

基于 BIM 技术的土木工程建设 项目管理创新实践研究

李春甫¹, 孙世存², 姜晓阳²

(1. 青岛程坤朋建筑装饰有限公司, 山东 青岛 266000;
2. 山东阳正项目管理有限公司, 山东 烟台 264000)

摘要 针对土木工程建设项目规模大、专业交叉多、全周期管控难度高的行业难点, 传统项目管理模式在信息协同、风险预判、资源优化等方面的局限性日益凸显。本文立足于 BIM 技术三维可视化、全周期数据集成、多主体协同的核心特性, 系统分析其在土木工程设计、施工、运维全阶段的应用路径与创新价值。通过实际项目案例验证, BIM 技术可有效破解设计冲突、进度滞后、成本超支等传统管理难题, 实现项目管理的精细化与信息化升级。同时, 针对当前技术应用中存在的人才缺口、标准不一、数据壁垒等问题, 提出针对性优化策略, 以期为土木工程行业相关研究提供实践参考, 助力行业高质量发展。

关键词 BIM 技术; 土木工程; 项目管理; 全周期管控; 协同优化

中图分类号: TU712

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.07.025

0 引言

土木工程作为基础设施建设的核心构成要素, 其项目管理水平对工程安全性、进度控制效率及全生命周期经济效益具有决定性影响。目前国内土木工程建设项目呈现出规模扩大、结构复杂且智能化的趋势, 传统以二维图纸为基础、沟通方式松散还依赖经验管理的模式, 已经无法满足项目全周期多专业协作与动态调整的要求, 普遍存在设计施工分离、信息传递偏差以及资源分配不合理等现象, 进而引发返工增加、工期拖延和成本超支等方面的隐患。建筑信息模型 (BIM) 技术是数字化转型的关键工具, 它通过建立涵盖项目全生命周期信息的三维数字平台, 有效打通了各参与方之间的数据障碍, 保障了设计、施工、运维等阶段的连贯协作。虽然近年来 BIM 技术在土木工程领域的应用日益广泛, 但在实际项目管理实践中依然存在应用深度不足、实施效果不一等问题。基于此, 本文聚焦 BIM 技术在土木工程项目管理中的创新实践, 剖析现存问题并且制定相应的改进策略, 以期为行业技术普及与管理模式革新提供参考。

1 土木工程建设项目的核心特征与现实挑战

1.1 核心管理特征

土木工程建设项目呈现出系统化和多层次特征, 贯穿建筑、结构、机电、市政等多个专业方向, 并且

关联到设计、施工、监理、建设、运维等多个参与方, 各环节之间耦合度非常高且逻辑衔接十分严密, 要求实行全过程一体化管控措施, 项目开发周期普遍较长, 容易受到地质状况、气候条件、政策变动等外部环境干扰, 进度安排与资源分配必须灵活调整来适应变化, 此外项目涉及工程量计算、材料采购、工艺技术等重大数据集, 这些数据的精确度、更新速度与流通效率对管理决策质量起决定性作用。

1.2 主要现实挑战

在传统项目管理方法里设计环节主要靠二维图纸表达, 这让不同专业领域的设计矛盾难以提前发现, 相关问题通常到施工阶段才会显现出来, 进而引发返工、调整以及工期延长等问题。各相关方采用各自独立工作系统和数据标准, 信息传递多依靠纸质材料或者口头交流, 容易造成信息传递延迟以及内容失真等现象, 形成“信息壁垒”从而降低了协作效率。由于缺少精确模拟分析工具进度安排制定, 往往是基于过往经验难以提前预判施工潜在瓶颈, 导致资源分配不合理, 引发成本超支或者工期延误。安全与质量控制大多属于事后处理的方式, 对施工过程中可能出现风险缺少提前识别预防措施, 增加了项目的安全与质量风险。

作者简介: 李春甫 (1981-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑工程。

2 BIM技术在土木工程项目管理中的创新应用路径

2.1 设计阶段：数字化协同与前置优化

BIM技术通过建立三维参数化模型，可以实现建筑、结构、机电等多个专业在同一平台协同工作，设计人员可实时掌握各专业构件的空间位置关系并对设计方案进行动态优化，利用BIM的可视化特性能够直观展现项目整体布局和具体构造，协助设计团队高效改进空间布局、结构方案与材料选择来提高设计方案的科学性和可行性；BIM技术还能进行能耗模拟和结构力学分析等操作，为绿色设计和安全设计提供可靠依据，有助于达成项目节能减排目标^[1]。借助BIM的碰撞检测功能可把不同专业设计信息整合到统一模型中，利用自动化工具自动识别管线交叉、构件重叠、空间冲突等潜在问题并输出详细碰撞报告，设计人员可根据报告提前进行方案修改以避免施工过程中重复调整，显著减少设计偏差和成本浪费，在某高层建筑项目中应用BIM碰撞检测提前处理30多处管线与梁、墙冲突问题，使设计阶段错误排查效率提升40%，为后续施工顺利开展创造有利条件。

