

低碳理念下市政给排水工程节能降耗措施研究

王洋

天津市政工程设计研究总院有限公司 天津

【摘要】市政给排水工程作为城市基础设施的关键一环，其重要性不言而喻。它涵盖取水、输水、加压，以及污水收集、处理、排放等诸多环节，能源消耗高度集中。在当下“双碳”目标稳步推进的大背景下，给排水工程的建设与运行不能再仅仅聚焦于供排水能力这一单一指标，节能降耗与资源循环利用同样刻不容缓。本文以低碳理念为切入点，深入剖析市政给排水工程能耗形成的原因，从多个维度探寻解决之道。通过管网优化，减少输水过程中的能量损耗；采用设备节能技术，降低设备运行能耗；推进污水资源化，实现水资源的循环利用；借助智慧管理手段，提升工程运行效率。期望通过这些措施，能够有效提高市政给排水工程的运行效能，助力城市基础设施加速向绿色、低碳方向转型，为城市的可持续发展贡献力量。

【关键词】低碳理念；市政给排水；节能降耗；管网优化；智慧管理

【收稿日期】2026年5月6日 **【出刊日期】**2026年6月3日 **【DOI】**10.12208/j.ispm.20260011

Research on energy conservation and consumption reduction measures for municipal water supply and drainage engineering under the low-carbon concept

Yang Wang

Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin

【Abstract】 Municipal water supply and drainage engineering is a crucial link in urban infrastructure, and its importance is self-evident. It encompasses many stages, including water intake, water transmission, pressurization, and sewage collection, treatment, and discharge, resulting in highly concentrated energy consumption. Under the current backdrop of steadily advancing “dual-carbon” goals, the construction and operation of water supply and drainage engineering can no longer focus solely on the single indicator of water supply and drainage capacity; energy conservation, consumption reduction, and resource recycling are equally urgent. This paper takes the low-carbon concept as its starting point, deeply analyzes the causes of energy consumption in municipal water supply and drainage engineering, and explores solutions from multiple dimensions. Through pipeline network optimization, energy loss during water transmission can be reduced; energy-saving technologies can be adopted to reduce equipment operating energy consumption; sewage resource utilization can be promoted to achieve water resource recycling; and intelligent management methods can be used to improve engineering operation efficiency. It is hoped that these measures can effectively improve the operational efficiency of municipal water supply and drainage engineering, help accelerate the transformation of urban infrastructure towards a green and low-carbon direction, and contribute to the sustainable development of cities.

【Keywords】 Low-carbon concept; Municipal water supply and drainage; Energy conservation and emission reduction; Pipeline network optimization; Smart management

引言

城市规模不断扩大，居民用水需求持续增长，

在此情况下市政给排水系统肩负着多项重要职责，包括保障供水安全、改善水环境、支撑城市运行。然

而在实际运行过程当中部分工程出现了一些问题，诸如设计粗放、管网存在漏损、泵站能耗偏高、污水处理效率不足等。这些问题不仅会使运行成本增加，而且还会对城市绿色发展水平产生影响。低碳理念主张在工程的整个寿命周期里降低能源消耗、碳排放，并且要把节能技术、精细管理与资源循环利用相结合。所以研究市政给排水工程节能降耗的措施有着比较强的现实意义。

1 低碳理念对市政给排水工程的现实要求

1.1 从工程建设向全周期低碳管理转变

传统的市政给排水工程往往更侧重于建设规模、管径配置、处理能力等方面，而很容易忽略掉后期运行过程中的能耗、维护成本。在低碳理念的背景下，工程管理需要从单一的建设导向转变为全寿命周期控制的模式，在规划设计阶段就要充分考虑地形条件、服务范围、用水变化、系统运行方式等因素，以此来减少后期进行高能耗补救的情况发生。管网布置的时候应该尽可能地利用地势高差，从而降低不必要的加压输送，污水系统需要结合片区开发强度进行合理分区，防止因为管线过长^[1]、提高泵站过密而导致持续能耗增加。工程材料的选择同样要兼顾耐久性与维护便利性，减少由于频繁开挖、返修所带来的资源浪费。只有把低碳目标融入到设计、施工、运行、更新的整个过程当中，给排水工程才能够达成稳定、安全与节能的统一。

