



安银建港公司 AYJG.CN  
电话: 020-87656800

中华人民共和国行业标准

JTJ 293—98

# 格形钢板桩码头设计与施工规程

Technical Standard  
for Cellular Steel Sheetpile Wharf

1998—12—11 发布

1999—06—01 实施

中华人民共和国交通部发布

标书网 [biaoshu.com](http://biaoshu.com) 编写标书, 投标



安银建港公司AYJG.CN  
电话：020-87656800

中华人民共和国行业标准

## 格形钢板桩码头设计与施工规程

JTJ293 - 98

主编单位：中港第二航务工程局

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：1999年6月1日



安银建港公司AYJG.CN  
电话：020-87656800

## 关于发布《格形钢板桩码头 设计与施工规程》的通知

交水发[1998]759号

各省、自治区、直辖市交通厅(局、委、办),部属及双重领导企事业单位:

由我部组织中港第二航务工程局等单位制定的《格形钢板桩码头设计与施工规程》,业经审查,现批准为强制性标准,编号为JTJ293—98,自1999年6月1日起施行。

本规程的管理和出版组织工作由部水运司负责,具体解释工作由中港第二航务工程局负责。

中华人民共和国交通部  
一九九八年十二月十一日



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

## 前 言

《格形钢板桩码头设计与施工规程》是在总结我国近十多年来格形钢板桩码头设计与施工的工程实践经验的基础上,并参考国外工程技术规范和文献资料编制的。本规程由交通部组织中港第二航务工程局(原交通部第二航务工程局)等单位编写。

本规程的设计原则是根据国家标准《港口工程结构可靠度设计统一标准》GB50158 制订的,并应与现行水运工程建设标准的有关规范配套使用。

本规程参考了英国标准《海工建筑物》、德国《码头岸壁建筑物委员会的建议》和日本《港口设施技术标准》中有关部分内容。

本规程对下列主要技术问题提出了相应的规定和意见:(1)格形结构应建在良好地基上,对软弱地基必须进行人工处理,优先采用换填中粗砂方法;(2)格形墙体抗剪切稳定性是这种结构特有的计算内容,本规程采用的北岛法和柯敏斯法是目前国际上广泛采用的方法;(3)目前尚未见到国外有关格形墙体侧向变位的验算方法,本规程通过专题研究提出了实用的简化公式;(4)本规程施工部分是由我国自行施工的工程实例总结而成,内容详尽,有一定指导作用。

本规程主要内容包括格形钢板桩码头的构造、作用、计算、基槽施工、格体施工、格体内回填振实与上部结构施工等,共分7章30节,附录9个。为方便执行者正确理解和掌握条文内容,本规程附有条文说明。

本规程由中港第二航务工程局负责解释,请各单位在执行过程中,注意结合工程实际总结经验,积累资料,发现问题及时函告。

本规程如进行局部修订,其修订内容将在《水运工程标准与造价管理信息》上刊登。



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

## 目 次

<b>1 总则</b> .....	1
<b>2 构造</b> .....	2
2.1 结构组成 .....	2
2.2 结构基本尺度及布置 .....	3
2.3 钢板桩 .....	4
2.4 格仓内和墙后回填 .....	5
2.5 地基 .....	6
2.6 上部结构 .....	6
<b>3 结构上的作用</b> .....	8
3.1 作用和作用效应组合 .....	8
3.2 土压力 .....	9
3.3 剩余水压力 .....	11
3.4 波浪力 .....	11
3.5 地震作用 .....	12
<b>4 计算</b> .....	13
4.1 一般规定 .....	13
4.2 抗剪切稳定性验算 .....	14
4.3 抗滑、抗倾稳定性验算 .....	16
4.4 地基承载力、沉降和整体滑动稳定性验算 .....	16
4.5 钢板桩环向抗拉强度验算 .....	17
4.6 格形墙体侧向变形估算 .....	18
4.7 上部结构计算 .....	18
<b>5 基槽施工</b> .....	20
5.1 基槽开挖与回填 .....	20



银建港公司AYJG.CN

：020-87656800

平	21
.....	22
.....	22
6.2 钢板桩的吊运与堆存	22
6.3 测量控制	23
6.4 主格体施工的海况及其措施	24
6.5 主格体的水上拼插施工	24
6.6 主格体的整体吊装施工	28
6.7 副格体的施工	33
6.8 钢板桩的防腐处理	33
6.9 格体沉放质量标准	34
7 格体内回填振实与上部结构施工	35
附录 A 主格仓半径与所需板桩数量的关系	36
附录 B 适于振冲法压密的土粒径范围	38
附录 C 标准贯入击数与相对密度的关系	39
附录 D 北岛法计算墙体的抵抗力矩	40
附录 E 柯敏斯法计算墙体的抵抗力矩	42
附录 F 格形墙体侧向变位估算	44
附录 G 中粗砂基床振动沉桩选锤参考资料	47
附录 H 振动沉桩记录	48
附录 I 本规程用词用语说明	50
附加说明 本规程主编单位、参加单位和主要起草人名单	51
附 条文说明	53



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

## 1 总 则

**1.0.1** 为统一格形钢板桩码头设计与施工的技术要求,适应港口工程技术发展的需要,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于圆格形钢板桩码头的设计与施工。采用圆格形钢板桩结构的船闸闸墙、船坞坞墙、防波堤、靠系船墩、护岸和围堰等,可参照执行。

**1.0.3** 格形钢板桩码头宜用于砂土地基、风化岩或硬粘土地基,对于软土地基必须进行地基处理。

**1.0.4** 格形钢板桩码头的设计与施工,除执行本规程的规定外,尚应符合现行水运工程建设标准的有关规定。

**1.0.5** 格形墙体和上部结构施工期间,应定期观测沉降和水平位移,竣工后应保留或设置一定数量的永久观测点,并按现行行业标准《港口设施维护技术规程》(JTJ289)的有关规定执行。

## 2 构 造

### 2.1 结构组成

2.1.1 格形钢板桩码头岸壁由格形墙体和上部结构两部分组成。上部结构可直接支承在填料上,如图 2.1.1a)所示,也可采用桩基

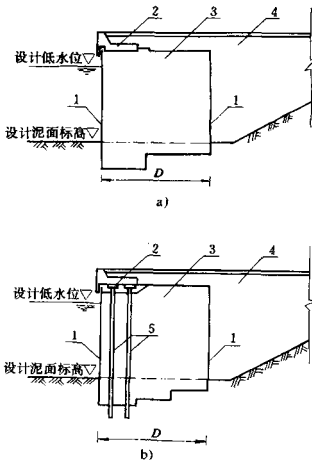


图 2.1.1 格形钢板桩码头岸壁断面型式

1-直腹式钢板桩;2-上部结构;3-填料;4-墙后回填;5-钢桩;D-主格仓直径



式钢板桩形成的主格仓和副格仓,以及格仓通常由前、后连接弧段构成,如图

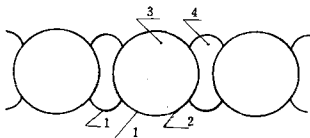


图 2.1.2 圆筒形板桩结构

1-直腹式钢板桩;2-Y形连接桩;3-主格仓填料;4-副格仓填料

## 2.2 结构基本尺度及布置

2.2.1 格形板桩结构的基本尺度及平面布置应符合下列规定,其平面布置如图 2.2.1 所示。

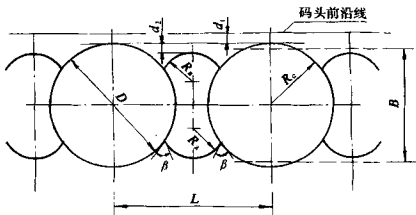


图 2.2.1 圆筒形板桩结构平面布置

$D$ -主格仓直径; $R_C$ -主格仓半径; $R_s$ -副格仓半径; $B$ -换算墙体宽度;  
 $L$ -相邻主格仓中心距(又称单元长度); $d_1$ -主格仓公切线至码头前沿线的距离; $d_2$ -主格仓公切线至副格仓连接弧段的距离; $\beta$ -Y形连接桩的夹角



安银建港公司 AYJG.CN

电话: 020-87656800

与码头岸壁高度之比  $D/H$ , 可取  $0.85 \sim$

$1.1$ 。其中  $H$  为自码头前沿设计泥面标高至码头直径  $D$  的确定应考虑施工工艺条件, 并

应符合圆格仓直径与所需板桩数量的关系, 可按附录 A 选用。

**2.2.1.2** 相邻主格仓中心距可取  $1.10D \sim 1.15D$ , 在确定该值时应考虑码头岸壁总长度的合理划分。在同一工程中, 主格仓与副格仓应各自采用相同半径。

**2.2.1.3** 副格仓连接弧段与主格仓之间应采用 Y 形桩连接, 夹角  $\beta$  宜采用  $30^\circ \sim 45^\circ$ 。

**2.2.1.4** 主格仓前沿公切线应布置在设计码头前沿线以内, 最小净距  $d_1$  不小于  $300\text{mm}$  加保护格形墙体悬臂构件的厚度。

**2.2.1.5** 副格仓连接弧段应布置在主格仓前沿公切线以内, 最小净距  $d_2$  不小于  $600\text{mm}$ 。

**2.2.1.6** 格形墙体前板桩的顶面标高应根据胸墙施工水位确定, 后板桩顶面标高可适当降低。前、后板桩的分界点, 宜设定在前 Y 形连接桩向后第 5 根或第 6 根板桩处。

**2.2.1.7** 格形墙体前板桩的设计入土深度应根据地基条件确定。对于砂土地基不应小于  $4.0\text{m}$ , 并不宜大于  $6.0\text{m}$ ; 对于硬粘土地基不宜大于  $1.5\text{m}$ ; 对于密实砂层不宜大于  $3.0\text{m}$ ; 对于岩石地基, 应在调查基岩表面风化情况后作出贯入深度的估计。板桩不得强行打入岩石内。

**2.2.1.8** 主格仓后板桩的设计底标高宜与前板桩的相同。对于砂土地基上的格形墙体, 后板桩的底标高可适当提高, 但应在码头前沿设计泥面标高以下  $1 \sim 2\text{m}$ ; 主格仓前后板桩的底面标高相差大于  $3\text{m}$  时, 应采用阶梯形过渡; 副格仓后连接弧段板桩的底标高可与设计泥面标高一致。

## 2.3 钢板桩

**2.3.1** 格形结构的钢板桩必须采用直腹式钢板桩。两根直腹式钢板桩锁口相连后的转角  $\alpha$  不应超过产品的最大允许转角, 如图

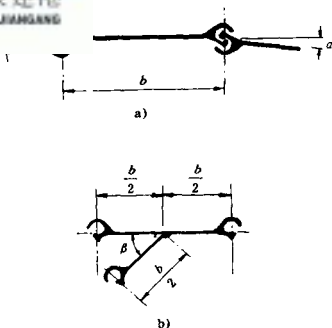


图 2.3.1 钢板桩截面

a)直腹式钢板桩;b)Y形连接桩

$b$ -板桩宽度; $\alpha$ -转角; $\beta$ -夹角

2.3.2 前板桩与后板桩因受力条件和腐蚀环境不同,两者可采用不同厚度的钢板桩。

2.3.3 后 Y 形桩与前 Y 形桩宜采用相同型号的钢板桩制作,但两者的长度应分别与主格仓的前后板桩长度一致。焊接 Y 形桩的典型截面如图 2.3.1b)所示。

2.3.4 前板桩的临水面应根据腐蚀环境和使用年限采取合适的防腐蚀措施。前板桩的临土面和埋置在土中的后板桩,通常不须要防腐。钢板桩的防腐蚀设计,应按现行行业标准《海港工程钢结构防腐蚀技术规定》(JTJ230)的有关规定执行。

## 2.4 格仓内和墙后回填

2.4.1 格仓填料宜选用中粗砂或砂砾石。如采用粉细砂作填料,应经过技术论证。不得采用粉土或粘性土作填料。



银建港公司AYJG.CN

电话: 020-87656800

振冲法予以密实,其相对密度应达到  $D_r$ , 填料的填料粒径范围可参照附录 B 选定。

采用标准贯入试验测定。标准贯入击数与相对密度的关系,可按附录 C 确定。

**2.4.4** 经振冲密实后填料的内摩擦角宜通过试验确定,在没有试验数据时,可参照现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290)的有关规定取值。

**2.4.5** 墙后填料宜采用砂类土。墙后是否设置块石减压棱体,应根据格仓受力条件及当地材料情况确定。

**2.4.6** 墙后回填应在格仓填料振冲密实完成后进行。

## 2.5 地 基

**2.5.1** 当地基为软弱土层时,在格体施工前必须对软土进行处理,应优先采用换填中粗砂方法。

**2.5.2** 建在砂土(含换填砂)地基上的格形墙体,墙体底面下应有一定宽度的经密实处理的基床,其相对密度  $D_r$  达到 60% 以上。密实处理基床的宽度可按下式计算:

$$B' \geq D + 2h \tan \theta \quad (2.5.2)$$

式中  $B'$ ——密实处理宽度(m);

