

智能水务系统在市政给水管理中的应用与效益分析

李昱颖, 柳宁宁

(威海市水务集团设计院有限公司, 山东 威海 264200)

摘要 在当今全球化与工业化的背景下, 水资源的稀缺性与分布不均已成为制约社会经济持续健康发展的关键因素。面对这一挑战, 智能水务系统作为一种创新解决方案, 通过整合物联网、大数据分析和人工智能等前沿技术, 为水务管理带来革命性变革。智能水务系统不仅能够实时监测水质、水量和水压等关键参数, 还能够通过预测分析优化调度, 减少管网漏损, 提升水质安全, 确保供水稳定, 从而提高水务管理的智能化水平和整体效能。系统通过水质实时监控、污染源追踪与治理、水量预测与需求管理、管网漏损检测与修复等关键功能, 实现了水资源的精细化管理和高效利用, 对经济社会发展产生深远影响。

关键词 智能水务系统; 水资源管理; 物联网; 大数据分析

中图分类号: TU991

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0019-03

1 研究背景

在全球化与工业化的浪潮中, 水资源的稀缺性与不均衡分布已经成为制约社会经济持续健康发展的重要因素。据联合国水资源世界评估计划报告指出, 至 2050 年, 全球近半数人口将生活在水资源极度紧张的地区。这一严峻现实不仅凸显了水资源管理的紧迫性, 也呼唤着创新解决方案的出现, 以应对日益严峻的供需矛盾和环境压力。

市政给水管理作为城市基础设施的关键组成部分, 承载着保障居民生活品质和支撑城市运转的重大责任。然而, 传统给水管理模式往往受限于信息不对称、反应滞后、资源分配低效等问题, 难以适应快速变化的城市化进程与公众日益增长的用水需求。高损耗率、水质安全风险、应急响应能力不足等顽疾, 不仅消耗了大量的人力物力, 还严重影响了水资源的可持续利用与城市生态的平衡^[1]。

在此背景下, 智能水务系统的兴起, 标志着水务管理进入了一个全新的时代。智能水务, 集成了先进的物联网技术、大数据分析、人工智能决策支持系统等前沿科技, 旨在实现水资源的精细化管理与高效利用。它不仅能够实时监测水质、水量、水压等关键指标, 还能通过预测分析优化调度, 减少管网漏损, 提升水质安全, 确保供水稳定, 从而大幅度提高水务管理的智能化水平和整体效能^[2]。

2 理论基础

智能水务系统是现代水务管理领域的一项重大革新, 它深度融合了物联网 (IoT)、云计算、大数据分析以及自动化控制技术, 构建出一个全面、动态且高效的水资源管理体系。在给水管网的各个关键节点, 如水源地、输送管道、用户端等, 部署了密集的传感器网络和智能计量装置, 它们不间断地捕捉水质、流量、压力、温度等多元化数据, 编织成一张庞大而精细的数据网, 为后续的分析和决策提供坚实的基础^[3]。

一旦这些数据被收集, 随即上传至云端, 依托于强大的云计算平台, 大数据分析工具开始发挥作用。通过对海量数据的深度挖掘, 系统能够识别出用水模式的规律, 预测未来的用水需求, 评估整个系统的运行状态, 为水务管理者提供精确且及时的信息支撑, 确保决策的科学性和前瞻性。集成所有这些先进技术的决策支持系统 (DSS), 为水务管理人员提供了直观的可视化界面和智能化的决策建议^[4]。无论是水质突变、管道泄漏, 还是面对极端天气的挑战, DSS 都能迅速响应, 协助管理者做出最合理的判断和行动, 确保水务系统的平稳运行。

此外, 智能阀门、泵站、管网监控等一系列自动化设备的应用, 实现了远程控制和即时响应。无论是调节水压、控制流量, 还是在紧急情况下快速关闭供水, 这些自动化设施都能够大幅提升系统的反应速度

和操作效率,使智能水务系统成为保障城市供水安全、提升居民用水体验的强大后盾。

3 智能水务系统架构与功能

3.1 数据采集与监测网络

这一环节是智能水务系统的基础,由一系列分布于供水系统各个关键节点的先进传感器、计量仪表及其他智能终端组成。这些设备负责不间断地收集水质、水压、流量、温度等关键参数,确保所有数据点的实时状态被准确记录。通过持续的数据采集,系统能够构建起一幅动态的水务运营图景,任何偏离常规的趋势都将被迅速识别。所采集的数据通过网络传输至中央数据库,构建出全面、详尽的信息资源库。一旦检测到异常,如水质污染、管道泄漏或水压骤变,系统会立即启动预警机制,通过多种通信渠道向水务管理人员发出警报,为采取及时有效的应对措施创造先机^[5]。这种早期干预的能力极大地减少了问题的严重性,避免了潜在的环境损害和经济损失。

