

水利工程灌溉管理的信息化与智能化发展趋势

金燕^{1,2}

1. 新疆昌吉市水利管理站, 新疆 昌吉 831100

2. 昌吉市三屯河流域管理处, 新疆 昌吉 831100

[摘要] 昌吉市面临严重的水资源短缺问题, 农业灌溉是其主要用水形式。自 2015 年以来, 昌吉市通过农业水价综合改革, 结合现代化灌区建设与信息化管理, 推动了水资源的智能调度与高效利用, 这些改革有效提升了灌溉效率, 为农业的可持续发展奠定了基础。

[关键词] 水利工程; 灌溉管理; 信息化; 智能化

DOI: 10.33142/hst.v8i4.16075

中图分类号: S27

文献标识码: A

The Development Trend of Informationization and Intelligence in Irrigation Management of Water Conservancy Projects

JIN Yan^{1,2}

1. Xinjiang Changji Water Conservancy Management Station, Changji, Xinjiang, 831100, China

2. Changji Santun River Basin Management Office, Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract: Changji City is facing a serious water shortage problem, and agricultural irrigation is its main form of water use. Since 2015, Changji City has promoted the intelligent scheduling and efficient utilization of water resources through comprehensive agricultural water price reform, combined with modern irrigation area construction and information management. These reforms have effectively improved irrigation efficiency and laid the foundation for sustainable agricultural development.

Keywords: water conservancy engineering; irrigation management; informationization; intelligence

引言

随着水资源短缺和气候变化的加剧, 农业用水的高效管理变得至关重要。传统灌溉方式面临资源浪费问题, 智能化灌溉技术的应用为优化水资源分配提供了新的解决方案。无人机、遥感技术和人工智能的结合, 为灌溉管理带来了精准、高效的调度手段, 推动了农业水资源的可持续利用。

1 信息化与智能化技术在水利灌溉管理中的应用

1.1 信息化技术概述

信息化技术在水利灌溉管理中的应用, 通过计算机、网络等技术手段, 实现灌溉过程的实时监控、数据采集与处理, 提高了管理效率与精度, 减少人工干预, 推动精准灌溉、节水与可持续发展。物联网、传感器和遥感技术使水资源、土壤湿度等信息实时传输, 为管理提供准确的水量分配数据, 有效避免水资源浪费, 提升灌溉效率。昌吉市通过农业水价综合改革, 优化水资源配置, 并引入信息化技术。三屯河灌区经过改造, 建立了信息化平台, 实施了远程监控、精准计量和智能决策支持, 显著提高了水资源利用效率。2019 年, 53 个国有计量点的信息化升级改造提升了灌区的智能化管理水平, 成为信息化在农业水利中的成功应用案例。

1.2 智能化技术概述

智能化技术在水利灌溉管理中应用人工智能 (AI)、

机器学习和数据分析, 通过自主学习和智能决策提升灌溉管理的自动化与精度。与传统方式相比, 智能化技术通过分析大量实时数据, 预测水资源需求, 优化灌溉决策, 减少人为错误, 提高响应速度。机器学习算法根据历史数据和当前环境自动调整灌溉方案, 结合深度学习技术, 对土壤湿度、气象变化等因素进行综合分析, 确保精准灌溉, 减少水资源浪费。自适应控制系统实时监控土壤湿度和设备状态, 自动调节灌溉过程, 从而最大限度减少过度灌溉。昌吉市通过农业水价综合改革, 优化资源配置, 并在三屯河灌区实施智能化技术。该灌区的基础设施完善, 信息化平台提升了远程监控与精准计量功能, 改善了水资源利用效率。通过智能化与信息化的融合, 农业水价改革推动了节水型农业模式的发展, 提升了灌溉效率, 并保障了生态供水。

