

厂房钢结构次梁与主钢构连接节点优化施工方法

武雅蓉

上海二十冶建设有限公司 上海 201900

摘要: 厂房钢结构中次梁与主钢构连接节点的施工质量直接影响整体结构的安全性与稳定性。当前施工过程中存在节点定位偏差累积、连接件现场适配困难、焊接作业环境受限以及高强螺栓紧固过程失控等问题，制约了安装精度与施工效率。针对上述问题，提出基于工厂预制标准化节点、采用模块化装配工艺、优化焊接作业流程及实施扭矩闭环控制等优化施工方法。这些方法立足于现有成熟技术体系，强调施工前深化设计与过程精准控制，有效提升节点连接的可靠性与施工可操作性。

关键词: 钢结构厂房；次梁；主钢构；连接节点；施工优化

引言

随着工业建筑对大空间、高承载及快速建造需求的不断提升，钢结构在厂房建设中占据主导地位。次梁作为楼面或屋面荷载传递的关键构件，其与主钢构的连接节点承担着力流转换与结构整体协同的重要功能。该节点虽非主要承重体系，但其施工质量直接关系到结构变形控制、振动响应及长期服役性能。当前现场施工中，受制于加工误差、环境干扰及人为操作波动，连接节点常出现安装偏差、连接失效或应力集中等现象。因此，有必要系统梳理施工中存在的实际问题，并提出切实可行的优化施工方法，以保障节点构造的完整性与传力路径的连续性。

1. 厂房钢结构次梁与主钢构连接节点施工存在的问题

1.1 节点定位偏差累积

主钢构安装完成后，其轴线位置、标高及扭转角度不可避免存在微小偏差。次梁安装时若未对主梁实际位置进行复测校正，而是直接依据理论坐标放样，会导致次梁端部与主梁连接板无法对位。多跨连续布置的次梁在逐段安装过程中，偏差沿结构长度方向不断叠加，最终造成末端节点错位严重，需现场扩孔、切割或加垫板处理，破坏原有设计受力状态。

1.2 连接件现场适配困难

部分项目采用现场拼装式连接板或角钢，其尺寸依赖主次梁翼缘间距与腹板厚度。由于钢材轧制公差、运输变形及主梁安装倾斜等因素，实际间隙与设计值存在差异。连接板在现场难以精确匹配，强行安装导致螺栓孔偏心、焊缝根部间隙不均，甚至需火焰矫正或局部切除翼缘，削弱构件截面并引入残余应力。

1.3 焊接作业环境受限

厂房内部通常存在设备基础、管线支架或临时支撑结构，限制焊接操作空间。次梁端部靠近主梁腹板区域往往狭窄，焊工无法保持正常焊接姿态，导致焊枪角度受限、熔池观察困难。雨季或高湿环境下，露天作业区缺乏有效防风防潮措施，焊缝易产生气孔、夹渣等缺陷。高空作业平台搭设不完善时，焊接稳定性进一步降低，影响焊缝成形质量与力学性能。

1.4 高强螺栓紧固过程失控

高强螺栓连接依赖预拉力实现摩擦型传力。现场施工中，扭矩扳手未经定期校准，操作人员凭经验施拧，终拧扭矩偏离设计值。部分节点螺栓群数量多、排布密集，先拧紧的螺栓因后续螺栓施拧产生应力重分布而松弛。螺栓穿入方向不统一、垫圈遗漏或螺纹损伤等情况亦普遍存在，导致实际抗滑移系数低于设计要求，节点在荷载作用下发生滑移甚至松脱。

2. 厂房钢结构次梁与主钢构连接节点优化施工方法

2.1 推行工厂预制一体化节点

将次梁端部连接构造在工厂内完成整体加工与组装，是提升钢结构施工精度与效率的重要手段。主梁对应位置预焊连接耳板或牛腿，次梁端部则配套加工匹配的连接板、切口或预留孔位，二者通过数控设备同步下料、钻孔，确保孔位同心度与几何尺寸一致性。这种一体化预制方式充分利用了工厂环境的稳定性和高精度制造能力，避免了现场因气候、空间限制或人为误差造成的加工偏差。运输至现场后，次梁作为带节点的整体单元进行吊装，仅需对位插入主梁预留接口即可完成安装，大幅减少现场测量调整与二次加工工作量。该方法不仅提升了安装速度，还从源头上消除了定位偏差的累积效应，显著增强了结构的整体性与受力性能。同时，由于连接部位已在厂内完成防腐、防火等表面处理，现场焊接或螺栓作业量减少，也降低了后续涂装修补的难度和成本。此外，工厂预制条件下可对节点区域实施更严格的质量控制流程，包括无损检测、尺寸复核及工艺评定，

