

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyh.2024.05.033

基于洪涝统筹的山地丘陵城市排水防涝体系构建

陈建

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 针对山地丘陵城市内涝频发现象,以东南某山地丘陵城市为例,在区域内涝风险评估和排水防涝现状分析的基础上,基于洪涝统筹的思路,从江洪防御、山洪导排、源头减排、管网排放、蓄排并举、日常运维管理和超标应急系统的角度,构建流域防洪、内涝防治和超标应急的排水防涝体系。模拟结果表明,该方案实施后,可有效消除区域积水,降低内涝风险。

关键词: 洪涝统筹;山地;丘陵;内涝;排水防涝

中图分类号: TV212.5+3 **文献标志码:** B

文章编号: 1009-7716(2024)05-0138-03

0 引言

近年来,我国城市内涝频发,城市排水防涝问题日益凸显。2021年4月,国务院办公厅发布了《关于加强城市内涝治理的实施意见》(国办发〔2021〕11号),提出各地要因地制宜形成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的城市排水防涝工程体系^[1]。与平原河网地区^[2-3]不同,山地丘陵城市雨急坡陡径流快,使得径流系数较平原城市大,相应汇流时间小于平原城市^[4],易形成山洪入城、江洪顶托等问题^[5],进一步加剧城市内涝现象。

本文以东南某山地丘陵城市为例,在排水防涝现状分析的基础上,基于洪涝统筹的思路,构建流域防洪、内涝防治和超标应急的排水防涝体系,以期为全国其他山地丘陵城市排水防涝体系构建提供参考。

1 区域概况

东南某山地丘陵城市多年平均年降水量1 804.2 mm,年内分配极不均匀,季节变化明显。3—6月降水主要是锋面雨,强度大、历时长、范围广,占全年降水量的60%。

其中心城区总体高程呈西部与东部高,中间低,一条大江自北向南穿城而过,地形以山地为主,河流比降较大,特别是峡谷河段比降更大。中心城区内山

区约占2.5%,低山区约占22.5%,丘陵区约占75%。道路竖向高程范围为135~200 m(黄海高程系)。

2 排水防涝现状分析

2.1 现状内涝风险评估

对区域内下垫面、地形、河道水系、管网等基础资料进行概化处理,构建排水管网-河道与地表耦合模型,通过两场独立的实测数据对模型进行参数率定和模型验证后,对区域内涝风险进行评估。降雨采用内涝防治标准30 a一遇24 h降雨199.0 mm(见图1)。

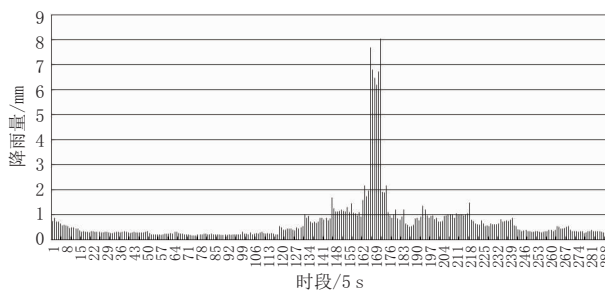


图1 内涝防治标准设计降雨过程线(单位:mm)

根据相关研究,内涝风险评估采用降频对应的方式考虑降雨遭遇关系,即城市30 a一遇的24 h降雨对应流域10 a一遇的外洪水位。模型中出水口水位采用10 a一遇的水面线高程。

模拟结果表明,区域内现存内涝风险点主要集中在区域南部,共10处(见图2)。其中高风险点4处,中风险点3处,低风险点3处。积水原因主要为山洪入城和地势低洼(见表1)。

2.2 内涝成因分析

2.2.1 外洪防治压力大

已建堤防工程尚未形成城市防洪闭合圈,存在堤

收稿日期: 2024-01-07

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFC3800500)

作者简介: 陈建(1979—),男,硕士,高级工程师,从事排水规划设计工作。

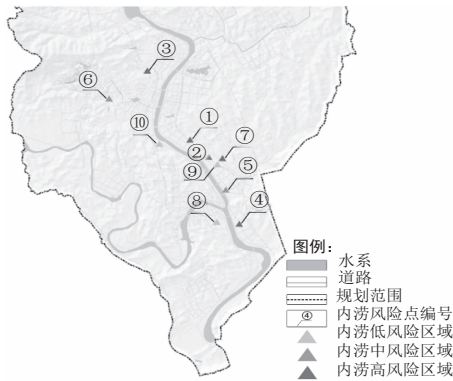


图2 内涝风险评估结果

表1 内涝积水评估结果

内涝风险点编号	风险等级	积水原因
1	高风险	地势低洼
2	高风险	地势低洼
3	高风险	山洪入城
4	高风险	山洪入城
5	中风险	地势低洼
6	中风险	山洪入城
7	中风险	山洪入城
8	低风险	地势低洼
9	低风险	地势低洼
10	低风险	山洪入城

