

Steel structure construction technology and application strategy in civil engineering

Yushan Gan

Guigang Construction Group Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537000, China

Abstract

With the rapid advancement of civil engineering construction, steel structures have gained widespread application in modern architecture due to their high strength, light weight, short construction period, and recyclability. This article delves into the construction technology and application strategies of steel structures in civil engineering, detailing the key processes of steel structure fabrication, including cutting, welding, and correction. It also analyzes the installation techniques of steel structures, such as hoisting and connection methods, and explores the painting techniques to ensure durability. The article proposes strategies for optimizing construction processes, enhancing quality control, and introducing advanced monitoring technologies. These strategies aim to improve the quality and efficiency of steel structure construction, promote the scientific application of steel structures in civil engineering, and support the sustainable development of the civil engineering industry.

Keywords

civil engineering; steel structure; construction technology; application strategy

土木工程中钢结构施工技术及应用策略

甘育山

广西贵港建设集团有限公司, 中国 · 广西 贵港 537000

摘要

随着土木工程建设的快速发展, 钢结构凭借其强度高、自重轻、施工周期短、可回收利用等显著优势, 在现代建筑领域得到广泛应用。本文围绕土木工程中钢结构施工技术及应用策略展开深入研究, 详细阐述了钢结构加工制作技术, 涵盖钢材切割、焊接、矫正等关键环节, 深入分析了钢结构安装技术, 包括吊装技术、连接技术等要点, 探讨了钢结构涂装技术以保障其耐久性, 提出优化施工工艺、加强质量控制、引入先进监测技术等应用策略, 旨在为提升钢结构施工质量与效率、推动钢结构在土木工程领域的科学应用提供理论参考与实践指导, 助力土木工程行业的可持续发展。

关键词

土木工程; 钢结构; 施工技术; 应用策略

1 引言

在城市化进程加速的当下, 土木工程的建设规模持续拓展, 对建筑结构性能及施工效率的要求变得更高。以新型建筑结构形式呈现的钢结构, 在大跨度建筑、高层结构体、工业厂房等范畴呈现出旺盛的生机, 其不但可满足建筑功能及美观方面的需求, 也贴合绿色建筑的理念内涵。对钢结构施工技术及应用策略展开深入研究, 对确保土木工程建设品质、促进行业进步意义重大。

2 土木工程中钢结构施工技术

2.1 钢结构加工制作技术

2.1.1 钢材切割

钢材切割作为钢结构加工首要工序, 后续构件的组装及连接直接被切割质量所影响, 常用切割方法有火焰切割、等离子切割跟激光切割, 火焰切割所需成本不高, 适合对较厚的碳钢实施切割, 然而切割精度的表现相对欠佳, 切口极易产生热致变形。等离子切割可达成快速切割, 精度也颇高, 可实施对不锈钢、铝等多种金属材料的切割, 激光切割可达成极高精度, 设备及运行方面成本高, 多用于对精度要求达到极高标准的小型构件切割, 当进行实际施工之际, 需依据钢材的材质、厚度以及工程精度要求, 恰当选取切割方法。

2.1.2 焊接

焊接作为钢结构连接的主要途径, 焊接质量关乎着钢结构整体的强度与稳定性, 手工电弧焊、气体保护焊、埋弧

【作者简介】甘育山(1991-), 中国辽宁庄河人, 本科, 工程师, 从事土木工程研究。

焊等均常见焊接方法,手工电弧焊操作呈现出灵活性,可针对各种位置实施焊接,只是其生产效率显得偏低,焊工技能水平高低对焊接质量影响明显。气体保护焊具备焊接速度快、熔深大以及焊缝质量佳的特点,普遍应用于钢结构建设施工,埋弧焊可实现高效生产,焊接质量稳定良好,常针对长焊缝进行焊接,在实施焊接工作期间,需切实严格控制焊接参数,像焊接时的电流、电压以及焊接速度之类,同时把焊缝清理及检验工作做到位,维持良好的焊接质量。

