

# JTJ

中华人民共和国行业标准

JTJ 300 - 2000

---

## 港口及航道护岸工程设计与施工规范

Code for Design and Construction of  
Port and Waterway Revetment Engineering

2000 - 12 - 25 发布

2001 - 06 - 01 实施

---

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国行业标准

港口及航道护岸工程设计与施工规范

JTJ300—2000

主编单位：中交水运规划设计院

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：2001年6月1日

# 关于发布《港口及航道护岸工程设计与施工规范》的通知

交水发〔2000〕691号

各有关单位：

由我部组织中交水运规划设计院等单位制定的《港口及航道护岸工程设计与施工规范》，业经审查，现批准为强制性行业标准，编号为 JTJ300—2000，自 2001 年 6 月 1 日起施行。

本规范的管理工作由我部水运司负责，具体解释工作由中交水运规划设计院负责，由人民交通出版社出版发行。

中华人民共和国交通部

二〇〇〇年十二月二十五日

## 前 言

本规范根据工程建设发展的需要和《水运工程建设标准体系表》的要求,在广泛调查研究、分析总结现有护岸工程建设经验的基础上,并参考国内外有关资料编制而成。主要包括斜坡式和直立护岸工程的设计与施工等技术内容。

本规范主要根据《港口工程结构可靠度设计统一标准》(GB50158)和《水运工程建设标准编写规定》(JTJ200)等国家现行标准编制。

本规范共分8章、30节,并附条文说明。

本规范由交通部水运司负责管理,具体解释工作由中交水运规划设计院负责。请各单位在执行本规范过程中,注意总结经验和积累资料,并将发现的问题和意见及时函告中交水运规划设计院,以便今后修订时参考。

本规范如进行局部修订,其修订内容将在《水运工程标准与造价管理信息》上刊登。

# 目 次

<b>1</b>	<b>总则</b>	(1)
<b>2</b>	<b>符号</b>	(2)
<b>3</b>	<b>一般规定</b>	(5)
<b>4</b>	<b>斜坡式护岸设计</b>	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	断面型式和尺度	(9)
4.3	构造	(11)
4.4	计算	(13)
<b>5</b>	<b>直立式护岸设计</b>	(19)
5.1	一般规定	(19)
5.2	断面型式和尺度	(19)
5.3	基础	(22)
5.4	构造	(23)
5.5	计算	(26)
<b>6</b>	<b>地基整体稳定和沉降计算</b>	(33)
6.1	地基整体稳定验算	(33)
6.2	地基沉降	(36)
<b>7</b>	<b>斜坡式护岸施工</b>	(38)
7.1	一般规定	(38)
7.2	岸坡开挖及削坡	(38)
7.3	砂垫层和土工织物垫层	(39)
7.4	护底、堤身及护脚	(40)
7.5	倒滤层	(43)

7.6	护面层	(45)
7.7	上部结构	(47)
7.8	后方回填和吹填	(48)
<b>8</b>	<b>直立式护岸施工</b>	<b>(49)</b>
8.1	一般规定	(49)
8.2	基槽开挖	(49)
8.3	水下抛石基床	(50)
8.4	构件预制	(51)
8.5	方块、扶壁和沉箱构件安装	(54)
8.6	板桩及锚碇结构	(56)
8.7	上部结构	(58)
8.8	浆砌石挡墙	(60)
8.9	加筋土挡墙	(61)
8.10	现浇混凝土挡墙	(63)
8.11	棱体、倒滤层和后方回填	(64)
附录 A	本规范用词用语说明	(65)
附加说明	本规范主编单位、参加单位和主要起草人 名单	(67)
附	条文说明	(69)

# 1 总 则

**1.0.1** 为使港口及航道护岸工程的设计与施工达到技术先进、经济合理、安全可靠,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于港口及内河航道斜坡式和直立式护岸工程的设计与施工。其他护岸工程的设计与施工,可参照执行。

**1.0.3** 护岸工程设计应满足港口及航道总体设计的要求,积极慎重地采用新技术、新结构、新材料和新工艺。

**1.0.4** 护岸工程的设计与施工,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 符 号

$A_R$ ——填料与基床接触面积

$B$ ——墙底面宽度

$B_1$ ——墙底面实际受压宽度

$b_i$ ——第  $i$  土条宽度

$C_{ki}$ ——第  $i$  土条滑动面上的粘聚力标准值

$d_w$ ——块石稳定粒径

$E_H$ 、 $E_V$ ——分别为计算面以上永久作用总主动土压力的水平分力标准值和垂直分力标准值

$e$ ——偏心距

$e_{1i}$ 、 $e_{2i}$ ——分别为第  $i$  层土受到平均压力设计值( $\sigma_{cdi}$ )和平均最终压力设计值( $\sigma_{cdi} + \sigma_{zdi}$ )压缩稳定时的孔隙比设计值

$E_{pH}$ ——墙底面埋深大于或等于 1m 时,墙内侧被动土压力

$f$ ——沿计算面的摩擦系数设计值

$f_1$ ——面层沿垫层或垫层沿基土的摩擦系数设计值

$f_2$ ——护脚与地基间的摩擦系数设计值

$G_R$ ——腔内起抗倾作用的填料重力标准值

$h$ ——混凝土板厚度

$K_D$ ——块体稳定系数

$m$ ——坡度系数

$m_s$ ——修正系数

$M_{EP}$ ——被动土压力标准值对计算面后趾的稳定力矩

$M_{EH}$ 、 $M_{EV}$ ——分别为永久作用总主动土压力的水平分力标准值和垂



- 直分力标准值对计算面前趾的倾覆力距和稳定力距
- $M_P$ ——波峰作用时波压力标准值对计算面后趾的倾覆力距
- $M_u$ ——波峰作用时,作用在计算面上的波浪浮托力标准值对计算面后趾的倾覆力距
- $M_{PB}$ ——波谷作用时水平波压力标准值对计算面前趾的倾覆力距
- $M_{PBu}$ ——波谷作用时,作用在计算面上的波浪浮托力标准值对计算面前趾的稳定力距
- $M_{PW}$ ——剩余水压力标准值对计算面前趾的倾覆力距
- $M_{RK}$ ——作用于危险滑弧面上抗滑力距的标准值
- $M_{Sd}$ ——作用于危险滑弧面上滑动力距的设计值
- $P_B$ ——波谷作用时计算面以上水平波吸力的标准值
- $P_{Bu}$ ——波谷作用时计算面以上波浪浮托力的标准值
- $P$ 、 $P_V$ ——分别为波峰作用时,作用在计算面以上波压力的水平分力标准值和垂直分力标准值
- $P_f$ ——波吸力
- $P_V$ ——作用在基床顶以上的竖向合力标准值
- $q_{ki}$ ——第  $i$  土条顶面作用的可变作用的标准值
- $[S]$ ——建筑物的沉降量限值
- $S_{d\alpha}$ ——沉降量设计值
- $S_{uki}$ ——第  $i$  土条滑动面上十字板强度标准值或其他总强度标准值
- $u_{ki}$ ——第  $i$  土条滑动面上水头超过零压线以上的孔隙水压力标准值
- $V_f$ ——表面流速
- $V_{max}$ ——护脚最大波浪底流速
- $W_0$ ——腔内填料自重力标准值
- $W_{ki}$ ——第  $i$  土条的重力标准值

- $Z_c$ ——岸顶高程  
 $\alpha$ ——斜坡与水平面的夹角  
 $\alpha_i$ ——第  $i$  土条的滑弧中点切线与水平线的夹角  
 $\gamma$ ——水重度  
 $\gamma_a$ ——块石水下重度  
 $\gamma_b$ ——块石材料重度  
 $\gamma_c$ ——混凝土重度  
 $\gamma_d$ ——结构系数  
 $\gamma_0$ ——结构重要性系数  
 $\gamma_E$ ——主动土压力的分项系数  
 $\gamma_{EP}$ ——被动土压力的分项系数  
 $\gamma_G$ ——自重力分项系数  
 $\gamma_p$ ——波浪水平力的分项系数  
 $\gamma_{pw}$ ——剩余水压力的分项系数  
 $\gamma_R$ ——抗力分项系数  
 $\gamma_s$ ——综合分项系数  
 $\gamma_\sigma$ ——基床顶面最大应力分项系数  
 $\delta_Z$ ——地基垂直附加应力设计值  
 $\xi$ ——合力作用点至墙前趾的距离  
 $\sigma_c$ —— $Z_n$  处地基自重压力设计值  
 $\sigma_{cdi}$ ——第  $i$  土层顶面与底面地基自重压力平均值的设计值  
 $\sigma_{\max}$ ——基床顶面最大应力标准值  
 $\sigma_{\min}$ ——基床顶面最小应力标准值  
 $\sigma_\gamma$ ——基床抗力设计值  
 $\sigma_{zdi}$ ——第  $i$  土层顶面与底面地基垂直附加压应力平均的设计值  
 $\varphi_{ki}$ ——第  $i$  土条滑动面上固结快剪的内摩擦角标准值

## 3 一般规定

**3.0.1** 护岸工程设计应遵守下列原则:

- (1)根据海岸、河岸动力作用特点进行防护;
- (2)有利于岸滩稳定;
- (3)减少波浪集中;
- (4)避免相邻构筑物的连接处形成薄弱点;
- (5)与邻近地区建筑物和环境相协调;
- (6)易于修复和加固。

**3.0.2** 护岸由几个直线段组成时,各段之间应以圆弧或折线相连接。

**3.0.3** 护岸工程应根据水深、波浪、水流、地质和地形等条件的变化进行分段,采用不同断面尺度或不同的结构型式。

**3.0.4** 护岸结构型式应根据自然条件、材料来源、使用要求和施工条件等因素,经技术经济比较确定。

**3.0.5** 护岸结构可采用斜坡式、直立式或斜坡式与直立式组合的结构型式。对岸坡较缓、水深较浅、地基较差、石料来源丰富、用地不紧张的地段和就地修坡的岸坡,宜采用斜坡式护岸;对岸坡较陡、水深较深、地基较好、岸线纵深较小和用地紧张的地段,宜采用直立式护岸。

**3.0.6** 对斜坡式与直立式组合的护岸结构型式,当直墙高度较小,并以抛石斜坡为主体时,可按带胸墙的斜坡式护岸进行设计;当直墙高度较大时,可按明基床上的直立式护岸进行设计。

**3.0.7** 护岸工程设计应考虑下列三种设计状况:

- (1)持久状况:在结构使用期,分别按承载能力极限状态和正

常使用极限状态设计；

(2) 短暂状况：施工期和有某种特殊短暂荷载作用使用期一般只按承载能力极限状态设计，必要时也需按正常使用极限状态设计；

(3) 偶然状况：在使用期，当遭受到地震作用等偶然作用时仅按承载能力极限状态设计。

### 3.0.8 护岸上的作用可分为下列三类：

(1) 永久作用：自重力、土重力、静水压力、浮托力、由永久作用引起的土压力和剩余水压力等；

(2) 可变作用：装卸和运输机械荷载、人群荷载、堆货荷载、波浪力、水流力、渗流力、冰压力以及由可变作用引起的土压力和施工荷载等；

(3) 偶然作用：地震作用等。

### 3.0.9 护岸承载能力极限状态设计应考虑下列三种作用效应组合。

**3.0.9.1 持久组合：**永久作用与可变作用效应组合。对沿海护岸水位应采用设计高水位、设计低水位、极端高水位和极端低水位及相应波高；对内河护岸水位应采用设计高水位、设计低水位以及与地下水位相组合的某一不利水位。

**3.0.9.2 短暂组合：**对应于短暂状态下的永久作用与可变作用效应组合。对沿海护岸水位应采用设计高水位、设计低水位或施工期短暂状态下某一不利水位及相应波高；对内河护岸水位应采用设计高水位和设计低水位。

**3.0.9.3 偶然组合：**组合中包括地震作用，计算水位应按现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTJ225)中的有关规定执行。

**3.0.10 受冰冻和流冰作用的护岸，**应采用抗冻、抗磨损和抗撞击性能好的结构型式和材料。

### 3.0.11 护岸使用的石料应满足下列要求：

(1) 石料不成片状，无严重风化和裂纹；

(2) 护面块石和需要进行夯实的基床块石，在水中浸透后的强

度不低于 50MPa;

(3)垫层块石和不进行夯实的基床块石,在水中浸透后的强度不低于 30MPa。

**3.0.12** 浆砌结构的水泥砂浆强度等级不应低于 M10,当有抗冻要求时,不应低于 M20,勾缝水泥砂浆的强度等级不应低于 M20。

**3.0.13** 护岸工程的混凝土和钢筋混凝土构件,当无抗冻要求时,混凝土强度等级不应低于表 3.0.13-1 的规定值;当有抗冻要求时,混凝土抗冻等级不应低于表 3.0.13-2 的规定值。

混凝土强度等级限值 表 3.0.13-1

混凝土构件	钢筋混凝土构件
C20	C25

混凝土抗冻等级限值 表 3.0.13-2

建筑物所在地区	海水环境		淡水环境	
	钢筋混凝土及预应力混凝土	素混凝土	钢筋混凝土及预应力混凝土	素混凝土
严重受冻地区(最冷月月平均气温低于 -8℃)	F350	F300	F250	F200
受冻地区(最冷月月平均气温在 -4~ -8℃之间)	F300	F250	F200	F150
微冻地区(最冷月月平均气温在 0~4℃之间)	F250	F200	F150	F100

**3.0.14** 沿计算面的摩擦系数设计值,当无实测资料时,可按表 3.0.14 取值。

摩擦系数设计值

表 3.0.14

材 料		摩 擦 系 数
混凝土面与混凝土面		0.55
浆砌块石面与浆砌块石面		0.65
墙底与抛石基床	墙身为预制混凝土或钢筋混凝土结构	0.60
	墙身为浆砌块石结构	0.65
抛石基床 与地基土	地基为细砂~粗砂	0.50~0.60
	地基为粉砂	0.40
	地基为砂质粉土	0.35~0.50
	地基为粘土、粉质粘土	0.30~0.45

注：①块石与现浇混凝土之间的摩擦系数取 1.0；

②混凝土或浆砌块石胸墙与有预埋露头块石或有伸出钢筋的预制件之间的摩擦系数可采用 1.0；

③墙身为预制混凝土结构，其与抛石基床间摩擦系数，对直立式护岸，当作用于基床面平均压强大于 300kPa 时，或回淤影响明显的港区，基床面难以避免落淤时，可适当降低。

**3.0.15** 护岸工程应设置永久观测点。

**3.0.16** 当有防渗要求时，应按现行有关标准进行防渗设计。

**3.0.17** 当护岸顶面有活荷载时，稳定计算应考虑活荷载的作用，其作用效应组合系数，持久组合可取 0.7，短暂组合可取 1.0。

## 4 斜坡式护岸设计

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 斜坡式护岸可分为堤式护岸和坡式护岸。
- 4.1.2 堤式护岸可由堤身、护肩、护面、护脚和护底结构组成。
- 4.1.3 坡式护岸可由岸坡、护肩、护面、护脚和护底结构组成。
- 4.1.4 堤式护岸的堤身可采用块石、袋装砂和石渣等材料。

### 4.2 断面型式和尺度

4.2.1 斜坡式护岸的断面型式应根据水位、波浪、地质、地形条件、使用要求及施工方法等确定。堤式护岸的断面型式如图 4.2.1-1 所示。坡式护岸的断面型式如图 4.2.1-2 所示。

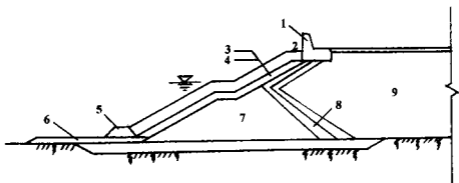


图 4.2.1-1 堤式断面型式示意图

1-胸墙;2-护肩;3-护面层;4-垫层;5-护脚;6-护底;7-堤身;8-倒滤层;9-回填料

4.2.2 斜坡式护岸顶高程的确定应符合下列规定。

4.2.2.1 允许上浪的沿海港口护岸,岸顶高程宜定在设计高水位以上 0.8~1.0 倍设计波高处,并应高于极端高水位。

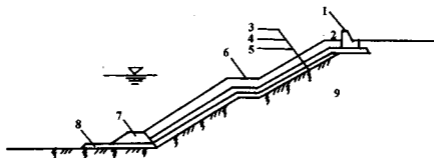


图 4.2.1-2 坡式断面型式示意图

1-胸墙;2-护肩;3-护面层;4-垫层;5-倒滤层;6-肩台;7-护脚;8-护底;9-岸坡

**4.2.2.2** 不允许上浪的沿海港口护岸,岸顶高程可按式确定:

$$Z_c = H + R + \Delta \quad (4.2.2)$$

式中  $Z_c$ ——岸顶高程(m);

$H$ ——设计高水位(m);

$R$ ——波浪爬高(m),沿海港口按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ213)确定;

