

新时期城市防洪安全体系构建与韧性提升策略研究

韦 艳

(武威市古浪县应急管理局,甘肃 武威 733000)

摘 要: 基于全球气候变化和快速城市化双重压力,我国城市防洪安全面临着极端天气常态化、生态失衡和基础设施老化等巨大挑战。为了给我国现代化防洪体系的建设提供理论支撑和实践路径,首先系统分析了我国城市洪涝灾害形成机理,以及传统防洪体系在预报预警、工程调度、应急响应等方面存在的结构性缺陷;然后提出了融合工程防御、生态调控、智慧管理三大要素的“三维韧性防洪”理论框架,并在此基础上构建了包含风险识别、过程控制、灾后恢复的闭环管理体系。

关键词: 城市防洪;气候变化;智慧水务;生态调控;应急管理

中图分类号: TU998.4

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2026)04-0252-06

Research on Construction of Urban Flood Control Safety System and Resilience Improvement Strategy in New Era

WEI Yan

(Gulang County Emergency Management Bureau, Wuwei, Gansu 733000, China)

Abstract: Based on the dual pressures of global climate change and rapid urbanization, the urban flood control safety in China is facing the huge challenges, such as extreme weather normalization, ecological imbalance and aging infrastructure. In order to provide the theoretical support and practice approach for the construction of modern flood control system in China, the formation mechanism of urban flood disaster is systematically analyzed, and the structural defects of traditional flood control system in forecasting and early warning, engineering dispatching and emergency response are revealed. The theoretical framework of “three-dimensional resilient flood control” is proposed, which integrates three elements of engineering defense, ecological regulation and intelligent management. And on this basis, a closed-loop management system including risk identification, process control and post-disaster recovery is built.

Keywords: urban flood control; climate change; smart water affairs; ecological regulation; emergency management

0 引 言

洪涝灾害是我国发生最为频繁、危害最大、造成损失最严重的自然灾害之一,自古以来就是中华民族的心腹之患^[1]。在全球气候变化与快速城市化的双重驱动下,我国城市洪涝灾害的频次、强度及风险格局发生了深刻变化,传统防洪体系正面临着前所未有的挑战和考验。一方面,全球变暖导致极端天气事件趋于常态化,特大暴雨的时空分布不确定性加剧,其强度与量级屡次突破历史极值和既有工程设防标准;另一方面,大规模城市扩张引发地表水文循环路径改变和生态调蓄功能衰退,不透水面积急剧增加、自然水系萎缩,叠加基础设施老化、承载能

力不足等系统性风险,使得城市在面对极端降雨时更容易形成“上游洪水下泄、中游管网堵塞、下游顶托倒灌”的链式灾害效应。

在此背景下,我国城市防洪工作已从传统的“以排为主”,逐步转向构建更具韧性、适应性与协同性的现代化综合治理体系。但当前仍存在监测预警能力滞后、工程体系协同不足、应急响应机制僵化等关键问题,亟需通过理念创新、技术升级和制度重构,系统提升城市应对极端洪涝灾害的抵御能力、适应能力和恢复能力。韧性理论强调系统在承受扰动后维持核心功能并快速恢复的能力,为破解当前城市防洪困境提供了全新的理论视角和实践路径。

本文立足于新时期城市防洪安全形势,在系统剖析气候变化、城市生态失衡、基础设施老化等多重挑战的基础上,深入诊断现有防洪体系在监测预警、工程协同和应急响应等环节的关键问题,进而从工

收稿日期: 2025-10-08

作者简介: 韦艳(1974—),女,工程师,从事城市抗旱防汛工作。

程韧性、生态韧性、管理韧性3个维度,系统构建城市韧性防洪理论框架,并提出具有可操作性的政策建议和实施路径,以期提升我国城市洪涝灾害综合防治能力、保障城市可持续发展提供理论支撑和实践参考。

