

基于高桩码头施工过程中的反吊技术的应用

徐全立, 张亚东

(济宁港航建设有限公司, 山东 济宁 272000)

摘要: 围堰填土、桩基抱箍支承、水中钢套箱沉底施工等方式,是新阶段水中墩台施工技术中较多采用的方式。结合京杭运河济宁至台儿庄(济宁段)航道“三改二”工程南阳锚泊区项目施工实例,采用水中墩台反吊支架法施工工艺,按照河道深、浅结构设计进行施工。其施工工艺经过合理安排和严谨的技术管理,顺利完成了水中墩台的建设,具有经济易用、保护河道环境、安全可靠的航道通行等特点,其施工工艺经过实践验证后,证明具有可行性和优越性,可供今后同类工况进行借鉴。

关键词: 反吊系统; 高桩码头; 施工技术

中图分类号: U656.113

文献标识码: A

文章编号: 1673-8993(2024)06-0062-05

doi:10.13402/j.gcjs.2024.06.079

Research and application of reverse lifting technology based on construction process of high pile wharf

XU Quanli, ZHANG Yadong

(Jining port construction Co., Ltd., Jining 272000, Shandong, China)

Abstract: The construction methods of cofferdam filling, pile foundation holding hoop support and underwater steel box sinking are the most used methods in the construction technology of underwater pier in the new stage. Based on the construction example of the Nanyang anchoring area of the “Three changes to two” project of Jining to Taierzhuang (Jining section) channel of Jinghang Canal, the construction is carried out according to the deep and shallow structure design of the river. Its construction process through reasonable arrangement and rigorous technical management, successfully completed the construction of the water pier, with economic and easy to use, protect the river environment, safe and reliable channel passage and other characteristics, the construction process has been verified by practice, has feasibility and superiority, can be used for reference and reference in the future similar conditions.

Key words: reverse lifting system; high pile wharf; construction technique

现阶段水运工程中的船闸工程,以桩为基础的桩顶混凝土结构较为常见,如靠船墩和高桩码头的桩帽,结构型式为“一桩一墩”,需在水上施工^[1]。梁板式高桩码头在内河航运工程中,采用桩基、上部结构及附属设施构架而成,桩基及上部结构通常由桩帽连接而成^[2]。一般情况下,桩帽都在浪溅区内,所以整个工程的施工进度和使用寿命受现浇桩帽的质量和进度的直接影响^[3]。

承台常采用钢抱箍的支撑形式进行施工,同时通过在建筑材料中添加纤维材料以提高材料性能,但对于水位过高的情况,钢抱箍技术无法安装或难以安装,对于施工效率影响严重^[4-5]。何元塘^[6]采用高桩梁板与板桩的复合结构,将板桩墙和高桩梁板结构连成一体,形成整体卸荷式结构,有效减少作用于板桩墙的土压力,使板桩结构能满足大吨位深水码头的建造要求;林学良等^[7]介