2.1.3 矫正

钢材加工制作过程中,如切割、焊接等工序会引发钢材变形,须开展矫正相关操作,机械矫正、火焰矫正、加热矫正为主要矫正手段,采用矫正机等设备,机械矫正向构件施加外力,让构件恢复至设计的形状模样,火焰矫正以火焰对构件局部实施加热,冷却后凭借收缩变形矫正构件,加热矫正乃是对构件整体或者局部实施加热,随后借由自然冷却或强制冷却达成矫正的目的,不同类型及程度的变形,要用不同矫正方法,需根据实际情形选择恰当的矫正途径^[1]。

2.2 钢结构安装技术

2.2.1 吊装技术

钢结构吊装是将加工制作好的构件运到施工现场且精确安装到位的关键环节,依照构件的重量、大小及施工现场实际条件,可选取有差异的吊装设备及吊装方式,诸如塔式起重机、履带式起重机、汽车式起重机之类是常用吊装设备,高层建筑的钢结构吊装可采用塔式起重机,具有起升高度高、工作幅度宽泛的特点。履带式起重机的接地比压数值小,适合在复杂地形及大型构件的吊装环节中采用,汽车式起重机的机动性十分灵活,多用于开展中小型构件的吊装事宜,在进行吊装工作的时段,需巧妙规划吊装的先后顺序,保障构件的稳固性与安装精准度,落实好安全防护举措,防范吊装事故的发生。

2.2.2 连接技术

焊接连接、螺栓连接以及铆接连接是钢结构主要的连接方式,如前文已说,拥有连接强度较高、密封效果上佳的益处,焊接过程里残余应力与变形易产生,由普通螺栓连接和高强度螺栓连接组成了螺栓连接,普通螺栓连接有着施工简便、可拆分的优势,只是其连接强度相对偏低。借助施加预拉力,高强度螺栓连接达成连接件紧密贴合,拥有较高的连接紧实强度与可靠度,多应用于钢结构的安装拼接处,铆接连接是钢结构惯用的连接方式,然而鉴于其施工效率差且劳动强度极大,当下已慢慢被焊接与螺栓连接取代掉,在实际的工程作业里,应依据结构的受力特性与使用需求挑选恰当的连接方式,且需严格依照规范开展施工工作。

2.3 钢结构涂装技术

防止钢材被腐蚀是钢结构涂装的主要着眼点,增加钢结构的服役寿命,两个环节,即表面处理和涂料涂装构成了涂装过程,表面处理乃涂装质量之关键,必须彻底清理钢材

表面的铁锈、油污、灰尘等杂质,让钢材表面形成一定粗糙度,以增大涂料与钢材表面的附着紧密性。一般采用的表面处理有手工除锈、喷砂处理、抛丸处理等,涂料涂装要根据钢结构使用环境以及防腐要求选取恰当的涂料品种,诸如用到底漆、中间漆和面漆,底漆重点起到防锈效果,中间漆的作用是增厚涂层与提高防腐性能,面漆有着装饰及保护涂层的功用,于涂装进程中,需掌控好涂料施工粘度、涂装厚度和涂装间隔时间,保证涂层均匀且无流挂、漏涂等质量缺陷^[2]。

