

堤防工程防洪减灾效益探讨

李 行 黄甫丞

广西珠委南宁勘测设计院有限公司 广西 南宁 530000

摘 要：洪水灾害频繁发生，给人类社会带来巨大损失，防洪减灾成为重要课题。本文围绕堤防工程防洪减灾效益展开探讨。介绍了堤防工程基本构成，阐述了其在防洪减灾中的作用。构建了防洪减灾效益评估指标体系，涵盖经济效益、社会效益和生态效益指标。提出了提高效益的策略，涵盖优化工程设计与建设、加强运行管理与维护、推动技术创新与协同发展等方面，旨在为堤防工程的建设与管理提供参考，提升其防洪减灾效益。

关键词：堤防工程；防洪减灾效益；策略

引言：堤防工程作为防洪体系的关键组成部分，在抵御洪水、保障人民生命财产安全等方面发挥着不可替代的作用。随着气候变化和人类活动影响，洪水特性愈发复杂，对堤防工程提出了更高要求。在此背景下，深入研究堤防工程防洪减灾效益，明确其作用机制，构建科学的评估指标体系，并提出针对性的效益提升策略，对于提高堤防工程防洪能力、推动防洪事业发展具有重要意义。

1 堤防工程的基本构成

堤防工程是防洪体系的核心组成部分，其主要由堤基、堤身、护坡及附属设施等部分构成，各部分相互配合，共同发挥防洪作用。（1）堤基作为堤防工程的基础，承载着堤身的重量和洪水的压力。堤基的稳定性直接影响整个堤防工程的安全，若堤基处理不当，易发生管涌、滑坡等险情。在实际工程中，常采用换土、排水、加固等措施对堤基进行处理，提高其承载能力和抗渗性能。（2）堤身是堤防工程的主体结构，直接承担阻挡洪水的任务。其通常采用土料分层填筑压实而成，根据工程需求，部分堤身会采用混凝土、砌石等材料加固，以增强抗冲刷和抗渗能力。堤身的高度和坡度设计至关重要，需综合考虑防洪标准、水流特性、地质条件等因素，确保在洪水冲击下保持稳定。（3）护坡设置在堤身的临水坡和背水坡，主要作用是保护堤坡免受水流冲刷、波浪淘刷以及雨水侵蚀。临水坡护坡多采用块石、混凝土预制块等材料铺设，背水坡则可采用草皮护坡、干砌石护坡等形式，不仅起到防护作用，还能美化环境、保持水土。（4）堤防工程还包括排水设施、观测设施等附属部分。排水设施用于排除堤身和堤基内的积水，降低浸润线，防止堤身因含水量过高而失稳；观测设施如沉降观测点、渗流观测孔等，可实时监测堤防工程的运行状态，为工程维护和安全管理提供数据支持^[1]。

2 堤防工程防洪减灾的作用

在防洪减灾体系中，堤防工程是不可或缺的关键组成部分，通过多种方式发挥着以下重要作用。（1）能够有效拦截洪水，直接限制洪水的泛滥范围。在河流、湖泊等水域周边，堤防工程如同坚固的屏障，将洪水束缚在河道或蓄滞洪区内，避免洪水肆意漫流。以长江堤防工程为例，通过连续多年的加固和建设，形成了长达数千公里的防洪屏障，显著减少了洪水对长江中下游平原的淹没面积，使数千万人口和大量耕地免受洪水侵袭。（2）有助于控制洪泛速度和方向，降低洪水的冲击力。洪水具有强大的破坏力，其流速和流向难以控制时，会对沿途的建筑、基础设施造成严重损害。而堤防工程能够规范洪水的流动路径，引导洪水有序下泄，减缓洪水的冲击力度。如在城市防洪中，堤防工程将洪水引导至特定的排水通道或蓄洪区域，保护城市的重要设施和居民区。（3）调节洪峰流量。当洪水来临时，通过堤防与水库、分洪区等水利设施的联合调度，可以有效削减洪峰流量，延长洪水的下泄时间，减轻下游地区的防洪压力。在一些大型河流流域，通过科学规划堤防工程与上游水库的协同运作，将洪峰流量控制在下游河道的安全泄量范围内，保障了下游地区的防洪安全。（4）保障社会效益和经济效益。它不仅保障了人民群众的生命财产安全，维护了社会的稳定，还为区域经济发展创造了良好的环境^[2]。稳定的防洪保障使得人们能够安心生产生活，促进了农业、工业、商业等各个领域的发展，保障了经济的持续稳定增长。

3 堤防工程防洪减灾效益评估指标体系构建

3.1 经济效益指标

经济效益可分为以下直接经济效益与间接经济效益。（1）直接经济效益主要体现在减少洪水灾害带来的经济损失以及降低防洪抢险成本。洪水淹没损失减少

量是关键指标,通过对比有堤防工程防护与无防护状态下,因洪水导致的房屋损毁、农作物绝收、工业停产等方面的经济损失差值,能够直观反映堤防工程的防洪价值。防洪抢险费用的降低也不容忽视,完善的堤防工程可减少应急抢险物资投入、抢险人员劳务费用等,这些数据均可通过统计历年防洪抢险支出进行量化评估。

