

水利给排水系统智能化管理技术研究与应用

邵长翠

滕州市中润供水有限公司 山东 枣庄 277599

摘要：本文探讨了水利给排水系统智能化管理技术的研究与应用。随着城市化进程的加速和水资源短缺问题的日益严重，智能化管理技术在水利给排水系统中的应用显得尤为重要。通过物联网、大数据、云计算和人工智能等先进技术，智能化管理系统能够实现对水利给排水系统的实时监测、优化调度、故障预警与诊断等功能，提高系统运行效率、降低运行成本、增强系统稳定性并提升服务质量。文章详细分析了智能化管理技术的优势、应用现状、挑战及未来发展趋势。

关键词：水利给排水系统；智能化管理；物联网；大数据；人工智能

引言

水利给排水系统作为城市基础设施的重要组成部分，其运行效率、稳定性和安全性直接关系到城市居民的生活质量、城市的可持续发展以及水资源的合理利用。随着城市化进程的加速、水资源短缺问题的日益严重以及环境保护意识的增强，传统的水利给排水管理方式已经难以满足现代城市的需求。因此，智能化管理技术在水利给排水系统中的应用成为了研究的热点和趋势。

1 水利给排水系统智能化管理技术的必要性

1.1 城市化进程的需求

随着城市规模的不断扩大，水利给排水系统的规模也日益庞大。传统的人工巡检和管理方式效率低下，难以满足大规模系统的运行需求。智能化管理技术通过实时监测、远程控制和自动化管理，能够大大提高管理效率，确保系统的稳定运行。

1.2 水资源短缺与环境保护的压力

水资源短缺是全球面临的重要问题之一。在水利给排水系统中，智能化管理技术可以通过优化调度、减少漏损等方式提高水资源的利用效率。同时，智能化管理还能够实现对水质的实时监测和预警，防止水污染事件的发生，保护水环境。

1.3 提高系统稳定性和安全性

水利给排水系统的运行涉及到供水、排水、污水处理等多个环节，任何一个环节的故障都可能对整个系统造成影响。智能化管理技术通过实时监测和故障预警，能够及时发现并处理系统中的故障，提高系统的稳定性和安全性。

2 水利给排水系统智能化管理技术的关键组成

2.1 物联网技术

物联网技术是智能化管理的核心之一。通过在水利

给排水系统中部署各种传感器（如压力传感器、流量传感器、水质传感器等），可以实时采集系统的运行状态数据。（1）压力传感器：采用高精度的压阻式或压电式传感器，能够精确测量管道内的压力变化。例如，在供水管道中，压力传感器可以安装在关键节点，如水泵出口、管网分支处等，实时监测压力值。其测量范围一般为 0 - 10MPa，精度可达 $\pm 0.1\%FS$ （满量程）。（2）流量传感器：常见的有电磁流量计、超声波流量计等。电磁流量计利用法拉第电磁感应原理，适用于导电液体的流量测量，具有测量精度高、不受流体密度、粘度等影响的特点^[1]。超声波流量计则通过测量超声波在流体中传播的时间差来计算流量，适用于大口径管道的流量测量。（3）水质传感器：可检测水中的多种参数，如酸碱度（pH 值）、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、氨氮等。例如，pH 传感器采用玻璃电极法，能够快速、准确地测量水质的酸碱度，测量范围为 0 - 14，精度可达 $\pm 0.01pH$ 。这些传感器通过有线或无线方式与数据采集设备连接，将采集到的数据传输到监控中心。无线传输方式包括 ZigBee、LoRa、NB - IoT 等，具有低功耗、广覆盖、高可靠性等特点。

2.2 大数据技术

2.2.1 数据存储与管理

采用分布式文件系统（如 Hadoop Distributed File System, HDFS）和 NoSQL 数据库（如 MongoDB、Cassandra）来存储海量数据。HDFS 具有高容错性、可扩展性强的特点，能够存储大规模的数据文件。NoSQL 数据库则适用于处理非结构化和半结构化数据，如传感器采集的实时数据。建立数据仓库，对数据进行整合和清洗，去除噪声数据和重复数据，提高数据的质量。

