

UDC

SL

中华人民共和国行业标准

P

SL 251—2000

水 利 水 电 工 程 天然建筑材料勘察规程

Specification on Investigation of Natural Building Material
for Water Conservancy and Hydropower Engineering

2000—07—13 发布

2000—08—01 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国行业标准

水利水电工程天然建筑材料勘察规程

**Specification on Investigation of Natural Building Material
for Water Conservancy and Hydropower Engineering**

SL251—2000

主编部门：水利部长江水利委员会综合勘测局
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：2000年8月1日

中华人民共和国水利部

关于批准发布《水利水电工程天然建筑材料 勘察规程》SL251—2000 的通知

水国科[2000]284 号

根据部水利水电技术标准制定、修订计划，由水利水电规划设计总院主持，以水利部长江水利委员会综合勘测局为主编单位修订的《水利水电工程建筑材料勘察规程》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL251—2000。

本标准实施后取代《水利水电工程天然建筑材料勘察规程(试行)》SDJ17—78。

本标准自 2000 年 8 月 1 日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇〇年七月十三日

前 言

根据水利部 1997 年下达的“水利水电技术标准制定(修订)计划”，按水利部 1997 年 7 月发布的 SL01—97《水利水电技术标准编写规定》，对 SDJ17—78《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》进行修订。

《水利水电天然建筑材料勘察规程》主要包括以下内容：

- 规定了本规程的适用范围；
- 对水利水电工程天然建筑材料勘察程序、勘察阶段和勘察精度作了统一规定；
- 明确各勘察阶段的勘探任务和取样试验的要求；
- 规定了各设计阶段必须提交料场勘察报告及报告的编写提纲；
- 规定了天然建筑材料质量技术要求。

对 SDJ17—78《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》进行修改的主要部分包括以下几个方面：

- 增加了规程前引部分、术语、符号和有关共性要求的一般规定；
- 修改了部分料场勘探网(点)间距和图件比例尺，要求每个勘探点均应分层取样试验；
- 将材料试验分为全分析和简分析两种，规定了每种材料全分析和简分析的试验项目和取样最少控制组数；
- 修改了部分材料质量技术控制指标值，采用了现行国家法定计量单位；
- 增加了人工骨料料场勘探与取样试验的内容、方法和人工骨料质量技术要求；
- 将土分为混凝土用和土石坝用两类；
- 删掉了原规程附件中部分试验成果整理方法及有关附

表；增加了特殊土和岩石碱活性判定标准；

——增加了规程条文说明。

本规程解释单位：水利部水利水电规划设计总院

本规程主编单位：水利部长江水利委员会综合勘测局

本规程主要起草人：姜树国 李国郴 周寿云

满作武 舒华波 饶旦

叶渊明 冯彦勋

网易 NetEase
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

目 次

1	总则	8
2	术语、符号	9
2.1	术语	9
2.2	符号	11
3	一般规定	12
4	各设计阶段天然建筑材料勘察	13
4.1	规划阶段	13
4.2	可行性研究阶段	13
4.3	初步设计阶段	14
4.4	招标和施工图设计阶段	14
5	料场勘探和取样试验	15
5.1	砂、砾料	15
5.2	人工骨料	18
5.3	土料	19
5.4	碎(砾)石类土料	22
5.5	槽孔固壁土料	24
5.6	块石料	25
6	资料整理与报告编写	27
6.1	图件编制	27
6.2	试验成果整理	28
6.3	储量计算	28
6.4	报告编写	30
附录 A	天然建筑材料质量技术要求	32
A.1	砂、砾料	32
A.2	土料	35
A.3	碎(砾)石类土料	37

A.4 槽孔固壁土料	38
A.5 块石料	38
附录 B 常见含碱活性成分的岩石及碱活性判定标准	39
附录 C 土的分类	40
C.1 混凝土用砂、砾料粗、细粒组分类	40
C.2 土石坝用土的分类	41
附录 D 试验成果整理方法	45
D.1 砂、砾料	45
D.2 土料	47
附录 E 天然建筑材料勘察常用表	48
E.1 试验成果汇总表	48
E.2 储量计算表	54
E.3 天然建筑材料各料场综合成果表和勘察工作量表	56
附录 F 本规程的用词和用语说明	59

1 总 则

1.0.1 为了贯彻执行 GB50287—99《水利水电工程地质勘察规范》，统一水利水电工程天然建筑材料勘察程序，明确各勘察阶段的级别和精度要求，保证勘察成果质量，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于大型水利水电工程天然建筑材料勘察，中小型水利水电工程可参照使用。

1.0.3 为查明工程所需要的各类天然建筑材料料场的分布、位置、储量、质量、开采和运输条件，为工程设计提供依据，天然建筑材料勘察必须密切结合工程的设计阶段和设计方案，因地制宜地进行。

1.0.4 水利水电工程天然建筑材料勘察，除应遵守本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语、符 号

2.1 术 语

2.1.1 天然骨料 natural aggregate

天然砂、砾石经筛分、冲洗而制成的混凝土骨料。

2.1.2 人工骨料 artificial aggregate

开采的石料经过破碎、筛分、冲洗而制成的混凝土骨料。

2.1.3 碎(砾)石类土 debris(gravilly) soil

粒径大于 5mm(P_5)颗粒的质量, 小于总质量的 60% 的各类的土, 软岩及碾压后可碎的风化岩统称碎(砾)石类土。

2.1.4 分散性土 dispersive soil

在低含盐量水中(或纯净水中)离子相互的排斥力超过了相互吸引力, 导致土体的颗粒分散的粘性土。

2.1.5 粗骨料 coarse aggregate

粒径大于 5mm 的混凝土骨料。

2.1.6 细骨料 fine aggregate

粒径小于 5mm 的混凝土骨料。

2.1.7 针状颗粒 needle-shaped particle

砾石(碎石)颗粒长度与宽度之比大于 3 倍的颗粒。

2.1.8 片状颗粒 flake-shaped particle

砾石(碎石)颗粒宽度与厚度之比大于 3 倍的颗粒。

2.1.9 软弱颗粒 soft particle

在饱水条件下, 粒径 5~10mm、10~20mm、20~40mm 的粗骨料颗粒, 分别在 0.15、0.25、0.34kN 压力下可破碎的颗粒。

2.1.10 碱活性骨料 alkali-reactive aggregate

可与水泥或混凝土中的碱离子发生化学反应并产生体积膨胀, 导致混凝土开裂破坏的骨料。

2.1.11 细度模数 fineness modulus(FM)

评价砂粗细程度的一项指标,用筛分试验中孔径小于 5mm 各号筛的累计筛余百分率的总和除以 100 来表示。

2.1.12 土粒比重 specific gravity of soil particle

土颗粒的重量与 4℃蒸馏水的重量的比值。

2.1.13 天然密度 natural density

岩土在天然状态时单位体积的质量。

2.1.14 表观密度 density

骨料颗粒单位体积(包括颗粒内封闭孔隙)的质量。

2.1.15 堆积密度 piling density

骨料在自然堆积状态下单位体积的质量。

2.1.16 紧密密度 compaction density

骨料按规定方法颠实后单位体积的质量。

2.1.17 分级堆积密度 piling density pench prade

各粒径组砾石(碎石)在自然堆积状态下单位体积的质量。

2.1.18 干密度 dry density

岩土单位体积中固体颗粒的质量

2.1.19 最优含水率(最优含水量) optimum moisture content

在一定功能压实(或击实、或夯实)作用下,能使填土达到最大干密度时的相应含水率。

2.1.20 有用层 effective layer

质量技术指标能满足水利水电工程建筑材料要求的岩土层。

2.1.21 无用层 unavailable layer

质量技术指标不能满足水利水电工程建筑材料要求的岩土层和有害夹层。

2.1.22 剥离层 overburden stripping formation

覆盖于有用层表面需要清除的无用层。

2.1.23 崩解性 disintegration(slaking)

岩土体遇水湿化崩解成碎块的特性。

2.1.24 活动性指数 activity index

土的塑性指数与其中粒径小于 0.002mm 的胶粒组含量百分率之比值。

2.2 符 号

G_s ——土粒比重	$\bar{D}$ ——平均粒径(mm)
ρ_0 ——天然密度(g/cm ³)	FM ——细度模数
ρ ——表观密度(g/cm ³)	C_u ——不均匀系数
ρ_d ——干密度(g/cm ³)	C_e ——曲率系数
ρ_t ——堆积密度(g/cm ³)	d_{60} ——限制粒径(mm)
ρ_c ——紧密密度(g/cm ³)	d_{30} ——分界粒径(mm)
n ——孔隙率(%)	d_{10} ——有效粒径(mm)
w ——天然含水率(%)	k ——渗透系数(cm/s)
w_{op} ——最优含水率(%)	δ_{ef} ——自由膨胀率(%)
w_L ——液限(%)	G——砾
w_p ——塑限(%)	S——砂
I_p ——塑性指数	M——粉土
p_s ——粒径大于 5mm 的颗粒含量(%)	C——粘土
	F——细粒土(C和M的称)

3 一般规定

3.0.1 天然建筑材料勘察应根据勘察任务书或合同进行。勘察任务书或合同中应明确设计阶段、设计方案、勘察级别、材料种类、用量以及特殊要求。

3.0.2 勘察单位在开展野外工作之前, 应全面搜集和分析已有的地质资料, 并需进行现场踏勘, 了解场地的自然条件和工作条件, 依据勘察任务书或合同按本规程的基本要求编制勘察计划。

