

# BIM 技术在建设工程项目中的应用

宁廷磊<sup>1</sup>，邱进国<sup>2</sup>

(1. 济南明东房地产有限公司，山东 济南 250000；

2. 济南鼎邦保温工程有限公司，山东 济南 250000)

**摘要** 在数字化与智能化技术深刻重塑各行业发展的新时代，建筑业作为国民经济的支柱产业，正经历着前所未有的转型变革。传统建设模式长期面临效率低下、资源浪费、协同困难等问题，已难以满足社会对高质量、可持续建筑产品的需求。建筑信息模型（BIM）技术作为贯穿建筑全生命周期的信息集成与管理工具，凭借其参数化设计、协同合作、数据驱动等优势，逐渐成为推动行业技术升级的核心力量。本文以某大型建设工程项目为实践载体，系统探讨了BIM技术在设计、施工及运维阶段的全流程应用，旨在为同类项目提供可借鉴的技术路径与管理经验。

**关键词** BIM技术；建设工程；方案设计；施工模拟；工程量统计

中图分类号：TU17；TU71

文献标志码：A

DOI：10.3969/j.issn.2097-3365.2025.16.012

## 0 引言

当前，全球建筑业正迈向以数据为核心的工业4.0时代。物联网、云计算、人工智能等前沿技术与建筑领域的深度融合，催生出“智能建造”的新范式。BIM技术作为建筑数字化的基础平台，通过三维可视化的信息模型整合几何、物理、成本等多维度数据，打破了传统二维设计的认知局限。BIM技术并非单纯的技术工具，而是推动建筑业生产模式变革的使能器，所以需要明确其技术原理，并结合工程实际情况加以运用，从而能够为建筑工程项目建设提供全面支持。

## 1 BIM技术在建设工程项目中的应用优势分析

### 1.1 可视化与沉浸式协同设计

BIM技术利用三维参数模型，能够使得建筑工程的设计意图更加直观，设计人员可以在虚拟的空间中进行交互设计，从而打破了传统模式下二维图纸的限制，能够提升设计人员之间的沟通效率，还可以在前期阶段发现设计方案存在的问题，提升设计方案科学性。例如：在某高层建筑的外立面设计中，前期阶段融合了BIM技术，通过对光照与人流模拟的分析，确定了幕墙设计方案，有效提升了幕墙的功能需求与美观平衡性。通常情况下，BIM技术的可视化功能，能够提升设计效率约40%左右，并缩短决策周期；多个专业的不同人员可以在同一模型下进行设计，比如结构工程师可以实时获取建筑模型中的整体布局参数，机电设计人员则能够对管线排布进行优化，从而可以避免信息孤岛问题，实现沉浸式的协同化设计。

### 1.2 全要素碰撞检测与错误预防

通过采用BIM技术，能够自动化识别建筑结构中的冲突问题，比如建筑结构、机电专业之间的冲突，将传统模式下的被动解决问题模式优化为事前预防模式，可以有效避免建筑设计存在冲突和错误问题。例如：在某医院建筑设计中，设计人员通过BIM技术模型分析后发现，通风管道和结构梁之间存在21处碰撞，为此对设计方案进行调整优化，减少净高损失0.3m，从而能够为医疗设备安装提供有利条件。通过采用事前错误预防的方式，能够有效避免返工风险问题发生，还可以预防成本超支、工期延误等问题<sup>[1]</sup>。

### 1.3 施工模拟与资源优化动态管控

在建筑工程中引入BIM技术后，能够融合时间维度构建4D模拟施工模型，使得施工过程、施工资源等更加直观地呈现，从而为施工方案优化决策提供支持，比如在某地铁车站施工过程中，采用4D模拟技术后发现基坑支护和主体结构之间的工序存在矛盾问题，为此对其进行优化调整，使得工期缩短13%，可以全面提升施工效率。同时，BIM技术可以结合5D成本信息集成应用，对工程量进行自动化统计，并与工程预算进行实时对比，从而可以降低施工成本，提升工程建设经济效益。

