

第二篇

城市地下管线 土建工程施工技术

第一章 土建工程常用材料

第一节 土的工程分类及工程性质

一、土的工程分类

在建筑安装工程统一劳动定额中，按土石坚硬程度和开挖方法及使用工具，将土分为四类，四级。见表 1-1-1。

表 1-1-1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土(岩)的名称	坚实系数	质量密度 (t/m^3)	开挖方法及工具	用轻钻孔机钻进 电耗(度)
一类土 (松软土)	I	略有粘性的砂土;粉土腐殖土及疏松的种植土;泥炭(淤泥)	0.83-1.00	1.40-1.70	用锹、少许用脚踏或用板锄挖掘	
二类土 (普通土)	II	潮湿的粘性土和黄土;软的盐土和碱土;含有建筑材料碎屑、碎石、卵石的堆积土和种植土	1.01-1.33	1.70-1.90	用锹、条锄挖掘,需用脚踏,少许用镐	
三类土 (坚土)	III	中等密实的粘性土或黄土;含有碎石、卵石或建筑材料碎屑的潮湿的粘性土或黄土	1.34-1.77	1.90-2.00	主要用镐、条锄,少许用锹	
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的粘性土或黄土;含有碎石、砾石的中等密实粘性土或黄土;硬化的重盐土;软泥灰岩	1.78-2.44	2.00	全部用镐、条锄挖掘,少许用撬棍挖掘	

续表

土的分类	土的级别	土(岩)的名称	坚实系数	质量密度 (ρ)	开挖方法及工具	用轻钻机钻进 耗时
五类土 (软石)	V ~ VI	硬的石炭纪粘土;胶结不紧的砾岩;软的、节理多的石灰岩及贝壳石灰岩;坚实的白垩;中等坚实的页岩、泥灰岩	1.5 ~ 2.0	2.0 ~ 2.5	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法	≤ 1.5
六类土 (次坚石)	VII ~ IX	坚硬的泥质页岩;坚实的泥灰岩;角砾状花岗岩;泥灰质石灰岩;粘土质砂岩;云母页岩及砂质页岩;风化的花岗岩、片麻岩及正常岩;滑石质的蛇纹岩;密实的石灰岩;硅质胶结的砾岩;砂岩、砂质石灰质页岩	2.0 ~ 3.0	2.5 ~ 3.0	用爆破方法开挖,部分用风镐	1.5 ~ 2.0
七类土 (坚石)	X ~ XII	白云岩,大理石;坚实的石灰岩、石灰质及石英质的砂岩;坚硬的砂质页岩;蛇纹岩,粗粒正长岩;有风化痕迹的安山岩及玄武岩;片麻岩、粗面岩;中粗花岗岩;坚实的片麻岩;粗面岩;辉绿岩;玢岩;中粗正常岩	3.0 ~ 4.0	3.0 ~ 4.0	用爆破方法开挖	2.0 ~ 3.0
八类土 (特坚石)	XIII ~ XVI	坚实的细粒花岗岩,花岗片麻岩;闪长岩;坚实的玢岩、角闪岩、辉长岩、石英岩;安山岩、玄武岩;最坚实的辉绿岩;石灰岩及闪长岩;橄榄石质玄武岩;特别坚实的辉长岩、石英岩及玢岩	4.0 以上	3.0 ~ 4.0	用爆破方法开挖	3.0 以上

注 土的级别为相当于一般土分类级别。

坚实系数为相当于普氏岩石强度系数。

二、土的野外鉴别方法

在野外、工地按地基土的分类粗略地鉴别各类土的方法,分别参见表 表

表

第二篇 城市地下管线土建工程施工技术

表 圆原员原圆 碎石土、砂土野外鉴别方法

类别	土的名称	观察颗粒粗细	干燥时的状态及强度	湿润时用手拍击状态	粘着程度
碎石土	卵(碎)石	一半以上的颗粒超过 圆皂皂皂	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
	圆(角)砾	一半以上的颗粒超过 圆皂皂皂 (小高粱粒大小)	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
砂土	砾砂	约有 员源 以上的颗粒超过 圆皂皂皂 (小高粱粒大小)	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
	粗砂	约有一半以上的颗粒超过 圆皂皂皂 (细小米粒大小)	颗粒完全分散, 但有个别胶结一起	表面无变化	无粘着感觉
	中砂	约有一半以上的颗粒超过 圆皂皂皂 (白菜籽粒大小)	颗粒基本分散, 局部胶结但一碰即散	表面偶有水印	无粘着感觉
	细砂	大部分颗粒与粗豆米粉 (跃圆皂皂皂皂) 近似	颗粒大部分分散, 少量胶结, 部分稍加碰撞即散	表面有水印 (翻浆)	偶有轻微粘着感觉
	粉砂	大部分颗粒与小米粉近似	颗粒少部分分散, 大部分胶结, 稍加压力可分散	表面显著翻浆现象	有轻微粘着感觉