防工程薄弱段,部分区段暂未达到防洪规划标准要求。区域内现状9座水库中,仅1座能发挥洪水调蓄的作用;4座电站均为径流式电站,无防洪库容;4座水库库容较小,难以调蓄流域性洪水。

2.2.2 山洪加剧内涝风险

经分析,研究范围内共46个山洪汇水分区,总面积为102.27 km²(见图3)。结合管网、水系、下垫面等资料分析和现场调研,9号汇水区排入城区管网,易造成城区内涝;10~15号汇水区进入城区内水系,区域内排涝压力较大;19号汇水分区经撇洪沟排入河道;24、32号汇水分区现状撇洪沟规模不足,有淹水风险。

2.2.3 城市管网有待完善

部分已建排水管网建设标准低。根据排水管网模型评估,现状管网低于3 a一遇标准的占比约20.2%,其中低于1 a一遇标准的占比11.7%。

2.2.4 河道除涝能力不足

随着城市边界的扩张和开发建设,有部分河湖水系、许多滞涝区和承泄区被围垦或填埋,减少了调蓄涝水的空间、挤占了涝水的外排通道,导致排涝不

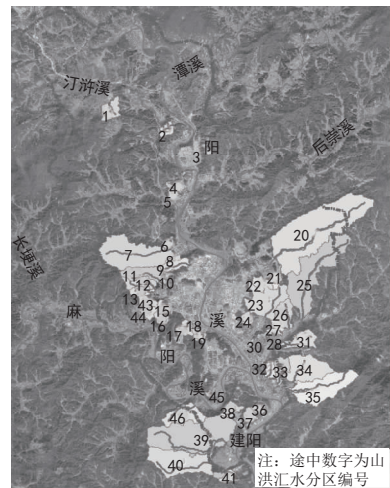


图3 山洪汇水范围分布

畅,加重了城市内涝风险。

2.2.5 社区存在局部洼点

通过城区竖向分析和调研,区域内存在5处低洼地,其中3处为铁路下穿通道,2处为区域低洼点。

3 系统规划措施

按照“流域防洪,内涝防治,应急管理”的全域水安全系统提升的思路,厘清客水边界,衔接流域防洪,建立“源头减排—管网排放—蓄排并举—超标应急”的城市内涝防治系统,形成基于洪涝统筹的山地丘陵城市排水防涝体系(见图4)。

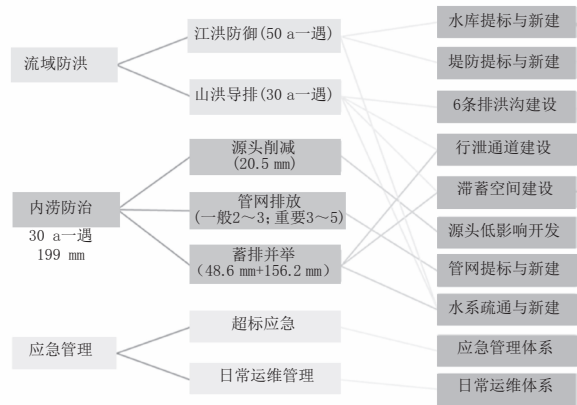


图4 基于洪涝统筹的排水防涝体系构建技术路线

3.1 流域防洪体系

3.1.1 江洪防御

老城以30 a一遇、新城以50 a一遇的标准为目标开展近期系统江洪工程建设。城市30 a一遇的24 h降雨对应流域10 a一遇的防洪水位,城区段水位值为134.52~139.21 m,将防洪水位作为城镇内涝防治系统设计的边界条件,做到防洪工程与内涝防治工程充分衔接。

3.1.2 山洪导排

按照30 a一遇的山洪标准配套相应的排洪沟、

行泄通道、河道水系等工程,实现山洪导排的目的,减少山洪入城的水量。以24号汇水分区为例,24号山洪汇水区现状排水能力不够,规划在现状撤洪沟的基础上,对通道进行拓宽加固,建设 $1.5\text{ m}(H)\times 2.2\text{ m}(B)$ 的撤洪沟,长度约2000 m,位置如图5所示。

