

智慧水利在水利工程管理中的应用

王恒乐 荣 硕

菏泽市水务事业发展中心 山东 菏泽 274000

摘 要：智慧水利是以先进的信息技术为驱动，实现对水资源管理的智能化、信息化和现代化。在水利工程管理中，智慧水利的应用显著提升了管理效率和水平。通过物联网、大数据、云计算等技术，智慧水利实现了对水文、水质、水量等的实时监测与分析，为科学决策提供了数据支持。同时，它还优化了水资源调度与配置，增强了水灾害预警与防控能力，推动了水利工程管理的精细化、数字化进程。智慧水利的应用是水利工程现代化发展的重要方向，具有广阔的应用前景和深远的社会意义。

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，智慧水利已成为水利工程管理的新趋势。它融合物联网、大数据、云计算等前沿科技，为传统水利管理注入了新的活力。智慧水利不仅能够实时感知水利工程的运行状态，还能通过数据分析预测未来趋势，为决策提供科学依据。在资源日益紧张和环境问题凸显的今天，智慧水利的应用对于提高水资源利用效率、保障水利安全、促进可持续发展具有重要意义。本文将探讨智慧水利在水利工程管理中的具体应用及其带来的变革。

1 智慧水利技术概述

1.1 智慧水利的概念与特点

1.1.1 智慧水利的定义及跨领域融合性

智慧水利是依托现代信息技术，深度融合水利工程、数据科学、人工智能等多领域理论与实践而形成的新型水利管理模式。它以水利工程实体为基础，将传统水利的规划、建设、运维等业务与物联网感知、大数据分析、云计算等技术深度融合，实现水利系统的数字化、网络化、智能化升级。例如，通过水利工程设施采集水文数据，借助信息技术实现数据实时传输，利用数据科学方法挖掘数据价值，形成“技术赋能水利”的闭环体系，体现了多学科交叉融合的综合成果。

1.1.2 智慧水利的核心要素

智慧水利的核心要素包括数据感知、智能分析和优化决策。数据感知是基础，通过遍布水利系统的传感器、监测设备，实时采集水位、流量、水质、工程状态等多维度数据，构建全方位的数据采集网络。智能分析是关键，利用大数据、人工智能等技术对数据进行清洗、建模和挖掘，识别水利系统的运行规律和潜在风险。优化决策是目标，基于分析结果，结合水利工程实际需求生成最优方案，为水资源调度、灾害防控等提供

科学指导，三者协同形成高效的管理闭环^[1]。

1.2 智慧水利的核心技术

1.2.1 核心技术在智慧水利中的应用

遥感技术通过卫星、无人机等平台获取大范围水利信息，可监测流域地形、植被覆盖、水体面积变化等，为水利规划提供宏观数据；GIS技术将空间数据与属性数据结合，实现水利要素的可视化展示与空间分析，助力工程选址和水资源分布研究；GPS技术用于水利工程测绘、设备定位和移动监测，确保数据采集的空间精准性。通讯技术（如5G、北斗短报文）保障海量监测数据的实时传输，尤其在偏远地区实现无死角通信；自动化技术通过智能闸门、泵站等设备，实现水利工程的远程控制与自动调节；大数据技术对多源异构数据进行整合分析，支撑用水预测、灾害预警等复杂决策。

1.2.2 核心技术对水利工程的支持作用

这些技术共同构建了水利工程的“智慧大脑”。遥感、GIS、GPS技术实现对水利系统的全面感知，从宏观流域到微观工程节点，形成立体监测网络；自动化技术与通讯技术结合，实现工程运行状态的动态监测和远程操控，例如实时调节闸门开度以控制流量；大数据技术对监测数据进行深度挖掘，结合历史数据和气象预测，实现对洪水、干旱等灾害的智能分析和精准预警；智能算法基于分析结果生成优化方案，指导水资源调度和工程运维，大幅提升水利工程的管理效率和应对风险的能力。

2 智慧水利在水利工程管理中的应用

2.1 水资源管理与调度

2.1.1 智慧水利在水资源监测、分析、调度与配置中的应用

智慧水利借助物联网、传感器等技术，构建起全方位的水资源监测网络。在河流、湖泊、水库等关键位置

设置监测设备,能够实时收集水位、流量、水质、水温等数据。通过大数据分析技术,对这些海量且复杂的数据进行深度挖掘,可精准掌握水资源的时空分布规律与变化趋势。在调度方面,运用智能算法,综合考虑水资源的可获取量、用水需求以及各类约束条件,制定出科学合理的调度方案,实现水资源的高效配置。例如,通过对区域内各水源地的水量实时监测,结合不同行业的用水需求预测,动态调整供水分配,确保水资源得到最优利用。

