

工程管理场景下数字孪生与 BIM 技术融合应用分析

张艺朦¹ 陈梓茁¹ 王清禾¹ 何羽天²

1 西安财经大学, 陕西 西安 710100

2 江苏医药职业学院, 江苏 盐城 224005

摘要: 深入探讨工程管理场景中数字孪生与 BIM 技术融合应用的本文, 先是阐述二者概念、特点并分析其融合于工程管理中的优势, 像实现全生命周期管理、提升协同效率、增强决策科学性等的情况, 通过研究发现当前存在技术标准不统一、数据交互困难、专业人才匮乏等问题的融合应用, 从技术发展瓶颈、管理模式滞后、人才培养不足等角度剖析其成因且针对性提出完善技术标准体系、构建数据共享平台、加强人才培养等策略, 展望有着广阔应用前景的数字孪生与 BIM 技术融合在工程管理领域的情况, 旨在为推动工程管理数字化转型提供理论支持与实践参考。

关键词: 工程管理; 数字孪生; BIM 技术; 融合应用; 数字化转型

DOI:10.63887/jeti.2025.1.3.15

一、引言

随着信息技术飞速发展下工程管理领域经历着深刻变革, 以数字孪生通过对物理实体进行数字化映射实现对其全生命周期实时监控与优化、BIM 技术以三维模型为载体整合工程建设项目各类信息为工程管理提供可视化协同化工作平台, 作为工程管理数字化转型重要支撑的数字孪生与 BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 技术逐渐成为行业关注焦点的二者融合应用于工程管理场景, 可有效整合两者优势以提升工程管理精细化智能化水平、提高工程建设质量与效率并降低项目风险, 但目前其在工程管理中的融合应用仍处于探索阶段面临诸多挑战的状况下, 深入研究数字孪生与 BIM 技术融合应用对推动工程管理行业高质量发展有着重要理论意义和实践价值^[1]。

二、数字孪生与 BIM 技术概述

以集成多学科信息为途径的数字孪生技术, 在虚拟空间里对实体装备全生命周期进行

映射, 有着高仿真性、实时交互性以及全生命周期管理的特点^[2]。其中, 精准建模得益于高仿真性, 通过实时交互性能够实现对实体装备的监控与优化, 而全生命周期管理则为其提供了全面的数据支持^[3]。基于数字化三维模型的 BIM 技术, 把工程项目的各类信息加以集成, 对全生命周期管理予以支持, 还提供了协同工作的平台^[4]。它具备三维可视化、信息集成性以及协同性的特点, 以此来提高工程管理的效率与准确性^[5]。将以数字化模型作为核心的数字孪生技术与 BIM 技术相融合, 对工程项目信息进行整合, 从而为工程管理提供支持。BIM 技术重点在于设计和施工阶段, 数字孪生技术则着重于运营维护阶段, 二者相结合能够让全生命周期的信息得以贯通, 进而提升工程管理的效能。

三、数字孪生与 BIM 技术融合在工程管理中的优势

(一) 实现工程全生命周期管理

融合数字孪生与 BIM 技术可对工程项目

从规划设计、施工建设直至运营维护各阶段予以数字化整合，设计阶段利用 BIM 技术三维建模及方案优化且数字孪生技术可对设计方案虚拟仿真以评估可行性与潜在风险，施工阶段借助传感器采集施工实时数据并传输至数字孪生模型，结合 BIM 模型达成对施工进度、质量、安全的实时监控，运营维护阶段数字孪生模型能持续跟踪建筑物运行状态并结合 BIM 模型设备信息实现设备智能化管理与维护，进而实现工程全生命周期的精细化管理。

（二）提升协同管理效率

数字孪生与 BIM 技术融合所形成的情况为工程管理各参与方提供着一个统一的协同工作平台，基于 BIM 模型可供不同专业设计人员进行协同设计以便及时发现和解决设计冲突，通过数字孪生模型能让施工单位实时了解施工进度和现场情况从而合理安排施工资源，借助该平台可使业主单位全面掌握项目建设情况进而实现与各参与方的高效沟通与协作，这种协同管理模式把传统工程管理中信息不对称、沟通效率低的问题打破，将工程管理的协同效率显著提升。

（三）增强决策科学性

在工程管理过程中至关重要是决策的科学性，融合后的技术体系可提供丰富且准确信息支持于决策，借助数字孪生模型对工程运行状态实时模拟分析并结合 BIM 模型各类数据，管理者能对工程建设及运营过程各种情况予以预测评估，进而提前制定应对策略以避免决策失误，比如在工程建设过程中经对数字孪生模型分析可预测施工进度可能的延误从而提前调整施工计划，在运营维护阶段可预测设备故障风险以便及时安排维修更换以降低运营成本。

