河套灌区信息化调度平台构建与智慧灌区建设

吴一凡[1] 王瑞霞[2] 常 静[3] 韩彩娜[4] 陈悦蓉[1]

1.内蒙古河套灌区水利发展中心总干渠分中心第三枢纽所 内蒙古 巴彦淖尔 015000

2.内蒙古河套灌区水利发展中心义长分中心 内蒙古 巴彦淖尔 015100

3.内蒙古河套灌区黄河水利文化博物馆 内蒙古 巴彦淖尔 015100

4.内蒙古河套灌区水利发展中心总干渠分中心 内蒙古 巴彦淖尔 015000

【摘 要】：河套灌区渠系层级多、供水链条长，灌溉调度同时面对来水变化、闸门执行、田间用水和末端反馈。本文识别感知节点布设、指令传达、数据抗干扰和功能扩展对平台稳定运行的约束，分析总体架构、采集传输和协同运维之间的衔接关系，提出以统一数据底座承载水情、墒情、闸位、用水计划和巡检记录，以分级权限、异常预警、执行回传和维护台账支撑精准配水，并将平台架构设计、渠系数据采集传输、运行维护和跨主体协同作为智慧灌区建设的连续支点。该平台构建思路能够把监测、决策、执行和复核组织为连续业务链，为智慧灌区建设提供可追溯的运行基础。

【关键词】：河套灌区；信息化调度平台；智慧灌区；水情监测；协同管理

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.012

引言

河套灌区依托黄河水源形成多级渠系，主干渠、分干渠、支渠和田间用水单元之间存在明显的时滞与传递损失。传统调度依靠人工报汛、经验配水和分段巡查，能够维持基本供水秩序，却难以及时识别水位波动、闸门状态、作物用水和末端反馈的差异。在节水控盐、农业稳产和黄河流域水资源约束共同作用下，灌区管理应由单点自动化转向全链条信息化调度。平台建设的重点不是展示数据，而是让采集、传输、分析、指令、执行和复核形成同一业务闭环。

1 河套灌区信息化调度平台建设要求

（1）布设水情墒情一体化感知节点：河套灌区信息化调度的前端基础是水情、墒情和工程状态的连续感知[1]。主干渠和分干渠承担输水骨架功能，水位、流量和闸位变化直接影响下游供水过程；斗渠和田间单元更接近作物用水，墒情、降雨和蒸发条件影响配水计划落地效果。感知节点布设应区分骨干渠系、控制闸站、供水段边界和典型田块，骨干渠系侧重流量与水位连续监测，闸站侧重开度、启闭和供电状态，田间侧重土壤含水与局地雨情。平台还应为每个测点绑定位置、所属渠段、控制对象和维护责任，发现突跳、长时间不变或离线时先标记待核验，避免异常值直接进入调度模型。（2）保障闸门调度指令及时传达：灌区调度指令具有明显时序要求[2]。上级调水计划下达到分中心、供水所和供水段后，闸门启闭、渠道分水和巡查确认之间存在时间差，信息滞后会使前端水位变化与末端用水脱节。平台应把调度指令拆分为对象、位置、开度、执行时间、持续时段、复核人和异常回报条件，使口头通知转化为可跟踪的业务记录。具备自动控制条件的闸站可由平台生成控制建议并经授权确认后执行；暂不具备条件的部位也应借助移动工单和短信备份传达。指令页面同时提示上游来水、下游需水、渠道安全水位和预计到达时间，减少单点读数触发的频繁调闸。（3）增强渠系运行数据抗干扰能力：渠系运行数据容易受到传感器漂移、通信中断、闸门震动、水草杂物、泥沙淤积和人工录入误差影响。平台若只追求数据量，调度模型会把异常读数当成真实水情。抗干扰能力首先来自采集端校核，关键断面结合水位、流量、闸位和视频图像交叉判断，普通断面则用上下游水位变化、历史运行区间和当日计划识别可疑记录。传输侧应为重要闸站配置本地缓存、断点续传和备用链路；数据库侧保留原始值、清洗值、修正原因和责任人。调度人员查看趋势曲线时能够区分实测、补传、人工复核和异常剔除数据，才不会让单次噪声主导供水判断。（4）保留平台功能扩展接口：智慧灌区建设具有渐进性，平台不可能在初期覆盖全部业务。河套灌区的信息化调度平台应预留水资源计划、工程管理、用水计量、巡检养护、盐碱地治理、农业服务和应急处置等扩展接口，防止系统分散建设后数据互不相认。扩展接口的重点是统一对象编码、空间位置、时间口径和权限规则，渠段、闸站、测点、供水段、农田单元和管理人员都应拥有稳定身份标识。渠道衬砌改造、测点迁移、闸门更新和管理机构调整发生后，平台能够保留工程对象历史版本，使实时监测、调度指令、异常预警和统计报表逐步扩展到数字

