

# 基于数字孪生技术提升灌区供水效率

汪航

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i1.6002

**[摘要]** 灌区作为现代化农业发展的主要基地,肩负着粮食安全、区域发展等重任。而面对灌区管理粗放、资源供需矛盾等问题,还需要进一步对灌区供水能力评估。通过数字孪生技术在农业灌区中的应用,构建智慧水利监管模型,可提升灌区管理水平。本文探讨了加强数字孪生技术应用的方法,旨在深化灌区智慧水利建设,为灌区水利调度提供技术支撑,切实提升灌区供水效率,促进农业可持续发展。

**[关键词]** 数字孪生技术; 灌区供水; 供水效率

**中图分类号:** U664.5+92 **文献标识码:** A

## Enhancing Water Supply Efficiency in Irrigation Districts Based on Digital Twin Technology

Hang Wang

Xinjiang Production and Construction Corps Survey and Design Institute Group Co., Ltd.

**[Abstract]** Irrigation districts, as the main base of modernized agricultural development, shoulder the important responsibilities of food security and regional development. And in the face of problems such as sloppy management of irrigation districts and contradiction between supply and demand of resources, there is a need to further assess the water supply capacity of irrigation districts. Through the application of digital twin technology in agricultural irrigation districts and the construction of intelligent water conservancy supervision model, the management level of irrigation districts can be improved. This paper discusses the methods to strengthen the application of digital twin technology, aiming to deepen the construction of intelligent water conservancy in irrigation districts, provide technical support for irrigation district water conservancy scheduling, and effectively improve the water supply efficiency of irrigation districts, and promote the sustainable development of agriculture.

**[Key words]** digital twin technology; irrigation district water supply; water supply efficiency

### 引言

在国家数字孪生流域建设政策引领下,农业积极发展智慧水利,满足地区灌溉、供水、发电等多重需求,集成功能构建综合性水利工程项目。为了进一步解决灌区管理问题,在数字孪生技术支持下对智慧水利进一步开发,需要强化数字技术在灌区应用效果,打造新兴管理业态,提高灌区供水效率。通过全程自动化管理、采集、决策,实现水资源合理分配与调度,推动水利农田数字化发展,形成精细化的数字灌区。

### 1 数字孪生技术概述

#### 1.1 技术结构

数字孪生技术是一种创新模拟技术,在物理实体中创建数字化模型,由模型向系统反馈,为技术人员提供参考,形成带有反馈的监管过程。数字孪生技术随着发展,演变成多学科交叉的技术,收集数据反馈物理实体对应状态,根据数据结果优化、决策。数字孪生技术是一种超现实概念,也是推动农业数字化发展

的关键技术,推动灌区智能化建设<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 工作原理

数字孪生技术的工作原理,建立在系统多个层级上,即采集层、模型构建、决策层。依靠传感器采集物理实体数据,如灌区供水系统。将收集的数据反馈到中央系统,构建数字模型,对数据行为、性能进行模拟、评估、预测等操作。数字孪生技术的智能化水平较高,能够基于模型生成优化策略,为资源合理分配调度,设备系统运维等提供科学决策。通过这种方式,数字孪生技术为各领域管理提供辅助,加深人员对管理的理解,还能及时找出问题所在,帮助管理者决策,发挥技术价值,提高各领域的管理成效。

### 2 灌区数字化建设现状

#### 2.1 灌区数字化概述

党在十九大中强调了数字中国的战略部署,明确提出推动水利发展。加大水利工程数字化发展力度,为了顺应时代要求,

灌区在数字化技术支撑下,也逐渐从传统管理模式向数字化方向靠拢。

国内的灌区发展水平起步较晚,与国外相比还稍显不足。但是国家的灌区数字化注重制定标准规则,集约化等,都为我国灌区数字化发展提供了宝贵经验。数字化是一个相对的概念,随着时代和需求持续性优化发展。当前,对于灌区数字化的则更加复杂,旨在利用新时代强大的技术,为灌区赋能。使灌区形成自动化、智能化的运行模式,具备网络仿真等强化功能,保证灌区管理质量。灌区运行离不开水利工程,通过数字孪生技术也能够建立数字化管理模式,对灌区水质、气候等安全监测,形成动态监管,实现灌区数字化的发展目标。