注：在观察颗粒粗细进行分类时，应将鉴别的土样从表中颗粒最粗类别逐级查对，当首先符合某一类土的条件时，即按该类土定名。

表 圆原员原猿 碎石类土密实度的野外鉴别方法

密实度	骨架和充填物	天然坡和可挖性	可钻性
密实	骨架颗粒含量大于总重的 苑园豫，呈交错紧贴，连续接触。孔隙填满，充填物密实	天然陡坡较稳定，坎下堆积物较少 镐挖困难，用撬棍方能松动，坑壁稳定，从坑壁取出大颗粒处，能保持凹面形状	钻进困难，冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定
中密	骨架颗粒含量等于总重的 苑园豫~ 苑园豫，呈交错排列，大部分接触。孔隙填满、充填物中密	天然坡不易陡立或陡坎下堆积物较多，但坡度大于粗颗粒的安息角 镐可挖掘，坑壁有掉块现象，从坑壁取出大颗粒处，砂土不易保持凹面形状	钻进较难，冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动不剧烈，孔壁有坍塌现象
稍密	骨架颗粒含量小于总重的 苑园豫，排列混乱，大部分不接触。孔隙中的充填物稍密	不能形成陡坡，天然坡接近于粗颗粒的安息角 锹可以挖掘，坑壁易坍塌，从坑壁取出大颗粒处，砂土即塌落	钻进较易，冲击钻探时，钻杆稍有跳动，孔壁易坍塌

注：员骨架颗粒系指与碎石类土分类名称相应的粒径的颗粒。

圆碎石类土密实度的划分，应按表列各项要求综合确定。

城市地下管线施工新技术与质量检验评定标准实施手册

表 圆原员原 土的野外鉴别方法

土的名称	湿润时用刀切	湿土用手捻摸时的感觉	土的状态		湿土搓条情况
			干土	湿土	
粘土	切面光滑、有粘刀阻力	有滑腻感，感觉不到有砂粒，水分较大时很粘手	土块坚硬，用锤才能打碎	易粘着物体，干燥后不易剥去	塑性大，能搓成直径小于 圆 厘米的长条（长度不短于手掌）：手持一端不易断裂
亚粘土	稍有光滑面，切面平整	稍有滑腻感，有粘滞感，感觉到有少量砂粒	土块用力可压碎	能粘着物体，干燥后一碰就掉	有塑性，能搓成为 圆 厘米的土条
轻亚粘土	无光滑面，切面稍粗糙	有轻微粘滞感或无粘滞感，感觉到砂粒较多、粗糙	土块用手捏或抛扔时易碎	不易粘着物体，干燥后一碰就掉	塑性小，能搓成直径为 圆 厘米的土条
砂土	无光滑面，切面粗糙	无粘滞感，感觉到全是砂粒、粗糙	松散	不能粘着物体	无塑性，不能搓成土条

表 圆原员原 人工壤土、淤泥、黄土、泥炭的现场鉴别方法

土的名称	观察颜色	夹杂物质	形状 (构造)	浸入水中的现象	湿土搓条情况	干燥后强度
人工填土	无固定颜色	砖瓦碎块、垃圾、炉灰等	夹杂物显露于外，构造无规律	大部分变为稀软淤泥，其余部分为碎瓦、炉渣在水中单独出现	一般能搓成 圆 厘米土条，但易断，遇有杂质甚多时即不能搓条	干燥后部分杂质脱落，故无定形，稍微施加压力即行破碎
淤泥	灰黑色，有臭味	池沼中有半腐朽的细小动植物遗体，如草根，小螺壳等	夹杂物经仔细观察可以发觉，构造常呈层状，但有时不明显	外观无显著变化，在水面出现气泡	一般淤泥质土接近轻亚粘土，故能搓成 圆 厘米土条（长至少 圆 厘米），容易断裂	干燥后体积显著收缩，强度不大，锤击时呈粉末状，用手指能捻碎
黄土	黄褐两色的混合色	有白色粉末出现在纹理之中	夹杂物质常清晰显见，构造上有垂直大孔（肉眼可见）	即行崩散而分成散的颗粒集团，在水面上出现很多白色液体	搓条情况与正常的亚粘土类似	一般黄土相当于亚粘土，干燥后的强度很高，手指不易捻碎

