

基于 BIM 技术的建筑项目管理与施工过程优化研究

卫兵武

浙江江天建设工程有限公司, 中国·浙江 杭州 311121

摘要: BIM (建筑信息模型) 技术作为数字化时代建筑领域的关键创新驱动力, 正深刻变革着建筑项目管理与施工流程。论文深入剖析 BIM 技术内涵, 阐述其可视化、协调性、模拟性等核心特性, 详细探讨在建筑项目全生命周期各阶段, BIM 如何助力项目管理实现精准决策、资源高效调配以及施工过程的精细化、智能化优化, 结合实际案例展示应用成效, 为建筑行业借助 BIM 技术提升竞争力、迈向高质量发展提供全面理论与实践指引。

关键词: BIM 技术; 建筑项目管理; 施工过程优化

Research on Building Project Management and Construction Process Optimization Based on BIM Technology

Bingwu Wei

Zhejiang Jiangtian Construction Engineering Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311121, China

Abstract: BIM (Building Information Modeling) technology, as a key innovation driving force in the digital age of architecture, is profoundly transforming project management and construction processes. The paper deeply analyzes the connotation of BIM technology, elaborates on its core characteristics such as visualization, coordination, and simulation, and explores in detail how BIM can help project management achieve precise decision-making, efficient resource allocation, and fine and intelligent optimization of the construction process in various stages of the entire life cycle of construction projects. Combined with practical cases, it demonstrates the application effectiveness and provides comprehensive theoretical and practical guidance for the construction industry to enhance competitiveness and move towards high-quality development with the help of BIM technology.

Keywords: BIM technology; construction project management; optimization of construction process

0 前言

在建筑行业蓬勃发展、项目复杂度与日俱增的当下, 传统建筑项目管理与施工模式面临效率低下、信息沟通不畅、变更频繁等诸多困境。BIM 技术凭借数字化、集成化优势脱颖而出, 打破各专业间信息壁垒, 将建筑全要素信息整合于三维模型之中, 为项目管理与施工过程优化注入全新活力, 引领建筑行业数字化转型新征程。

1 BIM 技术概述

1.1 BIM 技术内涵

BIM 是基于数字化三维模型, 集成建筑全生命周期内各类物理与功能特性信息的系统。从建筑设计初始几何尺寸, 到后续施工材料、设备参数, 乃至运维阶段设施检修记录, 所有信息汇聚一体, 形成一个动态、可交互的“数字孪生”建筑, 为各参与方提供协同工作平台。

1.2 BIM 技术核心特性

可视化: 摒弃传统二维图纸晦涩难懂, BIM 以逼真三维模型呈现建筑全貌。设计师构思、施工人员交底、业主决策, 各方人员均可直观感受空间布局、外观造型, 一眼洞察设计意图与项目进展。

协调性: 建筑涉及多专业交叉, BIM 自动检测碰撞冲突。暖通、给排水、电气线路在模型中预先“碰撞”, 提前化解设计矛盾, 避免施工现场返工, 保障施工顺畅衔接。

模拟性: 模拟施工进度、光照通风、能耗等场景。依据施工计划模拟建造过程, 精准预估工期; 模拟不同朝向采光效果, 优化建筑布局; 分析能耗数据, 打造绿色节能建筑。

2 BIM 技术在建筑项目管理各阶段的应用

2.1 项目决策阶段

BIM 助力业主快速评估项目可行性。整合周边地形、交通、市政配套等数据, 生成概念模型, 直观呈现项目建成后与周边环境契合度; 初步估算工程量、造价, 对比不同方案成本效益, 辅助业主做出科学决策。

2.2 设计阶段

设计师利用 BIM 协同设计, 各专业实时共享模型。建筑结构变更, 机电专业同步更新, 避免传统依次设计导致的信息脱节; 设计优化即时反馈于模型, 提升设计质量与效率, 缩短设计周期。

2.3 招标阶段

BIM 提供精准工程量清单, 杜绝人为估算误差。基于

模型自动提取材料、构件数量规格，承包商据此精准报价，减少招投标争议；虚拟施工演示项目重难点，让承包商清晰认知施工要求，合理制定投标策略。

2.4 施工阶段

施工方以 BIM 为施工管控中枢。每日进度录入模型，对比计划偏差及时调整；施工模拟提前预演关键工序、危险场景，制定防控措施；物料管理依模型精准采购、调配，减少库存积压。

