

# 城市市政给排水管网优化技术分析

杨长泉<sup>1</sup> 刘淼<sup>2</sup>

1 山东济泽建设工程有限公司 2 济南市济阳区汇泽水务工程有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4849

**[摘要]** 城市市政给排水管网随城市发展规模与覆盖范围拓展,现存水力性能不佳、布局不合理、老化、信息化管理程度低等问题。本文阐述管网规划、水力计算、改造更新、智能化监控等优化技术体系,分析关键优化技术,探讨技术、经济、社会实施挑战及应对策略。为提升城市市政给排水管网性能,保障城市稳定运行与可持续发展提供参考。

**[关键词]** 城市市政; 给排水管网; 优化技术; 挑战应对

**中图分类号:** TU992.02 **文献标识码:** A

## Research on Optimization Technology for Urban Municipal Water Supply and Drainage Networks

Changquan Yang<sup>1</sup> Miao Liu<sup>2</sup>

1 Shandong Jize Construction Engineering Co., Ltd.

2 Jinan Jiyang District Huize Water Engineering Co., Ltd.

**[Abstract]** With the expansion of urban development scale and coverage, existing municipal water supply and drainage networks face issues such as poor hydraulic performance, unreasonable layout, aging, and low informatization management levels. This paper elaborates on an optimization technology system encompassing network planning, hydraulic calculations, renovation and updating, and intelligent monitoring, analyzes key optimization technologies, and discusses the technical, economic, and social implementation challenges along with corresponding strategies. It aims to provide a reference for improving the performance of urban municipal water supply and drainage networks, ensuring stable urban operation and sustainable development.

**[Key words]** Urban municipal; Water supply and drainage networks; Optimization technology; Challenge response

### 引言

城市发展进程中,市政给排水管网作用关键。它不仅保障居民日常生活用水与污水排放,还关乎城市工业生产、生态环境等多方面稳定。随着城市规模扩大、人口增加,现有给排水管网在运行中暴露诸多问题,影响城市正常运转与居民生活质量。因此,对城市市政给排水管网优化技术展开深入分析,探寻有效优化策略,具有重要的现实意义与紧迫性。

### 1 城市市政给排水管网现状及问题分析

#### 1.1 管网现状概述

城市市政给排水管网作为城市基础设施的关键构成部分,其规模与覆盖范围随着城市的发展不断拓展。在规模方面,众多城市的给排水管网长度持续增加,以满足日益增长的城市人口和各类建设活动的需求<sup>[1]</sup>。从覆盖范围看,给排水管网已从城市中心区域逐步向周边新区、城乡结合部延伸,力求实现更广泛的覆盖,为整个城市区域提供稳定可靠的给排水服务。在主要材质

与结构类型上,给排水管网常见的材质有金属管、塑料管和复合管等。金属管如钢管、铸铁管,具有强度高、耐压性好的特点,但存在易腐蚀的问题;塑料管如聚乙烯管、聚丙烯管,具有耐腐蚀、重量轻、安装方便等优势;复合管则结合了金属与塑料的优点,性能更为优越。排水管网方面,混凝土管、钢筋混凝土管使用较为广泛,这类管材强度较高,能承受较大的外力,适用于埋深较大的情况。近年来,一些新型管材如高密度聚乙烯双壁波纹管也逐渐应用于排水管网,其具有重量轻、水流阻力小、施工快捷等优点。

#### 1.2 现存问题剖析

城市市政给排水管网在实际运行中暴露出诸多问题。水力性能不佳是较为突出的问题之一,部分管网存在流速不均的情况,一些区域流速过快,容易对管壁造成冲刷,缩短管道使用寿命;而另一些区域流速过慢,导致杂质沉淀,影响水质并降低管道的输水能力。水压不稳定也给居民生活和工业生产带来不便,

水压过高可能损坏用水设备, 水压过低则无法满足正常用水需求。布局不合理同样影响严重, 不合理的布局使得部分区域出现供水盲区, 居民用水得不到保障; 在排水方面, 布局不当会导致排水不畅, 遇到暴雨等极端天气时, 容易出现内涝现象。管网老化问题也不容忽视, 随着使用年限的增加, 管道出现渗漏、爆管等安全隐患的概率增大, 不仅造成水资源的浪费, 还可能对周边环境和建筑物造成损害。信息化管理程度低导致运维效率低下, 难以实时掌握管网的运行状态, 无法及时发现和处理故障, 影响给排水管网的正常运行。

