơ sở người ta thường tiến hành một số biện pháp nhằm chấm dứt sự phát triển của các hình thái các cơ sở, tăng độ bền và tính ổn định của đất đá, như :

1. Ngăn ngừa đất đá có tính hòa tan khỏi sự tác dụng của nước mặt và nước dưới đất (xây dựng hệ thống thoát nước mặt, tường cách ly, phủ bề mặt địa hình bằng sét cách nước)
2. Gia cố đất các cơ sở bằng các phương pháp khác nhau để tăng độ bền và giảm khả năng thấm nước của chúng (phụt thủy tinh lỏng, dung dịch sét, xi măng, bi tum vào hang hốc khe rãnh các cơ sở).

## II. HIỆN TƯỢNG ĐẤT CHẢY

### 2.1. Khái niệm

Đất chảy là đất bão hòa nước, chủ yếu là cát chảy, chảy vào hố móng, các công trình khai đào.

Nguyên nhân chủ yếu gây nên tính chất chảy của đất chảy là gradient thủy lực của dòng thấm nước dưới đất và thành phần thạch học của chúng, áp lực thủy động nước dưới đất tạo ra áp lực thẩm thấu với các phần tử đất đá, gây nên sự vận động của chúng trong dòng thấm.

Hiện tượng đất chảy là hiện tượng có tính tai biến. Đất chảy thường tồn tại dưới dạng các lớp, các thấu kính và nằm ở những độ sâu khác nhau trong lòng đất. Hiện tượng đất chảy xảy ra sẽ làm cho nền đất đá, mái dốc kém ổn định, bề mặt địa hình, công trình xây dựng bị sụt lún và cản trở rất nhiều quá trình thi công.

### 2.2. Các dạng đất chảy

Phụ thuộc vào yếu tố gây ra đất chảy mà chúng được chia ra hai dạng sau: đất chảy thật và đất chảy giả.

#### 2.2.1. Đất chảy giả

Đất chảy giả bao gồm các loại cát 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 :

$$P_{td} = I_{td} \times \gamma_n$$

Điều kiện để xảy ra xói ngầm là áp lực thủy động của dòng nước lớn hơn hoặc bằng so với dung trọng đẩy nổi của hạt đất tức là

$$P_{td} \geq \gamma_{dn}$$



Do đó có thể viết :

$$I_{dn} \times \gamma_n \geq (\Delta - 1)(1 - n) = I_{th}$$

Giá trị  $I_{th}$  gọi là gradient thủy lực tới hạn của dòng thấm để xảy ra hiện tượng đất chảy giả.

Hệ số thấm trong đất có tính chảy giả thường là 1-2 m/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 bỏ rời hạt dính kết yếu.

### 2.2.2. Đất chảy thật

Đất chảy thật là đất cát pha, sét pha, hay cát hạt mịn chứa 1 hàm lượng khoáng vật sét monmorolonit và vật chất hữu cơ nhất định (ví dụ khoảng 8-13%) có liên kết kiến trúc đồng tụ hay liên kết kiến trúc hỗn hợp. Những kiến trúc này gây nên bởi sự có mặt các phần tử sét và keo với tính chất ưa nước cao. Trạng thái chảy của đất này xuất hiện các khi áp lực thủy động dòng thấm không lớn. Hệ số thấm của chúng rất nhỏ - nhỏ hơn 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 dính kết.

Trong thực tế thi công, để phân biệt đất chảy thật với đất chảy giả ta có thể vốc một nắm đất chảy rót lên một tấm phẳng không thấm nước. Đối với đất chảy giả nước sẽ thoát ra nhanh, không đục, khối đất trên tấm phẳng có dạng hình chop. Trong khi đó đối với đất chảy thật thì khối đất sẽ chảy ra tạo thành dạng bẹt, nước thoát ra chậm, ít và đục hoặc nhò nhò.

Tính chất chảy của đất chảy thật tăng lên khi có các quá trình vi sinh hoạt động trong chúng.

