

数字孪生水利技术赋能河长制的实现路径与对策

石红娟 芦旭升

渭南市东雷抽黄工程管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6170

[摘要] 信息技术的快速进步为河长制实施提供了新机遇。本文讨论了数字孪生水利技术如何支持河长制。首先阐述了数字孪生水利技术和河长制的概念及其重要性,接着详述了实现路径,包括建立模型、数据交互共享和虚拟仿真决策支持。最后,提出了解决问题的对策,如加强技术研究、完善数据管理和提高技术素养,旨在提升河流治理和保护的效率。

[关键词] 数字孪生水利技术; 河长制; 实现路径; 对策

中图分类号: TV211 **文献标识码:** A

The Implementation Path and Countermeasures of Empowering River Chief System with Digital Twin Water Conservancy Technology

Hongjuan Shi Xusheng Lu

Donglei Yellow River Extraction Project Management Center, Weinan City

[Abstract] The rapid advancement of information technology has presented new opportunities for the implementation of the River Chief System. This paper discusses how digital twin water conservancy technology supports the River Chief System. First, it elaborates on the concepts and importance of digital twin water conservancy technology and the River Chief System. Then, it details the implementation paths, including model establishment, data interaction and sharing, and virtual simulation decision – making support. Finally, countermeasures to solve problems are proposed, such as strengthening technological research, improving data management, and enhancing technological literacy, aiming to improve the efficiency of river governance and protection.

[Key words] digital twin water conservancy technology; River chief system; Implementation path; countermeasure

研究背景。河长制作为我国河流治理与保护的一项重要制度创新,自实施以来取得了显著成效。然而,在实际推行过程中,仍面临着信息获取不及时、决策缺乏精准支撑、协同管理难度大等问题。数字孪生水利技术作为一种新兴的信息技术,能够通过构建虚拟的数字模型来映射物理世界中的水利系统,实现对水利设施和河流状态的实时监测、分析和预测,为河长制的深入实施提供了强大的技术支持。

研究目的与意义。本研究旨在探索数字孪生水利技术赋能河长制的有效实现路径和对策,以提高河长制的实施效率和效果,加强河流生态环境保护,促进水资源的可持续利用。通过将数字孪生水利技术与河长制相结合,能够实现河流治理的数字化、智能化和精细化,为解决当前河长制面临的问题提供新的思路和方法。

1 数字孪生水利技术与河长制概述

1.1 数字孪生水利技术的概念与内涵

数字孪生水利技术说的是借助传感器、物联网、大数据、

云计算以及人工智能等多种技术,来搭建起和物理水利系统相互对应的虚拟数字模型。该虚拟数字模型具备能够实时将物理水利系统的状态、其行为以及性能一一反映出来的能力,凭借着数据的交互以及分析活动,达成对水利系统展开监测、进行诊断、做出预测以及实施控制等一系列操作。数字孪生水利技术有着实时性的特征,还具备精确性的特点,同时其可视化的特性也较为突出,能够给水利工程在规划环节、设计阶段、建设过程以及管理方面给予全面且准确的信息方面的有力支持。

1.2 河长制的概念与实施情况

河长制是指由各级党政主要负责人担任河长,负责组织领导相应河湖的管理和保护工作。河长制的主要任务包括水资源保护、水域岸线管理、水污染防治、水环境治理、水生态修复等。自2016年全面推行河长制以来,我国在河流治理和保护方面取得了显著成效,河流生态环境得到了明显改善。然而,随着经济社会的快速发展,河长制在实施过程中也面临着一些新的挑战和问题。

1.3 数字孪生水利技术对河长制的重要意义

数字孪生水利技术能够给予河长制更为精准且实时的信息支撑,助力河长完整地掌握河流的动态变化状况,以便及时察觉并处理问题。借助构建数字孪生模型这一方式,可以针对河流的水资源、水环境以及水生态等方面展开模拟与分析,从而为河长制定出科学且合理的决策给予依据。与此同时,数字孪生水利技术还有助于推动河长制各部门间的信息共享以及协同作业,进而提升工作的效率以及管理的水平。

2 数字孪生水利技术赋能河长制的实现路径

2.1 构建数字孪生水利模型

2.1.1 数据采集与整合。借助传感器、卫星遥感以及无人机等相关技术手段,来采集河流的地形地貌状况、水文气象信息、水质水量情形以及生态环境方面等多种多样的源数据。把采集得来的数据展开清洗操作、做一番预处理工作并且加以整合处理,从而构建起统一的数据标准体系以及数据库,以此给数字孪生模型的搭建给予基础数据层面的有力支撑。在开展数据采集这项工作的进程当中,务必要周全地考量数据的全面程度以及准确程度,保证其能够如实反映出河流的真实状况。就拿水质数据的采集来讲,需要在不同的河段位置、不一样的深度之处设置相应的监测点,这样才能够获取到更为周全的水质相关信息。

