

建筑给排水系统设计中的节能与水资源优化利用研究

张 宁

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]建筑给排水系统是城市基础设施的关键构成,其设计的科学性与先进性直接影响资源利用效率和可持续发展成效,本研究聚焦建筑给排水系统的节能设计及水资源高效利用,深入剖析当前设计中能耗居高不下、水资源浪费严重等痛点,系统探讨节能设备应用、水回用技术及智能控制系统的实践路径,通过构建系统性设计策略,旨在达成节能减排与水资源高效利用的双重目标,为绿色建筑发展注入技术动能,研究证实,优化后的设计方案不仅能大幅削减建筑能耗与用水成本,还可提升系统运行的环境效益与经济价值,具备显著的推广意义。

[关键词]建筑给排水; 节能设计; 水资源利用; 回用系统; 智能控制

DOI: 10.33142/ect.v3i9.17882

中图分类号: TU991

文献标识码: A

Research on Energy-saving and Optimal Utilization of Water Resources in the Design of Building Water Supply and Drainage Systems

ZHANG Ning

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Building water supply and drainage system is a key component of urban infrastructure, and the scientific and progressiveness nature of its design directly affects the efficiency of resource utilization and the effectiveness of sustainable development. This study focuses on the energy-saving design of building water supply and drainage system and the efficient use of water resources, deeply analyzes the pain points such as high energy consumption and serious waste of water resources in the current design, systematically discusses the practical path of energy-saving equipment application, water reuse technology and intelligent control system, and aims to achieve the dual goals of energy-saving, emission reduction and efficient use of water resources through the construction of systematic design strategies, and injects technical momentum into the development of green buildings. The research confirms that the optimized design scheme can not only significantly reduce building energy consumption and water costs, but also improve the environmental benefits and economic value of system operation, with significant Promotion significance.

Keywords: building water supply and drainage; energy-saving design; water resource utilization; reuse system; intelligent control

引言

伴随城镇化加速推进,建筑用水需求呈持续攀升态势,给排水系统的能耗问题与水资源浪费现象愈发严峻,传统设计模式因资源利用效率低下、运维成本高昂等缺陷,已无法契合绿色建筑发展趋势及“双碳”战略目标,在此背景下,将节能理念深度融入建筑设计环节,探索系统优化升级与水资源循环利用的创新路径,成为建筑行业的迫切需求与发展共识,本文结合当下技术发展趋势,全面分析节能型给排水设计要点、水资源回收技术原理及智能控制手段,提出兼具可行性与实效性的综合优化方案,为建筑行业节能降耗提供理论参考与实践指导。

1 建筑给排水系统的节能设计原则

1.1 综合能效评估与系统布局优化

建筑给排水系统的能耗广泛分布于水泵运转、电气调控及输配管网等环节,依据《建筑给排水设计规范》,系统布局失当可致使能耗增幅超 15%,凸显设计初期开展系统化能效评估的必要性,首先需深入剖析建筑用水特性,涵盖用水频次、流量峰值及功能区域分布,以此精准预判系统运行模

式,其次,应优化水平与垂直管网布局,尽量规避长距离输水与高扬程抽水工况,如高层建筑采用分区供水设计,可有效降低泵送能耗,提升系统能效,同时,精简管道转折与接口数量,减少局部阻力损失,降低系统整体功耗;对热水管道加装绝热层,可显著减少热量散失,提高热能利用率。

1.2 优化设备选型与能源等级配置

设备选型是节能设计的核心环节,在给排水系统中,水泵与热交换器作为主要耗能设备,约占系统总能耗的 40%,选用一级能效水泵并配置变频控制装置,可依据实际流量需求自动调节转速,避免能源浪费,实践数据表明,采用变频技术后,建筑水泵系统年耗电量可降低 20%~30%。热水系统中,应优先选用板式换热器等高传热效率设备,其换热效率可达 90%以上,大幅减轻热源负荷,设备选型需兼顾维护便捷性与使用寿命,规避频繁更换带来的间接能耗,通过全生命周期能效评估,优先选用节能认证产品,确保选型精准适配系统需求。

1.3 控制策略与运行时段管理

科学的运行控制策略是提升系统节能水平的关键,传

统给排水系统多采用定时或手动控制方式,易造成能耗空转。引入智能控制系统,通过流量、压力、液位传感器实时监测系统运行状态,实现设备按需启停与动态调节,可显著提高能源利用效率,例如,某大型商业综合体应用智能水泵控制系统后,日均节电率达 18%,此外,需结合用户行为规律优化运行时段设置,如在夜间或非营业时段降低系统运行强度,减少无效供水;在用水高峰时段,借助调蓄设施平衡负荷,缓解电网压力,针对多功能建筑,实施分区域独立控制,可有效避免局部供能过剩,通过自动化监测、分区化管理与动态调节策略,实现建筑给排水系统能耗的精细化管控,助力达成绿色建筑节能目标。

