给排水管网更新与水资源循环利用构建

徐德华

山东盛世大观建设工程有限公司　山东　临沂　276000

摘　要：现代城市水系统普遍存在管网老化破损、雨污混接、水资源利用低效等结构性缺陷，无法适配新型城镇化与低碳节水发展要求。本文基于城市水系统一体化理念，围绕管网智能更新与水资源闭环循环体系建设，梳理管网运行与水资源利用的现存问题，从管网升级、循环体系搭建、智慧管控、系统协同四方面提出优化路径，通过完善管网功能、打通再生水利用通道、搭建数字管控体系，推动给排水系统提质增效，助力城市水资源可持续利用与水生态治理。

关键词：给排水；管网更新；水资源；循环利用

引言

在城市更新与城镇化建设背景下，传统给排水管网碎片化运行、设施滞后等问题日益突出，管网漏损、污水收集不足、雨水资源浪费等问题制约水系统高质量发展。水资源紧缺与水环境治理双重压力下，传统末端治理模式已难以适配节水低碳的发展需求。管网作为城市水资源输配与调蓄的核心基础设施，其升级改造与水资源循环体系的融合构建，是解决城市水问题的核心举措。当前水务行业已迈入全域统筹发展阶段，智能化管网改造、水资源循环化布局，是城市水生态可持续发展的主流方向。

1 城市给排水管网与水资源利用发展现状

城市给排水管网体系历经多轮建设改造，基本形成覆盖城镇建成区的输水、排水、污水处理基础网络，支撑城市生产生活用水与水环境治理基本需求。但存量管网建设周期跨度大，早期建设的管网存在材质落后、布局固化、建设标准偏低等共性问题，长期运行后出现结构性老化、功能性衰减等问题，形成大量管网运行隐患。老旧城区管网混接错接、管线淤积、破损渗漏问题普遍存在，直接造成供水管网水资源漏损率偏高，排水管网污水收集不彻底、雨污分流不彻底，影响城市水环境治理成效。现阶段城市水资源利用模式仍存在明显短板，多数城市尚未形成全域水资源循环体系，用水模式以单向取水、用水、排水为主，再生水、雨水等非常规水资源利用率处于较低水平[1]。给排水管网改造多采用局部修补、分段更新的碎片化模式，缺乏全域统筹规划，管网更新与水资源利用体系相互割裂，输水、排水、再生水回用管网衔接性不足，难以实现水资源的梯次利用与闭环循环。随着智慧水务、低碳水务发展提速，行业发展导向已发生根本性转变，从单一的管网运维、污水治理转向水系统全域提质、水资源高效循环、运维模式数字化升级。当前多数城市的管网改造仍停留在硬件更新层面，未同步配套智能化管控体系与循环利用设施，管网承载能力、运行效率、适配性无法匹配现代城市水资源精细化管控需求。

2 给排水管网现存核心问题

2.1 管网硬件设施老化，运行效能持续衰减

存量给排水管网硬件设施老化是当前城市水系统运行的核心短板之一，早期铺设的铸铁、水泥等材质管网耐腐蚀、抗沉降性能较差，长期受地下水土侵蚀、地面荷载挤压、管线老化等因素影响，普遍出现管壁破损、接口松动、管线变形等问题。供水管网老化直接引发持续性漏损，造成大量清洁水资源无效消耗，降低城市供水保障效率。排水管网老化则会导致管线淤积、堵塞、塌陷，降低排水输水能力，雨季易出现排水不畅、路面积水等问题。管网建设布局的滞后性问题同样突出，老旧城区管网布局依据早期城市规划建设，管线密度、管径规格无法适配现阶段城市扩容、人口集聚、用水增量的发展需求。部分区域管网覆盖存在空白，支线管网、入户管网衔接不完善，形成管网运行盲区。同时，存量管网改造存在碎片化问题，局部更新与原有管网适配性较差，管线衔接不规范，造成管网整体运行稳定性不足，无法形成连续、高效的输水排水网络，持续影响城市给排水系统的基础运行效能。

2.2 管网体系规划滞后，雨污分流效能不足

城市给排水管网规划建设长期存在重建设、轻统筹

的问题，管网体系缺乏全域一体化规划，新旧城区管网建设标准不统一，管网系统独立性强、联动性弱，整体系统性不足。多数老城区域仍保留合流制管网体系，雨污混接、错接问题普遍存在，降雨天气下雨水与生活污水、少量工业废水混合排放，大幅增加污水处理设施运行负荷，同时造成河道、地表水体污染，削弱水环境治理成果[2]。雨污分流改造推进过程中存在精细化不足的问题，部分区域仅完成主干管网分流改造，支线管网、入户支管未同步配套整改，形成局部混接死角，无法实现全域雨污分流。分流后的雨水管网、污水管网功能定位模糊，雨水收集排放无序，污水收集存在遗漏，管网资源利用效率偏低。

