

BIM 技术在装配式建筑设计中的运用实践

吕宇前

滨州建筑工程施工图审查中心

摘要：本文深入探讨BIM（建筑信息模型）技术在装配式建筑设计领域中的应用实践。文章首先对BIM技术的基本概念和功能进行简要概述，其次详细分析装配式建筑的设计原则和实践，包括模块化设计、可持续性与生态效率、整合与协调等关键方面。并探讨BIM技术在装配式建筑设计中的具体应用，由此为工程设计人员提供更为全面的视角。

关键词：BIM技术；装配式建筑；设计运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.095

引言：随着建筑行业技术的快速发展，BIM技术已成为推动现代建筑设计和施工的重要工具。在装配式建筑领域，BIM技术的应用为建筑项目的设计、施工和管理带来了革命性的改变。装配式建筑以其高效、精确和可持续的特性满足了快速发展的城市化需求，而BIM技术在优化设计过程、提高施工效率和降低环境影响方面发挥着关键作用。本文旨在探讨BIM技术在装配式建筑设计中的应用实践，分析其在提高设计质量、施工效率和项目可持续性方面的作用。

一、BIM 技术简述

BIM（建筑信息模型）技术为革命性的数字化设计和管理方法，其在装配式建筑设计领域中发挥着越来越重要的作用，属于包含建筑物全生命周期信息的综合性平台，涉及设计、施工、运营维护等多个阶段。

BIM技术的核心在于其高度的信息集成能力。通过创建动态的、基于三维模型的信息数据库，BIM可实现设计信息的高效管理和实时更新。此数据库不仅包括了建筑物的几何形状，还综合了材料属性、成本信息、施工进度和后期维护等多方面数据^[1]。



图 1: BIM 技术流程

二、装配式建筑概述

装配式建筑，也称为预制建筑，其核心在于在控制的工厂环境内制造建筑组件，然后将这些组件运输至施工现场进行组装。此建筑方式与传统的现场浇筑方法形成对比，后者依赖于在建筑现场直接构建和组装结构。

第一，装配式建筑的主要优势在于其施工效率的显著提高。由于建筑元素在工厂预制，因此减少了现场作业的复杂性，显著缩短了建筑的整体施工周期。这一过程减少了因天气等外部因素引起的施工延误，并提高了整体项目的时间管理效率。

第二，在精度和质量控制方面，装配式建筑同样展现出其优势。工厂环境下的预制过程允许对建筑组件的尺寸和质量实施更严格的控制，从而确保了最终建筑的结构完整性和长期性能。

第三，可持续性也是装配式建筑的另一关键特征。预制过程中材料的使用更为高效，减少了浪费。与此同时，由于施工现场的工作量减少，对周边环境的影响也相应降低。装配式建筑通常采用环保材料和技术，进一步提高了建筑的环境可持续性^[2]。

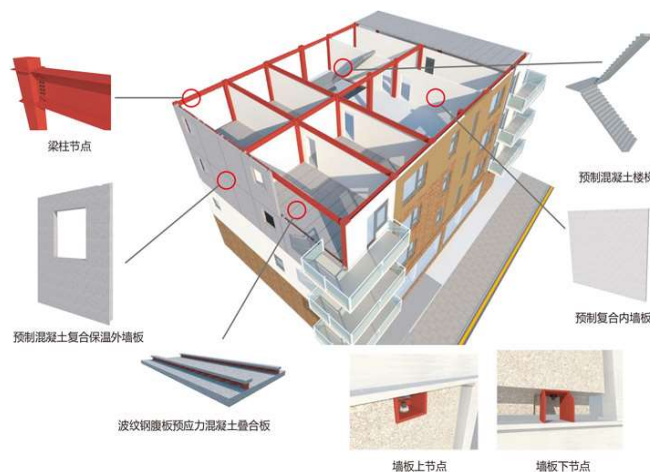


图 2: 装配式建筑

三、基于 BIM 技术的装配式建筑设计思路分析

（一）装配式建筑的设计原则

1. 模块化设计

模块化设计是装配式建筑中一项核心原则，它涉及将建筑结构分解为标准化模块（例如， $3\text{m} \times 3\text{m} \times 3\text{m}$ 的立方体单元），以便在不同建筑项目中重复使用。这种设计策略的优点在于，它不仅简化了设计过程，而且通过标准化生产降低了制造成本。在BIM环境中，设计师可以利用软件工具精确制定每个模块的尺寸和规格，例如

预设墙体厚度为25cm、楼板厚度为30cm，并确保这些模块能够无缝集成到最终的建筑设计中^[3]。

在BIM模型中，每个模块都包含详细的信息，如材料属性、重量（例如，单个模块重量不超过2吨以便运输）和连接细节。这些信息的集成确保了设计的一致性和施工的高效性，同时提供了更好的质量控制机制。模块化设计还允许灵活配置和快速安装，例如，两个3m×3m的模块可以迅速组装成6m×3m的更大空间。