续表

土的名称	观察颜色	夹杂物质	形状 (构造)	浸入水中的现象	湿土搓条情况	干燥后强度
泥炭 (腐殖土)	深灰或黑色	有半腐朽的动植物遗体, 其含量超过 20%	夹杂物有时可见, 构造无规律	极易崩碎, 变为稀软淤泥, 其余部分为植物根、动物残体, 渣滓悬浮于水中	一般能搓成 10mm 土条, 但残渣甚多时, 仅能搓成 5mm 以上土条	干燥后大量收缩, 部分杂质脱落, 故有时无定形

三、土的工程性质

(一) 土的可松性

土的可松性为土经挖掘以后, 组织破坏, 体积增加的性质, 各类土的可松性系数见表 3-1-1。

表 3-1-1 各种土的可松性参考数值

土的种类	体积增加百分比		可松性系数	
	最初	最终	运土	运土
种植土除外) (植物性土、泥炭)	15%~20%	25%~30%	1.05~1.07	1.05~1.07
壤	10%~15%	15%~20%	1.03~1.04	1.03~1.04
砂	5%~10%	10%~15%	1.02~1.03	1.02~1.03
泥炭岩、蛋白石除外) (泥炭岩、蛋白石)	20%~25%	25%~30%	1.07~1.08	1.07~1.08
缘	10%~15%	15%~20%	1.03~1.04	1.03~1.04
壤	5%~10%	10%~15%	1.02~1.03	1.02~1.03

注: 最初体积增加百分比 $\frac{V_1 - V_0}{V_0}$; 最后体积增加百分比 $\frac{V_2 - V_0}{V_0}$;

K_1 ——为最初可松性系数, $K_1 = \frac{V_1}{V_0}$;

K_2 ——为最终可松性系数, $K_2 = \frac{V_2}{V_0}$;

V_0 ——开挖前土的自然体积; V_1 ——开挖后土的松散体积; V_2 ——运至填方处压实后之体积。

在土方工程中, K_1 是用于计算挖方装运车辆及挖土机械的重要参数; K_2 是计算填方时所需挖土方量的重要参数。

(二) 土的压缩性

土的压缩性是指用掘动后的土回填后, 经过压实之后, 土体积被压缩的性质。一至三类土的压缩率如表 3-1-2 所列。

城市地下管线施工新技术与质量检验评定标准实施手册

表 圆原员景苑 土的压缩率参考数值

土的种类		土壤压缩率 轳	每立方米松散土 压实后的体积 轳
一、二类土	种植土	圆	圆
	一般土壤	苑	苑
	砂土	缘	缘
三类土	天然湿度黄土	苑- 苑	缘
	一般土壤	缘	缘
	干燥坚实土壤	缘- 苑	缘

注：员吐土壤压缩率 越 (Y圆原Y员) 轳伊尹圆缘。式中 Y员—原状土的干质量密度 (早轳)；Y圆—压实后土的干质量密度 (早轳)。

圆深层埋藏的潮湿的脏土，开挖暴露后水分散失，碎裂成 圆- 缘皂的小块，不易压碎，填筑压实后有 缘的胀余。

圆胶结密实砂砾土及含有石量接近 猿缘的坚实亚粘土或轻亚粘土有 猿~ 缘的胀余。

(三) 原地面经机械压实后的沉陷量

原地面经机械往返运行，或采用其他压实措施后，会产生沉陷，其沉降量 (杂) 一般在 猿- 猿皂之间，视不同土质而变化，亦可用下列经验公式计算沉降量：

$$\text{杂} = \frac{\text{孕}}{\text{悦}} \quad (\text{圆原员})$$

式中，孕—有效作用力，对容量 远- 愿皂的铲运机按 圆缘云葬计算；对 员圆马力推土机按 圆缘云葬计算；

悦—土的抗陷系数 (云葬)，见表 圆原员景愿

表 圆原员景愿 各种不同土的原状土 悦值参考表

原状土质	悦云葬	原状土质	悦云葬
沼泽土	圆缘- 圆缘缘	大块胶结的砂、潮湿粘土	圆缘缘- 圆缘苑
凝滞的土、细粒砂	圆缘愿- 圆缘缘	坚实的粘土	圆缘- 圆缘缘
松砂、松湿粘土、耕土	圆缘缘- 圆缘缘	泥灰石	圆缘苑- 圆缘愿

(四) 土的休止角 (安息角)

