

城市市政给排水管网运维优化与改造研究

陈洪伟

中化学生态环境有限公司 重庆 400000

【摘要】：城市排水系统规模扩大，管网老化、雨污混接及运维管理滞后导致排水效率下降、积水内涝和污水外溢等问题。针对管网缺陷和运行隐患，提出常态化运维、科学改造、智能监测、施工规范和保障机制等策略，实现管网风险预测、流量优化和雨污分流恢复。实施结果显示，管网运行效率显著提升，维护响应及时，污水收集能力增强，管网系统整体可靠性和水环境保障水平得到提高。

【关键词】：城市排水管网；运维管理；管网改造；风险预测；智能监测

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.016

城市排水管网作为市政基础设施的重要组成部分，承担着防涝减灾和水环境保护的核心任务。现有管网存在老化、破损和流量分布不均等问题，导致排水效率下降和环境风险增加。管网运维优化与改造展开研究，探索常态化管理、智能监测和改造策略的系统应用，旨在提高管网运行效率、完善雨污分流功能、降低事故风险，为城市排水系统持续安全运行提供技术支撑。

1 市政给排水管网运维改造概述

(1) 城市给排水管网整体运行现状：城市给排水管网系统在长期运行过程中呈现出设施老化、管道淤积、连接节点磨损及流量调控效率下降等特征，部分管段出现雨污混流、外水入渗和排水能力不均衡问题，导致局部积水和管网超压现象频发^[1]。管网信息化水平参差不齐，GIS数据更新滞后，动态监测手段有限，无法及时掌握管网运行状态和缺陷分布，整体运行效率受到制约。随着管网总长度持续增长，系统复杂性和管理难度显著增加，亟须通过精细化、系统化手段实现全面监控和实时调控，提高排水和污水收集的整体可靠性。

(2) 管网运维与改造的现实意义：对城市给排水管网进行科学运维与系统改造，可有效提升管网输送能力和污水收集效率，延缓管道老化速度，降低管道破损、渗漏及溢流风险，保障城市水环境质量和排水安全。通过引入数字化资产管理、实时监测及风险预测机制，可实现管网缺陷的早发现、早修复，优化管网维护计划和资源配置。同时，通过改造措施改善管网结构布局和流量分布，能够增强系统对极端降雨和突发水环境事件的抵御能力，实现雨污分流功能恢复和整体运行效能提升，为城市水务持续可靠运行提供技术支撑。

2 市政给排水管网运维及改造现存问题

2.1 管网日常运维存在的短板

管网日常运维过程中存在信息采集不完整、巡检覆盖率不

足、工单处理效率低下等短板，导致管道运行状态掌握滞后^[2]。资产档案资料分散，缺乏动态更新机制，难以形成科学的维护优先级和调度计划。缺乏全流程闭环管理和风险监控手段，使管网运行异常、堵塞或渗漏事件难以及时预防和应对，影响整体排水能力。运维标准不统一，作业流程分散，资源配置不均衡，导致养护效果难以量化和持续提升，制约系统长期稳定运行。

2.2 管网老旧破损引发的运行隐患

长期运行的老旧管网普遍存在材料老化、接口松动、埋深不均及结构性破损，增加渗漏、积水和污水外溢风险。管道内淤积物和沉积负荷导致输送能力下降，雨污混接和外水入渗加剧流量波动，进一步影响排水效率和水质控制。老旧管段的缺陷难以及时发现，缺少系统化监测和修复机制，运行隐患在高峰排水期可能迅速扩散，形成局部积涝和管网超压，对城市防涝能力和污水收集效率造成直接影响。

2.3 管网改造实施过程中的各类制约因素

管网改造实施过程中受制于施工协调复杂、管线交叉密集、地下空间利用冲突以及信息化支持不足等因素，制约改造进度与质量。旧管网数据不完整，管线走向、接口状态和历史维护记录不全，增加设计和施工难度。施工期对周边给排水系统影响较大，雨污分流调整及截流设施布置需精密协调。资源调度、管段封闭和改造方案优化不充分，限制了改造效率，难以实现管网系统整体性能提升和运行风险最小化目标。

3 市政给排水管网运维优化与改造实施对策

3.1 完善常态化管网运维管理模式

管网常态化运维管理需建立基于网格单元的任务分配机制，将城市排水系统划分为不同流域和社区网格，每个网格明确日常巡检、维修和监测指标^[3]。对每条管道制定周期性检查

