



长江委水文中游局
湖北长江中星科技有限公司

数字孪生水文站构建技术

汇报人：周帆



PAGE DIRECTORY

机遇 · 挑战

一 项目背景

二 设计思路与架构

三 创意内容

四 实施成效

五 可推广性

01

第一部分

项目背景



政策背景与行业意义



- “数字化” 25次，其他高相关词汇60多次（中央十四五规划和2035年纲要）；
- “加强智慧水利体系建设”（李国英部长）
- “构建以数字孪生流域为核心的智慧水利体系”（《数字中国建设整体布局规划》）

- 数字孪生水文站是数字孪生流域的关键节点，是水利智能化转型的核心支撑
- 数字孪生水文站是防汛减灾实战的“前哨站”，依托三维洪水模拟为灾害防御提供精准决策支撑





02

第二部分

设计思路与架构



01

基础筑牢

搭建分层解耦架构与安全硬件设施，为数字孪生全流程运行筑牢稳定根基

02

数据驱动

汇聚多元感知数据，经清洗标准化构建统一数据底座，破除“数据孤岛”瓶颈

03

模型支撑

构建 AI 推流、水文知识图谱等专业模型库，结合三维建模提供核心智能算力支撑

04

应用落地

聚焦“四预”闭环、智能巡查、云端展示等场景，实现技术向实际价值转化见效

总体架构图



03

第三部分

创意内容



创意内容1-轻量化架构

轻量化
架构

突破传统臃肿架构
模块化分层解耦

1

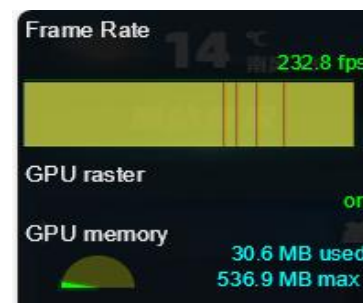
模型面数
降低60%+

2

平均响应
1秒内

3

部署成本
降低30%



