

建筑给排水系统节水技术应用与效益分析

刘宏平

江西启讯企业管理有限公司 江西南昌 330000

【摘要】随着城市化进程加快和用水需求增长，建筑给排水系统的节水技术应用日益重要。通过对某商业综合体项目的实地调研和数据分析，系统研究了节水器具、中水回用系统、雨水收集利用等节水技术的具体应用方案及其经济效益。实测数据表明，采用节水型器具可节约用水30%-50%，中水回用系统年处理中水量达到总用水量的25%，雨水利用系统年收集量为2万立方米。经济性分析显示，节水技术的投资回收期为3-5年，具有良好的环境和经济效益。研究结果可为同类建筑物的节水技术应用提供参考。

【关键词】建筑给排水；节水技术；中水回用；雨水利用；经济效益

引言：

水资源短缺已成为制约城市发展的重要因素之一。建筑物用水量占城市总用水量的比重较大，其节水潜力显著。近年来，随着节水技术的不断创新和发展，各类节水措施在建筑给排水系统中的应用不断深化。通过采用节水器具、中水回用、雨水收集等技术手段，可以有效降低建筑物的用水量，实现水资源的可持续利用。深入研究建筑给排水系统节水技术的应用效果及其经济效益，对推动建筑节水技术的推广应用具有重要意义。

1 建筑给排水系统节水技术概述

1.1 节水器具技术

节水器具技术主要包括节水龙头、节水便器、节水淋浴装置等设备的应用。节水龙头采用陶瓷阀芯和感应控制装置，能有效控制出水量和使用时间。双档节水型冲水装置可根据不同情况选择3L或6L冲水量，较传统8-12L用水量降低50%以上。感应式节水淋浴装置通过红外感应控制出水时间，并配备温控调节阀和恒温装置，在保证使用舒适度的同时减少不必要的水资源浪费^[1]。新型节水洗衣机采用智能控水技术，可根据衣物重量自动调节用水量，较传统洗衣机节水40%左右。

1.2 中水回用技术

中水回用系统对建筑物产生的生活杂排水进行收集处理后再利用。处理工艺通常采用“格栅-调节池-生化处理-过滤-消毒”的组合工艺，处理后水质达到城市杂用水水质标准。生化处理采用生物接触氧化法或膜生物反应器(MBR)工艺，能有效去除有机物和氨氮。采用超滤膜或反渗透膜进行深度处理，可进一步提升出水水质。中水主要用于冲

厕、绿化灌溉、道路清洗等非饮用用途，系统配备独立的输配水管网，并设置安全防护措施防止误接误用。

1.3 雨水收集利用技术

雨水收集利用系统通过屋面、广场等集水面收集雨水，经过沉淀、过滤等处理后储存利用。收集系统设置初期雨水弃流装置，避免收集污染物浓度较高的初期雨水。储水设施采用地下式蓄水池，配备水位监测和溢流排放装置^[2]。处理工艺包括沉砂池、过滤器和紫外线消毒等设备，确保雨水水质满足使用要求。雨水利用方式包括绿化灌溉、景观补水、道路冲洗等，系统设计需考虑雨水资源时空分布不均的特点，合理确定收集量和储存容积。

2 研究对象与方法

2.1 项目概况

研究对象选取某市中心商业区的大型综合体项目，建筑面积15万平方米，包含商业、办公、酒店等多种业态。项目日均用水量约1200立方米，年用水量达43.8万立方米。建筑平面呈L形布局，屋面面积2.5万平方米，地下设有3层停车场。绿化面积约1.2万平方米，主要分布在建筑周边和屋顶花园。给水系统由市政给水管网供水，设置水箱调节供水压力。排水采用雨污分流制，生活污水经化粪池预处理后排入市政污水管网。

2.2 节水技术应用方案

该项目采用多种节水技术的组合方案。公共卫生间安装感应式节水龙头和双档节水型便器，客房配备恒温节水淋浴装置。中水回用系统设计处理规模300立方米/日，采用MBR工艺处理生活杂排水。雨水收集系统利用屋面和地面停车场收集雨水，设计日处理能力200立方米。中水和雨水

经处理后用于冲厕、绿化灌溉和道路清洗。给水管网分区计量,安装智能水表和漏水监测设备,建立水量平衡测试系统。

2.3 监测方法与数据采集

通过布设分区计量水表对各用水单元用水量进行监测,重点区域增设在线水质分析仪。中水回用系统对进水质、出水水质和运行参数进行连续监测,监测指标包括COD、氨氮、浊度、pH值等。雨水收集系统记录降雨量、收集量和水质数据。各类节水器具用水量采用智能水表统计,记录使用频次和单次用水量^[3]。监测数据通过自动化监控系统采集存储,建立完整的监测数据库,为节水效果评估提供数据支持。

