

聊城市位山灌区数字孪生建设实践与思考

温培明¹, 蒋新光¹, 李同超²

(1.聊城市位山灌区管理服务中心, 山东 聊城 252000; 2.山东省水利勘测设计院有限公司, 山东 济南 250014)

【摘要】“十四五”期间,位山灌区数字孪生建设成效显著,构建了1个数字孪生平台,突出“水资源优化调度、水旱灾害预警、输沙减淤”3项需求,强化N项业务应用的“1+3+N”数字孪生体系,为新阶段灌区高质量发展提供强力支撑和科技驱动。文章通过梳理“十四五”期间位山灌区数字孪生建设方案,总结工程重点建设内容和经验,提出“十五五”位山灌区智慧化建设思路,为我省开展智慧灌区建设提供参考。

【关键词】聊城市;位山灌区;数字孪生;智慧灌区

【中图分类号】S274

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-08-0056-03

Practice and Reflections on Digital Twin Construction of Weishan Irrigation District in Liaocheng

WEN Peiming¹, JIANG Xinguang¹, LI Tongchao²

(1. Weishan Irrigation Area Management and Service Center of Liaocheng, Liaocheng, Shandong 252000, China;

2. Shandong Survey and Design Institute of Water Conservancy co., Ltd, Jinan, Shandong 250014, China)

Abstract: Remarkable achievements have been made in the digital twin construction of Weishan Irrigation District during the 14th Five-Year Plan period. A “1+3+N” digital twin system has been established, consisting of one digital twin platform, highlighting three major demands including optimal water resources dispatch, flood & drought disaster early warning, and sediment transport and silt reduction, as well as strengthening multiple business applications. It delivers strong support and scientific and technological impetus for high quality development of irrigation districts in the new stage. By sorting out the digital twin construction scheme of Weishan Irrigation District in the 14th Five-Year Plan period, this paper summarizes key construction contents and experience, and puts forward ideas for intelligent construction of Weishan Irrigation District in the 15th Five-Year Plan period, so as to offer references for the construction of smart irrigation districts in Shandong Province.

Key words: Liaocheng Municipality; Weishan Irrigation District; Digital twin; Smart irrigation district

灌区信息化数字化发展是一个渐进的过程^①。21世纪初,全国在30多个大型灌区率先进行了信息化建设试点,之后逐步扩大试点范围,取得了丰硕的建设成果。位山灌区通过整合已建智慧供水调度应用管理平台和标准化规范化管理平台2个系统平台,紧紧围绕“预报、预警、预演、预案”业务需求,重点突出智慧调度和需水预测预报,建成了位山灌区数字孪生管理平台。

1 建设成果

一是建设市管水位流量自动监测站95处,

共享县管水位流量自动监测站1010处,实现了灌区水情的实时监测;二是完成了干渠沿线50处关键闸门的自动化控制,实现了闸前闸后水位、开度的实时监测,以及信息分中心对闸门的远程控制;三是已建闸控配套视频、干渠沿线关键节点、管理站所等视频监控1077处,实现了闸门远程启闭的监视、骨干渠系的远程巡检巡查、管理站所周边环境的实时监控。管理服务中心机关(信息中心)与15个基层站所(分中心)之

收稿日期:2026-03-30

作者简介:温培明(1979—),男,副主任

间建设了 100 Mbit/s VPN 专网,实现了信息中心与各分中心间的网络互通及视频会商。灌溉试验站建设 6 处墒情自动监测站和 1 处气象监测站,配套管理软件 2 套,实现了试验站内墒情、气象信息的自动化监测管理;四是构建了位山灌区数字孪生平台,突出“水资源优化调度、水旱灾害预警、输沙减淤”3 项需求,强化 N 项业务应用的“1+3+N”数字孪生体系^[2],推动实现“供水精准调

