智慧水利背景下灌区水资源精细化管理系统构建

张学平

河南省人民胜利渠保障中心　河南　新乡　453000

摘　要：立足智慧水利数字化、智能化发展背景，针对灌区传统管理模式粗放、水资源利用率低、调度监管滞后等突出问题，结合灌区水资源管控实际场景开展研究。本文依托物联网、大数据、云计算等现代水利技术，构建集数据采集、智能分析、精准调度、动态监管于一体的灌区水资源精细化管理系统，明确系统核心架构与功能模块。系统可有效化解灌区水资源浪费、监管缺位等问题，推动传统水利管理模式转型升级，提升水资源利用效能，助力灌区农业节水与水资源可持续发展。

关键词：智慧水利；灌区；水资源管理；精细化；系统构建

引言

水资源是支撑灌区农业生产、保障区域水生态稳定的核心资源。智慧水利的快速普及，推动水利管理向数字化、精准化方向发展，传统粗放的灌区水资源管理模式弊端逐步显现，水资源配置不合理、利用损耗大、监管力度不足等问题制约灌区发展。本文结合智慧水利发展趋势，聚焦灌区水资源管理现存短板，探究精细化管理系统的构建方式，助力灌区水资源管理提质增效，实现水资源高效、可持续利用。

1 灌区水资源精细化管理相关概述

智慧水利依托物联网、大数据等现代信息技术，与传统水利管理体系深度融合，打破了人工经验主导的粗放管理模式，贯穿水资源开发、利用、管控、保护全流程。凭借数字化感知、智能分析与精准处置的技术优势，有效提升水利治理数字化、科学化水平，为灌区水资源精细化管理落地提供了重要技术支撑。灌区水资源精细化管理是适配现代农业发展的新型管控模式，立足区域水文条件、作物结构与田间用水需求，对水资源取用、调度、消耗等关键环节开展标准化管控。该模式摒弃传统大水漫灌、经验配水的老旧方式，依托实测数据细化管控单元，实现水资源科学调配与高效利用。现阶段传统灌区管理弊端突出，存在数据更新滞后、管理松散、调度盲目等问题，易造成水资源浪费、灌溉不均、用水效率偏低等情况[1]。借助智慧水利搭建精细化管理体系，可全面采集灌区各类水利数据，精准对接用水供需，规范用水秩序，优化水资源配置结构，减少灌溉输水损耗，节约农业水资源，持续改善灌区水生态环境，推动区域水资源良性循环与高效利用。

2 智慧水利下灌区水资源管理主要问题

2.1 数据采集体系不完善

目前国内多数灌区水利信息化建设推进滞后，全域监测体系存在明显短板，尚未建成全覆盖、立体化的水资源数据采集网络。多数灌区仅在主干渠道、大型水利枢纽等核心节点布设监测设备，支渠、斗渠及田间末端灌排单元设备布设稀疏、监测盲区较多，无法完整捕捉水资源输水、耗水的全过程动态数据。同时，部分灌区沿用老旧监测设备，存在设备老化、精度衰减、信号不稳等问题，导致水位、流量、墒情等监测数据存在偏差、更新滞后。各业务板块水利数据分散存储，统计标准与系统接口不统一，水文、用水、气象、种植等多元数据难以联动整合，形成数据孤岛，无法满足精细化管理的研判与决策需求。

2.2 水资源调度模式粗放

现阶段多数灌区的水资源调度依旧沿袭传统粗放式管理模式，高度依赖基层人员从业经验与历年水文数据，未形成以实时数据为核心的科学化调度体系。日常灌溉配水采用固定时段、固定水量的轮灌方式，忽视不同片区土壤墒情、作物品类及生长阶段的差异化用水需求。这种固化模式易造成水资源分配不均，部分地块供水过量引发积水、渗漏浪费，部分地块供水不足，制约农作物正常生长与农业生产效益[2]。同时，灌区缺乏完善的动态调度响应机制，面对水文波动、干旱、强降雨等突发情况，调度方案调整滞后，难以适配水资源供需动态变化，调度精准度与灵活性不足，降低了灌区水资源整体配置与利用效率。

2.3 信息化管理水平偏低

现阶段不少灌区的数字化转型工作推进节奏偏缓，整体水利管理模式仍未脱离传统人工管控模式，统一联动的信息化管理平台尚未全面落地。日常开展的用水数据统计、水费核对核算、渠系设备巡检、安全隐患排查等基础工作，依旧依靠人工逐项登记、手动统计，不仅整体工作效率偏低，人工记录、核算过程中极易出现疏漏与数据偏差，用水数据的真实性和准确性难以充分保障。多数灌区现有的管理系统功能较为单薄，仅能够完成基础的数据查阅、信息登记等简单操作，缺失数据分析研判、异常智能预警、水量精准调度、全程动态监管等核心实用功能，难以支撑水资源全链条的智能化管控工作。同时，灌区各管理科室、基层运维班组之间信息传递渠道闭塞，各项水利管控、用水督查、设备运维工作相互割裂，缺乏高效的业务协同机制，没有形成完整的闭环管理体系，直接制约灌区水资源精细化、数字化管理水平的提升。

