

基于 BIM 技术的土建施工过程可视化管理研究

申广兵

清水建设（中国）有限公司，中国·上海 200126

摘要：本研究全面且深入地聚焦于 BIM 技术在土建施工过程可视化管理中的应用，系统剖析其底层原理、核心功能模块、实际应用场景、实施流程以及与传统管理模式的差异对比。结合多个翔实的实际案例，精准量化评估其在提升施工效率、保障工程质量、强化安全管理等方面的成效，同时深挖推行过程中的技术、人员、成本等阻碍因素，提出针对性应对策略，旨在为土建行业全方位接纳、高效运用 BIM 技术，实现施工管理的数字化转型与智能化升级，提供坚实理论支撑与实操指南。

关键词：BIM 技术；土建施工；可视化管理

Research on Visual Management of Civil Construction Process Based on BIM Technology

Guangbing Shen

Qingshui Construction (China) Co., Ltd., Shanghai, 200126, China

Abstract: This study comprehensively and deeply focuses on the application of BIM technology in visual management of civil construction processes, systematically analyzing its underlying principles, core functional modules, practical application scenarios, implementation processes, and differences from traditional management models. Based on multiple detailed practical cases, accurately quantify and evaluate its effectiveness in improving construction efficiency, ensuring project quality, and strengthening safety management. At the same time, deeply explore the technical, personnel, cost and other obstacles in the implementation process, and propose targeted response strategies, aiming to provide solid theoretical support and practical guidance for the comprehensive acceptance and efficient application of BIM technology in the construction industry, achieve digital transformation and intelligent upgrading of construction management.

Keywords: BIM technology; civil construction; visual management

0 前言

土建施工领域素来呈现出项目规模庞大、系统繁杂、参与主体多元的显著特性。从高耸入云的商业摩天大楼，到功能完备的住宅小区，施工流程牵涉建筑、结构、给排水、电气、暖通等众多专业，设计图纸堆积如山，施工工序错综复杂，各参与方信息交互频繁却又极易出现梗阻。传统施工管理模式高度依赖纸质文档、二维图纸以及经验式的现场调度，在应对当下复杂项目时，渐显疲态，信息传递迟滞、失真，进度把控似雾里看花，质量安全隐患难以及时洞察与根除。建筑信息模型（BIM）技术恰似一股革新春风，凭借数字化、可视化、参数化优势，打破信息孤岛，将施工全程直观呈现于虚拟三维空间，为土建施工管理困境带来破局曙光，深入探究其应用价值与实践路径，迫在眉睫。

1 BIM 技术概述

1.1 基本原理

BIM 技术的核心要义在于构建一个数字化的三维虚拟建筑模型，此模型绝非简单的外观复刻，而是深度整合海量数据的信息聚合体。从建筑构件的几何尺寸、空间位置，到材料的物理属性、力学性能，乃至各功能分区的使用需求，

皆被一一录入。借助参数化设计理念，模型中的每个元素都与特定参数紧密挂钩，当某一参数值发生变动，与之关联的所有信息会同步更新，确保整个模型数据的连贯性、精准性与时效性，犹如真实建筑在虚拟世界的动态孪生体，精准模拟建筑全生命周期各阶段的演变态势。

例如，在设计一栋高层住宅时，一旦调整某根柱子的截面尺寸，与之相连的梁、板结构受力分析数据会即刻刷新，建筑整体的工程量统计、空间布局合理性评估也随之自动更新，无需人工逐一复核，极大提升设计效率与质量。

1.2 核心功能模块

1.2.1 模型创建

模型创建是 BIM 技术的根基，它整合来自不同专业设计团队的图纸与数据，消弭专业间信息隔阂。建筑师绘制的建筑外观与空间布局、结构工程师规划的承重体系、设备工程师设计的管线走向，在 BIM 软件中交汇融合，搭建起层次分明、细节完备的三维模型。这一模型犹如建筑工地的“数字沙盘”，施工人员、管理人员借此提前洞悉建筑全貌，为后续施工筹备、方案研讨筑牢基础。

