

装配式建筑施工中 BIM 技术的运用分析

商略

陕西省西咸新区空港新城开发建设部

DOI:10.12238/jpm.v6i9.8392

[摘要] 随着城市化进程的加速以及建筑行业可持续发展理念的深入,装配式建筑凭借其在缩短工期、提升质量、降低环境污染等方面的显著优势,日益成为建筑领域的核心发展趋势。而 BIM 技术作为融合了数字化与信息化的先进手段,贯穿于装配式建筑从设计、施工到运营维护的全生命周期。在施工阶段,其对各环节的精准把控作用尤为关键。本文探讨了 BIM 带来的诸如提高效率、保证质量等优势,深度剖析了 BIM 技术在装配式建筑施工各阶段的具体实践应用,并通过实际案例分析展示应用效果,旨在为行业提供借鉴,助力装配式建筑行业高质量发展。

[关键词] 装配式建筑; BIM 技术; 建筑施工; 全生命周期

Analysis of the Application of BIM Technology in Prefabricated Building Construction

Shang Lue

Xi'an New Area Airport New City Development and Construction Department

[Abstract] With the acceleration of urbanization and the deepening of the concept of sustainable development in the construction industry, prefabricated buildings have become a core development trend in the field of architecture due to their significant advantages in shortening construction periods, improving quality, and reducing environmental pollution. BIM technology, as an advanced means of integrating digitization and informatization, runs through the entire lifecycle of prefabricated buildings from design, construction to operation and maintenance. During the construction phase, its precise control over each link is particularly crucial. This article explores the advantages brought by BIM, such as improving efficiency and ensuring quality. It deeply analyzes the specific practical application of BIM technology in various stages of prefabricated building construction, and demonstrates the application effect through practical case analysis. The aim is to provide reference for the industry and assist in the high-quality development of the prefabricated building industry.

[Key words] prefabricated building; BIM technology; Construction of buildings; whole life cycle

引言

在当今建筑行业不断变革的背景下,装配式建筑以其工厂预制、现场装配的独特模式,契合了现代建筑对于高效、环保的追求。这种建筑方式有效减少了施工现场的湿作业,降低了建筑垃圾的产生,同时提高了建筑构件的生产精度和质量。然而,装配式建筑的施工过程涉及众多复杂环节,如预制构件的精准设计、运输与安装等,传统的施工管理方式难以满足其精细化要求。BIM 技术作为一种基于数字化三维模型的综合管理系统,能够整合建筑全生命周期的信息,为装配式建筑施工提供了全新的解决方案。通过 BIM 技术的应用,可以有效解决传统施工中的问题,提升施工效率与质量,实现建筑施工的精细化管理,推动装配式建筑行业的发展。

1. BIM 技术在装配式建筑施工中应用的优势

1.1 提高施工效率

借助 BIM 技术,在项目设计阶段可提前发现设计中的问题并加以解决,减少后续的设计变更问题;在施工准备阶段,可通过 BIM 技术的建模功能,合理规划施工场地、制定施工进度

计划;在施工阶段,可通过构件安装模拟、实时监控,提升施工效率^[1]。此外, BIM 技术还具备信息共享功能和协同设计功能,可减少不同专业间的沟通成本,有效提高工作效率。

1.2 保证施工质量

借助 BIM 技术可实现预制构件的精准设计与精准生产,确保构件整体质量。在施工期间,实时监控构件安装质量,与建筑模型标准对比分析,从中找出现存的质量问题并加以纠正,以保障施工质量。同时, BIM 软件还具有记录、分析功能,通过记录并分析各类质量问题,为后续质量改进提供有效依据。

1.3 降低施工成本

应用 BIM 软件搭建模型,通过对设计方案或施工方案仿真模拟,可减少设计变更、施工错误,降低工程返工的风险与成本。对施工场地合理规划、优化施工进度计划,可减少材料、构件的二次搬运,降低人力成本。同时, BIM 还可以与传感器等装置连接,实时监测和分析建筑能耗,针对性采取节能措施,降低建筑的运营成本。