(2) 间接经济效益则聚焦于对区域经济发展的促进作用。堤防工程的建设为区域经济稳定发展创造了安全环境,推动土地增值。以城市沿江区域为例,因堤防工程提升了防洪能力,土地开发价值显著提高,房地产、商业等产业蓬勃发展。良好的防洪保障吸引企业投资建厂,带动上下游产业协同发展,促进就业增长,这些因堤防工程产生的经济带动效应,可通过区域GDP增长、产业规模扩张等指标进行衡量。

3.2 社会效益指标

社会效益指标着重体现堤防工程对保障居民生活与社会稳定的重要意义。保障生命安全为核心目标,通过统计堤防工程建成前后区域内洪水灾害导致的人员伤亡数量变化,能够清晰展现其对居民生命的保护作用。维护社会秩序稳定也是重要方面,堤防工程有效抵御洪水,避免居民因灾害流离失所,保障了正常的生产生活秩序。除此之外,堤防工程还能够支持区域经济发展和提高土地开发利用,如吸引投资和就业、促进土地开发等。评估时可参考受灾居民安置数量减少、社会公共服务中断时间缩短等指标,衡量堤防工程在维护社会稳定方面的贡献。通过堤防建成后,周边新增企业投资额度、带动就业人数与土地价格增长率等来衡量堤防工程区域经济发展效益指标。堤防工程还能提升居民的安全感与幸福感,这一社会效益虽难以直接量化,但可通过问卷调查、居民满意度统计等方式进行定性评估。

3.3 生态效益指标

生态效益指标关注堤防工程对生态环境的影响,主要包含以下两方面:(1) 在保护生态系统方面,堤防工程可减少洪水对湿地、森林等生态系统的破坏,维持生物栖息地的稳定。通过监测工程建设前后区域内生物物种数量、种群结构变化,以及湿地面积、植被覆盖度等指标,能够评估堤防工程对生态系统的保护效益。例如,某河流堤防工程的建设,通过采用植被护坡(如根系发达的乔灌木)、生态混凝土和透水砖等,在增强边坡稳定的同时,使沿岸湿地生态系统得以保存,珍稀鸟类栖息地得到保护,生物多样性显著增加。(2) 在改善生态环境方面,堤防工程可固碳释氧、净化水质。堤防两侧的植被护坡可吸收二氧化碳,释放氧气,提升区域

碳汇能力。同时,结合湿地缓冲带等生态护岸设计,利用植物根系吸附污染物,改善水质。如珠江某堤防工程中每公里植被年固碳量五十余吨,相当于2万棵树木碳汇效果。同时通过设置人工湿地,氮磷去除率提高25%,减少水体富营养化风险。

4 提高堤防工程防洪减灾效益的策略

4.1 优化工程设计与建设

科学合理的设计与严格规范的建设,能够从源头提升工程抵御洪水的能力。通过以下策略可有效增强堤防工程在防洪减灾中的核心效能。(1) 科学确定设计标准。随着气候变化与人类活动影响,洪水特性愈发复杂多变,需紧密结合流域洪水风险评估结果,采用动态化、适应性设计理念确定防洪标准。利用历史洪水数据与气候变化预测模型,深入分析洪水频率与强度变化趋势,避免因设计标准过低导致防洪能力不足,或因标准过高造成资源浪费。引入风险效益分析方法,综合考虑工程建设成本、潜在灾害损失等因素,在安全与经济间寻求最优平衡点。对于跨区域、跨流域的堤防工程,建立协同设计机制,统一防洪标准与设计规范,确保工程体系的整体性与协调性,提升区域防洪的综合能力。

(2) 创新设计技术与结构。在科技快速发展的当下,数字化、智能化技术为堤防工程设计带来新的机遇。推广应用数字化设计技术,利用BIM(建筑信息模型)技术进行三维建模与仿真分析,可直观展示堤防工程结构在洪水冲击下的受力状态,从而精准优化堤身坡度、断面形式等关键参数。针对不同地质条件与水流特性,研发新型堤防结构,如生态复合堤、装配式防洪墙等。生态复合堤结合植被护坡与工程防护结构,既能增强堤防稳定性,又能改善生态环境,实现防洪与生态保护的双赢;装配式防洪墙便于快速安装与拆卸,可在紧急情况下迅速提升应急防洪能力。加强新材料的应用研究,采用高强度、耐冲刷、抗渗性能优异的新型建筑材料,如采用特种混凝土、钢丝网石笼、格宾网箱等,提升堤防工程的耐久性与安全性,使其更好地适应复杂的防洪环境。

