

制网。当原有验潮站数量不足时,应根据测量精度要求增设控制点。

2 测量深度主测线间距宜为 10m~20m,且宜按垂直等深线方向布设;检查线的数量不宜少于主测线数量的 5%,检查线应垂直于主测线布设。测点间距宜为 5m~10m,地形复杂区域宜采用低值。采用测深仪测深时,测量深度应进行吃水改正、声速改正和动吃水改正;当水深小于 20m 时,测量深度允许误差应为 $\pm 0.2\text{m}$ ;当水深大于或等于 20m 时,测量深度允许误差应为所测深度的 $\pm 1\%$ 。

3 当测图比例尺为 1:500 时,定位允许误差应为 $\pm 1.0\text{m}$ ;当比例尺为 1:5000~1:1000 时,定位允许误差应为 $\pm 2.0\text{m}$ ;当比例尺为 1:50000~1:10000 时,定位允许误差应为 $\pm 5.0\text{m}$ 。当测深仪换能器与定位中心不在同一垂线上时,应进行偏心改正。

4 水下地形测量时应分析地基表层浮泥、流泥对测量成果的影响。

**4.2.5 测量成果应包括下列内容:**

- 1 测量的技术设计书、工作总结报告、技术总结报告和自查报告;
- 2 地形图;
- 3 需要提交的其他资料。

### 4.3 勘 察

**4.3.1 勘察前应搜集拟建工程概况、地形、区域地质、遥感与地震、地下管线、已有地质资料及设计意图等有关资料,并应进行现场踏勘,编制勘察大纲。**

**4.3.2 勘察方法应符合下列规定:**

1 勘察方法应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定,并应根据勘察目的及场地岩土层特性,优先采用钻探、十字板剪切、静力触探和地球物理勘探等方法。

2 十字板剪切、静力触探和地球物理勘探等勘探方法应与钻探等其他勘探方法配合使用。

3 对海涂面表层流泥,宜选用柱状透明采泥器等取样设备探明其厚度与底界面。

#### 4.3.3 勘探点布置应符合下列规定:

1 勘探点布置宜利用当地类似工程经验和已有地质资料。

2 各阶段均应布置纵、横勘探剖面,横剖面宜垂直岸线布置,每一工程地质单元的横剖面不应少于一个,且应满足表 4.3.3 的要求。堤坝两端和孤岛(山体)两侧均应布置控制钻孔。当险情多发、地质条件复杂、存在特殊地质体或不良地质现象时,应加密勘探点或进行专门地质论证。

表 4.3.3 海岸软土地基堤坝勘探点布置表

序号	勘察阶段	勘探点间距(m)		钻孔/总孔数	取土孔/总孔数
		纵剖面	横剖面		
1	规划	1)附近已有地质资料时,可不布置勘探工作 2)无地质资料时,应沿堤坝纵向布置少量勘探孔			
2	可行性研究	500~1000	20~200	$\geq 1/2$	$\geq 1/2$
3	初步设计	100~500	20~100	$\geq 1/2$	$\geq 1/2$
4	施工	当地质条件发生变化或发生滑坡地段应布置勘探横断面,勘探孔间距宜为 20m~50m			

3 横剖面上宜在堤坝中心及内、外侧分别布置勘探孔 3 个~6 个。软土地基上的堤坝,宜以钻孔和十字板剪切试验孔为主,静力触探孔为辅;十字板剪切试验孔宜布置在钻孔或静力触探孔附近,且不宜单独布置。

4 在险工段、龙口段、物性异常以及塘、沟、坎等地段,勘探孔应呈网格状布置。

5 涵闸、泵站等交叉建筑物的勘探点布置应符合现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286 和下列规定:

- 1) 可行性研究阶段可沿闸轴线布置 1 个纵剖面,孔距宜为 50m~100m;横剖面宜顺水流方向布置,且不应少于 1 个,孔距宜为 100m~200m;
- 2) 初步设计阶段应结合建筑方案呈网格状布置,孔距宜为 20m~50m,大中型涵闸纵横勘探剖面均不宜少于 3 个,小型涵闸不宜少于 1 个。