$D$ ——主格仓直径(m);

$h$ ——格形墙体底面下密实处理厚度(m);

$\theta$ ——砂的压力扩散角,可取  $30^\circ$ 。

**2.5.3** 码头前沿海底或河底存在冲刷情况时,应考虑增加前板桩的入土深度或采取护底措施。

**2.5.4** 格形墙体不得建在有软弱夹层或泥化层的风化岩地基上。

**2.5.5** 如地基为坚硬岩石,格形墙体可直接置于经表面整平处理的岩面上。

## 2.6 上部结构

**2.6.1** 上部结构应在墙后回填完成后,并通过变形观测待格形墙



安银建港公司AYJG.CN

电话: 020-87656800

施工。

岸壁长度方向必须设置变形缝。上部结构,变形缝宜设置在主格仓的中心线位置;上部结构的设置应按现行行业标准的有关规定确定。

变形缝宜采用平缝,缝宽 20 ~ 40mm,缝内用弹性材料填充。

**2.6.3** 胸墙应有足够的厚度和宽度。胸墙应向格形墙体的海侧伸出足够的距离。胸墙底板的岸侧边缘应在前 Y 形桩后面距离该桩不少于 1.0m 处。

**2.6.4** 胸墙不应直接支承在板桩上。直接支承在填料上的胸墙,胸墙与板桩顶之间应有 150 ~ 200mm 的空隙。

**2.6.5** 胸墙与前板桩的内侧壁之间以及胸墙变形缝处,应采用防止漏沙措施。

**2.6.6** 胸墙基础为桩基时,宜采用全直桩。



### 3 结构上的作用

#### 3.1 作用和作用效应组合

3.1.1 格形钢板桩码头设计包括格形墙体设计和上部结构设计两部分,结构上的作用应按表 3.1.1 的规定分类。

作用分类 表 3.1.1

作用类别	格形墙体上的作用	上部结构上的作用
永久作用	内部填料的自重力; 墙体背面由土重产生的土压力; 墙体前面埋深部分的土压力; 内部填料产生的土压力; 剩余水压力	上部结构的自重力; 固定机械设备自重力; 上部结构背面填料产生的土压力
可变作用	墙体背面由码头面荷载产生的土压力; 船舶荷载; 波浪力	码头面荷载; 流动机械荷载; 码头面荷载产生的土压力; 船舶荷载; 波浪力
偶然作用	地震作用(地震力)	地震作用(地震力)

3.1.2 格形墙体设计应考虑下列三种设计状况。

3.1.2.1 持久设计状况:在结构使用期限内应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

3.1.2.2 短暂设计状况:在施工期或有某种特殊荷载时,仅按承载能力极限状态进行设计,必要时需同时按正常使用极限状态进行设计。

3.1.2.3 偶然设计状况:在使用期限内,当出现地震作用时,仅按承载能力极限状态进行设计。



计算水位分别采用不同设计水位。参与组合的永久荷载包括土重产生的主动土压力和剩余水压力;可变荷载包括墙后码头面荷载产生的主动土压力、船舶系缆力和波浪力等,其中产生荷载效应设计值最大者作为主导可变荷载,其余为非主导可变荷载。

**3.1.3.2 短暂组合:**计算水位相应采用设计低水位和设计高水位或短暂状况下某一不利水位。参与组合的永久荷载包括利用格形墙体作围堰采用水力吹填法进行墙后陆域回填时,吹填可能产生的剩余水压力和墙后土重产生的主动土压力;可变荷载如墙前波浪力等。

**3.1.3.3 偶然组合:**组合中包括地震作用,参照现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTJ225)的有关规定执行。

**3.1.4 格形墙体按持久状况正常使用极限状态设计时,**应采用荷载效应的长期组合对地基沉降进行计算。但墙体的侧向变位仍采用荷载标准值进行计算。

**3.1.5 上部结构的设计状况和荷载效应组合,**应根据其结构型式按现行行业标准的有关规定执行。

## 3.2 土 压 力

**3.2.1 格形墙体的土压力,**可近似按墙壁为平面进行计算。

**3.2.2 当墙后陆域顶面为水平,土质为砂类土时,**由土重产生的主动土压力强度标准值可按下式计算:

$$e_{ax} = \sum \gamma_i h_i K_a \quad (3.2.2-1)$$

由地面均布荷载产生的主动土压力强度标准值可按下式计算:

$$e_{aqx} = qK_a \quad (3.2.2-2)$$

$$K_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta [1 + \sqrt{\sin(\phi + \delta) \sin \phi / \cos \delta}]^2} \quad (3.2.2-3)$$



安银建港公司 AYJG.CN

电话: 020-87656800

$e_{ah}$ ——计算土压力强度标准值(kPa);

$e_{aqh}$ ——荷载产生的主动土压力强度标准值

$\gamma_i$ ——计算面以上第  $i$  层土的重度标准值(kN/m<sup>3</sup>);

$h_i$ ——计算面以上第  $i$  层土的高度(m);

$K_a$ ——计算土层土的主动土压力系数;

$\phi$ ——计算土层土的内摩擦角标准值(°);

$\delta$ ——计算土层土与墙面间的摩擦角标准值(°),可取  $\frac{1}{3}\phi$   
 $\sim \frac{1}{2}\phi$ ;

$q$ ——墙后地面均布荷载标准值(kPa)。

土压力强度的水平分量标准值按下列公式计算:

$$e_{ah} = e_{ax} \cos \delta \quad (3.2.2-4)$$

$$e_{aqh} = e_{aqx} \cos \delta \quad (3.2.2-5)$$

式中  $e_{ah}$ ——土重产生的主动土压力强度的水平分量标准值(kPa);

$e_{aqh}$ ——地面均布荷载产生的主动土压力强度的水平分量标准值(kPa)。

**3.2.3** 当码头前沿设计泥面为水平时,墙前被动土压力强度标准值按下列公式计算:

土质为砂类土时

$$e_{ax} = \sum \gamma_i h_i K_p \quad (3.2.3-1)$$

土质为粘土时

$$e_{ax} = \sum \gamma_i h_i K_p + 2cK_p \quad (3.2.3-2)$$

式中  $e_{px}$ ——被动土压力强度标准值(kPa);

$K_p$ ——计算土层土的被动土压力系数,取 1.0;

$c$ ——计算土层土的内聚力标准值(kPa)。

**3.2.4** 墙后回填土的重度和内摩擦角的标准值,应通过土工试验确定。如无试验数据时,可按现行行业标准《重力式码头设计与施



或填料在地下水位以下应取浮重度标准天然重度标准值。

### 3.3 剩余水压力

3.3.1 计算剩余水压力所采用的地下水位可根据对已有类似工程的墙后地下水位调查或观测确定。当无条件时,可根据以下情况确定;格形墙体的临水面设有排水孔时,地下水位可取设计低水位加  $2/3$  平均潮差;临水面不设排水孔时,地下水位可取设计低水位加平均潮差。

剩余水压力的分布如图 3.3.1 所示。

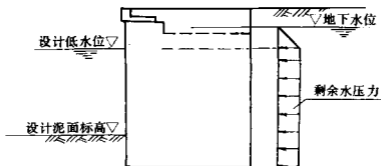


图 3.3.1 剩余水压力的分布

### 3.4 波浪力

3.4.1 格形墙体前面的波浪力,可近似按墙壁为平面进行计算。

3.4.2 当墙前波高大于  $1\text{m}$  时,应考虑波浪作用,但不考虑波浪对墙后地下水位的影响。计算用的波要素及波浪力的标准值,可按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ213)及《防波堤设计与施工规范》(JTJ298)的有关规定执行。

3.4.3 悬出格形墙体外的胸墙底部的波浪作用宜通过模型试验确定。



安银建港公司 AYJG.CN

☎ : 020-87656800

### 3.5 地震作用

地震惯性力、地震动土压力和地震动水压力。其计算可参照现行行业标准《水运工程抗震设计规范》的有关规定执行。

**3.5.2** 在格形墙体抗剪切稳定性验算中,可按下列规定计算地震作用:

(1)墙体自重力产生的水平向地震惯性力,采用重力式码头中沉箱、扶壁式码头计算公式和加速度分布图,综合影响系数  $C$  取 0.35。内部填料在地下水位以上取天然重度标准值,在地下水位以下取饱和重度标准值。

(2)墙前的动水压力可忽略不计。墙后土中水的动水压力已在土压力水下地震角中考虑。

## 4 计 算

### 4.1 一 般 规 定

4.1.1 格形钢板桩码头的稳定性,可将圆格形结构墙体用等面积的矩形格形墙体替代进行验算。

4.1.2 格形码头岸壁的稳定性可按平面问题取单位长度进行验算。

4.1.3 格形钢板桩码头的计算应包括下列内容:

- (1)格形墙体抗剪切稳定性验算;
- (2)墙体抗滑稳定性验算;
- (3)墙体抗倾覆稳定性验算;
- (4)地基承载力和沉降验算;
- (5)整体滑动稳定性验算;
- (6)钢板桩环向抗拉强度验算;
- (7)格形墙体侧向变位估算。

4.1.4 圆格形结构的换算墙体宽度  $B$  应按下式计算,如图 4.1.4 所示。

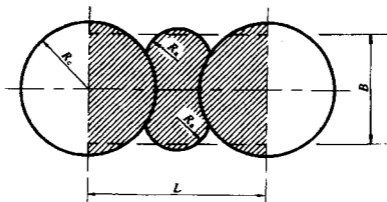


图 4.1.4 格形墙体面积与换算墙体宽度

## 4.2 抗剪切稳定性验算

4.2.1 格形墙体抗剪切稳定性的分析方法可采用北岛法或柯敏斯法(Cummings)。对于建在砂土或硬粘土地基上的格形墙体,取通过码头前沿设计泥面标高的水平面为墙体计算底面,如图 4.2.1 所示。

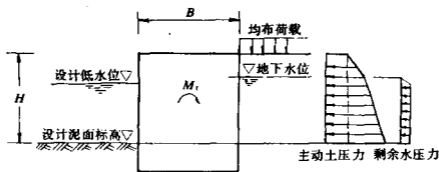


图 4.2.1 建在砂土或硬粘土地基上  
格形墙体抗剪切稳定验算

4.2.2 格形墙体抗剪切稳定性验算应采用下列基本表达式:

$$M_t - M_d \geq 0 \quad (4.2.2-1)$$

$$M_t = M_t^k / \gamma_R \quad (4.2.2-2)$$

$$M_d = \gamma_0 (\sum \gamma_G M_G + \gamma_Q M_{QZ} + \Psi \sum \gamma_Q M_Q) \quad (4.2.2-3)$$

式中  $M_t^k$ ——格仓填料和板桩锁口摩擦力对墙体计算底面处产生的抵抗力矩标准值( $\text{kN}\cdot\text{m}$ ),采用北岛法时按附录 D 计算,采用柯敏斯法时按附录 E 计算;

$M_t$ ——墙体的抵抗力矩设计值( $\text{kN}\cdot\text{m}$ );

$M_d$ ——计算底面以上墙体背后的荷载对墙体计算底面处产生的倾覆力矩(或称变形力矩)设计值( $\text{kN}\cdot\text{m}$ );



折减系数,荷载效应持久组合和短暂组合情况

取 1.00,柯敏斯法取 1.25;

折减系数,取 1.0;

$M_G$ ——按永久荷载标准值计算的荷载效应值,持久组合和短暂组合情况为永久荷载对墙体计算底面处产生的倾覆力矩(kN·m);

$M_{QZ}$ ——按主导可变荷载标准值计算的荷载效应值,持久组合和短暂组合情况为主导可变荷载对墙体计算底面处产生的倾覆力矩(kN·m);

$M_Q$ ——按非主导可变荷载标准值计算的荷载效应值,持久组合和短暂组合情况为非主导可变荷载对墙体计算底面处产生的倾覆力矩(kN·m);

$\gamma_G$ ——永久荷载分项系数,按表 4.2.2 规定采用;

$\gamma_Q$ ——可变荷载分项系数,按表 4.2.2 规定采用;

$\Psi$ ——荷载效应组合系数,持久组合和短暂组合情况取  $\Psi = 0.7$ 。

荷载分项系数

表 4.2.2

荷载效应组合情况	$\gamma_G$		$\gamma_Q$		
	土压力 $\gamma_E$	剩余水压力 $\gamma_{pw}$	土压力 $\gamma_E$	系缆力 $\gamma_{pk}$	波浪力 $\gamma_{pl}$
持久组合	1.35	1.05	1.35(1.25)	1.40(1.30)	1.30(1.20)
短暂组合	1.35	1.05	1.25	1.30	1.20

注:①持久组合采用设计高低水位时取表中较大值;

