

# 基于数字孪生技术的智慧水务系统建设

洪继龙<sup>1</sup>, 马 赛<sup>2</sup>, 王慧敏<sup>1</sup>, 李志豪<sup>1</sup>

(1. 扬州市勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225000; 2. 扬州市城市河道管理处, 江苏 扬州 225000)

**摘要:**分析通江闸工程概况与应用需求, 重点强调通江闸智慧水务系统总体设计, 并以利用数字孪生技术打造水务系统的建设方案作为切入点, 对自动化控制体系、数字孪生平台、通江闸数字孪生平台、网络安全体系以及运行环境体系等方面进行研究, 期望能够为相关人员提供参考。

**关键词:**智慧水务; 数字孪生技术; 数据底座; 通江闸

中图分类号: TV213.4

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2022)Sup2-0045-03

## Construction of intelligent water affairs system based on digital twin technology

HONG Jilong<sup>1</sup>, MA Sai<sup>2</sup>, WANG Huimin<sup>1</sup>, LI Zhihao<sup>1</sup>

(1. Yangzhou Surveying and Design Institute of Water Resources Co., Ltd., Yangzhou 225000, China;

2. Yangzhou Urban River Management Office, Yangzhou 225000, China)

**Abstract:** This paper briefly analyzes the general situation of the Tongjiang sluice project, with emphasis on the overall design of the intelligent water service system of the Tongjiang sluice, and takes the construction scheme of building the water service system by using the digital twin technology as the starting point, and studies the automation control system, the digital twin platform, the business database construction, the digital twin platform of the Tongjiang sluice, the network security system and the operating environment system, etc., hoping to provide reference for relevant personnel.

**Key words:** Smart water; Digital twin technology; Tongjiang sluice; Data base

数字孪生技术是打造智慧水务系统的关键技术, 能够让水利工程更加智能高效地运行, 让水利工程实现智能化、数字化以及网络化, 因此必须要加强数字孪生技术的应用, 并以此为基础开展智慧水务系统建设, 促进水利工程高质量发展。

## 1 工程概况

通江闸工程地处于扬州市江都区嘶马镇红旗河南段, 是红旗河和长江的控制口门。通江闸闸口距离长江入口大约为 800 m, 本身具有通航、挡洪、

收稿日期: 2022-10-31

作者简介: 洪继龙(1982—), 男, 高级工程师, 本科, 主要从事智慧水利设计工作。E-mail: 36348557@qq.com

引水以及排涝等功能,是一个综合利用型套闸。当涨潮时,长江的潮位会逐渐升高,通江闸便能够直接自引江水;枯水期时,长江的潮位下降,通江闸便能利用上闸首单闸对其进行控制,并且借助水泵站抽引江水灌入内河当中;当发生洪涝时,工作人员可以趁长江潮位落潮时,利用通江闸将潮水排入长江当中;在汛期需要进行排涝时,由于此时的江潮较高,需要利用下闸首单闸进行控制,然后用泵站抽排入江。通江闸是一座套闸,也是红旗河连接长江的唯一通道,更是整个通南地区水运的一道要塞。

通江闸智慧水务系统的建设需求主要分为3个方面:政策导向、业务需求以及功能需求。在进行智慧水务系统建设时,应该根据需要展开建设,确保通江闸智慧水务系统能够发挥出应有的作用与价值,使通江闸具备良好的防御洪涝的能力。

## 2 总体设计

### 2.1 建设目标

该工程建设的总体目标为根据需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力,让水利工程实现数字化、网络化以及智能化。同时利用数字信息技术建立一个智慧水务系统,提高通江闸对洪涝的防御能力。同时还要让通江闸能够根据实际情况对水资源进行管理,让整个水利工程能够平稳、有序运行,从而发挥出水利工程的作用和价值。

另外还要构建一个完善的水务系统,用于信息收集与处理,以此来实现与物理实体同步仿真运行的目的,为水利决策提供数据支持,确保水利决策实现高效化、科学化以及精准化,使水利决策能力与水平得到提升。

