

文章编号: 1673-4874(2010)08-0020-005

# 东合大桥钢板桩围堰施工方案

李明珊, 王志忠, 徐玉江

(广西壮族自治区公路桥梁工程总公司, 广西 南宁 530011)

**摘要:**百色东合大桥为预应力独塔斜拉桥, 承台围堰采用钢板桩围堰施工, 属广西区内首创。文章介绍了东合大桥承台钢板桩围堰设计方案, 并通过围堰安全系数与结构强度计算分析, 验证了该钢板桩围堰设计方案的合理性与经济性。

**关键词:**围堰; 钢板桩; 泥岩

中图分类号: U445.55+6

文献标识码: A

Cofferdam Construction Plan of Donghe Bridge Steel Pile

LI Ming-shan, WANG Zhi-zhong, XU Yu-jiang

(Guangxi Road and Bridge Engineering Corporation, Nanning, Guangxi, 530011)

**Abstract:** Donghe bridge is a single tower pre-stress cable stayed bridge. The cushion cap cofferdam is constructed using steel sheet pile, which is the first case in the cofferdam in Guangxi. The article introduces the designing plan of such cofferdam construction and proves the overall efficiency and economic advantage through safety and structure intensity testing.

**Key Words:** Cofferdam; Steel pile; Mud stone

## 0 引言

钢板桩围堰具有整体刚度大、防水性能好、打拔容易、施工灵活快捷等特点。国内钢板桩围堰施工技术虽然已经广泛应用于桥梁工程, 但是大多应用于沉积层较厚或粘性土地质, 对于浅淤泥层或浅沉积层地区, 该施工技术尚未得到推广, 特别是在我国西南地区, 受到地质条件限制, 钢板桩施工应用几乎为零。本文结合在建大桥的实例, 分析钢板桩围堰施工方案, 介绍钢板桩围堰在泥岩地质中的应用技术。

### 作者简介

李明珊(1983—), 女, 广西扶绥人, 从事桥梁施工工作。

## 1 工程概况

东合大桥总长473.5 m, 桥面宽34 m, 其中主桥长367 m, 引桥长99 m, 桥台

长7.5 m,桥孔布置为:3×33 m,主跨190 m。主塔承台位于右江河中央位置, $l$ 为49.1 m, $b$ 为18.5 m, $h$ 为5 m。大桥位于百色城区西侧,是规划城区东西向主干道上的一座重要桥梁,在城市路网中占据着极为重要的位置。

主塔承台围堰施工是整座大桥最为关键的分项工程之一,关系到整座大桥的施工进度。主塔承台处于深水区域,平均水深约7 m,最大水深为9 m。承台围堰技术难度大,技术含量高。设计单位拟提出对主塔围堰采用双壁钢围堰施工方案,但是双壁钢围堰施工不仅施工难度大、工期长,且围堰下放受到地形条件的影响非常大。结合本工程项目的河床地形条件,双壁钢围堰不适用,施工单位决定采用施工方法更为灵活的钢板桩围堰方案。

## 2 工程地质及水文状况

桥位区地处百色盆地,跨越右江,河床宽353 m,水面宽280 m,水深约为9 m,水流平缓。承台位于河中央,地质主要以中风化粉砂质泥岩为主,表面有1~5 m卵石层,粗细砂填充,河床底淤泥层较薄,约1.5 m。

## 3 钢板桩工作原理

钢板桩施工时要求根部锚入土体或岩体,当钢板桩受到外侧主动土压力或水压力作用时根部变形,而钢板桩锚入土体的部分内侧受到被动土压力作用,被动土压力增长速度大于主动土压力,因而平衡外侧土压力或水压力。当被动土压力或钢板桩强度不足以平衡外侧压力时,可以在围堰中设置支撑。防水原理为:钢板桩依靠锁口相扣,组成连续墙;钢板桩受水压力变形后锁口收紧起到止水效果。

## 4 围堰设计

### 4.1 钢板桩设计

方案设计中,充分考虑钢板桩的入土深度,因

其直接影响到钢板桩围堰的稳定性及根部防渗性。当钢板桩达到一定的入岩深度时,钢板桩根部受到水压力作用产生位移,根部内侧受被动土压力作用,被动土压力迅速增长平衡外侧主动土压力和水压力。当河床中冲积层或沉积层较厚时,钢板桩可以有足够的入岩深度,保证钢板桩的被动土压力。在本桥工程施工中,由于河床地质主要以粉沙质泥岩为主,淤泥层较薄,钢板桩的插打深度受到一定的影响,对钢板桩施工较为不利。