②持久组合采用极端水位时取括号内值。

**4.2.3** 在(4.2.2-2)式中,可不考虑土压力的垂直分力产生的抵抗力矩。

**4.2.4** 在抗震设计中,格形墙体抗剪切稳定性的分析方法应采用北岛法。此时,在第 4.2.2 条中的倾覆力矩设计值  $M_d$  应按照《水



银建港公司AYJG.CN

1: 020-87656800

有关公式计算确定。

,计算底面以上墙体上的荷载应包括:水平  
主动土压力、剩余水压力和系缆力。

情况的分项系数应采用下列规定值:抗力  
分项系数  $\gamma_R$  取 1.05;结构重要性系数  $\gamma_0$  取 1.00;水平向地震惯性  
力分项系数  $\gamma_{PH}$  取 1.00;地震土压力分项系数  $\gamma_E$  取 1.35;剩余  
水压力分项系数  $\gamma_{PW}$  取 1.05;系缆力分项系数  $\gamma_{PR}$  取 1.40;系缆力  
的组合系数  $\Psi$  取 0.5。

### 4.3 抗滑、抗倾稳定性验算

4.3.1 格形墙体的抗滑稳定验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。

4.3.1.1 对建在砂土地基上的格形墙体,可取通过入土深度较浅的后板桩桩尖的水平面为计算底面;滑动抵抗力应考虑墙前的被动土压力。

4.3.1.2 沿墙体计算底面的摩擦系数设计值应按下述情况取值:当格形墙体建在岩基上时,岩面为光滑情况取 0.5,岩面为粗糙情况取  $\tan\phi$ ,  $\phi$  为填料的内摩擦角;当建在砂土地基上时,取  $\tan\phi$ ,  $\phi$  为内摩擦角(取填料和地基土两者的较小值);当建在硬粘土地基上时,摩擦系数设计值取填料和地基土两者的较小值。

4.3.1.3 墙体背后主动土压力的垂直分力应予考虑。

4.3.2 格形墙体的抗倾覆稳定验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。对于建在砂土地基上的格形墙体,墙体计算底面应按第 4.3.1.1 款的规定确定。

### 4.4 地基承载力、沉降和整体滑动稳定性验算

4.4.1 格形墙体的地基承载力和沉降验算应按现行行业标准《水运工程地基规范》(JTJ250)和《重力式码头设计与施工规范》的有关规定执行。对于建在砂土地基上的格形墙体,墙体计算底面应按第 4.3.1.1 款的规定确定。



## 钢板桩环向抗拉强度验算

4.5.1 钢板桩的环向拉力设计值应按下列公式计算：

$$T = (\gamma_E e_{aH} + \gamma_{pw} P_w + \Psi \gamma_E e_{aqH}) R_C \quad (4.5.1-1)$$

$$e_{aH} = (\gamma H_1 + \gamma' H_2) K \quad (4.5.1-2)$$

$$e_{aqH} = qK \quad (4.5.1-3)$$

$$P_w = \gamma_w h_w \quad (4.5.1-4)$$

式中  $T$ ——码头前沿设计泥面标高处板桩环向拉力设计值(kN/m)；

$R_C$ ——主格仓的半径(m)；

$e_{aH}$ ——格仓填料在设计泥面标高处产生的内部侧向土压力强度标准值(kPa)；

$e_{aqH}$ ——墙体顶面均布荷载在设计泥面标高处产生的内部侧向土压力强度标准值(kPa)；

$P_w$ ——墙体内外水位差在设计泥面标高处产生的内部静水压力强度标准值(kPa)；

$\gamma$ ——地下水位以上格仓填料重度的标准值(kN/m<sup>3</sup>)；

$H_1$ ——地下水位至墙体顶面的高度(m)；

$\gamma'$ ——地下水位以下格仓填料浮重度的标准值(kN/m<sup>3</sup>)；

$H_2$ ——地下水位至设计泥面标高的高度(m)；

$q$ ——墙体顶面的均布荷载标准值(kPa)；

$K$ ——格仓填料的侧向土压力系数，取  $1 - \sin\phi$ ，其中  $\phi$  为填料的内摩擦角标准值；

$\gamma_w$ ——水的重度标准值(kN/m<sup>3</sup>)；

$h_w$ ——墙体内地下水位与墙前设计水位之间的水位差(m)；

$\gamma_E$ ——土压力分项系数，取 1.35；

$\gamma_{pw}$ ——剩余水压力分项系数，取 1.05；



的锁口强度验算应采用下列表达式：

$$R - T \geq 0 \quad (4.5.2-1)$$

$$R = R_t / \gamma_R \quad (4.5.2-2)$$

式中  $R_t$ ——锁口强度标准值(kN/m),根据产品型号的保证锁口强度取值；

$R$ ——锁口强度设计值(kN/m)；

$\gamma_R$ ——抗力分项系数,取1.6。

**4.5.3 钢板桩腹板的抗拉强度验算应采用下列表达式：**

$$f_d - \sigma \geq 0 \quad (4.5.3-1)$$

$$f_d = f_y / \gamma_R \quad (4.5.3-2)$$

$$\sigma = 1000T / A_n \quad (4.5.3-3)$$

式中  $\sigma$ ——码头前沿设计泥面标高处板桩腹板截面的平均拉应力设计值(MPa)；

$A_n$ ——扣除预留腐蚀厚度后每延米板桩腹板的截面积( $\text{mm}^2/\text{m}$ )；

$f_y$ ——钢材的屈服强度标准值(MPa),根据产品钢号的屈服强度取值；

$f_d$ ——钢材的抗拉强度设计值(MPa)；

$\gamma_R$ ——抗力分项系数,取1.20。

## 4.6 格形墙体侧向变位估算

**4.6.1** 格形墙体的侧向变位可按附录 F 估算。

**4.6.2** 侧向变位的限值,可取墙体高度  $H$  的 1.0% ~ 1.2%。

## 4.7 上部结构计算

**4.7.1** 直接支承在填料上的上部结构设计,应进行下列计算或验算：

(1)结构强度计算；





安银建港公司AYJG.CN

性验算。电话：020-87656800

桩基时，桩基的承载力和强度计算应按现行《建筑桩基技术规范》(JTJ254)的有关规定执行；上部结构应按现行行业标准《高桩码头设计与施工规范》

(JTJ291)的有关规定执行。



## 5 基槽施工

### 5.1 基槽开挖与回填

**5.1.1** 基槽开挖应符合现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》的有关规定。

**5.1.2** 回填料作业应与上下工序紧密衔接,填料前或填料作业中断时间较长时,均应检查回淤情况,当回淤厚度大于 20cm 时,应进行处理。

**5.1.3** 基槽回填应考虑水流、风浪、水深对抛填的影响,宜采取试抛确定抛填施工的施工工艺。

**5.1.4** 回填料顶面标高应预留密实沉降量,其数值可参考经验或试验资料确定。当无资料时,可取回填厚度的 4% ~ 6%。

**5.1.5** 回填料的顶面标高的允许偏差为  $\pm 30\text{cm}$ ,顶宽不得小于设计宽度。

### 5.2 回填料的密实

**5.2.1** 基槽回填料可采用振冲法密实;如有充分的技术论证,也可采用水下爆夯法密实。

**5.2.2** 基槽回填料的振冲密实宜用多机排成一列,同时施振。

**5.2.3** 采用振冲法密实时,振冲器宜选带潜水钻机的机型,其功率、振动力和振动频率等参数可根据振冲点间距和密实度要求选取;在同一机型条件下,振冲器施振时的水压、水量、下沉速度、达到密实的控制电流、留振时间和每次的提升高度,都应通过现场试验确定。

**5.2.4** 振冲点布设可为正方形或正三角形。振冲点的间距和定

密实要求和振冲器的性能由试验确定。振冲深度应在基槽底交界面。

5.2.5 密实效果的检测,应符合下列规定。

5.2.5.1 检测方法宜采用标准贯入试验法。

5.2.5.2 检测密度宜取  $500 \sim 1000\text{m}^2$  作为一个单位,设置一个检测孔位。

5.2.5.3 每个检测孔位自填砂顶面以下至少 1.5m 开始,沿孔深 1.5~2.0m 进行一次标准贯入试验,并在分段回填的交界面及基槽底交界面补作一次标准贯入试验。

5.2.5.4 密实效果的检测应在振冲完成后间歇一段时间进行,间歇时间不应小于 24h。

### 5.3 基床的清淤与局部整平

5.3.1 格体施工前,应检查基床表面有无回淤。如需清淤,可采用射流吸泥泵或潜水砂石泵进行。

5.3.2 格体施工前应对格体桩位轴线两侧各 1.5m 左右的基床进行局部整平;当采用水上拼插施工工艺时,整平后的基床表面平整度宜小于 50cm;当采用整体吊放施工工艺时,整平后的基床表面平整度宜小于 20cm。



## 6 钢板桩格体施工

### 6.1 钢板桩的检验

6.1.1 采用国外进口的钢板桩时,应具有国家商检局的检验证明。

6.1.2 钢板桩到货后应按照设计文件或技术规格书的要求进行下列检验。

6.1.2.1 必须仔细查验产品的出厂合格证、材料质量证明书和标牌,并核对三者的符合性。

6.1.2.2 应进行钢板桩的化学成份及机械性能检验,其结果必须符合产品质量标准。

6.1.2.3 应进行 Y 形连接桩纵向弯曲矢高的检验。

6.1.2.4 应进行 Y 形连接桩及异形桩的焊缝质量检验。

6.1.2.5 应进行锁口拉力试验。

6.1.2.6 应进行钢板桩长度、宽度、腹板厚度、端部直角差、弯曲矢高、重量和锁口通畅性等的检验。

6.1.2.7 应进行设计要求的其他检验。

### 6.2 钢板桩的吊运与堆存

6.2.1 钢板桩在单根或成组吊运与堆存时,不得使钢板桩损坏或产生永久变形,且应存放在排水及通风良好的地方。

6.2.2 钢板桩水平吊运时宜采用四点吊,吊点位置可参照图 6.2.2a)。格体拼插阶段,钢板桩由水平转为直立时,其吊点位置与桩长有关。当桩长小于 18m 时,可用一点吊立;当桩长大于 18m 时,应采用两点吊立,其吊点位置可参照图 6.2.2b)。



图 6.2.2 吊点位置图

**6.2.3** 钢板桩堆存处的地基应坚实平整。每排钢板桩之间的净距宜大于 30cm, 钢板桩的堆高不宜超过 1.2m, 垫木间距不宜超过 3m, 并应根据堆垛情况验算地基承载力与垫木强度。

**6.2.4** 当使用拖车运输时, 车长应满足支承点的间距要求, 否则应用托架支承。

## 6.3 测量控制

**6.3.1** 测量点布设应符合现行行业标准《高桩码头设计与施工规范》的有关规定。

**6.3.2** 当采用水上拼插施工工艺时, 格体定位测量的精度应满足下列要求。

**6.3.2.1** 主格体中心点位置及 Y 形桩中心位置的测角误差不得大于  $12''$ 。

**6.3.2.2** 主格体中心点位置及 Y 形桩中心点位置与施工基线距离的允许偏差为  $\pm 1/7000$ , 且不得大于 50mm。

**6.3.3** 当采用整体吊放施工工艺时, 格体定位控制点与施工基线控制点的距离允许偏差为  $\pm 1/7000$ , 且不得大于 50mm。

**6.3.4** 测量基线和基点的布设, 应考虑施工期及使用期格体位移和沉降观测的需要。

**6.3.5** 格体位移和沉降点的布设, 应符合现行行业标准《港口设施维护技术规程》的有关规定和按设计要求进行。



测点的观测应有连续性和长期性,在施工期  
责,竣工验收后移交使用单位定期观测。

### 格体施工的海况及其措施

**6.4.1** 主格体的水上拼插或整体沉放都要求有一个较好的海况,本规程的适用海况为:波高  $h \leq 0.5\text{m}$ ,流速  $v \leq 0.8\text{m/s}$ 。

**6.4.2** 当波高  $h > 0.5\text{m}$  或流速  $v > 0.8\text{m/s}$  时,应验算格体在施工期的稳定,并采取相应的技术措施。

## 6.5 主格体的水上拼插施工

**6.5.1** 水上拼插施工的浮式钢围圈,由圆形浮式导向围圈架、钢桩支腿和卷扬机锚缆装备三部分组成,如图 6.5.1 所示。

**6.5.2** 浮式钢围圈应根据自然条件、码头设计要求和施工特点进行设计,其结构应满足下列要求:

(1)应具有稳定可靠、定位准确、拆移方便和自重轻等性能;

(2)浮式导向围圈架高度应不小于最大水深的  $1/3$ ,顶面宽度和标高应便于施工操作和钢板桩的下沉。如顶面经常淹没于水下,应在顶面架设一层简易工作平台;

(3)浮式导向围圈架的内导环外径应小于主格体的设计内径。

**6.5.3** 浮式导向围圈架由钢桁架、圆浮箱、导向环及桩位孔组成,其结构和拼装要求如下:

(1)浮式导向围圈架可分成多榀单体制造,各榀结构相同;