1.2.2 碰撞检查

土建施工中，各专业管线与构件在有限空间内纵横交

错,极易引发碰撞冲突,导致现场返工,延误工期、增加成本。BIM 的碰撞检查功能恰似一位“空间纠错神探”,施工前在虚拟模型里模拟各专业管线、构件的空间位置关系,精准找出碰撞点,并生成详细报告,辅助设计人员提前调整优化,将隐患扼杀在摇篮。以医院建筑为例,复杂的医疗设备管线、通风管道、电气线路在 BIM 模型里“预演”碰撞检查,可发现数百处潜在冲突,避免后续施工中的混乱与浪费。

1.2.3 进度模拟

进度管理是施工管理的关键脉络,BIM 技术通过将施工进度计划与模型构件巧妙关联,赋予进度管理可视化魔力。依据既定的施工顺序、时间安排,为每个模型构件设定施工时间节点,一键生成 4D 进度模拟动画。管理者能以时间为轴,沉浸式查看施工全程,清晰分辨关键线路、各工序衔接紧凑程度,前瞻性优化进度安排,规避工期延误风险。

1.2.4 工程量计算

传统手工计算工程量不仅耗时费力,且易出错,BIM 技术则让这一流程实现自动化、高精度蜕变。基于模型精准的几何数据与内置材料信息,软件瞬间统计出各构件、各楼层乃至整个项目的材料用量、土方量等工程量数据。对于大型商业综合体项目,BIM 自动算出的混凝土、钢材、砌块等材料用量,相较传统方式误差率大幅降低,为成本预算、材料采购提供坚实数据支撑。

2 基于 BIM 技术的土建施工可视化管理应用

2.1 施工进度可视化管理

2.1.1 进度计划编制与模拟

施工团队承接项目伊始,依据合同工期、资源配备状况,在 BIM 软件中精心铺排施工进度计划。将整体工程拆解为一道道工序,为每个工序分配合理工期,再与模型中的对应构件精准绑定。例如,在建造一座桥梁时,灌注桩施工、桥墩浇筑、桥梁架设等工序依次对应模型里的相关构件,生成动态 4D 进度模拟视频。管理者由此全局预览施工节奏,审视关键工序安排是否紧凑合理,非关键工序有无闲置资源浪费,进而灵活调整优化,为项目抢出时间“富余量”。

2.1.2 实时进度跟踪与对比

施工现场,施工人员借助移动终端设备,实时上传各工序实际进展情况,如某区域基础开挖完成时间、混凝土浇筑日期等关键节点信息。BIM 系统自动抓取数据,与预设进度计划逐一对标。一旦发现偏差,如某栋楼的主体施工进度滞后于计划 3 天,系统即刻发出预警,精准定位延误工序,结合资源投入、天气状况等因素深入剖析成因,辅助管理者迅速调整施工策略,调配人力、物力资源,追赶进度。

2.2 施工质量可视化管理

2.2.1 质量标准植入与交底

施工质量是项目生命线,BIM 技术将晦涩难懂的施工质量验收规范、工艺操作要点转化为可视化元素植入模型。

在装饰装修工程中,墙面抹灰平整度要求、瓷砖铺贴缝隙标准等,皆在模型相应部位直观呈现,施工前以三维动画、虚拟漫游形式向作业人员交底。相较于传统口头交底、纸质交底的模糊性,作业人员仿若置身施工现场,提前明晰质量管控要点,降低操作失误概率。

2.2.2 质量问题监测与整改

现场质量巡检人员手持移动设备,巡检过程中一旦发现质量瑕疵,如屋面防水卷材铺贴空鼓、钢筋绑扎间距超标,即刻拍照上传至 BIM 平台,精准关联问题发生位置。系统自动记录问题详情,追踪整改全流程,从责任人员认领、整改措施拟定到整改后复查,形成完整闭环管理链路,确保质量问题事事有回音、件件有着落,杜绝隐患遗留。

2.3 施工安全可视化管理

2.3.1 安全风险识别与预警

土建施工现场潜藏各类安全风险,BIM 模型化身“风险洞察先知”,结合项目施工环境、工艺特点,提前标注高处作业区域、深基坑周边、塔吊作业半径等风险高发点位,模拟危险场景及后果。施工时,现场人员佩戴的定位设备与 BIM 系统实时联动,一旦靠近风险区,系统立即触发声光警报,同步推送避险提示至相关人员移动端,防患于未然。

