

基于 BIM 技术的建筑工程设计优化研究

武梦磊

河北天艺建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] BIM 技术凭借三维可视化、信息集成等特性, 为建筑工程设计优化带来新契机。聚焦 BIM 技术在建筑工程设计优化, 剖析其在协同设计、性能模拟、成本控制、施工规划方面的应用。阐述 BIM 技术构建三维模型打破信息壁垒, 实现多专业协同; 通过性能模拟优化建筑功能; 借助数据集成辅助成本控制; 利用 4D 模拟优化施工规划。同时探讨应用中面临的软件兼容、人才短缺等挑战, 提出相应解决策略, 旨在为 BIM 技术在建筑工程设计优化的深度应用提供参考。

[关键词] BIM; 技术; 建筑工程设计; 优化; 协同设计; 性能模拟

DOI: 10.33142/aem.v7i5.16770

中图分类号: TU717

文献标识码: A

Research on Optimization of Building Engineering Design Based on BIM Technology

WU Menglei

Hebei Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: BIM technology, with its characteristics of 3D visualization and information integration, brings new opportunities for optimizing architectural engineering design. Focusing on BIM technology in architectural engineering design optimization, analyzing its applications in collaborative design, performance simulation, cost control, and construction planning. Elaborate on the use of BIM technology to construct 3D models, breaking down information barriers and achieving multi-disciplinary collaboration; Optimize building functionality through performance simulation; Utilize data integration to assist in cost control; Optimize construction planning using 4D simulation. Simultaneously exploring the challenges faced in software compatibility and talent shortage in applications, proposing corresponding solutions, with the aim of providing reference for the deep application of BIM technology in architectural engineering design optimization.

Keywords: BIM; technology; architectural engineering design; optimization; collaborative design; performance simulation

引言

随着城市化进程的加速推进与新型城镇化战略的深入实施, 建筑行业迎来高速发展期, 市场对工程设计的精细化程度、交付效率提出更高要求。传统 CAD 设计模式因信息孤岛效应显著、跨专业协同效率低下、设计方案迭代成本高等固有局限, 在超高层综合体、大型交通枢纽等复杂项目中逐渐暴露出不足。BIM (建筑信息模型) 技术凭借参数化建模、可视化模拟、全生命周期数据集成等核心优势, 通过构建三维信息数据库实现设计信息实时共享与动态更新。

1 协同设计难题与突破

1.1 传统设计模式的局限性 with 协同需求

在传统建筑工程设计领域, 各专业设计团队往往处于“各自为战”的状态。建筑、结构、给排水、电气等专业设计师依据自身专业规范与设计思路开展工作, 信息传递主要依赖二维图纸与口头沟通。这种模式下, 不同专业间缺乏有效的信息共享机制, 设计师难以直观感知其他专业设计方案对自身工作的影响。建筑专业精心设计的空间布局, 可能因结构专业未及时沟通的承重柱位置而被迫调整; 电气管线设计方案也可能与给排水管道走向产生冲突。这

些问题不仅导致设计效率低下, 还会因设计错误延续至施工阶段, 造成工期延误与成本浪费。因此, 打破专业壁垒, 实现设计过程中的高效协同成为行业亟待解决的关键问题。

1.2 BIM 技术协同设计的核心机制

BIM 技术以三维可视化信息模型为核心载体, 构建起一个贯穿设计全流程的共享信息平台。在这个平台上, 各专业设计师不再局限于二维图纸的交流, 而是基于同一数字模型开展工作。当建筑设计师调整建筑外形或内部空间布局时, 结构设计师能实时获取这一变更信息, 并同步评估对结构体系的影响; 设备专业设计师也可立即检查管线布置是否需要相应调整。这种实时、动态的信息交互模式, 使得设计过程从“接力赛”转变为“协同赛”。