### 2.2 建设任务

#### 2.2.1 自动控制系统

为实现水利工程现代化管理、调度以及控制等功能,从而减少对工作人员的需要,为通江闸构建了一套完整的自动化控制系统,以此来控制通江闸。这套自动化控制系统主要有计算机监控系统以及视频监视系统。

整个系统具有信号测量、保护以及控制等功能,能够对数据信息进行实时采集与处理,对通江闸运行情况进行监视与预警,根据实际情况对其进行控制与调节,还能开展数据通信,从而达到主机、闸门自动化管理这一目的。另外,自动控制系统还可以将全部监控信息和视频信息上传到城市防洪

中心,让相关人员更好进行防洪调度工作。

#### 2.2.2 数字孪生技术

要想打造智慧水务系统,首先需要利用数字孪生技术建立数据底板,为通江闸打造智慧水务系统提供依据<sup>[1]</sup>,然后对通江闸进行建模,确保模型可视化,并构建知识平台。与此同时,还要搭建预报调度方案库以及业务规则库等,为通江闸水利工程打造智慧水务系统提供分析研判、知识积累以及经验提炼等基础能力支撑,最大程度上提高通江闸“四预”(预报-预警-预演-演练)能力,使泵站效能得到有效提升。

### 2.3 建设原则

借助数字孪生技术开展通江闸智慧水务建设,通过对数据资源的整合与共享为水利发展提供驱动,将完善与提升水利网络信息化水平为主旨,提高水利工程智慧化水平作为建设重点,加强智慧水利建设,使水利工程走向数字化、现代化,同时加大信息技术应用,将信息技术和水利管理相结合,创新水利管理模式。

### 2.4 总体框架

通江闸智慧水务系统是以B/S结构为基础开展总体架构设计的,主要分为“用户交互”“信息基础设施”“智慧应用”以及“数据大脑”4个部分,并根据通江闸实际情况构建相关标准与安全体系,以此确保通江闸智慧水务系统平稳、有效运行,最大程度发挥其作用和价值,满足居民日常生活用水需求,为居民提供更优质的水利服务,促进水利发展。通江闸智慧水务系统的总体架构如图1所示。

## 3 智慧水务系统建设方案

### 3.1 自动化控制体系

为了让通江闸实现自动化控制,建立了通江闸自动化体系,该体系由计算机监控系统与视频监视系统构成。计算机监控系统是利用光纤局域网来实现通信互联,从而达到对电气设备、泵站以及船闸的自动控制,让工作人员通过远程操控的方式对通江闸进行控制。整个系统主要由网络交换机、监控工作站、现地监控单元以及服务器组成。

视频监视系统主要负责对水平工程重点地区开展实时监控,拥有远程浏览、视频采集、储存和重放、传输、显示以及切换控制等功能。工作人员准确掌握现场设备的运行状态,能更好地开展综合判断。

