

基于 BIM 的建筑设计优化应用研究

马 然

河北拓朴建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国建筑行业数字化转型持续推进,传统二维建筑设计模式存在的协同性差、错漏碰缺频发、性能模拟滞后、设计变更量大等问题日益凸显,难以适配现代建筑复杂化、绿色化、精细化的发展需求。BIM(建筑信息模型)技术凭借三维可视化、全生命周期信息集成、协同化设计与动态模拟分析等核心优势,重构了传统建筑设计流程与模式。文中立足于建筑设计全流程,阐述 BIM 技术的核心特征与设计优化原理,从建筑方案设计、结构设计、机电管线设计、绿色节能设计、施工图绘制五大维度,深入探究 BIM 技术的具体优化应用路径。分析当前 BIM 设计优化应用中存在的技术落地、专业人才短板问题,并提出针对性的优化提升策略,旨在提升建筑设计质量、降低工程成本、缩短项目周期,为建筑行业数字化、精细化设计发展提供参考。

[关键词] BIM 技术; 建筑设计; 数字化设计; 设计优化

DOI: 10.33142/ucp.v3i3.20383

中图分类号: TU-098.5

文献标识码: A

Research on BIM Based Architectural Design Optimization Application

MA Ran

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

Abstract: With the continuous promotion of digital transformation in Chinese construction industry, the problems of poor collaboration, frequent errors, omissions, collisions, lagging performance simulation, and large design changes in the traditional two-dimensional architectural design mode are becoming increasingly prominent, making it difficult to adapt to the complex, green, and refined development needs of modern architecture. BIM (Building Information Modeling) technology, with its core advantages such as 3D visualization, full lifecycle information integration, collaborative design, and dynamic simulation analysis, has reconstructed the traditional architectural design process and mode. The article focuses on the entire process of architectural design, elaborating on the core features and design optimization principles of BIM technology. It explores the specific optimization application path of BIM technology from five dimensions: architectural scheme design, structural design, mechanical and electrical pipeline design, green energy-saving design, and construction drawing. Analyze the technical implementation and professional talent shortcomings in the current BIM design optimization application, and propose targeted optimization and improvement strategies, aiming to improve the quality of architectural design, reduce engineering costs, shorten project cycles, and provide reference for the digital and refined design development of the construction industry.

Keywords: BIM technology; architectural design; digital design; design optimization

引言

在新型城镇化建设与数字建筑产业升级的双重背景下,我国建筑工程建设规模持续扩大,建筑形态、功能布局、机电系统愈发复杂,社会对建筑的节能性、舒适性、经济性与安全性提出了更高要求。BIM 技术贯穿建筑设计全生命周期阶段,可全方位优化设计方案,前置规避各类缺陷,提升设计精细化水平。为此,本文阐释 BIM 技术优化原理,分维度梳理其在建筑设计中的应用路径,剖

析现存应用难题并给出改进对策,为建筑行业数字化精细化设计提供参考。

1 BIM 技术核心特征与设计优化原理

1.1 BIM 技术核心特征

建筑信息模型(Building Information Model, BIM)是近年来建筑行业数字化转型的核心技术,是以建筑从设计阶段到施工阶段,再到运行维护阶段整个生命周期的工程项目各项相关信息数据为基础而建立的三维建筑模型^[1]。

与传统二维施工图体系不同, BIM 模型统筹整合构件几何形态、物化性能指标、主材理化属性、施工组织及运维管控多维数据, 具备可视化、参数化、可量化、协同性、仿真性、全周期性六大技术特征^[2]。其中, 可视化依托三维实体模型具象化展示建筑空间构型与管线布设逻辑; 参数化依托关联驱动机制实现参数联动与模型自动迭代更新; 可量化能够将模型信息萃取为标准化计量数据; 协同性支撑多专业参建主体实时信息流转与资源互通; 仿真性可完成建筑能耗、结构受力等多工况数值模拟验算, 全周期性实现从方案设计到竣工运维全链条业务覆盖。

1.2 BIM 建筑设计优化原理

BIM 技术的设计优化核心逻辑是“前置问题、动态迭代、数据驱动”。传统设计模式下, 设计校核、性能检测、冲突排查多集中在施工图完成后或施工阶段, 问题整改滞后、成本高昂。而基于 BIM 的优化设计, 以三维信息模型为核心, 将设计校核、性能分析、碰撞检测、成本核算前置至设计全过程。在方案阶段, 通过参数化建模快速生成多套设计方案, 结合空间利用率、采光节能、造价指标完成方案比选; 在初步设计与施工图阶段, 通过全专业模型整合与碰撞检测, 排查管线、结构、土建之间的冲突问题; 同时依托模型数据开展性能模拟与造价优化, 通过数据反馈反向调整设计参数, 形成“建模-分析-优化-迭代”的闭环设计流程, 从根源上减少设计缺陷与后期变更。

