

钢结构房建工程施工安装技术及质量控制研究

赵明杰

中建八局第二建设有限公司 山东 济南 250000

摘 要：随着装配式建筑与高层建筑快速发展，钢结构凭借自重轻、强度高、抗震性能优及施工周期短等优势，已广泛应用于现代房建工程。其施工安装工序复杂、精度要求高，安装质量直接决定结构安全与使用耐久性。本文系统研究钢结构安装技术体系，围绕前期准备、吊装工艺、测量校正、螺栓连接、焊接施工及防腐防火涂装等关键技术展开论述，并从原材料管控、过程质控、施工组织与安全管理等方面构建质量控制体系，梳理现场施工管理要点与人员培训措施。研究可为钢结构安装施工提供技术参考，对提升施工质量、降低隐患、保障安全具有实践意义。

关键词：房建工程；钢结构；施工安装；安装技术

引言：在绿色建筑与建筑工业化政策推动下，钢结构房建工程已成为建筑行业主流发展方向。相较于传统混凝土结构，钢结构装配化程度高、现场湿作业少、整体性能优越，更适配高层、大跨度及复杂造型建筑施工。但钢结构构件精度要求严格、吊装风险高、连接工艺专业性强，施工现场易出现安装偏差、连接不达标、防腐防火不到位等质量问题，影响结构稳定性。当前部分现场仍存在技术不规范、质量管控松散、安全管理薄弱等问题。基于此，本文系统研究钢结构房建安装核心技术与质量控制策略，完善施工与管控体系，以有效提升钢结构房建工程整体施工质量。

1 钢结构房建工程施工安装技术体系

1.1 钢结构安装前的准备工作

钢结构安装前期准备是保障施工精度与规避隐患的基础。施工前须全面开展图纸会审，核对构件尺寸、节点构造、标高轴线及安装顺序，解决图纸冲突问题；编制专项安装施工方案，明确吊装流程、设备选型、工艺标准及安全措施。现场完成场地平整、道路硬化、基坑防护等布设，保证吊装作业空间。构件进场后严格进行外观检查、尺寸复核与编号核对，对变形、锈蚀构件及时矫正或退场。提前完成测量控制点布设与基础预埋件验收，为后续精准安装奠定基础。

1.2 钢结构安装常用起重设备与机具

钢结构吊装需根据构件重量、安装高度、作业半径及场地条件科学选型起重设备。常用设备包括汽车起重机、塔式起重机、履带式起重机，轻型构件及低层结构

多采用汽车吊，高层及大重量构件优先选用塔吊或履带吊。配套机具涵盖钢丝绳、卸扣、吊装夹具、千斤顶、全站仪、扭矩扳手等，所有机具进场前须完成校验检测，确保性能精度达标。施工中根据构件规格匹配吊点与吊具，杜绝超载吊装与带病作业，有效规避设备故障与安装偏差^[1]。

1.3 钢结构构件的吊装工艺

钢结构吊装严格遵循“先主体后围护、先竖向后水平、先低层后高层”的施工顺序，依次完成钢柱、钢梁、支撑体系及围护结构吊装。钢柱采用单点或两点吊装，起吊保持垂直平稳，就位后及时临时固定；钢梁根据跨度选择吊点，保证受力均匀防止扭曲变形；大跨度构件采用分段、对称吊装工艺，减少附加应力。吊装就位后及时进行临时支撑与揽风固定，形成稳定结构体系，严禁大面积吊装未固定构件，确保施工安全与安装精度。

1.4 钢结构安装中的测量与校正技术

测量与校正是保障钢结构安装精度的关键手段。施工前利用全站仪、水准仪布设轴线、标高及垂直度控制基准，建立现场测量控制网。钢柱就位后重点校正柱底标高、轴线偏移与柱身垂直度，采用千斤顶、微调螺栓精细化调整，确保偏差符合规范要求。钢梁安装后复核标高、跨度与水平度，避免高低差及挠度超标。高层钢结构采用分层测量、分段校正技术，防止累计偏差过大。测量数据及时记录存档，校正完成后固定锁定，保障整体安装精度与几何尺寸达标。如图 1 所示



图 1 钢结构安装梁架布设施工现场图

表 1 不同规格高强度螺栓终拧扭矩控制值参考表

螺栓规格	性能等级	预拉力 P (kN)	终拧扭矩 Tc (N·m)	初拧扭矩 (N·m)	检测扭矩 (N·m)
M16	10.9S	100	392	196	294~490
M20	10.9S	155	784	392	588~980
M22	10.9S	190	1078	539	808~1348
M24	10.9S	225	1372	686	1029~1715
M27	10.9S	290	1960	980	1470~2450
M30	10.9S	355	2744	1372	2058~3430