(2)浮式导向围圈架下水之前,用楔形块体楔住各单体之间的活接头,形成一个整体;

(3)钢桁架呈环形,分上、中、下三层布设,各层之间用杆件联结;

(4)浮箱为圆形断面的环形结构,置于各单体桁架之间,浮箱体积应经计算确定;

(5)导向环分设上导向环和下导向环,上、下导向环均由内、外环构成,内环固定于钢桁架上,外环固定于导桩上,内、外环的净距

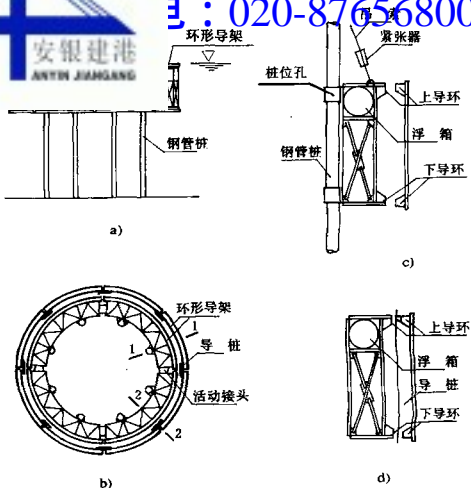


图 6.5.1 浮围图结构示意图

a)立面图;c)1-1剖面图;

b)平面图;d)2-2剖面图

应大于钢板桩连接处锁口的厚度；

(6)桩位孔均匀布设于浮式导向围图架内圆周上。一般每幅单体设两个孔；

(7)浮式导向架的顶面应设中心点和“+”形标志。

**6.5.4 钢管桩支腿的直径、壁厚、长度应经计算确定，钢管桩支腿与浮式导向围图架之间采用拉条联结，每根钢管桩顶设两根拉条，拉条夹角宜成  $60^\circ$ ，拉条下端附设一个紧张器。**

**6.5.5 卷扬机锚缆装设在浮式导向围图架顶面，卷扬机的能力和相应的锚、缆装备，均应经计算选定。**



平面定位,可按下列方法进行:

插设钢管桩支腿,调整浮式钢围囿中心点偏位值,使之小于或等于 50mm,下沉钢管桩支腿。

**6.5.7** 浮式钢围囿高程定位应根据潮差情况采用一次定位或两次定位,其程序可按下列方法进行:

(1)当浮式钢围囿顶面浮升达到控制高程时,应立即调整各条拉条长度,使其松紧一致,并向浮箱内充水;

(2)采用水准仪测量高程,满足允许偏差  $\pm 30\text{mm}$ 。

**6.5.8** 浮式钢围囿的平面定位和高程定位符合要求后,应将浮式导向围囿架与钢管桩支腿之间用楔子楔紧,并固定拉条上的紧张器及卷扬机的锚缆,如发生倾斜坡度大于 5‰时,应立即纠正。

**6.5.9** 钢板桩的拼插,可按下列方法进行。

**6.5.9.1** Y 型桩中心点按照设计位置准确地插设在浮式导向围囿架顶面内导环上,使偏位值小于 10mm。

**6.5.9.2** 导桩的挂设应满足下列要求:

(1)导桩位置按要求的分段间距和分段内钢板桩的锁口位置挂设,其误差应小于 10mm;

(2)Y 形板桩将作为拼插的起始桩,Y 形桩可以作导桩;

(3)导桩沿径向和环向均应保持垂直;

(4)导桩用螺栓联结于内导环上。

**6.5.9.3** 外导向环安装在导桩的外侧面,用螺栓固定,外导向环的接头应位于导桩处。

**6.5.9.4** 运输钢板桩的驳船,应具备足够的稳性,钢板桩应按不同规格和拼插次序分别堆放。

**6.5.9.5** 钢板桩的拼插应由导桩处开始沿内导向环依次进行,可以采用单根或成组钢板桩的形式拼插,每两根导桩之间作为一个拼插闭合段,钢板桩拼插时,宜自重下沉,不宜采取压锤或锤击等助沉措施。





下列的规定:

附近的桩位;

之间;

(3)当闭合桩插入困难需要压锤或锤击时,宜将其左右侧的钢板桩提升适当高度。

**6.5.12** 外导向环应在钢板桩拼插闭合后拆卸。

**6.5.13** 沉桩设备应根据地质条件、钢板桩强度和桩重进行选择,锤的能量不宜过大,沉桩时不应使桩身产生变形或锁口脱离。对砂土地基,宜用振动锤。锤的技术性能可参考附录 G。

**6.5.14** 钢板桩应分阶下沉,顺、逆时针往复循环施打(振),并按下列要求进行:

(1)每次施打(振)下沉量不宜过大,随着桩入土深度的增加每次下沉量应减少,对砂基宜控制在 0.5~1.0m 之间;采用振动锤在单桩(组)上连续施振时间,不宜超过 5min;

(2)宜采用间隔施打(振);

(3)宜采用两套沉桩设备对称施打(振);

(4)宜采用成组桩施打(振);

(5)每次施打(振)时应先行下沉 Y 形桩;

(6)锤的中心线应与桩轴线保持一致。

**6.5.15** 沉桩过程中应按附录 H 中表 H.1 的格式逐根(组)填写沉桩记录,一个主格体沉桩完成后应按附录 H 中表 H.2 的格式填写实测偏差表。

**6.5.16** 浮式钢围堰的吊出应按下列方法进行。

**6.5.16.1** 浮箱排水宜采用气压排水法,压力 0.05~0.1MPa。各箱排水速度应一致,防止浮围堰架发生倾斜现象。

**6.5.16.2** 钢桩支腿拔出有困难时,可采用振动或水冲等辅助措施。

**6.5.16.3** 浮式导向围堰架径向收缩后整体吊出,各吊索长度应一致,吊索与浮围堰架间夹角不小于 60 度。



架吊出后,应立即在主格体顶部设置钢筋将钢板桩用螺栓临时固定在加固环上,并在土中,填料数量应保证主格体临时稳定。

## 6.6 主格体的整体吊装施工

**6.6.1** 整体吊装施工宜采用陆上拼装方法,陆上拼装场地的布置,应满足下列要求。

**6.6.1.1** 拼装场地应邻近施工现场,水域条件应满足起重船的吊运作业要求。

拼装场地的地面标高不宜过高,应综合考虑水位变化和起重船起吊高度以及吊幅的限制。

**6.6.1.2** 拼装格体钢板桩的环形基础应满足驳岸整体稳定的要求,其平面尺寸应由格体的设计直径和地基承载力确定;基础的厚度应考虑拼插钢板桩时的冲击力。

**6.6.1.3** 拼插设备宜采用塔吊,塔吊的选型和布置宜兼顾钢板桩的卸装船和后方堆存区的钢板桩吊运。

**6.6.1.4** 钢围圈的钢管桩支腿基础可采用杯形基础;杯口顶标高应与钢板桩格体环形基础顶标高一致,支腿插入杯基的深度应与钢围圈沉放时沉入基床的设计稳定深度一致。

**6.6.1.5** 钢围圈和塔吊基础都应设置防台锚碇设施。格体环形基础表面的每根钢板桩桩位处还应设置预埋铁件,以便在台风袭击时钢板桩底部与预埋件临时焊接锚固。

拼装场应设置供操作人员上下钢围圈的脚手架。

**6.6.2** 整体吊装施工的主要设备应符合以下要求。

**6.6.2.1** 钢围圈的设计应按下列原则进行:

(1)钢围圈应有足够的强度和刚度,设计时必须充分考虑水动力、波浪力和风压力等荷载的最不利组合,并按拼插、吊运、定位、沉桩和上拔的工况特点分别计算;

(2)钢围圈的结构形式可参照图 6.6.2-1 设计,一般采用空间桁架结构;

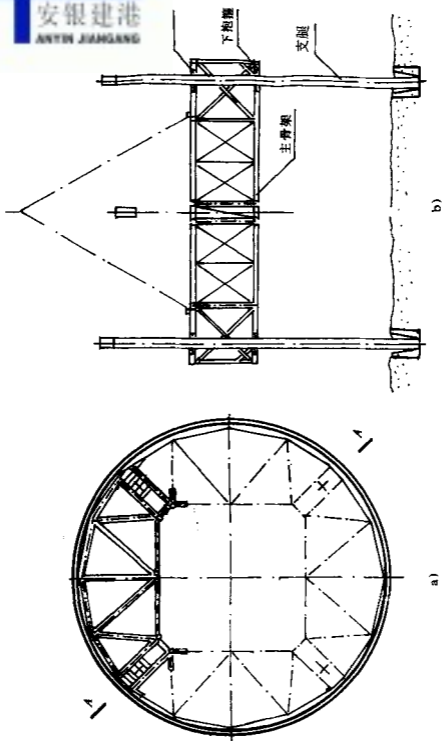


图 6.6.2-1 钢圈结构示意图

a) 平面图; b) A-A 剖面图



环的外直径,应比钢板桩格体设计直径略取外直径的 0.2~0.25 倍,且不小于 4m;应不妨碍沉桩夹具及替打顺利通过为限;

采用钢管桩,其直径和壁厚应由计算确定且直径不宜小于 600mm,壁厚不宜小于 12mm,支腿在基槽中的埋深根据计算确定,支腿在主骨架顶面以上的外伸长度,不宜小于 5m;

(5)设置在钢围图顶面的工作平台,应不影响测量定位的通讯和振动沉桩作业;

(6)固定钢围图的抱箍,由螺栓悬挂装置和液压锁紧装置组成。锁紧装置的液压千斤顶的选型,根据钢围图自重和钢围图吊出时的最大上拔力确定。液压千斤顶宜采用中央控制台集中操作。

### 6.6.2.2 吊索及吊具应符合下列规定:

(1)主格体的吊具见图 6.6.2-2 所示。上吊具应保证起重船主钩、下吊具吊索和钢围图吊索三者准确、牢固的联接。下吊具应使格体中的钢板桩处于自然悬垂状态,使格体不承受水平力,并保证格体的设计几何尺寸;

(2)下吊具的直径应与格体的直径相同,下吊具吊耳的中心与格体每根钢板桩的中心一一对应;

(3)吊索的长度应保证格体起吊时钢围图和钢板桩之间不产生相对错动,吊索的制作应确保索长的误差在设计允许范围以内;