土的休止角是指在某一状态下的土体可以稳定的坡度。其坡度值如表 圆原员景怨所列。

第二篇 城市地下管线土建工程施工技术

表 圆原员原缘 土的休止角

土的名称	干的		湿润的		潮湿的	
	度数	高度与底宽比	度数	高度与底度比	度数	高度与底宽比
砾石	50	1:0.75	40	1:0.5	30	1:0.5
卵石	30	1:0.5	20	1:0.25	10	1:0.25
粗砂	30	1:0.5	20	1:0.5	10	1:0.25
中砂	25	1:0.25	15	1:0.5	10	1:0.5
细砂	15	1:0.5	10	1:0.5	10	1:0.5
重粘土	10	1:0.25	10	1:0.5	10	1:0.5
亚粘土、轻粘土	10	1:0.5	10	1:0.5	10	1:0.5
轻亚粘土	10	1:0.5	10	1:0.5	10	1:0.5
腐殖土	10	1:0.5	10	1:0.5	10	1:0.5
填方的土	10	1:0.5	10	1:0.25 1:0.5	10	1:0.25

第二节 骨 料

在混凝土中，骨料约占原材料的 70% 左右。骨料分粗细两种，粒径为 0.075~0.75mm 的骨料为细骨料，粒径大于 0.75mm 的为粗骨料。骨料在混凝土中起骨架和稳定体积的作用。

细骨料一般采用天然砂。粗骨料通常有卵石和碎石两种。

一、砂

(一) 砂的分类

天然砂，按其产源不同，可分为河砂、山砂和海砂。按其细度模数或平均粒径可分为粗、中、细、特细四级，见表 圆原员原缘 所示。

表 圆原员原缘 天然砂分类

名 称	细度模数	平均粒径 (mm)
粗砂	3.0~3.7	0.6~1.2
中砂	2.5~3.0	0.5~0.75
细砂	1.5~2.5	0.25~0.5
特细砂	1.0~1.5	0.15~0.25

(二) 砂的技术要求

1. 砂的级配

对细度模数为 1.5~3.0 的砂, 按 0.075mm 筛孔的累计筛余量 (以质量百分率计) 分成 3 个级配区, 如表 3.2.1 所示。

表 3.2.1 砂子颗粒级配区

筛孔尺寸/mm	孔形	累计筛余/%		
		Ⅰ区	Ⅱ区	Ⅲ区
4.75	圆	100	100	100
7.5	圆	100	100	100
15	圆	100	100	100
30	方	100	100	100
60	方	100	100	100
125	方	100	100	100
250	方	100	100	100

注: 砂的实际颗粒级配与表中所列的累计筛余量百分率相比, 除 7.5mm 和 15mm 筛号外, 允许稍有超出分界线, 但其总量不应大于 5%。

2. 砂的技术要求

混凝土用砂的技术要求如表 3.2.2 所示。

表 3.2.2 混凝土用砂的技术要求

项 目		≥C30 混凝土	约 C30 混凝土
含泥量 (按质量计) %	一般混凝土	≤ 5	≤ 7
	有抗渗抗冻要求的混凝土	≤ 5	
泥块含量 (按质量计) %	一般混凝土	≤ 1	≤ 1
	有抗渗、抗冻要求的混凝土	≤ 1	
坚固性 (用硫酸钠溶液检验, 试验经 3 次循环后其质量损失) %	在严寒及寒冷地区室外使用并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	≤ 8	
	其他条件下使用的混凝土	≤ 10	
云母含量 (按质量计) %	一般混凝土	≤ 1	
	有抗渗、抗冻要求混凝土	≤ 1	
轻物质含量 (按质量计) %		≤ 1	
硫化物及硫酸盐含量 (折算成 SO ₃ , 按质量计) %		≤ 1	
有机质含量 (用比色法试验) 颜色不应深于标准色, 如深于标准色, 则应配成砂浆进行强度对比试验予以复核			

第二篇 城市地下管线土建工程施工技术

注：含泥量指砂中粒径小于 0.075mm 颗粒的含量。泥块含量指砂中粒径大于 0.075mm ，经水洗、手捏后变成小于 0.075mm 颗粒的含量。对于 $\leq \text{C}30$ 的混凝土用砂，根据水泥标号，其含泥量和泥块含量可予以放宽。砂中如含有颗粒状的硫酸盐或硫化物，则应经专门检验，确认能满足混凝土耐久性要求后方可采用。对于有抗疲劳、耐磨、抗冲击要求的混凝土用砂或有腐蚀介质作用或经常处于水位变化区的地下结构混凝土用砂，其坚固性质量损失率应小于 5% 。

(三) 砂的选用

(1) 拌制混凝土宜采用中、粗砂。泵送混凝土，宜选用中砂。在实际使用时，还应就地取材，如当地没有中砂，可将粗、细砂按一定比例搭配使用。

采用特细砂配制混凝土时，其细度模数不得小于 1.5 ，平均粒径不得小于 0.15mm 。如混凝土级别为 $\text{C}30$ 、 $\text{C}35$ 时，细度模数不得小于 1.6 ，平均粒径不得小于 0.16mm 。

