

智慧水利在水利工程管理中的应用

李 拓

长江河湖建设有限公司 湖北 武汉 430010

摘 要：智慧水利作为水利工程现代化的重要标志，通过运用物联网、大数据、云计算、遥感、人工智能等现代信息化技术，实现了水利工程的智能化管理和运行。它在水利工程管理中的应用，有效提高了防洪调度、水库安全监管、灌区节水灌溉等方面的效率和精准度。智慧水利通过实时监测、数据分析与预警，增强了风险控制能力，保障了水利工程的稳定运行，同时降低了施工和管理成本。它是提升水利工程管理效能、实现水利现代化的关键途径，具有广阔的发展前景。

关键词：智慧水利；水利工程管理；应用

引言：随着信息技术的飞速发展和普及，智慧水利已成为水利工程领域的重要发展趋势。它将现代信息技术与传统水利管理相结合，旨在提高水利工程的管理效率和决策水平。智慧水利通过实时监测、数据分析和智能决策，能够帮助管理者更准确地掌握水利工程的运行状态，及时发现和解决问题。本文旨在探讨智慧水利在水利工程管理中的应用，分析其带来的变革与影响，以期为水利工程的现代化管理提供参考和借鉴。

1 智慧水利概述

1.1 智慧水利的定义与内涵

(1) 智慧水利的概念界定。智慧水利是指利用现代信息技术，包括物联网（IoT）、大数据、云计算、移动互联网及人工智能等，对水利对象及其活动进行全面感知和互联，旨在为水安全、水资源、水环境、水生态等领域提供精细化管理、智能化决策和泛在化服务。它是智慧地球思想与技术在水利行业的具体应用，旨在全面提升治水能力，保障经济社会可持续发展。(2) 智慧水利的核心要素与特点。智慧水利的核心要素包括高效的数据采集与处理能力、智能化的决策支持系统、以及全面的服务应用体系。这些要素共同构成了智慧水利的综合体系，使其具有高效性、可持续性、智能性、鲁棒性、自我修复能力和安全性等特点。智慧水利通过实时监测与分析，能够迅速响应水利管理中的各类问题，提高管理决策的精准度和时效性。

1.2 智慧水利的技术支撑

(1) 大数据、云计算、物联网等关键技术。大数据技术在智慧水利中起着至关重要的作用，它能够高效处理和分析海量水利数据，为管理者提供决策支持。云计算技术则提供了灵活的计算资源和存储能力，使得智慧水利系统能够根据需要动态扩展，满足大规模数据处理

的需求。物联网技术通过传感器网络，实现了对水利要素的实时监测和数据采集，为智慧水利系统提供了丰富的数据源。(2) 人工智能、遥感监测等辅助技术。人工智能技术在智慧水利中的应用日益广泛，特别是在洪水预测、水质监测和工程调度等方面，AI算法能够提供更加精准的预测和决策支持。遥感监测技术则通过卫星和飞机等平台，获取高分辨率的地面信息，为水利工程的规划和设计提供重要数据支持^[1]。

1.3 智慧水利在水利工程中的作用

(1) 提升管理效率与决策水平。智慧水利通过实时数据监测和分析，能够迅速识别水利管理中的问题和风险，提高管理决策的时效性和精准度。同时，智能化管理系统能够自动化处理大量数据，减轻管理人员的工作负担，提升管理效率。(2) 实现水资源优化配置与高效利用。智慧水利系统能够实时监测水资源状况，通过数据分析和模型预测，为水资源的优化配置和高效利用提供科学依据。这有助于实现水资源的可持续利用，保障经济社会发展和生态环境的用水需求。(3) 增强应急响应与灾害防控能力。智慧水利在洪水、干旱等自然灾害的预警和防控方面发挥着重要作用。通过实时监测和数据分析，系统能够提前发现灾害迹象，为决策者提供预警信息，从而采取有效的防控措施，减少灾害损失。

2 智慧水利在水利工程管理中的应用

2.1 智慧水利在防洪调度中的应用

(1) 数字孪生流域构建与“四预”能力建设。数字孪生流域是智慧水利在防洪调度中的核心应用之一。它基于高精度地理空间数据、实时监测数据和先进的水文模型，构建了一个与实际流域相对应的虚拟模型。这个数字孪生体能够实时模拟流域内的水流动态、降雨过程及洪水演进路径，为防洪调度提供了科学依据。在数字

