

# 第 1 章 岩土工程勘察分级、土石鉴定与分类

## 1.1 岩土工程勘察等级

《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2009) 根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级划分岩土工程勘察等级。

### 1.1.1 工程重要性等级

根据工程规模、特征以及地基损坏造成建筑破坏后果的严重性，将工程重要性等级划分为一、二、三级三个等级。实施工程勘察时应视具体情况，按表 1.1 规定选用。

表 1.1 工程重要性等级

工程重要性等级	破坏后果	工程类别	建筑类型
一级	很严重	重要工程	重要的工业与民用建筑物；20 层以上的高层建筑；体形复杂的 14 层以上高层建筑；对地基变形有特殊要求的建筑物；单桩承受的荷载在 400 kN 以上的建筑物，如纪念馆、剧院、水厂等
二级	严重	一般工程	一般的工业与民用建筑，如 8~14 层建筑物
三级	不严重	次要工程	次要的建筑物，通常为 1~3 层建筑物

### 1.1.2 工程场地等级

场地等级应根据其复杂程度按下列规定分为一、二、三级三个等级。

(1) 符合下列条件之一者为一级场地(复杂场地)：

- ① 对建筑物抗震危险的地段。
- ② 不良地质作用强烈发育。
- ③ 地质环境已经或可能受强烈破坏。
- ④ 有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂，需专门研究的场地。
- ⑤ 地形地貌复杂。

(2) 符合下列条件之一者为二级场地 (中等复杂场地):

- ① 对建筑物抗震不利的地段。
- ② 不良地质作用一般发育。
- ③ 地质环境已经或可能受一般破坏。
- ④ 地形地貌较复杂。
- ⑤ 基础位于地下水位以下的场地。

(3) 符合下列条件者为三级场地 (简单场地):

- ① 地震设防等于或小于VI度, 或对建筑抗震有利的地段。
- ② 不良地质作用较发育。
- ③ 地质环境基本未受破坏。
- ④ 地形地貌简单。
- ⑤ 地下水对工程无影响。

注: 对建筑物抗震有利、不利和危险地段的划分规定:

- ① 坚硬土或开阔平坦密实均匀的中硬土地段, 按有利地段确定。
- ② 软弱土、液化土、孤立突出地形、非岩质土坡、古河道、半填半挖地基及断层破碎地带段, 按不利地段确定。
- ③ 地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷 (裂)、泥石流等及发震断裂带可能发生地表位错的地段, 按危险地段确定。

通常情况下, 场地等级的确定, 从一级开始, 向二级、三级推定, 以最先满足判断条件为准。

### 1.1.3 地基等级

地基等级应视地基岩土条件的复杂的程度, 主要从建筑抗震稳定性、不良地质作用发育情况、地质环境破坏程度、地形地貌条件和地下水条件等方面综合考虑。按下列规定分为一、二、三级三个等级。

(1) 符合下列条件之一者为一级地基 (复杂地基):

- ① 岩土种类多、很不均匀、性质变化大 (地下水对工程影响大), 且需特殊处理。
- ② 多年冻土, 湿陷、膨胀、盐渍及污染严重的特殊性岩土, 以及其他复杂情况需要专门处理的岩土。

(2) 符合下列条件之一者为二级地基 (中等复杂地基):

- ① 岩土种类较多、不均匀、性质变化较大 (地下水对工程有不利影响)。
- ② 除上述规定以外的特殊性岩土。

(3) 符合下列条件之一者为三级地基 (简单地基):

- ① 岩土种类单一、均匀、性质变化不大 (地下水对工程无影响)。

② 无特殊性岩土。

地基等级确定亦按照场地等级原则确定。

### 1.1.4 岩土工程勘察等级

地基岩土工程勘察等级的划分应符合表 1.2 规定。

表 1.2 岩土工程勘察等级划分表

勘察等级	确定勘察等级的条件		
	工程重要性等级	场地等级	地基等级
甲级	一级	任意	任意
	二级	一级	任意
		任意	一级
乙级	二级	二级	二级或三级
		三级	二级或三级
	三级	一级	任意
		二级	二级或三级
		三级	二级
丙级	二级	三级	三级
	三级	二级	三级
		三级	三级

注：建筑在岩质地基上的一级工程，当场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级时，岩土工程勘察等级可定为乙级。

