

河道治理防洪方案的优化选择

赵祯祥¹ 李一帆²

1. 河南省水利勘测设计研究有限公司 河南 郑州 450016

2. 天津市水务规划勘测设计有限公司 天津 300204

摘要: 河道治理中, 防洪方案优化选择对保障区域安全意义重大。本文先分析河道自然特性与洪水成因, 明确对防洪方案的基础影响。接着阐述工程与非工程两类防洪方案类型及原理, 为方案选择提供基础。随后介绍优化选择方法与步骤, 包括多方案比选、构建综合评价指标体系、应用优化选择模型及决策制定。最后提出技术、工程、监测调度三方面保障措施, 确保方案有效实施, 提升河道防洪能力, 维护区域稳定发展。

关键词: 河道治理; 防洪方案; 优化选择; 保障措施

引言: 河道洪水灾害频发, 严重威胁人民生命财产安全与区域稳定发展。河道治理中, 科学优化选择防洪方案是抵御洪水、降低灾害损失的关键。河道自然特性影响行洪能力与洪水演进, 洪水成因复杂多样, 二者是防洪方案设计与优化的基础。工程与非工程措施各有优势, 合理组合可构建全方位防洪体系。通过科学方法步骤选择最优方案, 并辅以有效保障措施, 能切实提升河道防洪能力, 保障区域安全。

1 河道特性与洪水成因分析

1.1 河道自然特性

河道自然特性是河道治理防洪方案设计与优化的基础前提, 直接影响河道行洪能力与洪水演进过程, 其研究依托水文学、地貌学等相关学科理论, 是防洪工程规划的核心依据^[1]。河道形态涵盖弯曲度、坡度、断面形状等关键内容, 弯曲度反映河道平面形态的弯曲程度, 影响洪水传播速度与水流阻力, 弯曲度过大易导致水流滞留、泥沙淤积, 降低行洪效率。坡度决定河道水流势能与流速, 坡度较陡时水流速度快, 洪水冲刷能力强, 坡度平缓则水流缓慢, 易引发泥沙沉积。断面形状影响河道过流面积与水流分布, 不同断面形状对应不同行洪容量, 合理的断面形状可提升河道行洪潜力。河床地质与土壤类型决定河床稳定性与抗冲刷能力, 不同地质与土壤质地的抗冲性差异显著, 直接影响河床侵蚀与淤积速率, 进而改变河道行洪条件。河道周边地形地貌影响流域汇流路径与洪水宣泄空间, 地势高低、地形起伏状况决定洪水汇流速度与积水范围, 对河道防洪压力形成直接影响。

1.2 洪水成因

洪水成因分析是防洪方案优化选择的核心前提, 需结合流域水文特征与自然环境条件, 从降水、汇流、行

洪等多个维度系统梳理, 其分析依据符合水文水资源学研究规范。降雨特性是洪水形成的主要诱因, 降雨强度直接决定单位时间内流域降雨量, 高强度降雨易导致地表径流快速增加, 超出河道行洪能力。降雨历时影响总降雨量与土壤下渗量, 长时间降雨可使土壤含水量达到饱和, 减少下渗量, 增加地表径流。降雨范围决定洪水影响区域与汇流规模, 大范围降雨易形成全域性洪水, 给河道防洪带来巨大压力。流域产汇流机制是洪水形成的关键环节, 产流过程受土壤质地、植被覆盖、地形等因素影响, 决定地表径流的产生量与产生速度。汇流过程则涉及坡面汇流与河道汇流, 影响洪水汇聚速度与洪峰形成时间。河道行洪能力限制是洪水形成的重要条件, 当河道过流能力无法承载汇聚的地表径流时, 多余水量溢出河道, 形成洪水灾害, 河道行洪能力受河道形态、河床状况等自然特性直接制约。

2 防洪方案类型及原理

2.1 工程措施

工程措施是河道防洪体系的核心组成, 通过构建物理防护与调控设施, 从硬件层面提升洪水抵御、宣泄与调控能力, 其核心原理围绕强化河道行洪能力、阻挡洪水漫溢展开。堤防加固与新建聚焦堤身结构优化, 通过提升堤身高度、加厚堤体厚度、改良堤身材料, 增强堤防抗冲刷、抗渗透性能, 构建稳固的防洪屏障, 阻挡洪水突破堤岸威胁沿岸区域安全^[2]。河道疏浚与拓宽针对河床淤积、断面狭窄等问题, 清除河床内淤积的泥沙与杂物, 扩大河道断面尺寸, 提升河道过流容量, 加快洪水宣泄速度, 减少洪水在河道内滞留导致的水位攀升。分洪区与蓄滞洪区建设通过划定特定缓冲区域, 在洪水峰值来临之际, 分流主河道部分洪水并储存, 有效缓解主河道行洪压力, 避免洪水因宣泄不畅发生漫溢。水闸与

