

机械制造生产中焊接质量控制和管理

张晓焕

陕西延长石油机械装备制造有限公司 陕西 延安 716000

摘要：机械制造生产中焊接质量的稳定把控是构件服役性能的根本保障。本文围绕焊接生产全流程，从原材料与设备运维的基础管控要素出发，梳理了焊接前期工艺准备、作业过程动态控制及后续工序处理的质量控制体系，并就人员管理、工序流程与质量溯源三个维度构建了管理机制，提出了工艺标准化、现场精细化与管理常态化的优化策略。各环节相互衔接、协同运行，能够为焊接质量管控提供系统性的实施路径，推动机械制造焊接生产质量水平的持续提升。

关键词：机械制造；焊接质量；过程控制；管理机制；优化策略

引言：焊接作为机械制造生产中不可或缺的连接手段，直接关系到构件的结构完整性与使用寿命。生产实践中，焊接质量受到原材料性能、设备运行状态、作业环境条件、工艺参数设定及人员操作水平等多重因素的交织影响，任一环节的失控都可能引发焊缝缺陷，进而威胁构件的安全服役。从基础管控、过程控制、机制构建与优化策略四个层面展开系统梳理，形成覆盖焊接生产全链条的质量管控框架，可为机械制造企业的焊接质量管理提供可操作的技术参照。

1 机械制造焊接生产基础管控要素

1.1 焊接原材料管控内容

机械制造焊接生产的原材料质量直接决定焊缝成型质量与构件使用性能，母材与焊材的专项管控是焊接生产质量把控的基础环节。生产开展前需要落实原材料适配性筛查工作，依据不同机械构件的生产设计标准，划定母材力学性能、材质成分、规格尺寸的管控标准，保障母材材质属性与焊接生产加工需求相互匹配。针对各类焊接耗材，需要落实常态化的品质管控工作，规范焊丝焊条、保护气体等焊接耗材的质量标准，把控耗材材质稳定性与工艺适配性能。原材料入场以后需要开展系统化的统一管理工作，规范原材料存放区域的管理标准，把控存储过程中的温湿度与防护条件，规避外界环境因素对原材料材质性能造成的不良影响。生产投料阶段需要落实原材料分类管理与取用管控，搭建规范化的原材料使用管理模式，保障投入焊接生产的各类原材料均符合生产加工的既定标准，从源头夯实焊接生产的质量基础。

1.2 焊接设备运维管控内容

各类焊接生产设备的运行状态直接影响焊接工艺参数的稳定性，设备常态化运维管控是保障焊接生产有序

开展的关键支撑^[1]。生产车间需要针对不同类型的焊接设备制定常态化运维方案，细化设备日常养护的具体内容，对设备核心运行部件开展定期检查与养护处理，维持设备整体运行的稳定性。设备运行过程中需要落实动态状态管控，持续监测设备运行参数的波动情况，及时排查设备运行过程中出现的异常状态，杜绝设备故障影响焊接加工精度。生产车间需要建立常态化的设备功能校准机制，按照生产运行周期完成设备精度校准工作，保障设备输出的焊接参数满足工艺加工标准。标准化的设备运维管控模式可以持续维持设备的工作性能，减少设备运行偏差带来的焊接质量波动，为焊接生产提供稳定可靠的设备运行保障。

1.3 焊接作业环境管控内容

焊接作业环境的整体条件会对焊缝成型效果与作业稳定性产生直接影响，标准化环境管控是焊接质量管控的重要组成部分。作业场地需要保持规整有序的布局状态，合理规划焊接作业区域的空间布局，保障作业区域通透整洁，规避场地杂乱对焊接操作造成的干扰。生产过程中需要把控作业区域的温度、湿度、空气流通等基础环境条件，维持适配焊接工艺开展的环境状态，减少环境因素对熔池成型、焊缝凝固过程的干扰。作业区域温度宜控制在10~35℃，相对湿度不宜超过75%。车间需要完善焊接作业配套设施的布设与管理，落实除尘、隔热、防护等配套设施的常态化管控，除尘设备覆盖率应达到100%，作业区风速宜控制在0.5~1.5m/s，保障各类配套设施可以稳定发挥使用功能。全面规范焊接作业环境的管理标准，细化环境管控的各项细节要求，能够持续优化焊接作业的基础条件，稳定焊接加工的整体质量水平。