$\Delta$ ——富裕值,可根据使用要求和护岸的重要性确定。

**4.2.2.3** 当条件允许时,沿海港口应通过模型试验确定护岸顶高程。

**4.2.2.4** 内河航道和内河港口护岸的顶高程应分别按最高通航水位和设计高水位加 0.1~0.5m 超高确定。

**4.2.3** 斜坡式护岸的边坡、护肩、胸墙、肩台和护脚设计应符合下列规定。

**4.2.3.1** 护岸的边坡可采用 1:1.5~1:3.5。沿海港口的护岸,采用变坡或不同的护面块体时,其分界点宜在设计低水位以下 1.0 倍的设计波高值处。

**4.2.3.2** 护肩宽度可取 1.0~3.0m,厚度应根据使用要求确定。

**4.2.3.3** 设置胸墙或挡浪墙时,胸墙可采用 L 形或反 L 形。

**4.2.3.4** 当胸墙前斜坡护面为块石或人工块体时,墙前坡肩宽度不应小于 1.0m,且至少应能安放一排护面块体。



**4.2.3.5** 堤式护岸堤身顶宽宜根据胸墙底宽、施工条件等确定。

**4.2.3.6** 允许上浪的护岸,临岸地面宜设 3%左右的横向排水坡度。

**4.2.3.7** 设置肩台的护岸,肩台宽度不宜小于 2.0m,其顶高程可根据护岸整体稳定和施工条件确定。

**4.2.3.8** 护脚可采用抛石棱体、脚槽、基础梁和板桩等型式。当护脚采用抛石棱体时,棱体的顶高程,沿海港口护岸宜按低于设计低水位减 1.0 倍设计波高确定;内河航道护岸宜取最低通航水位或多年平均枯水位。棱体的顶宽不宜小于 2.0m,棱体的厚度不宜小于 1.0m,棱体的外坡坡度不宜陡于 1:1.5。

**4.2.4** 以船行波为岸坡坍塌为主要原因的内河航道,防护范围可按最高通航水位以上 1.5 倍波高值和最低通航水位以下 1.5 倍波高值之间确定。

## 4.3 构造

**4.3.1** 易冲刷地基上的护岸,应采取护底措施,护底范围应根据波浪、水流、冲刷强度和土质条件确定。护底宜采用块石、软体排和石笼等结构。当采用块石护底时,应符合下列规定。

**4.3.1.1** 海港护岸工程护底应符合现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ298)的有关规定。

**4.3.1.2** 内河航道及港口护岸工程护底宽度应根据河势分析和岸坡稳定要求确定,护底块石层的厚度不宜小于 2 倍的护底块石粒径。

**4.3.2** 可冲刷地基上的斜坡式护岸,当采用抛石棱体护脚时,应设置厚度不小于 0.5m 的 10~100kg 块石垫层。

**4.3.3** 斜坡式护岸的护面结构可采用抛理块石、混凝土人工块体、干砌块石、干砌条石、浆砌块石、栅栏板、混凝土板及模袋混凝土等。

**4.3.4** 护面层厚度应符合下列规定。

**4.3.4.1** 当采用现浇混凝土板块和预制混凝土板块时,不宜小于 80mm。

**4.3.4.2** 当采用模袋混凝土时,不宜小于 150mm。

**4.3.4.3** 当采用浆砌块石时,不宜小于 200mm。

**4.3.4.4** 当采用干砌块石时,不宜小于 250mm。

**4.3.4.5** 水下抛石不宜小于 600mm。

**4.3.5** 海港护岸护面垫层块石的重量可取护面块体重量的 1/10 ~ 1/20。当有困难时,其重量不得小于护面块体重量的 1/40。当采用四脚空心方块和栅栏板护面时,其垫层块石不应小于护面结构的空隙尺度。海港护岸的块石垫层厚度不宜小于 400mm,内河航道和港口护坡的块石垫层厚度不宜小于 150mm。必要时,可采用土工织物垫层。

**4.3.6** 浆砌块石、现浇混凝土板和模袋混凝土护面,应设置纵、横变形缝和排水孔。变形缝的纵向间距,海港护岸可取 5 ~ 10m,内河航道及港口护岸不宜大于 5m;横向间距可取 5m 左右。排水孔的位置应避开板块中轴,其纵、横向间距可取 2 ~ 5m,孔径可取 50 ~ 100mm,并应设置倒滤层。

**4.3.7** 护岸结构应设置倒滤层。倒滤层可采用分层倒滤层、混合倒滤层和土工织物倒滤层,并应符合下列规定。

**4.3.7.1** 施工水位以上宜采用分层倒滤层。其中碎石层厚度宜为 0.15 ~ 0.20m,粗砂或中砂层厚度宜为 0.10 ~ 0.15m。当采用混合倒滤层时,其厚度不宜小于 0.4m。

**4.3.7.2** 施工水位以下,可采用级配较好的混合倒滤层,其厚度不宜小于 0.6m。

**4.3.7.3** 土工织物倒滤层材料应选用无纺土工织物或机织土工织物。当采用无纺土工织物时,其单位面积质量宜为 300 ~ 500 g/m<sup>2</sup>,抗拉强度不宜小于 6 kN/m。

**4.3.8** 不允许上浪的护岸,岸顶应设置挡浪胸墙;允许上浪的护岸,护肩及临岸地面应保持稳定,并应设集水、排水设施。

**4.3.9** 胸墙或挡浪胸墙应设置变形缝。缝间距应根据气温、结构

型式和地质条件等确定,可取 10~20m,缝宽可取 20~40mm。

**4.3.10** 护岸轴线拐折形成凹角造成波能集中时,应加强其防护措施。

## 4.4 计 算

**4.4.1** 斜坡式护岸设计应进行下列计算或验算:

- (1)护面块体的稳定重量和护面层厚度;
- (2)栅栏板、预制板块和现浇混凝土板的强度;
- (3)护底块石的稳定重量;
- (4)胸墙或挡浪胸墙的抗滑、抗倾稳定性及结构强度;
- (5)岸坡及地基的整体稳定性;
- (6)沉降计算。

**4.4.2** 护岸胸墙或挡浪胸墙抗滑、抗倾稳定性应按下列公式计算。

**4.4.2.1** 沿墙底抗滑稳定性应按下列情况计算:

- (1)当波谷作用时,沿墙底抗滑稳定性可按下式验算:

$$\gamma_0(\gamma_E E_H + \gamma_p P_B) \leq (\gamma_G G + \gamma_u E_V + \gamma_u P_{Bu})f/\gamma_d \quad (4.4.2-1)$$

式中  $\gamma_0$ ——结构重要性系数,根据安全等级二级、三级分别取 1.0、0.9;

$\gamma_E$ ——主动土压力的分项系数,按表 4.4.2 取值;

$E_H$ 、 $E_V$ ——分别为计算面以上永久作用总主动土压力的水平分力标准值和竖向分力标准值(kN);

$\gamma_p$ ——波浪水平力分项系数,按表 4.4.2 取值;

$P_B$ ——波谷作用时计算面以上水平波吸力的标准值(kN);

$\gamma_G$ ——自重力分项系数,取 1.0;

$G$ ——胸墙或挡浪胸墙自重力的标准值(kN);

$\gamma_u$ ——波浪浮托力分项系数,按表 4.4.2 取值;

$P_{Bu}$ ——波谷作用时计算面以上波浪浮托力的标准值(kN);

$f$ ——沿计算面的摩擦系数设计值,按表 3.0.14 取值。

$\gamma_d$ ——结构系数,取 1.1。

稳定验算时,作用分项系数可按表 4.4.2 采用。

作用分项系数

表 4.4.2

组合情况	永久作用		可变作用	
	$\gamma_E$	$\gamma_E$	$\gamma_p$	$\gamma_u$
持久组合	1.35	1.35	1.30	1.1
	1.35	1.25	1.20	1.0

注:①持久组合采用设计高、低水位时,按表取值;

②持久组合采用极端水位时,取表中短暂组合值。

(2)当波峰作用时,沿墙底抗滑稳定性可按下式验算:

$$\gamma_0 \gamma_p P \leq [(\gamma_G G + \gamma_p P_V - \gamma_u P_u) f + \gamma_{EP} E_{PH}] / \gamma_d \quad (4.4.2-2)$$

式中  $P$ 、 $P_V$ ——分别为波峰作用时,作用在墙底面以上的水平分力标准值和垂直分力标准值(kN);

$P_u$ ——作用在墙底面上的波浪浮托力的标准值(kN);

$\gamma_{EP}$ ——被动土压力的分项系数,取 1.0;

$E_{PH}$ ——墙底面埋深大于或等于 1m 时,墙内侧被动土压力(kN),可按有关公式计算并乘以折减系数 0.3 作为标准值;

$\gamma_d$ ——结构系数,取 1.0。

4.4.2.2 对墙趾抗倾稳定性应按下列情况计算:

(1)当波谷作用时,对墙前趾的抗倾稳定性可按下式验算:

$$\gamma_0 (\gamma_E M_{EH} + \gamma_p M_{PB}) \leq (\gamma_G M_G + \gamma_E M_{EV} + \gamma_u M_{PBu}) / \gamma_d \quad (4.4.2-3)$$

式中  $M_{EH}$ 、 $M_{EV}$ ——分别为永久作用总土压力的水平分力标准值与竖向分力标准值对计算面前趾的倾覆力矩和稳定力矩(kN·m);

$M_{PB}$ ——波谷作用时水平波浪力标准值对计算面前趾的倾覆力矩(kN·m);

$M_G$ ——胸墙或挡浪胸墙自重力标准值对计算面前趾的稳定力矩(kN·m);

$M_{pBu}$ ——波谷作用时,作用在计算面上的波浪浮托力标准值对计算面前趾的稳定力矩(kN·m);

$\gamma_d$ ——结构系数,取 1.4。

(2)当波峰作用时,对墙后趾的抗倾稳定性可按下式验算:

$$\gamma_0(\gamma_p M_p + \gamma_u M_u) \leq (\gamma_G M_G + \gamma_{EP} M_{EP}) / \gamma_d \quad (4.4.2-4)$$

式中  $M_p$ ——波峰作用时,波压力标准值对计算面后趾的倾覆力矩(kN·m);

$M_u$ ——波峰作用时,作用在计算面上的波浪浮托力标准值对计算面后趾的倾覆力矩(kN·m);

$M_{EP}$ ——被动土压力标准值对计算面后趾的稳定力矩(kN·m);

$\gamma_d$ ——结构系数,取 1.35。

**4.4.3** 海港护岸在波浪正向作用下,岸前波浪不破碎,在计算水位上、下 1 倍设计波高之间的护面块体,单个块体的稳定重量可按式(4.4.3-1)和(4.4.3-2)确定。海港护岸各种护面块体的容许失稳率  $n$  与相应的稳定系数  $K_D$  可按表 4.4.3 采用。

$$W = 0.1 \frac{\gamma_b H^3}{K_D (S_b - 1)^3 \text{ctg} \alpha} \quad (4.4.3-1)$$

$$S_b = \frac{\gamma_b}{\gamma} \quad (4.4.3-2)$$

式中  $W$ ——单个块体稳定重量(t);

$\gamma_b$ ——块体材料重度(kN/m<sup>3</sup>);

$H$ ——设计波高(m);

$K_D$ ——块体稳定系数,按表 4.4.3 取值;

$\alpha$ ——斜坡与水平面的夹角(°);

$\gamma$ ——水重度( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。

稳定系数  $K_D$

表 4.4.3

护面型式		$n(\%)$	$K_D$	备 注
护面块体	构造型式			
块 石	抛填两层	1~2	4.0	
	立放一层	0~1	5.5	
方 块	抛填两层	1~2	5.0	
四脚锥体	安放两层	0~1	8.5	
四脚空心方块	安放一层	0	14	
扭工字块体	安放两层	1	24	$H < 7.5\text{m}$
扭王字块体	安放一层	0	18~24	

**4.4.4** 作用于海港护岸的斜向波,当波峰线与斜坡式护岸纵向线间的夹角小于  $45^\circ$  时,可近似作为正向作用;当夹角大于  $45^\circ$  时,宜通过模型试验确定人工块体的稳定重量。

**4.4.5** 各种人工块体、栅栏板的形状和尺寸可按现行行业标准《防波堤设计与施工规范》的有关规定确定。

**4.4.6** 海港护岸的各种护面块体的稳定重量、护面层厚度、人工块体个数和混凝土用量可按现行行业标准《防波堤设计与施工规范》的有关规定确定。

**4.4.7** 对设计波浪周期较长或波陡  $H/L$  不大于  $1/30$  的坦波,护面块体的稳定重量可按现行行业标准《防波堤设计与施工规范》中附录 C 的有关规定确定。

**4.4.8** 模袋混凝土护面层厚度可按现行行业标准《水运工程土工织物应用技术规程》(JTJ/T 239)的有关规定确定。

**4.4.9** 内河航道及港口护岸的护面块石粒径和块石稳定重量计算应符合下列规定。

**4.4.9.1** 水流作用时,块石粒径可根据已有工程实践经验确

定。当流速大于 3m/s 时,可按式估算:

$$d_w = 0.04 V_f^2 \quad (4.4.9)$$

式中  $d_w$ ——块石稳定粒径(m);

$V_f$ ——表面流速(m/s)。

**4.4.9.2** 波浪作用时,块石稳定重量可按式(4.4.3-1)和式(4.4.3-2)计算。

**4.4.10** 受流木、冰凌和船行波等影响的护岸,块石粒径应综合考虑确定。

**4.4.11** 内河航道及港口护岸的混凝土板护面,当护岸坡度为 2~5,在波浪浮托力作用下,且波坦( $L/H$ )为 10~20 时,面板厚度可按式计算:

$$h = KH \sqrt{\frac{\gamma_w}{\gamma_c - \gamma_w} \times \frac{L}{mL'}} \quad (4.4.11)$$

式中  $h$ ——混凝土板厚度(m);

$K$ ——护坡结构系数,当所有护面均为开缝时,取 0.075;当水面上为开缝,而水面下为闭缝时,取 0.1;

$H$ ——设计波高(m);

$\gamma_w$ ——水重度(kN/m<sup>3</sup>);

$\gamma_c$ ——混凝土重度(kN/m<sup>3</sup>);

$L$ ——波长(m);

$m$ ——坡度;

$L'$ ——沿波向板长(m)。

**4.4.12** 海港护岸水下护脚抛石棱体的顶面高程,在设计低水位以下约 1.0 倍设计波高值时,棱体的块石重量可取式(4.4.3-1)和式(4.4.3-2)确定的块石重量的 1/5;在低于设计低水位以下约 1.5 倍设计波高值时,可取块石重量的 1/10。

**4.4.13** 海港斜坡式护岸护脚最大波浪底流速可按式计算:

$$V_{\max} = \frac{\pi H}{\sqrt{\frac{\pi L}{g} \operatorname{sh} \frac{4\pi d}{L}}} \quad (4.4.13)$$

式中  $V_{\max}$ ——护脚最大波浪底流速(m/s);

$d$ ——岸前水深(m)。

**4.4.14** 海港护岸护底块石的稳定重量,可根据护脚最大波浪底流速按表 4.4.14 确定。

海港护岸护底块石的稳定重量

表 4.4.14

$V_{\max}$ (m/s)	$W$ (kg)	$V_{\max}$ (m/s)	$W$ (kg)
2.0	60	4.0	400
3.0	150	5.0	800