2.5 运维阶段

运维团队接手 BIM 全信息模型。快速定位故障设备位置、规格参数，查阅维修记录；基于能耗数据分析，优化设备运行策略，延长设施寿命，降低运维成本。

3 BIM 技术对施工过程的优化

3.1 施工进度优化

BIM 4D 模拟（3D+ 时间）将施工计划与模型绑定。直观呈现各工序先后顺序、持续时间与搭接关系，识别进度瓶颈；动态跟踪实际进度，一旦延误，迅速重排后续计划，保障项目按时交付。

BIM 4D 模拟为施工进度管理带来了前所未有的精准度与可视化体验。在项目伊始，施工团队依据施工组织设计，将各分部分项工程的施工顺序、持续时长等信息录入 BIM 模型。例如，在大型商业建筑施工中，基础工程中的桩基施工设定为 15 天，随后筏板基础浇筑安排 7 天，这些时间参数与对应的 3D 模型构件相结合，形成动态的 4D 模拟动画。通过这一动画，项目管理人员能够清晰地看到各施工环节的先后逻辑，像是建筑主体结构施工要在基础完工后开展，而机电安装则需跟随主体结构逐层穿插进行。

在模拟过程中，进度瓶颈很容易被识别出来。一些需要多工种协同、施工条件复杂的工序，往往是潜在的延误点。以建筑核心筒施工为例，它涉及钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑等多道工序，且空间狭小、垂直运输繁忙。借助 4D 模拟，能提前发现钢筋吊运与模板材料运输可能出现的冲突，进而优化吊运时间安排，或是调整材料堆放场地，避免现场混乱导致的延误。

一旦项目实际施工进度与计划产生偏差，BIM 4D 模型的优势更是尽显无遗。现场施工人员每日将实际进度录入系统，通过对比计划进度，系统能迅速定位延误工序。假如混凝土浇筑因天气原因推迟了两天，BIM 模型会自动分析这一延误对后续工序，如拆模、砌筑墙体的影响，随即重排后续施工计划。它会考虑资源的实时调配情况，如当前可用的施工机械数量、工人班组的闲置情况，快速生成新的进度方案，保障整体项目仍能在预定工期内交付。这种动态调整能力，极大减少了因局部延误导致的工期“蝴蝶效应”，让施工进度管理更具韧性。

此外，BIM 4D 模拟还能与供应链系统集成。模型依据

施工进度，提前向材料供应商发送精准的物料需求计划，从原材料采购、运输到入场时间，都精准匹配施工节奏，避免因材料短缺或过早进场造成的进度停滞或场地拥堵，全方位保障施工进度的流畅推进。

3.2 施工质量优化

质量验收标准嵌入 BIM 模型。施工人员现场扫码获取工序验收要点，对照施工；管理人员远程监控，发现质量问题实时追溯整改，构建全过程质量追溯体系。

将质量验收标准整合进 BIM 模型，为施工现场质量管控打造了一套智能化指引。在施工前，技术人员把各分项工程的质量验收规范，细化到每一个施工工序，录入 BIM 数据库。例如，在砌墙工序中，砖的品种、规格必须符合设计要求，砌筑砂浆的配合比、稠度都有明确标准，这些信息关联到对应的墙体模型构件上。

施工人员在现场作业时，只需用移动终端扫描构件上的二维码，就能即刻获取详细的验收要点。这就好比随身携带了一位“质量导师”，随时提醒工人规范施工。比如在绑扎钢筋时，工人扫码后，手机屏幕上会显示钢筋的间距、数量、锚固长度等关键参数，对照操作能有效减少因人为疏忽导致的质量瑕疵。

