

# 数字孪生在水利水电信息化上的应用研究

徐其磊

德州市潘庄灌区运行维护中心

**摘要：**随着工业智能化的发展，越来越多的工业企业开始尝试将数字孪生技术应用于生产和制造过程中。数字孪生技术是一种将现实物理世界与虚拟数字世界相结合的技术，旨在快速创建、更新和优化物理实体模拟的数字孪生模型，以实时监控和优化其运行状态。数字孪生技术在工业领域的应用已经证明它的作用无可替代，可以有效提高生产效率和质量，降低生产成本，提高企业核心竞争力。在水利水电工程建设中，其质量不仅关系到整个项目的实施结果，而且关系到整个项目的生命周期以及利用价值。在工程建设初期，高品质的施工能够降低工程建设中后期改造与维护成本。水利工程建设管理包括了施工进度、施工质量、施工安全等多个层面，所以，参加水利工程的施工单位要深刻认识到在建设过程中施工管理的重要性，把握好水利工程施工各阶段的管理工作，注重对施工技术和规范管理的创新，这样，才能推动我国水利事业向着更好的方向发展。

**关键词：**数字孪生；水利水电；信息化；应用；分析

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.05.221

## 引言

在水利信息化现状中，存在着信息、数据、标准缺乏等问题。这些问题限制了水利信息化领域的发展，并给水利事业的正常运行带来了很大的不利影响。因此，在这样的背景下，数字孪生技术具有发展的必要性和应用的迫切性。数字孪生作为一种新兴的数字技术，近年来已经广泛应用在工业领域中，而在水利行业中的应用也逐渐引起了人们的关注。数字孪生技术是利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。在水利系统设计优化中，数字孪生技术可以通过建立数字孪生模型，对水利系统进行全面的仿真和模拟分析，得出最优的设计方案。在水利系统运行维护中，数字孪生技术可以对水利系统的各类运行数据进行实时监控和分析，及时预警系统运行故障，保障水利系统安全稳定运行。在水利安全监测中，数字孪生技术可以通过建立水利系统的数字孪生模型，对水利系统进行全面的安全评估，及时发现潜在危险并采取相应的措施，从而实现水利系统的智能化和安全运行。

## 一、分析信息化的概述

在这个信息时代，可以发现如下一些显著的特征。一是以5G为代表的高速互联网技术，这给整个网络带来了一个全新机遇，即巨量的数据在高速率、低延迟下传输将成为一种常态。二是将AI技术与设备的智能生产结

合起来，这将极大地冲击着传统的劳动力密集产业和数据分析产业。随之而来的，就是大批的劳动力被解放出来，并发生巨大的变化。从图纸、模型、电脑模拟，进入了一个可以让人身临其境的崭新虚拟现实。三是随着大数据的迅速发展，人们生活环境中的各个构成要素将会被数字地展现出来，从而使人们对将来的分析和决策更加的智能。四是BIM技术：使建筑三维建模进入信息时代，并以数字形式展示给技术人员。

## 二、分析数字孪生水利水电技术概念及特点

### （一）分析数字孪生水利水电技术概念

基于数字孪生技术，对水利水电系统进行建模、仿真和优化，从而提高水利水电系统的精细化管理和运行效率。通过对水利水电人员在日常工作中面临的问题及需求分析，结合数字孪生技术的概念及相关理论，探讨提出数字孪生水利水电技术的概念。数字孪生水利水电技术是利用新一代信息技术，通过水利水电人员物理实体与虚拟实体的信息实时交互、双向数据映射、信息融合反馈，实现物理实体、虚拟实体及指挥调度服务的全过程、全属性、全数据的集成与融合，在孪生数据驱动下，实现攻坚指挥调度、方案规划过程的孪生数据迭代，从而实现高效探查的一种最优救援手段。

