

## ĐỊA CHẤT ĐỘNG LỰC CÔNG TRÌNH

### Địa chất động lực công trình nghiên cứu và vạch ra:

- *Qui luật phân bố các quá trình và hiện tượng địa chất khác nhau*; chủ yếu là ngoại sinh và một số là nội sinh xảy ra trên mặt đất và các tầng trên cùng của vỏ trái đất.
- *Qui luật phát sinh các quá trình và hiện tượng địa chất* liên quan với hoạt động xây dựng và kinh tế của con người.
- *Động lực phát triển các quá trình và hiện tượng địa chất khác nhau*, loại hình biểu hiện và mức độ lệ thuộc của chúng vào các nhân tố thiên nhiên.
- *Phương pháp đánh giá định tính và định lượng* ảnh hưởng có thể có của các quá trình địa chất đối với sự ổn định của lãnh thổ, của công trình và điều kiện khai thác các công trình đó.
- *Cơ sở lý thuyết để dự báo mức độ nguy hại* của các quá trình và hiện tượng địa chất, nhằm điều phối sự phát triển của chúng thu hẹp bớt phạm vi phân bố, ngăn ngừa sự phát sinh và tránh tác hại của chúng.
- *Phương pháp nghiên cứu địa chất công trình để luận chứng* cho việc thiết kế các biện pháp công trình phòng hộ và sự cần thiết thực hiện những biện pháp đó.

### Các nhóm quá trình địa chất và các loại hiện tượng.

QUÁ TRÌNH	HIỆN TƯỢNG
1.Hoạt động của nước mặt	<b>Xói lở phá hoại bờ biển, bờ sông,...</b>
	<b>Rửa xói sườn dốc, hiện tượng khe hẻm, mương xói.</b>
2.Nước lũ các sông miền núi	<b>Lũ bùn đá</b>
3.Hoạt động của nước mặt và nước dưới đất	<b>Hóa lầy lãnh thổ</b>
	<b>Hiện tượng lún ướt</b>
	<b>Các tơ</b>
4.Hoạt động của nước dưới đất	<b>Cát chảy</b>
	<b>Xói ngầm</b>
5.Tác dụng của trọng lực	<b>Trượt</b>
	<b>Đổ đá</b>
6.Hoạt động của gió	<b>Thổi mòn và thổi tích</b>
7.Sự đóng băng và tan băng của đất đá	<b>Các tơ nhiệt</b>
	<b>Đông nở do giá lạnh</b>
8.Tác dụng của các lực bên trong đất đá	<b>Trương nở</b>
	<b>Ngót khô</b>
	<b>Giảm chặt</b>
9.Tác dụng của các lực bên trong trái đất	<b>Hiện tượng địa chấn</b>
10.Hoạt động xây dựng của con người	<b>Phá hoại và làm mất các diện tích khi khai thác mỏ khoáng sản</b>
	<b>Sụt lún bề mặt đất khi bơm hút nhiều nước dưới đất,...</b>

- **Quá trình nội sinh:** liên quan đến các lực bên trong.
- **Quá trình ngoại sinh:** liên quan đến các lực bên ngoài.

### 1. Xói lở và phá hoại bờ:

– *Xói lở và phá hoại bờ:* là 1 quá trình địa chất được biểu hiện bằng sự thay đổi hình thái (thay đổi mặt cắt, hình dáng của bờ và tính ổn định của nó), nhằm thiết lập sự tương ứng giữa các lực phong hóa, mài mòn, trọng lực,... tác dụng lên đất đá bờ với các lực chống lại bên trong của đất đá.

– *Các nhân tố chủ yếu gây ra hiện tượng xói lở và phá hoại bờ:*

+ Tác dụng mài mòn của vực nước thể hiện ở sự rửa xói sườn bờ của sóng dẫn đến sự hình thành phần mài mòn của thềm bờ ngầm đó, về phía bờ hình thành đới sóng trườn; sự vận chuyển vật liệu rời rạc do các dòng chảy dọc theo bờ, trong một số trường hợp cũng thúc đẩy sự hình thành thềm bờ mài mòn.

+ Sự tích tụ vật liệu do tác dụng rửa xói bờ.

+ Sự tích tụ vật liệu rời rạc, do các dòng chảy có hướng dọc theo bờ và sông đem đến.

– Đánh giá nguy cơ xói lở và phá hoại bờ: Chủ yếu do ảnh hưởng của các nhân tố tự nhiên, các yếu tố nhân tạo thường có tính chất cục bộ nhiều hơn.

– Các đất đá chịu nước kém, dễ bị tan rã và rửa xói, dễ bị phong hóa và sụp lở ở trong vùng ảnh hưởng của các hồ chứa nước báo trước tính chất mạnh mẽ của tác dụng rửa xói và phá hoại bờ đã chia chúng ra các nhóm sau:

+ Hoàng thổ: rất dễ bị rửa xói, tính chất và tác dụng khai phá lại bờ được xác định chủ yếu do mức độ tan rã dễ dàng của nó.

+ Cát: đất đá rời xốp dễ bị rửa xói, sự khai phá lại bờ do năng lượng sóng vỗ và tốc độ dòng chảy quyết định.

+ Đá sét chặt, đá vôi yếu, đá mac nơ, đá bột kết, đá cát kết, đá silic và các đá nửa cứng khác, những đá có mức độ rửa xói trung bình; sự khai phá lại bờ ở các đá này do tốc độ phong hóa, tốc độ đá lở và sự vận chuyển các vật liệu rời rạc của sóng và các dòng chảy quyết định.

+ Đá cứng: không bị rửa xói.

– *Thuyết minh về các tính chất cơ lý của đất đá:* mức độ tan rã, mức độ hóa mềm, mức độ rửa xói và các góc mái dốc tự nhiên của đất đá tạo nên sườn dốc của thềm bờ ngầm, phần bề mặt tích tụ và bào mòn của sườn bờ ngầm,...

### 2. Xói mòn

– *Xói lở và xói trôi* (phá hoại) bờ và lòng sông do dòng nước sông gây ra: sự xói trôi và phá hoại sườn dốc, các không gian chia nước do các dòng nước mưa và tuyết tan gây ra. Các quá trình địa chất ấy tạo nên và làm thay đổi địa hình, cấu trúc của các thung lũng sông.

– Khi hình thành các thung lũng sông: xói đáy và xói bờ có ý nghĩa chủ đạo. Xói đáy được biểu hiện ở sự rửa xói lòng sông, sự cắt xuống sâu của dòng sông, còn xói bờ thì biểu hiện ở sự rửa khoét và xói sập bờ và mở rộng thung lũng. Xói bên dần dần thay thế xói đáy, có liên quan đến các quá trình tân kiến tạo và các quá trình khác.

*Xói đáy*: dẫn đến hình thành mặt cắt cân bằng chuẩn của sông, tức là dẫn đến việc tạo nên mặt cong nhịp nhàng của đáy lòng sông, dốc nhiều ở thượng lưu và gần như nằm ngang ở phía cửa sông khi tiếp cận với gốc xói mòn.

