

# 水闸加固施工技术及应用案例浅析

魏文杰

(昌邑市水利事业发展中心, 山东 昌邑 261300)

**【摘要】**本文探讨了钢材防腐技术、灌浆与补漏技术、钢筋混凝土构件裂缝修复与加固技术、地下水位控制与排水技术等在水闸加固施工应用中的技术要点及其优势,结合昌邑市潍河防潮蓄水闸除险加固工程建设实践,分析了水闸加固施工技术的应用成效,以期为类似水闸加固工程提供借鉴和参考。

**【关键词】**水闸加固;钢材防腐;地下水位控制

**【中图分类号】**TV698

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1009-6159(2025)-08-0021-03

## Brief Analysis and Application Case Study on Sluice Reinforcement Construction Technology

WEI Wenjie

(Water Resources Affairs Development Center of Changyi City, Changyi, Shandong 261300, China)

**Abstract:** This paper discusses the technical key points and advantages of steel anti-corrosion technology, grouting and leakage repair technology, crack repair and reinforcement technology for reinforced concrete components, and groundwater level control and drainage technology in the application of sluice reinforcement construction. Combined with the construction practice of the reinforcement project of endangered Weihe River tidal and water storage sluice in Changyi City, it analyzes the application effects of sluice reinforcement construction technology, aiming to provide reference for similar sluice reinforcement projects.

**Key words:** Sluice reinforcement; Steel anti-corrosion; Groundwater level control

水闸作为水利工程的关键设施,主要用于调节水位、控制流量,对其加固旨在提升安全性、延长使用寿命并保障功能稳定性。水闸在使用过程中可能会出现不同类型、不同程度的质量问题,例如闸室结构位移超限、混凝土结构裂缝导致承载能力下降;消能防冲设施因长期使用逐渐损毁,削弱抗冲刷能力;闸门门架变形、面板损坏、混凝土表层缺陷以及基础破坏等。加之早期技术有限、缺乏维修、洪水、淤积等原因,以及人为操作不规范、管理不到位等因素,对闸门工程的安全稳定运行构成了威胁,要确保水利工程的安全可靠运行,必须做好水闸的加固工作。

## 1 水闸加固施工技术

### 1.1 钢材防腐技术

水利工程中的水闸是重要的水资源管理和

防洪设施,然而随着时间的推移,水闸可能会受到腐蚀及其次生损害,进而危及水闸的结构完整和性能。为了确保水闸的安全可靠运行,钢材防腐技术在水闸加固中起着重要作用。水利工程中的水闸,主要结构是钢材质,钢材在潮湿的环境中容易受到腐蚀,特别是容易受到海水或含有盐分的河水腐蚀。腐蚀会导致钢材表面的金属缺失,从而减弱结构的强度和耐久性。常用的钢材防腐技术是覆盖防腐涂层,在钢材表面形成一层保护膜,阻止水和氧气直接接触钢材表面,从而减缓腐蚀的发生。

### 1.2 灌浆与补漏技术

灌浆技术是一种通过注入特定材料来填充水闸结构中的空隙或裂缝的方法,其优势是:适

收稿日期:2025-05-24

作者简介:魏文杰(1972—),男,工程师

应复杂地层(如淤泥、砂层),兼具垂直、倾斜喷射功能,可回收多余浆液,节约材料成本。其工艺流程包括:钻孔→预埋导管→高压注浆→固结体形成,通过3重管(水、气、浆)协同喷射,形成防渗墙或桩基加固。水闸结构在长时间的运行中可能会出现裂缝,导致渗漏和结构弱点,利用灌浆技术填充裂缝,能够提高水闸结构的密封性和稳定性;通过向水闸结构注入高强度材料,利用灌浆技术增加水闸的承载能力和抗压强度,从而延长其使用寿命,灌浆技术也可用于填塞土壤中的空隙,减少水闸周围地基的渗透性,从而减少地下水对水闸的影响,提高水闸的稳定性和安全性。补漏技术是一种用于修复水闸结构渗漏问题的方法,水闸结构的渗漏可能会导致水资源浪费和土壤侵蚀,补漏技术通常使用特殊的密封材料,如聚合物、水泥浆或聚氨酯等,将其应用到渗漏部位,以阻止水的进一步渗透。

