

工矿企业焊接设备常见故障分析与精细化运维管理实践

张 燕

山东齐鲁石化建设有限公司 山东 淄博 255400

摘 要: 焊接设备在工矿生产中承担金属熔接任务,其运行状态直接关系到生产连续性与作业质量。本文围绕工矿企业焊接设备,梳理电源、送丝、气路、控制等模块的常见故障类型与产生诱因,剖析当前运维管理中巡检粗放、保养失范、处置被动及人员技能不足等突出短板。从标准化巡检机制构建、分级分类保养体系搭建、故障预判处置流程优化及运维人员技能培育四个维度,提出精细化运维管理的实施路径,为降低设备故障率、延长服役周期提供系统化管理参考。

关键词: 焊接设备;故障分析;精细化运维;工矿企业;设备管理

引言:工矿生产环境复杂多变,焊接设备长期承受高温、粉尘、振动等多重负荷叠加,故障频发已成为制约生产效率的重要因素。电源模块老化、气路堵塞、送丝机构磨损、控制系统失灵等问题交织出现,叠加运维管理粗放、保养不规范、人员技能滞后等管理短板,使设备非计划停机时有发生。围绕焊接设备全生命周期展开故障机理分析与运维策略探讨,对保障工矿焊接作业稳定运行具有实际应用价值。

1 工矿企业焊接设备基础构成与运行特征

1.1 工矿常用焊接设备基本组成

工矿生产场景使用的焊接设备由多个独立功能模块组合而成,模块协同运转支撑焊接作业持续开展。电源模块负责接入外部电能,完成电压、电流的转换与调节,适配不同工件材质、厚度对应的焊接作业标准。控制模块接收人工预设参数,管控电能输出方式与作业时序,约束设备整体运行节奏。送丝机构、焊枪及配套工装构成设备执行单元,负责焊材输送与工件熔接操作,落实现场焊接施工动作^[1]。供气模块输送保护气体,隔绝熔池周边空气杂质。冷却模块持续带走设备工作产生的热量,避免高温影响部件工况。各类模块紧密配合,满足工矿连续化、常态化的焊接生产需求。

1.2 焊接设备内部结构工作原理

焊接设备依靠电能转换与机械配合实现金属熔接作业,内部结构具备成熟的运行逻辑。电源单元对工频交流电进行变压、整流处理,输出适配焊接工况的直流电,为熔接过程提供稳定热源。控制单元根据施工设定,精准调控电流大小、通电时长,匹配不同工件的熔接需求。机械传动结构带动焊丝匀速进给,保持焊材供给的连续性,填补工件对接缝隙。气路结构输出保护气体,覆盖高温熔池区域,减少金属氧化缺陷。冷却结构依

托介质循环降低机身温度,保障电气与机械部件可以长期稳定运转。各结构有序运转,完成整套焊接作业流程。

1.3 工矿场景设备运行工况特点

工矿生产环境工况条件复杂,对焊接设备运行状态形成持续影响。生产模式偏向连续作业,设备长时间保持运转状态,部件磨损积累速度更快。作业空间漂浮大量粉尘与颗粒物,容易附着在散热孔、线路接口、传动缝隙等位置,阻碍设备散热与机械运动。生产工序切换频繁,焊接工艺参数需要不断调整,设备运行负载始终处于变动状态。环境温度、湿度的持续变化,会影响电路绝缘性能与金属结构配合精度,增加设备运行的不稳定因素。

1.4 焊接设备常规运行状态表现

工况稳定状态下的焊接设备,电气输出状态平稳,电流、电压可以维持恒定输出,无突发性波动现象。送丝机构运行顺畅,焊丝进给速度均匀,不会出现卡顿、跳动或断丝情况。机身运行震动幅度轻微,运转声响均匀柔和,不存在异常杂音。气路输出均匀稳定,熔池防护状态良好,焊接成型质量规整。冷却系统散热效率充足,机身温升平缓,长时间作业可以保持良好的工作状态。

2 工矿企业焊接设备常见故障类型及诱因

2.1 电路系统故障及产生诱因

电路系统是焊接设备供能与参数调节的核心载体,长期处于复杂工矿环境中极易出现各类异常问题。作业现场长期高温积热,环境温度常超40℃,会加速线路绝缘材质老化开裂,裸露线路容易引发漏电、通电不稳等问题^[2]。工矿生产存在频繁启停设备、切换焊接负荷的操作,电气元件长期承受不稳定电流冲击,整流模块、电阻电容等核心器件会出现性能衰减。设备接线端子长期暴露在粉尘、潮湿环境中,金属接触面氧化锈蚀,会增