## 5 直立式护岸设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 直立式护岸可采用现浇混凝土、浆砌块石、混凝土方块、板桩、加筋土岸壁、扶壁或沉箱等结构型式。

**5.1.2** 直立式护岸上部结构可采用现浇混凝土或钢筋混凝土,结构临水面根据挡浪情况可采用直立或弧面。

**5.1.3** 墙体高度大于3m时,在墙顶上根据安全需要可设置高度不小于1.0m的护栏。

**5.1.4** 通过城镇的直立式护岸,当需设置踏步时,不应影响航道宽度及行洪断面。

**5.1.5** 护岸沿长度方向应设置变形缝。变形缝间距根据气温情况、结构型式、地基条件和基床厚度等确定,其间距可取15~30m,缝宽可取20~50mm,并做成上下垂直通缝。现浇混凝土或浆砌石护岸结构的变形缝宜采用弹性材料填充。

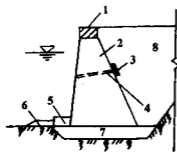


图 5.2.1 现浇混凝土和浆砌块石结构断面示意图

1-压顶;2-墙体;3-倒滤设施;  
4-排水孔;5-护脚;6-护底;7-基床;8-回填料

### 5.2 断面型式和尺度

**5.2.1** 当具备干地施工条件时,墙体可采用现浇混凝土或浆砌块石结构,其断面型式如图 5.2.1 所示。

**5.2.2** 当墙体采用预制混凝土方块结构时,垂直缝应相互错开,其断面型式如图 5.2.2 所示。

**5.2.3** 当护岸高度较小,墙体可采用无锚板桩结构,其护岸由胸墙和板桩组

成。当护岸较高时,宜采用有锚板桩结构,其断面型式如图 5.2.3 所示。

**5.2.4** 加筋土护岸的岸壁应由胸墙或帽梁、墙面板、加筋体和基础等组成,其断面型式如图 5.2.4 所示。

**5.2.5** 当墙体采用扶壁结构时,可采用图 5.2.5 所示的断面型式。

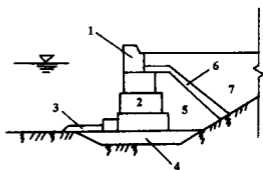


图 5.2.2 混凝土方块结构断面型式示意图  
1-胸墙;2-墙体;3-护底;4-基床;5-抛石棱体;  
6-倒滤层;7-回填料

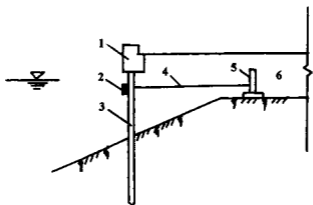


图 5.2.3 有锚板桩结构断面示意图  
1-胸墙或帽梁;2-导梁;3-板桩;4-钢拉杆;5-锚碇结构;6-回填料

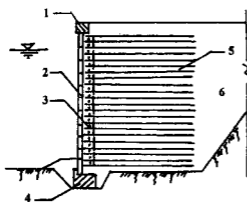


图 5.2.4 加筋土岸壁断面示意图  
1-胸墙或帽梁;2-墙面板;3-倒滤层;4-基础;  
5-加筋体;6-回填料

**5.2.6** 当墙体采用沉箱结构时,箱内填料可采用砂砾石或砂等材料,可采用图 5.2.6 所示的断面型式。

**5.2.7** 护岸顶高程的确定应符合下列规定。

**5.2.7.1** 当允许上浪时,海港护岸顶高程宜在设计高水位以上 0.6 ~ 0.7 倍设计波高处,并应高于极端高水位。

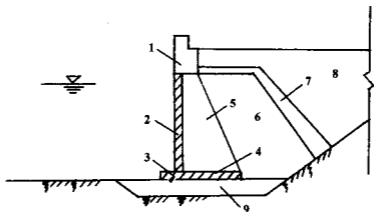


图 5.2.5 扶壁结构断面示意图

1-胸墙;2-立板;3-趾板;4-底板;5-肋板;6-抛石棱体;7-倒滤层;8-回填料;9-基床

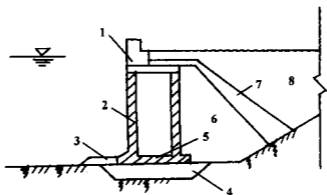


图 5.2.6 沉箱结构断面示意图

1-胸墙;2-外壁;3-护底;4-基床;5-底板;6-抛石棱体;7-倒滤层;8-回填料

**5.2.7.2** 当不允许上浪时,海港护岸顶高程可定在设计高水位以上 1.0~1.25 倍设计波高处。并应高于极端高水位加超高值 0~0.5m。

**5.2.7.3** 内河航道和港口护岸顶高程应按第 4.2.2.4 款确定。

**5.2.8** 板桩护岸断面设计应符合下列规定。

**5.2.8.1** 钢板桩胸墙底标高及锚碇墙或锚碇板的高程,在施工允许的情况下应尽量降低。

**5.2.8.2** 钢筋混凝土板桩可采用矩形、T 型或组合形截面。

**5.2.8.3** 钢板桩可采用 U 型或 Z 型截面。当板桩墙弯矩较大时,也可采用圆管型、H 型或组合型截面。

**5.2.8.4** 地下墙式护岸可采用现浇或预制钢筋混凝土结构。现浇地下墙截面可采用板型、T型或钻孔桩排型等；预制地下墙截面可采用矩形。

**5.2.8.5** 锚碇结构可采用锚碇墙、锚碇板桩或锚碇桩等型式，并应根据场地条件和拉杆力大小等因素确定。

**5.2.9** 加筋土岸壁的断面可根据岸高、地形、地质和稳定等条件，采用矩形、梯形、倒梯形或锯齿形等型式，如图 5.2.9 所示。

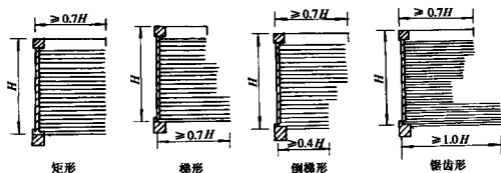


图 5.2.9 加筋土岸壁断面示意图

## 5.3 基 础

**5.3.1** 岩石地基上的现浇混凝土和浆砌石结构，可直接建在基岩面上。当基岩面向水域倾斜时，基础下岩面应做成阶梯形，阶梯断面最低一层台阶宽度不宜小于 1.0m。墙体采用预制方块、扶壁或沉箱结构时，应采用二片石、碎石整平岩面，其厚度不宜小于 0.3m。

**5.3.2** 非岩石地基上的现浇混凝土和浆砌石结构，地基承载力不足时应设置块石基础。当地基承载力足够时，应设置 0.1~0.2m 厚的混凝土垫层，其埋置深度应达到冲刷线以下，且埋深不宜小于 0.5m。

**5.3.3** 护岸采用水下安装的预制结构时，应设置抛石基床。抛石基床应根据水深、地形和地基等情况，采用明基床、暗基床或混合基床。

**5.3.4** 抛石基床厚度应通过计算确定。当基床顶面应力大于地

基承载力时,不宜小于 1.0m;当基床顶面应力小于地基承载力时,不宜小于 0.5m。

**5.3.5** 基槽底宽不宜小于墙体底宽加 2 倍基床厚度。近岸开挖时,岸坡坡度应根据稳定计算确定。

**5.3.6** 抛石基床的肩宽,夯实基床,不宜小于 2.0m;不夯实基床,不应小于 1.0m。

**5.3.7** 当墙体前底流速大、地基土易被冲刷时,应采取适当加大抛石基床外肩宽度、放缓边坡、增加埋深或增加护底宽度等措施。

**5.3.8** 对易受到破碎波冲刷的护岸,其基础埋置深度应达到冲刷线以下 0.5~1.0m。

**5.3.9** 冰冻地区护岸,基础最小埋置深度应在冻结深度以下。

**5.3.10** 加筋土岸壁基础宜采用钢筋混凝土条形结构,宽度不应小于 500mm,厚度不应小于 400mm。

## 5.4 构 造

**5.4.1** 混凝土实心方块平面尺寸应满足下列要求:

(1)长边与高度之比不宜大于 3;

(2)短边与高度之比不宜小于 1。

**5.4.2** 一次出水的单层空心块体护岸,块体间垂直缝设计宽度不应大于高度的 4%,且不应小于 40mm。墙背后无抛石棱体时,应在垂直缝处设置倒滤空腔。

**5.4.3** 素混凝土空心块体的立壁厚度不得小于 400mm。

**5.4.4** 素混凝土空心块体断面前趾应采用钢筋混凝土结构。无底空心块体宜在顶层及底层配置钢筋混凝土圈梁,并应在腔内回填块石。

**5.4.5** 单层空心块吊孔应设置在靠近重心的上方,直径可采用 120~250mm。对大型不配筋空心块体,宜在吊孔位置高度处设圈梁。

**5.4.6** 卸荷板应采用钢筋混凝土结构。

**5.4.7** 预制扶壁外形尺寸应满足下列要求:

(1)胸墙底面高程不得低于施工水位,扶壁顶面宜嵌入上部结构 100mm;

(2)扶壁长度由起重设备能力确定,不宜小于高度的 1/3。

**5.4.8** 扶壁各构件尺寸应由计算确定,并应满足下列要求:

(1)立板厚度不宜小于 200mm;

(2)肋板厚度不宜小于 200mm,顶宽不宜小于 1.0m;

(3)趾板长度不宜大于 1.0m,其前端厚度不宜小于 150mm,内底板和尾板厚度不宜小于 250mm。

**5.4.9** 预制扶壁应在肋板上设置吊孔,孔径为 120~150mm,其位置应在重心上方。

**5.4.10** 扶壁垂直缝设计宽度宜取扶壁高度的 4‰,但不得小于 40mm。扶壁背后无抛石棱体时,应设倒滤井。

**5.4.11** 现浇混凝土和浆砌石护岸的趾长与趾高或踵长与踵高的比值,混凝土宜取 0.7~1.0;浆砌石宜取 0.3~0.5。

**5.4.12** 浆砌石墙体顶部,宜设置高度不小于 0.3m 的现浇混凝土压顶。

**5.4.13** 现浇混凝土和浆砌石墙体应设置排水孔,其位置应设在低水位附近,孔径大小和孔距应根据墙前水位变化幅度、墙后土质等情况确定。排水孔应设置倒滤设施。

**5.4.14** 沉箱底宽应由墙体稳定性和地基承载能力确定,沉箱长度宜根据施工设备能力要求的最小尺寸及护岸的变形缝间距确定。

**5.4.15** 沉箱纵横隔墙宜对称布置,间距宜为 3.0~5.0m。

**5.4.16** 沉箱外壁和底板厚度应由计算确定,但壁厚不宜小于 200mm,当有抗冻要求时,其外壁厚度应适当增加。底板厚度不得小于壁厚,底板悬臂长度不宜大于 1.0m。隔墙厚不应小于 150mm。

**5.4.17** 沉箱内的填料宜采用砂或块石,上部结构底部宜嵌入箱内 300~500mm。

**5.4.18** 沉箱间垂直缝的宽度宜采用沉箱高度的 4‰,但不宜小

于 50mm。接缝处应设置倒滤设施。

**5.4.19** 钢筋混凝土板桩构造应符合现行行业标准《板桩码头设计与施工规范》(JTJ 292)的有关规定。

**5.4.20** 钢筋混凝土板桩缝宽宜为 20~30mm。板桩榫槽应采取防漏土措施。

**5.4.21** 板桩护岸钢拉杆设计应符合下列规定：

(1)采用易焊接和延伸率不小于 18%的钢材；

(2)位置可设在标高较低且施工许可处。钢拉杆间距可采用 1.5~3.0m；

(3)钢拉杆的长度大于 10m 时,宜分节组装；

(4)靠近板桩墙和锚碇结构的两端各设一个竖向铰,拉杆长度小于 10m 时,可在靠近板桩墙处设一个铰；

(5)各钢构件均应采取防腐措施。

**5.4.22** 锚碇墙和锚碇板的高度应由稳定计算确定,宜采用 1.0~3.5m。锚碇墙和锚碇板的厚度应由强度计算确定,宜采用 0.15~0.4m。

**5.4.23** 锚碇墙或锚碇板前宜采用承载能力较大的密实材料换填,可采用块石或灰土,也可采用其他夯实或振实的土料。

**5.4.24** 加筋土岸壁的面板应符合下列规定。

**5.4.24.1** 面板长度宜取 0.8~2.0m;宽度宜取 0.5~0.6m;厚度应由结构受力计算确定,宜取 0.15~0.25m。

**5.4.24.2** 面板背面应埋设钢拉环或穿筋孔,其位置应使上、下相邻层的预埋钢拉环或穿筋孔在水平方向相互错开。

**5.4.24.3** 面板组砌应上下错缝,相邻面板宜设企口连接。当采用平口时,宜穿销连接,插销宜采用  $\phi 10 \sim \phi 12$ mm 钢筋,插销孔应用砂浆填满。

**5.4.25** 加筋土岸壁的加筋材料宜采用强度高、延伸率低、抗老化、与填料之间有较大摩擦系数的土工带。

**5.4.26** 加筋体填料应选择水稳定性好、易压实的土类,严禁采用腐植土和生活垃圾。

**5.4.27** 加筋体填料的压实度,距面板 0.8m 以外时,不应小于 93%;距面板 0.8m 以内时不应小于 90%。

**5.4.28** 加筋土岸壁的面板及基础在长度方向必须设置沉降缝,缝宽宜取 20~30mm,缝内填充弹性材料,做成上下垂直通缝。沉降缝的间距应根据地基条件确定,岩石地基宜取 20~30m,土基不宜大于 15m。

**5.4.29** 加筋土岸壁面板应设置排水缝或排水孔,间距宜取 4~6m,排水缝处面板内侧应贴铺无纺土工布滤层并设置厚度不小于 300mm 的碎石排水层。

## 5.5 计 算

**5.5.1** 直立式护岸应按承载能力极限状态,采用作用效应的持久组合进行下列计算或验算:

- (1)沿墙底面、墙身各水平缝和基床底面的抗滑稳定性;
- (2)对墙底面、墙身各水平缝和齿缝计算面前趾的抗倾稳定性;
- (3)基床和地基承载力;
- (4)墙底面合力作用位置;
- (5)整体稳定性;
- (6)空心方块、扶壁和沉箱等构件承载力。

**5.5.2** 直立式护岸应按正常使用极限状态,采用作用效应的持久组合,进行下列计算或验算:

- (1)空心方块、扶壁和沉箱等构件的裂缝宽度;
- (2)地基沉降。

**5.5.3** 直立式护岸应按承载能力极限状态,采用作用效应的短暂组合,对护岸施工期进行下列稳定性验算:

(1)有波浪作用,墙后尚未回填或部分回填时,已安装的下部结构在波浪作用下的稳定性;

(2)有波浪作用,胸墙后尚未回填或部分回填时,墙身、胸墙在波浪作用下的稳定性;

(3)墙后采用吹填时,已建成部分在水压力和土压力作用下的



稳定性；

(4)施工期构件的强度。

**5.5.4** 直立式护岸结构沿墙底面、墙身各水平缝和基床底面的抗滑稳定性可按式验算：

$$\gamma_0(\gamma_E E_H + \gamma_{pw} P_w + \gamma_P P_B) \leq (\gamma_G G + \gamma_E E_V + \gamma_u P_{Bu}) / \gamma_d \quad (5.5.4)$$

式中  $\gamma_{pw}$ ——剩余水压力分项系数，取 1.05；

$P_w$ ——作用在计算面以上的剩余水压力的标准值(kN)；

$\gamma_u$ ——波浪浮托力分项系数，持久组合取 1.30，短暂组合取 1.20；

$\gamma_d$ ——结构系数，无波浪作用取 1.0，有波浪作用取 1.1。

**5.5.5** 沿基床底面的抗滑稳定性，当考虑墙前基床埋深的被动土压力时，在式(5.5.4)的右端应增加被动土压力  $E_p$  项，并乘以折减系数 0.3 作为标准值，其分项系数  $\gamma_{EP}$  取 1.0。当基床厚度较薄或墙前土层软弱时，可不考虑  $E_p$ 。

**5.5.6** 直立式护岸，对墙底面和墙体各水平缝及齿缝计算面前趾的抗倾稳定性可按式验算：

$$\gamma_0(\gamma_E M_{EH} + \gamma_{pw} M_{pw} + \gamma_P P_{PB}) \leq (\gamma_G M_G + \gamma_E M_{EV} + \gamma_u M_{PBu}) / \gamma_d \quad (5.5.6)$$

式中  $M_{pw}$ ——剩余水压力标准值对计算面前趾的倾覆力矩(kN·m)；

$M_G$ ——结构自重力标准值对计算面前趾的稳定力矩(kN·m)；

$\gamma_d$ ——结构系数，无波浪作用取 1.25，有波浪作用取 1.35。

**5.5.7** 无底空心方块护岸，进行抗滑稳定计算时，墙底与基床之间摩擦系数设计值可取 0.65。

**5.5.8** 无底空心方块护岸，进行抗倾稳定计算时，腔内填料起抗倾作用的垂直力标准值应按式计算：

$$G_R = W_0 - A_R \sigma_Z \quad (5.5.8)$$

式中  $G_R$ ——腔内起抗倾作用的填料重力标准值(kN);  
 $W_0$ ——腔内填料自重力标准值(kN);  
 $A_R$ ——填料与基床接触面积( $m^2$ );  
 $\sigma_Z$ ——填料直接作用在基床上的接触应力标准值(kPa),  
 可按现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》  
 (JTJ 290)的有关规定计算。

### 5.5.9 基床承载力应满足下式要求:

$$\gamma_0 \gamma_\sigma \sigma_{\max} \leq \sigma_\gamma \quad (5.5.9)$$

式中  $\gamma_\sigma$ ——基床顶面最大应力分项系数,取 1.0;  
 $\sigma_{\max}$ ——基床顶面最大应力标准值(kPa);  
 $\sigma_\gamma$ ——基床抗力设计值,取 600kPa。

### 5.5.10 基床顶面应力标准值可按下列规定计算:

(1) 当  $\xi \geq B/3$  时,按下列公式计算:

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{P_V}{B} (1 \pm \frac{6e}{B}) \quad (5.5.10-1)$$

$$e = \frac{B}{2} - \xi \quad (5.5.10-2)$$

$$\xi = \frac{M_R - M_0}{P_V} \quad (5.5.10-3)$$

式中  $\sigma_{\min}^{\max}$ ——分别为基床顶面的最大和最小应力标准值(kPa);  
 $P_V$ ——作用在基床顶面以上的竖向合力标准值(kPa);  
 $B$ ——墙底面宽度(m);  
 $e$ ——墙底面以上合力作用点的偏心距(m);  
 $\xi$ ——合力作用点至墙前趾的距离(m);  
 $M_R$ 、 $M_0$ ——分别为稳定力矩和倾覆力矩( $kN \cdot m$ )。

(2) 当  $\xi < B/3$  时,按下列公式计算:

$$\sigma_{\max} = \frac{2P_V}{3\xi} \quad (5.5.10-4)$$

$$\sigma_{\min} = 0 \quad (5.5.10-5)$$

注:墙底面不是矩形时,基床顶面应力标准值应按偏心受压公式计算。

**5.5.11** 墙体底部宽度上的合力作用点至前趾距离的限制值,对非岩石地基不宜小于墙底宽度的 1/4;岩石地基可不受限制。

**5.5.12** 抛石基床底面的最大、最小应力标准值和合力作用点的偏心距可按下列公式计算:

$$\sigma'_{\max} = \frac{B_1 \sigma_{\max}}{B_1 + 2d} + \gamma_a d \quad (5.5.12-1)$$

$$\sigma'_{\min} = \frac{B_1 \sigma_{\min}}{B_1 + 2d} + \gamma_a d \quad (5.5.12-2)$$

$$e' = \frac{(B_1 + 2d)(\sigma'_{\max} - \sigma'_{\min})}{6(\sigma'_{\max} + \sigma'_{\min})} \quad (5.5.12-3)$$

式中  $\sigma'_{\max}$ 、 $\sigma'_{\min}$ ——分别为抛石基床底面的最大和最小应力标准值(kPa);

$B_1$ ——墙底面实际受压宽度(m),当  $\xi \geq B/3$  时,取  $B$ ;当  $\xi < B/3$  时,取  $3\xi$ ;

$\gamma_a$ ——块石水下重度(kN/m<sup>3</sup>);

$d$ ——抛石基床厚度(m);

