

BIM 技术在土木工程结构设计中的应用

周彬¹ 熊林洁²

1. 中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司, 广西 南宁 530000

2. 广西华景城建筑设计有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] BIM 技术属于一种集成化的数字化建筑信息模型, 在土木工程结构设计方面有着重要的应用价值。借助构建精确的三维模型, BIM 可以把设计、施工以及管理信息有效地整合起来, 达成多专业的协同作业, 进而提升设计的精度与效率。在结构设计的过程当中, BIM 技术一方面可以精准地分析构件的受力状态, 并且对设计方案加以优化; 另一方面还能够以可视化的形式来呈现设计成果, 助力及时发现并处理潜在的冲突。与此它的信息集成功能可将材料性能、施工工艺等多种类的数据统一进行管理, 给后续的施工以及运维给予可靠的支撑。BIM 技术的应用使得土木工程结构设计的科学性以及经济性得到了明显提升, 把设计阶段的错误率降低了, 为工程能够顺利实施打下了稳固的基础。

[关键词] BIM 技术; 土木工程; 结构设计; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i8.17740

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Application of BIM Technology in Civil Engineering Structural Design

ZHOU Bin¹, XIONG Linjie²

1. China Energy Engineering Group Guangxi Electric Power Design Institute Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

2. Guangxi Huajingcheng Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: BIM technology belongs to an integrated digital building information model, which has important application value in civil engineering structural design. By constructing precise 3D models, BIM can effectively integrate design, construction, and management information, achieve multi-disciplinary collaboration, and thereby improve the accuracy and efficiency of design. In the process of structural design, BIM technology can accurately analyze the stress state of components and optimize the design scheme; On the other hand, it can also present design results in a visual form, helping to timely detect and handle potential conflicts. Its information integration function can unify and manage various types of data such as material properties and construction processes, providing reliable support for subsequent construction and operation. The application of BIM technology has significantly improved the scientificity and economy of civil engineering structural design, reduced the error rate in the design phase, and laid a solid foundation for the smooth implementation of the project.

Keywords: BIM technology; civil engineering; structural design; technology application

引言

随着现代土木工程项目规模变得越来越大, 结构复杂性也不断增加, 传统的二维设计方法已经很难满足高精度、高效率以及多专业协同的设计需求了。在这样的情况之下, BIM 也就是建筑信息模型技术作为一种能够把三维可视化建模、信息集成还有智能分析结合在一起的数字化设计工具, 慢慢变成了土木工程结构设计的一项十分重要的技术手段。BIM 技术可以把建筑、结构、机电、造价等多专业的信息都整合到同一个平台上面, 达成数据的共享以及协同管理的目的。并且它还能借助参数化建模以及仿真分析来对结构方案加以优化, 以此提高设计的精度以及施工的可行性。与此 BIM 技术能够支持从设计阶段、施工阶段一直到运维阶段的整个全生命周期管理, 可以为工程决策给予准确的数据方面的支撑, 降低设计冲突出现的几率以及资源浪费的情况, 进而提升工程的质量以及经济效益。鉴于此, 本文打算深入探讨 BIM 技术在土木工程结构设计当中的具体应用情况, 像三维模型构建、数据信息

整合、设计方案优化、结构受力分析以及协同设计等方面都要涉及到, 并且要对其发展趋势与未来前景展开分析, 希望能够给土木工程设计朝着数字化、智能化的方向去转型提供一定的参考以及指导。

1 BIM 技术在土木工程结构设计中的应用优势

BIM 技术于土木工程结构设计当中的应用优势, 主要呈现于信息集成、设计精度、协同效率以及全生命周期管理等诸多方面。BIM 技术借助三维数字化建模的方式, 把建筑、结构、机电等各个专业的相关信息加以整合, 使得设计人员能够在可视化的环境里, 对工程的整体架构以及细节予以全面且细致的掌握, 如此一来便规避了传统二维设计当中存在的信息割裂以及沟通不顺畅的相关问题。BIM 模型能够在设计阶段针对结构构件达成精确的空间定位, 并且能够以参数化的方式来予以表达, 这无疑大幅提升了设计的精度, 有效减少了因设计出现误差而引发的施工返工情况以及材料方面的浪费状况。与此 BIM 平台还拥有颇为强大的碰撞检测以及模拟分析功能, 在施工正