## 1.2 地基岩土分类与鉴定

地基岩土分类与鉴定为野外观察与描述中应掌握的方法与原则。换句话说，是到现场怎样动手，怎样下笔的内容。

## 1.2.1 岩石的工程分类与描述

### 1) 岩石的工程分类

- (1) 按成因可分为岩浆岩、沉积岩、变质岩；  
 (2) 根据强度、风化程度及结构类型的岩石分类，应符合表 1.3、表 1.4、表 1.5 规定。

表 1.3 岩石按强度分类

类别	亚类	硬度/MPa	代表性岩石
硬质岩石	极硬岩石	> 60	花岗岩、花岗片麻岩、闪长岩、玄武岩、石灰岩、石英砂岩、石英岩、大理岩、硅质砾岩等
	次硬岩石	30 ~ 60	
软质岩石	次软岩石	5 ~ 30	黏土岩、页岩、千枚岩、绿泥石片岩、云母片岩等
	软质岩石	< 5	

注：强度指新鲜岩块的饱和单轴极限抗压强度。当无法取得饱和单轴抗压强度数据时，可用点荷载强度换算，换算方法按现行国家标准《工程岩体分级标准》(GB 50218) 执行。

表 1.4 岩石按风化程度分类

风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
		波速比 $K_v$	风化系数 $K_f$
未风化	岩质新鲜，偶见风化痕迹	0.9 ~ 1.0	0.9 ~ 1.0
微风化	结构基本未变，仅节理面有渲染或略有变色，有少量风化痕迹	0.8 ~ 0.9	0.8 ~ 0.9
中等风化	结构部分破坏，沿节理面有次生矿物、风化裂隙发育，岩体被切成岩块。用镐难挖，用岩芯钻方可钻进	0.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.8
强风化	结构大部分破坏，矿物成分显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎，用镐可挖，干钻不易钻进	0.4 ~ 0.6	< 0.4
全风化	结构基本破坏，但尚可辨认，有残余结构强度，可用镐挖，干钻可钻进	0.2 ~ 0.4	
残积土	组织结构全部破坏，已风化成土状，锹镐易挖掘，干钻易钻进，具可塑性	< 0.2	

- 注：① 波速比  $K_v$  为风化岩石与新鲜岩石压缩波速度之比。  
 ② 风化系数  $K_f$  为风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比。  
 ③ 岩石风化程度，除按表列特征和定量指标之外，也可根据当地经验划分。

表 1.5 岩体结构类型分类

岩体结构类型	岩体地质类型	主要结构体形状	结构面发育情况	岩土工程特征	可能发生的岩土工程问题
整体状结构	巨块状岩浆岩、变质岩、巨厚层沉积岩	巨块状	以层面和原生构造节理为主，多呈闭合型，结构面间距大于 1.5 m，一般为 1~2 组，无危险结构面组成的落石、掉块	整体性强度高，岩体稳定，在变形特征上可视为均质弹性各向同性体	要注意由结构面组合而成的不稳定结构体的局部滑动或坍塌，深埋洞室要注意岩爆
块状结构	厚层状沉积岩、块状岩浆岩、变质岩	块状、柱状	只具有少量贯穿性较好节理裂隙，结构面间距 0.7~1.5 m。一般为 2~3 组，有少量分离体	整体强度较高，结构面相互牵制，岩体基本稳定，在变形特征上接近弹性各向同性体	

续表

岩体结构类型	岩体地质类型	主要结构体形状	结构面发育情况	岩土工程特征	可能发生的岩土工程问题
层状结构	多韵律的薄层及中厚层状沉积岩、副变质岩	层状、板状	层理、片理、节理裂隙，但以风化裂隙为主，常有层间错动面	岩体接近均一的各向异性体，其变形及强度特征受层面控制，可视为弹塑性体，稳定性较差	可沿结构面滑塌，可产生塑性变形
破裂状结构	构造影响严重的破碎岩层	碎块状	层理及层间结构面较发育，结构面间距 0.25~0.50 m，一般在 3 组以上，有许多分离体	完整性破坏较大，整体强度很低，并受软弱结构面控制，多呈弹塑性体，稳定性很差	易引起规模较大的岩块失稳，地下水加剧岩体失稳
散体状结构	断层破碎带、强风化及全风化带	碎屑状	构造及风化裂隙密集，结构面错综复杂，并多充填黏性土，形成无序小块和碎屑	完整性遭到极大破坏，稳定性极差，岩体属性接近松散体介质	

(3) 按软化系数  $K_R$  的大小可分为软化岩和非软化岩。当  $K_R \leq 0.75$  时，应定为软化岩石；当  $K_R > 0.75$  时，则定义为非软化岩石。

(4) 当岩石具有特殊成分、结构和性质时，应定义为特殊性岩石，并分为易溶性岩石、膨胀性岩石、崩解性岩石和盐渍性岩石等。

## 2) 岩石的鉴定描述

岩石的描述包括成因、时代、名称、颜色、主要矿物成分、结构、构造和风化程度。对沉积岩尚应描述沉积物的颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度；对岩浆岩和变质岩应描述矿物结晶大小和结晶程度。岩石的描述还应包括结构面、结构体和岩层厚度，并应符合下

