



# 特殊土的工程性质

## 一、黄土

黄土是以粉粒为主，含碳酸盐，具大孔隙，质地均一，无明显层理而有显著垂直节理的黄色陆相沉积物



## 黄土的特征

1. 颜色为淡黄、褐黄和灰黄色
2. 以粉土颗粒〔0.075 mm-0.005 mm〕为主，约占60%-70%
3. 含各种可溶盐，主要富含碳酸钙，含量达10%-30%，对黄土颗粒有一定的胶结作用，常以钙质结核的形式存在，又称姜石
4. 结构疏松，孔隙多且大，孔隙度达33%—64%，有肉眼可见的大孔隙、虫孔、植物根孔等
5. 无层理，具柱状节理和垂直节理天然条件下稳定边坡近直立
6. 具有湿陷性



---

具备上述六项特征的黄土是典型黄土，只具备其中局部特征的黄土称为黄土状土，二者的特征列于表4—15



## 黄土的成因

### 1. 风积黄土

分布在黄土高原平坦的顶部和山坡上，厚度大，质地均匀，无层理

### 2. 坡积黄土

多分布在山坡坡脚及斜坡上，厚度不均，基岩出露区常夹有基岩碎屑

### 3. 残积黄土

多分布在基岩山地上部，由表层黄土及基岩风化而成。

### 4. 洪积黄土

主要分布在山前沟口地带，一般有不规那么的层理，厚度不大

### 5. 冲积黄土

主要分布在大河的阶地上如黄河及其支流的阶地上。阶地越高黄土厚度越大，有明显层理。常夹有粉砂、粘土、砂卵石等，大河阶地下部常有厚数米及数十米的砂卵石层。

# 黄土的工程性质

## 1. 黄土的颗粒成分

黄土中**粉粒**约占60%-70%，其次是**砂粉和粘粒**，各占1%-29%和8%-26%。

我国从西向东，由北向南黄土颗粒有明显变细的分布规律。陇西和陕北地区黄土的砂粒含量大于粘粒，而豫西地区粘粒含量大于砂粒。

粘土颗粒含量大于20%的黄土，湿陷性明显减小或无湿陷性。因此，陇西和陕北黄土的湿陷性通常大于豫西黄土，这是由于均匀分布在黄土骨架中的粘土颗粒起胶结作用，湿陷性减小



---

## 2. 黄土的密度

土粒密度在 $2.54\sim 2.84\text{ g/cm}^3$ 之间，黄土的密度为 $1.5\sim 1.8\text{ g/cm}^3$ ，干密度为 $1.3\sim 1.6\text{ g/cm}^3$ 。干密度反映了黄土的密实程度，干密度小于 $1.5\text{ g/cm}^3$ 的黄土具有湿陷性。



---

### 3. 黄土的含水量

黄土天然含水量一般较低。含水量与湿陷性有一定关系。含水量低，湿陷性强，含水量增加，湿陷性减弱，当含水量超过25%时就不再湿陷了。



## 4. 黄土的压缩性

---

土的压缩性用压缩系数  $a$  表示:

$a < 0.1 \text{ MPa}^{-1}$  低压缩性土

$a = 0.1 \sim 0.4 \text{ MPa}^{-1}$  中压缩性土

$a > 0.4 \text{ MPa}^{-1}$  高压缩性土

黄土多为中压缩性土; 近代黄土为高压缩性土; 老黄土压缩性较低

## 5. 黄土的抗剪强度

一般黄土的内摩擦角  $\phi = 15^\circ \sim 25^\circ$ , 凝聚力  $c = 30 \sim 40 \text{ kPa}$ ,  
抗剪强度中等





