

嵌岩承台采取成槽+PLC（钢管桩+钢板桩）施工技术

毛锦鑫 刘勇

湖南路桥建设集团有限责任公司

摘要：结合新化资江四桥的工程实践，介绍了深水嵌岩承台采取四周刻槽，依次插打钢板桩、钢管桩组合钢围堰后在内侧浇筑槽内混凝土，再抽水安装内围檩，最后进行基坑开挖及承台施工的技术，与常规的水下爆破后，下放双壁钢围堰（钢套筒）的施工方法，降低了水下施工难度，具有安全系数高、止水效果好、经济效益好、施工进度快。为今后水中嵌岩承台基础施工提供重要依据。

关键词：嵌岩承台；PLC（钢管桩+钢板桩）；钻孔成槽；内围檩；基坑开挖

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.01.017

一、项目概况

新化资江四桥工程项目位于湖南省娄底市新化县。本项目采用双向六车道一级公路标准设计，项目全长1.957公里，桥梁全长821米，主桥采用70m+120m+70m预应力混凝土矮塔斜拉桥（图1）；其中3#、4#墩为主墩位于资江内，设计为低桩承台结构形式，承台嵌入河床的红砂岩深度达4米。

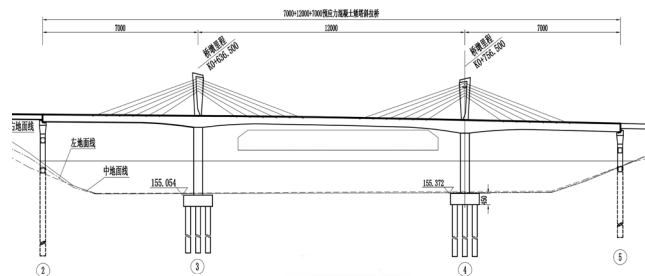


图1 桥型布置图

二、施工工艺的选择及特点

深水嵌岩承台的施工常规采用先堰后桩—先进行水下爆破开挖基坑后，下放双壁钢围堰（钢套筒），最后再施工桩基及承台。然而水下爆破施工将对资江产生较大的环境污染，以及钢围堰（钢套筒）加工制作和安装时间较长，项目在进场后的几个月内无法进行桥梁主体施工。根据该项目资江水域特点、地质情况，同时考虑到安全、环保、节约工期及成本等因素，采取成槽+PLC（钢管桩+钢板桩）施工技术。

嵌岩承台采取成槽+PLC（钢管桩+钢板桩）施工工艺较常规双壁钢围堰（钢套筒）存在以下特点：

- （1）该工艺可先桩后堰，利用桩基施工时期进行钢管桩的加工及制作，节约了项目工期。
- （2）该工艺避免了水下开挖及爆破，保护了资江水域环境；同时钢围堰施工完成后无需进行水下切割，大大降低了施工安全风险系数。
- （3）该工艺用钢量小，加工后的单体构件重量