61次请求 已传输148 MB 150 MB 条资源 完成: 6.13秒 DOMContentLoaded: 223 ms 加载: 296 ms

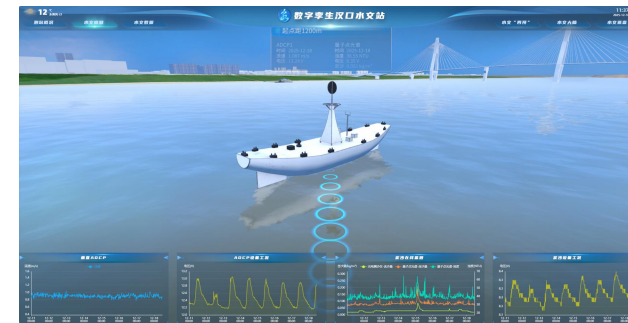
创意内容2-多元感知

多元感知

全面接入感知设备
兼容多种数据库
支持多种通信协议

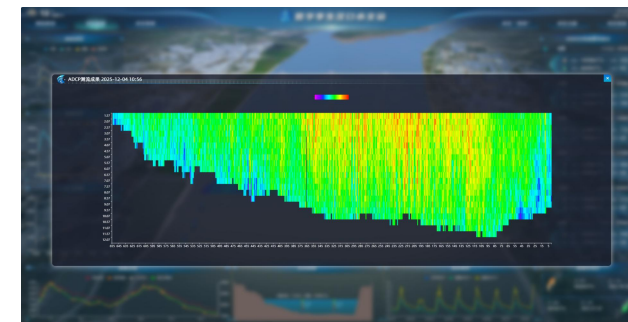
1

H/VADCP、深层析、GNSS面
雨量仪、量子点光谱、光
电在线测沙仪



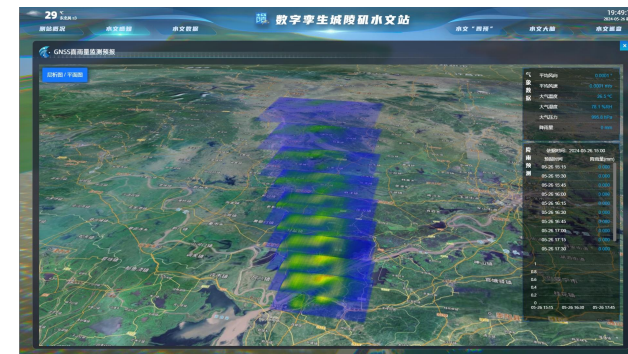
2

兼容MySQL、SQL
server、Oracle、
InfluxDB 等



3

HTTP、MQTT、RESTful API、
Modbus、水文监测数据通
信规约SL651



创意内容3-水文智能体构建

智能体构建

AI推流核心引擎
融合大模型交互
实现AR虚实融合

1

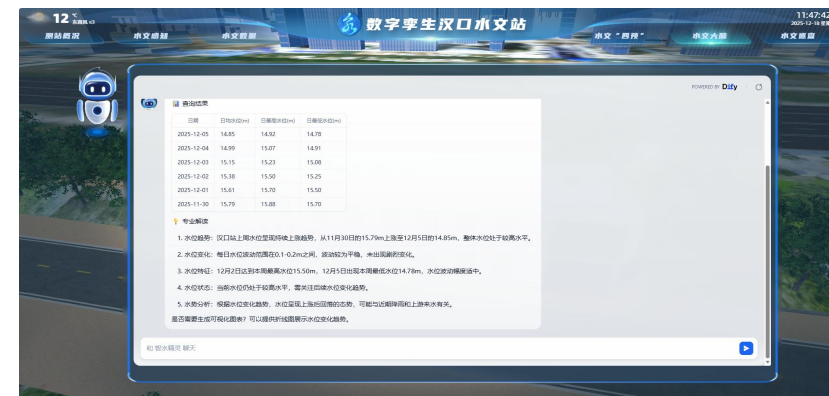
AI推流模型
误差 $\leq \pm 5\%$

2

本地大模型
智能问答
自动月报

3

AR实景融合
图像识别



创意内容4-“四预”闭环

“四预”

精准洪水预报
分级预警推送
多场景预演模拟
动态预案匹配

1

预报
本地预报、成果接入

2

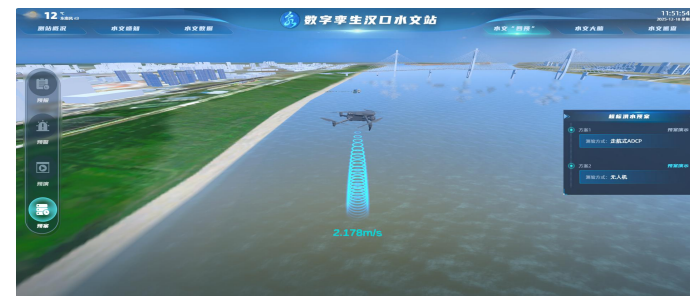
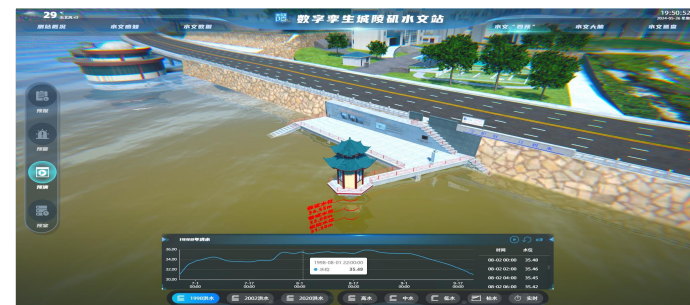
预警
四级阈值、自
动推送