收稿日期: 2023-07-01

作者简介: 徐全立(1985—),男,高级工程师,从事港口与航道工程的研究。

通信作者: 张亚东(1990—),男,工程师,从事结构工程的研究。

mm

承体系时发现钢管桩顶面标高存在高差等。钢管桩全部连成一体,保证了整体支架的稳固。施工过程中的工艺流程如图 3 所示。

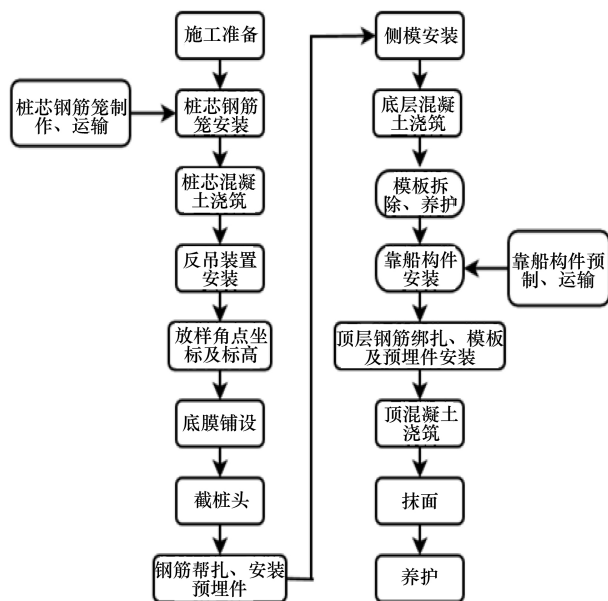


图 3 高桩码头反吊工艺流程

2.2 关键施工节点

施工过程中所用的连片式结构分两次浇筑,每次浇筑高度均为 600 mm。待下层的混凝土强度达到设计强度 75% 拆除底模,切除反吊支撑槽钢,依靠下层混凝土支撑安装靠船构件,浇筑上层混凝土。混凝土结合面进行凿毛处理,凿毛的深度和密度根据具体工程要求和混凝土强度来确定,一般应达到露出粗骨料的目的,待凿毛完成后,及时清除表面的浮渣、碎屑等杂物,再对上层混凝土进行浇筑。

2.2.1 桩芯施工

如图 4 所示,桩芯混凝土底模采用 10 mm 厚钢板进行封堵,采用 2 根直径为 16 mm 的一级 HPB235 钢筋反吊于桩芯笼主筋底部,十字型布置。高桩墩台连片式结构钢筋笼内侧焊接 4 根 10[#] 槽钢,槽钢长度为 1.3 m,槽钢埋入管桩 400 mm,预埋入桩芯混凝土中用于反吊支撑。浇筑桩芯混凝土前抽干桩芯底模上的积水,并清理附着在管桩壁的障碍物。桩芯的混凝土的浇筑方式使用吊装方驳吊罐。首先浇筑桩芯混凝土,待混凝土固结后,桩芯笼、槽钢与管桩形成一个整体,浇筑承台混凝土时,承台的荷载以此整体向下传递。



图 4 码头工程的桩头支撑

2.2.2 底层施工

连片式结构桩顶标高为 34.6 m,高桩墩式结构桩顶标高为 35.1 m。使用水准仪放样桩顶标高,标出需要截除的控制线,为了在施工中减少预应力损失,采用手提式圆盘切割机人工截桩。如图 5 所示,底层混凝土浇筑采用反吊工艺支撑模板,在预埋桩芯槽钢顶部焊接纵向桁架。在桁架顶部横向间隔 1 m 焊接双拼 16a 槽钢,在底模下部对称布设双拼 16a 槽钢,在中间的吊装位置处设置拉杆,拉杆采用 PVC 套管隔离。槽钢遇桩基错开布置,底梁上间隔 350 mm 铺设 100 mm × 100 mm 木方格栅,木方格栅上铺设 15 mm 厚木模板作为底模。



图 5 高桩码头的反吊施工工艺

底模定位调平后,进行钢筋绑扎,锚泊区施工现场未设置钢筋加工产地,墩台所需钢筋均在预制场加工成型后,由运输船运至施工现场进行安装,钢筋连接方式采用单面焊。钢筋绑扎完成后进行第一层侧模安装,侧模紧靠固定在底模面板的外侧,支立在木方格栅上,并且钉好止浆条,施工螺栓采用 M12 螺栓,最少外露 2~3 道丝,防止脱丝。螺栓与墩台底层钢筋焊接,横向间隔 1 m 布置。

第一层混凝土浇筑尺寸为 15 m × 6.8 m × 0.6 m,约 61.2 m³,由于本项目属于孤岛施工,综合考虑后采用罐车运输商品混凝土至南阳渡口码头,然后使用船载式混凝土搅拌料斗进行运输。挖掘机输送方式入模,为保证施工质量及安全,浇筑过程中对桁架进行沉降观测。混凝土浇筑完毕后及时覆盖,淡水养护,养护期不低于 14 d,并填写

