

智慧水利在水利工程管理当中的应用

吴 伟

菏泽市水务集团万福供水有限公司 山东 菏泽 274000

摘 要：智慧水利融合信息技术与水利工程，以物联网、大数据、人工智能、云计算等为核心技术，构建起多层体系架构。其在工程安全监测、水资源调度、运行维护等方面广泛应用，带来提升管理效率、增强决策科学性、保障工程安全与可持续发展等优势，但也面临技术标准、数据安全、成本、人才等挑战，需完善体系、加强培养与创新。

关键词：智慧水利；水利工程管理；应用场景

引言：在信息技术飞速发展的当下，水利行业正经历着深刻变革，智慧水利作为信息技术与水利工程深度融合的产物，成为推动水利现代化的关键力量。其以物联网感知、大数据分析、人工智能、云计算等核心技术为支撑，构建起完备的体系架构，广泛应用于工程安全监测、水资源调度、运行维护等场景，带来提升管理效率、增强决策科学性、保障工程安全与可持续发展等诸多价值。然而，其发展也面临技术标准不统一等挑战，需采取针对性对策加以应对。

1 智慧水利的核心技术与体系架构

智慧水利作为信息技术与水利工程深度融合的前沿领域，正引领着水利行业向智能化、现代化方向大步迈进。其核心技术体系由物联网感知技术、大数据分析技术、人工智能技术、云计算技术等关键部分紧密交织而成，共同为智慧水利的发展筑牢根基。（1）物联网感知技术是智慧水利的“神经末梢”。通过在水利工程及其周边环境广泛部署各类高精度传感器，像水位传感器、雨量传感器、水质传感器以及视频监控设备等，能够实时、精准地采集水位、流量、雨量、水质以及工程结构状态等关键信息。这些传感器如同敏锐的触角，将水利系统的实时动态数据经无线或有线网络迅速传输至数据中心，为后续的深度分析和科学决策提供丰富而详实的基础数据。（2）大数据分析技术则是智慧水利的“智慧大脑”。面对海量的水利数据，它运用数据清洗、整合、挖掘等一系列先进操作，从繁杂的数据中提取出极具价值的信息。例如，通过对历史水文数据的深度剖析，能够精准预测未来的水情趋势，为防汛抗旱工作提供前瞻性的指导；对工程运行数据的细致分析，可以全面评估工程的健康状况，及时发现潜在的安全隐患，为工程的维护和管理提供有力依据。（3）人工智能技术在智慧水利中扮演着“智能助手”的角色。机器学习算法凭借历史数据构建起精准的预测模型，能够提前精准预测洪水、干旱等自然灾害的发生，为灾害防范争

取宝贵时间；图像识别技术可对视频监控画面进行智能分析，自动识别工程险情，实现快速响应和处理；智能控制算法则能实现水利枢纽的自动化运行和优化调度，提高水利工程的运行效率和效益。（4）云计算技术为智慧水利提供了强大的“云端支撑”。通过构建云端数据平台和应用系统，实现了水利数据的集中管理和共享利用。各级水利管理部门可以借助云端平台便捷地访问数据和应用服务，打破信息壁垒，提高协同工作效率，形成上下联动、高效有序的水利管理格局。（5）智慧水利的体系架构通常划分为感知层、网络层、数据层和应用层。感知层负责全面数据采集；网络层保障数据稳定传输；数据层进行高效数据存储和处理；应用层则提供防汛抗旱指挥、水资源管理、工程安全监测等各类具体的管理应用功能，为水利事业的可持续发展提供全方位的智能支持^[1]。

2 智慧水利在水利工程管理中的应用场景

2.1 工程安全监测与预警

水利工程的安全是管理的重中之重，智慧水利为工程安全监测与预警提供了高效解决方案。通过在大坝、堤防、水闸等工程设施上布设传感器，实时监测位移、渗流、应力应变、振动等参数。传感器采集的数据经网络传输至数据中心，大数据分析平台对数据进行实时处理和分析，当监测数据超过预设阈值时，系统自动发出预警信息，通过短信、微信、声光报警等方式通知管理人员。例如，大坝出现异常位移时，系统能够快速定位异常区域，并结合历史数据评估险情等级，为应急处置提供决策依据。此外，借助视频监控系统 and 无人机巡检技术，能够对工程表面进行全方位、无死角监测，及时发现裂缝、渗漏、滑坡等险情。智慧水利的安全监测与预警系统实现了从人工巡检到自动监测、从事后处理到事前预警的转变，大大提高了工程安全保障能力。