3.0.3 天然建筑材料勘察应划分为普查、初查、详查 3 个级别, 并宜与水利水电工程的规划、可行性研究、初步设计 3 阶段相对应。项目建议书阶段的天然建筑材料勘察应满足规划阶段中近期开发工程的要求。在招标设计和施工图设计阶段可视需要进行补充勘察和复查。

3.0.4 天然建筑材料料场选择应符合下列原则:

1 在考虑环境保护、经济合理、保证质量的前提下, 宜由近至远, 先集中后分散, 并注意各种料源的比较。

2 应不影响建筑物布置及安全, 避免或减少与工程施工相干扰。

3 不占或少占耕地、林地, 确需占用时宜保留还田土层。

4 应充分利用工程开挖料。

3.0.5 天然建筑材料料场勘探应依据料场地形地貌特征, 宜沿岩性、岩相变化大的方向布置勘探线。勘探网(点)间距应符合各勘察级别的要求, 并可根据料场条件作适当调整。勘探点的布置应先疏后密, 逐渐增加并形成网格状。

3.0.6 天然建筑材料料场取样试验应符合下列要求:

1 每个勘探点均应分层取样试验, 已做过初查的料场可适当减少。

2 材料试验分全分析和简分析两种, 按材料种类确定全分析和简分析试验项目。

4 各设计阶段天然建筑材料勘察

4.1 规 划 阶 段

4.1.1 对规划方案的所有水利水电工程的天然建筑材料,都必须进行普查。

4.1.2 宜在规划的水利水电工程 20km 范围内对各类天然建筑材料进行地质调查。草测 1/10000~1/5000 料场地质图,初步了解材料类别、质量、估算储量。编制 1/100000~1/50000 料场分布图。

4.1.3 对近期开发工程或控制性工程,每个料场应根据天然露头草测 1/10000~1/5000 综合地质图,还应布置少量勘探和取样试验工作,初步确定材料层质量。必要时,在普查基础上进行初查。

4.2 可行性研究阶段

4.2.1 工程所需各类天然建筑材料必须作到初查。初步查明料场岩、土层结构及岩性、夹层性质及空间分布、地下水位、剥离层、无用层厚度及方量,有用层储量、质量、开采、运输条件和对环境的影响等。

4.2.2 当天然建筑材料的初查精度不能满足建筑物型式和结构选择时,应对控制性的料源及主要料场进行详查。

4.2.3 应采用 1/5000~1/2000 地形图作底图,进行料场地质平面测绘及勘探布置。

人工骨料场和块石料场应实测 1/2000~1/1000 料场地质剖面;砂砾料、土料料场可实测 1/2000~1/1000 料场地质剖面。

4.2.4 料场勘探与取样试验,应符合本规程 5.1~5.6 节的规定。

4.2.5 勘察储量与实际储量误差,应不超过 40%,勘察储量不得少于设计需要量的 3 倍。

4.2.6 编制 1/50000~1/25000 料场分布图,1/5000~1/2000 料场综合地质图,1/2000~1/1000 料场地质剖面图。

4.3 初步设计阶段

4.3.1 初步设计阶段的天然建筑材料勘察,应在初查基础上进行详查。应详细查明料场岩、土层结构及岩性、夹层性质及空间分布、地下水位、剥离层、无用层厚度及方量,有用层储量、质量、开采、运输条件和对环境的影响等。

当需要时,应进行混凝土天然掺合料的调查。

在可行性研究阶段做过详查的料场,可视需要进行复查。

4.3.2 宜采用 1/2000~1/1000 地形图作底图,进行料场地质测绘及勘探布置。

对人工骨料和块石料应实测 1/2000~1/500 料场地质剖面;砂砾料和土料料场可实测 1/2000~1/500 料场地质剖面图。

4.3.3 料场勘探和取样试验,应符合本规程 5.1~5.6 节的规定。

4.3.4 勘察储量与实际储量误差,应不超过 15%,勘察储量不得少于设计需要量的 2 倍。

4.3.5 应编制 1/50000~1/10000 料场分布图,1/2000~1/1000 料场综合地质图,1/2000~1/500 料场地质剖面图。

4.4 招标和施工图设计阶段

4.4.1 招标设计和施工图设计阶段应复查初步设计审批中所提出的天然建筑材料遗留问题,有针对性地进行勘探和取样试验。

当因设计、施工方案变更需要新辟料源和扩大料源时,应按详查级别进行勘察。

应调查料场详查至开采时段内,有无因天然或人工因素造成料场明显变化,必要时应重新进行详查级别的勘察工作。

复查或补做详查应在料场开采前完成。

4.4.2 应配合设计、施工进行专门性试验研究工作。

4.4.3 在料场开采过程中,应做好资料搜集和整理工作。

5 料场勘探和取样试验

5.1 砂、砾料

5.1.1 料场按地形地质条件宜分为三类:

- I 类 面积广, 有用层厚而稳定, 表面剥离层零星分布;
- II 类 呈带状分布, 有用层厚度变化不大, 有剥离层;
- III 类 面积小, 有用层厚度小, 岩性变化较大, 有剥离层。

5.1.2 料场勘探应符合下列规定:

- 1 勘探网(点)间距应按表 5.1.2 的规定确定。

- 2 勘探方法应按料场特性

表 5.1.2 勘探网(点)间距

单位: m

和勘察级别确定。水上部分, 可采用物探、坑探、钻探、井探等; 水下部分, 可以钻探、物探为主, 必要时可布置少量沉井式井探或其它有效勘探手段。

3 各勘探点应揭穿有用层或基岩顶板, 若有用层过厚, 其勘探深度应超过最大开采深度。

料场 类型	勘 察 级 别		
	普 查	初 查	详 查
I 类	近期开发或控制性工程, 每个	200~400	100~200
II 类	料场布置 1~3 个勘探点和 1~3 条物探测线	100~200	50~100
III 类		<100	<50

4 勘探点应描述地层名称、厚度, 颗粒组成及砂、砾石、蜜石和泥团(粘粉粒)的含量, 砂的矿物和砾石的岩石成份、风化程度、密实度、胶结程度, 夹层或透镜体特征, 并记录勘探时地下水位与相应时间的河水位、取样地点、深度和编号。

5 混凝土用砂、砾料粗、细粒组分类应按本规程附录 C 中 C.1 的规定确定。

5.1.3 取样试验应符合下列规定:

- 1 各勘探点必须按水上、水下一分层取样做筒分析。

取样间距可按单层厚度 1~3m 取一组; 如岩相稳定或变化较大, 取样间距可适当增减; 大于 0.5m 的夹层应取样。

2 每个取样点均应做简分析。全分析应取代表性样品, 取样最少组数应符合表 5.1.3 的规定。单层取样初查不少于 2 组, 详查不少于 3 组。

3 水上部分应以试坑取样为主, 可用刻槽、吊桶抽取、全坑等方法; 水下部分应以钻孔取样为主, 可适当布置少量沉井取样。

刻槽断面宜 $30\text{cm} \times 40\text{cm}$, 其最小宽度和深度应大于最大粒径长轴的 2 倍, 大蛮石就地测量, 不予刻取。

取样钻孔孔径应在 168mm 以上。

4 样品数量应根据试验需要和颗粒组成而定。对超量样品, 应以四分法缩取。现场试验样品, 全分析不得少于 1000kg, 简分析不得少于 300kg。室内试验样品, 砾石(除去大于 80mm)不应少于 30kg, 砂不应少于 10kg, 坝壳填料的大型试验样品数量, 应按试验需要确定。

5.1.4 简分析试验项目, 砂料应为颗粒分析、含泥量、轻物质含量, 砾石料应为颗粒分析、针片状颗粒、软弱颗粒、活性骨料、泥块(团)、轻物质等含量。若经岩相法鉴定砾石料中有含碱活性成分的岩石时, 应取样进行碱活性骨料的危害性鉴定。全分析试验项目应符合表 5.1.4—1 和表 5.1.4—2 的规定, 同时可根据地域及工程需要适当增减部分试验项目。

表 5.1.3 全分析取样最少组数

料场储量 (10m ³)	勘察级别	
	初查	详查
<50	4	6
50~200	6	9
>200	8	12

表 5.1.4—1 混凝土砂、砾料试验项目

序号	试验项目		勘察级别					
			普查		初查		详查	
			砂	砾石	砂	砾石	砂	砾石
1	颗粒分析		*	*	*	*	*	*
2	密度	天然	—		△		△	
		堆积	—	—	△	△	△	△
		砾石(混合、分级)紧密	—	—	—	△	—	△
		表观	—	—	△	△	△	△

续表

序号	试验项目	勘察级别					
		普查		初查		详查	
		砂	砾石	砂	砾石	砂	砾石
3	吸水率	—	—	—	△	—	△
4	含泥量	—	—	*	△	*	△
5	岩石(矿物)成份含量	—	—	△	△	△	△
6	针片状颗粒含量	—	—	—	*	—	*
7	云母含量	—	—	△	—	△	—
8	软弱颗粒含量	—	—	—	*	—	*
9	活性骨料含量	—	—	△	*	△	*
10	有机质含量	—	—	△	△	△	△
11	硫酸盐及硫化物含量(折算成 SO_3)	—	—	△	—	△	—
12	冻融损失率	—	—	—	△	—	△
13	轻物质含量	—	—	*	*	*	*
14	泥块(团)含量	—	—	△	*	△	*

