

BIM 技术支持下的装配式结构设计研究

刘立芳

中土国际工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 装配式建筑是一种先进的建筑模式, 通过在工厂预制构件并在现场进行装配, 以期提高建筑质量、缩短施工周期和降低施工成本。与传统建筑方法相比, 装配式结构在设计 and 施工过程中对精确规划和管理的要求更高, 需要确保预制构件能够无缝对接并发挥预期功能, 这种精细化的要求带来了复杂的数据管理和信息协调挑战。BIM 技术的引入为装配式结构设计带来了显著变革, 通过建立详尽的三维建筑模型, BIM 技术在设计阶段能够实现虚拟建造、模拟施工过程, 并优化设计方案。此外, BIM 技术提供了全面的施工和维护数据, 集成化的信息管理平台提高了设计和施工的协调性, 并在建筑生命周期中提供了持续支持。因此, 研究 BIM 技术在装配式结构设计中的应用优势、面临的挑战以及其对施工组织 and 运维管理的支持, 具有重要的实际意义。

[关键词] BIM 技术; 装配式结构; 设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i2.13593

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Research on Prefabricated Structural Design Supported by BIM Technology

LIU Lifang

Zhongtu International Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Prefabricated construction is an advanced building model that improves building quality, shortens construction cycles, and reduces construction costs by prefabricating components in factories and assembling them on site. Compared with traditional construction methods, prefabricated structures require higher precision planning and management in the design and construction process, ensuring that prefabricated components can seamlessly connect and perform their expected functions. This refined requirement brings complex challenges in data management and information coordination. The introduction of BIM technology has brought significant changes to prefabricated structural design. By establishing detailed 3D building models, BIM technology can achieve virtual construction, simulate construction processes, and optimize design schemes during the design phase. In addition, BIM technology provides comprehensive construction and maintenance data, an integrated information management platform improves the coordination of design and construction, and provides continuous support throughout the building lifecycle. Therefore, studying the application advantages, challenges, and support for construction organization and operation and maintenance management of BIM technology in prefabricated structural design has important practical significance.

Keywords: BIM technology; prefabricated structure; design

引言

在现代建筑行业中, 装配式结构因高效的施工方式和优良的建筑性能而受到广泛关注。传统建筑方法中, 设计和施工的各个环节通常是分离的, 信息传递不畅, 导致了设计变更、施工错误和效率低下等问题。而随着建筑信息建模 (BIM) 技术的迅猛发展, 这一局面得到了显著改善。BIM 技术通过集成化的数据管理和可视化工具, 为装配式结构设计提供了新的解决方案, 极大地提升了设计的精确性、施工的效率以及运维的便捷性。

1 BIM 技术概述

建筑信息建模 (BIM, Building Information Modeling) 是一种基于数字化的设计与管理技术, 它通过创建和管理建筑项目的三维模型, 提供了一个集成化的信息平台^[1]。在 BIM 中, 建筑项目的各个方面, 包括设计、施工和运营, 都被表示为高度详细和动态的数字模型, 而

不仅仅是二维图纸。这种方法允许各参与方在一个统一的平台上进行协作, 提高了信息的准确性和一致性。BIM 技术不仅能够优化设计过程提高设计的准确性, 还能够在施工阶段提供精确的建造指导, 并在运营维护阶段提供全面的数据支持。通过与各类建筑工程软件的集成, BIM 技术能够显著提升项目的效率、减少错误并降低成本, 推动建筑行业向数字化和智能化方向发展。

2 BIM 技术在装配式结构设计中的优势

2.1 增强结构设计的准确性

BIM 技术通过创建详尽的三维模型, 显著提升了结构设计的准确性。在传统设计中二维图纸可能会导致设计细节的遗漏或误解, 而 BIM 模型则提供了全面的空间视图和精确的构件信息。这种立体化的视角使设计师能够更清晰地识别潜在的设计冲突和结构问题, 从而进行更精确的调整和优化。此外, BIM 技术的参数化建模功能允许设计师