2.1.2 模型构建与验证。根据采集到的数据,运用地理信息系统(GIS)、计算机模拟等技术,构建河流的数字孪生模型。模型应包括河流的水流运动、水质变化、生态演变等多个方面,能够准确反映河流的实际情况。对构建好的模型进行验证和校准,确保模型的准确性和可靠性。在模型验证过程中,可以通过与实际监测数据进行对比分析,不断调整模型参数,提高模型的精度。

2.1.3 模型更新与优化。随着河流的实际状况持续发生改变,数字孪生模型也得不断地加以更新与优化才行。要定期去采集新的数据,借此对模型做出修正以及调整方面的操作,从而确保模型可以实时呈现出河流当下的最新状态。与此同时,还可借助人工智能这类技术,让模型能够展开自动学习以及优化方面的活动,以此提升模型的预测能力,使其在决策支持方面达到更高的水平。就好比说,可以通过机器学习算法来对历史数据加以分析,进而预测河流在未来的水质变化趋向,给河长预先制定应对举措提供相应的依据。

2.2 实现数据实时交互与共享

2.2.1 建立数据传输网络。利用物联网、5G等技术,建立高效、稳定的数据传输网络,实现传感器数据的实时采集和传输。确保数据能够及时、准确地传输到数字孪生平台,为模型的实时更新和分析提供支持。在数据传输过程中,要采用可靠的通信协议和加密技术,保障数据的安全性和完整性。

2.2.2 构建数据共享平台。建立统一的数据共享平台,整合河长制各部门的数据资源,实现数据的共享和交换。通过数据共享平台,河长和相关部门可以实时获取河流的各种信息,打破信息壁垒,提高工作效率和协同管理能力。数据共享平台应具备数

据存储、查询、分析等功能,方便用户对数据进行管理和使用。

2.2.3 数据安全与隐私保护。在数据实时交互与共享过程中,要高度重视数据安全和隐私保护。采用加密技术、访问控制等手段,确保数据的安全性和完整性。同时,制定严格的数据使用规则和管理制度,保护个人隐私和敏感信息。例如,对于涉及企业排污等敏感数据,要严格限制访问权限,防止数据泄露。

2.3 开展虚拟仿真与决策支持

2.3.1 虚拟仿真分析。运用数字孪生模型,针对河流的各类情景展开虚拟仿真层面的分析工作。就好比说,去模拟在不同流量状况以及不同污染负荷情形之下河流的水质所发生的变化状况,同时对河流生态系统的演变趋向等进行预测。借助于这一虚拟仿真分析,能够为河长给予既直观又精准的决策方面的依据。在开展虚拟仿真的这个过程当中,可以对不同的参数以及情景加以设置,以此来模拟各式各样有可能出现的情况,进而助力河长更为详尽且全面地知晓河流的变化规律。

2.3.2 决策支持系统开发。开发基于数字孪生技术的河长制决策支持系统,将虚拟仿真分析结果与专家知识、政策法规等相结合,为河长提供科学合理的决策建议。决策支持系统应具备数据查询、分析、预测、预警等功能,能够根据不同的决策需求提供个性化的服务。例如,当河流出现水质超标等情况时,决策支持系统能够及时发出预警,并提供相应的治理措施建议。

2.3.3 应急响应与处置。利用数字孪生模型和决策支持系统,建立河流突发事件的应急响应机制。在发生洪水、水污染等突发事件时,能够快速模拟事件的发展过程,评估事件的影响范围和程度,为应急处置提供决策支持。同时,通过数据实时交互与共享,实现各部门之间的协同作战,提高应急处置能力。例如,在发生水污染事件时,环保部门、水利部门等可以通过数据共享平台实时获取污染信息,协同制定治理方案。

3 数字孪生水利技术赋能河长制面临的问题

3.1 技术层面

3.1.1 技术成熟度不够。数字孪生水利技术处于发展阶段,高精度传感器、大数据分析、人工智能等关键技术不成熟,导致数据采集不准确、分析结果不精准,影响模型准确性和可靠性。

3.1.2 技术集成难度大。数字孪生水利技术涉及物联网、GIS、计算机模拟等多学科技术集成,不同技术间兼容性和协同性差,如物联网设备与GIS系统数据传输交互问题,增加了集成难度,影响系统运行效率。

3.2 数据层面

3.2.1 数据质量不高。由于数据采集设备的精度和可靠性有限,以及数据采集过程中的人为因素等,导致采集到的数据存在误差和缺失,影响了数字孪生模型的构建和分析。部分数据采集人员可能存在操作不规范的情况,导致数据不准确;一些老旧的监测设备可能无法提供高精度的数据,影响了数据的质量。

3.2.2 数据共享困难。河长制各部门之间的数据标准不统一,数据格式不一致,导致数据共享困难。同时,部分部门存在数据保密意识过强的问题,不愿意将数据共享给其他部门,影响了数