2.3 管网运维模式传统，精细化管控缺失

现阶段多数城市给排水管网运维仍沿用传统人工巡检、被动抢修的管理模式，运维手段单一、响应效率偏低，无法实现管网运行状态的实时感知、动态监管。传统运维模式依赖人工经验，对管网隐性渗漏、管线淤积、管网压力异常等问题排查滞后，故障出现后才能开展抢修，易造成水资源浪费、供水中断、积水内涝等问题，运维成本居高不下。管网数字化管控体系建设滞后，多数区域未搭建全域管网数据平台，管网基础数据更新不及时，管线位置、管径、运行年限等基础信息不完善，无法为管网改造、运维调度、水资源调配提供数据支撑。管网分区计量、动态监测设备覆盖率偏低，供排水流量、压力、水质等关键运行数据无法实时采集分析，运维管理缺乏数据支撑。

3 给排水管网更新与水资源循环利用体系构建策略

3.1 全域统筹推进管网智能化更新改造

立足城市全域水系统发展格局，打破局部改造、碎片化更新的传统模式，实施给排水管网系统性、整体性更新升级。结合城市更新、老旧小区改造、道路升级等工程，梳理全域存量管网运行台账，精准识别老化破损、规格滞后、布局不合理的管网段落，分类推进管网更新、修复、扩容作业。淘汰低性能、高损耗的老旧管材，采用耐腐蚀、抗沉降、密封性强的新型管材铺设管网，提升管网硬件设施的稳定性与使用寿命。针对老旧城区支线管网、入户管网薄弱环节，补齐管网短板，消除管网覆盖空白区与运行盲区。同步推进管网标准化改造，统一新旧城区管网建设标准，优化管网管径布局、管线走向，适配城市用水增量与排水治理需求。全面深化雨污分流精细化改造，针对合流制区域、混接错接点位开展专项整改，实现主干管网、支线管网、入户管网全域分流，彻底解决雨污混流问题。结合城市低碳发展需求，优化管网输水排水结构，降低管网运行能耗，构建低损耗、高效率、高稳定性的新型给排水管网硬件体系。依托现代信息技术推进管网智能化升级，在管网关键节点布设流量、压力、水质、液位等智能监测终端，实现管网运行状态 24 小时实时感知。搭建管网分区计量管控体系，细化管网管控单元，精准定位管网漏损点位，实现从被动抢修向主动预判、精准运维转变[3]。通过硬件更新与智能赋能结合，全面降低管网漏损率，提升给排水系统运行效率，为水资源循环利用搭建稳定的硬件载体。

3.2 搭建多维度水资源闭环循环利用体系

依托更新后的给排水管网体系，打破传统单向用水模式，构建污水再生、雨水收集、梯次补水的全域水资源闭环循环体系，提升非常规水资源利用率。以城市污水处理设施为核心，打通污水收集、处理、再生回用全链路，依托专用再生水管网，将达标再生水输送至城市绿化浇灌、道路清扫、工业生产、景观补水等用水场景，实现污水资源化再利用，减少清洁自来水的消耗。优化再生水管网布局，衔接主干给排水管网，构建分质供水、分区回用的水资源配置模式，实现水资源梯次利用。同步推进雨水资源规范化收集利用，结合城市管网改造配套建设雨水调蓄、收集、净化设施，依托雨水管网截留路面、建筑屋面雨水，经过简单净化处理后用于城市生态补水、绿化用水。针对城市低洼区域、积水点位，优化雨水管网调蓄能力，兼顾排水防涝与雨水资源化利用双重需求，实现雨水资源的高效截留与循环利用。统筹城市生活污水、工业废水、雨水等各类水资源，建立统一的水资源调配机制，依托管网系统实现不同水质水资源的分类输送、分场景利用。推动水资源循环体系与城市生态治理深度融合，将再生水、雨水优先用于河道生态补水、湿地补水，改善城市水生态环境，形成“取水—用水—排水—再生—回用”的完整闭环。通过多维度水资源循环体系构建，降低城市对原生水资源的依赖，缓解水资源供需矛盾，实现水资源可持续利用，契合城市节水低碳发展核心导向。