式开始之前就能够及时发现设计方面的冲突,进而提前对结构方案做出相应的优化处理,以此来切实保障工程的安全性以及经济性。就协同设计这一层面而言,BIM 技术达成了不同专业之间实时的信息共享以及同步更新,有力地推动了设计、施工、运维等一系列环节在协作效率上的提升。除此之外,BIM 技术还能够贯穿整个工程的全生命周期,从设计阶段一直到施工阶段乃至运维阶段,都可形成一体化的管理模式,从而为后续与维护以及改造工作给予精准的数据方面的支撑,进而促使土木工程结构设计朝着科学化、精细化以及智能化的方向去发展。

2 BIM 技术在土木工程结构设计中的应用

2.1 构建三维模型

在土木工程结构设计领域当中,BIM 技术最为关键的应用环节便是构建起三维模型。借助 BIM 技术,设计人员可以在计算机所营造的环境里去创建那种包含着建筑几何形态、结构构件、材料属性以及施工工艺相关信息的三维数字化模型,进而让设计成果从以往传统的二维图纸转变成为可视化的、信息化的立体工程数据模型。在整个模型构建的过程之中,设计者能够针对梁、柱、板、基础等这些结构构件展开精确的空间定位操作以及参数化定义工作,而模型一方面能够反映出结构所具有的几何特征,另一方面还涵盖了各类物理性能以及施工信息,由此便达成了结构与施工信息的有机融合状态。凭借三维建模这一方式,能够更为直观地去分析结构布局是否合理、构件之间相互连接的关系如何以及整体受力体系的情况怎样,进而能够及时察觉到设计当中存在的潜在冲突或者不合理的地方。除此之外,三维模型的建立为后续开展的碰撞检测、可视化展示、施工模拟以及运维管理工作打下了颇为坚实的基础,使得工程参与的各方能够在虚拟空间当中直观地去理解并优化设计方案,如此一来便能够大幅度提高设计的精度以及决策的效率。

2.2 整合数据信息

在土木工程结构设计环节,BIM 技术于整合数据信息这件事上所发挥的作用,不只是表现在能够对数据加以集中管理,还在于其能够针对复杂工程信息展开智能化处理,并且实现高效的协同操作。借助 BIM 平台,那些源自建筑、结构、机电、给排水、造价以及施工管理等诸多不同专业的数据,能够在同一个三维信息模型里达成深度融合,这其中涵盖了构件的几何形态、材料的属性、荷载参数、施工工艺、进度计划、成本估算还有维护信息等多种不同维度的数据。BIM 模型凭借着参数化以及信息编码方面的技术,让各类数据都拥有了关联性,并且具备了可追溯的特性。一旦模型当中某一个参数出现变更情况,那么与之相关的数据便能够自动地联动起来并完成更新操作,如此一来便能够确保各个专业信息保持一致性以及实时性,大幅度地降低了信息产生冲突以及设计出现失误的风险^[1]。除此之外,BIM 技术还能够和结构分析软件、施工管理系统、地理信息系统(GIS)以及项目管理平台达成数据

接口的对接以及互联状态,进而形成跨专业、跨阶段的数据生态系统,实现从设计阶段一直到施工阶段乃至运维阶段全过程的信息贯通以及动态优化。这样一种高度集成的数据管理模式,一方面提升了设计决策所具有的科学性以及精准度,另一方面也为施工阶段的资源调配工作、工序优化事宜以及风险控制方面给予了数据层面的有力支撑,同时也为后期的运维以及设施管理工作奠定了可靠的数字化基础。