2.3.2 安全设施布局优化

安全设施布局关乎防护效能,BIM 模拟功能在此大展拳脚。通过模拟安全通道、防护栏杆、灭火器摆放等设施布局,评估人员疏散便捷性、防护覆盖完整性。若模拟发现某楼层安全通道曲折迂回,不利于紧急疏散,即可依据模拟结果优化调整,打造更安全高效的施工环境。

3 实际案例分析

3.1 项目背景

选取某大型商业综合体土建项目,该项目地处城市核心商圈,建筑面积高达 10 万平方米,涵盖高层塔楼、多层裙房商业,地下还设有大型停车场,结构形式复杂,涉及深基坑开挖、钢结构吊装、机电系统集成等高难度施工环节,施工周期紧张,传统管理模式,进度拖延、质量瑕疵、安全事故风险高企。

3.2 BIM 技术应用实践

3.2.1 前期规划

项目筹备初期,各专业设计团队汇聚 BIM 平台,上传各自设计成果,迅速整合出高精度项目模型。随即展开全面碰撞检查,揪出涉及给排水、电气、暖通等专业管线碰撞问题上千处,设计团队据此协同调整优化,大幅减少后续设计变更频次。同时,基于模型开展施工场地布置模拟,合理规划材料堆放区、机械设备停放位,提升场地利用效率。

3.2.2 施工阶段

进度管理方面,依据合同工期编制精细进度计划并关联模型,生成 4D 模拟动画。施工中,每日更新实际进度,

通过 BIM 系统比对分析,精准管控进度偏差,全程进度偏差始终控制在 5% 以内。质量管控上,将国家规范与企业质量标准植入模型交底,现场巡检发现的数百项质量问题均在系统跟踪下高效整改,整改率达 95%。安全管理环节,识别标注各类风险点 200 余处,借助实时预警与设施优化,施工期间安全事故发生率显著降低。

3.3 效果评估

经 BIM 技术助力,该项目收获斐然成效。工期相较原计划缩短 10%,得益于精准进度管控与减少返工;成本节约 8%,精准工程量计算避免材料浪费,高效进度保障降低管理成本;质量验收一次通过率提升 15%,可视化质量管控与问题闭环处理功不可没,充分彰显 BIM 技术在可视化管理维度的卓越效能。

4 挑战与应对策略

4.1 技术兼容性

在当下的 BIM 生态体系里,技术兼容性难题犹如顽固的梗阻,严重拖慢行业前行的步伐。市面上 BIM 软件琳琅满目,出自不同开发商之手,各有专长却也各自为政。设计端的建模软件擅长雕琢建筑的精细外观与复杂结构,施工管理类软件聚焦现场资源调配与进度把控,运维阶段软件意在保障建筑长久稳定运行,然而它们的数据格式、接口标准千差万别。这就好比众人说着不同方言,交流起来困难重重,数据从设计环节流转至施工、再到运维阶段,时常遭遇格式转换错误、信息丢失等状况。

硬件层面同样不容乐观,施工现场环境复杂,部分老旧设备运算能力有限,难以流畅运行大型 BIM 软件,加载高清模型时卡顿、闪退频发。而新购置的高性能硬件,又可能因软件适配不佳,无法充分发挥性能优势。不同硬件设备在数据传输速率、存储容量扩展等方面差异巨大,协同工作时,频繁出现数据传输中断、延迟,大大制约了 BIM 技术全生命周期应用的无缝衔接,使得各阶段协同作业事倍功半。

4.2 人员素质

人员素质短板是 BIM 技术普及推广的又一拦路虎。施工一线人员长期浸淫在传统作业模式里,习惯依赖纸质图纸、口头指令开展工作。对于 BIM 这种依托数字化平台、三维模型交互的新技术,心理上存在畏难情绪,认知也极为匮乏。多数工人不懂如何操作 BIM 移动端设备录入现场数据,更不清楚如何借助模型获取施工要点。

