

口岸船闸加固工程重难点及创新技术运用

徐家祥

(江苏路航建设工程有限公司, 江苏 常州 223100)

摘要: 为确保船闸的安全运行, 本文以具体工程为例, 对口岸导航墙加固施工过程中遇到的重难点问题进行了分析, 并提出了具体应对措施, 针对项目施工特点, 提出并运用了两项创新技术, 为类似工程施工提供借鉴参考。

关键词: 口岸船闸; 导航墙加固; 施工难点; 创新技术

中图分类号: U641.7+8

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2025) 05—0107—03

1 工程概况

口岸船闸位于泰州市口岸镇西南, 南官河入江口附近, 船闸级别为 V 级, 建设规模为 $140 \times 16 \times 3.0$ (m^3) (闸室长 $\times$ 口门宽 $\times$ 槛上水深), 船闸下游西侧导航墙采用重力式结构, 总长约 78 m, 南北向直线段导航墙总长 51.42 m, 共 5 节, 前四节墙身长度均为 10.0 m, 第五节墙身长 11.26 m。建成投产后通过监测发现靠近下闸首的西侧两节导航墙产生向引航道内的水平位移 (倾覆) 现象, 第三节导航墙有轻微位移的现象。为确保口岸船闸安全运行, 拟对下游西侧导航墙进行维修加固^[1]。导航墙的加固范围为自下闸首下游端向南的第 1 ~ 3 节导航墙结构段, 共 30.03 m。项目工程位置及导航加固范围见图 1 所示。

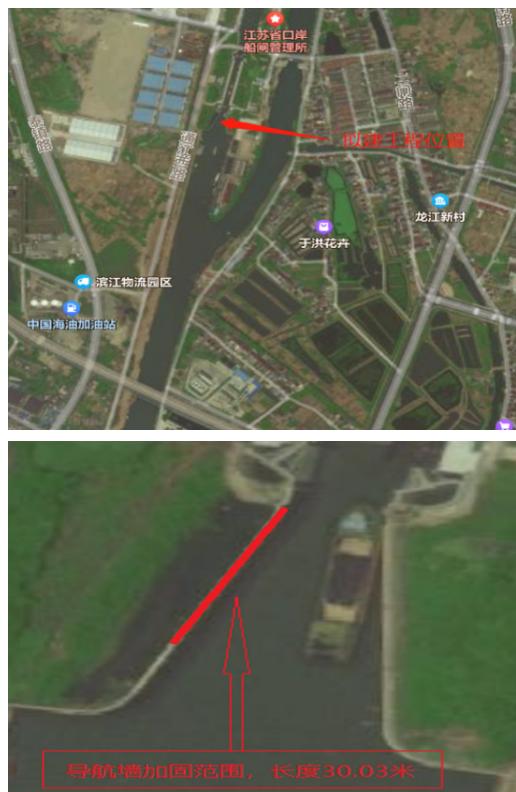


图 1 工程位置及导航加固范围图

2 施工难点及应对措施

2.1 施工工序繁多、水陆施工场地狭小

本项目导航墙加固长度共计 30.03 m, 长度虽短, 但涉及的工序多且繁杂, 主要工序有水上水下拆除清理、陆上钢管灌注桩、钢板桩支护、旋喷桩、水下钢管灌注桩、水下碎石整平、钢套箱制作与安装和水上水下砼浇筑等, 且水陆施工周转场地狭小, 施工设备展布困难。

主要应对措施: 根据各工序之间内在关系、先后顺序以及施工进度计划合理调配机械和劳动力资源, 同时根据现场施工周转场地狭小的特点, 合理选择施工作业方式; 对后方钢板桩支护区域进行再加固, 以满足振动锤设备作业需求。

2.2 潮汐与水位的影响

本项目位于口岸船闸下游引航道, 受长江水位与潮汐的直接影响。

主要应对措施: 合理选择施工季节, 避开长江高水位季节施工; 合理选择施工时段, 施工前查询历史涨潮和落潮时间, 并安排专人记录每日不同时段水位变化情况, 收集水位变化信息, 合理安排施工时间, 尽量避开高潮位时间施工。