2.3 优化设计方案

在土木工程结构设计领域当中,BIM 技术于优化设计方案这一方面有着极为重要的作用,其借助三维可视化以及参数化建模的方式,促使结构设计过程实现了数据化以及智能化的状态。凭借 BIM 模型,设计人员可在虚拟环境里直观且清晰地去观察结构构件的布局情况、尺寸大小、材料特性还有整体的受力状态,进而针对设计方案展开多维度的分析并加以优化处理。BIM 平台具备多方案生成以及比选的功能,设计人员能够运用结构力学计算、荷载分析、施工模拟以及成本评估等一系列手段,对不同方案的性能状况、经济性情况以及可施工性程度进行全面且细致的评估,以此快速地筛选出最为优质的设计方案。与此 BIM 技术拥有碰撞检测以及可视化审查的相关功能,能够提前察觉到结构构件之间或者跨专业系统之间存在的冲突情况,进而降低设计缺陷给施工所带来的影响。通过采取参数化以及规则化的建模方式,在对设计方案进行修改的时候,能够达成自动联动更新的效果,如此一来便能够确保各个专业的信息保持一致性以及协调性。BIM 协同设计的应用情况,使得建筑、结构、机电等各个专业的人员能够在同一个模型之上开展实时的沟通交流以及方案调整工作,从而有效提升设计协作的效率。

2.4 优化结构受力状态

在土木工程结构设计领域当中,BIM 技术于优化结构受力状态这一方面有着颇为显著的作用体现。其借助三维建模以及信息化管理手段,把结构设计流程里面的受力分析同优化紧密地融合到了一起。凭借 BIM 模型,设计人员能够精准地提取出构件的几何参数、材料属性还有荷载信息等各项内容,并且能够与结构分析软件达成数据方面的联动效果,进而针对结构体系展开静力分析、动力分析以及屈曲分析等多种形式的受力模拟操作,由此来全方位地评估各个构件处在不同工况之下的应力分布情况、变形的程度以及薄弱的环节所在。通过这样一种可视化并且参数化的分析途径,设计团队能够较为直观地察觉到结构设计当中存在的受力不均衡、支撑布置不够合理或者构件尺寸没有得到优化等问题,并且能够在模型里面实时地去做出调整与优化处理,以此来确保结构的整体稳定性以及安全性得以维持^[2]。与此 BIM 技术还能够针对材料的使用情况以及构件截面展开合理化的相关设计工作,在确保安全性得以保障的前提之下,实现轻量化以及经济性的优化目标,进而减少资源的无谓浪费以及施工方面的成本支出。依靠 BIM 所具备的多方案比选以及模拟分析的功能特点,设计人员能

够在工程项目的早期阶段便着手对受力状态加以优化,提升工程的可施工性能以及耐久性能。BIM 技术还能够给予与施工阶段以及运维阶段的数据衔接方面的有力支持,使得经过优化之后的受力方案能够在实际的建造过程以及后期的维护工作中切实有效地得到应用实施。

2.5 构件分析

在土木工程结构设计中,构件是实现工程项目质量和功能的基础。通过将 BIM 技术与结构分析相结合,可实现构件的可视化建模,进而优化构件设计方案,提高土木工程结构设计的效率和精度。在构件设计阶段,可将 BIM 技术作为分析工具,对三维模型进行细化和完善。在此基础上,可结合 BIM 模型,对构件进行受力分析。首先,可以对不同设计方案进行对比分析,利用 BIM 技术实现基于三维模型的全过程多专业协同设计;其次,利用 BIM 模型的可视化、直观性等特点,可有效减少建筑方案的沟通成本和信息传递错误率;最后,利用 BIM 模型能够将结构分析与受力分析相结合,可提高结构设计的科学性和经济性。在结构设计中,运用 BIM 技术开展结构分析是提升土木工程结构设计质量的重要手段。基于 BIM 技术的土木工程结构设计可以实现多专业协同设计、优化构件设计方案、全过程可视化展示和碰撞检测等功能,可有效减少结构设计错误率和工程成本。

