

# 节水节能技术在绿色建筑给排水设计中运用分析

文 / 徐彦利 宝鸡诚翔建筑设计有限责任公司

**摘要:** 绿色建筑是一种以可持续发展为核心理念的建筑模式,可以在现代化技术的支持下开展全生命周期管理,促成资源节约和环境保护,打造生态和谐和环境友好型新建筑。本文聚焦绿色建筑给排水设计问题展开探讨,重点分析了节水、节能技术的分类引进和一体化集成运用,内容涉及节水器具选择、水资源循环利用、管道漏损控制、水泵变频控制、太阳能地热复合热源等技术手段,希望能为绿色建筑给排水设计提供借鉴。

**关键词:** 节水节能技术;绿色建筑;给排水设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.16.102

## 引言

给排水体系是现代综合建筑体系的重要组成部分,承担着生活用水供应、雨水废水分类排放的关键职能,可以保障建筑用水安全,提高用水舒适度。近年来我国市场经济平稳发展,城市化和工业化步伐加快,各地建筑工程数量增多,规模也有所扩大。各企业在提高建筑质量、优化功能分区的基础上,开始将目光转向绿色建筑和智能建筑设计领域,力图从多维度出发提高建筑的生态友好特性,促进建筑节能减排。给排水作为其中优化对象之一,同样博得了诸多研究者关注,有必要进行科学设计和分析。

### 一、项目概况

案例建筑占地面积6558.43m<sup>2</sup>,地上22层,地下2层,性质为大型商业综合体,建筑容积率4.2,绿化率38%,设计抗震烈度8度。为响应建筑行业节能减排要求,建筑设计环节融入了许多绿色设计理念,屋面区域采用立体绿化技术,可以减少太阳辐射,改善室内环境问题,降低对暖通空调的依赖性。墙体则采用保温降噪设计,能够有效隔绝噪音,营造良好的办公空间。给排水设计时,同样要适应“绿色建筑”的整体目标,采用节水节能技术提高设计一体化水平。具体举措有:

### 二、节水技术在绿色建筑给排水设计中的运用

#### (一) 节水器具运用技术

建筑用水器具类型多样、规格不一,质量控制不当很容易造成跑冒滴漏的状况,增加水资源浪费风险,违背绿色建筑设计理念。因此本次给排水设计期间选择了节水性能较好的器具类型,节水龙头便是其中代表,可以通过手动或自动控制启闭以及调节出水量,满足用水需求的同时减少浪费问题。现行规范中对于节水龙头质量有明确要求,在水压0.1MPa、管径15mm以下的用水场景中,节水龙头的流量不能超过0.15L/s。如果使用感应式水龙头,则使用者离开后,龙头应在2s内自动止水,部分使用场景比较特殊,可以采用延时自闭水龙头,但出水时间也不能超过4~6s。本次综合建筑用途和使用者习惯,采用了普通的感应式水龙头,可以在感应消失后的2s内自动止水,符合现

行规范要求,使用起来也更加绿色、卫生和便捷。此外,考虑到龙头使用寿命和使用体验,本次还配置了钢球阀和起泡器,钢球内置阀芯的抗压能力更强,实际安装后更加坚实耐用,起泡器则可以将水、空气充分混合,使得水流更加柔和舒适,也有助于减少用水量,体现绿色建筑理念。节水便器同样是绿色建筑节水设计环节常用器具,以往国内常用便器冲水量可达9L,这显著高于发达国家水平,容易造成水资源浪费。所以本次使用了压力流防臭节水坐便器,其采用直排式结构,无水箱和S管构件,且使用期间支持大小便分档出水,大便出水量3L,小便冲水量不足1L<sup>[1]</sup>,可以较好地达到节水目标,提高绿色建筑的节水性能。通过原设计与优化设计方案的比较,发现节水器具的节水率可以达到10%~20%,对于本次建筑来说能够有效提高给排水绿色设计水平,优化节水效能。

#### (二) 水资源循环利用技术

水资源循环利用技术采用闭环管理模式,可以对建筑排放废水进行分类处理和回收使用,进而降低水资源消耗量,使得有限水资源得到最优化配置。本次聚焦绿色建筑需求,设计了高效的水循环利用系统,具体结构可见图1。其中右侧为系统进水口,对接市政中水系统、雨水收集设施和建筑废水处理设备,市政中水可以起到动态补充的作用,在系统运行期间持续平衡水量和水质,保证绿色建筑水循环系统的稳定性。雨水收集设施负责采集屋顶、地面雨水,经过沉淀、过滤和消毒之后存储在中水池之中,水处理设备则接收建筑排出废水,通过化粪池、专用油水分离装置等深度处理,经由排污管道进行雨污分离排放,由城市污水处理厂集中处理。市政中水、雨水收集系统共同为中水池供水,方便绿化喷灌、冲厕及洗车等非饮用场景使用,替代传统市政淡水消耗,达到节水环保目标。其中雨水水质较好,但水量波动相对较大,很多时候处理设备是出于闲置状态的,所以为了降低前期投资成本,本次遵循简单、便捷原则,采用了混凝+过滤的雨水处理方案,主要用于去除雨水中的COD和SS。在确定处理装置后,还需要关注蓄水池容积,本次根据建筑情况