2.4 节水管控机制不健全

灌区用水管控缺乏完善的标准化体系，用水定额管理落实不到位，农业用水、生活用水、生态用水的量化管控标准模糊，各类用水挤占水资源的现象时有发生。用水监督考核机制不完善，缺乏常态化、动态化的用水监管手段，违规取水、超额用水、浪费水资源等行为难以及时发现与整治。节水宣传与引导力度不足，灌区农户节水意识薄弱，大水漫灌等传统灌溉方式仍普遍沿用，高效节水灌溉技术推广覆盖率偏低。灌区水资源节约、利用、保护的配套制度不完善，奖惩机制缺失，无法有效约束和引导规范用水行为，节水管控成效难以保障[3]。多数基层灌区尚未形成一套适配本地水土条件与种植模式的节水管理细则，日常管控多依靠人工巡查，监管覆盖面有限、滞后性较强，使得各类用水乱象长期难以根治，严重制约灌区节水改造工作的整体推进质量与实际落地效果。

2.5 专业运维人才储备不足

智慧水利背景下的精细化水资源管理，对从业人员的专业能力与技术水平提出更高要求，需要从业人员兼具水利专业知识与数字化设备、信息化系统操作能力。当前灌区基层管理队伍人员结构老化，多数工作人员长期从事传统水利管理工作，对物联网设备、大数据平台、智能调度系统等新型技术设备的操作、运维能力不足。基层水利部门专业人才引进力度不足，人才培养体系不完善，常态化技术培训缺失，现有人员无法适配智能化、精细化管理的工作需求。专业人才缺口导致精细化管理系统建成后无法高效运维，系统功能难以充分发挥，制约灌区水资源精细化管理落地实施。

3 智慧水利灌区水资源精细化管理系统构建措施

3.1 搭建全方位数据采集整合体系

依托智慧水利技术，完善灌区立体化数据感知网络，补齐田间末端监测短板，在主干渠、支渠、斗渠、田间地块等全域范围布设高精度水位计、流量计、墒情监测仪、水质传感器、气象监测设备等装置，实现水文数据、用水数据、土壤墒情、气象条件、作物长势等核心数据的 24 小时实时采集与动态传输。针对以往末端监测点位稀疏、数据覆盖不全的问题，细化田间监测单元，加密重点种植片区与输水节点监测设备布设密度，有效填补基层监测盲区。定期开展设备检修与校准工作，更换老化落后设备，提升数据采集精度与传输稳定性。统一各类水利数据采集标准、存储标准与传输接口，搭建数据整合共享模块，打破各部门、各环节数据壁垒，整合水文监测、用水统计、工程运维、气象预警等多维度数据，构建标准化、一体化灌区水资源大数据库，为精细化分析、智能调度、精准管控开展筑牢坚实基础。规范化的数据体系能够有效统筹灌区各类水利信息资源，消除信息碎片化问题，让各项水资源管理研判与调度工作更加科学规范，切实提升灌区整体数字化管控能力。

3.2 构建智能化水资源调度体系

摒弃传统经验化调度模式，依托大数据与人工智能技术，搭建适配灌区运行现状的智能调度模型，结合灌区实时水文条件、作物种植结构、土壤墒情、气象预报等多维度数据，精准测算不同区域、不同时段的用水需求。依据区域水资源总量管控硬性要求，细化各渠系、各灌片的水资源分配方案，根据作物不同生育阶段的需水规律，灵活按需调整灌溉供水时长与供水量，实现差异化、精准化供水调度。建立高效灵敏的动态调度响应机制，针对暴雨、干旱、高温等极端天气情况，依托系统预警功能快速调整调度方案，及时优化全域水资源配置格局。结合灌区灌溉分区特点，进一步细化调度单元，将管控粒度下沉至小型灌片区，实现小范围、精准化水资源调控，杜绝大水漫灌式供水，有效减少输水渗漏、田间积水等水资源无效消耗，全面提升灌区水资源调度精准度与整体利用效率[4]。系统可全程记录每一次配水调度数据，形成完整的调度台账，为后续用水统计、水量复核和年度水资源调度优化提供详实的数据依据，让灌区水资源调度工作更加规范有序。通过长期积累的调度数据持续优化配水策略，不断贴合田间实际灌溉需求，逐步形成科学成熟的常态化智能调度体系。

