

Exploring the Application of BIM Technology in Engineering Management

Yifei Song

Henan University of Economics and Law, Zhengzhou, Henan, 450046, China

Abstract

BIM technology, as one of the core technologies in engineering management, has demonstrated outstanding value in modern engineering management with its characteristics of integration, visualization, collaboration, and parameterization. This article summarizes the basic concepts and cutting-edge developments of BIM technology, analyzes the specific applications of BIM in the entire life cycle of buildings, including design, construction, and operation, and discusses the main challenges and response strategies it faces. Finally, it looks forward to the future development trends of BIM. This study has certain reference value for the in-depth research and practical application of BIM technology.

Keywords

BIM technology; Engineering management; The entire lifecycle of a building; BIM application

探讨 BIM 技术在工程管理中的应用

宋怡非

河南财经政法大学, 中国 · 河南 郑州 450046

摘 要

BIM技术作为工程管理的核心技术之一,以其集成化、可视化、协同化和参数化等特性,在现代化工程管理中展现出突出价值。本文综述了BIM技术的基本概念与前沿进展,分析了BIM在建筑设计、施工、运维等建筑全生命周期过程中的具体应用,并探讨了其面临的主要挑战及应对策略,最后对BIM的未来发展趋势进行了展望。本研究对BIM技术的深入研究和实践应用具有一定的参考价值。

关键词

BIM技术; 工程管理; 建筑全生命周期; BIM应用

1 引言

2025年5月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于持续推进城市更新行动的意见》中明确提出“深化建筑信息模型(BIM)技术应用,实施城市基础设施生命线安全工程建设”,并致力于“深化BIM技术与人工智能、物联网的融合应用,驱动设计-施工-运维全链条协同”,将BIM技术在工程管理中的重要性提升到一个新高度。

20世纪70年代初,美国首次提出建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术的概念,随着计算机硬件性能的提升与软件算法的突破,BIM技术已经从二维平面图纸过渡到三维模型,实现了从静态展示到动态直观模拟的跨越^[1]。通过深度整合建筑、结构、机电等多专业数据,有效打破了传统工程管理中的信息孤岛困境,大幅提升了全生命周期管理的协作水平与决策质量。

当前,BIM技术已经成为建筑行业数字化转型的关键引擎,为整个建筑行业的可持续发展与创新注入了强劲动力^[1]。因此,深入探讨BIM技术与其他新兴技术的融合应用路径,对于推动工程管理领域的创新发展具有重要意义。

2 BIM 技术概述

BIM技术是一种基于三维数字技术的集成化建模方法,其本质是通过构建包含建筑项目几何信息、功能属性及工程参数的数字化模型,实现对建筑全生命周期的动态管理与协同作业^[2]。BIM技术具有以下几个核心特征:

(1) 信息集成化。BIM模型整合了建筑构件的几何参数、材料性能、施工工艺等多维度属性,形成统一的数据载体,解决了传统设计模式下各专业间数据割裂的问题,为跨专业协同提供了数字化平台。

(2) 展示可视化。BIM的三维模型可以直观展示建筑空间关系与构件细节,支持多角度观察与实时交互,为设计优化与施工模拟提供直观依据,有助于提前发现设计冲突与施工可行性问题。

【作者简介】宋怡非(2005-),男,中国河南邓州人,从事工程管理研究。

(3) 设计协同化。BIM 技术采用的开放式数据架构和实时数据同步更新,支持多专业团队在统一平台上开展协同作业,可减少专业间的信息错漏,以优化施工流程。

(4) 建模参数化。BIM 技术通过定义构件间的逻辑关系与约束条件,实现了设计变更的自动关联更新。通过模型参数化设计,以精确控制几何元素的规范与检测标准,确保复杂构件的加工精度与装配质量^[3]。

综上所述,BIM 技术形成了贯穿工程项目全生命周期的数字化信息库,为复杂工程的精细化管理提供了有力的支撑平台。

3 BIM 前沿进展

3.1 全生命周期深化应用

BIM 技术正从单一设计或施工阶段向全生命周期管理延伸,涵盖规划、设计、施工、运维等环节^[4]。然而,当前多数项目仍局限于管线碰撞检测等局部应用,全流程推广面临标准化不足、跨阶段协作困难等挑战,因此 BIM 技术在全生命周期工程应用在持续深化中。

3.2 与新兴技术融合

BIM 技术与新兴技术加速融合,推动智能建造发展。与 AI 技术结合,BIM 可生成优化设计方案,提升效率与创新性;与物联网技术结合,BIM 可实现施工进度、成本等数据的实时分析与预测^[5];与大数据技术结合,BIM 可支持设施管理、能耗分析及设备维护等任务。