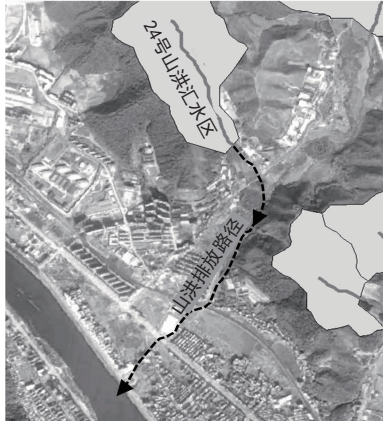


图5 24号山洪汇水区规划路径

3.2 内涝防治系统

内涝防治系统构建应以防洪水位过程线为规划边界,合理布局源头减排设施系统、市政雨水管网排放系统和蓄排并举系统^[6]。

3.2.1 源头减排

建筑与小区、道路与广场、公园与绿地等源头减排措施根据海绵城市建设指标要求,结合地形设计,因地制宜采用雨落管断接、高位花坛、下凹式绿地、雨水花园、透水铺装、生态树池、生态湿地等技术,使雨水径流更多下渗、滞留、储存至一定标准后再溢流外排,减小下游城市雨水主干管道的排水负荷,间接提升市政道路雨水管网排水能力,同时提高雨水的利用量。

3.2.2 管网排放

新城区严格落实一般地区2~3 a一遇、重要地区3~5 a一遇的管渠建设标准,合理规划汇流路径,排水路径控制在2 km以内。老城区针对现状管网情况及存在的问题,利用模型工具评估排水能力,采用综合措施提标,充分考虑源头海绵设施贡献。近期结合道路改扩建项目,针对现状管径偏小的情况进行系统改造,提高片区综合排水能力。远期结合空间发展规划同步实施。

3.2.3 蓄排并举

针对城区水系连通性不强和河道排涝规模不足的情况,规划新开12条河道或箱涵,连通形成主城区骨干排涝河网,提升河道排涝能力。结合山地丘陵城市的特点,充分发挥现状城市中的山间谷地、自然

洼地、绿地湿地、退让带、蓄滞洪广场、河岸滨水缓冲区域等水系以外其他调蓄空间的雨水调蓄功能,对周边雨水进行调蓄削峰、错峰排放,减轻强降雨时城市排水管网压力,提升片区排水韧性。建设期内共计开展滞蓄空间约59万 m^3 。

4 效果分析

按照系统思维,使用30 a一遇长历时1440 min设计雨型,对源头减排、排水管渠建设、排水防涝设施项目建设前后情况进行模拟,并选取积水深度、淹没历时、淹没范围和重要程度,划分内涝高、中、低风险区。模拟结果显示,系统规划措施实施后,规划范围内涝风险基本消除,可达到30 a一遇内涝防治标准要求(见图6)。

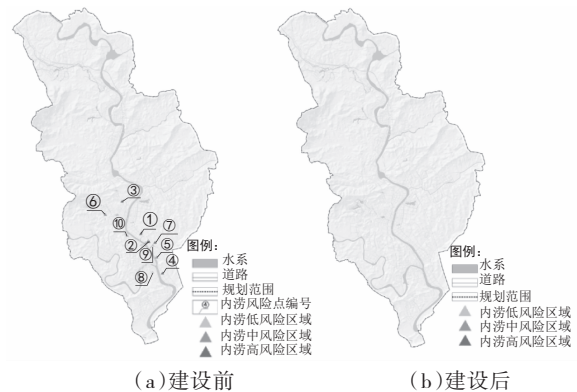


图6 规划范围内涝风险评估

5 结论

本案例在区域内涝风险评估和排水防涝现状分析的基础上,基于洪涝统筹的思路,从江洪防御、山洪导排、源头减排、管网排放、蓄排并举、日常运维管理和超标应急系统的角度,构建流域防洪、内涝防治和超标应急的排水防涝体系,有效消除区域积水,降低内涝风险。

参考文献:

- [1] 刘家宏,梅超,邵薇薇,等.城市排水防涝基础设施应对能力的三个阈值[J].水利学报,2022,7(53):789-797.
- [2] 邓婧,张辰,莫祖澜,等.感潮河网地区水安全保障系统方案[J].给水排水,2019,9(45):50-54.
- [3] 汉京超,俞士静,陈秀成,等.沿海平原河网城市排水防涝典型问题及对策分析[J].中国给水排水,2020,4(36):30-34.
- [4] 陈圆,毛绪昱,陈曦,等.山地丘陵城市内涝防治中问题及对策建议——以重庆市中心城区为例[J].给水排水,2021,12(47):35-39.
- [5] 杨映雪,胡小凤,袁芳.东南沿海丘陵型县城排水防涝系统规划策略案例研究[J].中国给水排水,2022,12(38):119-124.
- [6] 张辰,章林伟,莫祖澜,等.新时代我国城镇排水防涝与流域防洪体系衔接研究[J].给水排水,2020,46(10):9-13.