

第十章 特殊土

特殊土是指在特定地域内，由于生成条件的特殊，使之不同于一般土，而具有某些特殊性质的土。例如：软土、黄土、膨胀土、盐渍土、冻土、红土等。

第一节 黄土

黄土是指第四纪以来在干燥气候条件下沉积而成的多孔性具有柱状节理的黄色粉性土。实际上，黄土地区沟壑纵横，常发育成为许多独特的地貌形态，常见的有：黄土源、黄土梁、黄土峁、黄土陷穴等地貌。

一、黄土的特征及分类

表 10-1 黄土和黄土质土的一般特征

| 土类名称<br>特征 |     | 黄土                                                                                                           | 黄土质土                                                                                                                             |
|------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 外部特征       | 颜色  | 以黄色为主，局部浅黄及褐黄色                                                                                               | 浅黄色、棕黄色                                                                                                                          |
|            | 结构  | 无层理，有肉眼可见的大孔隙及生物根茎遗迹形成的管状空隙、常被钙质或泥质填充，较松散，质地均一，易碎                                                            | 具层理并具粗粒物质（粗砂或细砾）形成夹层或透镜体，由粘土组成微薄层理，可见大孔较少，质地不均一                                                                                  |
|            | 产状  | 常呈垂直陡壁、垂直节理极发育                                                                                               | 有垂直节理，但延伸较小，垂直陡壁不够稳定，有时构成缓坡                                                                                                      |
| 粒度成分       |     | 以粉土颗粒为主（0.074~0.002mm），一般含量达 60% 以上，大于 0.25mm 颗粒含量极少或没有。有中粗粉粒（0.01~0.074mm）在 50% 以上，颗粒较粗                     | 含大于 0.25mm 颗粒，其中粗粉粒（0.01~0.074mm）含量小于 50%，颗粒较细                                                                                   |
| 矿物成分       |     | 粗粒矿物以石英、长石、云母为主，其含量 60% 以上。粘土矿物如高岭石、伊利石、蒙脱石等，成分复杂                                                            | 粗粒矿物以石英、长石、云母为主，其含量 50% 以下。有时云母含量较高，粘土矿物仍以高岭石、伊利石、蒙脱石为主                                                                          |
| 化学成分       |     | 以 SO <sub>2</sub> 为主，其次为 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ，富含碳酸钙，少量可溶性盐类，PH 值高 | 仍以 SO <sub>2</sub> 为主，AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 次之，含碳酸钙及可溶盐类，含量随时间新老有所不同，时代较老，碳酸钙含量较高，反之，较低 |
| 成岩(固结)程度   |     | 一般固结较差，较松散，但时代老的黄土较坚硬，称为石质黄土                                                                                 | 局部固结                                                                                                                             |
| 成因         |     | 以风成为主，少量水成                                                                                                   | 主要是流水堆积                                                                                                                          |
| 物理性质       | 孔隙度 | 孔隙度一般为 50% 以下，较高                                                                                             | 孔隙度一般为 40% 以下                                                                                                                    |
|            | 湿陷性 | 湿陷性较显著                                                                                                       | 湿陷性较小或无湿陷性                                                                                                                       |
|            | 渗透性 | 较大，渗透系数一般在 0.6~0.8m/昼夜，有时可达 1m/昼夜                                                                            | 渗透系数较小，有时实际上不渗水                                                                                                                  |

根据黄土形成的地质年代不同，可将黄土分为砂黄土、新黄土、老黄土和红色黄土四类，见表 10-2 。

黄土按塑性图分类指标可划分为四类：粉质亚砂土、粉质轻亚粘土、粉质亚

粘土和粉质重亚粘土，见表 10—2 所示。

表 10—2 黄土按地质年代和塑性图分类

| 类别   | 地层时代 |                | 地层名称 | 塑性图分类指标        |                | 土名     | 符号   |
|------|------|----------------|------|----------------|----------------|--------|------|
|      |      |                |      | W <sub>L</sub> | I <sub>p</sub> |        |      |
| 砂黄土  | 全新世  | Q <sub>4</sub> | 次生黄土 | 0~22           | 4~7            | 粉质亚砂土  | CLMY |
| 新黄土  | 晚更新期 | Q <sub>3</sub> | 马兰黄土 | 22~30          | 7~15           | 粉质轻亚粘土 | CLMY |
| 老黄土  | 中更新期 | Q <sub>2</sub> | 离石黄土 | 30~43          | 14~25          | 粉质亚粘土  | CLMY |
| 红色黄土 | 早更新期 | Q <sub>1</sub> | 午城黄土 | 43~50          | >25            | 粉质重亚粘土 | CLMR |