2.2 施工阶段：精细化管控与动态适配

把BIM技术融入时间维度来形成4D施工模型，可以将施工进度规划和三维模型有机结合起来，清晰呈现各个施工阶段具体任务、时间节点以及资源分配情况。管理人员依靠这个模型对项目进展进行动态监控，实时比照计划进度与实际进度，精准定位出现延误的环节并迅速调整施工策略与资源调配方案。基于BIM模型能够精确统计工程量数据，为物资采购、设备调度提供可靠参考依据，有效减少材料损耗以及资源闲置现象，达到进度和成本双重管控的目标。

在施工前运用BIM模型开展方案推演工作，重点优化高危工序以及复杂节点的施工流程，明确质量管控要点和安全防控要点。在施工期间通过模型与现场情况进行实时比对，可以快速检验构件安装精度、施工工艺规范性，及时发现问题并且进行整改处理。针对深基坑开挖、高空作业等高风险作业场景，借助BIM技术开展虚拟仿真工作，提前预判潜在安全隐患并制定针对性防控措施，从而有效降低施工安全风险。

2.3 运维阶段：全生命周期信息支撑

BIM模型把项目从建设到拆除全过程各类信息汇聚起来，涵盖构件具体参数、施工过程记录、材料详细规格以及设备运行实时数据等内容，为后续运营维护管理工作奠定坚实的数据基础。运维团队可依托模型迅速定位设备具体位置，还能调取其过往维护历史记录，进而制定出更为科学合理的维护策略，有效推动设备管理向预防性维护模式转变。利用BIM具备的可视化呈现

与深度数据分析能力，能实时追踪建筑能耗情况及设备运行状态，对可能发生的设备故障进行预判并提前安排检修保养，从而有效控制运维阶段的资金投入。BIM模型能为项目改造或扩建工程提供精确初始资料，保障改造方案在技术层面合理性与实践上的可操作性^[2]。

2.4 协同管理：多方联动与信息共享

BIM技术依靠一体化数字协作平台全面消除建筑工程各参与方信息隔绝，该系统汇集设计方建立的三维模型、施工方制定的进度安排、监理方记录的质量检测数据以及业主提出的各类需求调整等全过程资料，确保项目各方可随时掌握包含详细设计方案、动态更新施工进度、分项工程质量检验记录以及各类工程变更通知的全面项目信息。依托这一协作平台设计方可在线提交设计优化方案、施工方可实时反馈现场实际状况、监理方可直接上传工程验收报告，业主能随时跟踪项目进展并提出调整建议，各方通过线上即时沟通、意见提交和电子化审批流程大幅缩短传统沟通模式信息传递周期，显著提高跨部门协作响应效率与执行效果保障项目各环节顺利衔接。

系统实现了项目资料的统一归档与全程追溯功能，所有信息支持动态更新并且可随时进行查阅，从而保障了管理决策的公开性与合理性，降低了因信息差异引发的矛盾与隐患^[3]。

3 实践案例分析：BIM技术在典型项目中的应用效果

3.1 高层建筑项目：多专业协同与工期成本优化

某高层建筑项目整体建筑面积达到15万平方米，涵盖地下室、主体结构、屋面以及外墙装饰等多个施工环节，涉及建筑、结构、机电、消防等多个专业领域，所以施工的难度比较大。项目采用BIM技术来进行全过程管控，在设计阶段通过协同设计和碰撞检测工作，提前解决了专业之间的32处冲突问题，让设计变更率降低了50%，施工阶段运用4D模型去制定详细的进度计划，并且实时优化资源的调配工作，把主体结构的施工周期缩短了18天，借助BIM模型精确计算出材料的需求量，让材料损耗率从传统的12%降低到了4%，总共节省成本230万元，运维阶段依托BIM模型构建设备的维护档案，使设备故障响应时间减少了60%，让运维效率得到了显著提高。

3.2 桥梁工程项目：复杂工序管控与风险防控

某跨河桥梁工程全长达到1200米，其中涵盖桩基施工、支架布设以及钢结构拼装等多个技术难点，并且现场地质情况复杂多变，这让施工面临着较大安全挑战。项目团队采用BIM技术构建三维可视化模型，

把地质探测资料、设计方案还有施工计划等信息整合在模型当中,给现场作业人员提供了清晰的技术参照依据。基于 BIM 施工过程进行仿真分析,对支架搭设与钢构吊装方案进行优化,有效降低了高空作业的风险系数,通过协同管理平台达成设计修改、进度变更等信息的即时共享^[4],使决策效率提升了 50%,避免了因信息传递不畅而引发的工序冲突问题,该工程最终比计划提前 22 天完成施工,质量评定达到标准要求,成功实现零安全事故的目标。

