

中小河流治理中生态修复与防洪安全协同机制及技术路径研究

凌杰辉

广东 清远 511500

DOI:10.61369/WCEST.2026030024

摘 要： 中小河流的治理工作已从单纯的防洪转变为生态修复与防洪安全协同推进的模式，这两者之间存在目标上的冲突，需要通过水利工程管理理论来建立包括政策协调、管理流程优化以及法规衔接的协同机制。通过生态修复技术改革、防洪工程改进及综合措施，结合实际案例检验协同效果，针对现存技术标准不一致等问题，需加强跨部门合作，未来集中于多尺度模拟与智能监测来加强治理适应性。

关 键 词： 中小河流治理；生态修复；防洪安全协同

Research on the Synergistic Mechanism and Technical Path of Ecological Restoration and Flood Control Safety in the Management of Small and Medium-sized Rivers

Ling Jiehui

Qingyuan, Guangdong 511500

Abstract： The management of small and medium-sized rivers has shifted from a purely flood prevention approach to a model that combines ecological restoration and flood safety simultaneously. There is a conflict in goals between these two aspects, and it is necessary to establish a collaborative mechanism through water engineering management theories, including policy coordination, management process optimization, and regulatory integration. Through ecological restoration technology reform, flood control project improvement, and comprehensive measures, combined with practical case studies to test the collaborative effect, and addressing issues such as inconsistent technical standards, it is necessary to strengthen cross-departmental cooperation. In the future, efforts will focus on multi-scale simulation and intelligent monitoring to enhance the adaptability of the governance.

Keywords： management of small and medium-sized rivers; ecological restoration; synergistic flood control safety

引言

中小型河流的治理是确保流域水安全和生态健康的重要部分。传统的治理工作大多专注于防洪这一单一目标，随着生态文明建设的不断推进，将生态修复与防洪安全进行协同已成为行业的普遍共识。2023年《全国中小河流治理实施方案》颁布，确定系统性治理标准以及资金保障，促使治理模式由应急性转变为工程、生态、管理综合模式。但是在实际操作里，生态修复手段与防洪安全需求的冲突尚未得到有效化解，像生态护岸和行洪效率的矛盾、跨部门协作不够等状况限制治理效果。本研究通过分析协同机制搭建、技术路线创新以及工程实例实践，探寻生态修复和防洪安全协同的有效办法，为中小河流治理提供理论和实践方面的参考。

一、中小河流治理现状与问题分析

（一）中小河流治理发展现状及特点

中小河流治理的发展现状与特点展现出多方面的演进趋向。从历史发展来看，早期的治理大多集中于单一的防洪目的，随着生态观念的广泛传播，国内外渐渐转变为生态修复和防洪安全共

同治理^[1]。在国内政策方面，近段时间陆续颁布《全国中小河流治理实施方案》等文件，确定治理标准以及资金保障，促使治理工程由应急性向系统性转变。基础建设方面，水库的除险加固项目通过提高调蓄水准来降低下游的洪水隐患，灌溉项目则于水资源调配里起到主要功效，不过部分地区存在工程陈旧、功能单一的状况，没能充分符合生态要求。在水资源的管理方面，流域协

同的机制正逐步建立，部分区域开展河长制试点以强化责任的落实，但是跨区域治理的协调仍然存在障碍。从国外的经验来看，欧美国家通过生态护岸、湿地恢复等技术实现防洪和生态的双重良好效果，这能够为国内提供参考，不过需要根据本土的水文特性与社会经济状况进行调整。总体来看目前治理已由单一工程手段向工程、生态、管理综合方式转变，协同治理观念逐步成为普遍认知，不过技术整合与政策落实尚需进一步推进。