1 防洪安全形势与挑战

1.1 气候变化带来的极端天气常态化

全球变暖加剧极端天气,根据国家气候中心数据,2021—2023年全国平均暴雨日数较上世纪90年代增加约23%,小时最大降雨量极值刷新纪录的城市占比达65%。气候变暖导致大气持水能力增强,传统百年一遇防洪标准已难以应对新型暴雨模式。典型案例如2021年郑州“7·20”特大暴雨事件^[2],凸显了气候不确定性,最大日降雨量接近常年全年的降雨量,小时降雨量达201.9 mm,突破了有记录以来历史极值,远超当地设防标准,暴露出现有排水体系的设计缺陷。2023年,台风“杜苏芮”北上深入内地,导致京津冀地区遭遇连续5 d的极端强降雨,北京门头沟清水镇累计降雨量接近常年全年降雨量的2倍。越来越多由极端天气引发的强降雨事件表明,新时期我国洪涝灾害呈现出趋强趋频态势,必须对此有清醒的认识和完备的防控措施,提升城市防洪能力。

1.2 城市扩张引发的生态失衡

快速城市化进程中,全国建成区不透水面积年均增长6.5%,自然水系缩减导致雨洪调蓄能力下降40%以上,城市扩张导致大量生态用地被侵占,土地硬化率上升,内涝频发。同时随着城市规模不断扩大,道路、建筑密度不断增加,导致城区比郊区吸收更多的太阳辐射,再加上城市生产生活产生大量热量,热气流越积越厚,就容易形成高强度暴雨。另外土地开发改变了原有水文循环路径,形成“上游洪水下泄、中游管网堵塞、下游顶托倒灌”的连锁风险。据卫星遥感监测显示,长三角城市群洪涝高风险区与近10年建设用地扩张区域重合度达79%。

城市扩张好似一把双刃剑,为城市带来了迅速发展经济的机遇,但同时也破坏了生态原有的平衡,由此给城市带来了巨大的防洪压力。

1.3 基础设施老化的系统性风险

作为城市基础设施的关键部分,城市排水管网由多种设施构成,包括管道、检查井、井盖、泵站及排水口等,核心功能是有效排放雨水和处理污水。目

前我国许多城市排水管网面临着诸多挑战,严重影响其运行效率^[3]。因排水官网建设年代久远且服役时间长,管道的材料及结构已经无法满足新时期排水需求,漏水和堵塞现象常常发生。同时城市化进程加速,管道承载的流量显著增加,但现有管道设计与城市发展的实际需求匹配度不高,导致极端降水发生时无法及时将水排泄,生活污水与雨水混杂,极大地影响了水资源的质量,进一步加剧了城市洪涝的危险性。

2 城市防洪体系关键问题诊断

2.1 监测预警能力滞后

现有气象雷达空间分辨率多为1 km级,难以捕捉城市热岛效应引发的局地强对流;同时各个地区的雨量站点密度不足,导致暴雨中心无法及时预测短时强降雨、雷暴等局部性天气,出现灾情预判与响应脱节,难以为交通管制、设施防护争取黄金时间^[4]。而且监测信息传递渠道不完善,预警系统与城市各个部分之间缺乏高效联动机制,加剧了灾情伤亡风险。另外,预警信息发布也存在一定的滞后性,导致城市社区居民不能及时获取防汛预警,部分居民可能因信息模糊而错失自救机会。

2.2 工程体系协同不足

面对极端降水事件发生时,现行防洪堤坝、排水管网、蓄滞洪区等工程设施分属于不同管理部门,缺乏统一调度机制,将导致灾害风险呈链式扩大和放大^[5]。一方面,基础设施的割裂式建设使排水系统、交通网络、能源通信等关键节点暴露脆弱性,例如排水官网与河道调蓄能力不匹配所引发的内涝倒灌,电力设施防洪标准不足导致的区域断电,从而形成“灾情—设施瘫痪—救援受阻”的恶性循环。另一方面,跨部门数据壁垒和应急机制碎片化会加剧响应滞后,气象预警与交通管制、物资调度脱节,救援力量难以精准投放,甚至因次生灾害造成“灾害叠加效应”。这种系统性风险的本质在于城市规划、工程规划和应急管理仍停留于“单点防御”思维,亟需通过全城市风险评估、多部门协同平台和韧性基础设施网络重构“城市—自然”共生体系^[6]。

