

土建施工中模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装的质量协同控制研究

任登科

5101841985***0317

摘要: 在现代化土建施工领域, 模块化钢结构凭借其高效、环保、节能等优势, 逐渐成为建筑结构体系的重要发展方向。而模块化钢结构构件的工厂预制与现场拼装作为施工核心环节, 二者的质量协同控制直接决定了整体工程质量与安全。本文针对当前土建施工中模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装质量协同控制存在的问题, 从协同控制体系构建、关键环节质量把控、信息协同管理等方面展开研究, 提出相应的质量协同控制策略, 旨在为提升模块化钢结构土建工程质量提供理论参考与实践指导。

关键词: 土建施工; 模块化钢结构; 工厂预制; 现场拼装; 质量协同控制

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 10. 067

引言

随着建筑工业化进程的不断加快, 模块化钢结构以其构件标准化程度高、施工周期短、资源利用率高的特点, 在高层建筑、工业厂房、桥梁工程等土建领域得到广泛应用。模块化钢结构工程的施工流程主要分为工厂预制和现场拼装两大部分, 工厂预制阶段负责钢结构构件的加工、制作与质量检验, 现场拼装阶段则涉及构件的运输、安装与整体衔接。然而, 由于工厂预制与现场拼装在空间上分离、时间上有序衔接, 二者之间易出现信息传递不畅、质量标准不统一、协同配合不足等问题, 导致构件在现场拼装时出现尺寸偏差、接口不匹配、安装精度不足等质量隐患, 严重影响工程整体质量与使用安全。因此, 深入研究模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装的质量协同控制机制, 构建科学、高效的协同控制体系, 对于推动模块化钢结构在土建施工中的健康发展具有重要的现实意义。

1 模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装质量协同控制现存问题

1.1 协同控制体系不完善

当前, 多数土建施工项目中, 模块化钢结构构件的工厂预制与现场拼装分别由不同的团队负责, 工厂与施工现场之间缺乏统一的质量协同管理机构与明确的职责分工。在实际施工过程中, 工厂仅关注构件的生产进度与自身质量标准, 而施工现场则更注重构件的安装效率, 二者在质量控制目标、技术要求等方面存在脱节现

象, 导致当构件出现质量问题时, 难以快速界定责任主体, 延误问题解决时机, 影响工程施工进度。

1.2 质量标准不统一

工厂预制阶段与现场拼装阶段在模块化钢结构构件的质量标准方面存在差异。工厂在进行构件预制时, 通常依据自身制定的企业标准或行业内的通用标准进行生产, 而施工现场在进行拼装作业时, 可能会根据具体工程的实际情况与经验制定相应的质量验收标准, 部分标准之间存在冲突或衔接不畅的问题。例如, 在构件尺寸精度控制方面, 工厂预制时可能按照较为宽松的标准进行生产, 而施工现场由于安装衔接需求, 对构件尺寸精度的要求更为严格, 这就导致预制完成的构件在现场拼装时无法满足安装要求, 需要进行二次加工或调整, 不仅增加了施工成本, 还可能对构件的结构性能造成影响。

1.3 信息协同传递不畅

工厂预制与现场拼装之间的信息协同传递是保障质量协同控制的关键环节。然而, 在实际施工中, 由于缺乏高效的信息沟通平台与完善的信息传递机制, 工厂与施工现场之间的信息传递存在滞后、不准确、不完整等问题。工厂在构件预制过程中产生的质量检测数据、生产进度信息等无法及时、准确地传递给施工现场, 导致施工现场无法提前了解构件的质量状况与到货时间, 难以合理安排拼装作业计划; 同时, 施工现场在拼装过程中发现的构件质量问题、安装需求等信息也不能及时

反馈给工厂，工厂无法根据现场反馈及时调整生产工艺与质量控制措施，进一步加剧了工厂预制与现场拼装之间的质量矛盾。

1.4 人员协同配合不足

工厂预制人员与现场拼装人员在专业技能、质量意识与工作理念等方面存在差异，导致二者之间的协同配合不足。工厂预制人员长期从事构件生产加工工作，更擅长于按照固定的工艺流程与技术标准进行操作，对现场拼装的实际需求与技术难点了解较少；而现场拼装人员则更熟悉现场施工环境与安装工艺，对构件预制过程中的技术细节与质量控制要点缺乏深入认识。在施工过程中，双方缺乏有效的沟通与交流，预制人员无法根据现场拼装需求优化构件生产工艺，拼装人员也不能准确理解预制构件的质量特性与安装要求，导致构件在预制与拼装环节出现质量衔接问题，影响整体工程质量。

2 模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装质量协同控制策略

2.1 构建一体化质量协同控制体系

2.1.1 建立统一的协同管理机构

成立由建设单位、施工单位、工厂生产企业、监理单位等多方参与的质量协同管理机构，明确各参与方在工厂预制与现场拼装质量协同控制中的职责与权限。协同管理机构负责制定统一的质量控制目标、技术标准与工作流程，协调解决工厂与施工现场之间的质量矛盾与问题，监督检查质量协同控制措施的落实情况。同时，建立定期沟通会议制度，每周或每月组织工厂、施工现场、监理单位等相关人员召开质量协同控制会议，及时通报构件预制进度、质量检测结果、现场拼装情况等信息，共同商讨解决施工过程中出现的质量问题，确保工厂预制与现场拼装工作的有序衔接。

2.1.2 明确质量协同控制职责分工

在协同管理机构的统筹下，对工厂与施工现场的质量控制职责进行详细划分。工厂负责按照统一的质量标准进行构件预制，建立完善的工厂内部质量控制体系，加强对构件原材料采购、加工制作、焊接、涂装等关键环节的质量检验，确保预制构件质量符合要求，并及时向协同管理机构与施工现场提交质量检测报告；施工现场负责构件的接收、检验、运输与拼装作业，建立现场质量验收制度，对到场构件进行严格的质量复核，发现

问题及时反馈，同时按照规范要求进行拼装施工，加强对拼装过程中焊接质量、安装精度等方面的控制；监理单位负责对工厂预制与现场拼装全过程的质量进行监督检查，对关键工序与重要部位进行旁站监理，确保质量协同控制措施的有效落实。

2.2 制定统一的质量标准体系

2.2.1 规范构件预制质量标准

根据国家现行的建筑钢结构工程施工质量验收规范、模块化钢结构相关技术标准以及具体工程的设计要求，结合工厂预制与现场拼装的实际需求，制定统一的模块化钢结构构件预制质量标准。该标准应明确构件的原材料质量要求、几何尺寸精度、焊接质量标准、涂装质量标准等内容，确保工厂在预制过程中有据可依。例如，在构件几何尺寸精度控制方面，明确构件的长度、宽度、高度偏差范围，以及构件接口处的平整度、垂直度要求，避免因尺寸偏差导致现场拼装困难；在焊接质量标准方面，规定焊接接头的力学性能、外观质量要求，以及焊缝无损检测的比例与标准，保障构件的焊接强度与结构安全。

2.2.2 统一现场拼装质量验收标准

结合构件预制质量标准与现场拼装工艺要求，制定统一的现场拼装质量验收标准。该标准应涵盖构件安装定位精度、连接节点质量、整体结构垂直度与水平度等方面的验收要求，明确验收方法、检测仪器与合格判定标准。例如，在构件安装定位精度方面，规定构件的轴线位置偏差、标高偏差范围，以及相邻构件之间的间距偏差要求；在连接节点质量方面，明确螺栓连接的拧紧力矩、焊缝连接的外观质量与无损检测要求，确保连接节点的可靠性与稳定性。同时，加强对质量标准的宣贯与培训，确保工厂预制人员与现场拼装人员充分理解并严格执行统一的质量标准，避免因标准不统一导致质量问题。

2.3 搭建高效的信息协同管理平台

2.3.1 利用信息化技术构建信息平台

借助 BIM（建筑信息模型）、物联网、云计算等信息化技术，搭建模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装质量协同信息管理平台。该平台应具备信息采集、存储、传递、共享与分析功能，实现工厂预制与现场拼装全过程信息的实时交互与协同管理。在工厂预制阶段，通过在生产设备上安装传感器、摄像头等监测设备，实时采