（二）生态修复与防洪安全的当前冲突

在中小河流治理工作中，生态修复和防洪安全的矛盾逐渐明显。比如有些区域为恢复河流生态体系，在河道中栽种挺水植物或者设置生态驳岸，尽管提高生物多样性和水质净化效能，但植被根系或许会降低堤坝结构的稳定性，而且植物枯落物的堆积容易堵塞行洪通道，加大洪水漫溢的风险。在某南方山区的河流整治工作中，为了打造生态缓冲带而栽种乔木，在汛期时树木倒伏使得河道行洪的断面变窄，造成局部水位迅速上升，这和防洪需求产生直接冲突^[2]。这类冲突的根本在于治理目标的价值导向差异：生态修复注重自然系统的完整性和自我调节功能，更愿意保留或恢复河流的自然样貌与生物栖息环境；而防洪安全是以工程措施的稳定性和行洪效能为主要，要通过硬化堤岸、拓宽河道等办法确保水流迅速下泄。另外当前治理体系里生态和水利部门协同不够，技术标准和评估体系的分离进一步激化矛盾，使得生态修复措施缺少防洪安全论证，防洪工程设计忽略生态系统需求，最终造成治理成效的相互掣肘。

二、生态修复与防洪安全协同机制构建

（一）协同机制的理论基础与框架

生态修复和防洪安全协同机制的搭建要以水利工程管理理论作为核心支撑，通过整合生态系统服务以及风险防控准则，建立多方面的协同方案。水利工程管理理论重点工程功能和生态系统的动态均衡，为协同机制提供系统分析的方法学根据，保证机制既符合防洪工程的安全规范，又可维系河流生态系统的完备性^[3]。协同机制模型要包含政策协同、管理流程以及法律法规方案这三个核心方面：在政策协同方面，要建立跨部门的沟通和决策机制，对生态保护和防洪需求的政策目标加以平衡；在管理流程方面，要优化项目规划、执行与监测的全流程管理，把生态修复指标纳入防洪工程的绩效评价体系；在法律法规方案方面，要完善现有的水利和生态保护相关法规的衔接，明确协同治理的责任主体和行为规范。此框架通过理论基础与实践要求的融合，为中小河流治理里生态修复和防洪安全的协同提供系统性指引，实现工程效益和生态效益的统一。

（二）在水库除险加固和灌溉工程中的应用机制

生态修复和防洪安全协同机制在水库除险加固以及灌溉工程里要以安全作基础，同时兼顾生态功能的提高。在水库加固时期，通过优化坝体参数来提高防洪能力，运用生态混凝土护岸、岸坡植被缓冲带等技术降低生态干扰，为水生生物打造栖息空间^[4]。在灌溉工程里，智能调配系统动态实现灌溉用水和河道生

态基流的平衡，渠道规划融入生态廊道思想，通过边坡植被对农田退水污染物进行过滤。在运行管理方面，建立防洪、生态协同监测系统，对水位、泄洪流量以及生态指标进行实时监测，通过预泄腾空库容、下泄生态流量等手段来协调防洪和生态方面的需求，例如在汛期来临前预留防洪库容，并且确保鱼类产卵期的流量。此机制实现工程安全和生态系统稳定性的协同维系。

三、技术路径研究与实践

（一）生态修复技术创新

1. 河道生态恢复技术

中小河流的河道生态复原技术要以生境修复作为核心，通过植被缓冲带的建立以及水生动植物生境的重新建设实现生态功能的提高。在植被缓冲带建设时，挑选根系发达且耐水湿的本土植物，像狗牙根、芦苇之类，建立乔灌草复合体系。这样既能够拦截面源污染物、降低水流速度，还可以通过根系稳固土壤，减少岸坡遭受的侵蚀，防止因植被过于茂盛而妨碍行洪。生境重塑会与河道形态整治相结合，通过设置生态护岸、鱼窝、深潭和浅滩等微型生境单元，为水生生物打造栖息与繁衍的地方，要保证河道过流断面符合防洪规范，防止因生境结构变动而缩减行洪空间。在修复工作开展时，要同步落实水土保持措施，像岸坡生态防护、表土保护以及土壤改良等，降低施工阶段水土流失对河道行洪造成的干扰，并且通过生态流量调控来维持河道生态需水量，协调好生态修复和防洪安全之间的关系^[5]。在技术运用时要结合河流天然形态和水文特性，防止过度的人工干涉造成生态系统失调，保证修复手段既能加强生态功能，又不会削弱防洪能力。

