

老城区市政给排水设计方案优化策略

李海洋

(阜阳市城乡规划设计研究院有限公司, 安徽 阜阳 236000)

摘要 目前老城区给排水系统还存在一些缺陷, 如仍采用镀锌钢管, 这类管材易锈蚀, 使用寿命短, 且不能满足生活用水的水质卫生标准; 水表空转问题也时有发生, 这可能是由于水表质量不合格或安装过程中施工不当造成的, 损害了用户的利益。针对以上缺陷, 老城区给排水系统需要进行全面的改造和升级, 包括制定合理的排水计划、总体规划分期建设、提高排水管网系统的管理水平等措施。本文提出强化水源保护、优化供水网络、构建节水体系; 通过管网改造、海绵设施提升防洪排涝, 推进分布式污水处理; 建立智慧运维、完善应急预案, 提升系统韧性等多维优化策略, 以期有效解决老旧设施改造等难题提供有益参考, 进而促进城市可持续发展。

关键词 老城区; 给排水系统; 智能化管理; 应急响应

中图分类号: TU99

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.24.039

0 引言

在新型城镇化战略深入推进的背景下, 老城区作为城市存量空间的重要组成部分, 其市政基础设施改造升级直接关系到城市高质量可持续发展。其中, 给排水系统作为城市生命线工程的核心部分, 直接关系到居民的日常生活和城市的正常运行。然而, 由于历史原因和长期缺乏维护, 老城区的给排水设施普遍存在着老化、布局不合理、水资源利用效率低等问题。这不仅影响了居民的生活质量, 也制约了城市的可持续发展。

1 老城区市政给排水系统现状分析

1.1 设施老化显著

老城区给排水设施因长期失修, 管道多采用铸铁或混凝土材质, 易受道路沉降、地下水侵蚀, 出现管壁锈蚀、接口松脱等问题, 导致水流阻力增大、水质污染风险上升, 供水压力损耗严重。水泵、阀门等设备因超期服役, 存在电机效率衰减、密封件老化等隐患, 部分设备甚至无法自动启停, 年均维修成本增加 30% 以上, 突发故障频发影响居民用水。

1.2 布局与空间矛盾突出

老城区管网呈“小管径、高密度、雨污合流”特征, 管径普遍小于 DN400, 暴雨时易发生“顶托”现象, 道路狭窄导致扩容受阻, 排水能力骤降 40% ~ 60%。雨污合流管网占比高达 70%, 污水冲击污水处理厂, 导致出水水质不稳定。人口密度超 3 万人 / 平方公里, 暴雨期间局部积水 0.5 ~ 1 米, 严重影响交通与安全。

1.3 资源利用与保护失衡

设施老化与布局缺陷导致水资源利用效率低下, 管网破损年漏损率达 15% ~ 20%, 相当于流失 10 万人用水量。雨污合流系统增加污水处理厂运行成本, 吨水处理能耗高出 25% ~ 30%。污水直排现象占比 15%, 导致河道氨氮、总磷超标 3 ~ 5 倍, 生态修复成本增加 500 万元 / 平方公里, 形成“资源浪费—污染加剧”的恶性循环。

1.4 应急能力与需求脱节

老城区给排水系统暴露三大脆弱性: 合流制管网暴雨时排水能力仅维持设计标准的 40% ~ 50%; 应急预案未覆盖管网爆裂等特情, 跨部门联动响应时间长达 2 ~ 3 小时; 老旧管网耐压值低于 0.8 MPa, 二次供水设施无备用电源, 突发停水时高层住户断水超 6 小时比例达 40%。这种“硬件—机制—保障”短板, 使老城区更易陷入系统性瘫痪风险。

2 老城区市政给排水设计方案优化原则与思路

2.1 优化原则

在老城区市政给排水设计方案的优化过程中, 应遵循四大原则: 首先是安全性原则, 确保系统稳定运行, 加强监测预警, 防范安全事故; 其次是经济性原则, 合理控制投资, 选择性价比高的技术和设备, 保证方案可行可持续; 再者是可持续性原则, 注重水资源节约保护, 推动节水型社会建设, 考虑长期运行维护成本; 最后是适应性原则, 优化方案需适应城市发展需求, 与城市规划和建设相协调, 具备灵活性和可扩展性。通过遵循这些原则, 确保给排水系统既满

足当前需求,又适应未来发展,为老旧城区的居民提供更加安全、经济、可持续和适应性的给排水服务。

2.2 优化思路

2.2.1 整体性规划与分步实施相结合

制定“三阶段改造计划”:第一阶段(1~2年)聚焦高风险区域,优先实施管网分流与修复,针对雨污合流占比超80%、管网漏损率超20%的片区,采用非开挖修复技术(如紫外光固化CIPP)对DN300以下管段进行改造,减少施工对交通的影响,同步完成局部泵站扩容;第二阶段(3~4年)推进泵站智能化升级,增设分布式调蓄池(单池容积500~1000 m³),同步部署SCADA系统实现管网压力、流量、水质实时监测,建立管网爆裂风险预警模型;第三阶段(5~6年)构建全域雨洪管理体系,通过LID设施(如下沉式绿地、透水铺装)削减30%年径流总量,形成“源头减排—管网输送—末端调蓄”一体化系统^[1]。