1.3 BIM 协同设计的实践优势与成果

通过 BIM 技术实现的协同设计, 在实际项目中展现出显著优势。以大型商业综合体项目为例, 在传统设计模式下, 管线综合排布往往需要多次返工调整, 而应用 BIM 技术后, 设计师可在三维模型中直观查看各专业管线走向, 提前发现并解决碰撞问题。在某商场项目中, 通过 BIM 模型检测出通风管道与消防喷淋管道的冲突点达 300 余处, 这些问题在设计阶段得到及时修正, 避免了施工阶段

拆改带来的经济损失^[1]。协同设计还促进了跨专业间的深度协作,不同专业设计师能够基于同一模型共同探讨优化方案,从空间利用、功能布局等多维度进行综合考量,最终提升整体设计质量,为项目顺利推进奠定坚实基础。

2 性能模拟优化路径

2.1 建筑性能模拟的重要性与传统方法局限

建筑性能直接关系到建筑物全生命周期的使用体验与运营成本。采光、通风、能耗等性能指标不仅影响室内环境舒适度,还与建筑的可持续发展目标密切相关。传统设计过程中,建筑性能评估往往依赖设计师的经验判断与简单的计算分析,缺乏系统性与准确性。在判断建筑采光效果时,设计师多通过估算窗户面积与间距来评估,难以精确量化不同时间段、不同位置的光照强度;对于能耗分析,也常因缺乏对气候、设备运行等多因素的综合考量,导致实际能耗与设计预期偏差较大。

2.2 BIM 技术与性能模拟的融合路径

BIM 技术与专业性分析软件的深度融合,为建筑性能模拟提供了全新解决方案。设计师依据建筑设计方案建立精确的 BIM 模型,该模型不仅包含建筑的几何形状、尺寸信息,还集成了围护结构材料属性、门窗构造等详细参数。然后,将 BIM 模型与气候分析软件、能耗模拟软件等对接,输入当地的气候条件、地理信息等环境参数。性能分析软件基于这些数据,对建筑采光、通风、能耗等性能进行全面模拟计算。通过采光模拟软件,可直观呈现建筑内部各区域在不同季节、不同时间的光照分布情况;利用能耗模拟软件,能分析不同围护结构材料、空调系统配置对建筑能耗的影响,为设计优化提供科学依据。

2.3 基于性能模拟的设计优化实践

在实际项目中,基于 BIM 技术的性能模拟为设计优化带来显著成效。以某办公建筑项目为例,通过能耗模拟发现,原设计方案中建筑南向窗户面积过大,导致夏季空调能耗过高。在通风性能优化方面,通过模拟不同通风系统布置方案,确定了最佳的风口位置与风量分配,有效改善了室内空气流通效果。采光模拟还帮助设计师优化了室内空间布局,通过调整隔断位置与高度,提高了自然采光利用率,减少了人工照明需求^[2]。这些基于性能模拟的设计优化措施,不仅提升了建筑的功能性与舒适性,还实现了绿色节能目标,体现了 BIM 技术在建筑性能优化中的巨大价值。

3 成本控制策略构建

3.1 传统成本控制模式的困境与挑战

在传统建筑工程成本控制中,工程量计算与成本预算主要依赖人工完成。造价工程师需依据二维图纸,手动统计建筑构件的数量、尺寸等信息,再结合定额标准与市场价格进行成本估算。这种方式不仅工作量大、效率低,还容易因图纸理解偏差、数据统计错误等问题导致预算不准

确。在复杂建筑结构中,人工计算钢筋用量时可能因节点构造复杂而出现漏算或错算;材料价格波动也难以在预算中及时反映,导致实际成本与预算偏差较大。设计变更频繁也是传统成本控制的一大难题,每次变更都需要重新进行工程量计算与预算调整,过程繁琐且容易出现疏漏,难以实现对成本的动态有效控制。

