

# 智慧灌区信息化监测体系构建与节水应用研究

靳美玲

北京慧图科技(集团)股份有限公司乌鲁木齐分公司

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6883

**[摘要]** 水资源短缺已经成为制约农业可持续发展的主要瓶颈,灌区是农业用水的主要载体,灌区管理水平的好坏直接关系到水资源利用效率。传统灌区存在监测粗放、调度滞后、节水能力不足等问题,不能满足现代农业水资源精细化管理的要求。智慧灌区依靠物联网、大数据等技术创建信息化监测体系,是破解灌区管理难题、推进农业节水的重要途径。本文根据目前灌区信息化建设的实际情况,对体系构建的主要问题进行分析,提出科学的体系构建架构和实施措施,探究其节水应用的价值,为灌区现代化改造和水资源高效利用提供理论和实践上的参考。

**[关键词]** 智慧灌区; 信息化监测体系; 水资源管理; 农业节水

**中图分类号:** S155.4+4 **文献标识码:** A

## Research on Information Monitoring System Construction and Water-saving Application of Intelligent Irrigation Area

Meiling Jin

Beijing Huitu Technology (Group) Co., Ltd.

**[Abstract]** Water scarcity has emerged as the primary bottleneck constraining sustainable agricultural development. Irrigation districts, as the main water delivery systems for agriculture, directly determine water resource utilization efficiency through their management quality. Traditional irrigation districts face challenges including coarse monitoring, delayed scheduling, and inadequate water-saving capacity, which fail to meet the precision management requirements of modern agriculture. Smart irrigation districts, leveraging IoT and big data technologies to establish an information-based monitoring system, represent a crucial approach to resolving management challenges and advancing agricultural water conservation. Based on current irrigation district informatization practices, this paper analyzes key issues in system construction, proposes scientific framework designs and implementation measures, explores the value of water-saving applications, and provides theoretical and practical references for modernizing irrigation districts and optimizing water resource utilization.

**[Key words]** smart irrigation district; information-based monitoring system; water resources management; agricultural water conservation

### 引言

水资源短缺已经成为制约农业可持续发展的主要瓶颈,灌区是农业用水的主要载体,灌区管理好坏直接影响到水资源的利用效率。传统的灌区存在监测粗放、调度滞后、节水能力不足等问题,不能满足现代农业水资源精细化管理的要求。智慧灌区依靠物联网、大数据等技术创建起信息化监测体系,是破解灌区管理难题、推进农业节水的有效途径。本文根据目前灌区信息化建设的实际情况,分析体系构建的主要问题,提出科学的构建架构和实施措施,探究其节水的应用价值,为灌区现代化改造和水资源高效利用提供参考。

#### 1 智慧灌区信息化监测体系构建的核心问题

##### 1.1 监测基础设施薄弱,计量精度不足

传统的灌区量水设施大多建于20世纪,普遍存在老化破损、配套不全的问题,干渠、支渠等重要节点的计量设备覆盖率低,且大多采用人工量水的方式,依靠流速仪、水尺等简单的工具,存在数据采集时效性差、精度低、人为误差大的问题。部分灌区渠道断面不标准,淤塞、渗漏严重,使水量监测的准确性受到影响,不能给用水计量和调度提供可靠的依据。

##### 1.2 数据采集与传输体系不完善,信息孤岛突出

灌区水情数据包含水位、流量、流速等各方面,监测点分布广、位置偏僻,传统的采集方式不能达到数据的实时、自动传输的目的。同时现有的监测系统没有统一的标准和架构,各个设

备、各个环节的数据格式不兼容,造成信息孤岛,数据不能实现有效的整合和共享,使灌区管理部门不能全面、及时地掌握全域水情信息,影响用水调度的科学性、及时性。

### 1.3 信息化管理平台缺失,数据应用能力不足

大部分灌区还没有建立一体化的信息化管理平台,不能对采集到的数据进行深层次的分析、处理和可视化展示,数据只停留在采集存储的层面,没有转化为管理决策的依据。同时缺少预警、调度、计费等功能模块,不能对灌区用水进行动态监控、智能预警、科学调度,也难以建立精准的农业水价计量体系,制约了节水激励机制的落地。

### 1.4 运维管理体系不健全,技术保障能力薄弱

信息化监测体系的运行需要有专业的技术人员以及完善的运维管理制度,但是基层灌区管理部门普遍存在着专业人才缺乏、运维资金短缺、管理制度不健全等状况。设备日常维护、校准、故障排查不及时造成监测系统故障率高、运行稳定性差,管理人员信息化操作能力不足,不能充分发挥监测体系的功能,影响体系的长效运行。

