

对水利建设工程中的防汛墙保护措施探讨

陈龙龙

上海宏巍建筑工程有限公司 上海 201906

摘要: 水利建设工程里,防汛墙是抵御洪水侵袭、保障沿岸安全的关键设施。其安全稳定直接关系到人民生命财产与区域经济发展。然而,受自然因素如水流冲刷、风浪侵蚀,以及人为活动干扰,防汛墙面临诸多威胁。本文深入剖析防汛墙现存问题,从规划设计、施工建造、日常维护、应急管理等多维度,探讨切实可行的保护措施,以提升防汛墙的防护能力与使用寿命。

关键词: 水利建设工程;防汛墙;保护措施

引言:在水利建设工程体系里,防汛墙是守护沿岸地区免受洪水肆虐的重要防线,对保障人民生命财产安全、维持社会经济稳定运转意义重大。但随着时间推移,自然环境的不断变化以及人类活动的频繁影响,防汛墙面临着水流冲刷、风浪侵蚀、地基沉降等诸多挑战,其结构安全与防护效能受到威胁。因此,深入探讨科学有效的防汛墙保护措施,成为当下水利建设领域亟待解决的关键问题。

1 水利建设工程中防汛墙的功能与结构分析

1.1 防汛墙的基本功能

防汛墙是水利防洪体系的关键构筑物,核心功能体现在多方面。其一,防洪挡水是核心核心职能,在汛期可有效阻挡江河、湖泊等水体超标准水位上涨,避免洪水漫溢侵袭周边城镇、农田及基础设施,保障人民生命财产安全。其二,抗冲刷功能不可或缺,能抵御水流对堤岸的长期淘刷,减少堤身水土流失,维持岸线稳定。此外,现代防汛墙还兼具生态调节功能,通过合理设计可营造滨水生态环境,促进水体与岸线的物质能量交换,助力区域生态平衡。

1.2 常见防汛墙结构类型

水利工程中防汛墙结构类型多样,适配不同地质与水文条件。混凝土防汛墙强度高、耐久性好,抗冲刷能力强,广泛应用于城镇防洪及重要河段,但其施工成本较高,生态兼容性较弱。土石防汛墙由土、石等当地材料构筑,成本低廉、施工简便,适用于地形平缓、地质条件较好的区域,不过抗风浪冲击能力较弱。生态复合防汛墙融合传统结构与生态材料,兼顾防洪功能与生态效益,通过设置植被层、透水结构等,实现防洪与生态修复的双重目标,是现代水利工程的发展趋势之一。

1.3 防汛墙的受力特点与破坏形式

(1) 防汛墙的受力情况复杂,主要受水压力、风浪

冲击、地基沉降等因素影响。水压力随水位升高而增大,对墙身产生侧向推力,是防汛墙的主要荷载;风浪冲击则通过水体波动对墙顶及墙面产生周期性撞击力,加剧结构损伤;地基沉降会导致墙身受力不均,引发结构变形,尤其在软土地基区域更为突出。此外,水流夹带的泥沙冲刷也会间接影响防汛墙的受力稳定性^[1]。(2) 防汛墙的典型破坏模式包括裂缝、渗漏、坍塌等。裂缝多因受力不均、温度变化或材料老化产生,若不及时处理,会逐渐扩大并引发渗漏;渗漏是由于墙体材料孔隙或施工缝隙导致水体渗透,长期渗漏会软化地基,降低结构承载力;坍塌是最严重的破坏形式,多由裂缝、渗漏持续发展,或遭遇超标准洪水、强风浪冲击,导致墙身失稳引发,直接威胁防洪安全。

2 水利建设工程中防汛墙保护面临的主要问题

2.1 自然因素影响

(1) 极端降雨频发加剧防汛压力,短时间强降雨易导致流域内水位骤升,使防汛墙长期承受超标准水压力,远超设计承载极限,同时雨水下渗会软化堤身及地基土体,降低结构稳定性。(2) 洪水冲刷具有极强破坏性,汛期高流速洪水夹带泥沙、石块等杂物,持续淘刷防汛墙基础及迎水侧墙面,导致墙基掏空、墙面破损,尤其在弯道、河口等水流湍急区域,冲刷破坏更为严重。(3) 地质灾害易引发连锁损伤,防汛墙沿线若遭遇滑坡、塌陷、泥石流等地质灾害,会直接冲击墙身结构,或导致地基失稳,进而引发防汛墙开裂、移位甚至坍塌,且灾害后修复难度极大。

2.2 人为因素影响

(1) 周边施工活动易产生直接破坏,部分工程施工中违规占用防汛通道,或在墙身附近进行开挖、钻孔等作业,破坏防汛墙结构完整性,甚至扰动地基土体,影响其承载能力。(2) 违规堆载加剧结构负担,部分单位