3.2 BIM 技术成本控制的核心优势

BIM 技术凭借其强大的信息集成与数据处理能力,为建筑工程成本控制带来了革命性变革。BIM 模型集成了建筑构件的几何尺寸、材料规格、数量等详细信息,通过与算量软件对接,可自动提取工程量,大大减少了人工计算的工作量与误差。在计算墙体工程量时,BIM 模型能快速准确地统计出不同厚度、材质墙体的体积与面积,避免了人工计算可能出现的遗漏。结合市场价格信息数据库,BIM 技术可实时生成精确的成本预算。

3.3 BIM 成本控制的动态管理实践

BIM 技术在成本控制中的动态管理能力在实际项目中发挥了重要作用。随着设计工作的推进,设计变更不可避免,而 BIM 技术能够实时跟踪变更对成本的影响。当设计师对建筑结构进行调整或更换装修材料时,BIM 模型会自动更新相关工程量信息,并重新计算成本。造价工程师可及时获取变更后的成本数据,分析成本变化原因,为决策提供依据^[3]。在某住宅项目中,因设计变更增加了一层地下室,通过 BIM 成本控制系统,迅速计算出变更后的工程造价,包括新增的土方开挖、结构施工、防水处理等费用,同时与原预算进行对比分析,帮助项目团队及时调整成本计划,确保项目成本始终处于可控范围内。

4 施工规划优化方法

4.1 传统施工规划的缺陷与优化需求

传统施工规划主要依赖施工组织设计方案与横道图、网络图等工具,对施工过程进行计划与安排。这些方式虽然能对施工进度与资源配置进行初步规划,但存在诸多局限性。横道图与网络图多以二维形式呈现,难以直观展现施工过程中各工序之间的空间关系与时间顺序,施工管理人员难以全面掌握施工进度的动态变化。在复杂的高层建筑施工中,仅通过图纸与图表很难准确判断不同楼层、不同区域施工工序的交叉作业情况,容易导致施工顺序安排不合理,出现窝工、返工等问题。传统施工规划对资源配置的优化能力不足,难以根据施工进度动态调整人力、材料、设备等资源,造成资源浪费或供应不及时,影响施工效率与工期。

4.2 BIM 技术与施工进度模拟的结合

BIM 技术与施工进度计划的深度融合,形成了 4D 施工模拟模型,为施工规划带来了全新视角。4D 施工模拟以 BIM 三维模型为基础,将施工进度计划中的时间维度与之关联,通过动态模拟展示施工过程中各工序的时间节

点与空间位置。施工管理人员可以从不同角度、不同时间节点观察施工进度,清晰了解每道工序的开始时间、持续时间以及与其他工序的逻辑关系。在大型桥梁施工中,通过 4D 模拟可以直观看到桩基施工、桥墩浇筑、桥梁架设等工序的先后顺序与衔接情况,提前发现潜在的施工冲突与延误风险。4D 模拟还能展示施工过程中资源的使用情况,如劳动力投入、材料进场时间与数量等,为资源优化配置提供依据。

4.3 基于 4D 模拟的施工规划优化实践

在实际施工项目中,4D 施工模拟为施工规划优化提供了有力支持。以某大型商业广场项目为例,通过 4D 模拟发现,原施工进度计划中地下室结构施工与土方回填工序存在时间冲突,可能导致土方回填无法及时完成,影响后续施工进度。根据模拟结果,施工团队调整了施工顺序,先完成部分区域的土方回填,再进行地下室结构施工,有效解决了这一问题^[4]。在资源配置方面,4D 模拟显示在主体结构施工阶段,模板与脚手架等周转材料的需求量波动较大,若按原计划采购与调配,会造成资源闲置或供应不足。基于模拟分析,施工单位优化了材料采购计划,采用分批进场、动态调配的方式,既保证了施工需求,又降低了材料库存成本。