度、水资源优化配置、工程智能调控、管理标准规范”,为新阶段位山灌区高质量发展提供了强力支撑和科技驱动。具体架构如图 1 所示。

2 重点建设任务

2.1 筑牢数字孪生平台

数字孪生平台建设包括数据底板、专题模型库和知识平台 3 个方面,为灌区业务系统提供算

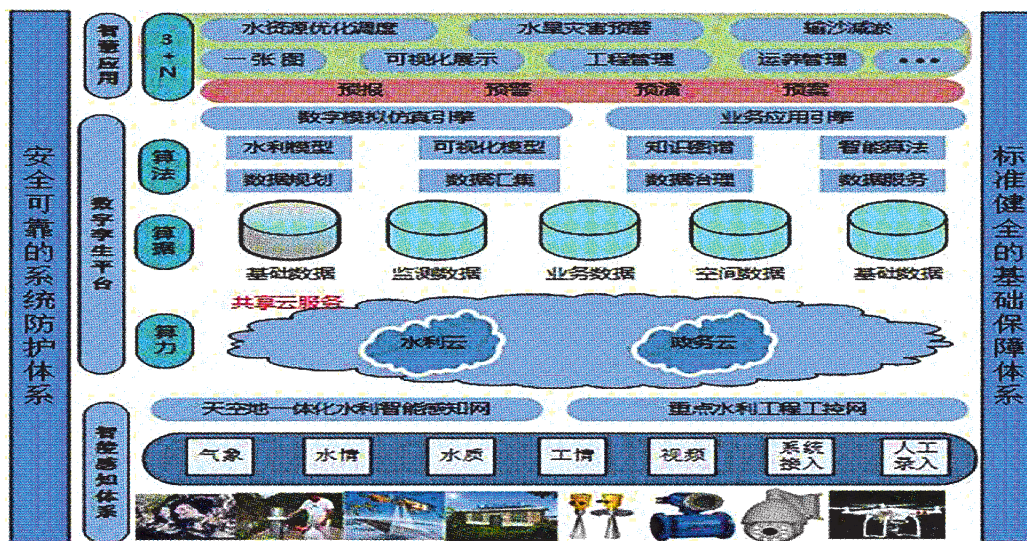


图 1 位山数字孪生灌区系统架构图

据、算法、算力支撑与服务。位山灌区通过整合已建水情、工情、雨情、视频、自动控制等系统,建成数字孪生灌区底图,建设不同构筑物 L1 级、L2 级、L3 级数据底板。灌区专业模型库建设,聚焦位山灌区特点,开发配水调度、水动力仿真、需水预测等模型,推进水资源优化配置与“四预”功能提升;研究典型区域引黄水沙变化模型,支撑灌区水沙科学调度管理。知识平台方面,在共享水利部、黄河流域和数字孪生水利工程知识平台与知识库的基础上,根据位山灌区特点,结合模型库知识需求,构建灌区预报方案、业务规则、水利对象关联关系、历史场景、专家经验、调度方案等知识,以知识图谱为技术框架融入预报方案,为决策分析提供知识依据。

2.2 整合业务管理平台

位山灌区业务管理平台通过二次开发接口,整合已建智慧灌区供水管理系统、标准化规范化管理系统和智能移动终端应用 (APP) 等系统,实现与旧平台的集成,重点打造具备“预报、预警、预演、预案”功能,突出“水资源优化调度、水

旱灾害预警、输沙减淤”3 项需求,强化 N 项业务应用的“3+N”数字孪生核心业务,最终建成涵盖数字孪生应用和传统业务应用的综合业务管理平台,为新时期位山灌区高质量发展提供了强力支撑和科技驱动。

2.3 深化专题模型研究与应用

根据灌区“3+N”数字孪生核心业务需求,构建了需水预测模型、灌区配水调度模型、水动力仿真模型、泥沙动力学模型、旱情预报预警等专题模型库,初步实现了灌区核心业务的模拟仿真和预演预案。如需水预测模型通过整合田间试验监测、卫星遥感、人工上报等多种实时数据,运用灌区历史、监测、预报信息,构建基于各级渠道、各片区汇总的灌区用水管理关键参数的需水预测模型,为灌区用水预测提供技术支撑。

2.4 完善前端感知体系建设

按照“急用先建”原则,以增加监测感知要素,扩大监测感知面,织密前端感知网为目标,灌区内沿骨干渠道建成高清视频监控 1 077 处,新增高精度测流设施 28 处,水情监测点 1 182 处;

