

BIM技术在土木工程施工全过程的应用研究

李俊言

浙江鑫屹建设管理有限公司 浙江 杭州 311300

摘要：为解决传统土木工程施工管理粗放、精度不足、风险可控性弱等问题，本文以BIM技术为研究核心，剖析其可视化、协同共享、动态模拟等核心特性，结合土木工程施工复杂、管控难度大的特点，探究其在施工准备、实施、竣工运维全流程的具体应用。同时梳理技术应用浅层化、标准缺失、人才不足等行业痛点，提出针对性优化对策，并展望技术智能化、绿色化发展趋势，为土木施工数字化提质增效提供参考。

关键词：BIM技术；土木工程；施工全过程；应用

引言：当前土木工程建设规模持续扩大、施工标准不断提升，传统二维施工管理模式存在信息滞后、协同性差、管控精度低等诸多短板，难以适配现代化工程建设需求。BIM技术作为建筑数字化核心手段，可实现工程全生命周期数据集成与动态管控。基于此，本文系统研究BIM技术与土木工程施工的适配性，分析其全过程应用价值，挖掘现存应用问题并制定优化方案，助力行业实现精细化、智能化、绿色化转型发展。

1 BIM技术核心理论与土木工程施工适配性分析

1.1 BIM技术核心概念与特性

(1) BIM技术核心概念：建筑信息模型技术是以数字化信息为核心，构建工程三维可视化模型，集成工程设计、施工、造价、运维等全维度信息的数字化工程管理技术，是实现建筑全生命周期数据贯通与协同管控的基础性技术手段。(2) BIM技术核心特性：具备可视化建模、参数化设计、模拟仿真、协同共享、动态更新、数据集成六大核心特性。可视化建模将抽象设计转化为直观三维实体，降低识图误差；参数化设计实现构件联动修改，提升设计效率与准确性；模拟仿真可在施工前预演建造过程，预判潜在冲突；协同共享打破参建各方信息壁垒，推动多方高效协作；动态更新确保模型与现场实际进度、工况保持同步；数据集成整合全流程信息，为科学决策提供数据支撑，六大特性共同构成BIM技术的核心竞争力，有效弥补传统二维图纸单一化、静态化的固有短板^[1]。

1.2 土木工程施工核心特点

(1) 施工复杂性：土木工程涵盖房建、桥梁、隧道、市政等多领域，施工工序繁多、工艺交叉频繁，且场地环境与地质条件不确定性显著，不同专业间衔接紧密，任一环节偏差均可能影响整体施工进度，传统管理手段难以系统应对复杂工况。(2) 管理难度大：施工周

期通常持续数年，资源投入量巨大，安全风险点密集分布于各施工阶段。传统人工管理模式依赖经验判断与纸质信息传递，难以实现对进度、安全、人员的精细化、动态化管控，易造成信息滞后与决策延误。(3) 质量精度要求高：现代土木工程对结构承载精度、施工工艺标准、绿色节能指标及安全稳定性的要求持续提升，国家规范与行业标准日趋严格，传统施工管控方式在精度控制与数据追溯方面难以全面满足高标准建设需求。

1.3 BIM技术与土木工程施工的适配优势

(1) 优化施工设计，减少施工变更：通过三维建模系统校核图纸设计漏洞，精准排查结构与设备管线的空间冲突，从设计源头降低施工返工与设计变更概率，显著节约工期与成本。(2) 实现动态模拟，规避施工风险：依托4D、5D模拟技术，对施工进度计划、资源配置方案及复杂施工工艺进行全真预演，提前识别安全、质量、进度方面的潜在风险，为优化施工组织提供科学依据。(3) 打通协同壁垒，提升管理效率：搭建基于BIM的数字化协同管理平台，实现建设单位、施工单位、设计单位、监理机构等多方实时数据共享与在线交互，有效解决信息不对称、沟通滞后等问题，加速问题响应与闭环处理。(4) 集成数据信息，助力精细化管控：整合施工全流程的质量检测、安全巡查、成本消耗与进度执行等数据，实现质量、安全、成本、进度的一体化动态管控，推动施工管理向精细化、智能化方向持续发展，全面提升工程综合管理水平。

2 BIM技术在土木工程施工全过程的具体应用

2.1 施工准备阶段的BIM应用

(1) 三维图纸建模与图纸会审：基于施工图纸，利用BIM软件搭建高精度三维模型，将传统二维平面设计转化为立体可视化模型，直观呈现工程结构形态、管线走向及空间布局关系。在此基础上组织多方图纸会审，借

