

**CHỦ ĐỀ**  
**TÍNH CHẤT CƠ LÝ**  
**CỦA ĐẤT ĐÁ**

# Đất

Đỗ Minh Toàn - Khoa Địa chất  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Đông Ngạc – Từ Liêm – Hà Nội

## 1. Giới thiệu

Đất là đối tượng nghiên cứu của Địa chất công trình (ĐCCT). Đất là hệ phân tán gồm chủ yếu ba pha: rắn – các hạt khoáng vật, lỏng – nước và khí trong đất. Nội dung nghiên cứu đất bao gồm: thành phần hạt, phân loại đất, thành phần khoáng vật và hóa học các pha trong đất, các tính chất hóa lý, đặc điểm kiến trúc cấu tạo của đất.

## 2. Thành phần hạt, phân loại đất theo thành phần hạt

### 2.1. Các khái niệm cơ bản

Hạt đất được hiểu là một hạt (mảnh) khoáng vật hoặc nhiều hạt (mảnh) khoáng vật khác nhau mà giữa chúng được dính kết với nhau bởi các mối liên kết hóa học bền vững. Kích thước mỗi hạt đất được lấy bằng đường kính trung bình của nó (mm). Trong địa chất công trình (ĐCCT), đất được phân thành các nhóm hạt, mỗi nhóm hạt nằm trong một giới hạn đường kính xác định. Các hạt được xếp vào 1 nhóm khi chúng có các tính chất ĐCCT tương tự nhau. Ở Việt Nam giống như Nga và một số nước khác, trong đất phân ra 6 nhóm hạt lớn: tảng (>200mm), cuội (dăm) (20-200,mm), sỏi (sạn) (2-20,mm), cát (2-0.05,mm), bụi (0.05-0,002,mm) và sét (< 0,002mm).

Thành phần hạt của đất là hàm lượng phần trăm tương đối của các nhóm hạt có trong đất. Để xác định thành phần hạt của đất, tiến hành thí nghiệm phân tích thành phần hạt. Đối với đất rời, sử dụng phương pháp rây; đất dính sử dụng phương pháp dựa vào nguyên lý Stóc về “Sự lắng chìm của các hạt rắn trong môi trường nước yên tĩnh”- Thường sử dụng tỷ trọng kế.

### 2.2. Phân loại đất

Từ kết quả phân tích hạt, trước tiên sơ bộ phân ra *đất hòn lớn và chứa hòn lớn* (nhóm hạt >2mm chiếm >10%) – sử dụng bảng phân loại đất hòn lớn và đất cát; *đất hạt mịn* (nhóm hạt >2mm chiếm <10% - sử dụng bảng phân loại đất hạt nhỏ); *đất cát* (nhóm hạt <0,002mm chiếm <3%)- sử dụng bảng phân loại đất hòn lớn và đất cát.

**Bảng 1:** Phân loại đất hòn lớn và đất cát (TCXD-45-78)

Loại đất hòn lớn và đất cát	Hàm lượng các nhóm hạt (NH),% (tính theo khối lượng khô gió)
<b>A. Đất hòn lớn</b>	
Đất hòn lớn – Đất tảng; đất cuội (dăm); đất sỏi	Khi tương ứng các NHt >200mm chiếm > 50%; >10mm chiếm > 50%; >2mm chiếm > 50%
Đất sỏi cát	Khi hàm lượng NH >2mm từ 30-50% nhưng >NHt cát > NH bụi
Đất sỏi bụi	Khi hàm lượng NH >2mm từ 30-50% nhưng > NH bụi > NH cát
Đất ..... Chứa sỏi	Khi hàm lượng NH >2mm từ 10-50% nhưng < NH cát hoặc bụi sét – Phân loại theo đất hạt nhỏ, tên đất thêm chữ “chứa sỏi”
<b>B. Đất cát</b>	
Cát sỏi	NH > 2mm chiếm > 25%
Cát thô	NH > 0.5mm chiếm > 50%
Cát vừa	NH > 0.25mm chiếm > 50%
Cát mịn	NH > 0.1mm chiếm ≥ 75%
Cát bụi	NH > 0.1mm chiếm < 75%

