

基于BIM的建筑工程结构优化技术与 实践应用分析

汤伟方

(中通服咨询设计研究院有限公司)

【摘要】文章聚焦于基于BIM（建筑信息模型）的建筑工程结构优化技术，系统阐述了BIM技术在建筑工程结构优化中的技术原理与核心优势。通过结合实际工程案例，深入分析了BIM技术在结构设计优化、施工过程优化以及运维阶段优化等方面的实践应用，探讨了其在提高工程质量、降低成本、缩短工期等方面的显著成效。同时，针对当前BIM技术在建筑工程结构优化应用中存在的问题，提出了相应的解决方案与发展建议，旨在为推动BIM技术在建筑工程结构优化领域的深入应用提供理论参考与实践指导。

【关键词】BIM技术；建筑工程；结构优化；实践应用；技术发展

中图分类号：TU17；TU973.3

DOI：10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.040

Analysis on Structural Optimization Technology and Practical Application of Construction Engineering Based on BIM

TANG Wei-fang

(China Communications Service Consulting and Design Research Institute Co., Ltd.)

【Abstract】This paper focuses on BIM-based structural optimization technology in construction engineering, systematically explaining the technical principles and core advantages of BIM (Building Information Modeling) technology in structural optimization of construction projects. Through practical engineering case studies, it thoroughly analyzes the practical application of BIM technology in structural design optimization, construction process optimization, and operation and maintenance phase optimization, and discusses its significant effects in improving project quality, reducing costs, and shortening construction periods. Additionally, addressing existing challenges in the application of BIM technology for structural optimization in construction projects, this study proposes corresponding solutions and development recommendations. The aim is to provide theoretical references and practical guidance for advancing the in-depth application of BIM technology in structural optimization within the construction engineering field.

【Keywords】BIM technology; construction engineering; structural optimization; practical application; technological development

1 引言

BIM作为一种集成化的数字化信息管理技术，通过建立包含建筑工程全生命周期信息的三维模型，实现了建筑工程各专业之间的信息共享与协同工作。将BIM技术应用于建筑工程结构优化，能够有效整合结构设计、施工、运维等阶段的信息，为结构优化提供更加全面、准确的数据支持，从而提高结构设计的合理性与科学性，降低工程成本，缩短建设周期，提升建筑工程的整体效益。因此，深入研究基于BIM的建筑工程结构优化技术与实践应用具有重要的现实意义。

2 BIM技术概述

BIM (Building Information Modeling) 即建筑信

息模型，是以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型，是对该工程项目相关信息的详尽表达。BIM技术不仅是一个可视化的三维模型，可包含从建筑项目的规划设计、施工建造到运营维护等各个阶段的所有信息，如建筑几何尺寸、材料属性、设备参数、施工进度、成本预算等^[1]。

3 基于BIM的建筑工程结构优化技术原理

3.1 BIM模型的构建

在结构设计阶段，设计人员利用专业的BIM软件，如Revit、Tekla Structures等，根据建筑设计方案和结构设计要求，建立三维的结构模型。在建模过

程中,需要准确输入结构构件的几何尺寸、材料属性、连接方式等信息。对于复杂的结构形式,还可以通过参数化建模的方式,快速生成不同方案的结构模型,以便进行对比分析和优化。

3.2 结构分析与模拟

将构建好的BIM结构模型导入到结构分析软件中,如ETABS、SAP2000等,进行结构分析与模拟。通过对结构施加各种荷载,如重力、风、地震等荷载,模拟结构在实际受力情况下的力学性能,包括结构的内力分布、变形情况、应力大小等。根据分析结果,评估结构设计的合理性和安全性,发现结构设计中存在的问题,如某些部位受力过大、变形不满足要求等,为结构优化提供依据^[2]。

