

装配式钢结构建筑工程施工技术研究与应用

许玉滴

河北冀科工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]装配式钢结构建筑工程施工是在传统装配式建筑基础上,应用多种类型钢结构的建筑施工类型,采用钢结构厂内预制、现场装配的方案能减少现场混凝土浇筑作业量,不仅节省了施工时间提升了施工效率,同时也能在满足建筑结构质量要求的基础上节约工程资源。文章结合具体的工程项目,从钢结构预制与组装、钢结构的定位及固定处理、钢结构校准、钢结构吊装与焊接、节点连接几方面分析了装配式钢结构建筑工程施工技术的实际应用,旨在为装配式建筑工程施工提供参考。

[关键词]装配式钢结构; 建筑工程; 施工技术

DOI: 10.33142/ec.v9i1.18885

中图分类号: TU758

文献标识码: A

Research and Application of Construction Technology for Prefabricated Steel Structure Building Engineering

XU Yudi

Hebei Jike Engineering Project Management Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Prefabricated steel structure construction is a type of construction that applies various types of steel structures on the basis of traditional prefabricated buildings. The use of prefabricated steel structures in the factory and on-site assembly can reduce the amount of on-site concrete pouring operations, not only saving construction time and improving construction efficiency, but also saving engineering resources while meeting the quality requirements of the building structure. The article combines specific engineering projects to analyze the practical application of prefabricated steel structure construction technology from the aspects of steel structure prefabrication and assembly, steel structure positioning and fixing treatment, steel structure calibration, steel structure hoisting and welding, and node connection, so as to provide reference for prefabricated building construction.

Keywords: prefabricated steel structure; building engineering; construction technology

引言

装配式钢结构建筑工程因其工序便捷、环保性能优异、经济效益高等优势,已成为现代建筑工程的主要建筑类型。根据建筑工程实际情况制定施工方案,由此设计不同类型的钢结构并生产制作,从钢结构运输、吊装、矫正、安装、节点连接几个方面完成相关施工。严格控制钢结构材料选择和工序管理流程,明确施工技术,按照既有方案严格测量定位结构节点,保障施工质量。推动装配式钢结构建筑工程施工技术的多维度应用,不仅能优化既有施工流程,强化施工效益,也能减少后期维护和修复工作,对于推动建筑工程的高质量发展有着重要的积极影响。

1 项目概况

某装配式钢结构建筑工程施工总面积约为 12.3m²,涵盖生产区、办公区、施工区等多个区域,每个功能区承担着不同的职责任务。本工程位于城市郊区,周围有多条城市道路和住宅区,建筑所在区域具有温差变化大、夏季温度高、气候湿润等特点,地上结构采用 SCBB-SCD 高抗震性快装钢结构、地下结构采用型钢混凝土框架结构,选用钢材最大板厚为 100mm。本工程选用钢板厚度较厚,在焊接和节点连接时存在一定的施工困难,需要对焊接区充分预热后再进行焊接,确保焊接质量。同时,工程钢结

构整体布置要求苛刻,按照底部支撑胎架和上部临时桁架的相对位置精准部署,明确各构件的连接节点,避免出现架体变形失稳的问题。工程地质勘察得知工程施工土壤类型为黏性土,地基较为软弱,具体地质条件见表 1。

表 1 工程地质条件的具体情况

地质条件	具体情况	处理措施
地层构成	黏土、粉砂、细砂等多种成分均匀混合	借由模型展示其在垂直方向的变化
地质构造	施工区域位于 1 个较为稳定的地块上,周边无大型地质构造通过,部分区域存在一些小的断层和裂隙	施工时需要对这些地质构造进行避让
地下水实际情况	地下水来源为大气降水和旁边河流的径流,水深在 1.5m 左右,水位较高	实时监测地下水位的变化情况,及时采取疏排水措施
地震效应	地震烈度较低,地震加速度值为 0.05g 左右	提高钢结构构件的强度,采取有效的抗震措施

2 施工技术设计

工程基础部分涵盖桩基施工、基坑开挖以及地基处理三个部分,完成基础工程设计后组织钢结构构件编制与设

计,按照工程钢结构布置情况优化运输路线,选择专用的运输车运输钢结构材料。定位结构钢柱并确定钢柱垂直度,确定钢结构位置组织钢柱吊装。上述施工环节完成后处理现场结构,制定完善的维护措施,调试设备并组织工程验收,确保工程质量。

