

南汀河流域数字孪生建设探讨

字文军

云南省水文水资源局临沧分局, 中国·云南 临沧 677000

摘要: 数据底板作为数字孪生平台重要组成部分和关键基础, 支撑模型计算、知识推理及上层业务应用。论文将对数字孪生南汀河数字孪生流域建设进行探索和分析, 详细介绍数据汇聚内容、数据融合处理及质控、数据模型设计, 并搭建了数据底板管理平台, 从多方面入手了解数据底板的基本框架, 在梳理数据底板建设难点和现状基础上, 探讨数字孪生技术在水资源管理、水文监测和水文灾害预防等方面的应用, 以期能够为相关人员提供一定的参考借鉴。

关键词: 数字孪生水文; 水文数字化; 智慧水利; 水资源管理

Exploration of Digital Twin Construction in the Nanting River Basin

Wenjun Zi

Lincang Branch of Yunnan Provincial Hydrological and Water Resources Bureau, Lincang, Yunnan, 677000, China

Abstract: As an important component and key foundation of digital twin platforms, data backboards support model computation, knowledge reasoning, and upper level business applications. The paper will explore and analyze the construction of the digital twin Nanting River digital twin watershed, provide a detailed introduction to data aggregation content, data fusion processing and quality control, data model design, and build a data base management platform. From multiple perspectives, the basic framework of the data base is understood. Based on sorting out the difficulties and current situation of data base construction, the application of digital twin technology in water resource management, hydrological monitoring, and hydrological disaster prevention is explored, in order to provide certain reference and reference for relevant personnel.

Keywords: digital twin hydrology; hydrology digitalization; intelligent water conservancy; water resources management

1 引言

致力于创建数字孪生流域, 以推动全国范围内智慧水利的建设, 提出孪生这一构想, 旨在增强国家对水资源安全的保障力度, 与流域治理的单元化趋势相契合, 同时响应信息技术进步带来的挑战, 并为智慧水利运营管理体系的构建提供坚实的理论和技術基础。数字孪生水文技术的实施, 是水文领域在数字化转型道路上迈出的关键步伐, 它能够实现对实体水文过程的即时监控与管理, 从而提升其效率和品质, 减少维护成本。此外, 该技术还能为科研工作和决策制定提供强有力的数据支持。目前, 数字孪生技术已经在工业生产、航空航天以及城市规划等多个领域得到广泛应用, 并展现出其巨大的潜力。云南省水利厅对此给予了高度重视, 并将数字水利建设作为今年省水文中心改革的重点任务, 以期实现水利管理的现代化和智能化。

2 基本概念

南汀河属于中缅国际界河, 被称为临沧人民的“母亲河”, 属怒江一级支流, 境内河长 255 公里, 境内流域面积 8245 平方公里, 占临沧市国土面积 35%, 发源于临沧市临翔区, 在耿马县清水河出境, 自上游至下游分别流经临翔区、云县、永德、耿马、镇康、沧源 6 个县(区), 临沧主城区、孟定坝区是南汀河流域上的两个重要的防洪区域。项目工作

组主要围绕“116”建设要求扎实推进临沧分局数字孪生升级版(二期)建设, 根据计划安排, 各工程项目按照“分门别类、重点推进、整体把控”的原则推进建设, 主要项目集中在 2024 和 2025 两年内实施完成。2024 年计划主要开展智能语音预警功能开发并应用于水情值班、水文手机 APP 开发应用(初版)、优化在线整编应用于水情报汛、小流域暴雨阈值关联性预警重要防洪河段建设、重点区域底板数据收集、重要水文站二维水动力模型建模和知识库应用、开展临沧主城区 GNSS 面雨量监测仪试点应用建设, 实现城市内涝预警从落地雨向云中雨预报预警, 延长预见期。其中, 水文手机 APP 的主要功能模块和 GNSS 面雨量监测仪建设应用建设期至 2025 年; 除此之外, 2025 年计划开展城市内涝预报预警示范应用建设、河道无人机自动巡检与智能识别系统建设, 开展流域水文遥感监测应用能力建设, 打造流域水文遥感监测队伍, 提升卫星遥感监测应用能力, 试点建设数字孪生大水文站, 切实提升流域水文站服务南汀河水旱灾害防御能力, 拓展水文站洪水演进预演能力; 此外, 对于中长期建设, 计划开展智能预报和洪水演进功能模块开发以及应用省局开发建设的全省洪水预报分布式模型系统、水情综合业务系统等, 迭代升级南汀河流域水文数字孪生平台。2022 年 2 月, 省水利厅党组成员、省水文局党委书记、局长李伯根到临沧分局开展调研, 安排部署南汀河数字孪生流

域试点建设工作。这种新技术就像给水文领域来了一场风暴,在水资源管理、水文趋势预测、生态环境保护等领域大显身手,它不仅让水文系统设计和运行变得轻松自如,还涵盖了水文过程、响应机制、水质演变以及水文灾害应对等多彩多姿的方方面面,就像给水文界来了一场“科技洪水”,在领域里逐步发光发热。