2.3 旧导航墙水下拆除难度大

第 1 ~ 2 节导航墙需整体拆除, 导航墙底板用水下破碎锤拆除时极易对现有钢筋砼护坦造成破坏; 破碎后的拆除物清理难度大。

主要应对措施: 拆除前预先在导航墙底板与护坦处放置 2 cm 厚的保护钢板, 拆除机械安装水下高清摄像机, 确保水下破碎锤拆除时可视化从而不破坏护坦; 拆除物采用平齿反铲 (集中清理) 和平齿抓斗 (扫尾清理) 清理, 尽可能减小对护坦的破坏。

2.4 水下钢管灌注桩施工困难

本项目第 1 ~ 2 节导航墙需施工 $\Phi 800$ cm 钢管灌注桩 24 根, 桩顶高程 $\nabla -3.8$ m, 位于水下 6 ~ 7 m。

如使用传统钻机,须搭设钢架平台,但传统钻机在钢架平台上无法自由调头作业,须由浮吊配合,并且近闸首和近第3节导航墙的4根桩因平面位置不足无法施工;桩顶高程 $\nabla -3.8\text{ m}$,水下切割与破碎难度大。

主要应对措施:拟采用水上平台旋挖设备进行灌注桩的施工,无需搭建施工平台,所有桩位均可施工;在钢管桩顶部加设临时钢套管,钢套管高出水面 $0.5\sim 1.0\text{ m}$,与钢管桩进行方便拆除的机械连接,确保砼水下浇筑质量。

2.5 钢套箱制作和安装难度大

经实地调查,本项目周边20公里范围内无合适的临航道的钢套箱制作场地;钢套箱吊装时涉及的细节因素较多,如不均匀沉降、线型如何平顺、止水材料的保护措施等。

主要应对措施:常州东港是各类钢材仓储基地,水陆交通发达,水工码头结构稳定,起重机械使用便利,拟选定为钢套箱制作场地。钢套箱安装拟采用前沿桩定位+回转式浮吊船吊放入位+后方陆上振动锤+龙门架微调校准的方式,保证钢套箱吊放位置准确,并采取相应措施保证止水材料的有效性。

2.6 止水施工要求高

本工程止水部位位于钢套箱前趾与护坦、钢套箱与下闸首、钢套箱与钢套箱之间。止水效果的好坏将直接影响工程的安全性和耐久性。

主要应对措施:止水铜片和水膨胀止水条均预先安装在钢套箱外侧,为避免吊装时碰擦损坏或即使有碰擦但不会损坏,均须采取相应的保护措施,如以半圆形钢筋笼防护止水铜片,水膨胀止水条两侧增设角铁防护以防止碰擦等措施;设计采用SR止水模块,效果更佳。

3 创新技术运用

针对项目施工特点和难点,本着加快施工进度、提高安全保障、提升工程质量、节约综合成本、有利于环境保护的原则,以“陆上设备水上化、水上作业陆上化”为主要创新思路,本工程积极开展了工艺创新、设备创新及其他小改进、微创新等活动,投入使用两项“四新”技术,即内河水上游移动平台旋挖钻孔桩法^[2]和水溶性荧光粉示踪检测法,并在质量、成本、效率、安全和环保等方面取得了显著成效,创新技术具体介绍如下。

3.1 内河水上游移动平台旋挖钻孔桩法

本项目第1~2节导航墙需进行24根 $\Phi 800\text{ cm}$ 水

下钢管灌注桩施工,桩顶高程 $\nabla -3.8\text{ m}$,位于水下 $6\sim 7\text{ m}$ 。根据以往航道施工经验,水下灌注桩一般采用水中平台(或围堰)+回旋钻机进行钻孔^[3-4]作业,在本项目所处环境特点下,该作业方式存在以下问题:

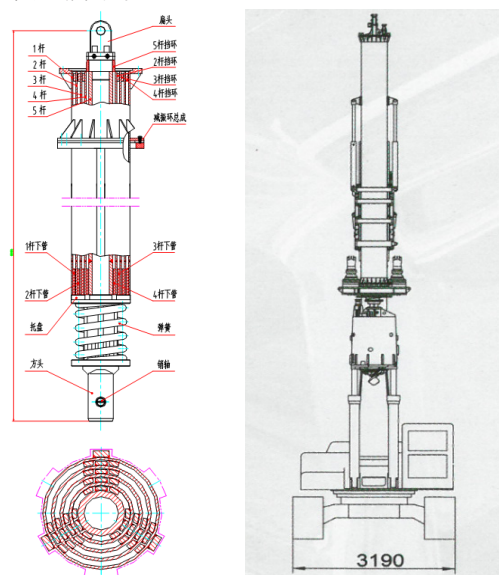
平台占用水域面积大,传统钻机在钢架平台上无法自由调头作业,须由浮吊配合,搭拆速度慢。成孔速度慢,施工效率低:桩长 16 m 的 $\Phi 0.8\text{ m}$ 灌注桩成桩时间约需 $6\sim 8\text{ h}$,每台回旋钻机每天成桩 $1\sim 2$ 根,施工效率较低。近闸首和近第3节导航墙的4根桩因平面位置不足无法施工。桩顶高程 $\nabla -3.8\text{ m}$,传统工艺水下灌注桩水下切割与破碎难度大。

为满足旋挖钻机对作业平台承载力和稳定性的要求,本项目对灌注桩水上移动平台旋挖钻孔工艺主要技术改进和工艺创新如下:

(1)加固和改造多功能定位桩船上的作业平台,使其满足旋挖钻施工作业时产生的荷载。

(2)在作业区一侧船帮加装两个 $\Phi 400$ 的抱箍装置(其中一个固定,一个可纵向滑移),使多功能船能与预先打设的固定桩抱扣锁紧,确保移动平台的稳定性不受船行波和钻孔反作用力的影响,从而保证旋挖作业过程中钻杆对中和倾斜度的精确控制。

(3)内河水上游移动旋挖钻孔平台是以多功能定位船为载体,将旋挖钻机^[5]安放在船体多功能平台上组合而成,该型旋挖钻机主要通过拆除360挖机小臂,在大臂上安装旋挖钻杆及动力系统(SE-30旋挖钻机),并在操作室内加装旋挖钻孔控制系统,使之满足旋挖钻孔的需要,改装型旋挖钻机(360挖机+SE-30旋挖钻机)结构见图2所示。



