

钢结构数字化建造技术在建筑工程中的设计与运用

姜秀君

石河子建筑规划设计研究院(有限公司) 新疆 石河子 832000

【摘要】：随着建筑行业的不断发展，钢结构数字化建造技术日益受到关注并广泛应用。文章聚焦于该技术在建筑工程领域的具体实践，阐述其设计环节中利用 BIM、数字化分析软件等实现精准建模与力学分析的流程，以及运用阶段借助施工模拟、物联网等保障施工高效开展的策略，通过探讨其在提升建筑质量、优化施工效率、控制成本等方面的优势，展现钢结构数字化建造技术对推动建筑工程现代化发展的重要意义，旨在为相关从业者更好地应用该技术提供参考依据。

【关键词】：钢结构；数字化建造技术；建筑工程；设计；运用

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.058

在当今建筑行业快速发展的大背景下，钢结构凭借强度高、自重轻、施工速度快等诸多优势在各类建筑工程中占据着重要地位，不过传统的钢结构建造方式却面临着像设计精度不足、施工协同困难、质量把控较难等诸多挑战，而随着信息技术的蓬勃发展，融合了 BIM 技术、数字化分析软件、物联网等多种先进手段的钢结构数字化建造技术应运而生，该技术为钢结构建筑工程在设计与运用方面带来了创新性的变革，能够有效弥补传统方式存在的短板，对提高建筑工程整体效益有着深远影响，值得深入探讨与研究。

1 钢结构数字化建造技术概述

钢结构数字化建造技术是融合信息技术与钢结构工程的先进手段，其中 BIM 技术能够构建钢结构的三维信息模型，凭借此模型实现可视化设计、碰撞检查以及施工模拟等功能，进而助力各参与方协同作业，数字化分析软件可以精确地进行结构力学计算与分析，以此保障结构安全可靠，自动化加工技术依靠数控设备并依据数字模型来精准切割、焊接钢材，从而提高构配件加工精度，另外物联网技术还可实时监控钢结构构件在生产、运输以及安装阶段的状态^[1]。该技术既能优化设计方案，又能提升施工效率与质量，还可精准控制成本，同时也能增强施工过程中的安全管理，其在现代钢结构建筑工程中发挥着日益重要的作用^[2]。

2 钢结构数字化建造技术在建筑工程中的设计与运用策略

设计阶段，要组建涵盖结构工程师、建筑师、BIM

技术专家等相关人员的专业跨学科设计团队，结构工程师依据建筑功能需求及场地条件等初步确定钢结构体系选型，接着 BIM 技术专家利用专业软件创建钢结构的初步三维模型并将结构工程师提供的杆件尺寸、连接节点等关键信息准确录入，随后各专业人员在该模型中协同开展设计工作并借助 BIM 软件的碰撞检查功能排查钢结构与建筑及其他专业系统之间的碰撞冲突，生成详细的碰撞报告后逐一进行优化调整以确保各专业设计的合理性与协调性^[3]。而后运用像 PKPM 等数字化分析软件对钢结构模型进行结构力学分析，输入实际的荷载参数来精确计算内力分布、变形情况等，再依据分析结果优化杆件截面尺寸、调整节点构造，以此保障钢结构在各种工况下的安全性与稳定性，最终形成完善的数字化设计方案^[4]。

在运用阶段，先是在施工前基于设计阶段的数字化模型利用施工模拟软件进行施工过程模拟，合理规划施工顺序、确定吊装方案、安排预制构件的生产顺序等，比如根据现场场地和起重机性能确定构件的起吊点、吊装路径，施工过程中工厂依据数字化模型提供的精准下料清单采用自动化加工设备进行钢材的切割、焊接等加工以确保构配件的加工精度^[5]。在现场安装环节通过全站仪、水准仪等测量仪器结合 BIM 模型实时监测构件的空间位置并指挥工人精准安装，将误差控制在允许范围内，同时借助物联网技术实时追踪钢结构构件从生产、运输到安装的全过程信息，一旦发现问题便可及时协调解决，进而保障整个钢结构建造工程顺利推进。

