

柴米闸灌注桩拦船设施改造维护应用研究

尚振兰

(江苏省淮沐新河管理处, 江苏 淮安 223005)

摘要: 为防止柴米闸行洪时船舶在水流牵引作用下偏向闸门引起安全事故, 同时现有的拦船浮筒不能满足船舶撞击的情况下, 需对现有拦船设施进行科学地改造维护。本文提出新设三角形灌注桩拦船墩等措施进行改造, 并详细阐述其设计过程、稳定性验算、施工难点及措施, 同时通过对改造后的拦船桩身结构完整性进行检测, 验证了此种拦船设施改造维护方法的可靠性。

关键词: 拦船设施; 改造维护; 设计施工; 完整性检测

中图分类号: U641 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 12—0120—03

1 概述

柴米闸地处江苏省宿迁市沭阳县沭城镇以南 7km 处, 位于沭阳闸上游右岸淮沭河东堤 150m 处, 上游为淮沭新河, 下游为柴米河, 是分准入沂淮水北调工程之一。柴米闸为钢筋混凝土结构, 共 9 孔, 单孔净宽 4m, 闸身总宽 44m, 闸长 126.5m, 设装配 10 吨螺杆式启闭机 9 台, 设计流量为 352m³/s。受泄流的影响, 当柴米闸行洪时, 淮沭新河侧水流畅向柴米闸流动, 过往船舶受到水流牵引, 船身向柴米闸偏移, 影响行船安全。先前在柴米闸上游约 110m 处设置拦船浮筒, 但在实际运行过程中发现, 浮筒难以承受船舶撞击, 无法阻止船舶向柴米闸偏移, 尚存在一定的安全隐患。

因此, 对现有拦船设施进行科学地改造维护是避免发生安全事故的有效措施^[1]。本文提出新设三角形灌注桩拦船墩等措施进行改造, 并详细阐述其设计过程、稳定性验算、施工难点及措施, 同时通过对改造后的拦船桩身结构完整性进行检测, 验证了此种拦船设施改造维护方法的可靠性。

2 改造维护基本措施

为达到拦船效果, 保证行船安全, 本工程在现有拦船浮筒上游约 15m 处新建一排三角形灌注桩拦船墩, 间距 20m, 共计 5 个, 拦船墩之间采用浮标与浮筒相连, 基本措施如下:

(1) 三角形灌注桩拦船墩上部为三角形 C30 钢筋砼承台, 边长 5.60m, 边角处修圆, 半径为 80cm; 承台中间做成空心, 各边厚度为 1.2m; 承台下为 3 根直径 80cm, 长 22m 的 C30 钻孔灌注桩, 桩间距为 4.0m, 泥面线以上采用 8mm 厚钢护筒防护。

(2) 浮标采用 HF1.5-D2 型, 共计 4 个, 采用沉石锚固方法, 使用 $\phi 17.5\text{mm}$ 锚链将浮标与砼预制块地锚相连。

改造后拦船设施典型段平面布置图如图 1 所示。

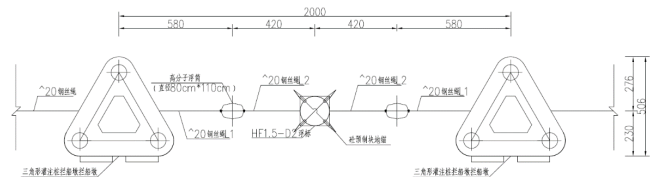


图 1 改造后典型段平面布置图

3 工程设计与稳定性验算

3.1 灌注桩设计

本工程灌注桩主要承受船舶产生的水平撞击荷载, 根据《港口工程桩基规范》(JTS 167-4-2012) 要求, 灌注桩入土深度宜满足弹性长桩条件^[2]。判别标准如下:

$$L_t \geq 4T \quad T = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{mb_0}}$$

计算得 T 为 1.92m, 本次设计 22 长桩基, 入土深度为 18.4m > 4T, 满足弹性桩要求。根据《港口工程桩基规范》规定, 单桩在水平力作用下的桩身内力和变形可采用 m 法计算, 计算公式按照规范附录 D3。

根据《船闸水工建筑物设计规范》(JTJ 307-2001), 船舶撞击荷载按照如下公式计算^[3]:

$$F_c = 0.9KW^{0.67}$$

计算得船舶撞击力为 115.77kN。荷载作用时单根桩所受船舶撞击力为 77.18kN。

本次采用理正结构工具箱 (7.0 版), 计算灌注桩内力和变形, 计算结果如表 1。

表 1 灌注桩内力和变形计算结果表

计算内容	值
桩在泥面处水平位移/mm	5.3
桩身最大弯矩/kNm	340.97
桩身最大剪力/kNm	94.09

由上表可知, 桩在泥面处水平位移为 5.3mm, 小于规范允许值 6mm, 满足要求。按照《水运工程混凝土结构设计规范》正截面受弯与斜截面受剪公式进行配筋计算^[4]。由此, 纵筋选配 20 Φ 18, 箍筋选配 1 Φ 10。

