

水利工程运行管理中的智能化技术应用与效益分析

孙 权 张 镔

中国南水北调集团中线有限公司渠首分公司邓州管理处 河南 南阳 474150

摘 要：随着信息技术的飞速发展，智能化技术已广泛应用于各行各业，水利工程运行管理也不例外。本文旨在探讨智能化技术在水利工程运行管理中的应用及其带来的效益，分析智能化技术的特点与优势，以及其对水利工程运行管理模式的革新作用。

关键词：智能化技术；水利工程运行管理；效益分析；物联网；大数据；云计算；人工智能

引 言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分，在防洪减灾、水资源调配、农业灌溉等方面具有不可替代的作用。然而，传统的水利工程管理模式受限于技术手段和人力资源，难以实现对水利工程的全面、精准、高效管理。随着信息技术的不断进步，智能化技术为水利工程管理提供了新的解决方案。本文将从智能化技术在水利工程运行管理中的应用入手，分析其效益，并展望未来发展前景。

1 智能化技术在水利工程运行管理中的应用

1.1 物联网技术

物联网技术作为智慧水利的基石，为水利工程提供了海量、实时的数据采集能力。在水利工程的关键节点，如水库、河道、闸门、泵站等处，通过部署各类传感器、RFID标签等智能设备，可以实时、准确地采集水位、流量、水质、降雨量等关键水文信息。这些智能设备如同水利工程的“神经末梢”，时刻感知着水利工程的状态变化，为水利工程的运行管理提供了详实的数据基础。传感器作为物联网技术的核心组件，其种类和功能日益丰富。例如，水位传感器可以实时监测水库或河道的水位变化，为防洪调度提供准确数据；流量传感器可以测量河流或渠道的流量，为水资源分配和调度提供依据；水质传感器可以监测水中的溶解氧、PH值、浊度等指标，确保水质安全；而降雨量传感器则可以实时记录降雨情况，为洪水预报和防汛决策提供支持。这些采集到的数据通过无线网络传输至数据中心，实现了数据的实时汇总和存储。数据中心作为水利工程的“大脑”，对收集到的数据进行初步处理和分析，为后续的数据挖掘和决策支持提供基础。同时，数据中心还可以将数据发布到相关的管理平台和应用程序上，方便管理人员随时随地查看和监控水利工程的状态。物联网技术的应用，不仅提高了水利工程数据采集的准确性和实时

性，还实现了水利工程的远程监控和智能化管理。管理人员可以通过手机、电脑等终端设备，实时查看水利工程的状态数据，及时发现并处理异常情况，确保水利工程的安全运行。

1.2 大数据技术

大数据技术作为智慧水利的数据处理和分析工具，负责处理和分析物联网收集的海量数据。在水利工程运行管理中，产生的数据量庞大且复杂，包括水位、流量、水质、降雨量等时间序列数据，以及设备状态、人员操作等事件数据。这些数据蕴含着水利工程的运行规律、变化趋势和潜在风险，是水利工程决策和管理的重要依据。大数据技术通过数据清洗、整合、挖掘等技术手段，揭示数据背后的规律和趋势。数据清洗可以去除数据中的噪声和异常值，提高数据的准确性和可靠性；数据整合可以将来自不同源的数据进行融合和统一，形成完整的数据视图；数据挖掘则可以通过机器学习、统计分析等方法，从数据中提取有价值的信息和知识。大数据平台的应用，为水资源管理、水灾害预警、水生态保护等提供了科学依据。通过大数据分析，可以准确评估水资源的供需状况，为水资源调度和配置提供决策支持；可以实时监测和预警水灾害风险，为防汛减灾提供有力保障；可以深入分析水生态系统的变化趋势，为水生态保护提供科学依据^[1]。同时，大数据平台还支持多源异构数据的融合分析。在水利工程运行管理中，数据来自不同的系统和设备，数据格式和类型各异。大数据平台可以通过数据集成和转换技术，将这些数据融合在一起，形成统一的数据视图和分析模型。这使得管理人员能够更全面地了解水利工程的状态和变化趋势，提高决策的全面性和准确性。

