

探索 BIM 技术在建筑结构设计中的应用研究

冯扬武

十堰城控建筑设计有限公司

摘 要：本文深入剖析 BIM 技术于建筑结构设计领域的应用情况。通过阐述 BIM 技术的原理与特点，详细探讨其在建筑结构设计各环节的应用，如方案设计、模型构建、协同设计、分析模拟及出图等。结合实际案例，利用丰富的数据与直观的图表，展示 BIM 技术在提升设计质量、提高工作效率、优化沟通协作等方面的显著成效，为建筑行业从业者更好地应用 BIM 技术提供参考。

关键词：BIM 技术；建筑结构设计；协同设计

引言

建筑结构设计是建筑工程的核心环节，其设计质量直接关系到建筑的安全性、功能性和经济性。传统的建筑结构设计方法主要依赖于二维图纸，存在信息表达不直观、各专业协同困难、设计变更管理复杂等问题。随着计算机技术和信息技术的飞速发展，BIM（Building Information Modeling，建筑信息模型）技术应运而生。BIM 技术以三维数字化模型为载体，整合了建筑工程项目全生命周期的各种信息，为建筑结构设计提供了全新的设计理念和方法。近年来，BIM 技术在国内外建筑行业得到了广泛的关注和应用，众多大型建筑项目成功应用 BIM 技术，显著提高了项目的设计质量和建设效率。因此，深入研究 BIM 技术在建筑结构设计中的应用具有重要的现实意义。

1 BIM 技术概述

1.1 BIM 技术原理

BIM 技术基于数字化三维模型，将建筑结构设计中的各种信息，如几何信息、物理信息、功能信息等，整合在一个统一的数据库中。通过参数化设计，设计师只需修改相关参数，模型便会自动更新与之关联的所有信息，确保了设计信息的一致性与准确性。不同专业的设计人员可以在同一模型上进行操作，实时共享和更新信息，打破了专业间的信息壁垒，实现了真正意义上的协同设计。

1.2 BIM 技术特点

可视化：BIM 技术构建的三维模型能够直观展示建筑结构的外观、内部构造及空间关系，使设计师和业主能够更清晰地理解设计意图，提前发现设计中存在的问题，避免施工阶段的误解与变更。

协同性：BIM 技术打破了传统设计模式下各专业之间的信息壁垒，实现了各专业之间的实时协同设计。

各专业设计人员可在同一 BIM 平台上协同工作，实时共享信息，及时发现并解决设计冲突，提高设计效率与质量。如，结构工程师在进行结构设计时，能实时查看建筑、给排水、电气等专业的设计信息，避免结构构件与其他专业设施发生碰撞。

模拟性：利用 BIM 模型，可以对建筑结构的各种性能进行模拟分析，如结构受力分析、施工进度模拟、抗震性能分析、热工性能分析等。通过模拟分析，设计师可以提前预测结构性能和施工过程中可能出现的问题，为优化设计提供依据，确保建筑结构的安全性和功能性。

信息完备性：BIM 模型包含了建筑全生命周期的各类信息，从设计阶段的几何、物理信息，到施工阶段的进度、成本信息，再到运营阶段的维护、管理信息等，为建筑全生命周期管理提供了有力支持。

2 BIM 技术在建筑结构设计中的应用现状

目前，BIM 技术在建筑结构设计领域已经得到了一定程度的应用。一些大型建筑设计企业和施工企业已经开始采用 BIM 技术进行项目设计和管理，并取得了良好的效果。例如，在一些标志性建筑项目中，BIM 技术的应用有效地解决了复杂结构设计和施工中的难题，提高了项目的整体质量和效率。然而，BIM 技术在建筑结构设计中的应用还存在一些问题。一方面，部分设计人员对 BIM 技术的认识和掌握程度不够，缺乏相关的培训和实践经验，导致在应用过程中遇到困难。另一方面，BIM 软件的功能和性能还有待进一步完善，不同软件之间的兼容性和数据交互性也存在一定问题，影响了 BIM 技术的推广应用。