2.1.2 智慧调度实现多水源供给的灵活调配,满足动态水需求

在多水源供水系统中,智慧水利发挥着关键作用。通过整合不同水源,如地表水、地下水、再生水等的信息,建立统一的调度模型。利用实时监测数据和预测模型,能够根据用水需求的动态变化,灵活调配各水源的供水量。在城市用水高峰期,可增加地表水的供应,同时合理抽取地下水作为补充;在非高峰期,则减少地下水开采,优先使用地表水,并加大再生水的利用比例。通过这种智能化的灵活调配,不仅能满足不同时段、不同区域的动态水需求,还能保障供水安全,提高水资源的综合利用效率^[2]。

2.2 防洪抗旱与减灾

2.2.1 智慧水利在洪水、干旱等水灾害的实时监测、预警与防控中的应用

智慧水利利用卫星遥感、雷达监测、雨量计、水位计等多种手段,实现对洪水、干旱等水灾害的实时监测。在洪水监测方面,通过实时获取降雨强度、河道水位、流量等数据,运用洪水预报模型,能够准确预测洪水的发生时间、洪峰流量和演进路径。对于干旱,通过监测土壤墒情、气象数据等,评估干旱的程度和发展趋势。一旦监测到异常情况,智慧水利系统能迅速发出预警信息,通过短信、广播、预警平台等多种渠道及时通知相关部门和公众。在防控措施上,利用智能水闸、泵站等设施,根据洪水或干旱的发展态势,自动进行调度,如在洪水来临时及时开闸泄洪,在干旱时精准实施跨流域调水等。

2.2.2 智慧水利提高防洪抗旱的效率和效果,减轻灾害损失

智慧水利显著提升了防洪抗旱的效率和效果。在防洪方面,由于能够实时、精准地掌握洪水信息,提前做好人员转移、物资调配等准备工作,大大缩短了应对洪水的响应时间。智能调度水利工程设施,能更有效地发挥防洪工程的作用,如科学控制水库的蓄泄水量,既能

保障水库安全,又能最大程度减轻下游洪水压力。在抗旱方面,通过精准的干旱监测和评估,合理安排灌溉用水,推广智能灌溉技术,提高水资源的利用效率,减少旱灾对农业生产和生态环境的影响,从而有效减轻灾害损失^[3]。

2.3 水利工程建设与管理

2.3.1 智慧水利在水利工程建设过程中的作用

在水利工程规划阶段,智慧水利利用地理信息系统(GIS)、大数据分析等技术,对地形地貌、水资源分布、社会经济等多方面因素进行综合分析,为工程选址、规模确定等提供科学依据。在设计环节,借助建筑信息模型(BIM)技术,实现工程设计的可视化、协同化和精细化,提高设计质量和效率。施工过程中,通过物联网技术实时监控施工设备运行状态、工程进度、质量等信息,利用智能管理系统优化施工流程,确保工程按时、按质完成。在运维管理阶段,利用传感器实时监测工程设施的运行状况,如大坝的变形、渗流等,通过数据分析及时发现潜在安全隐患,实现预防性维护,延长工程使用寿命。

2.3.2 智慧水利提升项目管理水平,确保工程质量、降低施工成本

智慧水利为水利工程项目管理带来了质的提升。通过信息化管理平台,实现了工程建设各参与方之间的信息共享与协同工作,减少了沟通成本和误解,提高了管理效率。利用实时监测数据和智能分析工具,能够对工程质量进行严格把控,及时发现并纠正施工中的质量问题,确保工程质量达标。在施工成本控制方面,通过优化施工方案、合理安排资源、精准预测工程进度等手段,避免了资源浪费和工期延误,有效降低了施工成本。例如,通过对施工设备的智能调度,提高设备利用率,减少设备闲置时间,从而降低设备租赁成本^[4]。

2.4 水生态保护与修复

2.4.1 智慧水利在水资源保护、水生态修复等方面的应用

智慧水利在水资源保护方面,通过水质监测网络实时掌握水质变化情况,一旦发现水质超标,能迅速溯源并采取治理措施。利用大数据分析评估水资源开发利用对生态环境的影响,为合理的水资源保护政策提供支持。在水生态修复方面,通过监测水生生态系统的关键指标,如生物多样性、水生生物数量等,评估修复效果。利用智能调控水利工程设施,如调节河流流量、水位等,为水生生态系统的恢复创造适宜的水文条件。例如,通过合理调度水库放水,改善下游河道的生态流

