

# 节能给排水技术在市政给排水工程设计中的应用研究

任少博<sup>1</sup>, 刘亦璇<sup>2</sup>, 董稳改<sup>1</sup>

(1. 西安水务(集团)有限责任公司, 陕西 西安 710061;

2. 西安城乡水务有限公司, 陕西 西安 710100)

**摘要** 我国城市化进程不断加快, 市政给排水工程的能耗与水资源利用问题日益突出。本文针对市政给排水工程设计过程中融入节能给排水技术, 深入剖析了其在缓解能源危机、有效提高水资源的利用率、减少环境污染方面的重要特点, 通过对某城市新区案例的研究, 详细阐述了变频调速、做好污水回用以及处理、做好雨水方面的利用和收集、智能控制系统等技术的具体应用措施及显著成效, 分析了应用中面临的技术适用性、成本、技术集成及政策支持等问题, 并提出了针对性建议, 以期为推动市政给排水工程的节能与可持续发展提供理论和实践参考。

**关键词** 节能给排水技术; 市政给排水工程; 变频调速; 雨水收集利用

中图分类号: TU991.02; TU992.02

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.08.040

## 0 引言

市政给排水工程肩负着保障城市供水、排水以及污水处理的重任, 其运行状况直接关乎城市居民的生活质量与城市的可持续发展。然而, 传统市政给排水工程在运行过程中存在能耗高、水资源浪费严重等问题。在提倡节能减排以及可持续发展的背景下, 在市政给排水工程中, 采用节能给排水技术, 将节能理论、技术融入工程设计, 可以明显降低能源的消耗, 提升水资源利用率, 实现社会、环境、经济方面的共赢。

## 1 节能给排水技术在市政给排水工程设计中的重要性

### 1.1 缓解能源危机

市政给排水系统包含了雨水取水、水质处理、加压输送、污水提升与处理等诸多环节, 每个环节都要消耗掉大量能源, 其中电力消耗占比最大。在宏观层面上, 国际上能源紧张、传统化石能源逐渐枯竭, 此背景下市政给排水工程高能耗加剧了能源供需矛盾。合理采用节能给排水技术, 如优化系统运行模式、选用高效节能设备等, 可显著降低能源消耗量<sup>[1]</sup>。例如, 高效节能水泵相较于传统水泵, 运行效率可提高 10%~20%, 在大规模的市政给排水系统中, 这将大幅减少电力消耗, 对缓解能源危机具有重要意义。

### 1.2 提高水资源利用率

人均水资源保有率与国际平均水平相比更低, 而且空间水资源的分布是不均匀的, 部分地区水资源十

分短缺。在市政给排水领域普遍存在用水不合理、管网漏水、污水处理后回用率低等问题, 导致水资源浪费严重。节能给排水技术注重水资源合理利用与循环利用, 运用各项技术, 如收集雨水等, 可以更好地提升水资源的利用效率。如雨水收集利用技术可采集雨水用于道路清洗、城市绿化等方面, 降低对传统能源的依赖性, 有效缓解水资源短缺问题<sup>[2]</sup>。

### 1.3 降低环境污染

市政给排水系统与城市环境有着直接关联。在传统给排水系统中, 污水未经有效处理直接排放到环境中, 打破了自然生态平衡。同时, 系统耗能运行方式加剧了电能损耗, 间接增加了温室气体排放, 影响大气环境。节能给排水技术通过优化污水处理工艺, 提升污水处理效率、达标率, 有效减少污染物排放量。例如, 采用先进的生物处理技术、膜分离技术相结合的处理模式, 可让污水中的化学需氧量(COD)、氨氮等污染物去除率达到 90% 以上, 有效改善水环境质量, 促进城市生态环境的可持续发展。

## 2 节能给排水技术及其在市政给排水工程设计中的应用

### 2.1 工程概况

延安新区规划面积达 50 m<sup>2</sup>, 居住人口 50 万人, 配套建设全面的市政给排水系统。该区域地势较为平坦, 平均海拔高度在 50~80 m 之间, 地下水位较浅, 平均深度约 1.5~2.5 m, 年平均降水量为 1 200 mm,

降水集中在5~9月,约占全年降水量的70%。为积极响应节能减排政策,实现水资源的高效利用,在设计过程中,运用节能给排水的技术。

## 2.2 节能给排水技术在市政给排水工程设计中的具体应用措施

### 2.2.1 变频调速技术

在供水系统中,水泵作为能耗“大户”,是给排水系统节能降耗的突破点。传统的定速水泵能耗额定,导致大量能源被浪费,对此可选用新型高效节能水泵,并搭配先进的变频调速装置,即可有效缓解这一问题。在水泵房内,安装智能控制系统,与管网压力传感器、流量传感器相连接,根据实时采集数据实现自动调控。经前期测试,传统定速水泵在运行时,即用水量处于低谷,功率仍维持在500 kW左右。而应用变频调速技术后,在用水低谷期(如凌晨2点到5点,用水量仅为高峰期的20%),水泵转速可降低40%,功率降至200 kW左右,能耗降低约30%。在用水高峰期(如早上7点到9点、晚上6点到9点),系统能迅速响应,将水泵转速提升,确保供水压力稳定在0.3~0.35 MPa之间,压力波动精准控制在 $\pm 0.02$  MPa以内,有效保障了居民用水的稳定性和舒适性<sup>[3]</sup>。

