

# 节能减排措施在市政给排水设计中运用分析

文 / 江云 安徽省城建设计研究院股份有限公司

**摘要:** 随着城市化进程的不断推进,传统的市政给排水系统面临着日益增长的能耗和水资源浪费问题,已无法满足当前节能减排的需求。本文首先分析了市政给排水设计中节能减排的意义,明确了其对优化资源利用、降低环境影响的关键作用。其次阐述了市政给排水设计中节能减排的基本原则,最后提出了市政给排水设计中节能减排的具体措施,实现了对水资源的高效利用、系统能效的提升与环境负荷的减少,以此为相关人员提供实践参考。

**关键词:** 节能减排; 市政给排水设计; 水泵; 管网

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.112

## 引言

传统的给排水设计虽然满足了城市居民的基本生活需求,但随着能源危机、环境污染和资源短缺等问题日益突出,如何在确保水资源供应和排水功能的同时实现节能减排,已成为当前给排水设计中亟须解决的关键问题。节能减排不仅能够降低给排水系统的运行成本,还能减少能源消耗和环境污染,对保护生态环境具有深远意义。因此,探讨市政给排水设计中可持续性技术和创新性技术的应用,分析如何在设计阶段预见并减少系统的能源和水资源消耗具有较强的现实意义。本文旨在探讨在市政给排水设计过程中,如何引入节能减排措施和技术手段,在提升给排水系统能效的同时促进资源的合理利用。

## 一、市政给排水设计中节能减排的意义

《2024—2025年节能降碳行动方案》中明确提出,要“分领域分行业实施节能降碳专项行动,更高水平更高质量做好节能降碳工作,更好发挥节能降碳的经济效益、社会效益和生态效益,为实现碳达峰碳中和目标奠定坚实基础。”而随着城市人口的不断增长,市政给排水系统的负荷逐渐增加,传统设计模式已经无法满足日益严峻的节能减排需求。能源和水资源的浪费不仅会导致经济成本的上升,还会对生态环境造成不可忽视的影响<sup>[1]</sup>。

给排水设计中融入节能减排理念能够显著提高水资源的利用效率。目前部分城市的水资源的供给处于紧张状态,水质保护与资源回收成为亟待解决的问题。而合理的节能减排措施能够最大限度地减少水资源的消耗,同时提高水的循环利用率,缓解城市用水压力,降低对外部水源的依赖。同时市政给排水系统中水泵和管网的运行会消耗大量的电能,所以在给排水设计中融入节能减排理念,合理调配供水和排水系统的负荷,能够减少能源浪费。

而且节能减排对减轻环境污染具有重要作用。水资源的消耗不仅是能源问题,过度的水资源使用还会导致污水排放量的增加。如果不加控制,污水处理系统的负担将会加重,加剧环境污染。而节能减排措施通过提高

水的利用率,减少水资源的浪费,同时改善水质,能够降低污水处理所需的能源消耗,有助于减少废水的排放,缓解水体污染问题,保护生态环境<sup>[2]</sup>。

## 二、市政给排水设计中节能减排的基本原则

### (一) 因地制宜原则

由于我国水资源的空间分布不均衡,多数城市都面临着不同程度的水资源短缺问题,而且不同地区的地势、降水量、排水需求等都存在差异,所以市政给排水设计要根据城市的自然地理条件、气候特点、社会经济状况等多方面因素设计,以达到节能减排的目标。设计方案必须符合当地的实际情况,避免盲目照搬他地的做法。例如,地势较低的地区,重力排水系统较为适用,其可以利用自然的地形特点减少污水提升过程中的能量消耗。而在地势起伏较大的城市,则需要在设计中增加更多的提升泵站。所以市政给排水设计在融入节能减排理念时应深入了解当地的地理环境和气候条件,根据不同的需求采取合适的技术和设计方法,以达到既节能又高效的目的<sup>[3]</sup>。

### (二) 可持续发展原则

可持续发展原则是市政给排水设计采取节能减排措施的指导原则。给排水系统设计应充分考虑环境保护、资源节约和经济效益等多方面因素,确保系统长期、稳定、环保地运行,减少资源的浪费,降低能耗,并推动社会和生态的和谐发展。所以设计应尽可能采用节水和节能技术,例如智能水泵、污水回用系统、雨水收集系统等,以实现节能减排的目标,不仅能减轻污水处理厂的负担,还能有效减少能源消耗。