1.3 信息化与智能化技术的融合应用

信息化与智能化技术的融合应用已成为水利灌溉管理发展的关键方向。通过结合传统的信息采集、处理与传输技术与先进的智能分析及自动决策能力, 融合技术不仅提升了系统效率和精准度, 还推动了水资源管理模式的转型, 从单纯的数据监控向智能化优化管理发展。在实际应用中, 物联网、传感器网络等技术能够实时采集土壤湿度、气象数据及水源状况等信息, 并传输至中央控制系统。智能化技术则通过大数据分析机器学习, 从海量数据中进行深度分析与预测, 自动调整灌溉策略。例如, 当传感器

检测到某区域土壤湿度过低时,系统结合气候历史数据和作物需求,自动优化灌溉量、时间和方式,确保水资源的合理使用。信息化与智能化技术的融合还使得灌溉管理可以实现更广泛的精细化控制,智能决策支持系统结合过往灌溉记录与环境变化趋势,为未来灌溉提供科学依据,大大提高了管理操作性与可持续性。昌吉市的农业水价综合改革为这一融合应用提供了典范。三屯河灌区在基础设施建设和信息化进程上取得显著进展,尤其是在提升灌区水资源管理、减少水损失和保障生态供水方面取得了显著成果。通过智能化技术的应用,灌区不仅提高了水资源的利用效率,还优化了灌溉管理系统,推动了水价改革,达成了农业节水目标,促进了生态环境的改善。

2 信息化与智能化在灌溉管理中的优势

2.1 提高灌溉效率与精确度

信息化与智能化技术在水利灌溉管理中的引入,极大地提升了灌溉效率和精确度。水利工程不仅是促进经济社会发展的基础,也是确保人民生产生活的关键要素。建设与管理高效、稳定运行的水利工程,对于可持续发展至关重要。通过应用信息化与智能化技术,不仅能够实时收集与处理大量工程数据,还能对这些数据进行深入分析,确保灌溉资源的合理分配和系统的精确控制。借助智能化技术,灌溉管理不再依赖传统的经验或人工判断,而是采用数据驱动的精控制方法。系统通过安装传感器网络,实时监测土壤湿度、气象条件及作物需求,从而自动调节水量,确保每一片灌溉区域得到适当的水分。一旦检测到任何超出预设范围的水量浮动,系统将自动发出警报并停止灌溉,及时处理潜在问题。在三屯河灌区,信息化技术的应用使得灌区建设管理实现了现代化。通过引入遥测技术和智能化管理平台,水资源的引水、输水、计量与控制变得更加精准。该地区的骨干工程配套完善,渠系水利用系数提升,输水损失减少,同时通过节水技术,年节水量达到1600万立方米,极大提高了灌溉水的有效利用率。信息化管理还帮助实现了精准的灌溉与生态供水,不仅保障农田灌溉,也对生态环境进行了合理的水资源配置。此外,昌吉市的农业水价综合改革为水利管理的进一步优化奠定了基础。通过建立完善的水利管理制度与机制,确保了农业节水的可持续发展。高效节水技术的广泛应用,以及智能化精准灌溉示范园的建设,推动了灌溉效率的提升。水资源的合理配置与地下水管理加强了生态供水保障,有效遏制了地下水过度开采的趋势。这一系列措施不仅提高了农业用水效率,也促进了水资源的可持续利用和生态环境的改善。

2.2 降低水资源浪费与环境影响

信息化与智能化技术的引入在水利灌溉管理中显著降低了水资源浪费,并有效减轻了灌溉活动对环境的负面影响。传统灌溉方式往往依赖人工判断和固定时间灌溉,容易导致过度灌溉或灌溉不足,造成水资源浪费、土壤盐