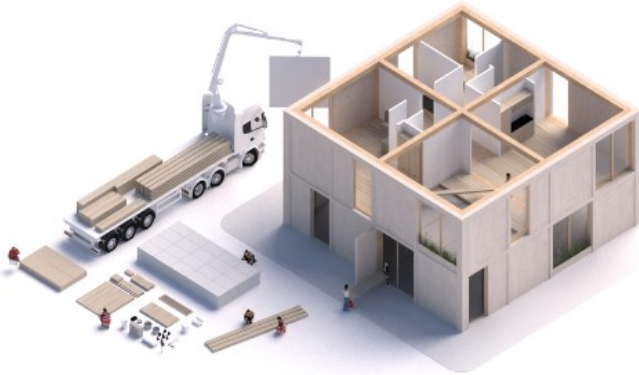


图 3: 装配式建筑图示

2. 可持续性生态效率

在装配式建筑设计中，设计师通过使用BIM软件进行能源模拟，可以优化建筑的能源效率，比如确保建筑的热效率符合或超过LEED（能源与环境设计领导力）标准，如达到至少LEED银级认证的节能性能。BIM模型能够模拟不同材料和设计的热传递和能耗，帮助设计师选择如双层玻璃（U值不超过1.1 W/m²K）和高效绝热材料。

此外，BIM技术还支持雨水收集和利用系统的设计，例如，确保每平方米屋顶面积能收集至少20升雨水。通过这种方式，装配式建筑能够减少对外部水资源的依赖，增强自给自足的能力。

3. 整合与协调

在BIM环境中，通过整合与协调可确保建筑的各个系统和组件能够无缝协作。例如，设计师需要考虑如何将结构系统（如钢筋混凝土柱，尺寸控制在300mm x 300mm）与机电系统（如空调管道，直径不超过150mm）协调集成。通过BIM模型，设计团队能够在设计阶段提前识别并解决潜在的空间冲突，如确保管道和电缆（直径不超过50mm）的布置不会与结构元件发生冲突。

BIM技术在此过程中可允许不同的专业团队在同一个数字平台上协同工作，共享和更新信息。此类整合性的设计方法可减少施工过程中的错误和延误，还可提升整体项目的效率和质量。例如，通过精确的BIM模型，可以确保预制的管道系统与现场安装的电缆托盘（宽度不超过100mm）在空间上完美对接，从而实现无缝的建筑集成。

（二）BIM 技术在装配式建筑设计领域的应用

1. 三维建模和可视化

在装配式建筑设计中，BIM技术的首要应用是创建精确的三维建筑模型。这些模型不仅展现了建筑的物理特征，如尺寸、形状和位置（例如，墙体厚度为25cm，楼层高度不少于2.8m），还整合了材料属性、结构强度和建筑系统布局。BIM的三维可视化功能使设计师、建筑师和施工团队可更直观地理解建筑设计，从而提高决策的准确性和效率。此外，这种可视化还有助于与客户沟通设计意图，特别是在方案选择和修改的阶段。

2. 协作和信息共享

BIM技术促进了设计、施工和运营团队之间的紧密协作。在装配式建筑项目中，通过BIM平台的信息共享功能，各方能够实时访问和更新项目数据，如修改构件尺寸（例如，将门框尺寸从80cm×2m调整为90cm×2m）或更新材料规格。这种动态的信息交换确保了项目的所有相关方能够基于最新、一致的数据进行工作，从而减少误解和冲突，提高整体项目的协调性和效率。

3. 施工模拟和进度规划

BIM技术在装配式建筑设计中还应用于施工模拟和进度规划。通过BIM软件，项目团队可以在实际施工前进行施工过程的模拟，预测潜在的问题和挑战，如物流安排（例如，预制构件的运输时间和顺序）。此外，BIM模型可以与项目时间表集成，形成4D BIM，使项目管理人员可有效地规划与监控工程进度。

（三）基于 BIM 技术的装配式建筑设计策略

1. 精确的构件尺寸和接口设计

在采用BIM技术的装配式建筑设计中，实现构件尺寸和接口设计的精确性至关重要。这涉及构件的每一个维度，如墙板厚度设定为200mm，楼板长度和宽度分别为6m和2.4m，以及楼板厚度设为300mm。BIM技术使设计师能够精确地模拟这些尺寸，并预测不同构件在实际组装时的准确配合。

接口设计是装配式建筑的另一个关键方面。例如，门窗框与墙体的接合处需设计为特定的插槽式连接，其尺寸精度需控制在±2mm内，以确保在现场的快速安装和密封性。构件间的连接方式也需详细规划，如采用螺栓连接的节点，螺栓的直径和长度需标准化（例如M12×40mm），并在BIM模型中准确表示。

此外，BIM技术还支持对预制构件的重量进行精确计算，以优化运输和安装过程。例如，确保单个墙体构件的重量不超过3吨，以便于现场起重设备的搬运。通过BIM模型，设计团队可以在早期阶段模拟组装过程，识别并解决潜在的设计或施工问题，比如确保楼板间接口处的对齐精度在±5mm以内，以保证结构的稳定性和外观的一致性^[1]。