## 6. 黄土的湿陷性和黄土陷穴

天然黄土在一定的压力作用下，浸水后产生突然的下沉现象，称为湿陷。这个一定的压力称为**湿陷起始压力**

黄土湿陷性评价多采用浸水压缩试验的方法，将原状黄土放入固结仪内，在无侧限膨胀条件下进行压缩试验。当变形稳定后，测出试样高 $h_2$ ，再测当浸水饱和、变形稳定后的试样高度 $h_2'$ ，计算相对湿陷性因数 $\delta_s$ ：

$$\delta_s < 0.02$$

$$0.02 \leq \delta_s \leq 0.03$$

$$0.03 < \delta_s \leq 0.07$$

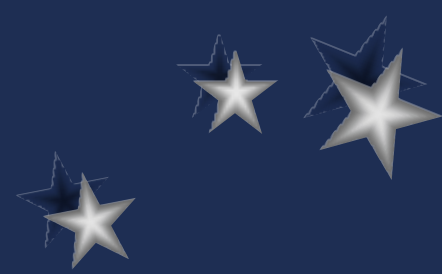
$$\delta_s > 0.07$$

非湿陷性黄土

轻微湿陷性黄土

中等湿陷性黄土

强湿陷性黄土



---

黄土地区常常有天然或人工洞穴，由于这些洞穴的存在和不断开展扩大，往往引起上部建筑物突然塌陷，称为陷穴。黄土陷穴的开展主要是黄土湿陷和地下水的潜蚀作用造成的。为了及时整治黄土洞穴，必须查清黄土洞穴的位置、形状及大小，然后有针对性地采取有效整治措施。



## 二、膨胀土

---

膨胀土是一种富含亲水性粘土矿物，并且随含水量增减，体积发生显著胀缩变形的高塑性粘土。其粘土矿物主要是蒙脱石和伊利石，二者吸水后强烈膨胀，失水后收缩，长期反复屡次胀缩，强度衰减，可能导致工程建筑物开裂、下沉、失稳破坏。膨胀土全世界分布广泛，我国是世界上膨张土分布广、面积大的国家之一，20多个省市自治区都有分布。我国亚热带气候区的广西、云南等地的膨胀土，与其他地区相比，胀缩性强烈。形成时代自第三纪的上新世〔N2〕开始到上更新世〔Q3〕，多为上更新统地层。成因有洪积、冲积、湖积、坡积、残积等



# 膨胀土的工程性质

---

1. 膨胀土多为灰白、棕黄、棕红、褐色等。
2. 颗粒成分以粘粒为主，含量在35%-50%以上，
3. 粉粒次之，砂粒很少。
4. 粘粒的矿物成分多为蒙脱石和伊利石，这些粘土颗粒比外表积大，有较强的外表能，在水溶液中吸引极性水分子和水中离子，呈现强亲水性



---

$\text{g/cm}_3$ ，塑性指数为18~23, 天然含水量接近塑限，一般为18%-26%。土体处于坚硬或硬塑状态，有时被误认为良好地基



---

3. 膨胀土中裂隙发育，是不同于其他土的典型特征，膨胀土裂隙可分为原生裂隙和次生裂隙两类。原生裂隙多闭合，裂面光滑。常有蜡状光泽，次生裂隙以风化裂隙为主，在水的淋滤作用下，裂面附近蒙脱石含量增高，呈白色。构成膨胀土中的软弱面，膨胀土边坡失稳滑动常沿灰白色软弱面发生。



---

4. 天然状态下膨胀土抗剪强度和弹性模量比较高，  
但遇水后强度显著降低。



5. 膨胀土具有超固结性。

**超固结性**是指膨胀土在历史上曾受到过比现在的上覆自重压力更大的压力。因而孔隙比小，压缩性低，一旦被开挖外露，卸荷回弹，产生裂隙，遇水膨胀，强度降低，造成破坏。

膨胀土固结度用固结比R表示：

$$R = p_c / p_0$$

式中： $p_c$ ——土的前期固结压力；

$p_0$ ——目前上覆土层的自重压力；





---

正常土层 $R=1$ ，超固结膨胀土 $R>1$ 。  
还有一种土是欠固结土  
 $R$ 小于1



# 膨胀土的胀缩性指标

## 1. 膨胀率〔 $C_{sw}$ 〕

在室内试验， $C_{sw}$ 是烘干土在一定压力〔 $P_{sw}$ 〕下，而且不允许侧向膨张的条件下浸水膨胀测定的，膨胀变形仅反映在高度上的变化。 $C_{sw}$ 可用下式计算

$$C_{sw} = \frac{\Delta h}{h_0} \times 100\% = \frac{h - h_0}{h_0} \times 100\% \quad (4-11)$$

