

# BIM建筑智能化研究

郭倩 杨波 赵凯丽  
海南职业技术学院 海南 海口 570216

**摘要:** BIM (建筑信息模型) 技术凭借三维可视化、全生命周期数据集成及多专业协同优势, 成为建筑智能化发展的核心引擎。研究指出, BIM与AI、IoT等技术融合后, 可实现设计优化、施工进度模拟、能耗动态分析及设备故障预警, 显著提升工程效率与质量。数据显示, 采用BIM技术的项目平均减少25%的返工成本, 运维能耗降低15%, 推动建筑业向数字化、低碳化方向加速转型。

**关键词:** BIM技术; 建筑智能化; 关键技术

引言: 随着建筑行业向高效化、低碳化与精细化方向加速演进, 传统建造模式因信息割裂、协同低效等问题面临严峻挑战。BIM (建筑信息模型) 技术以其三维可视化、全生命周期数据集成及多专业协同能力, 成为破解行业痛点的关键工具。当前, BIM与人工智能、物联网、数字孪生等技术的深度融合, 正推动建筑设计、施工及运维各环节的智能化升级, 为构建“数智建筑”新生态提供核心支撑。

## 1 BIM 技术核心特征与智能化需求分析

### 1.1 BIM技术特性

(1) 三维可视化: 突破传统二维图纸局限, 将建筑构件以三维模型直观呈现, 可清晰展示空间关系与细节, 减少设计误解, 便于各参与方快速理解项目全貌。

(2) 信息集成: 整合建筑全生命周期数据, 涵盖设计参数、材料信息、施工进度、运维记录等, 形成统一信息数据库, 为各阶段工作提供数据支撑。(3) 协同作业: 搭建多方协同平台, 设计、施工、运维等参与方可实时共享模型与数据, 同步沟通修改, 打破信息壁垒, 提升工作效率。(4) 可扩展性: 支持与其他技术 (如GIS、物联网) 对接, 可根据项目需求拓展功能, 适应不同规模、类型建筑项目的应用场景。

### 1.2 建筑智能化需求

(1) 设计阶段: 一是需实现自动化设计, 基于预设规则自动生成设计方案, 减少重复劳动; 二是开展性能模拟, 通过能耗、光照等模拟分析, 优化设计方案, 提升建筑节能性与舒适性。(2) 施工阶段: 需借助进度模拟把控施工节奏, 提前发现工期冲突; 通过资源优化合理分配人力、材料、设备, 降低成本; 利用质量监控技术实时监测施工质量, 减少质量隐患。(3) 运维阶段: 需高效开展设施管理, 实现设备信息实时查询与维护提醒; 通过故障预测提前预警设备故障, 减少停机时间;

加强能源管理, 降低建筑能耗<sup>[1]</sup>。

## 1.3 BIM与智能化的耦合关系

(1) 数据驱动决策: BIM作为智能化信息载体, 整合的全生命周期数据为智能化分析与决策提供基础, 使设计优化、施工管控、运维管理等决策更科学精准。(2) 动态反馈机制: 智能化技术实时采集建筑运行数据, 反馈至BIM模型, 实现模型动态更新与修正, 同时根据数据反馈调整管理策略, 提升建筑全生命周期管理效率。

## 2 BIM 驱动的建筑智能化关键技术

### 2.1 技术融合框架

(1) BIM+AI: 在建筑领域, 二者融合可深度赋能全流程。自动化设计优化方面, AI能基于BIM模型中的海量设计数据, 学习优秀设计案例与规范要求, 自动生成多版设计方案并对比优化, 比如在户型布局、构件选型上, 快速筛选出兼顾功能性与经济性的方案; 风险预警层面, AI通过实时分析BIM整合的施工进度、环境参数等数据, 精准识别潜在风险, 如施工工序冲突、结构安全隐患等, 提前发出预警并给出应对建议, 降低事故发生概率。(2) BIM+IoT: 借助IoT设备的感知能力, 可实现建筑数据的实时采集与设备联动。在施工阶段, 通过部署在施工现场的传感器, 实时采集人员位置、机械运行状态、材料用量等数据, 并同步传输至BIM模型, 让管理人员实时掌握施工动态; 运维阶段, IoT设备能监测建筑内温湿度、设备运行参数等, 一旦数据异常, BIM模型可触发设备联动, 如自动调节空调运行模式、启动备用设备, 保障建筑稳定运行<sup>[2]</sup>。(3) BIM+数字孪生: 通过构建与物理建筑完全对应的数字孪生模型, 实现虚拟仿真与物理空间的精准映射。在设计阶段, 可在数字孪生模型中模拟建筑在不同环境下的性能, 如台风、地震等极端条件下的结构稳定性; 施工阶段, 将现场实际进度与数字孪生模型对比, 及时发现偏差并调整; 运维阶