助模型快速排查图纸中存在的错、漏、碰、缺等设计缺陷,将问题消灭在施工之前,大幅提升图纸会审效率与问题定位精准度,有效降低后期设计变更风险。(2)施工方案模拟与优化:针对施工组织设计及深基坑、高大模板、大型构件吊装等专项施工方案,引入BIM动态仿真技术,对施工工序、机械行走路径、材料堆放区域等进行可视化预演。通过模拟不同工艺方案的实施效果,对比分析其在安全性、效率、成本方面的优劣,提前发现方案中的不合理环节并进行针对性优化,从而确定最优施工流程与场地布置方案,确保施工方案的科学性与可实施性^[2]。(3)工程量精准核算与造价预估:基于BIM参数化模型的信息提取功能,系统自动识别并统计各构件、材料的类型、规格与数量,精准核算混凝土、钢筋、砌体等主材用量以及模板、脚手架等周转材料投入量。该工程量数据可直接导入造价软件,快速完成施工图预算编制与成本预估,为投标报价、材料采购计划及资金使用计划的制定提供精准可靠的数据支撑,从源头上保障成本管控的精细化水平。

2.2 施工实施阶段的BIM应用

(1)施工进度动态管控:将BIM模型与进度计划关联,构建4D-BIM动态模型,实现可视化进度模拟。施工中定期录入实际进度,系统自动生成计划与实际对比分析图,直观显示工期偏差部位与程度。管理人员据此分析原因,动态调整后续计划与资源分配,确保关键线路可控,保障项目按期履约。(2)施工质量与安全管控:在BIM模型中预设关键质量控制点、隐蔽验收点及安全危险源,形成数字化管控清单。将现场实测数据、安全巡检记录与模型关联比对,实时发现偏差并触发整改。利用BIM对高处作业、临边防护、塔吊交叉作业等高风险环节进行模拟分析,辅助安全交底与防护方案制定,提升质量安全管控的前瞻性和实效性。(3)施工资源精细化管理:构建集成进度、成本、资源的5D-BIM模型,实现材料、设备、人力等需求的动态计算与精准调配。系统依据进度自动生成各阶段资源需用计划,辅助采购、租赁与劳动力调度决策,避免材料积压、设备闲置或供应不及时等问题,推动资源管理从粗放向精细化转变,提高利用效率^[3]。(4)交叉作业协同管理:针对土木工程多工序、多专业深度交叉问题,依托BIM协同管理平台,各参建方在线提交施工计划与空间作业申请,系统自动检测工序间时间冲突与空间占用矛盾。平台实时发布协调指令,明确穿插作业顺序与安全间距要求,有效规避信息不畅导致的工序冲突和相互干扰,保障现场有序、安全、高效推进。

2.3 竣工与运维阶段的BIM应用

(1)竣工资料数字化交付:在施工全过程中持续积累并更新BIM模型数据,将设计变更、材料检验报告、隐蔽工程验收记录、设备合格证等各类竣工资料与模型构件逐一关联绑定,最终形成包含完整工程信息的数字化竣工模型。该模型替代传统纸质竣工图与资料汇编,实现交付过程的高效化、信息化,资料存档由实体档案转变为电子化可视数据,极大方便了后期的查阅、调用与管理。(2)工程质量溯源管理:竣工BIM模型集成了从原材料进场到各工序验收的全流程质量数据,每一类构件、每一道工序均可追溯其施工时间、操作人员、检验结果及整改记录等详细信息。在工程竣工验收阶段,验收人员可通过模型快速调取任意部位的质量佐证资料,大幅提高验收效率;在缺陷责任期内如出现质量问题,亦可依托模型实现精准溯源,快速锁定责任环节与原因,为质量追责与整改决策提供可靠依据。(3)后期运维智能化支撑:竣工交付的BIM模型作为工程全生命周期的数字化资产,向运维阶段无缝传递完整的结构信息、设备参数与空间数据。运维管理单位可依托该模型对建筑结构进行健康监测数据分析,对机电设备实施预防性检修与维护,对空间改造、管线扩容等更新工程进行方案预演与可行性验证。BIM模型为运维决策提供精准的数字底座,有效降低运维成本,延长工程使用寿命,实现工程价值最大化^[4]。

