

智能化技术在建筑给排水工程中的应用

徐媛媛

(山东省鲁成招标有限公司, 山东 济南 264000)

摘要 智能化技术在建筑给排水系统中的应用提高了系统的效率和优化了资源利用与管理模式。本文探讨了智能化技术在建筑给排水设计与运行中的应用, 对当前技术应用效果进行了总结, 探讨了如何克服瓶颈问题和推动智能化技术在建筑给排水领域的深度发展, 以期对建筑给排水系统的管理更加精确和高效有所裨益, 从而促进其在绿色建筑和智慧城市中的广泛应用。

关键词 智能化技术; 建筑给排水; 智能传感器

中图分类号: TU99; TP3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.04.009

0 引言

智能化技术可以提高系统的运行效率和减少能源消耗, 提升建筑环境的可持续性和居住舒适度。当前智能化技术在给排水领域的应用还处于探索阶段, 技术的成熟度和应用的广泛性以及实施的成本问题仍然是亟待解决的难题。如何突破这些瓶颈来推动智能化技术在建筑给排水工程中的深度应用, 成为当前建筑行业亟需关注和研究的课题。

1 建筑给排水工程中智能化技术应用的概述

建筑给排水工程中智能化技术采用各种传感器、执行机构、数据采集与处理系统可以实现对给排水系统的实时监控和自动调节以及故障预警等功能。智能化水流控制系统可以根据实时数据动态调整水流分配以此保证水资源的高效利用与精准控制; 智能传感器对管网压力、流量和水质等关键参数的监测可以为系统运行提供实时反馈, 减少人工干预; 对海量数据的处理与挖掘可以优化系统运行效率和提高资源利用率并降低运行成本^[1]。人工智能技术在故障诊断和预测性维护以及智能调度方面的应用进一步提升了建筑给排水系统的自主运行能力, 降低了维护与管理的难度。

2 智能化技术在建筑给排水设计中的应用

2.1 智能化水流控制系统的设计

智能化水流控制系统结合了集成传感器、执行器和控制算法的优势, 可以实时监控和自动调节水流, 从而保证供水系统的高效运行。布置在管网中的传感器可以实时采集水流量、压力、温度等参数, 这些数据借助无线通信传输至中央控制系统^[2]。中央控制系统使用控制算法可以根据实时数据和需求变化自动调节水流量和压力来适应不同的用水需求。系统可以根

据时间段、季节性变化或突发情况动态调整水泵转速、水管阀门开度等, 保证每个区域都能获得所需的水流量。一个城市的供水网络中, 水流量传感器可以设置在每个重要管道节点, 供水主干道、分配点和末端用户接入点。某管道的水流量在高峰时段达到了 500 m³/h, 而低需求时段仅为 200 m³/h, 智能系统可以调节阀门开度和水泵频率来实现水流量的精确调控。当某一节点的水流压力检测到异常(压力超过 50 帕斯卡), 系统会立即进行调整, 关闭阀门或增加流量以保证管网压力不超过设计标准, 避免管道损坏或水压过低引发的供水问题。水流控制的自动调节基于流体力学原理, 结合系统的压力、流量与水泵的运行参数, 常用的控制公式为:

$$Q=A \cdot V$$

其中, Q 为水流量 (m³/h); A 为管道的横截面积 (m²); V 为水流速率 (m/s)。可以借助该公式计算在不同水流条件下的最佳泵速与水流分配策略。采用智能化水流控制系统, 用水峰值负荷可以被自动识别并调配且水流控制系统的响应速度可低至几秒钟, 保证了不同区域供水需求的平衡。

某一商业大厦的实际应用中, 智能水流控制系统可以调整水泵运行频率, 最大流量可从设计流量的 80% 提高至 100% 并且在低需求时段系统能将流量降低到 50% 以节省能源。安装流量传感器和压力传感器可以实时采集水流量和管道压力以及用水需求等数据。这些数据经过无线传输到中央控制系统, 系统根据建筑物不同区域的用水需求自动调整水泵的转速以此优化水流的分配。系统可以实现水流的按需调节, 避免了传统设计中因过度设计造成的资源浪费。

2.2 智能传感器在水管网中的应用

可以提供实时的水质监测、流量管理和压力控制来提高水资源的使用效率,保证供水安全并减少管网故障带来的损失。温湿度传感器可以帮助监测管道外部环境温湿度变化,季节性气候变化较大的地区可以帮助预测管网受到的外部压力,从而采取相应的预防措施来避免管网因温差过大或湿气过重导致的腐蚀、冻结等问题^[3-4]。

