

焊接机械安全运行控制及防护技术研究

龚玉明

安阳钢铁集团有限责任公司 河南 安阳 455000

摘要: 焊接机械作为现代工业制造关键设备,其安全运行意义重大。本文详细阐述焊接机械核心结构与运行原理,剖析安全运行影响因素及工况特征。探讨运行参数、启停与运行过程、故障应急及日常管控等安全运行控制方法,分类介绍自身、作业人员、作业环境及关键部件防护技术。研究控制与防护技术协同应用的逻辑、流程及重点把控,为焊接机械安全运行提供全面技术支撑,保障工业制造过程安全高效推进。

关键词: 焊接机械;安全运行控制;防护技术;协同应用

引言:在现代工业制造领域,焊接机械占据着不可或缺的地位,广泛应用于汽车制造、航空航天、船舶建造等众多行业。其运行状态不仅直接影响焊接质量与生产效率,更关乎作业人员的安全以及企业的财产安全。然而,焊接作业过程复杂,涉及高温、强光、有害气体等多种危险因素,对焊接机械的安全运行控制与防护技术提出了极高要求。深入探究相关技术,对于提升焊接作业安全性、推动工业制造稳定发展具有关键作用。

1 焊接机械安全运行基础

1.1 焊接机械的核心结构与运行原理

焊接机械作为现代工业制造的关键设备,其结构与运行机制直接决定了工艺实现效果与作业安全性。典型焊接机械由动力源、传动系统、执行机构及控制系统四大模块构成。动力源通常采用电动机或内燃机,通过皮带、齿轮或液压传动将能量传递至执行端。执行机构包含焊枪、送丝装置及工件夹持系统,其中焊枪结构需兼顾导电性、导热性与机械强度,送丝系统则依赖精密齿轮组实现稳定送丝速度控制^[1]。在运行原理层面,电弧焊机械通过电极与工件间电弧放电产生高温,使填充材料与母材熔融形成焊缝;激光焊设备则利用高能密度激光束实现局部快速加热,熔池形成与凝固过程受光斑直径与脉冲频率精确调控;摩擦焊通过旋转工具与工件接触面摩擦生热,在压力作用下完成固态连接。各类型焊接机械虽能量输入方式不同,但均需通过运动控制模块实现焊枪轨迹、焊接速度与停留时间的协同,这一过程依赖编码器、位移传感器与伺服驱动器的闭环反馈机制。

1.2 焊接机械安全运行的影响因素

焊接作业安全性受多重因素交织影响。机械结构方面,传动部件的润滑状态、连接件的紧固程度及防护装置的完整性直接影响设备运行稳定性。电气系统设计中,绝缘材料耐温等级、接地保护可靠性及电磁屏蔽效能是

防范电击与信号干扰的关键。环境参数中,作业空间通风条件决定有害气体浓度,照明强度影响操作人员对焊缝位置的判断准确性。人为因素包含操作技能水平与安全意识强度,未经系统培训的人员易因参数设置错误或防护措施缺失引发事故。设备维护周期与保养质量同样重要,长期运行的机械需定期检测关键部件磨损量,及时更换达到寿命极限的传动带或轴承。

1.3 焊接机械运行的工况特征

焊接过程呈现显著的动态变化特性。电弧焊作业时,电弧电压与电流随电极消耗产生波动,需通过电源动态调节维持工艺稳定性;激光焊接中,光束聚焦位置偏差超过0.1毫米即可能导致焊缝成形缺陷;摩擦焊过程需严格控制旋转速度与轴向压力的匹配关系,避免因能量输入不足产生未熔合缺陷。工况复杂性还体现在多任务切换场景,不同厚度工件焊接需重新设定电流参数,异种材料连接需调整送丝速度与保护气体成分。此外,连续作业模式下,机械部件温升会改变材料力学性能,需通过强制冷却或间歇运行控制热变形量,确保运动精度满足工艺要求。

2 焊接机械安全运行控制方法

2.1 焊接机械运行参数控制

焊接机械运行参数控制是保障设备安全稳定运行的核心,需依托焊接工艺特性与设备运行原理,实现参数精准调控。焊接电流、电压、焊接速度等核心参数需贴合焊接材料特性与作业要求,通过精准校准参数数值,避免参数偏差引发设备过载、电弧不稳定等问题。参数控制需采用动态调整模式,根据焊接过程中的工况变化,实时微调相关参数,确保焊接机械运行状态与作业需求精准适配^[2]。同时需强化参数管控精度,通过专业仪器监测参数变化,及时发现参数异常并调整,杜绝因参数失控导致设备故障或作业安全风险,为焊接机械安全运行