实时修改设计参数，并自动更新模型中的所有相关部分，确保所有设计数据的一致性和准确性。这种高度集成的设计方法不仅减少了设计错误，还提高了施工图纸的准确度，降低了现场施工中的不确定性。

2.2 完善数据信息的全面性

BIM 技术通过集成各类建筑数据，显著提高了数据信息的全面性。与传统设计方法中分散的数据管理不同，BIM 模型将建筑项目的所有相关信息集中在一个平台上，包括几何数据、材料属性、施工细节和维护要求。这种集成方式确保了所有设计信息的一致性和完整性，使得各参与方能够获取最新和最准确的数据。每个构件和系统在 BIM 模型中都有详细的描述和数据，这不仅提升了设计和施工的效率，也为后期的运营和维护提供了详实的参考资料，通过这种方式，BIM 技术有效减少了信息孤岛，增强了项目管理的透明度和准确性。

2.3 优化设计方案的合理性

BIM 技术通过其强大的模拟和分析功能，有效优化了设计方案的合理性。设计师可以利用 BIM 模型进行多种设计方案的模拟和比较，实时评估不同方案的性能和可行性。这种能力允许团队在设计初期就识别并修正潜在的问题，例如结构冲突、空间利用不当或资源浪费，通过对设计方案进行虚拟试验，BIM 技术能够提供详细的反馈帮助优化设计决策，确保方案在结构安全性、功能性和经济性方面达到最佳平衡。此外，BIM 技术还支持参数化设计，使得设计方案的调整能够自动反映在模型中，进一步提高了设计的合理性和一致性，这种系统化的优化过程不仅提升了设计质量，还降低了后期修改的成本和时间。

3 装配式结构设计的挑战与问题

3.1 设计思路的固化

装配式结构设计面临的一个主要挑战是设计思路的固化。在装配式建筑中，设计阶段通常要求尽早确定结构方案以便进行模块化生产和预制，但这种固定的设计思路往往限制了设计过程中的灵活性和创新空间。由于预制构件在生产前必须经过详细设计和标准化，设计团队可能会在早期阶段就被迫接受一些设计决定，这样的固化设计思路可能会忽略后期优化的机会。此外，设计思路的固化也可能导致对现场条件变化的适应能力不足，难以有效应对施工过程中出现的意外问题或调整需求。这种固化的过程限制了设计的适应性和迭代能力，可能会影响到装配式建筑的最终性能和功能实现。

3.2 构件设计的局限性

装配式结构设计中的构件设计常常受到局限性的影响。由于装配式建筑依赖于预制构件，这些构件必须在生产阶段就被精确设计和制造，此种设计模式对构件的尺寸、形状和功能提出了严格的要求，使得设计的灵活性受到限制。构件设计的局限性主要体现在几个方面：首先，预制构件的设计必须适应生产工艺，这可能限制了设计的创新

性和复杂性。其次，由于装配式建筑需要标准化的构件，以便于批量生产和高效装配，这种标准化往往导致个性化设计和特殊需求难以实现。最后，构件在运输和现场组装过程中可能受到尺寸和形状的限制，这进一步限制了设计方案的多样性和适应性。

3.3 成果信息的复杂性

装配式结构设计的成果信息往往具有高度的复杂性，这主要体现在多个方面。首先，装配式建筑涉及大量的预制构件，每个构件都包含详细的几何数据、材料属性、制造要求等信息。这些信息的综合管理和协调增加了设计和施工的复杂度。其次，设计过程中生成的数据信息需要与施工、物流、安装等各个环节的要求相一致，信息的整合和传递变得更加繁琐。此外，装配式建筑的各类信息在项目全生命周期中不断更新和变化，如何保持信息的一致性和准确性也是一大挑战。信息复杂性不仅增加了数据管理的难度，还可能导致信息的误读和错误传递，影响设计和施工的整体效率和质量。

