

智能化技术在水利工程运行与管理中的应用研究

王启玉

塔里木河流域开都孔雀河水利管理中心水资源调度中心

DOI:10.12238/etd.v6i2.12923

[摘要] 随着科技的飞速发展,智能化技术正逐步渗透到各个行业,水利行业也不例外。智能化技术的应用,不仅提升了水利工程的运行效率,还极大地增强了管理的科学性和精确性。本文聚焦于智能化技术在水利工程运行与管理中的应用现状,旨在探讨其如何推动水利行业的现代化进程。通过深入分析当前智能化技术在水利领域的具体实践,可以看到,这些技术的应用不仅提高了水资源的利用效率,减少了人力成本,还通过实时监控和预警系统,有效预防和减轻了自然灾害带来的影响。因此,智能化技术在水利行业中的推广和应用,对于实现水资源的可持续管理和保护具有重要意义。

[关键词] 智能化技术; 水利工程运行管理; 应用

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A

Research on the Application of Intelligent Technology in the Operation and Management of Water Conservancy Projects

Qiyu Wang

Tarim River Basin Kaidu Kongque River Water Resources Management Center Water Resources Dispatch Center

[Abstract] With the rapid development of technology, intelligent technology is gradually penetrating into various industries, and water conservancy engineering is no exception. The application of intelligent technology not only improves the operational efficiency of water conservancy projects, but also greatly enhances the scientific and precise management. This article focuses on the current application status of intelligent technology in the operation and management of water conservancy projects, aiming to explore how it can promote the modernization process of the water conservancy industry. Through in-depth analysis of the specific practices of current intelligent technologies in the field of water conservancy, it can be seen that the application of these technologies not only improves the efficiency of water resource utilization and reduces labor costs, but also effectively prevents and mitigates the impact of natural disasters through real-time monitoring and early warning systems. Therefore, the promotion and application of intelligent technology in the water conservancy industry is of great significance for achieving sustainable management and protection of water resources.

[Key words] intelligent technology; Operation and management of water conservancy projects; application

引言

随着科技的飞速发展,智能化技术正逐步渗透到各个行业,水利行业也不例外。智能化技术的应用为水利工程的运行与管理带来了前所未有的变革,极大地提高了工程运行效率与管理水平。本文旨在探讨智能化技术在水利工程运行与管理中的应用现状及其发展前景,以期对相关领域的研究与实践提供参考。水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其运行管理的效率与质量直接关系到国家水资源的有效利用与防洪减灾能力的提升。传统水利工程运行管理主要依赖于人工操作与经验判断,存在效率低下、响应速度慢、决策失误风险高等问题。而智能化技术的引入,则能够有效解决这些问题,实现水利工程的

自动化、智能化运行管理。

1 自动化监测系统在水利工程运行与管理中的应用

在现代水利工程运行与管理中,自动化监测系统的应用代表了智能化技术对传统行业的深刻改造。通过精心部署传感器和各类监测设备,这些先进的系统能够不间断地实时收集关于水位变化、流速波动、水质状况、结构应力等关键参数的详尽数据。这一过程显著提升了信息获取的准确性和时效性,为水利工程的高效管理提供了坚实的技术支持。以举世瞩目的三峡大坝为例,这里部署了一套全面而精密的自动化监测网络,它每天能够处理数以万计的实时数据点,确保了大坝的安全稳定运行。不仅如此,通过先进的数据分析模型,这些系统还能够对收集到

的海量数据进行深入的分析和处理,预测可能出现的工程风险,比如潜在的渗漏问题或结构疲劳现象。这样的预测能力使得管理者能够提前采取相应的预防措施,有效降低了维护成本和潜在的安全风险。这种从传统的“被动应对”模式向“主动预防”策略的转变,正是自动化监测系统在提升水利工程运行与管理效率方面所展现出的直接而显著的效果。

2 数据驱动决策支持在水利工程运行与管理中的应用

在水利工程运行与管理过程中,数据驱动的决策支持正逐渐成为提升工作效率和精确度的关键因素。通过整合来自各种传感器、遥感技术以及历史记录的海量数据,管理人员能够获得更全面、实时的水资源状况。例如,借助大数据分析技术,可以预测洪水发生的概率,为防洪决策提供科学依据,从而避免过去单纯依赖经验判断可能导致的延误或误判。在水库调度方面,数据驱动的模式可以综合考虑气候模式、生态需求、供水需求等多个复杂因素,优化调度策略。例如,中国的南水北调工程就利用了高级数据分析技术,动态调整水流,确保了沿线城市的供水安全和生态平衡。此外,这些模型还可以通过机器学习自我迭代和改进,随着数据的不断积累,预测和决策能力将不断增强。在水资源管理层面,数据驱动的决策支持系统可以整合来自不同部门和区域的数据,打破信息孤岛,支持跨部门协作。例如,通过构建云平台,可以实现全球或全国范围内的水资源数据共享,帮助政策制定者做出更明智的水资源分配决策。同时,这种系统还可以通过可视化工具,将复杂的数据分析结果以直观的方式呈现,便于非专业人员理解和使用。

