

# 建筑工程的钢结构安装施工技术分析

王星宇

重庆市建筑科学研究院有限公司

DOI: 10.12238/ems.v7i11.15997

**[摘要]** 随着建筑行业对结构安全性、施工效率与环保性能的不不断提升, 钢结构在现代建筑工程中得到广泛应用。钢结构安装施工作为实现建筑设计目标的核心环节, 其技术水平直接关系到工程质量与安全性。本文系统分析了钢结构施工中的关键技术内容, 旨在为类似建筑工程中钢结构施工的规范化、标准化提供技术指导。

**[关键词]** 建筑工程; 钢结构; 安装施工

钢结构因其强度高、重量轻、施工周期短等优势, 已广泛应用于高层建筑、工业厂房、桥梁等大型工程中。在现代建筑工程中, 结构体系日益复杂, 对施工技术的系统性、精细化提出更高要求。因此, 深入研究钢结构安装施工的关键技术, 梳理各个施工环节的技术逻辑与实施要点, 对于提升工程施工质量、延长结构使用寿命具有重要意义。

## 一、建筑工程钢结构概述

在当前建筑工程领域中, 钢结构建筑不仅具备良好的安全性与稳定性, 还能压缩建设周期、提升工程质量与施工效率。尤其是采用钢框架与钢筋桁架楼承板相结合的结构体系, 主要连接方式包括高强螺栓连接与焊接两种<sup>[1]</sup>。其中, 焊接施工依据使用部位划分等级: 对于钢管混凝土柱及节点区(即柱梁交汇的关键连接部位, 含节点外延 600mm 范围)需采用坡口全熔透一级焊缝, 确保结构核心区域的高强度连接; 而在 H 型钢、工字钢梁等腹板厚度 $\geq 30\text{mm}$  的构件等非节点区, 则可采用坡口全熔透二级焊缝, 兼顾施工效率与力学安全。从结构组成来看, 钢结构通常由钢板和型钢构件组合而成, 其构件之间通过焊接、高强螺栓或栓焊混合方式连接, 能够根据工程具体要求灵活组成各类异形构造, 适配复杂的建筑形态, 具有高度的构造自由度。钢结构建筑在我国已广泛应用, 相较于传统的混凝土、石材结构, 其抗震性能更强, 荷载承受能力更优, 且施工现场所需材料标准化程度高、运输便捷, 施工环保性突出。此外, 钢材本身具备较高的可回收性, 有助于推动绿色建筑的发展目标, 在现代工程建设中具有显著的推广价值。

## 二、建筑工程的钢结构安装施工要求

在钢结构建筑施工中, 必须在设计、材料与焊接三个层

面严格落实技术要求, 以确保结构安全与施工质量。设计阶段应结合项目所在地自然环境因地制宜制定方案, 尤其是在南方沿海等多台风区域, 需增强结构的抗风能力, 合理选用连接形式与构造细节<sup>[2]</sup>。同时, 施工前应制定完整的质量控制与验收标准, 科学选择施工设备与材料, 并与设计人员协同编制施工进度计划, 确保设计意图高效落地。现场基础设施如道路、水电、设备调试等也应提前部署, 为施工提供稳定支持。

在钢材选择方面, 钢结构常用的牌号包括 Q355、Q235、Q390 等, 若构件塑性要求 $\geq 235\text{MPa}$ , 应优先采用低合金钢或合金钢。施工单位需对钢材进行质量检测, 确保其满足设计要求。装配时, 应严格控制定位线、基准线及胎架划线精度, 保证结构尺寸与设计图纸一致, 防止误差累积。

焊接工艺则是质量控制的核心环节。应根据构件厚度与材料类型选定合适的焊接方式及焊材, 开坡口前清理焊缝区域油脂、锈蚀, 并对厚板构件实施预热, 防止裂纹生成。焊接过程中应采用分层多道焊接方式, 控制电流与顺序, 避免焊缝缺陷。焊后应在 24 小时内进行外观检查, 发现气孔、裂纹必须返修。熄弧板与引弧板需与母材一致, 并对焊接变形及时进行机械或热矫正, 确保构件尺寸与焊缝质量达到规范要求。

## 三、建筑工程钢结构安装施工技术

### 1、施工准备

施工单位必须秉持精细化理念, 从实地勘察到材料核查, 逐一落实各环节的技术要点, 夯实施工基础。首先, 现场技术人员应深入开展勘察作业, 全面掌握施工区域的地质、环境及空间限制条件, 并据此对设计图纸、技术说明及材料清

