

建筑设计 BIM 技术的应用探讨

康婧

宁夏建设职业技术学院, 宁夏银川, 750021;

摘要: 在当今建筑设计领域, BIM 技术的应用已成为推动行业革新的关键力量。本研究主要探讨 BIM 技术的基本概念及其在现代建筑设计中的核心应用价值, 分析 BIM 技术如何通过提高设计精度、优化工程管理和增强施工协调来提升整体项目效率, 介绍了 BIM 在设计、施工及运维各阶段的应用, 并通过案例分析总结出 BIM 技术在实际操作中的有效策略和注意事项, 为建筑行业的专业人士提供关于如何充分利用 BIM 技术的实践指南, 以支持更高效和创新的建筑解决方案。

关键词: BIM 技术; 建筑设计; 施工管理

DOI: 10.69979/3029-2727.24.05.010

引言

由于现代建筑项目的复杂性, 传统的设计方法已不能完全满足行业需求。设计阶段的不足往往导致施工质量问题、安全隐患, 甚至经济损失。因此, 采用先进的技术手段, 如 BIM (建筑信息模型) 技术变得极为重要。BIM 技术通过其三维建模和信息管理功能, 允许设计师在设计初期便精确掌握项目细节, 从而优化设计决策和施工流程。此外, BIM 的实时更新功能确保所有团队成员都能访问最新的项目数据, 大大提升了项目管理的透明度和效率。因此, 深入研究 BIM 技术在建筑设计中的应用, 探索其改进传统流程的方式是推动建筑行业技术进步的关键。

1 BIM 技术的基本概念与主要特征

1.1 概念

BIM (建筑信息模型) 技术为建筑项目管理提供了一种高效的数字化方法, 它通过创建虚拟的三维建筑模型, 使设计师能够在设计阶段就对建筑物的性能进行模拟和分析。这种模型不仅包括几何图形, 还综合了时间、成本、构件的生命周期信息等多维数据, 为从项目概念、设计到施工和维护管理的整个建筑生命周期提供详尽的信息和管理支持。通过 BIM 设计师和工程师能实现更高效的设计审查、更准确的成本估算和更有效的建设管理, 同时提高建筑项目的可持续性和工作效率。此技术的应用使得项目相关人员能够实时查看并更新信息, 确保所有人都基于最新数据做出决策, 大大提高项目的协调性和执行效率^[1]。

1.2 主要特征

(1) 模拟性: BIM 技术不仅可以创建三维建筑模型, 还可以将时间、成本、可持续性等多维数据集成为单一模型中, 形成四维、五维甚至更高维的模拟。这使建筑

师和工程师能在施工前精确评估设计方案的可行性, 预测并解决可能出现的问题。

(2) 协调性: 通过建立一个统一的信息模型, BIM 能够促进不同专业团队之间的设计协作与数据共享。这样的集成信息平台可以有效减少设计冲突, 提高项目团队间的沟通效率, 从而优化整体工作流程。

(3) 可出图性: 除传统的建筑设计图纸, BIM 还能生成各种分析报告和可视化图形, 如建筑能耗分析、日照分析和人流分析等。这些功能不仅提升设计质量, 也减少了设计错误的可能性。

(4) 可追溯性: BIM 模型包含建筑项目的完整生命周期信息, 从规划、设计到施工和运维管理, 使得项目各方能够全程追踪项目的进展, 及时发现和调整问题, 确保项目质量和进度^[2]。

2 BIM 技术在建筑设计中的广泛应用

2.1 设计阶段应用

1. 概念设计

概念设计阶段是建筑项目的初步阶段, 关键在于定义项目的基本方向和框架。在这个阶段建筑师和设计团队集中于探索建筑的基本形态、功能布局及其与周边环境的关系, 这些初步的设计决定对整个项目的成本、功能性、施工复杂性及最终交付时间有着深远的影响。传统的概念设计过程往往依赖于设计师的直觉和经验。设计师通过手工绘制草图来快速形成和交流初步的设计想法, 这种方法虽然直观, 但在复杂项目中可能缺乏精确性和效率。为提高设计阶段的精度和效率, 现代建筑实践已经开始融入专门的软件工具, 如 SketchUp 和 Rhinoceros。

使用这类软件工具的优势在于它们支持快速的三维可视化, 使得概念验证变得更加高效。设计师可以在模型上实时调整, 立即看到更改的效果, 这不仅加速设

计决策过程，也提高了设计方案的准确性。例如，通过 SketchUp 设计师能够轻松调整建筑的尺寸和形态，检查不同设计选择的视觉和功能效果。而 Rhinoceros 的强大功能则在于它可以处理复杂的曲面建模，适用于设计形态独特、结构复杂的建筑物。此外，这些工具中的非均匀有理 B 样条（NURBS）技术提供了高度的灵活性，在处理复杂曲面和非标准形状的建筑计时尤为有效，这使得设计师可以无缝地从概念探索过渡到更精细的设计阶段，无需担心传统手绘草图的限制。