2.4 效益评价指标体系

建立涵盖技术效益和经济效益的评价指标体系。技术效益指标包括节水率、中水回用率、雨水利用率等,计算各项节水措施的用水节约量。经济效益指标包括工程投资、运行成本、节水收益等,采用投资回收期法评估经济可行性。同时考虑环境效益指标,如减少污水排放量、降低能耗等。各项指标权重采用层次分析法确定,运用模糊综合评价方法对节水技术应用效果进行综合评估,形成科学的效益评价体系。

3 节水技术应用效果分析

3.1 节水器具应用效果分析

公共卫生间感应式节水龙头平均单次出水量为0.6L,较传统龙头1.5L降低60%。感应控制装置将单次使用时间限制在15秒内,有效避免长时间出水现象。双档节水型便器小档冲水量为3L,大档冲水量为6L,统计数据显示小档使用率达到65%,年节约用水量达15000立方米。节水型淋浴装置将出水流量控制在8L/min,较传统12L/min降低33%,恒温控制装置缩短调温时间,减少不必要用水浪费。智能控水洗衣机根据衣物重量和污染程度自动调节用水量,较同类传统洗衣机年节约用水量4000立方米。综合计算各类节水器具年节约用水量达28000立方米,节水效果显著。

3.2 中水回用系统运行效果分析

中水回用系统运行数据显示,生活杂排水进水COD浓度150-280mg/L,氨氮浓度25-45mg/L。采用MBR工艺处理后,出水COD浓度稳定在30mg/L以下,氨氮浓度低于5mg/L,水质各项指标满足城市杂用水水质标准。系统日平均处理水量为280立方米,年处理量达9.2万立方米,中水回用率为

25.3%。处理后中水主要用于冲厕和绿化灌溉,其中冲厕用水量占65%,绿化灌溉用水量占30%,道路冲洗用水量占5%。系统运行能耗为0.8度/立方米,较传统活性污泥法节约30%。系统运行稳定,设备完好率保持在98%以上。

3.3 雨水收集利用系统效果分析

该地区年降雨量850毫米,降雨主要集中在6-9月。雨水收集系统年收集量为2万立方米,收集效率达到75%。初期弃流装置有效避免了初期雨水污染物对系统的影响,收集雨水浊度控制在5NTU以下。沉淀池对悬浮物去除率达85%,过滤装置进一步降低浊度至2NTU以下。储存期间采用循环消毒装置,保持余氯浓度0.2mg/L。收集雨水主要用于绿化灌溉和景观补水,在雨季可满足绿化灌溉需求的80%。蓄水池容积为2000立方米,通过水位监测和溢流控制实现雨水资源优化调配。

3.4 综合节水效果评价

项目采用多种节水技术联合应用,年总节水量达到14.8万立方米,较常规建筑节能节水率达到33.8%。节水器具、中水回用和雨水利用分别贡献节水量6.4万、5.2万和3.2万立方米。用水单耗指标从2.92立方米/平方米·年降至1.93立方米/平方米·年。中水回用率和雨水利用率分别达到25.3%和13.5%,水资源循环利用效果显著。各系统运行稳定性良好,设备完好率保持在95%以上,运行能耗较传统工艺降低25%-30%。水质指标全部达到相关标准要求,未发生水质超标和安全事故。

4 节水技术经济效益分析

4.1 投资成本分析

节水技术工程总投资850万元,其中节水器具投资260万元,中水回用系统投资380万元,雨水利用系统投资210万元。节水器具投资主要包括感应式水龙头85万元,节水型便器95万元,节水淋浴装置65万元,智能控水设备15万元。中水回用系统投资包括土建工程160万元,处理设备180万元,管网铺设40万元。雨水利用系统投资包括收集系统60万元,储存设施90万元,处理设备60万元。工程投资中设备采购占55%,土建施工占25%,安装调试占15%,其他费用占5%。在政府节水项目补贴政策支持下,获得投资补贴150万元,实际投资成本降至700万元