$e'$ ——抛石基床底面合力作用点的偏心距(m)。

**5.5.13** 地基承载力验算应按现行行业标准《港口工程地基规范》(JTJ250)的有关规定执行。

**5.5.14** 护岸地基沉降计算,当沿护岸长度方向地基压缩层厚度和土的压缩系数有较大变化时,应分段计算沉降量。计算断面平均沉降量的限值,方块、浆砌块石和扶壁式结构宜为 200~250mm;沉箱结构宜为 250~300mm。

**5.5.15** 墙体采用混凝土或浆砌块石结构时,迎水面不应出现拉应力,墙体背面的拉应力不得小于 0.05MPa。

**5.5.16** 扶壁结构构件设计应进行下列计算和验算:

- (1)立板、肋板和底板的受弯强度计算和裂缝宽度验算;
- (2)肋板与立板和肋板与底板的连接强度计算;
- (3)肋板抗剪强度计算;
- (4)吊孔处的强度计算。

**5.5.17** 计算扶壁各构件强度时,应考虑下列作用,其分项系数可按表 5.5.17 取值:

(1)立板及其与肋板连接处考虑地面使用荷载、土压力、剩余水压力和波谷作用的波浪力;

(2)肋板考虑上述作用和由胸墙传来的外力;

(3)底板及其与肋板的连接处考虑基床反力、底板自重力、底板上填料垂直压力和地面使用荷载;

(4)吊孔按预制件重力加底板与预制场地的粘结力或吊装时的冲击力计算,两者中取大值计算配筋。

构件承载力计算作用分项系数 表 5.5.17

	作用种类	作用分项系数
永久作用	构件自重力、固定设备重力、填料重力	1.2
	回填料产生的土压力	1.35
	剩余水压力	1.05
	静水压力及浮托力	1.20
可变作用	可变作用引起的土压力	1.35(1.25)
	波浪力及浮托力	1.5
	基床反力	1.35

注:①持久组合采用设计高、低水位时,取表中大值;

②持久组合采用极端水位或短暂组合时,取表中括弧内小值;

③本表未列的作用分项系数,应按现行行业标准《港口工程荷载规范》(JTJ215)的规定采用。

**5.5.18** 墙体采用沉箱结构时,应进行下列计算和验算:

(1)沉箱吃水、干舷高度计算和浮游稳定性验算;

(2)沉箱外壁、隔墙、底板及底板悬臂的强度计算和裂缝宽度验算。

**5.5.19** 计算沉箱外壁时应考虑下列作用,其分项系数可按表 5.5.17取值:

- (1)吊运下水时的外力;
- (2)沉箱溜放或漂浮时的水压力;
- (3)沉箱浮运时的水压力和波压力;
- (4)沉箱沉放时的水压力;
- (5)箱格内有抽干水要求时的水压力;
- (6)使用时期的箱内填料侧压力、波浪力和冰荷载。

**5.5.20** 空心方块、扶壁和沉箱的构件强度计算应按现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》的有关规定执行。

**5.5.21** 方块和沉箱护岸结构的卸荷板设计应按现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》的有关规定执行。

**5.5.22** 无锚板桩墙计算应包括下列内容:

- (1)板桩墙的人土深度;
- (2)板桩入土段内力和计算泥面处的位移。

**5.5.23** 单锚板桩墙计算和验算应包括下列内容:

(1)板桩墙的人土深度、弯矩、拉杆的拉力和板桩墙的“踢脚”稳定验算;

(2)锚碇墙或锚碇板的稳定计算;

(3)整体稳定性验算。

**5.5.24** 板桩墙计算和验算方法应符合现行行业标准《板桩码头设计与施工规范》的有关规定。

**5.5.25** 加筋土护岸设计计算和验算应包括下列内容:

(1)加筋体整体抗滑稳定验算;

(2)加筋体抗倾稳定验算;

(3)加筋体基底及变截面处的抗滑稳定验算;

(4)地基承载能力计算;

(5)面板强度计算;

(6)加筋体材料拉力计算和锚固长度计算。

**5.5.26** 加筋体整体抗滑稳定验算和沉降量计算应按第 6 章的有

关规定执行。

**5.5.27** 加筋体抗滑、抗倾稳定验算及地基承载力验算应按第 5.5.4 条、第 5.5.6 条和第 5.5.9 条的规定执行。

**5.5.28** 加筋带拉力、长度和墙面板的厚度计算应按现行行业标准《水运工程土工织物应用技术规程》(JTJ/T239)的有关规定执行。

## 6 地基整体稳定和沉降计算

### 6.1 地基整体稳定验算

**6.1.1** 评价与验算地基整体稳定时,应具备下列工程地质资料:

- (1)地形与地貌特征;
- (2)岩土成因、岩性、分布及厚度;
- (3)不良地质现象及其发育程度,尤其是软弱层的分布和厚度;

- (4)土层的物理力学指标;

- (5)地下水类型、地下水水位、潮位和河水位变化情况。

**6.1.2** 当地基强度不满足设计要求时,应对其进行处理。

**6.1.3** 护岸工程地基处理方法宜按现行行业标准《港口工程地基规范》和《爆炸法处理水下地基和基础技术规程》(JTJ/T 258)的有关规定执行。

**6.1.4** 地基整体稳定验算应符合下列规定。

**6.1.4.1** 对持久状况的地基整体稳定性应按计算低水位验算,当有渗流时,应考虑渗流作用。

**6.1.4.2** 斜坡式护岸工程,验算其整体稳定时,可不考虑波浪力的作用。

**6.1.4.3** 直立式护岸工程,验算其整体稳定时,应考虑波浪力的作用。

**6.1.5** 地基整体稳定验算宜采用圆弧滑动面计算,如图 6.1.5 所示。有软土夹层和倾斜岩面等情况时,宜采用非圆弧滑动面计算。

**6.1.6** 地基整体稳定验算,采用圆弧滑动面计算时,应符合下列

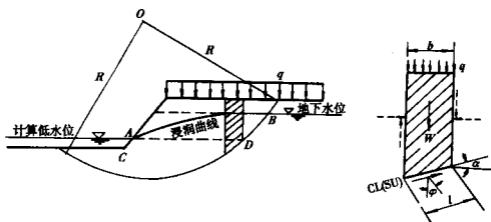


图 6.1.5 圆弧滑动面稳定计算示意图

规定。

**6.1.6.1** 地基整体稳定验算,其危险滑动弧面应满足下式极限状态设计表达式的要求:

$$M_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_R} M_{RK} \quad (6.1.6-1)$$

式中  $M_{sd}$ ——作用于危险滑弧面上滑动力矩的设计值( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ );  
 $M_{RK}$ ——作用于危险滑弧面上抗滑力矩的标准值( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ );  
 $\gamma_R$ ——抗力分项系数,按表 6.1.6 取值。

抗力分项系数  $\gamma_R$  值 表 6.1.6

强度指标	计算公式		$\gamma_R$
固结快剪 (直剪)	6.1.6-2、	粘性土坡	1.2~1.4
	6.1.6-3	其他土坡	1.3~1.5
	6.1.6-2、6.1.6-4		1.1~1.3
十字板剪、无侧限抗压强度	6.1.6-2、6.1.6-5		1.1~1.3
快剪(直剪)	6.1.6-2、6.1.6-4		根据经验取值

注:①按非圆弧滑动面验算地基整体稳定时,应根据所采用的抗剪强度指标,符合相应的抗力分项系数的规定;

②护岸工程设计中,对持久状况抗力分项系数  $\gamma_R$  值宜取大值,对短暂状况,如工程施工期的稳定验算,  $\gamma_R$  值宜取小值。

**6.1.6.2** 处于持久状况,土的抗剪强度指标采用固结快剪时,



式(6.1.6-1)中的  $M_{sd}$ 、 $M_{RK}$  可按下列公式计算:

$$M_{sd} = \gamma_s \left\{ \left[ \sum R(q_{ki} b_i + W_{ki}) \sin \alpha_i \right] + M_{pl} \right\} \quad (6.1.6-2)$$

$$M_{RK} = R \sum \frac{C_{ki} b_i + (q_{ki} b_i + W_{ki} - u_{ki} b_i) \operatorname{tg} \varphi_{ki}}{\cos \alpha_i + \frac{\sin \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ki}}{\gamma_R}} \quad (6.1.6-3)$$

式中  $\gamma_s$ ——综合分项系数,取 1.0;

$R$ ——滑弧半径(m);

$q_{ki}$ ——第  $i$  土条顶面作用的可变作用的标准值( $\text{kN}/\text{m}^2$ ),按现行行业标准《港口工程荷载规范》(JTJ215)的规定取值;

$b_i$ ——第  $i$  土条宽度(m);

$W_{ki}$ ——第  $i$  土条的重力标准值( $\text{kN}/\text{m}$ ),可取均值,零压线以下用浮重度计算;有渗流时,计算低水位以上、零压线以下用饱和重度计算滑动力矩设计值;

$\alpha_i$ ——第  $i$  土条的滑弧中点切线与水平线的夹角( $^\circ$ );

$M_{pl}$ ——由其他原因引起的滑动力矩( $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ );

$C_{ki}$ ——第  $i$  土条滑动面上的粘聚力标准值( $\text{kPa}$ ),可取均值;

$u_{ki}$ ——第  $i$  土条滑动面上水头超过零压线以上的孔隙水压力标准值( $\text{kPa}$ ),可取均值;

$\varphi_{ki}$ ——第  $i$  土条滑动面上固结快剪的内摩擦角标准值( $^\circ$ ),可取均值。

**6.1.6.3** 采用简单条分法验算地基整体稳定时,其滑动力矩的设计值应按式(6.1.6-2)计算,抗滑力矩标准值可按下式计算。

$$M_{RK} = R \left[ \sum C_{ki} L_i + \sum (q_{ki} b_i + W_{ki}) \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{ki} \right] \quad (6.1.6-4)$$

式中  $L_i$ ——第  $i$  土条对应的弧长(m)。

**6.1.6.4** 当采用十字板强度或其它总强度时,其滑动力矩设计值应按式(6.1.6-2)计算,抗滑力矩标准值可按下式计算:

$$M_{RK} = R \sum S_{uki} \cdot L_i \quad (6.1.6-5)$$

$$L_i = \frac{b_i}{\cos \alpha_i} \quad (6.1.6-6)$$

式中  $S_{uki}$ ——第  $i$  土条滑动面上十字板强度标准值或其它总强度标准值(kPa),可取均值。

**6.1.6.5** 短暂状况,施工期的岸坡与地基稳定验算,其滑动力矩的设计值应按式(6.1.6-2)计算,抗滑力矩的标准值可按式(6.1.6-4)和式(6.1.6-5)计算。

**6.1.6.6** 当考虑地震力偶然作用验算地基整体稳定时,应按现行行业标准《水运工程建筑物抗震设计规范》(JTJ 225)的有关规定执行。

**6.1.6.7** 对正常压密的粘性土,在加荷过程中强度增长的标准值,应按现行行业标准《港口工程地基规范》的有关规定执行。

**6.1.7** 非圆弧滑动面地基整体稳定验算应按现行行业标准《港口工程地基规范》的有关规定执行。

**6.1.8** 抗力分项系数的选用应符合表 6.1.6 的规定。

## 6.2 地基沉降

**6.2.1** 地基沉降计算应符合下列规定:

(1)只计算由建筑物和外荷载引起的基础沉降,不包括地下水位下降、地震等原因引起的基础沉降;

(2)岩石、碎石、密实的砂土及第四纪晚更新世  $Q_3$  以前的粘性土地基,可不做沉降计算;

(3)计算沉降量时,宜采用设计低水位,并应考虑边载作用。永久作用采用标准值,可变作用采用准永久值。

**6.2.2** 地基沉降计算应符合下列规定。

**6.2.2.1** 沉降量应按下列式计算:

$$S_{d\alpha} = m_s \sum \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i \quad (6.2.2-1)$$

式中  $S_{d\alpha}$ ——沉降量设计值(mm);

$m_s$ ——经验修正系数,按地区经验选用;

$e_{1i}$ 、 $e_{2i}$ ——分别为第  $i$  层土受到平均自重压力设计值( $\sigma_{odi}$ )和平均最终压力设计值( $\sigma_{odi} + \sigma_{zdi}$ )压缩稳定时的空隙比设计值,可取均值, $\sigma_{odi}$ 为第  $i$  土层顶面与底面地基自重压力平均值的设计值(kPa); $\sigma_{zdi}$ 为第  $i$  土层顶面与底面地基垂直附加压应力平均值的设计值(kPa);

$h_i$ ——第  $i$  层土的厚度(mm)。

**6.2.2.2** 压缩层的计算深度可按地基垂直附加应力设计值等于地基自重附加应力设计值 0.2 倍的原则确定。当计算深度以下有软土层时,压缩层计算深度尚应加大。

**6.2.2.3** 沉降量设计值应满足下式要求:

$$S_{dx} \leq [S] \quad (6.2.2-2)$$

式中:  $[S]$ ——建筑物的沉降量限值,可参照现行行业标准《防波堤设计与施工规范》的有关规定确定。

## 7 斜坡式护岸施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 施工前应对基准点和水准点进行复核,并依此设置施工基线和水准点等定位标志。

**7.1.2** 施工基线的设置应满足下列要求:

(1)选择通视条件好,不易发生沉降和位移,受施工及其它影响较小的地点;

(2)便于施工期间检查和校核;

(3)施工基线的测角允许误差值为 $\pm 12''$ ,长度允许误差值为 $\pm 1/10000$ 。

**7.1.3** 施工水准点的设置应满足下列要求:

(1)选择在不易发生沉降和位移,受施工及其他影响较小的地点;

(2)在高、低潮位和高、低水位均便于测量护岸各部位的标高;

(3)设点不少于两个,并设在不同标高处;

(4)施工水准点的允许误差值为 $\pm 12\sqrt{R}(\text{mm})$ 。

注:  $R$  为水准点间距公里数。

**7.1.4** 施工过程中,对施工基线和水准点等定位标志应定期校核。对易受自然条件等影响的标志,在可能发生变化时,应及时进行校核。

**7.1.5** 抛填和回填过程中,应按设计要求对堤身进行观测。

### 7.2 岸坡开挖及削坡

**7.2.1** 岸坡开挖、削坡前,应进行断面测量,并布设断面控制标志。

**7.2.2** 开挖岸坡时,应防止附近建筑物或构筑物、道路和管线发生变形,必要时应采取防护措施。

**7.2.3** 边坡坡度应满足设计要求。当地质情况与设计资料不符,需修改边坡坡度时,应与设计单位研究确定。

**7.2.4** 岸坡开挖与削坡宜从上到下分层、分段依次进行;坡式护岸的边坡应平整,不得贴坡。

**7.2.5** 挖方弃土应保证开挖边坡的稳定,并满足设计要求。严禁向航道内弃土。

**7.2.6** 岸坡护脚水下基槽的开挖,应按第8章的有关规定执行。

**7.2.7** 岸坡开挖的允许偏差应符合表7.2.7的规定。

岸坡开挖允许偏差

表 7.2.7

序号	项 目		允许偏差(mm)
1	岸坡沿线长度	陆上	+2000 0
		水下	+2000 0
2	边线与肩线位置	陆上	±100
		水下	±1000
3	平台部分标高	陆上	+50 -100
		水下	0 -500
4	坡面标高	陆上	+50 -200
		水下	+200 -1000

### 7.3 砂垫层和土工织物垫层

**7.3.1** 砂垫层铺设应符合下列规定。

**7.3.1.1** 砂的规格及质量应满足设计要求。当设计无要求时,

宜采用中粗砂,含泥量不宜大于5%。

**7.3.1.2** 抛砂时,应考虑水深、水流及波浪等对砂粒产生漂流的影响。宜通过试抛确定抛砂船的驻位。当水深较深、流速较大时,应采取相应措施。

**7.3.1.3** 抛砂应分段施工和验收,分段长度应根据自然条件和施工工艺确定。抛砂验收后,应及时进行上部覆盖施工。

**7.3.1.4** 砂垫层的厚度和顶宽不得小于设计要求。顶标高允许偏差,陆上为+30mm,-20mm;水下为+300mm,-200mm。

**7.3.2** 土工织物垫层施工应符合下列规定。

**7.3.2.1** 土工织物的品种、规格及技术性能应满足设计要求。

**7.3.2.2** 土工织物铺设前,应对砂垫层进行整平,局部高差,水下不大于200mm,陆上不大于100mm。

**7.3.2.3** 土工织物铺设块的宽度,应根据施工方法和能力确定。土工织物拼幅宜采用“包缝”或“丁缝”。

**7.3.2.4** 土工织物应拉紧、铺平、不起皱褶。

**7.3.2.5** 土工织物垫层铺设的允许偏差应符合表7.3.2的规定。

土工织物垫层铺设允许偏差 表 7.3.2

序 号	项 目		允许偏差(mm)
1	相邻块搭接长度	水下	$\pm L/5$
		陆上	$\pm 100$
2	垂直堤轴线偏差	水下	$\pm 1500$
		陆上	$\pm 500$

注:  $L$  为设计搭接长度(mm)。

**7.3.2.6** 土工织物铺设后应及时压载覆盖,防止风浪损坏和日晒老化。

## 7.4 护底、堤身及护脚

**7.4.1** 护岸的护底、堤身和护脚应根据设计要求,施工能力和自然条件等分层、分段呈阶梯状施工。

**7.4.2** 抛石护底的范围和厚度应满足设计要求,顶标高允许偏差应符合表 7.4.2 的规定。

抛石顶标高允许偏差

表 7.4.2

项 目	允许偏差(mm)	
抛石块体重量 (kg)	10~100	±400
	100~200	±500
	200~300	±600
	300~500	±700
	500~700	±800
	700~1000	±900