\_ Những đoạn mặt cắt dọc sông lượn thoải: thung lũng sông rộng hơn, xói bên ở đây chiếm ưu thế hơn xói đáy, chính ở đây sông tạo nên những chỗ uốn khúc, rửa khoét và phá hoại bờ, sườn thung lũng thoải hơn, có thêm bậc phát triển về một hoặc hai phía, các trầm tích xốp rời tương đối dày hoặc dày.

– Những đoạn độ dốc tăng lên: các thung lũng sông thường hẹp hơn, có dạng hẻm vực, xói đáy chiếm ưu thế, các trầm tích xốp rời mỏng, sông thường trực tiếp rửa xói các đá gốc.

– Dựa theo nguồn gốc và tương ứng là dựa theo cấu trúc thì phải phân biệt các thềm sông (tích tụ và xói mòn) với các thềm cắt xẻ.

– Khi nghiên cứu các thung lũng sông cần phải xem xét và phân tích: cấu trúc của các thung lũng sông trên mặt bằng nhằm phân định những đoạn hẹp và rộng, cấu trúc mặt cắt dọc của nó, mặt cắt ngang ở những đoạn tiêu biểu khác nhau.

❖ Các yếu tố quyết định hoạt động xói mòn của sông:

– Quá trình xói mòn chẳng những xảy ra ở trong kỳ nước lớn và nước lũ, mà còn xảy ra khi có mực nước thấp hơn, lưu lượng và tốc độ bé hơn, tuy nhiên nhịp độ của chúng chậm lại, trừ những đoạn có các đá dễ bị tan rã và rửa xói.

– Hoạt động của sông đặc trưng cho động năng của chúng.

– Lưu lượng nước trong lòng sông.

– *Trên một đoạn sông thì công của sông được quyết định bởi các điều kiện chủ yếu như sau:*

+ Các đặc điểm của chế độ thủy văn

+ Cấu trúc của thung lũng sông (Đặc điểm địa mạo, thành phần và các tính chất của đất đá ở lòng và bờ).

+ Sự phát triển của các quá trình địa chất.

+ Hoạt động của con người cũng ảnh hưởng lớn trên từng đoạn sông.

– Các đặc điểm cấu trúc địa chất khu vực và địa phương của thung lũng sông có ảnh hưởng đặc biệt to lớn đến sự phát triển quá trình xói mòn tại đây.

– Trong các yếu tố địa chất có ảnh hưởng đến quá trình xói mòn thì thành phần và trạng thái của đất tạo nên lòng và 2 bờ sông có ý nghĩa vô cùng to lớn.

❖ Mương xói – Rãnh xói ( Rửa xói và phá lở các sườn dốc)

– Khi chảy từ các đỉnh phân thủy và các sườn dốc xuống, nước mưa và nước băng tuyết gây ra tác dụng địa chất to lớn: rửa trôi và rửa xói các sản phẩm mềm rời tạo nên các đỉnh phân thủy và sườn dốc. Do các sườn dốc và các đỉnh phân thủy bị rửa xói mà hình thành các mương xói. Ở một giai đoạn phát triển nhất định, mặt cắt dọc và các sườn dốc của mương xói đạt đến sự cân bằng nào đó; sự phát triển của nó bắt đầu chậm lại, ngừng hẳn và dần dần chúng biến thành các khe hoặc các rãnh. Vậy, mương xói là kết quả của sự xói mòn gập gáp ban đầu, được phát triển theo chiều dài, kết quả rửa xói các sườn dốc và

các đỉnh phân thủy do các dòng nước mưa và nước băng tuyết gây ra. Do tác dụng xói mòn, các vùng đất có địa hình chia cắt.

– *Các yếu tố thiên nhiên quan trọng nhất, quyết định điều kiện phát triển quá trình mương xói:*

- + Cấu trúc địa chất khu vực: có tính chất chủ đạo và quyết định
- + Địa hình (độ cao của sườn dốc và đỉnh phân thủy so với gốc xói mòn địa phương có ảnh hưởng lớn tới tốc độ của nước chảy).
- + Điều kiện khí hậu: lượng nước chảy phụ thuộc vào lượng mưa rơi, dạng, cường độ và sự phân bố của mưa trong năm.
- + Nguồn gốc: chỉ có quan hệ với những đất đá dễ bị tan rã và xói lở.
- + Thành phần và tính chất của đất đá: quyết định cả đến các đặc điểm, hình thái của mương xói.
- + Hoạt động kinh tế của con người.



### 3. Lũ bùn đá

– *ĐN:* là những trận lũ xảy ra ở các sông miền núi và các dòng chảy tạm thời, mang theo nhiều vật liệu hòn mảnh lớn và đất mịn hạt loại sét. Lũ bùn đá xảy ra đột ngột, nhanh chóng, có tốc độ chảy lớn và tương đối lớn trong mấy tiếng đồng hồ, kèm theo những đợt sóng do dòng bị tắc nghẽn, nhưng sau đó lại được khai thông dưới sức ép của khối vật chất mang theo mỗi lúc một nhiều, thời gian xảy ra có thể lên đến 8-12 giờ.

– *Khác với các trận lũ bình thường:* lũ bùn đá thường kéo theo rất nhiều vật liệu rắn và có sự chuyển biến từ lượng sang chất. Động năng của dòng chảy tăng theo tỷ lệ thuận với tích số giữa khối lượng vật chất dịch chuyển và một nửa bình phương tốc độ chảy và nó có thể sản ra 1 công rất lớn về mặt địa chất.

– *Thành phần lũ bùn đá:* rất không đồng nhất gồm các tảng tròn và sắc cạnh, dăm cuội, cát và chứa ít đất hạt mịn loại sét, dễ bị cuốn mất bởi khối lũ bùn đá.

- *Phân bố*: chỉ ở miền núi.
- Những điều kiện quan trọng nhất quyết định sự hình thành dòng lũ bùn đá:

+ *Điều kiện khí hậu nhất là điều kiện vi khí hậu*: của nguồn nước cung cấp cho các sông miền núi quyết định cường độ dòng chảy: Các điều kiện đó là yếu tố hàng đầu và quan trọng nhất để hình thành lũ bùn đá. Mưa phân bố không đều, hình thành mưa rào, tích lũy tuyết và băng cùng sự tan chảy dữ dội vào những thời kỳ nhất định trong mùa hè.

+ *Điều kiện địa mạo*: là yếu tố thứ 2 nhất thiết phải có để hình thành lũ bùn đá. Quyết định kích thước, hình dạng, vị trí, độ cao của các lưu vực, độ dốc của bề mặt địa hình, cấu trúc các thung lũng sông miền núi và của các dòng nước tạm thời.

+ *Điều kiện địa chất*: quyết định sự tích tụ vật liệu mềm rời trong các lưu vực hoặc tại một bộ phận nào đó; sự phát triển của các quá trình địa chất khác nhau (phong hóa, trọng lực,...) tham gia vào việc hình thành nên vật liệu đó, cũng như các chuyển động kiến tạo trẻ và hiện đại.

*Tác dụng địa chất lớn*: lũ bùn đá gây ra xói lở, vận chuyển và trầm lắng vật liệu hòn tảng. Hoạt động xói mòn và tích tụ đó kèm theo việc phá hoại lãnh thổ và công trình, gây tổn thất đáng kể về vật chất, một số trường hợp gây thiệt hại về con người.