2.1 钢结构预制与组装

本工程规模较大,涉及多类别建筑施工,工序组成复杂具有较多的不确定性因素。为了强化施工效果,在设计阶段提出了多种类型的钢结构,满足不同条件下建筑结构的稳定性需求,具体结构类型见表2。

表2 工程选定的钢结构类型

钢结构类型	具体结构	特性
多层	普通钢框架	成本低
	集装箱房	-
	轻型钢结构	轻型便捷
高层	柱+楼盖模块	强度高
	钢框架-支撑	强度高
	钢框架+混凝土核心筒	强度高、安全性强
	钢管混凝土束剪力墙	安全性较高

由上表可见,按照施工需求组装钢结构,完善钢结构类型并实现多种结构类型与相应子工程的紧密对接。为了完成钢结构的规范制作,充分落实标准质量要求准备对应的制作材料,工程使用的钢结构材料见表3。

表3 钢结构制作材料

序号	制作材料	规格/型号	数量
1	水平拉杆连接板	165×165×8mm	620 块
		400×100×8mm	620 块
		165×120×8mm	1240 块
2	龙骨梁连接夹板	250×200×8mm	1320 块
3	龙骨梁连接板	300×250×8mm	780 块
4	加劲板	100×100×6mm	1770 块
5	封头板	380×200×10mm	960 块
6	底座板	340×300×20mm	240 块
		600×400×20mm	70 块
7	斜拉杆、拉条	φ 12	2536m
8	三角板	160×160×8mm	1960 块
9	隅撑	L50×4	235m
10	圆管	φ 22.5×2.5	44m
11	檩托板	200×160×8mm	1770 块

将表3出具的各类材料按照类别划定堆放区以及加工工序,按照预设的处理方案进行材料放样、焊接等工序处理,根据设计方案和建筑结构主体部分制作构件模板,完成钢结构构件的制作。制作完成后要求进行三道环节的质量检测,即制作完成后的质量检测、运输前质量检测、

进场前的质量检测。运输期间对构件进行完整的包装,要求保障的抗震等级与防水性能满足功能需求,进而确保钢结构运行的安全性与完整性。使用专业运输设备根据规划路线运输钢结构构件,避免出现过大的运输颠簸影响构件质量。运输装卸期间采用多种措施避免结构受损,根据现场实际情况调整组装方式,使用专业仪器定位结构位置并调整结构垂直度,要求明确组装结构精度和稳定性。构件运输到现场后完成初步组装,要求构件组成能满足施工现场的吊装需求,调整吊装方案避免出现吊装损坏^[1]。吊装前检查构件连接的稳定性以及规格尺寸,确定无误后将初步组装的构件正式组装,连接多个单元体形成完整的钢结构。

2.2 钢结构的定位及固定处理

钢结构制作、运输、组装完成后组织一次全面的质量检查,要求构件组装无误,规格正确,对不符合质量要求的构件重新组装,随后进行钢结构的定位处理。选用专业的测量仪器和设备,明确测量顺序,重点测量单元钢结构的规格尺寸以及相对位置,记录包括钢结构垂直度、结构尺寸和相对位置等指标在内的各项数据,定位结构优化处理,严格确保结构整体的稳定性与精准度。明确钢结构位置后,对重要节点部分进行固定处理,固定方式见表4。

表4 钢结构固定方式

固定方式	应用过程	应用范围
螺栓固定	使用合适的螺栓和螺母将构件连接在一起,并按照规范拧紧螺栓	可以拆卸的钢构件
焊接固定	采用专业的焊接设备和焊接材料,按照规范的焊接工艺进行操作	不能拆卸的钢构件
高强度螺栓固定	高强度螺栓和螺母将构件连接在一起,并按照规范拧紧螺栓	重要的受力部位连接

针对不同构件部位采用不同的固定方式,能显著增强结构节点的稳定性与连接效果,提高钢结构稳定性能。钢结构的固定连接应严格保障连接质量和构件的规格,确保多类构件的连接紧实,避免出现构件松动、脱落等情况,固定完成后组织一次大规模的质量检查,不满足质量标准的节点部分重新固定。结构整体部分连接完毕后重新校准,对照施工图纸重新检查、调整结构相对位置和相关尺寸,要求结构稳定性和精准度契合规范要求。以结构完整性与稳定性作为测量的重点目标,保护结构不受损坏,高质量完成钢结构定位及固定连接设计,并为后续的结构施工奠定基础。