和当地降雨情况,确定径流厚度为2mm,收集面面积为3000m<sup>2</sup>,按照建筑预计回用水量的3~5倍计算,最终确定雨水蓄水池容积为100m<sup>3</sup>。考虑到雨水水质受诸多因素的影响,可能出现水质不稳定的状况,所以还配置了在线动态水质监测装置,用于绿化的水体要求COD不超过30mg/L,SS不超过30mg/L,用于车辆冲洗的指标则为COD≤30mg/L,SS≤5mg/L<sup>[2]</sup>。雨水收集管道和溢流管设计时,则采用了HDPE中空壁波纹管,安装方便快捷,且耐久性和环境适应性更好,可以为中水池可靠供应净化雨水。

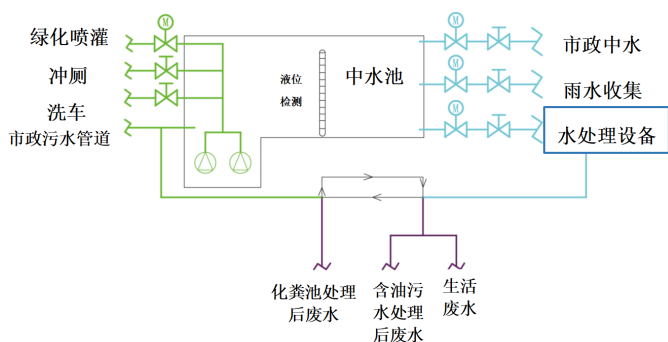
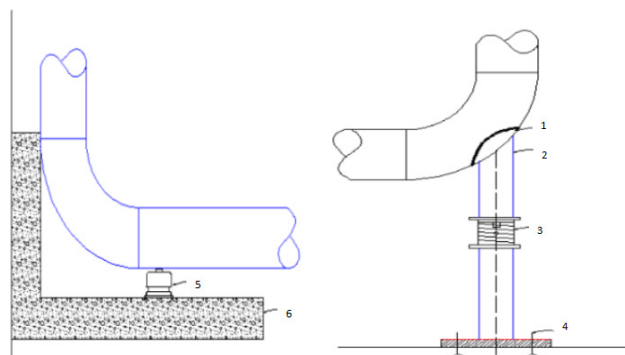


图1 水循环利用系统结构

### (三) 漏损控制技术

漏损率过高是导致高层建筑用水浪费的重要原因之一,管道在长年的运行使用过程中出现连接松动,抑或是局部裂缝等问题,供水沿途的漏损状况便会愈发严重,影响绿色建筑运行节水效率。因此本次还特别加强了漏损控制设计,按照现行规范,室外排水管道应当优先使用埋地排水,这样可以有效降低冬季水管受冻开裂的风险。且排水管应当配备专门的检查井,当管道直径不超过160mm时,相邻检查井之间,间距需要控制在30m以内,若管径≥200mm,则两井口间距不能超过40m。建筑内部排水管道选择时,则要视情况选择塑料管件,抑或是有柔性接口的刚性管件,若连续排水温度超过40℃,必须使用金属排水管,抑或是高耐热性的排水管。从绿色建筑运行经验上看,导致管道漏损的因素是十分多样的,除了管道自身质量问题外,建筑地基沉降导致的载荷加剧问题,同样会增加漏损风险。以高度100m建筑、加厚DN100 PVC管道为例,符合设计规范的最大沉降量为100×0.02%=20mm,由此产生的竖向载荷可以达到200kg,给管道造成的压力是十分巨大的。所以本次漏损控制过程中,还引进了专门的缓冲支撑托架,悬空式立管使用伸长弹簧减振器进行托承,埋地式立管则采用原位减振器托承,可以较好地降低水流冲击给管道带来的压力,也减少建筑物沉降带来的不利影响,具体的托架设计结构可见图2。穿墙部位同样是漏损高发区域,所以本次还在穿墙部分设计了专项防护方案,外部套装柔性套管<sup>[3]</sup>,减少与墙体的直接接触,进一步降低渗漏风险。



