

基于 BIM 技术的结构设计优化方法

齐晓腾

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 传统建筑设计方法常依赖二维图纸和孤立的信息系统, 这容易导致信息孤岛和沟通障碍, 从而影响项目的效率和质量。随着建筑项目规模和复杂性的增加, 这些问题愈加突出。BIM 技术的出现, 通过高度集成的三维模型和实时更新, 克服了传统方法的不足。它为设计师、工程师和施工人员提供了一个统一的平台, 实现信息的实时共享与更新, 有效减少了设计冲突、优化了资源使用并降低了成本。因此, BIM 技术在结构设计中的应用尤为关键, 先进的模拟、分析和优化功能可以在设计初期识别和解决潜在问题, 为后续施工和运营阶段奠定坚实的基础。通过深入探讨 BIM 技术在结构设计中的应用, 特别是如何通过自动化优化、参数化设计、性能模拟、冲突检测和成本优化等方法, 提高结构设计的质量与效率。

[关键词] BIM 技术; 建筑结构; 优化设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i2.13585

中图分类号: TU1

文献标识码: A

Structural Design Optimization Method Based on BIM Technology

QI Xiaoteng

Zhongtu Dadi International Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Traditional architectural design methods often rely on two-dimensional drawings and isolated information systems, which can easily lead to information silos and communication barriers, thereby affecting project efficiency and quality. As the scale and complexity of construction projects increase, these issues become increasingly prominent. The emergence of BIM technology overcomes the shortcomings of traditional methods through highly integrated 3D models and real-time updates. It provides a unified platform for designers, engineers, and construction personnel to achieve real-time sharing and updating of information, effectively reducing design conflicts, optimizing resource utilization, and lowering costs. Therefore, the application of BIM technology in structural design is particularly crucial. Advanced simulation, analysis, and optimization functions can identify and solve potential problems in the early stages of design, laying a solid foundation for subsequent construction and operation phases. By delving into the application of BIM technology in structural design, particularly how to improve the quality and efficiency of structural design through methods such as automated optimization, parametric design, performance simulation, conflict detection, and cost optimization.

Keywords: BIM technology; building structure; optimization design

引言

建筑行业正经历着快速的技术变革, BIM (建筑信息模型) 技术的兴起是这一变革的核心驱动力之一。BIM 技术通过整合设计、施工和运营的各类信息, 提供了一种全新的建筑项目管理方式。它不仅仅是一个三维建模工具, 更是一种集成化的信息管理平台, 能够在项目的整个生命周期中提高效率和精确度。在结构设计领域, BIM 技术的应用带来了前所未有的优化机会, 提升了设计的可靠性、降低了成本, 并改进了项目的协同工作。

1 BIM 技术概述

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 技术是一种集成化的建筑设计与管理方法, 通过数字化手段创建和管理建筑项目的全面信息。BIM 技术的核心在于将建筑项目的各类数据、图形和信息整合到一个三维模型中, 使设计、施工和运营各阶段的信息能够实时共享和更新。与传统二维图纸不同, BIM 提供了一个动态、可操作的三维模型, 支持多维度的信息展示和分析。这种

方法不仅提升了设计的精确度和协同性还改善了项目的可视化效果, 减少了设计冲突和成本超支。自 BIM 技术提出以来, 应用领域已从建筑设计扩展到结构工程、机电工程等多个方面。通过建立一个集成化的数字模型, 项目各方能够更好地协调工作实时更新信息, 从而提升项目的整体效率和质量。BIM 技术的不断发展和普及, 标志着建筑行业向信息化、智能化的转型。

2 BIM 技术应用优势

2.1 模拟性

BIM 技术的模拟性是其一大优势, 指的是通过三维模型和数据集成技术, 能够在项目实施前准确地模拟建筑的各个方面。借助 BIM 的高度可视化功能, 设计师可以创建详细的建筑模型, 进行结构、功能和美学的模拟分析。这种模拟不仅涵盖建筑的外观, 还包括内部结构、设备布置以及施工过程中的各种动态变化。通过模拟团队可以预测和解决潜在问题优化设计方案, 从而降低实际施工中的风险和成本。此外, BIM 的模拟性使得不同专业之间的协作

