

绿色建筑中给排水节能新技术应用

沈光辉

山东华建建工建设发展有限公司 山东 济南 250000

摘要:绿色建筑中,给排水节能新技术聚焦全生命周期资源优化,通过雨水收集、中水回用系统实现水资源梯级利用,结合太阳能热水与空气源热泵技术降低化石能源消耗;智能监测平台动态调控水泵运行,配合低阻力管材与环状管网设计减少输水能耗;真空排水技术、低流量器具及黑水/灰水分离技术进一步降低污水排放与管网漏损。此外,物联网传感器与AI算法优化设备运行策略,形成“源头减量-过程控制-循环利用”的立体节能体系,推动绿色建筑向低碳化、智能化转型。

关键词:绿色建筑;给排水节能新技术;应用

引言:在全球倡导低碳发展与资源高效利用的背景下,绿色建筑肩负着节能减排的重要使命。给排水系统作为建筑运行的能耗大户,传统设计存在水资源浪费、能源利用效率低等问题,与绿色发展理念相悖。随着物联网、新能源等技术的崛起,变频供水、雨水回收、太阳能与空气源热泵联合供热等新技术不断涌现,为破解难题提供了可能。本文通过解析节能理论框架、剖析新技术应用场景,探索技术-政策-社会的协同优化路径,为绿色建筑实现“零水耗、低能耗”目标提供实践参考。

1 绿色建筑给排水系统节能理论框架

1.1 节能设计原则

(1) 全生命周期节能原则。该原则要求从建筑规划、设计到运维的全阶段融入节能理念。规划阶段需结合建筑功能与区域水资源禀赋,合理布局给排水管网,避免冗余线路增加能耗;设计阶段优先选用低阻力管材、高效节水器具,优化水泵选型与管网水力计算,降低系统运行基础能耗;运维阶段通过智能监测平台实时监控用水量、水压及设备运行状态,及时排查管网堵塞、设备故障等问题,减少非必要能耗损耗,实现全周期节能效益最大化。(2) 水资源梯级利用原则。遵循“优质水优用、低质水低用”的核心逻辑,明确水资源使用优先顺序:第一优先级为饮用水,保障水质安全与供应稳定;第二优先级为生活用水(如洗漱、清洁),可部分采用处理达标的中水替代;第三优先级为灌溉用水(如绿化浇灌),优先使用雨水或经过简单处理的中水;第四优先级为景观用水(如人工湖、喷泉),以雨水、再生水为主,减少优质自来水消耗,通过分级利用大幅降低新鲜水资源开采量,缓解水资源供需矛盾。

1.2 核心节能目标

(1) 降低供水能耗。通过优化供水系统设计降低能

耗,一方面选用高效节能水泵,采用变频调速技术根据用水负荷动态调节水泵运行功率,避免传统恒速水泵的能源浪费;另一方面简化水处理流程,在满足水质标准的前提下,减少不必要的净化环节,降低水处理设备的电力消耗,实现供水系统能耗的有效管控。(2) 提高水资源循环利用效率。构建雨水收集与中水回用系统,将屋面、路面收集的雨水经沉淀、过滤后用于绿化灌溉、道路冲洗;将生活污水(如洗衣、洗澡水)经处理达标后作为中水,用于马桶冲水、景观补水,形成“取水-用水-再生-再利用”的循环体系,大幅提升水资源的重复利用效率,减少对新鲜水资源的依赖。(3) 减少污水排放与管网漏损。通过采用节水器具降低生活用水量,从源头减少污水排放量;同时选用耐腐蚀、密封性好的管材与管件,加强管网施工质量管控,并利用智能监测技术实时监测管网压力与流量,及时发现并修复漏点,降低管网漏损率,减少水资源浪费与污水外排对环境的影响^[1]。

2 绿色建筑中给排水节能新技术应用

2.1 供水系统节能技术

(1) 变频调速供水设备。传统恒速水泵无论用水量多少均以固定转速运行,易造成能源浪费。变频调速供水设备通过传感器实时采集管网水压、流量数据,结合用水量变化动态调节水泵电机转速:用水高峰时提高转速以满足供水需求,用水低谷时降低转速减少输出功率,避免“大马拉小车”的能耗问题,同时减少水泵启停次数,延长设备使用寿命,实现供水能耗与供水需求的精准匹配。(2) 无负压供水技术。该技术突破传统二次加压供水需修建蓄水池的模式,直接连接市政供水管网,通过负压抑制装置确保市政管网压力稳定,利用市政管网原有压力直接供水。当市政压力满足用户需求时,设备停止加压;仅当压力不足时,才启动水泵补充