**7.4.3** 软体排护底的施工应符合下列规定。

**7.4.3.1** 软体排所用材料的品种、规格和质量应满足设计要求。

**7.4.3.2** 土工织物拼缝方式及缝合强度应满足设计要求。

**7.4.3.3** 铺设前应清除铺设范围内对软体排铺放和使用有影响的障碍物。

**7.4.3.4** 软体排砂肋和砂袋的填料充盈率宜为 80%~90%。

**7.4.3.5** 铺设软体排时,应考虑水深、流速和流向等自然条件的影响,不得产生破损、皱折和漂移。

**7.4.3.6** 软体排铺设的允许偏差应符合表 7.4.3 的规定。

软体排铺设允许偏差

表 7.4.3

序 号	项 目	允许偏差(mm)	
1	排体轴线位置	±500	
2	排体铺设长度	+1000 0	
3	搭接长度	陆上	±L/10
		水下	±L/5

注:L为设计搭接长度(mm)。

#### 7.4.4 堤身块石抛填应符合下列规定。

7.4.4.1 水上抛填应根据水深、水流及波浪等自然条件对块石产生的漂流影响,通过试抛确定抛石船的驻位,先粗抛,再细抛。

7.4.4.2 陆上推进抛填时,可视水深、地基承载力和波浪影响情况,一次抛填到顶或分层阶梯状抛填到顶。

7.4.4.3 软土地基上的抛填应满足下列要求:

- (1)抛填的程序、分层厚度和加荷速率应满足设计要求;
- (2)当有挤淤要求时,宜从堤轴线逐渐向两侧抛填。

7.4.4.4 土工织物垫层和软体排上部的抛填和回填应满足下列要求:

- (1)分层厚度及加荷速率应满足设计要求;
- (2)首层抛填和回填宜采用人工或小型船机设备;
- (3)当设计无要求时,滩涂软弱地区陆上的回填顺序可按图7.4.4所示顺序进行。

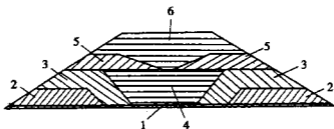


图 7.4.4 滩涂软弱地区陆上回填顺序示意图

1-土工布;2-肩台;3-填两侧土将织物锚定;4-填中间土将内部织物拉紧;5-填两侧土;6-填中心土

7.4.4.5 每段堤心石抛填完成后,应及时理坡并覆盖垫层和护面。受风浪影响的区域,堤心石和垫层石的暴露长度均不宜大于50m。

7.4.4.6 堤身坡度不得陡于设计坡度。顶宽及坡面轮廓线应满足设计要求,标高允许偏差应符合表7.4.2的规定。

7.4.5 垫层厚度应满足设计要求。理坡后标高的允许偏差应符合表7.4.5的规定。四脚空心块及栅栏板的垫层块石宜铺砌,其标高允许偏差,水上为 $\pm 50\text{mm}$ ,水下为 $\pm 80\text{mm}$ 。



理坡和安放块石标高允许偏差

表 7.4.5

名 称	块石重量(kg)	允许偏差(mm)
理 坡	10 ~ 100	± 200
	100 ~ 200	± 300
安放块石	200 ~ 300	± 400
	300 ~ 500	± 500
	500 ~ 700	± 600
	700 ~ 1000	± 700

7.4.6 护面块石安放标高的允许偏差应符合表 7.4.5 的规定。

7.4.7 护脚施工应符合下列规定。

7.4.7.1 护脚为抛石棱体时,其外坡坡度不得陡于设计坡度,顶宽和标高的允许偏差应符合表 7.4.7 的规定。

护脚棱体允许偏差

表 7.4.7

项 目	允许偏差(mm)
顶 宽	+ 200
	0
顶面标高	+ 200
	0

7.4.7.2 护脚为板桩时,施工应符合第 8 章的有关规定。

## 7.5 倒 滤 层

7.5.1 碎石倒滤层施工应符合下列规定。

7.5.1.1 倒滤层材料的规格和质量应满足设计要求。

7.5.1.2 倒滤层宜分段、分层由坡脚向坡顶施工,每段、每层推进面应错开足够距离。

7.5.1.3 受风浪影响的地区,倒滤层施工后,应及时进行回填覆盖。

7.5.1.4 倒滤层厚度的允许偏差应符合表 7.5.1 的规定。

倒滤层厚度允许偏差

表 7.5.1

项 目	允许偏差(mm)	
	陆 上	水 下
分层倒滤层厚度	+50 0	+100 0
混合倒滤层厚度	+100 0	+200 0

7.5.2 土工织物滤层施工应符合下列规定。

7.5.2.1 所用土工织物的品种、规格和技术性能应满足设计要求。

7.5.2.2 铺设前应对基层进行清淤、整平,表面不得有尖角,其平整度应符合表 7.5.2 的规定。

7.5.2.3 土工织物的拼幅与接长,宜采用“包缝”或“丁缝”,尼龙线的强度不得小于 150N。

7.5.2.4 土工织物铺设应平顺、松紧适度,其坡顶锚固及坡底压稳应满足设计要求。

7.5.2.5 相临两块土工织物搭接长度允许偏差应符合表 7.5.2 的规定。

7.5.2.6 土工织物铺设后,应及时覆盖保护层或进行上部施工,回填顺序宜由坡底向坡顶方向进行。

土工织物滤层施工允许偏差

表 7.5.2

序 号	项 目		允许偏差(mm)	
1	平 整 度	抛石面	水下	200
			陆上	100
		抛砂砾 石面	水下	150
			陆上	100
2	搭 接 长 度	陆 上	$\pm L/10$	
		水 下	$\pm L/5$	

注:  $L$  为设计搭接长度(mm)。

## 7.6 护面层

7.6.1 人工块体重量的允许偏差应为 $\pm 5\%$ ，其尺寸允许偏差及表面缺陷允许值应符合表 7.6.1 的规定。

人工块体尺寸允许偏差和表面缺陷允许值 表 7.6.1

项 目		允许偏差值	适用条件
尺寸	断面尺寸(长、宽或直径)	$\pm 10\text{mm}$	扭工字块体,扭王字块体,四脚礁体
	长度(横、竖杆或脚)	$\pm 15\text{mm}$	
尺寸	断面尺寸(长或宽)	$\pm 10\text{mm}$	栅栏板 四脚空心块
	空格尺寸	$\pm 10\text{mm}$	
	长宽(整体)	$\pm 10\text{mm}$	
	对角线	$\pm 20\text{mm}$	
表面缺陷	边棱残缺	$5000\text{mm}^2$	人工块体
	麻面深度	5mm	
	模板交接处错牙	15mm	

7.6.2 人工块体的吊运和安装应符合下列规定。

7.6.2.1 人工块体的混凝土强度等级应满足设计要求。

7.6.2.2 安放块体时应考虑风浪及水流的影响,分段施工,自下而上安放,底部人工块体应与护脚紧密接触。

7.6.2.3 扭工字块体安放数量与设计数量的允许偏差应为 $\pm 5\%$ 。

7.6.2.4 四脚空心块及栅栏板,相邻块体表面高差不应大于150mm,砌缝最大宽度不应大于100mm。

7.6.3 干砌块石护面应自下而上错缝立砌,块石应相互镶紧,不得由坡外侧填塞。块石护面铺砌的允许偏差应符合表 7.6.3 的规定。

干砌和浆砌块石护面允许偏差

表 7.6.3

项 目	允许偏差(mm)	
	干砌	浆砌
砌缝最大宽度	30	40
三角缝最大宽度	70	80
通缝长度	1000	1000
表面平整度	40	40
相邻块顶面高差	30	30

7.6.4 干砌条石护面施工应符合下列规定。

7.6.4.1 干砌条石护面的厚度不得小于设计值。

7.6.4.2 干砌条石应相互错缝,坐紧挤实,不得松动和叠砌。

7.6.4.3 干砌条石护面的允许偏差应符合表 7.6.4 的规定。

干砌条石护面允许偏差

表 7.6.4

序 号	项 目	允许偏差(mm)
1	砌缝最大宽度	35
2	通缝长度	1000
3	表面平整度	30
4	相邻块顶面高差	30

注:①通缝是指干砌条石错缝小于 80mm 的连续砌缝;

②当设计有特殊要求时,砌缝最大宽度以设计值为准。

7.6.5 浆砌块石护面应坐浆铺砌,块石间不应直接接触,砌缝砂浆饱满,并勾缝。浆砌块石护面的允许偏差应符合表 7.6.3 的规定。

7.6.6 模袋混凝土护面施工应符合下列规定。

7.6.6.1 模袋种类及性能应满足设计要求。

7.6.6.2 模袋铺设前应对其基层表面进行处理。其表面平整度允许偏差,陆上不应大于 100mm,水下不应大于 150mm;抛石坡面的表面平整度:陆上不应大于 100mm,水下不应大于 150mm。

7.6.6.3 模袋应自上而下垂直坡向铺设,随铺随压砂袋或碎石袋。并应及时充灌混凝土或砂浆。

**7.6.6.4** 模袋混凝土的原材料、配合比及拌和物除应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTJ 268)的有关规定外,尚应符合下列规定。

- (1)粗骨料的最大粒径符合表 7.6.6-1 的规定;
- (2)混凝土坍落度不宜小于 200mm。

**模袋混凝土粗骨料最大粒径** 表 7.6.6-1

模袋混凝土厚度(mm)	骨料最大粒径(mm)
150 ~ 250	20
≥250	40

**7.6.6.5** 模袋混凝土的充灌应采用泵灌,充灌速度宜为 10 ~ 15m<sup>3</sup>/h,充灌压力宜为 0.2 ~ 0.3MPa,充灌量的偏差应控制在设计值的 5% 以内。

**7.6.6.6** 模袋混凝土护面施工允许偏差应符合表 7.6.6-2 的规定。

**模袋混凝土护面施工允许偏差** 表 7.6.6-2

序 号	项 目	允 许 偏 差(mm)
1	模袋混凝土厚度	+0.08h -0.05h
2	相邻块最大缝宽	30
3	表面平整度	100

注:  $h$  为模袋混凝土的设计厚度(mm)。

## 7.7 上部结构

**7.7.1** 斜坡式护岸的上部胸墙施工,宜在基础沉降基本稳定后进行,并按设计要求预留沉降量。

**7.7.2** 胸墙和挡浪胸墙可分层、分段施工,施工分缝应按现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》的有关规定执行。

**7.7.3** 浇筑胸墙混凝土时,应使混凝土在水位以上进行振捣;顶层混凝土初凝前不被水淹没。

7.7.4 混凝土胸墙和挡浪胸墙尺寸的偏差应符合表 7.7.4 的规定。

混凝土胸墙和挡浪胸墙尺寸的允许偏差 表 7.7.4

序 号	项 目	允 许 偏 差(mm)
1	前沿线位置	30
2	顶面标高	± 30
3	顶面宽度	± 10
4	相邻段错牙	20
5	迎水面暴露面平整度	20
6	迎水面暴露面竖向倾斜	$H/200$
7	顶面平整度	10
8	预留孔洞位置	20

注：①前沿线位置偏差是指混凝土浇筑后相对施工准线的偏差；

②顶面标高偏差是指混凝土浇筑后相对施工控制标高的偏差；

③ $H$ 为胸墙高度(mm)。

7.7.5 浆砌块石胸墙施工应符合第 8.8 节的有关规定。

## 7.8 后方回填和吹填

7.8.1 回填的分层、顺序和回填速率应满足设计要求,当需要挤淤时,应按有利于挤淤的方向进行。

7.8.2 陆上填料应分层压实,其分层厚度、压实遍数,应根据现场试验确定。人工夯实分层厚度不宜大于 200mm,机械夯实或碾压分层厚度不宜大于 400mm。

7.8.3 吹填除应符合现行行业标准《疏浚工程设计与施工规范》(JTJ 319)的有关规定外,尚应符合下列规定。

7.8.3.1 堤身内外侧水位差不得超过设计允许值。

7.8.3.2 吹泥管口距倒滤层坡底的距离不应小于 5m,必要时应试吹确定。

7.8.3.3 吹填过程中,应对吹填土的高度、堤身内外侧水位及堤身位移、沉降进行观测。

## 8 直立式护岸施工

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 直立式护岸的施工基线、施工水准点和其他定位控制标志的设置应符合第 7.1 节的有关规定。

**8.1.2** 岸坡上锤击沉放板桩和在墙后进行回填时,应按设计要求控制沉桩和回填速率。

### 8.2 基槽开挖

**8.2.1** 基槽开挖至设计标高时,应对土质进行核对。当土质与设计要求不符时,应会同设计单位研究处理。

**8.2.2** 水下基槽开挖应符合下列规定:

- (1)基槽开挖断面尺寸应满足设计要求;
- (2)基槽深度较大时应分段、分层开挖,其分段长度和每层开挖深度视土质和开挖方法确定;
- (3)每段基槽开挖后应及时检查验收,并及时抛石或铺设垫层。

**8.2.3** 陆上基槽开挖应符合下列规定:

- (1)基槽的边坡不应陡于设计坡度,边坡上不应有松动和不稳定石;
- (2)土质基槽开挖,基底应预留 100 ~ 200mm,在基础施工前用人工挖除;
- (3)岩石基槽开挖,对未风化的基岩,应将岩面上的松碎石块、淤泥、苔藓等清除;对风化基岩,应将风化层凿除。当岩面倾斜时,应将岩面凿平或凿成阶梯形。

8.2.4 基槽开挖的允许偏差应符合表 8.2.4-1 ~ 表 8.2.4-3 的规定。

非岩石地基水下基槽开挖允许偏差 表 8.2.4-1

序号	项 目		允许偏差(mm)	
1	平均超深	4m <sup>3</sup> 以下抓斗	300	
		4 ~ 8m <sup>3</sup> 抓斗	I、II 类土	800
			III、IV 类土	500
2	平均超宽	4m <sup>3</sup> 以下抓斗	1000	
		4 ~ 8m <sup>3</sup> 抓斗	I、II 类土	2000
			III、IV 类土	1500

注:①绞吸式和链斗式挖泥船挖泥的平均超深允许值为 400mm,平均超宽允许值为 1500mm;

②内河护岸基槽挖泥超深值应适当减少。

岩石地基水下爆破开挖允许偏差 表 8.2.4-2

序 号	项 目	允许偏差(mm)
1	平均超深	500
2	平均超宽	1000

陆上基槽开挖允许偏差 表 8.2.4-3

序 号	项 目		允许偏差(mm)
1	标高	非岩石地基	0 - 100
		岩石地基	0 - 300
2	设计中心线两边宽度	非岩石地基	+ 100 0
		岩石地基	+ 400 0

### 8.3 水下抛石基床

8.3.1 基床抛石前,应对基槽的标高进行检查,当回淤沉积物的



厚度大于 0.3m,且湿土重度大于  $12.6\text{kN/m}^3$  时,应进行清淤。

**8.3.2** 基床应分段、分层抛石和夯实,每层厚度宜大致相等,且不宜大于 2.0m。

**8.3.3** 基床抛石应符合下列规定。

**8.3.3.1** 最上一层抛石顶面的标高不应高于施工控制标高,并不宜低于施工控制标高以下 0.5m。

**8.3.3.2** 基床顶宽不应小于设计宽度。

**8.3.4** 基床夯实的方法、范围和技术要求应按现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》的有关规定执行。

**8.3.5** 基床夯实的复夯验收应符合下列规定。

**8.3.5.1** 当采用选段复夯验收时,任选不小于 5m 的一段基床,复打一夯次,其平均沉降量不应大于 30mm。

**8.3.5.2** 当采用选点定点复夯验收时,任选不少于 20 个夯点,复打一夯次,其夯点的平均沉降量不应大于 50mm。

**8.3.6** 采用爆炸夯实法密实基床时,应进行爆炸夯实施工专门设计,其爆夯沉降量宜为抛石厚度的 10%~20%。

**8.3.7** 基床整平应符合下列规定。

**8.3.7.1** 沉箱基床整平,宜采用细平。对块石间的不平整部分可用二片石填充、整平。整平后标高的允许偏差为  $\pm 50\text{mm}$ 。

**8.3.7.2** 方块和扶壁基床整平,宜采用极细平。对块石间的不平整部分可先用二片石填充,对二片石间的不平整部分,可用碎石填充、整平。整平后标高的允许偏差为  $\pm 30\text{mm}$ 。

## 8.4 构件预制

**8.4.1** 方块、扶壁和沉箱的预制宜采用混凝土底模。底模表面的平整度,扶壁和沉箱不应大于 10mm;方块和采用水垫法搬运的沉箱不应大于 5mm。底模的脱模,严禁使用油毡、竹席等可导致降低摩擦系数的材料。

**8.4.2** 方块、扶壁和小型沉箱混凝土宜一次浇筑完成。对需要分层浇筑的大型沉箱,其施工缝不宜设在水位变动区和底板与立墙

的连接处。

**8.4.3** 大型方块、扶壁和沉箱起吊、安装的吊具应进行专门设计。

**8.4.4** 方块、扶壁和沉箱构件外形尺寸的允许偏差应符合表 8.4.4-1 ~ 表 8.4.4-3 的规定。

预制方块外形尺寸允许偏差

表 8.4.4-1

序 号	项 目		允许偏差(mm)
1	长度、宽度	边长 $\leq 5\text{m}$	$\pm 10$
		边长 $> 5\text{m}$	$\pm 15$
2	高 度		$\pm 10$
3	顶面平面对角线差	短边 $\leq 3\text{m}$	20
		短边 $> 3\text{m}$	30
4	顶面、侧面平整度		10
5	榫槽尺寸	位置	10
		高(深)度	+5 -10
6	吊孔位置		40

预制扶壁外形尺寸允许偏差

表 8.4.4-2

序 号	项 目		允许偏差(mm)
1	板 厚 度		$\pm 10$
2	立板迎水面和两侧竖向倾斜	高度 $\leq 7.5\text{m}$	15
		高度 $> 7.5\text{m}$	$H/500$
3	立板长度、高度		$\pm 10$
4	立板迎水面和两侧平整度		10
5	底板两侧尾端边线位置		-15, 但不得向外
6	吊孔、预制件位置		20