2. 水资源保护与修复技术

在中小河流整治时，水资源的保护与修复要兼顾水质净化和可持续性管理。在水质净化领域，运用复合生态净化体系（人工湿地、生物膜反应器搭配本土水生植物与微生物），对COD的去除率能够达到75%以上。水资源管控重点生态用水策略，通过智能监测调度体系按照生态流量临界值动态调节灌溉取水，确保河道基本流量；建立多水源联合调配机制，整合雨水收集和再生水回用，某试点流域生态用水保障率提高到89%。对于农业面源污染问题，推行生态沟渠和缓冲带相融合的精准施肥技术，能够让入河氮负荷减少大约40%。通过物联网健全水资源监测网络体系，实现水位、流量以及水质数据以小时为单位进行采集，为生态调度提供支撑。通过技术整合运用，能够在确保灌溉需求得以满足的同时，维持河流生态的健康状况，促进生态修复和水资源管理的协同进步^[6]。

（二）防洪安全工程优化

1. 水库除险加固新技术

水库除险加固新方法重点坝体修缮与智能监测结合，且融入生态思考。坝体修复运用新型复合土工材料来取代传统混凝土，加强抗渗性和耐久性，例如坝基防渗采用生态友好型膨润土防水毯，防止化学灌浆对水体造成污染^[7]。智能监测系统通过物联网传感器对坝体的位移、渗流以及应力变化展开实时监测，依靠云端

平台预警实现主动防控。将生态方面的考量纳入设计环节，坝坡防护运用植被混凝土工艺，既能加固边坡，又能为本地植物提供生长的基质，从而维系生物的多样性。此技术改革提高防洪安全级别，通过生态化规划降低工程对自然体系的损害，建立安全与生态协同的加固样式，为中小河流治理里水库功能的持续发挥提供支持。

2. 集成洪水控制措施

整合洪水管控措施要根据中小河流的自然特性和防洪要求，把工程手段与非工程手段有效结合，建立起系统化的防洪方案。在工程措施领域，在传统堤防建造里融入生态化设计理念，例如运用生态护岸工艺加强堤岸稳固性与生态效能，并且结合河道清淤与治理，恢复河道行洪截面，提高洪水下泄水平^[8]。非工程措施重点于洪水预警和风险管理，通过设置水文监测站点以及预警体系，实现洪水的实时监控与精确预报，为防洪决策提供数据支持。另外建立流域方面的洪水调度体系，统筹不同河段防洪设施的运转，保障洪水在可控区间内有序泄放。在实际操作里，要通过多目标优化模型来评定工程和非工程措施的协同效果，兼顾生态保护与防洪安全这两个目标。比如在堤防规划时预留生态缓冲区域，既能保证防洪的标准要求，又能为生物栖息创造空间。通过这类集成式的技术途径，中小河流的防洪体系能够实现从单一工程防御朝综合风险管控的转变，加强防洪安全的可持续性。

四、工程实践与管理案例

（一）中小河流治理成功实践

1. 具体案例分析与经验

选择南方某具有代表性的中小河流治理项目作为研究对象，此河流域面积大概为800km²，治理之前存在河道泥沙淤积、岸坡发生坍塌、生态系统出现退化等状况，并且防洪标准低于5年一遇。在治理进程中，项目团队运用生态优先、防洪保障的协同策略，在河道疏浚清淤之际保留原本的深潭浅滩构造，通过生态护岸技术（例如格宾石笼、本土植被）取代传统的混凝土护坡，既提高岸坡的稳定性，又为水生生物创造栖息场所。在防洪体系搭建方面，根据河道自然走向优化堤防布置，运用生态缓冲带和堤防相结合的设计，把防洪标准提高到20年一遇的水平，同时降低工程对生态系统的影响。项目开展后，河道水体质量从劣V类提高到Ⅲ类，鱼类物种数量增多30%，防洪能力得到明显提高，实现生态修复和防洪安全的协同效果。此案例的经验显示，中小河流治理要把生态修复目标纳入防洪工程设计的整个流程，通过多学科技术融合（像水文模拟、生态评估）来完善方案，并且建立长效管理机制，以保障治理成效的可持续性^[9]。

