

装配式建筑工程施工过程中BIM技术应用实践

侯姗姗

山东国舜建设集团有限公司

摘要：装配式建筑工程项目的现场施工作业流程较少，可以大幅度缩短工期，因此需要合理应用BIM技术和计算机软件，降低软件建模成本。BIM技术能够支撑装配式建筑工程项目的各建设周期，呈现较强的工程现场数据交互能力，但是需要对上下游产业链进行整合优化，提高工程数据的采集和管理效率。本文将着重探析装配式建筑工程施工过程中的BIM技术应用实践要点。

关键词：装配式建筑工程；施工过程；BIM技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.032

装配式建筑普遍具有装配化施工、多元化设计、系统化运维管理和集成化数据资源整合等特点，因此需要对其产品生命周期进行全过程跟踪管理。BIM技术能够支撑建筑工程项目施工现场的各项管理决策工作，并客观评估工程设计和生产施工质量水平。在装配式建筑的生产和施工运维环节中，现场管理人员需要合理运用BIM技术提高工程建设质量。

一、装配式建筑概述

装配式建筑与传统建筑产品相比，能够将不同规格的预制构件、模板在建筑工地中装配而成，是现代工业化的重要体现形式之一^[1]。装配式建筑是住宅产业化的重要实现方式，也是建筑产业化的重要实现方式，能够见建筑行业和其他工业技术领域实现有机结合，客观展现结构装修和设计的一体化特征。在建筑产业化发展模式，装配式建筑作为一种系统产品，其功能与构件的装配作业顺序相关联，还可以呈现出标准化的建筑设计模式，对工厂中预制生产的构配件进行统一管理。装配式建筑工程项目的现场施工作业条件普遍较为稳定，并有效节约了人力资源。装配式建筑产品能够在多专业预制和多专业协同模式的基础之上，对混凝土结构建筑、钢结构建筑、木质结构建筑和其他混合结构建筑产品进行科学统筹规划管理。装配式建筑工程项目对工厂预制构件的批量生产质量要求更高，需要对一体化设计模式的标准参数进行统一校验分析，协助建筑工程的项目经理提高现场装配施工管理效率^[2]。

二、BIM技术概述

BIM是建筑信息模型的简称，可以与不同专业的建设工程项目实现有机结合，其专业覆盖面比较广泛，可视化特征非常显著，还可以动态化模拟分析工程信息模型，对构配件库等工程信息资源的集成化管理效率较高^[3]。BIM技术能够被专业技术团队和工程管理人员灵活运用在工程管理环节之中，避免部分工程项目在设计、

生产和施工阶段内出现信息壁垒和脱节等问题，其初期建模成本较高，但是随着工程项目的不断推进，可以显著降低模型更新和数据分析成本。不同类型BIM软件之间的兼容性较强，需要以外部工程数据源为交互接口，对不同类型工程数据信息和文件资料进行分类存档管理。BIM技术需要以建设工程项目的完整建设周期为基础，对专业技术团队的信息素养水平要求较高，需要从工程数据流为功能模块研发的重要依据，逐步强化BIM技术平台中的数据交互和资源共享效率。BIM技术可以协助建筑工程项目的管理人员实现科学决策，对设计和施工环节中的突出问题进行快速响应^[4]。

三、装配式建筑工程中的BIM技术应用形式

（一）一体化设计

与传统建筑系统相比，装配式建筑工程项目中应用BIM技术，其重点在于前期一体化设计和标准化设计环节，需要将信息化技术、设计与施工建造模型紧密结合，客观呈现PC设计的结构体系特征。根据装配式建筑工程项目实际应用的建筑方案，在设计阶段同步构建BIM模型的过程中，需要突出PC设计专业的专业协同性特征，还需要对构件设计、节点设计^[5]和拆分设计维度进行动态化协调，从不同专业工程适用的PC设计标准入手，避免部分设计元素在施工现场中的布置结果不符合行业规范的具体要求。在进行一体化设计的过程中，需要借助于BIM技术平台，对零件、构件和项目三个主要设计层次进行可视化展示，从宏观和微观两个维度进行预制设计，与传统建筑产品的现浇连接效果基本一致。其中BIM设计模型的应用重点在于设计深度和精细化程度满足行业标准，对节点构造和连续性进行重点校验分析，还需要对预制构件和材质进行标准化设置，才能快速生成设计方案和图纸模型等具体成果。

