



## 浅滩区桥梁基础施工工艺

孙琦, 孙晓伟, 陈超华

(中交第二航务工程局有限公司, 湖北 武汉 430040)

**摘要:** 武汉二七长江大桥北岸6 m×90 m副通航孔桥段位于长江Ⅲ级阶地, 施工期水文地质情况变化剧烈, 预定的钢套箱法基础施工工艺适应性受到了严重影响。基于对浅滩区桥梁基础施工常用围堰形式特点、适用性的分析, 结合该工程实际, 将基础施工工艺调整为钢板桩围堰法, 达到提高施工效率、节约成本的目的。

**关键词:** 浅滩区; 基础施工; 围堰形式

中图分类号: U 655.54

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0090-04

### Construction technology for bridge foundation in shoal area

SUN Qi, SUN Xiao-wei, CHEN Chao-hua

(CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Wuhan 430040, China)

**Abstract:** The bridge section of 6 m×9 m on north secondary navigable span of Wuhan Erqi Yangtze River Bridge is located on the third terrace of the Yangtze River. As high variability in hydrogeological condition during construction period, the proposed construction method for the bridge foundation using steel boxed cofferdam is affected seriously. Based on the analysis of the form characteristics and applicability of common types of cofferdam in the shoal area and combining with the actual condition of the project, we adjust the construction method for the bridge foundation to steel sheet pile cofferdam to improve the construction efficiency and save the cost.

**Keywords:** shoal area; foundation construction; cofferdam type

河流浅滩区域水深一般小于10 m, 桥梁基础常用施工方法有钢板桩围堰法、钢吊箱法、钢套箱法等, 各种施工方法在技术层面都具有可行性。武汉二七长江大桥北岸6 m×90 m副通航孔桥段位于长江Ⅲ级阶地, 施工期间受三峡大坝蓄水、放水影响, 桥址区水位变化、河床冲淤规律等与三峡投产前发生了剧烈的变化, 桥墩基础施工工艺及时调整, 保证了大桥建设的顺利实施。

#### 1 工程概况

武汉二七长江大桥距离上游长江二桥3.2 km, 距离下游天兴洲大桥6.7 km<sup>[1]</sup>。受长江二桥和天

兴洲紊流的影响, N1<sup>#</sup>~N4<sup>#</sup>、1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>等6个水中边墩水文地质情况非常复杂。此外, 受三峡蓄水影响, 水位变化快, 没有规律可循, 每次水位急剧变化都带来河床的急剧变化。2008年的观测记录显示, 洪水期和枯水期河床冲淤高程相差近11 m, 对水中基础施工造成很多不定因素。

2008年12月至2009年2月, 由于三峡试蓄水, 长江水位急剧下降, 河床实际泥面高程与设计高程相差非常大, 出现大量泥沙淤积现象, 最厚达6.9 m, 浅滩施工区域内大面积河床露出水面, 形成沙洲。河段枯水期实测河床高程与以往统计数据预测高程对比见表1, 水位高程约13.5 m。

收稿日期: 2015-05-20

作者简介: 孙琦(1979—), 男, 工程师, 从事路桥施工管理及投融资管理工作。

表 1 2008 年实测与预测河床高程对比

墩号	统计预测 高程/m	实测高程/m	
		枯水期	洪水期
2#	5.7	11.8	0.9
1#	5.8	12.7	0.7
N1#	6.6	12.8	1.1
N2#	8.2	9.7	5.5
N3#	7.9	9.5	4.4
N4#	9.8	9.7	9.2

浅滩区覆盖层主要为细砂和中砂, 典型基础结构及地质剖面见图 1。

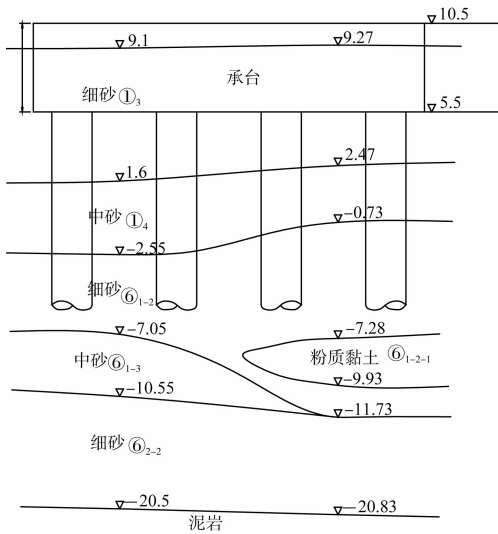


图 1 典型基础结构及地质剖面 (单位: m)