**6** 勘探孔深度应根据地质条件和设计需要确定,且宜符合下列规定:

- 1) 堤坝钻孔深度宜为堤坝高度的 3 倍~5 倍,当软土层厚或埋深大时取上限,反之可取下限;孔深尚应满足渗流、地基处理和稳定分析的要求;当基岩出露或埋深浅时,钻孔宜揭穿强风化层并深入中(弱)风化岩层 3m~5m;
- 2) 闸(站)勘探孔进入底板以下的深度宜为闸底板宽度的 1.0 倍~1.5 倍;
- 3) 当采用桩基时,孔深应满足沉降计算要求,且宜深入桩底以下 5m~10m;
- 4) 控制性钻孔宜深入塘、沟、坎等深坑或最大冲刷深度以下 5m~10m;
- 5) 水文地质试验和长期观测钻孔宜根据水文地质条件确定。

**7** 钻进方法、孔径、孔内测试项目应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。在细粒土和粉细砂层中不应采用螺旋钻进或冲击钻进。钻进的回次进尺应根据岩土性质、钻进方法等确定,且不应大于 2.0m 和取芯管管长。

**8** 各阶段应进行天然建筑材料勘察,绘制天然建筑材料分布图,评价天然建筑材料储量、质量和交通运输条件等。

#### **4.3.4** 取样与试验应符合下列规定:

**1** 钻孔中取样应根据岩土层性质选取取样器和取样方法,且应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。

软土、细粒土中应采取原状样,砂和砂砾卵石层可采取扰动样。取样宜采用快速连续静压法,遇硬黏土等压入困难的土层时,可采用重锤少击方式取土,但应有良好的导向装置。

2 取样间距宜为 2.0m~2.5m,在主要土层中应有足够数量的代表性原状土样,且应满足数理统计的要求。

3 样品尺寸应满足试验要求,其封装、保存和运输应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的有关规定。

4 室内岩土试验项目可按表 4.3.4 的规定执行,当有特殊要求时,可进行专门试验;土的分类应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。

表 4.3.4 室内岩土试验项目表

试验项目	岩土类型		
	细粒土	砂类土	岩石
比重	√	+	+
密度	√	√	+
含水率	√	√	—
界限含水率	√	—	—
颗粒分析	+	√	—
直接剪切	√	+	+
渗透系数	√	√	+
三轴试验	+	+	—
固结	√	+	—
无侧限抗压强度	+	—	—
灵敏度	+	—	—
有机质	+	—	—
易溶盐	+	—	—
相对密度	—	√	—
无黏性土休止角	—	+	—

续表 4.3.4

试验项目	岩土类型		
	细粒土	砂类土	岩石
吸水率及饱和吸水率	—	—	—
点荷载强度	—	—	+
单轴抗压强度	—	—	+

注：“√”为必做项目；“+”为根据需要选做项目。

5 在规划阶段可采用工程地质类比法提出各岩土层物理力学参数建议值,可取少量试样进行试验;在可行性研究阶段,每一工程地质单元每个主要土层累计有效试验组数不应少于6组;初步设计阶段不应少于10组。

6 试验成果均应按工程地质单元分层统计各指标的组数、平均值、最大值、最小值、标准差、变异系数、标准值、大值平均值、小值平均值等,经综合分析后提出岩土物理力学参数建议值。

7 当附近有腐蚀性评价资料时,可直接采用。否则,应取样试验,并按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定进行腐蚀性评价。

8 应根据十字板剪切试验结果计算各试验点的峰值强度、重塑土强度和灵敏度,并绘制单孔不排水抗剪强度随深度变化曲线和斜率图,且宜绘制同一地质单元十字板剪切试验成果综合斜率图。十字板不排水抗剪强度应根据土层条件和当地经验进行修正,不宜直接采用。

## 5 堤型与堤身

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 堤身结构应安全、经济、耐久,就地取材,便于施工,并应满足防汛和管理的规定。
- 5.1.2 堤身设计应根据地形、地质、潮(洪)水、风浪的情况进行,并应符合生态保护和绿化景观的要求。堤身各部位的结构与尺寸应经计算和技术经济比较后确定。
- 5.1.3 3级及以上软土地基堤坝工程,宜对堤顶越浪量、防浪墙和护面结构稳定性等通过模型试验进行验证。