2 水资源的多层次优化利用途径

2.1 雨水收集与渗透系统设计

雨水作为建筑场地内的可再生资源,其合理利用对水资源循环与城市排水减负具有双重价值,雨水收集系统设计需整合建筑屋面、阳台及地面铺装等集水界面,通过设置雨水口、截污挂篮、初期弃流装置及蓄水池等设施,实现雨水的高效截留与预处理,依据《绿色建筑评价标准》,科学配置的雨水利用系统可满足建筑 60%的绿化用水及 30%以上的冲厕用水需求,渗透系统则通过渗井、渗渠、透水铺装等设施促进雨水下渗,补充地下水资源并减少地表径流污染,在北方干旱地区与南方暴雨频发城市,该设计更具生态调节功能,对区域水资源平衡意义重大。

2.2 中水回用系统的集成设计

中水回用系统通过收集处理洗浴水、洗衣水等低污染生活污水,与建筑非饮用水系统联动,形成用水闭环,系统涵盖收集、处理、回用三环节,常用生物接触氧化、膜分离、紫外线消毒等处理工艺,其中膜生物反应器(MBR)因高效稳定、占地集约等优势被广泛应用,以 2 万 m^2 办公楼为例,引入中水系统后年节水量可达 4000~6000t,节约水费约 2 万元。设计需注重系统稳定性,配置冗余处理能力与自动监控设备保障水质安全,回用场景覆盖冲厕、道路冲洗、冷却补水等,兼具节水效益与市政供水压力缓解作用,环境经济效益显著。

2.3 用水末端节水器具配置

节水理念的落地不仅依赖系统层面的水源替代与整体优化,更需深入用水末端的细节管控,作为节能与资源优化的“最后一公里”,末端节水措施直接决定建筑整体用水效率,当前,节水型卫生器具与感应式控制装置已成为核心手段:3 级水效坐便器单次冲水量达 5.4L,而 1 级水效节水产品可降至 3.8L 以下;感应水龙头通过智能感应自动启闭,有效减少空放浪费,国家《节水型用水器具标准》明确要求各类器具通过专业认证,确保节水性能与质量统一,实践数据显示,办公楼、学校等公共建筑全面应用节水器具后,整体用水量可降低 15%~25%。配套安装流量调节阀、水压控制器等设备,可进一步平衡局部水

压,避免因压力过高导致的水流浪费,在建筑设计阶段,需结合不同区域的使用频率与功能需求(如卫生间、茶水间、实验室等),科学选配节水器具类型与规格,在保障用户使用舒适度的前提下,构建覆盖用水全流程、全生命周期的节约管理体系,实现节水目标从“被动执行”向“主动设计”的根本转变。

3 智能化技术在节能中的应用

3.1 智能控制系统的安装与调度优化

智能控制系统通过多维度传感器网络实时采集水位、流量、水压等关键运行数据,经中央处理器分析后自动调控水泵、阀门及用水终端设备,实现给排水系统的动态化智能管理。近些年生活给水设备已普遍采用变频给水设备供水,以高层建筑变频供水系统为例,压力传感器与变频控制器联动,可根据实时用水需求调节水泵转速,避免传统“恒压供水”模式下的能源浪费,实测数据显示,应用智能控制系统后,建筑水泵能耗可降低 20%~35%。通过设定分时段启停逻辑与分区供水策略,系统在用水高峰时段保障水压稳定,夜间低负荷时段自动进入节能模式,不仅延长设备寿命,还可降低运行噪音与维护成本,此外,系统支持远程监控与故障自诊断功能,运维人员可跨区域管理多个项目,实时响应设备异常,实现集约化、精细化管理目标。

3.2 数据采集与用水行为分析

数据驱动已成为建筑给排水系统智能化节能管理的核心驱动力,在系统关键用水节点部署流量计、智能水表、压力传感器及温度感应装置,能够构建起全方位、立体化的用水数据采集网络,该平台通过自动化实时监测,持续汇聚各时段、区域及设备的用水数据,并以可视化图谱形式呈现,为管理决策提供直观依据,依托大数据分析技术,管理者得以深入洞察用户用水行为规律,精准区分用水高峰与低谷时段,同时快速定位异常用水区域,及时发现管网渗漏、设备故障等潜在隐患,显著降低水资源浪费,长期的用水行为数据分析,还可为系统优化升级提供科学指引,无论是调整储水罐容量以平衡供需,优化水泵启停策略提升能效,还是增设智能提示装置引导节水,均能通过数据支撑实现精准决策,当数据平台与人工智能算法深度融合,更可实现用水趋势预测、节能策略模拟以及能耗风险预警等高级功能,推动建筑给排水系统向智能化、精准化、可持续化方向迈进,开启建筑节水管理的全新阶段。

3.3 故障预警与维护智能化管理

传统给排水系统维护模式以“故障后修复”为主,这种被动式管理不仅造成能源损耗,还易引发用户用水中断问题,与之相比,智能化系统借助实时监测与异常数据捕捉,实现了从被动应对到主动预防的转变,当压力传感器监测到水压异常波动、流量计反馈流量突变,或是电流传感器检测到水泵电流骤增时,系统会立即触发预警机制,将报警信息精准推送至运维人员终端设备,部分先进智能