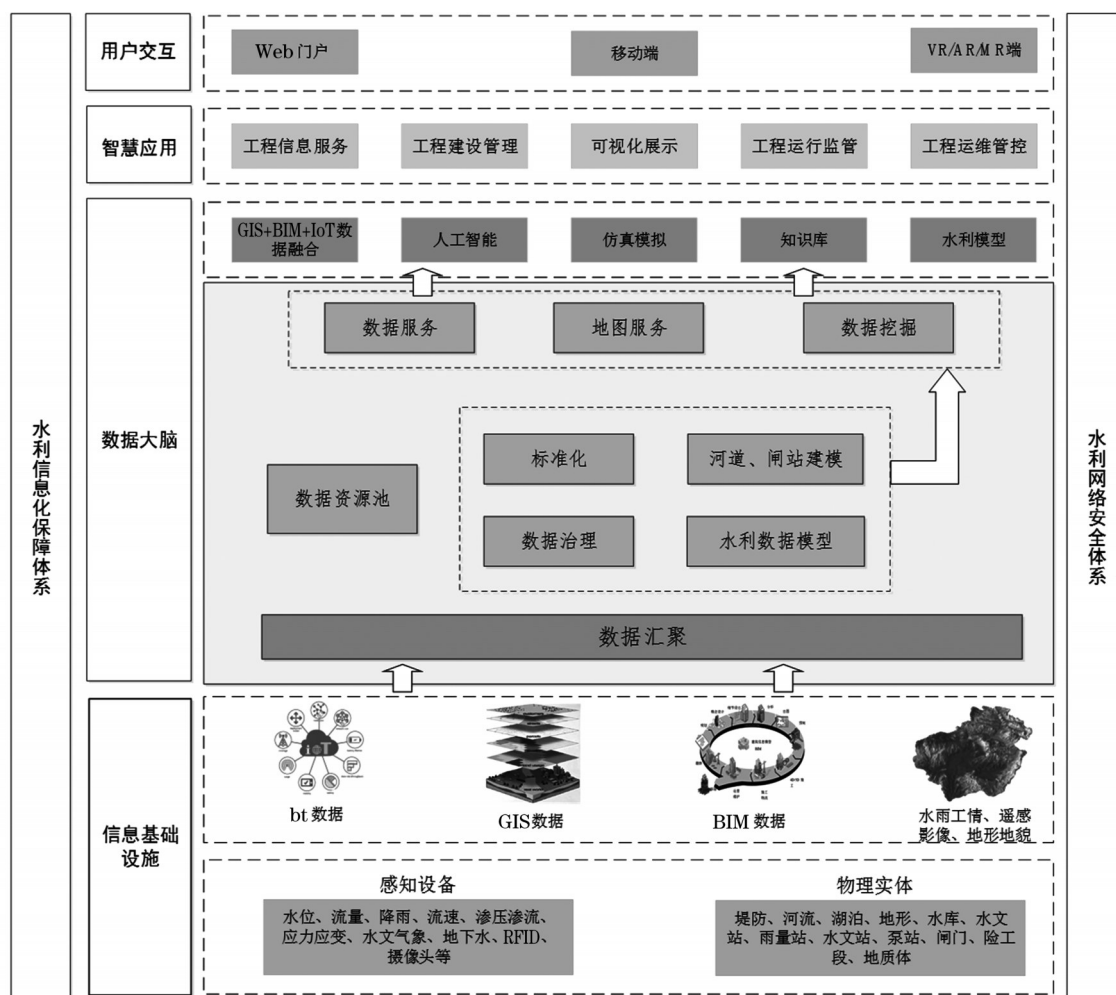


图1 通江闸智慧水务系统的总体架构

## 3.2 数字孪生平台

### 3.2.1 数据底板

数据底板是整个智慧水务系统建设当中的“算据”部分。数据底板汇聚和整合水利系统内外部的数据资源,是数据连接与传递的“中枢”,也是支撑防洪相关模型平台、知识平台和“四预”业务平台的数据基底<sup>[3]</sup>。数据底板建设主要分为“数字资源共享”“数据采集与整编”“可视化引擎搭建”“数据处理”“底板专题图建设”以及“信息资源库建设”6个部分。

该项目工程的数据底板利用BIM模型进行建设,对通江闸建立BIM模型,并将其存入到模型库中。但需要注意的是,在对通江闸进行建模时,应该对模型进行细化,并细化到各个构件,然后对构件进行编码入库,与此同时还要把BIM模型中的各个构件和实物数据库以及属性数据库内的数据信息相结合,让通江闸BIM模型成为水利工程运行的核心驱动。

### 3.2.2 模型平台

相较于传统机理模型,利用数据驱动建立智能模型可以更加有效地应对系统耦合度高、数据样本量大以及特征维度多的计算场景,降低模型计算误差,提高模型适应与修正能力。现阶段这类模型被广泛应用在水利工程建设当中,并在重点事件的预警、识别以及分析上发挥着至关重要的作用。

## 3.3 通江闸数字孪生平台

以通江闸的水情、雨情、工情等数据为基础,以闸泵调度为核心,通过GIS和数字孪生平台实现闸站排涝、引水、通航调度孪生场景模拟,包含船舶过闸、雨量、水位、闸站预报水位等信息模拟展示以及通江闸设备的维修保养<sup>[4]</sup>。