奠定基础。

2.2 焊接机械启停与运行过程控制

焊接机械启停与运行过程控制需遵循设备运行规律，规范操作流程，防范启停与运行过程中的安全隐患。启动控制需严格按照设备操作流程，先完成设备预热与状态检查，确认设备无异常后再启动运行，避免盲目启动导致设备部件损坏。运行过程控制需实时监测设备运行状态，重点关注设备运转声音、温度、电流等指标，及时捕捉运行异常。停机控制需遵循有序停机原则，先切断焊接电源，待设备完全停止运转、温度降至安全范围后，再关闭设备总电源，避免紧急停机对设备造成损伤，确保启停与运行过程的安全性及规范性。

2.3 焊接机械故障运行的应急控制

焊接机械故障运行的应急控制需聚焦故障快速处置，依托设备故障诊断技术，构建高效应急响应体系。故障发生后，需立即切断设备电源，停止焊接作业，避免故障扩大蔓延。通过现场排查与检测，明确故障类型与根源，区分电气故障、机械故障等不同类型，制定针对性应急处置策略。应急处置过程中需规范操作，避免违规处置引发二次故障或安全风险，优先采用简易可行的处置方法，快速控制故障态势。故障初步控制后，需对设备进行全面检查，确认故障彻底排除、设备恢复正常后，方可重新启动运行，确保应急处置的科学性与安全性。

2.4 焊接机械运行的日常管控

焊接机械运行的日常管控需贯穿设备运行全周期，构建常态化管控体系，减少设备故障发生率。日常管控需落实设备定期检查制度，重点检查设备电气线路、机械部件、防护装置等，排查潜在隐患并及时整改。定期对设备进行清洁、润滑与保养，优化设备运行状态，延长设备使用寿命，避免部件磨损、老化引发安全隐患。规范设备存放与使用管理，避免设备受到潮湿、粉尘、撞击等不利因素影响，确保设备处于良好运行状态。同时需做好日常运行记录，详细记录设备运行时间、参数调整、故障情况等信息，为设备管控优化与故障排查提供可靠支撑，保障焊接机械长期安全稳定运行。

3 焊接机械防护技术的分类

3.1 焊接机械自身防护技术

焊接机械自身防护技术聚焦设备本体安全，是防范设备运行故障、杜绝安全隐患的基础支撑，依托设备结构优化与防护装置配置，构建全方位自我防护体系^[1]。电气安全防护是核心内容，通过配置高性能绝缘隔离部件、过载保护元件及短路保护装置，阻断漏电、过流、短路等电气故障传播路径，防止电气系统损坏引发安全风险。

机械结构防护通过对传动机构、支撑部件、受力构件进行强化设计与表面处理，提升结构强度与抗磨损能力，减少长期高频运转导致的部件变形、松动或失效。设备内置的安全联锁机制可实现运行状态的自主管控，捕捉到异常工况时自动切断相关运行环节，停止焊接作业，形成“电气防护+机械防护+联锁管控”的立体防护格局，适配焊接机械复杂运行工况，保障设备自身安全稳定运转。

3.2 焊接作业人员防护技术

焊接作业人员防护技术以人员安全与健康保障为核心，构建多层次、针对性的防护体系，结合焊接作业风险特点优化防护设计。个体防护装备是直接防护屏障，焊接面罩采用专用滤光镜片，可有效隔绝焊接电弧产生的强光、紫外线与红外线，避免眼部与面部受到伤害；焊接防护服选用阻燃、耐高温、耐磨材质，抵御焊接火花、高温辐射与熔融金属飞溅，减少灼伤风险；防护手套与防护鞋通过隔热、耐磨、防穿刺设计，保障手部与足部安全。呼吸防护装备通过高效过滤元件，拦截焊接过程中产生的烟尘、有害气体，降低呼吸道刺激与长期接触带来的健康损害。规范防护装备的选用、佩戴与定期检查，强化作业人员防护意识，确保各类防护措施落地到位，为焊接作业人员提供全面可靠的安全保障。

3.3 焊接作业环境防护技术

焊接作业环境防护技术立足作业空间优化，降低焊接过程对环境的不利影响，同时为作业人员营造安全健康的作业条件。焊接烟尘治理是重点内容，通过设置局部抽风装置、移动式烟尘净化设备，实现作业区域内烟尘的快速收集、过滤与净化，减少烟尘扩散，维持空气环境洁净，避免人员吸入有害烟尘。弧光防护通过布设遮光屏障、防护挡板等设施，隔离焊接电弧产生的强光与辐射，防止弧光对周边作业人员造成伤害，同时减少弧光对周边施工环境的干扰。作业环境温湿度调控可改善人员作业舒适度，减少因环境恶劣导致的操作失误，搭配通风换气装置，降低作业区域有害气体浓度，通过多维度环境防护措施，打造安全、健康、合规的焊接作业空间，兼顾人员安全与环境管控需求。

