

《镇江市城市排水规划》的探索和创新

朱晓娟¹, 赵江¹, 朱富坤²

(1. 镇江市规划设计研究院, 江苏 镇江 212004; 2. 镇江市规划局, 江苏 镇江 212004)

摘要: 传统的城市排水规划工程部分主要分为雨水和污水两大块: 雨水工程重在将雨水径流快排进入河道, 污水部分重在污水收集和处理系统, 两者各成系统、关联较少。镇江市在新一轮城市排水规划编制中, 从提高城市水安全的角度出发, 针对当前城市中普遍存在的暴雨内涝和河流污染问题, 力求从规划理念上突破: 引入城市雨洪灾害评估和面源污染控制等排水生态理念, 采用数字模拟技术辅助决策, 通过实施 LID 低影响开发技术, 实现排水、排涝、截污和水资源平衡的多重目标, 在防治内涝灾害的同时提高雨水利用程度, 减少对城市水体的污染, 从而构建一个能够提高城市排水防涝安全和水环境质量的生态型排水系统。

关键词: 排水规划; 城市水安全; LID 技术; 暴雨径流控制; 面源污染控制

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2014)22-0042-04

Exploration and Innovation of Zhenjiang Urban Drainage Planning

ZHU Xiao-juan¹, ZHAO Jiang¹, ZHU Fu-kun²

(1. Zhenjiang Urban Planning and Design Institute, Zhenjiang 212004, China; 2. Zhenjiang Urban Planning Bureau, Zhenjiang 212004, China)

Abstract: The traditional urban drainage project planning can be divided into two parts: rainwater and sewage. The rainwater project focuses on stormwater runoff discharging into the river soon and the sewage project focuses on wastewater collection and treatment systems, two projects have respective system and less relevance. In view of the current prevalence of torrential rain waterlogging and river pollution, Zhenjiang has achieved the following breakthroughs in drainage planning concept in a new round of urban drainage planning for improving the urban water security: introducing the ecological drainage notions such as urban rain flood damage assessment and non-point source pollution control, using the digital simulation technology to help make decision, using the low impact development technology to realize the multiple targets of the drainage, waterlogging prevention, pollutant intercepting and keeping water resource balance, increasing the rainwater utilization rate while prevention and control of waterlogging disasters and reducing the urban water body pollution. An ecological urban drainage system which can improve the urban drainage and waterlogging prevention security and water environment quality will be built.

Key words: drainage planning; urban water security; low impact development technology; stormwater runoff control; non-point pollution control

近年来, 国内多个大城市发生内涝, 城市积水严重、交通受阻, 人民生活 and 生命财产受到极大影响, 城市内涝问题愈来愈成为各级政府和公众普遍关注

的问题。与此同时, 水环境恶化也逐渐成为城市发展的痼疾, 曾经孕育了城市文明的水成为了城市之殇。

如何有效地规划、建设城市排水,提高城市应对、防御暴雨灾害的能力,改善水环境,镇江市在新一轮城市排水规划编制中对此进行了积极的思考和探索。

1 现状排水思考

镇江市上一轮排水规划于 2007 年编制完成,在其指导下基本形成了较为完善的污水收集、处理系统和雨水排涝设施。近年来,随着城市开发建设速度的加快,建设用地向原先自然景观优美的北部圩区和南部山脚下扩展,城郊排水逐步由自然排水转为市政管网排水,许多块状水面被填埋,虽然保留了主要河道,但河网密度减小、河道断面缩窄,调蓄能力减少,洪涝增加;河岸逐步硬化,生态功能被削弱,河道水质黑臭现象久治难愈。虽然雨污分流系统占比不断加大,但管道混接现象却无法根除,加上城市面源污染的影响,河道水质不断恶化。

本轮规划通过对现状排水系统分析,找出存在的主要问题:

① 城市排水设计缺少风险观念,超标暴雨易导致城区内涝。城市排水以快排为主,要求降雨即时排除,市政排水设计重现期多为 1~3 年,与发达国家相比明显偏低,一旦降雨超标易产生积水。近几年镇江暴雨频率有所增加,城区内涝时有发生。