孪生流域的基础上,“四预”能力建设得以加强,即预报、预警、预演和预案。预报方面,通过集成气象预报、水文模型和实时监测数据,提高了洪水预报的准确性和时效性。预警方面,结合GIS技术和智能算法,能够迅速识别洪水风险区域,及时发布预警信息,为人员疏散和财产转移赢得宝贵时间。预演方面,利用数字孪生流域进行洪水模拟,评估不同调度策略的效果,为优化调度方案提供依据。预案方面,根据模拟结果和实际需求,制定针对性的防洪预案,确保在洪水来临时能够迅速、有效地采取行动^[2]。(2)洪水灾害防御的智慧化保障。智慧水利在洪水灾害防御中发挥着重要作用。通过实时监测、智能分析和快速响应机制,实现了对洪水灾害的精准预警和有效防御。实时监测系统能够持续采集河流水位、降雨量、土壤湿度等关键数据,结合AI算法进行智能分析,及时发现洪水风险。一旦监测到洪水风险,系统会立即触发预警机制,通过多种渠道向相关部门和公众发布预警信息。同时,智慧水利系统还能根据洪水风险等级和演进趋势,自动调整水库放水计划、开启或关闭防洪闸门等,以减轻洪水灾害的影响。

2.2 智慧水利在水库管理中的应用

(1)水库防洪安全、水资源管理与调配。智慧水利在水库管理中,通过实时监测、智能分析和优化调度,实现了水库防洪安全和水资源管理的智能化。在水库防洪安全方面,系统能够实时监测水库水位、入库流量等关键参数,结合气象预报数据,预测未来水位变化趋势,为防洪调度提供科学依据。在水资源管理与调配方面,系统能够根据水库蓄水量、下游需水量以及生态用水需求,智能调整水库放水计划,实现水资源的优化配置和高效利用。(2)工程安全运行管理的智慧化手段。智慧水利系统在水库工程安全运行管理中发挥着重要作用。通过在大坝、溢洪道、放水设施等关键部位安装传感器,实时监测大坝应力、变形、渗漏等参数,结合大数据分析技术,及时发现工程安全隐患。一旦监测到异常数据,系统会立即触发预警机制,通知管理人员进行处置。同时,系统还能通过历史数据分析,预测工程维护周期,为工程维护计划的制定提供科学依据,确保水库工程的长期安全运行^[3]。

2.3 智慧水利在灌区节水灌溉中的应用

(1)“灌区一张图+数字驾驶舱”模式。智慧水利在灌区节水灌溉中,采用了“灌区一张图+数字驾驶舱”的创新管理模式。灌区一张图集成了灌区地形地貌、水系分布、作物种植结构、灌溉设施等信息,实现了灌区的可视化管理。数字驾驶舱作为灌区管理的中枢,集成

了实时监测、数据分析、决策支持等功能,管理人员可以通过数字驾驶舱全面了解灌区运行状况,快速做出决策。这种管理模式不仅提高了灌区管理的效率和准确性,还有助于优化灌溉策略,实现节水灌溉。(2)高效节水灌溉与现代化管理的实现。智慧水利系统通过集成先进的灌溉技术和设备,如智能灌溉控制器、土壤墒情监测仪等,实现了灌溉用水的精准计量和智能调度。系统能够根据土壤墒情、作物需水量以及天气预报等信息,智能调整灌溉计划和灌溉量,确保作物得到充足的水分供给,同时避免灌溉水的过度浪费。此外,智慧水利系统还能对灌溉设施进行远程监控和自动化控制,提高了灌溉设施的利用率和管理效率。通过智慧水利系统的应用,灌区实现了从传统灌溉向高效节水灌溉的转变,提高了水资源的利用效率。

2.4 智慧水利在水资源监测与分析中的应用

(1)实时数据采集与动态监测。智慧水利系统通过集成多种传感器和监测设备,实现了对水资源实时数据的采集和动态监测。系统能够实时监测河流水位、流量、水质、降雨量等关键参数,并将数据实时传输至数据中心进行处理和分析。这些数据为水资源管理和保护提供了重要支撑,有助于及时发现和解决水资源问题。在数据采集方面,智慧水利系统采用了高精度、高可靠性的传感器和监测设备,确保数据的准确性和可靠性。同时,系统还通过无线网络传输技术,实现了数据的实时采集和传输,确保数据的时效性和可用性^[4]。(2)数据分析与预警预测。智慧水利系统利用大数据分析和AI算法,对实时监测数据进行深度挖掘和分析,发现数据背后的规律和趋势。系统能够根据历史数据和实时监测数据,预测未来水位、流量等参数的变化趋势,为水资源管理和调度提供科学依据。在预警预测方面,智慧水利系统通过构建预警模型和分析算法,实现了对水资源异常情况的及时发现和预警。例如,在水质监测方面,系统能够实时监测水质指标的变化情况,一旦发现水质超标或异常波动等情况,系统会立即触发预警机制,向管理人员发送预警信息,提醒其及时采取措施进行处理。在水资源调度方面,系统能够根据预测结果和实际需求,智能调整调度策略,确保水资源的合理利用和供需平衡。

