

枣庄市胜利渠灌区数字孪生智慧化管理探讨

孙晋洲¹, 张文扩², 满泉良¹

(1. 枣庄市庄里水库管理服务中心, 山东 枣庄 277100; 2. 枣庄市胜利渠管理服务中心, 山东 枣庄 277100)

【摘要】通过运用数字化、信息化、智能化三大手段,深度融合大数据、云计算、数字孪生等新一代信息技术于胜利渠灌区智慧化管理系统平台建设,旨在提升灌区业务管理手段,增强长效保护与监管能力,实现灌区信息的自动化与智能化监测及智慧化监管,提高灌区工程的运行与管理效益。

【关键词】枣庄市;胜利渠灌区;系统建设

【中图分类号】S274

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-05-0064-03

Discussion on Digital Twin-based Smart Management of Shengli Canal Irrigation District in Zaozhuang

SUN Jinzhou¹, ZHNAG Wenkuo², MAN Quanliang¹

(1. Zhuangli Reservoir Management Service Center of Zaozhuang Municipality, Zaozhuang, Shandong 277100, China;

2. Shengli Canal Management and Service Center of Zaozhuang Municipality, Zaozhuang, Shandong 277100, China)

Abstract: By adopting digitalization, informatization and intellectualization, this study integrates new-generation information technologies such as big data, cloud computing and digital twin into the construction of the smart management platform for Shengli Canal Irrigation District. It aims to optimize management methods, improve long-term protection and supervision capacity, realize automatic and intelligent monitoring as well as smart supervision of irrigation district information, and enhance the operation and management benefits of irrigation projects.

Key words: Zaozhuang Municipality; Shengli Canal Irrigation District; System construction

枣庄市胜利渠灌区工程于1976年开挖兴建,1977年初步发挥效益。设计灌溉面积3.2万hm²,年设计引水量1.08亿m³,是枣庄市最大的国有大型灌区,也是省内最大的引湖灌区。灌区辖峰城、台儿庄2区,9个镇(街)、总人口26万,全灌区有3大提水系统和3个提水灌区,6条自流引水分干渠及沿线分散提水灌区。胜利渠西自渠首闸,通过老运河引微山湖水,东至马庄闸枢纽,与新淘河相连,全长36.5 km。通过胜利渠上的三面闸枢纽和马庄闸枢纽,分别承担峰城大沙河、新沟河的防汛以及胜利渠以北地区的除涝任务。胜利渠是具有抗旱、防汛、灌溉、除涝和改善生态环境等综合效益的重要水利工程设施,具有较强的公益性。胜利渠灌区建成以来,为枣庄市南部峰城、台儿庄两区社会经济的发展做出了重要贡献。

1 现状分析及必要性

胜利渠灌区水利基础设施较为完备,但缺少必要的信息化建设管理体系。存在的主要问题:量测水设施不足、无雨水情设施,数据不完整;视频安防设备不足,监控存有死角;闸站具备现地控制,远程控制欠缺。无网络安全设备,存有网络安全漏洞。现有监测监控系统独立分散,没有统一完整的系统管理平台。各种信息没有集中显示、缺少数据分析和运用,不能做到统一有效管理。灌区存在一定的管理漏洞和日常工作中的风险,增加了灌区管理的难度。

为此需要运用现代化管理技术和方法,构建

收稿日期:2025-11-10

作者简介:孙晋洲(1967—),男,工程师

一个完整系统的综合管理业务平台,将灌区管理的各项数据、预案、监测预警与基础设施充分融合,做到统一部署,统一管理,统一调配。实现信息自动化、数字可视化管理,进一步提升灌区运行科学化与智慧化管理水平。保障灌区水工程运行安全,充分发挥水利工程效益,把“建管并重”落到实处,实现灌区可持续发展。