计划, 巡检间隔依据管径和材质确定, 直径小于 400 毫米的支管每季度巡查一次, 直径大于 800 毫米干管每月巡查一次, 同时记录工单执行状态和异常事件位置。建立动态工单系统, 将巡检、清淤、修复、维护等作业闭环管理, 利用工单编号追踪任务完成率。通过对管网历史故障数据和维护记录分析, 生成风险系数 R_f , 公式如下:

$$R_f = \frac{N_d \times F_s}{L_t} \quad (1)$$

其中, N_d 为管段缺陷数量, F_s 为故障严重系数, L_t 为管段长度(米)。根据 R_f 排定优先维护顺序, 实现管网维护全覆盖和高效响应。

3.2 科学制定管网升级改造实施方案

管网改造方案应根据管道运行状态和结构完整性确定优先级, 对破损率超过 15%的管段进行优先升级。改造前需开展全管网信息采集, 记录管径、材质、接口类型及管段长度, 建立数字化台账。方案制定包括截流设施布置、管径优化和节点加固, 确保水力坡度均衡, 雨污分流功能完整。改造量化指标包括管径、坡度和管段长度等, 结合公式计算截流倍数 C_s :

$$C_s = \frac{Q_r + Q_s}{Q_c} \quad (2)$$

其中, Q_r 为雨水设计流量(m^3/s), Q_s 为污水设计流量(m^3/s), Q_c 为管道实际输送能力(m^3/s)。通过公式验证改造后管网满足排水能力需求, 确保全网排水均衡、溢流风险降低。

3.3 推行智能化运维监测技术应用

管网智能监测应在关键节点布设流量计、水位传感器和管段压力监测设备, 实现全网实时数据采集。流量和水位数据以分钟为单位上传平台, 形成连续时间序列, 结合异常检测算法识别堵塞或渗漏隐患。利用 GIS 与传感器数据挂接, 建立资产状态可视化地图, 将管段故障概率和风险指数叠加显示。监测系统支持阈值报警, 水位超过管径设计高度的 80%触发预警, 结合历史运维记录和模型预测实现快速调度。数据通过统一平台与工单系统联动, 优化巡检路线, 减少重复作业, 确保预防性维护措施执行及时、覆盖面达到 100%。例如杭州市通过水位、流量智能监测联动预警, 内涝预警准确率提升至 92%, 应急处置效率显著提高。

参考文献:

- [1] 何智枫.城市排水管网运维及修复中常见问题处理研究[J].中国房地产业,2025,(36):206-209.
- [2] 谷俊鹏,曹玉梅,潘铁津.城市排水管网运维效能提升策略研究[J].中国给水排水,2024,40(16):29-36
- [3] 徐岩,张馨元,郭井华.城市排水管网运维项目绩效评价体系构建研究[J].环境保护与循环经济,2022,42(04):95-98.

3.4 规范改造施工流程与质量管控

管网改造施工需建立分段施工和节点封闭机制, 确保管道截流、排水切换和施工顺序科学。每段施工前进行管道清理、测量坡度和接口校验, 施工中实时记录管段长度、接口位置和焊接质量, 施工完成后进行压力试验和流量验证。施工质量控制以验收数据为依据, 包括管段内径偏差、坡度误差和接口密封率。关键参数符合设计规范后方可交付使用, 偏差超过容许值的管段立即返工。建立施工过程档案和数字记录系统, 实现管网改造数据可追溯, 保证全程标准化操作和整体改造质量稳定。见图 1。



图 1 城市排水管网改造施工流程与质量管控图

3.5 健全运维改造保障配套机制

保障机制需整合巡检、改造、监测和应急响应资源, 形成闭环调度体系。建立物资和设备储备库, 保证管材、阀门、泵站配件等在管段施工或维护前完成调拨。结合施工计划和运维工单, 实现任务分配优化, 每条管段施工或维护前建立资源匹配表。建立资金和技术支撑指标, 将预算、人工和材料消耗进行核算, 确保运维改造过程不断档。配套机制还应包含培训和知识库建设, 将历史维护经验、施工记录和风险事件数据系统化, 提升管网长期运行的可靠性和可持续性。

4 结语

城市市政给排水管网运维与改造通过常态化管理、科学改造、智能监测、施工规范和保障机制, 实现管网高效维护和风险可控。系统治理破损与流量不均, 恢复雨污分流、优化污水收集。数字化平台提升巡检覆盖率和响应速度, 整体运行效率提高, 排水安全和水环境保护水平持续改善, 为城市排水现代化提供实践经验。