（二）构件预制生产和现场质量检测

在BIM软件中进行一体化设计和标准化设计的过程中，设计师需要客观考虑构配件和零部件的批量预制生产规模和成本费用等因素，并对构配件生产环节中的关键数据信息进行自动化汇总和统计分析操作，将构配件和零部件的生产计划和规格信息及时同步到项目经理处，还可以将无线射频识别技术灵活运用在工厂预制生产线之中。在构配件预制生产阶段内，本地工厂的生产管理部门需要对核心生产技术资源的调度需求同步到BIM技术平台之中，并协同项目经理等工程管理人员，动态化跟踪构配件的全部生产作业流程，对其规格尺寸等基本信息进行现场识别和自动汇总分析。在完成不同

批次构配件生产任务之后，工程管理人员需要对出厂时间和运输车辆信息进行逐一核对，对构配件运输路线进行重点跟踪和监督管理，并将其进场时间、构配件总数进行清点，并及时开展施工现场中的质量检测工作。在同步下载BIM技术平台的构配件生产信息配置表单过程中，需要以施工现场的实际装配作业需求为目标，对质量不合格的构配件进行返厂处理，并在抽样检验构配件质量的基础上同步现场数据到BIM技术平台。

（三）施工模拟和模型建构

BIM技术能够协助装配式建筑工程项目的现场管理人员，对各专业工程的施工过程进行动态化和可视化模拟分析，并将三维建筑模型的建构过程直观展示在施工技术团队面前，逐步提高工程数据收集和施工过程偏差控制效率。在执行施工模拟分析功能的过程中，现场施工技术人员需要及时同步实际施工数据参数到BIM参数模型之中，实时更新模型参数之后，对多专业协同作业场景进行动态化模拟分析，并严格设置标准化的工程质量和进度安全成本管控目标。在模型建构初期，工程管理人员的重点在于数据收集和指标分析等工作，因此需要重点校验不同专业设计方案和图纸模型的可行性、准确性和规范性。施工模拟和模型建构，是BIM技术在装配式建筑工程施工现场的重要应用方式，其重点在于校正施工作业过程存在的偏差和风险因素，避免施工质量、环境安全和进度成本控制目标存在较大偏差。施工模拟和模型建构等基本功能，其重点在于一体化标准化设计与施工现场实际建设活动的有效衔接。

四、装配式建筑工程施工过程存在的难点

（一）数据收集难度大

在部分装配式建筑工程项目中，由于建设和施工单位的管理经验不足，因此现场工程数据资料的收集难度较大，不利于施工计划的顺利完成，更容易浪费预制构配件等材料资源。尤其在多专业协同管理模式下，装配式建筑工程项目施工现场的作业情况比较复杂，对高级技术人员的需求更加旺盛，部分建筑工程项目的施工技术人员，并不能客观分析场内数据资料的真实性和准确性，只能在施工管理人员的监督之下收集数据资料，不能确保其符合工程建设规范。数据收集难度较大，是很多中小型装配式建筑施工现场普遍存在的问题，尤其在技术管理、质量管理等工作的过程中，部分工程数据信息的更新速度较为缓慢，不利于多个管理部门协同管理施工现场，在信息化管理系统平台中的线上资源共享机制并不健全，难以保证工程建设和管理模式的准确性、合规性。工程数据收集难度大，与大部分装配式建筑工程技术人员和管理人员的信息素养水平参差不齐有关，部分工程数据信息的资源利用率偏低，不能体现装配式建筑产品的建造价值。