### 2.3. Biện pháp phòng chống đất chảy

Đất chảy gây ra nhiều khó khăn cho xây dựng, vì vậy khi xây dựng ở các khu vực có đất chảy cần phải xác định.

- Độ sâu và điều kiện thể nằm của đất chảy
- Địa mạo khu vực
- Thành phần và tính chất cơ lý của đất đá
- Đặc tính địa chất thủy văn,....

Các phương pháp chống đất chảy có thể chia ra làm các nhóm như sau :

1. Tháo khô đất chảy trong quá trình xây dựng
2. Gia cố đất bằng cách thay đổi tính chất của chúng với các phương pháp khác nhau (Silicat hóa, xi măng hóa, điện hóa, đông lạnh..)

3. Ngăn đất chảy bằng tường vây, cọc ván, giếng chìm kết hợp thoát nước dưới đất.
4. Tạo áp lực (hoi ép) cân bằng với áp lực thủy động đất thấm khi thi công các công trình ngầm.

Đối với đất chảy giả có thể sử dụng các phương pháp nêu trên. Đối với đất chảy thật có thể sử dụng phương pháp làm tường vây cọc ván, gia cố điện hóa hay đông lạnh đất chảy.

### III. HIỆN TƯỢNG XÓI NGÂM

#### 3.1. Khái niệm

Khi thấm qua đất đá, nước có thể phá hoại chúng bằng tác dụng cơ học. Từ đất cát, cuội, sỏi nước cuốn đi các vật liệu có kích thước rất bé (sét, bụi, cát). Vì vậy đất sẽ trở nên xốp, rỗng hơn và trong chúng sẽ tạo thành các lỗ hổng lớn hơn. Quá trình rửa trôi cơ học các hạt từ tầng đất đá như vậy gọi là quá trình xói ngầm.

Do quá trình xói ngầm mà trong đất đá xuất hiện các hang hốc, phếu ngầm và gây nên hiện tượng sụt lún mặt đất, công trình xây dựng phía trên chúng. Hiện tượng xói ngầm, vì vậy là một trong những hiện tượng mang tính chất tiềm ẩn và có thể gây ra thiệt hại rất lớn. Năm 1976 do quá trình xói ngầm nền đập mà đập Teton, Mỹ bị phá hoại hoàn toàn làm 11 người chết, thiệt hại hơn 500 triệu USD.

#### 3.2. Điều kiện phát sinh xói ngầm

##### 3.2.1. Điều kiện chung để phát sinh xói ngầm

Để phát sinh xói ngầm cần có đủ các điều kiện sau

- Đất không đồng nhất về kích thước hạt (có thể phân lớp hoặc không phân lớp)
- Tồn tại một miền xả vật liệu xói ngầm
- Áp lực thủy động của dòng thấm lớn hơn một giá trị nhất định nào đó.

##### 3.2.2. Tiêu chuẩn đánh giá xói ngầm cho một số trường hợp cụ thể.

Hiện tượng xói ngầm trong các điều kiện khác nhau được các nhà nghiên cứu xác định cho một số trường hợp cụ thể như sau.

1. Theo E.A. Jamarin : đối với đất cát không đồng nhất về thành phần hạt và không phân lớp thì xói ngầm sẽ xảy ra khi dòng thấm có độ dốc thủy lực  $I$  lớn hơn một giá trị tới hạn nhất định nào đó,  $I_{th}$ . Giá trị  $I_{th}$  được Jamrin xác định bằng biểu thức sau :

$$I_{th} = (\Delta - 1)(1 - n) + 0,5n$$

2. Xói ngầm thường xảy ra trong đất hạt rời, không đồng nhất, không phân lớp có đường kính hạt khác nhau. Điều kiện xảy ra xói ngầm tuân theo công thức của V.X. Ixtomina. (Tham khảo tài liệu)

3. Khi tầng đất có nước thấm qua gồm hai lớp với hệ số thấm khác nhau và dòng thấm từ lớp có hệ số thấm nhỏ (K1) sang lớp có hệ số thấm lớn (K2) thì điều kiện để phát sinh xói ngầm tuân theo công thức Zikhart