2 BIM 技术在建筑设计中的多维度优化应用

2.1 建筑方案设计优化, 提升空间与形态合理性

2.1.1 模拟场地适配与整体布局优化

在方案初期, 可结合项目场地地形、周边建筑环境、道路布局搭建场地 BIM 模型, 同时结合地理信息系统 (GIS) 可精准匹配建筑与场地的关系^[3], 科学优化建筑整体朝向、楼栋排布、楼间距、出入口位置, 让建筑设计充分适配场地现状, 兼顾项目用地最大化利用与整体规划美感, 解决传统方案场地适配性差、布局不合理的问题。

2.1.2 建筑空间布局与功能优化

依托 BIM 三维可视化优势, 可直观、立体校核建筑整体空间关系, 解决二维图纸空间感知模糊的问题。一是优化整体功能分区, 梳理办公、居住、公共配套、设备用房等空间排布, 避免功能冲突、空间浪费; 二是优化人流路线, 校验人员通行、疏散路径的合理性, 解决动线混乱、通行拥堵等方案缺陷; 三是细化室内空间尺度, 规避梁柱构件突兀、空间利用率低等问题, 大幅提升建筑使用舒适度与实用性。

2.1.3 参数化形体与外立面优化

BIM 具备参数化建模核心能力, 设计师应用调整建筑开间、进深、层高、外立面线条、幕墙分格、屋顶造型等核心参数, 实现模型一键联动更新, 快速生成多套差异化的建筑形体与外立面设计方案。相较于传统手绘、二维建模的低效迭代模式, 极大缩短方案创作周期, 可高效比对不同建筑形体、外立面设计、平面布局的适配效果, 实现建筑形态与造型的精细化优化, 兼顾建筑美学与工程落地性。

2.1.4 前置化建筑性能模拟优化

打破传统方案设计“重造型、轻性能”的弊端, BIM 模型可直接对接各类仿真软件, 在方案阶段完成日照、风环境、采光、遮阳等性能模拟分析。基于 BIM 模型可无缝对接各类仿真分析软件, 在方案阶段提前开展日照模拟、风环境模拟、室内采光模拟、太阳辐射分析等性能验算。根据量化数据针对性优化建筑朝向、窗墙比、开窗位置、外立面遮阳构造与楼栋间距, 有效解决室内日照不足、通风不畅、夏季过热、采光不均等问题, 从源头提升建筑宜居性, 夯实绿色建筑设计基础。从源头提升建筑宜居性, 为后续节能设计奠定基础。

2.1.5 多方案量化比选优化

传统方案比选多依赖主观经验, BIM 可实现数据驱动的客观比选。依托模型快速提取空间利用率、预估造价、能耗指标、日照达标率等核心数据, 设计团队可结合项目定位、建设成本、绿色标准、使用需求等多重因素, 综合筛选出兼顾美观性、实用性、经济性与节能性的最优方案, 从源头规避方案缺陷, 降低后期设计变更与整改成本。

2.2 结构设计优化, 保障安全与经济性平衡

传统结构设计多采用标准化构件选型与经验化配筋计算, 容易出现构件截面偏大、配筋冗余或局部受力不足的问题, 难以兼顾结构安全性与工程造价经济性。BIM 技术与结构分析软件的结合, 可实现结构设计的精细化优化。设计师基于建筑模型搭建结构三维模型, 精准还原梁、板、柱、剪力墙等构件的空间位置与连接关系, 模型数据可直接对接 PKPM、YJK 等结构计算软件, 自动完成荷载计算、受力分析、抗震验算, 避免二维图纸数据换算产生的误差。

通过结构模拟分析, 可精准定位结构应力集中、承载力不足、构件冗余等问题, 针对性优化构件截面尺寸、配筋方案与结构布局。例如在高层办公楼项目设计中, 可通过 BIM 结构模型模拟风荷载、地震荷载作用下的结构受力状态, 调整核心筒剪力墙配筋与梁柱布局, 在满足结构

安全规范的前提下, 缩减冗余构件尺寸, 降低钢筋、混凝土材料用量。同时, 三维结构模型可直观校验结构构件与建筑空间的适配性, 避免梁柱突出影响室内使用空间, 实现结构安全、空间美观、造价经济的多重优化。