新建或改造 11 处干渠节制闸和 50 处支渠闸计算机远程控制系统,3 处重点建筑物安全监测、4 处水环境监测,实现重点闸门远程自动化监控启闭。通过共享国内高分辨率遥感影像,为灌区“一张图”底图更新数据资源,也为灌区大尺度动态监测和综合分析提供数据基础。建设典型区域智慧灌溉系统,实现试验区域自动监测全覆盖,农业灌区智慧化管理。

3 存在主要问题

3.1 基础感知能力依然不足

目前,位山灌区基础感知要素不全,主要为水位、流量和视频,水质、气象、墒情、工情等感知能力不足;信息感知监测范围不全,仅市管范围内还有 31 处分水口仍缺少自动监测设施,不能为智能调度提供数据支撑;此外,监控监测设施自动化程度较低,目前灌区只建设了 50 处重点闸门的远程控制系统,仍有多数闸门缺少自动化控制设施及视频监控,不能为智能调度提供支撑。

3.2 支撑与服务不足

算力方面,灌区现有水沙动力模型、需水预测模型、配水调度模型、水动力仿真模型等专题模型单一,交互与协同能力有限,难以满足后续数字孪生平台运行所需的算力要求。算据方面,数字孪生平台需要算据做支撑(1:1 还原物理灌区),目前灌区各类监测监控数据不够完善,缺少地理空间数据(L2、L3 数据底板),无法为数字孪生平台提供服务支撑。算法方面,数字孪生平台要对旱情、调度等过程进行模拟仿真及推演,需要算法支撑,目前灌区缺少相关模型算法,无法为数字孪生平台提供服务支撑。

3.3 智能化决策能力差距较大

位山数字孪生灌区建设虽取得较大成绩,但业务应用还处在基础模型构建、知识图谱完善、预报预警研发试验阶段,配水智能调度分析、水旱灾害智能分析预警、综合决策支持等,与水利部数字灌区建设要求还有较大的差距,灌区数字化、网络化和重点应用智能化水平有待提高,不能为新阶段灌区高质量发展提供有力支撑和强力驱动。

3.4 长效运维保障机制不完善

一方面,部分建设系统运维管理制度缺失,

随着新技术、新设备的应用,原有运维管理制度更新完善不及时、不深入,数字孪生相关业务制度缺失;另一方面,现有运维管理人员技术能力不足,新设备、新系统操作复杂,对管理人员专业技术要求较高,目前,大多数采用第三方购买服务方式。此外,运维资金需求大,系统保障困难,现有采集与数据传输费用高,新设备维护和新系统升级费用高,部分系统更新迭代周期短、费用高。

4 建议

一是完善感知体系,加强智能设备应用。根据业务管理需要,灌区进一步加强末端渠系“天空地水工”感知体系建设,提高涉水信息立体感知及自动采集、智能分析处理能力,适度参与智能设备研发。

二是加强基础支撑,强化智慧大脑。针对灌区现有算据、算法、算力支撑不足,加强基础服务支撑,强化水沙动力模型、需水预测模型、配水调度模型、水动力仿真模型等专题模型协同应用,提高各模型适用性,有效提高灌区水旱灾害预防、水资源节约集约利用及泥沙科学输送与处置能力和水平^[3]。

三是强化决策支持,发挥孪生效能。结合数学机理模型,把运行管理经验、业务规则、标准化体系以及各类数据统一纳入知识库,实现智慧化模拟与科学化决策。

四是夯实运管体系,加强运维保障。根据位山灌区新时期软建设要求,进一步完善数字孪生系统运维管理制度建设,强化基层管理人员业务和技能培训,尽快以数字孪生手段全面提高灌区标准化管理水平、全面赋能现代水网建设,努力打造全国一流的现代化灌区。

参考文献

- [1] 谢崇宝,白静,郑世宗,等.数字孪生灌区建设核心要义与关键技术探讨[J].中国农村水利水电,2024(11):179-184,195.
- [2] 荣姗姗.聊城市位山数字孪生灌区建设实践与成效[J].山东水利,2025(4):1-3.
- [3] 黄牧涛,王乘.数字灌区及其实施方案研究[J].科技进步与对策,2002(12):52-54.

(责任编辑 崔春梅)