**Bảng 2:** Phân loại đất hạt nhỏ (Thạch luận công trình, V.Đ Lômtađze)

Hàm lượng NH sét <0.002mm	Hàm lượng NH bụi (0.05-0.002, mm) < NH cát sỏi (>0.05mm)	Hàm lượng NH bụi (0.05-0.002, mm) > NH cát sỏi (>0.05mm)
100 -60 60-30	Đất sét nặng Đất sét nhẹ	Đất sét bụi nặng Đất sét bụi nhẹ
30-20 20-15 15-10	Đất sét pha nặng Đất sét pha vừa Đất sét pha nhẹ	Đất sét pha bụi nặng Đất sét pha bụi vừa Đất sét pha bụi nhẹ
10-6 6-3	Đất cát pha nặng Đất cát pha nhẹ	Đất cát pha bụi nặng Đất cát pha bụi nhẹ
3-0	Đất cát (nhóm hạt bụi <20%), đất cát bụi (nhóm hạt bụi >20%)	Đất bụi

### 3. Thành phần khoáng vật của đất

#### 3.1. Phân loại khoáng vật

Trong đất gồm các khoáng vật nguyên sinh, thứ sinh.

*Các khoáng vật nguyên sinh* là những khoáng vật được hình thành do phong hóa vật lý làm cho đá mẹ bị vỡ vụn nhưng chưa bị biến đổi về thành phần khoáng hóa.

*Các khoáng vật thứ sinh* được hình thành do phong hóa hóa học, chiếm phần chủ yếu trong đất và tồn tại trong nhóm hạt sét. Các khoáng vật thứ sinh gồm: loại dễ bị hòa tan và không bị hòa tan. Các khoáng vật dễ bị hòa tan tồn tại ở trong nước dưới dạng dung dịch thật và bị nước vận chuyển đi. Các khoáng vật không bị hòa tan tồn tại phổ biến trong nhóm hạt sét, một phần ở dạng keo trong đất, bao gồm: các ô xít  $\text{SiO}_2$  thứ sinh,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  và các khoáng vật sét. Các khoáng vật sét thường phổ biến nhất trong đất loại sét, được hình thành do quá trình phong hóa các khoáng vật fenspat và mica.

Khoáng vật sét là tên gọi chung của nhiều loại khoáng vật có kích thước hạt rất nhỏ, thuộc họ alumosilicat phức tạp của Na, Mg và Fe, có *cấu trúc tinh thể dạng lưới lớp*.

Cấu trúc lưới lớp được hình thành từ hai đơn vị cấu trúc cơ sở là đơn vị khối 4 mặt (tứ diện) gồm ion Silic ở tâm với 4 ion oxy bao quanh và đơn vị khối 8 mặt (bát diện) gồm ion nhôm hoặc magiê ở tâm và bao quanh là các ion hydroxyn.

Cấu trúc lớp được tạo nên khi ion oxy lập liên kết đồng hóa trị giữa các đơn vị. Một lớp silic tạo bởi các khối tứ diện được liên kết lại, công thức tổng quát  $n\text{Si}_4\text{O}_{18}(\text{OH})_2$ ; các khối tám mặt cùng liên kết với nhau tại đỉnh để hình thành lớp hoặc là gipxit  $\text{Al}_4(\text{OH})_6$  có  $\text{Al}^{3+}$  chiếm 2/3 vị trí trung tâm tạo ra 2 khối tám mặt hoặc là bruxit  $\text{Mg}_6(\text{OH})_6$  có  $\text{Mg}^{2+}$  chiếm tất cả vị trí trung tâm tạo ra cấu trúc ba khối tám mặt.

Trong các lớp của các khối 4 và 8 mặt, các ion phía ngoài có khoảng cách tương tự nhau nên chúng liên kết được với nhau qua ion oxy hoặc hydroxyn chung. Có thể xảy ra hai cách cấu trúc khung cho ta cấu trúc lưới 2 lớp hoặc 3 lớp. Trong lưới 2 lớp, các khối 4 mặt và 8 mặt xen kẽ nhau; trong lưới 3 lớp, một khối 8 mặt nằm xen kẽ giữa hai khối 4 mặt. Các khoáng vật được hình thành khi các lớp, lưới được liên kết lại tạo thành khung cấu trúc. Trong tự nhiên có nhiều loại khoáng vật sét nhưng phổ biến nhất có các nhóm monmorilonit, ilit, caolinit.