(2) 砂的颗粒级配，应处于表 2.0.1 中任何一个级配区内。配制混凝土时宜优先选用 I 区砂。当采用 II 区砂时，应提高砂率，并保持足够的水泥用量，以满足混凝土的和易性；当采用 III 区砂时，宜适当降低砂率，以保证混凝土强度。当砂颗粒级配不符合要求时，应采取相应措施，经试验证明，能确保工程质量，方允许使用。

(3) 采用海砂配制混凝土时，其氯离子含量应符合下列要求：

- ① 对于素混凝土，海砂中氯离子含量不限制；
- ② 对钢筋混凝土，海砂中氯离子含量不应大于 0.06% （以干砂质量的百分率计）；
- ③ 对预应力混凝土不宜用海砂。若必须使用海砂时，则应经淡水冲洗，其氯离子含量不得大于 0.06% 。

(4) 对重要工程混凝土用砂，应进行砂的碱活性检验。经检验判断为有潜在危害时，应采取以下措施：

- ① 使用含碱量小于 0.6% 的水泥或采用能抑制碱—骨料反应的掺合料；
- ② 当使用含钾、钠离子的外加剂时，必须进行专门试验。

(四) 砂的验收、运输和堆放

生产单位应按批对产品进行质量检验。在正常情况下，机械化集中生产的天然砂，以 400m^3 或 2000t 为一批。人工分散生产的，以 400m^3 或 2000t 为一检验批。不足上述规定者也以一批检验。每批至少应进行颗粒级配和含泥量检验。如为海砂，还应检验其氯盐含量。在发现砂的质量有明显变化时，应按其变化情况，随时进行取样检验。

砂产量比较大，而产品质量比较稳定时，可进行定期的检验。

在新产源开发前，应对产品按有关要求进行全面检验。

砂的使用单位之质量检测报告内容应包括：委托单位、样品编号、工程名称、样品产地和名称、代表数量、检测条件、检测依据、检测项目、检测结果、结论等。

砂的数量验收，可按质量或体积计算。测定质量可用汽车地磅或船舶吃水线为依据。测定体积可按车皮或船的容积为依据。用其他小型工具运输时，可按量方确定。

砂在运输、装卸和堆放过程中，应防止离析和混入杂质，并按产地、种类和规格分别堆放。

二、石子

(一) 石子的分类

石子的分类如表 圆原原原所示。

(二) 石子的技术要求

圆石子的颗粒级配

石子的颗粒级配在混凝土中起着重要作用，级配不良，空隙率大，增加水泥用量。石子级配分连续粒级和单粒级两类，一般应符合表 圆原原原的要求。

表 圆原原原 石子的分类

分类方法	类别	说明
按石质分	① 火成岩	深成的火成岩 (花岗岩、正长岩、闪长岩、橄榄岩) 喷出火成岩 (玄武岩、辉绿岩)
	② 水成岩	石灰岩、砂岩
	③ 变质岩	片麻岩、石英岩
按粒型分	④ 卵石	卵石系自然条件作用而成，粒径大于 缘皂的岩石颗粒。依产地和来源不同，可分为河卵石、海卵石和山卵石
	⑤ 碎石	碎石系天然岩石或卵石经破碎，筛分而得的粒径大于 缘皂的岩石颗粒

表 圆原原原 碎石或卵石的颗粒级配

级配情况	公称 粒级 皂	累计筛余 (按质量计) 皂										
		筛孔尺寸 (圆孔筛) 皂										
		圆缘	缘	园	缘	园	缘	园	缘	园	缘	园
连续粒级	缘-园	缘-缘	缘-缘	园-缘	园							
	缘-缘	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园						
	缘-园	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园					
	缘-缘	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园	园				
单粒级	园-园	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园					
	缘-缘	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园	园				
	园-缘	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园	园	园			
	缘-园	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园	园	园	园		
	缘-园	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园	园	园	园	园	
	缘-园	缘-缘	缘-缘	园-缘	园	园	园	园	园	园	园	园

单粒级一般用于组合成具有要求级配连续粒级。它也可以与连续粒级的碎石或卵

石混合使用，以改善它们的级配或配成较大粒度的连续粒级。

根据混凝土工程和资源的具体情况，进行综合技术经济分析后在特殊情况下允许直接采用单粒级，但必须避免混凝土发生离析。

当颗粒级配不合格时，应采取措施，如改变砂率、提高水泥用量等方法，并经试验证实能保证工程质量，方允许使用。

圆石子的强度

碎石的强度可用岩石的抗压强度和压碎指标值表示。压碎指标值表示的是碎石或卵石抵抗压碎的能力。岩石强度首先应由生产单位提供，工程中可采用压碎指标值进行质量控制，碎石的压碎指标值宜符合表 圆原原原的规定。混凝土强度等级为悦源及以上时应进行岩石抗压强度检验，其他情况下，如有怀疑或认为有必要时也可进行岩石的抗压强度检验。可用碎石或卵石原材料制成缘皂伊缘皂伊缘皂的立方体，或制成直径与高度均为缘皂的圆柱体试件进行检测。其抗压强度与混凝土强度等级之比不应小于员缘，且火成岩强度不宜低于愿云葬，变质岩不宜低于远云葬，水成岩不宜低于猿云葬。

