

BIM技术在大跨度钢桁架结构建设中的应用

李 斌 安文智 罗亚楠 张 昆 李存峰
中建国际城市建设有限公司 江苏 苏州 215163

摘要：随着我国经济的持续发展和城市化进程的加快，大型公共建筑和工业厂房越来越多地采用大跨度钢桁架结构。这种结构因其承载能力强、空间开放性好、施工速度快等优点而受到广泛青睐。然而，大跨度钢桁架结构建设施工过程中存在诸多挑战，如设计与施工的衔接、材料与构件生产的要求、施工过程的复杂性、质量与安全监管等。为解决这些问题，BIM（Building Information Modeling，建筑信息模型）技术逐渐应用于大跨度钢桁架结构建设。

关键词：BIM技术；大跨度钢桁架；应用

1 引言

随着现代建筑工程的规模越来越大，施工技术的复杂性也日益提高。大跨度钢桁架结构建设就是一个典型的例子，这类结构需要精确的设计和精细的施工，以确保结构的稳定性和安全性。BIM（建筑信息模型）技术作为一种新兴的技术手段，其在大型复杂钢结构施工中的应用，将为解决此类问题提供新的思路。本项目苏地2021-WG-80号地块项目工程总承包（EPC）工程（中建国际全球总部项目）位于苏州高新区科技城片区，南临太湖大道。项目由1#楼高层办公，总高度128米及2#楼多层副楼构成，1#楼为框架核心筒+钢结构，副楼为框架结构；主楼与副楼通过单层6m高钢连廊联通，总建筑面积7.1万 m^2 。本项目设计理念为“中建之窗，园林映像”，旨在充分汲取中建企业文化，结合地域文脉，打造一座具备标杆性、引领性、在地性的总部大厦。

2 BIM技术的基本概念与特点

2.1 BIM技术的概念

建筑信息模型（BIM）技术是一种基于三维模型，集成了建筑物的几何信息、结构信息、设备信息、施工信息等多种信息的技术。它不仅仅是一个软件工具，更是一种全新的建筑行业生产模式和管理理念。通过BIM技术，可以在建筑物的设计、施工、运维等整个生命周期内实现信息的共享、协同和智能化管理。

2.2 BIM技术的特点

（1）模拟分析：BIM技术可以对建筑物进行各种模拟分析，如结构分析、能耗分析、光照分析等，这样可以提前发现和解决问题，提高施工的质量和效率。

（2）智能化：BIM技术可以实现对建筑物的智能化管理，如自动化施工、设施管理、能耗监控等，提高建筑物的运营效率和智能化水平^[1]。

3 大跨度钢桁架结构建设施工中的挑战

3.1 设计与施工的衔接难题

大跨度钢桁架结构的设计需要考虑多个因素，如结构形式、荷载效应、构件连接、施工工序等，而设计人员和施工人员之间信息传递不畅导致设计意图无法准确传达给现场施工人员，经常会出现设计方案不可行的情况，增加了施工难度和成本。

3.2 材料与构件生产的要求高

大跨度钢桁架结构在施工过程中需要大量的高质量材料和构件，而目前市场上的材料和构件品质参差不齐。供应商与施工单位之间的信息沟通不畅，难以确保材料和构件的质量和准时供应，从而影响了工程的施工进度和质量。

3.3 施工过程的复杂性

大跨度钢桁架结构的施工过程通常需要使用大型吊装设备、高空作业等复杂工艺，对施工人员的技术要求较高，同时施工过程中需要保障构件的安全以及施工进度度的控制，这增加了施工的难度和风险。

3.4 质量与安全监管难题

大跨度钢桁架结构建设中的质量与安全监管是关乎工程质量和工人安全的重要环节，但目前监管手段相对滞后，监管不到位和监管成本较高的情况普遍存在，难以有效保障工程质量和工人安全。

4 BIM技术在大跨度钢桁架结构建设中的应用

4.1 桁架拼装定位前的BIM深化设计

在进行大跨度钢桁架结构的建设时，需要进行施工定位，这一工作需要以设计图纸为基础，而在设计图纸中需要完成对建筑的施工定位、施工工序等相关内容的设置。通过BIM技术的应用，可以对设计图纸中存在的问题进行补充与完善，进而减少在施工过程中出现的碰撞问题，为施工工作提供重要支持。通过BIM技术的应用，

