

BIM 技术在建筑结构设计中的应用研究

高会晓

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] BIM 技术是推动建筑业信息化发展的主要推动力, 在一定程度上改变了传统建筑结构设计方式及方法, 在此基础上提出了以 BIM 为基础的结构设计应用平台架构模型, 详细介绍了结构 BIM 建模、碰撞检查、性能仿真、施工图纸输出等一系列核心技术, 并对现行应用中遇到的技术难题与管理缺陷进行了分析。结论认为 BIM 利用三维信息整合及协同设计模式可以在很大程度上提高结构设计水平, 但是也存在许多如标准建立不全、数据共享困难以及各单位的合作不到位等问题。

[关键词] BIM 技术; 建筑结构设计; 参数化建模

DOI: 10.64635/ja.2026.1215

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Research on the Application of BIM Technology in Building Structural Design

Gao Huixiao

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

Abstract: BIM technology is a major driving force for the informatization development of the construction industry and has, to a certain extent, transformed traditional methods and approaches in building structural design. On this basis, this paper proposes a BIM-based architectural model for a structural design application platform, and introduces in detail a series of core technologies, including structural BIM modeling, clash detection, performance simulation, and construction drawing output. It also analyzes the technical difficulties and management deficiencies encountered in current applications. The study concludes that BIM technology can greatly improve the level of structural design through three-dimensional information integration and collaborative design. However, there are still many problems, such as incomplete standard systems, difficulties in data sharing, and insufficient cooperation among different participating units.

Keywords: BIM technology; building structural design; parametric modeling

引言

建筑信息模型作为一种建筑工程领域信息化发展的主要推动力, 在很大程度上影响着现有设计理念及其施工方法。针对建筑结构设计而言, BIM 技术的应用使得设计介质由二维转变为三维, 形成了基于信息整合及共享的全新设计模式, 拓宽了结构设计的创新途径以及改进可能性。但 BIM 技术应用于结构设计方面也存在诸多问题如软件互通性差、缺乏统一的标准、难以对现有的设计流程进行重新梳理等。本文以 BIM 技术应用于建筑设计中的应用为出发点进行系统的探讨, 在对 BIM 的意义、体系建立以及关键技术、存在问题等方面进行详细论述的基础上, 力求构建完整的 BIM 应用于建筑结构设计应用的研究体系, 以便更好地促进 BIM 技术与建筑结构设计应用的结合。

1 BIM 技术概述及其在建筑结构设计中的应用价值

1.1 BIM 技术的内涵与发展历程

BIM 是以三维数字建模为基础的包括信息集成与协同管理在内的整体解决方案。Building Information Modeling 不仅包含三维几何体的建立, 还包括给所有构件标注详细而准确的信息使其具有相应的物理属性和功能属性的数字化表示形式, 这一富有信息量的建筑模型能够进行多种类型的各种模拟和优化运算, 比如太阳光模拟分析、火灾疏散模拟、施工冲突检查等等, 在整个建筑产品的生命历程中都可以发挥作用。BIM 的理念远不止是一个传统的 CAD 绘制工具而已, 它的本质是作为整个项目的中心数据库存储所有相关方以及各个时间节点之间的信息并互联互通。BIM 的研究起源于上世纪 70 年代, 伴随科技的进步、建筑业信息化的标准建立之后, 由理论研究

向工程项目落地转变,近几年来在国家政策扶持以及市场需求的双重加持之下飞速发展。从最早的三维建模软件到现在包含设计、建造、运维的一系列综合性平台,可以说 BIM 形成了相对成熟的运用模式。

1.2 BIM 技术在结构设计中的应用优势

BIM 技术应用于建筑工程结构设计有其自身特点,在不同角度上来说都有自己的优点。相比较传统的平面图绘制方式,以 BIM 为基础进行建筑设计实现了由纸面到模型的设计转换过程,形成一个独立的设计信息中心,在此基础上进行模型的更新可以自动同步各个相关联的信息