2 机械制造焊接过程质量控制体系

2.1 焊接前期工艺准备控制

焊接作业正式启动前的工艺筹备工作是规范焊接生产流程、稳定成品质量的关键前置环节。工艺方案规划工作需要结合机械构件的加工属性与生产设计需求开展,梳理适配不同构件结构特征的焊接实施路径,单构件工艺方案编制时间一般控制在2~4个工作日内,搭建适配批量生产与精细化加工的工艺实施框架^[2]。工艺参数设定工作需要依托机械制造焊接的通用技术标准开展,结合母材材质特性与焊材应用属性,匹配适配的电流电压、焊接速度、热输入量等关键技术指标,热输入量一般控制在0.8~2.5kJ/mm区间,让参数标准贴合实际生产加工需求。工作人员需要逐层梳理完整的焊接工艺流程,拆解各段加工工序的操作内容,明确各工艺环节的管控重点与执行标准,理顺工序之间的内在关联。系统化的前期工艺管控能够规整焊接生产的实施逻辑,规避工艺规划疏漏引发的加工偏差,为现场焊接作业的标准化推进提供完整的技术依据。

2.2 焊接作业过程动态控制

焊接实操作业的整体流程需要落实全方位动态管控,持续规范现场加工行为与工艺执行标准。现场焊接操作需要遵循既定工艺流程稳步推进,规范熔池操控、焊缝填充、层间处理等实操内容,层间温度通常控制在150~250℃范围内,保持焊接作业的加工一致性。工艺执行环节需要落实常态化的过程监管,把控操作人员的作业规范度,过程巡检频率一般为每2小时不少于1次,及时纠正不符合工艺标准的操作行为,维持焊接加工的工艺稳定性。各道焊接工序的衔接状态会直接影响整体加工质量,细化工序交接的管控要求,统一工序转接的作业标准,保障各加工环节可以平稳衔接推进。动态化的现场管控模式可以精准把控焊接作业的实时状态,弱化人为操作带来的质量波动,维持批量焊接生产的质量稳定性。

2.3 焊接后续工序质量控制

焊接作业结束后的后续加工工序是完善焊接全流程管控体系、优化工件成型状态的重要环节。焊缝处理工作需要按照机械制造加工标准开展,清理焊缝表面残留的焊渣与氧化层,规整焊缝外观成型状态,焊缝余高一般控制在0~3mm、宽度偏差不得超过 ± 1 mm,消除表层加工缺陷带来的质量隐患。焊接工件需要开展精细化修整处理,针对焊接加工后出现的成型偏差部位进行规整修正,工件整体尺寸偏差应控制在图纸公差 $1/2$ 以内,匹配工件整体的尺寸标准与装配要求。工序收尾阶段需要规范工件摆放与工位清理流程,规整加工完成的焊接工件,成品存放区域与待检区域应明确分区,标识清晰率

达100%,划分成品存放区域,规避二次磕碰与污染问题。细化后续工序的各项管控内容,可以补齐焊接生产全流程的管控短板,实现焊接加工从前期筹备到后期收尾的完整质量把控。

3 机械制造焊接质量管理机制构建

3.1 焊接岗位人员管理机制

焊接生产质量管理的落地实施依托各岗位工作人员的专业能力与履职状态,系统化人员管理机制是质量管控工作的核心支撑。岗位职能划分需要结合机械制造焊接的生产架构完成细化梳理,明确一线作业人员与现场管理人员的工作范畴,清晰界定各岗位对应的工作内容与管理权限,消除岗位工作重叠与管理空白的问题^[3]。人员素养培育工作需要贴合焊接生产的岗位需求持续推进,针对焊接操作的专业技能、生产管理的管控思维、质量把控的专业认知开展常态化培育工作,持续提升在岗人员的综合从业能力。岗位行为规范需要贯穿焊接生产的全部作业时段,制定适配车间生产场景的作业准则,约束人员的现场操作行为与管理履职行为,让所有岗位工作开展均贴合生产质量管控的整体要求。标准化人员管理模式能够规整岗位运行状态,夯实焊接质量管控的人力基础。

3.2 焊接工序流程管理机制

稳定规范的工序流程管理体系可以保障焊接生产各环节有序推进,维持批量生产的质量统一度。机械制造焊接生产需要依托行业生产技术准则搭建专属流程管理体系,结合构件加工难度与生产工艺特点,设定各道焊接工序对应的执行标准,统一车间生产的整体加工尺度。生产流转环节需要设置清晰的管理要求,规范工件在各加工区域的输送与停留标准,把控工件流转过程中的加工状态,杜绝流转不规范引发的加工偏差与质量问题。工序衔接环节需要制定标准化管控准则,规整前后工序的交接内容与作业标准,打通各加工环节的运行壁垒,让整套焊接生产流程保持规整有序的运行状态,实现焊接工序全链条的规范化、制度化管控。

