

信息化监测技术在农田水利工程中的应用探析

任刚

身份证号码：6421011979****001X

DOI: 10.32629/ems.v8i9.22151

[摘要] 农田水利工程点多面广，运行状态受水源条件、气候变化、工程老化及用水需求等因素影响，传统人工巡查方式在数据连续性、故障发现速度和调度精度方面存在不足。信息化监测技术依托传感器、物联网、遥感、无人机和数据平台，对水位、流量、墒情、水质及工程状态实施动态感知，为灌溉调度、设施维护和风险预警提供依据。本文结合农田水利运行特点，分析信息化监测技术的主要应用场景及实践难点，并从监测网络、数据治理、预警机制和运维管理等方面提出优化思路，以提升农田水利工程精细化管理能力。

[关键词] 信息化监测；农田水利工程；物联网；灌溉管理；运行维护

引言

农田水利工程直接关系农业灌溉效率和区域水资源利用水平。过去工程管理较多依靠人员定期巡渠、现场抄表和经验调水，对于渠道渗漏、设备异常、土壤缺水等问题往往只能事后处理。随着传感器、无线通信、遥感和数据分析技术逐步应用，农田水利管理开始由人工判断向数据支撑转变。但信息化建设并非简单安装设备，监测点如何布置、数据能否连续可靠、预警信息能否真正用于调度，都影响实际成效。围绕工程运行需求构建可用、稳定的信息监测体系，已成为农田水利管理提质的重要方向。

一、信息化监测技术应用于农田水利工程的现实基础

（一）农田水利运行需要连续、准确的数据支撑

农田灌溉具有明显的季节性和区域差异，同一灌区不同作物、土壤类型和生育阶段的需水量并不一致。传统管理通常依靠经验确定供水时间和灌水量，难以及时掌握田间实际缺水程度。特别是在输水距离较长的灌区，上游放水量与末端实际到水量之间可能存在较大差异，若缺少连续监测，管理人员很难准确判断损失发生在哪一渠段。通过布设水位计、流量计、土壤墒情传感器等设备，可以连续记录水源、渠道和田块的运行数据，把过去依赖经验的判断转化为可以比较、追踪的数据。管理人员能够根据作物需水与实际墒情调整灌溉计划，减少“大水漫灌”和重复放水，使有限水资源真正流向缺水地块。

（二）工程设施分散增加了人工管理难度

农田水利设施包括泵站、闸门、渠道、管网、蓄水池和田间末级工程，空间分布较为分散。依靠人工逐点巡查，不仅工作量大，而且难以做到全天候监测。一些小型泵站或偏远渠段出现设备停机、闸门失灵和渠道堵塞后，往往要等到灌溉受到影响才被发现。信息化监测能够把分散设施连接到统一平台，通过设备运行电流、启停状态、水位变化和阀门开度等数据识别异常。对于位置偏远、交通不便的区域，远程监控还能减少无效巡检次数，使现场人员把更多精力投入异常点核查和维修。其价值并不是完全替代人工，而是改变过去“所有点都要看”的巡查方式，逐渐形成“平台发现问题、人员定点处置”的管理模式。

（三）数字化管理为节水灌溉提供技术条件

农业节水不能只依赖节水设备，还需要知道什么时候灌、灌多少、实际用了多少水。信息化监测能够把作物需水、田间墒情、气象信息和渠道供水联系起来，为灌溉决策提供较完整的依据。当土壤含水率接近设定下限时，系统可以提示灌溉需求；达到适宜范围后，可停止继续供水。对于管道输水和滴灌工程，还可以通过压力、流量数据判断管网是否堵塞或发生泄漏。这样一来，节水从单纯控制用水总量转向对灌溉过程进行精细管理，既减少水资源浪费，也有利于保持作物根区适宜的水分条件。

二、信息化监测技术在农田水利工程中的主要应用

（一）水情、墒情与气象信息协同监测

农田水利调度需要同时掌握“有多少水”和“田间是否需要水”。水情监测可在水源、骨干渠道、分水口及蓄水设施布设水位计和流量计，连续记录供水过程；墒情监测则针对作物根系分布深度采集不同土层含水率，用于识别田间缺水程度。将这些数据与降雨、温度、湿度、蒸发等气象信息关联，可减少按照固定周期机械灌溉的情况。例如降雨后，系统可根据墒情恢复程度调整原定供水计划，避免重复灌水。对于面积较大的灌区，还可利用遥感获取作物长势和区域水分差异，再以地面监测点进行校核。点位实测与区域遥感相互补充，能够提高需水判断和灌溉调度的针对性。