3 土木工程中钢结构施工技术的应用策略

3.1 优化施工工艺

3.1.1 针对构件变形的工艺优化

在钢结构加工制作阶段,应从多个工序切入控制构件变形,就切割工序举个例子,就大尺寸钢板的切割事宜,可借助数控多头切割机实施对称切割,在长直缝切割之际,先从钢板中间朝着两端开展切割,防止因局部高温的集中让钢板整体翘曲变形;就形状复杂的构件而言,采取小火焰能量分段切割做法,减小热影响所涉区域。就焊接工序而言,采用有限元模拟技术预先分析构件焊接的变形趋势,就箱型柱等相关构件而言,采用“双侧对称施焊并分段反向焊接”工艺,即安排两名焊工在构件对称的两侧同时开展焊接工作,每段焊缝长度设定为200-300mm,一段焊缝完工后,沿相反方向焊接下一段,有力抵消焊接过程应力。在运输及堆放阶段,研发专门的运输支架,若以H型钢为例证,运用底部有多点支撑、侧向可防倾覆约束的支架样式,按每隔3-4米的距离设置支撑点,往构件的空隙间填充弹性缓冲材料,杜绝碰撞引发变形;需对堆放场地做硬化加工,保证平整度误差不超过5mm之限,且依照构件类型、安装顺序划分区域堆放,高度不超2米的上限。

在实施安装阶段,优化吊装方案有着举足轻重的意义,以高层钢结构核心筒钢柱实施吊装为例,采用“塔式起重机和液压提升装置”组合的吊装工艺,先利用塔式起重机将钢柱吊到安装楼层上方1-2米的高度,然后依靠液压提升装置进行精准微调,实现定位精度至毫米级别,构建可调的临时支撑体系,于其底部装上千斤顶及位移传感器,可依照实时监测数据动态地调整支撑的高度,保障钢柱于安装进程中垂直度偏差不高于H/2500(H是钢柱高度),且不超过15mm。

3.1.2 提升焊接质量的工艺改进

必须严格按照规范与设计要去挑选焊接材料,对于Q355B钢材开展焊接相关工作,适配时可采用E50系列焊条或ER50-6焊丝,且要在焊接操作前对焊接材料做烘焙工作,要将碱性焊条在350-400℃环境烘焙2小时,把酸性焊条放在150-200℃环境中烘焙1小时,使用时把物品置于100-150℃的保温筒内,随用随取。在焊接参数的控制操作上,

以气体保护焊焊接 12mm 厚钢板作示例,把焊接电流调控至 220-250A,电弧电压为 25-28 伏特,焊接过程速度设定为 35-45cm/min,层间温度应维持在 150-250℃这一范围。

为降低环境因素的干扰,在施工地点搭建全封闭式防风棚,保证棚内风速不超过 2m/s;若出现湿度较大状况,采用除湿设备把相对湿度调控至 80% 以下,采用智能焊接机器人协助施工,其装载的视觉传感器能实时辨认焊缝的位置及形状,自主调节焊接相关参数,与人工焊接对比,焊缝成型合格比例从 85% 增长至 98%,建立焊接质量追查体系,给每条焊缝生成独一无二的二维码,记下焊工编号、焊接时间、参数等相关资讯,便于后续做质量检查与问题溯源^[3]。

3.1.3 保障安装精度的工艺升级

测量技术革新是提升安装精度的核心要素,采用三维激光扫描方式,在钢结构安装前针对基础实施扫描建模,跟设计模型进行对比分析,事先发现基础偏差而后进行处理,于安装步骤执行期间,借助全站仪开展实时跟踪测量,在钢柱顶、底部安装上棱镜,借助坐标测量手段把控钢柱的垂直度与平面位置,测量精度可达正负误差 1mm,就大跨度空间的钢结构而言,诸如网架结构的安装作业,采用 GPS 测量系统与北斗卫星导航相结合的方式,实现长距离、高精度的定位效果,切实克服传统测量受通视条件约束的难题。

在构件加工阶段,采用自动化的生产线,借助激光切割与数控加工中心组合的途径,把构件加工尺寸偏差管控在 $\pm 2\text{mm}$ 的合理范围,就钢梁的加工情况而言,数控加工中心一次性即可完成钻孔、铣削、坡口加工等工序,保障各部件尺寸精度以及装配精度,采取模块化安装办法,将复杂的钢结构拆割成多个独立模块,在地面组装调试结束后开展整体吊装,降低高空作业所出现的误差,同时借助设置调节螺栓、楔形垫板这类微调装置,达成现场对安装误差的修正。