3

预演
洪水模拟

4

预案
模拟演示、动态
匹配



创意内容5-可视化与云端展示

可视化

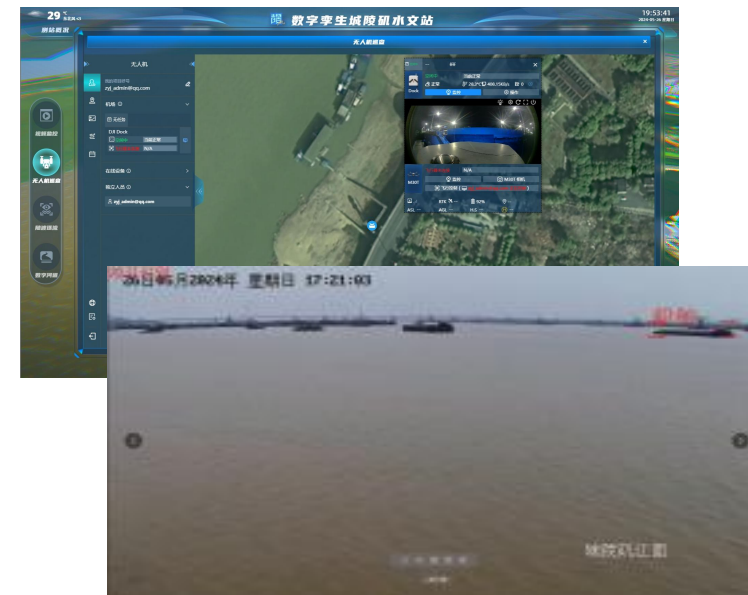
测站管理可视化与
透明化

1

智慧巡查
无人机巡江、漂浮物
/船只异常预警

2

文化传播
VR云上展厅、
数字人播报



04

第四部分



关键成效

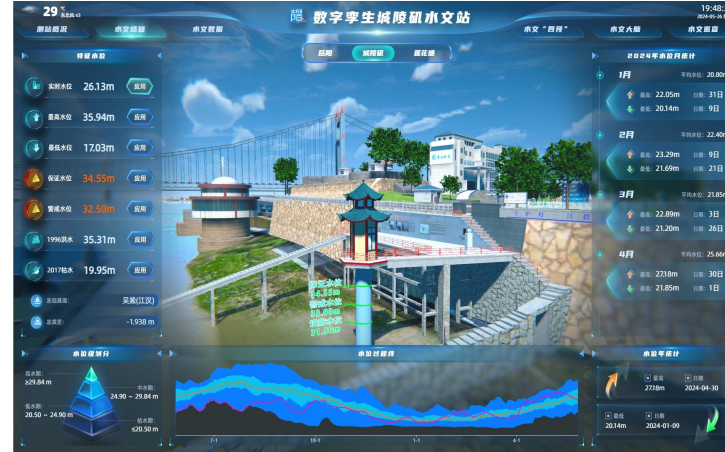


项目名称		湖北省水文	
供应商名称			
项目完成情况			
评价内容 (打√)		满意 √	
评价意见： 我们对本次数字孪生建设沟通到现场验收，各部门协作情况。软件系统运行效果超出我们的敬业精神点赞！			
具体应用情况： 长江水利委员会水文数字孪生水文站平台系统，仪器设备开展数字化展示进行全要素数字赋能与智能化水平。 数字孪生水文站平台生产、对外展示等工作的作效率。			
应用单位名称			
地址			
邮编			
网址			
联系人			
电话			
E-Mail			
传真			
应用工程名称			
设计单位			
施工单位			
投入运行时间		正常生产运行时间 (日)	
应用规模		安装1套	
一次性投资 (万元)		30	
运行成本 (万元/年)		3	
年平均运行天数		365	
		维修工作量 (工作日/年)	
		36	
用户对本项技术综合评价意见(包括存在的问题及有待改进的地方): 长江水利委员会水文局长江中游水文水资源勘测局开发完成了我局都街数字孪生水文站平台。该平台构建了一套较为完善的以水文站所在流域数字孪生数据底板为基础,以所在测验河段为重点、以水文业务需求为牵引的数字孪生场景,包括“水文感知”“水文数据”“水文四预”“水文大脑”“水文巡查”五个功能模块,其中“水文四预”功能充分利用数字孪生的虚拟与现实场景结合优势,将水文预报数据项仿真预演,用数字孪生技术展现洪水模拟、枯水场景等,同时也可模拟预警场景下的分级预案。 数字孪生水文站平台为水文测站管理、业务应用、对外展示等提供全要素数字赋能与智慧升级,是实现水文测站现代化的重要技术支撑,具有显著的经济和社会效益,建议进一步优化完善后推广。			
评价日期: 2024年7月24日			
单位签章: 湖北省水文水资源中心 2025年06月10日			
应用单位盖章 2024年10月12日			