- + *Hoạt động của con người*: làm mất cân bằng tự nhiên trong các lưu vực.
- *Nguyên nhân, động lực của dòng lũ bùn đá*: dòng chảy trên mặt mạnh mẽ, do một số yếu tố gây nên mưa rào,... đôi khi cả nước từ các bể chứa tự nhiên, nhân tạo bị vỡ.
- *Sự hình thành lũ bùn đá*: liên quan đến dòng nước chảy mạnh mẽ trên mặt (nước mưa và nước băng tuyết tan). Đa số các trường hợp, lũ bùn đá có liên quan đến mưa rào mãnh liệt, xảy ra nhanh chóng, phát triển ở miền núi ở những miền bị chia cắt mạnh.

#### 4. Cactơ

##### ❖ *ĐN, khái niệm*:

- Khi đá vôi, đá đolômit, đá phan, đá mác nơ, thạch cao,... muối mỏ và muối kali bị nước trên mặt và nước dưới đất hòa tan và rửa lữa, thì trên mặt đất hình thành những phần, những hố sụt cùng những dạng khác của địa hình, ở bên trong đất đá là những chỗ trống, khe rãnh và hang đủ kiểu loại. Tất cả những loại hình ở trên mặt và dưới đất được tạo nên như thế là Cactơ. Nó phát sinh do sự phát triển của quá trình địa chất Cactơ gồm hòa tan và phá hoại. Quá trình này được biểu thị ở sự hình thành các hình dạng độc đáo gọi là địa hình Cactơ: thành tạo những chỗ trống trong đất bị Cactơ hóa, sự hình thành 1 kiểu nhất định của nước dưới đất: nước cactơ, cùng những đặc điểm riêng về sự vận động, chế độ và cơ chế hóa học.
- Cactơ thực tế phát sinh ở những vùng phân bố đá bị hòa tan trong nước: cacbonat, sunfat, muối mỏ và muối kali. Ta phân biệt cactơ cacbonat, cactơ sunfat,... và cactơ không thể thành tạo ở những đất đá khác.



– Các đá bị hòa tan có thể ở ngay mặt đất, lộ ra trực tiếp hoặc các thành tạo bờ rời chồm lên thành một lớp mỏng hoặc xếp ở độ sâu nào đó trong các đá cùng tuổi không bị hòa tan, hay có thể bị các thành tạo trẻ hơn che phủ. Do đó, trong trường hợp đầu thì có Cactơ nông (hở) biểu thị mạnh mẽ, rõ rệt ở địa hình khu vực; còn trong trường hợp thứ 2 thì có cactơ sâu cùng các thành tạo đặc trưng như: chỗ trống, khe rãnh, hang động các loại hình ngậm khác trong đá bị cactơ hóa. Còn có kiểu cactơ hỗn hợp: vừa nông lại vừa sâu khi những điều kiện phát triển kiểu này là thuận lợi.

❖ ***Vai trò của Cactơ khi đánh giá ĐCCT đối với lãnh thổ và sự ổn định của công trình.***

Cactơ thường gây ra nhiều điều phức tạp khi thi công xây dựng và thực hiện công tác mỏ, làm phát sinh các dòng nước lớn chảy vào công trình khai đào ngầm, hố móng xây dựng hoặc gây mất nước nhiều ở bên dưới và vòng quanh các chỗ tiếp giáp của đập hoặc rò rỉ nước ra khỏi hồ chứa. Nhiều trường hợp biến dạng và sụt công trình tại vùng Cac tơ.

❖ ***Các loại hình trên mặt và dưới sâu của Cac tơ***

– Cactơ được biểu hiện bởi rất nhiều các dạng địa hình trên mặt đất (trên mặt), cũng như các chỗ trống, rãnh, hang cùng những loại hình khác trong tầng đất đá, cách mặt đất một độ sâu nào đó (sâu). Chính các loại mặt và ngầm kết hợp với nhau tạo nên bản chất của cactơ.

– Những loại hình Cac tơ trên mặt gồm: gờ và rãnh, phễu, khe hẻm và mương xói không còn hoạt động, máng cac tơ, lòng chảo, lỗ miệng của giếng và vực tự nhiên, vách đá ở các sườn dựng đứng, hang lộ thiên và lối vào hang ngầm,... Nét đặc thù của địa hình cactơ là vai trò ưu thế của các dạng địa hình âm khép kín được tạo nên khi mang chuyển các sản phẩm của quá trình ăn mòn từ mặt đất, đi ngầm qua các chỗ trống cactơ. Trong đó các sản phẩm hòa tan, rửa lũa, moi chuyển do xói ngầm và rửa xói có thể ở trạng thái hòa tan, lơ lửng thậm trí dưới dạng những mảnh lớn do sự sụp đổ đá ở các hốc ngầm tạo nên.

+ *Gờ rãnh*: là những dạng địa hình nhỏ, là những luống và ngọn kế tiếp nhau, được tạo nên trên bề mặt lộ trần của đá do sự hòa tan có chọn lọc, tức là do nước mưa và nước tuyết tan rửa lũa đá tạo nên. Sự có mặt hệ thống khe nứt, tính phân lớp trong đá với hướng cắm dốc và thẳng đứng nó quyết định quá trình hòa tan, chọn lọc như vậy. Kết quả nói rộng các khe nứt, rửa lũa từng thứ lớp riêng biệt,... tạo thành gờ rãnh.

+ *Phễu*: là loại hình tiêu biểu nhất của cactơ, gặp phễu ở những nơi lộ trần đá đang bị Cactơ hóa và những nơi có lớp phủ mỏng của những thành tạo trẻ hơn. Kích thước phễu rất khác nhau, từ vài mét cho đến 100m và theo chiều sâu: từ 1-2m có nơi đến 15-20m. Chúng phân bố không đều từng cái một hoặc thành từng nhóm trên mặt đất hay theo từng phương nhất định, thường trùng với phương của các phá hủy kiến tạo. Số lượng cũng như kích thước phễu tại một khu vực nào đó thường đặc trưng cho cường độ bị cactơ hóa của đá. Các phễu không cách xa nhau lắm có thể nối liền nhau tạo nên 1 hố trũng kéo dài: thung lũng cụt, khe hẻm, mương xói, máng,... Những hố trũng lớn, kéo dài được gọi là các lòng chảo Cactơ; khi kích thước lớn được gọi là cánh đồng Cactơ. Các phễu cactơ có

thể tạo nên theo nhiều cách: rửa lũa bề mặt đá theo khe nứt; lún hoặc sụt đá do sụp đổ trần hang hốc; rửa trôi các thành tạo bờ rời phủ trên mặt, mang vào các khe nứt và chỗ trống trong đá bị cac to hóa. Phần cactơ có thể được tạo nên do nhiều phương thức khác nhau.

