

建筑工程给排水系统节能运维管理路径探究

段富强

沂水县浚源水务有限公司 山东 临沂 276400

摘要：本文聚焦于给排水系统的“运维管理”环节，系统性地探讨了实现其节能降耗的可行路径。研究首先剖析了当前给排水系统在运维中面临的主要能耗与资源浪费问题；其次，从优化系统运行策略、提升设备能效水平、强化管网漏损控制、深化非常规水资源利用以及构建智能化管理平台等五个维度，详细阐述了核心节能运维管理措施；进而，深入分析了制约这些措施有效落地的体制机制、技术标准、人员素养及成本效益等关键障碍；最后，提出了以全生命周期管理理念为指导，融合精细化、数字化、协同化管理手段的综合性解决方案，并对未来发展趋势进行了展望。研究表明，唯有通过系统集成与管理创新，才能真正释放给排水系统在建筑节能中的巨大潜力。

关键词：建筑工程；给排水系统；节能运维；漏损控制；智能化管理

引言

随着我国城镇化进程的不断深化和人民生活水平的持续提高，建筑领域的能源与水资源消耗总量持续攀升。其中给排水系统因全天候、高频率运行，成为重要用能单元。传统运维偏重功能保障，忽视能效优化，致使系统长期处于“高投入、低效率”状态。在“双碳”目标及《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》等政策驱动下，推动给排水系统向精细化、智能化节能运维转型，已成为降低运营成本、提升服务质量、履行社会责任的必然要求。然而，节能运维并非仅靠设备更新或参数调整，而是一项融合技术、管理、经济与制度的系统工程，需从系统整体出发，统筹水力工况、负荷特性、设备匹配度与运行策略，实现全局优化。本文旨在厘清建筑给排水系统节能运维的核心内涵、关键技术与实施障碍，构建一套理论清晰、逻辑严谨、操作性强的管理路径，为行业提供实践参考，助力系统向更高效、更绿色、更智慧的方向演进。

1 建筑工程给排水系统运维中的能耗与资源浪费现状

1.1 系统运行策略粗放，能效低下

许多建筑的给排水系统在实际运行中，缺乏科学、动态的调控策略，往往采用“大马拉小车”或“一刀切”的固定模式。例如，生活给水泵组常按最大设计流量配置，但在大部分时间里，实际用水量远低于设计值，导致水泵长期在低效区运行，电能被大量浪费在克服多余的扬程和流量上。同样，热水循环泵为了保证最不利点的水温，常常24小时不间断运行，即便在夜间或低峰时段也维持高流量循环，造成了巨大的无效能耗。这种静态、僵化的运行方式，未能根据建筑的实际使用规律（如昼夜、工作日/周末、季节变化）进行自适应调节，是系统能效低

下的根本原因之一。

1.2 设备老化与选型不当，性能衰减

给排水系统的核心设备，如水泵、电机、阀门、管道等，在长期运行过程中不可避免地会出现老化、磨损和性能衰减。老化的水泵叶轮效率下降，密封件失效导致内泄增加；陈旧的电机绝缘性能降低，功率因数变差；锈蚀的管道内壁粗糙度增大，水流阻力显著上升。这些因素共同作用，使得系统维持相同供水压力和流量所需的能耗逐年递增^[1]。此外，在系统初建或改造时，若设备选型不当，如水泵的额定工况点与系统实际需求严重偏离，或者未选用高效节能型产品，也会从源头上埋下高能耗的隐患。

1.3 管网漏损严重，隐性浪费巨大

管网漏损是给排水系统中一种隐蔽但危害极大的资源浪费形式。由于管道接口松动、管材腐蚀穿孔、外部施工破坏或水锤冲击等原因，大量的自来水在输送过程中悄然流失。这种漏损不仅直接浪费了宝贵的水资源，还间接增加了供水泵的能耗，因为泵站需要额外做功来弥补这部分损失的水量。更为严重的是，地下管网的漏损往往难以被及时发现，尤其是在复杂的建筑群或老旧小区，漏损点定位困难，导致“跑冒滴漏”现象长期存在，形成持续性的资源与能源双重浪费。

1.4 非常规水资源利用不足，依赖单一水源

现代城市建筑对自来水的依赖度过高，未能充分利用雨水、优质杂排水（灰水）等非常规水资源。大量可回收利用的雨水直接排入市政雨水管网，而洗衣、洗浴等产生的灰水也未经处理便与黑水混合排走。这不仅加重了市政供水系统的负担，也增加了污水处理厂的处理负荷。如果能在建筑内部建立完善的雨水收集回用系统