卵石的强度用压碎指标值表示。其压碎指标值宜按表 圆原原原的规定采用。

表 圆原原原 碎石的压碎指标值

岩石品种	混凝土强度等级	碎石压碎指标值 轱
水成岩	悦缘-悦园	≤ 员园
	≤ 悦缘	≤ 员园
变质岩或深成的火成岩	悦缘-悦园	≤ 员园
	≤ 悦缘	≤ 园园
火成岩	悦缘-悦园	≤ 员猿
	≤ 悦缘	≤ 猿园

表 圆原原原 卵石的压碎指标值

混凝土强度等级	悦缘-悦园	≤ 悦缘
压碎指标值 轱	≤ 员园	≤ 员园

圆石子的坚固性

碎石或卵石在气候、环境变化或其他物理因素作用下抵抗碎裂的能力，称为坚固性。

碎石和卵石的坚固性用硫酸钠溶液法检验，试样经缘次循环后，其重量损失应符合表 圆原原原的规定。

城市地下管线施工新技术与质量检验评定标准实施手册

表 圆原原原 碎石或卵石的坚固性指标

混凝土所处的环境条件	循环后的重量损失 豫
在严寒及寒冷地区室外使用,并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	≤ 愿
在其他条件下使用的混凝土	≤ 愿

在腐蚀性介质作用或经常处于水位变化区的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土用碎石或卵石,其质量损失应不大于 愿豫。

灑石子的其他技术要求

石子的其他技术要求如表 圆原原原所示。

表 圆原原原 混凝土用石子的技术要求

项 目		≥ 悦混混凝土	约悦混混凝土
针、片状颗粒含量 (按质量计) 豫		≤ 愿豫	≤ 愿豫
含泥量 (按质量计) 豫	一般混凝土	≤ 愿豫	≤ 愿豫
	有抗渗、抗冻和其他特殊要求的混凝土	≤ 愿豫	
泥块含量 (按质量计) 豫	一般混凝土	≤ 愿豫	≤ 愿豫
	有抗渗、抗冻和其他特殊要求的混凝土	≤ 愿豫	
硫化物及硫酸盐含量 (折算成 豫,按质量计) (豫)		≤ 愿豫	
卵石中有机质含量 (用比色法试验)		颜色不深于标准色;如深于标准色,则应配制成混凝土进行强度对比试验,抗压强度比应不低于 愿豫	

注: 愿凡颗粒的长度大于该颗粒所属粒级的平均粒径 愿倍者称为针状颗粒;厚度小于平均粒径 愿倍者称为片状颗粒;平均粒径是指该粒级上、下限粒径的平均值。对 ≤ 悦混的混凝土,其针片状颗粒含量可放宽到 愿豫。

愿含泥量是指颗粒小于 愿mm 的尘屑、淤泥和粘土的总含量。对 ≤ 悦混的混凝土,其石子含泥量可酌情放宽到 愿豫。如含泥量基本上是非粘土质的石粉时,含泥量可由表中的 愿豫、愿豫分别提高到 愿豫、愿豫。

愿泥块含量是指原颗粒大于 愿mm,经水洗、手捏后可破碎成小于 愿mm 的颗粒含量。对 ≤ 悦混混凝土用碎石或卵石,其泥块含量可酌情放宽到 愿豫。

(三) 石子的选用

(愿) 混凝土用的粗骨料,其最大颗粒粒径不得大于结构截面最小尺寸的 愿豫,同时不得大于钢筋最小净距的 愿豫

混凝土实心板,允许采用最大粒径为 愿板厚的颗粒级配,但最大不得超过 愿mm。

(圆) 选用石子时应注意不同粒型石子的特性。河卵石和海卵石较纯净,颗粒光洁圆滑,大小不等,配制成的混凝土具有流动性好、孔隙率小、水泥用量较少等优点,但与

水泥浆的粘结力稍差。山卵石则常掺有较多杂质，颗粒表面较粗糙，与水泥浆的粘结力较好。碎石的强度大而均匀，表面粗糙，与水泥浆粘结力强，在水泥标号和水灰比相同的条件下，碎石混凝土的强度比卵石混凝土的高，但由它拌和的混凝土可塑性小，和易性稍差。