更加高效,通过共享和更新模型,各专业人员可以实时查看和调整设计,确保各项工作的一致性和协调性。这种前期模拟的优势不仅提升了设计的准确性,还大幅度提高了施工和运营阶段的效率。

2.2 协调性

BIM 技术显著提升了项目的协调性,通过集成的三维模型使不同专业之间的协作更加顺畅。在传统设计中,建筑、结构和机电等专业往往各自独立工作,可能导致设计冲突和信息不一致。而在 BIM 环境下,各专业团队可以在同一个模型中进行工作实时更新和共享信息。这种信息集成和共享不仅提高了设计的准确性,还减少了跨专业协调的时间和成本。BIM 的协调性体现在其强大的碰撞检测功能,系统能够自动检测设计中的潜在冲突并提供解决方案建议,从而避免施工过程中因设计冲突而导致的返工和延误。此外,BIM 平台还支持多方实时协作,使设计修改和更新能够迅速传达到各相关方,确保项目的各个环节始终保持一致。这种高效的协调机制提高了项目的整体效率和质量,确保了项目按时交付。

2.3 可视化

BIM 技术的可视化能力显著增强了建筑项目的沟通和理解,通过创建详细的三维模型,BIM 允许项目参与者直观地查看建筑设计的各个方面,包括结构、空间布局和装饰细节^[1]。这种高度可视化的表现形式不仅帮助设计师和工程师更好地理解 and 优化设计,还使非专业人员如客户和决策者能够轻松地评估和反馈设计方案。可视化的优势还体现在动态演示和虚拟现实功能上,设计团队可以通过虚拟现实(VR)技术对建筑进行沉浸式体验,提前感受建筑环境,这对项目决策和修改具有重要意义。此外,实时可视化更新可以及时反映设计变更,确保所有相关方都能同步了解最新信息,从而减少误解和沟通障碍。这种清晰的可视化展示极大提升了项目的透明度和整体效率。

3 BIM 技术在结构设计中的应用

3.1 结构建模中的应用

在结构建模中,BIM 技术的应用极大地提升了设计的精度和效率,通过创建三维结构模型,BIM 能够详细展示建筑物的承重系统、结构细节以及各类构件的精确位置。与传统的二维图纸相比,BIM 模型提供了一个动态的、可交互的视图,使设计师能够从多个角度和层面审视结构设计。这种可视化手段帮助设计人员更直观地识别潜在的设计问题和冲突,从而进行及时的调整和优化。BIM 技术还支持详细的参数化设计,使得结构构件的尺寸和属性可以通过调整参数进行自动更新,这种方法不仅提高了设计的灵活性,还减少了人为错误的发生。此外,结构建模过程中,BIM 技术可以集成各种分析工具进行结构负荷、应力和稳定性等方面的计算和模拟。这种集成化的建模方式确保了设计的科学性和可行性,并在设计初期提供了准确的性能预测,从而为后续的工程实施奠定了坚实的基础。

3.2 结构分析中的应用

在结构分析中,BIM 技术提供了一种全面而精确的解决方案,通过集成的三维模型,BIM 能够对建筑结构进行详细的力学分析和性能评估。利用 BIM 平台,设计师可以将建筑的几何形状和材料特性输入分析工具中,进行结构负荷、应力分布和动态响应等方面的模拟。这种模拟不仅考虑了静态负荷,还可以分析地震、风力等动态荷载对结构的影响,从而确保建筑的安全性和稳定性。BIM 技术的结构分析能力还体现在自动化和数据驱动的特点,模型中的每一个构件都可以赋予特定的力学属性,通过计算机算法进行实时分析,这种方法不仅提高了分析的准确性,还大大缩短了分析周期。此外,BIM 支持多种分析场景的模拟,设计人员可以在不同设计方案中进行对比,优化结构设计以满足性能要求。这种高效的分析过程,帮助工程师在早期阶段识别和解决潜在问题,减少了后期的修改和返工提高了整体设计质量。