### (三) 生态友好原则

生态友好原则指的是设计方案应当尽量减少对生态环境的负面影响,保护水资源和生态系统的健康。所以给排水设计应注重水质保护、生态恢复以及与自然环境的和谐共存,减少人类活动对自然的干扰。例如,污水提升泵的选择要考虑对周围生态环境的影响,避免对水域的过度抽水或污染。而在污水处理环节设计则选择适当的处理工艺,如生态处理法或湿地处理法,尽可能利用自然生物的作用降低能耗改善水质,达到生态友好的效果<sup>[4]</sup>。

### 三、市政给排水设计中节能减排的运用措施

#### (一) 优化水泵站与管网的设计

作为系统的重要组成部分，水泵站是给排水系统能耗的主要来源。水泵能耗不仅受到水泵本身效率的影响，还与泵站的设计、管网的布局和运行方式密切相关。

高效节能的水泵和驱动设备是优化水泵站设计的关键。水泵应选择能效比达到或超过 90% 的高效水泵，而驱动设备则应采用高效电机，电机效率应达到 95% 以上。对于流量为 2000m<sup>3</sup>/h，扬程为 20m 的水泵系统，选用效率为 90% 的水泵和 95% 的电机，能够使整个泵站的能效提高至 85% 以上，而普通水泵系统的效率可能仅为 70% 左右。

目前针对水泵节能多采用变频调速技术（结构如图 1）。水泵的流量和扬程在实际使用中受多种因素影响常出现波动，而传统水泵通常采用定速运行，这不仅会导致高峰时段的能源浪费，还会在负荷较低时造成系统效率的下降。而采用变频调速技术，能够根据实际需求动态调整水泵的转速，实现精确控制流量和扬程，减少能源消耗。例如，水泵站在负荷较低时，利用变频器能够将水泵转速降至 50% 左右，流量降低时，能耗也能相应降低约 40%。根据泵站运行的不同负荷情况，调节水泵的转速，可以使系统的能效达到最佳状态。同时融合智能控制系统，还可以避免在高峰期无谓的能源消耗，提高系统的负载平衡和运行效率。

结合因地制宜原则，给排水管网的整体设计应基于管网的流动特性，避免因管径选择不当或管路布局不合理而造成的水流阻力过大，增加泵站的负担。管网中的弯头、阀门、分支管道等配件都会增加流动阻力，所以需合理设计管网路径和尺寸，避免冗余设计和不必要的水力损失。管径选择应根据流量需求和流速要求优化，如果管网的设计流量为 500m<sup>3</sup>/h，管径应确保流速控制在 1.5—2.5m/s 之间，以减少约 30% 的水流阻力。如果管道系统中存在多个不合理的急弯或过多的阀门，则应合理布局和减少管道的弯头和阀门数量<sup>[5]</sup>。