养护记录。待混凝土强度使用回弹仪回弹达到设计强度的 75% 后, 切除反吊支撑槽钢, 进行拆除底模。

2.2.3 靠船构件安装

底层混凝土达到设计要求后, 拆除桁架及模板, 安装顶层反吊系统。顶层反吊系统主要由双拼 20 a 槽钢、双拼 16 a 槽钢与 2 个 10# 槽钢组成稳定的三角形结构(每 1 500 mm 一组, 每组之间由 10# 槽钢连接), 钢丝绳, 加强板底座 3 部分组成。

如图 6 所示, 靠船构件在预制场预制, 顶层反吊系统完成后, 将达到龄期的靠船构件水上运输至施工现场, 采用起重船起吊安装。

2.2.4 顶层施工

首先对底层混凝土进行凿毛并清理干净, 将加工成型的钢筋运至施工现场进行绑扎。第二层混凝土侧模板支立时, 墩台前沿采用护面钢板兼做前沿侧模, 护面钢板锚筋间隔 0.8 m (锚筋 0.4 m 间距) 与墩台钢筋焊接, 护面钢板与完成安装的靠船构件护面钢板部分焊接以保持稳定, 待第二层混凝土浇筑完成后再进行钢筋的满焊, 同时进行防腐处理。墩台侧模均采用钢模板(除前沿外), 以使现浇墩台表面光滑、棱角平直, 表面平整, 施工螺栓采用两道 M12 螺栓, 最少外露 2~3 道丝, 防止脱丝。

如图 7 所示, 螺栓分两层布置, 上层螺栓焊接到墩台顶层钢筋上, 横向间隔 1 m 布置, 下层螺栓利用第一层混凝土浇筑底层螺栓并紧固, 间隔 1 m 布置。模板的制作和安装按照施工规范进行, 侧模之间严格对接缝进行封闭, 避免漏水漏浆。侧模拆除后, 割除 M12 螺栓, 并用砂浆修整。

3 质量控制

(1) 安装底模前, 对方木检查, 发现变形及时更换; 对加工好的桁架进行仔细检查, 对存在缺陷部位修补、加固。

(2) 绑扎钢筋时挂线摆放, 确保水平钢筋顺直、钢筋间隙均匀, 竖向钢筋不错位, 钢筋端头整齐, 钢筋绑扎完成后检查所有丝扣是否出现漏绑、松绑现象, 严格检查扎丝头是否伸向保护层, 若有立即整改。保护层垫块之间的间距应均匀布置且间距不大于 1 000 mm。

(3) 对模板进行止浆处理, 侧模安装前需在底胎模安放止浆条, 侧模支立后确保模板与底模接触紧密, 无缝隙, 待加固完成后, 在其两端先安放止浆条, 再支立堵头模板, 堵头模板支立完成后认真检查模板间拼缝处是否有缝隙, 若有需塞紧土工布填堵缝隙, 确保不漏浆, 并保证混凝土浇筑的连续性。

(4) 钢筋搭接长度按照设计要求, 对焊渣及时清理; 木模周转不得超过 3 次, 且安装前必须涂刷隔离剂; 施工期间对模板、桁架进行重点监测, 发现异常立即停止施工, 撤离现场。

(5) 混凝土应逆水流方向浇筑, 分层振捣, 分层厚度不超过 500 mm, 边角及预埋件应重点振捣, 压实后保持不少于 14 d, 并及时进行维修。

通过采用反吊结构替代传统的工字钢支撑结构进行现浇面层的施工, 水中墩台采用反吊支架法工艺, 使得施工质量可控、降低施工成本、绿色环保, 工期缩短也为顺利实现大桥后期计划

