

# 土建工程中的钢结构施工技术

李永亮

372527\*\*\*\*\*3252

**摘要：**在现代土建工程领域，钢结构凭借强度高、自重轻、施工周期短及绿色环保等优势，逐渐成为高层建筑、大跨度场馆、工业厂房等项目的核心结构形式。本文围绕土建工程中的钢结构施工技术展开研究，首先阐述钢结构施工技术的基本特点与应用价值，随后从钢结构材料选用与质量控制、构件加工制作、现场安装（含吊装、拼接、固定）、焊接工艺优化及防腐防火处理等关键环节，详细分析各环节的技术要点与操作规范。同时，针对当前钢结构施工中存在的技术难题（如焊接变形控制、高空作业安全风险、构件精度偏差等），提出相应的解决对策与优化建议。研究表明，通过严格把控施工全流程技术标准、引入智能化施工设备与监测手段，可显著提升钢结构工程的施工质量与安全性，为土建工程的高效建设提供技术支撑。

**关键词：**土建工程；钢结构；施工技术；焊接工艺；防腐防火；质量控制

**DOI：**10.69979/3060-8767.25.10.070

## 1 引言

随着我国城镇化进程的加快与建筑工业化的推进，土建工程对结构性能的要求日益提高。钢结构因具备材料强度高、抗震性能好、空间利用率高及可回收再利用等特点，在超高层建筑（如上海中心大厦）、大跨度交通枢纽（如北京大兴国际机场航站楼）、工业厂房等工程中得到广泛应用。钢结构施工技术作为决定工程质量与安全的核心要素，其技术水平直接影响工程的建设周期、使用性能及后期维护成本。然而，在实际施工过程中，受材料特性、加工精度、现场环境及施工工艺等因素影响，钢结构施工仍面临诸多技术挑战。因此，深入研究土建工程中的钢结构施工技术，梳理各环节技术要点，解决施工中的关键问题，对推动土建工程行业的技术进步与高质量发展具有重要意义。

## 2 钢结构施工技术的基本特点与应用价值

### 2.1 基本特点

钢结构施工与传统混凝土结构施工相比，具有显著的技术差异性，主要体现在以下方面：一是构件工厂化生产，钢结构的梁、柱、桁架等核心构件多在工厂内按设计图纸加工制作，现场仅需进行拼装与安装，减少了现场作业量，降低了受天气等自然因素的影响；二是施工周期短，钢结构构件重量相对较轻（相较于同跨度混凝土构件），且安装便捷，可与其他专业工程（如机电安装）交叉作业，大幅缩短整体工程工期；三是结构可塑性强，钢材具有良好的韧性与延展性，可通过冷弯、焊接等工艺加工成复杂的结构形式，满足大跨度、异形

空间的设计需求；四是绿色环保性，钢材属于可循环利用材料，工程拆除后构件可回收再加工，减少建筑垃圾产生，符合国家“双碳”目标与绿色建筑发展理念。

### 2.2 应用价值

在土建工程中，钢结构施工技术的应用价值主要体现在三个层面：从工程质量层面，钢结构的高强度特性可降低结构自重，减少基础荷载，提升工程整体抗震、抗风性能，延长建筑使用寿命；从建设效率层面，工厂化加工与现场快速安装的模式，可有效缩短工期，降低人工成本与管理成本，尤其适用于工期紧张的大型项目；从社会与环境层面，钢结构的可回收性与低污染施工特点，符合绿色建筑与可持续发展要求，减少对环境的破坏，助力土建工程行业向低碳化转型。

## 3 钢结构施工关键技术环节分析

### 3.1 材料选用与质量控制技术

需严格遵循 GB50205-2020 规范，把控材料全流程质量：

#### 3.1.1 材料选用

按工程受力选钢种：Q235 钢用于一般荷载结构，Q355 钢用于中高强度构件，Q460 及以上钢用于超高层、大跨度关键结构；同时匹配辅助材料，如 Q355 钢焊接选 E50 系列焊条，确保材料性能契合设计要求。

#### 3.1.2 质量管控

进场时核查钢材质量证明文件（出厂合格证、检验报告），抽样送检（化学成分、力学性能）；高强度螺栓、焊接材料等需同步验收；存储时钢材架空防潮防锈，

焊接材料存于干燥库房控温湿度，防止变质。

### 3.2 构件加工制作技术

构件加工需在合规工厂进行，核心技术要点如下：

#### 3.2.1 放样与下料

用 CAD 与数控放样保证尺寸精度，按钢材厚度选切割方式（薄板等离子切割、厚板火焰切割），切割后打磨切口去毛刺与氧化层。

#### 3.2.2 成型与组装

异形构件（弧形梁、弯柱）用冷弯（ $\leq 16\text{mm}$  薄板）或热弯（厚板/高强度钢，控温防性能下降）加工，成型后复核参数；复杂构件（桁架、钢柱）工厂组装，用工装夹具固定精度，大型构件预拼装模拟安装，及时调整偏差。