泵站调控依托精准的运行操作,通过调节闸门开度控制泄洪流量,借助泵站动力提升洪水排出效率,实现洪水的主动调控,兼顾防洪安全与水资源合理调配。

2.2 非工程措施

非工程措施以技术、管理与生态调控为核心,弥补工程措施的局限性,通过提前预警、科学管理与源头防控,构建全方位防洪保障体系。洪水预警与预报系统整合水文、气象、地形等多源监测数据,运用专业分析模型研判洪水形成、演进趋势,提前发布不同等级的洪水预警信息,为防洪调度、人员转移与应急处置争取充足时间。防洪调度与管理通过制定科学完善的调度方案,统筹各类防洪设施协同运行,优化洪水宣泄路径,合理分配洪水资源,提升整个防洪体系的运行效率与应对能力。生态修复与植被缓冲带建设聚焦流域生态改善,通过恢复河道周边原生植被、修复退化生态系统,利用植被根系固土保水、截留地表径流,减缓水流速度,减少水土流失,同时增强流域自然调蓄能力,从源头降低洪水形成风险。社区防洪教育与应急准备通过普及防洪知识与自救技能,提升群众防洪意识与应急处置能力,完善应急响应流程与物资储备,确保洪水来临时能够快速联动、科学应对,最大限度降低灾害损失。

3 优化选择方法与步骤

3.1 多方案比选

多方案比选是河道治理防洪方案优化选择的基础环节,需以河道固有特性与洪水形成机制为根本依据,结合区域防洪实际需求设计多种差异化防洪方案。河道特性涵盖水文节律、地形地质条件、河道行洪能力等核心内容,洪水成因涉及降水分布、流域汇流特性等关键因素,二者共同决定防洪方案的设计方向与技术导向。设计过程需兼顾工程类与非工程类方案的多样性,确保不同方案在技术路径、实施方式上形成有效区分^[3]。方案设计完成后,需系统梳理各方案的技术可行性,重点分析方案与河道特性、洪水成因的适配程度,判断技术实施的难易程度与可操作性。同时梳理各方案的经济成本,涵盖建设投入、材料消耗、施工人力等相关支出,明确成本控制关键点。此外需分析各方案的环境影响,聚焦施工过程与方案实施后对周边水体、植被、土壤等环境要素的影响,确保方案设计符合生态保护相关要求,为后续综合评价与优化选择奠定坚实基础。

3.2 综合评价指标体系构建

综合评价指标体系是方案优化选择的核心支撑,指标选取需遵循科学性、系统性与实用性原则,聚焦河道防洪方案的核心评价维度。安全性是防洪方案的首要评

价指标,主要反映方案抵御洪水、保障周边区域安全的能力,涵盖行洪能力、堤防稳固性等相关内容,是衡量方案有效性的核心标准。经济性指标聚焦方案全生命周期的成本控制,兼顾建设成本与后期维护成本,体现方案的经济合理性。可持续性指标关注方案与生态环境、区域发展的协调程度,重点考量方案对生态系统的影响及长期运行的稳定性,契合河道治理生态化发展趋势。社会可接受性指标反映方案实施过程中与周边群众生产生活的适配程度,体现方案的社会适应性。指标选取完成后,需合理确定各指标权重,通过科学的权重分配反映不同评价维度的重要程度,权重确定需结合河道防洪核心需求,依托相关评价理论与实践经验,确保权重分配的合理性与客观性,为方案综合评价提供科学依据。

3.3 优化选择模型应用

优化选择模型的应用是实现防洪方案科学排序的关键,需结合综合评价指标体系,运用成熟的评价分析方法开展方案排序工作。多目标决策分析方法可有效兼顾防洪方案的多个评价目标,通过量化分析各方案在不同指标上的表现,实现方案的综合排序,适用于多维度、多目标的方案优化选择场景。层次分析法可将复杂的方案评价问题分解为不同层次,通过两两比较确定各指标与方案的相对重要性,转化为量化评价结果,提升方案排序的科学性与精准度。两种方法可结合使用,互补优势,确保排序结果的可靠性。排序过程中需充分考虑各类不确定性因素,包括水文情势变化、地形地质条件波动、施工过程中的突发情况等,此类因素可能影响方案实施效果与评价结果。敏感性分析可针对性分析各类不确定性因素对方案排序结果的影响程度,明确关键影响因素,为方案优化调整提供方向,增强方案选择的稳定性与可靠性。