注 1.“*”为全、简分析均应做试验项目。

2.“△”为全分析应做试验项目。

5.1.5 质量技术要求应符合下列规定:

1 混凝土用天然骨料质量技术要求应符合本规程附录 A 中表 A.1.1—1、图 A.1.1、表 A.1.1—2、表 A.1.2 的规定。

2 土石坝坝壳填筑用砂砾石料质量技术要求应符合本规程附录 A 中表 A.1.3 的规定。

3 反滤层用料质量技术要求应符合本规程附录 A 中表 A.1.4 的规定。

4 混凝土面板堆石坝筑坝材料质量技术要求,应符合 SL228—98《混凝土面板堆石坝设计规范》的规定。

表 5.1.4—2 土石坝坝壳填筑砂砾料和反滤料试验项目

序号	试验项目		材料类型	
			砂砾料	砂料
1	颗粒分析		*	*
2	密度	天然	△	△
		紧密	△	△
		堆积	△	△
3	表观密度		△	△
4	含泥量(粘、粉粒)		*	*
5	自然休止角		△	△
6	剪切		△	△
7	渗透	渗透系数、 临界比降	△	△

注 “*”、“△”同表 5.1.4—1。

5 常见含碱活性成分的岩石应按本规程附录表 B 中表 B.0.1 的规定确定, 岩石碱活性判定标准应按附录表 B 中表 B.0.2 的规定确定。

5.2 人工骨料

5.2.1 料场按地形地质条件宜分为三类:

I 类 地形完整, 沟谷不发育, 岩性单一, 岩相稳定, 断裂、岩溶不发育, 风化层及剥离层较薄;

II 类 地形不完整, 沟谷较发育, 岩性岩相较稳定, 没有或少有无用夹层, 断裂、岩溶较发育, 风化层及剥离层较厚;

III 类 地形不完整, 沟谷发育, 岩性岩相变化大, 夹无用层, 断裂、岩溶发育, 风化层及剥离层厚。

5.2.2 料场勘探应符合下列规定:

表 5.2.2 勘探网(点)间距

单位:m

1 勘探网(点)间距应符合表 5.2.2 的规定。

2 勘探方法应按料场特性和勘察级别确定, 采用钻探、坑槽探、硐探和物探等。控制性钻孔应揭穿有用层或开采底板线以下 3~5m。

料场 类型	勘 察 级 别		
	普 查	初 查	详 查
I 类	近期开发或 控制性工程每	200~300	100~150
II 类	1 个料场实测 2~ 4 条剖面或 1~	100~200	50~100
III 类	3 个勘探点	<100	<50

3 勘探点应描述地层、岩性、产状、无用夹层, 断层、裂隙发育情况, 风化程度、岩溶及充填物等, 并记录地下水位、取样位置和编号, 岩芯获得率等。

5.2.3 取样试验应符合下列规定:

1 详查取样组数应按岩性、风化程度分别取样。同一岩性不少于 5 组、同一风化层取样数量不应少于 3 组, 初查时可适当减少。

2 取样应在钻孔岩芯中选取和坑槽、探硐壁凿取。

3 每组试验样品数量和规格, 应满足试验要求。

5.2.4 原岩试验项目应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 人工骨料原岩试验项目

序 号	试 验 项 目	勘 察 级 别	
		初查	详查
1	天然密度	所列项目 全做	视需要 而定
2	密度(干、湿)		
3	抗压强度(干、饱和)		
4	吸水率		
5	岩石矿物化学成份		
6	冻融损失率		
7	硫酸盐及硫化物含量(换算成 SO ₃)		
8	岩石碱活性试验	有碱活性成分时做	

5.2.5 重要的大型工程, 必要时应做人工骨料轧制试验, 试验项目应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 人工骨料轧制试验项目

5.2.6 混凝土用人工骨料质量技术要求, 岩石单轴饱和抗压强度应大于 40MPa, 常态混凝土人工细骨料中石粉含量以 6%~12% 为宜, 其它质量技术指标应符合本规程附录 A 中表 A.1.1—1、表 A.1.1—2, 图 A.1.1, 表 A.1.2 的相关规定。

材料类型	试 验 项 目
细骨料	颗粒分析、石粉含量、云母含量
粗骨料	颗粒分析、软弱颗粒含量、针片状颗粒含量、泥块(团)含量、碱活性成份含量

5.2.7 碾压混凝土天然掺合料的质量指标应符合国家和有关部门标准。

5.3 土 料

5.3.1 料场按地形地质条件宜分为三类:

Ⅰ类 料场面积大, 地形平缓, 有用层厚而稳定, 土层结构简单;

Ⅱ类 料场面积较大, 地形起伏, 有用层厚度较稳定, 土层结

构较复杂；

Ⅲ类 料场面积小，地形起伏大，有用层较薄，土层结构变化大。

5.3.2 料场勘探应符合下列规定：

1 勘探网(点)间距应符合表 5.3.2 的规定。初查，每条剖面上不应少于 2 个坑(孔)；详查，Ⅲ类料场每条剖面上不应少于 3 个坑(孔)。

表 5.3.2 勘探网(点)间距

单位：m

料场 类型	勘 察 级 别		
	普 查	初 查	详 查
I 类	近期开发或控制性工程，每个	200~400	100~200
Ⅱ类	料场布置 1~3 个勘探点和 1~3 条物探剖面	100~200	50~100
Ⅲ类		<100	<50

2 勘探方法应采用机钻、手摇钻、洛阳铲、坑槽探、井探等。

3 勘探点应描述土的名称、颜色、成分、结构、厚度、潮湿状态、塑性状态、含碎(砾)石或结核、腐植质等，并记录地下水位、取样位置、编号、高程。

4 土石坝用土料的粗细粒组分类应按附录 C 中的 C.2 的规定确定。

5 细粒土的分类应按本规程附录 C 中图 C.2.6、表 C.2.6 的规定确定；细粒土的简易分类可按本规程附录 C 中表 C.2.7 的规定确定。

5.3.3 取样试验应符合下列规定：

1 每个勘探点均应分层取样做筒分析，间距 1~3m 取 1 组样；潮湿地区天然含水率试验应 1m 取 1 个样。

2 全分析应取代表性样品，
取样最少组数应符合表 5.3.3 的规定。单层初查不少于 3 组，详查不少于 5 组。黄土应增加崩解试验组数，膨胀土应增加膨胀、收缩试验组数；分散性土应增加分

表 5.3.3 全分析取样最少组数

勘 察 级 别 料 场 储 量 (10 m ³)	初 查	详 查
<10	3	5
10~15	4	7
>50	6	9

散性试验组数;红粘土应增加双比重计试验组数。

3 取样应在坑槽和钻孔中采用刻槽法和孔内取土器分层采取。原状土样要现场及时蜡封、装存、运送,严禁碰撞、振动。

4 取样规格及数量应满足试验要求。原状样不应小于 15cm×15cm×15cm 或直径 9cm、长度 20cm。扰动样总量不应少于 25kg。

5.3.4 试验项目应符合下列规定:

1 粘性土简分析项目应为天然含水率、颗粒分析、液限、塑限,视需要可增加击实、击实后的剪切、渗透系数等项目。

2 粘性土全分析试验项目应按表 5.3.4 的规定确定。

3 必要时做天然含水率随季节变化的试验。

表 5.3.4 土 料 试 验 项 目

序号	试验项目		勘 察 级 别	
			普 查	初查及详查
1	天然含水率		可根据具体情况,利用天然露头在最有开采价值的料场中取样,对控制质量的关键性项目选做 1~3 个试验	*
2	天然密度			△
3	土粒比重			△
4	颗粒分析			*
5	液 限			*
6	塑 限			*
7	收 缩			△
8	膨 胀			△
9	崩 解			△
10	击 实			△
11	击实后	剪 切		△
12		压 缩		△
13		渗透系数		△
14	有机质含量			△
15	烧失量			△

续表

序号	试验项目	勘 察 级 别	
		普 查	初查及详查
16	水溶盐含量		△
17	结核含量		△
18	SiO ₂ 与 Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 含量		△
19	pH 值		△
20	粘土矿物成份		△

注: “*”、“△”同表 5.1.4—1。

4 分散性土除按表 5.3.4 的规定外,还应做分散性试验(针孔试验、孔隙水溶液试验、土块试验、双比重计试验)。

5 红粘土除按表 5.3.4 的规定外,还应做双比重计试验。

5.3.5 质量技术要求应符合下列规定:

1 土石坝土料质量技术要求应符合本规程附录 A 中表 A.2.1 的规定。

2 黄土、膨胀土、红粘土、分散性土作土坝防渗体与坝体填筑料或堤防填筑料时,质量技术指标应按工程要求做专门改性试验。

5.3.6 特殊土的特性可按下列标准评价:

1 土的分散性单项评价指标可按本规程附录 A 中表 A.2.2、图 A.2.3、表 A.2.4、表 A.2.5 的规定确定。

2 膨胀土的膨胀潜势分类可按本规程附录 A 中表 A.2.6 的规定确定。

5.4 碎(砾)石类土料

5.4.1 料场按地形地质条件宜分为三类:

