

船闸引航道混凝土河床加固施工技术研究

刘冬山

(江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225321)

摘要: 高港枢纽一线船闸工程建成通航 17 年, 一直超负荷运行, 上下游引航道混凝土河床 (以下简称混凝土河床, 包括混凝土铺盖、护坦、护底、护坡等) 多处发生损坏。通过分析混凝土河床损坏原因及加固方法, 分析混凝土河床加固施工难点, 总结混凝土河床加固施工准备、深基坑与降排水、模袋铺设、混凝土浇筑等关键施工技术措施。加固工程投入运行以来, 混凝土河床各部位设施完好, 上下游闸首、导航墙和中隔堤等设施安全稳定。总结的经验可为类似工程加固提供参考。

关键词: 船闸引航道; 混凝土河床损坏; 加固; 施工关键技术措施

中图分类号: U641.2+11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 10—0115—04

1 工程概述

1.1 工程概况

江苏省泰州引江河高港枢纽一线船闸 (简称一线船闸) 于 1999 年 9 月建成投入运行, 闸室长 196 m, 宽 16 m, 槛上水深 3.5 m。设计最大过闸船型为 500t 级、300t 顶推船型及 100 吨级拖带船队, 2015 年船舶实际通过量约 5500 吨。

一线船闸自建成通航以来, 由于航行频繁, 常年超负荷运行, 水工建筑物多处发生损坏, 设备磨损老化, 与二线船闸共用上下游引航道, 一线船闸原有靠船墩位于引航道中间, 影响过闸船舶的安全。2016 年 11 月一线船闸除险加固工程开工建设, 在 2017 年 5 月底完成水下验收, 主要加固内容有水工建筑加固、金属结构设备更换、电气自动化改造、房屋建筑维修、水土保持等工程。

1.2 工程场地水文地质

据地质勘察报告, 工程场地自上而下土层主要为重、中粉质壤土, 极细砂, 淤泥质重粉质壤土, 淤泥质中、轻粉质壤土等。船闸闸室墙底板底高程 $\nabla -5.0\text{m}$, 闸首底板底高程分别为 $\nabla -7.4\text{m}$ 、 $\nabla -7.7\text{m}$, 位于第②3 上层重、轻粉质壤土上, 下卧层为②3 下层极细砂夹壤土。地基土层透水性强, 承载力较低, 闸首底板及闸室墙下均采用深层水泥搅拌桩加固地基, 并采用混凝土地下连续墙围封进行防渗处理。

施工区域地质条件差, 以砂性土为主, 地下水丰富, 承压水头较高, 因此渗透稳定是工程地质主要问题, 各土层中富含壤土薄层, 土质具有较强的水平渗透, 而垂直渗透相对较弱, 另外工程下游引航道处在长江下游感潮河段, 每天两次潮汐。

2 引航道河床损坏及加固维修方法

由于近年来过闸船舶吨位逐年增大, 下游引航道潮汐和闸门启闭引起的水位涨落、船舶航行等引起的水波对混凝土河床的冲刷, 少数船舶在引航道航行直接撞击混凝土河床, 这些因素会造成上下游引航道混凝土河床多处损坏。现场检查发现, 一是下游铺盖及上游护坦局部破损, 下游钢筋混凝土铺盖作为下闸首有效防渗长度的一部分, 若这种局部损坏进一步发展会使下闸首防渗铺盖失效, 下闸首防渗稳定不满足要求。二是上下游护底损坏, 上游护底损坏严重 (见图 1), 下游护底局部破损, 给导航墙的稳定带来安全隐患, 三是上下游护坡破损 (图 2、图 3), 特别在下游第 14# 靠船墩向南引江河桩号 1+230 至 0+780 的东侧护坡坍塌非常严重, 影响中隔堤安全。四是经引航道水下地形断面测量对比, 上下游护底、护坡及河底等部位淤积较严重。



图 1 上游护底损坏



图 2 下游护坡损坏



图 3 上游护坡损坏

为消除船闸运行安全隐患, 需对引航道混凝土河床进行加固维修。

(1) 下游铺盖局部破损位置采用厚 60cm C25 钢筋

混凝土结构,下垫大、小碎石、黄砂各20cm,铺350g/m²土工布一层修复。上游护坦局部破损位置采用厚60cm C25钢筋混凝土结构,下垫黄砂10cm,铺350g/m²土工布一层修复。

(2)上游护底损坏面积约1630m²,采用厚30cm C25钢筋混凝土结构,下垫厚10cm黄砂垫层,铺土工布350g/m²一层修复。下游护底局部破损位置采用厚12cm现浇素混凝土护坡,下垫10cm厚黄砂垫层,铺土工布350g/m²一层,护底伸缩缝损坏修复。