+ Các dạng Cactơ ở dưới sâu: phần lớn các trường hợp chúng phân bố không đồng đều trong tầng đá bị cactơ hóa, ở những độ sâu khác nhau nhưng đôi khi lại tạo thành đới, thành tầng và thành cấp nhất định. Dạng nhỏ nhất là *hốc* tạo nên độ hang hốc của đá. Sự nở rộng các khe nứt do tác dụng ăn mòn là biểu hiện nổi bật của Cactơ dưới sâu.

+ Khi các dạng ngầm của Cactơ (Rãnh, đường thông thườn, hành lang hang,...) phối hợp lại thường tạo nên những đường ngoằn ngoèo rẽ nhánh, nhiều khi dài hàng chục, hàng trăm kilômét.

#### ❖ Những nguyên nhân phát triển Cactơ

– *Cac to phát sinh*: là do tác dụng của nước mặt và nước dưới đất đối với loại đá bị hòa tan, nó có thể không phát sinh hoặc diễn ra rất chậm, dù nước có tiếp xúc với đá bị hòa tan hoặc thậm chí với đá dễ bị hòa tan chẳng nữa. Quá trình ăn mòn Cactơ phát triển là do có sự phá vỡ cân bằng hóa học giữa nước tác dụng và đá bị hòa tan.

– *Điều kiện thành tạo Cactơ*: có đá bị hòa tan, khả năng thấm nước của đá, nước vận động và nước có khả năng hòa tan. Khi những điều kiện này phối hợp lại, sự cân bằng hóa học trong hệ đá bị hòa tan – nước bị phá vỡ và sự phát sinh, phát triển quá trình ăn mòn và thành tạo cactơ là điều kiện không thể tránh được.

#### ❖ Các điều kiện ảnh hưởng đến quá trình phát triển Cac to:

+ Ảnh hưởng của độ dốc bề mặt địa hình đối với sự phân bố cac to.

+ Đặc điểm thạch học của đá: trong các đặc điểm này thì thành phần khoáng vật của đá, các tạp chất khác nhau trong đá và kiến trúc có tầm quan trọng hàng đầu.

+ Điều kiện thể nằm, độ khe nứt và mức độ đập vỡ của đá có ảnh hưởng căn bản đối với sự phát triển của cac to.

+ Sự dỡ tải đất đá khỏi lực nén của mặt đất, dưới đáy và ở thành thung lũng ở vách bờ mỏ gây ra sự hé rộng các khe nứt ẩn, các khe nứt khép,... làm xuất hiện các khe nứt mới.

+ Vận động kiến tạo hiện đại và mới nhất cũng ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển Cac to.

+ Hoạt động xây dựng và kinh tế của con người.

#### ❖ Đánh giá mức độ Cactơ hóa của đá:

– Mức độ Cactơ hóa của đá là mức độ phá hủy tính liên khối của nó do những chỗ trống và hang hốc được tạo nên khi rửa lũa và hòa tan. Đó là độ hỏng của đá, được tạo nên do sự phát triển Cac to, đặc trưng cho trạng thái hiện thời của các tầng đá, tức mức độ phá hủy tính liên khối và tính ổn định của chúng, sự tăng tính thấm nước và điều kiện sũng nước.

– *Đánh giá mức độ Cac to hóa của đá thường gặp những khó khăn nhất định do thể tích các chỗ trống trong một thể tích đá nghiên cứu. Người ta đánh giá mức độ Cac to hóa chủ yếu là gián tiếp:*

- + Quan trắc địa mạo.
- + Quan sát và đo trực tiếp các chỗ trống Cac tơ ở các vết lộ và ở chính ngay các chỗ trống Cac tơ
- + Quan trắc khi khoan đào công trình thăm dò và lỗ khoan.
- + Công tác thăm dò địa vật lý: thăm dò điện, đo trọng lực, địa chấn, từ, hạt nhân.
- + Quan trắc địa chất thủy văn và thủy văn chuyên môn: thí nghiệm thấm có ý nghĩa cực kỳ quan trọng, đóng vai trò hàng đầu là quan trắc các hình thức xuất hiện nước trong đá bị Cac tơ hóa, đặc biệt là các số liệu về lưu lượng, chế độ của các nguồn nước. Đánh giá so sánh mức độ Cac tơ hóa của đá theo thí nghiệm thấm chuyên môn: bơm ép và đổ nước thí nghiệm vào lỗ khoan và các hố thăm dò hoặc bơm hút nước thí nghiệm từ lỗ khoan và hố đào nếu như đá chứa nước.
- + Công tác thí nghiệm thấm và thí nghiệm phụt vữa xi măng
- + Quan trắc biến dạng của các công trình
- Thí nghiệm chuyên môn để đánh giá mức độ Cac tơ hóa của đá dựa trên cơ sở: xác định độ hút nước, độ thấm nước và độ giàu nước. Sử dụng 2 chỉ tiêu: lượng hút nước đơn vị và hệ số thấm để phân loại đá theo mức độ Cac tơ hóa.

### **Kết luận:**

- Karst là hiện tượng địa chất tự nhiên sinh ra do tác dụng hòa tan của nước dưới đất và nước trên mặt trong các đá dễ hòa tan để tạo ra trên bề mặt và bên trong khối đá những hình thái đặc biệt như: hang động ngầm, sông ngầm, những hố trũng dạng phễu hoặc những giếng dạng phẳng bên trong khối đá.



### **Hiểm họa hố tử thần**

- Do đó, làm kết cấu của đá thay đổi : khả năng thấm nước tăng và khả năng chịu lực của đá giảm.