(3) 严格把控建设质量。建立全过程质量监管体系,从原材料采购、施工工艺到竣工验收,实施严格的质量控制。推行质量追溯制度,对每批次建筑材料进行编码管理,确保质量问题可追溯,从源头上杜绝劣质材料流入工程。加强施工人员培训,提高其专业技能与质量意识,规范施工操作流程,使每个施工环节都符合标准要求。引入第三方质量检测机构,采用先进检测技术,如探地雷达、声波检测等,对堤身密实度、堤基完整性等关键指标进行实时监测,及时发现并整改质量隐患。建

立质量责任终身制,明确建设、设计、施工、监理等各方主体的质量责任,强化责任意识,确保工程建设质量经得起时间和洪水的考验。

4.2 加强运行管理与维护

只有通过以下科学的管理与持续的维护策略,才能及时发现并消除潜在隐患,确保工程在洪水来临时可靠运行。(1)完善日常管理机制。随着信息技术的飞速发展,智能化管理为堤防工程日常维护带来新的模式。构建智能化监测网络,整合卫星遥感、物联网、大数据等技术,实现对堤防工程变形、渗流、水位等关键参数的实时监测与预警。建立统一的管理信息平台,将监测数据与地理信息系统(GIS)相结合,直观展示工程运行状态,为管理决策提供科学依据。制定标准化巡查制度,明确巡查路线、频次与内容,采用人工巡查与无人机巡查相结合的方式,提高巡查效率与准确性。对于发现的隐患问题,建立分级分类处理机制,及时制定整改方案并跟踪落实,将安全隐患消除在萌芽状态,保障堤防工程的安全运行。(2)强化应急管理。完善防洪应急预案体系,利用人工智能算法优化防洪调度方案,例如动态调整堤防周边水库泄洪流量,减轻堤防防洪压力。加强应急物资储备管理,按照“分级储备、统一调度”原则,合理布局应急物资储备点,储备充足的抢险设备、防汛物料等物资,并定期进行更新维护,保证物资随时可用。开发洪水演进模拟模型,加强与气象、水文等部门的信息共享与协同联动,及时获取准确的灾害预警信息,预测不同频率洪水下堤防的受力状态,为应急调度提供科学依据,提前做好应急准备工作,掌握防洪主动权。(3)建立长效维护机制。堤防工程长期经受洪水冲刷、自然侵蚀等影响,需要持续的维护投入。通过建立堤防工程数据库,整合设计图纸、施工记录、监测数据等信息,通过BIM(建筑信息模型)技术实现堤防全生命周期可视化管理,提升维修养护效率。加大堤防工程维护资金投入,建立稳定的资金保障机制,确保维护工作的持续性。制定科学的维护计划,根据工程实际状况与运行年限,合理安排堤身加固、护坡修复、排水设

施疏通等维护项目。引入市场化运作模式,通过政府购买服务等方式,委托专业机构进行维护管理,利用专业团队的技术优势和管理经验,提高维护效率与质量。建立维护效果评估机制,定期对维护工作进行考核评价,及时调整维护策略,确保堤防工程始终处于良好运行状态,持续发挥防洪减灾效益。

4.3 推动技术创新与协同发展

在科技日新月异的时代背景下,技术创新与协同发展是提升堤防工程防洪减灾效益的重要驱动力。通过以下措施能够为堤防工程的发展注入新的活力。(1)促进新技术应用。积极推广人工智能、大数据分析等新技术在堤防工程中的应用。探索应用绿色低碳技术,如太阳能供电系统、生态修复技术等,降低堤防工程运行能耗,减少对生态环境的影响,实现可持续发展,让堤防工程在防洪的同时,也能与自然环境和谐共生。(2)加强多学科协同。堤防工程涉及多个领域的知识和技术,单一学科难以全面解决其面临的复杂问题。加强多学科协同是提升工程综合性能的有效途径。打破学科壁垒,加强水利工程、土木工程、环境科学、计算机科学等多学科的交叉融合^[3]。组建跨学科研究团队,针对堤防工程建设与管理中的复杂问题开展联合攻关。

结束语:堤防工程在防洪减灾中扮演着至关重要的角色,其效益评估与提升是一项系统工程。通过本文研究可知,堤防工程从基本构成到防洪作用,再到效益评估指标体系的构建,以及提高效益的策略,各环节紧密相连。优化工程设计与建设、加强运行管理与维护、推动技术创新与协同发展等策略的实施,有助于提升堤防工程的防洪减灾效益。

参考文献

- [1]董涛.水利工程防洪减灾效益分析与应用[J].砖瓦世界,2021(2):208-209.
- [2]杨玉鹏,张本,赵建兵.水利工程防洪减灾效益分析与应用[J].建筑工程技术与设计,2019(16):2781.
- [3]田多义.水文水资源环境管理与防洪减灾措施探析[J].安徽建筑,2019,26(08):232-233.