3.3 构建数字化智慧水务综合管控平台

依托大数据、物联网、云计算等数字技术，搭建全域智慧水务综合管控平台，整合给排水管网运行、水资源调配、水质监测、设施运维等各类数据，实现城市水系统一体化、数字化、智能化管控。整合城市管网基础信息、改造数据、运行监测数据，建立动态更新的管网电子档案，实现全域管网可视化管控，为管网改造、运维调度、规划优化提供精准数据支

撑。打破传统水务数据孤岛，打通供水、排水、污水处理、再生水回用各环节数据链路，实现各板块数据互联互通[4]。搭载智能分析与预警模块，平台可对管网漏损、管网压力异常、水质波动、排水拥堵等问题进行自动识别、智能预警，辅助工作人员快速处置各类管网运行故障，大幅提升运维响应效率。结合城市用水规律、季节变化、降雨特征，通过大数据分析实现水资源供需动态预判，智能调配管网输水、排水、再生水回用流量，优化水资源配置方案，提升水资源利用精准度。推行管网精细化分区管理，细化管控网格，实现每一段管网、每一处用水节点的精准管控。依托平台实现水资源循环全流程监管，对污水收集处理效率、再生水回用比例、雨水利用量等核心指标进行实时统计、动态分析，精准把控水资源循环利用成效。持续迭代平台功能，适配管网更新、水资源利用模式升级的发展需求，推动水务管理从传统经验化管控向数据驱动、智能调控的现代化模式转型，全面提升城市水系统运行效能与水资源循环利用水平。

3.4 推进管网更新与水资源循环系统协同发展

坚持系统治理理念，推动给排水管网硬件更新、智慧管控、水资源循环利用三者深度协同，破解各环节独立运行、衔接不畅的发展难题，构建一体化城市水系统发展格局。管网更新改造不再局限于单一输水排水功能提升，同步适配水资源循环利用需求，优化再生水管网、雨水管网与传统给排水管网的衔接布局，完善水资源循环输送通道，保障各类非常规水资源高效输送利用。统筹管网改造工程与水资源循环设施建设，实现硬件设施同步规划、同步建设、同步投用。建立水系统动态协同调控机制，依托智慧管控平台，联动供水调度、排水运维、污水处理、再生水回用等各环节，根据城市用水需求、水环境状态、天气变化等因素，动态调整管网运行参数与水资源调配方案。用水高峰期优化供水管网输水调度，保障供水稳定；降雨期强化雨水管网调蓄与污水管网运维，防范内涝与污水溢流；日常运行中精准调配再生水回用规模，最大化提升水资源循环利用率[5]。立足城市长远发展，建立管网动态更新与水资源循环体系长效优化机制，定期排查管网运行状态，结合城市发展扩容、用水结构变化，持续优化管网布局与水资源利用模式。兼顾水系统安全、节水减排、生态保护多重目标，通过系统协同发展，实现管网运行低损耗、水资源利用高效率、水生态环境高品质的多重提升，推动城市水务行业向低碳化、智能化、循环化方向高质量发展，夯实城市水资源可持续发展基础。

结语

管网更新改造与水资源循环体系构建，是推进城市水系统高质量发展、破解水资源短缺、水环境压力与管网运行低效问题的核心路径。依托硬件升级、循环体系搭建、智慧管控、系统协同的一体化建设思路，落实智能管网改造、水资源闭环利用与数字化管控，可有效降低管网运行损耗，提升水资源利用效能，优化城市水生态环境。未来需持续统筹水系统全域发展，深化管网设施与水循环体系融合升级，推动城市水资源可持续利用，助力节水城市生态建设。

参考文献

[1] 杨波. 城市给排水系统优化设计与水资源循环利用研究 [J/OL]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2025,(12):062-065.

[2] 王旻阳. 建筑给排水设计中水资源循环利用研究 [J]. 数码设计（电子版）,2025,(1):0043-0045.

[3] 徐克辉, 刘江博. 基于循环利用的造纸厂给排水管网节能技术应用分析 [J]. 华东纸业,2025,55(11):87-89.

[4] 郭海涛, 刘勇, 陈健亨. 市政给排水管网多模态检测与自动修复技术实践 [J]. 新潮电子,2026,(12):217-219.

[5] 李玲琪. 城市更新中给排水管网改造设计研究 [J]. 广州建筑,2025,53(12):41-46.