

市政供水系统改造与升级策略研究

张 谦

北京市昌平区水务事务中心 北京 102200

摘要：市政供水系统作为城市基础设施的关键构成，直接关系到居民生活质量与城市可持续发展。当前，供水设施老化、管理模式滞后、水质安全保障压力增大等问题凸显，严重制约供水系统效能。通过深入剖析现状，针对性提出更新改造供水设施、引入智能化管理系统、强化水质安全保障体系建设及优化水资源配置与管理等策略，旨在提升供水系统稳定性、安全性与运行效率，为城市供水系统的现代化升级提供理论支撑与实践参考。

关键词：市政供水系统；改造；升级策略

引言

随着城市化进程加速，市政供水系统面临的挑战日益严峻。供水设施老化导致漏损率攀升、维修成本增加，传统管理模式难以满足精细化运营需求，水质安全隐患更是直接威胁公众健康。在此背景下，对市政供水系统进行改造与升级迫在眉睫。本文通过系统分析市政供水系统现状，探索切实可行的改造升级策略，以期为保障城市供水安全、提升供水服务水平、推动城市高质量发展提供有效路径。

1 市政供水系统概述

市政供水系统作为现代城市基础设施的核心组成部分，是保障城市居民生活、生产活动持续稳定运行的关键系统，主要涵盖水源取水、输水、净水及配水四大环节，通过一系列复杂且精密的工艺流程和设施设备，实现水资源从自然状态到安全饮用水的转化及输送。在水源取水环节，市政供水系统的水源选择丰富多样，既包含江河、湖泊、水库等地表水水源，也涉及地下含水层等地下水水源。不同水源各有特性，地表水受气候、季节及周边环境影响较大，水量和水质波动明显；地下水相对稳定，但易受地质条件和人为污染影响。取水工程依据水源特性建设，如在河流中修建取水口、泵房，在地下设置管井、大口井等，通过水泵、管道等设备将原水引出，输送至净水厂。输水过程中，原水经输水管渠从水源地向净水厂输送，输水管渠通常采用重力流或压力流方式。重力流输水依赖地形高差，具有能耗低、运行成本低的优势；压力流输水则依靠水泵加压，能突破地形限制，实现长距离输水。为确保输水安全稳定，输水管渠多采用双管或多管布置，且配备必要的阀门、排气阀、排水阀等附属设施，保障输水系统的运行调控与故障检修。净水处理是市政供水系统的核心环节，通过沉淀、过滤、消毒等工艺去除原水中的悬浮物、胶体、

微生物、有害化学物质等，使水质达到国家规定的生活饮用水卫生标准。沉淀工艺借助重力使水中颗粒杂质沉降；过滤通过滤料截留微小颗粒；消毒则利用氯气、二氧化氯、紫外线等方式杀灭水中致病微生物。经净化处理后的水进入清水池储存，再通过配水管网输送至用户。

2 市政供水系统现状分析

2.1 供水设施老化严重

在城市发展进程中，部分市政供水管网建设年代久远，历经岁月洗礼，如今已呈现出严重的老化态势。许多城市的供水管道始建于上世纪，甚至更早时期，使用年限远超预期。长时间的水流冲刷、地下复杂环境的侵蚀，使得管道材质性能下降，抗压、抗腐蚀能力减弱。例如，一些早期采用的铸铁管、钢管，在长期运行后，管壁逐渐变薄，易出现裂缝、孔洞，导致漏水现象频发。据相关统计，在某些老旧城区，因管道老化引发的漏水事故，每年可达数十起，不仅造成大量水资源浪费，还严重影响了城市供水的稳定性。老化的供水设施还表现为管道内壁结垢严重。随着时间推移，水中的矿物质、微生物等杂质不断附着在管道内壁，形成厚厚的污垢层。这不仅减小了管道的过水断面，增加了水流阻力，降低了供水效率，还可能滋生细菌、病毒等有害微生物，对水质安全构成潜在威胁。在一些老旧小区，高层住户常常反映水压不足，用水高峰时甚至出现停水现象，这很大程度上是由于供水管道老化、管径变小以及内壁结垢导致水流不畅所致。供水设施中的附属设备，如阀门、水表等，也因长期使用而老化损坏，维修更换不及时，进一步影响了供水系统的正常运行。阀门老化可能导致无法有效控制水流，出现跑冒滴漏现象；水表精度下降，则会影响水量计量的准确性，给供水企业的运营管理带来困难^[1]。