点,不会出现因为改动造成的混乱;通过三维虚拟场景直观展示结构件之间的相互位置关系,方便设计师检查是否有不合理的地方;同时 BIM 平台也为各专业的建筑师、工程师提供了一个共同的工作区域,可以随时互相传阅资料并加以校对。信息整合功能让结构模型可以容纳设计方案、材料参数、施工标准等多种详细信息,为日后的施工和维护做好信息准备。如表 1 所示, BIM 技术和常规结构设计方式之间在设计载体、信息传播、变更处理、各专业配合等方面有着较大的区别,充分展示了 BIM 技术应用于结构设计方面的全部优势。

表 1 BIM 技术与传统结构设计方法的对比分析

对比维度	传统结构设计方法	基于 BIM 的结构设计方法
设计载体	二维图纸,信息分散	三维信息模型,数据集成
信息传递	图纸与文档传递,易丢失失真	模型共享,信息一致可追溯
变更响应	人工逐处修改,易遗漏	参数化联动,自动同步更新
专业协同	定期协调会议,事后解决冲突	实时协同平台,事前预防问题
设计效率	重复建模,信息孤岛	模型复用,数据贯通
成果输出	图纸为主,信息单一	模型+图纸+数据一体化交付
设计质量	依赖个人经验与审图	辅助分析与智能检测,质量可控

2 基于 BIM 的建筑结构设计应用体系构建

2.1 基于 BIM 的结构设计流程重构

BIM 技术的应用需要我们重新构建传统的结构设计程序,改变过去由一条线串联起来的流水线式的作业方式为并行协作的新方式。传统的设计过程是建筑设计完成之后再由结构专业人员进行设计,各个专业各自独立设计,在过程中设计变更很难及时准确地传达给相关部门人员。基于 BIM 技术下的结构设计流程注重多个专业的联合同步开始及信息互通的方式,在建筑方案设计时就可由结构工程师借助 BIM 软件建立初步的模型框架,提早参与到平面及竖向的空间布置以及结构的选择之中来。结构设计程序的重塑是以一个中心点即模型为基础,所有的设计资料都汇总到这个中心模型内,其他专业的人员根据自己的权限可以对该模型予以读取、浏览以及编辑等处理操作。这种流程重构带来设计阶段的有机集成,使得结构设计师可以及时了解建筑设计,也把结构设计的成果及时通知到其它专业,实现良好的设计互动过程;同时流程优化还表现在设计审核及变更控制方面,以模型为基础进行联合审核一目了然地看到设计问题,变更信息随模型联动自动传送,大大提高了整个设计流程的工作效率;但流程重构还必须配合相应的组织管理机制以及责任分配,界定好各方对建模、信息管理和成果移交等工作任务的责任归属问题。

2.2 三维结构建模与信息集成方法

三维结构模型是 BIM 技术应用于结构设计的基础运用,主要是建立能够精确描述出结构构件的几何形状、所处的空间方位以及相关属性的信息模型,目前新型的 BIM 平台上可以对梁、板、柱、墙、基础等结构构件进行参数化设计,工作人员只需要设定相应的构件种类、截面大小、材质类型等属性就可以迅速建立起三维模型。信息集成方式是 BIM 技术与其他三维建模的主要差异之一,在建立结构模型的时候除了要描绘出结构件的形状还要包含结构件所对应的材料参数、荷载等工程信息,因此在进行信息集成时如何让模型间的几何部分和分析部分相匹配便是难点所在。现有的 BIM 软件与结构分析软件之间存在着信息互通的需求,在两者建模方式上可以采用统一的数据表达手段,从而降低信息传递过程中出现的信息损失率以及语义混乱程度。另外,在信息集成的过程中还需要注重对模型精度的要求,根据不同的设计阶段有相应的信息精细度,做到信息表达与设计要求相匹配,在初步设计时结构模型主要是表达构件位置和大致尺寸;扩初、施工图等后期阶段模型要包含详细的配筋信息、节点做法和施工要点,构成系统的结构化数据集。