1.4 实现精细化管理

BIM 技术能有效整合建筑施工的全生命周期信息，为相关管理提供高精度数据支撑，通过对施工进度、质量、安全等方面的实时监控与分析，对项目施工全过程展开精细化管理，提升项目整体的管理水平。

2. BIM 技术在装配式建筑施工中的应用

2.1 设计阶段

2.1.1 三维模型创建

在装配式建筑设计中，BIM 软件是搭建三维模型的重要工具，设计师可根据项目需求、规范标准，精准搭建建筑的几何形态，包含建筑外形轮廓、内部空间分隔等。同时，对建筑尺寸信息，如长度、宽度、高度以及各个构件具体规格等，都可在模型中精准体现。此外，BIM 还可以赋予材质信息，让模型更加真实。通过搭建建筑三维模型，设计师可及时发现设计中存在的潜在问题，如不同构件间的空间碰撞，或是空间布局在实际使用中的不合理之处。让设计师在设计阶段对方案优化调整，以免在施工中因设计问题导致频繁变更，减少成本浪费、工期延误。

2.1.2 预制构件设计

预制构件设计中，BIM 技术可带来极大的便利性。设计师可针对预制墙板、楼板、楼梯等各种构件，详细规划期尺寸、形状、连接方式。借助参数化设计功能，一旦建筑某处设计参数产生变化，系统中的预制构件信息也会随之更新，极大提升了设计的灵活性、效率性。并且，通过 BIM 模型生成的预制构件生产图纸中，包含了构件详细的尺寸、材料信息、加工工艺要求等，为构件生产厂家提供精准生产指导，保证生产构件满足设计要求和标准，提升构件生产质量和精度。

2.1.3 协同设计

装配式建筑设计是一项多专业协同的过程，主要涉及到建筑、结构、给排水、电气等诸多专业领域。BIM 技术可为各方参建单位提供协同设计平台，设计师可在同一个建筑模型中展开设计。设计期间，各专业设计信息可实时共享、更新，设计师可随时查看其他专业设计的进展、成果。一旦发现不同专业间的矛盾与冲突，如管道与结构构件位置冲突等，及时与堆放沟通并解决矛盾问题。协同设计打破了传统设计中各专业的信息孤岛现象，有助于提升项目整体设计质量、效率，减少因专业沟通不畅带来的设计错误。

2.2 施工准备阶段

2.2.1 施工现场布置

施工团队借助 BIM 技术平台，可搭建施工场地，模拟布置。结合前期勘察工作所提供的地形地貌、周边环境、建筑物位置等因素，合理规划现场功能区域，如构件存放区、材料堆放区、机械停靠区、施工道路等。对不同场地布置方案进行模拟分析，对比各项方案的优缺点，从中挑选出最优的场地布置方案。这不仅能提高施工场地的利用率，还有助于减少施工材料、构件的二次搬运频次，有助于提升施工效率、降低施工成本^[2]。

2.2.2 制定施工进度计划

将 BIM 模型与施工进度计划相结合，搭建动态的 4D 模型（三维模型中增加时间轴）。在该模型中，施工进度不再是简单的文字、图表描述，而是以三维模型为基础，直观呈现各个

施工阶段的进展。在 4D 模型中，项目管理人员可直观看到每个施工任务（子项目）的开始时间、结束时间、持续时间，分析施工中可能存在潜藏问题。例如，通过模型分析提前发现某个人物间的逻辑关系错误或资源分配不合理等，针对性提出解决措施给予纠正。同时，根据项目开展的实际进度，还可对施工进度计划进行实时调整，以保证施工进度始终处于可控状态。

2.2.3 预制构件生产管理

BIM 模型中集成了全方位的预制构件信息，包括构件的规格型号、数量、材质要求、生产工艺等，通过与预制构件供应商建立信息共享机制，生产商可直接获取 BIM 模型的相关信息，精准组织生产工作。生产期间，还可以借助 BIM 技术实施监控生产进度，及时发现生产中的质量问题、工期延误问题，采取效应措施加以解决。此外，构件运输、存放环节中，借助 BIM 技术进行合理规划、管理，保障构件在运输、存放中不受损，确保构件质量与完整性^[3]。

