

城市给排水系统的节能减排技术及其应用研究

江俊

中城建十五局第九工程建设管理有限公司，江西九江，332000；

摘要：随着城市化进程的加快和人口的不断增加，城市给排水系统面临着巨大的能源消耗和环境压力。节能减排作为全球应对气候变化和实现可持续发展的重要战略之一，已经成为城市给排水系统管理中的关键任务。本文将探讨城市给排水系统中的节能减排技术，分析当前技术应用现状，并提出未来的技术发展方向。通过对节能技术和减排技术的研究，旨在为优化城市给排水系统、提高资源利用率和减少碳排放提供理论依据和实践指导。

关键词：城市给排水系统；节能减排；技术应用；可持续发展；环境保护

DOI:10.69979/3029-2727.24.09.024

城市给排水系统在城市基础设施中占据着重要位置，它不仅承担着供水和排水的任务，还与城市的环境保护、资源循环利用等密切相关。然而，随着城市化进程的不断推进，给排水系统的能源消耗和排放问题日益严重，特别是在水泵系统、污水处理、管网运行等环节的高能耗和高排放问题成为亟待解决的难题。节能减排技术的引入，不仅能够有效降低系统的能耗，还能够减少温室气体和污染物的排放，对实现城市可持续发展目标具有重要意义。

1 城市给排水系统的现状分析

1.1 给排水系统的组成与功能

城市给排水系统主要包括供水、排水、污水处理等部分。供水系统通过水源开发、水厂净化、管网输送等环节，将清洁水源输送至居民和工业用水点；排水系统则负责将城市污水和雨水收集、排放至合适的地方；污水处理系统则通过物理、化学、生物等多种方法处理城市污水，达到排放标准^[1]。

1.2 当前节能减排的难点

水泵及压水设备的高能耗：在供水过程中，水泵及其附属设备的运行消耗了大量能源；

污水处理中的高能耗：传统的污水处理工艺消耗了大量的电能、化学药剂和水资源；

管网泄漏和运输损失：城市供水和排水管网存在泄漏和老化现象，造成水资源浪费和能耗浪费^[2]。

2 城市给排水系统中的节能减排技术

2.1 智能化控制技术

随着信息技术的飞速发展，智能化控制技术在城市给排水系统中的应用日益广泛，成为提高系统运行效率、

降低能源消耗和减少环境污染的重要手段。智能化控制技术主要通过传感器、自动化控制系统、数据采集系统等技术手段，对城市给排水系统进行实时监控和调节，从而实现精准的能源管理和优化的系统运行。

首先，通过在供水管网、污水处理厂、泵站等关键环节部署传感器和智能设备，能够实时采集诸如水压、水流量、温度、管网状态等各类运行参数。这些实时数据通过传感器与云平台或局部数据中心进行传输，为系统提供动态的运行状态信息。这使得运营管理人员能够更全面地掌握系统的运行情况，并及时采取措施，避免因突发情况导致的能源浪费或资源过度消耗。

其次，智能化控制技术利用大数据分析和算法优化，实现了对城市给排水系统的精确调度。例如，基于物联网（IoT）技术的智能水务系统能够实时监测供水管网中的各类参数，如水压、水质、流量、管道运行状态等，并利用分析模型对这些数据进行处理和分析，预测未来的水需求和管网负荷。通过这种智能调度，系统能够自动调整泵站的运行状态，优化泵站的启停时机、流量分配和水压调控，避免了不必要的能源消耗。例如，在夜间水需求较低的情况下，系统可以自动降低泵站的运行速度，减少电力消耗，而在用水高峰期则适时提高泵站运行效率，以保障供水稳定^[3]。

进一步地，智能化控制技术还具备了自我学习和自动优化的能力。随着系统运行数据的积累和深度学习算法的发展，智能水务系统可以通过历史数据和模型预测，逐步优化管网调度、设备维护以及能源消耗模式。例如，在发生突发事件（如管道破裂或泵站故障）时，系统能够通过自动预警系统发出警报，并立即启用备用设施或自动切换供水管道，保证水资源的持续供应，同时最大限度减少因故障造成的资源浪费。

最后,智能化控制技术还能够为运维人员提供决策支持。通过集成的监控平台,管理人员可以实时查看整个城市给排水系统的运行状态,获取详细的能耗数据和故障报警信息。结合数据分析和机器学习模型,系统可以为管理人员提供最优的决策建议,帮助其及时发现潜在问题,并采取适当的措施。例如,系统可以分析过去一段时间内管网的漏损情况,并自动提出管网维修建议,减少管网漏水和能源损失的风险。