管理人员方面,部分资深管理者凭借多年传统管理经验,对新技术接受度低,仍倾向凭直觉、经验做决策,忽视 BIM 可视化模型里精准的数据分析、风险预警。年轻管理人员虽对新技术敏感度高,但缺乏深厚施工实操积淀,难以将 BIM 功能与实际施工难题深度融合,导致 BIM 技术在管理决策中沦为华而不实的“花瓶”,无法真正落地生根,释放其应有效能。

4.3 数据安全

随着 BIM 项目推进,数据呈爆炸式增长,海量数据背后,数据安全危机四伏。在存储环节,部分企业数据存储系统防护薄弱,黑客一旦入侵,项目核心数据如设计图纸、成本预算、施工进度安排等商业机密便会泄露,竞争对手借此可抢占先机,企业自身则面临巨大损失。

传输过程也隐患重重,当数据在不同参与方、不同场地间传输时,缺乏加密防护,中间人攻击、信息篡改风险极高。一旦施工关键参数被恶意修改,后续施工将偏离正轨,引发质量、安全事故。项目完工后的数据归档保存同样棘手,长期存储的数据可能因存储介质老化、软件版本更新,出现读取困难甚至无法还原的状况,导致珍贵项目资料遗失,不利于后续复盘、经验传承。

4.4 成本投入

引入 BIM 技术,成本考量是多数企业无法绕开的现实难题。初期,购置专业正版 BIM 软件便是一笔不菲开支,高级功能模块解锁更是价格高昂。为适配软件,硬件升级换代也迫在眉睫,大容量存储服务器、高性能图形工作站等硬件采购成本节节攀升。企业还需投入大量资金用于人员培训,邀请外部专家授课、组织员工外出学习,都加重财务负担。

对于中小建筑企业而言,资金本就捉襟见肘,高额前期投入让他们对 BIM 技术望洋兴叹,只能维持传统运作模式。大型企业即便有资金实力试点推行,若短期内看不到显著效益,多个项目持续投入后,资金回笼缓慢,也会陷入成本回收焦虑,进而削弱进一步推广应用 BIM 技术的决心,使得技术普及之路愈发坎坷。

4.5 行业标准与规范缺失

目前,建筑行业针对 BIM 技术的应用标准和规范尚不完善。不同地区、不同企业对于 BIM 模型的精度要求、数据交付标准、成果评价准则都存在较大差异。这就导致在跨地区、跨企业合作项目中,各方提交的 BIM 成果参差不齐,难以高效整合与协同。例如,有的企业习惯制作低精度模型用于前期概念展示,而合作方要求高精度模型辅助施工,两边标准不统一,就需耗费大量时间精力重新调整模型,严重影响项目推进效率。

4.6 数据更新与维护难题

土建施工周期长,其间设计变更、现场突发状况不断,这要求 BIM 模型持续更新数据以反映真实情况。但实际操作中,现场人员常因忙碌疏忽,未能及时将变更信息反馈至模型,致使模型与实际工程脱节。而且,持续更新维护模型需要专业人员投入大量精力,当项目团队人员流动时,新接手人员对前期建模思路、数据逻辑不明就里,进一步加大数据更新维护难度,让 BIM 模型逐渐失去时效性与指导价值。

5 结论

BIM 技术无疑为土建施工过程可视化管理注入磅礴动力,开启全新型管理范式。尽管前行路上荆棘丛生,面临技术

兼容、人员素质、数据安全、成本投入等诸多挑战,但只要秉持创新破局思维,借有针对性策略逐个攻克难关,持续深耕推广,BIM技术必将重塑土建施工管理生态,引领行业稳步迈向智能化、精细化管理的崭新时代,为城市建设贡献更高品质、更高效能的建筑作品。

参考文献:

- [1] 何关培.那个叫BIM的东西究竟是什么[M].北京:中国建筑工程出版社,2011.
- [2] 黄亚斌.BIM技术应用实务[M].北京:中国建筑工程出版社,2014.
- [3] 李建成.建筑信息模型技术应用[M].北京:中国建筑工程出版社,2012.
- [4] 张建平.BIM应用与项目管理[M].北京:中国建筑工程出版社,2013.
- [5] 马智亮.BIM技术概论[M].北京:中国建筑工程出版社,2010.
- [6] 李恒.建筑BIM技术原理与应用[M].北京:科学出版社,2013.