注：①隔砂板安装后，其外缘不得超过扶壁侧缘；

②H为扶壁立板高度(mm)。

预制沉箱外形尺寸允许偏差

表 8.4.4-3

序 号	项 目		允许偏差(mm)
1	长度、宽度	长度 $\leq 10\text{m}$	$\pm 25$
		宽度 $> 10\text{m}$	$\pm L/400$
2	高 度		$\pm 10$
3	外壁及隔墙厚度		$\pm 10$
4	顶面对角线差		$\pm 50$
5	顶面平整度	支撑面	10
		非支撑面	15
6	外壁平整度		10
7	外墙侧向弯曲矢高		$L/500$
8	分段浇筑相邻段错牙		10
9	预埋件、孔位置		20

注：L 为沉箱侧墙宽度(mm)。

**8.4.5 钢筋混凝土板桩的预制**除应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》的有关规定外,尚应符合下列规定:

- (1) 桩身混凝土应一次浇筑,不得留施工缝;
- (2) 桩身混凝土的直角棱边应做成抹角;
- (3) 桩的凸榫和凹槽应顺直,错牙不应大于 3mm;
- (4) 桩的预制底面应为板桩的临水面。

**8.4.6 钢筋混凝土板桩预制的允许偏差**应符合表 8.4.6 的规定。

预制钢筋混凝土板桩允许偏差

表 8.4.6

序 号	项 目	允许偏差(mm)
1	长 度	$\pm 50$
2	横截面边长	+ 10
		- 5
3	榫槽中心对桩轴线偏移	7
4	桩身侧向弯曲矢高	$L/1000$ 且不大于 20
5	桩顶倾斜	5

续表 8.4.6

序 号	项 目	允许偏差(mm)
6	桩尖对桩纵轴线偏移	10
7	桩抹面平整度	10

注:  $L$  为板桩长度(mm)。

**8.4.7** 钢筋混凝土板桩起吊时的混凝土强度应满足设计要求。当设计无要求时,可按不低于设计强度的 70% 控制。

**8.4.8** 钢板桩的种类、型号和规格应满足设计要求。钢板桩的验收应满足下列要求:

(1) 应逐批核验钢板桩的出厂质量证明、技术文件和板桩数量清单;

(2) 应按设计要求和合同规定抽验其机械性能和化学成分;

(3) 应对板桩的锁口和外形尺寸进行检查;

(4) 进口钢板桩应有海关的商检报告。

**8.4.9** 楔形桩和转角异形钢板桩的制作宜在工厂制作,其焊接质量应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTJ 254) 的有关规定。楔形桩的数量宜为板桩总数的 2%。

**8.4.10** 对正向弯曲矢高大于桩长的 3/1000 和侧向弯曲矢高大于桩长的 2/1000 的钢板桩应进行校正。

**8.4.11** 钢板桩的除锈宜采用喷砂法,当采用酸洗法除锈时,酸洗后应用净水冲洗并进行钝化。

**8.4.12** 钢板桩涂层的施工应按现行行业标准《海港工程钢结构防腐蚀技术规定》(JTJ 284) 的有关规定执行。

## 8.5 方块、扶壁和沉箱构件安装

**8.5.1** 方块、扶壁和沉箱起吊时,其混凝土的强度应满足设计要求。

**8.5.2** 沉箱等大型构件的起重吊架应具有足够的强度和刚度,吊点的合力应与构件重心共线。

**8.5.3** 构件安装前,应对基床进行检查,表面不得有回淤沉积物。

**8.5.4** 方块宜分层、分段、呈阶梯状安装,并应控制其段长和安装位置。

**8.5.5** 扶壁宜在低潮,其顶部能露出水面的条件下进行安装。

**8.5.6** 采用锚缆定位、灌水沉放法安装沉箱时,应符合下列规定。

**8.5.6.1** 基床面上的水深宜小于沉箱高度。

**8.5.6.2** 各舱格内的压水深度应使沉箱底面与基床倾斜度相一致。

**8.5.6.3** 宜趁落潮安装,当沉箱底距基床面 300~500mm 时,应停止灌水,并及时调整好沉箱位置,使沉箱随潮落在基床上。

**8.5.7** 采用起重船吊装安放沉箱时,可先大致就位落放,当沉箱底面距基床面约 300mm 时,再做小范围调整,下沉就位。

**8.5.8** 空心方块和沉箱安装后,应及时进行箱内抛填,各舱内填料标高应大致均匀。当抛填块石时,构件顶部应采取保护措施。

**8.5.9** 方块、扶壁和沉箱安装的允许偏差应符合表 8.5.9-1~表 8.5.9-3 的规定。

方块安装允许偏差

表 8.5.9-1

序号	项目	允许偏差(mm)
1	临水面与施工准线偏差	50
2	相邻块临水面错牙	30
3	相邻块方块顶面高差	30
4	安装缝宽	±15

扶壁安装允许偏差

表 8.5.9-2

序号	项目	允许偏差(mm)	
1	临水面与施工准线偏差	50	
2	邻水面错牙	30	
3	安装缝宽	高度 ≤ 10m	±20
		高度 > 10m	±30

沉箱安装允许偏差

表 8.5.9-3

序号	项 目		允许偏差(mm)
1	临水面与施工准线偏差		50
2	邻水面错牙		50
3	安装缝宽	高度 $\leq 15\text{m}$	$\pm 30$
		高度 $> 15\text{m}$	$\pm 40$

## 8.6 板桩及锚碇结构

**8.6.1** 板桩沉桩应设置导桩、导梁等导向装置。导向装置应具备足够的强度和刚度。

**8.6.2** 钢筋混凝土板桩应逐根依次套榫插入,可采用一次沉桩到设计标高或阶梯式沉桩的方法。钢板桩宜采用拼组插入、间隔跳打或阶梯式沉桩到设计标高的方法。钢板桩拼组根数,槽形桩宜取奇数;Z形桩宜取偶数。每组钢板桩的锁口宜用电焊固定。

**8.6.3** 钢板桩沉桩前,其锁口宜涂抹润滑油脂。对穿过厚砂土层或进入风化岩的钢板桩,其锁口下端宜提前采取防止锁口过度充塞影响下根桩锁口通过的措施。

**8.6.4** 板桩沉桩的允许偏差应符合表 8.6.4 的规定。

板桩沉桩的允许偏差

表 8.6.4

序号	项 目		允许偏差(mm)	
			钢筋混凝土板桩	钢板桩
1	板桩平面位置	陆上沉桩	100	100
		水上沉桩	100	200
2	板桩垂直度	垂直于墙轴线方向	1%	1%
		沿墙轴线方向	1.5%	1.5%
3	钢筋混凝土板桩间缝宽		$\leq 25$	—

**8.6.5** 钢筋混凝土板桩沉桩后,应按设计要求对板桩槽榫空腔进行清孔和填塞。当采用模袋混凝土时,混凝土的强度等级不宜低于 C20。

**8.6.6 板桩锚碇结构的施工应符合下列规定。**

**8.6.6.1 锚碇板和锚碇墙的基础**,应按设计要求进行处理并进行整平,对安装锚碇板的基础,其整平允许偏差为 30mm。

**8.6.6.2 锚碇板安装和现浇锚碇墙**的允许偏差应符合表 8.6.6 的规定。锚碇板安装后或锚碇墙拆模后,在锚碇棱体施工前应加临时支撑固定。

锚碇板安装和现浇锚碇墙的允许偏差 表 8.6.6

序号	项 目		允许偏差(mm)	
			锚碇板	锚碇墙
1	平面位置	沿轴线方向	100	—
		垂直于轴线方向	50	20
2	顶面标高		± 50	± 20
3	厚 度		—	± 10
4	相邻段锚牙		—	10
5	竖向倾斜	前倾	0	0
		后倾	1.5h/100	1.5h/100

注:  $h$  为锚碇板或锚碇墙的高度(mm)。

**8.6.6.3 锚碇棱体的回填时间和顺序**应满足设计要求。对稳定土,其压实度不得小于 95%。

**8.6.7 锚碇结构中锚碇叉桩和锚碇桩**的施工应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》的有关规定。现浇锚碇帽梁的允许偏差应符合表 8.6.6 中的锚碇墙规定。

**8.6.8 钢拉杆制作、安装**应符合下列规定。

**8.6.8.1 钢拉杆的对接接头**应采用坡口焊,其焊缝质量应满足设计要求。

**8.6.8.2 钢拉杆的丝扣、紧张器和螺母**加工精度应符合设计要求,并逐个进行试拧检查。

**8.6.8.3 钢拉杆安装前、后**应进行防腐处理,其包敷材料、包敷层数及厚度应满足设计要求。当采用沥青麻布包敷时,不得出现“空鼓”和浸沥青不透等现象。拉杆丝扣宜涂抹黄油保护。回填时

应对钢拉杆防腐进行保护,防止损坏。

**8.6.8.4** 钢拉杆在堆存和吊运过程中,应避免产生永久性变形和损坏丝扣。

**8.6.9** 钢拉杆的安装应符合下列规定。

**8.6.9.1** 钢拉杆连接铰的转动轴线应呈水平。

**8.6.9.2** 钢拉杆应顺直、无明显折角,拉杆下宜设垫块。当设计无具体要求时,垫块间距可取 5.0m。

**8.6.9.3** 钢拉杆的拉紧,应在锚碇结构回填完成和板桩胸墙锚碇梁混凝土强度达到设计要求后进行。张紧拉杆时,宜先调整初始拉力,大致相等后再紧张到设计的拉力。拉杆的螺母应满扣拧紧,并不少于 2~3 个丝扣外露。

**8.6.9.4** 钢拉杆拉紧后,应对拉杆的连接铰、紧张器、螺母等未作防护处理的部位进行防护。在安装过程损坏防护层的部位应予修补。

**8.6.9.5** 钢拉杆制作和安装的允许偏差应符合表 8.6.9 的规定。

钢拉杆制作和安装的允许偏差 表 8.6.9

序号	项 目		允许偏差(mm)
1	制 做	拉杆节长	+20 -10
		拉杆对接轴线偏移	$d/20$ 且不大于 3
3	安 装	拉杆间距	$\pm 100$
4		拉杆标高	$\pm 50$

注:  $d$  为拉杆直径(mm)。

## 8.7 上部结构

**8.7.1** 空心方块、扶壁和沉箱护岸的上部结构胸墙和挡浪胸墙宜在墙后棱体和后方回填后施工。

**8.7.2** 板桩胸墙和帽梁施工应在板桩接缝空腔填塞后、拉杆张紧前进行。



**8.7.3** 胸墙和挡浪胸墙宜分段连续浇筑。当胸墙和挡浪胸墙较高,需分层浇筑时,其施工缝宜留在胸墙底板与立墙交界线以上300~1000mm处。

**8.7.4** 空心方块、扶壁和沉箱结构的胸墙和挡浪胸墙的外形尺寸允许偏差应符合表 8.7.4 的规定。

现浇胸墙和挡浪胸墙外形尺寸允许偏差 表 8.7.4

序 号	项 目	允许偏差(mm)
1	前沿线位置	30
2	顶面高程	± 30
3	顶面宽度	± 10
4	相邻段错牙	20
5	迎水面和暴露面平整度	20
6	迎水面竖向倾斜	$H/200$
7	顶面平整度	10
8	预留洞、预埋件位置	20

注:  $H$  为墙高(mm)。

**8.7.5** 板桩胸墙和帽梁的外形尺寸允许偏差应符合表 8.7.5 的规定。

胸墙和帽梁外形尺寸允许偏差 表 8.7.5

序 号	项 目	允许偏差(mm)
1	前沿线位置	20
2	顶面标高	± 15
3	宽度	± 10
4	相邻段错牙	10
5	顶面平整度	10
6	迎水面竖向倾斜	$H/200$
7	预埋件、孔位置	20

注:  $H$  为胸墙或帽梁的高度(mm)。

## 8.8 浆砌石挡墙

8.8.1 浆砌石挡墙的石料应符合下列规定。

8.8.1.1 石料应质地坚实、无风化和裂纹。

8.8.1.2 块石应呈块状,宽度和厚度不应小于 200mm,长度不宜大于厚度的 4 倍。

8.8.1.3 石料各面的加工应满足设计要求。当设计无要求时,其外露面、叠砌面和接触面的表面凹入深度不应大于 25mm。

8.8.2 砂浆质量应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》的有关规定。砂浆的稠度宜为 30~50mm。

8.8.3 浆砌石挡墙应分段、分层砌筑,但两工作段的砌筑高差不宜超过 1000mm。

8.8.4 砌体的转角处和交接处应同时砌筑。当不能同时砌筑需留置间断时,其间断处应砌成斜茬。

8.8.5 在岩石或混凝土基础上砌筑时,应先将基层清洗,湿润后再坐浆砌筑。

8.8.6 块石砌筑应符合下列规定。

8.8.6.1 块石应坐浆平砌,上下错缝、内外搭砌。上下层错缝的距离不宜小于 30mm。

8.8.6.2 砌体的灰缝宽度宜取 20~30mm,砂浆应饱满,块石间较大的空隙应先填塞砂浆,再用石块嵌实,不得采用先摆石块后塞砂浆的方法。

8.8.6.3 块石砌体的拉结石应均匀分布、相互错开。当墙厚小于 400mm 时,拉结石长度应等于墙厚。当墙厚大于 400mm 时,可用两块石内外搭接,搭接长度不应小于 150mm。

8.8.7 料石砌筑应符合下列规定。

8.8.7.1 砌筑前应先计算层数,选好料石。砌筑时,应控制料石的砌筑高度和砌缝的横平竖直。

8.8.7.2 宜采用丁顺相间的砌筑形式。当墙厚大于或等于两块料石宽度时,亦可采用顺砌,但每砌两层后,必须砌一个丁层。

**8.8.7.3** 料石应坐浆平砌,砌缝砂浆应饱满,灰缝宽度不宜大于20mm。

**8.8.7.4** 当墙厚较宽,中间部分用块石填砌时,丁砌料石伸入块石部分的长度不应小于200mm。

**8.8.8** 浆砌体应在砂浆初凝后养护7~14天,养护期间应避免碰撞、振动或承重。

**8.8.9** 浆砌挡墙勾缝应符合下列规定。

**8.8.9.1** 砌体勾缝除设计有规定外,块石砌体宜为平缝,料石砌体宜为凹缝。

**8.8.9.2** 勾缝砂浆的强度应比砌体砂浆强度高一级。

**8.8.9.3** 勾缝深度宜取20~30mm。

**8.8.10** 浆砌石挡墙的允许偏差应符合表8.8.10的规定。

浆砌石挡墙允许偏差

表8.8.10

序号	项 目		允许偏差(mm)	
			浆砌块石挡墙	浆砌料石挡墙
1	前沿线位置		30	30
2	截面厚度		不小于设计厚度	不小于设计厚度
3	顶面高程		±40	±20
4	正面倾斜	前倾	0	0
		后倾	$H/100$	$H/100$
5	正面平整度		40	20
6	正面相邻块石错牙		—	10

注:  $H$  为墙高(mm)。

## 8.9 加筋土挡墙

**8.9.1** 加筋土挡墙墙面板的安砌应符合下列规定:

(1)采用插锁连接方式的墙面板,一次安砌层数不宜超过两层;采用企口缝连接方式的墙面板,应一次安砌一层;

(2)墙面板的缝宽不宜大于 10mm,除排水缝外,砌缝均应坐满砂浆,外侧做成平缝;

(3)墙面板安砌严禁外倾,内倾坡度宜为 1/100。调整水平偏差时,不得采用碎石等支垫找平。

#### 8.9.2 土工带铺设应符合下列规定:

(1)土工带应垂直于岸壁前沿线并呈扇形均匀散开铺设,从墙面板起至带长的 1/3 处不宜重叠;

(2)土工带应平铺、拉直,不应有卷曲扭结。土工带拉紧定位后,应立即铺填料使之固定;

(3)结构内转角处的土工带需重叠交叉时,土工带之间应用填料隔开,其厚度不宜小于 50mm。

#### 8.9.3 土工带上的回填及压实应符合下列规定:

(1)填料中不应含有尖锐棱角的材料,填料的粒径不应大于压实厚度的 2/3,且不应大于 150mm;

(2)填料应分层回填碾压,分层厚度宜为 200~300mm;

(3)当采用机械回填时,土工带上覆盖的土层厚度不应小于 200mm,严禁施工机械在未覆盖填料的土工带上行驶;

(4)碾压顺序应先从土工带中部压向尾部,再由中部压向面板,全面轻压后再进行重压;

(5)距墙面板 800~1000mm 范围内及拐角压路机无法压实处的回填,应用人工摊平,宜采用蛙式夯、震动板等轻型机械压实。

#### 8.9.4 墙面板后倒滤层和排水缝的施工应符合下列规定:

(1)排水缝的土工织物在条形基础上应向墙内平铺,其长度不得小于 500mm。土工织物在竖向应随墙面板的安砌自下而上卷铺,并及时用填料推靠墙面;

(2)墙面板后的碎石或砂砾排水层,应随后方回填逐步施工,并灌水、振捣密实。碎石或砂砾层级配应均匀,粒径宜为 5~40mm,厚度应满足设计要求。

#### 8.9.5 加筋土挡墙施工的允许偏差应符合表 8.9.5 的规定。

加筋土挡墙施工允许偏差

表 8.9.5

序 号	项 目		允许偏差(mm)
1	前沿线		20
	墙面垂直度 或 坡 度	内 倾	$H/100$ 且不大于 100
		外 倾	$H/200$ 且不大于 50
2	砌缝	水平方向平直度	10
		垂直方向平直度	10
	加筋材料长度		+ $L/20$
			0