大电路接触电阻,造成通电断续、电压浮动。外部供电电压波动、瞬时负载冲击,都会加重电气构件损耗,引发电路断路、器件失效等故障,干扰设备正常作业。

2.2 气路系统故障及产生诱因

气路系统承担焊接熔池防护的关键作用,运行状态直接影响焊接作业质量。作业环境中的粉尘、金属碎屑与水汽会随气流进入管路,持续堆积后堵塞管路、过滤元件,造成通气量不足、气流输送不畅。长期运行的管路接头、密封垫片会出现老化松弛,气密性下降,出现微量漏气问题,降低保护气体浓度,破坏熔池防护环境。气源处理部件长期使用后过滤净化能力下降,杂质持续滞留气路内部,逐步干扰气压稳定性。环境温度的持续变化,会改变气路内部气压状态,造成供气压力失衡,影响焊接作业的正常开展。

2.3 机械结构故障及产生诱因

焊接设备机械结构包含送丝、传动、支撑等多个运动部件,高频作业状态下损耗问题频发。送丝轮、导丝管长期与焊丝持续摩擦,构件表面出现磨损、凹槽,磨损深度超过0.5mm时,会造成焊丝输送偏移、卡顿、堵丝等现象。齿轮、轴承等传动构件养护不到位,润滑介质损耗干涸,润滑周期超过200h未补充时,会增大机械运转阻力,引发转动卡滞、运转异响等问题。现场作业产生的硬质杂质容易进入机械传动缝隙,颗粒物粒径达0.1mm至0.5mm时,加剧构件磨损,破坏部件配合精度。设备长期高频运转日均运行超过10h会造成紧固构件松动,机身运行震动加剧,逐步引发机械走位、结构偏移等故障。

2.4 控制系统故障及产生诱因

控制系统作为设备指令输出与参数调控的核心,精密元件对现场作业环境较为敏感。粉尘持续堆积在控制主板、感应元件表面,积尘厚度超过0.2mm时,会遮挡信号接收端口,造成数据采集失真、指令传输受阻。频繁更改焊接参数,日均参数调整超过20次时,会造成调节按键、控制模块灵敏性衰退,参数校准出现偏差,设备输出参数出现紊乱。工矿作业现场存在电磁干扰,干扰强度超过设备耐受阈值的80%时,会影响控制单元的信号精度,造成指令输出错乱。控制模块长期处于高温工况,环境温度持续高于45℃时,内部电子元件性能逐步衰减,出现响应迟缓、参数记忆失效等问题,导致设备无法匹配实际焊接作业需求。

3 工矿企业焊接设备运维管理现存短板

3.1 日常运维检查模式较为粗放

多数工矿企业针对焊接设备的日常检查工作,依旧

沿用传统粗放的巡检模式。巡检内容缺少细化划分,检查范围多停留在设备表面可视状态,忽略电路隐性老化、气路微漏、机械内部磨损等隐蔽问题^[3]。巡检频次没有结合设备运行负荷动态调整,高频率作业设备与闲置设备采用统一检查标准。巡检流程缺少针对性条目支撑,工作人员依靠经验开展排查,容易出现漏检、误检情况。零散随意的巡检模式,无法及时捕捉设备初期异常隐患,小问题逐步累积演化成硬性故障,影响设备稳定运行。

3.2 设备保养流程落实不够规范

焊接设备保养工作普遍存在流程执行松散、标准落地不到位的问题。保养工序缺少统一细化的执行标准,润滑、除尘、校准、密封养护等关键工序随意性较强。不同岗位工作人员养护操作尺度不一,部分关键养护环节出现省略或简化的情况。设备养护没有结合设备工况损耗规律制定周期计划,养护工作多凭主观判断推进。长期不规范的养护操作,会加剧部件损耗速度,破坏设备原有运行精度,缩短焊接设备整体使用周期。

3.3 故障排查处置方式较为被动

现阶段设备故障处置大多停留于事后处理模式,整体运维思维偏向被动。管理工作侧重故障发生后的维修补救,缺少前置性的隐患预判与干预手段。设备运行过程中的细微工况异常,难以被及时捕捉与处理,异常状态持续发展会引发整机故障。故障排查多针对表象问题开展修复,未深入溯源故障产生的深层诱因,同类故障容易反复出现。被动化的处置模式无法从源头管控设备运行风险,持续增加设备维修投入,打乱工矿正常生产节奏。

3.4 运维人员专业能力存在不足

焊接设备结构与调控模式不断更新,对运维人员专业素养提出更高要求。一线运维人员普遍缺少系统化的专业培训,对新型焊接设备的结构原理、故障诱因、养护重点认知不够全面。人员实操经验局限于基础维修操作,精细化排查、精准养护、隐患预判的专业技能有所欠缺。岗位技能更新速度滞后于设备更新速度,人员无法适配精细化运维的工作标准。专业能力的短板,制约整体运维管理质量提升,难以满足设备长期稳定运行的管控需求。