1.2 从末端治理向源头减耗和系统协同转变

市政给排水系统的能耗并非仅仅产生于污水处理厂或者泵站末端，而是在取水、输配、排水、处理、回用的整个过程中都会出现^[2]。倘若只是依靠末端设备的改造，节能的空间是比较有限的。低碳管理需要重视源头控制、系统协同，像是借助海绵城市建设来降低雨水径流的压力，利用雨污分流来减少污水处理厂水量的波动，通过管网漏损控制来削减无效供水量。供水、排水、再生水、雨水系统之间也应当建立起衔接，防止各自进行建设、出现重复投资、造成能源浪费。尤其是在新区开发、老城更新的时候，要把给排水工程与道路、绿化、地下空间、公共建筑同步进行规划，让节能降耗不再单纯依赖单点改造，而是成为城市基础设施协同运行所产生的结果^[3]。

2 市政给排水工程能耗偏高的主要原因

2.1 管网设计与运行管理不够精细

有些城市的给排水管网建设时间比较早，在城市不断扩张、用水格局发生变化的情况下，原来的管网渐渐出现了一些问题，像管径不匹配、局部水压不足、管线老化，并且漏损率偏高。在供水系统里，如果分区压力控制得不合理，高区就需要持续进行加压，而低区又容易出现压力过剩的状况，不但会增加泵站的负荷，还会让管道渗漏的情况变得更加严重。在排水系统中，雨污混接、管道淤积、坡度不合理等问题，会致使污水输送效率降低，如果情况严重，就需要增加提高设备或者频繁地进行清淤维护。另外，管网运行数据采集不够，这也使得管理人员很难及时发现异常水量、压力波动、暗漏点。由此能够看出，管网环节的能耗并非仅仅源于设备功率，而是和规划布局、维护水平、运行调度有着紧密的关联。

2.2 泵站和污水处理设备节能水平不足

泵站属于市政给排水工程里能耗比较高的部分，部分泵站存在设备选型偏大运行工况偏离高效区、启停控制粗放等情况。当水量变化幅度较大而泵组调节能力不够时通常借助阀门节流或者频繁启停来维持运行这会造成电能浪费和设备损耗。污水处理厂也存在能耗方面的压力，曝气系统、污泥处理系统、提高系统用电量比较大。要是进水水质水量波动显著自动控制水平欠佳，曝气量常常难以精确匹配实际需氧量容易出现过度曝气或者处理效率降低的情况^[4]。部分项目在建设阶段注重一次性投资控制，对高效电机、变频设备、智能监测和余能利用考虑不周全，致使后期运营成本长期处于较高水平。

3 低碳理念下节能降耗的技术措施

3.1 优化管网系统，降低输配过程损耗

市政给排水节能工作当中，管网优化属于基础环节。供水系统能够借助分区计量、压力分区、夜间最小流量分析这种方式，去识别那些高漏损的区域，然后渐渐推进老旧管道更新、接口修复、阀门维护工作。针对地势起伏比较明显或者服务范围相对较大的片区而言，有必要合理地设置二次加压设施，以此来防止因为大范围统一高压供水而造成能源浪费的情况出现。在新建管网设计的时候，需要结合远期发展状况、近期需求，避免管径过大致使水龄延长，也要防止管径过小而造成水头损失增加。排水系统应当推进雨污分流改造工作，从而减少雨季污水处理厂处于超负荷运行的状态，对于容易出现

淤积的管段,要进行坡度复核、疏通维护,以此提高重力流输送效率。通过管网结构的优化、漏损控制,能够从源头减少无效输送量,进而为后续设备节能创造相应的条件。

3.2 推广高效设备与智能控制技术

泵站节能改造需要依据实际流量、扬程、运行时段,对设备工况重新进行校核,进而选取出高效水泵、节能电机、变频控制系统,以此让泵组尽可能运行在高效区。针对水量波动幅度较大的区域而言,能够采用多泵组合运行的方式,依据实时需求来调整启停数量、频率,从而减少“大马拉小车”的现象。污水处理厂应当着重对曝气系统予以优化,借助溶解氧、氨氮、总氮等在线监测数据来调节曝气强度,防止长期过量供氧的情况发生。鼓风机、搅拌器、污泥脱水设备等同样需要结合负荷变化来实施精细控制。智慧水务平台能够把流量、压力、水质、能耗、设备状态纳入统一监测范畴,借助数据分析找出异常工况,辅助运行人员进行调度决策^[5]。技术节能与智能管理相结合以后,工程运行不再依赖经验判断,而是逐渐朝着精准控制的方向发展。

