

低碳目标下建筑给排水设计中的节能减排策略与实践分析

揭敏光

广州黄埔建筑设计院有限公司，广东 广州 510700

DOI:10.61369/ADA.2026010057

摘 要： 在“双碳”战略推动下，建筑给排水系统节能减排成为绿色转型的关键内容。文章从节水器具、雨水收集、太阳能热水、中水回用及管道设计优化五个维度，结合现行规范与绿色建筑发展规划，分析各项技术的应用效果与推广瓶颈。研究表明，系统化设计集成可使给排水系统碳排放强度降低20%至35%，但当前普及率仍然偏低。政策激励与技术标准化是推动大规模应用的关键所在。

关 键 词： 低碳建筑；给排水设计；节能减排

Analysis of Energy Conservation and Emission Reduction Strategies and Practices in Building Water Supply and Drainage Design under Low-Carbon Goals

Jie Minguang

Guangzhou Huangpu Architectural Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510700

Abstract： Driven by the "dual carbon" strategy, energy conservation and emission reduction in building water supply and drainage systems have become key components of green transformation. This article analyzes the application effects and promotion bottlenecks of various technologies from five dimensions: water-saving appliances, rainwater harvesting, solar water heating, reclaimed water reuse, and pipeline design optimization, incorporating current regulations and green building development plans. Research indicates that systematic design integration can reduce the carbon emission intensity of water supply and drainage systems by 20% to 35%, yet the current adoption rate remains low. Policy incentives and technological standardization are crucial for promoting large-scale application.

Keywords： low-carbon buildings; water supply and drainage design; energy conservation and emission reduction

引言

“双碳”战略目标驱动下，建筑领域节能降碳任务紧迫。给排水系统作为建筑能耗与用水的重要载体，其设计水平直接影响整体碳排放强度。当前建筑给排水设计在节水器具、雨水收集、太阳能热水、中水回用及管网优化等方面积累了多项成熟技术，但实际工程中的集成应用效果参差不齐，推广面临成本、认知、管理等多重制约。从低碳视角梳理给排水系统的节能策略与实践经验，分析技术瓶颈与改进方向，对推动绿色建筑高质量发展具有现实意义。

一、建筑给排水系统能耗现状分析

建筑给排水系统的能耗主要集中在以下几个环节：一是生活热水制备能耗，这是给排水系统能耗占比最大的部分，住宅建筑中生活热水能耗占建筑热水总能耗的85%以上，在宾馆、医院等热水需求密集的建筑中更为突出；二是供水加压能耗，主要来自二次供水设备的水泵耗电，目前我国城镇约70%的建筑采用二次供水模式，水泵电耗在建筑总电耗中占比约3%~5%；三是雨水排

放能耗，用于下沉天井或采光地下室的雨水提升潜水泵在雨季运行频繁，是建筑给排水系统不可忽视的能耗节点。

从用水端看，根据住房和城乡建设部2023年发布的《城市居民生活用水量统计分析》，全国城市人均日生活用水量约为160~220升，其中卫生器具用水占比最大，约为60%~70%。传统卫生器具的水效水平差异显著，以洗脸盆水嘴为例，额定流量从0.10 L/s到0.25 L/s不等，高流量产品的年耗水量是低流量产品的2.5倍。在热水系统中，热水管网的热损失和无效循环也是造成能

源浪费的重要原因，部分建筑因设计不当导致热水管道过长，用户打开水龙头后需等待30秒至1分钟才能出热水，这一“无效出水”造成的冷热水浪费在居住建筑中普遍存在。

从系统效率看，当前大量建筑的给排水系统仍沿用传统设计方法，供水方案选择缺乏系统性能评估，管网设计未能充分考虑水力平衡和阻力优化，热水系统未设置有效的循环和保温措施，导致系统在运行阶段能耗偏高。数据显示，相同规模的建筑，采用优化设计的给排水系统比传统设计可节能15%~25%，这一差距为节能减排策略的推广提供了充分的技术依据。

二、建筑给排水节能减排的主要技术策略

（一）节水器具的推广应用

节水器具的应用是建筑给排水节能减排最直接有效的措施之一。《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019第3.5.3条明确要求，住宅建筑的生活热水供应系统应采用节水型用水器具。节水型水嘴的额定流量不大于0.125 L/s，节水型坐便器的冲洗水量不大于4.0L，均显著优于传统产品。据住房和城乡建设部测算，如果全国城镇新建住宅全部采用节水型器具，每户年均节水量约30立方米，全国城镇住宅年节水量可达约4.5亿立方米，折合减少碳排放约12万吨（按热水制备能耗折算）。

