

江苏武进海绵试点区内涝防治体系与案例

朱琳

(常州市武进规划与测绘院, 江苏 常州 213000)

摘 要: 江苏武进为江苏省首批海绵城市建设试点城市之一。为系统推进全区海绵城市建设, 武进编制了《武进区海绵城市综合规划》及几个示范片区的系统建设方案, 针对区域内存在的“四水”尤其是水安全问题重点梳理, 并基于 Mike urban 构建模型, 在雨水管网排水能力评估的基础上, 进行管网、河道及地形三者耦合, 对 30 a 一遇设计降雨工况下内涝风险进行了模拟和评估, 制定了“围+排+蓄”相结合的防洪排涝策略。同时, 以行政中心试点片区为例, 结合老城区海绵改造, 通过源头减排、排水管渠、排涝除险、应急管理等措施, 全面实现该区域“3~5a 一遇不积水, 20 a 一遇不内涝”的总体目标。

关键词: 内涝防治; 源头减排; 排水管渠; 排涝除险; 应急管理; 海绵城市

中图分类号: TU992.03

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)12-0103-04

0 引言

近年来, 我国大力推进海绵城市建设, 并在多个城市中探索海绵城市实施路径, 在“四水问题”等尤其是保障城市水安全方面积累了丰富的经验, 而在我国海绵城市建设背景下的内涝防治体系如何与各层面规划结合并确定落地, 是规划人员需要探索的重要问题。江苏武进根据《城镇内涝防治技术规范》确定的源头减排、排水管渠和排涝除险三段式内涝防治体系, 在不同层次的规划阶段, 需要针对不同的问题, 将指标要求落实到不同的用地尺度。在专项规划阶段, 通过内涝风险评估, 提出源头减排、适当提高管网设计标准, 河道疏通整治, 控制雨水行泄通道, 预留公共海绵空间等措施, 以建立和完善全区内涝防治体系。在详细规划阶段编制各片区系统方案, 主要以现有问题为导向, 全面落实内涝防治综合整治措施, 保障片区排水安全。

1 区域概况及风险评估

武进区属太湖流域武澄锡虞区和湖西区, 流域防洪达到防御 1954 年型 50 a 一遇洪水标准, 目前已形成北排长江、南入太湖的排水格局, 且通过新沟河、新孟河的实施正在逐步增加北排长江的能力。

武进气候典型亚热带季风气候, 年均降水量约 1 133.8 mm, 年际变化较大, 降雨时段较集中。

收稿日期: 2020-07-16

作者简介: 朱琳(1980—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事市政给排水、生态环境、交通运输专业技术工作。

小雨频率占比高达 72.7%, 暴雨频率为 2.7%。

武进区内水系发达, 河湖众多, 因而非饱和带岩性比较复杂, 但非饱和带地层结构较单一, 多为单层结构土壤类型: 主要由亚粘土(粉质粘土)为主, 渗透性为 0.05~0.1 m/d。

设计降雨采用芝加哥雨型, 雨峰系数取 0.4, 计算短历时降雨雨型分布

$$i = \frac{134.5106(1+0.47841 \lg TM)}{(t+32.0692)^{1.1947}} \text{ mm/min}$$

通过对常州站最大 24 h、最大 6 h 和最大 1 h 降雨资料进行频率分析, 得出 20 a 一遇、30 a 一遇最大降雨量。根据 1991 年雨型对设计降雨进行同频缩放。得出武进现状管网大部分重现期都在 1 a 以下, 管网超载严重, 见图 1。

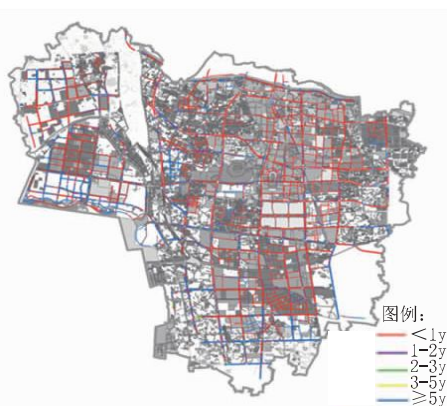


图 1 管网重现期评估

在雨水管网排水能力评估的基础上, 进行管网、河道及地形三者耦合, 对 30 a 一遇设计降雨工况下内涝风险进行了模拟和评估。武进区 30 a 降雨条件下, 15 cm≤最大积水深度<30 cm 的面积

为 1.259 hm^2 , 占内涝总面积的 57.07%; 最大积水深度不小于 50 cm 的内涝面积占总面积的 15.1%, 可见绝大多数内涝点积水深度小于 0.5 m, 见图 2。

