

任务 7 岩土的工程分类与野外鉴别

7.1 岩石的工程分类

7.1.1 岩石按坚硬程度分类

1.岩石坚硬程度按饱和单轴抗压强度分类，如表 7-1。

表 1-3-4 岩石按坚硬程度分类

坚硬程度	坚硬岩	软硬岩	较软岩	软岩	极软岩
饱 和 单 轴 抗 压 强 度 (Mpa)	$f_r > 60$	$60 \geq f_r > 30$	$30 \geq f_r > 15$	$15 \geq f_r > 5$	$f_r \leq 5$

2.岩石坚硬程度定性划分，如表 7-2。

表 1-3-5 岩石按坚硬程度的定性分类

坚硬程度		定性鉴定	代表性岩石
硬 岩 石	坚硬岩	锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎，基本无吸水反应	未风华~微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、石英砂岩、硅质砾岩、硅质石灰岩等
	较硬岩	锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎，有轻微吸水反应	1.微风化的坚硬岩； 2.未风华~微风化的大理岩、板岩、石英岩、白云岩、钙质砂岩等
软 质 岩	较软岩	锤击声不清脆、，无回弹，较易击碎，浸水后指甲可刻出印痕	1.中等风化~强风化的坚硬岩或较坚硬 2.未风华~微风化的凝灰岩、千枚岩、泥灰岩、砂质泥岩等
	软岩	锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎，浸水后手可掰开	1.强风化的坚硬岩或较硬岩； 2.中等风华~强风化的较软岩 3.未风华~微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩等
极软岩		锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，手可捏碎，浸水后可捏成团	1.全风化的各种岩石 2.各种半成岩

3.岩石按风化程度划分如表 7-3。

表 1-3-9 岩石按风化程度分类

		风化程度参数指标
--	--	----------

风化程度	野外特征	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，有少量风化裂隙	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，岩体被切割成岩块。用稿难挖，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，用稿可挖，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，可用稿挖，干钻可钻进	0.2~0.4	—
残积土	组织结构全部破坏，已风化成土块，揪稿易挖掘出，干钻易钻进，具可塑性	<0.2	—

4.岩石按软化程度分类

岩石按软化程度分类		
软化系数(KR)	≤ 0.75	> 0.75
岩石分类	软化岩石	不软化岩石

当岩石具有特殊成分、特殊结构或特殊性质时，应定位特殊性岩石，如易溶性岩石、膨胀性岩石、盐渍化岩石等。

7.1.2 岩体的工程分类

岩体是经过变形和破坏后岩石的组合，由结构面和结构体组成。结构面指岩体中各种地质界面包括物质分界面、断裂面、软弱夹层和溶蚀面，规模大者如断层带，小者如节理。结构体是由不同产状的结构面组合起来，将岩体切割成各种形状的单元块体。结构面和结构体的特性决定岩体的不均一和不连续性。

1.岩体完整程度的定量划分，如表 1-3-6。

表 1-3-6 岩体完整程度分类

岩体完整性系数 (Kv)	>0.75	0.75~0.55	0.55~0.35	0.35~0.15	<0.15
完整程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎

2.岩体完整程度的定性划分如表 1-3-7。

表 1-3-7 岩体完整程度的定性分类

完整程度	结构面发育程度		主要结构面的结合程度	主要结构面类型	相应结构类型
	组数	平均间距 (m)			
完整	1~2	>1.0	结合好或结合一般	裂隙、层面	整体状或厚层状结构
较完整	1~2	>1.0	结合差	裂隙、层面	块状或厚层状结构
	2~3	1.0~0.4	结合好或结合一般		块状结构
较破碎	2~3	1.0~0.4	结合差	裂隙、层面、小断层	裂隙状或中厚层状结构
	≥3	0.4~0.2	结合好		镶嵌碎裂结构
			结合一般		中、薄层状结构
破碎	≥3	0.4~0.2	结合差	各种类型结构面	裂隙块状结构
		≤0.2	结合一般或结合差		碎裂状结构
极破碎	无序	—	结合很差	—	散体状结构

四、岩体基本质量等级分类

岩体基本质量等级划分，如表 1-3-8。

表 1-3-8 岩体基本质量等级分类

完整程度 坚硬程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
坚硬岩石	I	II	III	IV	V
较硬岩	II	III	IV	IV	V
较软岩	III	IV	IV	V	V
软岩	IV	IV	V	V	V
极软岩	V	V	V	V	V