对于管理人员而言，BIM 模型赋予了他们远程监控的“超能力”。通过在施工现场部署摄像头，并与 BIM 系统联网，管理人员无论身处何地，都能实时查看施工状况。一旦发现质量问题，如混凝土浇筑出现蜂窝麻面，管理人员能迅速在 BIM 模型中定位问题构件，追溯该构件从原材料进场、加工制作到现场安装的全流程信息。系统自动调出相关施工记录，包括施工班组、施工时间、所用材料批次等，精准定位责任主体，督促整改。整改完成后，再次拍照上传更新记录，形成完整的质量闭环管理，确保每一个质量隐患都能得到妥善解决，从源头上提升整体施工质量。

3.3 施工安全优化

模拟施工危险场景，如高处坠落、坍塌。制定针对性安全预案，对施工人员开展可视化安全培训；现场设置监测设备与模型联动，一旦监测异常，即刻预警，保障人员安全。

BIM 技术在施工安全优化方面，首先体现在危险场景模拟上。在项目筹备阶段，利用 BIM 强大的模拟功能，依据施工图纸与场地环境，精准复现可能出现的各类危险场景。针对高层建筑施工，模拟高处坠落事故，细致呈现工人在没有防护措施下，从不同楼层临边、洞口失足坠落的全过程；模拟脚手架、模板支撑体系坍塌，分析因材料质量、搭设不规范等因素导致的结构失稳瞬间。通过这些逼真的模拟，让施工团队提前直面潜在危险，深刻认识安全风险的严重性。

基于模拟出的危险场景，针对性的安全预案得以制定。预案不再是纸上谈兵的理论文件，而是结合实际场景的实操指南。例如，针对高处坠落风险，安全预案明确规定在建筑

物各楼层临边设置多高的防护栏杆、多少间距的踢脚板,以及工人登高作业时配备何种规格的安全带、如何正确系挂等细节;对于坍塌风险,详细规划定期对脚手架、模板体系进行检查的时间节点、检查要点,包括杆件连接是否牢固、基础是否沉降等内容。

可视化安全培训更是 BIM 助力安全管理的一大亮点。传统安全培训多是枯燥的文字讲解与图片展示,而 BIM 生成的 3D 危险场景动画,生动直观。施工人员仿佛置身真实事故现场,亲眼看见危险发生的瞬间与后果。培训过程中,配合动画穿插讲解正确的避险方法、逃生路线,让工人记忆深刻,大大提升安全意识与应急技能。

4 BIM 技术应用面临的挑战

4.1 软件兼容性问题

不同 BIM 软件功能侧重各异,数据格式难兼容。设计、施工、运维选用软件不同,数据交互困难,阻碍信息流畅传递,影响 BIM 协同效应发挥。

4.2 人员技术素养不足

BIM 技术要求从业人员兼具建筑专业知识与数字技能。当前行业人员技术素养参差不齐,部分人员难以熟练驾驭 BIM 软件,限制技术推广应用。

4.3 数据安全与隐私问题

BIM 模型集成海量项目敏感信息,网络传输、存储面临黑客攻击、数据泄漏风险。企业数据安全管理体系不完善,员工保密意识欠缺,易引发商业机密外泄。

4.4 成本投入考量

引入 BIM 技术需购置软件、硬件,开展人员培训。中小企业资金有限,前期高额投入令其望而却步,担忧短期难以收回成本,影响技术普及。

5 应对策略

5.1 统一标准与接口

行业协会牵头制定统一 BIM 数据标准与软件接口规范。确保不同软件间数据无缝对接,畅通信息流通渠道,强化 BIM 协同工作根基。

5.2 加强人才培养

高校、企业、培训机构三方联动培育人才。高校调整课程体系,增设 BIM 课程;企业内部培训老带新;培训机构开展实战特训,多渠道提升人员技术水平。

5.3 强化数据安全措施

技术上采用加密算法保障数据传输、存储安全。制度上建立严格访问权限规则,定期开展员工安全培训,完善数据泄露应急响应预案。

5.4 成本效益分析与分步实施

企业开展成本效益分析,制定合理 BIM 应用策略。初期选取关键项目、关键环节试点应用,积累经验,待效益显现,逐步扩大应用范围,分摊成本。

6 案例分析

6.1 某商业综合体项目

该项目运用 BIM 贯穿全生命周期。决策阶段,模型展示周边商圈竞争态势,辅助选址;设计优化减少碰撞冲突 200 余处;施工进度偏差控制在 5% 以内,提前 2 个月开业;运维能耗降低 15%,凸显 BIM 卓越成效。