钢板桩吊索应与每根钢板桩一一对应,吊索长度不宜小于 1.0m。

### 6.6.3 格体的陆上拼插应按下列方法进行。

6.6.3.1 拼插前应将每根桩位精确地测放在格体环形基础面上,逐根标明桩的中心位置,桩位应与格体沉放定位时的方位一致。

6.6.3.2 钢围图在拼装场上就位时的中心点偏差应控制在 20mm 以内。

6.6.3.3 格体拼插时,宜用 Y 形桩作定位桩,定位桩用经纬仪

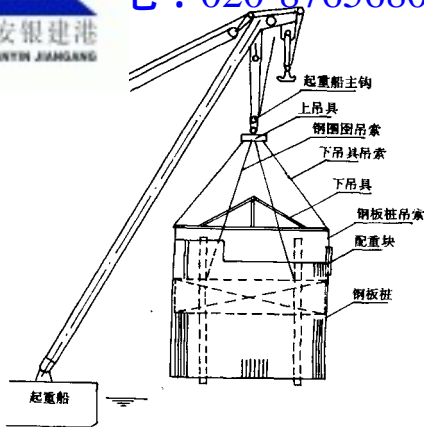


图 6.6.2-2 格体吊运示意图

校正桩位和垂直度后,应及时与钢围圈主骨架和底部环形基础临时固定。

**6.6.3.4** 在条件允许情况下,宜采用成组钢板桩拼插,并由相邻的定位桩开始向中间合拢。在拼插顺序上宜顺风向作业。

**6.6.3.5** 单个格体的拼插应连续作业,一次性闭合。在拼插过程中应对已插钢板桩进行临时系牢于钢围圈上。

**6.6.3.6** 格体钢板桩拼插完毕,应沿围圈上、下导环逐根桩设置限位块,防止格体与钢围圈间产生较大的相对位移。

**6.6.3.7** 当格体钢板桩的重心与形心不重合时,应在格体起吊前安设配重块。

**6.6.4** 格体的吊运与定位应按下列方法进行。

**6.6.4.1** 格体起吊至离地面一定高度时,应实测格体成型后的直径。当实测直径与设计直径差异较大时,应调整格体沉放的中

选择在高平潮进行。

选用 Y 形连接桩作为定位桩。

**6.6.4.4** 格体沉放定位宜采用两台经纬仪前方直角交会法进行(见图 6.6.4),格体定位满足要求时应及时下沉钢围堰支腿。

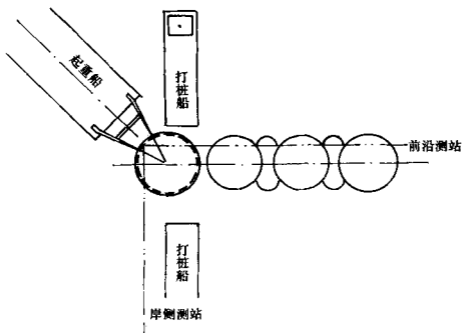


图 6.6.4 格体沉放定位图

**6.6.5** 格体定位完成后应卸除配重块,并按第 6.5.14 条的规定振动下沉格体钢板桩。

**6.6.6** 钢围堰吊出前应进行格仓内第一次填砂,填砂的高度宜取格体高度的 1/3,在第一次填砂后,拆除限位块。

**6.6.7** 钢围堰可根据钢支腿的埋深和起重船的起重能力一次整体吊出或将钢支腿逐根拔出一定深度后再整体吊出。钢围堰吊出后,应及时送回拼装场,并应对限位块、抱箍、螺杆等进行清理维护。

**6.6.8** 钢围堰吊出后,应尽快进行第二次填砂,在台风季节必须立即进行第二次填砂。格仓内第二次填砂时应考虑一定的超填量。



银建港公司AYJG.CN

：020-87656800

5.7 副格体的施工

安装前,应准确测出连接桩的径向和环向的  
根据实测数据绘制副格体钢板桩闭合图。

**6.7.2** 钢围图安装位置应根据实测副格体钢板桩闭合图确定,并在相应的主格体上作出标记。

**6.7.3** 副格体施工顺序宜先海侧后陆侧,陆侧宜滞后最少一个格体。

**6.7.4** 副格仓钢围图应选择低潮位进行安装,安装时按主格体上标示的位置将钢围图安放到两侧主格体桩顶上,经检查无误后进行临时固定。

**6.7.5** 副格体钢板桩拼插应由两端开始向中间合拢;钢板桩落入基槽前,吊钩不宜完全放松;钢板桩拼插后,应及时进行临时固定。

**6.7.6** 副格体钢板桩的下沉,可参照 6.5.14 条执行;并按 6.5.15 条填写施工表格。

## 6.8 钢板桩的防腐处理

**6.8.1** 钢板桩的防腐处理应根据设计防腐要求按现行行业标准《海港工程钢结构防腐蚀技术规定》的有关规定执行。

**6.8.2** 涂装前应进行表面处理的质量检验。

**6.8.3** 涂层数和涂膜厚度应符合设计要求,并应及时测定湿膜厚度以保证干膜厚度。每层涂料必须干燥后方可涂下一层。

**6.8.4** 采用牺牲阳极保护时,阳极块的安装应符合下列要求。

**6.8.4.1** 牺牲阳极块必须牢固地安装在钢板桩上,并应与钢板桩进行短路联接。

**6.8.4.2** 当采用陆上安装时,牺牲阳极块与钢板桩的连接强度应充分考虑沉桩振动的影响。

**6.8.4.3** 当采用水下电焊安装牺牲阳极块时,焊缝应进行检查,必要时应采用水下摄影或水下电视进行监控。



安银建港公司 AYJG.CN  
 电话: 020-87656800

格体沉放质量标准

材质、焊接质量和防腐处理必须符合设计

要求和规范中的有关规定。

6.9.2 沉桩后的钢板桩严禁出现锁口脱开的现象。

6.9.3 钢板桩的桩尖标高及入土深度应满足设计要求。

6.9.4 桩位实测偏差应满足表 6.9.4 的要求。

格体施工允许偏差表

表 6.9.4

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检测单元 和数量	单元 测点	检测位置	检测方法
1	格体前沿线		+250 -0	每个主格 逐个检测	1	主格前沿纵 轴线的板桩 中轴线顶点	用经纬 仪测
2	设计标高 处桩顶平 面位置	切向	±200	每个主格 副格逐个 检查	10	主格体轴线位 置纵横四根桩 和四根连接桩 及副格纵轴线 位置两根桩	用经 纬仪测
		径向	+250 -0				
3	垂直度		1%				吊线用 钢尺量
	桩顶 标高	浅基	±50				用水准 仪测
		桩基	+ (a - 20) -0				

注:①实测偏差应以格体设计位置为准,检测时间为格体内抛砂振实后。

②序号中允许偏差+、-符号的说明;

序号1 向岸为+,向海(江)为-;

序号2 切向:顺时针为+,逆时针为-;径向:向外为+,向心为-;

序号3 标高:向上为+,向下为-。

③a为钢板桩顶与上部结构底之间的设计间隙,以毫米计。

④浅基系指上部结构直接支承在填料上,桩基系指上部结构直接支承在基桩上。





## 7 格体内回填振实与上部结构施工

**7.0.1** 回填料的材质应符合设计要求。并按现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》的有关规定执行。

**7.0.2** 格仓回填应及时、迅速和均匀抛填，施工应采用工效高、抗风浪能力强，能灵活操作的船机，并不得碰撞格体。

**7.0.3** 格体填砂宜采用振冲密实，振冲后的密实度应满足设计要求；振冲深度应穿过基床顶面不小于 1.0m；振冲设备及参数的确定，应按第 5.2.3~5.2.5 条的规定执行。

**7.0.4** 密实效果宜用标准贯入试验法按下列要求检测：

(1)检测孔的数量：每个主格仓 4 个，每个副格仓 2 个；

(2)每个检测孔位，从格仓填砂顶面以下 1.5~2.0m 开始，沿孔深 3~4m 进行一次标准贯入试验；

(3)检测时间应在振冲完成后间歇时间不小于 24h 进行。

**7.0.5** 上部结构的施工应按现行行业标准《高桩码头设计与施工规范》或《重力式码头设计与施工规范》的有关规定执行。

## 附录 A 主格仓半径与所需板桩数量的关系

A.0.1 直腹式钢板桩  $R_c - N_s$  的关系如图 A.0.1、表 A.0.1-1 和表 A.0.1-2 所示。

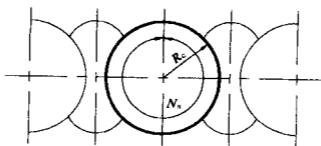


图 A.0.1  $R_c - N_s$  关系示意图

$R_c$ —主格仓半径； $N_s$ —钢板桩数量

直腹式钢板桩  $R_c - N_s$  关系 ( $b = 500\text{mm}$ ) 表 A.0.1-1

$N_s$	$R_c(\text{m})$	$N_s$	$R_c(\text{m})$	$N_s$	$R_c(\text{m})$	$N_s$	$R_c(\text{m})$
60	4.775	82	6.525	104	8.276	126	10.027
62	4.934	84	6.605	106	8.435	128	10.186
64	5.093	86	6.844	108	8.594	130	10.345
66	5.252	88	7.003	110	8.753	132	10.504
68	5.411	90	7.162	112	8.913	134	10.663
70	5.570	92	7.321	114	9.072	136	10.823
72	5.730	94	7.480	116	9.231	138	10.982
74	5.889	96	7.639	118	9.390	140	11.141
76	6.048	98	7.799	120	9.549	142	11.300
78	6.207	100	7.958	122	9.708	144	11.459
80	6.366	102	8.117	124	9.868	146	11.618



安银建港公司 AYJG.CN  
电话: 020-87656800

				$N_s$	$R_c(m)$	$N_s$	$R_c(m)$
			346	198	15.756	222	17.666
152	12.096	176	14.006	200	15.915	224	17.825
154	12.255	178	14.165	202	16.075	226	17.985
156	12.414	180	14.324	204	16.234	228	18.144
158	12.573	182	14.483	206	16.393	230	18.303
160	12.732	184	14.642	208	16.552	232	18.462
162	12.892	186	14.801	210	16.711	234	18.621
164	13.051	188	14.961	212	16.870	236	18.780
166	13.210	190	15.120	214	17.030	238	18.939
168	13.369	192	15.279	216	17.189	240	19.099
170	13.528	194	15.438	218	17.348		

直腹式钢板桩  $R_c - N_s$  关系 ( $b = 400mm$ ) 表 A.0.1-2

$N_s$	$R_c(m)$	$N_s$	$R_c(m)$	$N_s$	$R_c(m)$
60	3.820	104	6.625	148	9.425
64	4.075	108	6.880	152	9.680
68	4.330	112	7.135	156	9.935
72	4.585	116	7.370	160	10.190
76	4.840	120	7.645	164	10.445
80	5.095	124	7.900	168	10.700
84	5.350	128	8.150	172	10.955
88	5.605	132	8.405	176	11.210
92	6.855	136	8.660	180	11.465
96	6.115	140	8.915	184	11.710
100	6.370	144	9.170	188	11.975

注:  $b$  为直腹式钢板桩宽度。

A.0.2 主格仓板桩数应为偶数, 连接弧板桩数宜为奇数。

## 附录 B 适于振冲法压密的土粒径范围

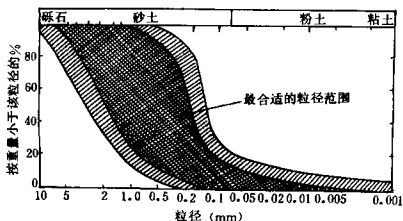


图 B 适于振冲法压密的土的粒径范围

## 附录 C 标准贯入击数与相对密度的关系

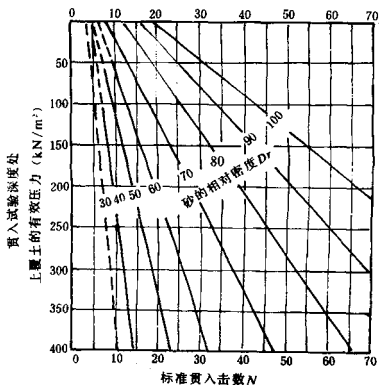


图 C 标准贯入击数  $N$  与相对密度  $D_r$  的关系



## 附录 D 北岛法计算墙体的抵抗力矩

**D.0.1** 格形墙体的抵抗力矩标准值,可按下式计算:

$$M_1^k = M_{w_0} + M_{ts} \quad (\text{D.0.1})$$

式中  $M_1^k$ ——墙体计算底面处抵抗力矩标准值(kN·m);

$M_{w_0}$ ——格仓内部填料产生的抵抗力矩标准值(kN·m);

$M_{ts}$ ——板桩锁口摩擦力产生的抵抗力矩标准值(kN·m)。

**D.0.2** 格仓内部填料产生的抵抗力矩标准值,根据不同的设计状况可按下列公式计算:

(1)持久设计状况和短暂设计状况

$$M_{w_0} = \frac{1}{6} \gamma R_0 H_0^3 \quad (\text{D.0.2-1})$$

$$R_0 = \frac{2}{3} V_0^2 (3 - V_0 \cos \phi) \tan \phi \sin \phi \quad (\text{D.0.2-2})$$

$$V_0 = B/H_0; \quad (\text{D.0.2-3})$$

$$H_0 = \frac{1}{\gamma} \sum \gamma_i h_i \quad (\text{D.0.2-4})$$

式中  $B$ ——换算墙体宽度(m);

$H_0$ ——换算墙高(m);

$\gamma$ ——填料的换算重度标准值(kN/m<sup>3</sup>),一般取 10kN/m<sup>3</sup>;

$\gamma_i$ ——第  $i$  层填料的的重度标准值(kN/m<sup>3</sup>);

$h_i$ ——第  $i$  层填料的高度(m);

$\phi$ ——内部填料的内摩擦角标准值(°)。

(2)偶然设计状况

在公式(D.0.2-1)中,取

$$R_0 = V_0^2 (3 - V_0 \cos \phi) \sin \phi \quad (\text{D.0.2-5})$$

产生的抵抗力矩标准值, 在设计状  
况:

$$M_{ts} = \frac{1}{6} \gamma R_s H_s^3 \quad (\text{D.0.3-1})$$

$$R_s = \frac{3}{2} V_s f \tan \phi; \quad (\text{D.0.3-2})$$

$$V_s = B/H_s; \quad (\text{D.0.3-3})$$

$$H_s = 2 \sqrt{\sum P_i / \gamma \tan \phi} \quad (\text{D.0.3-4})$$

式中  $H_s$ ——换算墙高(m), 参见图 D.0.3;

$P_i$ —— $i$  层填料土压力的合力标准值(kN/m), 土压力系数

取  $\frac{\tan \phi}{2}$ ;

$f$ ——板桩锁口的摩擦系数标准值, 取 0.3。

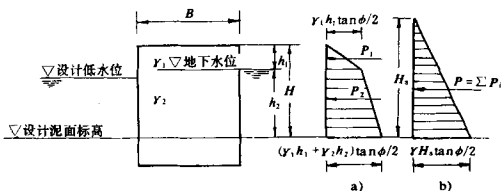


图 D.0.3 换算墙高

a) 内部填料土压力分布;

b) 换算土压力分布



## 附录 E 柯敏斯法计算墙体的抵抗力矩

**E.0.1** 格形墙体的抵抗力矩标准值,可按下式计算:

$$M_i^k = M_{w0} + M_{fs} \quad (\text{E.0.1})$$

式中  $M_i^k$ ——墙体计算底面处的抵抗力矩标准值(kN·m);