② 现有排水系统不能解决城市河流污染问题。老城区虽已建成较完善的污水收集系统,但河道水质近几年无明显改善。分流制系统的雨污混接问题一直没有杜绝,新小区入住后带来的混流污染和截流治理现象反复出现。随着管网等收集设施的完善,面源污染逐渐成为城市河流污染的主要原因。

传统的城市排水规划编制大纲主干内容基本分为雨水工程规划和污水工程规划两大部分,雨水规划重在对设计重现期内降雨径流的快排,污水规划重在对城市生产和生活产生的污废水进行收集和无害化处理,两个系统各自独立、齐头并进,成为城市基础设施建设中不可或缺的重要部分。然而随着城市扩张,管道、泵站等排水设施不断增加、外扩,设计建设标准也不断提高,但城市应对、防御暴雨灾害的能力依然欠缺,水环境污染现象仍然时常发生,这一切都暴露出现有排水模式的弊端。单纯依靠增大管径、加强截污等工程措施并不能完全解决城市内涝和污染问题,现有排水体制不能从根本上解决城市河流污染问题。

2 规划理念更新

镇江市在新一轮排水规划编制之初,确定了以城市排水安全和生态理念为突破口。将城市水体作为一个系统进行研究、规划,以全流域的视角从流域的水量安全和水质安全两方面来分析当前城市建设中普遍存在的内涝和河流污染问题,提高风险意识,把排水防涝作为城市重要的防灾内容,将河道、城市防涝和管道排水看作一个整体,在提高城市管道排水系统标准的同时,引入雨洪风险管理理念,充分考虑超设计标准暴雨情况下应对雨洪灾害的措施;以河道的水环境质量为目标,以削减污染物总量为控制指标,深入研究排水体制问题,提出符合镇江市实际的排水体制和经济合理的合流制排水系统截流倍数,并进一步提出主城区初期雨水截流规划方案。

规划引入国外先进理念,积极推广 LID 低影响开发技术,从源头削减径流和污染、延缓冲击负荷,在防治内涝灾害的同时提高雨水利用程度,减小对城市水体的污染,以实现排水、排涝、截污和水资源平衡的多重目标。采用 LID 技术结合绿地和生态景观建设蓄洪行洪,根据污染物削减指标优化原有截污设计、削减面源污染物,从根本上提高城市排涝安全,改善城市水环境。

3 以研究指导规划

按照新的理念编制新的规划大纲,与上海市政府、同济大学、上海宜水科技等国内高校和机构一道建立多个研究团队,在大纲的指导下分别研究城市排水体制、城市面源污染问题、城市雨洪灾害评估和 LID 技术的应用和暴雨公式,多单位分工合作,多学科同步研究,多专题统筹协调,以提升规划的系统性、科学性。主要研究方向如下:

① 雨洪灾害评估将排水设计从单一的重现期思维禁锢中解放出来,从城市防灾安全的角度重新审视原先的排水设计。研究超标暴雨带来的内涝过程,评估其灾害影响,提出排水排涝系统设计的思路。以遭遇 20 年一遇降雨城市主要道路不积水为目标,核算河道密度、水面率和排涝泵站等设施,提出规划指标。

规划引入全数字模拟技术,结合地理信息系统,对镇江市现状进行二维水动力学模拟,找出镇江市遭遇 5~20 年一遇 6 h 降雨时的城市雨洪风险敏感区,并对其进行重点分析。将排水管道、泵站和水系构成一个完整的系统,通过模拟该系统在城市发

生灾害性暴雨时的排涝能力,分析、预测溢流及内涝发生的地点、内涝的范围以及淹没深度、持续时间,评估内涝造成的影响和损失程度,并依此调整排水设施的规模。同时对现状积水区、下穿式立交桥下、下凹式广场、交通枢纽站等区域,通过模拟校核原地块开发时建设的排水管道、河道及泵站排涝能力,找出区域中容易产生内涝的点,结合城市总体规划,调整城市用地布局和竖向;结合水利排涝工程规划,提出合理的水面率和河网密度。

② 不再单纯强调雨污分流,通过排水体制研究和面源污染研究,重新优化原有的截流系统,在充分利用现有设施的基础上,系统布局、科学分配,通过改造增大截污管道、增设初期雨水调蓄池、LID 源头削减以及其他非工程措施实现排污总量控制,改善城市水环境,保障城市水体的水质安全。