和中水处理回用系统,将处理后的非传统水源用于绿化灌溉、道路冲洗、车库保洁乃至冲厕等低质用水场合,将能显著减少对新鲜自来水的需求,从而在源头上实现节能节水的双重目标。

2 建筑工程给排水系统节能运维管理的核心路径

2.1 优化系统运行策略,实现精准调控

精细化的运行策略是节能运维的灵魂。其核心在于打破固定不变的运行模式,引入基于实时数据和预测模型的动态调控机制。对于变流量的给水系统,应全面推广变频调速技术。通过在供水管网的关键节点安装压力或流量传感器,将实时信号反馈给变频器,从而自动调节水泵电机的转速,使供水压力或流量始终与瞬时用水需求相匹配,避免不必要的能量损耗^[2]。对于热水系统,则应推行分时分区的循环控制策略。利用智能控制器,根据建筑不同区域的使用时间和用水习惯,设定个性化的循环启停时段和温度阈值,确保在需要时有热水,不需要时则停止或降低循环强度,最大限度地减少待机热损失和循环泵能耗。

2.2 提升设备能效水平,保障系统健康

设备是系统运行的物质基础,其能效水平直接决定了系统的能耗上限。节能运维管理必须将设备全生命周期的能效管理纳入核心议程。一方面,要建立常态化的设备巡检与维护保养制度,定期对水泵、电机、阀门等关键设备进行性能检测、润滑保养和部件更换,及时修复或淘汰效率低下、故障频发的老旧设备,确保其始终处于最佳工作状态。另一方面,在设备更新或系统改造时,应严格执行国家能效标准,优先选用列入《节能产品政府采购清单》的高效节能水泵、永磁同步电机、低阻力阀门等产品。通过源头把控和过程维护的双重保障,从硬件层面筑牢节能根基。

2.3 强化管网漏损控制,堵住隐性漏洞

控制管网漏损是挖掘节能节水潜力的重要抓手。这需要一套集监测、预警、定位和修复于一体的综合管理体系。首先,应在建筑给水系统的总入口和各主要用水分区设置高精度的远传水表,构建分级计量网络。通过每日、每周、每月的用水量数据分析,可以快速发现异常用水或疑似漏损区域。其次,可引入声学相关仪、红外热成像仪、气体示踪等先进的检漏技术,对疑似漏损点进行精确定位,大幅提高检漏效率和准确性。最后,一旦发现漏点,应建立快速响应和修复机制,确保在最短时间内完成抢修,将损失降至最低。通过这套闭环管理流程,可以将管网漏损率控制在合理范围内。

2.4 深化非常规水资源利用,拓展水源渠道

将非常规水资源纳入建筑水系统规划,是从供给侧实现节能节水的根本性举措。对于新建或大规模改造的建筑,应一体化设计雨水综合利用系统。通过屋面、路面等集水面收集雨水,经初期弃流、过滤、消毒等简单处理后,储存于地下或屋顶水箱,用于绿化、景观补水、道路浇洒等^[3]。同时,应积极建设中水回用系统,将盥洗、淋浴等优质杂排水收集起来,经过生物或物化处理,达到相应的回用标准后,替代自来水用于冲厕等用途。这不仅减少了对外部新鲜水源的依赖,也减轻了市政污水管网的排放压力,实现了水资源的梯级利用和循环再生。

2.5 构建智能化管理平台,赋能精细决策

信息化、智能化是提升给排水系统运维管理水平的终极武器。通过构建建筑能源管理系统(BEMS)或专门的智慧水务平台,可以将分散的给排水设备、仪表和控制系统有机整合。该平台能够实时采集水泵电流电压、管网压力流量、水箱液位、水质参数等海量运行数据,并利用大数据分析和人工智能算法,对系统能效进行在线诊断、对潜在故障进行智能预警、对最优运行策略进行辅助决策。管理人员可以通过可视化界面,直观掌握系统全局运行态势,远程操控设备启停,并生成详细的能效分析报告。这种数据驱动的管理模式,彻底改变了以往依赖经验判断的粗放式运维,实现了从“被动响应”到“主动预防”、从“模糊管理”到“精准施策”的根本转变。