小，便于运输和安装，加工周期短，不需要大型水上浮吊配合，对吊装设备、运输条件、场地布置的要求不高。

（4）钢围堰施工完成后，可直接拔出钢管桩和钢板桩，作为周转材继续使用，节约了项目成本。

三、施工工艺流程及操作要点

（一）施工工艺流程

施工工艺流程见图2。

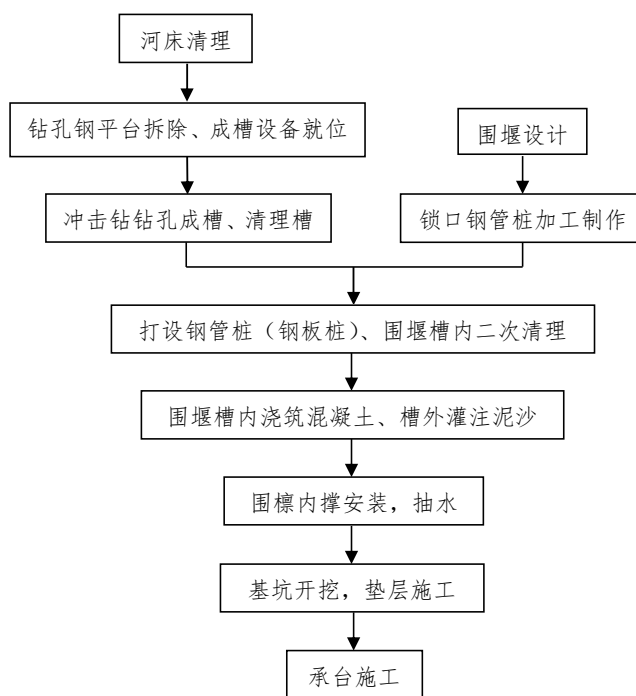


图2 施工工艺流程图

（二）操作要点

1. 河床清理

为减少成槽后周围覆盖层落入槽内，增加清槽工作量，在成槽前需将组合钢围堰一定范围内的覆盖层采用采砂船进行清理。

2. 钻孔成槽

应先根据承台大小，考虑到冲击钻成槽距离和后期承台工作宽度，在承台的四周适当位置设置环墩钢栈桥（图3）。在单个环墩钢栈桥上，采用3台冲击钻进行冲槽。成槽宽度应考虑钢管桩的直径及后期内侧混凝土的厚度（不少于40cm）。

施工工艺流程：准备工作→安装定位钢护筒→钻机就位→钻孔→钻机移位→长臂挖机修壁→清理槽内渣土。

施工方法：1）钻位测定：根据桩位平面图（图4）

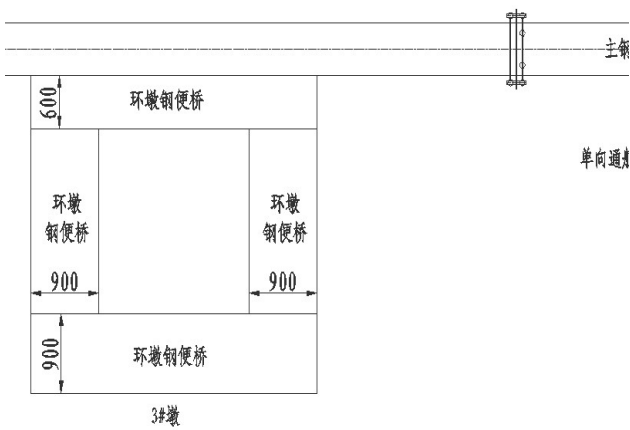


图3 环墩钢栈桥示意图

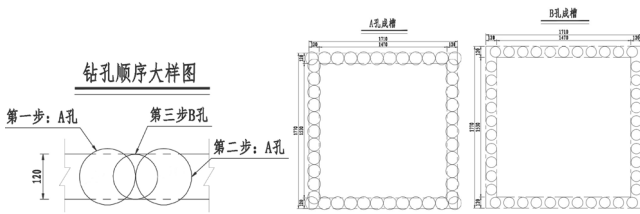


图4 钻孔成槽示意图

及测量基准点，测放钻位，经项目部测量组对桩位定位后，方可开始下沉钢护筒。安装完定位钢护筒后，采用冲击钻，围绕环墩钢栈桥进行隔位钻孔（图5），首钻位置在上游侧，槽底标高控制在设计承台底以下3.5m。2）重复以上步骤直至基本成槽。3）使用长臂挖机对槽壁进行修整。4）采用方锤进行扫孔，以方锤在槽内单边顺利通过则表明充槽成功。5）采用气举反循环将槽内钻渣清理。



图5 钻孔成槽照片

3. 钢管桩加工、存放、运输

锁口焊接加工质量关系止水效果及围堰的整体受力，锁口加工应严格根据相关规范及技术要求进行施工。

所有加工完成运至现场的钢管桩必须经过检查确认

合格后方可投入使用，由现场施工技术员及质检部门对焊缝质量密封性能进行严格检查，每根锁口钢管桩检查合格后由现场技术员、质检员、现场施工人员三方签字确认。检查方法主要采用目检（或5-20倍放大镜）观察焊缝有无咬边、焊瘤、夹渣、气孔及裂纹等缺陷。由现场负责人组织进行，由质检部负责焊缝质量及结构强度检测，并进行检查记录的归档收集，对不合格的产品进行退换。

装卸钢管桩采用两点吊。吊运方式采用单根起吊，注意吊点的设置，以防止锁口变形。管桩堆放在平坦加固的场地上，堆放前对场地进行压实处理。钢管桩在临时存放时应注意以下几点。