3.2 浮标与浮筒技术参数与规格

浮标灯架采用国标角钢 80mm×8mm；标志牌贴有 3M 级夜间反光膜，并涂有环氧防锈底漆加氯化橡胶层再涂长效防污涂料；吊环、活动扣采用 316 钢锻造加工，耐腐蚀性、耐大气腐蚀性和高温强度高，可在苛刻的条件下使用。

浮筒规格直径 800mm×1100mm，采用高分子聚乙烯填充聚氨酯，采用两半分体式，在浮标与浮筒之间的钢丝上面放置夹紧，浮筒两侧设置卡扣防止浮筒之间滑动^[5]。本工程共需 HF1.2-D2 型浮标 29 个，高分子聚乙烯浮筒 84 只。

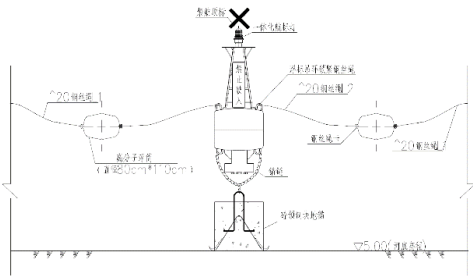


图2 浮标结构大样图

3.3 砼预制块地锚稳定计算

本工程设计地锚尺寸为 1.5×1.5×1.5m 立方体，取单个地锚作为脱离体计算。

3.3.1 计算公式

根据《水闸设计规范》，抗滑稳定安全系数和抗浮稳定安全系数按照下式计算^[6]：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H} \quad K_f = \frac{\sum V}{\sum U}$$

根据《港口工程荷载规范》，水流力计算公式如下^[7]：

$$F_w = C_w \frac{\rho}{2} v^2 A$$

3.3.2 计算结果

具体计算结果见表 2。

表 2 地锚稳定计算

工况	水位/m	流速/m ² /s	总水流力/kN	总浮托力/kN	Kc	[Kc]	Kf	[Kf]
设计工况	8.5	1.54	6.41	36.16	2.63	1.20	2.33	1.10
最高洪水 工况	12.13	1.00	3.84	69.50	1.36	1.05	1.21	1.05

由上表可知，各工况下，地锚抗滑稳定系数大于要求值，满足要求。

4 拦船墩灌注桩施工方案

4.1 灌注桩施工难点分析

本工程灌注桩，位于河道中间，主要难度有以下几点：①搭建打桩平台困难；②平台的安全性及平整度影响桩的质量；③灌注桩混凝土运输及浇筑困难；④泥浆排放困难，废水、废渣不能污染排入河道。

4.2 灌注桩施工措施分析

经过对工程施工特性的认真分析，水上钻孔灌注桩

施工采取了如下措施：

(1) 搭建灌注桩施工平台，为确保平台的稳定性，采用满堂脚手架搭设，并对平台的强度、刚度以及稳定性进行验算，并确保平台的水平度；

(2) 保证成孔质量及环境不受污染，采用长度 6.5m 以上的钢护筒，泥浆通过泵吸胶管输送到指定淤泥排放点排放；

4.3 灌注桩水上平台施工方案

平台采用人工搭设，机械辅助，从岸边一端向河中搭设。具体的施工步骤：材料准备充足→人工从安排搭设，在现场技术人员的指挥下，将钢管移动至要打入的位置→用人工或机械辅助将钢管压入软土中 2m，在压入过程中须保持钢管竖直→重复上述操作，直至所有的钢管桩都打入土中，打好的钢管应整齐排列，桩的间距须大致相等。

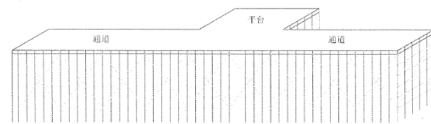


图3 水上排架立面布置示意图

5 改造后拦船设施稳定性检测分析

5.1 拦船设施检测范围

共检测柴米闸改造后的 12 根混凝土钻孔灌注桩拦船设施，占总桩数的 100%。

5.2 检测原理与过程

检测采用低应变反射波法。该方法以一维线弹性杆件模型为依据，采用低能量瞬态激振方式在桩顶激振，实测桩顶部的速度或加速度响应时域曲线，对桩身完整性进行判定。

5.3 桩身结构完整性检测结果

表 3 桩身结构完整性检测结果表

序号	桩号	桩长 (m)	桩径 (mm)	波速 (m/s)	桩身结构 完整性	类别
1	1-1	17.00	φ800	4237	在 2.60m 处存在轻 微缺陷	II 类
2	1-2	17.00	φ800	4348	桩身完整	I 类
3	1-3	17.00	φ800	4098	桩身完整	I 类
4	2-1	17.00	φ800	3774	桩身完整	I 类
5	2-2	17.00	φ800	3968	桩身完整	I 类
6	2-3	17.00	φ800	3745	桩身完整	I 类
7	3-1	17.00	φ800	3584	桩身完整	I 类
8	3-2	17.00	φ800	3522	桩身完整	I 类