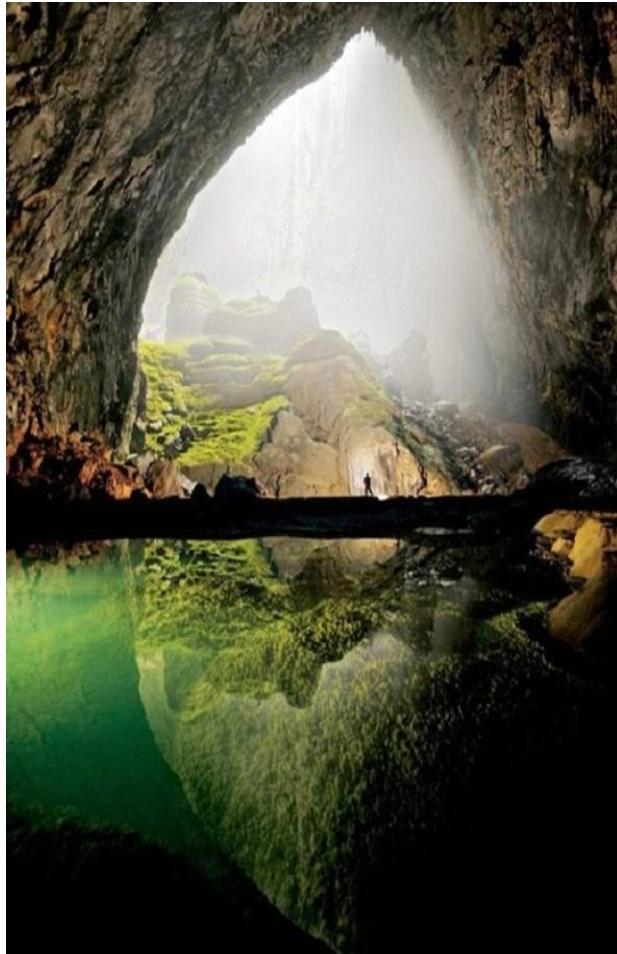


- Đó là 2 vấn đề mà Địa chất công trình cần phải giải quyết khi xây dựng công trình trên vùng karst .
- ❖ **Điều kiện hình thành và phát triển karst**
- Gồm 4 điều kiện :
  - Các đá phải có tính hòa tan: bao gồm các muối khoáng NaCl, KCl, CaSO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, CaCO<sub>3</sub>, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, v.v...
  - Hiện tượng Cactơ phổ biến nhất trong các đá carbonate (đá vôi) vì loại đá này phổ biến nhất trong vỏ Trái đất.
  - Các đá nứt nẻ: nhờ có các khe nứt nên nước mới vận động được và tạo được hình thái karst.
  - Nước phải có khả năng ăn mòn. Nước phải vận động: sự vận động của nước quyết định hình thái và mức độ phát triển karst
- Nước vận động trong Cactơ làm cho hình thái karst khác nhau theo chiều sâu và thường được chia làm 4 đới:
  - *Đới I: Đới bão hòa khí:* Nước vận động chủ yếu theo phương thẳng đứng. Do đó hình thái karst là những giếng hình phễu hoặc thẳng đứng.
  - *Đới II: Đới vận động theo mùa:* Về mùa khô, nước vận động theo phương thẳng đứng. Về mùa mưa, nước vận động theo phương nằm ngang. Do đó hình thái karst là những giếng thẳng đứng hoặc những con sông ngầm.
  - *Đới III: Đới bão hòa nước:* Nước vận động theo phương nằm ngang. Hình thái karst là những con sông ngầm. Ở khu vực đáy sông nước vận động đi lên.
  - *Đới IV: Đới vận động sâu:* Nước vận động theo phương nằm ngang, hình thái karst là những con sông ngầm. Càng về phía sông mức độ phát triển Karst càng tăng vì có sự hỗn hợp giữa 2 loại nước: nước ngầm và nước sông tạo ra một loại nước có khả năng ăn mòn.

❖ **Điều tra nghiên cứu và xử lý tầng karst trong xây dựng**

- Dùng biện pháp điều tiết dòng chảy và thiết bị tiêu nước để ngăn chặn không cho nước trên mặt và nước dưới đất chảy vào tầng đá bị Karst hóa nhằm hạn chế ngăn ngừa Karst phát triển.
- Phá vỡ đỉnh các hang hốc Karst. Đắp đá và đất sét vào những hang hốc Karst để ngăn nước chảy ra.
- Xây các tường chắn nước để ngăn nước từ các rãnh Karst.
- Dùng xi măng keo kết đá ở nền công trình, phụt xi măng qua các hố khoan bịt kín các kẽ nứt và hang hốc Karst tạo thành một màng không thấm tăng thêm cường độ của đá.

# Sản phẩm Karst



## 5. Cát chảy và hiện tượng xói ngầm

### 5.1. Cát chảy

#### ❖ ĐN và khái niệm:

- Khi các hố móng và các công trình bóc lộ ra, cát hạt mịn, hạt nhỏ, cát chứa bụi và nhiều bụi chứa nước sẽ tự chảy. Hiện tượng chảy của cát có thể xảy ra một cách chậm chạp thành lớp dày, có thể xảy ra nhanh hoặc rất nhanh, mang tính chất ùn lên ngay khi đào và khai thác đến chúng, tới mức khối đất đá còn lại không kìm nổi áp lực của cát lỏng nữa.
- Cát chảy ở trạng thái chuyển động tức là mất ổn định. Đất đá chứa chúng ở các sườn dốc, mái dốc,... các công trình có sẵn hoặc đang xây dựng trên đó cũng đều mất ổn định.
- Sự chuyển động nhanh chóng và đầy tai biến của cát chảy là mối nguy hiểm lớn trong thi công xây dựng và khai thác mỏ.

VD: phần dưới của các sườn dốc, mái dốc hoặc khối trượt có hiện tượng cát chảy của đất đá thì các khối bên trên mất điểm tựa. Do đó dọc theo các sườn dốc, mái dốc có xuất hiện các vết nứt, dẫn tới việc thành tạo các khối trượt mới hoặc thúc đẩy hiện tượng trượt đã có phát triển thêm.

- Cát chảy có độ chặt kết cấu không đủ, do đó khi chịu tải trọng chúng bị nén chặt lại, bị dồn ép và trôi lên. Cát chảy là đất yếu không ổn định, thuộc nhóm đất có thành phần, trạng thái và tính chất đặc biệt.
- Một số đất loại sét: khi bị ẩm cũng dễ dàng bị tan rã, mất tính dính, chúng chuyển sang trạng thái sệt và bắt đầu chảy. Tuy thế, khi độ ẩm vừa giảm, độ sệt thay đổi thì hiện tượng chảy cũng chấm dứt.
- Có trường hợp: cát hạt thô và đất loại sét trong những trường hợp đặc biệt cũng chảy tức là giống như cát chảy, đôi khi ta gọi chúng là đất chảy giả.

#### ❖ Sự phân bố của cát chảy:

- Phân bố rất rộng rãi: trong trầm tích hệ thứ Tư và đá gốc. Khi tiến hành công tác thăm dò địa chất, công tác xây dựng và công tác khai thác mỏ ta hay gặp chúng: khi khoan và đào hố móng tại bãi bồi và các thềm trên bãi bồi,...
- Cát chảy có mối liên hệ với các trầm tích trong nước có nguồn gốc khác nhau, thường tạo thành lớp, thấu kính, vỉa và có thể phân bố ở những độ sâu khác nhau.
- Địa mạo: cát chảy trong trầm tích hệ thứ tư liên hệ nhiều nhất với thung lũng sông, đồng bằng aluvi và đồng bằng ven biển; còn trong đá gốc: cát chảy liên quan với lớp phủ trầm tích của miền nền.

#### ❖ Những dấu hiệu đặc trưng của cát chảy:

- Ở trạng thái tự nhiên: khi các lỗ khoan và các công trình khai đào vừa chạm tới, cát chảy thực có màu xám lục, xám xanh,... với sắc thái đậm hoặc nhạt tùy thuộc vào lượng chứa hữu cơ và các thành phần khác. Ra ngoài không khí màu của chúng thay đổi nhanh

và không đồng đều, chúng trở nên sáng hơn, phớt vàng, phớt hồng do sự ôxit hóa các dạng ôxit thấp của sắt và những hợp chất khoáng khác.

– 1 mẫu cát chảy ở TT tự nhiên: giống như đất ẩm, có mùi mốc, bề mặt hơi nhám. Nước không chảy ra khỏi bề mặt này nhờ độ chứa ẩm lớn và độ thải nước bé. Khi xe chảy cát chảy biến thành một khối đồng nhất, chảy loang ra thành lớp và trên bề mặt xuất hiện 1 lớp nước đục có màu giống như màu của vữa xi măng lỏng.