3.4 焊接机械关键部件防护技术

焊接机械关键部件防护技术针对设备核心运行部件实施精准防护，是保障设备整体运行可靠性、延长设备使用寿命的关键环节。焊接电源模块作为核心部件，采用高效散热结构与绝缘防护涂层，提升散热效率与绝缘强度，避免因过热、绝缘老化或破损导致模块故障，确保供电稳定。焊接枪头与导电部件选用耐高温、抗电弧腐蚀的专用材料，通过表面硬化处理增强耐磨性能，减

少焊接过程中电弧冲刷与高温氧化带来的损耗,保障电流传输稳定。传动部件如齿轮、轴承等配备专用密封防护装置,阻挡灰尘、杂质与焊接飞溅物侵入,同时优化润滑系统,降低部件摩擦损耗,减少磨损引发的故障^[4]。通过对关键部件的针对性防护设计与常态化维护,提升部件运行稳定性,降低故障发生率,为焊接机械长期安全高效运行提供支撑。

4 焊接机械安全运行控制与防护技术的协同应用

4.1 控制与防护技术的协同逻辑

焊接机械安全运行控制与防护技术的协同应用,核心是构建“控制预判、防护兜底、双向联动”的一体化逻辑体系,依托两者的互补性实现安全防护效能最大化。安全运行控制聚焦设备运行状态的动态调控,通过参数校准、状态监测等手段,提前规避可能引发安全隐患的运行异常,从源头减少防护压力。防护技术则针对控制环节无法完全规避的风险,构建多层次防护屏障,弥补控制环节的防控盲区。两者形成紧密联动的逻辑闭环,运行控制数据为防护技术的适配提供依据,根据设备运行参数调整防护措施的侧重点;防护系统反馈的环境、设备状态信息,反哺运行控制参数的优化,实现控制精度与防护效果的双向提升,筑牢焊接机械安全运行的双重防线。

4.2 协同应用的流程

焊接机械安全运行控制与防护技术的协同应用需遵循标准化流程,围绕设备运行全周期构建闭环管理体系。流程启动始于作业前的准备阶段,完成焊接机械运行参数的初始校准,同步检查各类防护装置的完好性,确保控制参数与防护措施精准适配。作业过程中,运行控制系统实时采集设备运行数据,动态调整相关参数,同时防护系统同步运转,针对焊接电弧、烟尘、电气隐患等实施精准防护。当运行控制系统捕捉到设备异常信号时,立即触发防护系统的应急防护机制,同步调整控制策略,遏制隐患扩大。作业结束后,对运行控制参数进行复盘优化,对防护装置进行清洁、检查与维护,为后续协同应用提供可靠支撑,确保流程衔接顺畅、防控无死角。

4.3 应用过程中的重点把控

协同应用过程中的重点把控需聚焦适配性、及时性与规范性,确保控制与防护技术高效联动。适配性把控核心是确保运行控制参数与防护措施贴合焊接工况,根据焊接材料、作业环境的变化,同步优化控制参数与防护方案,避免两者脱节导致防控失效。及时性把控要求建立快速响应机制,运行控制系统需快速捕捉设备运行异常,防护系统需同步启动应急防护措施,缩短异常处置时间,避免隐患升级^[5]。规范性把控需落实操作流程,规范运行控制参数的调整流程与防护装置的使用方法,杜绝违规操作导致协同失效。同时需强化对协同系统的定期检查,排查控制与防护环节的衔接漏洞,优化联动逻辑,确保两者始终处于协同高效的运行状态,全面保障焊接机械作业安全。

结束语

焊接机械安全运行控制与防护技术的协同应用,是保障焊接作业安全高效开展的核心举措。通过精准的运行控制方法,可实现对焊接机械运行状态的动态优化,有效预防潜在安全隐患;而全面的防护技术则为设备与人员提供了可靠的安全屏障。两者的紧密协同,构建起全方位、多层次的安全防护体系。在实际应用中,需不断强化技术融合与创新,严格把控协同应用的各个环节,确保焊接机械始终处于安全稳定的运行状态,为工业制造的持续发展筑牢坚实基础。

参考文献

- [1]孟克.自动化焊接新技术在机械制造中的应用研究[J].现代工程科技,2024,3(13):89-92.
- [2]刘鹏,魏伟.自动化焊接技术在机械制造中运用分析[J].中国金属通报,2024(19):104-106.
- [3]王丹丹.无损检测技术在机械焊接中的应用研究[J].数字农业与智能农机,2024(2):123-126.
- [4]鲍延璐.自动化焊接技术在机械制造中的应用[J].现代制造技术与装备,2024,60(2):189-191.
- [5]徐玉辉.机器人辅助的自动化机械加工焊接技术[J].五金科技,2025,53(5):42-45.