(3) 对重要工程的混凝土所使用的碎石或卵石应进行碱活性检验。

(四) 石子的验收、运输和堆放

1. 验收

生产厂家和供货单位应提供产品合格证及质量检验报告。

使用单位在收货时应按同产地同规格分批验收。用大型工具（如火车、货船或汽车）运输的，以源或运为一验收批，用小型工具（如马车、拖拉机等）运输的以运或源为一验收批。不足上述者以一验收批处理。

每验收批至少应进行颗粒级配、含泥量、泥块含量及针、片状颗粒含量检验。对重要工程或特殊工程应根据工程要求增加检测项目。对其他指标的合格性有怀疑时应予检验。

当质量比较稳定、进料量又较大时，可定期检验。

当使用新产源的石子时，应由生产厂家或供货单位按质量要求进行全面检验。

石子的使用单位的质量检测报告内容应包括：委托单位、样品编号、工程名称、样品产地、类别、代表数量、检测依据、检测条件、检测项目、检测结果、结论等。

碎石或卵石的数量验收，可按重量计算，也可按体积计算。测定重量可用汽车地量衡称或船舶吃水线为依据。测定体积可按车皮或船舶的容积为依据。用其他小型运输工具运输时，可按量方确定。

2. 运输和堆放

碎石或卵石在运输、装卸和堆放过程中，应防止颗粒离析和混入杂质，并按产地、种类和规格分别堆放。堆料高度不宜超过 2m，但对单粒级或最大粒径不超过 100mm 的连续粒级，堆料高度可以增加至 1.5m。

第三节 水

一、混凝土拌和用水的分类

混凝土拌和用水按水源可分为饮用水、地表水、地下水、海水以及经适当处理或处置后的工业废水。其质量标准应符合《混凝土拌和用水标准》(GB 8076) 的规定。

一般符合国家标准的生活饮用水，可直接用于拌制各种混凝土。地表水和地下水首次使用前，应按有关标准进行检验后方可使用。

海水可用于拌制素混凝土，但不得用于拌制钢筋混凝土和预应力混凝土。有饰面要求的混凝土也不应用海水拌制。

城市地下管线施工新技术与质量检验评定标准实施手册

混凝土生产厂及商品混凝土厂设备的洗刷水，可用作拌和混凝土的部分用水。但要注意洗刷水所含水泥和外加剂品种对所拌和混凝土的影响，并且最终拌和水中氯化物、硫酸盐及硫化物的含量应满足表 4.0.1 的规定。

表 4.0.1 混凝土拌和用水中物质含量限值

项 目	预应力混凝土	钢筋混凝土	素混凝土
碱值	跃原	跃原	跃原
不溶物 (皂苷)	约 0.01%	约 0.01%	约 0.01%
可溶物 (皂苷)	约 0.01%	约 0.01%	约 0.01%
氯化物 (以 Cl^- 计) 转 (皂苷)	约 0.01%	约 0.01%	约 0.01%
硫酸盐 (以 SO_4^{2-} 计) 转 (皂苷)	约 0.01%	约 0.01%	约 0.01%
硫化物 (以 S^{2-} 计) 转 (皂苷)	约 0.01%	原	原

① 使用钢丝或经热处理钢筋的预应力混凝土氯化物含量不得超过 0.01%

二、混凝土拌和用水技术要求

(1) 混凝土拌和用水所含物质对混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土不应产生以下有害作用：影响混凝土的和易性及凝结；有损于混凝土强度发展；降低混凝土的耐久性，加快钢筋腐蚀及导致预应力钢筋脆断；污染混凝土表面。

(2) 用待检验水和蒸馏水 (或符合国家标准的生活饮用水) 试验所得的水泥初凝时间差及终凝时间差均不得大于 15%，其初凝和终凝时间尚应符合水泥国家标准的规定。

(3) 用待检验水配制的水泥砂浆或混凝土的 28d 抗压强度 (若有早期抗压强度要求时需增加 7d 抗压强度) 不得低于用蒸馏水或符合国家标准的生活饮用水拌制的对应砂浆或混凝土抗压强度的 90%。

(4) 拌和用水中的 碱值、不溶物、可溶物、氯化物、硫酸盐、硫化物的含量应符合表 4.0.1 的规定。

第四节 外加剂

一、外加剂的分类

混凝土外加剂的种类很多，按其主要功能可分成以下几类：

- (1) 改善新拌混凝土流动性能的外加剂，如减水剂、引气剂等。
- (2) 调节混凝土凝结、硬化性能的外加剂，如缓凝剂、早强剂、速凝剂等。
- (3) 改善混凝土耐久性的外加剂，如抗渗剂、防冻剂、引气剂、阻锈剂、防水