2.2.2 技术改造与管理创新并重

技术层面聚焦管网、泵站及智慧化三大方向:淘汰铸铁/混凝土管材,全面采用球墨铸铁管(K9级)或HDPE缠绕增强管,确保管网耐压 ≥ 1.0 MPa、设计寿命 ≥ 50 年;替换老旧水泵为永磁同步电机,效率提升15%~20%,增设备用电源(EPS)保障停电时高层供水;部署管网监测节点(间距 ≤ 500 m),集成流量计、水质传感器,通过AI算法预测管网爆裂风险。管理层面建立“巡检—养护—应急”三级体系,制定《老旧管网分级养护标准》,明确不同材质管道的清洗周期(如球墨铸铁管每3年1次,混凝土管每2年1次),推行“管网健康档案”电子化管理,实现从“被动抢修”到“主动预防”的转变^[2]。

2.2.3 资源化利用与环境保护相协调

核心目标包括污水和雨洪资源化、生态修复和绿色施工。通过在污水处理厂安装反渗透膜系统,达到城市污水再生利用标准,优先用于道路和绿化。雨水花园和蓄水模块的建设将实现雨水滞蓄率超过60%,处理后的雨水用于景观补水。氮氮超标河道将采用曝气复氧和人工湿地技术,减少污染物负荷30%~50%。使用非开挖技术进行管网改造,弃土资源化利用,确保施工符合环境噪声标准。这些措施将促进系统从末端治理向资源循环转型,提升安全韧性30%,降低漏损率至10%以下,实现污水资源化率至少25%。

3 老旧城区市政给水系统优化策略

3.1 水源多元化选择与保护

老旧城区市政给水系统优化需聚焦水源多元化开发与近域协同保护。当前老旧城区多依赖单一水源,

存在供水风险^[3]。为此,需实施“近郊联动”策略:一是开发近域非常规水源,利用郊区水源地周边雨水资源(建设调蓄池容积 ≥ 3000 m³)及中水回用设施(处理规模 ≥ 5000 m³/d),通过管网延伸覆盖老旧城区;二是强化水源地生态缓冲区建设,在郊区水源地外围划定1~2公里生态涵养带,限制农药化肥使用量(较现状降低30%),采用生物滞留设施削减面源污染;三是构建“三级预警”监测体系,在近郊水源地设置常规指标监测点(每日1次)、特征污染物监测点(每周1次)及应急监测点(实时在线),配套无人机巡检(每月覆盖全域),实现水质异常2小时内响应。通过上述措施,推动水源结构从“远郊单点”向“近域多源”转型,降低单一水源断供风险60%以上。

3.2 供水网络优化

供水网络优化需以管材升级与压力调控为核心。一方面,全面更换老旧管网,采用球墨铸铁管(K9级,耐压 ≥ 1.0 MPa,设计寿命 ≥ 50 年)或钢丝网骨架聚乙烯复合管(耐腐蚀性提升3倍),配套非开挖修复技术(如紫外光固化CIPP),减少施工扰民;同步优化管网拓扑结构,通过水力模型模拟调整管径(DN300~800 mm)与水流方向,降低水头损失15%~20%。另一方面,构建智能压力调控系统,在管网关键节点增设压力传感器(精度 ± 0.01 MPa)与变频调速泵组,结合SCADA系统实现压力实时监测与动态调节,消除供水压力波动(± 0.02 MPa内),保障末端服务水压 ≥ 0.28 MPa。

3.3 节水措施与水资源高效利用

节水措施与水资源高效利用是老旧城区市政给水系统优化的重要目标。首先,推广与应用节水器具。鼓励居民和企业使用节水型洗涤设备、卫生洁具等,减少水资源的浪费。同时,加强对节水器具的宣传和推广,提高公众的节水意识。其次,设计水资源循环利用系统。在老旧城区中,存在大量的废水可以经过处理后循环利用。建立废水收集、处理和回用系统,将处理后的废水用于冲厕、浇洒道路、绿化等,实现水资源的循环利用。同时,加强对废水处理技术的研发和应用,提高废水处理的效率和质量,确保循环利用的水资源符合相关标准。

4 老旧城区市政排水系统优化策略

4.1 排水系统改造与升级

老旧城区的排水系统往往存在着雨污不分流、管道老化堵塞等问题,严重影响了排水效率和水质。因此,需对排水系统进行改造与升级。首先,实施雨污分流改造方案。通过新建或改造排水管道,将雨水和污水