### 2.2 灌区供水管理建设不足

现阶段在对灌区管理现状分析过程中,能够发现尽管各地灌区都在积极推动数字化建设,并取得了一定成效。但从实际成效来看,灌区数字化发展过程中,存在组织管理职能不清晰、体制不完善等问题,对灌区供水智能化发展造成影响。灌区多是处于农村,统筹规划不够合理,严重阻碍地区灌区数字化发展。这也导致了灌区水质监测、水资源调度都难以达到规定标准,不利于农业发展。也导致了农业灌区数字化水平落后,面对灌区数字化薄弱环节,应加强数字孪生技术在灌区智能化管理系统中的应用,搭建完整的管理平台,集成监测、评估、调度等功能为一体,优化水资源调度模型优化,实时分析水资源情况,实现多业务联合调度,切实提高灌区供水效率<sup>[2]</sup>。

## 3 提升灌区供水效率的措施

基于上述分析的灌区供水管理效率不足之处,针对管理薄弱环节,加强数字孪生技术融合,确保灌区水利智能化水平提升。实现对灌区水资源合理调度,形成动态化、可视化监测,为灌区数字化建设提供保障。

### 3.1 加大数字化建设力度

灌区数字化建设随着时代发展,越发复杂且需要长期坚持。对于各地农业主营区域而言,需要不断投入人力物资、资金才能保证水利工程稳定运行发展。灌区数字化发展需要多方出力,为地区发展提供保障。拓宽灌区经费来源渠道,地区政府加大政策扶持力度和投资力度。落实公共财政资金,引导鼓励社会资源投资。加快灌区数字化管理体系改革,使得灌区有充足的资金引进技术、设备,完善数字化基础设施建设,推进灌区数字化发展,满足灌区供水需求。

### 3.2 提高水资源动态监测能力

#### 3.2.1 采集能力

灌区在数字孪生技术支撑下,建立了动态监管体系。能够对灌区周围的水质、生态环境、用水安全进行监测,有效提高数据采集能力,对于灌区建设发展有重要意义。数字化水质监测管理能够收集实时数据,便于灌区管理者掌握动态化的水质信息。采用大数据、物联网等技术搭建水质监测平台,与业务联合,发挥共享机制的优势。这也更有助于管理者掌握灌区水资源数据,经过模型仿真预测,制定应急管理预案。灌区在管理过程中,产

生大量数据,准确收集数据才能运用数据,收集原始数据是关键。而灌区供水对水资源数据要求较高。因此,借助数字孪生技术,分析灌区水情、墒情、环境气候等数据,为灌区供水提供准确数据,制定定性指标。形成区域监测系统全覆盖,全方位对水资源情况监测。指派无人机等高新设备,对灌区运行情况全天候监测,发现问题及时向管理人员发出指令,确保灌区安全管理。

#### 3.2.2 监测业务平台建设

灌区监测能力越强,更有助于灌区安全运行。灌区布设水质监测点、传感器等,搭建物理环境。利用网络和自动化控制内容,构建水质监测平台,维护好平台网络环境。将各项业务收集的数据汇总,基于平台进行一体化管理。由物联网和5G通信技术,负责接收、解析数据。利用卫星定位,对各个监测点现场进行可视化展示,方便管理人员实时掌握水质情况。依靠稳定的网络进行数据传输,使数据快速汇总到系统中,对灌区进行监测预警。还能建立数据共享机制,协同各业务子系统交换数据,进一步提升水环境监测能力。建立模型对监测区域模拟仿真,发现问题及时选用应急方案。

例如,某灌区将田间与供水系统融合,搭建管理平台,实现了一体化管控。结合业务成果,建立孪生应用场景,有效感知水资源情况,完成供水调度、抗旱防涝等工作。各项数据基于监测点,在平台上集中呈现。监测人员通过系统判断灌区运行情况,系统收集数据建立模型,模型进入应用与反馈阶段,对模型仿真效果评估,识别可能存在的风险,判定灌区供水可行性。为管理人员提供指导,使其合理制定灌溉计划。还能确保在突发事件来临时,系统快速响应,降低灾害影响,保证灌区供水稳定性、可靠性。