典型应用案例



数字孪生 - 汉口水文站



数字孪生 - 城陵矶水文站



数字孪生 - 浦南水文站



数字孪生 - 都衙水文站

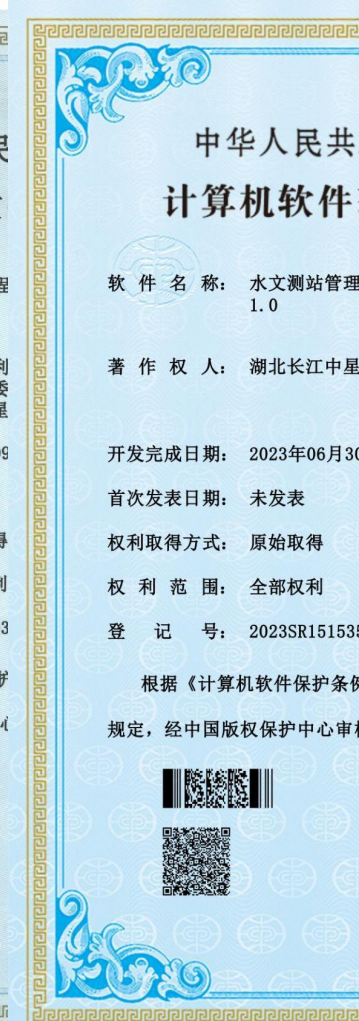
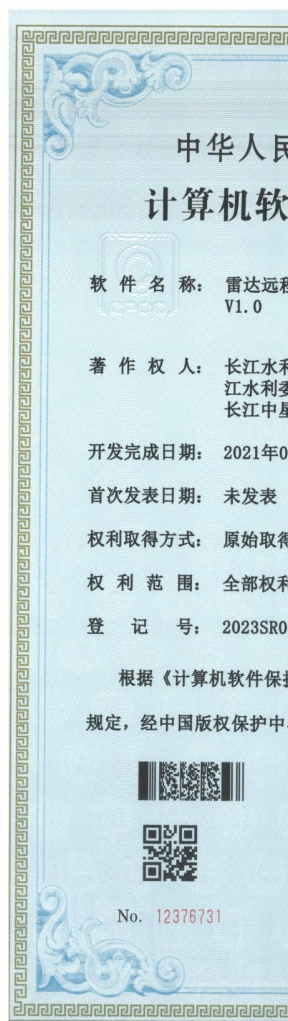


数字孪生 - 天门水文站



数字孪生 - 拉萨水位站

发明专利1项，软件著作权3项



一种基于机器学习的水文流量
整编智能模型构建方法



第44卷第5期
2024年10月

水文
JOURNAL OF CHINA HYDROLOGY

Vol.44 No.5
Oct., 2024

DOI: 10.19797/j.cnki.1000-0852.2024.00075

汉口水文站AI流量模型构建及应用研究

周波¹, 邓山¹, 陆鹏程², 毛北平³, 魏猛³

(1. 长江水利委员会水文局, 湖北 武汉 430010;
2. 水利部水文司, 北京 100053;
3. 长江水利委员会水文局长江中游水文水资源勘测局, 湖北 武汉 430014)

摘要: 为进一步提升水文站实时推流稳定性及精度, 在开展测站特性分析的基础上, 提出一种基于人工智能算法的河流流量在线推流新方法。经汉口水文站实际应用表明, 无论是建模精度还是推流精度, 均达到了一类精度站水平, 且具有较高稳定性。研究成果具有较高的推广价值, 可为水文测站业务的智能化升级提供科学参考。

关键词: 数字孪生; 人工智能; 河流流量; 精度评价

中图分类号: P332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0852(2024)05-0001-09

0 引言

当前, 我国已全面进入数字时代, 数字化已加速融入经济社会发展各领域与全过程。2023年出台的《数字中国建设整体布局规划》指出, 要构建以数字孪生流域为核心的智慧水利体系。水利部提出加快建设数字孪生流域, 提升国家水安全保障能力, 而数据是构建数字孪生流域的数据基础, 是物理流域及其影响区域的数字化表达^[1]。因此, 作为最重要的水文数据之一, 流量成为了驱动数字孪生流域运行、加快构建具有“四预”功能的智慧水利体系的关键要素。如何将水文基础理论与AI新兴技术有机融合, 构建高精度、高时效的流量AI模型, 保障物理流域与数字流域数据的准确性、同步性与及时性^[2], 成为水文行业当前研究的热点问题。

