

Cause Analysis and Countermeasure Research on Waterlogging in Hilly Cities

Qianyi Zhao Di Chen

Changjiang Survey, Planning, Design and Research Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430010, China

Abstract

Taking Pingxiang, a typical hilly city, as the research object, this paper analyzes the causes of waterlogging through model calculation system, and puts forward the engineering measures of waterlogging control with the core of optimizing drainage zoning, strengthening the regulation and storage of middle reaches, improving the drainage capacity of main flood discharge channels and improving the self-drainage and strong drainage capacity of basin outlets, as well as the non-engineering management measures with the core of daily management and maintenance, pre-flood management measures, flood season management measures and emergency management measures. Through the combination of short-term and long-term measures, it can effectively alleviate the waterlogging in the area in the near future and gradually reach the waterlogging control standard in the long run, which can provide reference for waterlogging prevention and control in similar areas.

Keywords

hilly city; waterlogging; mode calculation; cause analysis; countermeasure research

丘陵城市内涝成因分析及对策研究

赵潜宜 陈迪

长江勘测规划设计研究有限责任公司, 中国·湖北 武汉 430010

摘要

以典型丘陵城市萍乡为研究对象, 通过模型计算系统分析内涝成因, 并针对性提出以优化排水分区、强化中游调蓄、提升主要泄洪通道的排水能力和提升流域出口的自排和强排能力为核心的治涝工程措施以及日常管养维护、汛前管理措施、汛期管理措施、应急管理措施为核心的等非工程管理措施, 通过近远期措施相结合, 近期能有效缓解片区内涝, 远期逐步达到治涝标准, 可为类似区域内涝防治提供参考。

关键词

丘陵城市; 内涝; 模型计算; 成因分析; 对策研究

1 引言

城市化进程不断加快引起的“热岛效应”造成暴雨频发, 给人民财产和生命安全带来巨大威胁, 城市内涝愈发成为城市发展的突出问题。丘陵城市地形地貌复杂, 山丘连绵、岗拗交错, 暴雨期间, 在坡度较陡的地方易引成的山洪, 对低洼区域冲击大, 汇入城区, 造成洪水和内涝的叠加^[1]。下面以江西省典型丘陵地带萍乡市为例, 在建模分析基础上梳理内涝成因并针对性提出解决对策。

2 研究区概况

萍乡市位于江西省西部, 在赣西经济发展格局中处于中心位置, 是江西省城市内涝防治体系构建的重要一环。萍乡市境位于江南丘陵地区, 以丘陵地貌为主, 整个地势表现

为南北高、中部略低, 呈一马鞍形, 主城区位于五丰河下游河谷位置。2015年, 成功入围全国首批16个海绵城市建设试点^[2], 海绵城市建设在水安全保障、水环境治理、水生态修复、水资源利用等方面取得很好的工作基础。

五丰河作为市区内主要行洪通道, 承接沿线管网及支流(观丰河、冲沟箱涵)来水, 沿途经玉湖、鹅湖两个主要调蓄湖泊, 最终汇入下游萍水河。五丰河已建防洪墙的防洪标准不足20年一遇, 河道平均宽度仅8~10m, 泄洪宽度不够。城市内洪水主要通过五丰河中游鹅湖连通工程及下游泵站抽排进入萍水河干流。萍乡市城区水系如图1所示。

近年来, 受城市下垫面变化及强降雨天气影响, 萍乡市经开区五丰河流域中下游以万龙湾、博昌及五丰河下游汇入口为主的低洼片区, 易发生严重内涝, 内涝发生具有历时长, 淹没深度大等特点。以2021年7月9日和2020年6月5日标准内暴雨为例(见图2), 萍乡万龙湾片区积水深度平均达0.5m, 局部超1m, 萍乡万龙湾片区受淹从形成至消

【作者简介】赵潜宜(1991-), 男, 中国湖北潜江人, 博士, 工程师, 从事水利工程设计研究。

退过程时长超过 5h。洪涝灾害严重影响周围居民的出行和生活质量、威胁着区域人民的生命财产安全、制约着区域的经济发展。



图 1 萍乡市城区水系图



图 2 萍乡市典型暴雨内涝

3 内涝成因分析

3.1 模型选择及基础资料

①选用英国 Wallingford 公司开发的 InfoWorks ICM 模型^[3],利用模型自带水文模块、管道水力模块和二维城市洪涝淹没模块,对研究区内管网系统、河道及地面漫流进行耦合计算,通过分析地面积水深度和积水漫流路径,研究区域内涝发生原因,并针对性提出解决方案。模型构建成果如图 3 所示。