Ngoài ra trong đất còn gặp các vật chất hữu cơ liên quan đến hoạt động của các sinh vật.

#### 3.2. Đặc điểm các nhóm khoáng vật sét chủ yếu trong đất

**Nhóm Caolinit:** gồm caolinit, haluzit, dickit, nakrit, chúng giống nhau về thành phần hóa học, hình dạng tinh thể (dạng tấm 6 cạnh) nhưng khác nhau về kiến trúc và tính chất vật lý.

Caolinit thường có màu trắng hoặc hơi nhuộm màu vàng, phớt nâu, phớt đỏ, kích thước các tinh thể thường  $>0,1 \mu$ , khối lượng riêng  $2,58 - 2,59 \text{g/cm}^3$ , cát khai hoàn toàn, điểm tủa nhiệt  $550-610^\circ\text{C}$ , tồn tại trong môi trường axit ( $\text{pH} = 5-6$ ). Tinh thể khoáng vật có cấu trúc kiểu 2 lớp liên kết khá bền vững của lớp silic và lớp gipxit trong lưới, giữa các lưới trong ô mạng tinh thể thì sự tiếp xúc giữa chúng một bên là các ion oxy có tổng điện tích âm và một bên là các hydroxyn có tổng điện tích dương do đó mỗi liên kết trong ô mạng tinh thể tương đối bền vững, tính linh động thấp. Đất có chứa khoáng vật này có tính ưa nước không cao, tính trương nở co ngót thấp.

**Nhóm Monmorilonit:** có cấu trúc lưới tinh thể tương tự như caolinit. Một lưới đơn vị gồm một khối tám mặt hydrôxit alumin và 2 lớp khối 4 mặt oxy silic ở hai bên. Vì vậy, tiếp xúc giữa các lưới trong cấu trúc ô mạng tinh thể, các khối 4 mặt nằm kề nhau, mỗi liên kết giữa các lưới yếu hơn nhiều so với caolinit. Monmorilonit dễ hấp phụ các phân tử nước vào vị trí giữa các lưới của mạng tinh thể. Đất có chứa khoáng vật này có tính trương nở co ngót mạnh. Khoáng vật có tính phân tán cao (khi bão hòa nước, các lưới dễ bị tách ra tạo thành các hạt kích thước nhỏ hơn, thường  $<0.001 \text{mm}$ ), làm tăng năng lượng mặt ngoài và hoạt tính bề mặt của đất. Ngoài ra, các ion dương trong mạng tinh thể của monmorilonit có thể bị thay thế bằng các ion dương có hóa trị nhỏ hơn ( $\text{Mg}^{2+}$  có thể thay thế cho  $\text{Al}^{3+}$  hoặc  $\text{Al}^{3+}$  thay thế  $\text{Si}^{4+}$ ) làm cho mạng tinh thể dư thừa hóa trị và làm tăng khả năng hấp phụ của khoáng vật. Monmorilonit không tồn tại bền vững trong điều kiện khí hậu nóng ẩm, nó có thể dần dần chuyển thành hydromica và sau đó thành caolinit. Một số khoáng vật sét có thể tiếp tục bị phân giải tạo thành các oxyt silic, oxyt nhôm.

**Nhóm Illit:** có cấu trúc tinh thể dạng lưới 3 lớp, mang tính chất trung gian giữa caolinit và monmorilonit. Illit cũng có khả năng hấp phụ một lượng nước nhất định, đất có chứa các khoáng vật này cũng có tính trương nở và co ngót.