### 2.2.2 雨水收集利用技术

在新区的广场、公园、停车场等公共区域,以及约60%的住宅小区,广泛铺设渗透铺装材料,所选材料的渗透系数达到 $5 \times 10^{-3}$  cm/s,雨水可快速渗透至地下,补充地下水。同时,建设雨水收集池设计容量为50万 $m^3$ ,可收集屋面、地面的雨水。雨水收集池集成了沉淀、过滤、消毒等一体化处理设施。以新区最大的中央公园为例,其雨水收集系统占地面积约1500  $m^2$ ,每年可收集利用雨水约20 000  $m^3$ ,公园绿化用水成本降低了约80%,经测算,整个新区每年通过雨水收集利用可减少市政供水量约100万 $m^3$ 。

### 2.2.3 污水处理与回用技术

新建污水处理厂采用先进的膜生物反应器(MBR)技术,采取新型生物处理工艺,深度处理城市污水。新城污水处理厂日处理污水能量达到10万t,MBR技术使膜组件的通量达到15~20 L/( $m^2 \cdot h$ ),显著提升了泥水分离效果。污水处理后生成的中水可达到工业用水、城市杂用水标准,回用于道路喷洒、车辆冲洗、工业生产等领域。中水回用率高达80%以上,每年约节省2 920万t的自来水。经检测,处理后的污水化学需氧量(COD)从处理前的500 mg/L降至30 mg/L以下,去除率达到94%;氨氮从40 mg/L降至2 mg/L以下,

去除率达到95%以上,出水水质稳定达标,极大地减少了对新鲜水资源的取用量,降低了企业用水成本,同时减轻了对环境的污染<sup>[4]</sup>。

### 2.2.4 智能控制系统

为了精细化管理给排水系统,新区引入了智能控制系统,系统包含了智能监测、智能调度、智能预警等功能。在供水、排水管网的关键节点,总共部署了5 000余个智能传感器,传感器每隔5 min采集一次数据,包括流量、压力、水质等参数,通过实时监测给排水数据,精准掌握系统运行状态。其中,智能调度功能基于大数据分析 with 智能算法,结合历史数据以及实时采集数据,预测各个区域、各个时间段的用水需求,根据所得数据结果自动优化水泵、阀门等设备运行参数。例如,在炎热的夏季,环境温度高导致居民用水量增多,系统提前将供水水泵转速提高15%,同时调整管网阀门开度,确保各区域水压稳定,满足高峰供水需求。在智能预警系统中,设定流量、压力、水质等参数阈值,一旦实时检测数据异常,系统可在10 s内触发预警,通过短信、App等方式推送信息,及时通知管理人员。如某区域供水管网压力突然下降10%,系统迅速判断可能存在管道破裂,立即发出警报,同时定位故障点,为抢修人员提供精准位置信息,极大地缩短故障响应时间<sup>[5]</sup>。

该市老城区改造引入智能控制系统后,通过优化调度,供水能耗降低12%,管网漏损率从8%降至3%。整个新区应用该系统后,供水能耗降低约15%,管网漏损水量减少约200万 $m^3$ /年,故障响应时间从平均2 h缩短至30 min以内,显著提升了给排水系统运行效率和可靠性,保障了城市用水安全。

## 2.3 综合应用效果

通过上述节能给排水技术的综合应用,该城市新区的市政给排水系统成效显著。在能源消耗方面,供水系统和污水处理厂的年耗电量减少约2 500万kW·h,折合标煤约8 000 t,节能效果突出。在水资源利用方面,雨水收集利用和中水回用每年可节约新鲜水资源约3 000万 $m^3$ ,水资源重复利用率从原来的10%提升至40%以上,对市政供水依赖大幅降低。在环境效益方面,污水处理厂处理后的污水达标排放,周边水体的溶解氧含量提升了2 mg/L,化学需氧量(COD)降低了30 mg/L,有效改善了水环境质量;雨水收集利用减少了地表径流,使城市内涝风险降低了约40%。在经济效益方面,虽然初期在节能设备购置、技术改造等方面投入约8 000万元,但从长期运行成本来看,节能