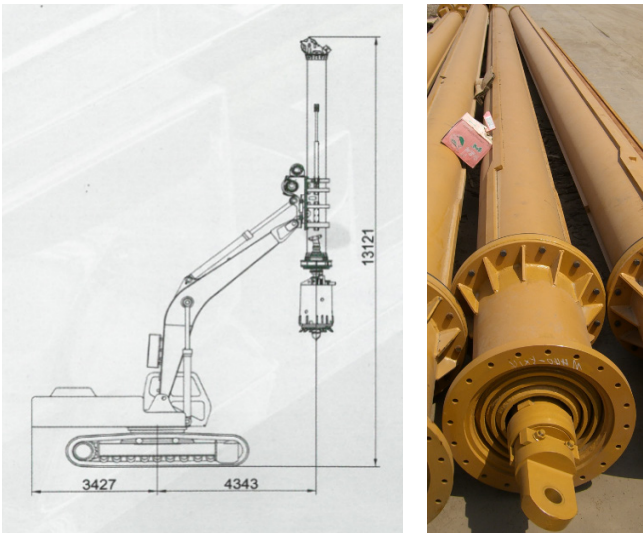


图2 改装型旋挖钻机结构示意图

“灌注桩水上移动平台旋挖钻孔法”解决了传统工艺存在的问题，与传统施工方法比较，其性能优劣势对比见表1。

表1 传统施工方法和旋挖钻孔法性能优劣势对比

序号	传统施工方法	旋挖钻孔法
1	日平均产量2根，钻孔时间长，塌孔风险高。	日平均产量8~10根，钻孔时间长，塌孔风险低。
2	设备使用岸电接入，且施工线路比较长，临电线路的布设也存在一定的难点，存在临时用电风险。	设备无需接电，无临时用电风险，且节约成本。
3	需要施工围堰、平台搭建，占用水域面积大，易被船舶碰撞失稳，存在人员伤亡、围堰倒塌风险。	无需搭建平台，消除了围堰倒塌的风险，占用水域面积小，机械化程度高，降低了操作人员伤亡概率。
4	现场施工人员多、配套船舶多、施工进度慢，人、机风险大。	现场施工人员少、配套船舶少、施工进度快，降低风险等级，降低施工组织难度，节约了施工成本。
5	施工平台固定，被动避险。	施工平台可灵活移动，主动避险。
6	泥浆排放量大，环保风险和成本高。	无泥浆。

3.2 水溶性荧光粉示踪检测法

目前，我国水库、大坝和船闸等结构物渗漏情况检测均采用无损检测法，常用的检测方法有声纳渗流检测^[6]和喷墨示踪检测技术^[7]，其中，喷墨示踪检测技术最为常用。

对本项目而言，常规方法为利用导墙前后形成的水压差进行水下喷墨检查，如有渗漏，高锰酸钾或其他有色颜料则会沿渗漏通道流向水压低的一侧，通过潜水员近观目视，同时对喷墨进行全程水下摄像，以此来验证导墙完工后的防渗性能，但实际浓度较低时难以检测。为此，本项目对该检测方法进行改进与创新，采用新型示踪剂—水溶性荧光粉，试验效果显著，其优势见表2。

表2 传统颜料与新型示踪剂对比表

序号	传统颜料试剂	新型示踪剂（水溶性荧光粉）
1	通过目测判断止水效果，故检测水体环境需相对稳定、浑浊度较低。	对水体浑浊度无要求，检测适应性强。
2	全程为水下作业，专业性强，风险因素多。	无水下作业，可在检测区定点投放，无安全风险，可操作性强。
3	目测判断具有局限性，后方取水样检测染料理论上可行，但实际浓度较低时难以检测。	后方取水检测，即使浓度低到0.1‰时，用紫外灯照射同样能够具有强烈的荧光，判定检测效果。

4 结语

总体而言，本项目针对口岸导航墙加固工程施工难点，本着加快施工进度、提高安全保障、提升工程质量、节约综合成本、有利于环境保护的原则，提出了多种行之有效的应对措施。针对本项目施工特点，投入使用两项创新技术，并在质量、成本、效率、安全和环保等方面取得了显著成效，为以后类似工程施工提供了经验借鉴。

参考文献：

[1] 刘冬山. 船闸引航道混凝土河床加固施工技术研究 [J]. 中国水运, 2022, (10): 115-118.

[2] 江苏路航建设工程有限公司. 用于内河航道的水上钻孔灌注桩施工装置及其使用方法 :CN201910763539.5[P]. 2020-11-27.

[3] 杨文秀. 浅议旋挖钻施工钻孔桩的优势 [J]. 山西建筑, 2007, (04): 128-129.

[4] 薛士强. 关于旋挖钻施工的探讨 [J]. 工业 A, 2016, (07): 90.

[5] 张程勇, 赵北辰, 李翔. 旋挖钻机进行灌注桩施工技术应用 [J]. 河南水利与南水北调, 2012, (22): 67-70.

[6] 高大水, 陈艳, 杜国平. 声纳渗漏检测技术在闸坝检测中的应用 [J]. 人民长江, 2016, (05): 73-75, 89.

[7] 刘慧. 某高拱坝异常渗漏部位检测及工程处理 [J]. 水利技术监督, 2022, (08): 46-50.