2.2 节能型水泵与变频调速技术

变频调速技术在节能型水泵系统中的应用,已成为优化城市给排水系统能效、降低能源消耗的重要手段。传统的水泵系统通常以固定转速运行,不论实际需求如何,这种恒速运行方式常常导致能源浪费。在这种传统模式下,水泵在低需求时期依然保持高负荷运转,造成大量不必要的电能消耗。而变频调速技术的引入,使得水泵能够根据实时需求自动调整转速,从而确保水泵在整个工作过程中的高效运行,避免了能源浪费。

变频调速技术的核心在于通过变频器调节电动机的转速,以适应水流需求的变化。在给排水系统中,水量的需求常常存在波动,尤其是随着季节、时段、天气等因素的变化,供水和排水量会有所不同。通过使用变频调速技术,水泵的转速能够实时响应水流的变化,保证水泵的运转效率最优化。在低需求时,水泵转速降低,减少电力消耗;而在高需求时,水泵转速则可以适当提高,确保系统能够满足水流的需求,避免出现水压不足等问题。

变频调速技术的应用不仅提高了水泵的运行效率,还有效延长了设备的使用寿命。传统固定转速的水泵由于长时间处于满负荷或低负荷运转,容易出现过度磨损、效率下降等问题。而变频调速技术通过调节水泵的转速,使其能够在更合适的负载下运行,降低了机械部件的负担,减少了设备的磨损和故障率,从而延长了水泵的使用寿命,减少了维护和更换的成本。

变频调速技术还能够在系统的负荷波动中进行动态调节,优化水泵系统的运行模式,确保其始终处于最适宜的工作状态。例如,在供水需求较低的夜间,系统可以自动降低水泵转速,减少电能消耗;而在高峰时段,水泵则会自动增加转速,以确保足够的供水压力和流量。

在实际应用中,结合节能型水泵和变频调速技术,可以实现系统整体能效的提升。节能型水泵在设计时注重提升水泵的效率,通常具备更高的流量和扬程性能,能够在较低的能耗水平下满足给排水系统的需求。与传统水泵相比,节能型水泵在工作过程中产生的能量损失

较小,从而进一步降低了系统的总体能耗。与变频调速技术配合使用,节能型水泵能够根据不同的工作条件和需求,调整工作状态,进一步提高整个水泵系统的能效。

通过这一组合,给排水系统不仅能够大幅降低运营成本,还能减少对环境的影响,符合现代城市可持续发展的目标。降低能耗和排放的同时,还能提升水务管理的灵活性和智能化水平,实现节能减排目标。

2.3 节能型污水处理技术

节能型污水处理技术在近年来获得了广泛应用,主要是由于传统污水处理技术往往消耗大量的能源,导致运行成本高和环境负担重。随着环保要求的提高和节能减排理念的深入人心,许多新型的节能污水处理技术逐渐走向了前沿。这些技术不仅提高了处理效率,还显著降低了能耗,为污水处理行业的可持续发展提供了新的解决方案。

其中,膜生物反应器(MBR)技术作为一种创新性的节能污水处理方法,正在被广泛应用于城市污水和工业废水的处理过程中。MBR技术结合了膜过滤与生物处理技术,通过膜的物理屏障作用有效地去除了水中的悬浮物和污染物,同时膜过滤还能减少污泥的产生,降低了传统污水处理过程中所需的能量消耗。传统的活性污泥法在污水处理过程中,通常需要大量的能量来促进污泥沉降和污泥回流,而MBR技术通过膜的作用避免了这一过程,因此显著减少了污泥处理和水处理的能耗。MBR技术还可以提高水质,减少二次污染,特别适用于对水质要求较高的场景,如城市再生水的生产和工业废水的深度处理。

除了MBR技术,其他一些新型的节能污水处理方法也在不断创新并得到应用。利用可再生能源驱动污水处理设备,是近年来备受关注的一项技术创新。通过利用太阳能、风能等自然资源,部分污水处理设备能够在能源消耗较少的情况下完成污水的处理任务。例如,太阳能光伏系统可以为污水处理厂提供电力,减少对传统电网的依赖。通过将太阳能与污水处理设备相结合,可以有效降低污水处理的能源消耗,特别是在阳光资源丰富的地区,太阳能成为了理想的替代能源。

风能作为另一种可再生能源,在污水处理中的应用也逐渐增多。通过在污水处理设施周边设置风力发电机,将风能转化为电能,用于驱动污水处理设备,降低了运行成本和环境影响。风能驱动的污水处理系统不仅能够在风力资源丰富的地区提高能源利用效率,而且能够减少温室气体的排放,符合全球节能减排的战略需求。