#### 3.2.3 表面处理

加工完成后除锈（喷射/抛丸除锈达 Sa2.5 级及以上），除锈后及时刷底漆，防止钢材二次锈蚀，底漆涂刷需均匀达标。

### 3.3 现场安装技术

现场安装需结合工程特点制定方案，核心环节技术要点如下：

#### 3.3.1 安装前准备

先验收基础（检查标高、轴线、预埋螺栓偏差，超差需调整）与进场构件（外观、尺寸、表面处理质量）；选配合适吊装设备（汽车吊、塔吊）并做荷载试验，校准全站仪、水准仪等测量仪器。

#### 3.3.2 吊装技术

按构件受力设吊点（长细比大的钢梁需多吊点），大型构件用平衡梁保持水平；起吊缓慢平稳，避免碰撞，到位后用点焊或临时支撑固定，高空作业需搭平台、系安全带，专人指挥。

#### 3.3.3 拼接与固定技术

螺栓连接：先装临时螺栓（ $\geq$  总数 10% 且  $\geq 2$  个）调偏差，合格后装高强度螺栓并终拧，终拧后查扭矩；

焊接连接：先定位焊（符合工艺要求），再正式焊接，焊后查焊缝外观与无损检测。

### 3.4 焊接工艺优化技术

通过工艺优化保障焊接质量，重点关注以下方面：

#### 3.4.1 焊接工艺参数控制

按钢材材质、厚度、焊接位置定参数：如 Q355 钢厚板（ $\geq 20\text{mm}$ ）埋弧焊，电流 500–600A、电压 32–36V、速度 30–40cm/min；立焊电流较平焊降 10%–15%，避免

熔滴坠落。

#### 3.4.2 焊接变形控制

用对称焊接、分段焊接减少应力；预设反变形量抵消变形；用夹具固定构件限制变形；焊后通过振动时效或热处理消除残余应力，必要时用机械、火焰矫正轻微变形。

#### 3.4.3 焊缝质量检测

外观查成形、尺寸、表面缺陷（裂纹、气孔等）；重要焊缝 100% 无损检测（超声波检测为主），一般焊缝抽样检测，确保符合 GB50205–2020 标准。

### 3.5 防腐与防火处理技术

钢结构的防腐与防火是保障工程长期安全的关键，需结合环境与设计要求选择适配工艺。

#### 3.5.1 防腐处理技术

钢结构易受环境因素锈蚀，常用防腐工艺包括：

涂料防腐：采用“底漆+面漆”体系，底漆（如环氧富锌底漆）保障附着力与防锈性，面漆（如氟碳、聚氨酯面漆）提升耐候性；需先将构件除锈至 Sa2.5 级及以上，再均匀涂刷，总厚度  $\geq 150 \mu\text{m}$ 。

热浸锌防腐：将构件浸入熔融锌液形成锌层，使用寿命  $\geq 20$  年，适用于户外、潮湿环境构件（如幕墙支撑、桥梁钢结构），浸锌后需钝化处理增强耐腐蚀性。

阴极保护防腐：针对埋地或水下构件（如管道、桩基），通过牺牲阳极（如锌阳极）或外加电流方式阻断腐蚀，延长使用寿命。

#### 3.5.2 防火处理技术

钢材高温 ( $>600^\circ\text{C}$ ) 下易失稳，需通过以下工艺提升耐火性：

防火涂料涂装：按耐火极限 (0.5–3h) 选涂料类型，薄型 ( $\leq 3\text{mm}$ ) 适用于低耐火要求构件，厚型 ( $\geq 7\text{mm}$ ) 适用于柱、主梁等关键构件；涂刷前需清洁构件表面，确保厚度均匀达标。