4.2 运行成本分析

节水技术年运行成本为92万元,包括能耗成本、药剂成本、维护保养成本和人工成本。能耗成本35万元,主要来

自中水处理系统运行和水泵输配能耗。药剂成本18万元，用于中水处理和雨水消毒。设备维护保养成本28万元，包括定期检修、设备更新和易损件更换。人工成本11万元，负责系统日常运行管理和维护。运行成本中能耗占比38%，维护保养占比30%，药剂使用占比20%，人工费用占比12%。通过优化运行方案和采用节能设备，年运行成本较设计降低15%。

4.3 节水效益分析

项目年节约自来水费用146万元，按照当地水价3.5元/立方米计算。节约污水处理费用52万元，按照污水处理费1.8元/立方米计算。获得政府节水奖励资金25万元。中水回用系统产生中水销售收入46万元，按照中水价格2.0元/立方米计算。雨水收集利用减少了景观用水支出，年节约费用28万元。综合计算年节水效益达297万元。同时降低市政给排水设施负荷，减少污染物排放，产生显著环境效益。项目获得绿色建筑认证加分，提升建筑物价值。

4.4 投资回收期计算

采用动态投资回收期法进行经济性评价，考虑资金时间价值，折现率取6%。年净收益为205万元，等于节水效益297万元减去运行成本92万元。静态投资回收期为3.4年，动态投资回收期为4.2年。净现值为1260万元，内部收益率为23.5%。敏感性分析表明，水价变动和运行成本波动对投资回收期影响较大。考虑设备使用寿命为15年，项目财务内部收益率远高于基准收益率，具有良好的经济可行性。通过合理的运行管理，可进一步缩短投资回收期。

5 节水技术应用建议

5.1 技术选择建议

建筑节能节水技术选择应充分考虑项目规模、用水特点和当地水资源条件。大型公共建筑宜采用中水回用系统，建议处理规模不低于总用水量的20%。雨水利用系统适用于集水面积大、降雨量丰富地区，收集规模应与雨量时空分布特征相适应。节水器具选型需权衡节水效果与使用舒适度，并考虑使用者习惯。感应式器具适用于人流量大的公共场所，双档式便器适合办公建筑。商业建筑宜采用分质供水系统，按水质要求分级利用。技术组合方案应对各系统规模进行优化配置，提高节水设施利用效率。设备选型应优先采用节能产品，并注重系统间的衔接配合。

5.2 系统优化建议

中水回用系统处理工艺应强化脱氮除磷效果，增设深度处理单元提升出水水质。建议采用膜处理技术替代传统过滤工艺，提高出水水质稳定性。雨水收集系统宜增设水质在线监测装置，实现水质超标自动切换。储存设施应考虑调蓄功能，配备智能化调度系统。管网系统应采用新型管材，严格控制管道连接质量。给水系统宜采用变频供水设备，实现水压动态调节。排水系统应完善防倒灌措施，设置必要的溢流排放设施。各系统间应建立联动控制机制，实现资源优化配置。建议增设应急备用设施，提高系统可靠性。

5.3 运行管理建议

建立健全节水管理制度，明确管理机构 and 人员职责。制定设备巡检维护计划，定期开展设备保养和性能测试。加强水质监测管理，建立水质异常应急预案。运行数据应及时记录归档，定期进行数据分析和评估。建议建立用水量管理平台，实现用水数据实时监控。做好中水和雨水回用管网的标识管理，防止误接误用。定期开展管网漏损检测，及时修复漏损管段。建立节水效益评估机制，定期核算节水量和经济效益。加强运行人员技术培训，提高操作和维护水平。运行费用纳入建筑年度预算，保障系统持续稳定运行。

结语：

通过对某商业综合体项目节水技术应用效果的系统研究表明，采用节水器具、中水回用、雨水收集等综合节水技术，能够显著降低建筑物的用水量，实现良好的节水效果。经济性分析结果表明，虽然节水技术的初始投资较大，但通过水费节省和政府补贴等因素，投资回收期在可接受范围内。研究建议在技术选择、系统优化和运行管理等方面采取针对性措施，以进一步提高节水效果。研究成果可为建筑给排水系统节水技术的推广应用提供参考依据。

参考文献：

- [1] 李鹏飞. 建筑给排水系统中节能节水技术的应用[J]. 四川水泥, 2023, (01): 120-122.
- [2] 王昊. 面向节能环保绿色建筑的给排水节水技术研究[J]. 工程机械与维修, 2023, (06): 179-181.
- [3] 陈涛. 金属矿山给排水设计中节能节水技术与应用[J]. 世界有色金属, 2023, (03): 178-180.