### （二）数字孪生水利水电技术特点

数字孪生水利水电技术具有以下特点：一是数据是数字孪生的核心要素，是数字孪生体正常运转的基础。数字孪生体是物理实体在虚拟空间的真实数据映射。在

大量数据驱动下，实现数字孪生体各个部分的动态映射、孪生体行为及状态的正常更新、孪生体在虚拟空间中的分析预测等。在水利水电过程中，数据的缺乏、数据传输不及时以及对于数据缺乏科学处理很有可能会引起现场指挥员判断错误，从而造成事故问题。因此，保障数据的采集和传输是构建数字孪生水利水电技术重中之重。二是数字孪生过程是双向数据映射过程，孪生体的模型构建、行为逻辑、状态更新、仿真实现等均通过数据映射实现。数据孪生由数据驱动，数据更新是数字孪生体正常运转的动力。对于水利水电过程的应用场景，如果数据更新速率太慢，或者数据不可靠，很可能会引发致命的后果。因此，在水利水电中，如何保障数据更新的速率以及数据可靠性是极其重要的一环。三是信息技术协助数字孪生决策过程。数字孪生系统是一个闭环系统，数字孪生体始终处于不断更新、不断完善的过程。在这个过程中，5G通信、大数据、物联网、云计算、人工智能等新一代信息技术为数字孪生体的构建提供技术支撑。提出合理的模型来处理孪生过程中的孪生体行为及决策是数字孪生过程中的难点和最关键的部分

### 三、分析水利水电信息化现状及问题

#### （一）分析水电行业的信息化发展现状

在我国经济建设发展的过程中，水利水电是作为一个重要的组成内容，信息化的建设主要是作为实现可持续发展以及现代化水利管理的重要方式之一，现如今水利信息化的发展已经是取得了较为理想的成绩，但是在整体上依然是有待于提升，因此在信息化的进程之中，水利行业面临多重挑战，如技术水平相对较低、数据管理不规范等问题，这些都制约了水利信息化发展后续进程。在数字孪生技术的支持下，水利信息化发展所面临的问题可迎刃而解。数字孪生技术在水利行业的应用不仅可以提高效率和减少成本，而且能够提高水利系统的安全性和可靠性。因此，数字孪生技术在水利信息化中具有广阔的应用前景。

#### （二）分析水电信息化存在的问题

现如今对于我国的水利水电信息化而言，其发展取得了一定的成绩，但是实际工作开展的过程中，也是存在一些问题，其问题主要是如下所示：一是信息化水平不平衡。二是由于水利领域的数据获取途径、考虑的

因素较多，整合的困难系数也较大。三是水利信息化发展进程中缺乏标准和规范体系，不利于信息流通与共享。四是信息安全方面的保障还需进一步加强，存在安全漏洞的情况也时有发生。针对这些问题，数字孪生技术能为水利信息化建设提供有效解决方案。数字孪生技术可以对水利体系进行精准建模，从而准确分析、检测水利设施的运行状态，优化设计方案、提升运维效率。此外，通过数字孪生技术，能够提高水利设施的监测精度，预测设备故障发生的可能，提前制定防范措施。

#### （三）分析水利系统数字化与优化需要

随着社会经济持续的发展和科学技术的进步，水利水电系统的信息化需求随之增加，但是因为水利工程区域分布较为广泛，设备的数量相对比较多，传统的手工记录已经难以胜任信息化的需求。目前，数字孪生技术的发展，为水利信息化提供了一种新的解决方案。数字孪生技术可以通过模拟真实的水利系统及其环境，以及对这些系统进行实时的数据监测和分析，提高水利系统的运行效率，优化水资源的利用。因此，水利系统数字化与优化的需求日益迫切。

### 四、分析数字孪生在水利信息化中的应用

#### （一）分析数字孪生在水利系统设计优化中应用

在水利水电行业进行发展的过程中，数字孪生是存在着较为重要的一个作用，并且在行业发展的过程中，该技术的应用主要是通过模拟水利系统的运行过程，帮助设计人员对水利系统进行优化设计。同时实时监测水利系统的运行状态，快速发现故障，提高水利设施的运行效率。还可用于水利巡查和安全监测，提高水利系统的安全性和可靠性。

#### （二）分析数字孪生在水利系统运行维护中应用

在水利系统运行维护的过程中，通过数字孪生技术构建出虚拟模型，能够更好的实现对水利系统运行过程的动态监测以及预测和预警等方面的功能，从而提供出更加全面以及准确和实时的运维技术方式。一是数字孪生技术主要是可以实现水利设施的远程监测和模拟仿真工作，并且是通过对水利设施的3D建模，数字孪生技术可以将真实设施与虚拟模型相结合，构建完整的数字孪生模型。在数字孪生模型中，能够对水利系统的动态运行情况进行全面监测，预测潜在的问题和风险，并及时