通过专题研究,在分析、评估排水现状和运行管理等存在问题的基础上,确定镇江市排水体制宜采用“以分为主、分合结合、因地制宜”和“远近结合、一次规划、分步实施”的原则。综合考虑截流系统、泵站及污水处理厂的运行能力,接纳水体的水环境容量,旱流污水的水质、水量及其总变化系数,城市的降雨特性和其他气象条件,投资大小和其他工程因素,确定古运河流域合流制排水系统的截流倍数为3~5;运粮河和金山湖(原北湖)的截流倍数为3。同时,建设初期雨水调蓄池,进一步减少溢流污水,综合提高截流能力。

③ LID 技术应用研究和暴雨公式研究

规划贯彻“尊重自然、顺应自然、保护自然”的生态文明理念,借鉴国内外先进经验,结合本地气象、水文和河流特征,通过在径流源头采用 LID 技术,在削减面源污染物的同时,实现低重现期时先蓄后排、削减雨峰、减轻排涝系统压力和雨水资源化的目标,实现污染控制和雨水资源化的结合。提高城市抗涝、排涝能力,改善城市水环境质量。

为研究适合镇江本地特点的 LID 技术应用要求,研究、分析镇江市的降雨规律,同步修订了镇江市暴雨公式。各专题研究相互关联,研究进度和内容定期沟通、协商,最终形成相对完善的成果,对规划编制形成有效支撑。

4 规划内容创新

4.1 排水体制

排水体制以分流制为主,分合结合,根据不同区

域的具体情况,在规划期内,分别采用雨、污分流制或合流截流制。城市新区、老城区的改造地区,严格按分流制设计、建设,工厂企业内部管网应按雨污分流、清浊分流的要求建设;对于老城局部地区如历史街区等,可以采用合流截流制,但应采取截流、调蓄和处理相结合的措施予以完善;暂时不具备雨污分流条件但远期有条件进行雨污分流的排水系统,其排水体制确定为分流制,近期通过截流、调蓄和处理相结合的措施,解决系统雨天溢流污水;随着老旧城区改造,逐步向分流制过渡,远期待改造完成后,溢流污染控制设施可用于城镇初期雨水的污染控制。

4.2 排水防涝

雨水排水管道系统侧重小流域、低重现期降雨径流的快速排除,排涝系统则以城市安全为目标,侧重高重现期的内涝风险与防治。规划首先提高了雨水排水管道系统的设计建设标准,为建立高效的排涝系统奠定坚实的基础。将雨洪管理理念贯穿规划编制的整个过程,把 LID 低影响开发技术、市政排水和城市排涝及灾害应对系统整合在一起,突破了雨水设计仅仅依靠管网和重现期的传统模式,将推理公式和模拟技术相结合,管网排水和城市排涝相结合。以课题研究成果为指导,提高排涝泵站规模,调整河道断面,控制水面率,规划雨水调蓄池;结合绿地、景观规划,利用公园绿地等低洼地蓄洪、行洪,提升城市的绿地功能。由此形成完善的城市排涝系统,实现排水、排涝和灾害应对多重目标,控制、减轻城市内涝灾害,建立安全、可持续的排水系统。

4.3 水环境治理

在调整、优化污水收集系统及提高截流倍数的同时,规划初期雨水调蓄池,进一步减少排入河道的污染物总量,提高河道水质。初期雨水调蓄池主要布置在古运河、运粮河、虹桥港和金山湖等主城区流域内水体沿线,截流标准取 $40 \sim 100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,根据用地等实际情况,采用总量控制、合理分配的方式具体规划实施。古运河两岸用地紧张,一般取 $40 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,再配合截流主干系统改造,减少初期雨水和溢流污水入河;金山湖区域用地宽松,结合绿地景观建设,截流标准取 $100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