3.3 设计中的协同作用

BIM 技术在设计中的协同作用显著提升了项目各方的合作效率,通过构建一个共享的三维模型,BIM 平台将建筑、结构和机电等不同专业的设计信息集成在一起,促进了跨专业团队的无缝协作。设计人员可以实时查看和编辑模型,确保所有专业在同一平台上进行工作,从而减少了信息传递中的误差和延迟。首先,BIM 支持实时更新和版本控制,任何设计修改都能即时同步到所有相关方,确保项目团队始终使用最新的信息。其次,通过集成的冲突检测功能,BIM 可以自动识别设计中的冲突和不协调问题,提供解决建议,从而减少了后期施工中的问题和返工。最后,BIM 的可视化和模拟功能使得各方能够直观地理解设计意图,优化决策过程。这种高效的协作方式不仅提升了设计质量还缩短了项目周期,降低了成本,为建筑项目的成功实施奠定了坚实的基础。

4 基于 BIM 技术的结构设计优化方法

4.1 结构设计自动化优化

结构设计自动化优化利用 BIM 技术通过集成先进的计算和分析工具,显著提升了设计效率和精确度。自动化优化的核心在于将设计参数、结构负荷和材料特性等信息输入到 BIM 模型中,并应用算法驱动的优化工具进行处理。这种方法使得设计人员能够在大量设计变量中快速找到最佳方案,满足结构性能和安全要求。在结构设计自动化优化中,BIM 平台通过结合参数化设计和自动化计算,实现了设计的快速迭代。设计师可以设定优化目标和约束条件,例如最小化材料使用量或最大化结构稳定性,系统将自动调整设计参数以满足这些要求。此外,BIM 技术允许在设计过程中进行实时反馈和调整,帮助设计人员更快地响应设计需求的变化。这种自动化优化方法不仅提高了设计精度,还减少了人工干预和设计错误。通过系统化的计算和模拟,自动化工具能够处理复杂的结构问题并提出优化建议,使得设计

过程更加科学和高效。最终,这种方法不仅缩短了设计周期,还降低了成本,同时确保了结构的性能和安全性。

4.2 参数化设计与优化

参数化设计与优化利用 BIM 技术对建筑结构的设计过程进行高度的自动化和智能化管理,参数化设计的核心在于通过定义一组可变参数来控制设计模型的几何形状和性能特征,这些参数可以包括构件的尺寸、材料属性、负荷条件等,通过调整这些参数,可以快速生成不同的设计方案满足各种设计要求。在 BIM 环境中,参数化设计使得设计师能够建立灵活的设计框架,以应对不断变化的设计需求。设计师可以设定设计规则和约束条件,例如结构的最小强度或最大挠度,然后通过算法自动生成符合这些要求的设计模型。这种方法不仅提高了设计的效率,还确保了设计的一致性和优化性^[2]。进一步地参数化优化结合了设计模拟和性能分析,能够在多个设计方案中进行比较和选择最佳方案。通过对参数化模型的迭代计算,优化工具可以实时分析每个方案的结构性能、材料使用和成本效益,从而推荐最优设计。这样,设计师不仅能够在设计初期做出科学的决策,还能在设计过程中快速调整以应对实际情况的变化。这种精确的参数化设计与优化方法,不仅提升了设计质量,还显著缩短了项目周期,降低了成本。