从而确保每个出厂构件均满足设计和规范要求。

2.2 采用标准化双角钢铰接组件

针对常规铰接连接形式，可设计定型化的双角钢连接组件，以实现高效、可靠的现场装配。角钢长度、螺栓孔距及肢背间距按照常用次梁高度进行模数化设定，形成系列化、通用化的产品体系。主梁腹板两侧对称焊接角钢支座，次梁端部则预留与之匹配的标准孔位。现场安装时，只需根据次梁规格选用对应型号的连接组件，直接插入并穿入螺栓即可完成连接，无需进行现场切割、配焊或临时调整。标准化设计不仅提高了构件互换性，还有效避免了因个体差异导致的适配难题，减少了施工过程中的不确定性。此类连接方式特别适用于多跨次梁简支布置的工业厂房结构，能够满足铰接连接对转动自由度的要求，同时保证剪力的有效传递。双角钢组件结构简单、受力明确，且便于拆卸与更换，在后期维护或改造中具有明显优势。

2.3 实施分区封闭式焊接作业

在次梁安装区域周边设置可拆卸式防风防雨棚，形成局部封闭作业区，是保障焊接质量的关键措施。棚体采用轻质骨架与防水帆布组合搭建，顶部留设排烟口以排出焊接烟尘，侧壁开设操作窗口供焊工进出与观察。焊接前对母材进行彻底除锈与干燥处理，确保焊缝区域清洁无油污、水分或氧化皮；焊材则按规范要求烘焙并置于保温筒中存放，防止吸潮影响焊接性能。安排经验丰富的焊工在稳定操作平台上施焊，优先采用气体保护焊等低飞溅、低热输入工艺，以减小焊接变形并提升焊缝成形质量。封闭式作业环境有效隔绝风、雨、尘等外部干扰因素，使电弧燃烧更稳定，熔池保护更充分，从而显著提升焊缝的致密性与力学性能。尤其在薄壁构件或高强度钢材焊接中，该措施可有效防止冷裂纹、气孔等缺陷的产生。

2.4 应用智能扭矩监控系统

配置具备数据记录与传输功能的电动扭矩扳手，是实现高强螺栓连接质量精准控制的有效途径。系统预先设定目标扭矩值，并锁定操作权限，防止非授权人员随意更改参数。螺栓紧固严格分初拧与终拧两个阶段执行，每颗螺栓施拧完成后，设备自动上传时间戳、实际扭矩值、操作人员身份等信息至云端管理平台。系统实时分析相邻螺栓的扭矩差异，一旦发现偏差超出允许范围，立即触发声光

报警，提示复拧处理。终拧作业全部完成后，系统自动生成包含完整紧固数据的电子验收报告，作为工程资料归档和质量追溯的重要依据。这种闭环控制机制彻底杜绝了传统人工操作中因手感差异、工具不准或疏忽大意导致的欠拧或超拧问题，确保每颗螺栓的预拉力严格符合设计要求。智能扭矩监控不仅提升了连接可靠性，还强化了施工过程的可追溯性与责任落实，为钢结构节点的安全服役提供坚实保障。

结语

厂房钢结构次梁与主钢构连接节点虽属次要构造，但其施工质量不容忽视。定位偏差、适配困难、焊接受限与螺栓失控等问题若不加以控制，将削弱结构整体性并埋下安全隐患。通过工厂预制一体化节点、标准化双角钢组件、封闭式焊接作业及智能扭矩监控等优化方法，可在不依赖前沿技术的前提下，显著提升节点施工精度与可靠性。这些措施强调前置深化设计与过程精细化管理，契合当前钢结构施工向工业化、标准化发展的趋势，为同类工程提供可复制、可推广的实践路径。

参考文献

[1]郁欣.钢结构厂房结构安全性分析与鉴定实践研究[J].中国建筑金属结构, 2026, 25(01):31-33.

[2]冉维伟.大型钢结构厂房工程中钢构件螺栓连接绿色施工技术研究[J].中国建筑金属结构, 2026, 25(01):118-120.