2.3 确定钢结构的垂直度

项目作为典型的大跨度、大规模装配式钢结构建筑,对结构整体的稳定性要求较高,通过确定结构垂直度的方式保证工程质量,避免建筑结构失稳影响建筑安全。钢结构垂直度的测量要求选择合适的测量仪器,在测量前进行多次校准,根据结构重要节点以及主要的施工位置确定测量位置,测量位置应贴近结构关键部位节点,完善测量数

据结构,提高测量数据精准度。选定测量点后,将测量仪器放置在点位中调整角度,对照施工图纸和模型设计要求调整设计参数,确保仪器能相对完整地获取结构节点垂直度参数^[2]。本项目采用水准仪测量钢结构垂直度,要求每次测量至少放置在2个测量点上,与结构充分对接后记录数据,所测得数据内容相对精准,得到钢结构垂直度。钢结构垂直度的计算应涵盖结构钢柱以及结构垂直度的两个方面,将计算结果作为后续施工的标准参数。为了避免出现测量数据失误的情况,同一测量点组织两次以上的测量,不得出现明显的偏差,用于评估结构垂直度。检测钢结构的各类结构参数,对不符合垂直度标准的结构节点重新设计,满足稳定性要求的结构节点组织下一阶段的施工。

2.4 钢结构吊装与焊接

单体建筑结构垂直度检测完毕后,组织钢结构吊装作业。吊装作业应布置在基础工程验收流程后,确保基础工程的关键参数指标满足工程稳定性需求,对于部分检测不合格、结构失稳等情况重新修改并调整。选用吊装设备吊具时,应根据吊装需求合理选择规格,避免吊具规格与钢结构吊装出现偏差。吊装作业前调试起重设备性能,确保设备运行稳定、规格契合吊装需求。正式吊装前组织现场清理工作,要求现场不得存在明显的障碍物和大块垃圾,为设备运输、使用提供充分条件。工程部分软土地基无法承载吊装设备自重,进行额外的硬化处理,避免出现地面坍塌的情况^[3]。钢结构运输及吊装作业开展期间,制定科学的运输方案,改善道路状况,避免构件损坏影响后续施工。按照既有工程运输路线合理堆放不同形状和重量的材料,避免出现构件重复运输、不标准堆放等施工问题。桁架楼板这类特殊构件的吊装采用“U”形木质托板条用于防护,同时钢梁两侧焊接堵缝角钢,具体见图1。

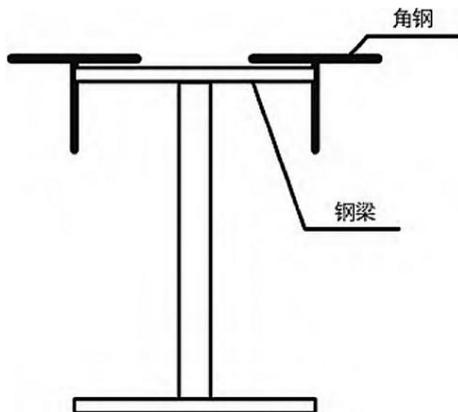


图1 堵缝角钢焊接

钢柱吊装时通过无缆风绳法校正钢柱的垂直度和扭度,明确吊装垂直度后确定检测偏差,柱钉轴线偏移量在许可范围内后,及时调整扭转钢柱位置。为了避免出现吊装偏移问题,在重要吊装节点布设临时设施,吊装结束后

清除该类设施。钢柱焊接应选择标准坡口,也可以根据结构当前作业条件自行设计焊接坡口,详细检查坡口质量后确保焊接坡口的完整度和清洁度。明确施工现场风力条件以及气候条件,风速较低区域采用气体保护焊的焊接方法,风速较高时采取手工电弧焊的焊接方法,并搭配采取防风措施^[4]。焊接完成后组织无损检测作业,重点检查结构焊缝气孔、焊瘤等缺陷。相邻钢柱安装到位后安装钢柱间的钢梁,安装顺序为先主梁、后次梁,部分工序具有多层次特点,按照不同层级的安装需求依次组织安装,预留吊装孔避免出现稳定性失衡情况。钢梁被吊装至指定位置后完成纠偏,固定连接板,使钢梁保持相对稳定的姿态,提高焊接稳定性。