(3)一线船闸引航道西侧护坡在二线船闸重建,本次只对引航道东岸混凝土护坡加固,上游护坡▽1.5~4.0m,下游护坡▽2.0~4.0m局部有裂缝部位整块拆除重新浇筑,采用厚12cm C20混凝土,下垫10cm黄砂垫层,铺350g/m²土工布一层,并对局部损坏的踏步、排水沟、格梗拆除重建。

(4)上游护坡▽-3.0~▽1.5m,坡比1:5,长度约240m;下游护坡▽-4.0~▽2.0,坡比1:4,至长江口长度约1216m。均采用厚20cm C25模袋混凝土加固^[1],模袋采用500g/m²丙纶长丝机织模袋布。

3 引航道河床加固施工难点

3.1 深基坑与降排水施工较复杂

一线船闸下游引航道与长江连接,引航道长度约1300m,上游引航道与泰州引江河上游河道连通,东侧与节制闸相邻,节制闸需引水调度,两座闸之间设有中隔堤,一线船闸闸室中心线与中隔堤相距83m。西侧有一座二线船闸,两座船闸的中心线相距70m,二线船闸需昼夜安全通航,为保护临近既有建筑物的安全运行,需采取综合性防渗措施。

一线船闸上下游钢板桩围堰合拢后,基坑面积约17542m²,基坑深度7~13m,基坑周长约1040m,属于超过一定规模的深基坑工程。基坑平均积水深5~6m(▽-4.0至▽2.0),水量约10.5万m³,考虑降雨及基坑渗水等因素,基坑积水排除时间约需两周。同时,项目地质条件复杂,不易形成降水漏斗地下水位较高,降水难度大。

3.2 下游东侧护坡施工难度较大

下游引航道连通长江,每天有潮汐,最高水位超过▽4.0,对素混凝土护坡施工影响较大,每天有效作业时间3~4小时。下游引航道施工区最大水深约7m,

模袋混凝土冲灌主要依靠潜水员的深水操作,施工质量控制较难。施工场地狭小,引航道河坡加固混凝土浇筑点与岸边较远,需增设运输材料的临时道路和平台。

3.3 引航道过闸船舶多,施工安全风险较大

泰州引江河是江苏干线航道网的“连申线”(泰东线)和“四横”之一的通扬线(建口线)的重要组成部分,航道等级3级,年船舶通航量非常大。为减少对地方经济发展的影响,二线船闸正常通航,引航道里过闸船舶可能会进入施工区,影响施工安全;模袋混凝土充灌属于深水作业,船舶航行波浪会冲击潜水员,影响施工人员安全。

4 引航道河床加固施工关键技术措施

4.1 混凝土河床加固施工准备

对建设单位所提供的平面控制点、高程点、水位等资料进行复测校核,根据施工图纸和测量基准点测设用于工程施工的控制网。

基坑抽干水后,清除基坑内的铺盖护坦、护底护坡上面淤泥杂物,上游护底凹坑部位回填8%水泥土。凿除清理破损的混凝土铺盖护坦、护底护坡,按施工图要求修复破损的部位,对水泥、钢筋、土工布、模袋等原材料进行见证取样检测,土工布、模袋搭接宽度须符合要求,并顺直平整。

基坑以外引航道东侧破损的护坡及河底采用液压加长臂抓斗式水上挖泥船进行疏浚整理,挖除多余土方,较陡处填筑土方,清除表面杂物,坡面不得有凸出块石和凹坑,平顺过渡无突变,潜水员水下检查,保证地基平整度、坡度等参数符合设计要求,并绘制水下地形断面图。

为保证下游东侧素混凝土护坡施工进度,减少潮汐涨水对护坡施工的影响,施工单位要投入较大的人力和设备资源,不断优化施工组织。

4.2 混凝土河床施工关键技术措施

4.2.1 深基坑与降排水

在船闸上下游引航道离闸首135m处,垂直航道中心线方向各设置双层拉森IV型双层钢板桩围堰结构,上游围堰顶高程▽3.0,下游围堰顶高程▽5.5,钢板桩围堰西侧末端与二线船闸导航墙裹头锚筋焊接,在连接处局部增设单排钢板桩加固,与二线船闸第一道防渗体系末端连接,二线船闸已建的第一道防渗体系为一线船闸与二线船闸之间的一道多头小直径深层搅拌桩截渗

墙,截渗范围为二线船闸上下闸首段、闸室段、上下游导航墙结构地连墙形成封闭圈^[2]。钢板桩围堰东侧末端与新建的防渗帷幕墙两端连接,因此在深基坑四周形成封闭的防渗结构,确保施工期基坑渗流稳定。围堰内回填土结束后,在回填土与导航墙裹头连接处施打高压旋喷桩处理,防止渗漏。沿中隔堤方向新建防渗帷幕,防渗帷幕两端与上下游围堰东侧末端连接,防渗帷幕采用多头小直径水泥搅拌桩,局部采用高压喷射桩施工,保证中隔堤稳定。

