

基于BIM的钢结构节点数字化预拼装技术分析

杨文栋

华电章丘发电有限公司 山东 济南 250100

摘要：文章对基于BIM钢结构节点数字预拼装技术进行深入探究，其目的是利用BIM技术对预拼装流程进行优化，降低施工误差和施工效率。研究首先总结BIM技术用于钢结构节点预拼装的基本方法及实现步骤，然后对其技术优势及面临的挑战进行分析，主要涉及技术集成，数据管理难点及模型和实际构件的匹配等方面。进一步讨论了模型精度不足、误差累积等实际应用问题及施工人员在新技术上的适应情况。在原因分析部分对技术层面及管理层面存在问题进行深入探究，提出优化BIM模型构建流程等解决措施、构建数据管理系统，强化技术培训，完善沟通机制。最后概述了以BIM为核心的钢结构节点数字化预拼装的意义，并提出今后的研究方向。

关键词：BIM技术；钢结构节点；数字化预拼装；施工效率

引言

在现代建筑工程当中，钢结构由于具有高强度，轻质以及快速施工的优点而得到了广泛的应用。但钢结构节点结构复杂对施工提出挑战，常规预拼装方法已经很难达到高精度、高效率要求。以BIM为技术基础的钢结构节点数字化预拼装技术由此产生，该技术通过数字化模拟与精确控制来优化预拼装流程并改善施工质量。本次研究的目的是对该技术原理，优点，面临的挑战以及其在实际项目中的运用进行深入的分析，并对如何利用技术革新来促进钢结构施工精确度与效率的提高进行讨论。研究预期效果在于对钢结构施工提出了新的解决思路，减小了施工误差、缩短了工期、降低了成本，也为下文的研究奠定了理论与实践基础。研究内容涉及BIM技术应用于钢结构节点预拼装的原理，技术优势和面临的挑战，以及在实践中存在的问题和成因分析。通过系统地研究这些内容，该研究将会给钢结构施工领域提供一个全新的角度及解决方案。

1 技术原理与应用概述

将BIM技术应用于钢结构节点预拼装，是建筑施工领域一项重大改革。通过建立三维模型实现钢结构节点精确设计与预拼装模拟，显著提高施工效率与精度。钢结构节点数字化预拼装中，最早采用BIM技术建立节点三维模型。这些模型既包括节点几何尺寸及形状，也包括节点材料属性，连接方式及受力状态等重要信息。这样可以使设计人员在虚拟环境下全方位地考察与修改节点，避免传统设计可能存在的疏漏与误差。然后，利用BIM技术仿真预拼装过程来验证节点拼装顺序，连接方式及干涉情况。这一步是保证节点正确组装的关键^[1]。虚拟环境下，设计人员能够直观观察到节点组装时可能会出现

的组装顺序不尽合理，连接件相互干扰等情况，及时做出调整与优化。这样既提高节点装配效率又减少施工现场返工率及费用。

2 技术优势与挑战分析

2.1 技术优势分析

BIM技术应用于钢结构节点的数字化预拼装表现出显著优越性，大大优化预拼装过程，降低施工误差。工程师利用BIM技术能够在虚拟环境下对钢结构节点装配过程进行准确仿真，及时发现与修正可能存在的设计问题，避免传统方法中由于设计不合适而造成返工与拖延。该虚拟预拼装在提高工作效率的同时明显降低施工成本。

BIM技术 also 具有很强的数据集成与处理能力，可以把设计，制造，施工几个环节的信息集成在一个统一平台。该信息集成使各环节间的交流与合作更流畅，并有效地避免信息孤岛与误差累积等现象。同时BIM模型可视化的特点使施工人员对设计意图有更加直观的了解，降低由于误解造成的施工失误。

另外，BIM技术对于施工效率的提升具有突出的表现。通过准确的模型分析与仿真，工程师们能够对施工顺序与方式进行优化，减少了不必要的等待时间与资源浪费。同时BIM技术也能够协助施工人员现场布置与资源配置，进一步提升施工效率与质量。这些技术优势一起促使钢结构节点数字化预拼装技术蓬勃发展，使现代建筑施工发生着革命性变化。

2.2 技术挑战与难点

以BIM为核心的钢结构节点数字预拼装技术面临着技术集成与数据管理的第一难题。BIM技术虽然能够将设计，制造及施工等信息进行高效集成，但是要达到这一目的需要横跨多个软件平台才能完成，并且不同系统之