2.2 管理模式相对滞后

当前,市政供水系统的管理模式在诸多方面难以适应现代城市发展的需求。在信息化时代,许多供水企业仍依赖传统的人工巡查、纸质记录方式进行管网维护管理。人工巡查效率低下,难以全面覆盖庞大复杂的供水管网,容易遗漏一些隐蔽性的管道故障和安全隐患。人工记录的数据准确性和及时性也存在问题,不利于对供水系统运行状况进行实时、精准分析和决策。与之形成对比的是,一些先进城市已引入智能监测设备,对管网压力、流量、水质等参数进行24小时实时监测,一旦出现异常,系统能够迅速发出警报,维修人员可及时定位并处理问题,大大提高了管理效率和供水安全性。供水系统管理的协同性不足也是一个突出问题。供水涉及水源取水、水厂制水、管网输水以及用户用水等多个环节,各环节之间缺乏有效的沟通与协作机制。例如,水源地水位变化、水质波动等信息不能及时准确地传递给水厂,导致水厂在制水过程中难以根据原水情况灵活调整工艺参数,影响出厂水水质。管网维护部门与用户服务部门之间信息不畅,用户反映的用水问题不能得到及时有效的解决,降低了用户满意度。在城市建设过程中,供水部门与其他市政工程部门之间缺乏协调,供水管网时常受到其他工程施工的影响,造成管道损坏、停水事故等问题。在城市道路拓宽、轨道交通建设等工程中,因施工单位对地下供水管网分布情况了解不足,施工过程中不慎挖断供水管道的事件时有发生,给居民生活和社会生产带来极大不便。

2.3 水质安全保障压力增大

随着居民生活水平的提高,对饮用水水质的要求日益严苛,然而市政供水系统在水质安全保障方面面临着诸多挑战。从水源角度看,受工业污染、农业面源污染以及生活污水排放等因素影响,许多城市的水源地水质状况不容乐观。部分水源水中含有重金属、有机物、氨氮等污染物,增加了水厂制水的难度和成本。即便经过常规的混凝、沉淀、过滤、消毒等处理工艺,仍可能无法完全去除一些新型污染物,如抗生素、内分泌干扰物等,这些物质对人体健康的潜在危害不容忽视。一些工业发达地区的水源地,因周边企业排放的废水含有重金属和难降解有机物,使得原水水质复杂,水厂不得不增加深度处理工艺,如活性炭吸附、膜过滤等,以确保出厂水水质达标,但这无疑增加了制水成本和运行管理难度。二次供水环节也存在较大的水质安全隐患。在城市中,大量高层建筑需要通过二次供水设施来满足用水需求。然而,部分二次供水设施建设标准低、管理不善,

水箱长期未清洗、消毒,导致水箱内滋生藻类、细菌等微生物,水质恶化。一些老旧小区的二次供水水箱甚至出现生锈、漏水现象,不仅影响水质,还可能造成供水中断。二次供水设施的管理责任不明确,供水企业与物业之间相互推诿,使得二次供水水质监管存在空白地带,居民的饮用水安全难以得到有效保障。在一些小区,居民反映自来水有异味、发黄等问题,经检测发现是二次供水设施污染所致,这严重影响了居民的生活质量和身体健康^[2]。

3 市政供水系统改造与升级策略

3.1 更新改造供水设施

(1) 供水设施的更新改造以管网系统为核心突破口,老旧铸铁管道长期受水流冲刷和土壤腐蚀,内壁形成大量锈垢,导致过水断面缩小、输水效率下降,甚至出现爆管渗漏等问题。通过采用球墨铸铁管、PE管等新型耐腐蚀材料,配合非开挖修复技术,可有效降低管网漏损率,减少水资源浪费。对关键节点的阀门、消火栓等附属设施进行更换,提升管网运行的灵活性和应急响应能力。(2) 水泵机组的升级是保障供水压力稳定的关键环节,传统水泵在运行过程中存在效率低、能耗高的问题。引入高效节能型水泵,结合变频调速技术,根据用水高峰低谷动态调节水泵转速,既能满足不同时段的供水需求,又能显著降低能耗成本。对泵站的电气控制系统进行智能化改造,实现远程监控和故障预警,提升设备运行的可靠性。(3) 水厂处理设施的更新聚焦于工艺优化,沉淀、过滤等传统处理单元的设备老化,影响处理效果和出水水质。采用高效斜管沉淀池替代平流沉淀池,增大沉淀面积,缩短沉淀时间;升级滤池滤料,采用活性炭-石英砂双层滤料,增强对有机物和杂质的截留能力。对加药系统进行改造,通过精确计量和自动投加,确保药剂投加量精准匹配水质变化,提高处理效率和水质稳定性。