注:  $H$  为墙高(mm),  $L$  为土工带设计长度(mm)。

## 8.10 现浇混凝土挡墙

### 8.10.1 挡墙的基础施工应符合下列规定:

- (1) 岩石地基的基槽开挖时,应按第 8.2.3 条的规定执行;
- (2) 当基槽底为砂性土、粘性土或抛石基床时,应夯实整平;
- (3) 特殊地基,应按设计要求进行处理。

### 8.10.2 挡墙的钢筋混凝土施工除应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》的规定外,尚应符合下列规定:

- (1) 梯形断面宜整体连续浇筑,当墙高较大需分层浇筑时,分层高度宜取 1.5~3.0m;
- (2) 倒 T 型、L 型断面可先浇筑底板,再浇筑立墙,其施工缝宜留在其交界线以上 500~1000mm 处。

### 8.10.3 现浇混凝土挡墙的允许偏差应符合表 8.10.3 的规定。

现浇混凝土挡墙允许偏差

表 8.10.3

序 号	项 目	允许偏差(mm)
1	前沿线位置	20
2	顶面标高	$\pm 20$
3	顶面宽度	+ 20 - 10
4	相邻段错牙	10
5	迎水面平整度	20

续表 8.10.3

序 号	项 目	允许偏差(mm)
6	竖向倾斜	$H/200$
7	顶面平整度	10
8	预留孔位置	20

注：H 为挡墙高度(mm)。

### 8.11 棱体、倒滤层和后方回填

**8.11.1** 方块、扶壁和沉箱等结构墙后棱体的抛填应符合下列规定：

(1) 棱体抛填前应检查基床和岸坡有无回淤或坍塌，必要时要进行清理；

(2) 棱体抛填宜分段、分层施工；

(3) 抛填应由墙体向后方推进；

(4) 棱体抛填后，应对棱体的顶面和坡面进行整平；棱体的顶面宽度和高程不得小于设计要求，高程的允许偏差为 +200mm。

**8.11.2** 倒滤层的施工应符合第 7.5 节的规定。

**8.11.3** 直立式护岸后方陆上回填应符合下列规定：

(1) 当采用山皮土时，应考虑填料的性质、石块大小和回填深度，逐层水平回填，机械夯实或碾压的厚度，每层不宜大于 400mm；

(2) 当采用透水性不良或不透水土料回填时，其含水量应接近最佳含水量；

(3) 回填地面高程的允许偏差应为  $\pm 100\text{mm}$ 。

**8.11.4** 当采用吹填时，应符合下列规定：

(1) 护岸堤内外水头差不得超过设计的允许值；

(2) 吹泥管管口宜靠近堤身后，尽量使粗粒填料沉淀在靠近堤身处。

**8.11.5** 回填或吹填过程中，应对墙体内填土高度、内外水位及墙体的沉降、位移进行观测。

## 附录 A 本规范用词用语说明

**A.0.1** 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

(1)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”。

(2)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”。

(3)对表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

**A.0.2** 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 附加说明

### 本规范主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主 编 单 位：中交水运规划设计院

参 加 单 位：中港第一航务工程局

天津大学

江苏省交通规划设计院

主要起草人：田凤兰

(以下按姓氏笔画为序)

王志成 刘杏忍 张树仁 张忠恕

郭鸿仪 钱 丽 常福立



中华人民共和国行业标准

# 港口及航道护岸工程设计与施工规范

JTJ300—2000

条文说明

## 制定说明

本规范是根据交通部交基发[1996]1091号文“关于下达1996年度水运工程建设标准、定额编制计划(第二批)的通知”和基技字[1998]70号文“关于对《护岸工程设计与施工规范》编制工作大纲的批复”的要求制定。本规范的主编单位为中交水运规划设计院,参加单位为中港第一航务工程局、天津大学和江苏省交通规划设计院。

在制定过程中,编写组进行了广泛深入的调查研究,总结了国内外海港、河港及航道护岸工程的实践经验,经广泛征求意见,反复讨论修改后,于1999年7月完成送审稿。

为便于使用,正确理解和掌握规范的条文,在编写条文的同时,编写了条文说明。

本规范编写人员分工如下:

第1~3章 田凤兰

第4章 钱丽 郭鸿仪 田凤兰

第5章 刘杏忍 郭鸿仪 王志成 田凤兰

第6章 张忠恕

第7章 常福立

第8章 张树仁

本规范总校人员:李永恒 吴敦龙 田凤兰 张树仁 刘杏忍 董方

本规范于2000年3月3日通过部审,于2000年12月25日颁布,2001年6月1日起实施。

# 目 次

<b>1 总则</b> .....	(74)
<b>3 一般规定</b> .....	(75)
<b>4 斜坡式护岸设计</b> .....	(76)
4.1 一般规定 .....	(76)
4.2 断面型式和尺度 .....	(76)
4.3 构造 .....	(77)
4.4 计算 .....	(77)
<b>5 直立式护岸设计</b> .....	(79)
5.1 一般规定 .....	(79)
5.2 断面型式和尺度 .....	(79)
5.3 基础 .....	(80)
5.4 构造 .....	(80)
5.5 计算 .....	(81)
<b>6 地基整体稳定和沉降计算</b> .....	(83)
6.1 地基整体稳定验算 .....	(83)
6.2 地基沉降 .....	(84)
<b>7 斜坡式护岸施工</b> .....	(86)
7.1 一般规定 .....	(86)
7.2 岸坡开挖及削坡 .....	(86)
7.3 砂垫层和土工织物垫层 .....	(86)
7.4 护底、堤身及护脚 .....	(87)
7.5 倒滤层 .....	(87)
7.6 护面层 .....	(88)
7.7 上部结构 .....	(88)
7.8 后方回填和吹填 .....	(88)
<b>8 直立式护岸施工</b> .....	(89)

8.1	一般规定 .....	(89)
8.2	基槽开挖 .....	(89)
8.3	水下抛石基床 .....	(89)
8.4	构件预制 .....	(90)
8.5	方块、扶壁和沉箱构件安装 .....	(90)
8.6	板桩及锚碇结构 .....	(91)
8.8	浆砌石挡墙 .....	(91)
8.9	加筋土挡墙 .....	(92)

# 1 总 则

**1.0.1** 护岸是港口(海港、河港)及内河航道工程中的重要组成部分。本规范是在总结了国内外护岸工程的经验基础上制定的,不仅其内容较全面,而且还具有实用性和指导作用。

**1.0.2** 护岸的结构型式常采用斜坡式和直立式。根据国内港口、航道护岸工程的实践经验,本规范对斜坡式和直立式护岸作了具体规定。对于其他水运工程中的护岸设计与施工可参照使用。

**1.0.3** 护岸工程设计应根据所处地区的自然条件,经济状况和施工条件(机械、技术)积极慎重地采用新技术、新结构、新材料和新工艺,使护岸工程经济合理,技术先进和确保工程质量。

**1.0.4** 由于本规范适用的范围较广,不但要适应用于沿海、内河码头的护岸,又要适用航道的护岸,而斜坡式和直立式护岸的计算、构造和施工要求等与斜坡式防波堤和重力式码头有很多共同之处,为了避免重复,本规范中主要针对护岸的特点作出了相应的规定。因此,对斜坡式和直立式护岸结构等没做出规定的还应按有关规范的规定执行。

## 3 一般规定

**3.0.1** 为避免护岸工程建成后带来不利影响,本条规定了六条原则,其中(2)和(3)项尤为重要。

(2)应避免由于护岸的建设,改变原水流流态,对岸滩稳定造成不良影响。

(3)当护岸的轴线向岸外拐折时,易在凹角处造成波浪能量集中,该凹角处的堤身破坏最为严重。

**3.0.3** 为保证护岸结构型式经济合理,安全可靠,当自然条件有变化时,应根据具体情况分段设计。

**3.0.4** 影响护岸结构选型的条件有地质、水深、潮差、波浪等自然条件以及石料来源,使用要求和施工条件等因素。

**3.0.7** 根据《港口工程结构可靠度设计统一标准》(GB50158—92)(以下简称《统标》)的规定。护岸工程的设计计算方法由以单一安全系数表达的定值设计法改为分项系数表达的概率极限状态设计法。本条中的三种设计状况与《统标》中的规定是一致的。

**3.0.8** 本条中三类作用与《统标》中的规定一致。

**3.0.9** 承载能力极限状态设计所考虑的三种作用效应组合与《统标》的规定一致。规定所采用的水位是参照现行行业标准《港口工程荷载规范》中有关的规定。条文中的极端高水位和极端低水位就是校核高水位和校核低水位。

**3.0.11** 对护面块石、垫层块石和基床石料的强度要求,根据其重要性和实际情况作出规定,工程实践证明,一般均能满足。

**3.0.13** 水位变动区有抗冻要求的混凝土,其抗冻等级标准是按现行行业标准《水运工程混凝土质量控制标准》(JTJ269—96)的规定制订。对耐久性没有特殊要求的护岸,规定了混凝土强度等级的下限值。

## 4 斜坡式护岸设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 堤式护岸是在水上先筑成岸堤,然后回填形成陆域,并对岸堤进行防护。坡式护岸是对陆域已有的自然岸坡或陆域向水侧回填形成的自然岸坡进行防护。

### 4.2 断面型式和尺度

**4.2.2** 斜坡式护岸顶高程,主要与护岸防护的后方场地的设施、建筑物等周围环境和排水能力有关。一般来说,沿海护岸后方都允许有少量上浪,重要的地方不允许上浪。根据对一些沿海港口护岸的调查,大都允许有少量上浪,护岸的断面形式对上浪量影响很大。因此,为了能够做到经济合理,最好进行模拟试验确定岸顶高程。条文中推荐的允许上浪的沿海护岸顶高程主要是根据对我国沿海港口护岸调查统计后得出的。

**4.2.3.2** 护坡顶部的护肩是为防止沥水由此渗入护面层下形成压力而设。

**4.2.3.5** 斜坡堤式护岸堤身顶宽,系指填筑的堤心料的顶宽,其主要根据施工条件确定。当护岸顶部设胸墙时,堤顶宽度应大于胸墙底宽;当采用陆上推进法施工时,应考虑在堤顶通行的施工机械对堤顶宽度的要求,根据调查资料一般不小于4m;当采用水上抛筑堤身时,顶宽可窄一些;同时还需考虑施工期波浪对堤顶宽度的稳定要求。

**4.2.3.7** 设置肩台的断面,肩台宽度通常为2.0~3.0m,故条文中建议采用不宜小于2.0m。

**4.2.3.8** 护脚结构型式一般根据护坡坡体的稳定需要选定。海岸受波浪作用为主时,一般在设计水位上、下一倍设计波高范围内的护面块体受波浪的作用最剧烈,因此,抛石棱体护脚的顶面,最好设在设计低水位减1.0倍设计波高处。棱体顶面的宽度与其高程、波高的大小、块石的尺度等都有关,结合实际工程经验,本条文规定为不小于2m。棱体的外坡坡度,也是根据实际工程资料统计得出的。

**4.2.4** 本条以船行波影响的区域确定护岸的防护范围。

### 4.3 构 造

**4.3.1** 护底的作用是防止护岸坡脚地基土被冲刷,造成护面层和抛石棱体的下滑或局部坍塌,从而影响护岸的整体稳定性。条文中护底块石层的厚度,是实际工程中通常采用的数值。

**4.3.4** 条文中护面层厚度是根据实际工程经验得出的。

**4.3.5** 条文内容与现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ298—98)中的有关条文规定是一致的。沿海港口护岸的块石垫层厚度是通过调查已建工程而定。

**4.3.6** 对于不透水的护面层设置变形缝,主要是防止岸坡不均匀沉降造成的护面层断裂。设置排水孔是为减少渗流水压,避免造成护面层的局部隆起破坏。

**4.3.9** 胸墙或挡浪胸墙设置变形缝,是防止由于气温的热胀冷缩等作用使胸墙出现裂缝,从而降低结构强度;也是为了避免因地质等因素引起的不均匀沉降造成墙体断裂。

### 4.4 计 算

**4.4.2** 条文中给出了护岸胸墙或挡浪胸墙抗滑、抗倾稳定性极限状态的设计表达式,要求设计保证作用效应组合的设计值  $S_d$  小于或等于结构抗力设计值  $R_d$ 。

按《港口工程结构可靠度设计统一标准》(GB50158—92)规定,分项系数确定的原则,条文中采用的各分项系数与港口工程系列



规范中的规定保持一致。波浪力作用时,波峰与波谷作用时的波压力分项系数取值相同。

通过实际工程对条文中的公式进行验算,均符合  $S_d \leq R_d$  的要求。

**4.4.3** 条文内容与现行行业标准《海港水文规范》(JTJ213—98)的有关条文规定是一致的。

**4.4.4~4.4.7** 条文内容与现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ298—98)的有关条文规定是一致的。

**4.4.9** 内河航道及河港护岸护面块石的粒径在水流和波浪作用下应能保证自身稳定。

**4.4.9.1** 水流作用下块石稳定粒径  $d_w$  的计算公式 4.4.9 是采用现行行业标准《航道整治工程技术规范》(JTJ312—98)中 10.6.2 公式。

**4.4.11** 本条计算混凝土板厚度的公式采用现行行业标准《碾压式土石坝设计规范》(SDJ218—84)附录一第五节护坡计算附 1.29 公式。

**4.4.12** 条文内容与现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ298—98)中的有关条文规定是一致的。

## 5 直立式护岸设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 根据我国已建直立式护岸工程,墙体结构以现浇混凝土、浆砌块石、混凝土方块、板桩、扶壁和沉箱结构最为常见。近年我国部分内河护岸工程采用了加筋土岸壁,工程实践表明,加筋土技术在这些工程上的应用是成功的,其优点是工程造价低和施工速度快。

**5.1.2** 直立式护岸混凝土和钢筋混凝土上部结构,临水面多数采用直立面。对波浪较大的护岸,为减少上浪,临水面做成弧面。

### 5.2 断面型式和尺度

**5.2.3** 当墙体较高时,其后土压力较大,为减小板桩的跨中弯矩及入土深度和减少顶部向水域方向位移,在板桩上设置拉杆锚碇结构。

**5.2.7.1~5.2.7.2** 护岸顶高程数值,是参照现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ298—98)制定的。

**5.2.8.2** 矩形截面使用较为广泛,因其形状简单,制作方便,易施打,板桩间接缝处理好,但也存在着抗弯能力低,材料用量大等缺点。为减少材料用量也可采用 T 型截面。墙高,水深大或墙后土质差的护岸,也可采用组合型截面。

**5.2.8.5** 沿岸线方向连续的称锚碇墙,不连续有一定间距的称锚碇板。当板桩墙后不远处有已建地上或地下建筑物,远远满足不了板桩墙与锚碇墙间的最小距离要求时,可采用锚碇桩。

**5.2.9** 加筋土岸壁的断面是指由墙面板和加筋土体构成的几何

图形,它控制着加筋土构筑物的整体稳定性。当对加筋土构筑物进行整体稳定性验算时,是将加筋土体视为重力式刚性体系。当地形平坦时,采用梯型断面,符合重力式墙的稳定性的要求。当地形受限制时,即原岸坡较陡较高,大断面开挖有困难时,采用倒梯型断面较合适,施工方便,而且工程量较小。锯齿型断面主要是为了满足高大岸壁稳定性要求。

## 5.3 基 础

**5.3.1** 当地基岩层向水域倾斜时,将岩层凿平或做成台阶,使承重力面与重力线保持垂直。

**5.3.3** 明基床和混合基床往往受内河航道设计最低通航水位的水深限制,往往容易侵占航道或内河码头水域,影响船舶航行。设计中应予以注意。

**5.3.7** 受洪流、海流以及强风波浪的影响时,可使墙前底流速增大,抛石基床护肩宽度通常按 0.6 倍墙身宽或  $1/4$  波长考虑,有时护底宽度会不够,应采取适当延长护底宽度等措施。

**5.3.9** 地基土冻结的极限深度称为冻结深度。全国各地地面冻结深度详见《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)。

**5.3.10** 在墙面板底部设置条形基础,不仅使墙面板的安砌质量和墙面板的整体性得到保证,同时也可减少墙面板的不均匀沉降。条文中提出的条形基础最小尺寸主要是考虑护岸工程应有较高的安全度。

## 5.4 构 造

**5.4.7** 预制扶壁长度由起重船舶起吊能力控制,内河一般起重最大吊运能力为 500~1000kN;长江及沿海等处起重船最大吊运能力为 3000~5000kN。

**5.4.11** 前趾长度与趾高或后踵长度与踵高的比值的取值,是根据基础底面平均压力及基础素混凝土设计强度等级 C 或浆砌石的水泥砂浆设计强度等级 M 大小确定。

**5.4.24.1** 条文中所列面板尺寸是目前国内实践的总结。

**5.4.24.2** 面板背面的拉环或穿筋孔位置分布应左右均匀和上下层间交错,是为了使筋材在土体中分布得更均匀,筋土之间的相互作用发挥的更充分。

**5.4.28** 沉降缝是沿墙面及基础竖向设置的通缝,实际上是加筋土岸壁墙面板和基础的纵向分段长度。由于墙面板后的加筋土体是柔性体,因此,填土中不考虑沉降缝。

**5.4.29** 设排水缝是避免面板后的剩余水头过大,是保障护岸稳定的有效措施。同时,为保证回填土料不从缝中流失,应在缝两侧面板背面贴铺土工织物加碎石的排水层。

## 5.5 计 算

**5.5.1** 直立式护岸计算方法采用《港口工程结构可靠度设计统一标准》(GB50158—92)用分项系数表达的概率极限状态设计方法。

**5.5.4** 本条给出了直立式护岸沿墙底面,墙身各水平缝和基床底面的抗滑稳定极限状态的设计表达式,要求设计保证作用效应组合的设计值小于或等于结构抗力设计值。作用效应设计值为其标准值乘以分项系数,且结构抗力设计值为其标准值总和除以结构系数  $\gamma_d$ 。条文公式中各作用分项系数和结构系数都是参照有关港工规范确定的。