3 BIM 技术在建筑结构设计中的关键应用技术

3.1 结构参数化建模技术

结构参数化建模技术为 BIM 环境中结构设计的主要

方式之一。参数化建模以建立构件几何尺寸与其属性变量间相关联系的形式为设计师提供了参数驱动的设计思路,即设计师只需要调整相应的参数就可以实时更新生成模型结构的变化结果。而参数化设计的过程是一个互动式的体验过程,在这个过程中设计师设置不同的几何尺寸、材料特性以及环境因素等各种参数来决定着整个建筑模型的基本框架,一旦某个参数发生变化便会引发整个模型结构的变化。如此一来大大提高了设计师在进行结构设计时候的工作效率。而参数化的最大优势就是它的高度还原性,设计师能够在第一时间了解所作参数变动所带来的影响。在结构设计过程中,参数化建模被普遍采用在标准构件库、结构体系统一创建、方案互相比较等方面,在参数化的条件下,结构设计师能够制定出结构层高,柱距以及构件截面之间关系,从而达到结构模型的灵活变动的效果及多种方式相互比较的目的,而且参数化建模也为结构优化提供技术支持,通过对重要参数进行设定后,再配合使用优化器就可以找到满足约束要求下的最佳方案,而在具体工程项目当中,参数化建模联合族库技术可以产生可重复使用的构件模块,大大提高了结构设计的规范化程度和工作效率。

3.2 碰撞检测与设计冲突协调技术

碰撞检验以及设计冲突协调的技术就是 BIM 技术应用到结构工程的重要意义体现,在传统的二维图纸中,结构的构件与设备管道、建筑墙体间的冲突都只能在施工的时候才暴露出来,造成现场拆装、进度延迟的现象发生还有经济损失。而 BIM 的碰撞检验技术就是在建立起来的各专业的综合模型里面用软件来判断各个构件的空间干扰情况,硬碰撞检验是针对构件之间的形体交叉的情况,而软碰撞检验则是考虑是否有足够的间隙等等,这样的情况就可以避免结构工程师们在图纸上画出很多矛盾的地

方再回到实际施工当中进行修改的情况了。当结构设计人员在设计时就可以用碰撞检验工具对结构梁跟设备管道以及结构柱跟建筑门窗间的关系进行检验,从一开始就把冲突排除在图纸上。多专业协作建模为碰撞检查顺利开展提供了条件,各专业的模型在同一个 BIM 平台内建立起来,在平台上进行模型整合从而形成碰撞检测的基础信息。碰撞检测输出的结果文件采取三维可视化的形式表示出碰撞的具体坐标以及种类,方便设计师迅速找到错误并且做出修正。此提前防范的设计方式使冲突处理时间提前到设计环节,大大减少二次变更带来的损失,保证设计方案的有效可行。

3.3 结构性能分析与模拟技术

BIM 结构性能分析以 BIM 模型中包含的几何信息以及属性信息为基础,通过接口传送到相应的结构分析程序中,得到不同荷载工况下结构的力学反应结果,其内容分为静力分析、动力分析、抗震验算、抗风等分析方式,而不同的分析方式所需要的 BIM 模型信息也各不相同,BIM 的优势就在于可以做到设计模型与分析模型间的联系,一旦改变原有的设计方案,就可以及时调整相应的分析模型,便于方案的多次调整和优化。在抗震性能分析方面,要求 BIM 模型能够给出结构构件截面尺寸、材料强度等级、配筋信息等相关数据支持进行弹塑性时程分析等复杂计算,在抗风分析方面,BIM 模型的几何信息可用于风荷载计算以及流体仿真。通过对结构的性能分析及模拟可以保证结构设计师可以在设计过程中对结构的安全性、适用性、耐久性做出正确的判断。例如表 2-1 所示,典型的几种结构性能分析类型有静力分析、动力分析、抗震性能分析、抗风分析等,不同的分析类型其相应的分析的内容、软件选择及 BIM 数据集成的方式也有所不同,合理地选择集成方案可以使 BIM 与分析模型之间更好地融合起来。

表 2 常见结构性能分析类型与 BIM 集成方式

分析类型	分析内容	常用分析软件	BIM 数据集成方式
静力分析	结构在静荷载作用下的应力与位移分布	PKPM、YJK、SAP2000	IFC 格式转换或原生插件接口
动力分析	结构自振特性与动力响应	ETABS、MIDAS、ABAQUS	模型参数映射与双向同步
抗震性能分析	弹塑性变形能力与性能化设计	PKPM-SAUSSAGE、Perform-3D	BIM 模型提取构件信息与分析模型关联
抗风分析	风荷载响应与舒适度评估	ANSYS、CFX、RWind	几何模型共享与荷载数据集成