– Khi bị bóc lộ bởi công trình khai đào,... cát chảy chảy như 1 chất lỏng nhớt, tốc độ chảy có thể nhanh, chậm, đôi khi nhanh khủng khiếp tùy thuộc vào trạng thái của ứng suất. Nếu trạng thái ứng suất chỉ do trọng lượng bản thân, thì cát chảy chảy chậm; Nếu do tác dụng của áp lực thủy động và thủy tĩnh có giá trị lớn và rất lớn, chúng sẽ vận động nhanh hoặc rất nhanh và đùn đẩy lên.

– Khi khoan trong cát chảy: thường tạo nên những cái nút bịt, liên quan đến lượng chênh lệch áp lực phát sinh trong đất chứa nước ở bên ngoài và bên trong lỗ khoan. Nút bịt ở lỗ khoan gây nhiều khó khăn trong khi khoan, thường dẫn đến sự cố, vì làm kẹt và tắc thiết bị khoan. Cho nên, khi gặp cát chảy cần phải khoan nhanh một mạch và tuân theo qui tắc nhất định.

– Việc đào vét cát chảy thường gặp khó khăn: cát cát chảy bằng xẻng bằng cũng chẳng dễ gì, chỉ có khả năng xén từng lát mỏng. Nếu sản lát dày thì sẽ không thể lấy chúng khỏi đáy được. Khi thi công trong cát chảy: khối lượng đã khoan đào thường không phù hợp với khối lượng thực tế của hố móng và công trình khai đào, bởi vì cát chảy cứ tràn tới liên tục, nên thường hay tính nhầm khối lượng công tác đã hoàn thành.

– Đặc điểm tiêu biểu của nhiều loại cát chảy: khuynh hướng biến đổi xúc biến tức là **Hóa lỏng** khi bị rung và chấn động do tác động cơ học, sau khi tác động đó chấm dứt, thì tự khôi phục lại một phần hoặc toàn phần trạng thái ban đầu với tốc độ nào đó. Chúng nhanh chóng chuyển sang trạng thái lỏng, đặc biệt không ổn định ở những khu vực làm việc của máy xúc, ô tô,... Trên mặt những khu vực như thế cát chảy trở thành “Đất lùn nhùng”.

– Khi bị hong khô: trở thành loại đất dính khá cứng, sáng hơn so với trạng thái ban đầu, đất bị vụn nát, sứt vỡ khó bóp bằng tay, dính bụi màu xám trắng. Khi khô nó biến thành tấm giòn dễ vỡ.

– Thành phần cát chảy: không những chứa hạt bụi mà còn chứa một lượng hạt sét nhất định.

– Xếp cát chảy vào nhóm đất có thành phần, trạng thái và tính chất đặc biệt là đúng.

❖ Thành phần tính chất cơ lý của cát chảy:

– Lượng chứa các cỡ hạt bụi thường lớn hơn tổng tất cả các cỡ hạt cát, chúng xếp vào loại đất chứa bụi hoặc nhiều bụi. Lượng chứa các cỡ hạt sét thường rất ít, đôi khi đạt đến 10% hoặc nhiều hơn. Có thể xếp cát chảy: cát pha sét lẫn sét cùng cát hạt nhỏ và hạt mịn.

- Thành phần khoáng vật: khá đồng nhất, khoáng vật sét: nhóm hydromica hay kaolinit với mức độ phân tán nào đó, có khi cả monmoriotit,... oxit silic, nhôm và sắt. Hạt thô hơn gồm: hạt thạch anh lẫn fenspat, mica ít hơn là khoáng vật có màu.
- Thành phần vật chất (thành phần hạt và thành phần khoáng vật): đó là những bộ phận quyết định tính háo nước khá cao và khuynh hướng di động (chảy) của cát chảy dưới tác dụng của lực dù rất bé.
- Nghiên cứu tính chất cơ lý của cát chảy rất khó khăn và phức tạp ở điều kiện tự nhiên. Để lấy mẫu và thí nghiệm phải có những phương tiện kỹ thuật đặc biệt.
- Cát chảy: độ chặt hơi thấp, độ rỗng và độ chứa ẩm hơi cao, tính thấm nước và thải nước bé hoặc rất bé, sức chống cắt rất thấp và có  $\varphi=3-4^\circ$  đến  $8-9^\circ$ ; nếu xác định trên mẫu đã hong khô  $\varphi=25-30^\circ$  và lớn hơn.
- Dưới tác dụng của tải trọng: trong điều kiện không thể ép trôi và không chảy phè ra, cát chảy bị biến dạng ở mức độ nhất định. Thí nghiệm cát chảy bằng tải trọng thử: có môđun tổng biến dạng  $E_0=100\text{kG/cm}^2$  và lớn hơn. Giá trị này bằng các thí nghiệm tĩnh không phải lúc nào cũng có thể làm tiêu chuẩn đánh giá đúng đắn tính chất xây dựng của chúng. Cát chảy thường có  $E_0$  thấp hơn, chúng dễ bị hóa lỏng dưới tác dụng của động lực; độ ổn định và khả năng chịu tải giảm đột ngột, có khi đạt đến  $=0$ .
- ❖ Bản chất tính chảy của cát chảy:
  - K.Terzaghi (năm 1933): ***đã giải thích tính chảy của cát chảy là hoàn toàn do áp lực thủy động. Ông nhấn mạnh: “Tính chảy chẳng phải là bản chất của một loại cát đặc biệt nào.***
  - A.F.Lêbedev (năm 1935): *“Tính chảy không những liên quan đến áp lực thủy động mà còn với thành phần đặc biệt”. Ông đề nghị gọi “Cát chảy chứa nước như thế là cát chảy thực”.*
  - N.N. Maxlov (năm 1959, 1968, 1971) Ông kết luận rằng: *“Sự hóa lỏng và chảy của cát không những chỉ liên quan đến đặc điểm về thành phần, mà còn liên quan đến những đặc điểm về tính chất và trạng thái. Tính chảy chỉ đặc trưng cho những loại cát không có lực ma sát trong, lực dính còn thì rất nhỏ hoặc không có”.*
  - Cát chảy thực: có tính háo nước cao, khuynh hướng di động (chảy) dưới tác dụng của lực dù nó rất nhỏ. Những lực đó có thể là: trọng lực, lực đẩy nổi thủy tĩnh, áp lực thủy động.
  - *Nguyên nhân chảy của Cát chảy:* đặc điểm thành phần, trạng thái và tính chất của đất cát đang chịu tác dụng của trọng lực, lực thủy tĩnh và thủy động. Vai trò chủ đạo của các lực này thay đổi tùy thuộc cấu trúc địa chất, thể nằm của cát chảy và điều kiện bóc lộ của nó.
  - *Bản chất tính chảy:* liên quan đến các lực trọng trường, thủy tĩnh và thủy động lên đất háo nước, với lực liên kết giữa các hạt đã bị yếu đi (tức là tác dụng lên đất cát có sức chống cắt thấp).