$M_{w0}$ ——格仓内部填料产生的抵抗力矩标准值(kN·m);

$M_{fs}$ ——板桩锁口摩擦力产生的抵抗力矩标准值(kN·m)。

**E.0.2** 格仓内部填料产生的抵抗力矩标准值,在持久设计状况和短暂设计状况下可按下列公式计算:

$$M_{w0} = \frac{1}{6} \gamma B^2 H (3 \tan^2 \phi - \frac{B}{H} \tan^3 \phi) \quad (\text{E.0.2-1})$$

$$\gamma = \sum \gamma_i h_i / H \quad (\text{E.0.2-2})$$

式中  $B$ ——换算墙体宽度(m);

$H$ ——墙体自码头前沿设计泥面标高至码头顶面的高度(m);

$\gamma$ ——填料的平均重度(kN/m<sup>3</sup>);

$\gamma_i$ ——第  $i$  层填料的重度标准值(kN/m<sup>3</sup>);

$h_i$ ——第  $i$  层填料的高度(m);

$\phi$ ——内部填料的内摩擦角标准值(°)。

**E.0.3** 板桩锁口摩擦力产生的抵抗力矩标准值,在持久设计状况和短暂设计状况下可按下列公式计算:

$$M_{fs} = P_s f B \quad (\text{E.0.3-1})$$

$$P_s = \sum P_i \quad (\text{E.0.3-2})$$

$$K = \tan^2(45^\circ - \phi/2) \quad (\text{E.0.3-3})$$

式中  $f$ ——板桩锁口的摩擦系数标准值,取  $f=0.3$ ;





安银建港公司 AYJG.CN

填土内填料产生的侧向土压力合力标准值

生的土压力合力标准值(kN/m);

土压力系数。

## 附录 F 格形墙体侧向变位估算

**F.0.1** 格形墙体的侧向变位应满足下式要求：

$$S \leq \rho H \quad (\text{F.0.1})$$

式中  $S$ ——墙体顶面的侧向变位(m),如图 F.0.1 所示;  
 $H$ ——墙体自设计泥面标高至码头顶面标高的高度(m);  
 $\rho$ ——系数,取 0.010~0.012。

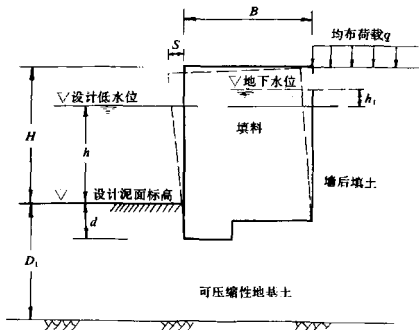


图 F.0.1 墙体变位

**F.0.2** 墙体顶面的侧向变位可按下列公式估算：

$$S = 0.214(H/B)^2 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 K_8 K_9 \quad (\text{F.0.2-1})$$

$$K_1 = \frac{B}{13.788 + 0.2552B} \quad (\text{F.0.2-2})$$

$$K_2 = \frac{(D_1/H)^2}{0.174 + 1.107(D_1/H)^2} - 0.2(D_1/H) + 0.4291 \quad (\text{F.0.2-3})$$



$$\frac{1}{h/H} - (h/H) + 0.082 \quad (\text{F.0.2-4})$$

$$\frac{3.65(d/B) - 0.42}{(d/B) - 0.069} \quad (\text{F.0.2-5})$$

15, 当  $d/B < 0.15$  时, 取  $K_4 = 1.0$ 。

$$K_5 = \frac{338}{K_{n1}} + 0.11 \quad (\text{F.0.2-6})$$

$$K_6 = 1.9 - \frac{(K_{n2}/K_{n1})}{0.346 + 0.765(K_{n2}/K_{n1})} \quad (\text{F.0.2-7})$$

$$K_7 = 4.0 - \frac{(K_{n3}/K_{n1})}{0.055 + 0.278(K_{n3}/K_{n1})} \quad (\text{F.0.2-8})$$

$$K_8 = 1.353 - \frac{\delta}{28.21 + 1.174\delta} \quad (\text{F.0.2-9})$$

$$K_9 = \frac{1.16(q' - 30)}{HY_w} + 1.0 \quad (\text{F.0.2-10})$$

$$q' = q + \frac{\gamma_w h_1}{1 - \sin\phi'} \left( \frac{h + 0.5h_1}{H} \right) \quad (\text{F.0.2-11})$$

式中  $B$ ——换算墙体宽度(m);

$K_1 \sim K_9$ ——影响系数;

$D_1$ ——码头前沿设计泥面标高以下地基压缩层厚度(m)。

对于厚层砂土地基,  $D_1$  的最大取值为  $B$ ; 对于岩基、密实砂或硬粘土地基, 取  $D_1 = 0$ ;

$h$ ——墙前设计水位以下的水深(m);

$d$ ——前板桩的入土深度(m);

$K_{n1}$ ——格仓内填料的邓肯(Duncan)模型模量数, 应根据三轴试验确定, 试验方法参见行业标准《土工试验规程》SOS01—79。当无试验数据时可根据其相对密度  $D_r$ , 在图 F.0.2 中查得;

$K_{n2}$ ——墙后填料的邓肯模型模量数。当填料为砂类土时, 取值方法与  $K_{n1}$  相同; 当填料为碎石土时,  $K_{n2}$  取值不小于 800;

$K_{n3}$ ——地基土的邓肯模型模量数。当为砂土地基时, 取值



银建港公司 AYJG.CN

电话: 020-87656800

相同;当为硬粘土地基时,应取土工试验为岩基时,  $K_{n3} = 1.0$ ;

$i$  墙面间的摩擦角标准值( $^{\circ}$ ),取  $\frac{1}{3}\phi \sim$

$$\frac{1}{2}\phi;$$

$q$ ——墙后均布荷载标准值( $\text{kN}/\text{m}^2$ );

$\gamma_w$ ——水的重度标准值( $\text{kN}/\text{m}^3$ );

$h_1$ ——墙后地下水位与墙前设计水位之间的水位差( $\text{m}$ );

$\phi'$ ——墙后填料的有效内摩擦角标准值( $^{\circ}$ ),由土工试验确定。

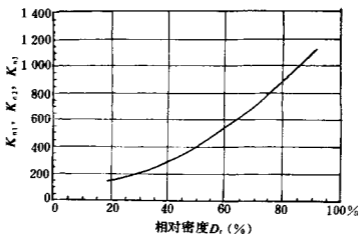


图 F.0.2 参数  $K_{n1}$ 、 $K_{n2}$ 、 $K_{n3}$



安银建港公司 AYJG.CN  
 电话：020-87656800

## 附录 G 中粗砂基床振动沉桩选锤参考资料

表 G

锤 型		NVA-40SS (日本)	DZ-30 (上海)	DZ-45 (兰州)
电动机功率(kW)		30	45	45
偏心力矩(kN·cm)		15	21	25
振动频率(rpm)		1200	1100	1150
激振力(kN)		241	280	370
空载振幅(mm)		8.6	7.6	7.7
锤重(kg)		2200	3334	3790
锤身尺寸 (mm)	高	1700	1945	2261
	宽	880	1180	1284
	高	778	1033	968
桩型		ROMBASS00J(卢森堡)		
桩宽(mm)		500		
沉入中密砂层深度(m)		4.0	4.0	6.0
桩尖所能达到的砂层 N 值		15	25	30



安银建港公司 AYJG.CN  
电：020-87656800

### 附录 H 振动沉桩记录

施工单位：  
桩锤型号：

工程名称：  
地面标高：

沉桩小组：  
表格编号：

沉桩日期：

桩号	规格	桩长 (m)		累计沉入时 间或锤击数	累计沉入量 (m)	桩顶标高(m)		桩位偏差	
		设计	实际			设计	实际	径向(cm)	倾斜(%)

技术负责：

审核：

记录：



		陆侧	海侧	陆侧	海侧	陆侧	海侧	陆侧	海侧	陆侧
设计座标 (m)	A									
	B									
实测座标 (m)	A									
	B									
实测与设计 座标差值 (mm)	$\Delta A$									
	$\Delta B$									
径向偏差(mm)										
切向偏差(mm)										
切向倾斜度(%)										
径向倾斜度(%)										
设计桩顶标高(m)										
实测桩顶标高(m)										
备 注	1. 径向偏差,增大为“+”; 2. 切向偏差,顺时针为“+”; 3. 径向倾斜度,倾向圆心为“+”; 4. 切向倾斜度,顺时针倾斜为“+”。									

实测日期:

技术员:

计算:

测量:



安银建港公司AYJG.CN  
电：020-87656800

## 附录 I 本规程用词用语说明

**I.1** 为便于在执行本规程条文时区别对待,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”。

**I.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”。





安银建港公司AYJG.CN  
☎：020-87656800

## 本规程主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主编单位：中港第二航务工程局

参加单位：中交水运规划设计院

交通部第四航务工程勘察设计院

中港第一航务工程局

武汉港湾设计研究院

主要起草人：黄际雄 陈光福

(以下按姓氏笔画为序)：

王启茂 方 顶 龙健若 刘杏忍

李振宽 陈 斌 黎文德



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

中华人民共和国行业标准

格形钢板桩码头设计与施工规程

JTJ293—98

条文说明



安银建港公司AYJG.CN  
电话：020-87656800

## 制定说明

本规程是根据交通部交基发(1994)1269号文制定。主编单位中港第二航务工程局,参加单位有中交水运规划设计院、中港第一航务工程局、交通部第四航务勘察设计院和武汉港湾设计研究院。

本规程总结了我国所完成的格形钢板桩码头工程实践经验,参考了国外有关标准和文献,内容完整、自成体系。为推广应用这种新结构提供了依据。

本规程既符合国家标准的要求,与现行行业标准可配套使用,又与国际标准有可对比性。

本规程编写组成员分工:第一至第四章:龙健若、李振宽、刘杏忍、黎文德;第五至第七章:陈光福、王启茂、陈斌、方顶。

本规程的总校人员:仇伯强、黄际雄、陈光福、盛周伟、刘杏忍、龙健若、李振宽、周开国、谢开蓉。

本规程的条文与条文说明具有同等效力,由中港第二航务工程局负责解释。

本规程于1998年2月11日通过部审,于1998年12月11日颁布,1999年6月1日实施。



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

## 目 次

<b>1 总则</b> .....	58
<b>2 构造</b> .....	59
2.1 结构组成.....	59
2.2 结构基本尺度及布置.....	59
2.3 钢板桩.....	60
2.4 格仓内和墙后回填.....	61
2.5 地基.....	61
2.6 上部结构.....	62
<b>3 结构上的作用</b> .....	63
3.1 作用和作用效应组合.....	63
3.2 土压力.....	63
3.3 剩余水压力.....	63
3.4 波浪力.....	64
3.5 地震作用.....	64
<b>4 计算</b> .....	65
4.1 一般规定.....	65
4.2 抗剪切稳定性验算.....	65
4.3 抗滑、抗倾稳定性验算.....	67
4.4 地基承载力、沉降和整体滑动稳定性验算.....	67
4.5 钢板桩环向抗拉强度验算.....	67
4.6 格形墙体侧向变位估算.....	68
<b>5 基槽施工</b> .....	69
5.1 基槽开挖与回填.....	69
5.2 回填料的密实.....	69



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

.....	70
.....	71
.....	71
.....	71
6.3 测量控制 .....	72
6.4 主格体施工的海况及其措施 .....	72
6.5 主格体的水上拼插施工 .....	72
6.6 主格体的整体吊装施工 .....	74
6.7 副格体的施工 .....	74
6.8 钢板桩的防腐处理 .....	74
6.9 格体沉放质量标准 .....	75
7 格体内回填振实与上部结构施工 .....	76



安银建港公司AYJG.CN  
电：020-87656800

## 1 总 则

**1.0.1** 格形钢板桩结构用于码头工程,国外已有几十年历史,我国自 80 年代后期将其应用于码头工程,已建成 3.5~5 万吨级泊位共 8 个,积累了该类码头工程的设计和施工经验。

**1.0.2** 格形钢板桩结构的平面形状有圆形结构、鼓形结构和四叶形结构。码头岸壁通常采用圆形格形结构,是由于它具有下列优点:

(1)每个圆格仓能够单独建造,格仓内填充填料一经完成,自身就是独立稳定的。副格仓的板桩和回填施工可以滞后进行。

(2)当某一圆格仓出现破坏,一般不会危害相邻圆格仓。

(3)圆形钢板桩格体利于整体吊放施工,适于快速施工。

当船闸闸墙、船坞坞墙、防波堤、靠系船墩、护岸和围堰等建筑物采用圆格形钢板桩结构时,除作用在结构上的荷载和墙体的工作状态有所不同外,其设计原则、计算方法和构造是基本相同的,因此也可参照本规程执行。