式中： $h_0$ ——土样原始高度，cm。

$\Delta h$ ——土样变形后的高度增量，cm。

$h$ ——土样膨胀后的高度，cm。

$C_{sw} > 4\%$ ， $p_{sw} \geq 0.025$  MPa 时为膨胀土。

## 2.自由膨胀率 (Fs)

自由膨胀率是烘干土粒全部浸水膨胀后增加的体积  $\Delta V$  与原体积  $V_0$  之比，以百分数表示：

$$F_s = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{V - V_0}{V_0} \times 100\%$$



---

一般认为： $F_s \geq 40\%$ 为膨胀土。

铁道部还规定 $F_s > 40\%$ 、液限含水量 $w_L > 40\%$ 时为膨胀土。



# 膨胀土的防治措施

---

## 1. 地基的防治措施

### (1) 防水保湿措施

防上地表水下渗和土中水分蒸发，保持地基土湿度稳定，控制胀缩变形。在建筑物周围设置散水坡，设水平和垂直隔水层；加强上下水管道防漏措施及热力管道隔热措施；建筑物周围合理绿化，防止植物根系吸水造成地基土不均匀收缩；选择合理的施工方法，基坑不宜暴晒或浸泡，应及时处理夯实



## 〔2〕地基土改进措施

地基土改进的目的是消除或减少土的胀缩性能，常采用：

- ①换土法，挖除膨胀土，换填砂、砾石等非膨胀性土；
- ②压入石灰水法，石灰与水相互作用产生氢氧化钙，吸收周围水分，氢氧化钙与二氧化碳形成碳酸钙，起胶结土粒的作用；
- ③钙离子与土粒外表的阳离子进行离子交换，使水膜变薄脱水，使土的强度和抗水性提高。



## 2. 边坡的防治措施

### 〔1〕 地表水防护

防止水渗入土体，冲蚀坡面，设截排水天沟、平台纵向排水沟、犷叮沟等排水系统

### (2) 坡面加固

植被防护，植草皮、小乔木、灌木，形成植物覆盖层防止地表水冲刷。

### (3) 骨架护坡

采用浆砌片石方形及拱形骨架护坡，骨架内植草效果更好。

### 〔4〕 支挡措施

采用抗滑挡墙、抗滑桩、片石垛等。



# 三、软土

---

软土是天然含水量大、压缩性高、承载力和抗剪强度很低的呈软塑——流塑状态的粘性土。

软土是一类土的总称，还可以将它细分为软粘性土、淤泥质土、淤泥、泥炭质土和泥炭等

我国软土成因类型主要有：

- ①沿海沉积型〔滨海相、泻湖相、溺谷相、三角洲相〕；
- ②内陆湖盆沉积型；
- ③河滩沉积型；
- ④沼泽沉积型





---

我国软土有以下特征：

1. 软土的颜色多为灰绿、灰黑色，手摸有滑腻感，能染指，有机质含量高时有腥臭味。
2. 软土的颗粒成分主要为粘粒及粉粒，粘粒含量高达60%-70%。
3. 软土的矿物成分，除粉粒中的石英、长石、云母外，粘土矿物主要是伊利石，高岭石次之。此外软土中常有一定量的有机质，可高达8%-9%。
4. 软土具有典型的海绵状或蜂窝状结构，其孔隙比大，含水量高，透水性小，压缩性大，是软土强度低的重要原因。
5. 软土具层理构造，软土、薄层粉砂、泥炭层等相互交替沉积，或呈透镜体相间沉积，形成性质复杂的土体。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/358073074053007010>