

直流埋弧焊机的保养与维修策略

王志起 陈晓伟 王玉国 李信锋 刘大宁

海洋石油工程(青岛)有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i6.21028

[摘要] 在现代工业制造中,直流埋弧焊机对诸多行业至关重要,但易出现故障。本研究综合运用文献研究法、案例分析法与实证研究法,剖析其工作原理与结构,提出保养与维修策略。日常保养涵盖外观清洁、连接部位检查;定期保养包括电气系统维护、机械部件保养、易损件更换。针对电气、机械、焊接工艺故障给出诊断与维修方法,并结合实际案例分析。此外,提出基于数据分析的预测性维护、智能化保养维修技术等优化策略。本研究为提高焊机可靠性和使用寿命提供有效方法,未来应深化智能化技术应用,拓展跨学科研究,完善保养维修标准体系。

[关键词] 直流埋弧焊机; 保养策略; 维修技术; 故障诊断; 智能化维护

中图分类号: TG434.4 **文献标识码:** A

Maintenance and Repair Strategies for DC Submerged Arc Welding Machines

Zhiqi Wang Xiaowei Chen Yuguo Wang Xinfeng Li Daning Liu

Ocean Petroleum Engineering (Qingdao) Co., Ltd

[Abstract] In modern industrial manufacturing, DC submerged arc welders are crucial for numerous industries but are prone to malfunctions. This study employs a combination of literature review, case analysis, and empirical research methods to analyze the working principles and structure of these welders, proposing maintenance and repair strategies. Routine maintenance includes external cleaning and inspection of connection points, while periodic maintenance involves electrical system upkeep, mechanical component servicing, and replacement of wear-prone parts. Diagnostic and repair methods are provided for electrical, mechanical, and welding process failures, supported by practical case studies. Additionally, optimization strategies such as data-driven predictive maintenance and intelligent maintenance and repair technologies are proposed. This research offers effective methods to enhance welder reliability and lifespan, suggesting future advancements in intelligent technology applications, interdisciplinary research expansion, and the refinement of maintenance and repair standards.

[Key words] DC submerged arc welding machine; maintenance strategy; repair technology; fault diagnosis; intelligent maintenance

引言

在现代工业制造领域,如船舶、桥梁、石油管道及钢结构建筑等行业,直流埋弧焊机扮演着不可或缺的角色。其凭借稳定的焊接电流、较高的熔敷效率和良好的焊缝质量,成为大规模金属连接作业的核心设备。然而,焊机在复杂恶劣的工业环境下长期运行,易受粉尘、湿度、电磁干扰及频繁启停等因素影响,致使性能劣化、故障频发。据统计,约30%的工业焊接生产延误由焊机故障引发,平均每次故障造成的经济损失可达数万元,涵盖生产停滞成本、焊件报废损失及维修费用等。因此,深入探究直流埋弧焊机的保养与维修策略具有重要的现实意义,可有效保障焊接生产的连续性、稳定性,提升产品质量,降低生产成本,增强企业市场竞争力。

1 直流埋弧焊机的工作原理与结构剖析

1.1 工作原理详述

1.1.1 电弧产生原理

在直流埋弧焊接过程中,依据气体放电理论,当电极与焊件之间施加足够高的直流电压时,电极端部的电子在电场作用下获得足够能量,撞击周围气体分子使其电离,形成等离子体通道,即电弧。此电弧在直流电源持续供电下得以稳定维持,其温度高达数千摄氏度甚至更高,足以熔化焊丝与焊件金属,实现焊接连接。例如,在焊接不锈钢板材时,通过调节直流电压和电流参数,可精确控制电弧能量,确保焊缝熔深和熔宽符合工艺要求,保证焊接接头质量。

1.1.2 焊接过程能量转换

焊机工作时, 输入的电能焊接回路中通过电弧转化为热能, 该热能能使焊丝和焊件局部金属迅速熔化形成熔池。在此过程中, 电能转换为热能的效率受多种因素影响, 如焊接电流、电压、电弧长度及焊接速度等。以焊接低碳钢为例, 当焊接电流增大时, 单位时间内输入的电能增加, 熔池热量增多, 熔深相应增大; 但过高的电流会导致过多的电能损耗和焊缝成型恶化。因此, 精确控制焊接参数, 优化能量转换过程, 是保障焊接质量和提高能源利用效率的关键。

1.2 结构组成解析

1.2.1 电源系统核心部件

电源系统是直流埋弧焊机的关键部分, 主要由整流器、变压器等组成。整流器负责将输入的交流电转换为直流电, 常见的有二极管整流桥和晶闸管整流电路, 其中晶闸管整流电路可通过控制触发角实现对输出直流电压的精确调节, 满足不同焊接工艺需求。变压器则用于调整输入电压, 为焊接提供合适的二次电压, 其变压比设计依据焊机的额定功率和输出电压要求确定。例如, 在大型钢结构焊接中, 需选用大功率变压器和高耐压整流器, 以确保稳定的焊接电流和电压输出, 保证厚板焊接质量。