（四）降低工程风险

数字孪生与 BIM 技术融合应用带来的效果是有助于降低工程风险，具体体现为在设计

阶段借助虚拟仿真可提前发现设计缺陷及潜在风险进而避免施工过程中的设计变更与返工，在施工阶段通过实时监控各项参数能及时发现安全隐患及质量问题并采取相应措施整改，在运营维护阶段对建筑物和设备运行状态实时监测可及时预警潜在故障以降低事故发生概率，最终通过对工程全生命周期的风险管控有效降低了工程建设及运营过程中的风险。

四、数字孪生与 BIM 技术融合应用现状与问题

（一）技术标准不统一

目前，就数字孪生与 BIM 技术而言，二者处于各自发展的态势，统一的技术标准以及规范呈现出缺乏的状况。由不同软件厂商所开发的 BIM 软件以及数字孪生平台，在数据格式、接口标准等方面均存在着差异，这种差异致使数据无缝交互以及共享无法达成。就像不同 BIM 软件所生成的模型文件格式各有不同，当把其导入数字孪生平台之时，便有可能出现数据丢失或者格式错误之类的问题，如此一来，技术融合的效果以及应用推广都受到了影响。

（二）数据交互困难

在数字孪生技术与建筑信息模型（BIM）技术融合过程中，实现大量数据实时交互和共享面临众多挑战，源于工程管理涉及多参与方及众多业务系统，致使数据来源广泛且格式多样，就像施工中传感器采集的数据与 BIM 模型信息存在难以有效整合问题，而此整合难题让数字孪生模型无法精确反映工程项目实际情况，进而影响工程管理决策准确性。

（三）专业人才匮乏

数字孪生与 BIM 技术融合应用这项综合性较强的工作，需既懂工程管理又掌握数字孪生和 BIM 技术的复合型人才，然而目前工程管理领域专业人才大多仅熟悉传统管理方法与单一技术，缺乏对其融合应用的深入理解及实践经验，且相关教育培训体系不完善，难以

满足行业对复合型人才需求,制约技术融合推广应用。

(四) 应用成本较高

在工程管理领域,数字孪生与 BIM 技术融合应用所涉及的诸多方面均需投入,像软件购买方面、硬件设备升级换代方面、数据采集及处理等环节,皆离不开大量资金的支持。并且,相关人员培训以及技能提升也需投入与之相应的成本。对于众多中小型工程企业而言,因这些应用的成本相对偏高,承担起来往往颇具难度,从而在很大程度上对数字孪生与 BIM 技术在该领域的广泛普及与应用形成了限制。

(五) 管理模式滞后

传统工程管理模式以职能划分部门致各部门间信息沟通不畅且协作效率低下的状况下,数字孪生与 BIM 技术融合应用需打破该传统管理模式以建立更加协同、高效管理体系,然而目前诸多工程企业管理模式依旧滞后难以适应技术融合带来变革的情形影响着技术融合在工程管理中的应用效果。

五、数字孪生与 BIM 技术融合应用问题的成因分析

(一) 技术发展瓶颈

数字孪生与 BIM 技术处于不断发展完善阶段且在数据处理、模型构建、仿真分析等方面存在技术瓶颈的情况,比如对于大规模、复杂工程项目,数字孪生模型构建与计算需强大计算能力及高效算法支持而目前技术水平难满足此需求的状况,此外还有数据标准化及互操作性问题制约技术融合与应用的情形。

(二) 管理理念落后

部分工程企业和管理人员存在对数字孪生与 BIM 技术融合应用重要性认识不足、仍沿用传统管理理念和方法的情况,有着缺乏对新技术接受和应用意识、认为引入新技术会增加管理成本和风险且不愿意进行管理模式变

革和创新的问题,致使技术融合在实际应用中难以得到有效推广和实施。

(三) 人才培养体系不完善

目前我国高校和职业院校在工程管理专业课程设置方面存在对数字孪生和 BIM 技术教学内容相对少、缺乏系统性与专业性的情况,同时企业内部培训体系也有不够完善、对员工技术培训和继续教育重视不足而无法满足企业对复合型人才需求的问题,人才培养体系的这种不完善致使行业内专业人才匮乏,进而成为制约数字孪生与 BIM 技术融合应用的重要因素。