2.3 机电管线设计优化, 解决管线碰撞难题

机电管线设计包含给排水、暖通、电气、消防等多个专业, 管线数量多、走向复杂、空间交叉密集, 是传统建筑设计错漏碰缺的高发环节。传统二维设计各专业图纸独立绘制, 设计师难以精准预判管线空间交叉冲突, 施工阶段常出现管线碰撞、排布混乱、检修空间不足等问题, 需要现场拆改调整, 严重影响施工进度与工程质量。

基于 BIM 技术的机电管线设计优化, 可实现全专业管线整合与碰撞前置排查^[4]。各专业设计师分别搭建机电三维模型, 完成模型整合后, 利用 BIM 碰撞检测功能, 自动筛查管线与管线、管线与结构构件、管线与建筑墙体之间的硬碰撞、软碰撞问题, 生成详细碰撞报告, 标注碰撞位置、尺寸与冲突类型。设计人员根据报告提前优化管线走向、排布高度、支架位置, 对密集管线进行综合排布, 优化管线坡度、间距, 兼顾施工可行性、后期检修便利性与空间整洁度。大量工程实践表明, BIM 机电优化可消除 95% 以上的管线设计碰撞问题, 大幅减少施工阶段设计变更与返工, 有效提升机电安装精度与施工效率。

2.4 绿色节能设计优化, 助力低碳建筑发展

双碳目标背景下, 绿色节能成为建筑设计的核心要求, 传统节能设计多在设计完成后进行专项验算, 优化空间有限、针对性不足。BIM 技术可实现建筑全阶段节能优化, 依托三维模型集成的建筑材质、围护结构、窗墙比、朝向等数据, 对接能耗模拟、采光模拟、通风模拟软件, 精准分析建筑能耗、室内采光系数、自然通风效果、太阳辐射利用率等关键指标。

根据模拟结果可针对性开展节能优化: 通过调整窗墙比、优化玻璃材质、增加外墙保温层厚度, 降低建筑冷热能耗; 优化建筑外立面遮阳结构, 减少夏季太阳辐射热量进入, 提升室内舒适度; 优化建筑通风路径, 强化自然通风效果, 减少空调使用能耗。同时, BIM 模型可精准统计建筑材料用量、碳排放数据, 为绿色建筑评级、节能方案迭代提供数据支撑, 实现建筑设计 with 绿色节能的深度融合, 推动低碳建筑设计落地。

2.5 施工图绘制优化, 提升图纸精准度

传统二维施工图绘制工作量大、人工误差多, 各专业图纸关联性差, 容易出现尺寸标注矛盾、节点构造缺失、专业图纸不匹配等问题。基于 BIM 模型的正向设计, 可

直接通过三维模型导出全套施工图、节点详图、剖面图、平面图, 模型与图纸实时联动, 当模型参数调整时, 所有关联图纸自动同步更新, 彻底杜绝图纸错漏碰缺、尺寸矛盾等问题。同时, BIM 模型可细化复杂节点、异形构件的构造细节, 精准呈现施工工艺要求, 提升施工图的完整性、精准度与可落地性, 减少施工图纸答疑与变更工作量。

3 当前 BIM 建筑设计优化应用存在的问题

3.1 应用深度不足, 存在“重建模、轻优化”现象

目前多数建筑项目的 BIM 应用仍停留在基础三维建模、效果图展示、简单碰撞检测的浅层阶段, 未能充分发挥 BIM 的模拟分析、参数化迭代、多目标优化的核心价值。部分设计人员仅将 BIM 作为二维图纸的可视化替代工具, 未结合能耗、造价、结构性能、施工可行性开展深度优化设计, BIM 技术的提质增效优势未充分发挥, 设计优化效果有限。

3.2 各专业协同机制不完善

BIM 设计的核心优势是全专业协同, 但当前多数设计单位仍沿用传统分专业独立设计的管理模式, 土建、结构、机电、节能等专业建模进度不同步, 模型整合滞后。同时, 缺乏标准化的协同设计流程与数据交互规范, 不同专业建模标准、构件库不统一, 模型整合时容易出现数据冲突、信息缺失问题, 导致协同设计效率低下, 制约设计优化的整体性与全面性。

3.3 技术融合度低, 智能化优化水平不足

现阶段 BIM 技术多单独应用, 与 AI 智能算法、大数据、物联网等数字化技术融合不足, 设计优化多依赖人工分析与迭代, 智能化、自动化水平偏低。对于复杂建筑的多目标优化 (兼顾节能、造价、空间、安全), 人工迭代效率低、优化维度单一, 难以实现最优设计方案筛选, 无法适配复杂建筑精细化、智能化的设计需求。

