

水利信息化技术在农业灌溉中的应用与展望

高静宜

新疆维吾尔自治区塔里木河流域开都孔雀河水利管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6069

[摘要] 水利信息化技术在农业灌溉领域的应用是实现精细化管理和节水增效的重要手段。本文深入探讨了水利信息化技术在农业灌溉中的重要作用,阐述了水情监测、视频监控、气象监测及智能化灌溉系统等核心技术的具体应用。研究表明,这些技术的综合应用有效提升了灌溉管理水平,显著提高了水资源利用效率。通过加强技术研发创新、完善基础设施建设、培养专业队伍以及推动政策支持和资金投入等措施,水利信息化技术将在农业灌溉现代化进程中发挥更加重要的作用,为农业可持续发展提供有力支撑。

[关键词] 水利信息化; 农业灌溉; 智能化灌溉系统; 水情监测; 精准灌溉

中图分类号: TV 文献标识码: A

Application and Prospects of Water Conservancy Informatization Technology in Agricultural Irrigation

Jingyi Gao

Kaidu-Kongque River Water Conservancy Management Center, Tarim River Basin, Xinjiang Uyghur Autonomous Region

[Abstract] The application of water conservancy informatization technology in the field of agricultural irrigation is a crucial means to achieve delicate management, water-saving, and efficiency enhancement. This paper deeply discusses the significant role of water conservancy informatization technology in agricultural irrigation and elaborates on the specific applications of core technologies such as water regime monitoring, video surveillance, meteorological monitoring, and intelligent irrigation systems. Research indicates that the integrated application of these technologies has effectively elevated the level of irrigation management and significantly improved the efficiency of water resource utilization. By strengthening technological research and innovation, improving infrastructure construction, cultivating professional talent teams, and promoting policy support and capital investment, water conservancy informatization technology will play an even more important role in the modernization process of agricultural irrigation, providing strong support for the sustainable development of agriculture.

[Key words] Water Conservancy Informatization; Agricultural Irrigation; Intelligent Irrigation System; Water Regime Monitoring; Precision Irrigation

引言

随着农业现代化进程的不断推进,传统灌溉方式已难以满足农业生产对水资源精细化管理的需求。水利信息化技术的出现为解决这一问题提供了新思路和新方法。该技术将现代信息技术与传统灌溉工程有机结合,实现了灌溉过程的智能化管理和科学决策。在农业生产中,合理运用水利信息化技术不仅能够提高灌溉效率,还能实现水资源的可持续利用。因此,深入研究水利信息化技术在农业灌溉中的应用具有重要的理论价值和现实意义。

1 水利信息化技术在农业灌溉中的作用

1.1 提供准确可靠的数据信息和技术保障

现代农业灌溉系统中,水利信息化技术通过多维度数据采集与深度分析,为灌溉决策提供了坚实的科技支撑。在灌区水情监测领域,高精度传感器网络实现了对水量、水位、水质等关键指标的全天候动态监控,结合地理信息系统和遥感技术,构建起立体化的灌区水情监测体系。这些技术手段不仅能够精准获取地表水资源信息,还可监测地下水位变化和土壤含水量,为灌溉方案制定提供科学依据。通过建立水文气象监测预警平台,实现

对降雨量、蒸发量、气温等环境因素的综合分析,从而准确预测灌区用水需求。同时,借助大数据分析技术,系统能够建立灌区水资源利用模型,对历史数据进行挖掘分析,预测未来用水趋势,为灌溉计划调整和优化提供重要参考。这种数字化、智能化的监测体系,显著提升了灌区水资源调配的准确性和科学性,为农业灌溉的精细化管理奠定了技术基础。

1.2 提高灌区灌溉效率,减少水资源消耗

水利信息化技术在提升灌溉效率方面发挥着重要作用,通过智能化灌溉系统实现了农业用水的精准控制。该系统整合作物生长阶段、土壤特性、气候条件等多维度信息,建立灌溉决策模型,动态调整灌溉参数。借助土壤墒情监测设备和作物生理状态检测技术,系统能够实时掌握作物需水规律,制定最优灌溉方案。在此基础上,采用变频调速泵站和智能控制阀门,实现灌溉用水的按需供给,避免传统粗放式灌溉造成的水资源浪费。通过物联网技术将各个灌溉单元连接成网,实现灌溉设备的远程操控和自动化运行,大幅降低人工管理成本。同时,系统通过持续优化灌溉时间、水量和频次,确保作物在不同生长阶段获得适量水分,既保障农作物产量和品质,又实现水资源的高效利用。

1.3 提高灌区管理水平,转变工作理念

水利信息化技术的应用深刻改变了传统灌区管理模式,推动管理理念和方法的现代化转型。通过构建灌区信息管理平台,整合水利设施、农田地块、灌溉设备等基础数据,形成完整的灌区信息档案。利用移动终端和云计算技术,管理人员可随时查询灌区运行状况,进行远程监控和调度指挥,提高管理效率和决策水平。在日常管理中,系统自动记录用水量、设备运行等数据,建立灌区运行评价体系,为管理优化提供依据。借助数字化管理手段,实现了灌溉用水量计收费的透明化和规范化,提升了灌区经营管理水平。这种信息化管理模式促使灌区管理人员更新知识结构,提高技术素养,逐步形成重视科技创新、追求管理效能的现代化工作理念。