(a) 立管底部加强支撑 (b) 埋地式立管弯头位加强支撑

图2 缓冲支撑托架安装示意图

注:图中1-补强板;2-管柱;3-伸长弹簧减振器;4-橡胶弯头;5-原位弹簧减振器;6-混凝土支撑

## 三、节能技术在绿色建筑给排水设计中的运用

### (一) 水泵变频控制技术

高层建筑是缓解城市用地矛盾,提高城市空间利用率的有效手段,但建筑层数的增加也使得市政供水面临更多挑战,容易出现高层水压不足、供水绵软等状况。为解决这种问题,现阶段多在屋顶设置水箱,配备水泵进行加压抽水、出水和供水。本次同样采用了该种思路,并且在绿色建筑导向下,引进了变频泵设备来调节泵体工作参数,可以实现平滑调节转速,降低电机启动、制动环节的冲击载荷,实现水泵转速的精准控制,节省电能的同时延长水泵的使用寿命。变频泵的配置方案是比较多样的,主要包括:(1)配置2台或多台泵体,根据用水量变化自动调节转速,其中1台为备用泵,可以应对紧急状态下的用水需求。(2)变频主泵+变频副泵,其中副泵功率较低,可以解决小流量供水需求,避免出现大马拉小车的情况。(3)变频主泵+隔膜气压罐,借助空气压力进行副泵驱动,可以进一步节省能源,提高绿色环保性能。本次综合建筑性能和工艺难度后,选择了变频主泵+隔膜气压罐的方式。其中气压水管的调节容积应当按照下式计算:

$$V_{q2} = \frac{\alpha_a q_b}{4n_q}$$

其中 $V_{q2}$ 为气压水管的调节容积; $\alpha_a$ 为安全系数,一般取1.0~1.3; $q_b$ 为水泵的出流量; $n_q$ 为水泵在1h内的启动次数,宜采用6~8次。本次设计符合计算要求,且泵体采用自灌吸水的方式,吸水管内,水体流速控制在1.0~1.2m/s,能够满足高层建筑的水泵变频控制需求。夜间商业综合体建筑用水量下降,变频主泵停止工作,由隔膜气压罐、变频副泵自动化接管供水职能,可以较好地调节小流量用水,减少主泵的启停次数,节能降耗的同时延长主泵使用寿命。

### (二) 可再生能源热水技术

太阳能是传统绿色建筑中比较常见的可再生能源类型,可以较好地降低建筑热水系统对市政电能的依赖

性，提高太阳清洁能源的利用率。但太阳能单独使用的短板也是比较明显的，会受到分散性、不稳定性的影响，夏季较为晴朗时，太阳辐射辐照度可以达到最高，在垂直于太阳光方向的位置布置集热器，平均 $1\text{m}^2$ 接收到的太阳能可以达到 $1000\text{W}$ 左右。但阴天、晚间只能达到该水平的 $1/5$ ，这很容易影响太阳能热水效率<sup>[4]</sup>。因此本次采用了“太阳能+地热”的组合可再生能源热水技术，开发定温循环启动运行方式，系统结构可见图3。在太阳能集热器组件附近装配有测温点，当感应温度超过 $55^\circ\text{C}$ 时，D1、D2、P1同时进入工作状态，从冷水箱中获取冷水送入热水箱，水箱温度下降至 $45^\circ\text{C}$ 时，则阀门泵组关闭，循环往复，直至 $55^\circ\text{C}$ 热水达到水箱容积的 $9/10$ 。若夏季天气晴朗，太阳能热源过剩，此时还会启动第二种工作状态，系统自动关闭D1、打开D2，P1采用间断工作模式，每 $10\text{min}$ 启动一次将 $55^\circ\text{C}$ 热水送到热水箱中进行再加热。检测温度达到 $70^\circ\text{C}$ 时，D3打开，水源进入热水回水箱之中，通过自来水补水降温调节到适宜温度，实现出水水源的恒温控制。同时，本次还集成了地热能加热技术，当太阳能集热器无法满足加热温度需求时，地热系统会接管并弥补热量，D4、P2同时启动，加压抽取热水井水体进入水箱，待到水位达到 $3/4$ 时D4关闭，由水箱直接向建筑供给温热水源。这种太阳能+地热的复合可再生能源供热技术可以较好地弥补太阳能在季节、昼夜维度上不均匀分布的劣势，给建筑持续供给热水，降低对建筑电能的消耗，符合绿色建筑节能减排的设想。