2.6 BIM 协同设计

在土木工程结构设计方面,BIM 协同设计乃是提升工程整体效率以及质量的关键举措。借助 BIM 技术所搭建的协同平台,建筑、结构、机电、给排水等诸多专业的团队便能够在同一三维模型里同步展开设计作业,达成信息的实时共享以及同步更新,由此彻底打破了传统二维设计当中各专业信息彼此孤立、沟通渠道不畅的状况。设计人员身处协同环境之下,可以即时获取其他专业的设计动态,迅速察觉并处理设计冲突,像是结构和机电管线出现的碰撞情况、建筑空间与受力体系存在的矛盾等等,进而切实有效地防止后期施工阶段出现返工以及延误等问题。BIM 协同设计不但提升了设计阶段的协调程度与准确度,而且还能够在模型当中完整记录各专业修改的整个过程,实现设计数据的可追溯以及可管理状态。除此之外,BIM 平台凭借云端技术以及协同管理系统,能够让异地团队同样实现高效的协作,大幅度提高设计效率以及决策响应的速度^[3]。在此基础之上,BIM 协同设计还能够与施工单位、监理单位以及业主方展开数据共享,推动设计成果在施工以及运维阶段实现无缝的衔接,构建起贯穿工程全生命周期的协作体系。

3 BIM 技术在土木工程结构设计中的发展趋势

BIM 技术于土木工程结构设计领域的发展趋势,主要呈现出了智能化、协同化以及全生命周期管理这三个不同的走向,这也清楚地表明,土木工程设计正逐步从传统的二维图纸模式朝着数字化、信息化还有智能化这样的全新模式去转变。智能化设计会把 BIM 和人工智能、大数据分析以及云计算等一系列的技术紧密地融合到一起,如

此一来,结构设计便能够凭借数据驱动来达成自动化优化、参数化建模以及方案比选等一系列的操作,进而提升设计的精度、效率以及安全性,并且还能对设计方案予以快速生成以及动态调整方面的有力支持。协同化设计已然逐渐成为了主流的发展模式,借助 BIM 平台,可以达成建筑、结构、机电、造价以及施工等诸多专业、多个阶段并且跨越不同地域的实时信息共享以及协作,彻底打破传统设计当中存在的信息孤岛这类问题,有效减少专业的冲突情况,进一步提高设计的整体协调性以及施工的可行性^[4]。除此之外,BIM 在全生命周期管理方面的应用也是愈发凸显出来了,它不但贯穿了从设计、施工一直到运维的各个不同环节,实现了工程信息的动态更新以及可追溯管理,而且还能够为维护管理、改造优化以及设施运维给予精准的数据支撑,借此方式来降低运营的成本以及潜在的风险。在未来,BIM 技术还会进一步朝着智能化协作、云端平台化以及物联网、数字孪生等新兴技术相互融合的方向去发展,使得土木工程结构设计变得更为高效、更为精细并且更具可持续性,以此为实现智慧建造以及工程全生命周期管理筑牢坚实的技术根基,同时也推动整个行业向着数字化、智能化以及绿色化的方向不断迈进。

4 结语

BIM 技术于土木工程结构设计而言,有着无可取代的重要作用。它凭借三维建模、信息整合、设计优化、受力分析以及多专业协同等一系列功能,一方面使得设计精度得以提高,另一方面也让设计效率获得提升,并且切实有效地降低了施工期间的风险,减少了资源方面的浪费情况。BIM 技术在实际应用当中,达成了设计、施工以及运维之间的贯通连接,从而给工程项目给予了贯穿全生命周期的数据方面支撑,同时也为其构建了管理方面的基础,有力地推动了土木工程设计从传统的依靠经验的模式朝着数字化、智能化以及精细化的方向不断发展前行。伴随 BIM 技术不断地走向成熟并且得到广泛推广,其在土木工程领域当中的应用所呈现出的前景将会变得更加宽广,不但可以促使工程质量得以提升,让经济效益有所增加,而且还能够为建筑行业的可持续发展以及智慧建造筑牢坚实的技术方面的保障。

【参考文献】

- [1]李辉鹏.BIM 技术在土木工程结构设计中的应用[J].住宅与房地产,2025(2):65-67.
- [2]熊威.BIM 技术在土木工程结构设计中的应用研究[J].新城建科技,2024,33(9):4-6.
- [3]宗英杰,杨丽.BIM 技术在现代建筑工程结构设计中的应用[J].工程技术研究,2024,9(4):225-227.
- [4]李文明.BIM 技术在建筑工程结构设计中的应用[J].安装,2025(3):89-91.

作者简介:周彬(1992.12—),毕业院校:广西大学,专业:结构工程,当前就单位:中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司,职务:土建设计师,职称级别:中级工程师。