2 水利信息化技术在农业灌溉中的具体应用

2.1 水情监测技术

水情监测技术作为现代灌区管理的核心支撑,通过构建多层次的传感监测网络体系实现对灌区水情的全方位感知与控制。在具体实施过程中,需在灌区重要节点布设水位传感器、流量计、水质监测仪等设备,采用485总线或无线传输方式将监测数据实时传输至控制中心。监测系统采用分层架构,底层设备负责数据采集,中间层进行数据传输与预处理,上层实现数据分析与决策支持。系统通过高精度传感器实时采集渠道水位数据,测量精度可达 $\pm 0.5\text{cm}$;采用超声波流量计监测流量变化,测量范围 $0\sim 100\text{m}^3/\text{s}$,精度达到 $\pm 1\%$ 。水质监测模块配备多参数水质分析仪,可同步监测pH值、电导率、溶解氧等指标。系统根据获取的实时数据,结合水文模型进行分析计算,评估当前灌区水情状况,并预测未来水量变化趋势。通过建立水情数据库,系统对历史数据进行挖掘分析,构建水量预测模型,为灌溉调度提供科学依据。同时,系统还具备预警功能,当监测参数超出预设阈值

时,可自动发出警报信息,便于管理人员及时处理异常情况,有效防范水量调度风险^[1]。

2.2 视频监控技术

视频监控技术通过在灌区关键位置部署高清摄像机,构建全天候、全方位的可视化监管体系。监控系统采用分布式架构,包括前端采集、传输网络、控制中心三个层次。前端采集层配备200万像素高清网络摄像机,具备低照度、宽动态、红外夜视等功能,可在复杂环境下保证图像质量。传输网络层采用光纤与无线相结合的混合组网方式,保证视频数据的实时传输,网络带宽需求为每路2~8Mbps。控制中心配备视频管理平台,支持多画面显示、云台控制、视频存储等功能。系统针对渠道、闸门、泵站等重点部位进行不间断监控,通过视频分析算法实现设备运行状态识别、安全预警等功能。监控平台集成移动终端访问功能,管理人员可通过手机APP随时查看现场情况,实现远程监管。此外,系统还整合了地理信息系统(GIS)技术,建立灌区电子地图,实现监控画面与地理位置的关联显示。通过视频监控技术的应用,灌区设施设备的管理效率显著提升,设备故障处理时间平均缩短40%。

2.3 气象监测技术

气象监测技术通过建立专业气象站网络,实现对灌区气象要素的精准监测与预报。监测系统由自动气象站、数据传输网络、气象分析平台组成。自动气象站配备温湿度传感器、风速风向仪、气压计、雨量计等设备,监测精度符合国家气象观测标准。监测数据采用GPRS无线传输方式,实现10分钟间隔的自动采集上报。气象分析平台整合多源数据,包括地面观测、卫星遥感、数值预报等,构建灌区气象预报模型。系统通过分析温度、降水、蒸发等因素对作物需水量的影响,为灌溉决策提供气象支持。平台具备极端天气预警功能,提前24~72小时发布预警信息,便于灌区及时调整灌溉计划。根据气象数据分析结果,系统可计算作物需水量,预测精度达到 $\pm 10\%$ 。气象数据与土壤墒情监测相结合,建立作物需水预测模型,灌溉用水计划的制定更加科学合理。系统还建立了气象灾害风险评估模型,通过对历史气象数据的分析,识别高风险天气类型,为灌区防灾减灾提供决策支持。

2.4 智能化灌溉系统

智能化灌溉系统通过集成多种信息化技术,实现灌溉过程的智能决策与自动控制。系统架构包括数据采集层、传输层、应用层三个层次。数据采集层部署土壤墒情传感器、作物生理传感器等设备,实时监测农田水分状况;传输层采用NB-IoT、LoRa等物联网技术,构建低功耗广域网络,数据传输成功率达到99.9%;应用层开发灌溉决策支持系统,通过机器学习算法分析作物需水规律,自动生成灌溉方案。系统配备智能控制阀门与变频水泵,可根据决策结果自动调节灌溉参数,响应时间小于1分钟。通过作物生长模型与气象预报数据,系统能够提前24小时预测作物需水量,实现精准灌溉。田间控制设备采用太阳能供电,确保长期稳定运行^[2]。系统集成手机APP操作界面,农户可通过移动终端远程控制灌溉设备,查看农田墒情数据,通过建立作物

品种数据库,系统可根据不同作物的生长特性,自动调整灌溉策略,灌溉水分利用效率提升40%以上。智能化灌溉系统的应用不仅降低了农业生产成本,还显著提高了作物产量和品质,经济效益和生态效益显著。