2.3 应急响应机制僵化

当城市面临洪涝灾害时,决策迟滞与行动脱节将导致灾害应对陷入被动。过分依赖常规预案而忽视灾情动态变化的机械式指挥,叠加多层级审批流程而延误黄金救援窗口,部门权责模糊引发的“踢皮

球”现象,将进一步削弱应急响应效率^[7]。同时因资源调配失序而加剧灾害损失,僵化的物资储备体系与极端天气新特征无法匹配,社会救援力量则因缺乏统一调度平台而盲目涌入灾区堵塞生命通道;在灾后重建时,又因冗长审批流程、民生服务长期停摆而激化社会矛盾。更深层次上,次生风险与社会信任崩塌将形成恶性循环。因部门数据垄断导致的预警信息矛盾,会滋生谣言和抢购潮,弱势群体因未被纳入应急网格沦为“沉默受灾者”,而“一刀切”管控则损害了政府公信力。经济韧性瓦解将冲击城市可持续发展,企业因缺乏精准停工指引蒙受产业链断链损失,保险体系滞后拒赔引发中小企业倒闭潮,人才外流与资本撤离更催生“灾害—衰退”负向循环。其本质是“免责式响应”与技术脱节的叠加困境,通过数字孪生技术动态推演灾情、以压力测试倒逼预案迭代,并构建“政府-市场-社区”平急协同网络,就会打破“预案空转、行动滞后、信任流失”的僵局,实现从被动救灾到韧性治理的范式转型。

3 韧性防洪理论框架构建

3.1 韧性防洪理论总体框架

韧性防洪理论主要包括工程韧性提升技术路径、生态韧性增强策略、管理韧性创新机制3部分。工程韧性包括立体排水系统改造、智能调度平台建设;生态韧性包括海绵城市优化布局、河道生态修复工程、智慧赋能与协同管理;管理韧性包括智慧预警系统升级、社会协同应急网络、平战转换与自适应。韧性防洪理论总体框架见图1。

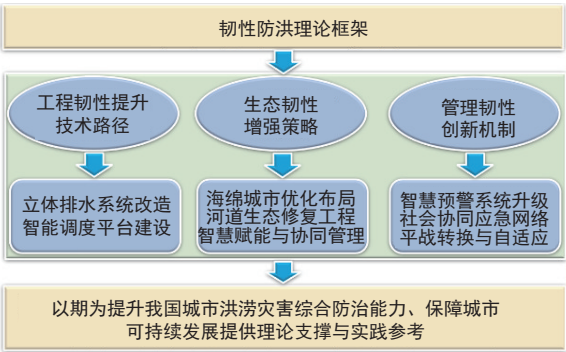


图1 韧性防洪理论总体框架

3.2 工程韧性提升技术路径

3.2.1 立体排水系统改造

(1)强化源头绿色渗透与滞蓄。大规模推广海绵城市建设理念,在建筑层面普及绿色屋顶、雨水收集罐;在社区和道路层面广泛建设下沉式绿地、生物

滞留带、透水铺装;在城市开放空间系统规划雨水花园、人工湿地。这些绿色基础设施能有效拦截、下渗、净化、滞蓄初期雨水,显著削减地表径流峰值和污染负荷,减轻下游管网压力。

(2)优化和升级灰色排水网络。科学评估并改造老旧、管径不足、淤积严重的排水管网,提升设计标准,如采用更高重现期,优化管网布局和坡度,增强排水能力。构建深层雨洪调蓄隧道系统作为战略储备,在特大暴雨时快速导流超量雨水至大型地下调蓄池,待洪峰过后再安全排放或回用,避免城市内涝。同时在关键节点设置大型强排泵站作为应急保障。

(3)充分利用地表水体和行泄通道,构建韧性空间。系统梳理并恢复城市天然河网、沟渠、湖泊的调蓄与行洪功能,严禁侵占。规划建设多功能调蓄公园、生态滞洪区,平时作为休闲绿地,暴雨时可安全淹没蓄水。在确保安全的前提下,科学划定非核心区域的应急行洪通道,如经过设计的道路、广场,引导洪水有序疏散。