另一项值得关注的节能技术是低温污水处理技术。

该技术通过优化污水处理的温度控制和热能回收系统，在较低温度下完成生物降解和物理化学处理过程，减少了加热和冷却的能源消耗。例如，采用热泵技术将低温污水中的热能回收并用于供热系统，进一步提高了污水处理系统的整体能源效率。这类技术不仅能节省运行成本，还能有效减少污水处理过程中对外部能源的需求。

最后，智能化污水处理技术的应用也为节能减排提供了新思路。通过物联网（IoT）、大数据和人工智能（AI）技术，污水处理设施能够实时监控并优化运行状态。智能控制系统可以根据污水的水质变化和处理负荷，自动调节设备的运行方式，避免设备过度运转或能量浪费。例如，AI技术可以根据污水的污染程度预测所需的处理时间和能耗，通过动态调整设备运行，降低了能源的浪费，并提高了处理效率。

2.4 管网漏损监测与修复技术

管网漏损是城市供水系统中普遍存在的一个问题，漏水不仅导致大量的水资源浪费，还增加了能源消耗，对环境造成负担。因此，管网漏损监测与修复技术在节能减排中具有重要意义。通过实施漏损监测和高效的修复技术，可以有效降低供水系统的水损失和能源浪费，优化水资源的使用，并提高供水系统的运行效率和经济效益。

首先，漏损监测系统是确保及时发现和定位漏损点的关键技术。现代漏损监测系统通过传感器、流量计、压力计等设备实时监测供水管网中的水流和压力变化。采用先进的物联网技术（IoT）和大数据分析，系统可以在管网出现异常情况时，快速定位漏损点，并将信息实时传输至控制中心。通过这种智能化监测手段，供水公司能够及时获得管网运行的各项参数，及时发现漏水问题，并精准判断漏水的具体位置，避免了传统人工巡查和经验判断带来的不确定性和延误。

漏损监测系统还能够提供实时数据，帮助运营人员分析漏损的趋势和原因，为后续的维修工作提供决策支持。例如，当某一地区的漏损率突然上升时，系统可以通过对比历史数据和实时数据，快速识别是否存在异常情况，如管道老化、连接不良等问题。通过这些数据，供水公司可以提前采取预防措施，降低漏损发生的可能性。

对于漏损的修复，非开挖修复技术已成为一种节能、高效的解决方案。传统的管网修复方法需要挖掘道路、

拆除旧管道，且施工时间长、成本高、对环境造成较大干扰。而非开挖修复技术采用现代化的设备，如定向钻进、内衬修复、管道注浆等，通过在不破坏道路和环境的情况下对管道进行修复或替换，减少了修复过程中的能源消耗和资源浪费。

其中，定向钻进技术是一种常用的非开挖技术，通过定向钻孔设备精确地在地下铺设新管道，避免了传统开挖施工中的大规模破坏。该技术不仅节省了人工和时间成本，还减少了对道路、交通和周围环境的影响，极大地提高了施工效率并降低了修复过程中对能源的消耗。

内衬修复技术则是一种适用于管道内壁损坏的修复方法。在原有管道内部铺设一种柔性内衬材料，能够有效封闭管道内的破损部分，从而恢复管道的完整性和密封性。与传统修复方法相比，内衬修复具有施工简便、修复快速和成本低廉的优势，并且能够减少材料的浪费，降低能源消耗。

管道注浆技术在修复过程中也被广泛应用，特别是对管道漏水的修补。通过将注浆材料注入到管道裂缝中，能够快速封堵泄漏点，恢复管道的密封性能。这种技术不需要大规模的开挖，减少了对土壤和地下水资源的破坏，同时也有效降低了修复过程中的能量消耗。

管网漏损监测与修复技术通过先进的监测手段和创新的修复方法，有效地解决了传统管网管理中存在的漏水和能耗问题。通过实时监控与精准定位，能够及时发现并修复漏水点，避免了水资源的浪费和能源的过度消耗。

3 结束语

城市给排水系统的节能减排技术在保障水资源安全、提高系统效率和减少环境污染方面具有重要作用。随着技术的不断创新和政策的支持，节能减排技术将在城市给排水系统中得到更加广泛的应用，为建设绿色、低碳的智慧城市做出贡献。

参考文献

- [1] 马永明, 郭红兵. 工业建筑给排水中的节能环保设计分析[J]. 南方农机. 2023, (6).
- [2] 张霄. 建筑给排水节水设计分析[J]. 工程技术研究. 2024, (5).
- [3] 殷水森. 建筑给排水设计中节能减排设计分析[J]. 江西建材. 2023, (7). D