

装配式建筑项目中BIM技术深化设计与施工协同研究

周新健

中昕国际项目管理有限公司李沧分公司 山东 青岛 266041

摘要：BIM技术凭借参数化建模、可视化表达等核心功能，契合装配式建筑标准化、工厂化等特征需求。本文聚焦BIM技术在装配式建筑深化设计与施工协同中的应用，阐述其在构件标准化、多专业协同、成果交付等设计环节，以及信息共享、过程可视化、进度质量管控等施工环节的关键作用，并探讨数据标准、协同平台构建等整合机制，为装配式建筑项目高效实施提供技术支撑与实践参考。

关键词：BIM技术；装配式建筑；深化设计；施工协同；整合机制

引言：装配式建筑作为建筑工业化重要方向，面临标准化设计、多专业协同等挑战。BIM技术以数字化、可视化特性，为解决这些问题提供新路径。其参数化建模、全生命周期数据管理等能力，可实现装配式建筑从设计到施工的精准管控。研究BIM技术在装配式建筑深化设计与施工协同中的应用，对提升项目效率、保障质量、控制成本具有重要意义，是推动建筑行业转型升级的关键探索。

1 BIM 技术基础与装配式建筑特征

1.1 BIM技术核心功能

1.1.1 参数化建模与多维度信息集成

参数化建模是BIM技术的核心支撑，通过参数设定而非单纯数字构建建筑模型，调整参数即可生成新的模型形态，模型中构件的属性与行为可通过参数精确定义，实现模型的智能化调整。多维度信息集成依托三维数字技术，将建筑工程项目各类相关信息整合于模型之中，涵盖构件材料、性能、位置等几何与非几何信息，打破传统设计中信息割裂的局限，实现设计、施工等各环节信息的统一承载与共享。

1.1.2 可视化表达与碰撞检测能力

可视化表达将抽象的设计图纸转化为三维立体模型，清晰呈现建筑构件的空间布局与连接关系，为各参与方沟通、讨论与决策提供直观支撑^[1]。碰撞检测能力借助三维模型对建筑各专业构件、管线等进行提前排查，精准识别设计中的冲突问题，避免施工阶段才发现矛盾导致的返工与工期延误，同时可基于模型对构件布局进行优化，提升空间利用效率与施工便利性。

1.1.3 全生命周期数据管理特性

全生命周期数据管理贯穿建筑项目策划、设计、施工、运维至退役的全过程，模型数据库作为项目信息的唯一可靠来源，可实现各阶段数据的持续积累、更新

与传递。通过该特性，各参与方可依托模型获取所需信息，实现对项目全流程的数字化管理，为各环节决策提供精准数据支撑，推动项目各阶段工作的高效衔接。

1.2 装配式建筑特点与挑战

1.2.1 标准化构件设计与模块化组合逻辑

标准化构件设计是装配式建筑的核心特点，按照统一标准规范设计预制构件，确保构件尺寸、性能的一致性，为工厂化生产奠定基础。模块化组合逻辑基于标准化构件，将建筑拆解为多个功能模块，通过模块的灵活组合实现不同建筑形态与功能需求，既提升构件生产效率，也增强建筑设计的灵活性与适应性，契合建筑工业化发展方向。

1.2.2 工厂化生产与现场装配的衔接需求

工厂化生产使装配式建筑构件在专业工厂内完成预制，可有效控制构件质量、提升生产效率，减少现场施工污染与资源浪费。现场装配作为构件成型的关键环节，对工厂生产与现场施工的衔接提出较高要求，需实现构件生产进度、运输调度与现场装配工序的精准衔接，避免出现构件积压或供应不足的情况，保障施工有序推进。

1.2.3 多专业协同设计的高复杂性

装配式建筑设计涉及结构、机电、装修等多个专业，各专业设计需紧密配合、协同推进。不同于传统现场浇筑建筑，装配式建筑构件预制与现场装配的特性，要求各专业在设计阶段充分沟通，统筹考虑构件预留孔洞、预埋件布置等细节，避免专业间设计冲突，这种多专业深度协同的需求，使得装配式建筑设计呈现出较高的复杂性。