2.3 施工阶段

2.3.1 构件安装模拟

装配式建筑构件安装前，借助 BIM 软件的仿真模拟功能，观察构件安装状态。搭建建筑结构、预制构件模型，模拟构件吊装、定位、连接等一系列安装过程。模拟过程中，可清晰观察构件间的空间关系，提前发现问题，如安装空间不足、连接节点不匹配等。例如，安装模拟预制墙板时，可能出现墙板与相邻构件间的预留空间过小，导致无法顺利安装。对此，施工团队需及时调整施工方案，优化安装顺序、方法。将安装模拟结果以可视化的形式进行技术交底，施工人员能更直观理解安装要求、操作要点，强化施工人员的专业能力，降低因操作不当造成的安装质量问题。

2.3.2 质量控制

在施工期间，将 BIM 模型作为质量控制基准，通过现场测量、数据采集，将实际安装构件的位置、尺寸、连接情况等信息与 BIM 模型实时对比，一旦发现实际施工与模型存在偏差，需及时分析、纠正。例如，经过测量发现预制楼板安装位置与模型标准存在几厘米的误差，施工人员应立即采取纠正措施。此外，BIM 技术还可以记录分析施工中的质量问题，建立质量问题数据库。深度分析这些数据信息，找出质量问题产生的根源、规律，为后续质量改进提供信息支撑，保障装配式建筑施工质量^[4]。

2.3.3 施工安全管理

通过对施工现场进行建模，融入施工现场所有信息，在 BIM 模型中识别危险区域，如机械设备运行区、高空作业区等，在指定处设置警示标志。同时，规划安全通道位置、走向，保证施工人员在紧急条件下能快速、安全撤离。此外，BIM 平台与机械设备、传感器连接，可实现实时监控设备运行数据，一旦发现机械设备异常，如故障、超载等，平台自动发出警报，提醒施工人员查找并解决问题，以免发生安全事故。

2.4 运营维护阶段

2.4.1 设施管理

BIM 模型内包含了建筑的所有信息，如建筑结构、设备设

施等。在运行维护阶段，采用 BIM 技术可有效管理建筑设施，如设备的维护保养、故障维修等。借助 BIM 模型，可实现设备的快速定位、信息采集，有效提升设施管理效率以及精准性。

2.4.2 空间管理

在建筑工程运营维护阶段，借助 BIM 技术有效管理建筑空间，包括空间使用情况、空间调整等。通过 BIM 模型，可更加直观的了解建筑空间分布情况、使用情况，为空间合理利用提供可参考依据^[5]。

2.4.3 能耗管理

将 BIM 平台与建筑能耗监测系统相连接，实时监测分析建筑能耗情况。提前设定每个系统的能耗阈值，一旦某个系统能耗超出阈值标准，系统会自动发出警报习性。同时，通过实时分析建筑能耗数据，可发现高能耗的部位与原因，针对性采取节能措施，降低建筑的整体能耗量。

3. BIM 技术的实际应用案例分析

3.1 工程概况

空港新城绿地世界中心项目位于西咸新区空港新城，总建筑面积 50.02 万平方米，共 60 栋高层住宅，3281 套（其中住宅 3174 套，配套商业 107 套）。该项目响应国家大力推广装配式建筑的政策，采用装配式建筑技术，预制构件涵盖预制楼板、预制楼梯、预制阳台等多种类型，预制率达到了 40%。为了实现项目的高效建造和精细化管理，项目团队引入了 BIM 技术进行全过程的应用和管理。

3.2 BIM 应用措施

3.2.1 设计阶段

空港新城绿地世界中心项目设计团队应用专业 BIM 软件，花费约 2 个月时间精心创建项目三维模型。模型搭建期间，精心设计建筑外观造型、内部空间布局、结构形式等。借助 BIM