### 1.3 钢筋混凝土构件裂缝修复与加固技术

水闸在使用过程中,钢筋混凝土构件裂缝的出现,威胁到水闸的性能和安全。产生裂缝的原因有长期受力、地震等。常用的裂缝修复方法是使用环氧树脂胶粘剂或聚合物修复材料填充裂缝。环氧树脂胶粘剂具有极低的粘度和高渗透性,具备耐久性好、抗环境侵蚀力强等优势;聚合物修复材料耐磨,防水性强且施工工艺简单,无需复杂设备,固化速度快。

工艺流程包括:裂缝检测与预处理、注浆系统布置、材料配制与灌注、固化与后处理等。施工人员首先清理裂缝表面,确保其无杂质,然后将胶粘剂或修复材料注入裂缝中,填充并粘合裂缝两侧的混凝土。这种修复方法能够迅速恢复构件的强度和稳定性,延长其使用寿命。在高压、高应力等特殊环境下,裂缝修复方法可能不足以满足水闸加固的要求,此时常见的加固方法是使用外包裹增强材料,如碳纤维布或玻璃纤维布。将外包裹增强材料粘贴在混凝土构件的表面,这些材料具有极高的耐腐蚀性,能够有效增加构件的承载力和抗拉强度。此外,通过增加钢筋骨架提供额外的支撑,能够有效加固水闸构件,可满足长期使用要求。

### 1.4 地下水位控制与排水技术

水闸地基长期受地下水渗透影响,易引发渗

漏、地基软化等问题。采用地下水位控制(如设置垂直排水井、减压井)和防渗帷幕灌浆技术,可降低渗透压力,减少地基渗流量,提升抗渗稳定性。例如,采用高压旋喷桩形成防渗帷幕,阻断地下水渗流路径,使渗透坡降降至安全范围。高地下水位也可能导致水闸底板产生浮托力,引发结构变形。通过布设盲沟、水平排水管等设施,结合轻型井点降水技术,可有效降低地下水位,消除浮托力对底板的影响。水闸底部的土壤受到侵蚀会导致水闸结构下沉,通过设置排水系统,利用排水管将水分排出,能起到稳定土壤和水闸结构的作用。地下水位控制与排水技术在水闸加固工程中应用时,需要重视地基土质差异,如砂层需侧重排水,黏土层需加强防渗,可综合利用垂直排水、帷幕灌浆、水平排水等组合技术方案。

## 2 应用案例

昌邑市潍河防潮蓄水闸建成于1992年,位于昌邑市柳疃镇辛安庄村东,潍河下游中泓桩号68+430处,控制流域面积6502 km<sup>2</sup>,闸址距昌邑市区约27.2 km,距潍河入海口15 km。水闸位于潍河感潮河段,是一座具有防潮、蓄水、灌溉、遏制海水入侵等功能的大(2)型水利枢纽工程,对于解决沿海地区人畜及工农业用水,发展沿海经济发挥了重要作用。

随着使用年限的增加,受海水环境侵蚀及风化、冻融等作用影响,出现闸门部分防腐涂层剥落、护岸砌石砂浆剥落甚至坍塌、码头平台面板主承载体系破损等病险问题,严重影响水闸主体结构安全。昌邑市对潍河防潮蓄水闸进行了除险加固,应用钢材防腐蚀技术对闸墩表面进行碳化处理;采用灌浆与补漏技术进行裂缝修复;使用外包裹增强材料对钢筋混凝土构件进行修复与加固;综合利用垂直排水、帷幕灌浆、水平排水组合技术方案,有效解决了海水侵蚀导致的水闸结构不稳定问题。同时,维修加固了上下游浆砌石护坡。

除险加固工程实施后,闸前蓄水量达到1000万 m<sup>3</sup>。水闸历经2018—2019年2次大流量泄洪的实践表明,采取钢材防腐蚀、灌浆与补漏、地下水位控制与排水等加固工程措施后,水闸的性能和安全得到了有效保障,新增有效灌溉

面积 4 670 hm<sup>2</sup>,粮食增产 2.1 万 t,农民年增收 2 100 万元,同时有效阻止了海水入侵,保护了地下水资源,取得了显著的经济、社会和生态效益。