3 智慧水利在水利工程中面临的挑战与对策

3.1 数据共享与整合难题

3.1.1 不同部门、不同区域之间的数据壁垒问题

智慧水利的实施依赖于大量、多元、实时的数据支持。然而,在现实中,不同部门和区域之间的数据壁垒

问题尤为突出。各部门往往基于自身的利益和信息安全考虑,不愿意将数据共享给其他部门或区域。这种数据孤岛现象导致了数据资源的浪费和重复建设,严重影响了智慧水利系统的整体效能。

3.1.2 推动数据共享与整合的对策与建议

为了打破数据壁垒,推动数据共享与整合,我们可以采取以下对策:一是建立统一的数据标准和共享机制,明确数据的格式、内容、共享方式等要求,为各部门和区域之间的数据互通提供基础;二是加强顶层设计和政策支持,通过制定相关政策法规,明确数据共享的权责利,激励各部门和区域积极参与数据共享;三是利用云计算、大数据等技术手段,构建统一的数据共享平台,实现数据的集中存储、统一管理和高效利用。

3.2 安全与隐私保护挑战

3.2.1 水资源数据的安全与隐私保护需求

智慧水利系统涉及大量的水资源数据,包括水文、气象、水质、工程运行等多方面的信息。这些数据不仅具有经济价值,还关乎国家安全和公共利益。因此,加强水资源数据的安全与隐私保护至关重要。

3.2.2 加强数据安全与隐私保护的措施

为了保障水资源数据的安全与隐私,我们可以采取以下措施:一是加强数据加密和访问控制,采用先进的加密技术对敏感数据进行加密存储和传输,同时设置严格的访问权限,确保只有授权人员才能访问相关数据;二是建立完善的监测和预警机制,实时监测数据的安全状态,一旦发现异常行为或潜在风险,立即触发预警并采取相应措施;三是加强数据备份和恢复能力,定期备份重要数据,并建立快速恢复机制,以应对可能的数据丢失或损坏风险。

3.3 人才培养与引进不足

3.3.1 智慧水利领域的人才培养与引进现状

智慧水利作为新兴的交叉学科领域,对人才的需求

尤为迫切。然而,目前智慧水利领域的人才培养与引进仍面临诸多困难。一方面,相关专业的教育体系尚不完善,人才培养的数量和质量均难以满足实际需求;另一方面,由于智慧水利领域的发展相对较晚,高端人才相对匮乏,引进难度较大。

3.3.2 提升人才培养与引进水平的策略

为了提升智慧水利领域的人才培养与引进水平,我们可以采取以下策略:一是加强与相关高校和科研机构的合作,共同设立智慧水利相关专业或研究方向,培养具备跨学科知识和实践能力的高素质人才;二是加大人才引进力度,通过提供优厚的待遇和良好的工作环境,吸引国内外优秀人才投身智慧水利事业;三是建立完善的激励机制和职业发展路径,为人才提供广阔的成长空间和晋升机会,激发人才的创新活力和工作热情。

结束语

综上所述,智慧水利在水利工程管理中的应用,不仅提高了管理效率和决策精准度,还为水资源的可持续利用和生态环境保护提供了有力支撑。通过实时监测、智能分析和预警预测,智慧水利系统实现了对水利工程的全面感知和精细化管理,有效保障了水利工程的安全稳定运行。未来,随着技术的不断进步和创新,智慧水利将在水利工程管理领域发挥更加重要的作用,为构建绿色、智能、可持续发展的水利体系贡献力量。

参考文献

- [1]王勇,李建民.智慧水利技术及其应用现状分析[J].水资源与水工程学报,2022,(04):42-43.
- [2]冯海军.智慧水利信息化系统在水利工程中的应用探究[J].中国设备工程,2025,(06):54-55.
- [3]于博文.智慧水利工程建设与管理实施新路径研究[J].中国水运,2024,(10):106-107.
- [4]邱爱华,王连勇,苗艳丽.智慧水利建设下水利管理的创新与发展对策研究[J].工程建设与设计,2024,(06):61-62.