平台还具备机器学习能力,能够通过分析设备历史运行数据,预判故障发生趋势,提前提示维保计划,有效规避突发性停机风险,《建筑设备管理技术白皮书》显示,采用智能预警系统后,维护工作效率可提升 30%以上,设备停机时间缩短 50%,同时,配套的数字化维护平台可全面记录设备运行参数、维修流程及更换周期,形成完整的设备档案,杜绝维护信息遗漏与重复作业问题,通过构建智能预警与维护体系,给排水系统得以维持高效稳定运行,为建筑节能目标的持续达成提供坚实保障。

4 节能与资源优化设计的实施要点

4.1 设计阶段的节能目标设定

设计阶段是奠定建筑给排水系统节能基调的核心环节,需将节能目标转化为可量化、可执行的标准,深度融入系统规划与技术方案,首先,依据建筑功能定位与用水特征,科学设定节能指标,如单位面积年用水量、能耗限额、中水回用比例等,为设计决策提供明确标尺,其次,设备选型环节优先采用高能效认证产品,选择集成智能控制功能的水泵、换热器等设备,从源头规避高能耗风险,管网设计遵循路径最短、阻力最小原则,结合地形地貌、建筑竖向分布及功能分区优化布局,降低输水能耗。

4.2 施工阶段的协同管控

无论设计方案如何先进,若施工环节无法精准落实,建筑给排水系统的节能目标终将落空,因此,施工阶段必须强化多专业协同作业与现场精细化管理,保障设计理念完整呈现,在施工图深化阶段,需组织给排水、暖通、电气等多专业团队开展联合审查,通过交叉核对及时发现各系统间的冲突点与空间干涉问题,避免施工过程中因临时改造破坏原有节能设计策略,进入安装施工环节,更要严格把控设备型号匹配度、管道坡度精度、保温层厚度等关键工艺参数,确保与节能设计要求完全一致,从管材连接的密封性、设备安装的定位准确性,到智能系统布线的规范性,每个施工细节都需遵循统一标准与工艺流程,最大限度减少因施工误差导致的系统能效损耗,此外,施工单位、设计单位与监理单位应构建紧密的联动机制,针对施工中的每个细节与节能关键节点,开展全过程质量追踪与动态监督,必要时可通过打造样板段工程,进行系统联调与试运行,实地验证节能设计的实际效果。

4.3 运营阶段的绩效评估机制

建筑给排水系统投入运行后的能效表现,是检验节能

与资源优化目标达成度的核心标准,为此,需构建科学完备的绩效评估体系,实现对系统运行效果的长效监测与动态优化,该机制以能耗、水耗、中水回用率、设备运行效率等为核心评估指标,借助智能管理平台实时采集数据并可视化呈现,确保节能绩效可量化、可追踪,同时,定期开展专项评估,通过分析能耗趋势、识别异常波动,精准定位系统运行中的潜在问题,为运维策略调整提供数据支撑,对于节能成效显著的系统,可通过优化控制参数、调整运行模式进一步挖掘增效潜力;针对能耗异常或效率低下的系统,则需及时启动故障诊断,通过技术改造或设备维护实现性能提升,此外,将节能绩效纳入责任管理考核体系,强化运营主体节能意识,形成“监测-评估-优化”的闭环管理模式,推动建筑全生命周期内资源利用效率最大化。

5 结语

建筑给排水系统的节能设计与水资源优化利用,是践行绿色建筑理念、推进可持续发展的重要抓手,通过系统性优化设计、高效节能设备选型、智能化技术深度应用,结合设计、施工、运营全阶段协同管控,可显著提升资源利用效率,降低建筑运行能耗,实现环境效益与经济效益的双赢,本文从节能设计策略、水资源循环利用技术、智能化管理手段及实施要点出发,提出了一套可落地的优化方案,未来,需持续推动技术融合创新与管理模式升级,构建贯穿建筑全生命周期的节水节能体系,为建筑行业低碳转型与高质量发展注入新动能。

[参考文献]

- [1]宋桂栋.高层绿色建筑给排水节能设计方案[J].科技创新,2025(12):173-176.
 - [2]单超群.装配式建筑给排水设计探究[J].建材发展导向,2025,23(9):31-33.
 - [3]曹玉霞,白晓玉.高层建筑给排水网络优化设计及节水节能研究[J].新城建科技,2025,34(4):58-60.
 - [4]姚祖祥.BIM 技术在建筑给排水系统设计中的集成应用与优化策略[J].居业,2025(4):60-62.
 - [5]程春娟.雨水收集在建筑给排水设计中的应用效果[J].城市建设理论研究(电子版),2025(10):193-195.
- 作者简介:张宁(1991.1—),男,汉族,毕业学校:河北农业大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。