段,数字孪生模型能实时反映建筑设备运行状态,为维护检修提供精准指引,提升运维效率。

## 2.2 核心技术支持

(1) 云计算:建筑项目的BIM模型数据量庞大,且全生命周期中需进行大量复杂计算,云计算凭借强大的算力与存储能力,可支持大规模模型的高效计算与安全存储。设计团队可通过云端协同编辑模型,无需担心本地设备算力不足;施工与运维阶段产生的海量数据,也能实时上传至云端,方便各参与方随时调取使用,打破数据存储与计算的地域限制。(2) 5G/6G:在建筑智能化应用中,低延迟、高带宽的数据传输至关重要。5G技术已实现毫秒级延迟,满足施工场景中实时监控、远程操控机械等需求;未来6G技术将进一步提升传输速率与稳定性,可支持更多IoT设备同时联网,实现建筑内更复杂的设备联动与数据交互,如远程实时调整建筑内多系统运行参数,保障智能化管理的流畅性。(3) 区块链:建筑全生命周期涉及多方参与,数据安全与可追溯性尤为关键。区块链的去中心化、不可篡改特性,可确保BIM模型数据及各阶段业务数据的安全。每一次数据修改都会被记录在区块链上,形成可追溯的信息链,避免数据被恶意篡改或丢失;同时,基于区块链的智能合约,能自动执行各方约定,如材料采购付款、工程进度验收等流程,提升交易透明度与效率。

## 3 BIM 在建筑全生命周期中的智能化应用

### 3.1 设计阶段

(1) 基于BIM的参数化设计与性能优化:参数化设计借助BIM平台,将建筑构件的尺寸、材质等核心参数关联成动态模型,设计师调整任一参数时,模型可自动更新关联构件,大幅减少重复绘图工作量。在绿色建筑评价方面,BIM能整合能耗分析、日照模拟等工具,实时计算建筑的节能率、采光系数等指标,比如模拟不同窗墙比下的建筑能耗,自动筛选出符合绿色建筑标准的设计方案,助力项目高效获取绿色建筑认证,同时降低后期改造成本。(2) 冲突检测与自动化解决方案生成:传统设计中,各专业图纸独立绘制易出现管线碰撞、结构冲突等问题,而BIM可整合建筑、结构、机电等多专业模型,通过碰撞检测算法自动识别冲突点,如水管与电缆桥架交叉、梁体与风管空间重叠等,并生成直观的冲突报告。更智能的是,部分BIM平台可结合设计规范与工程案例,针对检测出的冲突自动生成解决方案,例如调整管线走向、优化构件尺寸,设计师仅需根据实际需求微调,显著提升设计效率与图纸准确性。

### 3.2 施工阶段

(1) 4D/5DBIM模拟(时间、成本动态管控):4DBIM在3D模型基础上融入施工进度计划,将建筑构件与施工时间节点绑定,动态模拟施工全过程,直观展示各工序的起止时间与空间衔接关系,帮助管理人员提前发现进度偏差,如混凝土浇筑延误对后续装修工序的影响,并及时调整施工计划。5DBIM则进一步加入成本维度,将材料价格、人工费用等数据与模型关联,施工过程中,模型可根据实际工程量自动核算成本,对比预算与实际支出差异,如钢筋用量超标、机械租赁费用超支等,实现成本动态管控,避免资金浪费<sup>[3]</sup>。(2) 机器人施工与BIM路径规划:在装配式建筑施工中,BIM可与建筑机器人协同工作,通过模型提取构件的位置、尺寸等数据,为机器人规划精准施工路径。例如墙体吊装机器人,BIM会提前模拟吊装轨迹,避开施工现场的障碍物,同时将构件安装精度要求传输至机器人控制系统,确保墙体安装误差控制在毫米级;此外,BIM还能实时监控机器人施工进度,若机器人出现故障或偏离路径,可立即发出预警并重新规划路径,保障施工安全与效率。

### 3.3 运维阶段

(1) 智能运维平台:故障预测、能耗分析、空间管理:基于BIM搭建的智能运维平台,可接入建筑内的传感器数据,实时监测设备运行状态,通过大数据分析预测设备故障,如电梯运行振动异常时,平台可提前预警并推送维护建议,减少设备停机时间。能耗分析功能则能统计各区域、各系统的能耗数据,识别能源浪费点,如某楼层空调能耗过高,平台可自动分析原因并推荐节能策略,如调整空调温度设定、优化新风量。空间管理方面,BIM模型可关联办公室、会议室等空间的使用情况,员工通过平台预约空间,系统自动更新空间占用状态,提升空间利用效率。(2) AR/VR辅助设施维护与用户交互:运维人员进行设备维护时,通过AR眼镜扫描设备,可实时调取BIM模型中的设备参数、维修记录等信息,如查看水泵的型号、上次维护时间,同时AR会在现实场景中叠加设备内部结构示意图,指导运维人员精准拆解、检修部件。在用户交互层面,业主或租户可通过VR设备沉浸式查看建筑空间,如虚拟参观未启用的会议室、了解消防通道位置,也可通过VR提交报修需求,系统自动将报修位置关联至BIM模型,方便运维人员快速定位故障点,提升服务响应速度<sup>[4]</sup>。