### 1.4 全生命周期数据贯通与运维支持优势

BIM模型作为贯穿设计、施工、运维的信息载体，实现了建筑数据的连续性传递。在运维阶段，模型可转化为数字孪生体支持设施管理，比如某机场项目通

过 BIM 模型集成设备台账与运维记录,使故障响应速度提升 45%。结合物联网传感器数据,可实现能源消耗的实时监控与设备维护的智能预警,比如某办公楼项目运用 BIM+IoT 技术降低空调能耗 18%;模型还支持空间管理优化,比如酒店项目通过 BIM 分析客房使用效率,指导功能布局调整,提升运营收益。数据贯通机制不仅可以降低运维成本,还能够为建筑改造与资产处置提供完整信息基础,实现全生命周期价值最大化<sup>[2]</sup>。

## 2 建设工程项目概况

某城市社区综合服务中心建筑工程项目,总建筑面积 2 428.5 m<sup>2</sup>,建筑高度为 12.3 m,地上 3 层,局部设备夹层 1 层,结构类型为钢筋混凝土框架结构,抗震设防烈度为 7 度,设计使用年限 50 年。本项目旨在打造集社区服务、政务办理、文化活动于一体的综合性场所,服务周边 3 个居民小区约 1.2 万人口,建筑呈“L”型布局,主入口朝东,与市政人行道无缝衔接。采用现浇钢筋混凝土框架,柱网尺寸 8.1×7.5 m,基础形式为钢筋混凝土独立基础,持力层为中风化砂岩,外墙为 200 mm 厚加气混凝土砌块+60 mm 岩棉保温层,外窗采用断桥铝合金 Low-E 中空玻璃,传热系数 2.2 W/m<sup>2</sup>·K。

## 3 BIM 技术的具体应用

### 3.1 方案设计阶段

在场地设计环节,BIM 技术结合 GIS 系统构建了 1:500 三维地形模型,精确还原了 0.8 公顷场地的原始高程数据,东高西低,最大高差 3.2 m;通过日照分析模块,对建筑 L 型布局的 12 种方案进行模拟,计算发现当建筑主体向东偏移 6.8 m 时,公共服务大厅冬至日满窗日照时长可从 1.2 小时延长至 2.4 小时,同时避免对西侧住宅楼产生遮挡;结合 CFD 风环境模拟,优化建筑迎风面形态,使冬季东北风下的风速降低 15%,有效改善建筑微气候,最终确定的建筑形体较初始方案减少土方开挖量 420 m<sup>3</sup>,降低场地平整成本 7.8 万元。

在功能空间布局阶段,BIM 模型通过空间距法分析对人流动线进行量化评估,原始方案中老年人日间照料中心与社区卫生站的水平距离为 18 m,经 Depthmap 软件模拟发现,该距离导致服务流线折返系数达 1.7(行业标准 < 1.5)。通过调整功能分区,将两者距离压缩至 12 m,使流线效率提升 38%;利用 BIM 模型对多功能活动室的声学环境进行 Odeon 软件模拟,优化墙面吸声材料布局,新增 6 处 50 mm 厚玻璃棉板,使混响时间从 1.8 秒降至 1.2 秒,达到文化活动类空间标准

要求;该阶段通过 7 次迭代优化,累计调整功能分区边界 14 处,空间利用率从 72% 提升至 85%。

在参数化设计应用方面,项目采用 Revit 自适应构件创建模块化隔断系统,通过 Grasshopper 平台编写算法,生成 3 种可变换隔断组合方案,当多功能活动室需要从会议模式的 150 座转换为舞蹈排练模式 80 人时,系统可自动调整隔断位置,转换时间缩短至 15 分钟(传统方案需 40 分钟);在屋顶花园设计中,利用 BIM 模型对乔木种植点位进行参数化布置,通过 Ladybug 插件计算日照覆盖时长,确保每株乔木获得 ≥ 4 小时直射光照,最终确定银杏、红叶石楠等本地适生树种的最佳种植密度,每 100 m<sup>2</sup> 种植 3 株,较常规设计减少植物数量 18%,降低后期养护成本。