7.2 土的分类

对于土的工程分类法，世界各国、各地区、各部门，根据自己的传统和经验，都有自己的分类标准，例如：国家标准《土的分类标准》、国家标准《岩土工程勘察规范》、行业标准《港口工程地质勘察规范》、水利部行业标准《土工试验规程》、行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》、行业标准《公路土工试验规程》和行业标准《公路工程地质勘察规范》。但总体原则是：粗粒土按粒度成分及级配特征；细粒土按塑性指数和液限，即塑性图法；有机土和特殊土则分别单独各列为一类。

行业标准《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）中的土分类

- （1）土可根据其地质成因分为残积土、坡积土、崩积土、冲积土、洪积土、风积土、湖积土、海积土和冰积土等。
- （2）土可根据其具有的工程地质特性分为黄土、冻土、膨胀土、盐渍土、软土、红黏土和填土等。
- （3）土可根据颗粒级配或塑性指数划分为碎石土、砂土、粉土、黏性土、特殊土和人工填土。各类土的划分标准如下：
 - 1. 碎石土为粒径大于 2mm 的颗粒含量超过总重量 50%的土。再根据颗粒级配及形状按表 6-2 细分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾 6 类。

表 6-2 碎石土的分类

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 200mm 的颗粒含量超过总质量 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒含量超过总质量 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2mm 的颗粒含量超过总质量 50%
角砾	棱角形为主	

- 2. 砂土为粒径大于 2mm 的颗粒含量不超过总质量 50%，且粒径大于 0.075mm 的颗粒超过总质量 50%的土。砂土按表 6-3 分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂。

表 6-3 砂土的分类

土的名称	粒组级配
砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒含量占总质量 25%~50%
粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒含量超过总质量 50%
中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒含量超过总质量 50%
细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒含量不超过总质量 85%
粉砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒含量超过总质量 50%

3. 粉土为塑性指数 $I_p \leq 10$ 且粒径大于 0.075mm 的颗粒含量不超过总质量 50% 的土。

粉土含有较多的粉粒，其工程性质介于黏性土和砂性土之间，但又不完全与黏性土或砂土相同。粉土的性质与其粒径级配、密实度和湿度等有关。

4. 黏性土为塑性指数 $I_p > 10$ 且粒径大于 0.075mm 的颗粒含量不超过总质量 50% 的土。黏性土的工程性质不仅与粒组含量和黏土矿物的亲水性等有关，而且也与成因类型及沉积环境等因素有关。

黏性土根据塑性指数 I_p 值按表 6-4 分为黏土、粉质黏性土。

表 6-4 黏性土的分类

塑性指数	土的名称
$I_p > 17$	黏土
$10 < I_p \leq 17$	粉质黏性土

7.3 土的野外鉴别

在公路路线勘测过程中，除了在沿路线按需要采集一些土样带回实验室测试有关技术指标外，还常常要在现场用目测、手触或借助简易工具和试剂及时直观地对土的性质和状态作出初步鉴定，其目的是为选线、设计和编制工程预算，提供第一手资料。对此，要求我们在现场勘测时应做到：第一，对取样的土层的宏观情况作出较详细的描述和记录，并对其土层的基本性质作出初步判别；第二，对所取土样应直观地作出肉眼描述和鉴别，并定出土名，以供室内试验后定名参考。

7.3.1 对土的基本描述

在野外用肉眼鉴别土时，要针对不同土类所规定的内容进行描述，如表 6—7。

表 6-7 土 的 野 外 描 述

分类	描 述 内 容
碎石类土	名称、颜色、颗粒成分、粒径组成、颗粒风化程度、磨圆度、充填物成分、性质及含量、密实程度、潮湿程度等
砂类土	名称、颜色、结构及构造、颗粒成分、粒径组成、颗粒形状、密实程度、潮湿程度等
黏性土	名称、颜色、结构及构造、夹杂物性质及含量、潮湿及密实程度等

7.3.2 土的野外鉴别

1.碎石类土密实程度鉴别，见表 6-9。

表 6-9 碎石类土密实程度鉴别

密实程度	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，坑壁稳定	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	揪可以挖掘，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