(4)深度融合智能化监测与管控。部署物联网传感器、视频监控网络,实时感知系统运行状态。利用大数据分析和人工智能模型,精准预测雨情、模拟洪水演进、预警内涝风险。基于预测结果,智慧调度闸门、泵站、调蓄设施的开闭和运行策略,实现系统各环节,包括绿色设施、管网、河道、调蓄空间、泵站等的联动优化运行,最大化提高整体排水效能。

综上,新时期立体排水系统改造是集“绿色源头削减、灰色网络强化、地表空间韧性利用、智慧精准管控”于一体的系统工程,旨在构建多层次、多途径、弹性适应极端气候的现代化雨洪管理体系,以保障城市在极端天气下的安全和可持续运行。

3.2.2 智能调度平台建设

新时期城市防洪背景下,建设智能调度平台是构建韧性城市的核心支撑,其核心在于构建全域感知、精准预测、协同决策、智能联动的“城市防洪数字大脑”,通过深度融合物联网、大数据、云计算、人工智能(AI)与数字孪生技术,实现对雨洪全过程、多要素、跨部门的智慧化管控,显著提升防洪排涝的预见性、响应速度和整体效能。

(1)构建全域立体感知网络。在关键节点,如河道、管网、泵站、闸门、低洼易涝点、调蓄设施、气象站等密集部署高精度、低延迟的水位计、流量计、雨量计、水质监测仪、视频监控等物联网传感器,并整合

气象雷达、卫星遥感、无人机巡查等多源数据,实现对降雨强度、分布、地表径流、管网负荷、河道水位、设施运行状态等关键信息的实时、连续、立体化监测,形成覆盖“天上-地面-地下”的“城市血管”神经末梢,为平台提供鲜活数据血液。

(2) 打造强大智能分析和预测预警中枢。利用高性能云计算平台,整合气象预报、水文模型、水动力模型、城市内涝模型、历史灾情数据库等,构建高精度、多尺度耦合的雨洪模拟和预报预警系统。通过AI算法,如机器学习、深度学习等,对海量实时和历史数据进行挖掘分析,实现:短临降雨精细化预报,提升降雨落区、强度、时长的预报精度;内涝风险精准预测,提前数小时甚至数天预测内涝可能发生的区域、深度、范围及演进过程;洪水演进模拟,预测河道洪峰、传播时间及淹没风险;设施运行效能评估,动态评估管网、泵站、闸坝等设施的运行状态和瓶颈。基于预测结果,平台自动生成多情景、多目标的内涝风险预警地图,并分级分类向管理部门、应急响应单位和公众发布。

(3) 实现多目标协同优化和智能决策。平台基于实时监测数据和预测预警信息,运用运筹优化算法和规则引擎,综合考虑防洪安全、交通保障、设施能力、能源消耗、环境影响等多重约束和目标,进行全局最优或次优调度方案的快速生成和动态调整。例如:闸泵群联合调度,根据上游来水、下游水位、管网负荷,智能决策何时开启/关闭哪些闸门、启动/停止哪些泵站及其运行功率,实现错峰削峰、均衡负荷;调蓄设施提前腾空和精准蓄滞,在暴雨来临前,根据预测提前指令排空调蓄池、水库、湿地库容,暴雨中精准控制其蓄水时机和量级,最大化发挥其削峰调蓄作用;应急资源优化配置,自动匹配内涝点风险等级与就近的移动泵车、抢险物资、人员位置,生成最优调度路径和方案;与交通、电力系统联动,在极端情况下,可协调交通信号灯疏导车辆避开积水路段,或协调电网保障关键泵站电力供应。

(4) 确保指令精准执行与闭环反馈。平台通过标准化的通信协议与排水管网、闸门、泵站、调蓄池、河道闸坝等执行单元的控制实现无缝集成和远程集中控制。生成的调度指令可自动或经人工确认后一键下发至现场设备执行。同时平台持续追踪指令执行效果,结合实时感知数据对模型预测进行滚动修正和学习优化,形成“监测—预测—决策—执行—评估—优化”的闭环反馈机制,不断提升系统的自