#### 4. Thành phần hóa học của đất

**Thành phần hóa học pha lỏng:** là thành phần hóa học của nước chứa trong lỗ rỗng giữa các hạt đất và cũng có thể một phần nước liên kết vật lý trong đất. Để xác định thành phần hóa học pha lỏng, phải tiến hành phân tích thành phần hóa học của nước chiết (nước rửa mẫu đất). Kết quả được biểu diễn bằng tổng khối lượng và hàm lượng phần trăm cặn sấy khô, hàm lượng phần trăm của các cation và anion tính đối theo khối lượng đất khô tuyệt đối.

**Thành phần hóa học pha rắn:** được xác định bằng phương pháp phân tích hóa học toàn diện. Kết quả được biểu thị bằng hàm lượng phần trăm các ôxit  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ...

**Thành phần hóa học pha khí:** ít được quan tâm. Tuy nhiên, khi xây dựng các công trình ngầm, khai thác mỏ cần quan tâm các khí độc, khí cháy.

#### 5. Nước (pha lỏng) trong đất

Theo dạng tồn tại, nước trong đất được phân ra nước ở các trạng thái lỏng, rắn (nước đóng băng) và khí (hơi nước). Trong đất bao gồm: *Nước kết hợp gồm:* nước liên kết hóa học – LKHH (nước kết cấu, nước kết tinh – chúng tham gia vào thành phần của các hạt khoáng vật); nước liên kết vật lý - LKVL (nước kết hợp mạnh, nước kết hợp yếu - tồn tại trên bề mặt các hạt). *Nước tự do gồm:* nước mao dẫn và nước trọng lực – tồn tại trong lỗ rỗng giữa các hạt đất.

### 5.1. Nước liên kết hóa học

**Nước kết cấu:** tồn tại ở những vị trí nhất định trong mạng tinh thể của khoáng vật dưới dạng ion ( $H^+$ ,  $OH^-$ ). Ở điều kiện bình thường rất khó tách nó ra khỏi khoáng vật, chỉ tách ra khi tăng đến  $450-500^{\circ}C$  thì nó mới bị tách ra và khoáng vật bị phá hủy chuyển sang khoáng vật mới.

**Nước kết tinh:** tồn tại ở dạng phân tử, nằm ở vị trí nhất định với một khối lượng nhất định trong mạng tinh thể khoáng vật. Lực liên kết yếu hơn nước kết cấu. Nó bị tách ra đột ngột ở nhiệt độ  $<400^{\circ}C$  làm cho khoáng vật bị phá hủy và chuyển sang khoáng vật mới.

### 5.2. Nước liên kết vật lý

Các phân tử nước là các phân tử lưỡng cực, khi gặp các ion tự do trong nước sẽ bị hút và sắp xếp chặt xít lại xung quanh các ion. Các ion này cùng với các phân tử nước bao quanh lại bị hút chặt lên bề mặt hạt sét mang điện hình thành màng nước LKVL. Dựa vào lực liên kết với bề mặt hạt, phân ra nước kết hợp mạnh và nước kết hợp yếu.

**Nước kết hợp mạnh:** nằm sát bề mặt hạt và bị hút chặt nhất, lớp nước này tương đương với lớp ion cố định. Bề dày thay đổi tùy thuộc vị trí mặt hạt. Theo B.V Deryaghin, E.M Xergeev, nước kết hợp mạnh có 2 lớp. Lớp thứ 1 nằm sát mặt hạt, dày từ 1-3 lớp phân tử nước. Các phân tử nước bị định hướng, khi thành tạo thì tỏa nhiệt, không di động, tính chất giống như vật thể rắn. Lớp thứ 2 nằm phía ngoài, bề dày tới 10-30 lớp phân tử nước, tương ứng với độ ẩm phân tử tối đa của đất. Tính định hướng của các phân tử nước yếu hơn, khi thành tạo tỏa nhiệt ít hơn, chuyển sang trạng thái hơi ở nhiệt độ  $100-102^{\circ}C$ . Các kết quả nghiên cứu khác: nước có tỷ trọng từ 1,2-2,4, trung bình 2,0; không chuyển áp lực thủy tĩnh, đóng băng ở nhiệt độ  $-78^{\circ}C$ .