## 2 城市市政给排水管网优化技术体系

### 2.1 管网规划优化技术

地理信息系统(GIS)为给排水管网布局规划提供强大技术支持。借助GIS技术, 能够整合地形地貌、土地利用、人口分布等多源数据。通过深度分析, 可精准确定管网合理走向与关键节点位置<sup>[2]</sup>。例如, 依据地形高程数据, 规划排水管网时能确保污水和雨水自然顺畅地流向处理设施, 避免出现排水倒灌或积水现象。在给水管网规划中, 结合人口分布和用水需求预测, 可合理布局水源、泵站和配水管网, 实现高效供水。多目标优化算法在城市市政给排水管网规划中发挥着关键作用。在规划过程中, 需要综合考量成本、效率和可靠性等多个目标。成本方面, 涵盖管道铺设费用、设备购置费用以及后期运维费用等; 效率涉及管网的输水能力、排水速度等; 可靠性则关乎管网在面对突发情况时的稳定运行能力。多目标优化算法通过建立数学模型, 对不同方案进行模拟和评估, 在众多可行方案中筛选出综合性能最优的规划方案, 实现资源的最优配置。

### 2.2 水力计算与模拟技术

精确水力模型构建是城市市政给排水管网优化的重要基础。构建水力模型时, 需充分考虑地形起伏、用水模式差异等因素。地形起伏会影响水流的速度和方向, 不同区域的用水模式则决定了管网中的流量分布。通过将这些因素纳入模型, 能够更真实地反映管网的实际运行状况。动态模拟管网运行状态可提前预测潜在问题。利用先进的计算机技术, 对管网在不同工况下的运行情况进行实时模拟。例如, 模拟暴雨天气时排水管网的排水能力, 判断是否会出现内涝; 模拟用水高峰期给水管网的水压变化, 确保供水稳定。通过动态模拟, 能够及时发现管网中存在的薄弱环节, 为后续的优化改造提供依据。

### 2.3 管网改造与更新技术

非开挖修复技术为城市市政给排水管网改造提供了便捷高效的方式。内衬修复技术通过在原有管道内部铺设新的内衬管, 可将管道寿命延长30年, 增强管道的强度和密封性, 无需大规模开挖地面, 施工效率提高3倍, 减少了对城市交通和居民生活的影响。局部修补技术则针对管道出现的破损、裂缝等局部问题进行修复, 单点修复时间可控制在6小时以内, 快速恢复管道的正常使用功能。新型管材的应用有助于提高管网的耐久性和抗腐蚀性。与传统管材相比, 新型管材如高密度聚乙烯管、玻璃钢管等具有更好的物理和化学性能。高密度聚乙烯管的使用寿命

可达100年, 重量轻、安装方便, 且具有良好的耐腐蚀性, 能够适应不同的土壤环境; 玻璃钢强度高、耐磨损, 其粗糙系数仅为0.008, 使用寿命长, 可有效降低管网的维护成本。

### 2.4 智能化监控与管理技术

传感器网络部署与实时数据采集是智能化监控与管理的基础。在给水管网的关键节点和部位安装各类传感器, 如流量传感器、压力传感器、水质传感器等, 实时采集管网的运行数据。这些数据通过网络传输至监控中心, 为管理人员提供全面准确的管网运行信息。大数据分析与人工智能技术在管网运维中发挥着重要作用。通过对大量历史数据和实时数据的分析, 利用人工智能算法可以实现故障预测, 提前发现管网中可能出现的故障隐患, 及时采取措施进行维修。智能调度系统则根据实时用水需求和管网运行状态, 自动调整水泵的运行参数, 实现供水的优化调度, 提高供水效率。

## 3 关键优化技术分析

### 3.1 水力优化技术

泵站作为城市市政给排水管网的动力核心, 其优化调度策略至关重要。合理的泵站调度需综合考虑不同时段、不同区域的用水需求变化。在用水低谷期, 适当降低泵站运行频率, 减少能源消耗; 在用水高峰期, 提前预判需求, 提前启动备用泵或增加运行泵数量, 确保供水压力稳定<sup>[3]</sup>。通过对泵站运行参数的精准控制, 实现能耗与供水效率的最佳平衡。调压设施的合理配置是平衡水压的关键手段。在城市不同区域, 由于地形起伏、用水量差异等因素, 水压往往存在不均衡现象。在高压区域设置减压阀, 将过高的水压调节至合适范围, 避免对用水设备和管道造成损坏; 在低压区域安装增压泵, 提升水压以满足正常用水需求。通过科学布置调压设施, 使整个管网的水压处于稳定合理的状态。

### 3.2 布局优化技术

环状管网与枝状管网各有特点, 适用场景也有所不同。环状管网具有较高的可靠性和灵活性, 当某一段管道出现故障时, 水流可通过其他路径继续输送, 不会造成大面积积水。适用于对供水可靠性要求较高的城市核心区域、重要工业区等。枝状管网结构简单、投资成本较低, 但可靠性相对较差, 一旦主干管道出现问题, 会影响下游所有用户的用水。常用于用水量较小、对供水可靠性要求不高的郊区或小型社区。基于拓扑优化的管网简化与重构能够提升管网运行效率。通过对管网拓扑结构的分析, 去除冗余的管道和节点, 简化管网模型, 降低计算复杂度。根据城市发展规划和用水需求变化, 对管网进行重构, 优化管道布局 and 连接方式, 提高管网的输水能力和抗风险能力。