3 钢结构建筑主体节点连接技术

3.1 钢梁与混凝土墙的连接

本装配式钢结构建筑原设计方案应在钢筋混凝土墙上方设置若干钢梁,经过施工勘察后发现根据原方案施工可能会影响墙体上方竖向钢筋出现失衡问题,尤其是承重墙对钢梁产生的荷载力会显著影响钢结构的整体稳定性。根据装配式建筑结构稳定效果要求以及机电设备安装要求,掌握设备施加的墙面荷载,定位型钢梁腹板与连接部位的应力作用,组织钢梁与混凝土墙的连接作业。根据原有施工方案调整增大钢梁截面尺寸,用于提升竖向荷载施加压力,并在连接部分增设钢筋,优化前后的钢梁性能进行对比见表5。经过改进后显著增加了钢梁与混凝土墙之间的稳定性,能满足结构整体的稳定性要求。

表5 钢梁性能对比

钢梁性能指标	优化前	优化后	改善率
抗震性能	1/230	1/330	25%
承载力/kN·m	500	650	25%

3.2 梁筋与型钢的连接

本项目在梁筋与型钢的连接方面采用两道工序,如果混凝土梁钢筋直接与型钢接触,则采用焊接套筒连接工艺,能显著提升结构稳定性;如果混凝土梁钢筋遇到型钢腹板则进行穿孔处理。结构性能和质量限制对混凝土梁钢筋施工提出了更高要求,型钢腹板在开孔后可能会出现完整性质量问题,因此在穿孔作业前应综合考虑型钢腹板的力学稳定性,综合考虑型钢节点配置多种施工方案,要求型钢截面损失率不得高于腹板面积的20%。型钢翼缘板根据结构配筋图验算型钢强度,确定多部分结构强度达到标准后定位开孔位置,开孔直径略大于钢筋直径。受力状态下要求梁端根据受力特点调整开孔位置,可以在靠近腹板的部位直接开工,采用焊工艺固定能提高连接的稳定性^[5]。部分结构节点需要绕过障碍物直接连接套筒,型钢翼缘板的结构特殊,在连接过程时采用加厚焊接的方式连接,使用全熔透焊缝工艺能满足二者的连接强度要求。根据结构节点连接强度要求和工

艺要求,选择合适的焊接设备,焊接完成后组织多次抗拔力试验获取数据,判断连接部位力学性能。如果钢筋两端都需要连接至套筒,则需要额外增加一段钢筋连接部位,用于调整后续的焊接工艺。

4 结束语

综上所述,装配式钢结构建筑作为当前建筑工程的主要类型,具有施工工序简单、施工标准化、质量可控、施工效率高等优势,根据建筑建设的整体需求灵活搭配材料优化结构节点,适用于不同功能、不同类型的建筑结构体系。在技术应用期间,严格控制钢结构构件制作、生产、运输、安装、连接等工序的施工质量,采用切实有效的工艺方案,稳步提升施工质量。制定合理的装配式钢结构建筑工程施工方案,满足施工安全性和稳定性的要求,充分发挥钢结构建筑优势,助力建筑行业的可持续高质量发展。

[参考文献]

- [1]金君鹏.大跨度空间钢结构建筑高空散装法施工工艺及变形控制技术[J].新城建科技,2025,34(11):16-18.
- [2]陈修强.基于铰接框架支撑体系的装配式钢结构建筑施工技术[J].四川水泥,2025(10):102-104.
- [3]戴建琪.基于新型连接技术的钢结构建筑绿色施工模式优化[J].石材,2025(6):117-119.
- [4]王建红.新质生产力背景下装配式钢结构建筑标准化施工策略研究[J].中国标准化,2024(16):210-213.
- [5]荀士佐.基于铰接框架支撑体系的装配式钢结构建筑施工技术的设计与应用[J].四川水泥,2024(5):97-99.

作者简介:许玉滴(1994.9—),女,毕业院校:北京交通大学海滨学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:河北冀科工程项目管理有限公司,职务:职员,职称级别:中级。