4. Trường hợp tầng đất gồm hai lớp có kích thước hạt khác nhau có dòng thấm với vận tốc thấm V thì điều kiện để xảy ra xói ngầm có thể xác định theo nghiên cứu của L.I. Kazlova (Tham khảo tài liệu)

### **3.3. Biện pháp phòng chống xói ngầm**

Xói ngầm có thể gây nên sự thay đổi độ thấm nước của đất đá. Do việc thành tạo các đường xói rửa trong quá trình rửa trôi đất đá mà làm tăng hệ số thấm của đất đá, tăng lượng thấm ra khỏi các hồ chứa hay lượng nước thấm vào các hố móng. Quá trình xói ngầm ảnh hưởng rất lớn đến chế độ công tác của các công trình thoát nước, ống lọc của các công trình khai thác nước. Hiện tượng xói ngầm ảnh hưởng xảy đến tính ổn định của nhà cửa, công trình. Để ngăn ngừa hiện tượng xói ngầm người ta sử dụng các biện pháp nhằm hạn chế hay chấm dứt quá trình thấm nước dưới đất, như điều tiết dòng nước mặt và nước dưới đất, gia cố đất đá bằng các phương pháp khác nhau (silicat, sét, xi măng hóa, đầm nén) nhằm giảm áp lực dòng thấm, tăng lực liên kết, giảm tính thấm của đất đá hay triệt tiêu miền xả vật liệu xói ngầm.

## **IV. QUÁ TRÌNH PHONG HÓA**

### **4.1. Điều kiện phát sinh phong hóa.**

Phong hóa là quá trình biến đổi và phá hủy đất đá dưới tác dụng của các nhân tố phong hóa khác nhau (dao động của nhiệt độ, tác động của nước, các chất hóa học, động thực vật...)

Cường độ phong hóa phụ thuộc vào nhiều nguyên nhân: các nhân tố phong hóa, thành phần đất đá, điều kiện địa chất, địa chất thủy văn... Quá trình phong hóa xảy ra mãnh liệt nhất ở ngay trên bề mặt vỏ quá đất, nơi đất đá tiếp xúc trực tiếp với các nhân tố phong hóa. Càng xuống sâu quá trình phong hóa càng giảm dần và đến một độ sâu nhất định nào đó sẽ tắt hẳn. Độ sâu phong hóa đất đá phụ thuộc vào mức độ nứt nẻ và độ sâu các khe nứt có trong đá. Đối đất đá phong hóa mãnh liệt nhất có độ sâu đến 5-10m.

### **4.2. Các dạng phong hóa**

Theo bản chất tác động của các nhân tố phong hóa và tính chất biến đổi của đất đá bị phong hóa người ta chia ra ba dạng phong hóa sau : vật lý, hóa học và sinh vật.

#### **4.2.1. Phong hóa vật lý**

Phong hóa vật lý làm cho đất bị nứt nẻ, vỡ ra nghĩa là làm cho đất đá bị phá hủy về trạng thái mà không làm thay đổi thành phần khoáng vật của đất đá. Nhân tố chủ yếu của quá trình này là sự thay đổi của nhiệt độ, nước đóng băng trong đất đá. Do sự thay đổi nhiệt độ mà dẫn đến sự giãn nở và co nén các khoáng vật trong đất đá. Hệ số giãn nở, co nén của các khoáng vật không giống nhau dẫn đến sự thay đổi thể tích trong khối đất đá không đều nhau, kết quả làm cho đất đá bị nứt nẻ, vỡ vụn dần.

Phong hóa vật lý xảy ra mãnh liệt ở những vùng có khí hậu khô hay lạnh.

#### **4.2.2. Phong hóa hóa học**

Phong hóa hóa học làm cho đất đá bị phá hủy, biến đổi thành phần và tính chất dưới tác dụng của các phản ứng hóa học khác nhau. Các chất tác dụng vào đất đá là nước, axit, oxy. Trong đất đá ngoài quá trình hòa tan còn xảy ra các phản ứng oxy hóa, thủy hóa, thủy phân. (tham khảo SGK).