1.3 云计算技术

云计算技术为智慧水利提供了强大的计算和存储能力。在水利工程运行管理中，需要处理和分析大量的数

据,并进行复杂的模型计算和模拟分析。传统的本地计算和存储方式难以满足这些需求,而云计算技术则提供了灵活、高效、可扩展的计算和存储解决方案。通过将数据处理、模型分析、应用服务等部署在云端,云计算技术实现了资源的灵活调度和按需分配。管理人员可以根据实际需求,动态调整计算和存储资源,提高资源的利用率和效率。同时,云计算技术还支持弹性扩展和自动伸缩,能够根据业务量的变化自动调整资源规模,确保系统的稳定性和可用性。云计算技术的应用,降低了水利工程的运维成本。传统的本地计算和存储方式需要大量的硬件设备和维护人员,而云计算技术则将这些成本转移到了云端服务提供商身上。管理人员无需关心硬件设备的维护和升级问题,只需关注业务逻辑和应用开发即可^[2]。此外,云计算技术还便于不同部门和地区之间实现信息共享和业务协同。在水利工程运行管理中,涉及多个部门和地区的协作和配合。通过云计算技术,可以将各部门和地区的数据和应用集中在云端平台上,实现信息的实时共享和业务的协同处理。这提高了各部门和地区之间的协作效率和配合默契度,为水利工程的整体运行管理提供了有力支持。

1.4 人工智能技术

人工智能技术为智慧水利带来了智能化决策和自动化控制的能力。在水利工程运行管理中,存在大量的复杂问题和不确定性因素,需要管理人员进行决策和控制。而人工智能技术则可以通过机器学习、深度学习等算法,对海量数据进行深度分析,构建预测模型,为管理人员提供智能化决策和自动化控制的支持。通过机器学习算法,人工智能技术可以对历史数据进行学习和训练,构建预测模型。这些预测模型可以预测水资源供需状况、水灾害风险、水质变化趋势等关键信息,为管理人员提供科学依据和决策支持。同时,人工智能技术还可以根据预测结果和实际情况,制定优化调度方案和控制策略,实现水利设施的自动控制和远程调控。深度学习技术的应用,进一步提升了人工智能技术的智能化水平。通过深度学习算法,人工智能技术可以自动提取数据中的特征和规律,构建更准确、更可靠的预测模型。这使得管理人员能够更准确地预测水利工程的状态和变化趋势,制定更科学、更合理的决策和控制方案。此外,人工智能技术还可以辅助管理人员进行风险评估和应急响应。在水利工程运行管理中,存在各种潜在风险和突发事件。通过人工智能技术,可以对这些风险和事件进行实时监测和预警,为管理人员提供及时、准确的应急响应建议和支持。这提高了水利工程的应急响应能

力和抗风险能力,确保了水利工程的安全运行和可持续发展。

2 智能化技术在水利工程运行管理中的效益分析

2.1 提升管理效率

智能化技术在水利工程运行管理中的应用,极大地提升了管理效率。首先,通过实时监测与数据分析,智能化系统能够全天候、全方位地监测水利工程设施的运行状态。传感器、RFID标签等智能设备被部署在关键节点,实时采集水位、流量、水质等关键数据,并通过无线网络传输至数据分析平台。这一平台具备强大的数据处理和分析能力,能够对采集到的数据进行快速处理和分析,及时发现潜在问题并发出预警。管理人员可以通过手机、电脑等终端设备随时查看这些数据和分析结果,从而做出及时、准确的决策。在自动化控制方面,智能化系统根据实时监测数据和分析结果,可以自动调整和控制水利工程设施的运行状态。例如,当水位超过设定阈值时,智能化系统可以自动开启闸门进行泄洪;当水质指标异常时,可以自动调整水处理设备的运行参数以改善水质。这种自动化控制方式减少了人工干预,提高了运维效率,同时也避免了因人为操作失误而引发的安全事故。

2.2 保障水资源安全

智能化技术在保障水资源安全方面发挥着重要作用。通过大数据分析技术,智能化系统可以精准预测水资源的供需变化。系统对历史数据进行深度挖掘和分析,揭示出水资源供需的规律和趋势。管理人员可以根据这些预测结果,科学调度水资源,确保水资源的合理分配和有效利用。这在一定程度上缓解了水资源短缺的问题,提高了水资源的利用效率。在防灾减灾方面,智能化技术同样发挥着重要作用。利用智能预警系统,系统可以实时监测气象、水文等关键指标,提前预测洪水、干旱等自然灾害的发生。当预测到灾害发生时,系统可以自动发出预警信号,提醒管理人员采取相应的应对措施。这有助于减少灾害损失,保障人民群众的生命财产安全。