集构件的生产进度、加工精度、质量检测数据等信息,并将这些信息上传至信息平台,施工现场人员可通过平台随时查看构件的预制情况与质量状况,提前做好拼装准备工作;在现场拼装阶段,利用移动终端设备记录构件的接收检验情况、安装进度、质量问题等信息,并及时上传至平台,工厂人员可通过平台获取现场反馈信息,根据实际情况调整生产工艺与质量控制措施。

2.3.2 建立完善的信息传递机制

在信息协同管理平台的基础上,建立完善的信息传递机制,明确信息传递的内容、方式、时限与责任主体。规定工厂每日向协同管理机构与施工现场提交构件预制进度报告与质量检测数据,施工现场每周向工厂与协同管理机构反馈构件安装情况与质量问题;对于重要的质量信息与紧急问题,要求在规定时间内通过平台进行实时传递与沟通,确保信息传递的及时性与准确性。同时,建立信息追溯机制,对平台上的所有信息进行分类存储与管理,实现构件从预制到拼装全过程质量信息的可追溯,当出现质量问题时,能够快速查询相关信息,界定责任主体,分析问题原因,为质量改进提供依据。

2.4 加强人员协同配合与培训

2.4.1 开展跨岗位交流与培训

组织工厂预制人员与现场拼装人员开展跨岗位交流活动,安排工厂预制人员到施工现场参观学习,了解构件的现场安装流程、技术难点与质量要求,使其在预制过程中能够充分考虑现场拼装需求;同时,安排现场拼装人员到工厂参与构件预制过程,熟悉构件的加工工艺、质量控制要点与结构特性,提高其对预制构件质量的判断能力与安装操作水平。此外,定期组织质量协同控制专题培训,邀请行业专家、技术骨干进行授课,内容涵盖质量标准、协同管理流程、信息化技术应用等方面,提升所有参与人员的质量意识、协同意识与专业技能水平。

2.4.2 建立人员协同考核机制

建立工厂预制人员与现场拼装人员的协同考核机制,将人员的协同配合情况纳入绩效考核体系。考核指标包括信息沟通及时性、问题反馈准确性、跨岗位协作积极性等方面,根据考核结果对表现优秀的人员给予奖

励,对协同配合不足的人员进行批评教育与再培训。通过考核机制的引导,促使工厂预制人员与现场拼装人员加强沟通与协作,形成良好的质量协同工作氛围,共同保障模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装的质量。

3 结论与展望

本文通过对土建施工中模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装质量协同控制的研究,分析了当前二者在质量协同控制方面存在的协同控制体系不完善、质量标准不统一、信息协同传递不畅、人员协同配合不足等问题,并从构建一体化质量协同控制体系、制定统一的质量标准体系、搭建高效的信息协同管理平台、加强人员协同配合与培训四个方面提出了相应的质量协同控制策略。这些策略的实施,能够有效解决工厂预制与现场拼装之间的质量矛盾,实现二者的有机协同,提升模块化钢结构土建工程的整体质量。

未来,随着建筑工业化与信息化技术的不断发展,模块化钢结构构件工厂预制与现场拼装的质量协同控制将朝着更加智能化、精细化的方向发展。例如,利用人工智能技术对构件预制与拼装过程中的质量数据进行分析与预测,提前识别质量风险;通过数字孪生技术构建工厂与施工现场的虚拟协同环境,实现构件预制与拼装的模拟优化。因此,后续还需进一步加强对智能化技术在质量协同控制中的应用研究,不断完善质量协同控制体系,推动模块化钢结构在土建施工领域的持续创新与发展。

参考文献

- [1] 徐在元. 浅议钢结构管桁架现场拼装与质量控制[J]. 建材发展导向, 2015, 13(9): 2.
- [2] 吴琼. 预制装配式桥梁模块化构件现场快速拼装施工流程优化研究[C]//智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(一). 2025.
- [3] 张松. 钢结构工厂加工和预拼装工艺应用与控制研究[J]. 建筑知识: 学术刊, 2015.
- [4] 江湘华. 钢结构施工工艺及质量控制措施[J]. 工程建设与设计, 2024(22): 124-126.
- [5] 孟阳. 高层建筑装配式钢结构关键施工技术探讨[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021.