单展开交叉核验。对于存在不合理或不明确之处, 应立即向设计及总包单位反馈沟通, 防止因信息缺失引发后续施工障碍<sup>[3]</sup>。其次, 结合项目实际与勘察成果, 合理选定施工工艺, 尤其是在焊接方法、节点处理及大规格构件吊装方式方面, 需因构制宜、因势利导, 确保安装作业的可操作性。在材料准备方面, 施工单位必须严格把控进场材料的品质与性能指标, 所用钢材可选择 Q345 低合金钢与 Q235 碳素结构钢, 项目管理人员应查验每批次钢构件的产品合格证书, 并对 P、S、C 含量、抗拉强度、屈服极限等关键指标进行技术复核, 确保其满足国家规范与设计要求。此外, 焊条的型号、规格与保存状态也需严格管控, 避免因焊接材料不符或变质引发结构隐患。在技术交底环节, 施工单位应联合总包, 对图纸进行系统解读, 重点核查结构标高、基础轴线、锚栓外露长度及中心偏移量等关键参数, 一旦发现偏差需及时技术处理, 避免误差传递影响结构拼接。尤其是在埋件安装环节, 技术人员应严格对照控制标准进行测量与复核, 并落实对埋件的成品保护, 防止其在其他工序中遭受破坏或位移。

## 2、吊装施工

为了确保构件吊装过程有序推进, 施工单位必须依据工程实际和构件特性, 科学制定吊装施工技术方, 并严格执行各项操作规范。在正式吊装作业前, 首先对现场地面进行全面的平整与硬化处理, 确保吊装设备具备良好的承载平台, 为后续大吨位吊装作业奠定基础<sup>[4]</sup>。根据项目使用钢构件的尺寸与质量参数, 可选用 50t 汽车吊作为主力吊装设备, 起吊高度为 42m, 桥架则采用单樞整体吊装方式, 减少空中拼装作业, 提高安全性。

在具体吊装实施过程中, 施工技术人员结合实际支撑力与作业半径, 通过精密计算确认汽车吊支腿在侧方作业时需完全展开至 9.8m, 设备站位距离立柱轴线为 10m, 最远吊点至站位点的水平距离为 34m。桥架吊装时最大作业幅度为 8m, 对应起重量应控制在 8.2t。为进一步提升吊装的精准性, 吊点布置采用双吊点或三吊点方案。双吊点一般设于距构件两端部  $0.207l$  ( $l$  为构件长度) 处; 若使用三吊点吊装法, 则中点设一个吊点, 两端各设于距端部  $0.13l$  的位置。此外, 起吊前还需对吊索绑扎部位的牢固程度与吊点高度进行细致检查, 保证构件在起吊过程中保持稳定状态。当构件升至安装位置时, 应缓停于离最终安装高度  $50\sim 100\text{mm}$  的区间, 现场

人员及时调整构件姿态与定位, 待其满足安装精度要求后, 再缓缓落位, 完成整个吊装流程。

## 3、焊接施工

焊接不仅对力学性能有直接影响, 其操作规范性还决定了后续结构的稳定性。因此, 施工单位在焊接施工前应精细部署各项准备工作, 合理选用焊接技术类型, 并强化全过程质量控制。焊前准备必须充分到位, 对焊条、焊机全面检查。施工人员依据技术交底和施工方案, 确认使用的焊接方式与焊条型号相匹配, 同时对焊机规格与运行状态进行全面排查, 确保引弧电流与焊接电流设定合理, 通常控制在额定值的  $10\%\sim 15\%$  区间, 并向引弧结晶器注入适量引弧剂, 为稳定电弧和成形焊缝提供保障<sup>[5]</sup>。焊接过程中, 对于咬边现象, 应严格控制焊条角度, 焊条与前进方向之间应维持在  $65^\circ$  至  $75^\circ$ , 与左右方向保持约  $45^\circ$  夹角; 防止气孔产生则需保持焊接区域的清洁与干燥, 同时确保保护气体输送持续稳定; 至于夹渣问题, 则需优化坡口角度、采用合理焊接方法, 焊后也要及时清除熔渣, 避免残渣被封入焊缝内部。焊缝尺寸应严格按照设计规范进行测量, 确保长度与宽度符合标准。为避免应力集中, 焊接起点不得设于构件转角部位; 长焊缝应采用跳焊、退焊、分段交错焊接等工艺方法, 以降低焊接变形风险; 双面非对称坡口应遵循先深后浅的顺序, 提升焊缝融合度。对于厚度  $\geq 8\text{mm}$  的高强钢焊接板, 应采用多层多道焊, 底层施焊要使用小电流、高速度原则, 控制焊缝厚度, 后续各层焊缝则需确保接口错开, 避免焊缝重合于同一垂直线, 最大限度减少结构薄弱点的形成。

## 四、构件安装

### 4.1 钢柱安装

在钢柱安装作业中, 普遍采用焊接连接耳板作为吊装辅助结构, 以保障构件就位时的安全性。通常耳板采用 Q355B 钢板制作, 板厚为 20mm; 若所吊装钢柱重量较大, 现场可根据受力计算适当加厚耳板, 以提升吊装稳定性。钢柱起吊至安装高度后, 需使用无绳风绳法对柱体进行姿态调整, 通过调整柱身预埋千斤顶、配合经纬仪测量仪器, 控制其垂直度与轴线偏移量, 使其偏差满足国家规范。在轴线与垂直度调整合格后, 施工人员应先紧固钢柱耳板上的螺栓, 并使用钢模、撬棍等工具进行微调, 直至满足安装定位要求, 再将临时安装用的耳板予以切除, 并完成焊接加固。