3.2 引入智能化管理系统

(1) 构建覆盖整个供水系统的物联网监测网络,在水源地、水厂、管网节点、用户终端等位置部署大量传感器,实时采集水位、水压、流量、水质等关键数据。这些数据通过5G或光纤网络传输至数据中心,借助云计算技术进行存储和处理,形成供水系统的数字化镜像,实现对供水全流程的动态感知。(2) 运用大数据分析和人工智能算法,对海量监测数据进行深度挖掘,建立供水需求预测模型。通过分析历史用水数据、天气情况、人口密度等因素,准确预测未来时段的用水需求,为调度决策提供科学依据。利用机器学习算法对管网漏损进

行智能诊断,通过分析压力、流量等数据的异常波动,快速定位漏损点,提高维修效率。(3)搭建智能化调度平台,整合水源调配、水厂生产、管网输配等环节的控制功能。它能依据用水需求预测自动优化水源分配,协调多水源联合供水;远程调控水厂生产,自动调整加药、消毒等工艺参数;控制管网阀门开度,优化水流、平衡压力,保障供水稳定。平台具备应急指挥功能,可实时分析数据并协同多方,快速制定应急调度方案,降低事故影响^[3]。

3.3 加强水质安全保障体系建设

(1)在水厂处理工艺末端增设深度处理单元,针对原水水质特点和潜在污染物,采用臭氧-活性炭联合处理、膜处理等先进工艺。臭氧氧化能够有效降解水中的有机物、藻类和异味物质,活性炭吸附进一步去除小分子有机物和残留臭氧;膜处理技术通过截留微生物、胶体和溶解性有机物,实现对水质的精准净化,确保出厂水达到更高的水质标准。(2)构建覆盖水源地到用户终端的全流程水质监测体系,除了在水厂常规监测外,在管网末梢、二次供水设施等关键位置加密设置监测点。采用在线监测设备实时检测余氯、浊度、pH值等指标,结合实验室定期抽检,及时掌握水质变化情况。利用物联网技术将监测数据实时传输至监控中心,一旦发现水质异常,立即启动预警机制,采取相应处理措施。(3)建立水质安全应急处理机制,针对可能出现的水源污染、突发事件等情况,制定详细的应急预案。储备充足的应急处理药剂和设备,定期组织应急演练,提高应对突发事件的能力。加强与环保、水利等部门的协作,建立信息共享和联合应急机制,及时获取水源地周边环境变化信息,提前防范水质安全风险,保障居民用水安全。

3.4 优化水资源配置与管理

(1)开展水资源综合评估,分析区域内水资源总量、用水结构和用水效率,结合经济社会发展规划和人口增长趋势,制定科学合理的水资源配置方案。通过调整产业结构,限制高耗水行业发展,推广节水工艺和技

术,提高工业用水重复利用率;在农业灌溉方面,推广滴灌、喷灌等高效节水灌溉方式,减少农业用水浪费,实现水资源的优化配置。(2)加强水资源的循环利用,建设再生水回用设施,将污水处理厂达标排放的中水进行深度处理后,回用于工业冷却、城市绿化、道路冲洗等领域。通过建立再生水输送管网,完善再生水利用体系,提高再生水的利用率。鼓励居民家庭安装雨水收集装置,将收集的雨水用于冲厕、浇花等非饮用水用途,拓宽水资源利用渠道,缓解水资源供需矛盾。(3)建立水资源动态管理平台,实时监控水资源的开发、利用和保护情况。通过对用水大户的用水数据进行实时监测和分析,实施用水定额管理,对超定额用水单位采取阶梯水价等措施,引导其节约用水。利用平台对水资源配置方案进行动态调整,根据水资源变化情况和用水需求,优化水源分配和用水调度,实现水资源的可持续利用,保障城市供水安全和社会经济的协调发展^[4]。

结语

综上所述,市政供水系统的改造与升级是一项系统性工程。通过更新供水设施、引入智能化管理、加强水质安全保障及优化水资源配置等策略的协同实施,能够有效解决当前供水系统存在的问题,显著提升供水系统的运行效率与服务品质。未来,随着技术的不断进步与管理理念的持续创新,市政供水系统应进一步深化改革,以适应城市发展新需求,为城市安全稳定运行筑牢供水保障根基。

参考文献

- [1]刘明芳.市政供水系统施工管理与漏损控制技术[J].建筑工程技术与设计,2022,10(20):139-141.
- [2]武一奇,尹小青.市政供排水系统碳排放标准研究[J].环境工程,2024,42(11):146-152.
- [3]蒋宗斌.市政供水改造工程施工质量管理现状及优化措施[J].中国建筑金属结构,2023,22(9):180-182.
- [4]龚志伟.老旧市政供水管网改造与智能监测系统研究[J].数字化用户,2025(22):58-60.