2. 集成的机电系统设计

在基于BIM技术的装配式建筑设计中，该技术模型可使设计师精确地规划和布局机电系统的各个组件，如管道、电线和空调系统。例如，管道的直径可以设定为不超过150mm，以确保其可以无缝集成到预制的结构构件中，同时保证足够的水流量^[2]。

电气系统的设计同样需要精确和谨慎。在BIM模型中，电缆的路径需细致规划，以避免与结构构件或其他机电系统发生冲突。例如，电缆的直径不应超过50mm，而且在穿过楼板或墙体时，需要预留至少100mm的空间以便安装和维护。

此外，空调系统的设计也需与整体建筑结构协调一致。BIM技术可以帮助设计师优化空调管道的布局，确保其不会影响建筑的美观或减少可用空间。比如，空调管道的直径控制在200mm以内，并在设计时预留适当的安装和维护空间。

3. 构建信息丰富的模型

在基于BIM技术的装配式建筑设计中，

第一，需构建出信息丰富的模型，其不仅包括基本的三维几何信息，还涉及材料属性、成本分析、施工细节、维护信息和可持续性指标。例如，BIM模型可以详细记录每个构件的材料属性，比如墙体使用的是C30级混凝土，钢材为Q345B等级，以及玻璃为双层低辐射涂层玻璃，其U值达到1.1 W/m²K以下。

第二，需进行成本分析。模型可以根据设计中使用的材料和构件自动计算预估成本，例如，每平方米墙体的成本为500元，楼板为750元/平方米，这有助于在设计阶段进行成本控制和预算优化。同时，BIM技术支持动态成本更新，随着设计的调整，成本预算可以即时更新，提供准确的成本信息给项目管理团队。

第三，在施工细节方面，BIM模型提供了详尽的构造和安装信息。例如，它可以展示墙体和楼板之间的连接方式，如采用嵌入式钢筋连接（每个连接点至少包含4根直径为20mm的钢筋），或者展示预制楼梯的安装步骤和顺序。这些详细信息确保施工团队能够准确理解设计意图，减少现场施工的误差。

第四，BIM模型可以包含关于每个构件或系统的长期维护和检修信息。例如，指定空调系统每年至少进行一次全面检查，或者外墙涂料每五年进行一次翻新。这些信息有助于建筑运营团队规划和执行维护工作，确保建筑的长期性能和美观。

第五，可持续性指标也是BIM模型的关键组成部分。模型可展示建筑的能源效率，如建筑整体的能耗预测为每平方米年耗能不超过50千瓦时，或者建筑材料的可回收率达到80%以上。这些指标帮助设计师和项目管

理团队确保建筑符合可持续性标准和目标^[3]。

4. 优化设计以减少材料浪费

首先，设计师可以使用BIM软件进行材料优化分析，这涉及计算最经济和高效的构件尺寸和形状。例如，通过优化墙体板的尺寸（如标准化为2.4m×6m），可以减少切割过程中的浪费，同时提高材料的利用率。此外，BIM模型还可以用来识别并减少重复和过度使用的材料，比如通过精确计算，确保钢筋的用量不超过建筑实际所需（例如每平方米不超过10kg）。

BIM技术还支持对预制构件的布局进行优化，从而减少现场调整 and 材料浪费。例如，设计师可以在BIM模型中模拟不同布局方案，以找到最节省材料的布局。这种优化不仅涉及空间布局，还包括管道和电缆的布局，以确保其长度和数量最小化^[4]。

再次，BIM技术支持建筑生命周期评估，包括材料的可回收性和持久性分析。设计师可以选择那些寿命更长、可回收或可再生的材料，如使用可回收的金属面板和生态友好的绝缘材料。这样的选择不仅减少了材料的初期浪费，也优化了建筑的整体环境影响^[5]。

结束语

总结而言，BIM技术在装配式建筑设计中的运用展现了其在现代建筑领域的重要地位和潜力。通过对BIM技术和装配式建筑的深入分析，本文阐释了BIM在提高设计精确性、促进跨专业协作、优化资源利用以及提升项目可持续性方面的显著优势。随着技术的不断进步和建筑行业对创新解决方案的日益需求，BIM技术在装配式建筑设计中的应用将继续拓展和深化，为建筑行业的未来发展提供强有力的支撑。

参考文献

- [1] 杨召波, 麻希孟, 周程, 等. BIM技术在装配式建筑建设过程中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(11): 66-68.
 - [2] 刘海勇, 张新, 陈浩, 等. BIM技术在装配式建筑中的集成应用分析[J]. 砖瓦, 2022(10): 51-53.
 - [3] 李洪, 周尚爽, 何煜. BIM技术在装配式建筑施工组织设计中的应用——以柳州某装配式项目为例[J]. 项目管理技术, 2022, 20(7): 83-87.
 - [4] 贾士武. BIM技术在装配式建筑设计中的研究与实践新探[J]. 陶瓷, 2022(7): 146-148.
 - [5] 杨会会, 田科, 侯庆春, 等. 装配式建筑工程施工过程中BIM技术应用实践[J]. 陶瓷, 2022(3): 114-116.
- 作者简介: 吕宇前(1971.10-), 女, 汉族, 山东滨州, 大学本科, 工程师, 研究方向: 建筑设计。