

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.02.040

# 钢板桩围堰在上海堤防专项维修中的应用

杨 潇

(上海市堤防泵闸建设运行中心,上海市 200080)

**摘 要:** 为了减少围堰建设的能耗,增加围堰的安全性,减少围堰建设过程中对周边环境的影响,通过对钢板桩围堰的适用性以及设计流程的分析,并通过钢板桩围堰在上海堤防维修工程中的具体案例,说明了钢板桩围堰的设计流程。钢板桩围堰的应用,即减少了建设能耗,又减弱了建设过程对周边环境的影响,从而能产生巨大的环境效益和社会经济效益。

**关键词:** 钢板桩围堰;设计流程;实例应用

中图分类号: TV875

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)02-0141-03

## 0 引言

上海地属滨江临海,地势低平,拥有 26 000 余条河道,长度达 25 000 余米。堤防工程在上海市的防汛中十分重要,为确保城市正常运行和人民生命财产安全而必须经受各种严峻考验<sup>[1]</sup>。堤防的新建、改造以及加固的施工过程中,底板的施工需要借助设置围堰来确保干法施工。

目前上海市施工围堰的粗放设计暴露出能耗大、效率低、成本高等诸多弊端。施工围堰不按设计图纸施工会对结构自身及人员安全、周边环境、工期等产生影响,进而影响到整个项目的顺利进行<sup>[2]</sup>。为了减少围堰建设的能耗,增加围堰的安全性,减少围堰建设过程对周边环境的影响,本文旨在依据上海市标准《堤防工程钢板桩围堰技术标准》(DG/TJ 08-2341—2020),研究钢板桩围堰的设计流程及其在上海市堤防专项维修中的应用。

## 1 钢板桩围堰设计流程

### 1.1 钢板桩围堰的适用性分析

钢板桩围堰较传统围堰,如木桩围堰、槽钢围堰等有着安全性高、周边环境适应性好、对周边构筑物影响小等优点。同时单排钢板桩围堰不需要在 2 排桩之间加入土方来抗渗,不需要有大量土方进出,对周边环境的影响更小,更具有推广性。显然,使用钢板桩围堰而产生的环境效益和社会效益更加突出。

但是相对地受制于钢板桩材质特点,钢板桩围堰的单位造价会略高于同等级别的传统围堰。

因此,钢板桩围堰的适用范围主要为环境保护要求高或存在重要保护对象、河道过水断面有明确限制要求、文明施工要求较高的工程。

### 1.2 钢板桩围堰设计的步骤

(1)确定围堰级别及围堰顶标高:根据围堰所在岸段确定围堰级别和围堰顶标高。

(2)场地及周边环境调查:确定围堰实施岸段的场地条件及周边环境,明确钢板桩围堰是否适用,尤其注意围堰实施岸段是否存在管线、硬质结构、高压电线等设施。

(3)基本资料收集:确定围堰实施岸段的边界条件——地质条件、墙前泥面、基坑挖深、挡水高度等。

(4)围堰选型确定:根据围堰临水侧高度和基坑挖深来确定钢板桩围堰的长度和最小惯性矩,再根据最小惯性矩确定具体的围堰型式,如单排围堰、单排加强围堰和双排围堰等,并选定对应型式下的钢板桩规格<sup>[3]</sup>。

(5)围堰复核计算:根据围堰所在岸段的地质条件进行分析,复核选定围堰的安全性,若复核结果没有问题,则绘制围堰图纸;若复核存在问题,则对围堰选型进行优化,绘制围堰图纸。

钢板桩围堰规范化设计步骤见图 1。

## 2 钢板桩围堰在上海市堤防专项维修中的应用

本文选取黄浦江右岸专项维修的一公用岸段为例,进行分析说明,该路段总长为 1 568 m。

收稿日期: 2021-05-08

作者简介: 杨潇(1986—),女,硕士,工程师,从事堤防技术管理工作。

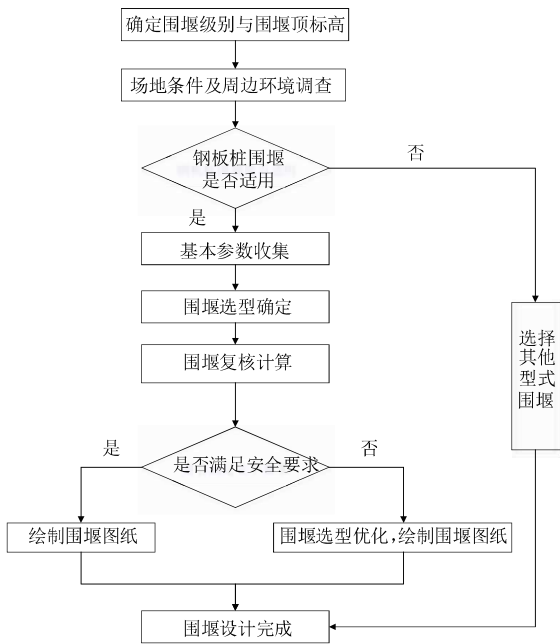


图1 钢板桩围堰规范化设计步骤

## 2.1 工程等级和规范

### 2.1.1 工程等级

根据《上海市防汛指挥部关于修订调整黄浦江防汛墙顶标高分界及补充完善黄浦江、苏州河非汛期临时防汛墙设计规定的通知》(沪汛部[2017]1号文件),拦路港段、红旗塘(上海段)、大泖港段(北朱泥泾及向阳河向下游至黄浦江干流段)和太浦河(上海段)防汛墙为II等工程3级水工建筑物。新建或永久性防汛墙按2级水工建筑物设计、按100a一遇流域防洪规范(或历史最高水位)校核。

