

中小河流防洪能力评估与综合治理方案研究

雪富富

新疆生产建设兵团第四师水利工程管理服务中心 新疆 维吾尔自治区 835000

摘要: 中小河流作为我国水系网络的重要组成部分,在区域防洪减灾、水资源供给、生态涵养及农业灌溉等方面发挥着不可替代的作用。然而,受自然条件变化与人类活动叠加影响,大量中小河流存在防洪标准偏低、河道淤积、堤防老化、管理薄弱等问题,导致洪涝灾害频发,严重威胁人民群众生命财产安全和区域经济社会可持续发展。本文系统分析了当前我国中小河流在防洪体系中存在的主要问题,构建了一套科学、可操作的防洪能力综合评估指标体系,并在此基础上提出“以防为主、蓄泄兼筹、系统治理、生态优先”的综合治理路径。研究强调应融合工程措施与非工程措施,强化流域统筹与智慧化管理,推动中小河流从“被动应对”向“主动防御”转型。研究成果可为提升中小河流防洪韧性、保障流域安全提供理论支撑与实践参考。

关键词: 中小河流; 防洪能力; 风险评估; 综合治理; 生态修复; 智慧水利

引言

我国幅员辽阔,水系发达,流域面积在200至3000平方公里之间的中小河流数量超过1万条,覆盖全国90%以上的县级行政区。这些河流虽不及大江大河规模宏大,但因其流经人口密集区、农田集中带和城镇建成区,一旦发生洪水,极易造成“小河大灾”。近年来,受全球气候变化加剧、极端降雨事件频发以及城镇化快速推进等多重因素影响,中小河流洪涝灾害呈现“频率高、强度大、损失重”的新特征。例如,2020年长江流域汛期,多条中小河流超警戒水位,引发区域性洪灾;2023年京津冀地区特大暴雨亦暴露出中小河流排洪能力严重不足的问题。面对严峻形势,国家高度重视中小河流治理工作。自2009年起,水利部联合财政部启动中小河流治理重点县综合整治试点,并于“十四五”期间将中小河流治理纳入国家水网建设重点任务。然而,当前治理实践中仍存在评估体系不健全、治理目标碎片化、生态理念滞后、长效管护机制缺失等短板。因此,亟需建立科学系统的防洪能力评估方法,并据此制定兼顾安全、生态与可持续发展的综合治理方案。

1 中小河流防洪现状与主要问题

1.1 防洪标准普遍偏低

目前,我国多数中小河流的堤防设防标准远低于实际防洪需求。部分中小河流堤防防洪标准不足10年一遇,部分山区或偏远地区的河流甚至处于无设防状态。这些堤防大多修建于上世纪六七十年代,受限于当时的技术条件与经济水平,设计标准低、施工质量参差不齐,且长期缺乏系统性维护。随着时间推移,堤身老化、基础淘刷、渗漏管涌等问题日益突出,在遭遇超标准洪水时

极易发生漫顶、溃决等险情,严重威胁沿岸居民生命财产安全。

1.2 河道行洪能力下降

河道行洪能力的持续退化是当前中小河流防洪面临的另一突出矛盾。长期以来,非法采砂、侵占河道、围垦造地以及生活垃圾随意倾倒等行为,导致大量中小河流断面缩窄、形态扭曲、比降失衡。与此同时,上游地区水土流失加剧,泥沙大量输入河道,造成河床逐年抬高,有效过水断面显著减少。在城市化进程中,部分河段被过度渠化、硬化,采用混凝土衬砌取代自然岸坡,不仅削弱了河流的调蓄与自净功能,还破坏了原有的水文节律和生态连续性,进一步降低了系统的整体韧性。

1.3 工程体系不完善

中小河流治理长期存在“点状整治、局部修补”的倾向,缺乏流域尺度的整体规划与系统布局。许多治理项目仅聚焦于险工险段的应急加固,忽视了上下游、干支流之间的水力联系与协同调度。调蓄工程如小型水库、塘坝、滞洪区等配套严重不足,难以在暴雨初期有效削减洪峰;而现有堤防、护岸、排涝泵站等设施普遍存在老化失修、标准不一、功能单一等问题。更为关键的是,山洪沟、支流入河口等关键节点常被忽略,成为防洪体系中的薄弱环节,一旦发生强降雨,极易形成“瓶颈效应”,引发连锁性灾害。

1.4 非工程措施薄弱

相较于工程措施的投入,非工程措施在中小河流防洪体系中长期处于边缘地位。水文监测站点密度低、自动化水平不高,难以支撑精细化洪水预报与预警;洪水风险图编制覆盖率有限,导致国土空间规划缺乏科学依