图 3 萍乡市内涝分析模型

②降雨资料。长历时与短暴雨分别根据区域暴雨洪水手册及区域暴雨强度公式,结合典型雨型进行计算分析。

③下垫面。依据相关国土空间总体规划中的中心城区土地利用现状及规划图,并结合影像资料进行修正。将研究范围内不同用地性质进行分类整理,不同用地类型下垫面径流系数主要参考 GB50014—2021《室外排水设计标准》中的推荐值^[4]。

④管网、河道及地形数据。均来自主要主管部门提供或近期实测数据。

3.2 计算结果分析

①排水能力评估。计算结果表明,研究区内现状管道约有 50% 管道重现期为 3 年一遇以下,无法达到规划设计标准要求,其中约 35% 的管道达不到 1 年一遇标准。说明研究区内现状管道能力严重不足。

②内涝风险评估。计算结果表明,研究区内现状排水系统不能达到国家现行规范要求,在 2 年一遇降雨条件下下游五丰河河口范围内已严重积水。随着降雨重现期增加,博昌点、观丰路、铁路桥涵、万龙湾及五丰河沿线逐渐形成积涝,积水面积、积水量、积水风险明显增加。

3.3 内涝成因分析

①雨水管网设计标准偏低。雨水系统设计较早及排水路由不合理导致的雨水管网设计标准偏低。

②雨水管网缺陷。管网健康度较低,缺陷管段占累积评估管道 50% 以上,主要涉及管径偏小、倒坡、大管接小管、管道淤积等问题,均在一定程度上影响区域排水能力。

③调蓄空间不足。目前,研究区内仅有鹅湖、玉湖 2 处自然调蓄水体及建设东路 1 处雨水调蓄池,总体调蓄库容偏小,降雨期间雨水迅速汇集到五丰河,造成管网、河道排涝行洪压力过大。

④入城外洪水量大。上游洪水均通过五丰河排放至下游萍水河,其中玉湖下泄流量约占出口流量的 30%,不符合“高水高排”的排水策略,大量洪水入城进一步加大城区段排涝压力。

⑤河道过流能力不足。五丰河平均河宽仅 10m 左右,局部河段不足 8m,且受多处桥涵束窄影响,过流能力受限,河道水位雍高导致片区涝水难以排出。

⑥流域总体排水能力受限。目前,五丰河流域总体排放至萍水河最大能力仅为 75m³/s,远小于流域排水需求(设计标准内最大流量约 166m³/s),流域总体排水能力不足,五丰河自下而上形成高水顶托导致区域涝水无法排出,同时发生漫堤,洪涝叠加影响较大;此外,现有连通工程过流能力有限,汛期洪水由五丰河进入鹅湖效率偏低,二号连通工程完成前,仅通过现有一号连通工程(设计过流能力 30m³/s),鹅湖泵站(设计规模 60m³/s)效益难以发挥,进一步加剧了五丰河防洪排涝压力。

4 对策研究

4.1 治理原则

①立足整体布局,做好统筹规划,洪涝兼治、蓄滞兼筹。

坚持流域、区域及片区协同治理，系统提升雨水消纳与防洪能力，韧性应对日趋严峻的防洪排涝形势。

②重点突出，近远结合。坚持问题导向，结合区域建设发展，近期重点解决区域典型内涝点问题，加强治涝体系建设；远期结合城市建设，逐步构建高标准内涝防治体系，达到规划标准。

③建管并举，智慧管控。统筹工程建设和应急管理，坚持防灾、减灾、避灾相结合；构建监测预警、预测预报、调度决策、智慧控制于一体的全区多要素防洪排涝联调联控系统。

4.2 工程治理措施

以模型计算分析成果为基础，围绕治理目标和标准，针对前述提出的雨水管网设计标准偏低、雨水管网缺陷、调蓄空间不足、入城外洪水量大、河道过流能力不足及流域总

体排出能力受限等问题，提出系统解决方案如图4所示。

经分析，导致研究区积水原因较多，综合考虑萍乡市实际情况和建设能力，目前不具备大面积开展管网达标建设条件，宜围绕重点内涝点、近远结合，逐步实现区域内涝防治等级提升，管道系统改造应根据需要及资金情况开展。