或个人在防汛墙顶部、背水侧随意堆放建筑材料、垃圾等重物,增加墙身竖向荷载,同时破坏墙体受力平衡,易引发墙体沉降、开裂。(3)河道非法采砂破坏基础环境,非法采砂会大幅降低河道床面高程,导致防汛墙基础埋深不足,抗冲刷能力骤降,同时改变水流流向,加剧局部冲刷,严重威胁防汛墙整体稳定^[2]。

2.3 设计与管理缺陷

(1)结构设计存在短板,部分早期防汛墙设计未充分考虑极端水文条件,墙体厚度、抗滑抗倾参数不足,或对地质条件勘察不细致,导致结构适配性差,在汛期易出现失稳风险;部分生态防汛墙设计中过度追求生态效益,忽视结构强度,降低防洪可靠性。(2)材料老化问题突出,早期建设的防汛墙多采用混凝土、砖石等材料,长期受水流侵蚀、干湿交替、冻融循环等影响,材料强度下降,出现风化、剥落、裂缝等病害,降低墙体防渗抗冲能力。(3)维护管理存在漏洞,部分区域防汛墙管护责任不明确,日常巡查排查不及时,未能早期发现并处理墙体裂缝、渗漏等隐患;维修资金投入不足,对老化、破损墙体的翻新改造滞后,导致隐患累积,降低防汛墙使用寿命与安全性能。

3 水利建设工程中的防汛墙保护措施

3.1 设计阶段保护措施

(1)强化结构优化设计,严格开展抗滑稳定、抗倾覆、抗冲刷专项计算,结合流域水文特征、地质条件精准确定墙体厚度、基础埋深等参数;针对弯道、河口等水流复杂区域,优化墙体外形设计,增设防冲护脚结构,降低水流冲击影响;同时充分考虑极端降雨、超标准洪水等极端工况,提升结构冗余度,确保防汛墙承载能力满足安全要求。(2)推广新型材料应用,优先采用高强度、高耐久性混凝土,搭配纤维增强、防腐涂层等技术,提升墙体抗侵蚀、抗冻融能力;在生态敏感区域,选用环保型生态护坡材料,如生态袋、多孔混凝土等,实现防洪功能与生态保护的协同;此外,引入新型防渗材料,增强墙体防渗性能,减少渗漏隐患^[3]。(3)践行生态友好型设计,打破传统防汛墙“硬防护”模式,采用“挡墙+生态缓冲带”组合结构,在墙后设置植被缓冲带、渗透池,提升雨洪调蓄能力;结合河道生态修复需求,在防汛墙迎水侧预留生物通道,选用本土植被搭配生态材料,构建滨水生态系统,实现防洪安全与生态修复的双重目标。

3.2 施工阶段保护措施

(1)严格施工质量控制,重点把控地基处理环节,针对软土地基采用换填、夯实、桩基等技术,提升地基承载力,避免后期沉降变形;规范混凝土浇筑流程,控

制配合比、振捣强度及养护时间,杜绝蜂窝、麻面、裂缝等质量缺陷;加强回填土压实管控,选用优质回填材料,分层压实并检测密实度,防止回填土沉降导致墙身受力不均。(2)落实临时防护措施,汛期施工需搭建安全可靠的围堰,划分施工区域与行洪通道,避免施工干扰行洪;在施工区域周边设置防冲刷设施,如抛石护底、土工布铺设等,减少施工对河道岸线的淘刷;建立全过程施工监测体系,实时监测地基沉降、墙身变形及水位变化,一旦出现异常及时调整施工方案,防范安全事故。

3.3 运维阶段保护措施

(1)开展定期巡查与检测,结合传统人工巡查与现代技术手段,采用无人机巡查覆盖大范围流域,搭配高清摄像头精准识别墙体破损、渗漏等隐患;在关键区域布设沉降、位移、渗压等传感器,建立实时监测平台,实现隐患早发现、早预警;定期开展全面检测,对墙体材料强度、结构稳定性进行评估,形成检测报告并制定针对性整改方案。(2)推广精准维修加固技术,针对墙体裂缝,根据裂缝宽度采用压力灌浆、密封胶封堵等技术修补;对渗漏区域,采用防渗膜铺设、注浆防渗等措施强化防渗性能;对结构失稳区域,采用增大截面、增设锚杆、外包钢板等方式进行加固,提升结构承载能力;对老化墙体,结合检测结果开展翻新改造,更换老化材料,优化结构性能。(3)完善应急管理预案,建立健全洪水预警机制,联动气象、水文部门实现雨情、水情精准预判;合理储备编织袋、土工布、抢险机械等应急物资,明确物资存放位置与调配流程;定期开展应急演练,提升抢险队伍快速响应与处置能力,确保汛期突发险情时能够高效处置,最大限度降低灾害损失^[4]。