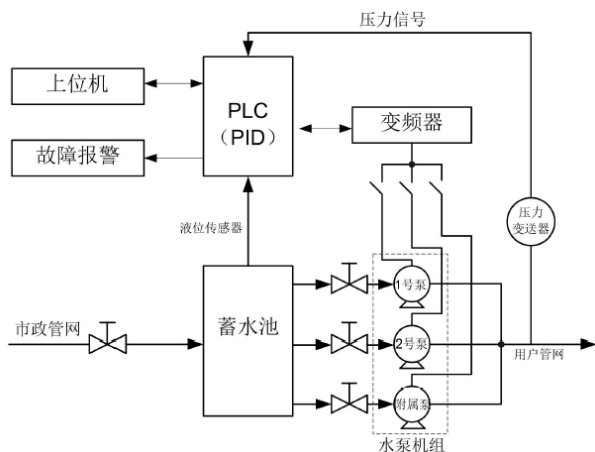


图 1 水泵的变频调速

#### (二) 应用水回用技术

随着城市用水需求的不断增长，以及水资源的日益紧张，如何高效利用现有水资源并减少对水资源的依赖，成为节能减排的重要方向。

目前雨水收集与回用技术在市政给排水系统中应用较为广泛，集水系统收集雨水并初步处理，能够显著减少对市政自来水的的需求。实际设计则可以在建筑屋顶安装雨水收集系统，设置雨水管道、滤网和储水池，收集降水。例如，某城市某一区域年降水量为 800mm，而该区域有 10 万 m<sup>2</sup> 的建筑屋顶，按 80% 的收集效率计算，年可收集雨水量为 80,000m<sup>3</sup>。收集的雨水可以利用初步的过滤系统去除大颗粒杂质送入储水池储存，再根据需求使用。

市政给排水系统中的生活污水和工业废水经处理后可以作为水源再次利用。如果处理后的生活污水水质达到中水回用标准，则可以用于冲厕、灌溉等用途。中等规模的住宅小区每日用水量约为 500m<sup>3</sup>，其中有 200m<sup>3</sup> 为冲厕用水。经过三级处理后，将 200m<sup>3</sup> 生活污水转为可用的中水，每天可以减少 200m<sup>3</sup> 水源需求，每年废水回用技术可以节约约 70,000m<sup>3</sup> 的水源（200×365）。

#### (三) 提升管网管理的智能化水平

管网管理的智能化水平直接影响系统的运行效率和能源消耗。管网的管理需要实时掌握水质、水压、流量等关键参数，并根据这些数据调整系统。而结合自动化技术和物联网技术，能够优化管网的运行状态，实现实时监控与动态调节，减少不必要的能源浪费。

实时监测管网的水质、水压、流量等参数能够帮助管理人员掌握管网的运行状态，并根据这些数据动态调整供水系统的工作状态。例如，某市政供水管网在实际运营中发现水压和流量的波动对能耗影响较大，对此可以安装智能传感器实时监测各关键节点的水压和流量，根据需求变化自动调节泵站的运转模式（利用变频技术）。当管网中某一段的流量较低时，可以相应降低泵站输出，避免不必要的电力浪费。假设某供水管网的日常用水需求波动较大，某些时段的流量可能仅为设计流量的 40%，将泵站输出功率调节为 60% 便可满足需求。原本需要消耗 80kWh 的电能，经过智能调节，实际能耗可能降至 32kWh，节约 48kWh 的能源。

同时结合物联网（IoT）技术远程监控与调节管网。将传感器、控制系统和数据平台连接实现对管网各个环节的实时监控和远程调度。传感器可以安装在管网的各个关键位置，实时采集水压、水质、流量等数据，并通过无线传输技术将数据传输至中央控制平台。运维人员则在中央控制平台利用智能化系统远程调节，而无须现场干预。以某个区域的管网压力调节为例，如果管网的

压力范围为 0.2-0.6 MPa，实时监测到某一节点的压力值偏高，达到 0.7 MPa，那么根据历史数据分析结果，系统能够自动计算出最优的压力调节策略。根据管网负荷和水源供给情况，自动调节阀门开关，调节管网中不同区域的压力分布，避免过高压力造成的管网爆裂或漏水等问题，并减少能耗，提高水泵的运行效率。因此，提升管网管理的智能化水平不仅能够有效提高管网的运行效率，还能通过及时检测和预测性维护降低管网的故障率和维修成本，在实现节能减排目标的同时，保障城市供水排水系统的稳定运行。

#### (四) 应用节水设备与智能化水表

节水设备和智能化水表是给排水系统中的末端，也是控制和优化水供应和消耗的重点。

节水型设备能够直接减少每户用水量、降低供水系统负荷和减少能源消耗。以节水型马桶为例，传统的马桶每次冲水的水量约为 6 到 9L，而节水型马桶的冲水量通常在 4.8L 或更低，节水效果约为 50%。如果每个家庭每天冲水 4 次，每次用水量由 9L 降至 4.8L，每个家庭年用水量将减少约 6132L (4.2×4×365)。传统龙头流量大约为 12L/min，而节水型龙头流量通常为 6L/min 以下，节水效果为 50%，而家庭日常用水量主要通过龙头和淋浴头消耗，如果一个家庭每月使用水量中有 40% 来自龙头和淋浴头，且每月总用水量为 15m<sup>3</sup>，来自龙头和淋浴头的用水量为 6m<sup>3</sup>，节水型龙头和淋浴头的节水效果为 50%，那么每个家庭每月便可节省 3m<sup>3</sup>。而智能水表能够实现对用水情况的实时监控，为优化供水系统的压力和流量分配提供方向。智能水表具备数据采集、远程传输、实时监控等功能，能够记录用户的用水量，并根据实时数据调整系统的水压和流量，以避免不必要的水资源浪费。