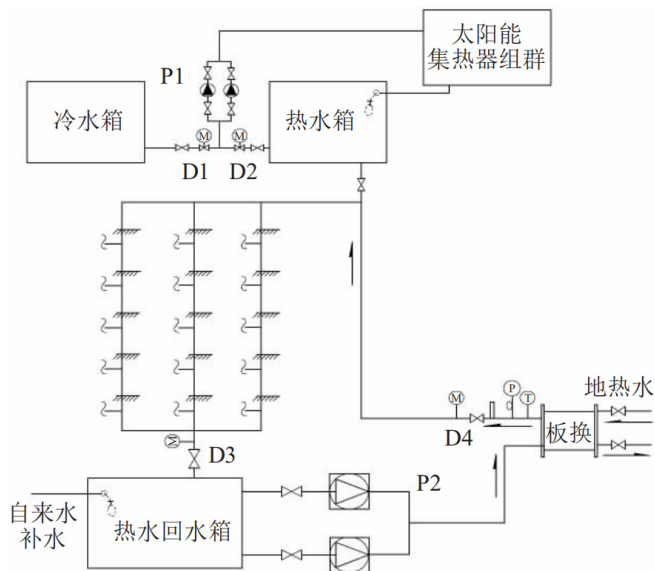


图3 太阳能+地热组合利用技术

注：图中D1、D2、D3、D4为电磁阀，P1、P2为循环泵组

### （三）管道保温技术

保温体系是绿色建筑给排水设计时需要关注的重点之一，通过合理的保温设计，可以有效地降低水体散发热量，降低对电能加热的依赖性，达到节能减排的

绿色建筑目标。实际设计环节要特别关注保温材料的选择，常见的包含玻璃棉、聚氨酯等，前者的吸音效果、耐火性能均较好，适用于DN15~DN600的给排水管道，在吸音要求较高的场所中表现较为理想。且材料能够适应 $-20\sim+250^\circ\text{C}$ 的工作环境，热导率控制在 $0.03\sim 0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 范围内，防冻、保温性能也是十分可观的。后者的长期使用温度范围为 $-50\sim 150^\circ\text{C}$ ，热导率维持在 $0.022\sim 0.033\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 区间内，虽然吸引性能不如玻璃棉，但施工更加快捷，环保级别可达E1，实际的设计过程中应当结合建筑应用场所、使用需求等进行合理选择。在确定保温材料后，还需要对保温层厚度进行科学计算，通过厚度的适当调节，来满足建筑管道防冻、防结露以及节能需求，降低后续冻裂风险和维护成本，提高给排水体系的节能效果。在管道关键部位的保温设计上，设计者还需要做好细节处理，比如阀门、法兰等区域应当采用可拆卸的保温结构，像保温盒<sup>[5]</sup>，这种结构可以为后续的检修工作提供便利，减少检修带来的损失。穿墙和楼板部位的保温层必须连续设置，在设计方案中进行特别标注，并且在管道四周填充柔性防火封堵材料，这样可以较好地避免冷桥效应，保证给排水体系的高效节能运行。在一些平均气温较低的区域，设计人员还需要进行防冻考量，配置电伴热带等装置进行恒温、低功率伴热，降低冬季冻裂可能性。

### 结语

节水节能技术的应用可以较好地降低水资源消耗量，减少电力能源支出，与绿色建筑生态友好、环境和谐的理念具有较高贴合度，未来应当加强研究使用。要根据建筑用途、规模等选择适宜的节水器具，融合应用中水循环和雨水回收再利用技术，同时加强给排水管道设计时的漏损率控制，从管材质量和防渗漏两个方面强化细节。在此基础上配合使用水泵变频控制技术、可再生能源热水技术和管道保温技术等，通过IoT网络 and 智能控制中心实现一体化集成运用，为绿色建筑的节水节能高效运行奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1] 周宏飞. 节水节能技术在绿色建筑给排水设计中的运用研究[J]. 资源节约与环保, 2024, (09): 33-36.
- [2] 张云霞. 绿色建筑给排水设计节水节能技术探究[J]. 住宅与房地产, 2024, (20): 23-25.
- [3] 宋鹏飞. 市政给排水设计中节水节能技术标准的应用[J]. 大众标准化, 2024, (12): 142-144.
- [4] 范莉莉. 绿色建筑给排水设计中的节水节能技术及设备应用[J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(11): 93-95.
- [5] 武晋安. 建筑给排水设计中的节水节能技术措施研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(05): 136-138.

作者简介：徐彦利（1977年12月-），女，汉族，籍贯：陕西宝鸡，本科，中级工程师，研究方向：建筑给水排水设计。