**1.0.3** 格形墙体为重力式结构,要求建造在承载力较好的地基上。在国外已有将格形钢板桩码头建在软弱地基上失败的例子。



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

## 2 构 造

### 2.1 结构组成

**2.1.1** 直接支承在填料上的上部结构的特点,是将胸墙的自重和它承受的荷载直接传至格仓内填料上,再传至地基。这种结构型式在美国波特兰港第4、第6作业区码头岸壁中采用,在德国也采用这种型式,广州港南沙港区1~5泊位码头岸壁是我国首例格形钢板桩码头,该码头的胸墙是直接支承在填料上。

采用桩基础的上部结构的特点,是将胸墙的自重和它承受的荷载通过支承桩传至地基持力层,格形墙体的功能只起挡土作用。这种结构型式在日本四日市港第2码头等格形码头中采用,我国深圳盐田港一期工程格形钢板桩码头中胸墙是采用桩基础。

图2.1.1中的上部结构仅是一种参考形式。

**2.1.2** 副格仓连接圆弧段有设前后两片的,也有只设前片而省去后片的,但格形墙体省去后连接圆弧段后,副格仓的面积不计入换算墙体宽度的计算。

### 2.2 结构基本尺度及布置

**2.2.1** 本条是格形结构的基本尺度及平面布置应遵守的基本要求。

**2.2.1.1** 格形钢板桩码头岸壁的高度 $H$ 是由总体设计确定的,主格仓的直径 $D$ 可以根据 $D/H = 0.85 \sim 1.20$ 这一经验比值予以初步确定,再通过各项稳定性验算和钢板桩环向抗拉强度验算,直至选择的格形墙体断面尺寸满足上述要求。

在板桩锁口强度的允许条件下,增大主格仓的直径并不一定



安银建港公司AYJG.CN

电：020-87656800

于格仓填料体积增加所产生的费用一般约比值宜取较大值。

需要的围囿和吊具等专用设备的制作费用较大,为了减少施工费用,主格仓和副格仓应各自采用相同半径。

连接圆弧段的半径不宜过小,其最小半径受直腹式板桩间的最大允许转角的限制。当上部结构采用桩基,要求连接弧距主格仓公切线的距离较大使圆弧段半径受到限制时,可采用异型板桩如腹板为曲线或折线形板桩,但其费用将比直腹式板桩高。

**2.2.1.3 副格仓连接弧段与主格仓交点处的夹角**,可以从 $90^\circ$ (T形)到 $30^\circ$ (Y形)之间变化。但采用Y形连接桩要优于T形连接桩。因为:①在Y形连接桩处及附近的板桩将产生较有利的应力状况;②连接弧段允许有更大的几何尺寸配合的灵活性;③连接弧段板桩易于合龙和施打。

**2.2.1.4 主格仓在施工过程会出现下列变位**:①钢板桩格体定位和沉桩的偏差;②格仓内回填引起格体直径胀大或倾斜;③墙后回填造成墙体前移和倾斜。为适应上述变位应将主格仓的公切线设置在码头前沿线以内不小于300mm,该值不包括上部结构设置有保护格形墙体的悬臂构件的厚度。根据国外经验和我们的观测资料,这个数值可以作为控制码头前沿线的参考值。

**2.2.1.5 连接圆弧段应设在主格仓公切线以内最少600mm**,是为了避免连接弧段超出主格仓的公切线。当上部结构采用桩基时,该净距可能还要增大。

**2.2.1.6 考虑到前Y形连接桩处的应力状况和变形情况都较为复杂**,故将分界点限制在前Y形桩后第5根或第6根板桩处,使后板桩减短不致于影响格形结构的安全。

**2.2.1.7 本条对前板桩在不同地基条件下的入土深度提出的建议和限制**,是以国内外文献资料和工程实践总结为依据的。

## 2.3 钢板桩

**2.3.1 格形结构中的钢板桩**,只有采用直腹式钢板桩,方能承受





直腹式钢板桩,使用时需要从国外进口。

、法国、日本、美国和英国,其中除英国外,其余国家产品的规格和锁口型式基本相同,均如本条文附图所示。常用的单桩宽度  $b$  为 400mm 和 500mm,板桩腹板厚度为 9.5mm 和 12.7mm。

直腹式钢板桩的供货长度,一般不超过 20m,否则应向供货厂商提出特别定货,因对超长板桩的装卸和运输需要采取特别措施。

格形钢板桩码头岸壁高度和主格仓直径的选择都要受到钢板桩产品的锁口强度的限制。

2.3.3 Y形连接桩有焊接的、铆接的和热轧的三种制作形式,普遍采用生产厂家提供的焊接 Y形桩。

## 2.4 格仓内和墙后回填

2.4.1 格形结构的特点之一,就是利用格仓填料的内部剪切阻力来抵抗外部侧向荷载,故格体内填料的选择是很重要的。

2.4.3 振冲密实的效果采用标准贯入试验来确认,即利用附录 C 给出的标准贯入击数与相对密度的关系,是目前国内外广泛应用的方法。

2.4.4 现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》有关土的内摩擦角的取值未考虑振冲密实的影响,故振冲密实后填料的内摩擦角最好经过试验确定,在难于取得原位不扰动土样的情况下可取实际填料的样品,在试验室制成不同相对密度分别进行三轴试验予以确定。

## 2.5 地 基

2.5.1 在软弱土层建造格形钢板桩码头时,对地基的处理必须特别慎重。实践表明,换填中粗砂是一种可靠的处理方法,故应优先采用。

## 2.6 上部结构

真造成的格仓变形对后续工序的影响,故作出本条规定。

格形墙体变形是否趋于稳定,可根据位移与时间关系曲线予以判断。

**2.6.4** 由于直腹式钢板桩的纵向抗弯刚度很小,胸墙不应直接支承在板桩上。直接支承在填料上的胸墙,胸墙与板桩顶面之间应预留空隙如图 2.6.4 所示。

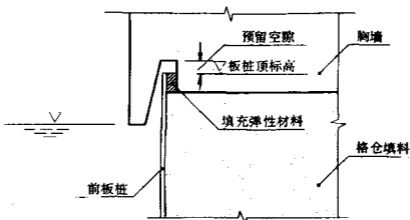


图 2.6.4 板桩顶部处理示意图

**2.6.5** 胸墙与前板桩的内侧壁之间应填充防止漏沙的弹性材料,其位置如图 2.6.4 阴影部分所示。

**2.6.6** 在格仓内施打斜桩比施打直桩更困难,故不宜采用斜桩。



### 3 结构上的作用

#### 3.1 作用和作用效应组合

**3.1.1** 本规程根据国家现行行业标准《港口工程结构可靠度设计统一标准》(GB50158—92)(以下简称《统标》)采用以分项系数表达的概率极限状态设计法。

本规程所涉及到的永久作用和可变作用均为直接作用,故永久作用亦称永久荷载,可变作用亦称可变荷载,作用效应组合亦称荷载效应组合。

**3.1.2** 本条中三种设计状况与《统标》中的规定一致。

**3.1.3** 承载能力极限状态设计所考虑的三种荷载效应组合与《统标》中的规定一致。

#### 3.2 土 压 力

**3.2.1** 迄今为止,国内外仍普遍采用这一假定用于计算格形墙体内外侧的土压力。

计算格形墙体背面的主动土压力时,墙背摩擦角 $\delta$ 的取值与现行行业标准《板桩码头设计与施工规范》一致。

**3.2.3** 墙前被动土压力与墙体入土部分的水平位移量有关,考虑到墙体入土部分的水平位移量小,故一般采用 $k_p = 1.0$

#### 3.3 剩余水压力

**3.3.1** 格形墙体后面的地下水位与潮位变化,格仓填料和格形墙体下面土体的透水性,前板桩上采取排水孔措施的类型及其效果,以及陆域水源产生的地下水的流量等因素有关,很难由计算确定,



安银建港公司AYJG.CN

电：020-87656800

结构物进行调查确定。

料侧压力引起的环向拉力作用下,它的  
剩余水压力,可在前板桩设置排水孔。

当桩尖下方地基为透水性良好的砂土,且平均潮差不大时,亦可不设排水孔。前板桩设有排水孔时,地下水位取设计低水位加  $2/3$  平均潮差,是根据日本《港口设施技术标准》的建议确定的。前板桩不设排水孔,地下水位取设计低水位加平均潮差,是以广州港黄浦新沙港区 1~5 号泊位工程设计实例为依据,该建议值是由丹麦“金硕”咨询公司派出的总工程师,在审查新沙港区 1~5 号泊位格形钢板桩码头设计时提出的。该工程的平均潮差 1.6m。

### 3.4 波浪力

3.4.3 悬出墙体外的胸墙底部直接承受波浪作用,且可能出现波能集中现象,目前尚无合适的计算方法,必要时可由模型试验确定。

### 3.5 地震作用

3.5.2 本规程对地震情况格形墙体的抗剪切稳定性验算只采用日本北岛法,而该方法给出地震情况时格仓填料产生的抵抗力矩值是正常情况时的 2.4 倍(当  $\phi = 32^\circ$ ),同时日本《港口设施技术标准》与我国现行行业标准《水运工程抗震设计规范》两者计算地震力的系统也不一致。为使本项计算与日本标准相协调,本规程采用了调整综合影响系数  $C$  的办法,并通过 2 个实例计算校准,将水平地震惯性力计算公式的综合影响系数  $C$  取为 0.35。



## 4 计 算

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 在设计计算圆形格形结构墙体时,是用假想的矩形格形结构替代,即假定圆形格形墙体的前墙、后墙和中间横隔墙均为直线,替代后的平面面积与实际圆格形结构的面积相等。

**4.1.3** 计算内容是根据格形墙体可能的破坏模式确定的。英国标准《海工建筑物》给出的相应破坏模式如图 4.1.3 所示。

### 4.2 抗剪切稳定性验算

**4.2.1~4.2.3** 格形墙体抗剪切稳定性的分析方法,目前常用的有北岛法、柯敏斯法和太沙基法。根据国内外对上述三种分析方法的使用经验表明,在同一算例条件下,三者的结果相对于各自的容许安全系数而言,北岛法和柯敏斯法两者比较接近,而太沙基法偏小,过于保守,故本规程推荐北岛法和柯敏斯法。

对于格形墙体的抗剪切稳定性验算,由于国内已建成的格形钢板桩码头数量很少,可统计的数据有限,目前尚无法按可靠度进行分析,只能采用原设计方法中建议的容许安全系数进行转化换算,即用校准的方法转化为以概率为基础的极限状态设计表达式,其中采用的各种荷载分项系数与现行行业标准《重力式码头设计与施工规范》取得一致。

**4.2.4** 柯敏斯法的抗震计算方法目前尚未搜集到,只能列出北岛法,本条中的抗力分项系数  $\gamma_R$ ,即为《水运工程抗震设计规范》中的抗震调整系数  $\gamma_{RE}$ 。

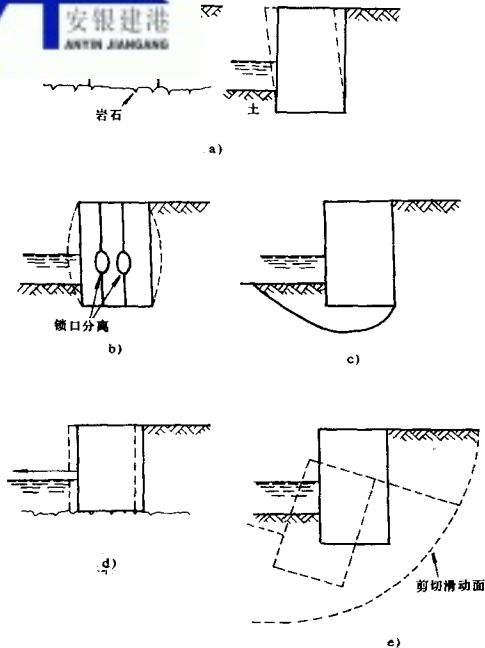


图 4.1.3 格形墙体的破坏模式

- a) 在填料内剪切破坏而侧倾；
- b) 板桩锁口的破坏；
- c) 基底下土的剪切破坏；
- d) 基底面水平滑动；
- e) 墙体和挡土的总体剪切滑动



在砂土地基上的格形墙体,当前后板桩入土较浅的后板桩桩底标高的水平面为墙体的计算底面,对于计算墙底底面以下前板桩的抵抗作用不予考虑,只作为安全储备。

#### 4.4 地基承载力、沉降和整体滑动稳定性验算

4.4.2 验算整体滑动稳定时,滑动面应取在前板桩桩尖以下。

#### 4.5 钢板桩环向抗拉强度验算

4.5.1 本条计算是一种简化计算,即对单个圆形主格仓的环向拉力进行计算,并假定单个主格仓相当于一个承受内部压力的薄壁圆筒进行计算。内部压力应包括由内部填料自重和格仓顶面均布荷载产生的侧向土压力,以及剩余水压力。