2 建设目标及要求

灌区智慧化管理建设以提高灌区综合管理效益为目标,通过运用先进的信息技术,建立信息采集全面、完整,传输畅通、快捷,控制实时、可靠,管理方便、高效;集监测、分析、调度、管理、运用、通信等方面统一完整的管理平台系统。实现水信息管理自动采集、传输、输配水决策支持、反馈控制的闭环、良性运作。通过智慧化建设,提升灌区业务管理手段,全面提高灌区管理水平与工作效率,增强长效保护监管能力,使有限的水资源得到最有效的利用,实现节水目标,进而恢复和改善有效灌溉面积,提高水资源的利用效率。实现灌区智能化监控、智慧化监管,以及水利工程标准化数字管理。智慧化建设管理建设要求具有先进性、实用性、效益性、标准化、可扩展和兼容、可维护性。

2.1 先进性

顶层设计,分步建设。按照智慧水利建设顶层设计要求,从流域通盘的系统视角构建数字孪生水利,提高水资源、水工程管理的数字化和科学化水平。分步分阶段推进数字孪生水利建设工作,形成可复制推广示范的成果。

2.2 实用性

整合资源,节约共享。按照“整合已建、统筹在建、规范新建”3个要求,充分利用现有的信息采集、网络通信、计算存储等基础设施,在此基础上补充完善。系统实施按照总体设计要求从低层向高层过度,各业务层次衔接便利、操作性强,使系统始终与实际业务紧密相连。

2.3 效益性

充分采用已有基础设施设备和技术成熟经济实用的产品,根据系统功能及性能要求,补充提升完善,降低建设和管理运行成本,提高水资源利用效率,推行高效节水灌溉发展思路。

2.4 标准化

按照《地理空间数据交换格式》(GB/T 17798—2007)的要求,进行GIS平台标准化和通用性设计建设,采用统一标准的分类、命名和编码,实现数据的充分共享和交换,提升节水灌溉管理水平,创新灌溉管理方式方法。

2.5 开放性与扩展性

灌区信息化系统是山东省水利信息化建设的组成部分,采用标准化技术、开放式平台设计,便于后续功能扩展和衔接。随后,管理单位深入探讨实施的具体路径,在此过程中,坚持“实用为主、应用至上”的原则,真正做到“两手沾灰、两脚沾泥”,切实将工作落到实处。

2.6 可维护性

更新迭代,安全可控。按照“边建设、边应用”思路和数字孪生要求,不断丰富数据、优化模型、完善功能、升级迭代。鉴于胜利渠智慧灌区项目采取顶层规划分步实施的原则,未来会不断增加新业务,相关区域、设施及管理范围不断扩大,系统充分考虑功能和数据可维护性,保证数据的时效性,功能模块的实用性。

3 系统建设总体方案

通过运用数字化、信息化、智能化三大手段,深度融合大数据、云计算、数字孪生、人工智能、等新一代信息技术建设灌区智慧化管理系统,系统主要由监控中心、监测监控系统、远程监控预警平台等组成。

3.1 监控中心

由大屏可视化系统和后台管理系统构成,开发语言采用主流的Java和JavaScript语言,使用SpringBoot为微服务技术架构,在保障了系统稳定性与可靠性的同时,也保证了后期的可维护性与可扩展性。数据采用MySQL关系型数据库作为数据持久化仓库,使用Redis作为热点数据缓存仓库,为系统的数据可靠性和实时性提供坚实支撑。

3.2 大屏系统

大屏系统主要分为首页和7个闸站的专题页面,主要展示胜利渠灌区的整体地理面貌与信息,及下辖7个闸站的三维模型外观。通过大屏系统直观的查看解胜利渠和7个闸站的包含工程

信息、综合信息、视频监控信息、雨量及渗压等各类多个维度的信息,辅助管理者决策。

3.3 胜利渠灌区“一张图”

