

数字孪生技术与智慧水利建设分析

何虹 吴皓楠

(水利部珠江水利委员会珠江水利综合技术中心, 广东 广州 510610)

【摘要】随着社会的不断发展与进步,我国科学技术也处于飞速发展的状态。数字孪生技术作为一种先进的技术,其应用价值正处于不断提高的状态。通过将这一技术应用到更加广泛的领域当中,能够有效推动我国整体的建设脚步。水利工程作为我国开展的重要工程之一,若能将数字孪生技术应用其中,就能够进一步实现智慧水利的建设。水利工程的作用也能够发挥到最大,逐渐朝着现代化与高质量的方向发展。本文先阐述了数字孪生技术和智慧水利建设,并从多方面概括了数字孪生技术在智慧水利建设中应用的有效策略,从而有效实现数字孪生技术与智慧水利建设的深度融合,让二者能够起到相辅相成的积极作用。希望本文能够为水利工程建设方面的优化提供一定的参考价值。

【关键词】数字孪生技术;智慧水利;建设分析

引言:在新时代的背景下,水利行业为了更好地迎接新的发展机遇与挑战,正在积极作出创新与改革。通过在建设中运用更加先进的技术,能够有效提高自身在建设质量和建设效率。但是由于以往水利行业过于注重传统施工理念的实施,导致数字孪生技术在智慧水利建设中的应用还存在一定的困难。只有结合数字孪生技术和智慧水利建设的具体情况,并制定出相应的应用策略,才能够确保数字孪生技术对智慧水利建设起到积极的推动作用,促进智慧水利建设的发展。

一、数字孪生技术

(一) 定义

数字孪生技术是一种充分利用物理模型和传感器更新等知识的先进技术,能够超越显示,在虚拟的空间中完成映射。数字孪生技术具有较为成熟的理论技术体系,能够被广泛地应用于多个领域当中。为了便于数字孪生的理解,庄存波等提出了数字孪生体的概念,认为数字孪生是采用信息技术对物理实体的组成、特征、功能和性能进行数字化定义和建模的过程。数字孪生体是指在计算机虚拟空间存在的与物理实体完全等价的信息模型,可以基于数字孪生体对物理实体进行仿真分析和优化。数字孪生是技术、过程、方法,数字孪体是对象、模型和数据。

(二) 发展

“数字孪生”的概念和技术思维模式,2002年的时候,由美国密歇根州立大学的从事产品生命周期管理 PLM 的 Michael Grieves 教授,在一次产品生命周期管理课程中提出了镜像空间模型。Michael

Grieves 将其命名为“信息镜像模型”(Information Mirroring Model,简称 IMM),而后按照其技术路线和作用,演变为“数字孪生”的术语和概念。“数字孪生”技术是在 MBD (MBD 技术也称为三维标注技术)基础上深入发展起来的,企业在实施基于模型化系统工程(MBSE)的过程中,产生了大量的物理的模型、数学的模型。因此,数字孪生还可以看作是一种数字信息代替物理实体的彩排和推演,让数字化价值真正得到体现^[1]。

二、智慧水利建设

(一) 内容

智慧是指生物所具有的基于神经器官产生的一种自身调节和对外界反馈的高级综合能力,包含有:感知、记忆、理解、联想、情感、逻辑、辨别、计算、分析、判断、取舍、包容、决断等多种能力。智慧让人可以深刻地理解人、事、物、社会、宇宙、过去、现状、将来,拥有思考、分析、探求真理的能力。水利是指人类为了生存和发展的需要,采取各种措施,对自然界的水和水域进行控制和调配,以防治水旱灾害,开发利用和保护水资源。

智慧水利是在以智慧城市为代表的智慧型社会建设中产生的相关先进理念和高新技术在水利行业的创新应用,是云计算、大数据、物联网、传感器等技术的综合应用。智慧水利建设则是实现智慧水利的建设,其在建设的过程中,会运用到互联网技术、大数据技术和人工智能技术等多种先进的技术,方便后续开展信息交换和通信的工作。智慧水利的建设还包括智能感知和数据采集两大部分,能够实现对水资源的科学监测。

（二）目标和意义

现阶段，智慧水利建设已经成为了我国的重点建设内容。因为通过建设智慧水利，能够为我国在水利方面的管理构建新的模式。其主要的建设目标和意义可以概括为以下几点。

1. 提高水管理效率。智慧水利建设的原理就是通过运用传感器和数据分析等手段，实现对水资源的全面管理与监督。通过这一方面的建设，也能够有效提高水管理的效率。及时掌握水资源的动态情况，实现资源的合理调配。在这种情况下，水利工程的运行效率就能够得到大幅度提升，方便开展更加高效的管理。

2. 保护水资源。通过建设智慧水利，能够对水资源实现最大程度的保护。因为智慧水利在实际运行的过程中，会对水环境产生一定的影响。只要通过技术将这些影响因素控制在内，就能够及时发现水环境中存在的问题。通过科学的手段将其解决，促进水生态环境的健康发展。

3. 节约水资源。这也属于水利工程开展的基本目标，通过建设智慧水利就能够实现节约用水。将以往传统水利工程中存在的问题解决，运用先进的监测手段，避免水资源出现浪费的情况。与传统的水利工程相比，智慧水利对水资源数据的建设更加全面，解决水资源存在的供需问题，实现对水资源的合理调控。这就有利于提高水资源的利用率，达到节约用水的目标^[2]。

三、数字孪生技术在智慧水利建设中应用的有效策略

（一）明确数字孪生技术在智慧水利建设中的应用步骤

想要将数字孪生技术更好地应用于智慧水利的建设，首先需要明确具体的应用步骤。应用步骤的明确能够进一步保证数字孪生技术的落实情况，使其成为推动智慧水利建设的核心技术力量。数字孪生技术在智慧水利建设中的应用主要可以分为以下三步。

1. 分析智慧水利建设现状。通过对智慧水利的建设现状进行分析，能够为数字孪生技术的落实做好准备。相关技术人员可以进行实地考察，方便了解技术应用的重点与难点。在考察的过程中，需要综合考虑到人、机、物、环境这四个方面的影响程度。

2. 建立专门的研发团队。由专门的研发团队负责相关的工作，能够确保这项应用措施因地制宜地开展。团队人员可以将真实的数据要素作为边界条件，通过构建相应的数字模型，改变智慧水利建设的主体。这一举措可以在云计算技术的支持下完成，确保能够为构建数字模式提供指导。

3. 明确总体的应用框架。应用框架的明确能够进一步保证技术的落实情况，通过建立感知层、控制层等多个层面，确保应用框架的完整性。为了确保框架的实效性，可以让应用框架处于动态化的形式。结合智慧水利建设与数字孪生技术的实际发展情况，提供最有效的解决方案。

（二）完善数字孪生技术在智慧水利建设中的应用机制

由于目前我国智慧水利建设已经具有了较为完善的运行体系，将数字孪生技术应用其中的目的，就是为了实现运行体系现代化的发展。通过完善这一技术在智慧水利建设中的应用体系，就能够确保通过这一技术推动智慧水利运行体系的运维。数字孪生技术也得以成为智慧水利建设的全新模式，实现建设的精准化管理与运行。数字孪生技术在智慧水利建设中的应用机制的完善主要包括以下三个方面。

1. 智慧水利的运行。这一方面的完善重点应放在对智慧水利各项运行措施的仿真模拟中，能够对运行的全过程进行模拟，方便发现运用过程中潜在的危险。此时可以建立起专门的水利工程运行管理方案，通过对其运行情况进行实施的监督，确保工程能够以智能化的状态运行下去。

2. 智慧水利的设备。设备的完善也属于机制完善的内容之一，只有确保设备以良好的状态运行下去，才能够让数字孪生技术更好地应用其中。可以通过采取预警处理措施，对水利设备的状态进行监测。一旦发现设备存在异常的情况，就会立即发出警报，方便工作人员采取相应的解决措施^[3]。

3. 智慧水利的安全。智慧水利的安全至关重要，只有其安全性得到了保障，才能够避免将数字孪生技术应用到智慧水利建设中时，承受巨大的风险。这一方面的完善则需要加强机制的安全性，通过采取有效的数据安全保护措施，确保能够实现数据的安全存储与传输。

（三）遵循数字孪生技术在智慧水利建设中的应用原则

原则的遵循能够进一步保证将数字孪生技术更加规范地应用到智慧水利的建设中，避免因应用不规范导致资源浪费等情况。这也是由于数字孪生技术的特殊性，其发展至今，蕴含的内容十分丰富。智慧水利建设方面的应用属于其中的组成部分，遵循原则有利于让这一技术为智慧水利建设创造更加客观的效益。具体需要遵循的原则如下。

1. 持续性原则。将数字孪生技术应用到智慧水利建设中属于一项需要长期坚持的工作，通过遵循持续性的原则，能够确保这一技术在智慧水利建设中发挥

持续性的作用，并不断进行深化与推广。这样智慧水利建设也会更具综合性，能够被赋予更多的服务功能。

2. 阶段性原则。随着科学技术的不断发展，数字孪生技术也会处于不断发展的状态。只有遵循阶段性的原则，才能够确保数字孪生技术能够对智慧水利建设产生越来越大的优化作用。当数字孪生技术步入新的阶段时，智慧水利也应实现更高层次的建设。

3. 导向性原则。在将数字孪生技术应用到智慧水利建设中时，还需发挥牵引及引导的作用，避免智慧水利在建设的过程中遭遇瓶颈。通过遵循导向性的原则，能够有效实现这一技术在智慧水利建设中的突破，使其发挥出更重要的作用，解决建设中存在的短板问题。

（四）加强数字孪生技术在智慧水利建设中的应用力度

数字孪生技术在智慧水利建设中应用力度的加强，能够使得这一技术在建设中发挥更大的作用。由于想要将数字孪生技术应用到智慧水利建设中，需要有专门的系统作为支持。此时便可以通过对系统的优化，实现力度的增强。具体的优化措施如下。

1. 提高系统数据底板的构建能力。通过优化系统数据治理、感知集成和图形服务三个方面，就能够让数据的底板构建能力得到提高。数据治理方面主要可以优化算法服务这一部分，结合实际的建设需求，采取适当的算法公式。感知集成主要需要优化设备管理方面，通过实现更高效率的管理，有效提高管理的质量。图形服务则主要需要优化代码配置方面，通过运用更加高级的代码，让系统能够自主地完成更加复杂的行为^[4]。

2. 优化系统数据服务的模式。通过采用新型的业务推广和部署模式，有效优化系统的信息化服务能力。此时可以通过构建“业务+平台”的方式，让系统数据服务模式能够提供人工智能服务、借口服务等多种服务功能。

3. 加强系统的赋能应用能力。这一方面能力的加强有利于为智慧水利建设提供更加专业的技术支撑。通过构建“2+N”水利应用体系，能够让数字孪生技术更加全面地应用其中。这一方面能够从根源上优化系统的公共服务能力，让数字孪生技术能够通过应用到智慧水利建设中，对整个社会起到推动作用。

（五）实现数字孪生技术在智慧水利建设中的应用管理

通过实现数字孪生技术在智慧水利建设中的应用管理，能够有效强化数字孪生技术在智慧水利建设中的应用效果。因为智慧水利建设的主要目的是实现对水资源的管理。这一方面的管理工作会涉及到多个

领域，不同领域的建设重点也存在差异。此时想要实现精准地应用管理，还需对这些不同的领域进行划分，以便于达到理想的应用效果。具体可以将其分为以下三个方面的管理。

1. 城市雨洪管理。这一方面智慧水利建设主要是为了更好地帮助城市应对雨洪等灾害，其建设重点应放在智慧水利系统的建设方面。通过建设专门的系统，实现对雨水的实时监测。并对流量和水位等参数进行收集与分析，方便为后续城市的雨水排放工作提供基础的理论依据。

2. 流域管理。流域方面的管理主要是指对流域内的水资源和水环境进行管理，确保流域的可持续性。此时在进行智慧水利建设时，需要将建设的重点放在对水质和气候条件的分析方面，通过对多种数据的综合分析，确保实现对水资源供需的合理调配。一旦出现洪水爆发等情况，能够提前进行预警。

3. 农业管理。农业方面的管理属于智慧水利建设的重点内容，这一方面的管理工作主要是指对水资源的合理利用，确保满足农田的水分需求。此时智慧水利建设的重点应放在对农田土壤湿度的分析方面，通过对农田水分的分析，确保农民能够进行科学的灌溉。此时就能够在保证农作物产量与质量的基础上，节约水资源^[5]。

结论：综上所述，通过将数字孪生技术应用与智慧水利建设中，能够有效推动水利的发展。在如今科学技术发展如此迅速的形势下，水利行业通过这一方面的发展，能够有效提升自身的核心竞争力。并且智慧化的建设对于水利行业来说，是获得发展的必然举措。数字孪生技术能够作为智慧水利建设中新的技术手段，能够为智慧水利建设提供更加稳固的保障。水利工程作为有利于民生的工程，其发展会对国民经济的发展产生直接的影响。通过实现其发展，就能够进一步促进我国经济水平的提高，从而有效加快我国整体的建设脚步。

参考文献：

- [1] 宋敏,周伊文.数字孪生技术赋能水利工程建设管理路径[J].水利经济,2023,41(06):73-78+113.
- [2] 燕永建.数字孪生技术与智慧水利系统的融合及应用[J].水电站机电技术,2023,46(11):120-123.
- [3] 王松岳,陈凤琴,朱照远.数字孪生技术在智慧水利建设中的应用[J].山东水利,2023(09):13-14.
- [4] 王岩,刘斌,徐立建等.数字孪生技术与智慧水利枢纽建设思考[J].江苏水利,2022(S2):76-80.
- [5] 张以晓.论数字孪生技术与智慧水利建设[J].黑龙江水利科技,2022,50(07):180-183.