4.4 LID 技术应用

规划借鉴国外设计经验,在专题研究的基础上,分别提出老城、新建城区和生态示范区等区域不同的 LID 技术指标。规划确定镇江本地 LID 建设项目

实施目标: 2 年一遇外排雨水设计流量不大于开发建设前的水平或规定的值, 换算成 LID 技术初雨调蓄量指标为 $100 \sim 500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 其中建成区为 $100 \sim 220 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 新建区为 $220 \sim 300 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 生态示范区为 $300 \sim 500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。提出本地适用的 LID 技术, 包括雨水花园、草沟、绿色屋顶、雨水利用装置、生态滞留池、透水路面、蓄洪储水池、生态湿地、不透水面积控制等, 具体见表 1。

表 1 LID 措施的适用

Tab. 1 Applicability of LID measures

项 目	控制水质	控制水量	适用性
减少不透水面积	S	S	居住/商业/工业
雨水花园	P	P	居住/商业/工业
雨水花坛	P	P	商业/工业
树坑	P	S	居住/商业/工业
透水路面	S	P	居住/商业/工业
雨水箱	N	P	居住/商业/工业
地下储水池	N	P	商业/工业
草沟和过滤带	P	S	居住/商业/工业
生态滞留草沟	P	S	居住/商业/工业
湿地	P	P	典型的大范围区域

注: P 为主要功能; S 为次要功能; N 为不适用。

LID 措施有的侧重控制水质, 有的适用于洪水控制, 通过综合应用, 总体控制, 可同时实现污染物削减、径流控制和雨水资源化的目标。规划提出镇江市 LID 工程要贯穿整个城市的新城建设和旧城改造, 近期重点做好官塘新城、镇江新区生态湖水系、西苑生态水系流域等生态示范区的建设, 总面积约 50 km^2 , 建成区约 30 km^2 , 包括道路、水系、公园、公建及部分住宅。

5 指导城市建设

镇江市本轮排水规划以专题研究为技术支撑, 用模型模拟辅助决策, 具有很强的操作性。在规划编制过程中, 已经指导了一系列的城市规划和建设。新区盛岗路下凹式景观带等工程的建设, 就是提高城市排涝安全的典型案例。

镇江大港新区新规划、建设的南部新城位于圩区, 新城建设需要填埋大量的沟塘、水面, 致使该片区内涝风险加大。在排水规划降低雨洪风险理念的指导下, 运用 SWMM 模型反复模拟、论证, 将原规划位于盛岗路北侧约 4 km 长的景观带规划成 $80 \sim 120 \text{ m}$ 宽的下凹式景观公园, 灾害性暴雨时用以蓄洪、行洪, 弥补南部新城规划水面率不足的问题。该

规划水景的实施可以使盛岗路以北排涝标准从 5 年一遇提高到 20 年一遇, 50 年一遇淹没深度不大于 0.4 m , 蓄洪量不小于 $60 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。同时辅之以处理初期雨水收集和生态处理单元, 形成生态景观水系公园。目前这条镇江首个实现生态、景观、城市排涝的完美结合的水系即将建设完工。

6 结语

镇江市本轮排水规划是在《室外排水设计规范》(GB 50014—2006, 2014 年版) 颁布之前, 对排水规划的原则、理念、方法及标准体系进行的有益探索和大胆尝试。规划中创新的提法、大部分标准及参数的选用与住建部 2013 年发布的《城市排水(雨水)防涝综合规划编制大纲》基本一致, 是国家大纲出台之前的一次积极实践。《镇江市城市排水规划》以城市排水安全和建设生态城市为目标, 树立雨洪管理理念, 综合运用 LID 低影响开发措施, 构建城市排水系统, 实现了截污、削峰、排涝、防灾和雨水资源化等多重目标, 为提高城市应对、防御暴雨灾害的能力, 改善水环境提供了重要保障。

参考文献:

- [1] 车伍, 吕放放, 李俊奇, 等. 发达国家典型雨洪管理体系及启示[J]. 中国给水排水, 2009, 25(20): 12-17.
- [2] 尹澄清. 城市面源污染的控制原理和技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [3] 赵江. 城市排涝系统规划设计探索[A]. 2013 年城市雨水管理国际研讨会[C]. 上海《中国给水排水》杂志社, 2013.



作者简介: 朱晓娟(1965—), 女, 江苏南京人, 大学, 高级工程师, 主任工程师, 长期从事给水排水规划及工程施工图设计。

E-mail: 274522314@qq.com

收稿日期: 2014-04-28