作者简介：姜秀君，出生年月：1985年3月，性别：男，民族：汉族，籍贯：黑龙江省穆棱市，学历：本科，职称：工程师，研究方向：房建、公建、厂房类结构设计。

3.3.2 “模块化分块拼装+工厂化预制加工”双轮工艺操作流程

在“模块化分块拼装”环节，先是依据整体网架结构的对称性和力学性能要求把网架划分为若干个边长约 15-20 米且由多个之前预制好的小单元组成的大型模块，而后在拼装场地通过高精度测量仪器确保模块拼装的基准线误差不超过 1mm，拼装时采用“散拼三角锥定位法”，以三角锥作为基本定位单元，借助精确测量三角锥顶点的空间坐标，并与 Tekla 软件优化后的下料模型坐标进行匹配的方式，将每个三角锥的定位偏差控制在±2mm 以内。在“工厂化预制加工”方面，工厂的自动化生产线依照项目设计图纸以及 Tekla 软件生成的详细下料清单对钢材进行切割、钻孔等加工操作，其中钢材切割时，激光切割机按照软件设定的切割路径进行操作，其切割精度能够达到±0.5mm。

在钻孔操作中，数控钻床依据预设的孔径、孔距等参数开展加工，把孔距误差控制在±0.2mm 以内，确保后续杆件之间的连接能够准确无误，加工好的构配件在出厂前，会通过三维扫描仪等设备与设计模型进行对比，只有合格后才运输至施工现场。在整个施工过程中，利用信息化管理平台对各个环节诸如预制单元的拼装进度、吊装就位情况、构配件的加工质量数据等施工数据进行实时收集、整理和分析，使得管理人员能够通过手机端、电脑端等随时查看施工状态，及时发现并解决施工中出现的各种问题，从而实现施工全流程的数字化管控。

3.4 应用效果评估

钢结构数字化建造技术在怀化国际陆港文化产业园文化演艺中心项目中的应用，从施工精度方面来看，

凭借数字化技术助力各构件实现精准定位与安装，进而减少误差积累，在施工进度方面，通过模拟优化等手段能够提前规划工序、避免返工，从而有效加快进度，在成本控制方面，借助精准下料以及工艺优化减少了材料浪费与不必要的成本支出，在安全性能方面，依靠提前模拟排查隐患来保障施工安全。从表 1 能够看出，相较于传统建造方式，应用数字化建造技术后施工精度得到了显著提升，构件安装偏差均值大幅缩小，保障了结构质量，施工进度加快。

表 1 传统建造方式与数字化建造技术对比分析

评估维度	传统建造方式	数字化建造技术应用后
施工精度(构件安装偏差均值)	±15mm	±5mm
施工进度(工期对比原计划)	延期约 10%	缩短约 15%
成本控制(材料浪费率)	8%	3%
安全性能(事故发生率)	0.5%	0.1%

4 总结

钢结构数字化建造技术在建筑工程中的设计与运用有着不可忽视的重要性与积极影响，从设计角度来讲，其借助数字化手段实现了多专业协同、精准力学分析以及方案优化，在运用阶段，通过施工模拟、实时监测、信息追踪等方式保障了施工过程的高效有序、质量可靠，并且该技术不但提升了建筑工程的质量与效率，而且在成本控制、安全管理等方面也展现出显著优势。随着科技的持续进步，未来其有望进一步拓展应用范围、深化应用程度，进而为建筑行业的高质量发展持续注入强大动力，值得行业内持续关注与深入探索。

参考文献:

[1] 任建行.钢结构工业厂房数字化建造关键技术的应用[J].房地产世界,2025,(07):149-151.
 [2] 赵英吉,王美华,王建.复杂曲面混凝土壳体结构数字化建造技术研究及应用[J].建筑施工,2024,46(12):2007-2011.
 [3] 林松涛.核电钢结构技术发展的现状与展望[J].钢结构(中英文),2024,39(11):20-27.
 [4] 娄宇,郁银泉,张艳霞,等.钢结构设计的现状与展望[J].钢结构(中英文),2024,39(10):46-57.
 [5] 卓旬,朱家栋,徐梓豪.钢结构工业厂房数字化建造关键技术[J].安装,2024,(S1):80-81.