加压,大幅减少二次加压环节的能耗,同时避免蓄水池水质污染风险,简化供水系统结构。(3)管网优化设计。通过合理规划管网布局降低水流阻力与输送能耗:采用环状管网替代传统枝状管网,实现水流双向输送,减少管网末端水压损失,同时提升供水可靠性;缩短供水路径,避免不必要的管线绕行,减少水流沿程阻力;选用内壁光滑、阻力系数小的管材,降低局部阻力损失,从整体上优化管网水力特性,减少水泵运行负荷^[2]。

2.2 雨水收集与中水回用技术

(1)雨水收集系统。采用“源头控制+终端调蓄”的组合模式:建筑屋顶设置绿化种植层,通过植被截留、土壤渗透减少雨水径流;地面采用透水铺装材料,让雨水直接渗入地下,补充地下水的同时降低地表径流压力;在地下或室外场地设置雨水调蓄池,收集屋顶、路面汇集的雨水,经初步沉淀、过滤后储存,为后续处理与回用提供稳定水源。(2)中水处理工艺。根据中水水源水质与回用要求,选用高效、低耗的处理技术:膜生物反应器(MBR)结合生物降解与膜过滤功能,可有效去除水中有机物、悬浮物与微生物,出水水质稳定,适用于对水质要求较高的回用场景;人工湿地技术利用水生植物、微生物与基质的协同作用净化污水,无需复杂机械设备,运行成本低,兼具生态景观功能,适合处理负荷较低的中水。

(3)回用场景。将处理达标的雨水与中水用于非饮用水领域:作为马桶冲水水源,替代自来水,减少生活用水消耗;用于建筑周边绿化灌溉,根据植物需水规律精准供水;作为工业或商业建筑中冷却塔的补水,降低新鲜用水量,形成水资源循环利用的闭环。

2.3 热水系统节能技术

(1)太阳能热水系统。优化集热器与储热水箱的配置:根据建筑朝向、日照条件选择合适类型的太阳能集热器(如平板型、真空管型),并合理布局集热器面积,确保充分吸收太阳能;储热水箱容量与集热器产热能力、建筑热水用量相匹配,避免水箱过大导致热量损耗,或过小无法满足用水需求,同时采用保温材料包裹水箱,减少热量散失。(2)空气源热泵技术。利用空气中的低位热能加热水,通过压缩机将低温热能转化为高温热能,无需消耗煤炭、天然气等化石能源,仅需少量电能驱动设备运行,能效比远高于传统电热水器。该技术不受季节限制,即使在低温环境下也能稳定运行,适用于各类气候区域的绿色建筑,兼具节能与环保优势^[3]。

(3)管道保温与循环优化。热水输送管道采用保温性能优异的材料(如聚氨酯泡沫、岩棉)包裹,减少热量在输送过程中的散失;优化热水循环系统设计,缩短循环

管道长度,设置合理的循环水泵运行策略,避免热水在管道内长时间滞留导致的温度下降,确保用户打开水龙头即可获得热水,减少无效放水与热量浪费。

2.4 污水排放与资源化技术

(1)低流量排水器具。推广使用节水型排水器具,从源头减少污水产生量:节水型马桶采用虹吸式或直冲式设计,减少单次冲水量;感应水龙头通过红外感应自动开关,避免长流水现象;低流量淋浴喷头通过限流装置降低出水量,同时保证淋浴舒适度,从生活用水终端减少污水排放量。(2)真空排水系统。利用气力输送原理替代传统重力排水:系统通过真空泵产生负压,将污水以气力方式输送至污水处理设施,无需依赖管道坡度,可大幅减小污水管径,降低管道施工难度与成本;同时减少污水泵送过程中的能耗,且管道内污水流速快,不易堵塞,降低维护成本。(3)黑水/灰水分离技术。将生活污水分为黑水(马桶污水)与灰水(洗漱、洗衣、洗澡水),进行差异化处理:黑水含有较高浓度的有机物与氮磷,采用针对性处理工艺(如厌氧消化),可实现有机物降解与沼气回收;灰水水质相对较好,经简单过滤、消毒后即可回用,减少处理成本,提高污水资源化效率。

2.5 智能控制与监测技术

(1)物联网(IoT)传感器。在供水管网、水箱、水处理设备等关键位置安装各类传感器:流量传感器实时监测用水量变化,水质传感器检测水体浊度、pH值等指标,设备传感器监控水泵、热泵等设备的运行温度、电流等参数,将数据实时传输至控制平台,为系统优化运行提供数据支撑。(2)AI优化算法。基于历史用水数据与实时监测数据,通过AI算法预测建筑用水需求(如工作日与节假日、白天与夜间的用水差异),动态调整供水水泵转速、热水系统运行模式等,避免系统盲目运行;同时通过算法分析设备运行状态,提前预判设备故障,减少非计划停机带来的能耗损失。(3)远程运维平台。将系统监测数据与控制功能集成于远程运维平台,管理人员可通过电脑、手机等终端实时查看系统运行状态,无需现场巡检即可完成设备参数调整、故障排查等操作,大幅降低人工运维成本;同时平台可对系统能耗、水资源利用情况进行统计分析,为后续节能优化提供决策依据^[4]。