3.3 隧道工程项目:地质适配与全周期管控

某山区隧道工程全长达到 3.5 公里,其所处区域地质状况复杂多变,围岩结构稳定性明显不足,这对施工精度与安全管理提出严峻挑战,项目全面引入 BIM 技术实施全过程管控,前期阶段整合 BIM 模型与地质勘探资料,对隧道走向及支护方案进行优化改进,增强设计方案与实际地质条件匹配度,施工期间借助 BIM 三维可视化特性指导作业^[5],有效规避超挖或欠挖现象,使施工精度提高了 30%,建立协同工作平台实现各相关单位即时信息互通,快速响应围岩变形等异常情况,运维阶段依托 BIM 构建隧道健康监测体系,可实时掌握围岩稳定性及设备运行状态,大幅提升运维安全水平和作业效率。

4 BIM 技术应用现存问题与优化策略

4.1 主要现存问题

在土木工程实践过程当中,BIM 技术的推广应用依旧面临显著局限。部分项目对于 BIM 数据的采集与管理重视程度不够,这就导致数据质量参差不齐,进而影响模型对实际工程的真实反映,最终降低管理效能。当前多数项目仍然沿用人工数据录入模式,造成信息采集不完整且更新滞后,在复杂工程结构当中更容易遗漏关键参数,直接影响模型的准确性,不同 BIM 软件之间的数据格式存在壁垒且互操作性较差,导致各参与方难以实现高效的信息交互与协同作业。如设计单位大多采用 Revit 进行建模,施工单位倾向于使用 Tekla 进行深化设计,而造价工作常常依赖广联达等专业平台,跨系统数据转换时经常发生信息丢失情况,严重阻碍多方协作效率,制约了 BIM 技术在工程全生命周期管理中的实际应用价值。同时,行业里既懂土木工程专业知识又精通 BIM 软件操作及数字化管理的复合型人才较为稀缺,制约了技术应用的深度与广度。此外,由于缺乏统一的 BIM 技术应用标准与规范^[6],导致项目实施流程、模型构建标准及数据管理要求等方面存在差异,影响了技术应用的整体规范性与实际效果。

4.2 针对性优化策略

为了推动 BIM 技术在土木工程项目管理中全面渗透,需要围绕数据、技术、人才、标准这四个层面构

建完善方案。(1)制定统一的数据采集与管理规范,明确项目全周期数据的采集范围、格式规范以及存储形式,以此保障数据资源具备高质量与高可靠性;(2)强化 BIM 软件的自主研发以及协同应用,提升不同平台之间的数据互操作性,建立通用的数据交互规范,进而实现信息流的高效流转;(3)搭建高校、企业、行业协会协同育人机制。高校增设 BIM 相关专业课程,企业实施持续性培训计划,增强从业人员的专业技能与实践应用水平;(4)行业管理机构需加速出台 BIM 技术实施标准与操作指南,细化模型创建、协同作业、数据管控等环节的技术要求,标准化项目执行流程,为技术普及推广提供制度支撑。

5 结束语

BIM 技术是土木工程建设项目管理数字化转型的关键手段,凭借三维可视化展示、全流程数据整合和多方协同作业等优势,克服传统管理模式信息割裂、协作不畅和管控滞后等弊端。在规划设计环节应用 BIM 技术,可促进多专业协作设计与早期问题修正;在施工实施阶段应用 BIM 技术,可实现进度、品质与成本的精准把控;在运营维护阶段应用 BIM 技术,可提供贯穿全生命周期的数据保障,大幅增强项目管理规范性与执行效率。尽管 BIM 技术的应用受专业人才匮乏、标准体系缺失和数据共享障碍等问题限制,但随着技术持续迭代、人才培养机制健全和行业规范完善,其在土木工程项目管理领域的渗透度与影响力会不断提升。未来需强化技术革新与实践验证,促进 BIM 技术与大数据、人工智能等先进技术有机融合,推动项目管理向智能化方向发展,为土木工程行业可持续发展提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 张建平,李丁,王要武.BIM 技术在大型土木工程全生命周期管理中的创新应用[J].土木工程学报,2022,55(08):120-128.
- [2] 刘贵应,陈晨,周建新.基于 BIM 的多专业协同设计冲突检测与优化研究[J].建筑结构学报,2021,42(11):185-193.
- [3] 王强,李娜,赵雪峰.BIM 与大数据融合的土木工程项目施工动态管控方法[J].工程管理学报,2023,37(02):56-61.
- [4] 陈明,张丽,吴波.运维阶段 BIM 模型的信息集成与应用优化研究[J].建筑科学,2022,38(07):98-105.
- [5] 黄强,董帅,孙成双.土木工程项目中 BIM 软件数据兼容问题及解决方案[J].施工技术,2021,50(15):76-80.
- [6] 李建峰,王敏,张宇.基于 BIM 的隧道工程地质适配与施工风险防控研究[J].岩石力学与工程学报,2023,42(03):620-628.