节水带来的费用节省逐渐显现。供水能耗降低、水资源费用减少以及污水处理成本的优化,使得该区域市政给排水系统的年运行成本降低约 800 万元,预计 7~9 年内即可收回初期投资成本,实现了良好的经济回报。

### 3 节能给排水技术在市政给排水工程设计中的应用需注意的问题

#### 3.1 技术适用性方面

虽然在理论上节能给排水技术相比传统技术更具优势,但不同节能给排水技术具有各自的适用条件和范围,若应用不当则难以发挥其优势,导致投资浪费。在市政给排水工程设计中,应充分考虑当地水资源状况、气候条件、地形地貌、经济发展水平、项目具体需求等因素,综合选用适宜的节能技术。例如,针对干旱缺水的地区,则更加迫切需要采用雨水收集利用技术、污水处理回用技术;针对地形复杂、高差较大的区域,则应选择适宜的水泵类型、调速方式,保持供水系统运行的安全性、稳定性<sup>[6]</sup>。总之,需要根据客观条件和实际需求,科学选择节能给排水技术,最大程度发挥其应用优势。

#### 3.2 初期投资与运行成本方面

部分节能给排水技术的实现需要投入大量人财物等资源,如雨水收集利用系统、先进的污水处理与回用设备等,初期投资成本非常高,需要建设专门设施、购置昂贵的设备。特别是针对一些财政资金较为紧张的区域,使用门槛高成为应用推广的一大阻碍。此外,节能技术运行、维护成本也需重点考虑。部分高效节能设备虽然能耗优势显著,但对运行管理、维护有极高的要求,需要专业技术人员与配套维护设施作为支持,这也增加了给排水系统整体的运行成本。对此,在实际的设计、施工执行中,在前期需做好全面的经济分析,除了考虑性能、需求,还要综合考虑初期投资、长期运行成本,从中寻求最佳的经济平衡点。

#### 3.3 技术集成与系统优化方面

市政给排水是一项十分复杂的系统工程,其中涉及诸多环节与多项技术。在应用节能给排水技术过程中,应重点关注技术集成与系统优化,避免各环节相互脱节。例如,在雨水收集利用系统中,要将雨水收集、储存、处理和利用等环节有机结合起来,同时考虑与城市供水系统、排水系统的协调配合。在污水处理与回用工程中,要优化污水处理工艺,提高中水水质的稳定性和可靠性,确保中水能够安全、有效地回用于不同领域。只有实现技术的集成与系统优化,才能充

分发挥节能给排水技术的整体效益<sup>[7]</sup>。

#### 3.4 公众意识与政策支持方面

节能给排水技术应用推广除了要有有关部门给予技术和资金支持外,还需要有群众参与政策引导。目前,部分群众对节能给排水方面的认知不足,缺少节约用水的意识,这在一定程度上影响了节能给排水技术的推广效果。此外,有关部门在节能给排水技术的政策支持上还尚有不足,缺少完善的激励制度和相关的法规。例如,对采用节能给排水技术的企业和项目,缺乏税收优惠、财政补贴等政策支持;在建筑设计规范中,对节能给排水技术的要求不够明确和严格。因此,需要加强公众宣传教育,提高公众的节能意识和环保意识,同时完善相关政策法规,为节能给排水技术的推广应用创造良好的政策环境。

### 4 结束语

节能给排水技术在市政给排水工程设计中的应用,是当前城市发展的必做选择。通过采用变频调速技术、雨水收集利用技术、污水处理与回用技术以及节水器具等节能措施,可有效减少能源消耗,有效提升水资源利用率,环境及社会效益明显。然而,在节能给排水技术应用过程中,需要充分考虑技术适用性、初期投资与运行成本、技术集成与系统优化以及公众意识与政策支持等问题。未来,应进一步加强节能给排水技术的研发与创新,完善政策法规与标准体系,强化人才培养与技术交流,推动公众参与和宣传教育,促进节能给排水技术在市政给排水工程中的广泛应用,这是可持续发展的必然选择,也是城市建设及发展的基础。

#### 参考文献:

- [1] 王小立.市政给排水节能设计探析[J].居舍,2019(13):72.
- [2] 谭昊.市政给排水工程设计中节能技术的运用分析[J].城市建设理论研究:电子版,2024(06):223-225.
- [3] 韩强,孟丽静.节能技术在给排水工程设计中的运用分析[J].现代装饰,2024,590(21):175-177.
- [4] 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.
- [5] 方宇,王焯冬,陆颂.探究节能技术在市政给排水设计中的应用[J].建材发展导向,2022,20(21):169-171.
- [6] 葛俊.节能技术在市政给排水工程设计中的应用[J].建筑工人,2022(02):28-31.
- [7] 赵丁.市政给排水工程设计中节能给排水技术的应用浅析[J].IT 经理世界,2022,25(03):163-165.