分别收集、输送和处理,避免雨水与污水混合排放对污水处理厂造成冲击,同时减少污水对自然水体的污染^[4]。改造时,需考虑城区规划和未来需求,确保雨污分流系统的合理性和可持续性。应用管道扩容和疏通技术,对老旧、狭窄的排水管道进行改造,提升其过流能力和排水效率。同时,定期疏通和维护管道,清除淤积物和障碍物,保证管道畅通。

4.2 防洪排涝能力提升

老旧城区排水系统需提升内涝防控。首先,根据《室外排水设计标准》和 50 年一遇降雨特征,动态设定排水管网重现期,确保系统与极端降雨匹配。其次,升级设施,新建大流量排水泵站和分布式调蓄池,改造低洼区排水系统,采用“点线面”策略:增设线性排水沟和坡面导流槽,对低洼地块进行微地形改造,形成立体防控体系,降低内涝风险。

4.3 雨水径流控制与资源化利用

老旧城区市政排水系统优化需强化雨水源头减排与循环利用。实施“海绵化”改造工程,在公共空间铺设透水铺装(透水性 $\geq 1.5\text{ mm/s}$),建设下沉式绿地(滞蓄容积 $\geq 30\text{ L/m}^2$),改造建筑立面为垂直绿化(雨水滞留率提升 20%),形成“渗、滞、蓄、净”综合体系,削减年径流总量 $\geq 30\%$ 。同步构建雨水收集回用系统,设置蓄水模块(单模块容积 $50\sim 100\text{ m}^3$),配套处理设备(水质达《城市杂用水水质》标准),优先用于绿化灌溉、道路冲洗及景观补水,减少市政供水依赖,实现雨水资源化率 $\geq 20\%$ 目标。

5 老旧城区市政给排水系统管理与维护优化

5.1 管理制度完善

建立健全给排水系统管理制度。针对老旧城区的特殊情况,制定详细、全面的管理制度,明确各级管理部门的职责和权限,确保管理工作的有序进行。管理制度应涵盖给排水系统的规划、设计、建设、运行、维护等各个环节,形成完整的管理链条。同时,要明确管理责任与考核机制。将给排水系统的管理工作纳入相关部门的绩效考核范围,建立科学合理的考核指标体系,对管理工作的成效进行定期评估。对于管理不善、工作不力的部门和个人,要严肃追究责任,确保管理制度的有效执行。

5.2 智能化管理技术应用

积极应用智能化管理技术,提升给排水系统的管理水平和效率。建设智能化监测与控制系统,通过安装传感器、监控设备等,实时监测给排水系统的运行状态和水质情况,及时发现并处理异常情况。同时,

利用远程控制技术,实现对给排水系统的远程操控和管理,提高系统的响应速度和处理能力。此外,还要开发数据分析与决策支持系统。通过收集、整理给排水系统的运行数据,运用数据分析技术,挖掘数据中的有价值信息,为管理决策提供科学依据^[5]。决策支持系统应具备预测、分析、评估等功能,帮助管理人员更好地掌握系统状况,制定合理的管理策略。

5.3 应急响应机制构建

构建完善的应急响应机制,提高给排水系统应对突发事件的能力。制定详细的应急预案,明确应急响应的流程、措施和责任分工,确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应对。同时,定期组织应急预案的演练实施,提高应急人员的反应速度和处置能力。此外,还要加强应急物资储备与调配机制的建设。根据应急预案的需求,储备必要的应急物资和设备,如抢修工具、备件、防护用品等。建立应急物资的调配机制,确保在突发事件发生时能够迅速调配物资到位,保障应急工作的顺利进行。

6 结束语

通过对老旧城区市政给排水系统的深入研究,提出了一系列针对性的优化策略。这些策略既考虑了系统的当前状况,又兼顾了未来的发展需求,具有前瞻性和可操作性。这些策略旨在有效提升给排水系统的运行效率、保障水质安全、增强防洪排涝能力,并实现水资源的高效利用和循环利用。同时,通过完善管理制度、应用智能化管理技术和构建应急响应机制,将进一步提升系统的管理水平和维护效率。未来,我们将继续关注老旧城区市政给排水系统的发展动态,不断探索新的优化策略和技术手段,为城市的可持续发展贡献更多力量。

参考文献:

- [1] 刘旭. 老旧建筑改造中给排水系统的设计与施工策略[J]. 大众标准化, 2024(14):57-59.
- [2] 吴江涛, 秦晓梅, 胡颖慧, 等. 老旧小区室外给排水管网提升改造设计分析[J]. 中国建筑金属结构, 2023(S2): 168-171.
- [3] 罗磊. 老旧小区给排水系统改造相关问题分析[J]. 建材发展导向, 2023(16):143-145.
- [4] 宋张驰, 陈霞. 城镇老旧小区给排水专项改造设计与实践研究[J]. 给水排水, 2023(S1):757-762.
- [5] 何曦. 市政给排水设计中的常见问题与解决办法[J]. 价值工程, 2020(33):48-49.