据，高风险区开发活动屡禁不止。应急预案往往流于形式，缺乏针对性和可操作性，应急响应机制反应迟缓^[1]。此外，由于缺乏有效的跨部门、跨区域协调平台，“多头管理、职责交叉”的现象普遍存在，水利、住建、自然资源、应急管理等部门各自为政，难以形成治理合力，制约了防洪效能的整体提升。

1.5 生态功能退化

传统中小河流治理过度依赖硬质工程手段，片面追求“立竿见影”的防洪效果，忽视了河流作为生态系统的内在价值。大量采用浆砌石、混凝土等材料进行护岸和堤防建设，割裂了水陆交界面，破坏了底栖生物栖息

地和鱼类洄游通道，导致生物多样性锐减。同时，部分治理项目未充分考虑生态基流保障，枯水期河道断流现象频发，水体自净能力下降，水质恶化问题日益突出。这种“重工程、轻生态”的治理模式，虽短期内提升了防洪能力，却以牺牲河流健康为代价，难以实现人水和谐的长远目标。

2 中小河流防洪能力综合评估体系构建

科学评估是精准治理的前提。本文基于“致灾—承灾—减灾”风险链理论，构建包含自然条件、工程防御、社会经济、管理能力四个维度的防洪能力综合评估指标体系（见表1）。

表1：中小河流防洪能力综合评估指标体系

一级指标	二级指标	三级指标（示例）	数据来源
自然条件	气候水文特征	年最大24小时降雨量、历史洪水频率	气象局、水文站
	地形地貌	河道比降、流域坡度、汇流时间	DEM数据、遥感影像
	河道特性	河宽、水深、糙率、淤积厚度	实地测量、无人机航测
工程防御	堤防状况	防洪标准、结构完整性、渗透稳定性	工程普查、安全鉴定
	调蓄工程	水库总库容、滞洪区面积、塘坝数量	水利普查数据
	排涝能力	泵站排水能力、管网覆盖率	城建部门
社会经济	承灾体暴露度	人口、GDP密度、重要基础设施分布	统计年鉴、GIS
	脆弱性	房屋抗洪等级、应急避难场所覆盖率	住建、应急部门
管理能力	监测预警	水位站密度、预警信息发布时效	水利信息化平台
	应急响应	预案完备性、抢险队伍配置	应急管理部门
	长效管护	河长制落实、日常巡查机制	河湖管理台账

在具体评估防洪能力的过程中，为确保评估结果的科学性与精准性，可采用层次分析法（AHP）来确定各层级指标的权重。层次分析法通过将复杂问题分解为多个层次，对各层次指标进行两两比较，从而得出相对重要性权重，为后续综合评价奠定基础。结合模糊综合评价或物元可拓模型，能够对定性与定量指标进行融合量化。模糊综合评价借助模糊数学理论，处理指标的模糊性和不确定性；物元可拓模型则通过建立物元矩阵，分析指标间的可拓性，二者都能有效整合不同类型指标信息。最终，依据量化结果将防洪能力划分为高、中、低、极低四个等级^[2]。同时，要充分利用现代水文水动力模型，如HEC-RAS、MIKE等。这些模型能够模拟不同重现期洪水情景下的淹没范围、水深及流速分布等情况。通过模拟结果，可以直观地识别出高风险区域，为制定治理措施的优先顺序提供科学依据。该评估体系具有显著优势，它不仅关注工程本身的物理状态，如堤防的稳固程度、排水设施的完好情况等，更强调自然本底、社会暴露度与管理效能的耦合作用，全面考量了影响防洪能力的各种因素，充分体现了系统性风险治理的理念，有助

于提升整体防洪水平。

3 中小河流综合治理方案设计

基于评估结果，中小河流治理应坚持“流域统筹、系统治理、生态优先、智慧赋能”原则，构建“工程+非工程+生态+制度”四位一体的综合治理体系。

3.1 工程措施：提升硬实力

在工程层面，治理的核心在于恢复和增强河流的自然行洪能力，同时兼顾结构安全与生态兼容。对于防洪标准明显不足的堤防，应实施加高培厚与基础加固，但需摒弃全断面硬化的传统做法，转而推广格宾石笼、生态袋、植草砖等柔性护岸技术，既可有效抵御水流冲刷，又能为植被生长和生物栖息创造条件。针对河道淤积严重、断面萎缩的问题，应系统开展清淤疏浚工作，清除阻水障碍物，恢复天然河道的蜿蜒性与断面多样性，避免简单裁弯取直对水文过程的干扰^[3]。在流域上游，可因地制宜建设小型水库、塘坝群或雨水调蓄湿地，形成分布式调蓄网络；在中下游平原区，则可划定滞洪区或建设多功能湿地公园，在汛期发挥滞洪削峰作用，平时则作为生态休闲空间。此外，针对城市内涝突出的河段，