（二）人员组织调配和沟通效率低下

在部分装配式建筑工程项目的施工现场中，部分管理人员的工作经验比较有限，不能合理组织和调配现场人员，与其沟通效率比较低，不能从不同专业工程的建设活动入手进行沟通交流，经常以命令式口吻开展现场管理工作，难以收集全面的工程信息资源。部分建筑施工企业的管理人员，不能及时端正工作态度，对现场施工技术人员普遍存在轻视等现象，因此难以提高人员组织调配工作效率，非常容易延误工期进度，影响预制构配件材料和机械设备的正常应用质量。现场人员的组织与调配工作，需要在健全的工程管理制度基础之上进行，才能提高现场工程管理效率，若部分工程管理人员的沟通能力较弱，则容易影响不同专业工程和管理部门技术人员之间的协作性，影响团队凝聚力从而降低工程建设质量。人员组织调配和沟通效率低下，与部分管理人员的主观性较强等现象有关，因此不能有序开展装配式建筑工程项目的现场建设活动。

（三）过程监督意识淡薄

在部分装配式建筑工程项目的施工现场中，部分工程管理人员的施工过程监督意识比较淡薄，因此在大型构配件的吊装作业环节中非常容易产生突发安全事故、构配件边缘受损等问题，难以保证工期进度目标能够被顺利完成。过程监督意识淡薄，与部分工程管理人员主观意识层面上重建建设轻管理的滞后管理理念有关，只能从工程建设成果中反推出建设环节，不能重点监督施工作业过程，因此难以客观分析不同专业工程实际建设质量是否符合行业规范的具体要求。部分装配式建筑工程项目的施工现场环境条件比较复杂，若工程管理人员不能重点监督施工作业过程，则容易产生质量通病和安全隐患因素，在各专业竣工验收环节中难以通过质量和安全检验，更容易产生经济纠纷等问题。过程监督意识淡薄，与部分施工管理人员的专业能力不足有关，不能快速筛查施工现场各工序实施过程中潜在的风险因素，不能为工程质量和环境安全负责。

五、装配式建筑工程施工过程的BIM技术应用要点

（一）一体化设计阶段

在一体化设计阶段内，标准构件库和组件库是BIM技术平台中非常关键的数据资源，需要根据装配式建筑工程项目施工现场的实际情况进行实时更新和参数校验分析，对构配件和零部件的各项生产技术参数进行自动汇总分析，充分凸显不同专业工程设计资源的协同性特征。由于装配式构件种类和样式复杂，使用BIM技术中的协同设计功能，可同步相关信息参数，便于各专业对设计方案进行调整和完善。在一体化设计和标准化设计环节中，PC构件的深化设计成果需要通过BIM参数模型进行直观展现，并将预制生产构配件进行统一管理，若存在部分设计变更，则需要及时同步BIM技术平台中的系统日志信息，将建筑构造形式和构配件参数规格信息

进行同步配置管理。在装配式建筑工程项目的一体化设计阶段内，BIM设计师需要会同工程管理人员，对施工现场的各项数据信息进行同步更新，避免部分施工模型中的数据参数与现场情况出现较大偏差和问题。

（二）PC构件生产阶段

在PC构件的预制生产阶段内，不同规格型号的构配件信息会及时同步到BIM技术平台之中，确保其生产流程的完整性和精确性，需要借助于标准化的设计生产管理方式，对BIM模型中规定的设计参数进行自动汇总分析。部分PC构配件材料的生产周期比较长，大批量构配件出厂之后，需要在BIM技术平台中及时提交出厂信息，有利于装配式建筑工程项目的现场人员进行清点和核对工作。PC构配件的规格尺寸、类型和装配信息资源非常关键，因此需要合理运用无线射频识别技术、二维码技术和物联网技术方法，将码信息同步到BIM模型和软件系统平台之中。PC构配件的生产质量和标准化程度会直接影响装配式建筑工程项目施工现场的实际建设质量水平，因此需要对其生产和运输环节进行过程跟踪和监督管理，确保其顺利交付给现场物料管理人员进行质量检测。PC构配件生产周期需要与设计施工方案中具体规定的时间段基本一致，从而缩短工期。