### 2.1.2 设计规范

(1)防洪规范:根据《太湖流域防洪规划》,青松大控制片外围涉及流域泄洪干道的黄浦江、苏州河等边界按流域50a一遇洪水规范设计;远期可防御不同降雨典型的100a一遇洪水。本工程是太湖流域防洪骨干河道的重要组成部分,因此本工程防洪规范按50a一遇规范设计,100a一遇规范校核,并按上海市米市渡站历史最高水位复核。

(2)除涝规范:上海地区除涝规范采用1963年型相当于20a一遇最大24h面降雨量,且采用与降雨过程同步实测潮位过程。据《上海市各分片最大24h面雨量频率分析》,青松大控制片20a一遇最大24h的面雨量为180.2mm。

(3)抗震规范:根据《水工建筑物抗震设计规范》(NB 35047—2015),本工程位于地震烈度7度区,参考《上海市黄浦江防汛墙工程设计技术规定(试行)》(2008年5月)第4.2.2条,本工程建筑物按地震烈

度7度设防,地震动峰值加速度为0.1g。

## 2.2 计算参数的选择

根据《上海市黄浦江防汛墙工程设计技术规定(试行)》中设计水位确定,本工程特征水位统计见表1,表中P为洪水频率。

表1 特征水位统计表

项目	水位/m	备注
设计高水位	4.30	$P=2.0\%$
校核高水位	4.33	$P=1.0\%$
历史高水位	4.61	米市渡(非台风)
设计低水位	0.64	
平均高潮位	2.75	米市渡
平均低潮位	1.72	米市渡
地震高水位	4.25	
地震低水位	1.67	
5a一遇非汛期高潮位	3.76	

## 2.3 工程地质条件

经本次勘察揭露,本工程地基土在25.45m深度范围内均为第四纪松散沉积物,属第四系河口、滨海、浅海、沼泽相沉积层,主要由饱和黏土、粉性土以及砂土组成,一般具有成层分布特点。

## 2.4 防汛墙的设计方案

本工程防汛墙范围内存在过江管和原水管。为了保护过江管和原水管,同时兼顾水闸和桥梁的保护等要求,本段防汛墙共设计4种结构断面型式,其中设置施工围堰的断面形式见图2。

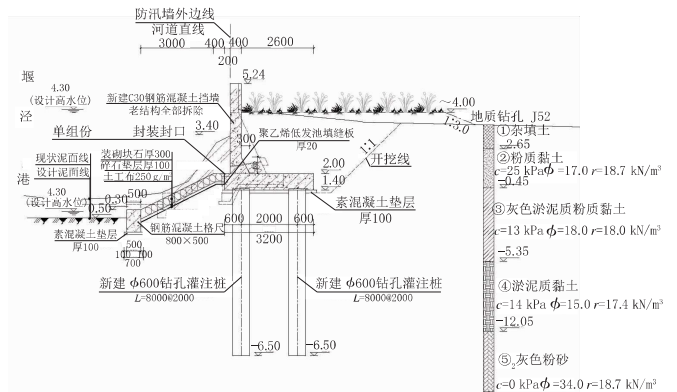


图2 防汛墙改造断面(单位:mm)

原有老结构全部拆除,新建钢筋混凝土“L型”挡墙。挡墙厚400mm,墙顶标高5.24m。新建钢筋混凝土挡墙底板底高程为1.40m。底板厚600mm,宽3.20m。桩基均为 $\phi 600 \times 8000 @ 2000$ 灌注桩。新建砌块石护坡,护坡顶高程2.00m,护坡坡比1:2.5。

## 2.5 围堰方案

为了确保防汛墙断面的顺利实施,本工程需修建临时围堰。临时围堰布置在防汛墙前4m的位置;同时参考本工程地质条件,确定所需施工围堰的长

度  $c=11.7\text{ m}(c=3 \times (a+b))$ ,其中  $a$  为围堰迎水侧出土高度、 $b$  为围堰陆域侧基坑挖深)。

### 2.5.1 围堰基本形式及参数

本段施工围堰采取组合式钢板桩围堰。根据确定的最小惯性矩,单排加强钢板桩围堰采用钢板桩组合 H 型钢,钢板桩规格选取 S8(1440),H 型钢选取 H85/40B。S8(1440)钢板桩规格见表 2,H85/40B 钢板桩规格见表 3。表 3 中: $B$  为高度、 $C$  为宽度、 $t$  为腹板厚、 $t'$  为翼缘厚。