3 理论基础

临沧分局水文数字孪生建设牢牢把握水利部“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的总要求,以“116”为统领,即“一个目标,一个关系,六个结合”。先期以南汀河流域为建设试点,构建数字化场景,以自然地理、干流水系、水利工程、经济社会信息和流域防洪重点区域为主要内容,打造数据底板、构建数字流场,对物理流域进行全要素、防汛“四预”全过程数字化映射,实现物理流域与数字孪生流域之间动态、实时信息交互和深度融合,保持两者同步性、孪生性。在数据底板的基础上,构建水利专业模型、智能识别模型、可视化模型和模拟仿真引擎等组成的模型平台,打造可推广应用于临沧全流域的现代化数字孪生系统。构建数字孪生水文模型是一个数据密集的过程,它依赖于丰富的信息资源,例如水文、气象和地形数据。同时,大数据技术在此扮演着关键角色,高效地处理和分析这些庞大数据集,配合人工智能的加入就像给水文数据穿上了一身新衣,不仅可以玩数据挖掘、猜趋势、做决策优化,还能让数字孪生水文系统焕发出勃勃生机。把数字孪生技术搬到水文学领域,就能像养花一样,把水文系统捧在手心里实时监控,这招不仅提高了对水文循环的“控制欲”,还让管理变得更有“耐心”,保证水资源不再“浪费”,保证各项内容的合理分配。

4 主要架构

数字孪生技术,这个现代科技的杰作,就像是给水文系统穿上了一件高科技的“紧身衣”,不仅可以模拟水循环、水质分布和水生生态系统等关键领域,还能为水资源的管理和保护提供坚实的支撑和决策参考。通过数字孪生技术的可视化模拟,管理者们可以更直观地了解水资源的分布状况、变化趋势以及利用方式,从而优化资源配置,提升管理效率,增强水资源的可持续利用和环境保护。数字孪生技术在精确模拟和预测方面的能力,大大提高了我们预防和应对水灾害的效率与准确性,如通过模拟不同的水文情景,我们能够像玩游戏一样预见潜在的洪水、干旱或滑坡等灾害,及时采取行动,有效减轻灾害带来的影响。此外,数字孪生技术的应用还推动了水文学领域的科技创新和学科发展,引领我们走向一个数字化、智能化、高效率的新纪元,通过对水文学数据的深入分析和挖掘,揭示了新的数据特性和规律,激发了对新问题的探索和挑战,为学科的进步注入了源源不断的动力。

5 数字孪生技术在水文学领域的应用

通过实践案例分析数字孪生水文建设的应用与效果,为今后的水资源管理和水文灾害防治提供参考。

在临沧分局自身发展建设、提升服务能力方面,加快临沧水文数字化信息化,打造无人值守并可远程智慧管理的数字孪生水文站,实现远程测流、自动测流,优化在线整编应用于水情报汛,升级防汛“四预”系统,构建水文综合智慧平台,推动临沧水文“一张图”“一个平台”建设,实现《水文数字孪生地理数据底板管理系统》在南汀河流域水文一张图导入应用;综合应用物联网、大数据、水利模型、遥感、GIS、BIM、模拟仿真等技术,探索构建具有“四预”功能的流域防洪智慧体系,建设数据中台、知识图谱,全面汇聚数据底板,基本构建了“一张图”和数字流域可视化平台,实现与部、省、市平台的数据共享,为强化流域治理管理工作提供了有力支撑,在险情诊断、防洪形势研判、防汛决策与行动支持中发挥了重要作用。

6 数字孪生水文建设的挑战与展望

6.1 面临的挑战

数字孪生水文模型的可靠性和精确度,关键在于所依赖的数据品质及其搜集的广度。但在现实中,这就像是在大海捞针一样,数据搜集的挑战、方法的不统一以及数据质量的不足等因素,都可能让模型的精确度和可信度大打折扣。第一,模型构建与确认的难题,创建和验证数字孪生水文模型需要大量的水文信息和模型支持,这就像是找到一个会游泳的鱼一样不容易,主要原因在于水文系统的复杂性与不确定性,可以让任何人都感到头晕目眩。第二,技术实施与普及的障碍:数字孪生水文技术的推广需要依靠专业的技术人员、先进的设备和软件,但在实际操作中,专业人员和设备的不足、技术推广的难度及成本等问题,就像是在用一根毛线拽动一头大象一样,限制了技术的应用和普及。

6.2 未来的展望

数字孪生水文建设技术,这位未来之星,虽然还在路上跌跌撞撞,但别担心,它正以飞快的步伐向前冲刺。随着技术的不断升级和打磨,它的应用舞台正变得越来越宽广。咱们得继续给它加油鼓劲,让它的可靠性、准确性和精度更上一层楼,让它的实时性和动态性更加活跃,让它的应用范围和可扩展性像野火一样蔓延。数字孪生水文建设技术还得和其他技术大咖们搞好关系,如物联网、云计算、人工智能这些小伙伴们,一起打造一个多技术、多角度的超级联盟,让技术的力量更加全面,效益更加显著。在水资源管理、环境保护、水灾防治这些领域,数字孪生水文建设技术得大展拳脚,为水资源的可持续利用和生态环境的保护提供坚实的后盾。为此,需要让数字孪生水文建设技术走向世界,提高它的知名度和普及度,让它在产业化和商业化的道路上越走越远,为数字经济和智慧城市建设添砖加瓦。数据共享和