**5.5.5** 算得的被动土压力  $E_p$  为标准值乘以折减系数 0.3,是根据墙身不允许出现能产生 100% 被动土压力的过大位移和实际工作经验确定。

**5.5.6** 本条文是参照《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290—98)编制的。除结构重要性系数取 1.0 和 0.9 以外,计算公式的其它系数与重力式码头规范所规定的相同。

**5.5.15** 混凝土和浆砌块石的墙体,一般在基本组合情况下,不允许出现拉应力,在特殊组合情况下允许出现不大的拉应力。本条是参照《船闸水工建筑物设计规范》(JTJ263—87)中规定闸墙采用混凝土或砌石时,迎水面不允许出现拉应力,而背水面允许出现不

大的拉应力,其值应不大于  $0.05\text{MPa}$  制定的。

**5.5.25** 加筋土护岸是强复合性水工结构。加筋材料,面板和回填料三者之间相互作用和形成稳定工作状态,可将加筋体作为刚性体进行验算。

第(1)~(4)项内容是根据重力式挡土墙的设计原理提出来的,目的是验算所拟定的加筋体断面尺寸是否满足整体稳定性要求。

## 6 地基整体稳定和沉降计算

### 6.1 地基整体稳定验算

**6.1.1** 本条文中第(1)项地形地貌影响地基和岸坡整体稳定主要是指地形坡度大小,是否有反坡,边坡形态以及边坡表面的起伏程度等。岸坡所处的地貌单元,如处于阶地前缘,河流凹岸等地带,岸坡稳定性一般较差。

第(3)项影响岸坡稳定的不良物理地质现象主要是指:岸坡地带是否有冲沟,掩埋古河道,泥石流、崩塌和滑坡等物理地质现象存在。

**6.1.4** 本条对地基和岸坡整体稳定验算的规定,是根据我国港口护岸工程多年来进行岸坡稳定验算所积累的经验提出来的。

**6.1.4.1** 采用“计算低水位”验算岸坡整体稳定是为了安全可靠。本规范的“计算低水位”与海港设计中的“极端低水位”相同,对河港即指“设计低水位”。

**6.1.4.2** 斜坡式护岸工程的稳定验算“可不考虑波浪作用”的原因在于:大多数斜坡式护岸工程护面上为各种不同形状的块体,波浪作用后,其能量易被独立的块体所吸收,对整体稳定影响甚微,故不考虑其作用。

**6.1.6** 本条所提出的各验算公式,是根据现行行业标准《港口工程地基规范》(JTJ250—98)的有关规定提出来的。

式(6.1.6-2)~式(6.1.6-6)是采用不同抗剪强度指标,考虑不同条件(有条间力或无条间力等)的抗滑稳定验算公式。其中式(6.2.6-2)和式(6.2.6-3)是采用固结快剪指标,考虑了土条条间力,经统计标准和可靠度计算,可靠指标  $\beta = 2.5 \sim 4.0$ ,较好地反

映地基稳定性的验算公式。因此,是一种很好的验算方法,即考虑条间力的毕肖甫(Bishop)法。

式(6.1.6-4)虽是简单条分法验算地基和岸坡稳定公式,但既无需测得孔隙水压力,也不需进行迭代计算,所以该式用起来方便,计算简单,作为护岸工程稳定验算是可以满足要求的。

**6.1.7** 本条适用于有软土夹层或有倾斜岩面的非圆弧滑动。该验算方法不仅考虑了土条间水平力,同时也考虑了条间竖向力,是一种较为精确的验算方法。

## 6.2 地基沉降

**6.2.1** 本条对地基沉降计算中所做规定的原因是:

第(1)项,护岸工程的自重和外荷载是引起地基沉降的主要原因,至于不计算因地下水下降和地震引起的沉降,是因为目前尚无成熟的计算方法,而这类原因引起的地基沉降又是偶然和少见的,所以不计算这类原因引起的地基沉降。

第(2)项,由于岩石、碎石、密实砂土和第四纪晚更新世  $Q_3$  以前的粘性土,属压缩性小或压缩稳定快,一般在建筑物施工过程中大部分沉降已完成,所以不作沉降计算。

第(3)项,由于护岸工程大多处于海岸与河岸地带,其地基土多为饱和状态,荷载施加后,孔隙水压力消散,地基才会沉降,所以计算沉降时,应考虑水的作用时间长短,通常最高与最低水位历时都较短,所以规定宜采用设计低水位。

**6.2.2** 本条沉降计算的方法是港口工程地基设计中所采用的方法。

**6.2.2.1** 式(6.2.2-1)中的经验修正系数  $m_s$  规定由地区经验选用的原因是由于目前缺乏对沉降的实际观测资料,特别是港口码头沉降观测资料尤为缺乏,所以目前无法统一给定修正系数  $m_s$ ,只有按地区经验选取。式(6.2.2-1)在计算时,其垂直附加压应力按现行行业标准《港口工程地基规范》有关规定执行。

**6.2.2.2** 一般情况下,软土地基达不到  $\sigma_z = 0.2\sigma_c$  处即遇到较硬土层,不用再往下计算沉降。当计算的深度下有软土层时,应继续往下算,计算到何深度处,应视设计要求、工程性质和地基土质等情况而定。



## 7 斜坡式护岸施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 为保证建筑物的位置准确无误,尺寸、标高正确,要对建设单位提供的基准点、水准点进行复核。

**7.1.5** 在地质条件较差的区域施工,往往加荷速度快或间隔期短,会造成整个结构破坏,通过对堤身进行沉降观测,可分析地基固结情况,确定下次荷载施加的时间。

### 7.2 岸坡开挖及削坡

**7.2.2** 岸坡开挖时,有时由于土质情况较差,会引起滑坡,危及岸边附近的建筑物,因此要采取必要的措施,确保建筑物的安全,同时还要加强对建筑物沉降位移的观测。

**7.2.3** 边坡的坡度与土质情况有关,陡于设计值会引起滑坡,若发现实际土质情况与设计不符时,必须放缓坡度,并同设计单位商定。

**7.2.4** 贴坡的土体与原状土粘接不牢,易出现滑坡,故强调不得有贴坡现象。

**7.2.5** 在边坡上缘弃土,等于加荷载,如果超过设计的堆放范围和高度时,就会引起滑坡,因此要严格控制。在航道内弃土,会影响船舶的正常航行。

### 7.3 砂垫层和土工织物垫层

**7.3.1** 砂垫层是起排水固结地基土作用的,对工程的安全起着关键作用,因此要求其位置必须准确,宽度和厚度不得小于设计值。

在水深急流的区域抛砂,对砂垫层的质量影响很大,因此要进行试抛,必要时采用串筒,确保垫层位置准确。砂的含泥量在5%以下可以保证其排水效果。垫层施工后及时验收,并进行上部结构施工,目的在于减少对砂垫层的冲刷及砂垫层顶层的回淤,保证砂垫层的质量。

**7.3.2** 土工织物垫层应平整,避免将织物硌坏或使局部受力,并采取一定的措施,防止由于操作不当而损坏土工织物。土工织物铺设的搭接长度是一项重要指标,它将影响到土工织物能否正常发挥作用,因此必须严格控制。铺设后及时抛填覆盖是为了防止土工织物被日晒老化或风浪损坏。

## **7.4 护底、堤身及护脚**

**7.4.3** 软体排所用材料的品种、规格和质量如不满足设计要求将直接影响排体的护底效果,土工织物如有破损,应重新修补,否则将削弱其功能;铺设排体如产生皱褶及漂移,将会使护底不完整,造成冲刷危及工程安全,故要求避免发生这种现象。

**7.4.4** 堤身抛填分陆上推进和水上施工两种方法。一般对水上施工断面较大时,采用泥驳或自动翻石船进行粗抛,基本成型后再细抛。在软基上进行堤身施工,其分层及间歇时间等必须按设计要求进行,其目的是确保工程的安全。堤心石抛填后及时覆盖是为了使堤身受到保护,减少“风损”;暴露长度不宜大于50m是根据施工经验而定的,其目的在于使堤心石抛填与护面施工能按“及时成型、同步推进”的原则进行。

**7.4.7** 护脚是护面体的支承体,对护面体的自身稳定起着极为重要的作用。除要保证其自身的稳定外,其外形尺寸也要满足设计要求,故此要求其外坡不得陡于设计要求,厚度和顶宽符合设计要求。

## **7.5 倒滤层**

**7.5.1** 倒滤层材料的质量、粒径、级配要符合设计要求,其总厚度

不得小于设计值。由坡脚向坡顶施工是为了保证倒滤层大、小颗粒材料能均匀分布,避免大颗粒材料滚落到底部。及时进行后方回填覆盖,其目的在于防止波浪损坏已成型的倒滤层。

**7.5.2** 本条是参考现行行业标准《水运工程土工织物应用技术规程》(JTJ/T239—98)而定的。

## **7.6 护 面 层**

**7.6.2.2** 许多工程由于护面层底部块体与坡脚不能紧密接触,造成护面块体下滑,影响工程的正常使用,同时坚持自下而上安装可保证块体与棱体紧密接触。

**7.6.2.3** 安放数量与设计数量误差,应按每  $100\text{m}^2$  进行检查验收。

**7.6.3** 干砌块石护面由外侧填塞块石的空隙,填塞材料极为不稳,这些填塞物一旦被抽走,就会引起护面层的松动、下滑,影响护岸的安全,所以强调不应由坡外侧填塞块石的空隙;表 7.6.3 中所列允许偏差主要是指毛石;对于料石、混凝土块等,由于现有资料少,不能定出,可由设计单位确定。

## **7.7 上 部 结 构**

**7.7.3** 保证混凝土在水位以上的振捣,是防止水泥浆被水一同带走,影响混凝土质量。

## **7.8 后 方 回 填 和 吹 填**

**7.8.1** 有利于挤淤的方向是指淤泥被挤到远离结构物的方向,这样有利于工程的安全。

## 8 直立式护岸施工

### 8.1 一般规定

**8.1.2** 岸坡上锤击沉桩,由于打桩震动和板桩的挤土作用,往往会引起土坡的失稳和板桩位移,影响相邻建筑物的安全。因此,施工时应按设计要求控制沉桩和回填速率。

### 8.2 基槽开挖

**8.2.2** 护岸水下基槽开挖后停歇时间较长难免产生回淤,为减少回淤,故规定每段基槽开挖后应及时验收,并进行下一工序施工。

**8.2.4** 本条文参考现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290—98)和《防波堤设计与施工规范》(JTJ298—98)的有关规定,对各类基槽开挖允许偏差值进行相应规定。

### 8.3 水下抛石基床

**8.3.1** 基槽内的回淤沉积物较厚时,对护岸的质量影响较大,故规定在抛石前应对水下基槽的标高进行检查,当标高有变化,应查明有无回淤和塌坡等情况。

条文中的“回淤沉积物”主要指由于水流动力作用沉积在基槽中的浮泥、流泥、开挖残落软化的泥块和工业排放物等。

根据一些工程的实测资料和经验总结,湿土重度小于 $12.6\text{kN/m}^3$ 的浮泥无结构强度,也无附着力,对抛石基床不会形成夹层,可以忽略其存在。而湿土重度大于 $12.6\text{kN/m}^3$ 的流泥就有结构强度和附着力,应加以限制。厚度限值是根据实践经验确定的,当厚度不大于 $0.3\text{m}$ 的回淤沉积物不致形成夹层,对工程的安

全不会构成危害,可不清除。

**8.3.5** 基床夯实的质量标准是与现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290—98)和《防波堤设计与施工规范》(JTJ298—98)的规定相一致的。

**8.3.6** 爆炸夯实法密实基床以施工简单、工期短、节省投资等优点已在码头、防波堤、护岸等工程中得到了广泛应用。在条件许可的情况下,采用爆炸夯实其质量是有保证的。条文中规定的爆夯沉降量是根据工程实践经验确定的。

## 8.4 构件预制

**8.4.1** 采用油毡、竹席等材料作方块、沉箱底部脱模材料,将造成构件与基床及构件间摩擦系数的降低,而导致发生砌体的滑移,故严禁使用这类材料。

**8.4.3** 目前,方块、扶壁和沉箱等构件超大型化,对吊具要求较高。因此,对吊具必须进行专门设计,满足使用方便和安全要求。

**8.4.5** 对钢筋混凝土板桩制作要点的要求,为使板桩墙面面板整齐美观,板桩的底面应为临水面,在预制时要考虑打桩方向,注意板桩楔形桩尖的方向。

## 8.5 方块、扶壁和沉箱构件安装

**8.5.2** 本条强调起吊沉箱等大型构件应使用专门的吊架,主要目的是保证各吊点垂直受力,强调吊架的刚度、强度和索具应符合起重的有关要求。

**8.5.3** 本条规定的目的是防止基床面存在回淤沉积物,从而降低块体与基床面的摩擦系数。

**8.5.8** 对空心方块和沉箱安装后,箱内抛填的要求,一般情况下,沉箱安装后应立即灌水,经过1~2个低潮后,复测其位置,确认符合要求后,及时回填箱内填料。

## 8.6 板桩及锚碇结构

**8.6.1** 凡设导桩、导梁的板桩,其偏位值容易得到控制,故规定板桩沉桩应设导桩、导梁等导向装置。

**8.6.2** 钢板桩的拼组质量对沉桩质量有一定影响,本条根据施工经验明确了槽型桩和Z型桩的拼组方式。钢板桩的拼组应在台架上进行,以保证钢板桩拼组的平直度。

**8.6.3** 根据施工经验,对穿厚砂土层的钢板桩,可在其底端前锁口背加小木楔,以避免锁口的过度充塞,而影响下根桩的锁口通过。

**8.6.8~8.6.9** 为保证工程质量,要求钢拉杆的防腐处理分两步处理:除拉杆丝扣部分涂抹黄油保护外,安装前完成钢拉杆的除锈及防腐,紧张器、螺母、垫板等铁件的底面漆处理。安装后再对紧张器、螺母及钢拉杆未防腐部分和损坏部分进行防腐。在施工时要重视防腐的全封闭性检查,不得出现遗漏、空鼓和浸沥青未渗透现象。

钢拉杆安装的要求,其要点有三:一是钢拉杆应平顺,不得有明显的折角或弧线,以使钢拉杆受力均匀;二是紧张器和螺母应逐步拧紧;三是紧张力应均匀,一般采用测力搬手拧紧螺母,并做好记录。

## 8.8 浆砌石挡墙

浆砌石在护岸工程应用较多,不但可以作为胸墙、挡浪胸墙、也可作为墙身主体结构。本节对这些结构施工的共性做出基本规定。

浆砌石构筑物的质量关键在于组砌形式和砌缝中的砂浆强度是否饱满。从已损坏的浆砌石构筑物工程分析,砌缝中往往是缺少砂浆或块石间直接接触。因此条文强调要采用“坐浆法砌筑”,并对石料间的勾缝砂浆做出了具体规定。

## 8.9 加筋土挡墙

### 8.9.1 对墙面板的安砌要求:

(2)加筋土岸壁受水位涨落潮影响时,为防止墙后填料漏出,在安砌墙面板时,除排水缝外,均应坐浆安砌,并在内侧勾缝;

(3)面板砌筑安装时,预留 1/100 的内倾,用于抵消面板在侧向压力下由于施工及筋带本身变形而引起的墙面变形值。

### 8.9.2 对土工带铺设的要求:

(1)铺设的主方向应与墙纵向垂直,以保证土工带均匀受力和共同发挥作用。另外,土工带在加筋体中应尽可能均匀分布,保证加筋体能发挥整体作用。土工带尽量均匀辐射散开,达到各结点间后半部不存在明显的无筋“巷道”;

(2)土工带在铺设时,下层填料要压实、整平,其横向倾斜度以不大于 5% 为宜,这是保证加筋材料拉紧、拉直、不卷曲、扭结、不重迭和皱褶的关键。

(3)由于土工带间的摩擦小于筋材与填料间的摩擦,因此筋材间应采用填料隔开。考虑到土工带分层铺设和填料压实厚度一般为 300mm 左右,故提出厚度不宜小于 50mm。

### 8.9.3 对填料的回填和压实的要求:

(1)参照现行行业标准《公路加筋土工程施工技术规范》(JTJ035—91)规定填料粒径不宜大于填料压实厚度的 2/3,且最大粒径不得大于 150mm 确定。

(2)加筋土工程填料的压实是加筋土工程成败的关键。为保证填料的压实,填料应分层回填和分层碾压。我国目前加筋土岸壁施工基本上是采用人工搬运和安砌墙面板,墙面板的尺寸都较小;加筋材料分层铺设的间距一般为 300mm 左右。故规定填料的分层压实厚度为 200~300mm;

(3)当采用机械回填时,必须辅以人工作业。人工作业是就近将填料搬运和摊铺在加筋材料上,当推土机摊铺填料时,加筋材料上填料的覆盖厚度不得小于 200mm。未压实的加筋体,不允许运

输车辆在上行驶,以免造成加筋材料错位;

**8.9.4** 加筋土结构面板后的倒滤层,一般采用土工织物和碎石组成的复合倒滤层,土工布贴在面板排水缝起滤水作用,板后设碎石、砾石混合层起盲沟集排水作用。