I 类 料场面积大,地形平缓,岩性单一,有用层厚度大而稳定,成份、结构较简单;

II 类 料场面积较大,地形起伏,有用层厚度和成份、结构变化较大;

Ⅲ类 料场带状分布, 地形起伏大, 有用层厚度和成分、结构变化大。

5.4.2 料场勘探应符合下列规定:

表 5.4.2 勘探网(点)间距

单位: m

料场 类型	勘 察 级 别		
	普 查	初 查	详 查
I 类	利用天然露头观察	200~300	100~150
II 类		100~200	50~100
III 类		<100	<50

1 勘探网(点)间距应符合表 5.4.2 的规定。初查, 每条剖面上不应少于 2 个坑(孔); 详查, 每条剖面上不应少于 3 个坑(孔)。

2 勘探方法应以坑探、槽探、井探、钻探为主。

3 勘探点应描述岩土层名称、颜色、岩性结构、风化程度及分带、粒度成分、潮湿状态、塑性状态等, 并记录取样位置、编号及高程。

4 碎(砾)石类土的分类应按本规程附录 C 中表 C.2.1~表 C.2.7 的规定确定。

5.4.3 取样试验应符合下列规定:

1 每个勘探点均应分层取样做简分析, 单层厚 1~3m, 取样 1 组。

2 全分析应取代表性样品, 取样最少组数应符合表 5.4.3 规定。单层取样初查不少于 1 组, 详查不少于 2 组。

3 取样方法可采用刻槽或 表 5.4.3 全分析取样最少组数

4 取样数量应满足试验要求。全分析样不应少于 1000kg, 简分析样不应少于 300kg。

5.4.4 试验项目应符合下列规定:

1 简分析试验项目应为天然含水量、颗粒分析、液限、塑限, 视需要可增加击实、击实后的剪切、渗透系数等项目。

2 全分析试验项目应按本规程表 5.4.4 的规定确定。

勘 察 级 别 料 场 储 量 (10m³)	初 查	详 查
<10	3	5
10~50	4	7
>50	6	9

表 5.4.4 碎(砾)石类土料试验项目

序号	试验项目		勘 察 级 别	
			普 查	初查及详查
1	天然含水率		可根据具体情况,利用天然露头在最有开采价值的料场中取样,对控制质量的关键性项目选做 1~3 个试验	*
2	天然密度			△
3	紧密密度			△
4	堆积密度			△
5	颗粒分析			*
6	液 限			*
7	塑 限			*
8	收 缩			△
9	膨 胀			△
10	击 实			△
11	击实后	剪 切		△
12		压 缩		△
13		渗透系数		△
14	有机质含量			△
15	烧失量			△
16	水溶盐含量			△
17	SiO ₂ 与 Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 含量			△
18	pH 值			△
19	粘土矿物成份			△

注: “*”、“△”同表 5.1.4—1。

3 对风化成因的碎(砾)石类土,必要时应做压实后的颗粒分析、渗透破坏试验和干湿循环试验。

4 必要时应做碎(砾)石类土的碾压试验。

5.4.5 碎(砾)石类土料质量技术要求应符合本规程附录 A 中表 A.3.1 的规定。

5.5 槽孔固壁土料

5.5.1 料场勘探应符合下列规定:

1 应选取胶粒含量高、砂粒含量低、塑性指数大的土料场作

为勘探料场。

2 应在调查和取少量样试验合格的基础上进行详查,详查时勘探网间距应以 20~30m 为宜。

3 勘探方法及勘探点描述应符合本规程 5.3.1 条第 3、4 款的规定。应特别注意土质均一性和颗粒成分的描述。

5.5.2 取样试验应符合下列规定：

1 各勘探点均应分层取样做简分析。取样间距 1~3m。

2 全分析应取代表性样品，取样最少组数应按料场储量确定。储量大于 $1\times 10^4\text{m}^3$ ，取 3~5 组；小于 $1\times 10^4\text{m}^3$ ，取 2~3 组。

3 取样方法应符合本规程 5.3.2 条第 3 款的规定。

4 取样规格及数量应满足试验要求，每组样不应少于 5kg。

5.5.3 试验项目应符合表 5.5.3 的规定。

表 5.5.3 固壁土料试验项目

序 号	试 验 项 目	
1	土粒比重	△
2	颗粒分析	*
3	液限	*
4	塑限	*
5	化学成分分析	△
6	有机质含量	△
7	烧失量	△
8	水溶盐含量	△
9	pH 值	△
10	矿物成份含量	△

注：“*”、“△”同表 5.1.4—1。

5.5.4 槽孔固壁土料质量技术要求应按本规程附录 A 中表 A.4.1 的规定确定。

5.6 块 石 料

5.6.1 料场按地形地质条件宜分为三类：

Ⅰ类 岩性单一，岩相稳定，断裂、岩溶不发育，岩石裸露，风化轻微；

Ⅱ类 岩层厚度及质量较稳定，没有或有少量无用夹层，断裂、岩溶较发育，剥离层薄；

Ⅲ类 岩层厚度和质量变化较大，有无用夹层，风化层较厚，断裂、岩溶发育，剥离层较厚。

5.6.2 料场勘探应符合下列规定：

表 5.6.2 勘探网(点)间距

单位:m

料场 类型	勘 察 级 别		
	普 查	初 查	详 查
I 类	利用天然露头,必要时布置少量勘探点	300~500	150~250
II 类		200~300	100~150
III 类		<200	<100

1 勘探网(点)间距应符合表 5.6.2 的规定。初查,每条剖面上不应少于 2 个坑(孔);详查,每条剖面上不应少于 3 个坑(孔)。

2 勘探方法可采用钻探、坑槽、探井和探硐等。

3 勘探点应描述岩层名称、岩性、产状、构造、岩石块度、风化程度、岩芯获得率等,并记录取样位置、高程及编号等。

5.6.3 取样试验应符合下列规定:

1 取样应具有代表性。详查,应在 1~3 个典型剖面上的有用层中按不同岩性分别取样, I、II、III 类料场取样间距分别按每 5~10m、3~5m、2~3m 取试样一组。各有用层不同岩性试样总数不应少于 5 组。典型剖面以外勘探点所揭露的有用层,均应取一组试样。初查,可取少量试样。

2 取样应在钻孔岩芯中选取或在坑槽、竖井、平硐凿取。

3 取样规格及数量应满足试验要求。

表 5.6.4 块石料试验项目

序号	试 验 项 目	
1	极限抗压强度	干
		饱和
		冻融
2	密度(天然、干、饱和)	
3	吸水率	
4	硫酸盐及硫化物含量(合算成 SO ₃)	

5.6.4 试验项目应符合表 5.6.4 的规定。

5.6.5 为论证爆破后石块的大小、级配能否符合要求,详查时应收集有关爆破资料,进行类比;当岩体裂隙发育,质量较差时,应配合设计、施工与试验性开采结合进行爆破试验;爆破试验点应选择在有代表性的典型地段上。爆破后,必须测定堆石的块径、级配和休止角或抗剪强度。爆破试验组数宜不少于 2~3 组。

5.6.6 块石料质量技术要求应符合本规程附录 A 中表 A.5.1 的规定。

6 资料整理与报告编写

6.1 图件编制

6.1.1 天然建筑材料勘察图件，应包括料场分布图、料场综合地质图、地质剖面图、钻孔柱状图及平硐、竖井、坑槽展示图等。

图件比例尺和精度，应符合本规程 4.1.2、4.2.6、4.3.5 的规定。柱状图和展示图比例尺可采用 1/200~1/50。

6.1.2 料场分布图应包括以下内容：

- 1 各类天然建筑材料料场名称和位置。
- 2 建筑物位置、交通线路、城镇等。
- 3 各料场概况一览表，应按料源类别列表，内容包括料场位置、名称、编号、至建筑物距离、勘察级别、剥离方量、有用储量和质量总评价。

6.1.3 料场综合地质图应包括以下内容：

- 1 勘探点(线)位置及编号、地面高程、坑(孔)深度、剥离层厚度、有用层厚度。
- 2 地层、岩性、构造等主要地质界线及代号，耕地、林地范围和其它标志。
- 3 储量计算范围线。
- 4 质量分区界线，应按材料的质量优劣、有用层和剥离层的厚度及分布、开采条件等进行分区。
- 5 储量、质量汇总表，应按岩土分类、分区、分别汇总统计。

6.1.4 料场地质剖面图应包括以下内容：

- 1 勘探点编号、位置、高程、坑(孔)深度、取样位置和编号，剥离层厚度、有用层厚度。
- 2 地层、岩性、构造、风化等界线。
- 3 地下水位线、高程与施测日期，河床、河漫滩应标出相应枯水位和一般洪水位。

4 质量分区线和储量计算范围线。

5 剖面方向, 相交剖面和编号。

6.1.5 柱状图和展示图应包括以下内容:

1 勘探点编号、位置、高程、深度、施工起止日期, 勘探点地层、岩性、风化界线、厚度, 地下水埋藏深度、高程和施测日期, 取样点位置和编号, 地质描述。

2 人工骨料场地层柱状图还应列出矿物化学成份试验成果。

3 基岩勘探孔应标明岩芯获得率、RQD。

4 土料勘探孔宜标明粘粒含量和天然含水量。

6.2 试验成果整理

6.2.1 试验成果整理应符合下列规定:

1 应及时整理, 以便发现问题, 利于校正和补充试验。

2 分层、分区或按产地汇总整理。如考虑水下开采, 则水上、水下分别整理。

3 列入整理的试验成果, 其试验方法必须相同。

6.2.2 各项试验成果应计算平均值或加权平均值, 列出最大值、最小值, 根据指标的类别和工程需要列出大值平均值或小值平均值。

6.2.3 砾石密度、针片状颗粒含量、软弱颗粒含量, 活性骨料含量应分级统计。

6.2.4 各种试验成果整理方法应符合附录 D 的规定。各种试验成果汇总表应符合本规程附录 E 中表 E.1.1~表 E.1.7 的规定。

除了附录中所列的常用曲线外, 可按材料特性和需要, 另绘专门性关系曲线。

6.3 储量计算

6.3.1 储量计算范围和边界应符合下列要求:

1 应在有用区圈定范围内计算有用层的总储量和剥离层及夹层的体积, 并按分区、分层、水上、水下进行储量计算。

2 有用区周边界线应以勘探范围和试验资料为基础, 结合地质地貌综合分析圈定, 延伸至勘探范围以外的边界线距离, 不得大于勘探坑孔间距的 $1/2$ 。

3 储量计算中 useful 层上、下限应以顶底板各扣除 $0.2 \sim 0.3\text{m}$ 为界; 未揭穿有用层其下限应以实际勘探深度为界。

4 水下储量计算下限应不超过最大开采深度。

5 河床漫滩料场水上、水下储量计算的水位选择, 应以枯水期水位为标准; 严寒地区, 宜以平水期水位为标准; 如确无水位资料, 可采用勘探水位。

6 对无用夹层, 可按实际厚度划出; 对有害夹层, 应按实际边界线多扣除 $0.2 \sim 0.3\text{m}$ 。

6.3.2 储量计算可采用平均厚度法、平行断面法、三角形法, 选择一种计算方法, 取另一种方法校核。

——平均厚度法多用于地形平缓、有用层厚度较稳定的料场。计算方法可按本规程附录 E 中表 E.2.1 的规定执行。

——平行断面法多用于地形有起伏、剥离层与有用层厚度有变化的料场, 计算方法应按本规程附录 E 中表 E.2.2 的规定执行。

——三角形法常用于勘探网(点)布置不规则的料场。计算方法应按本规程附录 E 中表 E.2.3 的规定执行。

6.3.3 混凝土骨料应按下列公式进行净砾石、净砂及砾石分级储量计算:

$$\text{净砾石储量} = \frac{\text{砂砾石储量} \times \text{砂砾石天然密度} \times \text{含砾率}}{\text{砾石堆积密度}}$$

$$\text{净砂储量} = \frac{\text{砂砾石储量} \times \text{砂砾石天然密度} \times \text{含砂率}}{\text{砂堆积密度}}$$

$$\text{砾石分级储量} = \frac{\text{净砾石储量} \times \text{砾石干松密度} \times \text{某级砾石百分含量}}{\text{某级砾石堆积密度}}$$

净砾石、净砂及砾石分级储量计算成果应按本规程附录 E 中表 E.2.4 和表 E.2.5 的规定执行。

6.4 报告编写

6.4.1 规划阶段工程地质勘察报告，应阐明天然建筑材料普查成果，略评各规划工程天然建筑材料条件，并附料场分布图。

对近期开发工程或控制性工程的初查成果，必须专门编写天然建筑材料勘察报告。

6.4.2 初查和详查每个料场均应编写天然建筑材料勘察报告，编写内容包括料场位置、地形地貌、地层岩性、开采运输条件、材料质量、储量及评价，应附料场综合地质图及地质剖面图。

6.4.3 可行性研究阶段（初查）和初步设计阶段（详查）天然建筑材料勘察报告，应由下列部分组成：

1 应简述工程概况、任务要求、勘察过程、完成工作量和对前人资料的利用情况等；

2 自然地理地质概况应叙述与建筑材料质量有关的区域地质简况、水文气象特征等；

3 应按材料类别分料场叙述下列内容：

1) 料场位置、高程、至建筑物距离、交通条件、占用农田的面积，并简要叙述料场地貌、岩土层结构、有用层和无用层及有害层的厚度、性质与变化规律、地下水位、河水位及相互关系等。

2) 勘探方法、布置形式、勘探点间距、取样方法和组数。

3) 根据试验成果汇总表与质量技术指标或工程设计特殊要求，评价材料质量是否符合要求；

4) 储量计算方法及计算边界，列出储量计算成果表和储量汇总表。

4 应按不同材料类别简要说明勘察结论，进行综合分析比较，推荐优选料场及提出下一步工作建议。

5 应附图表：

1)天然建筑材料料场分布图；

2)料场综合地质图；

3)料场地质剖面图；

4) 试验成果汇总表和储量汇总表。各汇总表可按附录 E 中表 E.1.1~表 E.2.6 的规定执行;

5) 天然建筑材料各料场综合成果表和勘察工作量表。天然建筑材料各料场综合成果表和勘察工作量表应按附录 E 中表 E.3.1 和表 E.3.2 的规定执行。

6 水利水电工程地质勘察报告中的天然建筑材料部分(章、节), 应为天然建筑材料勘察报告的摘要。

6.4.4 招标设计和施工图设计阶段天然建筑材料复查报告的主要内容: 应叙述目的、任务及完成勘察工作量, 试验成果综合分析、评价和结论等。所附图表, 可按实际情况而定。

6.4.5 施工期应通过搜集料场开采施工资料与前期勘察成果对比分析, 竣工后编写天然建筑材料勘察工作总结, 并将内容编入工程竣工地质报告。

附录 A 天然建筑材料质量技术要求

A.1 砂、砾料

A.1.1 混凝土细骨料质量应符合表 A.1.1—1、表 A.1.1—2、图 A.1.1 的规定。

表 A.1.1—1 混凝土细骨料质量指标

序 号	项 目	指 标	备 注
1	表观密度	$>2.55\text{g/cm}^3$	
2	堆积密度	$>1.50\text{g/cm}^3$	
3	孔隙率	$<40\%$	
4	云母含量	$<2\%$	
5	含泥量(粘、粉粒)	$<3\%$	不允许存在粘土块、粘土薄膜,若有则应做专门试验论证
6	碱活性骨料含量		有碱活性骨料时,应做专门试验论证
7	硫酸盐及硫化物含量(换算成 SO_3)	$<1\%$	
8	有机质含量	浅于标准色	人工砂不允许存在
9	轻物质含量	$\leq 1\%$	
10	细度	细度模数	
		平均粒径	
11	人工砂中石粉含量	$6\%\sim 12\%$ 为宜	常态混凝土

表 A.1.1—2 混凝土细骨料颗粒级配范围

筛孔直径 (mm)	细 砂	中 砂	粗 砂
	累 计 筛 余 (%)		
5	0	0~8	8~15
2.5	3~10	10~25	25~40
1.25	5~30	30~50	50~70
0.63	30~50	50~67	67~83
0.315	55~70	70~83	83~95
0.158	85~90	90~94	94~97
平均粒径(mm)	0.31~0.36	0.36~0.43	0.43~0.66
细度模数	1.78~2.50	2.50~3.19	3.19~3.85

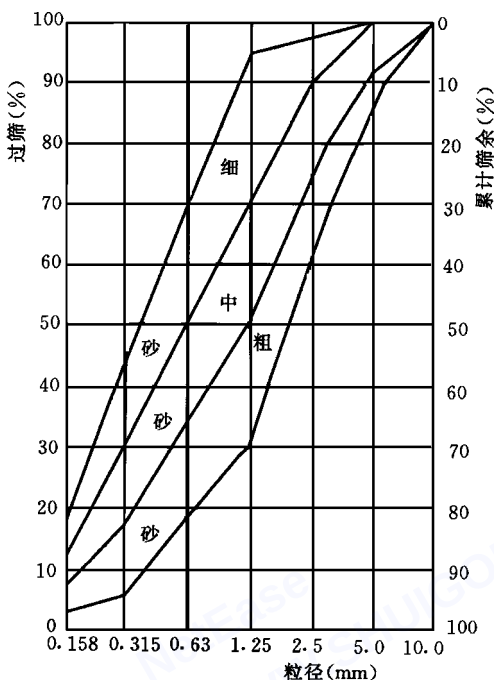


图 A.1.1 砂级配曲线图

A.1.2 混凝土粗骨料质量应符合表 A.1.2 的规定。

表 A.1.2 混凝土粗骨料质量指标

序 号	项 目	指 标	备 注
1	表观密度	$>2.6\text{g/cm}^3$	对砾石力学性能的要求,应符合《水工钢筋混凝土结构设计规范》规定
2	堆积密度	$>1.6\text{g/cm}^3$	
3	孔隙率	$<45\%$	
4	吸水率	$<2.5\%$ 抗寒性混凝土 $<1.5\%$	
5	冻融损失率	$<10\%$	
6	针片状颗粒含量	$<15\%$	
7	软弱颗粒含量	$<5\%$	

续表

序 号	项 目	指 标	备 注
8	含泥量	$<1\%$	不允许存在粘土团块、粘土薄膜, 有则应做专门试验论证
9	碱活性骨料含量		有碱活性骨料时, 应做专门试验论证
10	硫酸盐及硫化物含量(换算成 SO_3)	$<0.5\%$	
11	有机质含量	浅于标准色	
12	粒度模数	宜采用 6.25~8.30	
13	轻物质含量	不允许存在	