2.3 促进生态保护

智能化技术在促进生态保护方面也发挥着重要作用。通过物联网技术实时监测水质指标,系统可以实时掌握水质的变化情况。结合AI算法进行水质评价和污染溯源,系统可以准确判断水质的优劣程度,并找出污染源头。这有助于及时发现并处理水质污染问题,保护水生态环境。在生态调度方面,智能化技术可以优化水资源配置方案。系统根据生态需求和水资源状况,制定合

理的调度策略,确保水资源的合理分配和利用^[3]。这有助于减少水资源浪费和污染,维护河流湖泊生态平衡。同时,智能化技术还可以辅助管理人员进行生态修复和保护工作,促进人与自然和谐共生。

2.4 增强应急响应能力

智能化技术在增强应急响应能力方面也发挥着重要作用。通过智能化技术,系统可以建立快速响应机制。在突发事件发生时,系统可以迅速启动应急预案,指导人员疏散、物资调配等应急响应工作。这有助于减少突发事件造成的损失和影响,保障人民群众的生命财产安全。在信息共享与协同方面,智能化技术通过云计算平台实现不同部门和地区之间的信息共享和业务协同。当突发事件发生时,各部门和地区可以迅速共享相关信息和资源,协同开展应急响应工作。这有助于提高应急响应的效率和效果,确保突发事件的及时、有效应对。

3 未来展望:智能化技术在水利工程运行管理中的发展前景

3.1 技术持续创新

智能化技术的持续创新将为水利工程运行管理带来前所未有的变革。随着5G技术的普及,其高速度、低延迟的特性将为实时数据传输提供更强有力的支持。在水利工程中,这意味着传感器、监控设备等可以实时、高效地传输大量数据,如水位、流量、水质等关键信息,使得管理决策更加迅速和准确。区块链技术的引入,则将为水利工程的数据安全和信任机制带来革新。通过区块链的不可篡改性,可以确保数据的真实性和完整性,有效防止数据被恶意篡改或删除。这对于水资源管理、水权交易等方面具有重要意义,可以大大提高管理的透明度和公正性。边缘计算的发展也将为智能化技术在水利工程中的应用提供新的可能。边缘计算可以将数据处理和分析的能力下沉到设备或网络边缘,减少数据传输的延迟和带宽压力。在水利工程中,这意味着可以在现场或附近进行实时数据分析,快速响应各种变化,提高系统的灵活性和可靠性。

3.2 标准化与互操作性

未来,智能化技术在水利工程中的应用将更加注重标准化与互操作性。通过制定和推广相关标准,可以确保不同系统、不同设备之间的无缝对接和数据共享。这

将有助于打破信息孤岛,实现资源的优化配置和高效利用。标准化还将促进智能化技术的普及和推广。当不同厂商的设备和系统都能遵循统一的标准时,用户可以更加方便地选择和组合各种设备和服务,降低使用成本和提高效率^[4]。同时,标准化也将为智能化技术的研发和创新提供更有力的支撑,推动技术的不断进步和完善。

3.3 公众参与与科普教育

智能化技术的发展也将为公众参与水资源管理提供更多便利。通过建设智慧水利服务平台,可以向公众提供便捷的水资源信息查询、水灾害预警、节水灌溉指导等服务。公众可以通过手机、电脑等终端设备随时了解水资源状况,获取相关预警信息,并采取相应的应对措施。同时,利用社交媒体、移动应用等渠道,可以增强公众对智能化技术的认知和参与度。通过发布科普文章、视频等内容,让公众了解智能化技术的基本原理和应用场景,激发其对技术的兴趣和热情。此外,还可以组织线上线下的互动活动,如问答竞赛、实地参观等,让公众更加深入地了解智能化技术在水利工程中的应用和价值。

结语

智能化技术在水利工程运行管理中的应用极大地提升了管理效率、保障了水资源安全、促进了生态保护和增强了应急响应能力。未来,随着技术的不断进步和应用场景的持续拓展,智能化技术将在水利工程运行管理中发挥更加重要的作用,为实现水资源的可持续利用和经济社会的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]赵含雨.水利工程中智能监控系统的应用现状与未来发展趋势[J].中国战略新兴产业,2024,(36):60-62.
- [2]李珊珊.水利工程中的智能监测与控制技术研究[J].水上安全,2024,(15):37-39.
- [3]黄春雷.水利工程应用人工智能现状与发展趋势分析[J].城市道桥与防洪,2024,(07):159-161+21.
- [4]赵溪,王前.浅析人工智能在水利工程管理中的应用策略[C]//河海大学,江苏省水利学会,浙江省水利学会,上海市水利学会.2024(第十二届)中国水利信息化技术论坛论文集.山东黄河信息中心,2024:5.