4 BIM 技术支持下的装配式结构设计流程

4.1 结构设计阶段

在 BIM 技术支持下的装配式结构设计流程中，结构设计阶段是关键环节。此阶段涉及从初步设计到详细设计的全过程，核心在于通过 BIM 技术优化结构的设计精度和效率。首先，设计团队利用 BIM 平台创建建筑的三维模型，进行初步的结构分析和方案选择，通过数字化模型团队可以直观地检视设计效果，评估不同设计方案的可行性和性能指标，这一过程包括对荷载、应力、稳定性等结构参数的模拟分析，确保设计方案在结构安全性和功能性方面达到预期标准。接下来，设计师在 BIM 环境中详细绘制结构构件的三维模型，包括梁、柱、板、墙等主要结构元素，BIM 技术允许实时更新和修改设计数据，设计师可以快速调整构件的尺寸、形状和材料适应设计要求和施工条件，这一过程确保了构件的精确配合，减少了设计阶段的冲突和错误^[2]。此外，BIM 技术提供了强大的碰撞检测功能，通过模拟装配过程，识别并解决设计中可能出现的冲突和问题，这种预见性分析能够避免后期施工中的问题，降低了返工和修改的风险。在这一阶段，BIM 模型还用于生成施工图纸和详细的技术文档，这些文档不仅包括标准的二维图纸还包括三维视图和结构分析报告，为施工团队提供全面、准确的参考资料。通过将结构与建筑信息集成，BIM 技术实现了设计数据的高效管理和共享，确保所有参与方对设计要求有一致的理解。

4.2 施工组织阶段

在 BIM 技术支持下的装配式结构设计流程中，施工组织阶段至关重要，此阶段的目标是将设计方案转化为可操作的施工计划，并确保施工过程的顺利进行。首先，施工组织阶段开始于将 BIM 模型中的设计数据转化为详细的施工计划，利用 BIM 技术，施工团队可以在三维模型中准

确定地定义施工序列、构件的安装顺序以及施工设备的布置,这种可视化的施工安排使得施工人员能够更好地理解施工流程,提前识别可能的施工难点并优化施工顺序以提高效率。在此阶段,BIM 技术还支持对施工现场的虚拟模拟,通过将 BIM 模型与现场实际情况相结合,施工团队可以创建施工过程的三维仿真,以验证施工方案的可行性,这种模拟不仅帮助识别潜在的施工冲突和障碍,还能够优化施工路径,确保施工设备和材料的合理配置。此外,BIM 技术为施工组织提供了详细的物料需求和设备配置计划,基于 BIM 模型中的构件数据,施工团队可以准确计算所需的预制构件、建筑材料及其运输要求,这种数据驱动的方法能够减少物料浪费,提高物料采购和配送的精确性从而优化成本控制。施工团队还可以利用 BIM 技术进行施工进度的监控和管理,通过将施工进度与 BIM 模型中的设计数据对比,项目管理人员能够实时跟踪施工进展识别进度延误的原因,并及时调整施工计划以确保项目按时完成。

4.3 工程施工阶段

在 BIM 技术支持下的装配式结构设计中,工程施工阶段是关键执行环节,此阶段直接影响到施工质量和项目进度。施工阶段的首要任务是利用 BIM 模型指导实际施工操作,施工团队将三维模型中的详细构件信息应用于现场施工,确保预制构件按照设计要求准确安装。BIM 模型提供了每个构件的精确位置、安装方法及其与其他构件的连接方式,使施工人员能够在现场快速准确地完成装配。在实际施工中,BIM 技术的实时更新和数据同步功能极大提升了施工的灵活性和响应能力。施工现场的信息可以实时反馈到 BIM 平台上,项目管理团队能够迅速了解施工进度,并及时调整模型中的数据和设计,以应对现场出现的任何变更或问题。这种动态调整能力保证了施工过程中信息的准确性和一致性,有效减少了由于设计和施工信息不匹配而导致的错误和返工^[3]。此外,BIM 技术支持施工质量的监控和控制,通过将现场施工数据与 BIM 模型进行比对,质量检查人员能够实时验证构件的安装质量和施工精度,这种方法帮助识别和纠正潜在的质量问题,确保装配式结构符合设计标准和施工规范。施工阶段还利用 BIM 技术进行进度管理和协调,通过对施工进度进行可视化展示,项目管理团队能够直观地跟踪项目进展,识别施工延误的原因并优化资源配置。这种可视化进度管理工具使得施工调度更加科学和精准,促进了项目按期完成。最后,BIM 技术在施工阶段还支持现场安全管理,施工现场的三维模型可以帮助识别潜在的安全隐患和危险区域,指导施工人员采取适当的安全措施,从而减少施工事故的发生。