一个城市的供水管网中水质传感器被安装在水源地、水厂及各个水泵站附近以便实时检测水源是否受到污染以及水厂生产出的水质是否达标。而流量计和压力传感器被布置在管网的节点来保证对水流的精确控制和监测。这些数据凭借无线通信技术传输至中央控制系统可以进行大数据分析,系统可以自动调节阀门、泵站等设施来实现对水流量、压力等关键参数的动态调整。智能传感器的应用可以极大地提升供水系统的智能化管理水平。一座高层住宅楼的供水系统设计中除了水质传感器和流量计外还结合了温湿度传感器、浊度传感器等更多种类的传感器。凭借这些传感器系统可以实时监控供水水质和流量以及压力变化。当水质传感器检测到水质异常时系统会自动切换到备用水源并凭借智能调节阀门保障水流的平稳供应。如果流量计发现某个水管道的流量突降,系统可以准确定位到故障点和自动诊断是否存在漏损或堵塞现象。各智能传感器监测数据见表1。

表1 某高层住宅楼智能传感器监测数据

传感器类型	监测参数	测量值	标准范围	状态
水质传感器	pH值	7.2	6.5 ~ 8.5	正常
水质传感器	溶解氧浓度	5.8 mg/L	> 4 mg/L	正常
流量计	水流量	150 m ³ /h	140 ~ 160 m ³ /h	正常
压力传感器	管道压力	1.2 MPa	1.0 ~ 1.5 MPa	正常

其中,水质传感器监测的pH值为7.2,符合6.5~8.5的标准范围,溶解氧浓度为5.8 mg/L,超过了最低标准值4 mg/L,表明供水水质良好。流量计监测的水流量为150 m³/h,接近标准范围的上限140~160 m³/h,显示出系统在高效运行的同时保持了良好的稳定性。压力传感器记录的管道压力为1.2 MPa,位于1.0~1.5 MPa的正常范围内,表明管网系统的压力控制精准有效。

凭借智能传感器的实时监控,可以高效发现潜在问题并保证系统的安全性和可靠性,为高层建筑供排水系统的稳定运行提供了重要保障。

2.3 智能处理技术在建筑给排水设计中的作用

传感器在建筑内部和外部实时采集水流、压力、温度等多种环境数据,这些数据凭借无线网络传输到中央控制系统。利用机器学习和数据挖掘技术系统可以从海量的数据中提取出有价值的信息,为决策提供精准支持。基于这些实时数据,智能处理技术可以自动分析出供水与排水的最佳调度方案并根据建筑物各个区域的具体需求进行动态调整。不同楼层或区域的用水需求存在差异,智能系统可以根据实时数据预测每个区域的水量需求并智能调节水泵、阀门等设备。智能处理技术凭借优化供水调度可以提高水资源的利用率,还能减少能源消耗和降低系统的运行成本。基于人工智能的故障诊断系统提升了管网的可靠性和维护效率。凭借对管道网络的历史运行数据和实时传感器数据的深度分析,系统可以凭借深度学习算法提前识别管网中的潜在故障点并预测其发生的概率。当管道压力异常或流量波动时系统会自动识别出可能的故障位置,并根据故障风险级别发出预警。智能建筑智能故障诊断系统运行数据见表2。

表2 智能建筑智能故障诊断系统运行数据

时间	故障类型	预测位置	处理状态
2024/1/1	水管漏水	4号楼东侧管道	已处理
2024/1/2	管道堵塞	5号楼西侧管道	已处理
2024/1/3	水压异常	7号楼南侧管道	等待处理

表2中记录的处理状态表明该系统在前两次故障中表现出较高的响应速度,而对于未处理的问题可以借助预警机制督促后续维修工作来保证系统的稳定运行,充分体现了智能化技术在建筑管网维护中的重要价值。

3 智能化技术在建筑给排水系统运行中的应用

3.1 智能化排水系统的实时监控

智能化排水系统通过实现对排水系统的全方位实时监控与精准控制,依托大数据分析技术,实时判断排水系统的运行状态,并在发生异常时自动调整运行模式或触发报警,其中水位传感器和流量计被布置在排水井、泵站入口和出口等位置实时监控水流状态,当传感器探测到水流异常或水位超限时,系统可以根据预设的响应策略立即调节排水阀门或启动备用泵站,以此维持排水通畅,某城市住宅区采用了智能水位传

感器和流量传感器并配备了无线通信模块,实现了数据的实时传输和远程监控,在该系统中水位传感器设置在每个排水管网的关键位置,可以精准监控水位的实时变化,而流量传感器布置在不同的排水节点用于检测水流量的变化^[5]。