3 制约节能运维管理路径有效实施的关键障碍

(1) 全生命周期成本观念普遍缺失。多数业主和物业管理方在决策时过度关注设备采购与安装的初始投入,忽视长期运行中的能耗与维护成本。高效节能设备虽前期价格较高,但其在整个使用周期内可显著降低水、电支出,实现总体成本节约。然而,这种短视的成本观导致节能技术难以推广。(2) 专业人才与技术能力严重不足。现代节能运维需融合给排水、自动控制、信息技术与数据分析等多领域知识,而当前物业运维队伍普遍存在年龄老化、技能单一、依赖经验操作等问题,缺乏系统诊断与智能优化能力;同时,市场上能提供高水平定制化服务的专业机构也较为稀缺。(3) 标准规范与激励机制不健全。尽管国家层面有建筑节能政策导向,但针对给排水系统节能运维的具体技术标准、评价体系和强制性要求仍不完善,导致实践缺乏统一依据;此外,对节能成效显著的项目缺乏财政补贴、税收优惠或绿色金融支持,而对高耗能系统又缺少有效约束,难以形成正向激励。(4) 多系统协同困难与数据孤岛问题突出。给排水系统与暖通、电力、消防等子系统高度耦合,但在

实际管理中各系统分属不同团队,信息不互通、策略不协同,且运行数据分散于独立平台,无法进行跨系统能效分析,严重制约了建筑整体能源效率的提升。上述障碍相互交织,成为节能运维路径落地的主要瓶颈。

4 深化节能运维管理的系统性对策

4.1 树立全生命周期成本管理理念

政府、行业协会和专业机构应加强宣传引导,通过发布典型案例、开展培训讲座等方式,大力普及全生命周期成本(LCC)的理念和计算方法。鼓励业主和物业公司在项目决策阶段,就将未来的运行能耗和维护费用纳入综合考量,进行科学的投资回报分析^[4]。金融机构也可开发与能效表现挂钩的绿色信贷产品,为采用高效节能方案的项目提供更优惠的融资条件,从而在经济杠杆上引导理性决策。

4.2 加强专业人才培养与服务体系构建

高等院校和职业院校应适时调整课程设置,增设建筑智慧运维、建筑能源管理等交叉学科方向,培养复合型专业人才。同时,应鼓励和支持现有从业人员参加继续教育和职业技能认证,不断提升其专业素养。政府可牵头搭建产学研用合作平台,促进科研机构、设备厂商、物业公司和服务商之间的技术交流与合作,培育一批能够提供从咨询、设计、实施到运维一站式服务的高水平专业化企业,完善市场服务体系。

4.3 完善标准体系与政策激励机制

相关部门应加快制定和完善针对建筑给排水系统节能运维的专项技术标准和评价规范,明确各项节能措施的技术要求、性能指标和检测方法,为实践提供权威指引。在此基础上,应建立健全涵盖财政、税收、金融、土地等多方面的政策激励包。例如,对达到特定节能标准的建筑给予容积率奖励或专项资金补贴;对节能服务公司实行增值税减免;将建筑给排水系统的能效表现纳入绿色建筑评价和物业企业信用评级体系,形成正向激励与反向约束相结合的长效机制。

4.4 推动多系统集成与数据融合

未来的建筑运维管理,必然是基于统一数字底座的多系统协同优化。应大力推广建筑信息模型(BIM)技术在运维阶段的应用,将给排水、暖通、电气等各专业的设备信息、管线信息和运维数据集成到一个共享的BIM模型中。在此基础上,构建统一的建筑智慧运营平台,打通各子系统的数据壁垒,利用物联网和云计算技术,实现对建筑能源、水资源、环境舒适度等多维度的综合监控与协同调控。通过这种深度集成,可以从建筑整体最优的角度,挖掘跨系统的节能潜力,实现1+1>2的聚合效应。

5 结语

建筑工程给排水系统的节能运维管理,是建筑领域实现绿色低碳转型不可或缺的关键环节。它绝非一蹴而就的短期行为,而是一项需要长期投入、系统规划和精细执行的复杂工程。本文通过系统梳理其面临的现状问题,提出了涵盖运行策略优化、设备能效提升、管网漏损控制、非常规水源利用及智能化平台构建在内的五大核心路径,并深入剖析了制约其有效实施的理念、人才、制度和技术障碍。研究表明,成功的节能运维管理必须摒弃碎片化的思维,以全生命周期的视角,融合技术创新、管理变革和制度保障,构建一个多方协同、数据驱动、持续改进的现代管理体系。唯有如此,才能充分释放给排水系统在建筑节能降碳中的巨大潜能,为建设资源节约型、环境友好型社会贡献坚实力量。

参考文献

- [1]韩琳.绿色建筑给排水技术的节能应用与实践[J].建材发展导向,2025,23(15):124-126.
- [2]李振,李龙跃,宋铭铭.建筑给排水节水节能材料与技术创新研究[J].佛山陶瓷,2026,36(02):68-70.
- [3]帅永刚.绿色建筑给排水系统节水节能技术研究[J].工程建设与设计,2026,(01):69-71.
- [4]陈姣.智能建筑给排水系统节能控制应用研究[J].绿色建筑与智能建筑,2025,(10):132-135.