4.4 运行维护阶段

在 BIM 技术支持下的装配式结构设计流程中,运行维护阶段至关重要,关系到建筑物在使用过程中的长期性能和管理效率,此阶段主要集中在建筑的运维管理和设施维

护上。首先,BIM 技术通过提供全面的建筑信息支持运行维护阶段的各项工作,建筑物的三维模型不仅包含了结构设计数据,还集成了设备的详细信息、维护手册、保修期等重要数据。运维团队可以利用这些信息进行系统化的维护管理,确保所有设施按照规定的操作标准进行维护和检查。其次,BIM 技术支持实时监控和管理建筑设施的运行状态,通过将建筑的实际运行数据与 BIM 模型进行对比,运维人员可以实时监测设备的运行情况,识别潜在的故障和性能异常。这种实时反馈能够提高设施管理的响应速度,及时进行维修或更换,避免了设备故障对建筑使用功能的影响。此外,BIM 技术提供了设施管理的可视化工具,运维人员可以通过三维模型直观地查看建筑物内部的结构和设备布局,这种可视化能力帮助运维人员更高效地进行设施检修和问题诊断,减少了因无法准确定位设备位置而导致的时间浪费。BIM 还支持维护记录的系统化管理,所有的维护活动、检修记录和设备更换信息都可以通过 BIM 平台进行记录和管理,这种系统化的记录方式不仅提高了维护工作的规范性,还为未来的设施管理提供了宝贵的历史数据,有助于长期的设备管理和决策制定。最后,BIM 技术在运行维护阶段还支持资产管理和优化,通过对建筑设施的性能数据进行分析,运维人员可以评估设备的运行效率制定优化方案,提高设施的使用寿命和运行效益,这种数据驱动的管理方法使得运维工作更加科学和精确,帮助实现建筑物的长期稳定运行。

5 结语

BIM 技术的引入显著提升了装配式结构设计的效率和精度,改变了建筑行业的传统实践。从设计阶段到施工、运维阶段,BIM 技术通过精准的三维建模、实时的数据更新和可视化管理,为装配式建筑的实施提供了全面支持。在设计阶段,BIM 确保了设计的准确性和合理性;在施工组织阶段,它优化了施工计划和资源配置;在施工阶段,BIM 实现了高效的进度管理和质量控制;在运维阶段,BIM 提供了系统化的设施管理和维护支持。尽管面临如设计思路固化、构件设计局限和信息复杂性等挑战,BIM 技术的持续发展和应用将有助于克服这些问题。展望未来,BIM 技术有望进一步推动建筑行业的智能化和可持续发展,为建筑项目的成功实施提供更坚实的保障。

【参考文献】

- [1]梁永顺. BIM 技术支持下的装配式结构设计研究[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(7): 130-132.
 - [2]郑钧. 基于 BIM 技术的装配式结构设计应用[J]. 江西建材, 2020(7): 102-104.
 - [3]李奇. 基于 BIM 技术的装配式结构设计方法[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(5): 105-106.
- 作者简介: 刘立芳(1987.7—),女,职称:副高,籍贯:河北省石家庄市。