

基于 BIM 技术的建筑结构设计优化方法研究

刘 伟

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]本研究探讨基于 BIM 技术的建筑结构设计优化方法, 通过分析 BIM 与建筑结构设计的耦合机理, 从设计流程、不同建筑类型、性能优化三方面构建优化体系, 运用参数化设计、协同平台、模拟分析等技术手段。结果表明, 该方法可显著提升设计精度、效率与协同性, 降低成本与施工风险, BIM 技术为建筑结构设计提供了全方位技术支撑, 其深度应用有助于推动建筑设计行业高质量发展。

[关键词]BIM 技术; 建筑结构设计; 优化方法; 协同设计

DOI: 10.64635/ja.2026.1220

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Research on Optimization Methods for Building Structural Design Based on BIM Technology

Liu Wei

Hebei Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050000, China

Abstract: This study explores optimization methods for building structural design based on BIM technology. By analyzing the coupling mechanism between BIM and building structural design, an optimization system is constructed from three aspects: design process, different building types, and performance optimization. Technical means such as parametric design, collaborative platforms, and simulation analysis are applied. The results show that this method can significantly improve design accuracy, efficiency, and collaboration, while reducing costs and construction risks. BIM technology provides comprehensive technical support for building structural design, and its in-depth application contributes to the high-quality development of the architectural design industry.

Keywords: BIM technology; building structural design; optimization method; collaborative design

引言

随着建筑行业向工业化、绿色化、智能化转型, 传统二维设计模式已难以满足复杂建筑工程对精度、效率与协同性的需求。传统设计过程中, 各专业数据割裂、信息传递滞后, 易导致设计冲突、变更频繁等问题, 不仅增加项目成本, 还影响施工进度与工程质量。BIM 技术以三维数字化模型为核心, 整合建筑全生命周期信息, 具备可视化、协同性、模拟性等特性, 为建筑结构设计优化提供了技术支撑。当前, BIM 技术在建筑领域的应用虽逐步推广, 但在设计流程整合、专业协同深化、性能优化精准度等方面仍存在提升空间。

1 BIM 技术与建筑结构设计的耦合机理

1.1 信息一体化整合机制

BIM 技术依托工业基础类标准构建统一数据框架, 将建筑结构设计中的几何参数、材料属性、荷载条件、约束

要求等异构信息进行标准化处理。通过语义映射与数据转换技术, 形成以构件为核心、信息关联为纽带的网状数据结构, 实现设计、施工、运维各阶段信息的无损传递与共享。这种整合机制打破了传统设计中数据分散存储的局限, 使设计人员能够实时调用完整、准确的信息资源, 为结构方案比选、性能分析等提供可靠数据支撑, 从源头减少信息误差导致的设计问题。

1.2 多专业协同作业支撑

BIM 协同设计平台基于分布式云架构, 将建筑、结构、机电设备等专业设计功能拆分为独立服务单元, 通过实时数据同步与版本管理系统, 实现各专业设计成果在统一三维模型中的动态更新。各专业设计人员可基于同一模型开展工作, 及时发现并解决专业间的空间冲突与逻辑矛盾, 避免传统设计中各专业独立作业导致的衔接不畅问题。平台开放的 API 接口可集成各类专业分析软件, 进一步

强化多专业协同的深度与广度，提升设计方案的整体性与可行性。

1.3 标准规范双向驱动

依托于 BIM 技术所集成的规则推理机制，系统可严格参照建筑结构的现行准则，对物理模型执行动态的合规性审查。当模型参数偏离规范约束时，系统将精准锁定冲突位置并实时反馈改进建议，从而确保设计成果的规范性。此外，工程实践中生成的 BIM 多维数据，在通过大数据挖掘及机器学习算法的深度分析后，能够反哺至行业标准的修订进程，为规范的演进提供实证依据。此过程旨在确立技术应用与标准体系深度融合、互促共生的闭环协作框架。

2 基于 BIM 的建筑结构设计流程优化

2.1 方案设计阶段的智能优化

作为建筑结构设计的关键命题，方案设计阶段直接制约着工程的综合性能与成本效能。基于 BIM 参数化设计架构，可构建多因子驱动的空间形态生成系统：设计者通过预设建筑红线、容积率、功能单元逻辑及抗震设防等级等约束变量，利用几何拓扑算法，能够高效产出符合场域特征与功能定位的多元空间布局模型。进一步引入生成对抗网络（GAN）与多目标遗传算法，将光照、气流组织、能耗指标、结构可靠度及造价预算等设为目标函数，对备选方案执行智能筛选与启发式迭代。依托 BIM 模型与专业仿真平台的深度集成，各方案的性能参数得以精准量化，从而在有限周期内生成大量异质化强且性能卓越的最优解。以体育馆项目为例，应用该策略完成三类结构方案的综合比选仅历时两周，较之传统范式显著降低了时间投入，并精准削减了钢材损耗。此外，BIM 的数据沉淀机制有力支撑了设计标准化的演进，针对各专业要求，通过研发标准构件族库，提升设计效率。

2.2 结构设计阶段的精细管控

土建工程的可靠性指标与成本控制效能，深度受控于结构规划环节的严密性。依托 BIM 工具所具备的高精度空间构型功能，结构系统内部的多元组分得以完成全维度的精细化映射；诸如单元体的宏观物理尺寸、多维空间形制，乃至结构层面的钢筋排布、预埋构件设置及节点耦合模式等，均能在参数化逻辑中达成精确管控。基于深层关联机制的构建，组件变量间的约束逻辑与实时协同效应被有效激活。当特定指标发生偏移时，相关联的构件特征与模型参数将驱动自动化更迭。该运作模式显著改善了常规

设计流程中由于数据同步滞后诱发的逻辑矛盾，进而在源头上抑制了人工制图偏差的产生。结构计算与 BIM 模型的双向信息集成是该阶段的核心技术亮点，将 BIM 模型中的几何数据直接转化为结构力学模型，通过 ETABS、SATWE 等专业分析软件进行有限元分析，获取结构应力、应变分布情况，分析结果反向集成至 BIM 模型，指导设计人员对结构薄弱环节进行优化。依托此种双向集成路径，可有效的调整结构刚度、优化结构模型，减少设计师多方案试算时间，强化了工程设计的准确度，更大幅优化了构件配置的成本效益。

2.3 施工衔接阶段的虚拟预演

基于 BIM 内核并整合时间序列，构建起 4D 动态施工仿真架构，利用离散事件模拟手段对构件产运、吊装序列、定位嵌固及机械调度等核心工序开展全生命周期虚拟演练。凭借碰撞干涉算法，对组件与环境、预装构件的空间冲突执行全域检索，在辨析几何硬碰撞的同时，兼顾运维空间及热收缩余量等动态变量派生的软碰撞风险。某项目通过此项技术，精准锁定多项静态冲突，预先完成方案修正，大幅削减了现场变更频率。同步导入蒙特卡洛随机模拟体系，对施工扰动因子进行量化测算，评定潜在风险的概率分布与波及效应。结合仿真输出调整作业逻辑，科学调度资源配置，从而规避施工隐患并确保工期稳态推进。实践表明，该技术成功缩减了成本开支，优化了施工方案，显著提升了各专业间的合作效率。

3 不同类型建筑结构的 BIM 优化策略

3.1 公共建筑结构优化策略

公共建筑呈现出载荷强度高、跨度尺度大，如体育馆复杂等典型属性，钢结构与预制混凝土构件的大规模采用，对设计严密性及工程可建性提出了严苛诉求。基于 BIM 技术实施的公共建筑构型优化，主要聚焦于异形节点细部设计与管网综合排布这两项核心任务。在复杂节点开发层面，凭借 BIM 工具建立等比例高保真三维模型，以精细化表征连接板件、紧固螺栓及加劲肋等微观构造；同步联动机理明确的有限元分析平台，定量测算多工况载荷耦合下的受力性状，并辅以应力标定与刚度矩阵校核，从而确保节点衔接部位的结构可靠度与稳固性。某项目中的多个异形节点经 BIM 技术设计及验证，显著缩短设计周期，现场安装达成近乎零误差目标。在管线综合优化方面，遵循“先大后小、先刚后柔”的原则，利用 BIM 技术对多专业管线进行三维布置与碰撞检测，优化管线

走向与空间布局,提升建筑空间利用率与设备容量,同时保障维护通道的畅通便捷。此外,BIM 技术还能辅助实现构件标准化生产与工厂化预制,提升施工效率与构件安装精度。

3.2 装配式建筑结构优化策略

装配式建筑以工厂预制、现场装配为核心模式,其结构设计的关键在于构件拆分合理性与节点连接可靠性。BIM 技术为装配式建筑结构优化提供了全方位解决方案,设计人员利用 BIM 软件对建筑结构进行数字化拆分,通过精确计算装配率,确保拆分方案满足《装配式建筑评价标准》的相关要求。通过真实项目实践,设计借助 BIM 技术完成全楼结构拆分与深化模型构建,竖向构件预制组件与楼面结构预制组件装配率均满足标准要求。通过建立标准化构件族库,对预制梁、预制板、预制柱等各类构件进行模块化封装,实现构件的快速调用与复用,提升设计效率与构件生产的标准化水平。针对构件连接复杂的问题,运用 BIM 技术进行复杂节点建模与优化,模拟构件拼接过程,动态调整节点构造参数,确保连接的可靠性与施工的可行性。通过结构模型与机电模型的并行协同设计,构建全专业模型,有效预测和解决潜在设计问题,通过 BIM 碰撞检测发现并调整预制梁与钢筋、预制混凝土部件的位置冲突,避免了施工阶段的返工整改。

3.3 高层建筑结构优化策略

高层建筑结构设计需重点平衡抗震性能、抗风性能与竖向承重能力,同时兼顾空间利用率与经济性。BIM 技术在高层建筑结构优化中展现出独特优势,通过整合建筑结构的几何信息与物理属性,结合当地地震动参数、风荷载数据等外部条件,利用专业分析软件对结构进行抗震、抗风性能模拟分析,精准识别结构薄弱构件及薄弱层。针对薄弱位置采取增大构件截面、采用高强度材料、优化结构布置等措施,提升结构的抗震、抗风能力。借助 BIM 技术实现高层建筑结构与机电系统的协同设计,优化管线布置与竖向井道设计,减少结构自重与空间占用,提升建筑的综合性能。在结构计算过程中,通过 BIM 模型与分析软件的双向集成,实现设计参数的实时调整与优化迭代,降低结构自重,同时满足结构抗震设防性能要求。

4 BIM 技术在建筑结构设计中的性能优化应用

4.1 能效优化的精准实现

提升建筑能效构成绿色设计体系的关键内核,而 BIM 手段则为其构建了高精度、高效率的工程实现框架。通过

在 BIM 内核中详尽植入围护体系热物性指标、孔口传热系数、遮蔽因子及暖通设备动态参数,联动专业化能效测算平台,基于非稳态热力过程解析法则,并统筹差异化气候区划与运营边界条件,对建筑周期性瞬态能耗执行深度模拟评定。通过比对不同围护结构方案、空调系统运行方案的能耗数据,优化确定保温层厚度、门窗选型等设计参数,合理调控暖通系统运行策略,削减建筑单位面积年能耗,进而契合绿色建筑节能标准。某实际项目依托 BIM 能效模拟技术,科学调整外墙保温层厚度及外窗传热系数,大幅提升建筑能源利用效率,顺利达成绿色建筑节能标准。

4.2 结构稳固性的数字增强

结构稳定性是建筑安全的核心支撑要素,BIM 技术依托数字化技术可达成结构稳定性的精准强化。于 BIM 框架内明确界定构件材料的本构关系,包括弹性模量、泊松比及屈服与抗拉强度等核心指标,精细化确立几何属性与空间拓扑的耦合逻辑,从而建成节点的力学解析模型。统筹恒载、活载及风震等复杂荷载工况,利用有限元平台解算应力场与应变分布特征,经由云图映射精准锁定应力峰值点及结构易损区段。针对高应力场区域,可通过增大截面规格、调整结构刚度等提高结构承载性能;对于核心节点,则采取加设抗剪加劲肋、优化细部构造等措施提升其延性水平与耗能特征。在结构关键部位植入传感阵列,将捕获的应变及振动信号实时映射至 BIM 平台,借助结构健康监测算法测算实时数据与设计基准的偏离度,实现损伤演化的动态辨识,为管养及补强提供客观依据,保障设计工作期内结构的稳态与安全。

5 结语

BIM 技术凭借信息一体化、多专业协同等核心优势,打破了传统建筑结构设计的局限,为设计优化提供了全新路径。本研究从耦合机理、流程优化、类型化策略及性能提升等维度,系统构建了基于 BIM 的建筑结构设计优化体系。实践证明,该体系可有效解决设计冲突、提升设计精准度与经济性,适配公共建筑、装配式建筑等不同场景需求。未来,需进一步深化 BIM 与人工智能、大数据等技术的融合,完善标准规范体系,推动其在建筑全生命周期中实现更深度的应用,助力建筑行业向高效、绿色、智能方向持续迈进。

[参考文献]

[1]胡夏越.BIM 建筑结构设计过程的研究与实现[J].建筑

与装饰,2020(21):6-68

[2]王强.基于 BIM 正向设计的现代建筑工程结构设计研究

[J].中国建筑金属结构,2025,24(2):135-137

[3]叶永健,刘斯思.基于 BIM 的工业建筑结构设计与管理

[J].砖瓦,2025(6):121-123

[4]赵而峰.BIM 技术在装配式建筑结构设计中的应用研究

[J].智能建筑与智慧城市,2025(8):77-79

[5]杨向楠,冀文欢.基于 BIM 技术的装配式建筑结构设计

优化研究[J].住宅产业,2025(3):66-68

作者简介：刘伟（1985.12—），毕业院校：河北大学，所学专业：固体力学，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职务：结构设计，职称级别：高级工程师。