（二）渠道、泵站及闸门运行状态监测

渠道、泵站和闸门承担输水与配水任务，其运行异常往往直接影响灌溉连续性。渠道监测应重点分析上下游水位、流量及其变化关系，当某一渠段流量损失短时间明显增大时，可结合取水记录判断是否存在渗漏、破损或堵塞。泵站可采集电压、电流、轴承温度、振动以及启停状态，对持续偏离正常范围的参数进行标记。例如电流与温度同时升高时，应

及时检查机组负荷、轴承和电气系统，而不能等到设备停机后再维修。闸门则可监测开度、启闭时间和执行机构状态，为远程控制与配水调度提供依据。连续状态数据使设施维护逐步从故障后抢修转向异常趋势识别和计划检修，降低灌溉关键时期设备突发停运的风险。

（三）水质、安全与工程环境监测

农田水利监测不能只关注供水数量，还应兼顾水质和工程运行环境。对于使用塘坝水、再生水或多水源联合供水的区域，可根据灌溉要求监测水温、pH 值、电导率、浊度等指标，发现明显异常时及时复核水源和输水过程。渠道沿线的淤积、边坡破损、漂浮物堵塞等问题具有较强空间性，仅依靠固定传感器难以完整识别，可结合视频监控与无人机巡查进行补充。特别是在暴雨、洪水等极端天气之后，无人机能够快速获取重点渠段影像，为判断边坡冲刷、渠道塌损和积水情况提供现场依据。由固定监测点承担连续数据采集、移动巡查承担区域核查，可以弥补单一监测方式的不足，使工程管理同时掌握供水、水质和设施安全状态。

表 1 信息化监测技术与农田水利主要应用场景

监测技术	主要监测内容	典型应用位置	管理价值
水位、流量传感器	水位、瞬时流量、累计水量	渠首、分水口、蓄水池	掌握供配水情况，分析输水损失
土壤墒情传感器	不同土层含水率	代表性田块	判断灌溉时机和灌水需求
气象监测设备	降雨、温湿度、风速、蒸发	灌区代表区域	修正灌溉计划，提高需水判断精度
泵站及闸门监测	电流、温度、启停、闸门开度	泵站、闸门节点	识别设备异常，支撑远程调度
遥感与无人机	作物长势、渠系损坏、积水等	大面积农田及渠道沿线	扩大监测范围，提高巡查效率
视频与物联网终端	现场状态、设备数据	关键水工建筑物	实现远程查看与异常核实

三、信息化监测技术应用中存在的现实问题

（二）数据质量和系统兼容问题较为突出

（一）设备布点与实际需求衔接不足

一些项目在信息化建设初期较重视设备数量，却没有充分考虑灌区地形、渠系层级和种植结构差异。监测点布置过密会增加建设和维护成本，布置过少又无法反映真实变化。比如墒情传感器如果只安装在交通便利的田块，而没有覆盖不同土壤类型和灌溉末端，其数据就难以代表整个灌区。水位、流量监测同样需要结合重要分水口、易渗漏渠段和水量考核节点设置。信息化监测的目的并不是形成设备“全覆盖”，而是抓住真正影响灌溉调度和工程安全的关键位置。

农田环境长期受到高温、低温、潮湿、泥沙和雷雨等因素影响，传感器容易产生零点漂移、通信中断和供电异常。一旦缺少定期校准，同一监测点的数据可能逐渐偏离真实值。如果管理人员完全依赖平台读数进行调度，反而可能造成错误决策。不同建设时期安装的设备还可能使用不同通信协议和数据格式，形成多个独立平台，水情、墒情、泵站等信息无法互通。数据“采上来了”却不能关联分析，是当前部分工程信息化建设中较常见的问题。因而，系统建设不仅需要