## 3.4 网络安全体系

随着水利工程信息化的发展,水利工程对于信息安全的要求也在不断提高。现阶段水利工程在运行中面临的安全问题更加复杂,特别是混合威胁

(下转第51页)

级参数值进行预警分析,在地图上以不同颜色闪烁的方式展示各预警代表站分级预警情况,主要包括江河洪水、山洪灾害、渍涝灾害、工程灾害、干旱灾害、供水危机、水生态环境危害等。

(3)预演:通过在数字底板上叠加社会经济发展数据,以及干流水位、干流危急程度评估、干流漫堤分析、道路受淹分析等区域洪涝风险分析结果,在三维场景中展示随着洪水演进干流水位、流量、流速、水深、超警时长等要素的变化;用色块显示洪水可能影响到的重要保护对象或保护区域,展示影响的损失、时长、水深、范围等要素。

(4)预案:结合水工程运行状况、经济社会发展现状等,分析评估预演结果实施后可能影响的对象、人员、相关企事业单位、经济损失等,以优化完善相关水工程调度运用,确定最优水网风险预案。

## 4 结 语

扬州市城区智慧水网建设试点项目,以贯彻落实国家水网建设战略与水利高质量发展要求为指

导,以现有基础工程建设为起点,采用新一代数字孪生技术,推动全市智慧水利体系建设。通过构建智慧水网综合管理数字孪生系统,打造扬州市城区智慧水利数字底板与智慧水利能力中心,进一步提升市级水网管理能力,实现水网管理集约高效、调控有序,通过数据、能力共享,为全市智慧水利体系建设提供可靠样本,促进全市智慧水利体系高质量发展。

### 参考文献:

- [1] 刘大同,郭凯,王本宽,等.数字孪生技术综述与展望[J].仪器仪表学报,2018,39(11):2.
- [2] 杨一帆,邹军,石明明,等.数字孪生技术现状研究分析[J].应用技术学报,2022,22(2):177.
- [3] 陶飞,戚庆林,王力羣,等.数字孪生与信息物理系统——比较与联系[J]. Engineering, 2019, 5(4): 2.
- [4] 于勇,范胜廷,彭关伟,等.数字孪生模型在产品构型管理中应用探讨[J]. 航空制造技术, 2017(7): 5.
- [5] 陶飞,刘蔚然,张萌,等.数字孪生五维模型及十大领域应用[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(1): 1-18.

(上接第47页)

的风险,例如木马后门、僵尸网络以及应用层攻击等,这些威胁严重影响了水利工程的安全运行,并可能给水务系统造成严重破坏。通江闸水利项目,以人工智能、物联网、大数据以及云计算等新兴信息技术为基础,以“智慧驱动、精准治理”为理念,通过构建“感知与仿真”“决策与预警”“调度与控制”三大核心能力,实现感知全天候、业务全覆盖、监控全过程,最终实现智慧水务系统这一目标。

### 3.5 运行环境体系

该水务系统安装在通江闸机房,并根据数字孪生服务器的需要安装一台渲染服务器、数据库服务器以及一台业务应用服务器。

## 4 结 论

综上所述,利用数字孪生技术开展智慧水务系

统建设,需要综合考虑各种建设方案和实际情况,从而选择最有利的方案。在此基础上,将各种智慧水务系统建设方法整合在一起,进而利用数字孪生技术开展智慧水务系统建设,以数字化引领水利现代化,促进水利高质量发展。

### 参考文献:

- [1] 宁亚芸. AR技术基于数字孪生在智慧水务日常巡检中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(7): 170-173.
- [2] 陈国标. 基于数字孪生技术的九江城市智慧水务平台设计与实现[J]. 人民珠江, 2022, 43(6): 86-93.
- [3] 谢晋,张晔明,蒋怀德. 基于数字孪生的智慧供水运管体系研究和构建[J]. 城镇供水, 2021(1): 74-77.
- [4] 郭剑桥,田甜,张坤林. 基于新技术的长江大保护智慧水务系统应用[J]. 绿色科技, 2020(14): 63-64.