在项目决策阶段,团队利用 BIM 技术整合海量数据,构建出详细的场地模型。不仅包含拟建设地块的地形地貌、地质条件,还叠加了周边三公里范围内的商圈分布、交通流量、人口密度等信息。通过可视化模型,业主直观看到项目所处位置的优势与挑战。发现周边已有多多个类似商业项目,如果定位同质化,竞争压力巨大。于是,借助 BIM 分析不同定位方案下的客流量、租金收益预测,最终选定主打亲子体验与高端餐饮的差异化定位,为项目成功打下基础。

进入设计阶段,各专业设计团队在共享的 BIM 平台协同作业。建筑设计师调整商场中庭造型时,结构与机电专业同步收到更新提示,立即检查相关构件与管线布置。以往二维图纸设计时,类似变更往往要反复沟通、多次返工,此次借助 BIM,累计减少碰撞冲突 200 余处。这些碰撞点涵盖了结构梁柱与通风管道、消防喷淋与照明线路等多种类型,大大缩短设计周期,提升设计质量。

施工阶段,施工单位以 BIM 4D 模型为施工总控图。每天施工结束,现场管理人员将实际进度录入模型,对比发现进度偏差始终控制在 5% 以内。关键节点如主体封顶,原计划 180 天,实际 171 天完成;外立面装修进度稍有滞后时,利用模型快速重排后续工序,增加施工班组投入,最终抢回时间。得益于高效施工管理,项目提前 2 个月开业,抢占市场先机。

运维阶段,物业团队接手 BIM 全信息模型。商场内数千个照明灯具、空调机组等设备信息一目了然。通过能耗监测模块分析,发现夏季空调能耗过高,依据 BIM 模型定位出部分区域保温层施工瑕疵,导致冷量散失。针对性修复后,运维能耗降低 15%,每年节省大量运营成本,彰显出 BIM 从项目前期到后期持续创造价值的强大能力。

6.2 某高层住宅项目

高层住宅施工借助 BIM 提升质量安全。质量验收一次通过率从 70% 提至 90%;安全培训后事故发生率降低 30%;物料管理成本节省 10%,为住宅项目管理施工提供借鉴。

在施工前期,项目团队将住宅施工质量验收标准全面嵌入 BIM 模型。从基础工程的钢筋规格、混凝土强度,到主体结构的墙体垂直度、楼板平整度,再到装饰装修阶段的墙面空鼓、门窗密封性等标准,一一对应到模型构件。施工人员拿着手机在现场作业,每到一个施工节点,扫码就能获取详细验收要求,施工精准度大幅提升。以往因对验收标准理解模糊导致的返工现象大幅减少,质量验收一次通过率从

70% 跃升至 90%。

安全管理方面, 利用 BIM 模拟了多个危险场景, 像外脚手架拆除过程中的坠落风险、电梯井口防护缺失导致的坠物危险等。施工人员观看逼真的 3D 动画后, 对安全风险有了直观认知。随后开展的现场实操培训, 工人积极性明显提高, 因为他们清楚知道不规范操作可能带来的可怕后果。培训后, 项目事故发生率降低 30%, 施工现场秩序井然。

物料管理也是该项目应用 BIM 的一大亮点。基于 BIM 模型精准统计各楼层、各户型所需的建筑材料数量与规格, 生成详细采购清单。采购部门依此采购, 避免了传统估算造

成的材料过量采购。材料进场时, 通过 BIM 模型快速安排堆放场地与吊运顺序, 减少二次搬运。施工过程中, 实时监控材料使用情况, 及时补货, 杜绝浪费。最终, 物料管理成本相比以往项目节省 10%, 为住宅项目降本增效提供了可行范例。

参考文献:

- [1] 陈纪元.BIM技术基础教程[M].保定:机械工业出版社,2012.
- [2] 梁思成.基于BIM的建筑项目管理[M].北京:清华大学出版社,2019.
- [3] 张根.BIM技术在建筑施工中的新进展[J].建筑学报,2022,41(6):1-5.