深基坑积水降排前,需利用一线船闸东西两侧原有的14口检查井抽排地下水,经闸室墙后渗流稳定计算复核,闸室检查井控制水位不得高于▽-0.5,闸室墙前后最大水位差控制不大于3.5m,二线船闸闸室检查井控制水位不低于▽1.5,防止施工期降水影响二线船闸建筑物安全运行。基坑积水抽干后,基坑原有的14口永久减压井开始降排水,在上下游围堰内侧各施打5口临时降水井并开始降排水,根据需要再补充降水井,浅层水明沟导排。在降排水和施工期间,加强巡查降水井和水泵工作状态,观测围堰钢板桩位移和表面土方沉降,一线船闸及二线船闸的闸室墙后水位和水工建筑物位移情况,保证铺盖护坦、护底护坡的加固顺利施工。

4.2.2 模袋制作铺设

根据施工图纸设计模袋分块加工图,由有资质的生产厂家加工验收合格,按施工编号顺序将模袋铺在坡面上放样定位,检查搭接布、充灌袖口和穿管布等缝制情况,相邻模袋应用双股线缝接紧密,接缝处底部应铺设土工滤层,在模袋端部的穿管布穿入钢管Φ57mm*壁厚3.5mm。

为防止模袋顺坡下滑,在坡顶模袋上缘封顶混凝土沟槽以外沿护坡的轴线方向打设钢管定位桩Φ57mm*壁厚3.5mm,间距2m,通过拉紧装置模袋上端与定位桩相连,每根桩上配拉紧绞杠调整模袋上下位置并固定模袋。模袋下端用尼龙绳将穿入模袋穿管布中的钢管系牢并加重,由水上作业人员将模袋下端拉开到设计防护位置平直定位,由潜水员在水下进行固定。在施工前要测量水下施工的水深和流速等,在风浪较大时,可用砂袋分散压住铺好的模袋,防止风浪使模袋产生位置变化。

铺设模袋时必须预留纵横向(垂直、顺水流方向)收缩量,在开工前通过试验确定收缩富余量,纵向横向收缩富余量控制在15~25cm之间,纵向富余量留在

模袋上端,横向富余量留在相邻接缝处^[3]。

4.2.3 混凝土浇筑

除引航道东侧素混凝土护坡混凝土强度采用C20以外,其它部位混凝土强度采用C25,采用商品混凝土罐车运输,混凝土塌落度控制在22cm左右,坍落度过大混凝土强度得不到保证。严格按配合比配料,选用中粗砂,石子粒径0.5~1.6cm,水灰比不大于0.5,保证混凝土的和易性和流动性,不堵塞送管道。泵车输送压力不小于0.2MPa,输送距离不超过500m。

除模袋混凝土浇筑外,铺盖护坦、护底护坡等部位浇筑混凝土摊平仓面后,用平板振动器自振捣,对于模板两侧平板振动器不易振密实的部位,则采用插入式振捣器重新振捣,混凝土振捣密实后,用滚筒碾压提浆,使混凝土内部密实。用滚筒碾压整平仓面后,用木槎子打抹,铁抹子收光,混凝土终凝前进行压光成型,成型后12~24小时覆盖,洒水养护,养护不得少于7天。

模袋混凝土浇筑要保持模袋呈湿润状态,混凝土进入模袋后是由灌口靠自重自下而上将模袋充满,混凝土灌注速度控制在10~15m/h。充灌时2人扶住泵车软管,以防有较大的摆动,同时掌握灌口混凝土压力,由潜水员配合控制水下充灌质量。在接近饱满时应停机5~10分钟,待模袋中水分析出,再充灌至饱满,及时将灌口扎紧。充灌结束后及时用现浇混凝土封顶,将模袋上端固定的钢管桩封闭。

混凝土主要是在泵压力推动下强制移动,混凝土压力由灌口向四周,随着离灌口距离的增加而混凝土压力迅速减小,随着模袋中充灌混凝土范围的扩大,充灌的难度增大,需要不断进行踩踏疏导,确保模袋内混凝土密实,满足混凝土浇筑的质量要求。

由于模袋布是透水的,充入模袋内混凝土由于部分水分渗出而很快失去流动性,要保证水上部分混凝土充灌间隔时间不超过30min。如长时间停灌,可在未充满部分的上边缘再开一灌口进行充灌,灌口应开在侧边隐蔽处,以保证整体美观。一个施工单元完成后,把本单元模袋表面灰渣冲洗清理干净,模袋混凝土终凝后,洒水养护14d。

