

# 汽车制造中机械焊接品质提升对策分析

康 杰

中汽(天津)汽车装备有限公司 天津 301600

**摘要:** 本文围绕汽车制造中机械焊接品质提升展开分析, 先从焊接工艺参数、设备与耗材、操作人员与环境、检测与管控四个维度, 剖析影响焊接品质的核心因素。再针对性提出工艺优化、设备耗材管理、人员环境管控、检测品质管控等核心对策, 同时阐述制度流程、技术人才、数据信息化三类保障措施, 最后指出智能化、绿色高效化、标准化协同化的发展方向, 为汽车制造企业提升机械焊接品质提供系统参考, 助力保障车身安全与生产效益。

**关键词:** 汽车制造; 机械焊接品质; 影响因素; 提升对策; 保障措施

引言: 焊接是汽车制造的关键工序, 其品质直接决定车身结构强度、安全性与使用寿命。当前汽车制造向轻量化、高强度化发展, 对机械焊接品质要求更高, 但实际生产中, 工艺参数波动、设备精度不足、人员操作不规范等问题, 易导致焊缝缺陷, 影响汽车性能与安全。部分企业还存在检测方法单一、管控流程不闭环等问题, 制约焊接品质提升。深入分析焊接品质影响因素, 提出针对性提升对策与保障措施, 为汽车制造企业突破焊接品质瓶颈、实现高质量生产提供切实可行的思路。

## 1 汽车制造机械焊接品质的主要影响因素

### 1.1 焊接工艺参数因素

焊接电流、电压波动直接影响焊缝熔深与熔宽。电流过大易导致焊缝烧穿, 电流过小则会造成长熔深不足, 电压不稳定会使焊缝成形不规则, 影响外观质量与力学性能<sup>[1]</sup>。焊接速度过快会导致熔池冷却过快, 易产生未熔合、未焊透等缺陷, 速度过慢则会增加热输入量, 可能引发焊缝晶粒粗大、变形量增大等问题。保护气体种类与流量不当会破坏焊接区域的保护氛围, 气体流量不足易导致空气侵入熔池, 引发焊缝氧化、产生气孔; 气体种类选择与母材、焊接方法不匹配, 也会影响焊缝冶金质量。坡口形式、间隙大小与焊接位置适配性偏差会阻碍熔池形成与填充, 坡口角度过小、间隙过窄会导致根部无法焊透, 坡口过大、间隙过宽则会增加填充量, 易造成焊缝成形不良。

### 1.2 焊接设备与耗材因素

焊接设备精度不足会导致工艺参数难以稳定控制。焊机输出电流、电压的精度偏差会使实际参数偏离设定值, 焊枪定位精度差会导致焊缝位置偏移, 影响接头强度。设备老化或维护不当会引发多种运行故障, 送丝机构磨损会导致送丝速度不稳定, 造成焊缝填充量不均; 电流输出模块老化会使电流波动幅度增大, 影响熔池稳

定性。焊接耗材材质纯度、直径偏差对焊接质量有直接制约作用, 焊丝、焊条成分不纯会引入杂质, 降低熔深与成形效果。直径偏差过大会导致电流密度变化, 影响熔深与成形效果。耗材存储不当会严重下降焊接性能, 焊丝受潮易产生氢致裂纹, 焊条锈蚀会影响电弧稳定性, 导致焊缝出现气孔、夹杂等缺陷。

### 1.3 操作人员与环境因素

操作人员技能水平差异会导致焊接质量出现明显波动。熟练人员能精准控制焊接手法、调整运枪速度与角度, 确保焊缝成形均匀; 技能不足的人员难以把控参数与操作细节, 易出现焊缝偏移、成形差等问题。人员操作规范性不足会违背工艺要求, 未按规定调整焊接角度会导致熔池受力不均, 随意改变运枪速度会破坏熔池稳定性, 影响焊缝质量一致性。焊接环境温度、湿度波动会干扰焊接过程, 温度过低会加快熔池冷却速度, 易产生冷裂纹; 湿度过高会增加空气中水分含量, 可能导致焊缝氢含量升高, 引发氢致缺陷。环境中粉尘、杂质过多会污染焊缝区域, 粉尘落入熔池会形成夹杂, 影响焊缝纯净度, 降低接头疲劳强度。

### 1.4 检测与管控因素

检测方法单一会导致焊接缺陷识别不全面。仅依赖外观检测只能发现表面裂纹、气孔等可见缺陷, 无法检测内部未熔合、夹渣等隐患, 这些隐藏缺陷会在使用过程中逐渐扩展, 影响车身结构安全。检测频率不足或检测时机滞后会使缺陷发现不及时, 批量生产中未及时发现会导致不合格产品流转至下道工序, 增加返工成本与生产延误风险。品质管控流程不闭环会让问题持续存在, 发现缺陷后未及时追溯产生原因, 无法针对性调整工艺或设备, 导致同类缺陷反复出现; 整改措施未落实到位, 也难以从根本上解决品质问题。数据记录不完整会阻碍品质问题溯源, 缺少焊接参数、操作人员、设备