2.2 水资源调度与优化配置

智慧水利在水资源调度与优化配置中发挥着重要作

用,通过对水资源总量、分布、需求等信息的全面感知和分析,实现水资源的科学调度。基于物联网技术采集各水源地、输水渠道、用水户的实时数据,包括水位、流量、水质、用水量等。大数据分析平台结合气象预测数据,对水资源供需情况进行动态预测。根据预测结果和水资源管理目标,人工智能算法可以制定最优的水资源调度方案,实现多水源联合调度、跨区域调水优化等。例如,在农业灌溉中,智慧水利系统能够根据土壤墒情、作物需水量、气象预报等信息,自动调控灌溉设备,实现精准灌溉,提高水资源利用效率;在城市供水管理中,通过分析用水规律,合理调配水厂供水,保障供水稳定和水质安全。智慧水利的水资源调度与优化配置功能,有效缓解了水资源供需矛盾,促进了水资源的可持续利用^[2]。

2.3 工程运行维护智能化

智慧水利推动了水利工程运行维护的智能化转型,提高了维护效率和质量。通过对水利工程设备(如水泵、闸门启闭机、发电机组等)的运行状态进行实时监测,采集设备的电流、电压、温度、振动等参数。利用人工智能算法对设备运行数据进行分析,能够提前预测设备可能出现的故障,实现预防性维护。当设备出现故障时,系统可以自动诊断故障原因,并给出维修建议,指导维修人员快速修复。例如,水泵运行时温度异常升高,系统通过数据分析判断可能是轴承磨损导致,及时提醒维修人员更换轴承,避免设备损坏造成更大损失。同时,智慧水利系统还可以对维护工作进行智能化管理,包括维护计划制定、维护人员调度、维护物资管理等,提高维护工作的协同效率。

3 智慧水利应用带来的价值与优势

3.1 提升管理效率

智慧水利凭借自动化与信息化手段,为水利工程管理效率的提升带来了质的飞跃。(1)传统水利管理模式,人工巡检是获取工程信息的主要方式,这不仅需要投入大量人力,耗费大量时间,而且人工操作难免存在误差,导致数据采集的及时性与准确性大打折扣。(2)智慧水利的自动监测系统则突破了这一局限,它能够全天候、不间断地工作,精准且实时地采集各类水利数据,并迅速传输至管理终端。管理人员借助电脑或移动终端,无论身处何地,都能随时掌握工程运行状态,极大地缩短了信息获取的时间差。(3)在工程调度环节,智能决策系统发挥了关键作用。以防汛为例,它能快速整合水情、雨情等多源数据,通过先进算法迅速制定科学合理的泄洪方案,相较于传统人工计算和决策,效率

大幅提高。同时,智慧水利的协同管理平台打破了部门间的信息壁垒,促进了信息共享与业务协同,有效减少了工作流程中的冗余环节,全方位提升了水利工程的整体管理效率。

3.2 增强决策科学性

在水利工程管理领域,智慧水利正推动决策模式从经验驱动向数据驱动深刻转变,为科学决策筑牢坚实基础。(1)智慧水利系统汇聚了海量的水利数据,这些数据犹如一座蕴含无限价值的宝藏。借助先进的数据分析和挖掘技术,能够深入剖析数据背后的逻辑,精准揭示水利现象的内在规律与发展趋势。以洪水预测为例,通过对历史洪水数据的系统分析,综合考虑降雨量、地形地貌、河道特性等多方面因素,可更精确地预测未来洪水的发生概率、规模以及可能影响的范围,为防洪工程规划、预警发布和抢险救灾等决策提供极具针对性的支持。(2)对水资源供需数据的深度分析,能够依据不同区域、不同时段的用水需求,优化水资源配置方案,实现水资源的合理调配与高效利用。此外,智慧水利系统还具备强大的模拟功能,可对不同决策方案的实施效果进行模拟评估,助力管理人员权衡利弊,选择最优方案,有效降低决策风险^[3]。