## 2 智慧灌区信息化监测体系的整体构建架构

智慧灌区信息化监测体系以“精准采集、高效传输、智能分析、科学应用”为总体目标,采用感知层、传输层、平台层、应用层的四层架构设计,对灌区水情数据进行全流程智能化管理,体系架构如表1所示。

表1 智慧灌区信息化监测体系四层架构设计

架构层级	核心组成	技术支撑
感知层	干渠/支渠计量采集点、雷达流量计、雷达水位计、图像摄像机、遥测终端等	雷达探测技术、传感器技术、物联网感知技术
传输层	4G/5G、GPRS、光纤等通信网络	无线通信技术、光纤通信技术、数据加密技术
平台层	云服务器、数据库系统、GIS地图系统、数据采集交互平台	云计算技术、大数据技术、地理信息系统(GIS)、数据库技术
应用层	实时监测模块、数据统计分析模块、用水调度模块、预警模块、移动APP、用水量计费模块	软件开发技术、可视化技术、移动互联网技术

感知层是体系的“神经末梢”,主要完成监测点位全覆盖、数据采集精准化的工作,根据干渠、支渠不同的场景,选择适合的计量设备,保证数据采集的准确性、及时性;传输层是“信息通道”,保证数据稳定、安全传输,解决偏远监测点通信问题;平台层是“大脑中枢”,实现数据整合、存储、分析,为管理决策提供数据支撑;应用层是“落地窗口”,结合灌区管理、农业生产的实际需要,开发出多种功能模块,实现监测体系与灌区管理、农业生产深度融合。

## 3 智慧灌区信息化监测体系的实施措施

### 3.1 完善监测基础设施,提升精准计量能力

按照全域覆盖、分级布设、精准适配的原则,在灌区干渠、支渠等重要取水口和用水节点建设标准化计量采集点,淘汰老化落后的量水设施,根据渠道类型和过流能力配置相应的计量设备。干渠用雷达流量计,用雷达水位流速一面积法进行过水流量的准确测量,支渠用一体式雷达水位计,根据流量关系曲线计

算渠道流量,保证计量误差符合行业标准。同时对渠道进行标准化修复和防渗处理,清理淤塞,规范渠道断面,为精准计量提供基础保障;在监测点配套建设太阳能供电系统、防雷接地系统、户外机柜,保证设备在野外环境下的稳定运行。此外对于偏远小型灌区,采用便携式智能计量设备进行补充布设,实现计量点位无死角,同时建立设备定期校准制度,联合专业机构每季度开展计量精度检测,及时调整设备参数,保证数据采集的准确性、可靠性<sup>[1]</sup>。

### 3.2 构建一体化传输与平台体系,打破信息孤岛

建立统一的灌区数据传输网络,根据监测点的地理位置和通信条件,采用4G/5G、GPRS、光纤等多种通信方式相结合进行数据传输,实现数据的实时、自动传输,支持网络智能切换和历史数据补传,保证数据传输的连续性。依靠云计算、大数据技术创建一体化灌区信息化管理平台,整合数据库系统、GIS地图系统、数据采集交互平台等关键部分,制定统一的数据标准和接口规范,实现各个设备、各个环节数据的无缝对接和整合共享。利用GIS地图系统对监测点位、渠道分布、水情信息进行可视化展示,使管理部门清楚地掌握全域水情动态。同时搭建数据加密传输通道,用对称加密技术保证水情数据在传输过程中不被泄露、篡改,建立数据备份和恢复机制,定期对核心数据进行异地备份,保证数据存储安全,彻底打破各个部门、各个系统之间的信息壁垒<sup>[2]</sup>。

### 3.3 深化数据智能应用,赋能节水管理与调度

在信息化管理平台中创建各种各样的功能模块,使数据由“采集”变成“应用”。搭建实时监测模块,对水位、流量等数据进行动态更新并发出异常报警,开发数据统计分析模块,可以生成日报、月报、年报等多种报表以及曲线分析,为用水计量、水价核算提供准确的数据,创建智能调度模块,结合作物需水规律、水资源状况、水情数据,实现灌区用水的科学调配,提高水资源配置效率,创建移动APP应用,支持管理人员远程查看水情、下达调度指令,同时为用水户提供用水信息查询、线上缴费等服务,提高灌区管理的便捷性、高效性。此外,利用AI智能分析模型,根据历史水情数据、作物需水数据做深度学习,准确预测灌溉需求和天气变化,给用水调度提出前瞻性建议,开发节水分析模块,对各个区域、各个作物的节水效果进行量化分析,为节水措施的优化提供数据支持。