2 BIM 技术在装配式建筑深化设计中的应用

2.1 构件标准化与参数化设计

构件标准化与参数化设计是装配式建筑深化设计的

基础支撑, 依托BIM技术构建具备可复用性的设计体系, 保障构件生产与施工安装的精准衔接^[2]。基于BIM的预制构件库构建逻辑围绕装配式建筑全周期需求展开, 整合不同类型预制构件的结构特征与施工要求, 按照功能类别与尺寸规格完成库体架构搭建, 形成层级清晰的构件存储体系, 为后续设计与生产提供统一的数据支撑。构件尺寸、材质、连接节点参数化定义方法依托BIM模型参数化特性, 明确各参数间的关联逻辑, 通过调整核心参数实现构件形态与性能的快速适配, 确保构件尺寸精度、材质属性及连接节点形式满足设计标准与施工需求, 同时提升设计调整的灵活性。标准化设计对生产效率与成本控制的支撑体现在构件库的复用性与规范化上, 统一构件规格与参数体系, 减少重复设计工作, 优化生产流程, 降低生产过程中的资源消耗与成本支出, 推动装配式建筑生产效率提升。

2.2 多专业协同设计机制

多专业协同设计机制是保障装配式建筑深化设计完整性的关键, 依托BIM技术打破专业壁垒, 实现建筑、结构、机电等专业的深度融合。建筑、结构、机电专业的协同设计流程以BIM统一模型为核心载体, 明确各专业的设计边界与衔接节点, 建立跨专业的设计沟通与数据共享渠道, 确保各专业设计逻辑相互适配, 避免设计冲突影响后续施工。基于BIM模型的管线综合与预留洞口校核聚焦空间资源合理利用, 整合各专业管线走向与布局要求, 在三维模型中完成管线排布优化, 同时精准核对预留洞口的位置、尺寸与专业需求, 保障洞口设置与管线安装、构件连接的适配性。碰撞检测与冲突消解策略依托BIM模型的三维可视化特性, 自动识别不同专业设计间的空间碰撞与逻辑冲突, 梳理冲突类型与产生原因, 制定针对性的调整方案, 优化设计方案, 消除设计阶段潜在隐患。

2.3 深化设计成果输出与交付

深化设计成果输出与交付是衔接设计、生产、施工的重要环节, 需依托BIM技术构建标准化、规范化的成果体系。从三维模型到二维图纸的自动化生成逻辑遵循设计规范与施工要求, 依托BIM模型参数关联与视图设置, 实现三维设计信息向二维图纸的精准转化, 确保图纸内容完整反映设计细节, 同时提升图纸生成效率。构件详图、预埋件图、钢筋图的标准化输出规范围绕设计准确性与施工指导性展开, 明确各类图纸的绘制标准、信息维度与表达逻辑, 统一图纸格式与内容要求, 保障施工人员能够清晰理解设计意图。深化设计数据与生产系统的对接要求聚焦数据流通的精准与高效, 梳理深化设计数据的核心维度与

格式标准, 建立数据对接的技术路径, 确保设计数据能够完整、准确传递至生产环节, 支撑预制构件的精准生产, 实现设计与生产的无缝衔接。

3 BIM 技术在施工协同中的关键作用

3.1 施工信息共享与动态更新

施工信息共享与动态更新是施工协同的核心前提, BIM技术通过构建统一信息平台, 打破信息孤岛, 推动施工各环节高效衔接^[3]。基于BIM模型的施工信息集成平台架构以三维模型为核心载体, 整合施工进度、构件信息、资源配置等各类数据, 搭建层级清晰的信息存储与交互架构, 实现各类施工信息的集中管理与统一调用, 为协同工作提供稳定的数据支撑。设计变更与施工反馈的实时传递机制依托BIM平台的信息传递功能, 梳理设计变更的传递路径与反馈流程, 确保设计变更信息快速传递至施工各环节, 施工过程中发现的问题也能及时反馈至设计方, 实现设计与施工的高效联动。跨部门、跨角色的协同工作模式依托BIM平台建立标准化沟通渠道, 明确各部门、各角色的工作权责与信息交互要求, 推动施工、设计、生产等不同主体高效配合, 提升协同工作效率。

3.2 施工过程可视化与预演

施工过程可视化与预演依托BIM技术的三维可视化优势, 提前预判施工难点, 优化施工流程, 保障施工顺利推进。构件吊装顺序与施工路径的4D模拟结合施工进度计划, 将三维构件模型与时间维度关联, 模拟构件吊装的先后顺序与具体路径, 提前排查吊装过程中可能出现的空间障碍与流程冲突, 优化吊装方案。关键施工节点的三维交底方法借助BIM三维模型, 直观呈现关键节点的施工工艺、构件连接方式与质量要求, 替代传统交底模式, 提升交底清晰度与准确性, 确保施工人员精准把握施工要点。施工空间冲突与资源调配的优化策略依托BIM模型的空间分析功能, 识别施工过程中的空间冲突, 结合资源配置情况, 调整施工顺序与资源分配方案, 实现施工空间与资源的合理利用, 降低施工干扰。