2.2.2 数据分析与挖掘

运用数据挖掘算法,如关联规则挖掘、聚类分析、时间序列分析等,发现系统运行中的规律和趋势。例如,通过关联规则挖掘可以发现供水压力、流量与水质参数之间的关联关系;通过时间序列分析可以预测未来的供水需求。利用机器学习算法,如决策树、神经网络、支持向量机等,对数据进行分类和预测。例如,通过训练神经网络模型,可以预测水质参数的变化趋势,提前采取防范措施。

2.3 云计算技术

2.3.1 云平台架构

构建基于云计算的水利给排水系统管理平台,采用多层架构,包括基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)。IaaS层提供计算、存储和网络等基础设施资源;PaaS层提供开发、测试和部署等平台服务;SaaS层提供具体的水利给排水系统管理软件应用^[2]。采用虚拟化技术,将物理服务器资源虚拟化为多个虚拟机,提高资源利用率和灵活性。

2.3.2 数据共享与协同

通过云平台实现数据的集中管理和共享,不同部门和用户可以根据权限访问和使用数据。例如,供水企业、环保部门和政府监管部门可以通过云平台共享水质数据、供水计划等信息,实现协同管理。

2.4 人工智能技术

2.4.1 机器学习算法应用

在故障预警方面,通过收集历史故障数据和正常运行数据,训练机器学习模型,如随机森林、梯度提升树等,对系统的运行状态进行实时监测和预测。当模型检测到异常数据时,及时发出预警信号。在优化调度方面,利用强化学习算法,根据实时的供水需求、水质状况和设备运行状态,自动调整供水计划和设备运行参数,实现系统的优化运行。

2.4.2 深度学习算法应用

对于复杂的水质图像识别问题,采用深度学习算法,如卷积神经网络(CNN)。通过训练大量的水质图像数据,CNN可以准确识别水中的污染物种类和浓度,为水质监测提供更精确的结果。

3 应用案例分析:上海智慧供水系统

3.1 系统组成

(1)感知层:在上海供水网络的关键节点(如水厂、泵站、管网等)部署了各种传感器,如压力传感器、流量传感器、水质传感器等。这些传感器能够实时采集供水过程中的各项数据。例如,在水厂出水口安装了高精度的水质传感器,可实时监测酸碱度、浊度、余

氯等多项水质指标;在管网关键位置安装了压力传感器,能精准感知管道压力变化。

(2)网络层:通过4G/5G网络将传感器采集到的数据传输到云端服务器。这种高速稳定的无线传输方式确保了数据的实时性和准确性。

(3)平台层:在云端服务器上构建了智能化的供水管理平台,该平台具备数据存储、处理、分析和决策支持等功能。平台采用了分布式存储和计算技术,能够高效处理海量的供水数据。

(4)应用层:供水企业的管理人员可以通过手机、电脑等智能终端设备访问供水管理平台,实现对供水系统的实时监测、远程控制和决策支持。例如,管理人员可以在手机上查看各个水厂的运行状态、管网压力分布等信息,并远程调整水泵的运行参数。

3.2 应用效果

通过实时监测和远程控制,实现了供水系统的自动化运行。例如,根据供水需求自动调整水泵的转速和功率,提高了供水效率。据统计,系统上线后,供水能耗降低了15%左右。通过优化调度和减少漏损,降低了供水系统的运行成本。利用数据分析合理安排供水计划,避免了水资源的浪费;同时,通过及时发现并处理管网漏损问题,每年减少水资源损失约300万吨。通过实时监测和故障预警,及时发现并处理了供水系统中的故障。例如,当水泵出现故障时,系统会立即发出警报,并通知相关人员进行处理,大大缩短了故障修复时间,提高了系统的稳定性。通过实时监测水质和水量,确保了供水安全和质量。同时,通过数据分析了解了用户的用水习惯和需求,为用户提供了更加个性化的服务。例如,根据用户的用水高峰和低谷时段,合理调整供水压力,提高了用户的用水体验。

4 水利给排水系统智能化管理技术的优势

4.1 提高运行效率

智能化管理技术通过实时监测和远程控制,能够实现水利给排水系统的自动化运行和精细调控。例如,在供水系统中,通过实时监测供水压力和流量,可以自动调整水泵的转速和功率,以满足不同时段的供水需求。这种自动化运行方式大大提高了系统的运行效率,减少了人工干预。

4.2 降低运行成本

智能化管理技术通过优化调度、减少漏损等方式,能够降低水利给排水系统的运行成本。例如,通过实时监测和分析供水需求,可以合理安排供水计划,避免水资源的浪费。同时,通过及时发现并处理管网漏损问