3 人工智能与机器学习在水利工程运行与管理中的应用

3.1 模型构建与优化调度

在智能化技术重塑水利工程运行与管理的过程中,模型构建与优化调度扮演着至关重要的角色。传统的水利工程运行与管理往往依赖于经验决策,而现代技术通过大数据分析和机器学习,能够构建出更精确的水文模型和工程运行模型。例如,通过历史流量数据和气象信息,可以预测洪水发生概率,从而提前调整水库的蓄泄策略,确保供水安全。此外,优化调度不仅涉及水量的调配,还包括电力生产、生态流量控制等多个目标的协同优化。以电力生产为例,利用人工智能算法,可以实时调整水轮机的运行参数,最大化发电效率,同时考虑电网稳定性和设备寿命。在模型的持续优化方面,可以利用在线学习机制,随着新数据的不断积累,模型的预测能力和适应性会逐步增强。例如,当新的环境变化或工程改造发生时,模型能够自我调整,确保其决策建议始终与实际情况保持同步。值得一提的是,模型构建与优化调度的实施也对数据质量提出了高要求。需要确保监测数据的准确性、实时性和完整性,以减少决策误差。同时,通过模型透明度和可解释性的提升,可以增强决策的可信度,促进技术人员对模型的理解和接受度,从而更好地融入实际的水利工程运行与管理流程中。

3.2 智能预警与灾害防控

智能预警与灾害防控是水利工程运行与管理中至关重要的环节,它利用先进的信息技术预测潜在的灾害风险,以保护人民生命财产安全和水资源的可持续利用。通过集成遥感数据、传感器监测信息以及历史灾害记录,可以构建起多维度的灾害风险评估模型。例如,当降雨量达到预设阈值时,系统可以自动触发预警,为下游地区提供宝贵的疏散时间。此外,机器学习算法的应用使得预警系统能够不断学习和适应环境变化,提高预测的准确性和时效性。在实际操作中,中国的长江三峡大坝就配备了先进的智能预警系统。系统实时监测水位、地质稳定性等关键参数,并通过深度学习模型分析这些数据,以识别出可能引发滑坡或洪水的早期迹象。一旦发现异常,不仅能够立即向管理机构报告,还能通过多种通信手段向受影响区域的居民发送警报。这种智能化的灾害防控机制极大地提升了防灾减灾能力,确保了水利工程的安全运行。另一方面,智能预警系统还可以与应急响应计划无缝对接,为决策者提供数据驱动的灾害管理策略。例如,通过模拟预测不同疏散方案的效果,可以优化资源配置,最大程度地减少灾害损失。在2019年澳大利亚的山火危机中,类似的智能系统就为火势预测和灭火资源调度提供了关键支持,显示了其在应对复杂灾害场景中的巨大潜力。

3.3 无人机巡检与三维建模

无人机巡检作为现代水利工程运行与管理中的重要技术手段,极大地提高了巡检效率和精度。通过搭载高分辨率相机和热红外传感器,无人机能够对水利工程设施进行全方位、无死角地监测,及时发现潜在的结构损坏、渗漏等问题。例如,在黄河大堤的日常维护中,无人机巡检已成功发现并处理了多处细微裂缝,防止了小问题演变成大灾害。同时,结合三维建模技术,无人机采集的数据可以构建出精细的数字孪生模型。这些模型不仅能够为工程的现状评估提供依据,还能在模拟环境中测试不同的维修或改造方案,以确定最佳的决策路径。在澳大利亚的雪山水利工程中,通过无人机三维建模,管理者成功地模拟了水库加固工程的复杂场景,减少了实际操作中的不确定性,节省了大量时间和成本。此外,三维模型还便于多部门间的数据共享和协同工作。例如,当遇到紧急情况时,救援部门可以迅速访问到精确的三维模型,快速了解现场状况,制定出更有效的应急响应策略。通过这种方式,无人机巡检与三维建模的结合应用,正在推动水利工程运行与管理向更高层次的智能化和精细化发展,为保障水资源安全和促进可持续发展提供了强大的技术支撑。

4 物联网技术与远程控制在水利工程运行与管理中的应用

4.1 实时数据采集与传输

在现代水利工程运行与管理中,实时数据采集与传输技术发挥着至关重要的作用,它为决策者提供了及时、准确的现场信息,极大地增强了管理的效率和安全性。通过在水利工程设施上安装各种先进的传感器,可以持续监测水位、流速、水质、结构应力等关键参数,确保数据的全面性和实时性。例如,举世瞩目的