### 3.4 健全运维管理体系,强化技术人才保障

建立专业管理、分级负责、长效运维的信息化监测体系管理制度,确定灌区管理部门的运维职责,配备专业的技术人员对设备进行日常维护、校准、故障排查、系统升级。设立专项运维资金,保证设备维修、更换、系统升级的资金需求,建立设备定期巡检、校准制度,对监测数据进行常态化率定,保证数据的准确性。加强技术培训,对监测设备的操作、平台的管理、数据分析等内容进行系统的培训,提高管理人员的信息化操作能力以及专业技术水平;同时引入第三方技术服务机构,给体系的运行提供技术支持,保证监测体系的长效稳定运行。此外,建立运

维考核制度,把设备运行稳定性、数据准确率、故障处理及时性等纳入考核指标,明确奖惩措施,调动运维人员工作积极性,与当地院校、科研机构合作建立人才培养合作机制,定向输送专业技术人才,解决基层灌区人才短缺问题。

#### 4 智慧灌区信息化监测体系的节水应用

##### 4.1 精准计量助力农业水价改革

智慧灌区信息化监测体系把灌区用水从源头到田间全部流程的精确计量给农业水价综合改革赋予了客观、精确的水量数据支撑,可以依照实际用水量来精确计费,冲破传统按面积计费的粗放模式,塑造起“用多少水、缴多少费”的市场化计费体系。精准的计量方式使用水主体清楚地知道自己的用水成本,从经济上倒逼种植户树立节水意识,主动采取节水灌溉措施,减少无效灌溉和超量用水行为。同时,根据精准计量数据建立差异化的水价、阶梯水价体系,对超定额用水实行加价收费,对节水主体给予水价优惠,利用价格杠杆的激励和约束作用,引导农业生产形成自觉节水的良好氛围,从消费端推动农业用水效率的提高。

##### 4.2 智能调度优化水资源配置

信息化监测体系对灌区全域水位、流量、流速等水情数据实施实时采集并加以智能分析,可以动态掌握水资源的分布情况以及作物灌溉需水的规律,从而给灌区用水调度赋予科学的数据支撑。依靠平台的智能调度模块,可以对水资源进行精细化、智能化的调配,根据各个区域、各个作物的需水特点,合理分配干渠、支渠的供水水量和供水时间,避免由于供水不均造成的水资源浪费,保证作物关键生育期的灌溉用水需求。此外,对水情数据进行预测分析,可以提前制订供水计划,改善输水线路和供水时长,削减输水过程中出现的渗漏、蒸发等无效损耗,进而提升灌区灌溉用水的总体利用率,达成水资源的合理分配和高效利用。

##### 4.3 动态监测实现灌溉过程管控

信息化监测体系可以对灌区灌溉过程进行动态监测,可以及时了解田间灌溉情况,发现超量灌溉、灌溉不均等问题,为灌溉过程精细化管理提供支持。管理人员通过平台以及移动APP对各个监测点的水情数据进行远程查看,对不合理灌溉行为及时进行干预和指导,规范种植户的灌溉操作,实现按需灌溉、按量灌溉。精准的水情监测数据可以为滴灌、喷灌、微灌等高效节水灌溉技术的推广和应用提供数据支持,使种植户根据作物需水规律和土壤墒情,准确地设置节水灌溉的参数和时长,充分发挥高效节水灌溉技术的节水作用<sup>[3]</sup>。

#### 5 结论

本文对智慧灌区信息化监测体系的建立及节水应用进行了系统的探究,得出体系构建的主要问题以及四层架构的设计思路,提出相应的实施措施,证明了体系在农业节水中的应用效果。该体系可以有效地解决传统灌区计量不准、信息不通、管理低效等问题,用精准计量、智能调度、动态管控的方式推进农业用水由粗放式向精准化转变,促进农业水价改革落地、水资源优化配置。未来,可以进一步优化技术适配性,加强多技术融合应用,不断改善体系运维效率和节水效果,给我国智慧灌区高质量发展提供更好的支撑。

#### [参考文献]

- [1]田志明,张婕.灌区节水改造项目信息化设计要点研究[J].新城建科技,2024,33(05):37-39.
- [2]李莎,屠佳佳,刘锋,等.灌区信息化管理系统的设计与应用[J].浙江水利科技,2021,49(04):63-66.
- [3]闫沛鑫.景电灌区续建配套与现代化改造项目立体感知体系建设探讨[J].内蒙古煤炭经济,2021,(12):149-150.

#### 作者简介:

靳美玲(1989--),女,汉族,新疆托里县人,本科,中级工程师,研究方向:水利信息化。