随着人工智能技术的不断发展, 越来越多的学者开始尝试将其应用于水信息领域中。江竹等^[3]将聚类、KNN算法应用到水位流量关系参数估计中, 徐刚等^[4]开展了基于深度学习的流域洪水预报模型研究, 张然等^[5]开展了基于机器学习模型的洪水预报研究进展, 王文川等^[6]提出了基于机器学习技术的分布式水文模型参数识别方法, 袁德忠等^[7]利用BP神经网络、机器学习等算法提升H-ADCP代表流速精度。在当前用水位推流非流量的方法中, 由于水位流量关系模型非线性表达能力不等, 以及对洪水期加比降、变动回水顶托、断面冲淤变化等多因子动态变化影响的自适应能力不足, 导致了流量过程偶尔会出现跳跃的“锯齿”、推流稳定性还待优化, 同时, 在线测流方法需安装各类传感器, 持续监测多种水文要素, 比测周期较长, 经费投入较多。因此, 本研究提出了一种基于人工智能技术的推流方法, 在大数据、机器学习等新技术的支持下, 无需安装其它传感器, 仅依据水位等数据便可在线推求水文站的实时流量, 其技术经济性、推流稳定性、成果精准性等均较高, 可为水文基层业务的智能化升级提供参考。

1 研究对象及研究方法

1.1 研究对象

本文以汉口水文站为研究对象, 以机器学习与智能算法“双轮”驱动的形式, 构建流量AI模型, 不断提升其智能化与现代化水平^[8]。汉口水文站设立于1865年, 位于长江干流武汉段(图1), 控制集水面积

长江技术经济学会
Changjiang Technology and Economy Society

智慧水文专委会学术研讨会 论文集

长江技术经济学会智慧水文专委会
长江水利委员会水文局
2024年8月 贵阳

水文站水文监测业务数字化转型模式研究

陈静 胡国山
(水利部长江水利委员会水文局长江中游水文水资源勘测局, 湖北 武汉 430014)

摘要: 开展水文站水文监测业务数字化转型是顺应数字时代需求、推动新阶段水利高质量发展的重要路径。本文梳理了水文监测模式发展的四个阶段, 分别为萌芽、形成、发展及现代化阶段, 总结了传统水文监测中流量、泥沙自动监测存在“卡脖子”、监测数据存在信息孤岛和业务割裂、监测产品缺乏价值等问题, 以构建汉口站数字孪生水文站为例, 从基本概述、总体框架、关键技术及对策等方面提出了水文站水文监测数字化转型模式, 该成果可为类似水文站水文监测数字化转型提供参考。

关键词: 数字化; 水文监测; 汉口水文站; 现代化

0 引言

当前, 我国已进入数字时代, 水利部坚持把建设数字孪生流域作为推动新阶段水利高质量发展的重要路径^[9-11]。水文是水利的基础, 是推动水利高质量发展的先行性工作^[12], 发展水文数字经济是顺应经济社会发展大局的需求。

水文站是开展河湖水文监测业务的前哨, 主要从事的水文监测工作是水文的基础性工作之一, 可为构建数字孪生流域提供数据, 水文站水文监测数字化转型可以理解为借助数字化技术、现代测量技术、通讯技术、计算机网络技术等, 采集河流或流域的水文要素, 在虚拟空间中完成对水文站物理对象的映射, 开展水文数字化转型要从水文站水文监测业务数字化转型开始。

本文梳理了水文监测的发展脉络, 针对传统水文监测存在的问题, 对水文站数字化水文监测的思路、功能及关键技术进行研究, 并以百年老站汉口(武汉关)水文站(以下简称汉口站)为例, 建设数字化多源感知、耦合管理及展示运用, 形成适合于水文行业的水文站水文监测数字化转型模式。

1 水文监测模式演进

我国水文监测工作开始较早, 中间经历过停顿、发展缓慢的动荡状态后随着经济社会的快速发展, 在技术手段和方法上有了大幅提升, 水文监测的演进可以分为四个阶段: 萌芽阶段、形成阶段、发展阶段和现代化阶段。

05

第五部分



可推广性

科学技术奖奖励证书

项目名称：汉口水文站数字化转型关键技术研究
及运用

获奖等级：一等奖

获奖单位：长江水利委员会水文局长江中游水文
水资源勘测局

证书编号：S20240106-D1



编号：SWJ-TG202504

水文局创新成果推广 名录证书

长江中游水文水资源勘测局、湖北长江中星科技有限公司：

你单位(部门)数字孪生水文站构建技术入选《长江委水文局2025年
度科技成果推广名录》，特发此证。

自发证之日起，证书有效期三年。

主要完成人：(宁晓云、周帆、唐夕阳、魏猛、罗倩、陈静、胡国山)





长江中游水文水资源勘测局
湖北长江中星科技有限公司



汇报完毕！ 敬请批评指正！

THANKS

情系长江 科学测报 持续创新 服务社会