A.1.3 土石坝坝壳填筑砂砾料质量应符合表 A.1.3 的规定。

A.1.4 反滤层料质量应符合表 A.1.4 的规定。

表 A.1.3 土石坝坝壳填筑砂砾料质量指标

序 号	项 目	指 标	备 注
1	砾石含量	5mm 至相当 3/4 填筑层厚度的颗粒在 20%~80% 范围内	干燥区的渗透系数可小些, 含泥量可适当增加; 强震区砾石含量下限应予提高, 砂砾料中的砂料应尽可能采用粗砂
2	紧密密度	$>2\text{g}/\text{cm}^3$	
3	含泥量(粘、粉粒)	$\leq 8\%$	
4	内摩擦角	$>30^\circ$	
5	渗透系数	碾 压 后 $>1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$	应大于防渗体的 50 倍

表 A.1.4 反滤层料质量指标

序 号	项 目	指 标
1	级配	应尽量均匀, 要求这一粒组的颗粒, 不会钻入另一粒组的孔隙中去, 为避免堵塞, 所用材料中小于 0.1mm 的颗粒在数量上不应超过 5%
2	不均匀系数	≤ 8

续表

序 号	项 目	指 标
3	颗粒形状	应无片状、针状颗粒, 坚固抗冻
4	含泥量(粘、粉粒)	$<3\%$
5	渗透系数	$>5.8 \times 10^{-3} \text{cm/s}$
6	对于塑性指数大于 20 的粘土地基第一层粒度 D_{60} 的要求: 当不均匀系数 $C_u \leq 2$ 时, $D_{60} \leq 5\text{mm}$; 当不均匀系数 $2 \leq C_u \leq 5$ 时, $D_{60} \leq 5 \sim 8\text{mm}$	

A.2 土 料

A.2.1 土石坝土料质量应符合表 A.2.1 的规定。

表 A.2.1 土 料 质 量 指 标

序 号	项 目	均质坝土料	防渗体土料
1	粘粒含量	10%~30%为宜	15%~40%为宜
2	塑性指数	7~17	10~20
3	渗透系数	碾压后 $<1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$	碾压后 $<1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$, 并应小于坝壳透水料的 50 倍
4	有机质含量 (按重量计)	$<5\%$	$<2\%$
5	水溶盐含量	$<3\%$	
6	天然含水量	与最优含水量或塑限接近者为优	
7	pH	>7	
8	紧密密度	宜大于天然密度	
9	$\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$	>2	

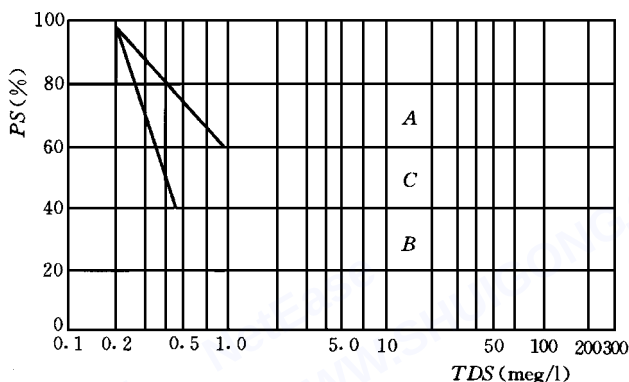
A.2.2 针孔试验评价土的分散性应符合表 A.2.2 的规定。

A.2.3 孔隙水溶液试验评价土的分散性应按图 A.2.3 的规定确定。

A.2.4 土块试验评价土的分散性应符合表 A.2.4 的规定。

表 A.2.2 针孔试验评价土的分散性标准

类 别	水 头 (mm)	在某一水头下的 试验持续时间(min)	最终流量 (mL/s)	流出水的 混浊情况	最终孔径 (mm)
分散 性土	50	5	1.0~1.4	混 浊	≥ 2.0
	50	10	1.0~1.4	较混浊	> 1.5
过渡 型土	50	10	0.8~1.0	稍混浊	≤ 1.5
	180	5	1.4~2.7	较透明	
	380	5	1.8~3.2	较透明	≥ 1.5
非分 散土	1020	5	> 3	稍透明	< 1.5
	1020	5	< 3	透 明	1.0



TDS = 阳离子交换总量

$= \text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$

A—分散；B—非分散；C—过渡区

PS = 可交换性钠离子百分数

$= \text{Na} / \text{TDS} \times 100\%$

图 A.2.3 孔隙水溶液试验评价土的分散性图

表 A.2.4 土块试验评价土的分散性标准

类 别	浸 水 后 土 块 特 征
分散性土	土块水解后混浊,土很快扩散到整个量杯底部,水呈雾状,经久不清
过渡型	土块水解后四周有微量混浊水,但扩散范围很小
非分散性土	无分散出胶粒的反应,土块水解后在量杯底部以细颗粒状平堆,水色是清的,或稍混浊后很快又变清

A.2.5 双比重计试验评价土的分散性应符合表 A.2.5 的规定

表 A.2.5 双比重计试验评价土的分散性标准

类 别	分 散 度 判 别 指 标 (D)
分散性土	$>50\%$
过渡型土	$30\sim 50\%$
非分散性土	$<30\%$

$$\text{分散度 } D = \frac{\text{不加分散剂时小于 } 5\mu\text{m} \text{ 颗粒含量}}{\text{加分散剂时小于 } 5\mu\text{m} \text{ 颗粒含量}} \times 100\%$$

A.2.6 膨胀土的膨胀潜势分类应符合表 A.2.6 的规定。

表 A.2.6 膨胀土的膨胀潜势分类标准

膨 胀 潜 势	自 由 膨 胀 率 ($\%$)
弱	$40 \leq \delta_e < 65$
中	$65 \leq \delta_e < 90$
强	$\delta_e \geq 90$

A.3 碎(砾)石类土料

A.3.1 碎(砾)石类土料质量应符合表 A.3 的规定。

表 A.3.1 碎(砾)石类土料质量指标

序 号	项 目	指 标	
		防渗体土料	均质坝土料
1	P_s 含量($>5\text{mm}$)	宜 $<60\%$	
2	粘粒含量	占小于 5mm 的 $15\%\sim 40\%$	
3	最大颗粒粒径	$<15\text{cm}$ 或不超过碾压铺垫层厚 $2/3$	
4	塑性指数	$10\sim 20$	
5	渗透系数	碾压后 $<1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$, 并应小于坝壳透水料的 50 倍	碾压后 $<1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$
6	有机质含量(以重量计)	$<2\%$	$<5\%$
7	水溶盐含量	$<3\%$	
8	天然含水率	与最优含水量或塑限接近者为优	

A.4 槽孔固壁土料

A.4.1 槽孔固壁土料质量应符合表 A.4.1 的规定。

表 A.4.1 槽孔固壁土料质量指标

序 号	项 目	指 标
1	颗粒组成	$>0.075\text{mm}$
		$<0.005\text{mm}$
		$<0.002\text{mm}$
2	塑性指数	>20
3	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	3~4
4	pH 值	>7
5	活动性指数	<1
6	有机质含量	$<1\%$

A.5 块 石 料

A.5.1 块石料质量应符合表 A.5.1 的规定。

表 A.5.1 块石料质量指标

序 号	项 目	指 标	备 注
1	饱和抗压强度	应按地域、设计要求与 使用目的确定	埋石及砌石的硫酸盐 及硫化物含量,同混凝土 骨料要求
2	软化系数		
3	冻融损失率		
4	干密度		

附录 B 常见含碱活性成分的 岩石及碱活性判定标准

B.0.1 常见含碱活性成分的岩石应按表 B.0.1 的规定确定。

表 B.0.1 常见含碱活性成分的岩石表

岩 类	岩 石	活 性 成 分
火成岩	安山岩 英安岩 流纹岩 凝灰岩 粗面岩 松脂岩 珍珠岩 黑曜岩 玄武岩	中、酸性富含二氧化硅的火山玻璃、微晶隐晶质石英、磷石英、方英石
沉积岩	硅质岩	微晶、隐晶质石英、玉髓、蛋白石、燧石、碧玉、玛瑙
	碳酸盐岩	含有 10%~20% 粘土质矿物的灰质白云岩(白云石和方解石含量几乎各占 1/2)

B.0.2 岩石碱活性判定标准应符合表 B.0.2 的规定。

表 B.0.2 岩石碱活性判定标准

试 验 方 法	具潜在碱活性判定指标
化学法	当 $\delta_R > 0.070$, 并 $C_{SiO_2} > \delta_R$ 或 $\delta_R < 0.070$, 并 $C_{SiO_2} > 0.035 + \delta_R/2$, 具潜在危害, 应进行砂浆长度试验进一步鉴定
砂浆长度法	当半年膨胀率 $> 0.10\%$ 或 3 个月膨胀率 $> 0.05\%$ (无半年膨胀率资料时才有效) 为具潜在危害
岩石柱法(碳酸盐岩)	当试件浸泡 84d 膨胀率 $> 0.10\%$ 时具有潜在危害, 必要时应进行混凝土试验评定