碱化等环境问题。而智能化技术通过实时监控与精准调控,有效避免了这些问题。智能灌溉系统利用传感器、物联网与数据分析技术,实时采集土壤湿度、气候变化和作物需求等多维数据。基于这些数据,系统能够精准判断土地的水分需求,自动调节灌溉量和时间,确保水资源的最优配置。过度灌溉所带来的水资源浪费因此得以避免,且灌溉不足导致的作物生长不良现象也得到有效改善。智能化技术不仅减少了水资源的浪费,还有效降低了灌溉对环境的影响。精准控制灌溉有助于防止土壤盐碱化,并避免了水源污染,保障了土壤健康结构。此外,系统根据季节变化、气候条件和土壤特性灵活调整灌溉策略,进一步提高水资源的使用效率,减轻了生态环境的压力。在昌吉市,农业水价综合改革与三屯河灌区的现代化改造相辅相成,通过信息化技术的应用,进一步提升了水资源管理效率。三屯河灌区自20世纪60年代以来,经过提升改造,已发展成为一个智能信息化集成控制的现代化灌区。特别是在水利工程的建设和资源配置优化方面,显著提升了水利用效率,减少了输水损失,年节约水量达到1000万 m^3 。通过智能化管理,三屯河灌区的节水工程取得了显著成果,高效节水面积覆盖了72万亩,灌溉水的有效利用率从2015年的0.58提升至0.69,年减少田间水损失1600万 m^3 。信息化平台系统进一步提高了灌区管理效率,全面涵盖水情监测、精准计量和灌溉管理等领域。昌吉市的农业水价改革也注重水资源的可持续利用与生态供水保障。通过优化水资源配置和强化地下水管理,实施了包括“井电双控”在内的措施,有效遏制了地下水的过度开采,保障了生态环境的持续改善。这些措施不仅提高了农业灌溉效率,还有效减少了环境压力,确保了水资源的合理利用和环境的可持续发展。

3 信息化与智能化灌溉管理的关键技

3.1 物联网(IoT)技术在灌溉管理中的应用

物联网(IoT)技术在灌溉管理中的应用已成为提升灌溉效率与精确度的关键工具。通过连接传感器、设备与系统,物联网能够实时收集、传输并分析土壤湿度、气温、气象信息等数据。这些数据通过无线网络传送到中央控制系统,使管理人员能够随时、随地监控灌溉状况并进行调整。利用这些数据,灌溉系统可以做出精确的水量和灌溉时长调整,从而避免了传统灌溉中可能存在的过度灌溉和灌溉不足问题^[1]。例如,土壤湿度传感器实时监控土壤的水分状况。当湿度低于设定阈值时,灌溉系统便自动启动,并根据实时数据调整灌溉量和时间。此外,气象站提供的气象数据使系统能够预测降水情况,避免在预计降雨时进行不必要的灌溉,从而进一步节省水资源。物联网技术不仅仅用于灌溉控制,它的智能反馈机制大大提升了管理的精确性。数据采集后,系统能够及时分析并反馈灌溉效果,识别潜在问题(如水管漏水或设备故障),并及时发出警报,从而避免了人工监测中的盲点和延误。通过这种智能

化控制模式,水资源的使用效率得到了显著提高,管理成本也大幅降低,推动了灌溉系统朝着更加精细化和智能化的方向发展。在昌吉市,物联网技术与农业水价综合改革相结合取得了显著成效,特别是在三屯河灌区的应用。三屯河灌区经过多年的提升与改造,已成为智能信息化集成控制的现代化灌区,充分体现了信息化建设对农业水利工程的优化作用。通过物联网技术,灌区管理系统实现了远程监测和精准控制,水资源的配置和利用效率得到了有效提升。在水资源短缺的背景下,昌吉市通过物联网技术实现了农业用水效率的显著提升。高效节水面积覆盖了72万亩,占播种面积的91%,灌溉水的有效利用率从2015年的0.58提升到0.69。通过智能化精准灌溉技术的应用,农业灌溉用水效率得到了大幅度提高,同时,工程节水效益也明显增强。智能灌溉示范园的建立进一步提升了水资源的节约与管理效率,为昌吉市的农业水价综合改革提供了强有力的技术支持。