#### (五) 雨水利用与生态型水处理设施的结合

根据生态友好原则，给排水设计应尽可能采用与自然相协调的设计手段，优化雨水排放及污水处理过程，减少对传统市政排水系统的依赖，降低能耗，达到节约水资源的目的。

人工湿地与生态湿地是节能减排的重要措施。人工湿地（结构如图 2）能够通过植被、土壤和微生物等天然过滤系统处理雨水和污水，减少传统化学处理方式的使用。植物根系以及微生物的分解作用能够净化污水。这种自然处理过程，既能够有效降低水体污染，又能减少对传统污水处理厂的依赖，降低能源消耗。中小型生态处理系统每年能够处理 18,000m<sup>3</sup> 的污水，则可有效节省约 10% 的能源和化学处理成本，相较于传统污水处理设施的能源消耗，能够显著减少温室气体的排放。

同时城市中还可采用渗透性铺装和雨水花园。渗透性强的铺装材料（如透水砖或透水混凝土），能够使降水快速渗透至地下，减少对排水系统的压力，这便减轻了排水系统的负荷，减少了泵站和排水管道的能耗。雨水花园则可以在排水系统和生态环境之间架起一道桥梁。雨水花园能够吸收和净化雨水，并将其渗透到地下水系统中。以 500m<sup>2</sup> 的雨水花园为例，每年能够收集和约 1000m<sup>3</sup> 的雨水，而且降水还可以通过植物的根系自然过滤，去除雨水中的污染物，大幅减少城市排水系统的负担，降低排水系统的能耗。绿色基础设施的结合，不仅有效提高了雨水利用率，还降低了城市排水系统的能耗，具有良好的环境效益和能源效益。

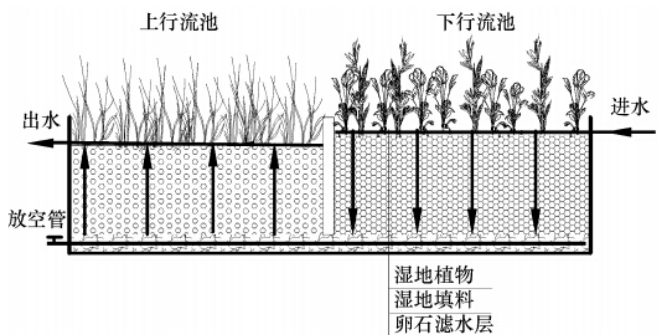


图 2 人工湿地结构

#### 结语

综上所述，本文系统性分析了市政给排水设计中的节能减排措施，通过优化水泵站与管网设计、水回用技术等技术与措施，能够取得良好的节能减排效果。这些技术手段在优化资源使用、减少能源消耗和降低环境负荷方面，具有较为显著的节能减排潜力。未来，随着各行业节能减排理念的深化，相关人员应积极探索更加高效、环保的设计方案，以应对日益严峻的资源与环境挑战。

#### 参考文献

- [1] 关贤杰. 节能减排措施在建筑给排水设计中的运用 [J]. 低碳世界, 2024, 14 (10): 70-72.
- [2] 王存健, 陈超. 建筑给排水工程中智能化技术的应用研究 [J]. 水上安全, 2024, (15): 70-72.
- [3] 祁龙年. 建筑给排水工程节能减排设计对策浅析 [J]. 四川水泥, 2023, (07): 73-75.
- [4] 翁文明. 建筑给排水设计中节能减排设计分析 [J]. 中国建筑装饰装修, 2022, (08): 80-82.
- [5] 李猛. 市政给排水设计中的节能措施 [J]. 住宅与房地产, 2020, (09): 98.