2.砂土的野外鉴别

表（1-3-39）砂土的野外鉴别

鉴别特征	砾砂	粗砂	中砂	细砂	粉砂
------	----	----	----	----	----

观察颗粒粗细	约有 1 / 4 以上颗粒比荞麦或高粱粒 (2mm) 大	约有一半以上颗粒比小米粒 (0.5mm) 大	约有一半以上颗粒与砂糖或白菜籽 (>0.25mm) 近似	大部分颗粒与粗玉米粉 (>0.1mm) 近似	大部分颗粒与小米粉 (<0.1mm) 近似
干燥时状态	颗粒完全分散	颗粒完全分散, 个别胶结	颗粒基本分散, 部分胶结, 胶结部分一碰即散	颗粒大部分分散, 少量胶结, 胶结部分稍加碰撞即散	颗粒少部分分散, 大部分胶结 (稍加压既能分散)
湿润时用手拍后的状态	表面无变化	表面无变化	表面偶有水印	表面有水印 (翻浆)	表面有显著翻浆现象
粘着程度	无粘着感	无粘着感	无粘着感	偶有轻微粘着感	有轻微粘着感

3.黏性土、粉土的野外鉴别

表 (1-3-40) 黏性土、粉土的野外鉴别

鉴别方法	分类		
	黏土	粉质黏土	粉土
	塑性指数		
	$I_p > 17$	$10 < I_p \leq 17$	$I_p \leq 10$
湿润是用刀切	切面非常光滑, 刀刃有粘腻的阻力	稍有光滑面, 切面规则	无光滑面, 切面比较粗糙
用手捻摸时的感觉	湿土用于捻摸有滑腻感, 当水分较大时极易粘手, 感觉不到有颗粒的存在	仔细年捻摸感觉到有少量细颗粒, 稍有滑腻感, 有粘滞感	感觉有细颗粒存在或感觉粗糙, 有轻微粘滞感或无粘滞感
粘着程度	湿土极易粘着物体 (包括金属与玻璃), 干燥后不易剥去, 用水反复洗才能去掉	能粘着物体, 干燥后较易剥掉	一般不粘着物体, 干燥后一碰就掉
湿土搓条情况	能搓成小于 0.5mm 的土条 (长度不短于手掌), 手持一端不	能搓成 0.5~2mm 的土条	能搓成 2~3mm 的土条

	易断裂		
干土的性质	坚硬，类似陶器碎片，用锤击方可打碎，不易击成粉末	用锤易击碎，用手难捏碎	用手很易捏碎

4.新近沉积土的野外鉴别（表 1-3-41）

表 1-3-41 新近沉积土野外鉴别

沉积环境	颜色	结构性	含有物
河漫滩、山前洪、冲积扇（锥）的表层、古河道，已堵塞的湖、塘、沟、谷和河道泛滥区	较深而暗，呈褐、暗黄或灰色，含有机质较多时带灰黑色	结构性差，用手扰动原状土时极易变软，塑性较低的土还有振动水析现象	在完整的剖面中无粒状结核体，但可能含有圆形及亚圆形钙质结核体（如礞结石）或贝壳等，在城镇附近可能含有少量碎砖、瓦片、陶瓷、铜币或朽木等人类活动遗物

5.细粒土的简易鉴别

表 1-3-42 细粒土的简易鉴别

注：1.摘自《土的工程分类标准》（GB / T50145-2007）》。

半固态时的干强度	硬塑~可塑态时的后捻感和光滑度	土在可塑时		软塑~流动态时的摇震反应	土类代号
		土条可搓成的最小直径（mm）	韧性		
低~中	粉粒为主，有砂感，稍有黏性，捻面较粗糙，无光泽	>3 或 3~2	低~中	快~中	ML
中~高	含砂砾，有黏性，稍有滑腻感，捻面较光滑，稍有光泽	2~1	中	慢~无	CL
中~高	粉粒较多，有黏性，稍有滑腻感，捻面较光滑，稍有光泽	2~1	中~高	慢~无	MH
高~很高	无砂感，黏性大，滑腻感强，捻面光滑，有光泽	<1	高	无	CH

2.凡呈黑灰色有臭味的土，应在相应土类代号后加代号“O”，如 MLO、CLO、MHO、CHO。

3.干强度可根据用力的大小区分；很难或用力才能捏碎或掰断者为干强度高；稍用力即可捏碎或掰断者为干强度中等；易于捏碎和捻成粉末者为干强度低。

4.韧性可根据再次搓条的可能性，分为：能揉成土团，再搓成条，捏而不碎

者为韧性高；可再揉成团，捏而不易碎者为韧性中等；勉强或不能再揉团，稍捏或不捏即碎者，为韧性低。

5. 摇震反应根据上述渗水和吸水反应快慢，可区分为：立即渗水及吸水者为反应快；渗水及吸水中等者为反应中等；渗水吸水慢及不渗水不吸水者为反应慢或无反应。

思考题