3.4 专业 BIM 人才储备不足

BIM 设计优化不仅要求设计人员掌握建筑专业设计知识, 还需熟练运用 BIM 建模、模拟分析、碰撞检测等各类软件, 具备模型优化、数据解读、方案迭代的综合能力。目前行业内多数设计师仍习惯传统二维设计模式, BIM 实操能力与优化思维薄弱, 专业复合型 BIM 设计人才缺口较大, 成为制约 BIM 设计优化规模化、深度化应用的核心瓶颈。

4 提升 BIM 建筑设计优化效果的应用策略

4.1 深化 BIM 全流程深度应用, 摒弃浅层化应用模式

推动 BIM 技术贯穿建筑方案、初步设计、施工图设计全阶段, 建立“前期模拟预判、中期协同优化、后期校

核落地”的全流程优化体系。在方案阶段重点开展空间、日照、能耗、场地适配优化；在初步设计阶段完成结构、机电、建筑专业的模型整合与初步优化；在施工图阶段开展精细化碰撞检测、性能复核与图纸优化，杜绝仅建模不优化的浅层应用模式，充分释放 BIM 技术的数字化优化价值。

4.2 建立标准化协同设计机制

设计单位需建立统一的 BIM 协同设计管理制度，制定标准化建模规范、构件库标准、数据交互规则，统一各专业模型精度、参数标准与命名规范。搭建云端 BIM 协同平台，实现多专业人员同步建模、实时更新、在线校核，打破专业信息壁垒。明确各专业设计职责与协同流程，提前开展模型整合与交叉校核，实现设计问题及时发现、实时优化，提升整体设计优化效率。

4.3 推动多技术融合，提升智能化优化水平

加快 BIM 与 AI、大数据、仿真模拟技术的深度融合，构建智能化设计优化体系。依托 AI 算法实现建筑方案自动生成、多方案智能比选、复杂管线自动排布；利用大数据技术积累各类建筑的优化设计参数、能耗指标、造价数据，为设计迭代提供数据支撑^[5]；结合专业仿真软件，实现建筑能耗、结构受力、风环境、采光等多维度性能的自动化模拟与精准优化，实现从“人工优化”向“智能优化”的升级。

4.4 强化复合型 BIM 人才培养

针对行业人才短板，构建多元化人才培养体系。设计单位定期开展 BIM 软件实操、设计优化流程、仿真模拟分析等专项培训，引导设计师转变设计思维，掌握三维数字化设计与优化方法；高校优化建筑专业课程体系，增设 BIM 技术、数字建筑、智能设计等相关课程，培养专业复合型人才；同时建立行业 BIM 人才考核与激励机制，

鼓励设计师深耕 BIM 优化设计领域，提升行业整体数字化设计水平。

5 结论

BIM 技术作为建筑行业数字化转型的核心载体，突破了传统二维建筑设计模式的固有局限，依靠三维可视化、全生命周期信息集成、多专业协同建模、多工况仿真分析等核心能力，可全方位覆盖建筑方案、结构、机电、绿色节能、施工图全设计环节，系统性解决传统设计协同效率低、图纸错漏碰缺频发、性能预判滞后、建造成本难以管控等行业痛点。当前 BIM 建筑设计优化应用仍存在应用深度不足、协同机制不完善、智能化水平低、人才短缺等问题，未来，行业需持续深化 BIM 全流程深度应用，推动多技术融合创新，强化复合型人才培养，充分释放 BIM 技术的设计优化价值，持续提升建筑设计品质与工程建设效益，为我国数字建筑产业高质量发展提供坚实支撑。

[参考文献]

- [1]张冬冬.绿色建筑“四节”技术在高校图书馆建筑设计中的应用策略研究[D].吉林:长春工程学院,2017.
- [2]张晓雪.“双碳”背景下 BIM 技术在绿色建筑设计中的应用方法探索[D].重庆:重庆大学,2024.
- [3]张宇辰.BIM 在建筑设计中的应用研究[D].辽宁:大连工业大学,2022.
- [4]徐玉幢.设备专业基于 BIM 的能耗计算对比与研究[D].天津:天津大学,2016.
- [5]宋雨泽.人工智能辅助下的建筑方案生成式设计路径探索[J].城市建设,2026(4):40-42.

作者简介：马然（1994—），河北石家庄人，工程师，天津城建大学建筑与土木工程专业毕业，现就职于河北拓朴建筑设计有限公司，从事建筑设计工作。