二、黄土的湿陷性

黄土的湿陷性是指天然黄土在一定压力作用下，被水浸湿后土的结构受到破坏而发生突然下沉的现象。具有这种特性的黄土称为湿陷性黄土；不具有这种特性的称为非湿陷性黄土。陷性黄土通常分为两类：一是被水浸湿后在自重压力下发生湿陷的，称为自重湿陷性黄土；二是被水浸湿后在自重压力下不发生湿陷，而在附加压力作用下产生湿陷的，称为非自重湿陷性黄土。在公路工程中，对自重湿陷性黄土应加以注意。

三、黄土地区的防治处理工程

1. 边坡防护 2. 地基处理 3. 排水

第二节 软土

软土是指滨海、湖沼、谷地、河滩沉积的天然含水量高、孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低的细粒土。它主要包括内陆湖塘盆地、江河海洋沿岸和山间洼地沉积的各种淤泥和淤泥质粘性土。

一、软土的工程性质

1. 软土的物理力学性质

(1) 天然含水量高、孔隙比大 软土的孔隙比  $e > 1.0$ ，天然含水量一般都大于 30 %，有的达 70%，甚至高达 200%，多呈软塑或潜液状态，一经扰动很容易破坏其结构而流动，山区软土的含水量变化幅度更大。

(2) 压缩性高 软土的压缩系数  $\alpha_{1-2}$  一般在  $0.05 \times 10^5 \text{ Pa}^{-1}$  以上，最高达  $0.3 \times 10^5 \text{ Pa}^{-1}$  以上。

(3) 抗剪强度低 软土的 $\varphi$ 值大多小于或等于  $10^\circ$ ，最大也不超过  $20^\circ$ ，有的甚至接近于 0。 $c$ 值一般在  $0.05\text{--}0.15\times 10^5\text{ Pa}$ ，很少超过  $0.2\times 10^5\text{ Pa}$ ，有的趋近于 0，故其抗剪强度很低。

(4) 透水性低

(5) 触变性 软土是“海绵状”结构性沉积物，当原状土的结构未受到破坏时，常具有一定的结构强度，但一经扰动，结构强度便被破坏。

(6) 流变性 是指在一定荷载的持续作用下，土的变形随时间而增长的特性。

## 二、软土地基的加固与处理

表 10-4 软土地基的处理措施及其适用性

| 序号 | 处理措施  | 适用情况 |     |     |          |          | 处理有效深度<br>/m | 高路堤<br>适用性 |
|----|-------|------|-----|-----|----------|----------|--------------|------------|
|    |       | 淤泥   | 黏性土 |     | 非黏<br>性土 | 湿陷<br>黄土 |              |            |
|    |       |      | 饱和  | 非饱和 |          |          |              |            |
| 1  | 强夯    |      |     | *   |          | *        | 5~10         | *          |
| 2  | 挤密砂桩  | *    | *   | *   | *        |          | 10~20        | *          |
| 3  | 石灰桩   | *    |     | *   | *        |          | 15~20        | *          |
| 4  | 灰土桩   |      |     | *   |          | *        | 15~20        |            |
| 5  | 碎石桩   | *    | *   | *   | *        |          | 15~20        | *          |
| 6  | 塑料排水板 | *    | *   |     |          | *        | 15~20        |            |
| 7  | 灌浆    | *    | *   | *   | *        | *        | 15~20        |            |
| 8  | 堆载预压  | *    | *   | *   | *        |          | 20~30        | *          |
| 9  | 真空预压  | *    | *   |     |          |          | 10~20        |            |
| 10 | 降水预压  | *    | *   |     |          |          | 25~30        |            |
| 11 | 水泥搅拌桩 | *    | *   | *   |          |          | 15~20        |            |
| 12 | 高压注浆  | *    | *   | *   | *        |          | 15~20        | *          |
| 13 | 石灰土垫层 |      |     | *   | *        | *        | 1~3          |            |
| 14 | 透排水垫层 |      | *   | *   | *        |          | 3~5          | *          |
| 15 | 置换土   | *    | *   | *   | *        |          | 1~2          | *          |
| 16 | 抛石挤淤  | *    |     |     |          |          | 1~3          | *          |
| 17 | 土工织物  | *    | *   | *   | *        | *        | 5~8          | *          |
| 18 | 深层加固  |      | *   | *   | *        | *        | 15~20        | *          |
| 19 | 反压护道  |      |     | *   | *        |          | 5~8          |            |

注：\*为适合采用。