3.3 进度与质量协同管控

进度与质量协同管控是施工协同的核心目标, BIM技术通过建立进度与质量的关联体系, 实现施工全流程的精准管控。施工进度计划与BIM模型的关联逻辑围绕施工节点与构件安装进度展开, 将进度计划分解至各构件、各工序, 与BIM模型中的构件信息、施工工序精准关联, 实现进度计划的可视化管理与动态追踪。基于BIM的质量检查与问题追溯流程依托模型中的构件信息与施工记录, 明确质量检查的要点与标准, 对施工过程中的质量

问题进行精准记录,梳理问题产生原因,建立可追溯的质量管控体系,便于问题整改与后续复盘。构件安装精度与施工规范的匹配要求依托BIM模型的参数化特性,将施工规范要求转化为模型参数,实时比对构件安装精度与规范标准,及时调整安装偏差,确保构件安装质量符合设计与施工规范,保障施工整体质量。

4 BIM 深化设计与施工协同的整合机制

4.1 数据标准与接口规范

数据标准与接口规范是深化设计与施工协同的基础支撑,直接决定协同工作的顺畅度与准确性^[4]。统一的数据编码与命名规则需立足装配式建筑行业技术规范,结合项目实际需求制定,规范各类信息的表述方式,确保设计、生产、施工各环节数据表述统一,避免因表述差异引发信息传递偏差,为各环节数据流转提供统一依据。BIM模型与生产系统、施工管理系统的接口标准需遵循行业技术规范,明确数据传递的格式、交互规则与权限划分,实现设计数据向生产、施工环节的精准传递,保障数据在不同系统间流转顺畅,无冗余、无遗漏。多软件协同工作的数据兼容性需贴合实际应用场景,兼顾不同设计、施工软件的格式差异,通过技术适配消除软件间的数据互通障碍,确保各环节软件数据可顺畅调用、同步更新,为协同工作筑牢数据基础。

4.2 协同管理平台构建

协同管理平台是连接深化设计与施工环节的核心载体,其构建需紧密贴合协同需求,优化功能设计。平台功能模块需覆盖模型管理、任务分配、进度监控等核心需求,实现设计模型的上传、更新与版本管控,确保设计变更信息能及时同步至施工端,同时精准分配各参与方工作任务,实时跟踪任务推进情况。平台权限管理需结合各参与方职责合理划分,明确不同角色的操作范围,防范数据泄露与误操作风险,建立完善的数据安全防护机制,保障平台数据的安全性与完整性。移动端与云端协同的工作模式需充分兼顾便捷性与实用性,打破空间限制,支持施工人员在现场实时查看模型、反馈问题,设计人员可远程接收反馈并及时调整方案,提升协同沟通效率,让设计与施工衔接更紧密。

4.3 组织与流程协同优化

组织与流程的优化是提升协同效率的关键,需清晰划分设计、生产、施工各团队的职责边界,明确各团队工作内容,避免职责交叉与工作遗漏。设计团队负责深化设计方案的完善与调整,及时响应施工端的合理需求;生产团队依据设计模型精准加工构件,确保构件符合施工要求;施工团队负责现场组织与安装,实时反馈施工过程中的实际问题。基于BIM技术制定统一的协同工作标准与操作规范,规范数据传递、问题反馈、方案调整等各环节流程,让协同工作有章可循^[5]。协同效率提升的保障措施需兼顾技术与管理,建立常态化培训机制,提升各参与方的BIM应用能力与协同意识,完善绩效考核体系,引导各团队主动配合,推动深化设计与施工协同高效推进,充分发挥BIM技术的核心价值。

结束语

BIM技术在装配式建筑深化设计与施工协同中发挥着关键作用。通过构建统一的数据标准与接口规范,搭建协同管理平台,优化组织与流程,实现了设计与施工各环节的高效衔接。从构件标准化设计到多专业协同优化,从施工信息动态共享到进度质量精准管控,BIM技术贯穿装配式建筑全流程,有效提升了项目效率与质量。随着技术的不断进步,BIM技术将在装配式建筑领域得到更广泛的应用,为建筑行业工业化发展注入新动力。

参考文献

- [1]宋攀.BIM技术在装配式建筑深化设计中的应用研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(23):31-33.
- [2]叶磊玉,武开通,杨万余.BIM技术在装配式混凝土建筑项目中的设计优化与项目管理探析[J].智能建筑与智慧城市,2024(5):60-62.
- [3]黄超.装配式建筑深化设计中BIM技术要点及应用实践[J].建设机械技术与管理,2024,37(6):165-166.
- [4]王云松.BIM技术在装配式建筑深化设计中的应用研究[J].科学技术创新,2024(16):179-182.
- [5]徐健青.BIM技术在装配式建筑深化设计中的应用研究——以宁波某住宅项目为例[J].城市建筑,2021,18(14):134-137.