3.4 施工图自动生成与深化设计

施工图自动出图及深化设计是 BIM 技术应用于结构工程中所形成的成果输出部分,在此基础上可以自动生成完整的施工图纸,代替传统的手工绘制图纸的方式,实现图模一致的目标。在 BIM 环境下的结构施工图,是基于

结构模型的几何信息和参数信息自动生成出来的,通过对模型的视图选择以及标注设置、图纸布局等方式来从三维模型上导出需要的平面视图,这种方式的优点是可以使结构模型一旦发生变化,相关的图纸也会随之改变,不需要再花费时间去重新绘制;在进行深化设计的时候就需要使

结构模型的信息更加丰富了,除了构件的一些几何参数之外还需要包括一些节点做法,预留预埋,钢筋绑扎等等详细的内容。而 BIM 技术的三维可视化特点使得深化设计方案中的钢筋排列以及节点构造更易于被观察到从而能够更快地发现问题^[1]。施工图自动生成技术的使用大大提高了结构制图速度及图纸的质量,让设计师可以有更多的时间去进行设计上的进一步完善以及针对存在问题进行解决。

4 BIM 技术在建筑结构设计中的应用的现存问题与发展趋势

BIM 技术应用于建筑工程结构设计虽取得了巨大成功,但也存在着很多困难以及挑战。从技术上来看,各软件间的互相兼容性差,不同的 BIM 软件与结构分析软件间的数据交互格式不同,IFC 标准的应用下仍然会遇到几何模型转换不到位的现象,对构件属性进行转换并不精确;模型精度没有明确的标准,参数化建模的学习难度大,导致难以推广使用 BIM 技术^[2]。管理及协调方面,传统的管理模式不适合 BIM 协同工作方式,基于模型的协作需要改变原有的工作流程与职责分配,却没有建立起来相应的管理体系。跨专业共建模型缺少统一规范,复合型人才缺乏制约着 BIM 技术深层次的应用^[3]。展望未来,BIM 在结构工程设计上的应用将会向着综合化发展。BIM 及智能化建造的融合会使得结构设计朝着智能化的方向发展。BIM 及其大数据、人工智能的结合会使机器人算法优化结构设计的选择以及参数设定的过程,提高设计的速度和准

确性;数字双胞胎技术的应用扩大也会让现实世界中的物体与虚拟的数字模型实现双向互动,给整个结构的设计全寿命周期带来帮助。BIM 技术标准化、平台化趋势愈发突出,统一的数据标准及一体化平台可以很好的缓解目前存在的不同软件之间无法进行信息交互、不能互通的问题。

5 结语

BIM 技术应用于建筑设计领域内使建筑设计师完成由平面到立体的转换,形成基于信息集成及共享交互的设计方式。结构参数化建模、碰撞检查、性能计算以及仿真、图纸自动生成等一系列关键技术的应用提高了建筑设计的速度和精度。研究显示基于 BIM 的信息集成和多学科协作可以有效推动结构设计过程的重新定义,提升工程的设计效果的可行性以及可建设性。但是目前在推广使用的过程中依然存在软件互通性差等问题。将来 BIM 与智能建筑以及数字孪生等技术相结合以后,结构设计将会朝着越来越智能化、集成化发展,在 BIM 技术中加强与结构设计专业的结合,在建立标准和应用规则的基础上进一步推动 BIM 技术应用于建筑结构设计领域。

【参考文献】

- [1]毕松峰.BIM 技术在建筑结构设计中的应用研究[J].现代工程科技,2025,4(13):133-136.
- [2]陈焜.BIM 技术在建筑结构设计中的应用研究[J].新城建科技,2024,33(12):7-9.
- [3]李月,蔡宁宁.建筑结构设计中 BIM 技术应用研究[J].居业,2024(09):122-124.