适应能力。

新时期城市防洪智能调度平台是一个集“全面感知、智能认知、科学决策、精准执行、持续进化”于一体的复杂系统工程。它不仅是技术工具的升级,更是防洪理念和管理模式的革命,通过数据驱动和智能赋能,实现从被动应急向主动防控、从局部治理向全局统筹、从经验决策向科学决策的根本转变,为城市在极端气候下的安全运行构筑起强大的数字防线。

3.3 生态韧性增强策略

在新时期城市防洪背景下,增强生态韧性需以“基于自然的解决方案”为核心导向,通过优化海绵城市布局 and 系统性推进河道生态修复工程,构建“源头减量—过程滞蓄—末端消纳”的生态防洪链,实现水文循环自然化、灾害风险分散化和生态系统服务协同化。

3.3.1 海绵城市优化布局

(1) 空间规划统筹和蓝绿网络织补。将海绵设施布局深度融入国土空间规划,运用GIS水文分析识别城市径流关键路径、易涝风险区和生态敏感节点,划定海绵功能分区,如高密度渗透区、滞蓄优先区、径流管控区等,制定差异化建设策略。构建连续贯通的“蓝绿基础设施网络”,通过生态廊道串联分散的雨水花园、生物滞留池、透水铺装等源头设施,并衔接城市公园、湿地、河道缓冲区等大型绿色空间,形成“点—线—面”多级雨水滞蓄和传输体系,提升系统韧性。

(2) 设施功能复合与空间效能提升。强化多功能调蓄空间,改造下沉式广场、运动场、停车场作为“平灾结合”的雨洪调蓄设施,如地下蓄水池+地表休闲功能,暴雨时临时蓄水。设计湿地公园、滨水绿地具备阶梯式淹没区,分级消纳超量雨水。创新灰色设施绿色化改造,在建筑屋顶、高架桥柱、挡土墙等硬质空间立体化植入垂直绿化、模块化种植槽。将传统排水明渠改造为生态草沟,增强其渗透和净化能力。保障设施空间公平性,在老旧城区、高密度建成区通过“见缝插针”式更新,如巷道透水化、社区微绿地、屋顶集雨系统来弥补海绵设施缺口,避免生态服务盲区。

3.3.2 河道生态修复工程

(1) 形态修复与断面多样化。拆除硬质护岸,恢复自然蜿蜒形态,通过“退堤还河”或“岸线软化”技术,如缓坡入水、阶梯式生态护岸等,重建河漫滩和

洪泛平原,扩大行洪断面和临时滞洪空间,降低流速、削减洪峰。通过构建复合断面结构,设计“主槽+湿地滩地+生态缓冲带”3级断面,主槽保障常水位水流,滩地种植耐淹植被滞洪滤污,缓冲带设置乔木灌木带拦截面源污染,形成生态屏障。

(2)生境营造与生物多样性提升。重建水陆交错带连续性,修复岸边带湿地、深潭-浅滩序列、卵石河床等生态环境,为鱼类、两栖类提供产卵场和避难所。设置生态岛屿、鱼道,恢复纵向连通性,应用近自然工法,采用石笼、生态袋、根系固土植物替代混凝土护坡,增强岸坡抗冲刷能力的同时帮助生物栖息。

(3)水文连通与生态系统服务激活。打通断头水系,通过生态涵管、湿地链串联孤立水体,构建城市“活水网络”,增强整体调蓄容量和水体自净能力。加强雨洪资源化利用,在河道沿线设置旁路人工湿地或渗滤池,将初期污染雨水导流净化后再排入主河道。利用修复后的河漫滩建设地下水回补区,促进雨洪补给地下含水层。

3.3.3 智慧赋能和协同管理

加强生态设施效能监测,在关键海绵节点及修复河段布设水质、水文传感器,实时评估滞蓄量、污染物削减率及生态健康状况。利用模型辅助优化决策,耦合城市水文模型和生态过程模型,模拟不同暴雨情景下海绵设施与修复河道的协同减灾效果,动态优化空间布局和工程参数。