列规定。

(1) 结构面描述包括类型、性质、产状、组合形式、发育程度、延展程度、闭合程度、粗糙程度、填充情况和充填物性质以及充水情况等。

(2) 结构体的描述包括类型、形状、规模及其围岩中的受力情况等。

(3) 岩层厚度分类按表 1.6 确定。

表 1.6 岩层厚度分类表

层厚分类	单层厚度 $h/m$
巨厚层	$h > 1.0$
厚层	$1.0 \geq h > 0.5$
中厚层	$0.5 \geq h > 0.1$
薄层	$h \leq 0.1$

### 1.2.2 土的工程分类与定名

自然界中土的种类很多，工程性质各异，为了便于研究，需要按其堆积年代、地质成因、主要特征等进行分类。土的工程分类主要根据土的粒径、界限含水率、有机质存在情况等基本特征，将性质相近的土分成一类。以便于描述土体，评价土的性质，便于岩土工程的设计和施工。

(1) 按堆积年代可将土分为以下三类：

① 老堆积土：第四纪晚更新世 ( $Q_3$ ) 及其以前堆积的土层。

② 一般堆积土：第四纪全新世 ( $Q_4$ ) 文化期以前堆积的土层。

③ 新近堆积土：第四纪全新世 ( $Q_4$ ) 文化期以来新近堆积的土层，一般呈欠固结状态。

(2) 根据地质成因可划分为残积土 ( $el$ )、坡积土 ( $pl$ )、洪积土 ( $dl$ )、冲积土 ( $al$ )、淤积土、冰积土和风积土。

(3) 土根据有机物含量成分，应符合表 1.7 的规定。

表 1.7 土按有机物含量分类

分类名称	有机质含量 $W_u$	现场鉴别特征	说明
无机土	$W_u < 5\%$		
有机质土	$5\% \leq W_u \leq 10\%$	深灰色，有光泽，味臭，除有腐殖质外尚含少量未完全分解的动植物体，浸水后水面出现气泡，干燥后体积有收缩	1. 如现场能鉴别有机质土或有地区经验时，可不作有机质含量测定； 2. 当 $w > w_L$ ， $1.0 \leq e < 1.5$ 时称淤泥质土，当 $w > w_L$ ， $e \geq 1.5$ 时称淤泥

泥炭质土	$10\% < W_u \leq 60\%$	深灰色或黑色，有腥臭味，能看到未完全分解的植物结构，浸水体胀，易崩解，有植物残渣浮于水中，干缩现象明显	根据地区特点和需要，也可按 $W_u$ 细分： 弱泥质炭质土（ $10\% < W_u \leq 25\%$ ） 中泥质炭质土（ $25\% < W_u \leq 40\%$ ） 强泥质炭质土（ $40\% < W_u \leq 60\%$ ）
泥炭	$W_u > 60\%$	除有泥炭质土特征外，结构松散，土质很轻，暗无光泽，干缩现象极为明显	

注：有机质含量  $W_u$  按灼减量试验确定。

(4) 土按颗粒级配或塑性指数 ( $I_p$ ) 可划分为碎石土、砂土、粉土、黏性土，具体规定如下。

① 碎石土和砂土的划分应符合表 1.8、表 1.9 的规定。

碎石土：粒径大于 2 mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土。

砂土：粒径大于 2 mm 的颗粒质量不超过总质量 50%、粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土。

② 粉土：粒径大于 0.075 mm 的颗粒不超过全部质量的 50%，且塑性指数  $I_p \leq 10$ 。

③ 黏性土：根据塑性指数分为粉质黏土和黏土。当  $10 < I_p \leq 17$ ，定为粉质黏土；当  $I_p > 17$  时，定为黏土。

表 1.8 砂土分类

土的名称	颗粒级配
砾砂	粒径大于 2 mm 的颗粒质量占总质量 25% ~ 50%
粗砂	粒径大于 0.5 mm 的颗粒的质量超过总质量 50%
中砂	粒径大于 0.25 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
细砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量的 85%
粉砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%

注：定名时应该按照颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

表 1.9 碎石土分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200 mm 的颗粒的质量超过总质量的 50%
块石	棱角为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
碎石	棱角为主	

圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
角砾	棱角形为主	

(5) 土的综合分类定名应符合下列规定：

① 对特殊成因和年代的土，可结合其成因及年代特征定名，如新近堆积砂质粉土、残坡积碎石土等。

② 对特殊土，可结合颗粒级配或塑性指数综合定名，如淤泥质黏土、弱盐渍砂质粉土、碎石素填土等。

③ 对于同一土层中相间成韵律沉积时，当薄层与厚层的厚度比为 1/10~1/3，宜定名为“夹层”，厚的土层写在前面，如黏土夹粉砂层；当厚度比大于 1/3，宜定名为“互层”，如黏土与粉砂互层；厚度比小于 1/10 的土层，且有规律地多次出现，宜定名为“薄夹层”，如黏土夹薄层粉砂。