孪生推演与公众服务。

2 智慧灌区信息化调度平台构建技术分析

（1）调度平台总体架构设计：信息化调度平台宜采用“感知层—传输层—数据层—应用层—执行层—反馈层”的总体架构[3]。感知层采集渠系水位、流量、闸位、雨情、墒情和视频等状态；传输层负责专线、无线和备用链路接入；数据层统一存储基础工程、实时监测、用水计划、调度指令、巡检记录和历史资料；应用层提供用水预测、配水方案、闸门调度、异常预警和统计分析；执行层对接闸门控制、供水段工单和现场巡查；反馈层把执行结果和偏差校核回写到数据底座。平台首页应突出当天来水、计划供水、重点闸站、异常测点和未完成工单，使中心、分中心、供水所和供水段在同一数据口径下分级处置。平台总体架构如图 1 所示。

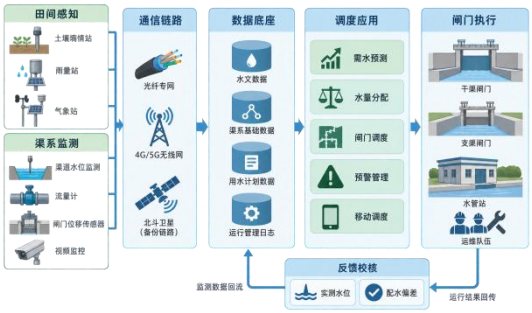


图 1 河套灌区信息化调度平台总体架构示意图

图 1 显示，河套灌区信息化调度平台以田间感知和渠系监测作为输入，通过通信链路进入数据底座，再由调度应用形成用水预测、水量分配、闸门调度和预警管理等业务动作。闸门执行和水管站处置后的实测水位、配水偏差再回到反馈校核模块，使平台能够把监测、决策、执行和复核串成连续链条。

（2）渠系数据采集与传输系统建设：渠系数据采集与传输系统建设应以关键控制断面为主线[4]。总干渠入口、重要分水枢纽、分干渠控制闸、供水段边界和易发生水位波动的渠段，是平台优先覆盖对象。水位计和流量计支撑输配水判断，闸位传感器支撑执行复核，雨量和墒情站支撑用水修正，视频监控支撑异常核验与远程巡查。采集频率不宜一味提高，骨干闸站保持较高频次，普通田间测点按照灌溉周期和管理需要设定间隔。重要控制点可采用光纤或专线并配置无线备份，一般测点采用低功耗无线通信和本地缓存，平台同步显示在线率、数据延迟和链路质量，提示维护人员优先处理影响调度判断的关键节点。维护排序由关键断面优先级决定，避免普通告警挤占调度处置窗口。采集端投运后还应建立校准周期和备件规则，水位、流量、闸位和视频设备分别对应不同维护频次；当关键测点连续缺测时，平台以相邻断面、人工巡查和历史工况共同判定临时调度口径，避免单个设备故障中断供水决策。

（3）平台运行维护与智慧灌区协同管理：平台投用后的运行维护决定智慧灌区建设能否持续发挥作用。运维工作覆盖设备、数据、模型、权限和流程五个方面：设备运维关注传感器、闸控设备、通信终端和供电设施状态；数据运维关注异常值、缺测值、重复记录和对象编码变化；模型运维关注用水预测、配水建议和预警阈值的适用性；权限运维区分调度、审核、执行和复核职责；流程运维把计划编制、指令下达、现场执行、偏差反馈和资料归档纳入固定周期。调度、工程、基层供水段和农业服务主体通过统一工单共享信息，调度异常触发巡检，工程隐患限制调度方案，末端反馈修正下一轮配水，平台由此避免退化为静态展示系统。这一安排能够把平台维护责任压实到日常岗位。

3 结语

河套灌区信息化调度平台构建应从真实调度链条出发，把水情墒情感知、闸门指令传达、渠系数据抗干扰、功能扩展接口和分级协同管理统一起来。平台前端形成可信感知网络，中端依靠稳定通信和数据质量控制支撑分析，后端把配水方案、执行反馈、异常预警和运维台账纳入同一业务闭环。智慧灌区建设的核心不在设备数量，而在监测数据能否转化为可执行、可复核、可追溯的调度决策。

参考文献：

[1] 李密,曾祥磊,吕锋,等.喀斯特山区大型灌区可研规划布局关键问题分析[J].水利规划与设计,2026,(12):11-14+104.

[2] 彭伟.高虎脑灌区续建配套与节水改造工程渠道设计研究[J].陕西水利,2026,(9):169-171.

[3] 李斌.南雄红色盆地地质条件下灌区渠道工程稳定性评价及优化设计[J].陕西水利,2026,(9):158-160.

[4] 王新印.农业水利监测体系在灌区智能调度中的应用[J].中国战略新兴产业,2026,(26):18-20.