3.4 管理韧性创新机制

3.4.1 智慧预警系统升级

在新时期城市防洪背景下,管理韧性的创新需以“智慧预警精准化、社会协同网格化、应急响应敏捷化”为核心,通过技术赋能和机制重构,构建“全周期风险管控-多主体高效联动-自适应能力迭代”的韧性管理体系,实现从被动抢险向主动防控、从政府单点作战向社会多元共治的根本转变。

(1)从单向预警向“精准感知—智能预演—靶向推送”跃迁。强化全域感知网络与数据融合,构建“空-天-地-井”立体监测体系,整合气象卫星、雷达反演、无人机巡查、地面物联网传感器、井下监测设备,实现对暴雨强度、积水深度、河道行洪、地下管网负荷、地质风险的全维度实时感知^[8-10]。打通气象、水利、住建、交通、自然资源等部门数据壁垒,建立城市级防洪“数据库”,通过人工智能算法实现异构数据关联分析,消除数据信息单一化。

(2)AI驱动的高精度风险预演和动态预警。通过多模型耦合智能推演,融合WRF气象模型、SWMM管网模型、二维水动力模型和机器学习算法,构建“暴雨—径流—汇流—淹没”全链条数字孪生系统,实现短临预报精准到“1 h+1 km”,动态更新降雨落区和降雨强度。实现内涝风险“小区级”预测,提前3~6 h预判积水点位、深度及蔓延路径。同时明确溃堤或滑坡次生灾害发生区域,基于地质传感数据识别高危区^[11-12]。

基于风险地图和人口热力数据,通过智能推送引擎,如短信、APP弹窗、应急广播、智能路灯屏等,向受影响区域的居民、商户、学校、企业定向发送分级预警,并附带避险路线、物资点位置等信息,实现预警信息靶向分级推送。

建立预警“发布—触达—响应—反馈”全流程追踪系统,通过大数据分析漏报率、误报率、公众响应率,利用强化学习算法持续优化,实现预警阈值与推送策略预警效能动态评估和闭环优化^[13-14]。

3.4.2 社会协同应急网络

(1)基层网格化应急体系构建。以街道或社区为单位,组建“1+3+N”应急网格队(1名专职网格员+物业/志愿者/商户代表+社工、退役军人等N方力量),配备便携式抽水泵、沙袋、通讯设备,负责汛前巡查、汛中险情上报、汛后恢复。开发防汛专用手机应用软件,实现网格员“隐患随手拍—任务秒送达—处置实时报”闭环,并与市级指挥中心数据互通。

(2)多元主体协同机制创新。要求企业“应急能力绑定”,如大型商场、地下车库运营方自备防水挡板、抽水设备,签订《防洪责任承诺书》;物流企业纳入“应急配送志愿队”,承担物资转运任务;共享单车平台开放位置数据,辅助规划疏散路径。研发社会资源众筹平台,建立“防汛资源云图”,动态整合民间可用物资、专家智库、临时避难场所,实现发生灾害时一键调度。

(3)公众参与赋能和韧性文化培育。共创社区风险地图,通过发动居民绘制社区内涝黑点、避难路径、物资存放点,提升自主避险意识。并进行常态化培训演练,开展“沉浸式VR防洪实训”,模拟地铁淹水逃生、家庭应急避险,培育社区自救互救技能。构建风险互助保险机制,通过鼓励社区微基金、商业保险合作开发普惠型洪灾险,增强灾后恢复韧性。

3.4.3 平战转换与自适应

(1)“情景—应对”预案动态管理。基于数字孪生

系统生成暴雨巨灾情景库,通过AI推演+专家推演,制定多层级响应预案,并嵌入指挥平台实现“雨情触发—预案自动匹配—指令一键下发”。

(2)跨部门指挥协同革命。成立城市级防洪应急联勤指挥部,打破水利、应急、城管、交通等部门壁垒,实行“预警统一发布、资源统一调度、指令统一出口”。建立“熔断机制”,当内涝达到阈值时,自动触发地铁停运、隧道封闭、学校停课等联动响应。

(3)事后复盘和系统进化。基于灾情数据和处置日志,利用因果推理算法识别管理短板,例如泵站响应延迟、网格盲区,动态优化预警模型、资源配置与协同流程。

3.5 政策建议与实施保障

在新时期城市防洪背景下,保障实施需要聚焦法规标准体系完善、跨部门协同机制创新、科技研发投入保障三大支柱,构建“刚性约束—高效联动—创新驱动”三位一体的支撑体系,确保防洪战略从规划到运维的全链条落地。