**Nước kết hợp yếu:** nằm phía ngoài lớp nước kết hợp mạnh, chiếm phần chủ yếu của lớp nước kết hợp, tương đương với lớp ion khuếch tán. Bề dày có thể đạt từ  $5-10\mu$  (tương đương với 20-30 lớp phân tử nước) đến hàng trăm hàng ngàn đường kính phân tử nước (tùy thuộc kích thước hạt, vị trí mặt hạt, thành phần khoáng vật hạt rắn và môi trường nước bao quanh). Theo A.F Lêbêđev, nó không bị tách ra khi ly tâm với gia tốc gấp 7000 lần gia tốc trọng lực, tỷ trọng từ 1,3 -1,74, có khả năng di chuyển chậm chạp từ hạt này sang hạt khác, không chịu tác dụng của trọng lực, độ nhớt và cường độ cao hơn nước thường, đóng băng ở nhiệt độ  $<0^{\circ}C$ .

**5.3. Nước mao dẫn:** nằm ở khoảng trung gian giữa nước kết hợp và nước trọng lực, vừa chịu tác dụng của trọng lực và chịu tác dụng lực hút của hạt. Nó không hoàn toàn tự do như nước trọng lực nhưng khi với một lực cắt nhỏ thì nó dễ bị thoát ra giống như nước trọng lực nhưng chảy tầng.

**5.4. Nước trọng lực:** nằm bên ngoài nước mao dẫn, các phân tử nước vận động hoàn toàn chịu tác dụng của trọng lực, tồn tại trong các lỗ rỗng lớn và khe nứt của đất đá. Nước có khả năng ăn mòn và xâm thực đá và các vật liệu xây dựng; chuyển áp lực thủy tĩnh trong điều kiện bình thường do vậy gây ra áp lực đẩy nổi và xói ngầm cơ học khi vận động.

## 6. Khí trong đất

Trong đất, khí tồn tại ở các dạng *tự do* (tồn tại trong các lỗ rỗng, khe nứt lớn, chuyển động tự do và lưu thông với khí quyển); *bị giam hãm* (tồn tại trong các lỗ rỗng và khe nứt ở dạng bao khí, không vận động); *bị hấp phụ trên bề mặt hạt đất* (do các lực hút phân tử bề mặt) và *dạng bị hòa tan* (hòa tan trong nước, bị tách ra khỏi nước khi thay đổi áp suất và nhiệt độ). Phần lớn khí thâm nhập vào đất từ khí quyển, phần khác do hoạt động của sinh vật và các quá trình địa hóa.

## 7. Kiến trúc và liên kết kiến trúc

**7.1. Các kiểu kiến trúc phổ biến:** kiến trúc lấy hạt đất làm đơn vị cơ sở. Nghiên cứu kiến trúc của đất phải làm rõ hình dạng, kích thước, đặc điểm mặt ngoài các hạt, hàm lượng tương đối các nhóm hạt có trong đất. Trong đất, gặp các kiểu kiến trúc chủ yếu:

**Trong đất hạt nhỏ (đất loại sét):** kiến trúc sét (bùn) - Gặp trong đất chỉ gồm nhóm hạt sét, gặp phổ biến trong trầm tích biển, đôi khi gặp ở các trầm tích hồ, đầm lầy, vũng vịnh; kiến trúc sét - bột- gặp trong đất sét mịn như trên nhưng có chứa tới 8-10% nhóm hạt bụi; kiến trúc sét – cát - giống kiến trúc bột nhưng trong đất có chứa 8-10% nhóm hạt cát, đặc trưng cho đất bồi tích; kiến trúc sét –thực vật - gặp trong đất loại sét có chứa hữu cơ, gặp ở các trầm tích hồ, tam giác châu, vũng vịnh, sông.

**Trong đất chứa hạt thô:** kiến trúc dạng cuội kết và dăm kết – đặc trưng cho đất loại sét có chứa các mảnh vụn tròn hoặc góc cạnh không đều, thường gặp ở đất sườn tích; kiến trúc hạt đậu – gặp trong đất loại sét khi mà trong khối phân tán mịn gặp nhiều ổ sét hình tròn hoặc bầu dục, các ổ này từ ngoài vào có nhiều màu sắc giống như các vòng tròn đồng tâm, thường gặp trong trầm tích hồ; kiến trúc sét hình cầu: gặp trong đất sét mà trong khối sét có chứa nhiều thể hình cầu canxit, sidêrit, limonit, phổ biến trong các trầm tích hồ, đầm lầy, sông, vũng vịnh.