（三）装配施工阶段

对于不同规模的装配式建筑工程项目，其施工现场的工程管理人员需要借助于BIM技术平台，动态化跟踪和监督装配施工阶段内的主要施工作业目标，对不同批次PC构配件的实际生产质量进行专业化评估，通过入场管理、仓储管理、资源管理、吊装管理等具体管理事项，保障装配施工作业顺序的稳定性和规范性。在装配施工作业阶段内，现场技术人员和管理人员需要及时沟通协调装配施工顺序，对构配件的型号尺寸、具体吊装安装位置和加工质量进行对比分析，逐步提高现场施工技术应用水平。在同步加载BIM施工模型的过程中，需要以装配式建筑工程项目现场实际情况为基础，优化施工工序、降低装配施工作业成本，还需要对整体施工规划目标进行细化，合理引入精细化施工管理模式，对不同工序环节中存在的专业交叉等冲突问题进行有序处理，同步更新BIM施工和竣工模型中的施工数据信息。BIM技术平台能够兼容多种工程数据源，但是需要对最优施工方案以及现场装配作业风险进行对比分析，才能优化施工现场的资源配置。

（四）项目运维阶段

在完成全部装配式建筑工程施工活动之后，需要在项目运维阶段内运用BIM技术平台动态化跟踪装配式建筑产品的运维管理系统，将预制构件的身份识别信息同步到BIM模型之中，若部分构配件产生质量问题，则需要联系厂商、施工管理人员进行源头追溯，明确责任归属结果。借助于RFID芯片和物联网传感器设备，可以动

态化监测装配式建筑产品投入使用之后的能耗变化趋势，避免部分构配件和专业工程施工区域内能耗量超出设计标准。在装配式建筑产品的项目运维阶段内，现场数据信息的实时同步和更新过程非常关键，会直接影响建筑物各项使用功能的完整性，还会对建筑物的消防安全性能、抗震安全性能产生一定影响，则需要及时更新维护BIM模型中的关键数据信息，并将其同步给项目运维管理团队。BIM技术平台能够在全面收集装配式建筑产品信息的基础之上，综合预测分析各项应急管理方案的实际应用价值，并协同运维管理团队的现场管理人员提高应急处置工作效率。

（五）工程信息集成和过程监管

结合装配式建筑工程项目的实际建设规模和场地条件，项目经理等工程管理人员需要依托于BIM技术平台，对关键工程数据信息进行集成化管理，并充分重视装配施工作业过程的监管工作，明确各部门管理人员具体职责权限之后，激励管理人员提高现场施工过程监督管理效率，运用BIM施工模型校验分析现场数据信息的准确性和真实性。尤其在对混凝土结构和机电工程进行装配施工管理的过程中，现场各部门管理人员需要突出BIM技术平台与数据模型的协同管理优势，并协助项目经理进行现场科学决策，避免影响装配式建筑产品各项功能系统的完整性和环保性。工程数据信息的集成化管理，有助于装配式建筑工程施工现场的过程监管工作，但是需要实时更新数据模型中的关键技术指标，避免影响工期进度和施工质量控制等具体管理活动。

结束语

综上所述，根据装配式建筑工程项目的实际建设需求，各单位机构在协同运用BIM技术的过程中，需要以装配式建筑产品的各项系统建造需求为基础，对混凝土结构、钢结构和机电专业的装配施工方案、施工模型进行系统校验分析，逐步提高装配式建筑工程施工现场的管理效率。

参考文献

- [1] 代霞, 皮海洋. BIM技术在装配式建筑施工阶段的应用研究[J]. 重庆建筑, 2022, 21(S1): 177-179.
- [2] 朱丽, 陆盛武, 梁积峰, 吴静, 杨宇. 基于BIM技术的装配式建筑节能减排分析与评价[J]. 建筑经济, 2022, 43(S2): 302-306.
- [3] 池亚徽. 基于BIM技术的预制装配式建筑施工应用及案例分析[J]. 中国建筑金属结构, 2022(12): 76-78.
- [4] 李孟建. 基于BIM技术的装配式建筑设计及施工管理[J]. 广东土木与建筑, 2022, 29(12): 31-34.
- [5] 郭柳, 姜建明, 纵斌. 自主BIM技术在装配式建筑领域的发展分析及研究[J]. 建筑结构, 2022, 52(S2): 1720-1723.