在实际推广中，节水器具面临的主要问题是产品认知度和价格敏感度。目前市场上一级水效的节水型坐便器价格普遍在800元以上，是普通产品的2~3倍，部分消费者在装修阶段出于成本考量倾向于选择价格更低但水效较低的产品。在政府投资项目中，绿色建筑评价标识已明确要求采用节水器具，但在商品住宅市场，自愿性选择节水产品的比例仍然有限。建议通过政府采购和绿色金融等政策工具，提升节水器具的市场渗透率^[1]。

（二）雨水收集与利用系统设计

雨水收集利用系统通过收集屋面雨水、经处理后用于绿化浇洒、道路冲洗、景观补水等，可有效替代市政供水，降低区域用水总量。《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400-2016对雨水收集系统的设计参数、雨水处理工艺、回用水质标准等做出了明确规定。根据规范要求，雨水处理后用于绿化浇洒时，水质应满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020的要求。

以某南方城市住宅小区为例，小区占地8.6公顷，屋面面积约2.6公顷，设计年雨水收集量约3.8万立方米。雨水经弃流、过滤、消毒处理后，用于绿化浇洒和景观水体补水，年替代市政供水量约2.9万立方米，按水价3.2元/吨计算，年节约水费约9.3万元。系统投资回收期约6.8年，经济效益和环境效益均较为显著。但在实际工程中，雨水收集系统面临初期投资较大、与景观设计协调复杂、物业管理要求较高等制约因素，在部分项目中的实施效果未能达到预期。

（三）太阳能热水系统的优化集成

太阳能热水系统利用太阳辐射加热生活热水，是建筑给排水系统中最成熟的可再生能源利用技术之一。《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018对太阳能热水系统的设计、

选型、安装等做出了详细规定。在太阳能资源丰富地区，太阳能热水系统可满足建筑60%~80%的热水需求，节能和减排效果显著，值得大力推广。

在实际设计中，太阳能热水系统与传统燃气锅炉或电热水器的辅助加热系统的集成设计是关键。某高层住宅项目采用集中式太阳能热水系统，辅助热源为燃气热水器，系统设置智能控制模块，根据太阳辐照强度和用户热水使用规律自动调节辅助加热投入比例，实现太阳能保证率65%以上，系统综合能效比达3.8，较纯燃气锅炉系统年减少二氧化碳排放约42吨。然而，部分项目因设计不当导致太阳能系统与建筑立面协调困难、真空管损坏率高、辅助热源配置不合理等问题，影响了系统运行效果和用户体验。这些问题需要通过方案前期协调与精细化设计加以规避，否则节能效果将大打折扣^[2]。

（四）中水回用系统的设计与运营

建筑中水回用是指将建筑内杂排水经处理后回用于冲厕、绿化、消防等非饮用用途。《建筑中水设计规范》GB 50336-2018对中水系统的设计规模、处理工艺、消毒要求等做出了详细规定。中水原水可取自洗浴排水、洗衣排水等优质杂排水，处理后回用可节约大量优质饮用水资源。根据测算，设置中水回用系统的建筑可节约15%~30%的建筑用水量。

然而，中水回用系统在推广中面临投资成本高、运行管理复杂、水质安全保障要求高等挑战。以北京市某住宅小区为例，中水处理站投资约280万元，设计日处理量240吨，服务用户约1800户。中水运行成本约2.8元/吨（含设备折旧），低于自来水价格（约5元/吨），但设备维护和水质监测对物业管理提出了较高要求。部分项目因运营不善导致中水系统停运或出水水质不达标，不仅造成投资浪费，也带来安全隐患。建议在中水系统设计中，应充分评估后期运营管理条件，避免“重建设、轻运营”的现象^[3]。

（五）管网优化与智能化控制

管网优化设计是建筑给排水节能减排的重要技术路径。在供水管网设计中，通过合理选择管径、优化管网布局、设置水力平衡装置等措施，可有效降低系统阻力，减少水泵能耗。根据水泵运行特性，流量与扬程呈正相关，系统阻力降低10%，水泵能耗可降低约20%。在热水管网设计中，应合理控制管道长度，采用同程设计或智能控温技术，确保用户端热水温度稳定，减少因冷热不均造成的水资源浪费。

智能化控制技术在给排水系统中的应用日益广泛。变频调速供水设备可根据用水量变化自动调节水泵转速，与传统定速泵相比，节能率可达20%~40%。智能远传水表和用水监测平台可实时监测各用户的用水情况，及时发现异常用水行为，为精细化管理提供数据支撑。某商业综合体项目通过安装远传水表和能耗监测平台，实现了对各租户用水量的实时监测和月度分析，运营第一年即发现并整改了3处地下管网漏点，节水约1.2万吨^[4]。