泵送与充灌操作人员之间应随时联系,紧密配合。水下混凝土浇筑应由经过专业培训、工作经验丰富的潜水员进行操作。

4.3 现场施工管理

淮滨县白露河新建航运枢纽选址及闸位布置研究

乔菲菲¹, 刘俊舒²

(1. 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032; 2. 中交第一航务工程勘察设计院有限公司, 天津 300200)

摘要: 本文以白露河新建航运枢纽的选址和闸位布置方案研究为例, 分析了新建枢纽闸址选择的原则与方法, 并对不同闸位处的地形、水流等条件进行分析, 结合泄洪及通航条件、征地情况、土方开挖等因素, 拟定了两个方案进行比较, 提出了经济合理的闸位方案, 为类似工程的闸位选择提供参考和借鉴。

关键词: 航运枢纽; 闸址选择; 闸位布置; 方案比选

中图分类号: U641 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 10—0118—03

伴随着国家经济体量和对外贸易规模的快速增长, 我国内河水路运输蓬勃发展。内河航运作为重要的战略资源, 发挥着越来越明显的优势。淮滨县内河水运资源丰富, 境内拥有淮河干流、洪河、白露河、闫河、乌龙港、饮马港等 10 条主要河流, 但受水利等基础设施建设滞后、防洪标准不高、通江达海不够通畅等因素影响, 淮滨县内河水运功能尚未得到充分发挥, 目前主要通航河流为淮河干流, 其他河流基本处于自然状态, 河道狭窄, 弯道多, 加之疏于整治, 基本处于断航状态。

为响应“淮河生态经济带”发展战略, 并落实“河南省贯彻落实淮河生态经济带发展规划实施方案”的通知, 淮滨县提出了开展淮滨县淮河、洪河、白露河、闫河“四河联运”航道疏浚工程, 大力发展内河水运的设想。目前, 淮滨县境内淮河已进行了整治, 洪河也已完成了工可等前期研究工作, 白露河和闫河的航道疏浚工程正处于可行性研究阶段。本文依托白露河航道疏浚工

程, 对白露河新建航运枢纽的选址和闸位布置进行分析研究。

1 工程概况

白露河是淮河右岸一级支流, 发源于大别山区新县小界岭, 流经光山、商城、潢川、固始、淮滨, 全长 141 km, 流域面积约 2238 km²。白露河位于淮滨县境东南部, 自淮滨县王店乡吴楼村入县境, 由西南向东北流经王店、期思、谷堆三个乡(镇), 在谷堆乡吴寨村出县境入淮河, 是淮滨县与固始县的界河, 境内河长 72 km, 河床平均宽 75 m, 流域面积 285 km²。

结合航道现状及运量发展预测, 根据相关规划要求, 白露河暂按 V 级航道标准进行整治^[1], 整治后航道全长约 42 km, 底宽不小于 35 m, 航道水深不小于 2.5 m, 设计代表船型为 300 吨级货船。考虑到内河船舶大型化发展趋势与航道发展规划, 远期将 500 t 货船及 30 TEU

上下游引航道处于通航状态, 必须制定和落实相关施工安全措施, 施工区域周边每隔一段设置栏浮筒, 完善相关的警示标识, 安全员进行现场管理, 考虑到潜水员水下操作易受船舶航行的冲击波影响发生危险, 采取断航措施, 确保施工安全。严格按照工程的质量标准对已完工程进行检验检测, 工程质量经施工单位自检, 监理单位复检, 仍需由检测单位抽检。

5 结语

在临近既有水工建筑物条件下进行一线船闸引航道河床加固, 做好混凝土河床加固施工准备; 优化深基坑防渗体系设计, 落实钢板桩围堰、防渗帷幕、降排水、

模袋铺设、混凝土浇筑、现场施工管理等施工关键技术措施。通过引航道混凝土河床部位加固, 消除上下游闸首、导航墙及中隔堤的安全隐患。模袋混凝土护坡具有坡面地形适应性强、整体性好、抗冲能力强、工程造价低等特点, 在江河湖泊的护坡护岸得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 姚孟龙, 任铮, 王嘉志, 等. 模袋混凝土施工技术 in 河堤加固工程中的应用 [J]. 工程建设与设计. 2021(18):57-60
- [2] 江苏省泰州引江河第二期工程建设局等. 泰州引江河第二期工程技术总结 [M]. 江苏: 河海大学出版社, 2019
- [3] 邓华略, 钟志光. 模袋混凝土护岸技术在惠州大堤加固工程中的应用 [J]. 中国农村水利水电. 2001(S1):128-129.