根据承台尺寸将围堰设计成矩形,围堰 $l$ 为51 m, $b$ 为21 m,钢板桩采用德国拉森IVb型钢板桩,长12 m,每根宽0.4 m,截面抗弯矩 $W=378.7\text{ cm}^3$ ,截面面积 $A=87.89\text{ cm}^2$ 。要求打入泥岩2 m,根据实测河床标高,钢板桩埋置深度可达2.5~3 m,钢板桩材质为Q235钢。围堰高出水面1 m,采用60 t振动锤插打。

承台施工过程:安装定位架→插打钢板桩→清理围堰内砂砾至设计封底混凝土底标高→浇注水下混凝土封底→混凝土强度达到设计强度后,施工第一道支撑→抽水至110.30 m,施工第二道支撑围檩、钢管等→抽干围堰内水,破除桩头,整平封底混凝土面→安装第一层承台钢筋、模板和浇注第一层混凝土→第一层混凝土强度达到70%后,顶好第三道支撑,然后拆除第二道支撑,这个过程实际是将第二道支撑置换,支撑位置下移80 cm→安装第二层承台钢筋和预埋塔身钢筋,浇注第二层混凝土→最后拆除所有内支撑和钢板桩。

### 4.2 围檩与支撑

整个围堰设两道围檩和支撑。第一道支撑高出水面0.5 m,第二道支撑为第一道支撑往下4 m;围檩采用双拼I45b工字钢焊接而成,沿围堰四周布置,围檩与外层钢板桩之间打入100×100 mm方木块支撑。围堰对撑采用 $\phi 530@10\text{ mm}$ 钢管,间距5 m,每层9根,角部斜撑设两道,第一道斜撑为双拼I45b工字钢,第二道斜撑为 $\phi 530@10\text{ mm}$ 钢管。围檩支撑材质均为Q235钢材,上下两层布置一致。如图1所示。