据的综合利用效率。例如,环保部门和水利部门的数据标准可能存在差异,导致数据无法直接共享和整合。

3.3 人员层面

3.3.1 技术人才短缺。数字孪生水利技术是一种新兴的技术,需要具备多学科知识和技能的专业人才。目前,我国在数字孪生水利技术领域的专业人才短缺,制约了该技术的推广和应用。培养一名既懂水利专业知识,又掌握信息技术的复合型人才需要较长的时间和大量的资源。

3.3.2 人员技术素养有待提高。河长制相关工作人员对数字孪生水利技术的认识和了解不够,缺乏相应的技术操作和应用能力。需要加强对工作人员的技术培训,提高其技术素养和应用水平。部分河长和工作人员可能对数字孪生技术的概念和应用场景不太熟悉,无法充分发挥该技术在河长制中的作用。

4 数字孪生水利技术赋能河长制的对策

4.1 加强技术研发与创新

4.1.1 加大科研投入。政府和企业应增加对数字孪生水利技术的科研投入,支持高校、科研机构和企业开展研究和开发。鼓励产学研合作,设立专项科研基金,推动技术创新和成果转化。

4.1.2 突破关键技术瓶颈。集中力量突破高精度传感器、大数据分析、人工智能等关键技术,提高模型准确性和可靠性。加强技术集成创新,解决兼容性和协同性问题,推动数字孪生水利技术发展。

4.2 完善数据管理机制

4.2.1 提高数据质量。加强数据采集设备的维护和管理,提高数据采集的精度和可靠性。建立数据质量审核机制,对采集到的数据进行严格的审核和校验,确保数据的准确性和完整性。定期对数据采集设备进行校准和维护,培训数据采集人员的操作技能,提高数据采集的质量。

4.2.2 促进数据共享。制定统一的数据标准和规范,推动河长制各部门之间的数据共享和交换。建立数据共享激励机制,鼓励部门之间积极共享数据。同时,加强数据安全管控,保障数据的安全和隐私。通过政策引导和制度建设,打破部门之间的数据壁垒,实现数据的高效共享和利用。

4.3 提升人员技术素养

4.3.1 加强人才培养。高校应加强数字孪生水利技术相关专业的建设,培养一批具备多学科知识和技能的专业人才。同时,开展在职人员培训,提高河长制相关工作人员的技术素养和应用能力。开设数字孪生水利技术相关的课程和专业,加强实践教学环节,培养学生的实际操作能力。

4.3.2 普及技术知识。通过举办培训班、研讨会、科普宣传

等活动,普及数字孪生水利技术的知识和应用方法,提高全社会对该技术的认识和了解。制作科普宣传材料和视频,利用互联网、社交媒体等渠道进行广泛传播,让更多的人了解数字孪生水利技术的重要性和应用前景。

5 数字孪生水利技术赋能河长制的应用案例分析

5.1 案例一:某城市河流治理项目

在某城市的河流治理项目中,引入了数字孪生水利技术。通过构建数字孪生模型,实时监测河流的水质、水量、水流等参数。在一次突发的水污染事件中,数字孪生模型迅速模拟出污染扩散的范围和趋势,为应急处置提供了准确的决策依据。相关部门根据模型提供的信息,及时采取了拦截、净化等措施,有效控制了污染的扩散,减少了对河流生态环境的影响。

5.2 案例二:某流域水资源管理项目

某流域在水资源管理中应用数字孪生水利技术。通过数据实时交互与共享平台,整合了水利、环保、农业等多个部门的数据。利用虚拟仿真分析,对流域内的水资源进行了合理调配。在干旱季节,根据模型预测的水资源供需情况,提前制定了水资源调配方案,保障了流域内居民的生活用水和农业灌溉用水需求,提高了水资源的利用效率。

6 结论

数字孪生水利技术为河长制实施带来新机遇,通过构建模型、数据交互共享和虚拟仿真决策支持,提升河长制效率和效果,强化河流生态保护。但技术、数据和人员问题仍需解决。应对策略包括加强技术研发、完善数据管理、提升人员技术素养,以促进技术在河长制中的应用,推动河流治理保护工作。实际案例显示其成效显著,未来应扩大推广和应用。

[参考文献]

- [1]蒋慧媛.基于数字孪生的水利设备运行状态在线监测方法[J].珠江水运,2024(1):61-63.
- [2]李婕,回晓莹,喻救星.数字孪生浏阳河顶层设计理念[C]//第六届城市水安全与水管理学术研讨会论文集,2023.
- [3]陈占才,卢中华,朱孟东.数字孪生技术在连云港市“清水进城”中的应用[J].江苏水利,2022,(06):69-72.
- [4]王晓莹,孔千慧,戴梦圆,等.数字孪生水利技术赋能河长制的实现路径与对策[J].水利经济,2023,41(04):75-81+105.

作者简介:

石红娟(1996--),女,汉族,陕西渭南人,大专,助理工程师,研究方向:水利电气自动化。

芦旭升(1994--),男,汉族,陕西渭南人,本科,助理工程师,研究方向:水利电气自动化。