2. 技术路径有效性评估

选取南方某具有代表性的中小河流治理项目作为案例，对生态修复和防洪安全协同技术路径的成效展开评估。此工程运用生态护岸、植被缓冲带和堤防加固相融合的方案，监测表明治理之后河道行洪能力提高30%，五年一遇洪水的淹没区域缩减25%；水生生物的多样性指数上升40%，水体透明度增大50%，底栖生

物的密度增多60%。生态护岸的透水构造既提高堤防的稳固性，又为生物提供栖息场所；植被缓冲区域能够拦截面源污染，使氮磷含量降低20%，还能辅助防洪。运用生态材料能使工程成本降低15%，让维护费用减少20%，通过公众参与可让居民满意度提高35%。对比治理前后的相关数据，证实此技术路径在确保防洪安全的同时，明显提高河流生态健康水平，为中小河流治理协同机制提供实证根据^[10]。

（二）水库除险加固及运行管理

1. 除险加固中的生态考量

水库进行除险加固工作时，应融入生态要素来实现可持续性发展。以南方一座小型水库作为示例，该工程把下游湿地保护纳入设计方案，针对因泄洪不稳定导致湿地植被覆盖率降低15%的状况，通过水文模型模拟来优化溢洪道消能装置，运用阶梯式消力池与生态护岸相结合的方式减轻泄洪冲击；在坝后设置生态缓冲区域，种植芦苇、香蒲等本地植物以建立人工湿地，强化水土保持并为两栖动物提供栖息场所。在施工环节严格把控范围以保护原始植被，运用环保类防渗材料降低水体污染。加固之后水库的防洪标准提高到20年一遇水平，下游湿地的水文稳定性得以提高，植被覆盖比例恢复到加固前的120%，鱼类种群的数量增加30%，实现防洪安全和生态保护的协同。实际证明生态考量贯穿于除险加固的整个流程，通过技术优化和生态设计相融合，能够在确保工程安全的同时维持区域生态的平衡。

2. 运行管理的优化策略

运行管理的优化措施要以生态修复和防洪安全协同作为核心，通过调度方案与监控体系的全面性优化实现目标。在调度方案上，需根据流域水文节奏与生态需水规则，建立动态调度模式。在保证防洪库容的条件下，恰当调节水库下泄流量，维系河道生态基本流量，防止因过度蓄水或者泄洪给下游生态系统带来冲击。举例而言在非洪水期能够通过小流量脉冲式泄放来模拟自然水文进程，推动河道生物栖息地的恢复；在洪水期则要严格根据防洪调度规则，结合实时的水雨情信息来调整泄洪方案，兼顾防洪安全和下游生态缓冲的需求。监控体系的完善要整合水文、水质、生态等多方面监测数据，搭建智慧型管理平台，实现水库运行状况的实时察觉与预警。通过设置水位、流量、水质传感器以及生态监测点位，实时把控水库及其下游河道的水生态状况改变，为调度方案的调整提供数据支持。建立多部门协同的管理机制，清晰界定水利、生态环境等部门的职责划分，保证调度决策和生态保护措施能够有效衔接，最终实现水库运行期间生态修复与防洪安全的动态均衡。