4.3 结构性能模拟与优化

结构性能模拟与优化是 BIM 技术中的关键应用,通过精确的模拟和优化方法,提高了结构设计的可靠性和效率。结构性能模拟利用 BIM 模型中的详细几何和材料信息,运用计算机分析工具对建筑结构在不同荷载条件下的行为进行预测。这些模拟涵盖了结构的静态荷载、动态荷载以及环境影响,如风力、地震等,帮助设计师评估结构的稳定性和安全性。在模拟过程中, BIM 技术能够进行高精度的应力分析、位移计算和振动分析等,这些分析结果为设计师提供了宝贵的数据,帮助识别潜在的弱点和设计缺陷。通过模拟设计师可以在虚拟环境中测试不同的设计方案优化结构性能,调整设计参数以满足性能标准,并避免在实际施工中出现问题。结构性能优化则是基于模拟结果进行的进一步改进, BIM 技术结合优化算法,对结构设计进行系统的调整,以提高结构的性能指标,如强度、刚度和耐久性。优化过程包括调整构件尺寸、材料选择以及布置方案,从而在满足设计要求的同时,减少材料浪费和成本开支。通过这种优化手段,设计师能够实现结构的最佳性能,确保建筑在使用过程中具备更高的安全性和稳定性。

4.4 设计冲突检测与解决

设计冲突检测与解决是 BIM 技术的重要应用,目的是提高建筑设计的准确性和施工效率。利用 BIM 的三维模型和集成平台,设计冲突检测可以自动识别建筑设计中的潜在问题,如结构与机电系统的干涉、建筑组件的重叠或安装不匹配。这种检测通过对不同专业的设计模型进行碰撞检测,能够提前发现问题并避免在施工过程中出现昂贵的

返工和延误。BIM 平台通过生成详细的冲突报告,列出设计中的各类冲突,包括空间干涉、结构冲突和系统不兼容等。设计团队可以利用这些报告进行针对性的问题解决,通过集成的协作工具,相关专业人员能够在同一平台上讨论和修正冲突实时更新设计方案,确保各专业设计的协调性和一致性。此外, BIM 的冲突解决功能不仅限于检测,还包括提出解决方案。系统可以基于设定的参数和约束条件自动推荐修改方案,如调整构件的位置、改变设计细节或优化系统布局。这种自动化的冲突解决方法加快了问题处理的速度,提高了设计的整体效率^[3]。通过早期识别和解决设计冲突, BIM 技术显著降低了项目的风险,确保了建筑工程的顺利实施和高质量交付。

4.5 材料使用与成本优化

材料使用与成本优化是 BIM 技术中一个关键的应用领域,通过精确的数据管理和分析,显著提高了建筑项目的经济效益。BIM 技术通过创建详细的三维模型,整合了所有设计和材料信息,能够在设计阶段准确计算所需材料的种类、数量和规格。这种精确的材料清单帮助项目团队避免了过度采购或不足采购的问题,从而降低了材料浪费。在成本优化方面, BIM 技术支持对材料使用进行动态调整和优化,通过集成的成本估算工具,设计师可以实时评估不同设计方案的成本影响,选择性性价比最高的材料和构件。BIM 系统还能够进行生命周期成本分析,评估材料的长期维护和运营成本,从而在设计阶段做出更具经济效益的决策。此外, BIM 还提供了多种材料选项的比较功能,帮助项目团队选择环保、耐用且经济的材料,进一步降低总体成本。通过这些优化方法, BIM 不仅提高了设计和施工的效率,还帮助项目团队实现了更好的预算控制和资源管理,确保项目在经济上的可持续性。

5 结语

BIM 技术的应用极大地推动了结构设计的创新与优化,通过自动化、参数化设计、性能模拟、冲突检测以及材料成本优化等手段,提升了设计效率和精确度。借助 BIM 技术,设计团队能够在虚拟环境中进行全面的模拟和优化,确保结构设计的安全性、功能性和经济性。随着技术的不断发展和应用的深入, BIM 将继续在建筑行业中发挥重要作用,推动设计、施工及运营管理的数字化转型,实现更高效、更可持续的建筑工程。

【参考文献】

- [1]王姗姗,张帅.基于 BIM 技术的建筑结构设计优化方法[J].居舍,2023(9):111-113.
- [2]刘涛.基于 BIM 技术的建筑结构设计优化方法[J].建材发展导向,2022,20(24):44-46.
- [3]严陈.BIM 技术在建筑结构设计优化中的应用分析[J].四川水泥,2023(3):106-108.

作者简介:齐晓腾(1987.4—),男,职称:副高,籍贯:河北省石家庄市。