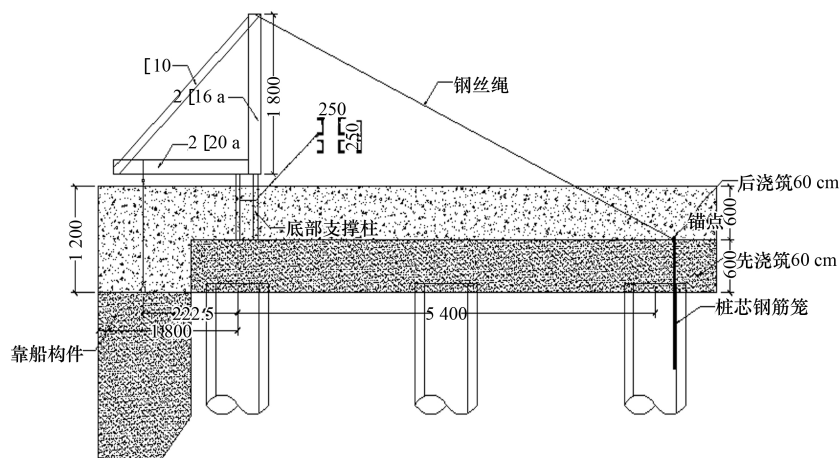


图 6 反吊工艺的施工示意

mm



图 7 顶层反吊装置的预埋

节点目标奠定了良好基础。高桩码头工程的桩基工程完成现场如图 8 所示。



图 8 高桩码头工程的桩基工程完成现场照片

4 施工效果

(1) 材料损耗减少: 采用反吊结构替代传统的工字钢支撑结构进行现浇面层的施工, 可以明显减少材料的损耗, 提高资源的利用效率。

(2) 提高横梁的结构稳定性和完整性: 通过在主梁下方吊挂底模组件, 并使其悬于两横梁之间, 作为现浇面层的支撑结构, 可以保持横梁的结构稳定性和完整性, 避免对横梁的结构破坏, 确保了工程质量。

(3) 提高施工效率: 反吊施工方式具有较快的施工速度和较高的施工效率, 可以缩短工期, 提高工程的效益。

(4) 降低施工成本: 采用反吊结构替代传统的工字钢支撑结构, 可以减少支撑结构的制造成本, 采用反吊支架法施工所有材料均为市场上较易采购或租赁的常用规格材料, 在拆除支承系统时回收再利用, 其它施工部位可在后期进行周转使用。

(5) 提高工程耐久性: 由于反吊施工方式保持了横梁的结构稳定性和完整性, 使得现浇面层能够更好地适应海洋环境, 不易出现裂缝、变形等问题, 提高了工程的耐久性。

(6) 效益分析: 高桩码头施工反吊工艺的效益主要体现在减少材料损耗、保持横梁的结构稳定性和完整性、提高施工效率、降低施工成本和提高工程耐久性等方面, 具有较高的实用价值和经济效益。

5 结 语

本文以京杭运河济宁至台儿庄(济宁段)航道“三改二”工程建设项目南阳锚泊区为例, 采用将型钢桁架反吊置于承台底模下的型钢, 由于水位过高, 通过对拉螺杆的连接, 使其不能使用钢抱箍支撑, 从而避免了受潮位变化影响的水下施工安全、质量风险和施工条件, 同时也避免了水下施工的安全隐患。结果得出, 靠墩施工效率得到了提高, 模板止水效果、牢固性及靠墩混凝土施工质量得到了保证, 可为今后同类项目的建设提供借鉴。

参考文献:

- [1] 刘学花,王鹏开. 沉箱码头与方块码头的经济比较及结构优化建议[J]. 工程建设,2018,50(10):68-73.
- [2] 詹锐彪,胡乔辉. 大水位差高桩码头现浇梁板结构支撑系统研究与应用[J]. 中国港湾建设,2023,43(5):57-61.
- [3] 李荣. 高桩码头轨道梁在循环荷载作用下的疲劳寿命分析[J]. 工程建设,2016,48(6):21-24.
- [4] 盛佳珺,陈海峰,李武,等. 全装配式高桩码头结构创新设计[J]. 水运工程,2023(5):59-64;93.
- [5] 张亚东,段宜栋,梁美清. 添加纤维材料的混凝土预制复合墙体应用分析[J]. 混凝土与水泥制品,2022(7):80-82.
- [6] 何元塘. 高桩梁板与板桩复合结构对板桩码头原位升级改造思路[J]. 水运工程,2023(6):74-80.
- [7] 林学良,王磊,曹凯平,等. 一体式预制桩帽构件在装配式高桩码头中的应用[J]. 水运工程,2023(5):17-21;54.
- [8] 马文龙. 反吊铺底法在海上现浇墩台施工中的应用[J]. 珠江水运,2020(3):55-56.