## 2 预定钢围堰法可行性分析

在该桥施工方案策划阶段, 历年河床、水位资料显示, 河床覆盖层厚、河床高程与承台底高程接近, 因此制定钢套箱或钢吊箱围堰法基础施工工艺。

无底钢套箱较适合河床略高于承台底高程的情况, 套箱底埋置在河床中, 内部吸泥、封底后施工承台; 有底钢套箱较适合于河床远低于承台底高程的情况, 钢吊箱挂在钢护筒上, 封底后施工承台。

根据实际河床高程统计, 枯水期河床高程远高于承台底高程, 而洪水期河床高程远低于承台底高程。两种钢围堰均须提前 3 个月预制。因基础施工期河床实际情况无法准确预测, 故存在以下施工风险:

1) 由于河床冲淤幅度大, 采用有底钢吊箱可能出现吊箱底低于泥面的情况, 无法下沉到位; 采用无底钢套箱可能出现河床冲刷到钢套箱设计底高程以下, 造成套箱规模加大。两种施工方法均存在很大的不确定性。

2) 枯水期大型浮吊无法进入施工区域, 钢套箱安装只能用陆上小型设备散拼, 施工周期长。

3) 钢套箱下沉只能采用千斤顶、卷扬机等传统办法边吸泥边下沉, 套箱容易出现偏位等风险<sup>[2]</sup>。

同时, 根据工期计划, 6 个承台基础必须在一个年度、最好在一个枯水期内全部完成, 6 个钢围堰无法周转使用, 成本高。

综合分析认为, 钢围堰法在河床冲淤变化幅度大且极度不确定的情况下, 适用性差。

## 3 钢板桩围堰法的提出与关键技术

### 3.1 钢板桩围堰法的提出

由于本工程施工期河床高程无法确定, 在吊箱、套箱围堰适用性受到限制的情况下, 钢板桩围堰的优势明显。

钢板桩围堰通过钢板桩承受水、土压力, 钢板桩间锁扣在压力作用下变形拉紧起到防水作用。整体刚度较大, 适用于砂类土、黏性土、碎石土等河床覆盖层较厚的水中基础。钢板桩施工设备简单, 不需要水上设备, 不受水位、河床高度影响, 同时施工速度快、可以周转使用, 对施工成本控制有利<sup>[3]</sup>。钢板桩围堰结构见图 2。

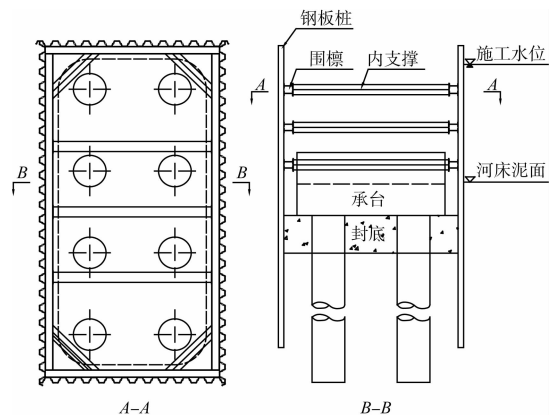


图 2 钢板桩围堰结构

### 3.2 钢板桩围堰法的关键技术

为使钢板桩发挥最佳力学性能，采用异于常规“先板桩后围堰”施工顺序的“先支法”施工方法，即“先围堰后板桩”施工顺序。其关键技术控制点如下：

#### 1) 钢板桩插打导向设置及整体钢围堰安装。

钢板桩的垂直度是控制钢板桩围堰成功与否的首要因素。导向装置直接决定钢板桩插打质量。传统做法是在插打钢板桩前施工临时导向，钢板桩插打闭合后，采用逆作法，边抽水，边焊接围堰和支撑。而“先支法”工艺是先将围堰系统整体安装到位，以围堰作为钢板桩插打的导向装置<sup>[2]</sup>。由于围堰刚度大，不容易变形，所以能够更好地保证钢板桩插打的垂直度和平面位置。