3.3 完善一体化信息化管理平台

整合灌区水资源管理各项业务功能，搭建一体化智慧水利管理平台，集成数据监测、分析研判、智能调度、设备运维、用水监管、预警处置、统计核算等全维度功能模块，实现水资源管理全流程数字化、智能化管控。优化平台操作界面与运行逻辑，简化基层操作流程，提升平台运行稳定性与实用性。增设智能预警功能，针对水位异常、流量超标、设备故障、超额用水等问题自动发出预警信号，辅助管理人员快速处置各类隐患问题。打通各部门业务协同通道，实现水资源管控、工程运维、用水监督、应急处置等工作联动衔接，构建数据互通、业务协同、闭环管控的信息化管理体系，全面提升灌区水资源管理数字化水平。同时，平台支持历史数据存储、回溯与智能分析，可自动生成用水报表、调度分析报告，为管理人员开展年度用水总结、方案优化、管理决策提供详实的数据支撑，彻底解决以往人工统计效率低、数据误差大、决策无依据的问题。平台还可根据灌区季节用水变化、作物灌溉周期等实际情况动态更新数据分析维度，适配田间灌溉管理的季节性差异，进一步提升平台数据分析的针对性与实用性，持续赋能灌区常态化智慧管控工作。

3.4 健全精细化节水管控机制

结合灌区水资源禀赋与用水实际，制定细化的用水定额标准，明确农业、生活、生态各类用水管控指标，落实总量管控、定额管控双重管理模式。建立常态化用水监管机制，依托信息化平台实现对取水、用水、耗水全流程动态监管，精准记录各区域、各用户用水数据，及时排查整治违规取水、超额用水、水资源浪费等行为。完善用水考核制度，将节水成效、规范用水情况纳入相关岗位与区域考核指标，配套建立奖惩机制，强化用水管控约束力。加大高效节水灌溉技术推广力度，普及滴灌、喷灌、微灌等节水灌溉模式，同步开展节水宣传引导，提升灌区农户节水意识，从制度、技术、意识多维度推进灌区节水管控工作落地[5]。与此同时，可结合不同片区的土壤条件、作物种植类型与灌溉周期，动态微调用水定额标准，杜绝定额固化脱离实际的问题，让节水管控制度更贴合灌区田间实操情况，进一步提升各项节水管理措施的落地实效性与适配性。

3.5 强化专业人才队伍建设

优化灌区水利管理人才队伍结构，加大信息化、智能化水利专业人才引进力度，吸纳兼具水利专业知识与数字化技术能力的复合型人才，充实基层管理队伍。建立常态化人才培养体系，定期组织工作人员开展智慧水利设备操作、信息化平台运维、大数据分析、智能调度等专业技能培训，更新从业人员知识体系，提升岗位适配能力。搭建技术交流平台，组织基层管理人员开展行业交流、技能学习活动，借鉴先进灌区精细化管理经验。明确各岗位工作职责与管理标准，健全岗位责任制，规范工作流程，提升管理队伍专业化、精细化工作水平，为精细化管理系统稳定运行和长效落地提供人才保障。同时，灌区需配套完善人才激励与考核机制，将智能化操作水平、平台运维成效、节水管理实绩纳入绩效考核，充分调动工作人员的学习积极性与工作主动性。有效解决基层人员技术滞后、创新动力不足等问题，持续夯实智慧灌区建设与长效运维的人力根基。

结束语

综上所述，智慧水利技术为灌区水资源精细化管理改革提供了重要支撑，能够有效弥补传统灌区水资源管理的各类短板。本文结合灌区管理工作实际，梳理数据采集、调度管控、信息化建设等方面的现存问题，针对性搭建全方位、智能化的水资源精细化管理体系。通过完善软硬件设施、健全管理制度、强化人才保障，可有效提升灌区水资源利用效率与管控水平，推动灌区水利管理向精细化、数字化方向稳步发展。

参考文献

[1] 赵淑霞. 智慧农业背景下的灌溉监测信息系统 [J]. 农业工程技术,2024,44(35):50-51+64

[2] 王辉. 智慧灌区信息化管理系统构建研究 [J]. 当代农机,2026,(2):51-52.

[3] 包宽宇. 智慧水利背景下工程运行管理模式研究 [J]. 区域治理,2026,(17):0235-0237.

[4] 孙桂军. 大型灌区智慧水利建设实践与成效分析 [J]. 区域治理,2026,(25):0112-0114.

[5] 付纪伟, 王磊. 智慧水利技术在灌区水资源管理中的应用 [J]. 商界（下旬刊）,2021,(4):178-180.