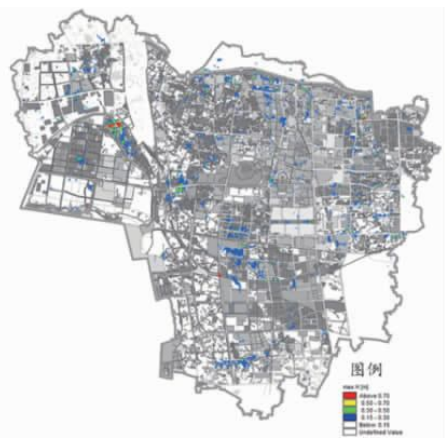


图 2 内涝风险评估

采用内涝风险指标体系评估法, 通过危险性、脆弱性和暴露性等三个风险因子, 对武进水安全内涝风险进行评估。根据城区内涝积水深度、积水范围、雨水管道密度、建设密度及地区重要性等因素进行分析, 根据模拟结果和风险指标体系计算出武进区风险分布图, 并将其划分为低风险区域、中风险区域、较高风险区域及高风险区域共 4 个级别, 见图 3。

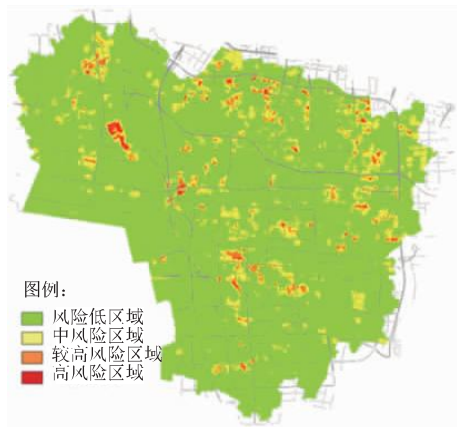


图 3 内涝风险指标评估

2 内涝防治体系构建

在详细剖析水安全现状的基础上, 提出武进区城市防内涝设计标准, 近期为 30 a 设计重现期, 远期为 50 a 设计重现期, 即发生设计重现期规模降雨时, 在降雨过程中或降雨停止后 30 min 内道路中一条车行道的积水深度不超过 15 cm, 或居民住宅和工商业建筑物的底层不进水, 这应成为武进区排水(雨水)防涝规划的依据。结合《武进中心城区防洪除涝规划》排水分区划分, 将武进全区划分为 17 个海绵建设分区, 海绵建设分区的划分可

成为日后武进区防洪排涝规划排水分区划分参考。

2.1 源头减排设施

在“排+围”传统防洪排涝工程基础上, 增加海绵工程。延迟进入防洪河道洪涝灾害峰值的时间, 降低峰值流量。通过屋顶花园、透水铺装优化雨水下垫面, 有效降低径流量; 在雨水管道前设置下凹式绿地/生物滞留设施/雨水湿地等, 降低径流和推迟雨水流量峰值; 在末端设置湿地、湿塘等公共调蓄空间, 有效储蓄雨水, 全过程降低雨水内涝风险(见图 4)。

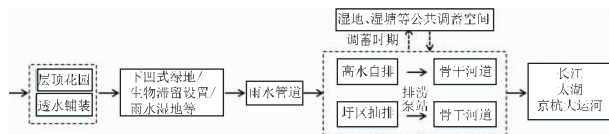


图 4 源头减排设施系统关系

2.2 提高管网设计标准及易涝点整治

城镇河道应按当地的内涝防治设计标准统一规划, 并与防洪标准相协调, 考虑到武进城区的重要性和地区暴雨特点规划管网设计重现期不低于 5 a 一遇, 结合城市建设时序, 与道路建设同步, 按标准实施雨水管道建设。武进区规划新建雨水管道 332.48 km。通过对地面高程、河道、管网等资料分析, 结合现场踏勘、群众走访、部门访谈确定规划区域内易涝区主要有 6 处, 分别为: 跃进河两侧、华家村、湖塘老街、邵家村、余家浜西侧、马杭老街。

2.3 洪水行泄通道及河网整治

城市排水河道是雨水的重要出路和容纳体, 也是内涝防治系统的重要组成部分。武进河网整治主要通过“强骨干、理水网、补海绵、塑河岸”来构建完整的城市大排水系统。

“强骨干”是通过拓宽骨干河道, 增强骨干河道防洪排涝、引清活水以及河道航运能力, 分别通过沟通新沟河和新孟河、太滪运河等保证洪水行泄通道, 见图 5; “理水网”指加密次级河道水网密度, 联通断头浜, 城市内多条河道如根据地块开发与道路建设调整庄桥浜、淹桥浜、石坝浜等线形, 延伸田舍浜、高田浜、小留河、梅树河、半夜浜、兴隆河等断头浜, 部分采用涵管沟通的河道远期随地块开发新开河道进行沟通, 如湖塘河、红旗河等。“补海绵”指保护和恢复湖、池、湿地等水系调蓄空间; “塑河岸”通过重塑河道生态护岸, 提高河道修复能力和景观功能。