考虑硬件采购，也要重视接口统一、设备校准、数据清洗和

异常值识别。

（三）重建设、轻运维现象影响长期使用

农田水利信息化系统能否持续发挥作用，很大程度取决于后期维护。部分项目建设完成后缺乏稳定的设备巡检、软件升级和人员培训机制，传感器损坏后不能及时更换，平台报警长期无人处理，久而久之系统便退化为数据展示工具。基层管理人员如果对设备原理和数据含义不熟悉，也容易回到依靠经验调水的方式。信息化建设一旦脱离日常管理流程，即便平台功能复杂，也难以形成实际效益。由此可见，技术应用真正困难的环节往往不是“有没有系统”，而是系统能否长期稳定运行并进入日常调度。

四、提升农田水利信息化监测应用水平的实践路径

（一）围绕管理问题构建分层监测网络

监测系统建设应从工程管理需要反推设备布置。水源入口、骨干渠道、重要分水口、泵站、末端田块可以按照管理层级设置不同监测内容，对重要节点实行连续监测，对一般区域采用抽样监测或移动巡查。例如骨干渠重点监测流量和水位，末端渠系重点关注实际到水情况，代表性田块监测墒情。对于容易发生渗漏和堵塞的渠段，可适当提高监测密度。这样的分层布局能够避免平均用力，把有限资金投入到的最有可能影响调水和安全的位置。设备选型还要考虑田间供电、通信信号和维护便利性，不能单纯追求功能复杂，稳定、易维护往往比参数过多更符合基层工程需求。

（二）完善数据治理与异常预警机制

监测数据只有转化为可执行的信息，才真正具有管理价值。平台应建立基础数据校核规则，对流量突然归零、水位短时间异常跃升、传感器长时间数值不变等情况自动标记，避免异常数据直接进入调度分析。对设备运行状态也可设定分级阈值，例如泵机温度、电流或振动持续偏离正常区间时发出预警，由管理人员结合现场情况判断是否停机检查。灌溉调度方面，可把墒情、天气预报、作物生育阶段和计划水量进行关联，形成较为清晰的用水建议。需要注意的是，预警不能设置得过于敏感，否则频繁出现无效报警容易使管理人员产生麻木。阈值应根据历史数据和现场经验不断修正，使报警真正对应需要处置的事项。

（三）建立技术监测与现场运维闭环

信息化不能替代工程现场管理，而应与人工巡查形成闭环。平台发现渠道流量异常后，应能够形成巡检任务，现场人员核查渗漏、堵塞或取水情况，并把处理结果重新录入系统；泵站设备出现温度预警后，也应记录检修原因、更换部件和恢复运行时间。长期积累后，可以根据故障发生频率判断哪些设备需要提前维护。管理单位还应建立传感器定期校准、通信检查、备用电源维护和平台数据备份制度，明确设备故障由谁发现、谁维修、多久完成。针对基层人员开展简洁实用的操作培训，使其能够看懂关键指标、判断常见异常，而不是依赖专业技术人员处理每一个小问题。只有把“发现—核实—处置—反馈”贯通起来，信息化监测才能从展示工程转变为实际生产管理工具。

五、结语

信息化监测技术改变了农田水利工程依靠人工巡查和经验调水的传统模式，使水位、流量、墒情、设备运行及工程环境能够得到更加连续的记录，为精准灌溉、故障处置和节水管理提供数据基础。但设备安装并不等于信息化真正落地，监测点布局、数据可靠性、系统兼容和后期运维仍决定着应用效果。今后的建设应减少对设备数量和平台形式的单纯追求，根据灌区实际需求完善监测网络和预警机制，并把监测结果真正接入调度、巡检和维护流程，使数据能够指导现场工作，持续提升农田水利工程的运行效率与管理精度。

【参考文献】

- [1] 陈艳. 信息化监测技术在农业水利工程质量安全中的应用研究[J]. 水上安全, 2025, (10): 151-153.
- [2] 杨理强. 农田水利工程施工管理中信息化技术的应用[J]. 南方农业, 2021, 15(27): 222-223.
- [3] 卢圣江. 信息化技术在高标准农田水利工程节水灌溉中的应用[J]. 农业科技创新, 2025, (9): 72-74.
- [4] 陈江云, 孙大旺, 张状, 等. 信息化技术在水利工程管理中的应用与优化研究[J]. 水上安全, 2025, (24): 73-75.
- [5] 倪明. 监测技术在水利工程基坑监测信息化施工中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2016, 44(6): 146-148.

作者简介：（1979.12—），男，回族，本科学历，中级工程师，籍贯：宁夏同心，主要从事农田水利方面的研究工作。