3.3 国产化与标准化进程

目前,中国正推动 BIM 技术国产软件生态建设,减少对国外平台的依赖,同时加速制定数据交换格式、工程验收规范等行业标准^[1],以适应智慧城市与新型城镇化需求。

4 BIM 应用分析

4.1 BIM 技术在建筑设计中的应用

在建筑设计阶段,BIM 技术利用高精度的三维建筑信息模型,为设计流程提供了直观的空间表达与数据集成平台,显著推动了建筑设计业务向数字化、协同化和智能化方向发展。

(1) 基于 BIM 的可视化设计。首先,设计师能够通过三维模型实时观察建筑形体的空间关系、材质表现等建筑信息,突破传统二维图纸的表达局限性,可直观呈现建筑内外部空间的视觉效果,为方案调整提供可靠依据。其次,这种可视化能力还可以促进设计师与业主、施工方之间的沟通效率,降低了因理解偏差导致的设计返工风险。

(2) 基于 BIM 的多专业协同设计。首先,基于 BIM 的协同平台能够实现多专业模型的实时整合,设计师可在整合后的模型中进行修改并即时反馈到关联构件,有效避免设计冲突。其次,多专业实时协作显著减少了传统设计中的信息孤岛问题,缩短了设计周期并提升了方案的一致性。

(3) 基于 BIM 的参数化设计。BIM 技术利用参数化设计插件,能够快速生成多种设计方案以供对比。通过设

定建筑功能、能耗、成本等关键参数,进行性能模拟分析,通过分析自然通风、日照采光等变化因素对多个设计方案 BIM 模型的影响,实现最优设计决策,从而提升设计质量与创新性。

4.2 BIM 技术在建筑施工中的应用

在建筑施工阶段,BIM 技术通过多维数据整合与施工模拟,来提升工程管理的精细化和协同效率,主要体现在以下方面:

(1) 基于 BIM 的施工模拟分析。基于 BIM4D 信息化技术可模拟施工流程,直观展示工序衔接与资源调配,提前识别场地限制、设备冲突等问题^[4],在超高层建筑中通过模拟优化塔吊布设方案,避免吊装路线冲突。

(2) 基于 BIM 的动态进度管理。BIM 技术与物联网技术深度结合,为施工进度的动态管控提供了创新解决方案。通过将 BIM 模型与施工日志、材料进场数据等关键信息联动,生成可视化预警机制。当进度滞后时自动分析延误原因,并提供对应的人力或工序优先级调整方案,以实现缩短工期和降低返工成本。

(3) 基于 BIM 的安全风险管控。BIM 技术通过对集成安全风险数据进行分析,实现对施工现场的安全风险管控^[5]。通过碰撞检测可以识别临边防护缺失、管线交叉等隐患,并生成危险源热力图。在深基坑工程中,BIM 技术可模拟土压力变化,为支护设计提供科学辅助,确保工程安全。

(4) 基于 BIM 的质量管控。BIM 技术可以关联构件信息来绑定生产、运输、施工环节信息,形成可追溯的质量档案,发现质量问题可快速定位责任方。BIM 技术还可以结合无人机航测与激光扫描,实时对比现场数据与设计模型,工程验收效率和结构合格率大幅提升^[6]。

4.3 BIM 技术在建筑运维中的应用

在建筑运维阶段,业主可以将 BIM 技术三维可视化的优势与运维数据集成,以达到提升建筑管理的智能化水平的目的,主要体现在以下核心方向:

(1) 基于 BIM 的设备管理。通过整合 BIM 模型中的设备信息与物联网传感器,形成可视化运维数据库,实现实时定位、状态监测及历史档案调取。此类应用解决了传统模式中信息分散、响应滞后等问题,并自动生成维护工单,进一步提升运维效率。

(2) 基于 BIM 的智能运维。BIM 技术可以持续记录运维数据,形成知识库,基于机器学习与建筑设备性能数据,可预测设备剩余寿命,制定预防性维护策略,还可以根据实时运行参数生成维护建议,避免资源浪费与突发故障。

(3) 基于 BIM 的能耗分析。通过 BIM 技术与能耗模拟软件集成,可精确分析围护结构性能、设备系统效率、气候适应性等关键参数,并建立可动态更新的数字孪生模型,实现动态监测分项能耗分析。

(4) 基于 BIM 的空间管理。在空间管理中,利用 BIM 技术可以实时追踪空间使用状态,大幅提升各类场所的空间利用率。

(5) 基于 BIM 的应急管理。在应急场景中,利用 BIM 技术可快速生成疏散路径模拟与设备指令,改善空间路径导航的用户体验,提高应急处置效率。

5 BIM 应用的挑战与对策

5.1 BIM 应用的技术挑战

目前 BIM 技术在工程管理中面临两大核心技术瓶颈:一是数据兼容性问题、二是模型精度与计算效率矛盾。

数据兼容性问题。在 BIM 技术应用中,IFC 标准要求统一数据交换框架,但其四层架构难以完全适配专业需求。不同 BIM 软件编码规范与存储格式不完全兼容,导致模型传递时部分属性数据丢失。在国内,IFC 的应用标准化不足和技术适配问题尤为突出。

模型精度与计算效率间的矛盾。模型精度与计算效率之间的平衡始终是一大挑战。高精度模型需高性能硬件支持,但常规工程环境下难以实现。若采用简化模型提升响应速度,则可能引发碰撞检测遗漏与工程量统计误差,进而影响施工可行性验证。