❖ Điều kiện xây dựng công trình ở khu vực có cát chảy:

- Độ sâu phân bố, điều kiện thể nằm của chúng (hệ tầng dày, lớp, thấu kính, vỉa không có hình dạng rõ rệt,...), bề dày và sự phân bố của chúng theo phương lớp; điều kiện thể nằm của cát chảy, của đất phủ trên và lót dưới cũng cần phải được biểu thị rõ ràng trên mặt cắt và bản đồ địa chất.
- Điều kiện địa mạo của khu vực phân bố cát chảy (có phát hiện: cát chảy ở sườn dốc, mái dốc của bề mặt địa hình ở các nương xói, những chỗ bị rửa xói, có tồn tại những dấu hiệu hoặc khả năng chảy, ép phè của chúng).
- Thành phần và tính chất cơ lý của cát chảy, đặc biệt là độ chặt kết cấu, mức độ biểu hiện tính chất xúc biến, độ thải nước, tính thấm nước, sức chống cắt và tính biến dạng trong điều kiện thể nằm tự nhiên. Tính chất đất đá phủ trên và lót dưới.
- Đặc điểm địa chất thủy văn, chiều sâu thể nằm mực nước dưới đất, giá trị cột nước, hướng nghiêng của mặt nước dưới đất và mặt thủy áp. Những số liệu ấy cũng phải được thể hiện trên bản đồ địa chất và mặt cắt địa chất.
- *Khi đánh giá điều kiện địa chất công trình của khu vực nghiên cứu:* cần xét đến vị trí các công trình hiện có, mức độ ổn định, điều kiện xây dựng, đồng thời cũng phải xét đến các công trình nào đang thiết kế, phạm vi ảnh hưởng có thể có của chúng đến ổn định của môi trường xung quanh. Phải đánh giá điều kiện thi công xây dựng, khai đào và xác định các biện pháp kỹ thuật cần thiết đảm bảo an toàn khi tiến hành xây dựng, đảm bảo ổn định và tuổi thọ của công trình.
- *Nhiệm vụ thực tiễn của công tác thiết kế và xây dựng công trình trên vùng có cát chảy:*
  - + Điều kiện xây dựng trên cát chảy (sử dụng chúng làm nền công trình, thiết kế và xây dựng móng công trình).
  - + Điều kiện xây dựng trên cát chảy liên quan với việc thi công và xây dựng trong chúng những hố móng sâu, công trường khai thác lộ thiên,...
- *Cát chảy ở trạng thái tự nhiên có thể làm nền của móng công trình:* tức là nền thiên nhiên hoặc là sau khi đã làm chặt trước hoặc gia cố bằng những biện pháp nhân tạo (nền nhân tạo). Khi bố trí móng công trình trên cát chảy thường người ta **thiết kế móng như với nền đất yếu:** tải trọng trên cát chảy không được làm công trình lún và lún lệch đến mức nguy hiểm cho sự ổn định và khai thác công trình bình thường. Do đó, khi đặt móng ở độ sâu lớn, phải hạn chế giá trị ứng suất tiêu chuẩn trên cát chảy, làm móng rộng, áp dụng những biện pháp nhằm đảm bảo kết cấu tự nhiên của cát chảy, loại trừ khả năng chảy, ép phè, hóa xốp của chúng, hoặc đặt dưới móng đệm bằng: sỏi, dăm hoặc dùng đệm bê tông. Ngoài ra, thường còn áp dụng những biện pháp kết cấu nhất định để đảm bảo độ cứng của công trình (đai cốt thép, khe lún,...) và khả năng chống lại hiện tượng lún và lún không đều có thể tăng lên.
- Trường hợp cát chảy phân bố gần mặt đất và có bề dày không lớn: thường đặt móng công trình trên đất chặt hơn và ổn định hơn lót ở dưới nó hoặc đặt trên đệm dăm sỏi. Cần áp dụng những biện pháp ngăn chặn cát chảy tràn vào hố móng: làm vòng vây cọc ván, hạ mực nước ngầm bằng cách tháo khô cát chảy và hút nước ra khỏi hố móng.
- Do điều kiện địa chất và đặc điểm công trình mà móng phải đặt sâu: sử dụng rộng rãi móng cọc, giếng chìm,...

– Để cải tạo cát chảy: sử dụng rộng rãi phương pháp phụt silicat dung dịch và tháo khô bằng điện thấm. Ngoài ra còn cải tạo cát chảy bằng PP nén chặt: rung ở dưới sâu (nén rung).

### ❖ **Kết luận**

- Những dấu hiệu đặc trưng của cát chảy:

- Ở trạng thái tự nhiên, cát chảy thực có màu xám sáng, xám lục, xám xanh, với các sắc thái đậm hoặc nhạt, tùy theo lượng chứa các tạp chất hữu cơ và các thành phần khác. Ra ngoài không khí, màu của chúng thay đổi nhanh và không đồng đều.
- Chúng trở thành sáng hơn, phớt vàng, đôi chỗ phớt hồng do sự oxy hóa.
- Khi bị bóc lộ bởi công trình khoan đào hoặc các hố móng, cát chảy bắt đầu chảy như một chất lỏng nhớt.
- Nếu như trạng thái ứng suất chỉ do trọng lượng bản thân, thì cát chảy chảy chậm, còn nếu như do tác dụng của áp lực thủy động hoặc áp lực thủy tĩnh có giá trị lớn và rất lớn, thì chúng sẽ vận động nhanh hoặc rất nhanh và đùn đẩy lên.
- Đặc điểm tiêu biểu là khuynh hướng biến đổi xúc biến, tức là hóa lỏng khi bị rung và chấn động do tác động cơ học, rồi sau khi tác động đó chấm dứt, chúng tự khôi phục lại một phần hoặc toàn phần trạng thái ban đầu với tốc độ nào đó.
- Khi bị hong khô, cát chảy trở thành loại đất dính khá cứng sáng màu hơn so với trạng thái ban đầu và khó có thể bóp vụn bằng tay.
- Điều này chứng tỏ cát chảy không chỉ chứa hạt bụi mà còn chứa một lượng hạt sét nhất định.

– Điều kiện phát sinh cát chảy

+ Điều kiện về kết cấu của đất:

$$\frac{d_{60}}{d_{10}} \leq 10 \quad \square \quad \text{dễ phát sinh cát chảy.}$$

+ Điều kiện về dòng thấm:

$$I_{gh} = (D - 1)(1 - n)$$

Trong đó: D là tỷ trọng của cát, n là độ rỗng của cát.

+ Nếu  $I_{thực\ tể} > I_{giới\ hạn} \quad \square \quad$  xảy ra cát chảy

### **Biện pháp ngăn ngừa**

- Khi xây dựng trong khu vực có cát chảy cần phải xác định:
  - Sự phân bố và điều kiện thể nằm của chúng.

- Điều kiện địa mạo ở khu vực phân bố cát chảy.
  - Thành phần tính chất cơ lý của cát chảy, đặc biệt là độ chặt kết cấu.
  - Đặc điểm địa chất thủy văn của khu vực có cát chảy, chiều sâu mực nước.
- Một số biện pháp ngăn ngừa như hạ thấp mực nước ngầm, giảm áp lực thủy động. Có thể dùng một hệ thống giếng, hố khoan, rãnh...; bảo vệ mái dốc, mái hố đất không bị nước chảy làm trôi đất.