3.3 焊接质量溯源管理机制

焊接生产溯源管理模式的搭建可以完善质量管理闭环,强化生产全链条的质量管控力度。生产运行过程中需要落实全环节信息记录工作,完整留存工艺设置、设备运行、人员操作、工序加工的各类生产信息,保证生产全过程信息的完整留存。生产流程追踪工作依托留存的生产信息开展,针对工件加工的全部环节进行全程跟进,精准定位生产过程中出现的各类管控问题。质量管控工作需要搭配明确的责任划分标准,依据岗位职能对

应生产环节的管控职责,将焊接质量管控责任落实到对应岗位工作人员。规范化溯源管理模式可以串联焊接生产的全部流程内容,完善质量管理的运行体系,提升整体质量管控的严谨性与规范性。

4 机械制造焊接质量优化管理策略

4.1 焊接工艺标准化优化策略

机械制造焊接工艺体系的标准化升级是质量管控升级的核心路径,能够持续改善工艺执行的规整程度,弱化人为操作带来的工艺偏差。工艺统一规范工作需要整合车间内部各类焊接生产技术要求,梳理不同构件对应的焊接工艺内容,整合零散的工艺执行标准,建立统一通用的工艺执行体系,消除同类工件加工过程中的工艺差异^[4]。工艺流程细化工作需要深入拆解焊接全链条作业步骤,细化前期筹备、现场施焊、层间处理、后期修整等各环节的操作细则,细化每一项工艺操作的执行尺度,让工艺执行具备清晰的操作依据。工艺参数标准化优化需要结合机械制造生产的技术要求,规整各类焊接工况下的参数设置标准,固化适配不同母材与焊材组合的参数区间,统一批量生产的参数执行标准。持续推进工艺标准化优化能够规整车间整体工艺执行水平,提升工艺体系的适配性与规范性,为焊接质量稳定提升提供坚实的技术支撑。

4.2 现场焊接管控精细化优化策略

焊接生产现场是质量形成的核心场景,精细化管控升级可以全面补齐现场管理的细节短板,强化过程管控力度。现场管控维度需要进行全方位拓展,覆盖工位作业状态、工件流转过程、设备运行状态、环境管控条件等多个生产维度,实现现场生产要素的全覆盖管理。持续细化现场管控具体内容,针对施焊操作细节、工序交接细节、工位防护细节、物料取用细节开展针对性管控,压缩现场生产的管控盲区,减少细节疏漏引发的质量问题。革新传统现场管控方式,摒弃粗放式的巡查管理模式,落实常态化的定点管控与动态巡查结合的管理模式,细化各作业区域的管控重点,匹配专属的现场管理手段。常态化的精细化现场管控可以持续规整现场作业秩序,稳定现场焊接生产的质量水平,提升现场质量

管控的精细度与专业性。

4.3 焊接质量管理常态化优化策略

焊接质量管理工作需要依托长效化优化方案持续完善,逐步搭建适配机械制造批量生产模式的质量管理体系。日常管理工作需要建立固定的运行规范,规整每日生产的质量管控流程,细化日常巡检、过程督查、问题梳理的工作内容,让质量管控融入日常生产的各个环节。长效管控建设需要立足长期生产发展需求,搭建稳定的质量管理运行模式,持续规整岗位管理、工序管理、溯源管理的运行机制,维持质量管理工作的持续性与稳定性^[5]。持续推进质量管理体系完善工作,结合车间生产模式的更新与工艺技术的升级,调整质量管理的管控内容与管控标准,补齐体系运行过程中存在的管控短板。常态化的质量优化工作能够持续夯实焊接生产的质量管控基础,推动质量管理模式不断升级,适配机械制造焊接生产的高质量发展需求。

结束语

焊接质量管控是一项贯穿生产全流程的系统性工作,涉及原材料、设备、环境、工艺、人员等多个要素的协同配合。从基础管控要素的落实到过程控制体系的运转,从管理机制的搭建到优化策略的推进,各环节紧密咬合、缺一不可。持续推进工艺标准化与现场精细化管理,不断完善质量溯源与常态化改进机制,方能夯实焊接生产的质量根基,使机械制造焊接质量管控体系在实践中不断成熟,切实服务于构件制造的高质量要求。

参考文献

- [1]赵学义.探讨机械制造生产中焊接质量控制和管理[J].中国设备工程,2025(20):79-81.
- [2]高建君,贾文彬.机械压力容器制造中焊接质量的控制分析[J].模型世界,2025(20):14-16.
- [3]李智军.机械制造中机械焊接质量的控制对策研究[J].模具制造,2023,23(5):250-252.
- [4]董天弟,屈冰.化工机械压力容器制造中焊接质量的控制分析[J].石河子科技,2023(3):15-16.
- [5]马万有.机械压力容器制造中焊接质量的控制[J].智能建筑与工程机械,2022,4(7):53-55.