2.4 水面率控制

城市的河湖水系是内涝治体系中大排水系统

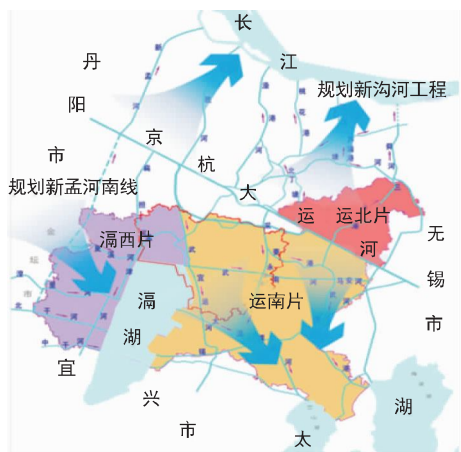


图 5 洪水行泄通道

的重要组成部分,在一定降雨条件下,河湖水系的可调蓄空间是区域滞蓄洪水能力的重要表现,由于武进地处江南,河湖众多,原水面率本底条件较好,因此保护现有水面不被建设开发侵占,是重要的原则。武进要求对水系的调整必须遵循“等量等效”的占补平衡原则,保持现有分区水面率不下降;各分区在疏浚、拓宽骨干河道的基础上,还需保留、置换具有滞涝蓄水功能的河浜、水面或湿地;农业分区水面率控制在 8% 以上,已建成区水面率控制在 6% 以上。

2.5 公共海绵空间

海绵城市建设首要任务是明确和保护“山、水、林、田、湖、草”等自然生态格局,同时这些也是城市抵御洪涝灾害的生态本底。因此在建立内涝防治体系的过程中,武进结合现状及规划用地、内涝风险、水环境质量以及绿地空间分布等要素,将海绵功能区分为:内涝风险与面源污染重点修复区、现状径流与污染控制提升区、规划径流与污染控制区、绿地雨水径流与污染控制区、水生态保护区、水生态修复区、天然海绵涵养区(大型湿地、山体林地)。其中公共海绵空间适选用地面积共 652 hm²,径流控制公共海绵空间用地面积共 460.2 hm²,污染削减公共海绵空间用地面积共 144.2 hm²,径流及污染控制共用公共海绵空间用地面积共 51.1 hm²,见图 6。

3 老城区海绵试点片区内涝综合整治案例

前述为在宏观层面建立城市内涝防治体系的总体途径,但在中观和微观层面该如何落实,以及如何针对各分区不同的问题导向,因地制宜地制定和完善片区内涝综合整治方案是工程落地过程中尤为重要的一步。

以武进行政中心海绵城市试点片区为例,该

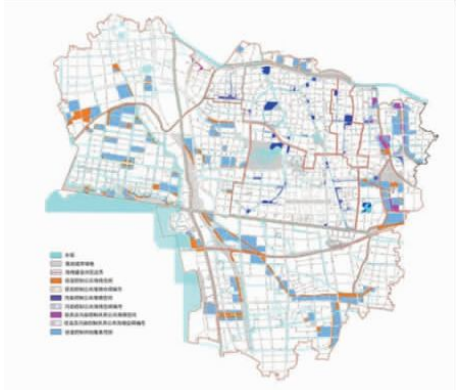


图 6 公共海绵空间布局

片区位于武进区中心城区核心区,西至武宜中路,南至沿政中大道和假日酒店,东至半夜浜和花园街,北至长虹中路高架。现状用地主要为:居住、行政办公和绿地。面积约 1.1 km²,以老城区改造为主,面临扩建和改造投资巨大,用地局促,实施困难,费工费时等多方面难题。本项目借鉴上海临港等多处国家级海绵试点内涝整治的成功经验,结合本地实际情况,提出了适合该试点区的系统方案。

3.1 问题导向分析

该片区建成于 1998 年前后,片区建筑密度较高,不透水下垫面占比较大,城市开发侵占蓝绿空间占比达 63.8%,海绵基底逐渐消失。另外该片区绿化总量不低,约为 31%,但是现状绿地过于集中,可用于海绵改造的绿地较少,且都属于堆高型绿地,无法接收客水汇入。该片区还存在地下管线设施特别复杂,部分道路等基础设施翻新不久,建设质量高,使得海绵设施的布局和设计受到很大限制。片区管理牵头部门众多,意见不一,也给海绵工程的落地实施造成了不小的困难。