- 1) 堆放的顺序、位置、方向、和平面布置等应考虑到以后的施工方便；
- 2) 钢管桩要按型号、规格、长度、施工部分别堆放，并在堆放处设置标牌说明；
- 3) 钢管桩应分层堆放，每层堆放数量一般不超过3根，各层间要垫枕木，垫木间距一般为3~4m，且上、下层垫木应在同一垂直线。

4. 钢管桩插打

(1) 导向架布置

在钢管桩施工中，为保证沉桩轴线位置的正确，拟设置内外导向架进行限位。导向架设置可利用环墩钢栈桥的钢管桩加焊水平杆及斜杆，见图6。

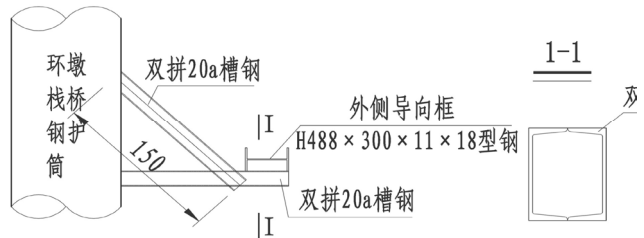


图6 导向架示意图

(2) 钢管桩（钢板桩）插打

桩身内外侧及锁口，均涂以黄油混合物油膏（重量配合比为：黄油：沥青：干锯末：干黏土=2：2：2：1），以减少插打时的摩阻力，并加强防渗性能；钢管桩采用打桩机进行打设。具体沉桩步骤：

首先打桩机进入需要插打的钢管桩的位置，吊立钢管桩（钢板桩），然后拉入导向架，缓慢下放。钢管桩平面位置（根据导向架进行设置）及垂直度调整完成后，开始压锤，测量复测桩位和倾斜度，偏差满足要求后，开始锤击。钢管桩和拉森钢板桩逐根插打，直至围堰封闭，见图7。

(3) 组合钢围堰合龙

在即将合拢时，开始测量并计算出钢管桩底部的直线距离，再根据钢管桩的宽度，计算出所需钢管桩的片数，按此确定下一步钢管桩如何插打。

为保证钢管桩围堰合龙时两侧锁口互相平行，当钢管桩两端相距8根桩的距离时，之后每打入一根桩，均须用全站仪控制其垂直度。若桩身存在偏斜，应逐根纠正，分散偏差，调整合龙；若间距存在偏差，应采用钢板桩替换为钢管桩（或钢管桩替换为钢板桩）的方式进

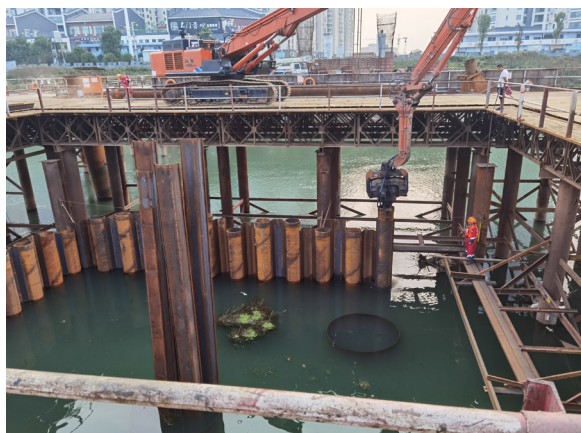


图7 组合钢围堰插打现场图

行调节。

5. 槽内浇筑混凝土封底

锁口钢管桩全部施工完毕后，再次对钢围堰内槽内进行清理，然后将槽内进行水下灌注混凝土（图8），采用导管灌注法，浇筑顺序为上游侧往下游侧连续浇筑，混凝土浇筑至承台底以上0.5m的位置，最后将围堰外侧的槽内灌注细沙，使河床以下钢围堰达到密封。