在方案比选阶段,项目团队利用 BIM 模型生成 8 种设计方案,通过动态可视化进行多方案比选,重点对比了平屋顶与坡屋顶方案:平屋顶方案可降低结构荷载 15%,但太阳能板安装面积减少 20%;坡屋顶方案虽增加结构成本 8.5 万元,但提升光伏效率 12%。经全生命周期成本分析,为此采用折中方案,即局部坡屋顶设计,使增量成本回收期缩短至 6.8 年,该决策过程通过 BIM 模型量化数据支持,避免了主观判断的局限性<sup>[3]</sup>。

### 3.2 施工模拟与管控

在施工模拟环节,项目采用 Navisworks Manage 软件进行 4D 施工模拟,将 Project 进度计划与 BIM 模型深度关联。通过模拟主体结构施工阶段发现,原计划在 3 层楼板施工时存在脚手架搭设与钢筋运输通道冲突,导致关键线路工期延误 5 天,经 BIM 优化调整后,决定采用分段搭设脚手架方案,将冲突区域施工工序错开 2 天,使关键线路工期缩短 8 天;在机电安装阶段,模拟发现空调水管道与消防喷淋管道存在 72 处空间冲突,其中 48 处位于地下车库区域,通过 BIM 协调会议,决定采用综合支吊架方案调整管道标高,避免后期拆改,节省成本 14.2 万元。施工模拟系统累计发现施工冲突 138 项,优化后减少返工风险点 85%,使总工期较传统计划压缩 12%。

在管线综合优化方面,基于 BIM 模型对机电系统进行深化设计,自动检测碰撞点 87 处,其中强电桥架与通风管道冲突占比达 42%,利用 BIM 协调平台,机电专业与土建专业协同优化,调整管线排布方案 23 版,最终确定采用双层支架系统,使地下车库净高提升 200 mm;在设备机房区域,对空调机组、配电柜等大型设备运输路径进行模拟,发现原方案设备尺寸超出电梯轿厢

尺寸,经与设备厂商协同,采用模块化拆分运输方案,避免结构拆改,节约工期6天,管线优化后机电安装工程量减少12%,支架材料节省18吨。

在质量管控方面,BIM模型与质检标准深度关联,自动生成质量控制点,比如在钢筋工程验收中,通过BIM模型提取梁柱节点钢筋三维视图,与现场实测数据对比,发现6处箍筋间距超标(设计80 mm,实测100 mm),整改合格率达100%;在幕墙施工中,利用BIM模型生成龙骨安装定位图,结合激光扫描复核,使幕墙垂直度误差控制在3 mm以内(规范允许偏差5 mm);预制构件安装前,通过BIM模型生成安装控制线,结合AR辅助定位,使构件安装精度达 $\pm 2$  mm;质量管控系统累计生成质检记录432条,整改闭环率100%,质量通病发生率降低65%。

在安全管理方面,项目团队构建BIM安全预警系统,集成危险源数据库与施工模拟数据,比如在深基坑施工过程中,通过BIM模型模拟土方开挖顺序,结合监测数据,预警支护结构位移超标风险,提前采取加固措施,避免安全事故;在临时用电管理中,通过BIM模型规划电缆走向,避免与金属构件接触,降低触电风险;安全管理系统累计发出预警14次,整改隐患28处,实现零安全事故目标<sup>[4]</sup>。