题,可以减少水资源的损失,降低运行成本。

4.3 增强系统稳定性

智能化管理技术通过实时监测和故障预警,能够及时发现并处理水利给排水系统中的故障,增强系统的稳定性^[3]。例如,在排水系统中,通过实时监测排水管网的运行状态,可以及时发现堵塞、泄漏等问题,并通知相关人员进行处理。这种故障预警和处理方式能够避免故障的扩大和蔓延,确保系统的稳定运行。

4.4 提升服务质量

智能化管理技术通过实时监测和数据分析,能够了解用户的需求和反馈,提升服务质量。例如,在供水系统中,通过实时监测水质和水量,可以确保供水安全 and 质量。同时,通过数据分析可以了解用户的用水习惯和需求,为用户提供更加个性化的服务。

5 水利给排水系统智能化管理技术面临的挑战

5.1 数据安全与隐私保护

随着智能化管理技术的应用,水利给排水系统中产生了大量的数据。这些数据中可能包含用户、企业或政府机构的敏感信息,如水质数据、供水量、供水压力等。如果这些数据在传输、存储或处理过程中受到未经授权的访问、篡改或泄露,将会对用户的个人隐私、企业的商业机密以及公共安全造成严重影响。因此,如何确保数据的安全和隐私保护是智能化管理技术面临的重要挑战之一。

5.2 系统集成与兼容性

智能化管理技术涉及多个环节和多种设备,如传感器、数据采集设备、数据处理软件、远程控制系统等。这些环节和设备往往由不同的厂家或供应商提供,因此可能存在兼容性问题。如果这些设备和系统无法有效地整合和协同工作,可能会导致监控数据不准确、控制指令失效等问题,影响系统的稳定性和可靠性。

5.3 技术更新与升级

随着科技的不断发展,智能化管理技术也在不断更新和升级。然而,水利给排水系统的设备和设施往往具有较长的使用寿命,难以频繁更换^[4]。因此,如何在更不更换现有设备和设施的前提下,实现智能化管理技术的更新和升级,是面临的另一个挑战。

6 水利给排水系统智能化管理技术的发展趋势

6.1 技术融合与创新

未来,水利给排水系统智能化管理技术将更加注重技术融合与创新。例如,物联网技术、大数据技术、云计算技术和人工智能技术将进一步融合,形成更加完善的智能化管理系统。同时,随着新技术的不断涌现,如边缘计算、区块链等,智能化管理技术也将不断创新和发展。

6.2 应用场景拓展

目前,水利给排水系统智能化管理技术主要应用于城市供水、排水和污水处理等领域。未来,随着技术的不断发展和应用场景的不断拓展,智能化管理技术将广泛应用于农业灌溉、工业用水、海绵城市建设等多个领域。例如,在农业灌溉领域,通过智能化管理技术可以实现对灌溉过程的实时监测和优化控制,提高灌溉效率和水资源利用效率。

6.3 智能化程度提高

未来,水利给排水系统智能化管理技术的智能化程度将不断提高。例如,通过更加先进的传感器和监控设备,可以实现对系统运行状态的更加精准和全面的监测。同时,通过更加智能的数据分析和决策支持算法,可以实现对系统运行状态的更加精准和高效的预测和控制。

结语

水利给排水系统智能化管理技术的研究与应用对于提高系统运行效率、降低运行成本、增强系统稳定性、提升服务质量以及保护水环境等方面具有重要意义。目前,国内外在水利给排水系统智能化管理方面已经取得了一定成果,但仍面临着数据安全与隐私保护、系统集成与兼容性、技术更新与升级等挑战。未来,随着技术的不断发展和应用场景的不断拓展,水利给排水系统智能化管理技术将朝着技术融合与创新、应用场景拓展、智能化程度提高等方向发展。

参考文献

- [1]王金栋.智能监控与管理技术在建筑给排水系统中的应用[J].房地产世界,2024,(08):137-139.
- [2]邱郁.智能建造背景下建筑给排水数字化技术应用[J].居业,2025,(02):25-27.
- [3]贺博.智能技术在建筑给排水中的应用探究[J].中国高新科技,2024,(24):152-154.
- [4]王金栋.智能监控与管理技术在建筑给排水系统中的应用[J].房地产世界,2024,(08):137-139.