Cường độ của quá trình phong hóa hóa học phụ thuộc vào diện tiếp xúc giữa nước với đất đá, nhiệt độ và mức độ bền vững của các khoáng vật đối với tác dụng phong hóa. Quá trình phong hóa hóa học thường phát triển mãnh liệt nhất ở những vùng có khí hậu nóng và ẩm.

#### **4.2.3. Phong hóa sinh vật.**

Phong hóa sinh vật làm cho đất đá bị phá hủy trạng thái, thành phần, tính chất dưới tác dụng của sinh vật (động thực vật, vi sinh vật). Các loại thực vật như rêu, địa y, rễ cây có thể có tác dụng cơ học và hóa học vào đất đá, làm cho chúng bị phá hủy. Khi xác các thực vật bị phân hủy sẽ xuất hiện các axit hữu cơ. Các axit này cũng có tác dụng phá hủy đất đá.

Vi sinh vật cũng có ảnh hưởng phá hoại đối với đất đá. Một vài loại vi khuẩn sống trong các lỗ hổng đất đá đến độ sâu hàng trăm mét và có thể lấy cacbon trong đá cacbonat. Trong đất đá mềm rời, ngay cả ở những chỗ rất sâu cũng có nhiều loại vi khuẩn phá hủy được các khoáng vật silicat.

### **4.3. Ảnh hưởng của quá trình phong hóa đối với tính năng xây dựng của đất đá**

Phong hóa là quá trình địa chất dẫn đến sự biến đổi và phá hủy của đất đá. Với quan điểm địa chất công trình thì quá trình phong hóa làm biến đổi trạng thái vật lý và tính chất cơ lý của đất đá, dẫn đến sự hạ thấp tính ổn định của đất đá ở nền công trình, nhà cửa, sườn dốc, các công trình ngầm... Tính chất cơ lý của đất đá trong vỏ phong hóa phụ thuộc vào mức độ phong hóa của đất đá, thành phần và cấu trúc của chúng.

Người ta chia ra : Đất đá không bị phong hóa, đất đá ít bị phong hóa, đất đá phong hóa trung bình, và đất đá phong hóa mạnh.

#### **4.4. Các biện pháp phòng chống phong hóa.**

Để ngăn ngừa quá trình phong hóa và cải tạo tính chất của đất đá bị phong hóa có thể sử dụng những biện pháp khác nhau:

- Phủ đất đá bằng các loại vật liệu chống phong hóa (bê tông, bi tum, sét...)
- Vô hiệu hóa các nhân tố phong hóa, như: nước mặt, nước dưới đất bằng các công trình thoát nước.

Muốn đánh giá ý nghĩa cơ bản của quá trình phong hóa đối với thực tế xây dựng thì trước hết cần chú ý đến khả năng xuất hiện các khe nứt phong hóa. Các khe nứt đó phá hủy tính nguyên khối của đất đá và làm tăng bề mặt tiếp xúc của đất đá với nước và không khí.

Chiều rộng và lượng khe nứt phong hóa giảm dần theo chiều sâu. Vì vậy một trong những biện pháp khắc phục ảnh hưởng của khe nứt phong hóa đối với điều kiện ổn định của nhà cửa và công trình là tăng chiều sâu đặt móng của chúng. Tàn tích chỉ được sử dụng làm nền công trình, nhà cửa nếu chúng có độ bền vững đầy đủ đáp ứng yêu cầu hay sau khi đã được gia cố.

Quá trình phong hóa cũng cần được cân nhắc trong thời kỳ sử dụng nhà cửa và các công trình. Đất đá và vật liệu xây dựng dần dần bị phá hủy, mất tính ổn định nếu quá trình phong hóa thường xuyên tác động vào chúng.

Vật liệu xây dựng cần được cách ly khỏi sự ảnh hưởng của quá trình phong hóa bằng các chất phủ khác nhau. Ngoài ra còn phải sử dụng các loại gạch đá có chất lượng cao khi xây dựng các công trình quan trọng.