能够在大跨度钢桁架结构建设前完成对建筑构件的建模工作,从而为后续施工工作提供支持。根据建筑设计图纸和施工需求完成对模型的搭建,并在此基础上完成节点模型的建立与调整。最后通过对设计图纸中存在问题的补充与完善,完成大跨度钢桁架结构建设^[2]。

4.2 桁架施工前的钢结构内部碰撞及其他碰撞发生

(1) 在钢结构建设过程中,会发生一定的碰撞,如构件之间、构件与杆件之间、杆件与节点之间等。当这些碰撞发生时,需要对结构进行重新计算,并对结构进行重新设计和优化。在实际操作中,有些碰撞并不会造成严重的影响,但是也有一些碰撞会造成严重的后果。例如,在桁架施工过程中,当桁架结构的几何形状与构件之间发生冲突时,需要对桁架结构进行重新设计和优化。如果这些碰撞没有发生在桁架拼装定位前,则不会影响施工的进展。但是,如果这些碰撞发生在桁架拼装定位后,则会给施工带来一定的影响,如会造成桁架变形、连接节点发生变形、杆件产生应力等。

(2) 在施工过程中,会发生一定的碰撞,即构件之间的碰撞。钢桁架的构件一般包括杆件、节点、板件、附件等,而这些构件之间的碰撞主要发生在杆件之间,一般发生在节点与节点之间。当这些碰撞发生时,会给施工带来一定的影响,如不能进行拼装和调整。利用BIM模型可以通过碰撞检查,判断碰撞点并进行分析,帮助施工人员及时发现并解决问题。如果桁架与桁架之间存在冲突,可以通过改变桁架位置来解决。另外,在碰撞检查过程中发现其他构件与杆件的问题,可以及时与设计人员沟通并提出解决方案。

4.3 BIM技术应用于复杂构件加工制造

(1) 大跨度钢桁架结构的构件数量较多,特别是一些复杂构件,如大跨度空间钢桁架桁架的拱脚、屋架、悬挑桁架等,这些构件数量多,结构复杂,对其加工制造造成了很大的难度。因为大跨度钢桁架结构建设中涉及到的构件种类较多,包括桁架杆件、吊杆、吊件、锚栓、拉索等。在进行这些构件的加工制造时,需要对不同类型的构件进行加工制造。不同类型的构件所使用的加工方法不同,在加工制造时需要采用不同的工具和技术,并且在加工过程中还要按照工艺要求对构件进行加工。利用BIM技术可以对复杂构件进行建模,为构件的加工制造提供准确的数据支撑。

(2) 大跨度钢桁架结构构件尺寸较大,为了避免构件在加工过程中发生变形,在加工前需要对其进行精确的尺寸控制。利用BIM技术可以在构件加工前对构件的尺寸进行精确控制,避免构件在加工过程中发生变形。同

时利用BIM技术还可以对构件加工过程中的各种数据进行采集和分析,为构件的加工制造提供准确的数据支撑。同时,还可以利用BIM技术进行现场监控,对整个大跨度钢桁架结构建设过程进行实时监控,及时发现施工过程中出现的问题并提供解决方案。通过利用BIM技术可以提高工作效率和施工质量,为建设工程项目的顺利开展奠定良好的基础^[3]。

4.4 BIM技术应用于桁架施工进度规划

(1) 在建筑钢结构的施工建设过程中,进行科学的施工进度规划是非常重要的,科学的施工进度规划能够有效提高建筑钢结构施工建设质量。BIM技术应用于建筑钢结构的施工建设过程中,其作用主要体现在以下几个方面:首先,BIM技术能够将复杂的建筑钢结构模型进行创建,在创建过程中能够实现模型信息共享,有利于工程人员对工程施工进度进行有效管理;其次,BIM技术能够将复杂的建筑钢结构模型信息进行有效整合,有利于实现各部门之间的有效沟通。

(2) 在大跨度钢桁架结构施工建设过程中,传统的施工管理模式已经无法满足当前工程建设的需求,建筑钢结构施工过程中的工期是一个非常关键的问题,如果施工工期过长,就会影响到后续工序的施工,还会导致材料资源浪费和人力资源消耗过多等问题。在大跨度钢桁架结构建设过程中,运用BIM技术进行建筑钢结构施工进度规划,可以通过对现场情况进行综合分析,制定科学合理的工期安排。在工期制定过程中,可以将工期分解到各个阶段中去,运用BIM技术对进度计划进行调整和优化,可以对可能出现的问题进行有效避免,进而提高建筑钢结构施工建设的效率。