防火板包裹：用岩棉、硅酸钙等防火板通过螺栓或黏结剂固定构件，适用于室内外观要求较高的场景，施工便捷且耐火性能稳定。

喷涂防火材料：对桁架、异形柱等复杂构件，喷涂岩棉、玻璃棉等无机材料形成防火层，喷涂后需涂刷界面剂防止材料脱落。

### 4 钢结构施工中的技术难题与解决对策

#### 4.1 焊接变形控制难题

##### 4.1.1 问题表现

在钢结构焊接过程中，由于焊缝区域温度分布不均，

冷却后易产生焊接变形（如角变形、弯曲变形、收缩变形），导致构件尺寸偏差超出规范要求，影响现场安装精度，甚至需返工处理，增加施工成本与工期。

#### 4.1.2 解决对策

一是优化焊接工艺设计，在焊接前通过有限元分析软件（如 ANSYS、ABAQUS）模拟焊接过程，预测焊接变形量，据此调整焊接顺序与工艺参数；二是加强焊接过程中的温度控制，采用预热（对于厚板或高强度钢，预热温度一般为 80–150°C）、后热（焊接后缓慢冷却）工艺，减少焊缝区域与母材的温度差，降低焊接应力；三是采用自动化焊接设备（如机器人焊接、埋弧自动焊），替代人工焊接，提高焊接参数的稳定性，减少人为因素导致的焊接变形；四是焊接后及时进行矫正处理，对于轻微变形采用机械矫正（如采用千斤顶、压力机矫正），对于较大变形采用火焰矫正（控制加热温度与冷却速度，避免钢材性能损伤）。

### 4.2 高空作业安全风险

#### 4.2.1 问题表现

钢结构施工多涉及高空作业（如超高层钢结构安装、大跨度桁架吊装），作业环境复杂，存在坠落、物体打击、触电等安全风险；同时，高空作业空间有限，构件运输与安装难度大，易发生安全事故。

#### 4.2.2 解决对策

一是制定专项安全施工方案，明确高空作业的安全防护措施、操作流程与应急预案，对作业人员进行安全培训与技术交底，考核合格后方可上岗；二是完善安全防护设施，在高空作业区域搭设安全网、操作平台，设置临边防护栏杆，作业人员必须系挂安全带（高挂低用），佩戴安全帽；三是采用智能化施工设备，如采用无人机进行构件运输辅助、遥控焊接机器人进行高空焊接作业，减少人员高空作业量；四是加强现场安全管理，安排专职安全员进行现场巡查，及时消除安全隐患，严禁违章作业。

### 4.3 构件精度偏差问题

#### 4.3.1 问题表现

钢结构构件在工厂加工、运输及现场安装过程中，易产生精度偏差（如构件长度偏差、孔位偏差、垂直度偏差），若偏差超出规范允许范围，会导致构件无法正常拼接，影响结构安装质量与受力性能。

#### 4.3.2 解决对策

一是加强工厂加工精度控制，采用数控加工设备（如数控切割机、数控钻床）进行构件加工，提高加工精度；加工过程中定期对设备进行校准，确保设备精度符合要求；构件加工完成后，严格进行尺寸检测，不合格构件严禁出厂。二是优化构件运输方案，根据构件尺寸与重量选择合适的运输车辆（如平板车、拖车），运输过程中采用固定支架对构件进行固定，防止构件变形；对于超长、超宽构件，需办理超限运输许可，制定专项运输路线，避免运输过程中构件受损。三是强化现场安装精度控制，采用高精度测量仪器（如全站仪、激光准直仪）进行安装定位，实时监测构件安装偏差；对于偏差较大的构件，采用调整垫片、张拉矫正等方法进行纠偏，确保安装精度符合规范要求。

### 5 结论

本文通过对土建工程中钢结构施工技术的研究，得出以下结论：钢结构施工技术具有构件工厂化生产、施工周期短、结构可塑性强及绿色环保等特点，在现代土建工程中具有重要的应用价值；钢结构施工是一个系统工程，需严格把控材料选用与质量控制、构件加工制作、现场安装、焊接工艺、防腐防火处理等关键环节的技术要点，确保施工质量与安全；针对焊接变形、高空作业安全风险、构件精度偏差等技术难题，可通过优化工艺设计、采用智能化设备、加强现场管理等措施进行解决，提升钢结构工程的施工水平。

### 参考文献

- [1] 李鹏宇. 土建工程中钢结构施工技术要点 [J]. 门窗, 2025(5): 82–84.
- [2] 秦阳, 李超. 探析土建工程施工中的钢结构技术 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2016.
- [3] 王秀. 土木工程施工中钢结构技术应用的问题思考探究 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [4] 李晨雨, 孟伟. 浅谈钢结构施工技术在土木工程中的应用 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(7): 4.
- [5] 周立军, 郑丕庆. 土建工程中钢结构施工技术要点 [J]. 2024(14): 43–45.