**Trong đất rời:** trong đất hạt thô gặp kiến trúc poxêfit – kiến trúc hạt thô; trong đất cát gặp kiến trúc posamit – kiến trúc cát. Tùy thuộc nhóm hạt cát chiếm ưu thế mà phân ra: kiến trúc cát hạt thô, kiến trúc cát hạt trung, ... hoặc theo mức độ đồng nhất mà phân ra kiến trúc đều hạt, không đều hạt.

Ngoài ra, còn gặp một số kiểu kiến trúc trung gian: cát – sét – khi nhóm hạt sét trong đất < 6-10%; cát –bột – khi hàm lượng nhóm hạt bụi > hàm lượng các nhóm hạt cát không chiếm ưu thế; bột – cát – khi hàm lượng nhóm hạt bụi >50%.

**7.2 . Liên kết kiến trúc:** tất cả các hạt đất có trong đất được liên kết với nhau được gọi là liên kết kiến trúc (LKKT). Trong đất phân tán mịn gặp chủ yếu các mối liên kết phân tử, phân tử ion tĩnh điện (keo nước). Đây là các mối LKKT yếu, không ổn định khi điều kiện môi trường thay đổi, độ bền của chúng tăng lên khi đất bị làm khô hoặc nén chặt và ngược lại. Ngoài ra, trong đất còn có thể gặp mối liên kết từ (trong đất tàn tích chứa nhiều sắt), liên kết hóa học (trong đất bị muối hóa, latêrit hóa).

## 8. Cấu tạo của đất

Cấu tạo của đất là sự phân bố trong không gian và sự sắp xếp qua lại các tập hợp hạt đất (hệ thống kiến trúc).

**Kiểu cấu tạo liên quan đến điều kiện trầm tích:** gồm cấu tạo phân lớp (phân lớp dày, mỏng, dạng dải, vi lớp, xiên chéo, dạng thấu kính, định hướng, phân lớp có tính chu kỳ) thường gặp trong các trầm tích dưới nước; cấu tạo khối (phân bố không có quy luật, hỗn độn, dạng tóc rối, ...) thường gặp trong các đất sườn tích, lũ tích và băng tích.

**Một số kiểu cấu tạo khác:** cấu tạo do màu sắc khác nhau của đất – thể hiện đất loại sét có cấu tạo đốm, dạng cẩm thạch, dạng mắt, phổ biến trong các trầm tích hồ và đầm lầy, đất tàn tích; cấu tạo dạng mắt lưới liên quan đến hiện tượng khô đất trầm tích có tính chu kỳ; cấu tạo liên quan đến những biến đổi thành đá – trầm tích dưới nước gặp cấu tạo khối, trầm tích trên cạn gặp cấu tạo lỗ rỗng lớn; cấu tạo do hiện tượng trượt đất đá – điển hình là cấu tạo vò nhàu; cấu tạo liên quan đến quá trình biến chất – phổ biến là cấu tạo phân phiến.

### **Tài liệu đọc thêm**

1. Alan E.Kehew,1998. Địa chất học cho kỹ sư xây dựng và cán bộ kỹ thuật môi trường, tập 1. 260 tr. NXB Giáo dục. Hà Nội.
2. Lomtađze V.D.1978. Địa chất công trình-Thạch luận công trình. 456 tr.NXB Đại học và THCN. Hà Nội.
3. Whitlow R.1996. Cơ học đất tập 1. 387 tr. NXB Giáo dục. Hà Nội.
4. Whitlow R.1996. Cơ học đất tập 2. 380 tr. NXB Giáo dục. Hà Nội.
5. Сергеев Е.М, Голодковская Г.А, Зиангиров Р.С, Осипов В.И, Трофимов В.Т, 1971. Грунтоведение. 595 стр. Издательство Московского университета. Москва.