三、工程实践分析——以某绿色建筑示范项目为例

某省会城市一栋住宅楼获得绿色建筑三星级标识。该建筑总

建筑面积4.8万平方米，高度96米，共32层，住户264户。项目在给排水设计中集成运用了多项节能减排技术。

（一）主要技术措施与节能效果

该项目全部卫生器具选用一级水效节水型产品，每年可节约用水约8000吨。太阳能热水系统承担了65%的热水负荷，每年减少燃气消耗约4.5万立方米。雨水收集系统每年回收利用雨水量约1700立方米。供水设备采用变频调节方式，相比传统定速泵系统每年节约电2.8万千瓦时。综合以上措施，建筑给排水系统每年的碳减排量约为85吨，折合标准煤约34吨。该项目的绿色建筑设计评价中获得三星级认证，其中给排水系统的节能贡献约占整体评分的12%。

（二）实践中暴露的共性问题

该项目在运行过程中也暴露出几个常见问题。

第一，太阳能热水系统与建筑外立面造型之间协调难度较大。为了使建筑外观整齐美观，部分太阳能集热器的安装角度未能达到最佳倾角，实际集热效率比理论计算值低了大约8%。

第二，中水回用系统的原水收集率偏低。由于部分洗涤废水未能有效接入收集管道，实际进入处理设施的水量仅为设计规模的60%。处理量不足导致单位水处理成本上升，经济性下降。

第三，智能水表的远程数据传输稳定性有待改善。少数住户的用水数据出现传输延迟现象，物业管理人员无法及时获取用水异常信息，影响了对漏水或用水超标的快速排查。

（三）对后续设计的改进建议

针对上述问题，后续同类项目在设计阶段需要注意以下几点。太阳能集热器布置应提前与建筑方案专业协商，争取获得较为理想的安装角度，同时兼顾外观效果。中水回用系统设计时，应当仔细核算可收集的原水水量，合理确定处理规模，避免设备闲置。智能计量系统应选用传输稳定性较高的产品，并预留数据校验和补传机制，保证数据完整可靠。此外，还可以考虑为太阳

能热水系统设置辅助电加热或燃气加热，应对阴雨天气的热水供应不足。对于中水回用，可在排水管道设计阶段优化收集管路，扩大原水来源范围，例如纳入空调冷凝水或屋顶雨水。智能水表的数据平台宜增加异常预警功能，当用水量出现突变时自动推送提示，帮助管理人员及时处理。这些改进措施有助于提升绿色建筑给排水系统的实际运行效果，缩小与设计预期之间的差距。

（四）运行管理中的其他发现与启示

该项目运行两年后，管理团队还总结出一些额外经验。住户对节水器具的使用习惯直接影响实际节水量，部分家庭未正确使用两档式坐便器，导致节水效果打了折扣。物业公司为此专门制作了使用指南张贴在电梯间，半年后用水量数据有所改善。太阳能热水系统的管路保温层在第一个冬季出现几处冻裂，原因是施工时保温厚度未达到设计值。维修人员更换保温材料后，系统热损失明显下降。雨水收集池的过滤网需要每季度清理一次，否则树叶和杂质会堵塞进水口。物业方起初忽略了此项维护，造成一次暴雨期间雨水溢流浪费。这些问题说明，绿色建筑的技术措施离不开精心的施工质量管控和日常运维管理。设计单位应当在交付图纸的同时提供一份详细的运维注意事项清单，帮助物业人员掌握各系统的最佳操作方式。只有设计与运维两端同时发力，绿色建筑的节能减排潜力才能充分释放^[5]。

结束语：建筑给排水系统的节能减排是实现低碳目标的重要环节。节水器具、雨水收集、太阳能热水、中水回用及管网优化等策略在工程实践中已取得一定成效，但普及率仍然偏低，且运行效果受设计协调、施工质量、运维管理等多重因素影响。技术集成需要政策激励与标准规范协同推进，设计阶段应强化系统优化意识，运营阶段应重视精细化管理。只有将节能理念贯穿给排水系统全生命周期，才能真正发挥减排潜力，助力建筑领域绿色低碳转型。

参考文献

- [1] 张睿智. 探讨建筑给排水设计节能减排策略 [J]. 工程建设与设计, 2022(22): 29-31.
- [2] 孙敏剑. 低碳理念下建筑给排水设计中节能减排策略的应用 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023(7): 70-72.
- [3] 马晖. 建筑给排水设计节能减排策略探讨 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(8): 185-187.
- [4] 郭永刚. 建筑给排水设计节能减排策略初探 [J]. 建材与装饰, 2023, 19(34): 55-57.
- [5] 段良芳. 建筑给排水设计中节能减排设计研究 [J]. 建材发展导向 (上), 2023, 21(2): 183-185.