承台混凝土分两次浇筑,由于第二道支撑影响

到承台施工,当第一层承台混凝土浇筑完成后需加  
设第三道支撑,后拆除第二道支撑。第三道支撑利

用承台混凝土直接用圆木支撑钢板桩,设置于第二  
道支撑下移0.8 m处。如图2所示。

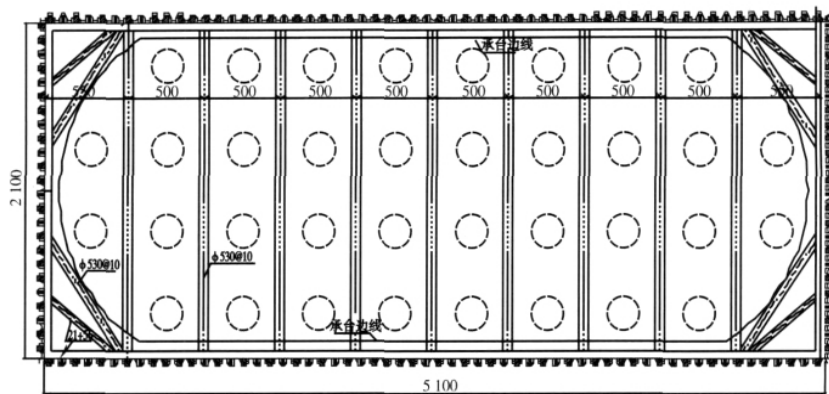


图1 钢板桩平面布置图

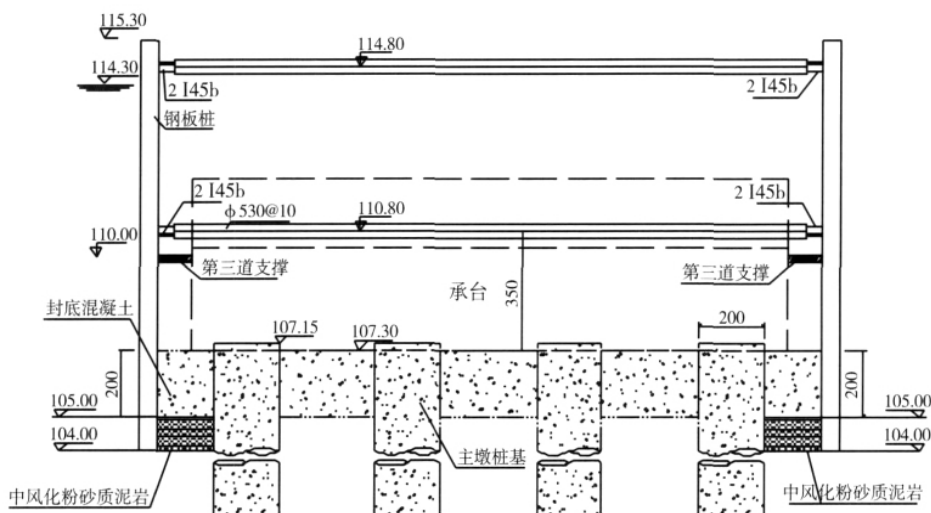


图2 围堰立面布置图

## 5 围堰计算

### 5.1 基坑坑底安全系数检算

基坑底部部分覆盖卵石,卵石填充粗细砂。当  
钢板桩根部处于卵石层时,在基坑内抽水,可能会出  
现涌砂情况。图3中基坑内抽水后水头差为 $h'$ ,由  
此引起水的渗流,其最短流程为紧靠板桩的 $h_1 +$   
 $h_2$ ,故在此流程中,水对土砂渗透力的方向应是垂  
直向上。近似地以此流程的渗流来验算基坑底的涌  
砂问题,要求垂直向上的渗透力不超过土在水中的  
密度。

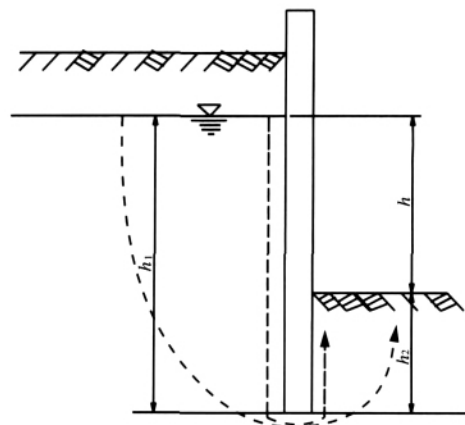


图3 基坑抽水后水头差及渗流示意图

安全条件公式如下:

$$K_s i \rho_w = K_s \frac{h'}{h_1 + h_2} \rho_w \leq \rho_b \quad (1)$$

式中:  $K_s$  ——安全系数,可取 2.0;

$i$  ——水力梯度;

$\rho_w, \rho_b$  ——分别为水的密度及土在水中的密度,  $g/cm^3$ 。

$$\rho_b = (G - 1)(1 - n)$$

其中  $G$  ——土粒比重;

$n$  ——土的空隙率,以小数计。

土在水中的密度取  $1.75 g/cm^3$ , 根据上述公式,按抽水到基坑底的最不利情况进行考虑计算:

$$2 \times \frac{9}{11+2} \times 1 = 1.38 \leq 1.75 g/cm^3$$

计算结果满足要求。

## 5.2 围堰钢结构强度验算

### 5.2.1 板端支撑情况

计算板桩入土深度时,要考虑桩端部支撑情况,对于不同的情况给予充分考虑,根据经验作为近似假定,见表 1。

表 1 板尖端支撑情况表

序号	坑底土质及桩尖入土深度	近似假定	
		支点位置	支点类别
1	密实土壤,桩尖入坑底超过 2 m	坑底	固着
2	中等密实土壤,桩尖入坑底超过 2 m	坑底以下 0.2~0.3 m	固着
3	软土,桩尖入坑底超过 2 m	坑底以下 0.7~0.1 m	固着
4	密实土,但可能被水扰动,坑底超过 2 m	坑底以下 0.7~0.1 m	固着
5	同 3、4 项但桩尖入坑底不超过 2 m	坑底以下 0.5 m	铰接
6	石层能打入少许起支点作用	桩尖	铰接
7	石层、桩不入土	最下一跨悬臂梁计	

充分考虑围堰在施工过程当中,施工步骤对桩端产生的最不利影响,并结合实际测试桩尖入土深度和基坑底泥岩岩层的稳定性。桩尖按上述表 1 中的情况 1 考虑。

### 5.2.2 动水压力影响

围堰地处河流中央,在水压力计算中除了考虑静水压力外,还应该考虑动水压力对钢板桩的影响。动水压力按公式 2 计算。

$$P = KH \frac{v^2}{2g} r \quad (2)$$

式中:  $P$  ——桩壁上的动水压力值,  $kN/m^2$ ;

$H$  ——水深, m;

$v$  ——水流速度,采用平均流速;

$g$  ——重力加速度(取  $9.81 m/s^2$ );

$r$  ——水的容重,  $kN/m^3$ ;

$K$  ——系数,对矩形木板桩围堰  $K = 13.3$ ,

对槽型钢板桩围堰  $K = 18.0 - 20.0$ 。

根据公式 2 计算最大动水压力:

$$P = KH \frac{v^2}{2g} r = 18 \times 9 \times \frac{0.6^2}{2 \times 9.81} \times 10 = 29.72 kN/m^2$$