3.2 数据处理与分析平台

此平台发挥着智能水务系统核心处理器的作用,利用云计算的强大计算能力,结合大数据分析技术和人工智能算法,对收集到的海量数据进行深度挖掘和智能解析。通过对历史数据与实时信息的综合分析,平台能够识别用户的用水模式,预测未来的水资源需求,评估系统性能,并预测可能存在的风险。这些分析结果为决策者提供了精确的数据支持,确保水资源的有效分配与合理调度。通过对人口增长、季节变化、经济发展等因素的综合考量,系统可以预测特定区域或时段内的水资源需求,从而智能调整供水策略,确保水资源的合理分配。此外,通过对系统性能的持续评估,智能水务系统能够识别效率低下的环节,提出改进措施,比如优化泵站运行、调整管网布局,以达到降低能耗、减少浪费的目的,全面提升水务系统的整体效率与可持续性。

3.3 决策支持与执行系统

该系统作为智能水务系统的行动指挥中心,可将数据分析的结果转化为具体的操作指令,通过直观的用户界面向水务管理人员展示,并提供基于数据的决策建议。无论是水质异常的即时报警、泄漏事件的精准定位,还是应对极端天气的紧急预案,系统都能迅速响应,给出及时、有效的解决方案,确保水务管理的科学性和有效性。通过集成智能阀门、泵站控制系统和管网监控设备,系统实现了从水源到用户端的全程自动化控制。这些自动化设施能够在中央控制平台的指令下自动调节水压、控制流量,确保供水的稳定

性与安全性^[6]。更重要的是,这种远程操作能力使得水务管理人员即使身处远端,也能对现场状况有全面了解,并作出即时反应,特别是在夜间或节假日等非工作时间,系统的自主运行能力显得尤为关键。自动化管理不仅显著降低了人力成本,提高了响应速度,而且增强了系统的可靠性和适应性,为水务管理开创了更为灵活和高效的管理模式。

4 智能水务系统在市政给水管理中的应用

4.1 水质监测与管理

1. 水质实时监控技术。水质实时监控技术依托前沿的传感设备与物联网技术,构建起从水源萌发至终端使用的全程监测网络。传感器于水源地、水处理设施、输配水管道及用户终端,持续不断地搜集水质信息,涵盖 pH 值、溶解氧、浊度、余氯等关键参数,每一项数据都是对水质健康的精细刻画。当系统捕捉到水质波动的蛛丝马迹,立即激活预警机制,及时通报至相关管理部门,触发紧急应对流程^[7]。不仅如此,借助深度学习与数据分析,系统能够追溯污染源头,为污染治理提供精准指导,筑起一道无形的防线,抵御水质污染的侵袭,确保公众饮水安全无虞。

2. 污染源追踪与治理。智能水务系统的另一大亮点在于其污染源追踪与治理能力,这是一场针对水质污染的精准战役。系统通过综合分析水质监测数据,结合地理信息系统(GIS)、历史污染事件记录以及环境变化趋势,能够快速锁定潜在的污染源,无论是工业排放、农业面源污染还是生活污水,均难逃其法眼。一旦确定污染源,智能平台即刻生成治理方案,指导相关部门采取针对性措施,比如加强污染源监管、优化水处理工艺、实施生态修复工程等,旨在从根本上消除污染,恢复水质的纯净。此外,系统还具备预测功能,能够评估特定区域未来可能面临的污染风险,提前布局预防措施,从而实现对水质污染的有效控制,守护每一滴水的纯净,维护生态平衡与公共福祉。

4.2 水量预测与需求管理

1. 基于大数据的用水预测模型。基于大数据的用水预测模型利用海量的历史用水数据、气象信息、人口统计以及经济活动指标,通过复杂的算法模型,描绘出未来用水需求的动态图景。这一模型不仅能够预测季节性或节假日的用水高峰,还能洞察长期趋势,如城市化进程、气候变化对用水模式的影响,从而为水资源的合理分配与规划提供前瞻性的指导。通过深度学习和人工智能技术的融合,模型不断自我进化,提升预测精度,确保城市的水资源管理既高效又灵活,满足社会发展的多变需求。

2. 需求侧管理策略。需求侧管理策略作为智能水务系统的重要组成部分,扮演着供需平衡指挥官的角色。它倡导“节水优先、用则优供”的理念,通过智能分析用户的用水习惯,制定个性化的节水建议,鼓励居民和企业参与水资源节约行动。例如,利用智能水表和移动应用,向用户实时反馈用水量,提高节水意识;在用水高峰期实施阶梯水价,激励用户调整用水行为;推广节水器具和技术,降低单位用水量。