首先在护筒外壁上焊接钢围堰下放导向梁，导梁通过上部牛腿与钢护筒焊接，下部与钢护筒挤靠安装固定。围堰平面位置通过桩基实测偏位和桩径计算确定。钢围堰制作成整体、逐层起吊安装。导向梁、围堰系统结构见图3。

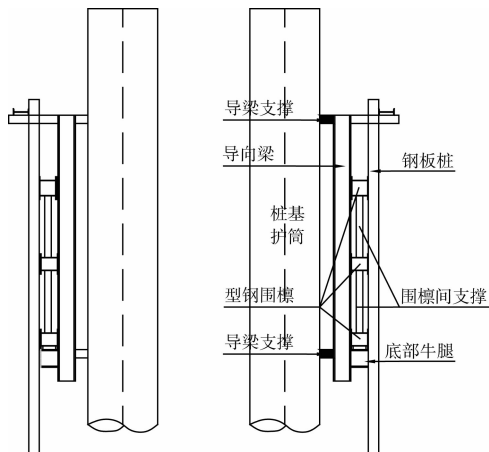


图3 导向梁、围堰系统设计

#### 2) 插打顺序。

为减少水流力对已插钢板桩的影响，首根钢板桩选择在上游中部，由两侧向下游施工，合龙口选择在下游角部<sup>[2]</sup>。图4为钢板桩插打顺序。

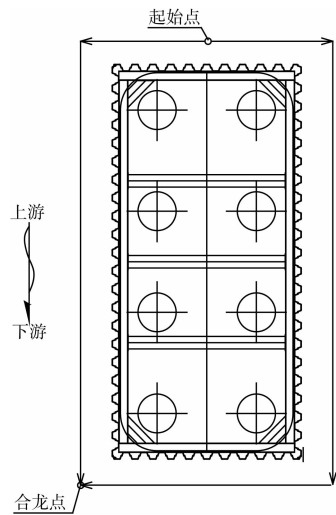


图4 钢板桩插打顺序

#### 3) 首根板桩插打。

因第1根钢板桩是后续钢板桩的导向桩，所以其垂直度控制至关重要<sup>[4]</sup>。在导向梁上设置1个限位框架，每边比钢板桩大1cm，钢板桩背部紧靠导向梁，沿着导向自重下沉，直至稳定。测量观测钢板桩垂直度和平面位置，满足要求后开启振动锤，一边振动，一边插打下沉。每下沉3m观测校正1次，发现有倾斜和偏位及时调整，确保钢板桩方向垂直、位置准确。下沉到位后，顶部及时与导向梁焊接固定。其余钢板桩插打时注意对准桩与定位桩的锁口，插打工艺与首根相同。

#### 4) 合龙口处理。

合龙位置选择在下流侧角部，几乎不受水流影响。钢板桩插打至最后20片时，要先插后打。在围堰即将合龙时，开始测量并计算出钢板桩底部的直线距离，根据钢板桩的宽度，计算所需钢板桩的数量，并按此确定下一步钢板桩的插打工艺。围堰合龙时两侧锁扣不一定平行，根据现场实际情况采用相应的技术措施调整合龙<sup>[5]</sup>。测量观测两端钢板桩顶端偏位情况，在钢板桩顶端使用千斤顶或滑车组调整平行，也可采取异型钢板桩合龙法，即在钢板桩合龙时发现两侧锁口不平行，在两端相距一定范围内时开始采取插打异型钢板桩合龙（图5）。