间数据的兼容性及交互性也成了个急需解决的难题^[2]。数据格式的多样性会使信息在传输过程中产生缺失或者变形等问题,从而影响预拼装模型精度与实用性。所以如何保证数据在各阶段、各平台之间实现无缝流转是技术集成中的一个重点难点。

另外,模型和实际构件之间的匹配以及误差控制也一样不可忽略。BIM模型虽然能够准确地模拟出钢结构节点几何形态以及物理属性,但是在现实施工过程中材料特性,加工精度以及安装条件,常常会造成理论和实际之间出现一定的偏差。这一偏差如果得不到有效的控制就会对预拼装的效果造成直接的影响甚至造成安全隐患。所以,在模型设计阶段如何充分考虑到实际建设情况,并通过算法优化、误差校正等技术使模型与实物吻合度更高是技术实施过程中又一重大难题。破解这一难题,既要加深BIM技术在施工过程中的运用研究,又要加强和实际施工经验相融合,从而形成科学、系统的误差控制体系。

2.3 实际应用中的问题

模型精度不够高,误差累积严重等。BIM技术虽然可以提供高精度三维模型,但是在实践中由于数据来源多样、数据处理复杂、模型更新滞后等原因,常常使模型偏离实际施工情况。该偏差可能在预拼装阶段并不显著,但是随着施工进度不断进行,其误差将逐步积累,并最终影响整个钢结构节点安装精度及整体稳定性。

另一个需要关注的议题是施工团队在面对新技术时所面临的适应挑战。传统钢结构节点预拼装多依靠施工人员经验与手工操作,BIM技术的提出需要施工人员有一定计算机操作能力与三维模型理解能力^[3]。但是,很多施工人员在实际工作中可能会缺少相关技术背景与训练,使得其对于新技术接受程度与操作熟练度较低。这样不仅会影响施工的效率,也会由于操作失误造成安全隐患。

另外,在具体运用时也涉及了各专业间的协同配合。钢结构节点预拼装工作涉及到建筑,结构,机械等多门专业,要求各个专业间密切配合,进行有效交流。但在实际工作中,因专业间信息壁垒、交流不畅等原因,常常造成信息传递滞后、错误理解,从而影响预拼装质量与进度。因此如何突破专业壁垒并建立高效的沟通机制也成为基于BIM钢结构节点数字预拼装技术在实践中亟待解决的一个重要课题。

3 问题原因分析

3.1 技术层面原因

模型构建之困难是个引人注目的难题。钢结构节点

结构复杂,对BIM模型建立要求精确性高,要求精细。这就需要建模人员既要有较深的专业知识又要精通BIM软件操作技术。但在实际应用时,钢结构节点具有多样性与特殊性,模型构建常常会遇到很多困难,比如细节处理不到位,参数设定不正确等等,这些会使模型偏离实际构件。

数据管理的困难在技术层面上同样存在着重大问题。数字化预拼装时,需要对海量数据进行不同环节的采集、整理与分析。其中包括构件尺寸,材料属性和装配顺序,每一个对于最后拼装结果非常重要^[4]。但由于数据来源广、格式多以及数据处理技术有限等原因,数据管理准确性与高效性往往面临挑战。资料不统一,疏漏或者失误,会给后续建设带来失误与麻烦。

另外,在建设过程中存在沟通不畅、信息不对称等现象,不可低估。数字化预拼装技术实施过程中,能否准确地传递与共享信息是保证施工成功进行的关键所在。但由于参与主体较多,信息传递链条较长,再加上技术壁垒以及沟通机制不健全等原因,导致信息传递时经常出现衰减,误解或者疏漏等问题。这样不仅会影响施工的效率,也会造成安全隐患以及质量问题。

3.2 管理层面原因

人员培训存在缺陷,这是个引人注目的问题。新技术的提出,常常伴随着向施工人员提出新的技能要求。但实际工作中许多施工团队引进BIM技术之后并没有及时地对其成员开展系统培训。这样就会造成施工人员对于新技术了解不透彻以及操作不熟练等问题,进而影响预拼装的工作效率以及准确性。另外,培训内容更新不够及时,没有与技术发展同步,使施工人员遇到新课题常常不知所措。