模型碰撞检查功能，共发现并解决建筑、结构、给排水、电气等各专业碰撞问题 80 余处，有效避免了设计变更，相比传统设计方式，节省约 25% 的设计时间。同时，对预制构件进行参数化设计，生成 500 余份预制构件图纸，保障了构件生产精度^[6]。

3.2.2 施工准备阶段

空港新城绿地世界中心项目施工单位借助 BIM 软件对施工现场展开多轮三维模拟布置，对比不同方案，最终找出最优的布置方案，合理规划了构件存放区、材料堆放区、设备停放区，使材料和构件二次搬运距离平均缩短 40%。并且将 BIM 模型与施工进度计划结合，制定精准的 4D 施工进度计划。动态管理施工进度，解决了 10 余个施工进度中的潜在问题，确保项目按时开工。

3.2.3 施工阶段

在构件安装阶段，借助 BIM 技术模拟安装，确定安装顺序与方法。对施工人员进行可视化技术交底，让施工人员对施工流程有明确的认知，提升安装效率。例如在预制墙板安装中，原本预计每块墙板安装需要 2h，应用 BIM 技术后，平均每块墙板安装时间缩短至 1.4h。同时，通过 BIM 软件实时监控构件安装质量，与模型标准对比，及时发现并纠正 30 余处安装偏差^[7]。

3.2.4 运营维护阶段

空港新城绿地世界中心项目交付后，通过 BIM 模型对小区设施进行智能化管理，快速定位设备位置、相关信息。维护保养期间，借助 BIM 模型提前制定维护计划，更加高效、有序的进行设备维护保养工作。据统计，应用 BIM 技术后，设备的平均维修时间缩短了约 20%，设备故障率降低了 15%。

3.3 应用效果分析

BIM 技术应用前后项目各项指标的对比如表 1 所示。

表 1 BIM 技术应用前后项目各项指标的对比

项目指标	应用 BIM 技术前	应用 BIM 技术后	效果提升比例
工期（月）	36	28.8	20%
成本（万元）	约 12500（预计）	约 11000（实际）	降低约 12%（节约约 1500 万元）
安装效率（以预制墙板为例，每块安装时间）	2h	1.4h	提高约 30%
空间利用率	较低	提高约 10%	提高约 10%
工程一次验收合格率	-	100%	达到 100%

结束语

综上所述，BIM 技术在装配式建筑施工中具有重要的应用价值，能够提高施工效率、保证施工质量、降低施工成本、实现精细化管理。这就需要充分 BIM 技术在装配式建筑施工领域的价值，深度挖掘 BIM 软件的潜在功能，从而进一步发挥 BIM 技术应用效益。通过实际应用案例分析可以看出，BIM 技术的应用能够为装配式建筑项目带来显著的经济效益和社会效益。未来，还需进一步推动 BIM 技术在装配式建筑施工中的广泛应用和发展，促进建筑行业的转型升级和高质量发展。

[参考文献]

[1]付文超.BIM 技术在装配式建筑施工管理中的应用分析[J].中国厨卫, 2024, 23(9): 320-322.

[2]高春怀.基于 BIM 技术的装配式混凝土建筑运用分析[J].地产, 2023(6): 241-243.

[3]毛铭,朱会霞.BIM 技术在装配式建筑成本控制中的应用[J].可持续发展, 2023, 13(4): 1191-1197.

[4]肖朝晖.BIM 技术在装配式建筑结构施工中的应用研究[J].中国建筑金属结构, 2021(8): 2-4.

[5]韦奇,陈华平,李雪麟,等.BIM 技术在装配式建筑绿色施工中的应用研究[J].建筑技术开发, 2024, 51(11): 79-82.

[6]刘红光,刘华成,段德显,等.BIM 技术在装配式建筑施工管理中的应用研究[J].门窗, 2024(11): 79-81.

[7]潘美娟.BIM 技术在装配式建筑设计中的应用[J].智能建筑与智慧城市, 2024(7): 95-97.