以地形数据和实景建模数据为基础,集雨量监测、水位监测、墒情监测、流量监测,水闸水位、流量、闸门及渗流监测等专业设施数据,通过数字化技术处理,再现水渠区域真实场景,打造“一图统筹全域”的良好管理模式。基于 GIS 场景展示各专业体系流程、信息查询、应用分析。可视化水渠运行信息,直观展示各闸站值班人员、设备的实时情况。

3.4 水情监测系统

主要包括量测水监测设施,雨水情设施等。水情监测系统是新建全自动的流量、水位、雨量实时在线监测,实现对渠道断面流量、流速和重要闸站水位、雨量的实时在线监测,并且将流量、水位、雨量信息等数据通过无线传输方式传送到监控中心。实现对灌区范围内水位、流量、水量、雨量等参数的自动监测。

3.5 闸门监控系统

闸门监控系统由计算机远程控制(总控)和 PLC 集中控制(现地分总控)及闸门现地控制三级组成。实现闸门的计算机远程和现地集中控制及各个闸门现地控制,水位的监测显示以及水流量的监测计算等。通过 PLC 采集闸门荷载、闸门运行工况等数据传至管理中心监控工作站,对相关设备运行工况数据自动监测。闸门自动化监控系统由底层设备、现地控制层、数据传输设备和远方监控层组成的全开放、分层、全分布的计算机监控系统,为指挥调度人员提供全面详实的调度决策依据,极大提高了工程的现代化管理水平,确保工程的科学安全运行。

3.6 闸站监控系统

在管理中心、闸站及相关重点水工建筑物位置布设摄像点,并在重点闸站安装安防报警设备,建立视频安防系统。实现管理中心、闸站、管辖范围内相关建筑物、机电设备、闸门启闭工作状态以及干渠水位的视频集中监视,提高安全防范能力。在各个闸口安装智能照明系统,实现远程控制照明设备开关及自动开关。

3.7 智能办公系统

包括管理中心平台 GIS 地图、智能办公软件

等。GIS 地图系统可实时显示灌区管理范围内的水工设施的现状,并对已有的信息采集内容(水情、监控等)实时追踪,正确显示并可放大所有水利设施的位置、图片等信息。

4 应用效果分析

1)通过三维可视化技术建模,还原水闸闸站真实世界的场景。闸站范围内环境、河流、闸站等以点、线、面方式进行立体、直观、可视化呈现。

2)融合监测传感物联网技术,接入闸站控制平台及胜利渠监测数据,实现水渠运行监测、水闸监测、视频监控集成等全方位的感知、定位、展示、预警浏览,对胜利渠的监测数据实时反馈,形成全域纵览和细节展示。

3)实现透明化和可视化管理。管理人员可以清晰直观地掌握运行中的有效信息,同时极大提升运行监测、安全预警、故障定位、决策支持和应急指挥应用效能。

4)依托灌区水情等监测设施,监控水位、流量,以及其他水利工程运行参数。结合《灌溉渠道系统量水规范》(GB/T 21303—2017),将各种量水计算公式参数等固化到量测水信息化系统,生成满足需要的量测水信息,实现对引水、输水、配水、分水点和分界点全过程的水位、流量、视频图像实时监测,为灌区的总调度提供数据支持,为管理者提供智能化的流量计算、数据统计分析和考核。

5)配置网络安全设备和安防监控设备。为灌区的网络安全和基础设施安全提供更加全面的防护。针对受保护范围的信息及数据进行安全性分析,制定相应的制度、防范措施及技术要求。严格按照国家保密有关规定管理信息资源,对于非完全公开的信息实施严格的授权访问管理。健全科学合理的系统数据备份系统和机制,确保系统信息安全、可靠、完整。对分级控制模式采用安全规范性操作流程,避免误操作。

总之,通过智慧化管理建设,实现胜利渠沿线河流、倒虹吸、桥梁、水闸、闸站范围内环境、设备工作状态、水位、环境保护及修复等情况的视频信息采集监视,为灌区安全运行提供保障。

(责任编辑 赵其芬)