3.4 生态保护与景观融合

(1)应用生态护岸技术,在防汛墙迎水侧采用植物护坡,选用芦苇、菖蒲等本土水生植物,搭配生态格网、生态袋等结构,形成“植被+材料”复合护岸体系,既增强抗冲刷能力,又为水生生物提供栖息环境;推广生物膜技术,在墙体表面铺设生物载体,培育有益微生物群落,净化水体,提升河道生态自净能力;合理设置生态透水孔,促进水体与岸线地下水交换,改善滨水生态环境。(2)推进防汛墙与城市景观协调设计,结合城市规划需求,将防汛墙融入滨水景观带建设,采用景观化造型设计,如弧形墙面、文化浮雕等,提升视觉效果;在墙顶打造滨水步道、亲水平台,搭配灯光、绿化等景观元素,为市民提供休闲活动空间;严格控制防汛墙建设高度与色彩,确保与周边建筑、自然景观协调统一,实现“安全防洪、生态宜居、景观优美”的综合目标。

4 水利建设工程中防汛墙保护技术创新与应用

4.1 智能化监测技术

(1) 构建全维度感知网络,在防汛墙关键部位布设位移、沉降、渗压、应变等多类型物联网传感器,实现对墙体结构受力、变形及周边水文环境的实时数据采集;传感器通过无线通信模块将数据传输至后台监测平台,突破传统人工监测的时空限制,提升监测效率与覆盖面。(2) 强化数据智能分析,平台搭载AI算法对采集的海量数据进行实时处理,自动识别数据异常波动,精准定位隐患位置并评估隐患等级;同时结合历史数据构建趋势预测模型,提前预判墙体病害发展态势,为运维决策提供科学依据,实现从“被动抢修”向“主动预警”的转变。(3) 拓展多技术融合应用,联动无人机航拍、高清视频监控等技术,与物联网传感器数据互补验证,全面掌握防汛墙表面破损、周边环境变化等情况,进一步提升监测的全面性与准确性^[5]。

4.2 数值模拟与风险评估

(1) 精准开展洪水冲刷模拟,基于流体力学原理构建三维水流冲刷数值模型,输入流域水文参数、河道地形、防汛墙结构尺寸等数据,模拟不同洪水工况下水流对墙基、迎水侧的冲刷过程,精准计算冲刷深度、冲刷范围等关键参数,为防汛墙基础防护设计、防冲结构优化提供数据支撑,避免因冲刷导致的基础失稳问题。(2) 构建全生命周期结构安全性评估模型,整合防汛墙设计参数、施工质量数据、运维监测数据,采用有限元分析等方法,对不同服役阶段的墙体结构稳定性进行数值模拟评估;针对极端洪水、地质灾害等特殊工况,开展极限承载力校核,识别结构薄弱环节;同时结合材料老化规律,预测防汛墙长期安全性能变化趋势,为维修加固、翻新改造提供精准指导。

4.3 绿色修复技术

(1) 推广微生物修复技术,针对防汛墙混凝土裂缝、

渗漏等病害,利用微生物代谢产生的碳酸钙等物质,对裂缝进行生物矿化封堵,相比传统化学灌浆技术,具有环保无二次污染、修复效果持久等优势;同时培育功能性微生物群落,提升墙体表面抗侵蚀能力,延缓材料老化进程。(2) 应用生态混凝土技术,在防汛墙修复或新建过程中,采用多孔生态混凝土替代传统混凝土,其内部连通孔隙可为水生生物提供栖息空间,同时便于植被生长;搭配本土水生植物构建复合修复体系,既增强墙体抗冲刷、防渗性能,又改善滨水生态环境,降低工程建设的碳排放量;此外,生态混凝土还具备良好的透水性能,可促进水体与地下水交换,提升区域水资源循环效率。

结束语

防汛墙作为水利建设工程中抵御洪水的关键屏障,其保护工作容不得半点马虎。通过本文的探讨可知,从前期精准规划、科学设计,到施工严格把控质量,再到后期常态化维护与高效应急管理,每一环节都紧密相连、缺一不可。只有构建全方位、多层次、系统性的保护体系,不断提升防汛墙的抗灾能力与稳定性,才能切实保障沿岸地区安全,让防汛墙在水利事业中持续发挥不可替代的重要作用。

参考文献

- [1]唐迎洲,徐贵泉,高程程.防汛减灾工程体系现状能力评估[J].人民长江,2021,(17):26-29.
- [2]陈峰.防汛墙加固工程关键问题[J].水利水电科技进展,2021,(06):49-55.
- [3]徐健.海平面上升对上海的影响及对策措施研究[J].中国水运(下半月),2022,(11):28-29.
- [4]张鹏.关于装配式技术在河道防汛墙除险加固中的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2020,(18):111-112.
- [5]李家秀.浅谈水库和河道堤防在防汛抗旱中的作用及建设管理对策[J].四川水利,2020,41(03):113-114.