④ 对于混合土，应冠以主要含有的土类定名，如碎石黏土、含黏土角砾等。

⑤ 当土层厚度大于 0.5 m 时，宜单独分层。

### 1.2.3 土的鉴定描述

(1) 土的描述应符合下列规定：

① 碎石土应描述颗粒级配、形状、母岩成分、风化程度、充填物性质及充填程度、密实度及层理特征等。

② 砂土应描述颜色、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、黏土含量、湿度、密实度及层理特征等。

③ 粉土应描述颜色、颗粒级配、充填物、湿度、密实度及层理特征等。

④ 黏性土应描述颜色、状态、湿度、充填物、土层结构及层理特征等；其中，土的颜色描述一般为复色，次色在前，主色在后；土的充填物描述包括成分、含量百分比、粒径以及形状等，无充填物则描述土质均一；其他方面描述如搓条、滑腻感、斑纹、干裂、虫孔以及臭味等。

⑤ 特殊土除应描述上述相应土类规定的内容外，还应描述各层的厚度及层理特征。

⑥ 对具有夹层、互层、薄夹层特征的土层，还应描述各层的厚度及层理特征。

(2) 碎石土的密实度可分为密实、中密和稍密，并符合表 1.10 的规定。

表 1.10 碎石土密实度野外鉴定方法

密实度	骨架颗粒含量和排列	可挖性	可钻性
密实	骨架颗粒质量大于总质量的 70%，呈交错排列，连续接触	锹镐挖掘困难，用撬棍方能松动，井壁较稳定	钻进困难，钻杆、吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定



中密	骨架颗粒质量等于总质量的60%~70%，呈交错排列，大部分接触	锹镐可挖掘，井壁有掉块现象，从井壁取出大颗粒处，能保持颗粒凹面形状	钻进较困难，钻杆、吊锤跳动不剧烈，孔壁有坍塌现象
松散	骨架颗粒质量小于总质量的60%，排列混乱，大部分不接触	锹镐可以挖掘，井壁易坍塌，从井壁取出大颗粒后，立即坍塌	钻进较容易，钻杆稍有跳动，孔壁易坍塌

(3) 砂土的密实度应根据标准贯入锤击数  $N$  值划分为密实、中密、稍密和松散，并应符合表 1.11 的规定。

表 1.11 按标准贯入锤击数  $N$  值确定砂土密实度

$N$ 值	密实度
$N \leq 10$	松散
$10 < N \leq 15$	稍密
$15 < N \leq 30$	中密
$N > 30$	密实

(4) 粉土的密实度应根据孔隙比  $e$  划分为稍密、中密和密实，其湿度应根据含水率  $w(\%)$  分为稍湿、湿、很湿，并分别按表 1.12 及表 1.13 的规定确定。

(5) 黏性土为塑性指数  $I_p > 10$  的土，可按表 1.14 规定划分为黏土、粉质黏土，其状态按表 1.15 分为坚硬、硬塑、可塑、软塑及流塑。

表 1.12 按孔隙比  $e$  确定粉土密度

$e$ 值	密实度
$e < 0.75$	密实
$0.75 \leq e \leq 0.9$	中密
$e > 0.9$	稍密

表 1.13 按含水率  $w(\%)$  确定粉土的湿度

$w(\%)$	湿度
$w < 20$	稍湿
$20 \leq w \leq 30$	湿
$w > 30$	很湿

表 1.14 黏性土分类

塑性指数 $I_p$	土的名称
------------	------

$I_p > 17$	黏土
$10 < I_p \leq 17$	粉质黏土

注：塑性指数由 76 g 圆锥体沉入深度为 10 cm 时测定的液限计算而得： $I_p = w_L - w_P$

表 1.15 黏性土的状态

液性指数 $I_L$	状态
$I_L \leq 0$	坚硬
$0 < I_L \leq 0.25$	硬塑
$0.25 < I_L \leq 0.75$	可塑
$0.75 < I_L \leq 1$	软塑
$I_L > 1$	流塑

注： $I_L = (w - w_P) / (w_L - w_P) = (w - w_P) / I_p$ 。

(6) 淤泥是在静水或缓慢流水环境中沉积，并经生物化学作用形成的，是天然含水率大于液限、天然孔隙比  $e \geq 1.5$  的黏性土，但  $1.0 \leq e < 1.5$  的土应为淤泥质土。

(7) 人工填土据其组成及成因，分为素填土、杂填土及冲填土。素填土为由碎石土、砂土、粉土及黏性土等组成的填土；杂填土为含有建筑垃圾、工业废料、生活垃圾等杂物的填土；冲填土为水力冲填泥沙形成的填土。