状态等关键数据,无法准确判断缺陷产生环节,影响后续改进工作的推进。

## 2 汽车制造机械焊接品质提升的核心对策

### 2.1 焊接工艺优化对策

基于焊接部件的材质特性与厚度规格,精准匹配焊接电流、电压、速度等核心参数,避免参数设定偏差导致的熔深不足或烧穿问题<sup>[2]</sup>。针对不同焊接位置调整保护气体配比与流量,平焊时可适当降低气体流量以节约成本,立焊和仰焊时需提高流量确保熔池保护充分,减少氧化与气孔产生。规范坡口加工标准与装配间隙,通过专用工装保证坡口角度、钝边尺寸符合工艺要求,控制装配间隙均匀性,为焊接过程稳定与焊缝成形良好奠定基础。引入工艺仿真技术,利用软件模拟不同参数组合下的焊接过程,预判熔池形态、温度场分布与应力变化,提前规避参数偏差可能引发的缺陷风险,减少实际试焊成本。

### 2.2 设备与耗材管理对策

建立焊接设备全生命周期管理体系,定期对焊机进行精度校准,确保电流、电压输出误差控制在允许范围,同时制定详细维护保养计划,重点检查焊枪、送丝机构、冷却系统等关键部件,及时更换磨损件。引入高精度智能焊接设备,如六轴机器人焊接系统,通过程序精准控制焊接路径与参数,减少人工操作带来的偏差,提升焊缝位置精度与质量一致性。制定焊接耗材准入标准,从材质纯度、力学性能、尺寸精度等维度筛选供应商,确保焊丝、焊条与母材匹配度高且性能稳定。优化耗材存储环境,采用恒温恒湿仓库控制温湿度,使用密封包装隔绝粉尘与杂质,建立耗材使用前检验机制,检查外观是否锈蚀、是否存在受潮现象,杜绝不合格耗材投入使用。

### 2.3 人员与环境管控对策

构建分层级人员培训体系,基础技能培训聚焦焊接设备操作、参数调整等基础内容,进阶工艺培训针对复杂部件焊接、特殊工况处理展开,应急处理培训则强化人员应对设备故障、参数异常的能力。推行操作标准化,制定详细作业指导书,明确不同焊接任务的参数调整范围、运枪手法要求与质量判定标准,引导人员规范操作。建立人员技能考核与认证机制,通过理论考试与实操考核评估人员能力,考核合格者方可持证上岗,定期复评确保技能水平持续达标。优化焊接车间环境,采用空调系统实现恒温恒湿控制,安装通风除尘设备减少空气中粉尘含量,划分不同焊接作业区域避免交叉干扰,从环境层面减少对焊接品质的不利影响。

### 2.4 检测与品质管控对策

完善多维度检测体系,外观检测重点检查焊缝成形、表面缺陷,无损检测如超声检测、射线检测用于排查内部未熔合、夹渣等隐患,力学性能测试则通过拉伸、弯曲试验验证焊缝强度,全方位保障焊接品质。增加在线实时检测环节,在焊接过程中实时监控电流电压变化,通过摄像头采集熔池图像并分析形态特征,发现异常及时预警,避免缺陷持续产生。建立品质问题追溯机制,详细记录每道焊接工序的设备编号、操作人员、工艺参数与完成时间,当出现品质问题时,可快速回溯相关信息定位原因。推行闭环管控流程,发现缺陷后组织技术人员分析产生原因,结合原因制定针对性整改方案,整改后通过试焊验证效果,将有效措施标准化纳入工艺文件,防止同类问题再次出现。

## 3 汽车制造机械焊接品质提升的保障措施

### 3.1 制度与流程保障

制定焊接品质管理专项制度,全面覆盖工艺参数设定、设备运维、人员操作、检测验收等全环节,明确各环节的质量标准与操作规范,避免管理漏洞导致的品质风险<sup>[3]</sup>。建立制度执行监督机制,安排专人定期核查各环节制度落实情况,对违规操作及时纠正并记录,确保制度刚性执行。建立跨部门协同机制,推动生产部门及时反馈焊接过程中的实操问题,技术部门针对性优化工艺方案,质检部门严格把控检测标准,通过定期联席会议同步推进品质提升工作,打破部门壁垒形成合力。明确各岗位品质责任,从焊接操作工到设备维护员,再到质检人员,均需承担对应环节的品质管控职责,将焊缝合格率、缺陷整改率等品质指标纳入绩效考核,通过奖惩机制激发人员对品质的重视程度,确保制度落地执行。

### 3.2 技术与人才保障

持续投入研发资源,根据汽车制造轻量化、高强度化需求,引入激光焊接、搅拌摩擦焊接等先进技术,通过技术升级提升焊缝强度与成形质量,适应新型材料的焊接工艺要求。培养复合型技术人才,设计“理论+实操+信息化”的培养课程,安排人才参与新型焊接设备调试、复杂部件焊接等实践项目,强化技术应用能力,让人才既熟练掌握传统焊接工艺要点,又能操作智能焊接设备、分析焊接过程数据,满足智能化生产对人才的多元需求。加强与科研机构合作,针对焊接过程中的共性难题如异种材料焊接缺陷、高精度部件焊接偏差等开展技术攻关,借助科研机构的技术优势与理论支撑,突破品质提升的技术瓶颈,形成可落地的解决方案。