3.2 加强质量控制

3.2.1 完善质量管理制度

建设三级质量管控格局,分别由班组自行检查、项目部再次核查、企业总部抽样检验,起草《钢结构施工质量控制手册》,明确各工序质量合格标准与验收实施流程,实行质量责任终身锁定机制,和各个施工班组、管理人员签署质量责任书,把质量考核结果同绩效奖金、职业晋升紧密相连。

3.2.2 强化原材料质量管控

创建原材料供应商评级体系,以资质信誉、生产能力、质量保证等维度对供应商实施打分评定,选取综合评分超出 90 分的供应商进行协作,钢材进场那个节点,认真细致核对质量证明文件,对每一批次钢材实施抽样复查,检测所涉及项目有屈服强度、抗拉强度、伸长率之类,在焊接材料范畴,除检验质量证明文件外,还得开展熔敷金属力学性能试验^[4]。

3.2.3 严格施工现场质量管理

采用“样板启导”制度,在大面积施工启动前,择选典型部位制作施工样板,当各方验收给予合格反馈后,招集施工人员现场观摩学习,确定施工的标准与工艺相关要求,

任用专职的质量巡检专员,每天去施工现场做巡查工作,重点对焊接质量、螺栓连接扭矩、涂装厚度等关键指标展开检查。

3.3 引入先进监测技术

3.3.1 实时应力应变监测

在钢结构关键性受力部位,诸如大跨度钢梁跨中以及钢柱底部等地点,安置光纤光栅应变传感器与振弦式应力传感器,光纤光栅传感器体现出精度高(分辨率可达 $1\mu\epsilon$)、抗电磁干扰能力强的属性,借助对光栅波长变化的监测得到构件应变数据;振弦式传感器宜用于长期应力的监测工作,其测量误差就满量程而言不超过 $\pm 1\%F.S.$,全部传感器的监测数据经无线传输模块实时送达监测中心,依靠数据分析软件开展处理,要是应力、应变值超出了预警界限,系统即刻自动发出声光告警,会推送短信传达给相关管理人员,以利于及时采取加固行动^[5]。

3.3.2 BIM 技术深度应用

在钢结构深化设计阶段,采用 BIM 技术打造精细化的三维模型,做构件尺寸与连接节点的碰撞检测工作,提早发现设计所存在的冲突,借助 BIM 模型对钢结构与机电管线的空间关系开展模拟,对构件布置及管线走向予以优化,减少现场出现返工的几率。在施工开展期间,把进度计划同 BIM 模型建立关联,制作 4D 施工仿真动画,直观体现施工流程及进度编排,合理安排资源投入,进入运维阶段之际,把 BIM 模型作为数字化交付所得,为后期钢结构的维护与检修提供确切的空间及构件参数,增加钢结构的使用寿命。

4 结论

综上所述,钢结构施工技术在土木工程中具有重要地位,工程的安全与寿命状况受其施工质量直接作用,处于实际工程进程中,施工需严格契合相关规范与标准,不断对施工技术进行创新改良,加强对施工过程的管理把控,保证钢结构施工质量及效率,促进钢结构于土木工程领域实现广泛应用与可持续发展。未来,随着科技的不断进步,钢结构施工技术将不断发展和完善,为土木工程建设带来更多的创新和发展机遇。

参考文献

- [1] 赵琦.关于土木工程施工技术中钢结构的运用探析[J].四川建材,2024,50(09):149-151.
- [2] 李英杰.钢结构在土木工程施工技术中的应用研究[J].科技资讯,2023,21(19):138-141.
- [3] 曹红卫.土木建筑工程中钢结构施工技术探讨[J].石材,2023,(01):79-81.
- [4] 张豹,吴兵,仝露.浅析钢结构在土木工程施工技术中的应用[J].四川建材,2022,48(07):160-161+171.
- [5] 黄光军.钢结构在土木工程施工技术中的应用分析[J].中国建筑金属结构,2022,(06):14-16.