在突发暴雨的情况下,该智能排水系统的优势尤为明显。当系统监测到某排水区域的水位迅速上升至设定的预警值时系统会自动启动备用排水设备。系统结合历史用水数据和实时天气预报数据,智能调度排水设备可以根据实时需求合理调整设备的运行参数以便高效地疏导雨水。一场持续降雨中,当区域的水位在 1 小时内上升了约 40 cm 时,系统根据之前的用水数据和排水能力自动启动了位于低洼区域的备用排水泵,将排水流量提升至平常的 1.5 倍。借助这一智能化排水系统人工干预的需求大幅减少,排水系统的响应速度和可靠性大大提升。在过去的传统排水系统中,突发事件需要人工巡检和调度,导致反应滞后甚至引发内涝问题。而智能排水系统可以实时监控与自动化调度,使响应时间从传统的几个小时缩短到分钟级别。

3.2 智能泵站的应用

智能化排水系统凭借部署高精度传感器、集成控制系统和无线通信模块,可以全面掌控排水系统的运行状况,这些传感器与通信模块将实时采集的数据传输到中央控制系统,系统利用大数据分析技术对数据进行处理和判断,从而实时评估排水系统的运行状态,出现异常情况时系统可以自动调整运行模式,例如调节排水阀门、启动备用泵站等,以此保证排水系统的顺畅运行。智能化排水系统还可以根据历史数据和实时监测信息进行预测性调度,以提高排水效率和响应速度。在系统设计上,水位传感器和流量计被 strategically 安装在排水管网的关键节点,保证了每个重要区域都能得到准确的水流和水位信息。城市排水系统中智能水位传感器和流量传感器的分布可以有效识别潜在的排水瓶颈。系统凭借对比历史数据和实时监测信息可以及时调整排水阀门或启动备用排水设备,以应对极端天气条件或排水压力的变化。某城市住宅该区域的智能水位传感器与流量传感器在遭遇突发暴雨时可以快速响应水位变化和启动备用排水设施。结合中央控制系统的智能调度算法系统可以自动调整排水模式以更高效地疏导雨水,减少城市内涝的发生。

3.3 智能节能技术在建筑给排水系统运行中的应用

现代建筑的给排水系统中水泵作为核心设备,其运行状态直接影响着系统的能耗水平,智能节能技术通过采用变频驱动技术、智能故障检测和高效能耗调

度等方式,保证了供水系统的稳定运行,最大限度地减少了能源浪费。例如某高层住宅楼的给排水系统引入了基于变频驱动技术的智能节能系统,该系统是凭借实时监测水流和压力数据,来动态调整水泵的转速,在低需求时系统可以自动降低水泵的转速,以此减少不必要的能源消耗,而在高峰用水时段系统会提升水泵的频率以保证水压和流量的稳定供应,避免因供水不足而导致的用水不便。与传统的给排水系统依赖于固定的运行模式,水泵始终以固定的高功率运行导致了能源的大量浪费相比,智能节能系统可以对实时数据进行精准分析,在不同的需求阶段调整系统的工作模式以达到能效最大化。在非高峰时段,当需求量较低时,水泵的运转负荷可以相应减少,而在需求高峰期,系统可以提升水泵转速以保障供水需求的高效满足,从而在保证系统稳定性的同时实现能耗的最优化^[6]。

4 结束语

智能化技术在建筑给排水系统中的应用不仅提升了系统的运行效率,有效降低了能耗和运行成本,而且推动了建筑行业向智能化、绿色化方向的发展,其中智能泵站的引入使水泵的运行可以根据需求动态调节,避免了过度运行和能源浪费,实现了系统的高效运作与节能目标,智能节能技术凭借变频驱动和智能控制以及能效评估有效优化了建筑给排水系统的能耗,符合可持续发展的理念。展望未来,随着技术的不断发展和创新,智能化技术有望在建筑给排水领域发挥更大的潜力,推动整个行业向更加智能、高效以及环保的方向迈进。

参考文献:

- [1] 李坚. 水利工程数字化与智能化发展趋势研究 [J]. 东北水利水电, 2024, 42(11): 64-67.
- [2] 唐仁刚. 建筑给排水设备智能化控制与监测技术研究 [J]. 中国设备工程, 2024(07): 28-30.
- [3] 靖翔. 建筑智能化技术在建筑给排水工程中的应用 [J]. 工程技术研究, 2024, 09(06): 228-230.
- [4] 孙鸿昌, 黄广国, 翟文文, 等. 新型 3D 立式污水处理建筑工程安全运行智能监测系统研究 [J]. 智能建筑电气技术, 2024, 18(06): 94-99.
- [5] 黄强国. 数字化技术在建筑施工过程中的应用 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2024(28): 124-126.
- [6] 王金山. 智能控制在建筑公共设施管理中的应用分析 [J]. 建材技术与应用, 2021(02): 19-21.