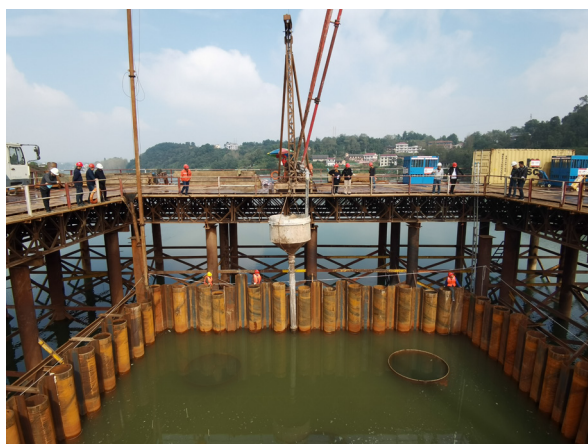


图8 槽内灌注混凝土现场图

6. 围堰内撑安装

首先 安装第一道内围檩及斜撑，第一道内围檩位于水面以上50cm。先在钢管桩围堰内侧焊接围檩牛腿；然后将单根钢围檩采用吊车直接吊装放置在围檩牛腿上；接着将单根钢围檩焊装成整体形成矩形框架，需在围檩对接倒角处应进行局部加强处理；再在围檩与钢管桩、钢板桩之间加传力件紧密；最后安装斜撑，见图9。接着依次抽水至下一道内围檩以下50cm后，安装内围檩及斜撑。

7. 围堰止漏

锁口钢管桩止水为钢管桩围堰施工的重点，止水原理实际与钢板桩止水一样。主要的止水方式有以下四种：

1) 锯末黄油止水方式：插打前将锯末与黄油按比例搅拌均匀后，涂抹在即将打入的钢板桩（钢管桩）锁

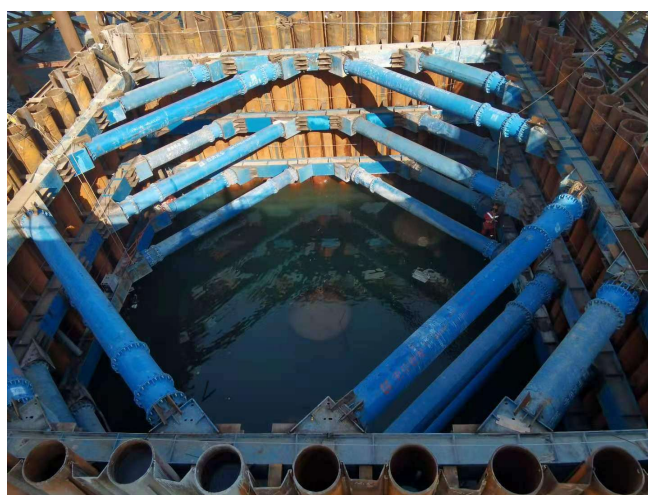


图9 围檩安装现场图

扣（咬合侧锁扣）内侧，这样不仅能减少锁扣间的摩擦力，还能有效的阻止水的流入。

2) 沙的止水方式：围堰抽水过程中，在围堰内侧进行观察，发现有少量漏水情况后，停止抽水，标记出漏水位置，同时在钢围堰外侧钢板桩凹槽处丢下预备好的沙子，利用内外压差使沙子贴附在钢板桩锁扣缝隙处从而起到止水效果。

3) 防水布贴补止水方式：抽水过程中或抽水后发现个别锁口存在较大漏水，派潜水员下水检查漏水处位置，在钢围堰外侧漏水处用防水布贴补。

4) 止水带止水方式：抽水后如发现锁口漏水大或漏水处较多影响围堰内基础施工时，要停止抽水、让水回灌入围堰，在钢围堰外侧采用止水带进行局部止水，控制渗水，然后再抽水。

8. 基坑开挖

围堰第五道围檩支撑安装完成后，将围堰内水抽至河床面，用吊车将小型挖机吊至基坑内开挖基坑，基坑挖出物通过料斗或吊车吊运至基坑外，由渣土车拉运至指定地点。

当基坑开挖至最后一道内围檩位置时，安装围檩内撑，最后再开挖基坑至承台底以下50cm。

9. 承台施工

基坑开挖完成后，割除多余钢护筒，破桩头，然后进行干处承台施工。

四、结语

承台采用成槽+PLC（钢管桩+钢板桩）进行施工，该方案在资江下半年水位居高不下的情况下成功实施，事实证明其安全系数高、止水效果好、经济效益好、施工进度快。为今后水中嵌岩承台基础施工提供重要依据。

参考文献

- [1] 杨大伟. 水中裸岩低桩承台钢套筒设计与施工技术[J]. 湖南交通科技, 2017, 43(04):153-156.
- [2] 骆宏勋. 水下系梁施工技术[J]. 湖南交通科技, 2011, 37(02):106-109.