5 应用挑战与对策

5.1 BIM 技术应用面临的主要困境

尽管 BIM 技术在建筑工程设计优化中展现出巨大潜力,但在实际应用过程中仍面临诸多挑战。软件兼容性问题严重制约了 BIM 技术的推广应用。目前市场上存在多种 BIM 软件与相关专业软件,这些软件的数据格式与标准各不相同,导致数据交互困难。建筑设计师使用的 BIM 软件创建的模型,在导入结构分析软件时,可能出现模型信息丢失、几何形状变形等问题,影响后续设计分析工作。专业 BIM 人才短缺也是行业面临的突出问题。BIM 技术涉及建筑、计算机、管理等多学科知识,要求从业人员既具备扎实的建筑专业知识,又能熟练掌握 BIM 软件操作与信息管理技能。当前高校相关专业教育与企业人才培养体系尚不完善,导致市场上精通 BIM 技术的专业人才数量不足,难以满足行业快速发展的需求。

5.2 解决软件兼容性问题的路径探索

为解决 BIM 软件兼容性问题,行业需要建立统一的数据标准与接口。一方面,相关部门与行业协会应牵头制定 BIM 数据交换标准,规范不同软件间的数据格式与信息传递规则,确保模型数据在不同软件间能够准确、完整地转换。国际上广泛应用的 IFC (Industry Foundation Classes) 标准,为建筑信息在不同软件间的共享提供了统一框架,我国也在积极推进相关标准的制定与应用。另一

方面,软件开发商应加强技术研发,开发数据转换接口与插件,实现不同软件间的无缝对接。部分 BIM 软件已开发出与结构分析软件、能耗模拟软件的数据接口,能够实现模型信息的直接导入与导出,提高了设计工作效率。通过建立统一标准与开发数据接口,可有效解决软件兼容问题,促进 BIM 技术在建筑工程各环节的顺畅应用。

5.3 BIM 人才培养体系的构建与完善

针对 BIM 专业人才短缺问题,需要构建多层次、全方位的人才培养体系。在高校教育层面,应加强相关专业课程设置,将 BIM 技术纳入建筑学、土木工程等专业的核心课程体系,开设 BIM 建模、BIM 协同设计、BIM 施工管理等专业课程,并配备先进的教学软件与实践平台,培养学生的 BIM 技术应用能力。鼓励高校与企业开展产学研合作,建立 BIM 实训基地,让学生参与实际项目,积累实践经验^[5]。在企业人才培养方面,应定期组织 BIM 技术培训,邀请行业专家与软件工程师进行授课,提升现有员工的 BIM 技术水平。还可通过举办 BIM 技能竞赛、设立 BIM 技术创新奖励基金等方式,激发员工学习热情,营造良好的学习氛围。通过高校教育与企业培训相结合,逐步建立起一支高素质、专业化的 BIM 人才队伍,为 BIM 技术在建筑工程设计优化中的广泛应用提供人才保障。

6 结语

BIM 技术在建筑工程设计优化中展现出显著优势,通过三维可视化建模、协同设计与信息集成,有效解决了传统设计模式中的信息孤岛、错漏碰缺等问题,大幅提升设计质量与项目效益。未来,随着技术持续创新与行业标准完善,BIM 技术将在功能拓展、跨领域融合等方面取得突破。特别是与物联网、人工智能等前沿技术的深度融合,能够实现建筑从设计、施工到运维全生命周期的智能化管理,为建筑行业数字化转型与可持续发展注入强劲动力。

【参考文献】

- [1]王要武,薛洪.基于 BIM 的建筑全生命周期成本管理研究[J].土木工程学报,2013,46(8):113-120.
- [2]何关培.BIM 总论[J].土木建筑工程信息技术,2010,2(4):10-17.
- [3]赵雪锋,赵海云.BIM 技术在建筑设计中的应用研究[J].建筑经济,2012,33(12):105-108.
- [4]张建平,曹铭,张洋.BIM 在工程施工中的应用[J].施工技术,2012,41(16):10-17.
- [5]吴贤国,李红学,王广斌.BIM 技术在工程项目管理中的应用研究现状及展望[J].土木工程与管理学报,2014,31(3):12-17.

作者简介:武梦磊(1986.4—),男,汉族,毕业学校:河北科技大学,现工作单位:河北天艺建筑设计有限公司。