3.3 协同优化设计

BIM技术的协同性特点使得结构优化设计能够实现多专业协同工作。结构设计人员与建筑、给排水、电气等专业人员在同一BIM平台上进行设计。当结构设计方案发生变化时,其他专业人员可以实时获取信息,并对本专业的的设计进行相应调整。同时,各专业之间可以通过碰撞检测功能,检查不同专业模型之间是否存在冲突,如结构构件与管线之间的碰撞,及时进行优化设计,避免设计错误在施工阶段造成损失。

3.4 参数化设计与优化

BIM软件的参数化设计功能为结构优化提供了便利。在结构设计中,通过定义结构构件的参数,如梁的截面尺寸、柱的高度、板的厚度等,建立参数化模型。当需要对结构进行优化时,只需修改相应的参数,模型就会自动更新,同时相关的分析结果也会随之改变。设计人员可以通过调整参数,快速生成多种结构设计方案,并对这些方案进行对比分析,选择最优的结构设计方案,实现结构的优化设计^[3]。

4 基于BIM的建筑工程结构优化实践应用分析

4.1 结构设计阶段的优化应用

4.1.1 结构方案比选

在建筑工程结构设计的初期阶段,设计人员通常会提出多个结构设计方案。利用BIM技术,可以

快速建立不同结构方案的三维模型,并进行结构分析与模拟。通过对比各方案的结构性能指标,如结构的承载能力、抗震性能、材料用量、工程造价等,直观地评估各方案的优缺点。例如,在某高层商业建筑的结构设计中,设计团队提出了框架-核心筒结构和巨型框架结构两种方案。通过建立BIM模型并进行分析,发现框架-核心筒结构在满足建筑功能要求的前提下,材料用量更少,工程造价更低,且结构的抗震性能也能满足规范要求,最终选择了框架-核心筒结构方案,实现了结构方案的优化。

4.1.2 构件尺寸优化

在结构设计过程中,设计人员可以通过参数化设计功能,调整构件的尺寸参数,观察结构性能的变化。以某工业厂房的钢梁设计为例,通过对钢梁的受力分析,发现部分钢梁的应力较大,接近材料的允许应力值。设计人员利用BIM软件调整钢梁的截面尺寸,重新进行结构分析,经过多次调整和分析,确定了最优的钢梁截面尺寸,在保证结构安全的前提下,减少了钢材的用量,降低了工程成本。

4.1.3 空间关系优化

在复杂建筑工程中,结构构件与建筑空间、设备管线之间的空间关系复杂,容易出现碰撞和冲突。利用BIM技术的可视化和碰撞检测功能,可以提前发现这些问题,并进行优化设计。在某大型医院建筑项目中,由于医疗设备众多,管线布置复杂,在传统设计方式下,难以准确判断结构构件与管线之间的空间关系。通过建立BIM模型,进行碰撞检测,发现了大量的管线与结构梁、柱碰撞的问题。设计团队根据检测结果,对结构构件的位置和尺寸进行调整,同时优化管线的布置方案,避免了施工过程中的拆改和返工,提高了施工效率和工程质量。

4.2 施工过程阶段的优化应用

4.2.1 施工进度模拟与优化

利用BIM技术可以对建筑工程的施工过程进行4D模拟(三维模型+时间维度)。施工单位根据施工组织设计和进度计划,将施工进度信息与BIM模型关联起来,生成施工进度模拟动画。通过施工进度模拟,可以直观地展示施工过程中各工序的先后顺序、时间安排和资源投入情况,提前发现施工进度计划中存在的问题,如工序安排不合理、工期延误风险

等。例如,在某桥梁施工项目中,通过4D施工进度模拟,发现部分桥墩的施工顺序存在问题,导致后续桥梁上部结构施工受到影响。施工单位及时调整了施工进度计划,优化了施工工序,确保了项目按时完成。

4.2.2 施工方案优化

在施工前,施工单位可以利用BIM模型对不同的施工方案进行模拟和分析,评估各方案的可行性和优缺点。以某高层建筑的大体积混凝土浇筑施工方案为例,施工单位提出了两种浇筑方案:全面分层浇筑和斜面分层浇筑。通过建立BIM模型,对两种浇筑方案进行温度场模拟分析,对比混凝土内部的温度变化情况和裂缝产生的可能性。分析结果表明,斜面分层浇筑方案能够更好地控制混凝土内部温度,减少裂缝产生的风险,最终施工单位选择了斜面分层浇筑方案,保证了大体积混凝土的施工质量^[4]。

4.2.3 施工资源管理优化

基于BIM模型中包含的结构构件信息和施工进度计划,施工单位可以准确计算出施工过程中所需的各种资源,如材料、设备、劳动力等的数量和需求时间。通过对资源需求的分析,合理安排资源的采购、运输和调配,避免资源的浪费和短缺。例如,在某住宅建设项目中,利用BIM技术对钢筋的用量进行精确计算,并结合施工进度计划,制订钢筋采购计划。在施工过程中,根据实际施工进度和钢筋使用情况,及时调整采购计划,既保证了施工的顺利进行,又减少了钢筋的库存积压,降低了成本。

4.3 运维阶段的优化应用

4.3.1 结构健康监测

利用BIM技术可以建立结构健康监测系统。将传感器采集到的结构变形、应力、振动等数据与BIM模型进行关联,实时展示结构的健康状态。当结构出现异常情况时,系统能够及时发出预警,并通过BIM模型准确定位问题位置。例如,在某大型体育场馆的运维过程中,通过在关键结构部位安装传感器,将监测数据导入BIM模型,实现了对场馆结构的实时健康监测。一旦某部位的变形超过允许值,系统立即发出警报,运维人员可以根据BIM模型快速找到问题,及时采取维修和加固措施,保障使用

安全。

4.3.2 设施维护管理

BIM模型包含了建筑工程中设备的型号、规格、安装位置、使用年限等各种信息。在设施维护管理中,运维人员可以通过BIM平台快速查询设施设备的相关信息,制订合理的维护计划。当设施设备出现故障时,根据BIM模型准确找到设备位置和连接关系,提高维修效率。例如,在某写字楼采用BIM技术对空调系统进行管理,当空调设备出现故障时,运维人员通过BIM平台查询设备信息和安装位置,快速到达现场进行维修,减少了设备故障对办公环境的影响^[5]。

4.3.3 空间管理优化

利用BIM技术可以对建筑内部空间进行动态管理,合理规划和调整空间布局。通过BIM模型,运维人员可以直观地了解各区域的使用情况,根据实际需求对空间进行重新分配和改造。例如,在某商业综合体的运维过程中,随着商业业态的调整,需要对部分商铺的面积和布局进行改变。利用BIM技术,设计人员可以快速对空间改造方案进行模拟和评估,确定最优的改造方案,实现了空间的高效利用。

5 结语

BIM技术贯穿建筑工程全生命期,在结构优化各环节成效显著,切实提升工程质量、降低成本并缩短工期。然而,软件兼容性差、专业人才短缺、标准规范不完善等问题依旧制约其发展。未来,需行业各方协同发力,突破技术瓶颈、加强人才培养、完善管理体系,推动BIM技术在建筑工程结构优化领域持续创新,为行业高质量发展注入持久动力。

参考文献

- [1] 李湘凌.建筑修复加固工程中BIM技术的集成应用与实践[J].佛山陶瓷, 2025, 35 (1): 95-97.
- [2] 赵妍娟.建筑结构设计BIM技术的应用实践分析[J].建筑与文化, 2021 (5): 14-17.
- [3] 陈碧羽.基于BIM技术对装配式建筑工程工期优化的研究[J].城市周刊, 2019 (34): 35.
- [4] 张广智.基于BIM与深度学习的建筑结构优化设计方法研究[J].价值工程, 2025, 44 (24): 131-133.
- [5] 万乐乐.BIM技术在建筑工程优化中的应用研究[J].现代工程科技, 2025, 4 (14): 133-136.