4 市政给排水资源循环与管理优化路径

4.1 加强污水资源化和雨水利用

低碳理念着重于减少能耗、重视水资源循环利用。市政污水经过稳定处理之后,能够当作再生水去用于道路冲洗、园林绿化、河道补水、工业冷却、市

政杂用,进而降低优质自来水的消耗^[6]。再生水系统建设需要结合城市功能区布局,优先在用水量稳定、回用需求明确的区域进行推广,防止管网建成后利用率不足。雨水利用也具备节能价值,借助下凹绿地、透水铺装、调蓄池、雨水花园等设施,能够削减雨季排水峰值,减轻泵站和污水处理厂的负荷。对于公共建筑、学校、园区、市政道路而言,可以把雨水收集与绿化灌溉、景观补水相结合,建立分散利用与集中调蓄互补的模式。水资源循环利用水平提高以后,给排水系统的整体碳排放压力也会跟着降低。

4.2 完善运维机制和低碳评价体系

节能降耗措施能不能持续发挥功效,重点在于运维管理是否做到位。市政管理部门要建立能耗统计、绩效评价机制,把单位供水电耗、污水处理电耗、管网漏损率、再生水利用率、设备完好率这类指标归入日常考核之中^[7]。针对泵站、污水处理厂、关键管网节点,要形成定期巡检、数据分析、问题整改、效果复核的闭环管理。施工阶段同样要注重质量控制,管道接口、检查井、防渗结构还有设备安装要是存在缺陷,在运行期都会转变为能耗、维护成本。人员培训不能被忽视,运行人员需要掌握节能设备操作、自动控制逻辑还有异常数据判断方法,防止因管理粗放而抵消技术改造的效果。依靠制度约束、数据支撑、人员能力提高,低碳管理才能够从口号转变为稳定的工程实践。

表 1 低碳理念下市政给排水节能降耗与资源化措施

类别	具体措施	技术或管理手段	预期效果
管网优化	分区计量、压力分区、老旧管道更新	阀门维护、坡度复核、漏损控制	降低输配损耗,减少泵站能耗
高效设备	高效泵、高效电机、变频控制	多泵组合运行、精细曝气、智能监测	提高设备效率,降低电耗
智慧管理	智慧水务平台、在线监测	流量、压力、水质、能耗统一监控	精准调度,异常快速响应
水资源循环	污水再生、雨水利用	下凹绿地、透水铺装、调蓄池	减少优质水消耗,降低碳排放
运维与考核	巡检、数据分析、绩效评价	电耗统计、漏损率监测、设备完好率考核	持续改善节能效果,保障低碳管理

5 结语

低碳理念给市政给排水工程转型指引了全新方向。节能降耗并非简单地更换设备,也不是在工程末尾增添控制措施,而是要在规划设计、施工建设、运行维护、资源利用的整个过程中得以体现。当下,应着重在管网漏损控制、泵站高效运转、污水处理精准调节、雨水与再生水利用、智慧水务平台建立等方面不断努力。并且,要建立科学的能耗评价、运

维管理机制,以此让节能目标可以被量化、跟踪^[8]、改进。唯有把技术措施、管理制度、低碳意识有效结合,市政给排水工程才能够在保障城市安全运行的前提下降低资源消耗,为城市绿色发展与生态文明建设给予有力支持。

参考文献

[1] 刘坚.能耗模型下的市政给排水系统节能设计分析[J].中

- 国建筑金属结构,2026,25(03):42-44.
- [2] 王永威.节能技术在市政给排水工程设计的应用研究[J].新城建科技,2025,34(08):49-51.
- [3] 朱培樞.市政给排水工程设计中的节能给排水技术研究[J].科技资讯,2024,22(17):175-177.
- [4] 闻笑男.节能给排水技术在市政给排水工程设计中的应用策略[J].居舍,2022,(20):61-64.
- [5] 罗莉.城市市政给排水节能设计措施的运用[J].中国战略新兴产业,2022,(03):128-130.
- [6] 忻少华.节能减排技术在市政给排水设计中的应用研究[J].工程技术研究,2019,4(07):169-170.
- [7] 王刚.节水节能技术在市政给排水建筑工程中的实际应用分析[J].民营科技,2017,(07):166.
- [8] 贾婷.基于能耗模型的市政给排水系统设计与节能优化[J].科技创新与生产力,2025,46(07):76-78.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS