

BIM技术在水利工程安全监测中的应用研究

张方坤

山东省水利工程局有限公司 山东 济南 250000

摘要: 随着水利工程规模扩大与复杂性提升,安全监测重要性凸显。本文聚焦于BIM技术在水利工程安全监测领域的应用研究。首先概述BIM技术基本情况,接着详细阐述其在水利工程安全监测中的多方面具体应用,包括实时监测施工过程、工程结构健康、潜在风险、施工材料性能、设备运行状态以及集成多源数据实现综合监测等。同时,分析该技术应用过程中面临的数据标准与互操作性、模型精度与复杂度、数据安全与隐私等挑战,并针对性地提出制定统一标准规范、优化模型、加强人员培训、强化数据保护等应对策略,为BIM技术在水利工程安全监测中的有效应用提供参考。

关键词: BIM技术;水利工程;安全监测;应用研究;挑战与策略

引言:水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其安全稳定运行关乎国计民生。传统的水利工程安全监测方式在数据整合、实时性、精准度等方面存在一定局限。随着信息技术的飞速发展,BIM(建筑信息模型)技术凭借其强大的信息集成与可视化功能,逐渐在水利工程领域崭露头角。BIM技术能够为水利工程安全监测提供全新的思路与方法,通过构建三维数字化模型,将工程的各种信息集成于一体,实现对水利工程全生命周期的动态监测与管理。深入研究BIM技术在水利工程安全监测中的应用,对于提升水利工程安全保障水平具有重要的现实意义。

1 BIM技术概述

BIM(Building Information Modeling),即建筑信息模型技术,是一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具。它通过对建筑项目各类相关信息的集成,构建三维数字化模型,为项目全生命周期提供全面、准确的信息支持。BIM技术以三维几何模型为基础,不仅包含建筑构件的形状、尺寸等几何信息,还涵盖了材料、性能、造价等非几何信息。这些信息相互关联、动态更新,使得项目各参与方能够在同一平台上共享和协同工作。该技术具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等显著特点。可视化让项目在规划、设计阶段就能以直观的三维形式呈现,便于各方理解与沟通;协调性可有效解决不同专业之间的碰撞问题,减少设计变更;模拟性能够对施工过程、建筑性能等进行模拟分析,提前发现潜在问题;优化性则基于丰富的信息对项目方案进行不断优化;可出图性可直接从模型中生成各类施工图纸,提高出图效率与质量^[1]。

2 BIM技术在水利工程安全监测中的具体应用

2.1 实时监测施工过程

在水利工程施工阶段,BIM技术发挥着实时动态监测的关键作用。通过在施工现场合理布置多种传感器,如高精度的位移传感器、应力应变传感器等,这些传感器能持续采集施工过程中各类关键数据,像结构构件的位移变化、受力状态等,并将数据实时传输至预先构建好的BIM模型中。IM模型依据接收到的数据迅速更新,以直观的三维可视化形式呈现施工进度与实际状态。施工管理人员借助这一模型,能随时对比实际施工进度与计划进度,及时发现偏差并分析原因,进而调整施工安排,确保工程按计划有序推进。同时,对于施工过程中的结构安全问题,一旦传感器监测到数据超出安全阈值,BIM模型会立即发出警报,精准定位问题部位,提醒施工人员采取紧急措施,如加固结构、停止危险作业等,有效避免安全事故的发生,保障施工过程的安全与高效。

2.2 监测工程结构健康

水利工程结构长期承受水力、自重等多种荷载作用,其健康状况直接关系到工程的安全运行。BIM技术为工程结构健康监测提供了全面且精准的解决方案。利用BIM模型集成工程结构的详细设计信息,包括结构尺寸、材料属性、受力体系等,构建起数字化的结构健康基准。通过在结构关键部位安装长期监测设备,持续采集结构的应力、应变、振动、裂缝等数据,并实时传输至BIM模型。模型对这些数据进行动态分析和处理,与初始健康状态进行对比,及时发现结构的损伤和劣化情况。借助可视化技术,以不同颜色或标识直观展示结构的健康状态,一旦发现异常,能迅速定位损伤位置,评估损伤程度,为工程维护和加固提供科学依据,确保水利工

程结构长期处于安全可靠的运行状态。

2.3 监测工程潜在风险

水利工程面临着诸多潜在风险,如自然灾害、地质灾害以及人为因素等引发的风险。BIM技术凭借其强大的信息整合与模拟分析能力,能够有效监测和评估这些潜在风险。对于自然灾害风险,BIM模型可结合气象、水文等数据,模拟不同降雨、洪水工况下工程的运行情况,预测可能出现的漫堤、溃坝等风险。在地质灾害方面,整合地质勘探资料,分析工程所在区域的地质构造、土壤稳定性等信息,评估滑坡、泥石流等地质灾害对工程的威胁程度。同时,通过实时监测工程结构的应力、变形等参数,结合历史数据和模拟分析,提前发现因长期受力、环境侵蚀等因素引发的潜在破坏风险。一旦监测到风险指标异常,及时发出预警,为管理人员制定风险应对策略、采取防范措施提供有力支持,降低风险对水利工程造成的损失。

2.4 监测施工材料性能

施工材料的性能对水利工程的质量和安全性起着决定性作用。BIM技术在监测施工材料性能方面具有显著优势。在材料进场阶段,利用BIM模型记录材料的规格、型号、批次、生产厂家等详细信息,建立材料信息数据库。通过在施工现场设置材料性能监测设备,如混凝土强度检测仪、钢筋力学性能测试仪等,实时采集材料的实际性能数据,并与数据库中的标准性能参数进行对比分析。一旦发现材料性能不符合要求,及时发出警报,防止不合格材料用于工程建设。在施工过程中,持续监测材料的性能变化,如混凝土的碳化深度、钢筋的锈蚀程度等,评估材料在长期使用和环境作用下的性能劣化情况。通过BIM模型的可视化展示,管理人员能直观了解材料性能状况,合理安排施工进度和材料使用,确保水利工程采用的材料始终符合质量安全标准。

2.5 监测设备运行状态

水利工程中各类设备的正常运行是保障工程安全与功能实现的关键。BIM技术为设备运行状态监测提供了高效、精准的手段。将水利工程中的各类设备,如水泵、闸门、发电机等,在BIM模型中进行精确建模,并关联设备的详细技术参数和运行要求。通过在设备上安装传感器,实时采集设备的运行数据,如转速、温度、压力、振动等,并将数据传输至BIM模型。模型对采集到的数据进行实时分析和处理,与设备的正常运行参数进行对比,判断设备是否处于正常运行状态。一旦发现设备运行数据异常,如温度过高、振动过大等,立即发出警报,并准确指出故障设备的位置和可能的原因。管理人

员可根据这些信息及时安排设备检修和维护,避免设备故障扩大化,确保水利设施设备始终保持良好的运行状态,保障工程的正常运行和安全。

2.6 集成多源数据实现综合监测

水利工程安全监测涉及多个方面,会产生大量来自不同来源的数据,如施工过程数据、结构健康数据、环境数据等。BIM技术能够实现这些多源数据的集成与综合监测。通过建立统一的数据接口和平台,将各类监测设备、传感器以及相关软件系统采集到的数据进行整合,汇聚到BIM模型中。BIM模型作为数据集成中心,对这些多源数据进行统一管理和分析。利用数据挖掘和机器学习等技术,从海量数据中提取有价值的信息,发现数据之间的潜在关联和规律。例如,通过分析施工过程数据与结构健康数据的关系,评估施工活动对工程结构的影响;结合环境数据和设备运行数据,预测设备在不同环境条件下的运行状况。通过综合监测和分析,为水利工程的安全管理提供全面、准确的决策依据,实现对水利工程安全状况的全方位、动态化掌控,提升工程安全管理的水平和效率^[2]。

3 BIM技术在水利工程安全监测中面临的挑战

3.1 数据标准与互操作性问题

水利工程涉及众多参与方,不同软件和系统生成的数据格式与标准差异较大。例如,设计单位、施工单位和监测单位可能使用不同的BIM软件,这些软件在数据存储、编码和交换格式上缺乏统一规范。这导致数据在传递和共享过程中出现兼容性问题,难以实现无缝对接和高效协同。各参与方需花费大量时间和精力进行数据转换和整合,不仅降低了工作效率,还可能因数据格式转换错误而影响监测数据的准确性和完整性,进而影响水利工程安全监测的可靠性和及时性。

3.2 模型精度与复杂度问题

水利工程规模宏大、结构复杂,构建高精度的BIM模型需要详尽的工程信息。然而,在实际应用中,获取全面准确的数据存在一定难度,这限制了模型精度的提升。同时,为追求高精度而构建过于复杂的模型,会使模型文件过大,对计算机硬件性能要求极高,导致运行速度缓慢,甚至出现卡顿、死机现象。而且,复杂模型在数据处理和分析时难度大幅增加,不仅耗费更多时间和资源,还可能因计算复杂度过高而出现错误,影响对水利工程安全状况的准确判断。

3.3 数据安全性与隐私问题

水利工程安全监测数据包含大量敏感信息,如工程结构参数、地质资料、设备运行状态等。这些数据一旦

泄露,可能被不法分子利用,对水利工程的安全运行造成严重威胁。在BIM技术的应用过程中,数据通过网络进行传输和共享,增加了数据被窃取、篡改的风险。此外,部分BIM软件和平台可能存在安全漏洞,容易被黑客攻击,导致数据丢失或损坏^[3]。

4 BIM技术在水利工程安全监测中的策略

4.1 制定统一的数据标准与规范

水利工程参与方众多,数据格式与标准不一严重影响BIM技术应用效果。应由行业权威机构牵头,联合各参与主体,共同制定统一的数据标准与规范。明确数据存储格式、编码规则、交换接口等,确保不同软件和系统生成的数据能无缝对接与共享。同时,建立数据审核机制,对输入和输出的数据进行严格审核,保证数据的准确性和完整性。通过统一标准,打破数据壁垒,实现各参与方在水利工程安全监测中的高效协同工作,提高数据利用效率,为准确评估水利工程安全状况提供可靠的数据支持,推动BIM技术在水利工程领域的广泛应用和深入发展。

4.2 优化模型精度与简化模型复杂度

针对水利工程BIM模型精度与复杂度的矛盾,需采取优化措施。一方面,依据水利工程不同阶段的需求,合理确定模型精度。在设计阶段,可构建高精度模型以满足详细设计要求;在施工和运维阶段,适当降低模型精度以提高运行效率。另一方面,运用先进的建模技术和算法,对复杂模型进行简化处理。去除不必要的细节和冗余信息,保留关键结构和参数,在保证模型能准确反映水利工程主要特征和安全状况的前提下,降低模型对计算机硬件的要求,减少数据处理和分析的时间,提升BIM技术在水利工程安全监测中的实用性和经济性。

4.3 加强人员培训与技术交流

BIM技术在水利工程安全监测中的应用,对人员素质要求较高。要加强专业人才培养,开展针对性的培训课程,内容涵盖水利工程知识、BIM技术原理、软件操作、数据分析等方面,提高人员的综合技能。同时,鼓励水利工程企业和科研机构开展技术交流,分享BIM技术应用经验和最新研究成果。通过举办学术研讨会、技术论坛等形式,促进人员之间的沟通与合作,拓宽视野,

激发创新思维。此外,建立人才激励机制,对在BIM技术应用方面有突出贡献的人员给予奖励,吸引更多人才投身于水利工程安全监测领域,为BIM技术的推广应用提供人才保障。

4.4 强化数据安全与隐私保护

水利工程安全监测数据关乎工程安全和国家利益,必须强化数据安全与隐私保护。采用先进的加密技术对数据进行加密处理,确保数据在传输和存储过程中的保密性。建立严格的访问控制机制,对不同用户设置不同的访问权限,防止非法用户获取敏感数据。定期进行数据备份,防止数据丢失或损坏。同时,加强网络安全防护,安装防火墙、入侵检测系统等安全设备,抵御黑客攻击和病毒感染。此外,制定完善的数据隐私保护政策,明确数据使用范围和方式,在保证数据有效利用的同时,保护相关单位和个人的隐私信息,营造安全可靠的数据应用环境,推动BIM技术在水利工程安全监测中的健康发展^[4]。

结束语

BIM技术在水利工程安全监测领域的应用研究,为提升工程安全保障水平开辟了全新路径。其凭借强大的信息集成、可视化展示与数据分析能力,实现了对施工过程、结构健康、潜在风险等多方面的实时精准监测。通过集成多源数据,打破了信息壁垒,让安全监测更为全面系统。未来,随着技术的持续创新与完善,BIM技术将在水利工程安全监测中发挥更大作用,进一步降低安全风险、提高工程效益。我们应积极推动其广泛应用,为水利事业的稳健发展筑牢坚实的技术根基。

参考文献

- [1]江涛,梁林,李成.BIM技术在水利工程施工管理中的应用研究[J].内蒙古水利,2024,(03):98-100.
- [2]王雪艳,胡国辉.BIM技术在农业设施建设应用中的分析与探讨[J].南方农机,2024,55(06):55-58.
- [3]曹海峰.浅谈现代智慧水利系统技术应用与实践[J].陕西水利,2024,(03):137-138+141.
- [4]裘明华.数据挖掘技术在水利工程安全监测管理中的应用研究[J].水利科技与经济,2021,27(11):127-130.