3 绿色建筑中给排水节能技术优化策略

3.1 技术层面

(1)推广低能耗设备。优先选用符合国家一级能效标准的给排水设备,以核心设备水泵为例,一级能效水

泵相比传统低效水泵，能源转换效率可提升10%-15%，在长期运行中能显著降低电力消耗。同时，结合建筑用水需求精准选型，避免设备“大材小用”——如小型办公建筑无需配置大功率供水泵，通过匹配设备参数与实际负荷，减少无效能耗。此外，逐步淘汰老旧高能耗设备，建立设备更新台账，根据设备使用年限与能耗衰减情况，制定定期更换计划，确保系统始终运行在高效节能状态。（2）加强系统集成设计。打破给排水各子系统独立运行的壁垒，实现供水管网、雨水回用、热水供应、智能监测等系统的协同联动。例如，将雨水收集系统与绿化灌溉系统直接对接，省去中间储水传输环节，减少水泵二次加压能耗；将热水系统的余热回收装置与供水系统结合，利用热水输送过程中散失的热量预热冷水，降低加热能耗。设计阶段需统筹各系统的技术参数与运行逻辑，避免因系统脱节导致的能耗浪费，同时预留接口便于后期智能化升级，形成“一站式”节能体系。

3.2 政策与管理层面

（1）完善绿色建筑补贴与节水激励政策。针对采用低能耗给排水设备、雨水回用系统等节能技术的绿色建筑项目，给予财政补贴或税收减免，降低项目初期投入成本——如对安装一级能效水泵的项目按设备造价的一定比例发放补贴，对雨水回用率达标的的项目减免部分水资源费。同时，建立节水奖励机制，对居民或企业用户超额完成节水指标的，给予水费折扣或现金奖励，激发市场主体与个人参与节能的积极性，形成“政策引导+市场响应”的良性循环。（2）建立全生命周期能耗监测与考核机制。构建覆盖建筑规划、设计、施工、运维全阶段的给排水能耗监测体系，要求项目在设计阶段提交能耗预估报告，施工阶段记录设备安装与系统调试能耗数据，运维阶段通过智能平台实时上传用水量、设备能耗等信息。将给排水节能指标纳入绿色建筑评价体系，设定明确的能耗限额与节水标准，对未达到考核要求的项目限期整改，对超额完成目标的项目给予荣誉表彰或额外政策支持，通过全流程管控确保节能技术真正落地见效。

3.3 社会层面

（1）提升公众节水意识。依托物业、社区、学校等场景开展多形式宣传活动：在居民小区公告栏公示建筑月度用水量与节能数据，让居民直观了解节水成效；通过线上公众号推送给排水节能知识，如“中水冲厕的正确使用方法”“家庭节水小技巧”；组织线下体验活动，邀请居民参观建筑雨水收集系统与中水处理站，增强公众对节能技术的认知与认同，推动节水习惯从“被动要求”向“主动践行”转变。（2）推动产学研合作。搭建高校、科研机构与建筑企业的合作平台，聚焦给排水节能技术的痛点难点开展联合攻关——如高校团队研发更高效的膜分离技术用于中水处理，科研机构优化太阳能热水系统的集热效率，企业则提供实际应用场景与资金支持，加速技术从“实验室”向“工程现场”的转化。同时，鼓励合作双方建立技术共享机制，将成熟的节能技术形成标准化方案推广至更多绿色建筑项目，避免重复研发，提升行业整体节能技术水平。

结束语

绿色建筑中给排水节能新技术的应用，是推动建筑领域低碳转型的关键实践。从雨水回收的循环利用到智能变频供水的精准调控，从新能源供热的协同创新到管网漏损的智能监测，这些技术不仅提升了水资源与能源利用效率，更重塑了建筑与自然的共生关系。未来，随着政策标准的完善与技术迭代加速，需进一步强化多学科协同与全产业链协作，让节能新技术从试点走向普及，为构建零碳城市、实现可持续发展目标注入强劲动能。

参考文献

- [1]王兆泉.绿色建筑给排水设计施工中节能新技术的合理应用[J].居舍,2024,(09):73-76.
- [2]钟斌.绿色建筑给排水节水节能新技术的应用[J].中国住宅设施,2024,(10):106-108.
- [3]程凌龙.绿色建筑给排水设计施工中环保节能新技术的应用[J].节能与环保,2022,(11):90-91.
- [4]鲁言言.现代绿色建筑给排水设计施工中环保节能新技术的应用分析[J].安徽建筑,2021,(05):68-69.