应同步完善排涝系统,包括新建或改造强排泵站、建设地下调蓄池、打通排水管网“断头路”,实现河道与市政排水系统的高效衔接。

3.2 非工程措施:增强软实力

非工程措施是提升防洪韧性的关键支撑。首先,应大幅加密雨量、水位自动监测站点,构建由卫星遥感、无人机巡测、地面传感组成的“空—天—地”一体化感知网络,并依托人工智能与大数据技术,开发短临洪水预报模型,显著提升预警的提前量与精准度。其次,应全面推进洪水风险图编制工作,明确不同重现期洪水的淹没范围与深度,划定高风险禁建区和限建区,为国土空间规划、产业布局 and 居民建房提供刚性约束。再次,应急预案必须从“纸上谈兵”走向实战化,定期组织多部门联合演练,检验指挥体系、转移路线和物资调配的有效性;同时,应按标准建设应急避难场所,确保灾害发生时群众能够快速、安全疏散。最后,公众防灾意识的提升不可或缺,应通过社区宣传、学校教育、新媒体传播等多种渠道,普及洪水风险知识和自救互救技能,培育全民参与的防灾文化。

3.3 生态修复:重塑河流健康

生态修复是实现中小河流可持续治理的根本路径。治理过程中,必须将保障生态基流置于优先位置,通过水库生态调度、再生水回用、地下水补给等方式,确保枯水期河流不断流、生态不退化。在岸线整治方面,应拆除不必要的硬质护岸,恢复两岸宽度适宜的乡土植被缓冲带,既能拦截面源污染、净化水质,又能为鸟类、昆虫和两栖动物提供栖息廊道。对于因闸坝阻隔而中断的水生生态系统,应在关键节点设置鱼道或生态过坝设施,恢复河流纵向连通性^[4]。此外,应积极推广海绵城市建设理念,在流域范围内广泛布设透水铺装、下沉式绿地、雨水花园等低影响开发(LID)设施,从源头削减地表径流峰值,减轻河道排洪压力,实现“渗、滞、蓄、净、用、排”的有机统一。

3.4 制度创新:构建长效机制

制度保障是治理成效能否持久的关键。应进一步深化河长制湖长制改革,明确省、市、县、乡四级河长在防洪能力建设中的具体职责,并将其履职情况纳入生态文明建设考核体系。针对跨行政区域的中小河流,亟需建立以流域为单元的联合治理协调机制,设立由上下游地

方政府共同参与的流域治理委员会,统筹规划、资金、标准与调度,破解“上游保护、下游受益”或“左右岸推诿”的治理困局。在资金保障方面,可探索生态环境导向的开发(EOD)模式,将防洪治理与滨水土地增值、文旅产业发展捆绑,吸引社会资本参与;也可推广政府和社会资本合作(PPP)机制,提高项目运营效率。尤为重要的是,应加快智慧河湖管理平台建设,集成建筑信息模型(BIM)、地理信息系统(GIS)和物联网(IoT)技术,构建数字孪生流域,实现洪水“预报—预警—预演—预案”的全流程闭环管理,推动中小河流治理迈向智能化、精细化新阶段。

4 结语

中小河流防洪能力提升是一项复杂的系统工程,必须摒弃单一工程思维,转向全流域、全要素、全周期的综合治理范式。本文研究表明:构建涵盖自然、工程、社会、管理四维的防洪能力评估体系,是实现精准治理的基础;“工程固本、非工程强基、生态塑魂、制度赋能”的综合治理路径,可有效提升中小河流防洪韧性;数字化、智能化技术的应用,为中小河流治理提供了新工具与新动能。未来,随着气候变化不确定性增加和新型城镇化深入推进,中小河流治理需进一步强化以下方向:加强气候变化情景下的洪水风险动态评估,提升适应性管理能力;推动防洪与水资源调配、水生态保护、乡村振兴等多目标协同,实现综合效益最大化;构建基于自然解决方案(NbS)的绿色基础设施体系,增强生态系统的自我调节功能;完善法律法规与技术标准体系,为治理成果的长效化提供制度保障。唯有坚持系统观念、底线思维与创新驱动,方能筑牢中小河流防洪安全屏障,守护江河安澜、人民安宁、生态安康。

参考文献

- [1]刘伟东.中小河流防洪整治工程堤防结构稳定性分析与优化研究[J].水上安全,2025,(22):112-114.
- [2]牟学银.中小河流河道防洪工程存在的问题及其对策研究[J].农业灾害研究,2025,15(04):232-234.
- [3]陈少华.中小河流防洪治理研究[J].水上安全,2024,(04):163-165.
- [4]吴劲松.中小河流的河道防洪工程的分析[J].黑龙江水利科技,2022,50(09):162-164.