### 3.3 节能降耗技术

降低管网漏损率是节能降耗的重要举措。采用先进的管网检测技术, 如声波检测、压力管理检测等, 及时发现管道渗漏点。对老化、破损的管道进行及时修复或更换, 选用质量可靠、密封性好的管材和管件。加强管网日常巡查和维护, 建立完善的漏损监测体系, 将漏损率控制在较低水平。能源回收与利用技术为节

能降耗提供了新途径。污水源热泵技术利用污水中的低品位热能,通过热泵机组将其转化为高品位热能,用于供暖或制冷。这种技术不仅减少了对传统能源的依赖,降低了能源消耗,还实现了污水的资源化利用,具有良好的经济效益和环境效益。

### 3.4 应急响应与韧性提升技术

应急供水与排水方案设计是应对突发事件的重要保障。制定详细的应急供水方案,可在2小时内启动应急供水系统,明确在停水等紧急情况下的供水水源、供水方式和供水范围。建立应急排水队伍,配备专业的排水设备,排水能力可达1000立方米/小时,确保在暴雨、洪水等极端天气下能够迅速排除积水,保障城市安全。管网韧性评估与增强策略能够提升管网应对极端天气等突发事件的能力。通过建立管网韧性评估模型,可量化评估管网的抗灾能力。根据评估结果,采取相应的增强策略,如增加管道壁厚、设置备用管道、提高泵站防洪标准等,使管网恢复时间缩短50%,提高管网的整体韧性。

## 4 技术实施中的挑战与应对策略

### 4.1 技术挑战

在复杂城市环境下开展技术实施,数据获取与处理面临巨大难度。城市建筑密集、地下管网错综复杂,不同区域的地质条件、环境特征差异显著,这给数据采集工作带来极大阻碍。传感器布置受限,信号传输易受干扰,导致获取的数据准确性、完整性难以保证。即便成功获取数据,处理环节同样棘手,海量且多元的数据需要高效算法与强大算力支撑,以实现精准分析与有效利用,这对技术能力提出极高要求<sup>[4]</sup>。多技术集成应用时,兼容性问题凸显。不同技术源自不同研发体系,在数据格式、接口标准、运行环境等方面存在差异,集成过程中易出现数据无法互通、功能无法协同发挥的情况,影响整体技术效能。

### 4.2 经济挑战

优化改造项目需要大量资金投入,从前期设备采购、技术研发,到中期施工建设,再到后期调试运行,每个环节都需充足资金保障。然而,受财政预算等多因素制约,资金有限与成本效益平衡成为难题,如何在有限预算内实现改造效果最大化,是必须面对的挑战。长期运维费用也不容忽视,设备维护、系统升级、人员培训等持续支出,若缺乏合理规划,可能导致项目后期运营困难。

### 4.3 社会挑战

施工对城市交通与居民生活的影响是社会挑战之一。管网优化改造施工往往需要开挖道路、占用公共空间,这会对城市交通造成一定程度的拥堵,影响居民出行。施工过程中产生的噪音、粉尘等也会对周边居民的生活环境造成干扰,引发居民不满。公众对管网改造的认知与接受度也影响技术实施进程。部分居民对管网改造的重要性认识不足,担心施工带来的不便,对改造工作存在抵触情绪。若不能有效引导公众参与和支持,可能导致改造工作推进困难。

### 4.4 应对策略

加强跨部门协作与数据共享是应对技术挑战的关键。建立多部门协同机制,打破信息壁垒,推动数据资源整合与标准化。统一数据格式与接口规范,实现地形地貌、管网布局等信息互联互通,为精准规划与决策提供支撑。创新融资与政策支持是破解资金瓶颈的途径。探索公私合营、专项债券等多元融资渠道,吸引社会资本参与。争取税收减免、财政补贴等政策支持,降低项目成本,提升经济可行性。强化公众宣传与参与是项目实施的社会基础。通过多渠道普及改造必要性与效益,增强社会认知。建立公众参与平台,征求民意并纳入方案,鼓励公众监督,构建共建共治共享氛围。

## 5 结束语

城市市政给排水管网优化是一项复杂且长期的任务,涉及技术、经济、社会等多方面。通过构建完善的优化技术体系,采用关键优化技术,可有效提升管网性能。尽管实施过程中面临诸多挑战,但通过加强跨部门协作、创新融资、开展公众宣传等应对策略,能够克服困难。未来需持续探索创新,推动管网优化发展,为城市可持续发展提供坚实保障。

### [参考文献]

- [1]张靠.城区市政给排水管网设计及施工要点分析[J].水上安全,2024,(22):19-21.
- [2]蒋锋.市政给排水管网的优化配置与管理研究[J].城建科技,2024,33(09):122-124.
- [3]陈卫.市政给排水管网设计的主要问题及对策[J].全面腐蚀控制,2024,38(07):95-98.
- [4]冯伟.给排水管网漏损控制与水资源保护策略研究[J].中国建筑金属结构,2023,22(10):166-168.