3 BIM 技术在建筑结构设计中的应用

3.1 方案设计阶段

在方案设计阶段，BIM 技术的可视化和参数化功

作者简介：冯扬武（1981—），男，本科，工程师，研究方向为建筑设计。

能发挥着重要作用。设计师可以利用 BIM 软件快速搭建多种建筑结构方案的三维模型,通过调整模型参数,如结构形式、构件尺寸等,实时观察不同方案的效果。同时,结合 BIM 的分析功能,对各方案的结构性能、经济性等进行初步评估,为方案的选择与优化提供数据支持。例如,通过改变框架结构的柱网布置和梁截面尺寸,分析不同方案的用钢量和空间利用率,从而确定最优方案。传统的建筑结构设计流程通常是先进行方案设计,然后依次进行初步设计和施工图设计。在这个过程中,各阶段之间的信息传递存在一定的滞后性,容易导致设计错误和变更。而 BIM 技术的应用改变了这种传统的设计流程。在 BIM 环境下,从项目的初始阶段就建立起统一的 BIM 模型,设计师可以在模型上进行方案设计、初步设计和施工图设计,各个阶段的设计信息实时更新并共享在 BIM 模型中。例如,在方案设计阶段,设计师可以通过 BIM 模型快速创建多种建筑结构方案,并对其进行可视化展示和分析,与业主和其他专业设计师进行充分沟通和讨论,确定最优方案。在初步设计和施工图设计阶段,基于 BIM 模型的信息集成性和协同性,结构设计师可以及时获取其他专业的设计信息,对结构设计进行优化,避免因专业之间的冲突而导致的设计变更。

3.2 模型构建阶段

基于 BIM 技术构建的建筑结构模型,不仅包含了准确的几何信息,还集成了丰富的物理信息和工程信息。结构工程师可以利用 BIM 软件精确绘制结构构件,如梁、板、柱、墙等,并定义其材料属性、截面尺寸、连接方式等参数。通过建立参数化族库,可快速创建各类标准构件,提高建模效率。对于一些复杂的建筑结构,如异形结构、大跨度空间结构等,传统的二维设计方法难以准确表达其形状和空间关系。而 BIM 技术能够通过三维建模,精确地构建复杂结构模型,清晰地展示结构的几何形状和连接方式,为设计和施工提供准确的依据。例如,在构建某高层住宅的结构模型时,利用族库中的标准柱和梁,结合实际工程参数,快速完成模型搭建,大大缩短了建模时间。同时,BIM 模型能够自动生成结构布置图、构件详图等图纸,保证图纸与模型的一致性,减少图纸绘制过程中的错误。

3.3 协同设计阶段

3.3.1 设计方案的直观展示

传统的建筑结构设计图纸往往是二维的,对于非专业人员来说,理解起来具有一定的难度。而 BIM 技术的模型可视化功能可以将设计方案以三维的形式直

观地展示出来,使业主、设计团队和施工人员等各方能够更加清晰地了解建筑结构的整体外观和内部构造。通过对模型进行渲染、添加材质和光影效果等处理,可以生成逼真的效果图和动画,让各方人员在设计阶段就能对建筑结构的最终效果有一个直观的感受。

3.3.2 辅助设计决策

在建筑结构设计过程中,设计人员需要对多种设计方案进行比较和选择。BIM 技术的可视化功能可以将不同的设计方案以三维模型的形式展示出来,方便设计人员从不同角度进行观察和分析。同时,通过对模型进行相关的性能分析,如结构受力分析、采光分析等,将分析结果以直观的方式呈现出来,为设计人员提供决策依据。

3.4 出图阶段

在建筑结构设计的出图阶段,BIM 技术能够自动生成符合规范要求的结构施工图,包括结构布置图、构件详图、节点详图等。与传统手工绘图相比,BIM 出图具有更高的准确性和效率。由于图纸是基于三维模型生成的,模型的任何修改都会自动反映到图纸中,确保了图纸与模型的一致性。同时,BIM 软件还可根据用户需求定制图纸模板,设置图纸的标注样式、比例、图幅等参数,提高图纸的规范性和美观性。

4 案例分析

4.1 项目概况

某建筑总面积为 15 万平方米,地上 12 层,地下 3 层。该项目建筑结构复杂,功能分区繁多,涉及多个专业的协同设计。为了提高设计质量和效率,项目团队引入了 BIM 技术进行建筑结构设计。