剂等。

(源) 改善混凝土特殊性能的外加剂，如膨胀剂、着色剂、碱骨料反应抑制剂等。

为了合理选择和正确使用各类外加剂，使之在掺入混凝土后能改善性能，达到预期的效果，我国已制定了《混凝土外加剂》(GB 8076-2008)和《混凝土外加剂应用技术规范》(GB 50119-2013)。

二、普通减水剂和高效减水剂

(一) 性能指标。

普通减水剂和高效减水剂的性能指标见表 2-1-1。

表 2-1-1 普通减水剂和高效减水剂混凝土性能指标

外加剂种类 性能指标		普通减水剂		高效减水剂	
		一等品	合格品	一等品	合格品
减水率 %		≥ 15	≥ 10	≥ 20	≥ 15
泌水率比 %		≤ 10	≤ 15	≤ 15	≤ 15
含气量 %		≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0
凝结时间之差 min	初凝	原-10	原-15	原-10	原-15
	终凝	原-10	原-15	原-10	原-15
抗压强度比 %	原	—	—	≥ 100	≥ 100
	1.0	≥ 105	≥ 100	≥ 100	≥ 105
	1.5	≥ 105	≥ 100	≥ 105	≥ 100
	2.0	≥ 100	≥ 105	≥ 100	≥ 105
	3.0	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
干燥收缩率比 %		≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100
相对耐久性指标 %					
钢筋锈蚀					

注：表中所示数据为掺外加剂混凝土与基准混凝土的差值或比值。

凝结时间指标“原”号表示提前，“延”号表示延缓。

(二) 功能、种类及技术要求。

普通减水剂和高效减水剂的功能、种类及技术要求见表 2-1-2。

城市地下管线施工新技术与质量检验评定标准实施手册

表 圆原员原原 普通减水剂和高效减水剂的功能、种类及技术要求

项 目	内 容
功能	<ul style="list-style-type: none"> ① 在保证混凝土工作性及强度不变的条件下，可节约水泥用量 ② 在保证混凝土工作性及水泥用量不变的条件下，可减少用水量，提高混凝土强度 ③ 在保持混凝土用水量及水泥量不变的条件下，可增大混凝土流动性
种类	<ul style="list-style-type: none"> ① 木质素磺酸盐类：如木质素磺酸钙、木质素磺酸钠 ② 多环芳香族磺酸盐类：如萘和萘的同系磺化物与甲醛缩合的盐类 ③ 水溶性树脂磺酸盐类：如磺化三聚氰胺树脂、磺化古玛隆树脂 ④ 其他：如腐殖酸等
适用范围	<ul style="list-style-type: none"> ① 减水剂可用于现浇或预制的混凝土、钢筋混凝土及预应力混凝土 ② 普通减水剂宜用于日最低气温 缘益以上施工的混凝土，不宜单独用于蒸养混凝土 ③ 高效减水剂可用于日最低气温 园益以上施工的混凝土，并适用于制备大流动性混凝土、高强混凝土及蒸养混凝土 ④ 用硬石膏或工业废石膏作调凝剂的水泥中，掺用木质素磺酸盐减水剂时，应先作水泥适应性试验，合格后方可使用
掺量	<ul style="list-style-type: none"> ① 普通减水剂的适宜掺量为水泥重量的 园圆缘~ 园圆缘，随气温的高低可适当增减，但不得大于 园圆缘 ② 高效减水剂的适宜掺量为 园缘~ 员圆缘，可适当增减
掺入方法	<ul style="list-style-type: none"> ① 宜以溶液掺入，溶液中的水量应从搅拌用水中扣除 ② 现场搅拌时，宜与拌和水同时加入 ③ 用搅拌车输送的混凝土，可在卸料前加入，经搅拌均匀后卸出
施工	<ul style="list-style-type: none"> ① 根据工程需要，减水剂可与其他外加剂复合使用，其掺量必须经试验确定；配制溶液时，如产生絮凝或沉淀等现象，应分别配制溶液并分别掺入搅拌 ② 浇筑和振捣与不掺减水剂混凝土相同，对普通减水剂注意振捣除气 ③ 采用自然养护时，应加强初期湿养护 ④ 掺高效减水剂的混凝土采用蒸气养护时，混凝土应达到必要的结构强度时才能升温，蒸养制度应通过试验确定 ⑤ 掺减水剂混凝土由出机至浇筑的时间限制应符合表 圆原员原原的规定

表 圆原员原原 掺减水剂混凝土由出机至浇筑的时间限制

减水剂种类	气温 辖	时间 辖
高效减水剂	常温	约园缘
	圆~ 猿	约员圆
普通减水剂	猿~ 缘	约员缘
	缘~ 怨	约园圆