注 δ_R 为碱度降低值(mol/L); C_{SiO_2} 为滤液中的二氧化硅浓度(mol/L)

附录 C 土 的 分 类

C.1 混凝土用砂、砾料粗、细粒组分类

- C.1.1 土的粗、细粒组分类应按表 C.1.1 的规定确定。
- C.1.2 混凝土粗骨料按粒度划分,砾的分类应按表 C.1.2 的规定确定。

表 C.1.1 天然建筑材料粒组划分

粒 级 名 称		粒 径 (mm)
蛮 石		>150
砾 石	极 粗	150~80
	粗	80~40
	中	40~20
	细	20~5
砂 粒	极 粗	5.00~2.50
	粗	2.50~1.25
	中	1.25~0.630
	细	0.630~0.315
	微 细	0.315~0.158
	极 细	0.158~0.075
粉 粒	粗	0.075~0.010
	细	0.010~0.005
粘 粒		<0.005
胶 粒		<0.002

表 C.1.2 砾的分类表

名 称	砾的含量(%)			
	>80mm	>40mm	>20mm	>5mm
极粗砾石	>50	>50	>50	>50
粗砾				
中砾				
细砾				

C.1.3 混凝土细骨料按粒度划分,砂的分类应按表 C.1.3 的规定确定。

表 C.1.3 砂的分类表

序 号	名 称	颗 粒 含 量 (%)						
		>5 (mm)	>2.5 (mm)	>1.25 (mm)	>0.63 (mm)	>0.315 (mm)	>0.158 (mm)	>0.075 (mm)
1	极粗砂	<5	>50					
2	粗砂	<3		>50				
3	中砂	0			>50			
4	细砂	0				>50		
5	微细砂	0					>50	
6	极细砂	0						>50

C.2 土石坝用土的分类

C.2.1 土的粒组分类应按表 C.2.1 的规定确定。

表 C.2.1 土的粒组划分(GBJ145—90)

粒级名称			粒径(mm)
巨 粒	漂石(块石)		$d > 200$
	卵石(碎石)		$200 \geq d > 60$
粗 粒	砾 粒	粗 砾	$60 \geq d > 20$
		中 砾	$20 \geq d > 5$
		细 砾	$5 \geq d > 2$
	砂 粒	粗 砂	$2 \geq d > 0.5$
		中 砂	$0.5 \geq d > 0.25$
		细 砂	$0.25 \geq d > 0.075$
细 粒	粉 粒		$0.075 \geq d > 0.005$
	粘 粒		$0.005 \geq d$

C.2.2 巨粒土和含巨粒的土分类定名应按表 C.2.2 的规定确定。

表 C.2.2 巨粒土和含巨粒的土的分类

土 类	粒 组 含 量		土 代 号	土 名 称
巨粒组	巨粒含量 100~75%	漂石粒>50%	B	漂石
		漂石粒≤50%	Cb	卵石
混合巨粒土	巨粒含量 <75%, >50%	漂石粒>50%	BSi	混合土漂石
		漂石粒≤50%	Cb Si	混合土卵石
巨粒混合土	巨粒含量 50%~15%	漂石粒>卵石	SiB	漂石混合土
		漂石粒≤卵石	SiCb	卵石混合土

C.2.3 按 GBJ145—90《土的分类标准》, 砾粒组质量多于总质量的 50% 的土称为砾类土, 砾类土分类应按表 C.2.3 的规定确定。

表 C.2.3 砾类土分类

土 类	粒 组 含 量		土 代 号	土 名 称
砾	细粒含量 <5%	级配: $C_u \geq 5$ $C_c = 1 \sim 3$	GW	级配良好砾
		级配: 不同时满足上述要求	GP	级配不良砾
含细粒土砾	细粒含量 5%~15%		GF	含细粒土砾
细粒土质砾	细粒含量 >15%, ≤50%	细粒为粘土	GC	粘土质砾
		细粒为粉土	GM	粉土质砾

注: $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}, C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}}$ 。

C.2.4 按 GBJ145—90《土的分类标准》, 砾粒组质量少于或等于总质量的 50% 的土称为砂类土, 砂类土分类应按表 C.2.4 的规定确定。

C.2.5 按 GBJ145—90《土的分类标准》, 细粒组质量多于或等于总质量的 50%, 且粗粒组质量少于 25% 的土称为细粒土; 若粗粒组质量为 25%~50% 的土称为含粗粒的细粒土。

表 C.2.4 砂类土的分类

土 类	粒 组 含 量		土代号	土 名 称
砂	细粒含量 $<5\%$	级配: $C_u \geq 5$ $C_c = 1 \sim 3$	SW	级配良好砂
		级配: 不同时满足上述要求	SP	级配不良砂
含细粒土砂	细粒含量 $5\% \sim 15\%$		SF	含细粒土砂
细粒土质砂	细粒含量 $>15\%, \leq 50\%$	细粒为粘土	SC	粘土质砂
		细粒为粉土	SM	粉土质砂

C.2.6 细粒土分类应按图 C.2.6、表 C.2.6 的规定确定。液限采取质量为 76g、锥角为 30° 的液限仪, 锥尖入土深度为 17mm 时对应的含水率。

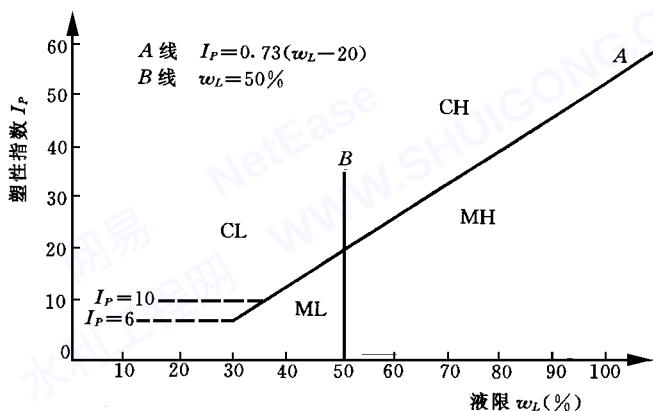


图 C.2.6 塑性图

表 C.2.6 细粒土的分类

土的塑性指标在塑性图中的位置		土 代 号	土 名 称
塑性指数 I_P	液限 w_L		
$I_P \geq 0.73(w_L - 20)$ 和 $I_P \geq 10$	$w_L \geq 50\%$	CH	高液限粘土
	$w_L < 50\%$	CL	低液限粘土
$I_P \leq 0.73(w_L - 20)$ 和 $I_P < 10$	$w_L \geq 50\%$	MH	高液限粉土
	$w_L < 50\%$	ML	低液限粉土

C.2.7 细粒土的简易分类可按表 C.2.7 的规定确定。

表 C.2.7 细粒土的简易分类

半固态时的干强度	硬塑—可塑态时的手捻感和光滑度	土在可塑态时		软塑—流动态时的 摇晃反应	土类代码
		土条可搓成的最小直径 (mm)	韧性		
低—中	粉粒为主, 有砂感, 稍有粘性, 捻面较粗糙, 无光泽	>3 或 3~2	低—中	快—中	ML
中—高	含砂粒, 有粘性, 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, 有粘性, 稍有滑腻感, 捻面较光滑, 稍有光泽	2~1	中—高	慢—无	MH
高一很高	无砂感, 粘性大, 滑腻感强, 捻面光滑, 有光泽	<1	高	无	CH

附录 D 试验成果整理方法

D.1 砂、砾料

D.1.1 土坝坝壳填筑砂砾料(包括砂料)颗粒级配整理应符合下列规定:

1 各级粒径组含量(以质量计,下同)百分数,可采用算术平均值;如岩层结构复杂,各层的颗粒组成变化较大,应进行加权平均值计算。

2 取横坐标为对数的半对数纸,以颗粒直径为横坐标,累计筛余百分数为纵坐标,根据算术平均值或加权平均值绘制砂砾石和砂级配曲线图。

D.1.2 混凝土骨料用砂砾料颗粒级配整理和计算应符合下列规定:

1 砂或砾石料各粒径组的百分含量应分别按下式计算:

$$X_i = \frac{a_i \times 100}{b_i} \quad (\text{D.1.2-1})$$

式中: X_i ——某一粒径组砂或砾石含量, %;

a_i ——某一粒径组砂或砾石试样质量, kg;

b_i ——砂或砾石试样总质量, kg。

2 含砂率或含砾率应按下式计算:

$$X = \frac{a \times 100}{b} \quad (\text{D.1.2-2})$$

式中: X ——砂或砾石占砂砾料的含量(%);

a ——砂或砾石试样质量(kg);

b ——砂砾料试样总质量(kg)。

3 各粒径组含量加权平均值应按下式计算:

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{b_i m_i}{m_i} \quad (\text{D.1.2-3})$$

式中 B —— 某一粒径组的加权平均含量, %;

b_i —— 第 1、2…… n 个取样层某一粒径组含量, %;

m_i —— 第 1、2…… n 个取样层厚度, m。

4 含砂率和含砾率的加权平均值应按本规程公式(D.1.2—3)的形式计算。

5 应以颗粒直径(mm)为横坐标, 累计筛余百分数为纵坐标, 依据整理出来的砂(包括风化砂)和砾石各粒径组的算术平均值或加权平均值, 累计筛余百分含量资料绘制级配曲线。

D.1.3 细度模数和平均粒径应按下列公式计算:

1 砂的细度模数应按下列公式计算:

$$FM = \frac{A_{2.5} + A_{1.25} + A_{0.63} + A_{0.315} + A_{0.158}}{100} \quad (\text{D.1.3—1})$$

式中:

FM —— 砂的细度模数;

$A_{2.5}$ 、 $A_{1.25}$ 、 $A_{0.63}$ 、 $A_{0.315}$ 、 $A_{0.158}$ —— 孔径 2.5、1.25、0.63、0.315、0.158mm 各筛上累计筛余百分数。

2 砂的平均粒径应按下列公式计算:

$$\bar{D} = 0.5 \sqrt[3]{\frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{11a_1 + 1.37a_2 + 0.171a_3 + 0.02a_4 + 0.0024a_5}} \quad (\text{D.1.3—2})$$

式中

$\bar{D}$ —— 砂的平均粒径, mm;

a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 —— 孔径 0.158、0.315、0.63、1.25、2.5mm 各筛分计筛余百分数。

砂的细度模数加权平均值应按式(D.1.2—3)的形式计算。

D.1.4 其他资料整理与计算应符合下列规定:

1 对影响混凝土骨料质量的指标, 如砾石料中的针片状颗粒、软弱颗粒、活性骨料, 当含量较高, 变化较大, 并试验组数较多时, 应采用加权平均值按下式计算:

$$A = \sum_1^n \frac{G_i C_i b_i m_i}{C_i b_i m_i} \quad (\text{D.1.4})$$

式中 A ——某一粒径组的针片状颗粒、软弱颗粒或活性骨料加权平均值含量;

G_i ——第 1、2…… n 个取样组或层的某一粒径组的针片状颗粒、软弱颗粒或活性骨料含量, %;

C_i ——第 1、2…… n 个取样组或层的含砾率, %;

b_i ——第 1、2…… n 个取样组或层的某一粒径组砾石含量, %;

m_i ——第 1、2…… n 个取样组或层的厚度, m。

2 砂和砾石料的其他质量技术指标, 可采用算术平均值计算。

3 土坝坝壳填筑用砂砾料及砂料的渗透系数和抗剪强度指标整理方法应符合本规程 D.2.2 和 D.2.5 的规定。

D.2 土 料

D.2.1 必要时编制土的天然含水率随深度变化图及天然含水率随季节变化曲线。

D.2.2 应绘制土在击实试验后干密度与渗透系数关系曲线。取纵坐标为对数的半对数纸, 以干密度为横坐标, 渗透系数平均值和大值或小值平均值为纵坐标, 绘制 $k - \rho_d$ 曲线。

D.2.3 土的最大干密度与最优含水量指标整理可按 GB/T50123—1999《土工试验方法标准》的规定执行。

D.2.4 土的压缩指标整理可按 GB/T50123—1999《土工试验方法标准》的规定执行。

D.2.5 土的抗剪强度指标、直接剪切试验成果整理可按 GB/T50123—1999《土工试验方法标准》的规定执行; 土的三轴剪切试验成果整理, 可按 GB/T50123—1999《土工试验方法标准与方法》的规定执行。

附录 E 天然建筑材料勘察常用表

E.1 试验成果汇总表

E.1.1 砂、砾料(人工骨料轧制料)颗粒级配汇总可按表 E.1.1 的规定执行。

表 E.1.1 砂、砾料(人工骨料轧制料)颗粒级配汇总表

1	2	3	4	5	粒 径 (mm)										备注	
					>150	150 ~ 80	80 ~ 40	40 ~ 20	20 ~ 5	5 ~ 2.5	2.5 ~ 1.25	1.25 ~ 0.63	0.63 ~ 0.315	0.315 ~ 0.158		<0.158
					含 量 (%)											
第 × 层																
试验组数																
平 均 值																
最 大 值																
最 小 值																

注 本表适用于单孔(坑)、分层、分区颗粒级配汇总,表中1、2、3、4、5各项可视统计对象选用适当内容,如第1项可为孔号、区号、层序……等。

E.1.2 混凝土用砂、砾料(人工骨料轧制料)试验成果汇总可按表 E.1.2 的规定执行。

[illegible]

E.1.3 坝壳填筑用砂砾石料试验成果汇总可按表 E.1.3 的规定执行。

表 E.1.3 坝壳填筑用砂砾石料试验成果汇总表

层次	取样深度 (m)	取样编号	试验编号	密度 (g/cm^3)				相对密度	含泥量 (粘粉粒) (%)	自然休止角 ($^\circ$)	内摩擦角 ($^\circ$)	渗透		备注
				表观	天然	紧密	堆积					渗透系数 (cm/s)	临界比降	
第 × 层														
			试验组数											
			平均值											
			最大值											
			最小值											

注:内摩擦角、渗透项目为紧密状态下试验值。

E.1.4 人工骨料原岩(块石料)试验成果汇总可按表 E.1.4 的规定执行。

表 E.1.4 人工骨料原岩(块石料)试验成果汇总表

层次	岩石名称	取样深度 (m)	取样编号	试验编号	密度 (g/cm^3)		吸水率 (%)	孔隙率 (%)	饱和系数	抗压强度 (MPa)		软化系数	冻融损失率 (%)	硫酸盐及硫化物含量 (换成算 SO_3) (%)	备注
					天然	饱和				干饱和	饱和冻融				
第 × 层															
			试验组数												
			平均值												
			最大值												
			最小值												

E.1.5 土的颗粒级配成果汇总可按表 E.1.5 的规定执行。

E.1.6 土的试验成果汇总可按表 E.1.6 的规定执行。

E.1.7 固壁土料试验成果汇总可按表 E.1.7 的规定执行。

表 E.1.5 土的顆粒級配成果汇总表

[illegible]

表 K-1.8 土的试验成果汇总表

[illegible]

表 E.1.7 固壁土料試驗成果汇总表

[illegible]

E.2 储 量 计 算 表

E.2.1 采用平均厚度法计算材料储量可按表 E.2.1 的规定执行。

表 E.2.1 平均厚度法储量计算表

分区 编号	勘探点		无用层厚度 (m)		有用层厚度(m)				
	编号	深度 (m)			水 上			水 下	
			剥离层	夹层	第 层	第 层	第 层	第 层	第 层
第×层									
	平均								
第×层									
	平均								
料场 面积 (m²)	无用层体积 (10⁴m³)		有用层储量(10⁴m³)					备 注	
			水 上			水 下			
	剥离层	夹 层	第 层	第 层	第 层	第 层	第 层		
总计									
总计									

E.2.2 采用平行断面法计算材料储量可按表 E.2.2 的规定执行。

E.2.3 采用三角形法计算材料储量可按表 E.2.3 的规定执行。

表 E.2.2 平行断面法储量计算表

断面 编号	勘探 点编 号	无用层 厚度 (m)		有用 层厚 度 (m)	断面面积 (m ²)			两断面平均 面积(m ²)			两断面 间平均 距离 (m)	无用层 体积 (10 ⁴ m ³)			有用层 储量 (10 ⁴ m ³)		
		剥离层	夹层		无用层	有用 层	无用层	有用 层	无用层	夹层		有用 层	剥离层	夹层			
合 计																	

表 E.2.3 三角形法储量计算表

三角形编号	勘探点编号	无用层厚度(m)		有用层厚度(m)	平均厚度(m)			三角形面积(m ²)	无用层体积(10 ⁴ m ³)		有用层储量(10 ⁴ m ³)
		剥离层	夹层		无用层		有用层		剥离层	夹层	
合 计											

E.2.4 计算混凝土骨料中净砾石、净砂储量可按表 E.2.4 的规定执行。

表 E.2.4 净砾石、净砂储量计算表

砂砾石 储量 (10^4m^3)	砂砾石天 然密度 (g/cm^3)	含砾率 (%)	含砂率 (%)	砾石堆积 密度 (g/cm^3)	砂堆积 密度 (g/cm^3)	净砾石 储量 (10^4m^3)	净砂 储量 (10^4m^3)

E.2.5 计算混凝土骨料中砾石分级储量可按表 E.2.5 的规定执行。

E.2.6 勘察储量汇总表可按表 E.2.6 的规定执行。

表 E.2.5 砾石分级储量计算表

净砾石 总储量 (10^4m^3)	砾石堆积 密度 (g/cm^3)	粒径组 (mm)	分级含 砾率 (%)	分级砾石 堆积密度 (g/cm^3)	砾石分 级储量 (10^4m^3)
		>150			
		150~80			
		80~40			
		40~20			
		20~5			

表 E.2.6 储量汇总表

料场 分区	计算 面积 (m^2)	统计 孔数 (个)	断面 条数 (个)	厚度平均值(m)			剥离层 体积 (10^4m^3)	有用层 储量 (10^4m^3)	无用层 体积 (10^4m^3)	计 算 方 法
				剥离层	有用层	无用层				
分区 名称										断面法、三角 形法、平均厚度 法
分区 名称										断面法、三角 形法、平均厚度 法

E.3 天然建筑材料各料场综合成果表和勘察工作量表

E.3.1 天然建筑材料各料场综合成果表可按表 E.3.1 的规定执行

注：材料试验成果按工程需要和材料类别设定。

[illegible]

附录 F 本规程的用词和用语说明

为便于执行本规程，对要求严格程度不同的用词说明如下：

——表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

——表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

——表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。