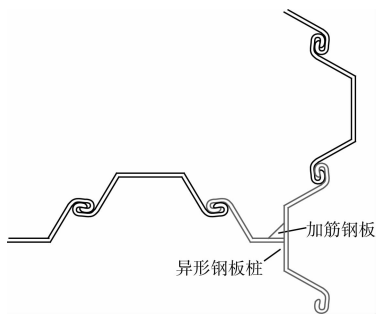


图5 拐角处异型钢板桩

#### 5) 围堰止水措施。

钢板桩围堰施工关键是止水防渗,主要依靠锁口自身进行防漏。但是如果出现锁口不密、卷口、外侧水压力过大等情况,钢板桩围堰会出现渗漏。预防措施如下:

##### ①钢板桩插打时的预防渗漏措施。

钢板桩渗漏一般出现在锁口位置,因此在施工过程中重点加强对锁口的检查。施工前用同型号的短钢板桩做锁口渗漏试验,检查钢板桩锁口松紧程度,过松或过紧都可能导致钢板桩施工后渗漏。施打前在钢板桩锁口内抹黄油<sup>[6]</sup>;施打时控制好垂直度,不得强行施打,损坏锁口。

##### ②利用钢板桩变形止水。

钢板桩受水土压力后的变形有利于锁口拉近,能够有效防水,因此,调整设计围堰的平面尺寸,把围堰做成上大下小的形式,强迫增加钢板桩的变形可以达到止水效果。

③在抽水过程中密切监视围堰的渗水情况。钢板桩损坏的地方可用电焊补强。抽水后发现钢板桩锁口漏水,但不太严重时,可采在钢板桩锁口外侧投放黄沙、黏土与锯屑混合物,借助水压力将细砂吸入接缝内达到堵漏的目的。个别锁口变形处漏水严重的可采用棉絮从钢板桩围堰内侧塞堵,也可以在外侧包裹一层防水彩条布,起到防水和减小水压力的双重效果。

④对于锁口撕开或其他大量涌水的情况,堵漏困难时,在钢板桩外侧补打木桩或型钢围堰,围堰内侧铺设彩条布,在彩条布与钢板桩围堰间填筑黏土或水下混凝土进行封堵<sup>[7]</sup>。

## 4 结语

武汉二七长江大桥副通航孔桥的成功实践表明,在河流浅滩区水位季节性变化大、河床受水流影响冲淤变化剧烈的条件下,钢板桩围堰较钢套箱或钢吊箱工艺在适用性、经济性方面均有明显的优势:

- 1) 单个墩台基础施工效率提高40%~50%;
- 2) 单个墩台两者用钢量基本相当,但钢板桩围堰可以周转使用、减少大型水上施工设备投入,故在节约施工成本方面优势明显。

钢板桩围堰施工技术关键控制点如下:

- 1) 钢板桩插打导向设置:先支法与传统后支法的选择;
- 2) 钢板桩插打顺序的确定;
- 3) 首根/首批板桩插打精度控制;
- 4) 围堰拐角、合龙口处理;
- 5) 多手段的围堰止水措施。

## 参考文献:

- [1] 陈超华,易江鸿,穆清君,等.冲淤河段大型有底钢吊箱定位及下沉施工技术[C]//中国土木工程学会桥梁及结构工程分会.第二届全国桥梁学术会议论文集(上册).北京:人民交通出版社,2012:587-593.
- [2] 陈超华,徐斯林,连井龙,等.二七长江大桥超长钢板桩围堰设计施工技术[J].公路交通科技,2010,6(10):53-77.
- [3] 汤劲松,熊保林.钢板桩围堰设计的土压力计算方法探讨[J].岩土工程学报,2014,36(S2):36-41.
- [4] 韩跃国,陈永勇,皮海波.永修大桥主墩钢板桩围堰设计与施工[J].桥梁,2008(5):74-77.
- [5] 叶新,蓝斌.钢板桩围堰施工工艺和技术措施[J].中国市政工程,2008(1):42-49.
- [6] 时一波,何少华,刘荣,等.武汉鹦鹉洲长江大桥1#墩塔钢板桩围堰施工关键技术[J].中外公路,2014,34(1):225-228.
- [7] 吴俊.钢板桩围堰施工技术在水中承台施工中的应用[J].西部探矿工程,2010(2):207-209.

(本文编辑 郭雪珍)