#### 4.2 钢梁安装

钢梁安装工作需紧随钢柱吊装之后进行,且通常采用先主梁后次梁、先下梁后上梁的施工顺序,确保结构稳定性逐步建立。若因场地调度或构件供应等原因,钢梁无法同步安装,施工人员应通过缆风绳及时对钢柱临时固定,防止因受力不均导致倾斜或变形<sup>[6]</sup>。钢梁安装过程中应特别重视连接节点的螺栓固定强度,依据施工规范规定,钢梁与钢柱之间的螺栓连接数量必须达到总设计螺栓数的30%以上,且不低于两个螺栓,以保证临时固定的结构强度。施工技术人员还应根据结构设计图纸,合理设置钢梁吊点和吊装路径,避免在空中对接过程中的强行对位操作,减少高空作业风险。钢梁安装完成后,应及时对节点间隙、水平度、梁端就位误差等内容进行结构检测,确保其满足精度标准后方可进入下一道工序。

#### 4.3 桁架安装

桁架构件作为钢结构工程中承重与稳定功能兼具的关键部位,其安装工艺的技术标准远高于其他构件。为确保桁架拼装质量,在现场拼装作业中必须使用8×M16高强螺栓对上下弦杆进行连接,并采用全熔透焊接技术处理接头。操作过程中,焊缝区域不允许存在35cm范围内的铁锈、水分或油污,焊脚尺寸需严格按照《桁架拼接焊脚尺寸标准表》执行,其中母材厚度<6mm时焊脚为3mm,6~12mm时为5mm,>12mm则为8mm。焊接完成后,还必须对每条焊缝进行超声波探伤检测,探伤长度不小于20cm,以确保焊接内部无裂纹、气孔或夹渣等缺陷。同时,施工单位应严格控制桁架整体垂直度偏差,当桁架长度<35m时,允许偏差≤10mm;长度在35~60m之间时,允许偏差≤35mm;长度>60m的桁架,垂直偏差则不得超过52mm。

#### 五、成品保护与验收

施工单位必须在项目初期便将成品保护纳入整体施工策划,结合现场实际情况制定针对性强、操作性高的保护方案。不同类型的钢构件,其保护重点和方法各有差异。例如,对于已完成安装的钢柱、钢梁,应在表面加设临时防护层或防护罩,减少施工机械运行、材料堆放或交叉作业带来的物理碰撞与刮擦风险;而对经过喷涂防腐涂层或其他表面处理的构件,则应加大巡查频次,避免灰尘、油污及化学物质造成

表面污染,必要时使用保护膜进行临时封护,以确保饰面质量不受影响。在施工现场布置上,还应合理划定成品构件堆放区域,分类有序堆放不同规格构件,既便于后续调度,又减少不必要的二次搬运和重复吊装,降低构件变形与损伤概率。运输环节中,针对节点构件、异形件等精密加工部位,应采取缓冲防撞包装及稳固绑扎措施,避免因路面颠簸或装卸不当引起结构缺陷。在验收阶段,相关技术人员必须严格依照国家及行业现行标准制定涵盖时间安排、责任分工及技术要求的详细验收计划,并配套使用标准化的检查表进行记录与核查。验收内容需全方位覆盖外观质量、几何尺寸精度、连接节点牢固性及防腐防护施工质量等关键指标,对于重要受力构件和关键连接部位,还应采取三维激光扫描、超声波探伤等先进检测手段,以便全面评估结构的整体质量状况。

#### 结语

钢结构安装施工作为建筑工程的重要组成部分,其技术水平直接影响着结构体系的稳定性、安全性与使用寿命。研究表明,科学制定施工方案、合理选材、规范焊接工艺、严控安装精度、加强成品保护,是保障钢结构质量和安全的关键所在。随着建筑技术的不断发展,钢结构施工也将朝着智能化、机械化、标准化方向演进。未来,需进一步深化施工工艺研究,推动钢结构工程向更高质量、更高效率的方向发展,全面助力建筑行业技术进步与绿色发展目标实现。

#### [参考文献]

- [1] 苏文博. 建筑工程的钢结构安装施工技术探讨[J]. 产品可靠性报告, 2025, (06): 129-130.
- [2] 李连根. 论装配式高层建筑工程钢结构安装施工技术[J]. 散装水泥, 2025, (03): 49-51+54.
- [3] 武金林. 钢结构建筑工程施工质量控制措施探讨[J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (12): 137-139.
- [4] 郝建坤, 焦更晓, 张嘉奕, 杨道梦, 赵瞳辉. 建筑工程大型钢结构安装施工技术[J]. 居业, 2025, (06): 47-49.
- [5] 徐宝全, 李素贞, 解丹, 许洋洋, 白家伟. 复杂高层建筑钢结构安装施工工艺应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (09): 190-192.
- [6] 潘汪定, 严国飞, 何杰. 建筑工程钢结构施工安装技术研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9 (19): 88-90.