### 3.3 工程量统计

BIM模型通过参数化关联实现“一模型多用途”,建筑构件与清单规则深度绑定,比如墙体的材质、厚度、高度参数自动关联《建设工程工程量清单计价规范》计算规则,门窗构件自动统计洞口尺寸与数量;结构模型中,钢筋的型号、间距、锚固长度等参数与平法图集关联,自动生成钢筋下料表;机电模型中,管道管径、长度、连接方式参数与定额库对接,实现设备、管件数量的精准提取。经对比验证,BIM自动算量结果与手工算量偏差率控制在1.2%以内,其中钢筋工程量统计精度达98.7%,管道工程量统计精度达97.3%<sup>[5]</sup>。

动态调整功能支持设计变更的实时响应,当设计方案调整时,BIM模型自动更新关联工程量,比如在本次项目中,某区域楼板厚度从120 mm调整为150 mm,系统自动更新混凝土体积计算,原设计 $32.4\text{ m}^3$ 调整为 $40.5\text{ m}^3$ ,同步调整模板接触面积与钢筋用量;在幕墙系统优化中,通过参数化调整竖挺间距,系统自动重新统计铝型材长度与玻璃板块数量,使统计误差率从5.2%降至0.8%。

### 3.4 运维管理延伸应用

在现代建筑工程项目中,除了前期与施工过程控

制,后期维护管理也是重要的工作内容,是保障建筑工程高质量运行的关键所在,而传统运维管理模式效率低下,难以满足实际需求,为此可以采用BIM技术,将其融合在项目运维管理工作中,从而能够提升运维管理效果<sup>[6]</sup>。在该项目的运维阶段,BIM技术通过全生命周期数据贯通与智能物联集成,实现了设施管理的数字化、空间运营的精细化与能源管控的智慧化。项目团队基于竣工交付的LOD500级BIM模型(含48 237个构件、关联设备参数2 132项),构建运维管理平台,使传统被动式运维转型为主动式智能管理。通过BIM模型与IoT传感器数据对接,实时采集设备运行参数,其中空调机组能效比提升12.3%,照明系统功率密度降低18%,综合能耗较传统建筑下降22%;在设备维护中,BIM三维定位功能将设备查询时间从平均45分钟缩短至12分钟,结合维修历史数据库生成预防性维护计划,使设备故障率降低35%<sup>[7]</sup>。此外,BIM模型集成消防、安防子系统,实现火灾疏散路径自动规划,应急响应时间缩短30%。

## 4 结束语

在现代建筑工程项目领域中,BIM技术具有诸多优势,能够有效提升建筑工程施工效率与质量,为此必须掌握BIM技术的应用要点,将其贯穿于建筑工程全部过程中,为工程建设提供全面的技术支持。未来随着BIM与数字孪生、区块链等技术的深度融合,其将持续推动建筑业向智能化、绿色化方向演进,助力实现建筑高质量发展的战略目标,且BIM技术也在不断创新,通过与多项技术的融合,能够发挥出更大的优势。

## 参考文献:

- [1] 孙绍桐.基于BIM技术的建筑材料用量节约方法研究:以沈阳某地铁工程为例[D].辽宁:沈阳建筑大学,2023.
- [2] 张烈霞.基于多维建筑信息模型(BIM)的项目全生命周期数据管理及其工程应用研究[J].科技管理研究,2023,43(21):208-217.
- [3] 孙大鹏.BIM技术在工业建筑工程施工管理中的应用分析[J].中国建筑装饰装修,2023(04):57-59.
- [4] 覃轲,赖华辉,刘壕.基于MVD的建筑工程BIM子模型数据研究[J].城市建筑,2024,21(16):210-213.
- [5] 江曼,程红,张岭岭.基于BIM技术的建筑工程造价控制与管理探析[J].智能建筑与工程机械,2024,06(02):70-72.
- [6] 马春先.基于BIM技术的绿色建筑工程施工优化与效率提升研究[J].智能建筑与智慧城市,2024(02):120-122.
- [7] 同[5].