通过降雨和模型分析,在 30 a 一遇降雨和 30 a 一遇河道水位耦合工况下的试点区内涝风险评估结果,见图 7。结合模型内涝风险评估、《武进区城市排水(雨水)防涝综合规划》对片区内历史易涝点的描述,以及现场的踏勘调研,行政中心片区的积水现象日益严重,主要包括 6 个积水段,其中延政路与内环府路交叉口的积水点最大积水深度达到 100 cm,面积达到 1.4 hm²,造成较大的社会影响。

综合分析造成以上积水点的原因,为局部地区地势低洼,片区雨水管网标准低,部分管段还存在逆坡和大管接小管问题,部分道路由于路面白改黑工程导致原有侧立式雨水算收水能缩小一半以上。造成片区内几个积水点每年暴雨必涝的现象。

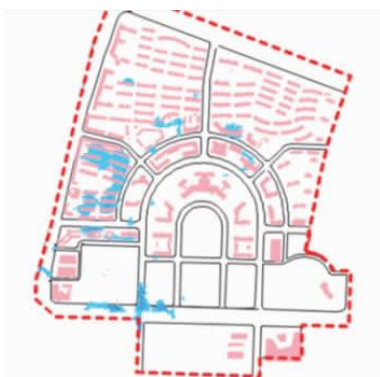


图7 试点区内涝风险评估

3.2 内涝综合整治

根据片区现状问题摸查和模型模拟,制定本试点区内涝整治目标为消除历史积水点或在同等降雨条件下积水程度显著减轻,内涝得到有效防范。利用“灰”“绿”结合的方法,重点减少峰值流量;注重“蓄”“滞”类设施布局,从源头消减降低管网压力;提升雨水管标准,新建排涝泵站,同时结合绿地水系,保障片区泄洪通道。在此目标和方法的前提下,提出片区年径流总量控制率达到 77%,面源污染削减率达到 54% 的指标要求。

在分析区域水安全现状和问题的基础上,设计相应的“源头减排措施”、“排水管渠优化”、“排涝除险工程”的相关项目:

(1) 源头海绵化改造(小区、公建、道路、绿地等)

重点对淹涝严重的老小区丰乐公寓一期二期,武宜中路等进行改造,主要通过增设调蓄净化设施、雨水花园、下凹式绿地、旱溪的海绵设施,从源头对雨水进行“滞”“蓄”。方案前期,对社区居民进行问卷调查,普及海绵知识,并征集潜在问题,使海绵化改造方案更具有针对性,确保改造完成后,百姓更具获得感。

(2) 排水管渠优化

排水管渠疏通:通过清淤、疏通堵头等手段恢复现有排水设施的功能,对外环府路、延政中路、府西路、丰乐坊等原标准不足 0.5 a 一遇的雨水管进行提标改造;对府北路、府西路及周边等雨水口间距过大或雨水口严重堵塞的道路,进行雨水口改造。同时修复破损路面,提升城市品质。

(3) 排涝除险工程

重新划分片区内汇水分区,为提高护城河汛期的排涝能力,降低片区中心的河道水位,减

少河道水位对排水管道的顶托,设计建设泵站 $1.26 \text{ m}^3/\text{s}$, 配套管道为 260 m。采用一体化泵站较好地解决了传统泵站占地面积大和与周边景观不协调的问题。

建立应急预警机制,在新建排涝泵站,缓解延政中大道汇水压力的基础上,暴雨前将护城河预降水位 20 cm,充分发挥其调蓄功能,应对强降雨造成的延政中大道的积水问题。

3.3 整治效果评估

在对区域内涝防治系统进行上述优化设计后,对优化方案进行内涝风险评估校核,见图 8。可见,原有内涝现象已经基本消除,经过上述综合整治优化设计后,片区已能达到规范要求的 30 a 一遇标准。



图8 试点区内涝风险评估校核

4 结 语

城市内涝现象的出现,直接诱因是持续强降雨天气,背后却存在城市化过快但防洪排涝及管网等基础设施建设滞后等原因。治理城市内涝,需要“蓄、滞、分、净、渗、调”与河湖水系整治等综合性手段,治理城市内涝是一个涉及多个部门的系统、长期工程。未来江苏武进的发展还会保持高速态势,但是整个发展思路将会从以前的盲目追求 GDP 增长转变到顺应时代要求大力发展绿色生态 GDP 上来。武进会结合海绵城市建设要求,建立城市内涝防治体系,并结合各片区不同问题导向,因地制宜落实内涝整治系统工程,本文结合全区内涝防治体系的建立,老城区海绵试点区内涝综合整治案例,介绍了内涝防治体系建立的基本方法和技术措施,论证了该框架体系的科学性和可操作性,为其他地区内涝防治体系的系统建设,提供了良好的借鉴作用。