2. 参数化设计

参数化设计是一种利用可变参数来定义设计要素的方法，旨在提高设计流程的灵活性和效率。在建筑和工程领域参数化设计允许设计师通过改变关键参数来探索设计变体，而无需每次都从头开始建模。例如，如果一个建筑设计基于特定的尺寸参数，当这些参数变化时，整个模型的相关尺寸和属性可以自动更新，这不仅节省时间，还增加了设计的准确性。其核心在于其能够链接设计意图与实际建模工作，通过设定算法或函数关系来驱动模型的变化。这种方法更适合于需要频繁修改和优化的复杂项目。例如，在设计一个多功能体育场时，通过调整观众席的数量和视线参数可以自动重新配置座位布局和场地大小，确保所有位置都能获得最佳视觉效果和空间利用效率。此外，参数化设计的应用不限于几何形状的变化，还可以扩展到材料选择、能耗分析、成本评估等方面^[3]。

以伦敦的哈洛大学图书馆为例，由国际知名建筑事务所 Foster + Partners 设计，展示了参数化设计在公共建筑中的应用。设计团队采用参数化方法优化遮阳板，自动调节内部光照和温度，实现能效和使用舒适度的最佳平衡。该项目利用 Rhino 和 Grasshopper 进行设计，实现了遮阳板按需调整，以响应不同的环境条件，从而

优化能源使用并维持室内舒适度。项目成效表现为：

（1）能源消耗降低：图书馆的能源消耗比传统控制系统设计降低约 30%，主要得益于遮阳系统的优化减少了对空调和照明的依赖。

（2）室内照明质量提升：通过自动调节遮阳板图书馆内部的自然光利用率提高了 40%，确保该阅读区域有足够的光照，同时减少眩光现象。

（3）热舒适度改善：根据遮阳板的自动调节，图书馆内的平均温度维持在最佳舒适区间（22-24° C），减少了室内温度波动和热负载。

3. 可视化和交互设计

通过先进的可视化工具和技术，设计师能够以高度直观的方式展示复杂的建筑概念和工程数据。

（1）增强设计表达和审查效率：利用实时渲染技术，设计师可以创建动态的三维模型，这些模型不仅展示建筑的详细外观和结构特点，还能模拟其与环境之间的交互效果，包括光照、热流和空气流动。这种高级可视化不仅加强了设计的可理解性，还使得利益相关者能够在设计初期就参与讨论，提出反馈，从而减少后期修改的需要。

（2）促进利益相关者的沟通与合作：交互设计通过优化用户界面，使得项目管理软件和设计工具易于使用，确保所有项目成员，包括非技术人员，都能有效参与项目的规划和管理。例如，通过触控屏和虚拟现实技术项目参与者可以通过简单的手势操作，如拖拽、缩放或旋转，来探索设计方案的不同方面。

（3）支持决策和项目迭代：良好的可视化工具可以加速决策过程，使得设计团队能够迅速响应反馈并进行设计调整，如表 1 所示。例如使用 BIM 软件的可视化功能，可以即时展现参数调整的影响，帮助团队评估不同设计选择的实用性和美学价值。

表 1：可视化和交互设计的应用效果衡量指标

设计目标	创建三维模型数量	减少后期修改数量	触控屏和虚拟现实技术	决策响应时间减少(%)
增强设计表达和审查效率	50	15	80	30
促进利益相关者的沟通与合作	40	20	70	25
支持决策和项目迭代	60	10	90	20

2.2 施工阶段应用

1. 施工模拟

施工模拟利用建筑信息模型(BIM)中的数据与 4D 技术相结合，实现对建筑施工过程的动态模拟，这种模拟不仅反映了结构组件在实际施工中的安装顺序，而且还展示了施工进度与时间的关系，为施工管理提供了精确的视觉化工具。例如，在一项涉及大型商业复合体的项目中，施工模拟技术被用来模拟和优化了 50,000 平方米建筑的结构组件安装过程，通过这种模拟，项目团队能够预测和解决潜在的施工冲突，如支撑体系与主结构

的空间协调问题。此外，模拟还帮助项目团队优化了材料的运输与堆放，减少了物料浪费和施工中断的风险，预计节省总成本的 10%。施工模拟的另一重要功能是对建筑物施工期间的结构性能进行评估，特别是在施工荷载和结构变形影响下的性能分析。通过 4D 模拟项目团队能够动态跟踪结构的变化，确保在整个施工过程中结构的安全性和可靠性，从而有效降低因设计更改或施工错误导致的返工和延期，增强了施工阶段的管理效率和建筑质量控制^[4]。