最大静水压力计算:

$$q = \rho g h = 1 \times 9.81 \times 9 = 88.29 kN/m^2$$

### 5.2.3 荷载分析

#### 5.2.3.1 计算荷载

计算荷载见表 2。

表 2 荷载计算数值表

序号	荷载	备注
1	结构自重	钢材容重取 $78.5 kN/m^3$
2	动水压力	按施工地点河水平均流速 $0.6 m/s$
3	静水压力	按围堰最大水深压力计算

#### 5.2.3.2 荷载工况与荷载组合

根据施工各个阶段的受力分析,承台施工过程中围堰有 3 个最不利的工况,应按照该表 3 中各个工况进行受力验算。

表 3 围堰荷载工况表

工况	情况
第一种工况	第一道支撑安装,抽水到第二道支撑以下 0.5 m
第二种工况	安装第二道支撑,抽水至基坑底部
第三种工况	安装第三道支撑,拆除第二道支撑

各种工况分析见图 4。

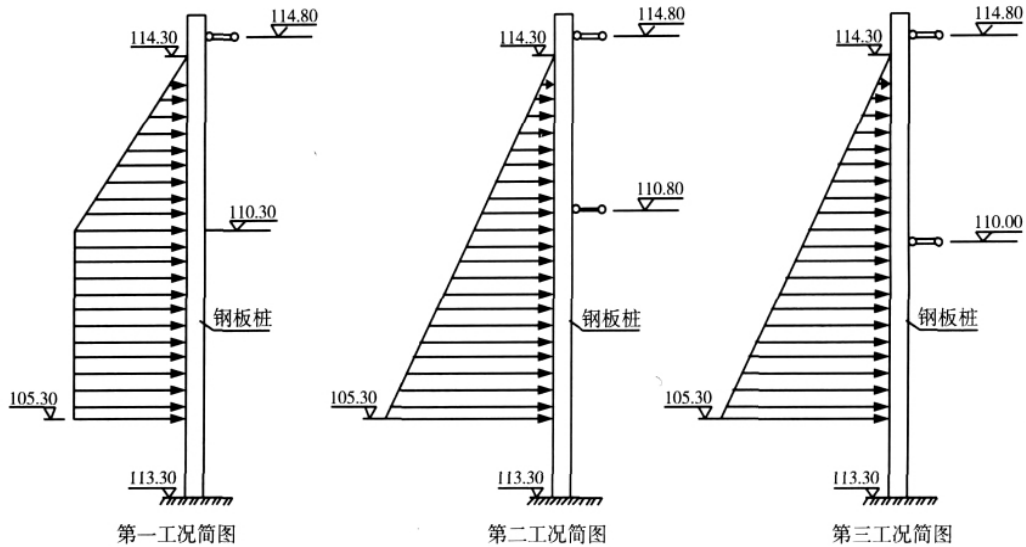


图4 各种工况分析图

荷载组合:

每种工况按最不利荷载组合:1.2 节构自重 + 1.2 静水压力 + 1.4 动水压力进行分析计算。

#### 5.2.4 模型建立

采用 MIDAS Civil 结构分析软件建立空间模型对围堰进行整体分析。围堰和支撑模拟成梁单元,钢板桩模拟成板单元。第三道支撑施加以后,支撑处按铰支座考虑,其模型如图 5 所示。

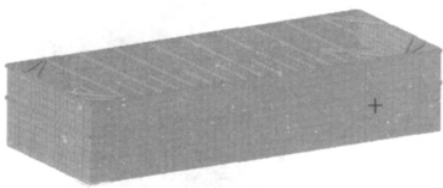


图5 围堰空间计算模型图

#### 5.2.5 分析结果

按几种工况对围堰整体分析后,钢板桩最大应力为 108.9 MPa,围堰最大应力为 155.7 MPa,钢支撑最大应力为 123.6 MPa,围堰最大变形为 1.2 cm。对钢支撑进行稳定性分析后,结果均满足《钢结构

设计规范》要求。

## 6 结论

本工程方案经专家评审,认为方案设计计算合理,经济可行。钢板桩围堰施工具有以下优点:结构自重轻,整体刚度大;水密性、防渗性能好;施工简便,占用场地小;材料重复利用率高;方法灵活多样,适用性广等。本工程采用钢板桩围堰施工方法,既可以保证结构安全,又可以提高施工速度,降低造价,经济效益显著。

## 参考文献

- [1] GB 50017-2003, 钢结构设计规范[S].
- [2] 周水兴,何兆益,等. 路桥施工计算手册[M]. 人民交通出版社,2010.10.
- [3] 交通部第一公路工程总公司. 桥涵[M]. 人民交通出版社,2000.3.

收稿日期:2010-06-05