4 焊接设备精细化运维管理实施路径

4.1 建立标准化日常巡检机制

工矿原有巡检模式普遍较为笼统,检查内容缺乏细化标准,很难发现设备内部的轻微异常。建立标准化巡检机制,能够对焊接设备各功能模块开展有条理的逐项

排查。结合电路、气路、机械结构与控制系统的不同运行特点,划分针对性检查内容,明确各部位需要重点关注的运行状态。依据设备作业频次与负荷差异,区分不同巡检频次标准^[4]。长期高负荷运行设备适当提升检查频率,间歇使用或闲置设备合理规划检查间隔,避免无效作业与检查疏漏。制定统一的巡检清单,规范现场检查步骤与判别依据,减少人工经验主观判断带来的偏差。重点关注线路老化、接口松动、管路微漏、构件磨损、信号漂移等不易察觉的隐性问题。清晰划分岗位对应的巡检范围,落实岗位对应职责,让日常检查形成稳定、规范的常态化工作,尽早捕捉设备早期异常,降低故障积累概率。

4.2 构建分级分类设备保养体系

设备保养工作长期流于形式,是运维质量偏低的主要原因。依据设备损耗程度、作业强度、使用年限搭建分级分类保养体系,能够让养护工作更贴合设备实际工况。按照养护深度划分常规、专项、深度三个保养层级,对应不同作业内容与执行周期。常规保养聚焦日常清洁、部件除尘、基础润滑与接口紧固,维持设备基础运行状态,延缓部件自然损耗。专项保养针对气路密封状态、电路参数、送丝机构精度、控制模块灵敏度开展阶段性校验与调整,维持设备稳定作业性能。深度保养面向长期高强度运行设备,开展构件磨损检测、整体精度校正、老化部件更换等深度作业。结合设备真实运行状态制定养护周期,统一各工序操作规范,细化润滑、清洁、调试的执行细节,让保养工作有序落地,有效维持设备运行精度,延长设备服役周期。

4.3 优化故障预判与处置流程

传统运维多集中在故障出现后的修复工作,前置干预能力偏弱。优化故障管控流程,需要构建从隐患识别、问题排查到修复优化的完整处置链条。结合设备日常运行表现,总结电流波动、送丝不均、气压不稳、响应异常等各类前兆特征,建立隐患识别依据。设备运行出现细微偏差时,及时开展专项排查,阻止轻微异常发展为停机故障。规范故障处理流程,有序推进问题上报、现场核查、原因排查、部件修复、工况复测等步骤。故障修复不止完成部件复原,深入梳理问题产生的

根源,结合设备工况与养护状态调整后续运维方式,减少同类问题重复发生。针对电路、气路、机械、控制等不同模块故障,梳理专属处置流程,让故障处理更加科学规范,缩短设备停机时长,保障生产连续性。

4.4 完善运维人员技能培育模式

设备精细化运维的落地效果,取决于运维人员的专业水平。完善系统化培育模式,可以逐步补齐岗位技能短板,适配精细化管理需求。培训内容贴合工矿现场实际工况,覆盖设备结构组成、运行原理、部件损耗规律、巡检要点、分级保养标准、故障识别方式等基础内容,夯实岗位理论储备。增加实操训练占比,围绕隐蔽隐患排查、设备精度校准、部件养护调试、常见问题处理等内容开展专项练习,提升现场实操熟练度。搭建常态化学习机制,每季度组织不少于1次技能考核与更新培训,持续更新培训内容,适配新型焊接设备结构特点与运维要求,跟进行业精细化管理思路。引导运维人员积累现场经验,交流实操技巧,突破传统维修的单一能力局限。逐步培养具备隐患识别、精细养护、专业维修能力的技术队伍,整体提升厂区焊接设备运维管理水平。

结束语

焊接设备的精细化运维是一项涵盖故障识别、分级保养、隐患预判与人员培育的系统工程。通过标准化巡检捕捉早期异常,借助分级保养维持设备运行精度,依托故障预判流程压缩停机时长,辅以系统化技能培训夯实人员操作水平,可有效降低非计划故障发生率,减少维修投入,保障工矿焊接作业持续稳定推进。各环节紧密衔接、协同运转,方能实现设备全生命周期的高效管控。

参考文献

- [1]佟奕杉.浅谈矿山机械设备的焊接维修技术与维护[J].中国金属通报,2022(1):64-66.
- [2]陈春飞.矿用链条闪光对焊机故障分析和处理[J].设备管理与维修,2022(12):71-73.
- [3]周弘凯,吴连涛,靳祥慧.矿用设备焊接残余应力分析与消除方法研究[J].现代制造技术与装备,2024,60(12):4-6.
- [4]孙亮,王亮.矿山机械齿轮传动设备断裂轮齿的自动化焊接修复技术[J].世界有色金属,2023(13):52-54.