表 2 S8(1440)钢板桩规格

尺寸/mm			截面面积 /cm <sup>2</sup>	单位质量 /(kg·m <sup>-1</sup> )	截面模量 /cm <sup>3</sup>	惯性矩 /cm <sup>4</sup>
宽	高	厚				
1 440	414	7.75	151.8	119.2	1 900	40 175

表 3 H85/40B 钢板桩规格

尺寸/mm				截面面积 /cm <sup>2</sup>	单位质量 /(kg·m <sup>-1</sup> )	截面模量 /cm <sup>3</sup>	惯性矩 /cm <sup>4</sup>
$B$	$C$	$t$	$t'$				
876	427	18	14	329.0	258.2	10 120	457 640

钢板桩和 H 型钢组合后,单排加强钢板桩围堰惯性矩 258 300 cm<sup>4</sup>/m,满足最小惯性矩(围堰使用工况时抗内外水位差所需的最小抗弯刚度)的要求,组合后单排加强钢板桩围堰参数见表 4;组合后单排加强钢板桩围堰断面图见图 3。

表 4 组合后单排加强钢板桩围堰参数

系统宽度 /m	截面面积 /(cm <sup>2</sup> ·m <sup>-1</sup> )	截面模量 /(cm <sup>3</sup> ·m <sup>-1</sup> )	惯性矩 /(cm <sup>4</sup> ·m <sup>-1</sup> )
1.93	480.7	5 715	258 300

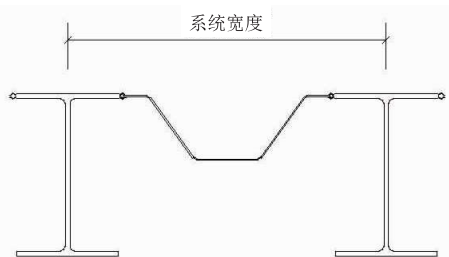


图 3 组合后单排加强钢板桩围堰断面图

### 2.5.2 围堰的复核和验算

根据前述分析,已经确定围堰的基本型式和参数。为了确保围堰的自身安全,建议应对围堰的抗倾覆和变形进行验算。

#### 2.5.2.1 围堰的抗倾覆验算

围堰抗倾覆安全复核计算结果见表 5。由表 5 可知,围堰抗倾覆计算的安全系数满足《堤防工程钢板桩围堰技术标准》要求。

#### 2.5.2.2 围堰抗变形和抗弯验算

围堰抗弯和抗变形安全复核计算结果见表 6。由表 6 可知,围堰的抗变形和抗弯能力符合《堤防工

表 5 围堰抗倾覆安全复核计算结果

围堰抗倾覆力矩 /(kN·m)	围堰倾覆力矩 /(kN·m)	计算安全 系数	允许安全 系数
4 102.89	1 636.48	2.51	1.35

程钢板桩围堰技术标准》要求。

表 6 围堰抗弯和抗变形安全复核计算结果

围堰的水平变形 /mm	围堰弯矩 /(kN·m)
23.52	185.21

### 2.5.2.3 围堰的整体稳定安全

围堰整体稳定安全复核计算结果见表 7。由表 7 可知,围堰的整体稳定安全系数满足《堤防工程钢板桩围堰技术标准》要求。

表 7 围堰整体稳定安全复核计算结果

计算工况	计算安全系数	允许安全系数
围堰高水位工况 (非汛期 5 a 一遇水位)	13.298	1.05
围堰低水位工况 (设计低水位)	3.314	1.05

### 2.5.2.4 基坑渗透稳定

基坑渗透稳定分析复核结果见表 8。表 8 中: $a$  为围堰迎水侧出土高度; $b$  为围堰陆域侧基坑挖深; $c$  为围堰长度; $G_s$  为坑底土粒比重; $i_c$  为坑底土体的临界水力梯度; $\gamma_{si}$  为渗流作用分项系数, $i$  是方向; $\gamma_{RS}$  为抗渗流分项系数。由表 8 可知,基坑渗透稳定性满足《堤防工程钢板桩围堰技术标准》要求。

表 8 基坑渗透稳定分析复核结果

$a$	$b$	$c$	$G_s$	$i_c$	$\gamma_{si}$	$\frac{1}{\gamma_{RS}} i_c$
2.97	0.93	12	2.73	0.82	0.22	0.41

综合上述分析,设计围堰方案满足规范要求,方案合理可行。

## 3 结语

本文通过对钢板桩围堰的适用性以及设计流程的分析,并通过钢板桩围堰在上海市堤防维修工程中的具体案例,说明了钢板桩围堰的设计流程。钢板桩围堰的应用,即减少了建设能耗,又减弱了建设过程对周边环境的影响,从而产生了巨大的环境效益和社会经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 胡欣.上海市黄浦江和苏州河堤防设施日常维修保养技术指导工作手册[M].上海:同济大学出版社,2014.
- [2] 姚安军.水利工程中钢板桩围堰施工技术实例[J].黑龙江水利科技,2011(6):46-47.
- [3] 邹显晨,董学刚,郭高贵,等.上海市城市堤防施工围堰标准化设计研究[R].上海:上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,2017.