(四) 行业标准建设滞后

数字孪生与 BIM 技术融合应用涉及多领域多专业,其对统一的行业标准和规范来指导规范应用的需求迫切,然而当前我国在这方面标准建设相对滞后,存在缺乏统一的数据标准、接口标准及应用规范的情况,致使不同企业和项目技术应用有差异,无法达成数据共享协同,进而影响技术融合整体效果。

六、优化数字孪生与 BIM 技术融合应用的策略

(一) 完善技术标准体系

加强数字孪生与 BIM 技术融合应用方面标准的研究与制定工作,建立起统一的数据标准、接口标准以及应用规范,推动行业协会、科研机构和企业相互间展开合作以共同参与标准制定,确保标准具备科学性、实用性与权威性,与此同时积极与国际标准接轨促使数字孪生与 BIM 技术融合应用朝着国际化发展,通过完善技术标准体系来解决数据交互与共享问题进而提高技术融合的兼容性和协同性。

(二) 构建数据共享平台

开发具备数据采集、存储、处理、分析和可视化等功能且能对来自不同数据源的数据进行标准化处理与整合从而为数字孪生与

BIM 技术融合应用提供可靠数据支持的统一的数据共享平台,实现工程管理各参与方和业务系统之间的数据集成与共享,借此打破信息孤岛、提高数据利用效率以达成工程管理的协同化与智能化。

（三）加强人才培养

高校和职业院校应通过优化工程管理专业课程设置、增加数字孪生和 BIM 技术相关教学内容来培养学生数字化思维和技术应用能力,同时加强与企业合作开展实习实训及产学研合作项目以提高学生实践能力;企业则应加强内部培训,定期组织员工参加数字孪生与 BIM 技术培训课程及学习交流活动,鼓励员工学习新技术、新知识以提高员工专业素质和综合能力,此外还可通过引进外部专业人才为企业注入新的技术力量推动数字孪生与 BIM 技术融合应用的发展。

（四）降低应用成本

可通过政府出台相关扶持政策,给予采用数字孪生与 BIM 技术融合应用的工程企业财政补贴、税收优惠等支持以降低其应用成本,同时软件厂商和硬件设备供应商不断优化产品性能、降低产品价格来提高性价比,且工程企业自身加强成本管理、合理规划技术应用方案,经提高技术应用效率和管理水平降低技术

应用成本,进而提高企业的经济效益和竞争力。

（五）创新管理模式

工程企业需积极转变管理理念并创新管理模式以适应数字孪生与 BIM 技术融合应用需求,建立以项目为中心打破部门壁垒加强沟通协作的协同管理机制,引入数字化管理工具和方法实现工程管理流程优化与智能化决策,通过创新管理模式提高工程管理效率和质量从而充分发挥数字孪生与 BIM 技术融合应用优势。

七、结论

信息技术持续进步以及工程管理行业对数字化转型有需求,推动着数字孪生与 BIM 技术融合应用,预示着在建筑工程及其他基础设施建设领域广泛应用前景,这种融合能促进工程项目全生命周期智能化管理、提升建设质量与效率、降低成本与风险,为工程管理行业高质量发展提供技术支撑;随着人工智能、大数据、物联网等技术发展,其融合应用会创造更多创新应用场景,给行业带来新发展机遇;虽存在技术标准不统一、数据交互困难、专业人才短缺等问题,但通过完善技术标准、构建数据共享平台、加强人才培养等措施可解决,推动二者在工程管理领域深度融合与广泛应用,未来这些技术将在工程管理数字化、智能化转型中发挥关键作用。

参考文献

- [1]徐文浩. 数字孪生技术在调水工程建设与管理中的应用研究[J]. 工程技术研究,2025,10(06): 124-126.
- [2]杜彩龙. 现代数字信息化技术在建筑工程管理中的应用[J]. 江苏建材,2025,(01):144-146.
- [3]苏霞,郝泽嘉,隗轶伦,等. 数据机理双驱动的数字孪生穿黄隧洞应用探索[J]. 水利信息化,2025,(01):21-27.
- [4]任雪会. 数字孪生背景下水利工程档案管理的实践研究[J]. 办公室业务,2025,(04):71-73.
- [5]欧阳鹭霞,郭志亮,邹佳旻. BIM 与人工智能融合在工程管理数智化的应用研究[J]. 高科技与产业化,2025,31(01):70-72.

作者简介：

张艺朦（2003.11-），男，汉族，陕西汉中，本科，研究方向：工程。

陈梓苗（2004.05-），女，汉族，陕西宝鸡人，本科，研究方向：工程。

王清禾（2004.06-），女，汉族，陕西汉中，本科，研究方向：工程。

何羽天（2004.09-），男，汉族，陕西汉中，专科，研究方向：工程。