采取行动进行修复和优化,从而提高水利设施的安全性和稳定性。二是数字孪生技术还可以实现对水利系统运行过程的实时预警和诊断。通过数字孪生技术,可以对水利系统各个环节的运行情况进行实时监测,并通过预警系统及时发现问题和风险,同时提供运行分析和故障诊断支持,为运维人员提供科学的决策依据,提高水利系统的运行效率和可靠性。总之,数字孪生技术在水利系统的运行维护中的应用,可以提供更全面、精准、实时的监测和分析支持,为水利设施的安全运行提供更加有力的保障。日后数字孪生技术将会继续在水利行业信息化中扮演着十分重要的角色,与此同时也能够有助于行业实现数字化和智能化的转型发展。

### (三) 分析数字孪生在水利安全监测中的应用

在水利行业发展的过程中,其中传统的安全监测工作是存在着角度的问题,这些问题的存在对于行业发展和进步有着直接的影响,例如传统很多监测方式仅仅只是可以提供出一些简单的数据信息内容,难以达到事前预警和事中控制以及事后评估等全过程的监测工作。因此提升水利安全监测的智能化程度成了当前亟待解决的问题。在水利安全监测中,数字孪生技术可以实现对水利系统的实时模拟和重现,可以建立各种复杂的模型,包括水文模型、水力学模型、水文水力联合模型等,利用复杂的算法和大量的计算资源,实现对水利系统的快速建模和仿真。通过这些模型的运行获取到各种指标、数据和结论,从而达到提升监测的准确性和及时性的目的。数字孪生技术在水利安全监测方面还能够实现对水库、河道、水电站等各种重要的水利设施的智能化监测。通过在设施上安装各种传感器,实时收集设施内部的各种信息和数据。同时,利用数字孪生技术中的深度学习、人工智能等算法,并且在实际工作开展的过程中,通过对这些数据进行智能化的分析和处理后,能及时发现水利系统所出现的各种异常情况和问题,在此基础上能够更好的实现及时预警和应急控制等目的。

### 总结

总而言之,随着信息化的快速发展,水利行业也逐渐实现了信息化建设,但在信息化的进程中,也暴露出了一些问题,例如水利行业信息化建设存在的低层次、

重复投入和人才短缺等问题,同时,水利系统数字化与优化的需求也越来越迫切。因此,数字孪生技术在水利信息化中的应用具有广泛的前景和深远的意义,并且随着数字孪生技术的不断发展和完善,它将会在水利信息化中发挥越来越重要的作用。数字孪生技术在水利系统设计优化中的应用可以让设计者通过对水利系统的数字化建模,快速地进行系统优化设计。数字孪生技术在水利系统运行维护中的应用则可以通过高精度数字模型,实现对实际系统的仿真模拟,快速分析故障原因并进行故障排除。在水利安全监测中,数字孪生技术可以通过数字化监测数据快速计算水利系统的状态参数,并提供实时的监测警报。这些应用可以提高水利系统的安全性、稳定性和运行效率,为水利事业的发展打下坚实的基础。

### 参考文献

- [1] 湛菲. 探索水利水电工程勘测设计行业信息化发展[J]. 珠江水运, 2022, 99(01): 39-40.
- [2] 程海. 信息化技术在水利水电工程安全管理中的应用[J]. 四川建材, 2021, 47(12): 221-222.
- [3] 王国强. 建立水利水电工程移民信息化标准体系的探讨[J]. 水力发电, 2020, 46(03): 9-12.
- [4] 朱珉吉. 水利水电设计计算机网络信息化的建设运用研究[J]. 计算机产品与流通, 2019, 99(09): 30.
- [5] 王仲伟. 浅议水利水电信息化技术及管理尝试[J]. 信息记录材料, 2018, 19(06): 16-17.
- [6] 宋亮. 县级水利水电工程信息化系统建设现状及发展建议[J]. 科技创新与应用, 2016, 99(21): 247.
- [7] 胡志红. 对水利水电信息化技术应用与管理的思考[J]. 湖南水利水电, 2016, 99(02): 98-99.
- [8] 屈武国. 水利水电工程信息化施工遵循的原则[J]. 黑龙江水利科技, 2013, 41(12): 278-279.
- [9] 刘东, 王鄂豫, 王强. 水利水电工程征地移民安置信息化框架体系研究[J]. 人民长江, 2013, 44(02): 92-95+108.
- [10] 刘四雄, 周洲. 关于水利水电设计中网络信息化建设[J]. 科技传播, 2012, 4(20): 206+202.