流程优化也有明显的不足。尽管BIM技术给钢结构节点数字化预拼装带来了新的解决思路,但是对应的管理流程并没有及时跟进。这样就造成了实际运行时,许多环节还是遵循着传统管理方式进行管理,并没有完全结合BIM技术所具有的优点。如信息传递与决策制定中还存在信息孤岛、决策延迟等现象^[5]。这些问题在降低工作效率的同时也会带来一系列质量问题。

在管理层面上,建立合作和沟通机制同样是重点问题。以BIM为平台进行数字化预拼装时,需要多部门多专业协同作业。但在实际运行过程中,为了保证部门间信息共享、协同工作,常常缺乏高效的协作沟通机制。这样就造成了问题发生的时候,部门间常常互相推诿,很难形成解决的合力。同时,由于沟通不畅,还可能导致信息的误解和误传,进一步加剧了问题的复杂性。

要解决上述问题就必须在管理层面做出一系列改进与优化。一方面加强对施工人员的训练与教育以提高其技术水平与操作熟练度。这些途径有：定期举办培训课程，请专家现场指导，搭建在线学习平台。另一方面应全面梳理并优化现有管理流程，以保证与BIM技术优势全面结合。其中包括构建高效信息传递机制，优化决策流程，强化部门协同作业。与此同时，必须建立高效的协作和沟通机制，以保证各个部门间信息共享、协同工作。具体可采取定期举行协调会议，搭建信息共享平台，制定清晰沟通规范。通过实施上述改进措施，可进一步提升基于BIM钢结构节点数字化预拼装技术在钢结构节点施工中的应用。

3.3 对策与解决方案

针对钢结构节点数字化预拼装技术在BIM基础上所面临的一些问题，提出了如下对策和解决措施。首先在BIM模型构建流程优化上，需要强化模型构建标准化与规范化。通过建立详尽的建模流程与规范来保证每一个环节均满足行业标准与技术要求，提高了建模的准确性与精度。同时引进先进建模软件及工具，采用自动化、智能化技术手段降低了人为因素对模型精度造成的影响。

在建立数据管理系统时，需要建设完整的数据管理体系。这个系统要具有对数据进行采集、储存、处理以及分析的功能，以保证在建设过程中各种数据可以实时地进行更新并且准确。在增强数据安全性与保密性的前提下，避免数据泄露或者篡改。通过数据管理系统我们能够进行信息共享与协同，促进施工效率与质量。

鉴于施工人员适应新技术，需要强化技术培训与教育。通过定期举办培训课程，现场指导以及实操演练，增强施工人员对于BIM技术以及数字化预拼装过程的了解

与认知。同时建立激励机制激励施工人员主动学习并运用新技术以提高他们的技术水平及操作熟练度。另外，在建设期间完善沟通机制是关键。要搭建有效沟通渠道与平台，保证信息传递及时、了解准确。采取定期开会研究、现场巡查、书面报告的形式，掌握建设进展情况及存在的问题，统筹各方面资源解决存在的问题。在强化团队建设与协作精神、营造积极工作氛围的前提下，全面提高施工效率与施工质量。

4 结语

以BIM为核心的钢结构节点数字化预拼装技术显著提高了施工精度和施工效率，并有效地解决传统预拼装方法误差积累的难题。该项技术通过优化流程，加强数据管理等措施，使钢结构节点预拼装准确，保证施工质量与安全。今后的研究可以进一步探讨BIM技术同其他先进施工技术深度结合，并将智能化、自动化运用到钢结构预拼装过程中，从而不断提高施工效率及工程质量。

参考文献

- [1]李卫宏,王丽娜.基于BIM技术的装配式钢结构建筑数字化施工技术研究[J].工程建设与设计,2024(13):180-182.
- [2]付斌,严洋,柳子通,等.基于BIM技术的数字化结构设计与数字建造应用——以鄂州花湖机场转运中心工程为例[J].建筑结构,2023(13):135-141.
- [3]周海兵,刘美霞,杨大彬,等.大跨空间钢结构数字化建模关键技术与应用[J].建设科技,2023(19):70-74.
- [4]龙春莲,肖映灼,张高天.基于BIM技术的数字化转型分析与路径研究[J].价值工程,2023(24):53-55.
- [5]郭本余.装配式钢结构住宅体系数字化建造技术探究[J].山西建筑,2023(17):16-19.