此外,智能水务系统还能够根据预测模型的结果,动态调整水压和流量,避免水资源的浪费,确保在干旱期或紧急情况下,关键部门和民生用水得到优先保障^[8]。需求侧管理策略的实施,不仅促进了水资源的精细化管理,还增强了社区的环保意识,推动了节水型社会的建设,为城市的可持续发展注入了源源不断的活力。

5 智能水务系统效益分析

5.1 经济效益分析

智能水务系统的部署,实质上是一项旨在提升财务绩效的战略性举措,其核心在于成本控制与资本回报的双向优化。具体而言,该系统通过先进的算法预测与动态调节用水需求,从而显著降低能源消耗,减少水处理及输送过程中的不必要开支,直接缩减运营成本。物联网技术与大数据分析的结合,使设备状态得以实时监控,有效预警并防止设备故障的发生,规避了高额的紧急维修成本。智能化计量与远程抄表技术的应用,极大程度地减少了传统抄表过程中的人力资源消耗,同时提升了计费准确性与效率,确保了资金流的顺畅。水资源的优化配置进一步减少了浪费,间接地促进了水资源的经济效能提升。从长期投资角度考量,智能水务系统的初始资本投入将通过上述机制,在较短周期内获得正向回报,展现出其作为基础设施项目的经济合理性与可行性。

5.2 社会效益分析

智能水务系统对社会福祉的影响,超越了纯粹的经济效益,着重体现在供水安全的提升与公众健康水平的增进。水质监测功能的实时性与高效性,确保了水源污染事件的即时检测与响应,为居民提供安全可靠的饮用水源,保障了公众健康。水量管理与调度的精准化,有效解决了高峰期的供需矛盾,增强了供水网络的稳定性与用户满意度。智能水务的普及,通过优化资源配置,使得边远地区与弱势群体同样能够获取到优质水资源服务,强化了社会公平与正义原则。这些措施共同作用下,提升了民众生活品质,促进了社区凝聚力的增强,为构建和谐社会奠定了坚实的基础。

5.3 环境效益分析

从环境角度来看,智能水务系统通过精细化管理策略,大幅度降低了水资源的无谓损耗,减轻了对自然生态体系的负担,有助于生态系统的稳定与恢复。废水排放监测与管控机制的建立,有效减少了工业活动对水体的污染,保护了水生生态环境。在城市规划与建设领域,智能水务系统的应用推动了水资源的合理布局与循环利用,促进了绿色建筑与海绵城市概念的落地,增强了城市抵御气候变化影响的能力。智能水务的广泛实践,体现了城市管理者的环境保护意识,为未来世代营造了更加宜居与可持续的生活环境,彰显了人与自然和谐共存的理想状态。

6 结束语

智能水务系统在市政给水管理中的应用,标志着水务管理步入了智能化的新纪元。它不仅解决了传统给水管理模式下信息不对称、反应滞后和资源分配低效的问题,还通过水质实时监控、污染源精准追踪、水量预测与需求管理以及管网漏损检测与修复等功能,有效提升了水资源管理的效率与质量。智能水务系统的部署带来了显著的经济效益,包括成本节省、投资回报、运营成本降低、设备故障预防、人力资源消耗减少以及水资源浪费减少;同时,社会效益体现在供水安全提升、公众健康水平增进以及社会公平与正义的强化;环境效益则体现在水资源节约、生态平衡维护和城市抵御气候变化能力的增强。智能水务系统作为智慧城市基础设施的关键组成部分,对实现水资源的可持续利用和社会的和谐发展具有不可估量的价值。

参考文献:

- [1] 柴润金,张驰.数智水务助力企业提质增效[N].中国石化报,2024-06-20(02).
- [2] 邢耀辉.智能水表在智慧水务系统中的应用分析[J].水上安全,2024(11):52-54.
- [3] 亓相涛,周敢.基于物联网的在线水质监测系统设计[J].电脑知识与技术,2016,12(27):185-187.
- [4] 权亚强,梁永增.基于智能水表管理的智慧用水物联网系统设计[J].城镇供水,2024(02):98-102.
- [5] 赵秋霜.河间市智慧水务系统建设的总体设计[J].河北水利,2024(03):43-45.
- [6] 唐林平,石海.浅析智慧水务系统在农村饮水安全工程管理中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024(03):162-164.
- [7] 王勤,宋瑾,秦强,等.城乡供水一体化背景下智慧水务系统建设研究与思考[J].湖南水利水电,2024(02):33-36.
- [8] 来耀明,谢志诚.二次供水泵站智慧水务系统在兰州市城市供水中的应用[J].中国科技信息,2024(06):51-53.