3.3 保障工程安全与可持续发展

智慧水利在保障水利工程安全运行及推动其可持续发展方面发挥着关键作用。借助先进的实时监测与预警系统,智慧水利能对水利工程的各个关键部位和运行参数进行全方位、不间断的监控。一旦发现异常数据或潜在险情,系统会立即发出预警,使管理人员能够迅速响应,及时采取处理措施,将事故隐患扼杀在萌芽状态,大大降低了事故发生的概率,为工程安全筑牢了坚实防线。工程安全稳定运行,才能充分发挥其防洪、灌溉、供水等重要功能,为农业、工业生产以及居民生活提供可靠保障,有力支撑社会经济的持续发展。此外,智慧水利通过精准的水资源调度和高效的用水管理,实现了水资源的合理分配与高效利用,有效减少了水资源浪费。同时,对水质的实时监测和管理,能及时发现水污染问题并迅速采取治理措施,保护水生态环境,实现水利工程经济效益、社会效益和生态效益的有机统一,推动水利工程朝着可持续发展的方向稳步迈进。

4 智慧水利应用面临的挑战与发展对策

4.1 面临的挑战

智慧水利在水利工程管理应用中虽已初显成效,但前行之路仍布满挑战。(1)技术标准不统一成为首要阻碍。不同地区和部门在智慧水利建设过程中,各自采用

不同的技术标准与数据格式,这使得数据在跨区域、跨部门共享时困难重重,系统间的兼容性也大打折扣,难以形成高效协同的智慧水利网络。(2) 数据安全风险如影随形。水利数据关乎国家机密与公共安全,一旦遭遇泄露或恶意篡改,将对国家安全、社会稳定以及人民生命财产造成难以估量的损失。(3) 系统建设与维护成本高昂,成为经济欠发达地区推进智慧水利的“拦路虎”。大量资金需求让这些地区望而却步,限制了智慧水利的广泛覆盖。(4) 专业人才短缺问题同样严峻。智慧水利融合信息技术与水利工程等多领域知识,对复合型人才需求迫切,但目前此类人才相对匮乏,严重制约了智慧水利技术的深度推广与有效应用。

4.2 完善技术标准与数据安全体系

针对智慧水利面临的技术标准不统一难题,强化顶层设计迫在眉睫。需由权威部门牵头,组织行业专家与相关企业,制定全面且统一的智慧水利技术标准和规范体系。该体系要涵盖数据采集的精度与频率标准、数据传输的协议与接口标准、数据存储的格式与容量标准,以及数据共享的权限与流程标准等,以此确保不同地区、不同部门建设的智慧水利系统能够实现无缝对接与高效兼容,达成数据的顺畅互通与共享。在数据安全领域,要构建一套严密的数据安全管理制度,明确数据管理各环节的责任与流程。同时,积极运用先进的数据加密技术,对敏感数据进行加密处理;加强访问控制,严格限定数据访问权限;开展安全审计,实时监测数据操作行为。此外,还应定期组织专业力量开展数据安全评估和 risk 排查工作,及时发现潜在安全隐患并加以解决,全方位保障水利数据的保密性、完整性和可用性^[4]。

4.3 加强人才培养与技术创新

智慧水利的持续发展,关键在于人才与技术的双重支撑。在人才培养方面,高校和职业院校需发挥主力军

作用,紧跟行业发展趋势,开设契合智慧水利需求的相关专业与课程。通过系统的教学体系,培养既具备扎实水利工程理论基础,又熟练掌握信息技术应用的复合型人才,为智慧水利建设注入新鲜血液。同时,针对现有水利管理人员,开展针对性的信息技术培训,提升其运用新技术进行水利管理的能力,优化人才队伍结构。技术创新是智慧水利发展的核心驱动力。要积极鼓励企业、科研机构加大研发投入,聚焦智慧水利关键技术展开攻关,如研发更精准的新型传感器、优化智能算法、搭建高效的大数据分析平台等。通过技术创新降低系统建设和维护成本,提高技术的先进性与适用性。

结束语

智慧水利作为水利行业智能化转型的关键力量,在提升管理效率、增强决策科学性、保障工程安全与可持续发展等方面成效显著。然而,其在发展中也面临技术标准不统一、数据安全有风险、建设维护成本高、专业人才短缺等挑战。不过,通过完善技术标准与数据安全体系、加强人才培养与技术创新等对策,能有效应对挑战。未来,智慧水利必将持续发展,为水利事业现代化建设提供更强大的支撑,推动水利行业迈向高质量发展的新征程。

参考文献

- [1]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):254-256.
- [2]申振,姜爽,聂麟童.数字孪生技术在水利工程运行管理中的分析与探索[J].东北水利水电,2022,40(08):62-65.
- [3]王宁,王伟,谌东海.典型水利工程配套智慧管理系统设计研究[J].水电站机电技术,2022,45(12):28-31.
- [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):221-223.