## 5.2. Xói ngầm

- ĐN: là một dạng phá hoại đất hòn mảnh hoặc chất nhét trong khe nứt và hốc Cac tơ ở đá cứng và đá nửa cứng do dòng thấm gây ra. Xói ngầm phát triển tương đối chậm (hàng năm, hàng chục năm), rộng rãi trong thiên nhiên và biểu hiện rất đa dạng.
  - Ở chân sườn đồi hoặc chân mái dốc quan sát thấy điểm lộ cát, sỏi bão hòa nước: thấy Xói ngầm phát triển, những loại đất này trở nên rời xốp, nhất là trong vùng nước dưới đất thoát ra ngoài, các hạt nhỏ bị moi chuyển đi làm cho độ chặt của đất giảm xuống, độ rỗng của đất tăng lên. Đất bị nén chặt dưới tác dụng của tải trọng do khối đất đá ở phía trên, làm xuất hiện các khe nứt hình thành các mặt và đới yếu; sự ổn định của sườn và mái dốc bị phá hoại hình thành các khối trượt. Nếu xói ngầm phát sinh, phát triển ở nền công trình có thể gây ra lún nhiều và lún không đều, mất ổn định, làm biến dạng và phá hoại công trình.
  - Xói ngầm có thể làm thay đổi quá mức độ thấm nước của đất đá, của chất nhét khe nứt và hốc Cac tơ tạo ra những đường rửa mòn, tạo ra những dòng nước lớn chảy vào hố móng xây dựng, các công trình khai đào ngầm,... gây ra mất nhiều nước qua đường thấm dưới đất, quanh vai đập,... Xói ngầm thường là nguyên nhân của nhiều loại biến dạng mặt đất và thành tạo các trũng, phễu lún, hố sụt, khe nứt,... Những biến dạng như thế, xuất hiện trong đất đá ở phía trên hệ thống đường ngầm, các hốc, các tầng,... nằm trong vùng phát triển xói ngầm.
  - Quá trình xói ngầm: thường hay phá vỡ sự làm việc bình thường của các công trình thoát nước ngầm, hệ thống lọc của công trình thu gom nước, các ống lọc ngược. Sở dĩ như vậy là có hiện tượng nhét bịt, trôi lấp các hạt nhỏ vào các lỗ rỗng và chỗ trống của vật liệu chèn phủ các công trình thoát nước ngầm và ống lọc, do đó tính thấm nước của các công trình và thiết bị này bị giảm xuống chúng không còn hoạt động được nữa.
  - *Lực tác dụng chính làm phát triển xói ngầm*: tốc độ vận động lớn của dòng nước thấm rửa trôi các hạt, rửa xói đất đá; hoặc là áp lực thủy động xuất hiện trong dòng thấm. Nếu áp lực thủy động lớn: trong điều kiện thích hợp, nó có thể làm dịch chuyển cả khối đất, tức là gây nên trạng thái chảy; nếu như áp lực thủy động thấp: chỉ có những hạt bé hơn trong đất đá dịch chuyển.
  - *Tác dụng của dòng nước dưới đất thấm qua đất đá* được biểu hiện ở sự phá hoại ổn định về thấm của chúng, ở sự rửa xói ngầm (ở sự phát triển xói ngầm). Tác dụng đó có thể xảy ra với những điều kiện sau đây:
- + Đất đá không đồng nhất ở mức độ nào đó, các hạt nhỏ hơn có thể chuyển dịch giữa các hạt to hơn và bị moi chuyển đi.

+ Có gradien nhất định của dòng nước, gradien này gây ra tốc độ thấm lớn của nước hoặc gây ra giá trị nhất định của áp lực thủy động trong đất.

+ Tồn tại miền xả ra và tiêu thoát những hạt nhỏ khỏi đất đá.

➤ *Những điều nói trên chứng tỏ rằng:* tùy thuộc vào hoàn cảnh địa chất, xói ngầm có thể phát triển trong một lớp nhất định hoặc trong hệ tầng đất đá không đồng nhất về thành phần hạt; ở ranh giới tiếp xúc giữa hai lớp có thành phần khác nhau, trong chất nhét có thành phần không đồng nhất ở các khe nứt, hốc các tơ, hệ thống thoát nước ngầm và ở những nơi đắp phủ khác.

– Khi nghiên cứu địa chất công trình để luận chứng cho việc thiết kế và XD những công trình khác nhau, khi dự báo sự phát triển xói ngầm cần đánh giá:

+ Mức độ không đồng nhất về thành phần hạt của đất đá còn đang nghi ngại về ổn định thấm.

+ Điều kiện thủy lực của dòng thấm, các trị số tốc độ và gradien của nó

+ Sự tồn tại các điều kiện để moi chuyển các hạt nhỏ. Cần chú ý đến điều kiện địa mạo ở điểm lộ ra trên mặt của các tầng chứa nước, điều kiện bóc lộ các tầng này do các hố móng, công trình khai đào ngầm, các công trình tiêu thoát nước ngầm gây ra.

#### ❖ **Kết luận:**

- Hiện tượng xói mòn ngầm chủ yếu xảy ra trong cát rời rạc dưới tác dụng của dòng thấm làm cho những hạt nhỏ trong khối đất bị cuốn trôi đi khỏi lỗ rỗng giữa các hạt lớn, còn các hạt lớn thì vẫn giữ nguyên vị trí. Hiện tượng này làm cho bề mặt đất tụt xuống thành các hố giống như cái phễu.

- Hiện tượng xói ngầm này gây nguy hiểm cho các công trình thủy công. Nó thường phát sinh ở hạ lưu các cống, phát sinh trong bản thân đê, đập đất, khi các công trình làm việc với đầu nước cao, làm cho công trình bị rò rỉ dẫn đến hiện tượng trôi đất mãnh liệt, làm sụp đổ công trình. Ở các mái dốc thiên nhiên cũng có thể phát sinh xói ngầm và là một trong những nguyên nhân phát sinh dốc trượt.





### Điều kiện phát sinh xói ngầm

- Điều kiện về kết cấu của đất: Thành phần cấp phối hạt. Trong đất phải có 2 loại đường kính hạt chiếm ưu thế và  $\frac{D}{d} \geq 20$  hay  $Cu = \frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 20$  để phát sinh xói ngầm.
- Điều kiện về dòng thấm: Độ dốc giới hạn để các hạt cát bắt đầu bị đẩy đi được xác định theo công thức:  $I_{gh} = (D - 1)(1 - n) + 0,5n$
- Trong đó: D là tỷ trọng của cát, n là độ rỗng.  
Nếu  $I_{thực\ tể} > I_{giới\ hạn}$  xảy ra xói ngầm.

### Biện pháp ngăn ngừa

- Điều tiết dòng chảy, làm cho các công trình tiêu thoát nước, ngăn ngừa không cho nước chảy trong các tầng đất đá.
- Thiết bị tầng lọc để phòng các hạt bị cuốn trôi.
- Thay đổi kết cấu công trình để làm giảm tốc độ dòng ngầm dưới nền hay trong bản thân công trình.
- Dùng các biện pháp nhân tạo nhưng phương pháp keo kết bằng chất silic, nhựa đường để cải tạo tính chất của đất đá.