①结合城市规划，改造管网系统，合理优化排水分区，尽可能实现高渗高排。

②结合城市规划，通过管网局部改造和湿地改造或建设，强化中上游规划水域的海绵功能，优化河湖塘库调度策略，增强水域的错峰调蓄功能，减小下游河道洪峰流量。

③必要时，进一步提升主要泄洪通道的排水能力和防洪能力。

④必要时，进一步提升流域出口的自排和强排能力，确保涝水限时排出能力。

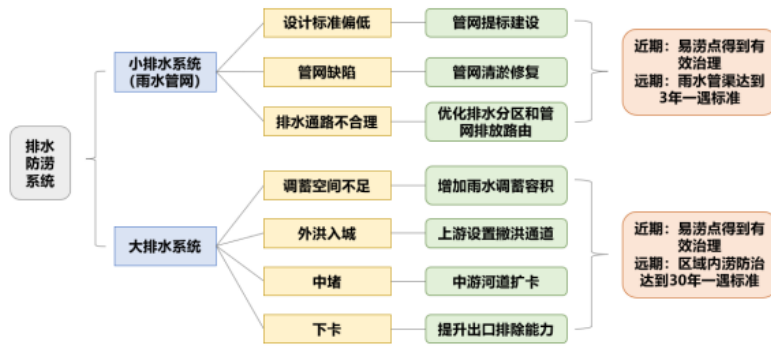


图4 系统治理方案

4.3 非工程管理措施

城市管道工程由于建设年代久远，加之成为地下工程，现状排水系统不可避免地存在混接、老旧、破损、淤积、高水位运行等问题，严重制约着排水设施的有效运行，是城市内涝产生的重要原因之一。排水系统管理措施包括日常管养维护、汛前管理、汛期管理以及应急管理，是内涝防治的关键一环。

4.3.1 日常管养维护

日常管理中需有计划地对管网系统进行排查、清淤、检测和修复等措施，主要包括：①持续开展雨污分流改造，进一步严格区分并隔离合流制和分流制系统；②针对排水管网每年度进行计划性、周期性、规范化清淤和养护工作；③周期性开展管网检测与评估，原则上对管龄在20年以上的管道优先安排检测，对于检测合格或已修复完成的管道需安排定期复检，建议周期10年。

4.3.2 汛前管理措施

开展隐患排查、物资储备检查，针对当地易发生的各类险情、突发事件，有针对性地每年进行汛前应急演练；同时，应多渠道、多形式开展防涝避险知识宣传教育。

4.3.3 汛期管理措施

应根据监控情况对易积水路段进行交通组织和疏导，

在易积水路段设置警示标识，配置移动泵车专人值守，最大限度减少超标将带来的内涝风险。

4.3.4 应急管理措施

建立城市暴雨预报预警体系，健全城市防洪和排水防涝应急预案体系，加强应急管理组织机构、人员队伍、抢险能力等。

5 结语

论文利用InfoWorks ICM模型计算分析了典型丘陵城市内涝成因，基于内涝治理原则提出了系统治理工程措施及非工程管理措施，通过近远期措施相结合，近期能有效缓解片区内涝，远期逐步达到治涝标准，可为类似区域内涝防治提供参考。

参考文献

- [1] 李霖,李磊,翟泽冰,等.平原丘陵地区城市内涝成因分析及应对措施[J].西北水电,2024(3):9-14.
- [2] 潘雪梅,郑勇,邓坤.萍乡市海绵城市建设的水利实践与探索[J].水利规划与设计,2024(2):25-30.
- [3] 李德师,徐连军,陶涛,等.山地丘陵城市汇水区划分方法及内涝模拟分析[J].中国给水排水,2021,37(1):109-113.
- [4] 王锡清,赵明.《室外排水设计标准》全面修订解读[J].净水技术,2021,40(7):1-4.