## 4 BIM 驱动建筑智能化发展的挑战与对策研究

### 4.1 技术层面

(1) 数据标准不统一(IFC、COBie等兼容性):当前建筑行业中,BIM数据标准尚未完全统一,IFC标准侧

重建建筑几何与属性信息交换, COBie标准更关注设施管理数据传递, 二者在数据格式、分类规则上存在差异, 导致不同软件平台生成的BIM模型难以无缝衔接。例如设计阶段用基于IFC标准的软件建模, 运维阶段导入基于COBie标准的管理平台时, 易出现数据丢失、字段不匹配问题, 无法实现全生命周期数据顺畅流转, 制约智能化应用效果。(2) 模型精度与计算效率矛盾: 为满足建筑智能化对细节的需求, BIM模型需包含构件材质、设备参数等海量精细数据, 模型精度越高, 数据量越大。但高精度模型会占用大量计算资源, 在进行性能模拟、进度推演等计算时, 易出现卡顿、延迟现象。如在施工阶段开展5DBIM成本动态核算, 高精度模型可能导致成本计算周期延长, 无法及时为成本管控提供数据支持, 影响决策效率。

#### 4.2 管理层面

(1) 跨学科人才短缺: BIM驱动的建筑智能化需融合建筑设计、计算机技术、大数据分析等多领域知识, 但目前行业内多数人才仅精通单一领域。懂建筑设计的人员可能缺乏AI算法、物联网技术相关知识, 难以高效开展BIM与智能化技术的融合应用; 而技术类人才又对建筑全生命周期业务流程不熟悉, 导致技术落地时与实际需求脱节, 制约智能化项目推进。(2) 传统工作流程抵触: 长期以来, 建筑行业形成了“设计出图—施工按图作业—运维被动响应”的传统工作流程, 部分企业 and 人员习惯依赖二维图纸、人工沟通的工作模式。BIM驱动的智能化工需打破传统流程, 推行数字化协同、数据化决策, 这会改变原有工作习惯, 部分人员因对新技术不熟悉、担心工作难度增加等原因, 对新流程存在抵触情绪, 导致智能化改革推进缓慢。

#### 4.3 对策建议

(1) 推动行业数据标准制定: 由行业协会、龙头企业牵头, 联合科研机构开展数据标准调研, 结合IFC、COBie等现有标准的优势, 制定统一的BIM智能化数据交换规范, 明确数据格式、分类体系、传递规则, 确保不同软件、不同阶段的BIM数据可无缝对接。同时建立标

准更新机制, 根据技术与行业需求动态优化标准, 保障数据标准的适用性与前瞻性。(2) 加强BIM+智能化复合型人才培养: 高校可调整相关专业课程设置, 在建筑类专业中增设AI基础、物联网应用等课程, 在计算机类专业中加入建筑全生命周期管理课程, 实现跨学科知识融合教学。企业可开展校企合作, 建立实习实训基地, 让学生参与实际BIM智能化项目, 提升实践能力; 同时定期组织在职人员培训, 邀请行业专家讲解新技术、新流程, 培养既懂建筑又懂技术的复合型人才。(3) 构建“设计-施工-运维”一体化平台: 整合设计软件、施工管理系统、运维管控平台的功能, 搭建一体化数字平台, 将设计阶段的BIM模型、施工阶段的进度成本数据、运维阶段的设备运行信息集中管理。平台设置统一的数据接口与协同模块, 支持设计、施工、运维各方实时共享数据、在线沟通, 打破传统流程壁垒, 逐步引导行业人员适应新工作模式, 推动BIM智能化技术在全生命周期中高效应用。

#### 结束语

BIM技术与智能化手段的深度融合, 已成为推动建筑行业转型升级的核心力量。从设计阶段的性能优化到施工环节的动态管控, 再到运维阶段的智能决策, BIM智能化应用显著提升了工程效率与质量。未来, 随着数据标准的统一、复合型人才的培育以及一体化平台的完善, BIM驱动的智能建造将进一步突破技术与管理壁垒, 助力建筑行业实现全生命周期高效、低碳、可持续的高质量发展。

#### 参考文献

- [1] 郭文博, 郑小丰, 揭仕钦, 等. 基于BIM技术的建造智能化与绿色化研究[J]. 建筑结构, 2023, (07): 63-64.
- [2] 雷显峰. BIM技术在建筑智能化施工阶段的应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (12): 133-135.
- [3] 王佳楠, 胡振宇. 基于BIM应用技术的建筑施工智能化探究[J]. 散装水泥, 2022, (12): 112-114.
- [4] 杨静. BIM技术在建筑智能化工程施工管理中的应用[J]. 装备维修技术, 2020, (02): 27-29.