3.2 大数据与云计算在灌溉决策中的作用

在昌吉市农业水价改革中,三屯河灌区的现代化建设和智能化管理系统发挥了重要作用。引入大数据与云计算技术显著提升了灌溉决策的科学性和精准度。通过实时采集土壤湿度、气候变化和作物生长等数据,管理者能全面掌握灌溉状况,做出及时、精准的决策。三屯河灌区的现代化升级优化了水资源配置。除险加固和引水效率提升减少了年输水损失1000万 m^3 。72万亩高效节水工程覆盖了91%的播种面积,提高了灌溉水效,并减少了1600万立方米的水损失。信息化建设和云计算支撑的实时数据分析,使得水资源调度更加精准,减少了水资源浪费。昌吉市的改革推动了节水、资源优化,并为农业水资源的可持续利用和生态环境保护打下了坚实基础。

3.3 无人机与遥感技术在灌溉监控中的应用

无人机与遥感技术在灌溉监控中发挥着重要作用,提供实时、精准的监控数据。无人机搭载高精度传感器和高清摄像设备,能够快速覆盖广泛区域,收集土壤湿度、作物健康状况等数据,并通过遥感技术生成高分辨率影像,帮助远程监控灌溉系统。结合卫星与无人机影像,遥感技术实时监测水资源利用情况,为灌溉决策提供科学依据^[2]。在实际应用中,利用红外线和热成像技术,无人机能够精准检测水分分布,快速识别水分过多或不足的区域,及时调整灌溉方案,从而提高管理效率并减少水资源浪费。昌

吉市在三屯河灌区的现代化灌溉中,结合遥感与智能化管理,通过e平台系统优化水资源配置,提升灌溉决策精准度,实现了水资源的高效利用与合理分配,推动了节水型农业的发展。这些技术的应用,使灌溉管理更智能、精细,为可持续农业提供技术支持。

3.4 人工智能与机器学习在灌溉优化中的创新应用

人工智能(AI)与机器学习(ML)在灌溉优化中的应用,推动灌溉管理向高效、智能化方向发展。通过分析历史数据与实时信息,AI与ML能够自动优化水资源分配,提高灌溉系统效率。机器学习通过分析气候、土壤和作物需求等因素,精准预测未来水需求并调度灌溉。AI系统根据实时数据动态调整灌溉量和时间,确保土地获得最佳水分条件,避免水资源浪费^[3]。结合机器学习与AI,灌溉管理变得更加精准、高效,促进了灌溉系统的可持续发展。昌吉市在三屯河灌区应用现代化灌溉技术,通过遥测技术优化水资源配置,提高了用水效率,减少了水损失。在水资源短缺背景下,昌吉市通过智能化灌溉技术与生态供水系统的结合,推动了水资源的可持续利用,促进了水资源管理向更加精准的方向发展。

4 结语

随着水资源日益紧张,智能化灌溉技术的应用成为提升水资源利用效率的关键。无人机、遥感技术及人工智能的融合,为灌溉管理提供了全新的解决方案,显著减少水资源浪费并提高农业生产效率。昌吉市通过加强水利工程建设与信息化管理,成功实现农业水价综合改革,优化了水资源配置并提升了灌溉效率。未来,随着技术的不断进步,智能化灌溉将进一步推动水资源的可持续利用,保障农业发展与生态平衡。

[参考文献]

- [1]陈利.对水利工程建设管理信息化、智能化的几点思考[J].农业科技与信息,2022(21):126-128.
 - [2]董昕源,李爱传,李天,等.青龙山灌区水利信息化技术的实践探讨[J].农业工程技术,2022,42(18):59-61.
 - [3]王丽萍.水利信息化技术在农业灌溉用水中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(15):109-111.
- 作者简介:金燕(1973.6—),毕业院校:西北农林科技大学,所学专业:农业水利工程,就职单位名称:新疆昌吉市水利管理站(昌吉市三屯河流域管理处),职称级别:副高6级。