3 BIM技术在土木工程施工应用中的问题与优化对策

3.1 BIM技术施工应用现存问题

(1)技术应用浅层化严重:多数施工企业对BIM的应用局限于建模展示、图纸会审、碰撞检查等基础环节,未深度嵌入施工进度管控、成本动态核算、质量安全追溯及竣工交付等核心管理流程。呈现“重展示、轻管理”特征,BIM全生命周期价值未充分发挥,投入产出比失衡。(2)行业标准体系不完善:国内BIM建模精度、数据交换格式、应用流程等标准尚未完全统一。不同软件间数据接口兼容性差,项目多方模型难以有效整合,传递中信息丢失频发,严重制约协同应用效率。(3)专业人才储备不足:兼具土木施工专业技术与BIM软件操作能力的复合型人才严重短缺。一线管理人员普遍缺乏BIM实操技能,无法将模型信息有效转化为现场指导,高校培养与企业实训衔接不足,人才供给与行业需求存在结构性失衡。(4)技术应用成本偏高:BIM正版软件采购费用高昂,高性能硬件配套投入大,加上模型搭建与后期维护需持续的人力与时间成本,总成本居高不下。中小型施工企业受资金限制,应用意愿不足,制

约了BIM技术在行业内的规模化普及。

3.2 技术应用优化对策

(1) 深化全流程深度应用: 施工企业应突破单一环节的应用局限, 制定覆盖施工准备、过程实施、竣工验收、运维移交全闭环的BIM应用规划。同时主动对接智慧工地平台, 融合物联网传感器、视频监控等智能化手段, 实现人员定位、环境监测、设备状态等实时数据与BIM模型联动, 推动施工管理向智能化、自动化方向升级。(2) 完善行业标准与规范: 建议行业主管部门牵头制定统一、细化的BIM建模交付标准、数据交互协议及验收评价体系, 明确各阶段模型精度等级与应用深度要求。同时建立模型数据互认机制, 提升不同软件平台间的兼容性, 规范项目全流程BIM应用行为, 从制度层面消除信息孤岛, 保障协同效能^[5]。(3) 强化复合型人才培养: 高等院校应优化土木工程专业课程体系, 增设BIM技术理论与实操必修课程, 加强校企联合实训基地建设; 施工企业应建立分层级、常态化的BIM技能培训机制, 通过内部培养与外部引进相结合的方式, 组建专业的BIM施工技术团队, 全方位提升一线人员的技术应用素养。

(4) 降低技术应用成本: 大力推广轻量化BIM应用模式, 鼓励使用功能适配、性价比高的国产BIM软件, 降低软件采购与硬件配套门槛。企业层面应注重BIM模型标准化管理, 建立企业级构件库与样板文件, 提高模型跨项目复用率, 分摊单项目应用成本。同时可探索SaaS化BIM云服务平台租赁模式, 减少一次性资金投入, 有效降低技术落地总成本。

3.3 行业发展展望

(1) 技术融合发展: 未来BIM技术将与物联网、大数据分析、人工智能决策、VR/AR沉浸式交底等新一代信息技术深度耦合, 打通施工现场感知—传输—分析—控制全链条, 实现土木工程施工全场景的智能化感知、自动化预警与闭环管控, 施工管理将迈入高度智能化的新阶段。(2) 普及化、标准化发展: 随着行业标准体系

的日臻完善、应用成本的逐步降低以及专业人才规模持续扩大, BIM技术将不再是大型标杆项目的专属配置, 而是成为土木工程施工领域的基础性标配技术, 全面驱动行业从粗放式管理向数字化、精细化管理转型。(3) 绿色化赋能发展: 依托BIM模型精准提取材料用量、施工能耗、扬尘排放等关键数据, 对施工全过程实施绿色指标动态监控与优化调控, 助力工地实现节材、节能、减排目标。BIM技术将为土木工程绿色施工与低碳建造提供坚实的技术底座, 深度契合国家“双碳”战略与建筑行业可持续发展的长远方向。

结束语

本文系统探究了BIM技术在土木工程施工全流程的应用优势与实践路径, 明确了当前技术应用中存在的各类短板, 并从技术落地、标准建设、人才培养、成本管控四方面提出优化策略。BIM技术是土木行业数字化转型的关键支撑, 未来需深化多技术融合应用、完善行业标准体系, 充分发挥其数字化赋能作用, 推动土木工程施工管理高质量、可持续发展。

参考文献

- [1]王要武,张宇.基于BIM的土木工程全生命周期数字化施工管控体系研究[J].施工技术,2023,52(12):89-94.
- [2]刘贵应,陈雨晗.BIM技术在大型土木工程施工精细化管理中的应用与瓶颈[J].土木工程与管理学报,2024,41(02):76-81.
- [3]李建辉,赵阳.土木工程施工全过程中BIM协同设计与动态管控技术[J].建筑科学,2023,39(08):156-162.
- [4]戴修成,黄伟达,何静旋.BIM技术在超高层建筑土木工程精细化施工管理中的应用[J].工业建筑,2023,53(S2):780-782.
- [5]王帅,武泽兴,陈建东.大型土木工程建设中BIM技术全过程综合应用研究[J].土木建筑工程信息技术,2025,17(01):93-98.