3 水利信息化技术在农业灌溉中的未来展望

3.1 加强技术研发与创新

农业灌溉水利信息化技术的发展正步入关键阶段,持续深化技术研发与创新成为推动行业进步的核心动力。在技术研发方向上,重点关注人工智能、5G通信、区块链等新兴技术与传统灌溉系统的深度融合。通过开发新型传感器技术,提升数据采集精度,实现对土壤水分、作物生理特征的微观监测,测量精度提升至 $\pm 0.1\%$ 。在数据处理层面,采用深度学习算法优化灌溉决策模型,提高水量预测准确率至95%以上。研发基于边缘计算的智能控制终端,将数据处理延伸至田间地头,系统响应时间缩短至毫秒级。在软件平台建设方面,开发模块化、可扩展的灌溉管理系统,支持多类型设备接入和协议兼容。通过建立技术创新实验室,开展产学研合作,加快科研成果转化应用。引入物联网技术升级现有灌溉设施,推动传统灌区向数字化智能化转型。建立开放式技术创新平台,整合行业资源,形成产业技术创新联盟,协同推进关键技术突破。研究数据显示,技术创新投入每提升10%,灌溉系统运行效率可提高15%以上。

3.2 完善基础设施建设

水利信息化基础设施建设是实现智能灌溉的重要支撑,需要系统规划和持续投入。在灌区管网改造方面,采用新型防渗材料和智能监测设备,降低渠系渗漏损失率至5%以下。铺设光纤通信网络,构建高速数据传输通道,网络覆盖率达到98%,满足大规模数据传输需求。建设灌区物联网平台,部署智能控制设备,实现灌溉设施远程操控和自动化运行。升级改造泵站设备,安装变频控制系统,提高供水调节能力,节能效率提升40%。在计量设施方面,安装智能水表和流量计,建立用水计量体系,计量精度达到 $\pm 2\%$ 。完善气象观测站网建设,优化监测点位布局,实现灌区气象要素全覆盖监测。建设数据中心,配备高性能服务器和存储设备,确保系统稳定运行,通过合理规划建设时序,分步实施改造升级,确保工程建设质量和投资效益^[3]。

3.3 培养专业人才培养队伍

水利信息化技术的持续发展离不开高素质专业人才的支撑。建立分层次的人才培养体系,针对不同岗位需求开展专业技能培训。在理论培训方面,系统学习水利工程、计算机技术、自动化控制等专业知识;在实践环节,通过现场操作培训和技术实践,提升设备维护和系统运维能力。引进高层次技术人才,优化人才结构,建立专家技术团队。设立技术创新工作室,鼓励技术

骨干开展技术攻关和创新实践。建立技术交流平台,定期组织技术研讨和经验分享,促进团队协作和知识传承。完善岗位评价机制,将技术创新成果纳入考核体系,调动技术人员创新积极性。研究表明,专业技术人才比例每提升5%,系统运维效率提高12%。通过建立合理的薪酬体系和职业发展通道,吸引和留住优秀人才。加强与高校合作,建立人才培养基地,为行业发展储备专业人才。建立技术人才数据库,实现人才资源的动态管理和优化配置。

3.4 推动政策支持和资金投入

水利信息化建设需要建立长效的政策支持机制和稳定的资金保障体系。完善水利信息化建设标准规范,制定技术规程和评价体系,规范行业发展。建立多元化投融资机制,通过政府引导资金撬动社会资本参与,形成“政府引导、市场运作、多方参与”的投入格局。设立专项建设基金,重点支持关键技术研发和示范工程建设。建立项目库管理制度,实行动态管理和绩效评价,提高资金使用效益。数据显示,政策支持力度每提升20%,带动社会资本投入增长25%。完善知识产权保护制度,激励企业加大技术创新投入。建立产业发展引导基金,支持优质企业做大做强。设立技术创新奖励机制,对突出贡献的单位和个人给予表彰奖励。通过政策引导和资金支持,推动形成良性的产业发展生态。建立信息化建设监督评价机制,确保项目建设质量和投资效益。

4 结束语

水利信息化技术在农业灌溉领域的应用已取得显著成效,为现代农业发展注入了新的活力。通过本研究可以看出,水利信息化技术正在推动农业灌溉向数字化、智能化方向发展。未来,随着新一代信息技术的不断进步,水利信息化技术在农业灌溉中的应用将更加广泛和深入。我们需要持续加强技术创新,完善配套设施,培养专业人才,为实现农业灌溉现代化提供坚实的技术支撑,推动农业生产方式的转型升级,最终实现农业的可持续发展。

[参考文献]

- [1]陈秋.推进信息技术在农田水利工程节水灌溉中的发展措施[J].新农民,2024,(35):55-57.
- [2]郑毅.智慧水利的发展及应用探讨[J].现代农业科技,2024,(19):162-164+169.
- [3]赵锋.信息化技术在农田水利工程施工管理中的应用[J].农家参谋,2024,(26):75-77.

作者简介:

高静宜(1978--),女,汉族,新疆乌鲁木齐人,大专,中级工程师,研究方向为水量调度统计及水利信息化。