### 5.2 筑堤材料

- 5.2.1 当采用淤泥、淤泥质土作为筑堤材料时,可采取加大堤身断面、放缓边坡或堤身分层水平排水固结等措施保证堤身稳定。
- 5.2.2 海砂不得用于钢筋混凝土,当用于素混凝土时,应经过试验和论证。
- 5.2.3 素混凝土强度等级不宜低于C20,钢筋混凝土强度等级不宜低于C25,用于1级、2级堤坝的混凝土应采取防腐蚀措施。
- 5.2.4 当采用除淤泥及淤泥质土外的黏性土作为填筑材料时,其压实度应符合表5.2.4的规定。

表 5.2.4 黏性土压实度

堤坝级别及高度	压实度
1级堤坝	$\geq 0.94$
2级堤坝和高度不低于6m的3级堤坝	$\geq 0.92$
3级以下堤坝和高度低于6m的3级堤坝	$\geq 0.90$

- 5.2.5 石渣料作为堤身填料时,孔隙率不宜大于24%。

### 5.3 堤型选择

**5.3.1** 海岸软土地基堤坝工程的形式应按因地制宜、就地取材的原则,根据堤段所在的地理位置、重要程度、地质条件、筑堤材料、水流及风浪特性、施工条件、运用和管理要求、环境景观、工程造价等因素,经过技术经济比较后确定。

**5.3.2** 根据筑堤材料,可选择土堤、石堤、土石混合堤、钢筋混凝土堤等;根据堤身断面形式,可选择斜坡式堤、陡墙式堤或混合式堤等;根据防渗体设计,可选择均质土堤、黏土心墙堤等。

**5.3.3** 同一堤线的各堤段可根据具体条件采用不同的堤型。在堤型变换处应做好连接处理,宜设置过渡段。

### 5.4 堤坝断面设计

**5.4.1** 堤坝断面形式的确定应符合下列规定:

1 斜坡式断面宜用于风浪较大的堤段,当滩涂面较高时,可采用在土堤临海侧护面的形式;当滩涂面较低时,宜在临海侧设抛石棱体。

2 陡墙式断面宜用于风浪较小、堤基较好的堤段,临海侧宜采用重力式或箱式挡墙,底部应采取抛石基础或与压载相结合的防护措施。

3 混合式断面宜用于滩涂面低、风浪作用强的堤段,宜在设计高潮位处设置消浪平台,消浪平台的宽度宜为1倍~2倍设计波浪高度,且不宜小于3.0m。

**5.4.2** 堤坝设计潮位、波浪重现期及安全加高应根据堤坝工程级别按表5.4.2取值。

表 5.4.2 堤坝设计潮位、波浪重现期及安全加高

堤坝工程级别	重现期(年)	安全加高(m)	
	潮位和波浪	不允许越浪	允许部分越浪
1	$\geq 100$	1.0	0.5

续表 5.4.2

堤坝工程级别	重现期(年)	安全加高(m)	
	潮位和波浪	不允许越浪	允许部分越浪
2	50~100	0.8	0.4
3	30~50	0.7	0.4
4	20~30	0.6	0.3
5	10~20	0.5	0.3

5.4.3 在进行堤顶高程计算时,波浪爬高累积频率应按表 5.4.3 取值。

表 5.4.3 波浪爬高累积频率标准

堤坝越浪设计条件	波浪累积频率(%)
不允许越浪	$\leq 2$
部分允许越浪	2~13

5.4.4 当采用瑞典圆弧法和简化毕肖普法时,堤坝整体抗滑稳定安全系数不应小于表 5.4.4 的规定。当采用其他稳定分析方法时,其安全性应另作论证。

表 5.4.4 堤坝整体抗滑稳定安全系数

计算方法	堤坝工程的级别	1	2	3	4	5	
		正常运用条件	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10
瑞典圆弧法	安全系数	非常运用条件 I	1.20	1.15	1.10	1.05	1.05
		非常运用条件 II	1.10	1.05	1.05	1.00	1.00
		正常运用条件	1.50	1.35	1.30	1.25	1.20
简化毕肖普法	安全系数	非常运用条件 I	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10
		非常运用条件 II	1.20	1.15	1.15	1.10	1.05
		正常运用条件	1.50	1.35	1.30	1.25	1.20