（三）水利灌溉工程优化

1. 建设中的生态影响控制

水利灌溉工程建造要以生态修复和防洪安全协同作为目标，深度整合生态影响管控技术。工程施工运用低扰动技术，例如用装配式构件替换现场浇筑，以此降低对岸线植被的损害，同时设置临时截流装置和沉淀池，控制废水泥沙流入河道。在生态补偿领域，根据河流特性于施工区域周边打造生态缓冲区域，栽种本地水生和陆生植物，以发挥保持水土、保护河岸以及为生物提供

栖息场所的作用。某南方小型及中型河流灌溉项目优化施工时间安排，避开鱼类繁殖时段，在沿线设置生态浮床与人工鱼窝，施工完毕后水体透明度提高20%，鱼类种群数量增多15%，渠系防洪标准达到10年一遇，证实生态控制技术对协同目标的支撑功效。实际证明把生态管控手段融入施工的整个流程，能够有效降低灌溉工程给中小河流带来的负面作用，实现生态保护和防洪安全的双丰收。

2. 运行中协调防洪的策略

水利灌溉工程的运转应关注生态修复和防洪安全的协同。某中小河流灌区搭建灌溉、防洪联合调度模型，在非汛期根据作物需水规律确定灌溉水位临界值，把尾水引入生态缓冲带以补充地下水、维持河道基本流量；在汛期来临前降低渠道蓄水水位以腾出库容，通过智能闸门动态调控流量来防止洪水倒灌。在管理方面建立多部门协同联动机制，实现水文气象与作物数据的共享，根据洪水预警情况动态对灌溉计划加以调整，例如在发布暴雨预警时，暂停高风险区域的作业，以保障行洪的顺畅。生态护岸和渠系的一体化设计既能提高渠道的防洪能力，又能为水生生物创

造栖息地。此策略通过技术改良和管理协作，确实平衡灌溉需求和防洪风险，为中小河流治理里生态修复与防洪安全协同提供实践参考。

五、总结

本研究全面分析中小河流治理里生态修复和防洪安全的协同机理与技术途径。主要发现显示二者并非相互对立，能通过科学规划彼此推动。协作机制通过流域自然水文状况，通过搭建生态缓冲带、优化植物群落来提高调蓄能力，运用生态护岸等技术取代传统硬质工程，在提高防洪标准的同时维系生物多样性。实际情况显示，此模式能够有效削减洪峰流量、减轻水土流失状况，明显提高水质和栖息地的质量。针对技术标准缺乏统一、生态评估体系不够完善等状况，要加强跨部门协同合作，拟定差异化的技术准则。未来需重点开展多尺度协同量化模拟与智能监测工作，加强动态适应能力，推广已取得的成功经验，实现生态与防洪的长期稳定平衡。

参考文献

[1] 郝立伟. 金属矿山生态修复的政企协同治理机制研究——以 A 矿山为例 [D]. 江西: 江西财经大学, 2022.
[2] 雷越. 基于生态安全格局构建的生态修复分区及治理——以永昌县为例 [D]. 甘肃: 西北师范大学, 2023.
[3] 刘敏. 黄河流域生态修复中的政府监管责任研究 [D]. 甘肃: 兰州理工大学, 2022.
[4] 滕治良. 基于格局-过程-服务的国土空间生态修复差异化治理机制及策略研究 [D]. 浙江: 浙江大学, 2023.
[5] 查琴琴. D 市滨海湿地生态修复治理中的政府作用研究 [D]. 江苏: 苏州大学, 2022.
[6] 朱璇睿. 水生态保护与修复下的中小河流治理分析 [J]. 资源节约与环保, 2022(8): 9-12.
[7] 肖群英. 生态理念下中小河流治理策略 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(20).
[8] 赵红向. 浅谈河道治理中的河流生态修复 [J]. 环境保护与循环经济, 2023, 43(1): 52-54.
[9] 李杰, 张斌. 河流生态治理与河道防洪安全 [J]. 河南建材, 2022(1): 2.
[10] 肖雄. 河流生态修复的技术与应用 [J]. 大众标准化, 2023(20): 46-47, 53.