注：终拧扭矩 T_c 按 $T_c = K \cdot P \cdot d$ 计算， K 为扭矩系数（0.11~0.15）， P 为预拉力设计值， d 为螺栓公称直径。每批螺栓施工前须进行扭矩系数复验，初拧扭矩取终拧扭矩的 50%，检测扭矩以终拧扭矩 $\pm 10\%$ 为合格。上表按 $K = 0.13$ 基准值计算，施工单位应依据实测扭矩系数修正。

2.2 钢结构焊接安装技术

焊接施工是钢结构拼接与节点连接的核心工艺，焊接缺陷会直接引发结构安全隐患。施工前须根据钢材材质、板厚、节点形式编制焊接工艺评定，确定焊接电流、电压、速度及层道工艺参数，作业人员必须持证上岗。施工中严格清理焊缝坡口，去除杂质、锈蚀与水分，保证焊接界面清洁。厚板焊接采用分层、分段、对称施焊工艺，有效释放焊接应力，减少变形与裂纹。严控焊接环境，大风、雨雪、低温天气须做好防护，恶劣天气禁止露天施焊。焊后及时清除焊渣，开展外观检查与无损检测，对气孔、夹渣、未焊透、裂纹等缺陷及时返修，保障焊缝质量^[2]。

2.3 钢结构安装中的特殊连接

钢结构还包含梁柱铰接、刚接节点、支座连接、伸

2 钢结构连接安装关键技术

2.1 高强度螺栓连接安装技术

高强度螺栓连接具有受力均匀、刚度大、变形小等优势，其安装质量直接影响结构安全。施工前须严格处理摩擦面，去除油污、锈蚀、氧化皮，确保抗滑移系数满足要求（ $Q235 \geq 0.45$ ， $Q345 \geq 0.50$ ， $Q390 \geq 0.55$ ）。螺栓安装遵循“先初拧、后终拧”工序，初拧扭矩取终拧值的 50%，终拧采用专用扭矩扳手精准控制。M24（10.9S 级）终拧扭矩标准值为 $1372N \cdot m$ ，抽检偏差允许 $\pm 10\%$ 。同一节点螺栓对称、均匀、分次拧紧，避免局部应力集中。施工完成后全数复检，扭矩抽检比例不少于节点总数的 10%且不少于 10 个节点，不合格者及时更换。如下表 1 所示

缩缝连接等多种特殊连接形式，是受力传递的关键部位。刚接节点须同时保证螺栓紧固与焊缝密实，实现弯矩与剪力的有效传递；铰接节点控制螺栓精度与间隙，保证结构适度转动以释放温度应力。支座连接须保证支座水平、对位精准，严控偏移与倾斜；伸缩缝、抗震缝连接须按设计预留缝隙，确保结构变形空间，避免温度与地震荷载造成挤压破坏。特殊连接部位受力复杂，须专项交底、专人施工、重点验收，确保节点连接安全可靠。

3 钢结构安装质量控制体系

3.1 钢结构安装质量验收标准

钢结构质量验收依据 GB 50205 及 JGJ 81 等规范执行，涵盖加工精度、安装偏差、连接质量、防腐防火等环节。安装阶段重点验收钢柱垂直度（整体偏差 $\leq H/1000$ 且 $\leq 25mm$ ，单节 $\leq H_c/1000$ 且 $\leq 8mm$ ）、柱顶标高（ $\pm 10mm$ ）、梁水平度（ $\leq L/1500$ 且 $\leq 10mm$ ）及整体弯曲矢高（ $\leq L/1500$ 且 $\leq 25mm$ ）。连接验收包括高强螺栓扭矩检测、焊缝无损检测及节点外观检查。防腐涂层干膜总厚度不小于设计值，防火涂料厚度偏差不大于设计值的-5%。所有分项实行自检、互检、交接检三级验收制度。

3.2 原材料与半成品的质量控制

原材料质量是钢结构工程的根本保障。钢材、螺栓、焊条、涂料等进场须提供合格证、检测报告及性能参数,现场抽样复检,不合格材料严禁使用。预制构件进场后逐一核对编号、尺寸、坡口、孔位及外观,对变形、磕碰、锈蚀及时矫正修复,钢材表面锈蚀等级须达 A 级或 B 级。构件堆放须垫高(距地面 $\geq 200\text{mm}$)、防雨、防潮、防变形。建立材料与构件验收台账,实现可追溯管理,从源头保障安装质量^[3]。

3.3 安装过程质量控制要点

安装过程质量控制是杜绝质量隐患、保障施工精度的核心环节。施工过程严格执行专项施工方案,严控吊装顺序、安装精度、临时固定流程,杜绝违规施工、随意调整工序。测量放线、构件就位、校正固定、螺栓紧固、焊接施工等关键工序实行旁站监督,垂直度偏差超过 3mm 即应暂停作业进行校正复核,高强螺栓初拧后 24 小时内完成终拧。重点把控高层钢结构安装累计偏差,采用分层测量、分段纠偏方式控制结构整体精度,每 10 层进行一次整体垂直度和标高复测与纠偏。严格执行工序交接制度,上道工序验收不合格严禁进入下道工序。同时加强成品保护,避免已安装构件碰撞、变形、污染,通过精细化过程管控全面提升安装质量。