本次试验共检测 8 根工程桩，其中 I 类桩 7 根，所占测桩数的 83.3%；II 类桩 1 根，所占测桩数的 16.7%。实测波速平均值 3893m/s，标准差 324.74m/s，其中最小波速 3521m/s、系 3-2 号桩，其中最大波速 4525m/s、系 3-3 号桩。检测结果表明改造维护后的拦船设施结构性能完好，可以达到有效拦船、保证行船安全的功能。

原油管道穿越船闸引航道通航条件影响分析

孙建军*, 张兵, 范海文

(山东省交通规划设计院集团有限公司, 山东 济南 250101)

摘要: 船闸引航道位置船舶通航密度大, 此处穿越管道面临着河道冲刷、船舶通航及抛锚带来的埋设环境风险。本文以日濮洛原油管道穿越长沟船闸引航道为例, 通过综合考虑过河管道选址要求、河床极限冲刷深度、船舶应急抛锚贯入深度、远期二线船闸建设等因素影响, 研究并提出了该原油管道穿越长沟船闸引航道的最小埋设深度及出入土点位置要求, 最大程度减小了穿越管道对通航条件的影响, 为建设方案的可行性提供了技术支持。

关键词: 原油管道; 长沟船闸; 引航道; 通航条件; 埋设方案

中图分类号: U612.3 **文献标识码:** X **文章编号:** 1006—7973 (2022) 12—0122—03

关于穿越航道的水下管道选址要求, 《内河通航标准》^[1]第 5.3.1 条: 穿越航道的水下电缆、管道、涵管和隧道等水下过河建筑物必须布设在远离滩险、港口和锚地的稳定河段。该规定对于安全间距仅做了定性要求, 没给出定量标准。船闸引航道附近一般会配套建设停泊锚地、靠船墩等, 船舶通航密度大, 在此处建设管道穿越工程会面临船舶通航及抛锚带来的埋设环境风险, 在水平方向上往往做不到绝对远离码头、锚地等, 因此, 为保证管道建设和运营安全, 科学分析管道埋设影响因素、合理确定埋设尺度就显得极为重要。本文以日濮洛原油管道(日照—濮阳—洛阳原油管道工程)穿越长沟船闸引航道为例, 综合分析了河床极限冲刷、船舶应急

抛锚、船闸改扩建等因素影响, 合理论证了管道埋置方案的可行性, 以减小对航道通航条件的影响, 确保建成后船闸、锚地使用及航运正常进行。日濮洛原油管道首站位于日照港岚山港区, 末站位于洛阳市吉利区, 线路全长 796km, 管道在济宁市汶上县定向钻穿越梁济运河(京杭运河)长沟船闸上游引航道。

1 工程河段通航环境

(1) 与通航有关的设施。管道采用定向钻方式穿越长沟船闸上游引航道, 上距长沟船闸远调站及停泊锚地 486m, 下距船闸停泊段靠船墩 163m。

(2) 航道条件。管道穿越梁济运河于长沟闸上与

6 结论

本文提出新设三角形灌注桩拦船墩等措施对柴米闸拦船设施进行改造, 同时通过对改造后的拦船桩身结构完整性进行检测, 验证了此种拦船设施改造维护方法的可靠性, 本文内容总结如下:

(1) 本工程在现有拦船浮筒上游约 15m 处新建一排间距 20m 的三角形灌注桩拦船墩, 并创新性地采用沉石锚固方法、增设高分子聚乙烯浮筒, 计算结果证明, 在最不利情况下灌注桩的水平位移、最大弯矩、最大剪力满足规范要求, 地锚抗滑稳定系数小于规范限值。

(2) 本文提出水上灌注桩施工流程, 通过采取满堂脚手架搭设施工平台、通过泵吸胶管输送淤泥、地泵输送灌注浇筑等一系列措施, 解决了拦船墩灌注桩施工过程中的一系列问题。

(3) 通过低应变反射波法对 12 根混凝土钻孔灌注桩拦船设施进行稳定性分析, 实测桩顶部的速度或加速度响应时域曲线, 验证了本文提出并应用的新型拦船设

施技术的可靠性。

参考文献:

- [1] 刘良玉, 周和平, 徐铭, 郭军. 摩阻型拦船设施研究与应用 [J]. 中国水利, 2020(08):65-66.
- [2] 中华人民共和国交通运输部. 港口工程桩基规范: JTS 167-4-2012[S]. 北京: 人民交通出版社, 2012.
- [3] 中交水运规划设计院. 船闸水工建筑物设计规范: JTJ 307-2001[S]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [4] 中华人民共和国交通运输部. 水运工程混凝土结构设计规范: JTS 151-2011[S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [5] 周和平, 周建方, 夏炎. 适应水位变化恒张紧拦船设施研究与应用 [J]. 江苏水利, 2019(08):66-68+72.
- [6] 中华人民共和国水利部. 水闸设计规范: SL 265-2016[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2016.
- [7] 中华人民共和国交通运输部. 港口工程荷载规范: JTS 144-1-2010[S]. 北京: 人民交通出版社, 2010.