为了应对协同效率与行业适配的挑战,我们可以采取以下对策:

(1) 强化 IFC 标准的本地化适配。针对国内规范差异问题,应开发 IFC 属性的本土化参数扩展包,增强其在中文环境下的兼容性,重点解决 IFC 文件对中文参数的编码支持。对铁路、桥梁等复杂工程,需将国际扩展标准与中国特有技术参数进行深度融合和本地化适配。

(2) 推动跨平台的协同协议。为加强国产软件与国际生态的对接,国产 BIM 软件需深度解析 IFC 四层架构,重点突破领域层的自定义实体映射。构建基于 CIM(城市信息模型)的超级协同平台,整合 BIM、GIS 与 IoT 数据流,为城市级项目的规划、建设和运维提供一体化的数字支撑。

(3) 探索轻量化的模型技术。将超大型模型数据进行网格化处理,仅加载可视范围内的网格数据。基于用户场景自动调整模型精度,实现精度-效率平衡。通过用分阶段模型迭代(如设计阶段 LOD 300,施工阶段升级至 LOD 500),可以在一定程度上实现了模型轻量化,缓解了精度与效率间的矛盾。

5.2 BIM 应用的管理挑战

尽管技术工具的迭代为 BIM 应用提供了基础支持,但管理机制的滞后性也逐渐成为 BIM 技术落地的关键瓶颈,结合行业现状,管理层面的挑战有以下两个方面:

(1) 人才结构性短缺与能力断层。BIM 技术的跨学科特性要求从业者兼具工程专业知识和数字化技能,但目前大多数高校的工程管理专业教学只注重工程知识的培养,而轻视了数字化技能。大部分中小型企业又受限于高昂培训成本,难以建立系统化人才培养机制,导致基层的技术员多数局限于传统的二维设计,管理层的决策者缺乏 BIM 战略的执行力,使得 BIM 技术能力出现了断层。

(2) 工程管理流程的协同障碍。传统线性管理模式与

BIM 全生命周期协同需求之间存在显著矛盾,信息孤岛问题尤为突出^[6]。工程项目的合同条款与责任划分无法匹配 BIM 动态调整机制,业主、设计院、施工方因利益博弈对流程变革持消极态度,加剧了实施协同难度。

针对上述挑战,在工程管理方面可以采取以下对策:

(1) 优化技术实施路径。在流程革新方面,应推行渐进式改造,逐步构建 BIM-5D 管理平台和全生命周期数据链,通过 BIM 执行计划(BEP),清晰界定各参与方权责,确保流程规范化。在技术支撑方面,可采用分级建模(LOD)和云计算平台,研发轻量化模型技术来提升实时协同性能。在人才培养方面,针对不同层级人员展开分层培训,积极推行校企合作的“双师型”机制及行业认证体系,为 BIM 技术发展提供人才支撑。

(2) 构建良性生态环境。政府应进一步制定相应的激励政策。行业协会推动资源共享平台建设,通过试点项目积累经验。在此基础上,构建一个技术-管理-人才协同发展的良性生态环境^[7]。

6 展望

本文详细分析了 BIM 技术的典型应用,深入探讨了面临的主要挑战和应对策略。随着数字技术的迭代升级与工程管理的多元化发展,展望 BIM 技术将成为推动建筑行业数字化转型的核心技术工具,在未来呈现以下发展趋势:

(1) BIM 技术智能化升级。BIM 技术正与人工智能、物联网等前沿技术进一步深度融合,共同构建升级版的智能化应用系统。

(2) BIM 标准体系完善。建筑行业将持续推进 BIM 标准体系完善,与 ERP、GIS 等其他系统的集成应用。

(3) 全域化延伸应用。BIM 技术突破传统建筑边界,向多领域延伸应用,逐渐成为智慧城市和绿色建筑的核心技术支持。

(4) 人才生态构建。复合型 BIM 人才短缺将倒逼教育体系改革,促使构建协同发展机制和良性人才生态环境。

参考文献

- [1] 周丽娜,周庆旭.BIM技术在中国应用现状与发展趋势研究[J].工程建设与设计.2024,11(1):149-152
- [2] 李松洛羽,王楷泽,田淑钰.基于BIM技术的建筑工程项目管理优化[J].价值工程.2025,44(14):161-164
- [3] 任国栋,李浩.BIM技术在施工中的优势及落地过程中的阻碍因素[J].工程质量.2025,43(S1):23-27
- [4] 曹鸿昂,高文江,兰晶晶.BIM技术在装配式建筑工程项目管理中的应用评价研究[J].绿色建造与智能建筑,2024,285(05):44-46
- [5] 杨洲.基于BIM和物联网技术建筑工程项目安全管理[J].山西建筑.2024,50(04):193-198
- [6] 冯鸣,许家铭,朱姣兰.基于BIM的建筑工程项目公司级与项目级并行化管理平台研究[J].建筑经济,2024,45(03):149-152
- [7] 王雄,郭强.基于BIM技术的互通式立交方案研究[J].公路.2025,70(1):47-53