的三峡大坝就采用了先进的监测系统,实时收集的数据不仅用于日常运营,还能在极端天气或潜在灾害情况下提供预警信息,从而采取及时的应对措施。这些数据经过加密处理后,通过无线网络传输至云端数据中心,利用先进的分析模型进行处理和深度学习。通过对比历史数据和气候模型,可以预测未来可能出现的状况,从而提前调整调度策略,确保水利工程的安全和效率。此外,实时数据的传输还促进了部门间的协作和信息共享。当多个水利工程设施的数据整合到统一的平台上,决策者可以跨越地理限制,快速响应全局变化。例如,美国科罗拉多河的水资源管理系统,就通过集成的数据平台,让各州能够共同管理水资源,确保了公平分配和可持续利用。这种系统化的管理方式,不仅提高了水资源的利用效率,还为环境保护和灾害预防提供了强有力的技术支持。

4.2 智能阀门与远程操作

随着物联网技术的快速发展,智能阀门与远程操作在水利工程中的应用日益显现其重要性。智能阀门利用内置的传感器和执行器,能够实时监测和调整水流速度、压力和流量,确保水利工程的高效运行。例如,在灌溉系统中,智能阀门可根据土壤湿度和作物需水量自动调节开闭,显著提高了水资源的利用效率。远程操作则通过无线通信技术,将阀门的控制权限延伸到控制中心,甚至操作人员的移动设备上。在应对紧急情况,如洪水预警或管道泄漏时,管理人员无需亲临现场,即可迅速关闭或调整阀门状态,大大缩短了响应时间,增强了灾害防控能力。此外,智能阀门与远程操作的结合,还促进了数据分析模型的应用。通过收集到的大量阀门操作数据,可以训练机器学习模型,预测潜在的故障点或性能下降趋势,实现预防性维护。这不仅减少了设备的非计划停机时间,也降低了维护成本。

4.3 系统集成与信息共享

在水利工程建设与管理的现代化进程中,系统集成与信息共享扮演着至关重要的角色,它们是推动整个行业向智能化转型的关键环节。通过将来自各种监测设备、传感器以及自动化系统的数据进行有效整合,可以构建出一个统一的视图,从而确保所有参与决策的人员都能够实时获取到最新的工程状态信息。例如,通过将GIS(地理信息系统)和BIM(建筑信息模型)进行集成,可以将水利工程的三维模型与实时监测数据相结合,进而提供一个全面的决策支持平台。在实际的应用案例中,我国的南水北调工程就成功地运用了先进的信息集成技术,将沿线分布的数百个监测站点的数据汇总到中央调度中心,从而实现了

水资源的精细化管理。这种数据的集成不仅显著提高了调度的效率,还通过深入的数据分析预测了可能发生的水资源冲突,为预防和解决潜在问题提供了坚实的数据支持。除此之外,云计算技术的运用使得海量的水利工程数据能够存储和处理在云端,这大大降低了对本地硬件资源的依赖。同时,利用云平台实现跨部门、跨地域的信息共享,促进了政府部门、科研机构以及工程运营单位之间的协同工作,共同应对诸如洪水预警、干旱应对等复杂挑战,确保了水利工程的高效运行和水资源的合理分配。

5 结束语

综上所述,随着科技的飞速发展,智能化技术在水利工程运行与管理中的应用已经取得了显著的成果。通过自动化监测系统、数据驱动的决策支持、人工智能与机器学习、物联网技术与远程控制等一系列先进技术的应用,水利工程的运行效率、安全性和可持续性得到了极大的提升。未来,随着技术的不断进步和创新,智能化技术在水利工程领域的应用前景将更加广阔,为水利事业的发展注入新的活力和动力。我们期待更多的科研工作者和从业者投身于智能化技术的研究和应用,共同推动水利工程的智能化进程,为社会的可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1]樊尊荣,霍利兵,李坤.水利施工中的智能化技术应用研究[J].水上安全,2024,(06):73-75.
- [2]水利工程建设智能化管理系统关键技术研究与应用[J].江苏水利,2024,(01):6.
- [3]魏顺.水利泵站运行智能化技术研究[J].现代工业经济和信化,2023,13(09):294-296+299.
- [4]王良泽南.水利工程数字化与智能化发展趋势研究[J].长江工程职业技术学院学报,2023,40(03):75-78.
- [5]张立峥.智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].农业工程技术,2023,43(23):62-64.
- [6]高小清,郑文献.人工智能在水利工程管理中的应用浅述[J].智能建筑与智慧城市,2021,(07):167-168.
- [7]龚红金.浅谈人工智能在水利工程管理中的应用与研究[J].内蒙古水利,2021,(07):48-49.

作者简介:

王启玉(1990--),女,苗族,贵州凯里人,大学本科,毕业于国家开放大学水利水电工程专业,现在是水利工程师,研究方向生产运行与管理、智慧水利、水利系统信息化。