### 3 结 语

水闸加固施工技术的应用在水利工程领域具有重要意义。钢材防腐蚀、灌浆与补漏、钢筋混凝土构件裂缝修复与加固、地下水位控制以及地基工程技术的综合应用是实现水闸加固的有效手段。在水闸加固施工的技术适配性方面,建议结合物探(地质雷达、电阻率法)和钻孔取芯,精准识别地层渗透特性,定制灌浆—排水组合方案;在材料选择方面,建议采用速凝型环氧树脂或超细水泥—水玻璃双液灌浆,提升耐久度;在

智能化监测方面,建议布设光纤传感器实时监测地下水位和渗流量,结合 BIM 模型进行渗流场动态模拟,实现预警与调控一体化。

#### 参考文献

- [1] 冯诗舒.水利工程水闸加固施工技术研究[J].工程技术研究,2024,9(20):99-101.
- [2] 赵广明.节制闸施工导流及除险加固技术应用研究[J].东北水利水电,2024,42(8):14-16+21.
- [3] 罗俊彪.高压喷射灌浆技术在水闸除险加固中的应用研究[J].水利科技与经济,2023,29(11):151-155.
- [4] 周淑娟,由树春.曹店引黄闸除险加固技术方案应用探讨[J].山东水利,2022,(10):44-45.
- [5] 刘明稀.水利工程中水闸加固施工技术研究[J].地下水,2021,43(2):257-258.

(责任编辑 李浩)

(上接第 11 页)顾,充分考虑河湖所在地区实际情况,选取适合当地水土的植物,最好是本地绿植品种,合理搭配且与周围现有景观相协调,使之春夏秋冬皆是景。二是遵循自然性、综合性、合法性、整体性、协调性和经济适用性的原则进行河湖美化,尽量与当地自然元素和风貌相融合,追求自然的生态景观设计,且建管同步进行。三是打好绿化持久战,树立河湖绿化美化长期发展的观念,站在全局进行谋划,选取局部进行实施,按照循序渐进的原则,以免大规模绿化美化造成后期养护力量不足以致绿化美化工作效果打折。

#### 2.4 智慧手段高效助力河湖监管能力

一是紧跟时代发展步伐,探索 AI 在河湖管理上的研究应用,逐步构建起智能化、具备思考力且可用于实战的工作模式,借助最先进的算法开展数据联动分析,提高预测和模拟工作的精准程度,不断提升河湖管理智慧化水平。二是持续完善河湖数字化基础设施建设体系,根据需要配备符合现代化智慧化河湖管理工作的设备、仪器,全方位全要素对水生态、水安全、水环境、水管理等工作进行监测,为河湖智慧监管筑牢根基。三是打造河湖智慧感知系统,将日常管理、预警监测、考核监督、专项行动等纳入该系统进行管理,深入运用大数据和云计算等前沿技术对各

项工作数据进行深度剖析,提前把控管理节点,以实现巡河、岸线管控、水质水量监测、采砂管理、突发事件应对、“四乱”动态清零、公众参与等工作的可视化、智慧化、精细化管理。

#### 2.5 进一步加大省级投资拉动力度

截至目前,山东省共创建各级幸福示范河湖 1 975 条(段),后期持续投入使得各地财政压力倍增。建议政府和市场统筹发动,省财政列支省级专项管理维护补助资金引导各地加大投入的同时,落实省领导关于生态价值转换、建设效益河湖的要求,充分发挥市场机制作用,积极探索拓展投融资渠道,鼓励发展河湖绿色水经济,逐步探索“河湖+文旅”“河湖+农业”“河湖+美丽乡村建设”等“河湖+”系列,使更多社会资本参与河湖治理及河湖管护中来,统筹推进高质量发展和高水平生态保护,共同维护好各地各级美丽幸福河湖建设的健康发展势头。

#### 参考文献

- [1] 李国英.强化河湖长制建设幸福河湖[N].人民日报,2021-12-8(10).
- [2] 陈东明.一以贯之强化河湖长制建设安全河湖生命河湖幸福河湖[J].中国水利,2023(24):17-18.
- [3] 曹金萍.建设生态美丽幸福河助力人水和谐中国梦[J].中国水利,2020(6):24-25.

(责任编辑 崔春梅)