4.2 BIM 技术应用过程

项目团队首先利用 Revit 软件建立了建筑结构的 BIM 模型,包括建筑、结构、给排水、电气等各专业模型。在建模过程中,严格按照设计图纸和相关规范,定义了各类构件的参数和属性,确保模型的准确性和完整性。通过 BIM 协同设计平台,各专业设计人员在同一模型上协同工作。定期进行碰撞检查,及时发现并解决结构构件与其他专业设施的碰撞问题。在项目实施过程中,共发现并解决了 200 余处碰撞点,有效避免了施工阶段的返工。将 BIM 模型导入 PKPM 结构分析软件,进行结构的力学性能分析、抗震分析和风荷载分析。根据分析结果,对结构设计进行优化,如调整部分构件的尺寸和布置,提高了结构的安全性和经济性。优化后,结构用钢量减少了约 8%。利用 BIM 技术对施工进度进行模拟,制定合理的施工计划。通过模拟,提前发现施工过程中的关键路径和潜在问题,

及时调整施工方案。同时，通过 BIM 平台实时跟踪施工进度，实现了对项目进度的有效管理。

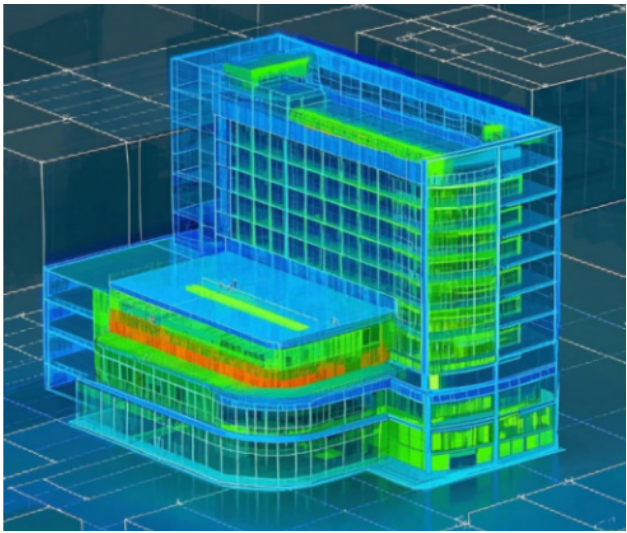


图 1 建筑结构 BIM 模型

4.3 应用效果评估

通过 BIM 技术的协同设计和碰撞检查，有效避免了设计冲突，提高了设计的准确性和完整性。项目建成后，未出现因设计问题导致的质量缺陷。BIM 模型参数化设计和自动出图功能，大大缩短了设计周期。与传统设计方法相比，项目设计周期缩短了约 20%。同时，施工进度模拟和管理提高了施工效率，项目整体工期缩短了约 15%。通过结构分析与优化，减少了结构用钢量，节约了材料成本。避免施工阶段

的返工，降低了工程变更成本。据统计，项目总成本降低了约 10%。

5 结语

BIM 技术作为一种先进的数字化设计手段，在建筑结构设计展现出了显著的优势。通过在方案设计、模型构建、协同设计、分析模拟及出图等各环节的应用，有效提高了设计质量、工作效率，降低了成本，实现了建筑结构设计信息化、协同化与智能化。通过实际案例分析可以看出，BIM 技术为建筑行业带来了巨大的价值。然而，目前 BIM 技术在建筑结构设计中的应用仍面临一些挑战，如软件的兼容性问题、专业人才的短缺等。未来，随着技术的不断发展和完善，以及行业对 BIM 技术认识的不断深入，BIM 技术必将在建筑结构设计领域发挥更加重要的作用，推动建筑行业向更高水平发展。

参考文献：

[1] 董嘉欣 . 基于 BIM 技术的建筑结构设计建模及应用研究 [J]. 广东建材 ,2024,40(10):154-158.

[2] 宋婷 .BIM 技术在绿色智能建筑结构设计中的应用 [J]. 居舍 ,2024(29):113-116.

[3] 辛小娟 . 绿色建造技术在建筑结构设计上的研究应用 [J]. 绿色建造与智能建筑 ,2024(9):28-30.

[4] 张勇 , 沈良 , 郭逢波 , 等 .BIM 技术在建筑异形幕墙结构设计中的应用研究 [J]. 中国建筑装饰装修 ,2024(15):74-76.