3.4 钢结构防火与防腐涂装质量控制

钢结构防火、防腐涂装是提升建筑耐久性、延长结构服役寿命的关键工序。涂装施工前必须彻底开展基层处理,采用喷砂(Sa2.5 级,粗糙度达到 $Rz40\sim75\mu\text{m}$)或打磨方式清除钢材表面铁锈、氧化皮、油污、灰尘。防腐涂装按设计要求分层涂刷底漆(干膜厚度 $\geq 60\mu\text{m}$)、中间漆、面漆,总干膜厚度不小于设计值(一般不低于 $150\mu\text{m}$),杜绝漏涂、流挂、起皮、厚薄不均。防火涂料施工区分超薄型(厚度 $\leq 3\text{mm}$)、薄型($3\sim7\text{mm}$)、厚型($7\sim45\text{mm}$)工艺标准,保证粘结牢固、厚度达标,一般钢柱防火涂料厚度不小于 20mm 、钢梁不小于 15mm 。施工过程规避雨天、大风、高湿环境作业,涂装完成后开展厚度检测(每 100m^2 随机抽检 5 个测点)与外观验收,确保防腐、防火性能达标。

4 施工组织管理与安全技术

4.1 钢结构安装施工组织

科学完善的施工组织是保障钢结构工程高效、有序施工的前提。施工单位须结合工程特点、工期与现场条件编制施工组织设计,合理划分施工区段、安排施工顺序、配置设备与人员。优化资源配置,协调构件进场、吊装排班与工序衔接,避免窝工与冲突。建立项目管理、技术、作业三级管理体系,明确质量与安全职责。

合理布置吊装区、堆放区、加工区及安全通道,实现标准化施工。动态调整施工计划,根据进度与天气变化优化组织,确保工程按期完成^[4]。

4.2 钢结构安装安全管理

钢结构安装属高空高危作业,安全管理是重中之重。须严格落实安全生产责任制,划分安全责任区域。高空作业人员必须佩戴安全带(高挂低用,挂点承受力 $\geq 13.7\text{kN}$)、安全帽、防滑鞋,搭设操作平台、防护栏杆(高度 $\geq 1.2\text{m}$)及安全网(层间间距 $\leq 10\text{m}$)。吊装区设警戒,警戒范围不小于坠落半径(高度 30m 以下为 5m),严禁无关人员进入^[5]。定期检查设备,杜绝带病作业与超载吊装(荷载 $\leq$ 额定起重量 90%)。建立隐患排查闭环机制,每日巡查、及时整改。

4.3 技术交底与人员培训

人员专业能力直接决定施工质量。开工前技术负责人须向班组进行专项交底,明确工艺、标准、质量要点及安全事项。定期组织安装、焊接、螺栓施工、涂装等专项技能培训,焊工须持相应材质与位置的合格证书(有效期 3 年),起重工、测量工、电工等特殊工种必须持证上岗。针对质量通病与安全隐患开展警示教育,规范操作行为。通过常态化培训与精细化交底,从人员层面杜绝违规操作,保障施工质量与安全。

结束语

钢结构房建工程施工安装技术复杂、质量标准严格、安全风险较高,技术与质量管控水平直接决定结构安全与工程寿命。本文系统梳理了钢结构安装前期准备、吊装工艺、测量校正、连接技术及涂装施工等核心技术,建立了涵盖验收标准、原材料管控、过程质控与安全管理的完整质控体系。钢结构工程质量提升须依托标准化施工技术、精细化过程管控与科学化组织管理,全方位规避安装偏差、连接缺陷及防腐防火不足等问题。通过规范工艺、强化人员管理、落实安全防控,可有效提升施工质量,为同类工程提供技术借鉴。

参考文献

- [1] 韩彦科. 建筑钢结构厂房安装施工技术 [J]. 建材与装饰, 2026, 22(7): 7-9.
- [2] 李奉霖. 房建工程钢结构施工技术研究 [J]. 陶瓷, 2025(10): 132-134.
- [3] 文伟龙. 房建工程中钢结构高强螺栓施工技术要点分析 [J]. 中国建筑装饰装修, 2025(21): 121-123.
- [4] 闫虎君, 王银喜. 某厂房建筑项目钢结构工程施工技术要点分析 [J]. 建筑技术开发, 2023, 50(10): 17-19.
- [5] 卢麟锋. 工业厂房钢结构安装工程的施工技术分析 [J]. 建材发展导向, 2023, 21(20): 154-156.