2. 碰撞检测

碰撞检测专注于设计阶段，通过发现并解决施工图

纸中的空间冲突问题,预防现场施工中可能出现的成本和时间溢出。使用专业的软件工具如 Navisworks,能自动识别和处理不同专业模型间的空间冲突,提供详细的分析报告和修正建议。广州地铁 9 号线岐山车辆段项目便是一个示例,项目团队通过 BIM 碰撞检测技术预防了多个潜在施工问题。使用 Navisworks 软件进行的分析,识别出了 150 个潜在碰撞点。特别是在一个复杂交叉点,原计划中一条主要的空调新风管将穿过几个重要承重梁,如图 1 所示。这样的设计如果被执行会带来严重的结构安全问题,需要在施工中进行昂贵和耗时的结构调整。通过及时的 BIM 碰撞检测,项目团队重新设计了风管路径,有效避免了与结构梁的直接冲突,如图 2 所示。这一调整预计节省约 30 万人民币的返工费用,并将整个项目的工期缩短约 10%。这种预防性的问题识别和解决策略,确保了施工过程的流畅和安全,未发生任何由于碰撞引起的返工。

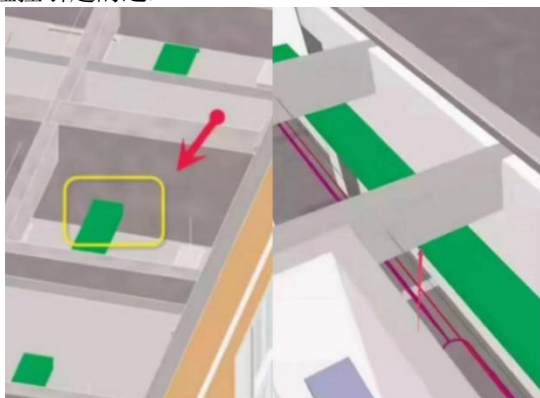


图 1 建筑构件与管线碰撞 图 2 新风管标高降到结构梁

3. 资源管理

资源管理是确保材料、设备和人力资源的有效分配与利用。通过利用先进的建筑信息模型 (BIM) 技术管理者可以实现资源的精细化管理,包括对材料的需求预测、存储优化以及运输安排的动态调整。例如, BIM 技术能够根据项目的进度自动计算出特定时间点的材料需求,从而优化采购计划和物流流程,减少仓储成本和避免现场混乱。此外,人力资源的调度也由此得到改善, BIM 工具提供的数据帮助项目经理高效地安排工人按需到达施工现场,防止劳动力资源的浪费。这种集成的资源管理方法不仅提高了资源利用率,也加速了项目进度,同时降低了成本和增加了项目的总体效率。

2.3 运维阶段应用

1. 设施管理

设施管理的目的在于:

(1) 实时数据监控和预测性维护。BIM 技术在设施

管理中可以通过集成传感器数据与三维模型,提供实时监控的功能。管理者可以直接在 BIM 模型中看到建筑设施的运行状态,如 HVAC 系统的效能,电气系统的负载等。这种实时数据的可视化不仅便于监控,还可以通过数据分析预测设备故障,从而实施预防性维护。这样可以在问题发生前进行干预,减少突发停机时间,提高设施的整体可靠性和效率。

(2) 能源管理和优化。BIM 模型可以用于模拟建筑的能源消耗,帮助管理者识别能效不佳的区域。通过调整 BIM 模型中的参数,如窗户的位置和大小、材料的热性能等,可以在模型中预测改动后的能耗影响,指导实际的能源改进工作。BIM 还可以集成到智能楼宇管理系统中,自动调整空调、照明和其他系统以优化能源使用,实现节能减排的目标^[5]。

2. 资产管理

采用 BIM 技术进行资产管理能大大提升了资产生命周期管理,从采购、安装到更换和维护。每个组件的历史数据和维护记录都可以在 BIM 模型中更新和查询,使资产管理更加透明和可追溯。这种集中化的信息管理有助于优化维护周期和成本,确保资产维护的及时性和有效性。也提供了一种视觉化和动态的方式来管理和分配空间资源。通过模拟不同配置方案,管理者可以最大化空间的利用效率,如重新配置办公空间或调整设备布局。这种灵活性使得响应组织变化的需求更为迅速,同时减少了因空间不合理使用导致的资源浪费。

3 结论

随着建筑信息模型 (BIM) 和参数化设计的发展,建筑行业正在经历一场技术革命。这些先进技术不仅优化了设计过程,提高了工程项目的精确性和效率,而且通过绿色建筑实践和综合环境评估,大大提升了建筑的环境绩效。应用这些技术能够很好地降低能源消耗并减少施工过程中的资源浪费,为建筑行业带来了可持续发展的新机遇。

参考文献

- [1] 程荣. BIM 技术在建筑结构设计中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (07): 89-91.
- [2] 车亚妮. BIM 技术在建筑设计中的应用分析[J]. 工程建设与设计, 2024, (10): 125-127. D
- [3] 李冠杰, 李勇. BIM 技术在装配式建筑设计中的应用[J]. 建材发展导向, 2024, 22(09): 33-35.
- [4] 王志强, 周为, 于海龙, 等. BIM 技术在建筑设计中的应用研究[J]. 城市建筑空间, 2024, 31(04): 120-122.
- [5] 李静. BIM 技术在建筑工程设计中的应用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (09): 115-117.