注:1 正常运用条件指设计正常应用条件;

2 非常运用条件 I 指施工条件;

3 非常运用条件 II 指正常运用条件与地震条件的组合。

5.4.5 在进行堤坝的强度和稳定性计算时,波浪累积频率应按表



#### 5.4.5 取值。

表 5.4.5 波浪累积频率

堤坝形式	部 位	设计内容	波浪累积频率(%)
陡墙式	防浪墙、陡墙	强度和稳定性	1
	基床、护底块石	稳定性	5
斜坡式	防浪墙	强度和稳定性	1
	护面块石	稳定性	13
	护底块石	稳定性	13

注：当平均波高与水深比值不大于 0.3 时，宜采用 5%。

#### 5.4.6 防浪墙抗滑、抗倾覆稳定安全系数不应小于表 5.4.6 的规定。

表 5.4.6 防洪墙抗滑、抗倾覆稳定安全系数

类 别		防浪墙抗滑稳定					防浪墙抗倾覆稳定				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
安全系数	正常运用条件	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
	非常运用条件 I	1.20	1.15	1.10	1.05	1.05	1.50	1.45	1.40	1.35	1.30
	非常运用条件 II	1.10	1.05	1.05	1.00	1.00	1.40	1.30	1.30	1.20	1.20

#### 5.4.7 堤坝龙口度汛、堵口潮位设计重现期可根据建筑物级别按表 5.4.7 取值。

表 5.4.7 龙口度汛、堵口潮位设计重现期(年)

堤坝建筑物级别		1	2	3	4、5	时段
潮位设计重现期	龙口度汛	$30 \leq T < 50$	$20 \leq T < 30$	$10 \leq T < 20$	5	全年
	龙口堵口	$20 \leq T < 30$	$10 \leq T < 20$	$5 \leq T < 10$	5	非汛期

注：1 T 表示潮位设计重现期；

2 当工程级别高但围区规模小时，经论证后，设计重现期可降低一级。

#### 5.4.8 堤坝起始地面和顶高程的确定应符合下列规定：

1 堤坝设计起始地面应根据地质资料确定，且应从浮泥或流

泥的底面起算。

2 堤坝顶高程应按下式计算：

$$Z_p = H_p + R_f + \Delta h \quad (5.4.8)$$

式中： $Z_p$ ——堤坝顶高程(m)；

$H_p$ ——设计频率为  $p$  的高潮位(m)，按现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286 确定；

$R_f$ ——相应于累积频率的波浪爬高(m)，按现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286 确定，累积频率按本规范第 5.4.3 条确定；

$\Delta h$ ——安全加高(m)，按本规范表 5.4.2 确定。

3 按允许部分越浪设计的堤坝顶高程，应根据现行行业标准《海堤工程设计规范》SL 435 规定的方法进行越浪量计算。对于三面均有护面的堤坝，采用的越浪量不应大于  $0.05\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ，对于堤顶有护面、内坡为生长良好草地的堤坝，采用的越浪量不应大于  $0.02\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。

4 堤坝顶设防浪墙时，堤坝顶高程可算至防浪墙顶面。但不计防浪墙高度的堤顶高程，应高于设计潮位  $0.5H_{1\%}$ 。

5 对于 3 级及以上或断面形式复杂的堤坝，其波浪爬高值和越浪量宜通过模型试验确定。

6 堤坝顶高程设计应预留施工完成后 10 年的沉降量。预留沉降量应按本规范第 6 章关于沉降计算的规定确定。堤坝地基下有承压水或浅层气时，其预留沉降量应通过专题论证确定。

**5.4.9 堤坝顶宽度应符合下列规定：**

1 不含防浪墙的堤坝顶净宽应根据地基条件、防汛、施工、管理、结构等需要确定。1 级、2 级、3 级堤坝顶净宽分别不宜小于 7.5m、5.5m、4.5m，4 级、5 级堤坝顶净宽不宜小于 3.5m。

2 道路不宜设置在堤坝顶，可设置在堤坝的背海侧，宜与平台相结合，其宽度不应小于 8m。结合防汛和管理的要求，当在堤坝顶通车时，应设置会车道，会车道处的路面宽度不应小于 6.5m，