4.5 BIM技术应用于工程项目管理优化

BIM技术可以实现建筑工程项目施工过程的精准管控,在对大跨度钢桁架结构进行设计时,BIM技术可以通过计算机模拟建筑施工现场环境,对施工流程进行合理安排,在对各专业构件进行准确定位后,将构件进行合理分解。根据BIM技术在大跨度钢桁架结构建设中的应用优势,建筑工程企业可以将BIM技术与施工现场管理工作结合起来,提高工作效率。BIM技术还可以通过可视化技术对工程项目施工过程中的危险源进行有效识别,为施工现场的安全生产提供保障。施工人员可根据BIM模型对施工现场的各项参数进行准确判断,提高了施工安全保障水平^[4]。

4.6 BIM—QR技术在桁架构件生产运输中的运用

在大跨度钢桁架结构施工中,需要大量的构件。由于构件的数量巨大,构件生产加工运输成本高昂,且具

有很强的关联性。BIM技术为钢结构工程提供了可视化、信息化的管理平台,可以对构件生产运输过程进行实时监控,实现构件的可视化、信息化、可追溯性。基于BIM技术的BIM—QR技术利用三维BIM模型将构件进行可视化表达,在施工现场直观地展示构件的加工、运输、吊装过程,通过模型中提供的信息获取施工现场所需信息。此外,利用BIM技术可以将构件生产加工运输过程中产生的各类数据信息记录在BIM模型中,以便后期进行数据处理。

4.7 钢结构虚拟现实进行方案交底

(1) 在建筑项目的设计阶段,通常需要对设计方案进行详细的技术交底。设计单位通过BIM技术对钢结构工程的建筑模型和钢结构模型进行可视化,然后将其导入到建筑模型中,对钢结构工程的施工方案进行三维模拟。在此基础上,将建筑模型和钢结构模型结合起来,给施工单位、监理单位和业主看。BIM—QR技术可以在电脑中创建一个三维空间,将建筑模型和钢结构模型进行结合,在该空间中建立一个三维场景,通过鼠标在空间里移动来观察钢结构工程的施工过程。同时,还可以对施工过程进行虚拟动画模拟,使用户了解到建筑施工的实际情况。

(2) 钢结构工程的施工方案交底是确保施工质量的关键,通常是在建筑项目实施之前进行。一般情况下,钢结构工程的施工方案交底是由甲方负责组织的,而非施工单位。因为施工单位只是负责具体的施工活动,并不是项目的决策者和实施者,所以施工单位通常不会对设计方案进行详细交底。而在BIM技术应用中,设计单位可以对钢结构工程的施工方案进行三维模拟,在虚拟空间里进行现场施工模拟,方便技术人员对设计方案进行分析、比较和调整。同时,在设计方案交底时,还可以使用BIM—QR技术将钢结构工程的施工过程和现场实施

情况展示给技术人员看。

4.8 提供项目实时更新

传统的工程项目管理模式中,项目管理人员对工程项目的了解往往是通过设计图纸、施工组织计划、施工进度等资料来实现,但由于这些资料大多是静态的,不能根据实际情况随时更新。因此,在建设施工过程中,如果遇到了一些新的问题,无法及时发现并解决,会导致后期施工困难,甚至出现返工现象。例如在施工过程中遇到了一些新问题,由于不能及时解决或调整方案,导致工期延误或浪费。BIM技术可以通过三维渲染技术直观地展示整个项目的各个细节。如果在建设过程中遇到了新问题,可以根据模型找到相应的解决方案,然后根据新的解决方案进行调整。

5 总结

BIM技术在大跨度钢桁架结构建设中具有广泛的应用前景,可以有效解决设计与施工的衔接难题、提高施工质量与安全监管水平、优化施工进度和降低成本等。随着BIM技术的不断推广和应用,相信其在未来将为大跨度钢桁架结构建设带来更多的便利和效益。

参考文献

- [1]章国胜,黄轩安.BIM技术在大型超大跨度钢结构拱桁架屋盖施工中的应用——以2022年杭州亚运会曲棍球场为例[J].冶金丛刊,2022(008):007.
- [2]李春金.基于BIM技术的桥梁大跨度钢桁架施工技术[J].企业科技与发展,2022(006):000.
- [3]谢木才,齐卫忠,荆奎,等.一种大跨度异型钢桁架结构三维测量空间坐标转换的方法.CN202211158354.X[2024-04-12].
- [4]朱云.BIM技术在大型钢结构建筑施工安全管理中的应用[J].建筑技术研究,202,5(3):152-154.DOI:10.12238/btr.v5i3.3952.