#### 3.3 加快水资源调度精细化管理建设

灌区供水数字化管理过程中,应加快水资源调度精细化管理,依据数字孪生技术为技术手段,对区域统一调度监管,达到精细化管理目标<sup>[3]</sup>。灌区用水调度前,应基于数字化管理对地区水资源情况统计调查,准确掌握水库资源情况。对水库重要的支流、干流等水量监测,自动采集数据传输到后台,形成相应的报表。为了形成统一调度,还应强调信息共享。建立共享机制,在平台上统一调度,实现灌区供水用水等要素监测,及时完成调度工作。做到数据与调度系统互通,掌握实时数据信息,在短时间内完成灌区资源调度任务。同时,加强模型建设,便于结合数字孪生技术为灌区资源合理配置,加快预警、预演等功能建设,为业务提供支撑,提高地区灌区供水调度速度和数字化建设。

在实践过程中,通过监测设备获取水资源实时数据,分析土壤湿度和气象数据,监测水资源消耗量。根据获得的数据制定农业水利灌溉计划,并根据潜在影响分析,及时对计划调整;开发系统过程中,还能借助平台技术对新水源分析,掌握各处水源供应量,提高使用效率。将水资源数据记录在数据库中,用于开发水源,增加灌区水资源供应量,减少地下水开发压力;确定水资

源情况后,引进先进设备和技术,升级灌溉系统,维护灌区运行成本。策略实施后,需要根据实施效果持续改进,系统平台还应收集后续执行数据,对措施做出调整。使得整个过程形成良性反馈循环,保证灌区供水数字化系统能够适应新时期的灌溉需求。

### 3.4 强化灌区数字基础设施建设

灌区数字化发展,还需要基于数字孪生技术进行变革。打造纵深集约的管理平台,提升灌区用水、监测等管理能力,促进业务间的交流,对传统基础设施改造,以数字技术赋能,实现灌区管理模式升级。

灌区数字化系统和平台,在物联网、云计算、大数据等技术支持下,打造多元化、自动化、可视化的综合型平台,成为灌区数字化建设发展的抓手。灌区自动监控信息点,应装备远程监控设备、自动采集点,结合灌区供水需求,对供水情况监管。依托数字化技术改造传统设施,加速技术与设施融合,促进业务升级。为灌区供水科学调度、防汛等工作提供支撑。平台在监测点建设背景下,为灌区管理者提供预警、预演、预案等功能,辅助管理人员推动灌区数字化建设<sup>[4]</sup>。

例如,某地区灌区基于无人机遥感航拍,对水利工程进行感应。通过无人巡航和地表监测,实现立体化感知,根据水文气象信息,对区域内的水文模型分析,预测供水量、雨洪积水量等,实现对流域精细化分析管理,准确预估、预测,发布实时消息。获取预测预报数据后,进行水资源配置模型、仿真调度预演,在

孪生场景中直观观察水流情况,分析可能造成的损失或问题,进行多次预演,选择最佳的预案执行。

## 4 结论

综上所述,近些年来随着数字孪生等高新技术发展,国家也在积极利用高新技术带动农业发展。技术在水利行业下沉的同时,为农业数字化发展奠定了基础。在对灌区数字技术应用成果分析,评估现有灌溉效果。根据结果短板优化调整,建立动态监测,确保水资源合理应用。也为其他灌区提供参考,促进农业可持续发展。

### [参考文献]

[1]陈浩.整县域推进幸福河湖建设思路与方案——以江西省靖安县为例[J/OL].水利发展研究,1-7[2024-12-19].

[2]栾岚.青龙山灌区“数字孪生灌区”建设成效与发展研究[J].黑龙江水利科技,2024,52(11):90-93.

[3]陈宏江,史王萍,董献军.东雷抽黄灌区:智慧管水助高效用水[N].陕西日报,2024-11-22(003).

[4]董增川,张济韬,郑子沁,等.西北内陆河流域水资源韧性配置与生态复苏的思考及建议[J].中国水利,2024,(21):43-48.

### 作者简介:

汪航(1992—),男,汉族,重庆市涪陵人,工程师,本科,研究方向:水利设计。