主格仓的最大环向拉力的位置,是在格仓填满填料后产生最大鼓胀点的位置。模型试验和原型观测结果表明,最大鼓胀点一般发生在码头前沿泥面以上墙体高度  $H$  的  $1/3 \sim 1/5$  处。考虑到本条计算中,未计及格形墙体在不平衡侧向荷载作用下,临水面板桩的环向拉力会有增加,故本规程规定对码头前沿泥面处的板桩环向抗拉强度进行计算。

格仓内填料的侧向土压力系数  $K$  的取值;日本《港口设施技术标准》取  $K = 0.6$ ,与填料的内摩擦角无关;英国标准《海工建筑物》(BS6349)建议取静止土压力系数;德国《码头岸壁建筑物委员会的建议》(EAU 1990)取  $K = 1 - \sin \phi'$ ,  $\phi'$  为有效内摩擦角。对于非粘性土  $\phi'$  为内摩擦角,根据国内外原型观测表明,侧向土压力系数  $K$  取  $0.6$  过于保守,故本规程取格仓填料的侧向土压力系数  $K = 1 - \sin \phi$ ,即静止土压力系数的一般表达式。



安银建港公司 AYJG.CN

☎ : 020-87656800

格形墙体侧向变位估算

格形钢板桩码头侧向变位估算方法,是由长江水利科学研究院于 1997 年 3 月,在完成本规程的专题试验研究《格形钢板桩码头侧向变形分析试验研究》基础上提出的

受交通部基建司委托,交通部第二航务工程局组织专家小组于 1997 年 4 月对该项试验研究进行了评议,评议意见如下:

该项研究包括三个方面内容即离心模型试验,有限元分析和侧向变位的简化计算公式。

研究工作中所采用的模型试验与计算分析相结合的技术路线正确、方法先进;试验和计算成果能相互验证,规律性较好,对深入理解变形机理有重要理论意义,所提供的位移简化公式简单,易于设计单位应用。本项研究成果资料丰富,达到了预期目标,建议将所提供的简化公式收入相应的规范中,但有鉴于目前实测资料较少,简化计算公式的可靠性还需要通过实践进一步检验,故建议将此公式列入规范附录。

本规程编制组对附录 F 给出的侧向变位估算方法进行了试算,计算结果表明,该方法可以用来估算格形墙体的侧向变位。

由于在侧向变位计算公式中,只有影响系数  $K_0$  与侧向荷载建立直接关系,故侧向变位仍按荷载标准值进行计算。

**4.6.2 控制格形墙体顶面处的横向变位是为了保证码头的正常使用。**





## 5 基槽施工

### 5.1 基槽开挖与回填

**5.1.1** 格形钢板桩码头基槽开挖基本上与重力式码头相同,因而直接引用重力式码头规范。

**5.1.2** 基槽开挖与回填过程中的回淤或夹淤是影响施工质量的主要因素,因此,强调施工的连续性和对回淤情况的检测与处理。

**5.1.3** 基槽回填的质量与水流、风浪、水深的关系极大,因此,强调采用试抛来选择最佳的施工工艺。施工经验表明,优先采用开底船或开孔船的抛填工艺,可以减小水流对抛填料的筛分作用,对提高抛填质量有积极效果。

### 5.2 回填料的密实

**5.2.1** 1989~1992年在广州、深圳两地的码头工程基槽回填的振实均采用振冲密实,取得了良好的效果。爆夯法用于基槽回填砂振实工程中,要注意振动波对周围建筑的影响。当采用分层爆夯时,还须考虑爆夯冲击波对基槽边坡的稳定性,避免坍塌而造成回淤,为此,应作充分的技术论证。

**5.2.3** 振冲密实法的技术参数均与水(潮)流、水深、砂质、回填砂厚度有关,为此通过现场试验、典型施工取得切实的技术参数对保证施工质量、加快施工进度都是必要的,有利的。

**5.2.4** 根据广州新沙、深圳盐田两个工程对国产振冲器的施工实践,对中密要求的填料,其振冲孔距以1.5~2.5m,定位偏差控制在20cm以内为宜;振冲深度穿过回填料与基槽底交界处,是为确保该处的密实度。



安银建港公司 AYJG.CN

☎ : 020-87656800

原样作密实效果检测困难,故推荐标准

.....<sup>2</sup> 作为一个检测单位是根据广州、深圳两个工程实践确定的,当工程量小,且振冲密实条件不稳定时取小值,反之取大值。

**5.2.5.3** 振冲密实效果与回填砂检测点的上复压力有关,规定检测点在砂面以下至少 1.5m 是经验取值,回填料交界面及基槽底交界面均是振冲密实的薄弱位置,故应补作一次标准贯入试验。

**5.2.5.4** 密实效果与砂土中的孔隙水压力消失时间有关,规定振冲后间歇 24h 进行检测,是经验取值。

### 5.3 基床的清淤与局部整平

**5.3.2** 影响格体沉放的基床范围,仅是格体桩位轴线两侧各 1.5m 左右的局部面积,故对此作局部整平;而整平高差随拼插工艺而异,故对水上拼插与整体吊放作了不同规定。



## 6 钢板桩格体施工

### 6.1 钢板桩的检验

6.1.1 目前国内暂不生产直腹式钢板桩,需要进口,因此规定首先取得国家商检局检验证明。

6.1.2.2 鉴于各生产厂家的检验标准有差异,因此未列出检验的具体指标。

6.1.2.3 Y形连接桩纵向弯曲矢高检验方法:将待测桩置于检测平台上,在其侧面锁口两端拉直线量其矢高。

6.1.2.5 锁口拉力的检验在万能试验机上进行,试件长度根据试验机能力可定为 50mm 或 100mm(允许偏差  $\pm 1\text{mm}$ ),经拉力试验,测出破坏拉力  $F_d$ ,则相应的每延米锁口拉力值为:

$$F = KF_d \quad (6.1.2.5)$$

式中  $F$ ——钢板桩锁口拉力(kN/m);

$K$ ——校正系数,对 50mm 的试件,取  $K = 23$ ;对 100mm 的试件,取  $K = 11$ 。

6.1.2.6 锁口通畅性检查用 2m 长样板锁口尺,以一人拉可以顺利通过为合格。

### 6.2 钢板桩的吊运与堆存

6.2.1~6.2.2 格形钢板桩(直腹式钢板桩)的特点是纵向刚度差,为防止吊运与堆存过程中产生永久变形或损伤,故作相应的规定。

国外厂家可以按购货方的要求单根或成组(两根或两根以上)供货。为了减少钢板桩的吊运变形,提高拼插工效,采购时宜选用



安银建港公司 AYJG.CN

电话：020-87656800

供货时，宜选部分单根桩，以便施工中搭配

一般开设在距桩端 25cm 处，如对吊孔位置  
时提出。

### 6.3 测量控制

6.3.1 条文的规定，基本上参照现行行业标准《高桩码头设计与施工规范》的有关章节的规定和已建格形钢板桩码头施工的经验。

6.3.2~6.3.3 主格体定位精度的要求是按照水上拼插与陆上整体吊放两种工艺的特点与设计要求的。控制主格体中心点的最终目的是控制码头的总长度和前沿线位置符合设计的总体要求。

6.3.6 格形钢板桩码头的位移和沉降观测，对施工期与营运期都极为重要，为此，强调了观测的连续性与长期性。

### 6.4 主格体施工的海况及其措施

6.4.1 主格体的水上拼插或整体沉放都受波浪和流速的制约，这是格形钢板桩码头有别于其他码头结构的特点，本节提出的适用海况，波高  $h \leq 0.5\text{m}$ ，流速  $v \leq 0.8\text{m/s}$ ，是根据我国在国外某 30 万吨船坞施工和国内广州、深圳的施工实践拟定的。

6.4.2 当  $0.5\text{m} < h < 1.5\text{m}$  时，编写组曾委托重庆交通学院水港系进行了模型试验，寻求有效的防浪措施。

模型试验作了竹筏式防浪屏与方驳式防浪屏两种方案，详见《格体施工期防浪措施试验研究报告》。

由于经费等原因，试验工作未能深化，尚未达到实用阶段，但可供制定防浪技术措施的参考。

### 6.5 主格体的水上拼插施工

6.5.2 浮式导向钢围圈架的高度是十分重要的尺寸，综合分析各方面的技术资料后，本节采用浮式导向钢围圈架的高度为施工区



之一,是较为适宜的。浮式导向钢围圈架主格体的设计内径,其数值大小与钢板桩的富裕量和钢板桩的数量有关,条文中未作在钢围圈制作前,对钢板桩的有关数值作

检测统计,最后确定直径。

**6.5.3** 浮式导向围圈架为多榀单体组装而成,最少为四榀,各榀之间沿环向设置活动接头联结,活动接头的设计应使浮围圈架沿径向收缩 100mm,使之能顺利地吊出主格体,但活动接头不能用于调整钢围圈的直径;浮箱的体积,宜使浮箱的浮力不小于浮围圈架的重量的 1.8 倍。

**6.5.6** 钢围圈平面定位中的浮标,其偏位值一般在 1~2m 范围。

**6.5.7** 浮式钢围圈的高程定位中的一次定位,系指潮差较小,且桩顶标高高于施工水位,钢围圈一次定位后就可完成沉桩的全部作业;两次定位系指潮差较大,且桩顶标高经常处于施工水位以下,必须进行两次定位才能完成全部沉桩作业,即第一次将浮式钢围圈高程定在水面以上,便于钢板桩对准导向环拼插,当钢板桩拼插整体闭合或分阶下沉至钢围圈顶面标高后,再将钢围圈顶面降至桩顶设计标高以下 30cm 左右,继续完成全部沉桩作业。

在两次定位中,由于受到浮围圈架高度的限制,应在浮围圈架顶面上增设一层操作平台,以保证水上作业;如果条件允许,采用送桩法沉桩,则可不用两次定位方式。

**6.5.9** 拼插作业,应分段拼插,分段闭合,有利于最后形成格体圆筒形整体闭合。分段的段长宜短不宜长,一般是各段的桩数不要超过 20 根,拼插时不宜使用异形桩调位。

导桩可采用工程桩,也可以制作专用桩。

**6.5.14** 采用交替循环,不间断地复打方法,可使桩均匀受力,逐步下沉,防止钢板桩发生倾斜和回转,是一种正确的打入方法。条文中限制钢板桩每次打入的深度,其目的是要减少钢板桩锁口内的土塞阻力,确保钢板桩顺利下沉,一次下沉量 1.5m 应视为上限。桩入砂层深度超过 3m 时,每次下沉量不宜大于 1.0m;桩入砂层深



银建港公司AYJG.CN

1: 020-87656800

量不宜大于0.5m。

或两根以上的成组下沉为宜,因为单根桩且效率也低。

6.5.17 在沉箱回中后,在主格体顶部设置钢筋混凝土或钢质固定环是确保格体填砂前的稳定措施。

## 6.6 主格体的整体吊放施工

6.6.1 本条是陆上拼装场地的施工规定,在已建场地可供利用的前提下,采用陆上拼装场拼装是一个快速和经济的方案。国外也有水上平台拼装的作法。

6.6.2 本条是整体吊放施工主要施工设备的规定。设置上吊具是可以避免诸多大直径吊索重叠于起重船主钩上,产生不均受力和操作困难之弊端。

6.6.3 陆上拼插采用的限位块其作用是保证格体几何尺寸,防止格体在吊运定位、沉放过程中产生变形。限位块放置在钢板桩锁口与导向环之间,与桩接触面应设置硬木。

配重块是在格体内的钢板桩长度、厚度不一时调整格体重心之用。可用铸铁或混凝土制作,每件重一般控制在 $2\sim 3t$ 。

6.6.8 格体在施工期的稳定是工程成败的关键。防台风的主要措施是,及时进行格体沉放后的回填。如果格体沉放后来不及填料就有台风预报,暂时不吊出钢围囿可以起到一定的防台作用。

## 6.7 副格体的施工

6.7.3 副格体施工以紧密配合主格体施工为原则。先拼插海侧,可为陆侧施工创造平静的水上环境,陆侧宜滞后海侧至少一个格体是为了减少施工干扰。

## 6.8 钢板桩的防腐处理

6.8.1 《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》是海港工程钢结构的防腐设计施工和维护管理的通用规范,故本条直接引用。



安银建港公司 AYJG.CN

除涂料品种而异,施工时应索取生产厂家的  
操作规程的依据。

#### 1) 格体沉放质量标准

**6.9.4** 格体施工允许偏差表 6.9.4 中对桩顶平面位置以切向和径向两个指标控制,对圆形格体来说,更为实用。

在桩顶标高允许偏差项中,当下部结构是桩基时,考虑格体后期钢板桩的沉降会造成钢板桩顶与上部结构底部的间隙增大,故规定  $+(a-20), -0$ 。



安银建港公司AYJG.CN

电话：020-87656800

## 7 格体内回填振实与上部结构施工

**7.0.2** 格体回填时,由于格体缺乏抵抗能力,因此要求回填的船机具有工效高,抗风浪能力强,操作灵活、平稳,禁止碰撞格体。