3.4 决策制定

决策制定是防洪方案优化选择的最终环节,需以优化选择模型的排序结果为核心依据,结合多方面意见形成科学决策。模型排序结果提供了各方案的综合表现对比,是决策制定的重要数据支撑,但需结合专家意见进一步完善。专家凭借在河道治理、防洪工程、生态保护等领域的专业知识与实践经验,可对方案的技术合理性、实施可行性等提出针对性建议,弥补模型量化分析的局限性。公众参与可反映周边群众对方案的需求与诉求,提升决策的合理性与社会适应性,确保方案实施过程顺利推进。结合模型结果、专家意见与公众参与,筛选出最优防洪方案,明确方案的核心实施内容与技术路径^[4]。最优方案确定后,需制定详细的实施计划,明确各实施

环节的核心任务、责任分工与技术要求,同时合理的时间表,明确各阶段的实施节点与完成时限,确保方案有序推进、落地见效,实现河道防洪能力的有效提升。

4 防洪方案优化选择的保障措施

4.1 技术保障

技术保障是防洪方案优化选择落地实施的核心支撑,直接决定方案实施效果与防洪能力提升幅度,依托水利工程、水文水资源等学科理论发展,契合河道治理防洪工程的技术升级需求。防洪技术研发与应用支撑需聚焦河道防洪核心技术瓶颈,结合区域河道特性与洪水防控实际,开展针对性技术研发工作,重点突破防洪工程建设、洪水监测预警等领域的关键技术,推动科研成果向实际应用转化,提升防洪方案的技术先进性与适配性,破解传统技术在复杂水文、地形条件下的应用局限。技术队伍建设需围绕防洪方案实施的核心需求,构建专业化、多层次的人才培养体系,加强对技术人员的专业培训,重点提升在防洪技术应用、工程技术管理、问题排查处置等方面的能力,完善人才激励与培养机制,吸引并留住专业技术人才,为防洪方案的优化实施提供稳定人才支撑,确保各项技术措施规范落地、高效推进。

4.2 工程保障

工程保障是确保防洪方案有效实施、保障防洪工程质量的关键环节,贯穿防洪工程建设与长期运行全过程,符合水利工程建设管理的核心规范与行业标准。工程施工质量管控需建立完善的全流程质量管控体系,严格规范施工流程,加强对施工材料、施工工艺、施工工序的全方位管控,严格执行水利工程施工质量标准,及时排查施工过程中出现的质量隐患,规范整改流程,确保防洪工程建设质量达到设计标准,为防洪方案的长效实施奠定坚实工程基础。工程后期维护管理需立足防洪工程长期稳定运行需求,建立常态化、规范化的维护管理机制,定期对防洪工程设施进行全面检查、检修与养护,重点关注堤防、泄洪设施、护岸工程等核心设施的运行状态,及时修复损坏部位,防范工程老化、破损、渗漏等问题影响防洪效果,延长工程使用寿命,保障防洪方案长期稳定发挥作用。

4.3 监测调度保障

监测调度保障是提升防洪方案应急响应能力、优化方案实施效果的重要支撑,依托现代水文监测技术与防洪调度管理理论,构建科学高效的监测调度体系。防洪监测技术优化需升级完善监测设备与监测网络,采用高精度、智能化的监测设备,扩大监测覆盖范围,实现对河道水文、水位、流速、流量等核心指标的实时、精准监测,提升监测数据的准确性与时效性,为防洪调度决策提供可靠的数据支撑,及时捕捉洪水变化动态^[5]。调度技术升级完善需结合河道洪水特性与防洪方案实施要求,优化调度算法与调度流程,完善调度方案,提升调度决策的科学性与灵活性,能够根据实时监测数据与洪水变化情况,及时调整调度策略,合理调配防洪资源,统筹协调各类防洪设施的运行,最大限度发挥防洪工程的防洪效能,确保防洪方案能够灵活适配各类洪水场景,保障区域防洪安全。

结束语

河道治理防洪方案的优化选择是一个系统而复杂的过程,涉及河道特性分析、方案设计与比选、决策制定以及保障措施落实等多个环节。通过全面剖析河道特性与洪水成因,构建科学合理的防洪方案体系,运用多目标决策等方法筛选最优方案,并从技术、工程、监测调度等方面提供坚实保障,能够有效提升河道防洪能力,降低洪水灾害风险。在实际工作中,需根据区域实际情况灵活运用相关理论和方法,确保防洪方案的科学性、可行性和有效性,切实保障人民群众生命财产安全和区域经济社会稳定发展。

参考文献

- [1]沈俊杰.河道治理防洪方案的优化选择[J].黑龙江水利科技,2025,53(8):52-55.
- [2]李楠.山区河道防洪与生态修复综合治理方案探讨[J].农村实用技术,2025(9):114-116.
- [3]宋海波.城市河道防洪达标与生态综合治理方案分析[J].陕西水利,2024(12):59-61.
- [4]刘军文.基于生态化防洪墙的某河道防洪治理方案设计研究[J].珠江水运,2024(10):52-54.
- [5]李继全.河道防洪与生态修复综合治理方案优化分析[J].建筑·建材·装饰,2025(9):151-153.