3.5.1 法规标准体系完善

(1)顶层法规升级。通过修订《防洪法》、《城镇排水与污水处理条例》,强制要求将洪涝风险图、海绵城市建设指标、智能防洪系统纳入城市总体规划审批前置条件。明确立法新建区年径流总量控制率($\geq 85\%$)、改建区($\geq 70\%$)等强制性标准,对侵占河道蓝线、蓄滞洪区行为设定高额处罚。

(2)全周期技术标准迭代。设计端发布《超大城市防洪设计导则》,将地下管网设计重现期提升至中心城区50~100年一遇、重点枢纽区域100年以上,并强制配套深层调蓄隧道和智慧泵站。运维端制定《防洪设施智慧管养规范》,规定管网清淤频次(主干管不小于1次/年)、传感器校准周期(不大于3个月)、生态设施维护标准(如湿地植被覆盖率不小于90%)。韧性评估端建立《城市防洪韧性星级认证体系》,从工程能力、预警时效、灾损恢复等维度量化评级,与政府绩效考核挂钩。

3.5.2 跨部门协同机制创新

(1)纵向事权整合。成立省级防洪韧性指挥部,统筹水利、住建、应急、交通、自然资源等部门,实行“五统一”机制(规划统一编制、项目统一审批、资金统一调配、数据统一平台、监管统一执法),在跨市河流域设立“防洪特区”,赋予跨区域调度权,如水库群联合泄洪、分洪区启用决策等。

(2)横向流程再造。推行“防洪一件事”改革,将

涉水项目审批从“串联式”改为“并联式”,压缩时限至20个工作日内,建立“豁免清单”,如海绵化改造免于规划许可。创建“暴雨应急熔断机制”,当预警升级为红色时,自动触发交通管制、学校停课、企业错峰复工等跨部门联动响应,避免因层层请示而延误战机^[15]。

(3)基层网格赋能。建立“社区防洪合伙人”制度,由街道牵头整合物业、商户、志愿者成立应急小队,赋予其物资调度权和隐患直报权,并通过APP实现“风险巡查—任务派发—处置反馈”10 min闭环。

3.5.3 科技研发投入保障

(1)国家重大专项攻坚。设立“城市洪涝防控国家重点研发计划”,5年投入200亿元,聚焦三大方向:智能预警,研发1 km级短临暴雨AI预报模型、城市洪涝实时数字孪生平台;生态技术,攻关耐淹植被培育、透水材料寿命延长(不小于30年)、河道生态护岸抗冲技术;工程材料,开发深隧施工机器人、模块化拼装式调蓄池。

(2)市场化转化激励。一是利用税收杠杆,对企业研发防洪技术给予150%加计扣除,成果转化收益免征3年所得税;二是通过政府采购创新,推行“首购首用”制度,政府项目优先采购国产防洪新材料、新设备;三是使用金融工具,设立防洪科技创投基金,对掌握核心技术的企业提供低息贷款(利率不大于3%)。

(3)产学研用平台搭建。在粤港澳、长三角等洪涝高风险区建设“防洪中试基地”,提供技术测试场景;同时组建“防洪产业创新联盟”,推动设计院、高校、企业共享实验设施和数据^[16]。

4 结 语

本文重点分析了城市防洪体系现状和面临的挑战,以及灾害形成的关键问题诊断,创新性地提出了三维韧性防洪体系。该体系突破了传统工程思维局限,通过“硬措施+软实力”双轮驱动,有效提升了在城市复杂环境下的灾害适应能力。未来需重点关注气候变化背景下的风险演化规律,发展基于深度学习的自适应城市防洪系统。

参考文献:

- [1] 李国英.推进我国防洪安全体系和能力现代化[J].中国防汛抗旱,2024,34(9):4-5.
- [2] 李晓光.郑州市城市防洪体系研究[J].水资源开发与管理,2025,11(9):74-78.

(下转第273页)