开放是关键,让更多的水文数据成为数字孪生水文建设的得力助手,这就需要政府、企业和学术界的大力合作与支持。加强数字孪生水文建设模型的精度和可靠性,提升数字孪生技术的应用水平,让它在水资源管理、环境保护和防灾减灾等方面发挥更大的作用。数字孪生工程,智慧水利的得力干将,数据底板是它的坚实后盾。通过数字孪生南汀河流域水文项目,我们构建了一个涵盖数据汇集、融合处理及质控、数据模型设计、管理平台等核心内容的数据底板。这个成果不仅全面覆盖了数字孪生工程业务,还以工程为核心,打造了一个时空数据模型,实现了数据治理流程的质控一体化。最后,发展数字孪生水文建设的自动化和智能化技术,让模型的计算效率和准确度更上一层楼,让数字孪生水文建设技术在智慧水利的道路上越走越宽广。同时,开发智能语音预警功能,落实水文预警信息“叫应”防汛一线要求。智能语音预警主要依托智能呼叫软件或者智能电话机器人,根据需要对外呼叫不同的对象需求情况,确定好有关话术,设定外呼条件,当发生较大雨水情过程并可能造成地方险情和影响当地百姓生命财产安全时,值班人员及时触发智能语音预警功能,向当地干部群众广播水文监测信息,降低受灾风险,实现在较低成本下高效率精确提醒社会公众防范暴雨洪水、切实达到“叫应”要求,提高临沧水文为地方防汛减灾预警服务能力。根据一期建设安排,智能语音预警功能以阿里云联络中心(Cloud Call Center)为基础,实现仅需“一台电脑+互联网”即可使用的呼叫中心服务,畅通临沧水文与地方防汛责任人和有关社会公众的联系渠道,搭建水情值班用户端,在值班人员预见雨水情可能对地方造成灾情后,确定向当地有关防汛责任人员和公众发出呼叫,对其预警,呼叫接通后先由软件自动对话能力提供智能语音问答服务,阐述监测站点信息及监测雨量、水位、流量等水文要素,提醒其注意防范、采取避险转移有关措施,对于语音服务解答不了的或者有关人员需要进一步了解的问题可以再拨打水情值班座机详细咨询,同时提供录音、记录保存服务,强化水文预警能力建设,着力提高水情预报预警的有效性和针对性。这可以通过深度学习、人工智能等新技术的应用来实现。

加强数字孪生水文建设的实践与案例积累,不断完善数字孪生水文建设模型和技术的应用场景,以更好地解决实际问题。推动数字孪生水文建设的标准化和规范化,制定数字孪生水文建设的技术标准和规范,促进数字孪生水文建设的应用和推广。

参考文献:

- [1] 钱名开.以数字孪生淮河流域建设引领淮河保护治理事业高质量发展[J].中国水利,2022(8):36-38.
- [2] 李才,管林杰,杨坤,等.数字孪生架构下水工程数字底座建设研究[J].水利规划与设计,2022(4):70-73.
- [3] 平全同,李强,何思源.数字孪生技术在大口径长距离输水管道设计中的应用[J].水利规划与设计,2022(8):102-105.
- [4] 刘业森,刘昌军,郝苗,等.面向防洪“四预”的数字孪生流域数据底板建设[J].中国防汛抗旱,2022(6):9.
- [5] 冶运涛,蒋云钟,梁犁丽,等.数字孪生流域:未来流域治理管理的新基建新范式[J].水科学进展,2022,33(5):683-704.
- [6] 刘志雨.提升数字孪生流域建设“四预”能力[J].中国水利,2022(20):3.
- [7] 刘媛媛,刘洪伟,霍风霖,等.基于机器学习短历时暴雨时空分布规律研究[J].水利学报,2019,50(6):773-779.
- [8] 刘业森,陈胜,刘媛媛,等.近年国内防洪减灾信息技术应用综述[J].中国防汛抗旱,2021,31(1):11.
- [9] 蔡阳.以数字孪生流域建设为核心构建具有“四预”功能智慧水利体系[J].中国水利,2022(20):2-6.
- [10] 钱峰,周逸琛.数字孪生流域共建共享相关政策解读[J].中国水利,2022(20):5.
- [11] 曾国雄,何林华,唐宗仁,等.以统一数据底板构建标准锚定数字孪生流域建设目标[J].中国水利,2022(20):4.
- [12] 谢文君,李家欢,李鑫雨,等.《数字孪生流域建设技术大纲(试行)》解析[J].水利信息化,2022(4):5.

作者简介: 字文军(1977-),男,彝族,中国云南云县人,在读本科生,工程师,从事水文资料收集,资料整编,水文资料分析、计算,水文预报等研究。