量,促进水生生物的繁衍和生存。

2.4.2 智慧水利促进生态文明建设,实现水资源的可持续利用

智慧水利为生态文明建设和水资源可持续利用提供了有力支撑。通过对水资源和水生态的精细化管理,减少了人类活动对水生态环境的破坏,保护了生物多样性,维护了生态平衡。利用智慧水利技术实现水资源的科学配置和高效利用,减少了水资源的浪费,提高了水资源承载能力,保障了经济社会的可持续发展。同时,智慧水利系统提供的可视化数据和分析结果,有助于公众了解水资源和水生态状况,增强公众的环保意识,促进全社会共同参与生态文明建设,从而实现水资源的可持续利用。

3 智慧水利在水利工程管理中的优势与挑战

3.1 优势分析

3.1.1 智慧水利在提升水资源管理效率、促进水资源可持续发展等方面的优势

智慧水利通过构建全面的监测网络 and 智能分析系统,大幅提升了水资源管理效率。实时监测覆盖水源地、输水管道、用水终端等全流程,让管理人员能精准掌握水资源动态,避免传统管理中因信息滞后导致的决策偏差。在水资源调度上,智能算法结合实时数据与历史规律,实现动态优化分配,例如在农业灌溉中,根据土壤墒情和作物需水模型自动调节灌溉量,节水率可达20%-30%。同时,智慧水利通过对水质、水生态的持续监测与预警,能及时发现污染风险并快速处置,减少水资源浪费与破坏,为水资源可持续利用提供数据支撑和技术保障,推动形成“取之有度、用之有节”的水资源管理模式。

3.1.2 智慧水利推动水利行业的信息化、智能化进程

智慧水利打破了水利行业传统的“经验决策”模式,加速了信息化转型。通过物联网、大数据、云计算等技术的集成应用,建立起统一的数据共享平台,实现水利数据的标准化采集、存储与共享,解决了过去各部门数据孤岛问题。在智能化方面,无人机巡检替代人工巡查大坝、渠道,AI图像识别自动判断工程隐患,BIM技术实现水利工程全生命周期数字化管理,这些技术创新不仅提升了工作效率,更推动水利行业从“粗放式管理”向“精细化、智能化管理”转型,为行业高质量发展注入新动能。

3.2 挑战与对策

3.2.1 智慧水利在水利工程管理过程中面临的挑战

智慧水利发展面临多重挑战。技术层面,部分关键传感器、智能算法依赖进口,自主可控性不足,且不同区域水利系统技术标准不统一,导致数据互通困难。资金方面,智慧水利系统建设与维护成本高昂,一套覆盖地级市的监测网络初期投入常达数千万元,后期每年运维费用占比约10%,对经济欠发达地区构成较大压力。人才短缺问题突出,既懂水利专业知识又掌握信息技术的复合型人才稀缺,基层水利部门技术人员对智能系统的操作与维护能力不足,制约了技术应用效果。

3.2.2 针对挑战的应对策略和建议

针对技术瓶颈,应加大自主研发投入,设立国家级智慧水利技术攻关项目,突破传感器、智能调度算法等核心技术,同时制定统一的行业技术标准,推动跨区域系统互联互通。资金方面,建立“政府主导+社会参与”的多元融资机制,中央与地方财政按比例分担建设费用,鼓励社会资本通过PPP模式参与项目运营,降低地方财政压力。人才培养上,高校应增设智慧水利相关专业,开展“水利+信息技术”跨学科教育;对基层技术人员实施常态化培训,通过“理论授课+实操演练”提升应用能力,同时引进高端复合型人才,建立激励机制留住人才。此外,可试点“智慧水利示范区”,总结成功经验后逐步推广,降低大规模应用风险。

结束语

综上所述,智慧水利在水利工程管理中的应用,极大地提高了管理效率与决策科学性,为水资源的高效利用和水利工程的稳定运行提供了坚实保障。通过数字化、网络化、智能化的手段,智慧水利实现了对水利系统的全面感知、智能分析和优化决策,推动了水利工程管理向现代化、精细化方向发展。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,智慧水利将在水利事业中发挥更加重要的作用,为构建水资源节约型、环境友好型社会贡献力量。

参考文献

- [1]赵越.水利工程精细化与现代化管理建设探析[J].黑龙江水利科技,2020,(05):56-57.
- [2]许源,曹丽娟.人工智能在水利工程管理中的应用[J].海河水利,2020,(04):49-50.
- [3]张哲.探究人工智能在水利工程管理中的应用[J].科技传播,2020,(12):130-131.
- [4]王新斌,杨道坡.水利工程施工管理中存在的问题及优化措施[J].工程技术研究,2021,(17):215-216.