### 3.3 数据与信息化保障

搭建焊接品质数据管理平台,整合焊接设备的实时工艺参数、检测环节的缺陷数据、设备运维的状态记录等信息,实现数据实时采集与集中存储,支持生产、技术、质检部门跨部门数据共享,避免数据分散导致的管理混乱。平台还可接入供应链数据,关联耗材批次信息,便于追溯耗材品质对焊接质量的影响。利用数据分析技术,对平台积累的海量数据进行深度挖掘,识别工艺参数波动与缺陷产生的关联规律,预判设备老化、参数偏移等潜在问题,提前采取干预措施减少品质隐患。实现品质数据可视化,通过图表直观展示不同时段、不同车间的焊缝合格率、缺陷类型分布等信息,便于管理人员实时掌握品质动态,快速做出工艺调整、资源调配等决策,提升品质管控的效率与精准度。

#### 4 汽车制造机械焊接品质提升的发展方向

##### 4.1 智能化升级方向

推动焊接过程全自动化发展,搭建机器人焊接生产线并融入AI参数自适应调整技术。机器人可精准执行预设焊接路径,AI系统则能实时采集焊接电流、电压、熔池温度等数据,根据材质变化、环境波动自动修正参数,避免人工调整滞后导致的品质偏差<sup>[4]</sup>。引入机器视觉检测技术,通过高清摄像头捕捉焊缝图像,结合图像识别算法实现缺陷自动识别与分类,快速区分气孔、裂纹、未焊透等不同缺陷类型,减少人工检测的主观误差与效率瓶颈。构建“工艺-设备-检测”联动的智能管控系统,将工艺参数设定、设备运行状态、检测结果数据实时互通,当设备参数异常时系统自动触发工艺调整指令并发出预警,检测发现缺陷后反向追溯设备与工艺问题,形成闭环智能管控,进一步提升焊接品质稳定性。

##### 4.2 绿色化与高效化方向

聚焦绿色化发展,研发低能耗焊接设备与环保型焊接耗材。低能耗设备通过优化电路设计、采用节能电机降低运行能耗,配套能耗监测模块实时追踪能耗数据,环保型耗材则通过改进成分减少焊接过程中有害气体排放,降低对环境与操作人员的影响。在高效化层面,优化焊接流程,通过合理规划焊接顺序、采用多工位并行焊接模式缩短焊接周期,在提升生产效率的同时,通过精准控制工艺参数保障焊缝成形与力学性能,避免效率

提升伴随的品质下降。此外,推动焊接废弃物的回收与再利用,对焊渣进行筛选、粉碎后重新加工为辅助材料,对废弃焊丝、焊条进行分类回收处理,减少资源浪费与环境污染,实现绿色生产与品质提升的协同推进。

##### 4.3 标准化与协同化方向

在标准化方面,积极参与制定行业级焊接品质标准,结合汽车制造对焊接强度、耐久性的核心需求,统一品质要求与检测规范,定期根据技术发展更新标准内容,避免不同企业标准差异导致的品质参差不齐。推动供应链协同发展,与焊接设备、耗材供应商建立品质数据共享机制,企业反馈实际使用中的设备精度、耗材性能问题,供应商根据数据优化产品设计与生产工艺,同步提升配套产品质量,为焊接品质提升奠定基础。建立跨企业品质经验交流机制,通过行业会议、线上平台等形式分享焊接品质提升的技术方案、管理方法,推广经过实践验证的优秀方案,带动全行业焊接品质整体提升,形成良性发展生态。

#### 结束语

汽车制造中机械焊接品质提升是一项系统工程,需全面把控影响因素,通过工艺优化、设备升级、人员培训、检测强化形成合力,同时依托制度、技术、数据构建保障体系,才能持续提升焊接品质。未来随着智能化技术发展,焊接生产将向自动化、精准化迈进,绿色化与标准化也将成为重要发展方向。汽车制造企业需紧跟趋势,不断优化提升方案,才能在保障车身安全与性能的同时,提升生产效率与市场竞争力,推动汽车制造业整体品质升级。

#### 参考文献

- [1]吴式胜,徐泽家,雷燕红,王泽楷,范斯琦.探究汽车制造中机械焊接质量提升策略[J].时代汽车,2024,(03):113-115.
- [2]罗宗平.汽车制造中机械焊接质量的提升策略研究[J].大众标准化,2023,(17):110-111+114.
- [3]董权.汽车制造中机械焊接质量提升策略[J].汽车测试报告,2023,(10):89-91.
- [4]李志鹏.汽车制造中机械焊接质量的提升策略研究[J].时代汽车,2023,(05):133-135.