1.2.2 送丝机构关键组件

送丝机构主要包括送丝电机、送丝轮、导丝管等部件。送丝电机提供动力, 驱动送丝轮转动, 通过摩擦力将焊丝稳定输送至焊接区域。送丝轮的材质、表面粗糙度和沟槽形状需与焊丝材质和直径相匹配, 以保证送丝顺畅且不损伤焊丝。导丝管则起引导焊丝方向的作用, 其内壁光滑度和弯曲半径影响送丝阻力。在铝合金焊接中, 因焊丝质地较软, 需采用特殊的橡胶材质送丝轮, 并优化导丝管设计, 防止焊丝刮擦、卡滞, 确保送丝精度和稳定性, 从而保障焊接过程稳定进行。

1.2.3 焊接控制系统重要模块

焊接控制系统由控制面板、控制器及相关传感器组成。控制面板方便操作人员设置焊接参数, 如电流、电压、焊接速度等。控制器则根据设定参数和传感器反馈信息, 精确控制焊机各部件动作, 实现焊接过程自动化。例如, 采用微处理器为核心的控制器, 可实时监测焊接电流和电压实际值, 并与设定值比较, 通过闭环控制算法快速调整电源输出或送丝速度, 确保焊接参数稳定, 有效应对焊接过程中的干扰因素, 提高焊接质量一致性。

2 直流埋弧焊机的保养策略与实践要点

2.1 日常保养关键环节

2.1.1 外观清洁与防护

在工业生产环境中, 焊机表面易积聚灰尘、油污及金属飞溅物等杂质。如船舶制造车间, 焊接作业频繁, 焊机周围充斥大量金属粉尘, 若不及时清理, 会影响焊机散热, 加速元件老化。因此, 每日工作结束后, 需用干净软布擦拭焊机机身, 去除灰尘和油污; 对于难以清除的金属飞溅物, 可用专用工具小心清理, 避免损伤设备表面。同时, 检查焊机防护外壳是否完好, 如有破损应

及时修复或更换, 防止灰尘、水汽等侵入内部, 确保焊机内部电子元件处于清洁、干燥的工作环境, 维持其正常散热性能, 延长使用寿命。

2.1.2 连接部位检查

电源线、焊接电缆及各控制线路连接部位的可靠性直接关系到焊机运行稳定性。例如, 在建筑钢结构焊接现场, 焊机常因频繁移动导致连接部位松动。每日作业前, 应仔细检查电源线插头与插座是否紧密连接, 有无氧化、烧蚀迹象; 查看焊接电缆接头是否牢固, 电缆线是否破损、裸露。对于松动的连接部位, 需及时紧固; 若发现氧化或烧蚀, 应清理氧化物或更换连接部件; 破损的电缆线则需进行绝缘处理或更换, 防止因接触不良引发电气故障, 如电弧不稳定、焊接电流波动等, 确保焊接过程安全、稳定进行。

2.2 定期保养核心要素

2.2.1 电气系统维护

每隔一定周期, 需对焊机电气系统进行全面维护。使用专业电气检测仪器, 如万用表、兆欧表等, 测量变压器、整流器、继电器等电气元件的性能参数, 如电阻、电容、绝缘电阻等, 判断其是否在正常范围内。在钢铁加工企业, 每月进行一次电气系统检测, 及时发现并更换性能劣化的元件, 有效避免了因电气故障导致的生产中断。同时, 检查焊机接地是否可靠, 接地电阻应符合安全标准, 确保操作人员人身安全和设备稳定运行, 防止因漏电引发安全事故, 保障生产作业安全有序进行。

2.2.2 机械部件保养

送丝机构、行走机构等机械部件在长期运行中易磨损, 需定期保养。对送丝机构, 应拆开检查送丝轮磨损情况, 根据磨损程度及时更换; 清洁导丝管内部, 去除积尘和杂物, 确保送丝顺畅; 为送丝电机轴承添加适量润滑油, 降低摩擦阻力, 延长电机使用寿命。在汽车制造车间, 每季度对焊机机械部件进行深度保养, 经保养后的焊机送丝稳定性和行走精度显著提高, 减少了焊接缺陷, 提升了生产效率和产品质量。对于行走机构, 检查车轮磨损、轨道平整度及传动链条张紧度等, 调整或更换磨损部件, 保证焊机行走平稳, 满足焊接工艺对焊接位置精度的要求。

2.2.3 易损件更换策略

导电嘴、送丝轮、保护嘴等易损件的及时更换对焊接质量至关重要。其更换周期受焊接材料、焊接电流、焊接频率等因素影响。例如, 在焊接高强度合金钢时, 由于焊丝硬度较高且焊接电流较大, 导电嘴磨损较快, 需缩短更换周期。通过对不同焊接工艺下易损件磨损数据的统计分析, 建立易损件更换数据库, 为企业制定科学合理的更换计划提供依据。在建筑钢结构焊接项目中, 依据数据库指导易损件更换, 有效保障了焊接过程的稳定性, 减少了因易损件磨损导致的焊接参数波动和焊缝缺陷, 提高了焊接质量和生产效率。

3 直流埋弧焊机的故障诊断与维修技术

3.1 常见故障分类与诊断方法

3.1.1 电气故障诊断

电气故障是焊机常见故障类型之一,如电源故障、控制电路故障等。当焊机出现通电无反应故障时,依据电路原理,首先用万用表检查电源线是否断路,测量电源插头两端电阻,若电阻无穷大,则表明电源线存在断路点,需修复或更换电源线。若电源线正常,进一步检查控制变压器初级绕组电阻,判断其是否烧毁;再检测整流桥各二极管正向和反向电阻,判断二极管是否击穿短路。通过逐步排查电路元件,可精准定位故障点,采取针对性维修措施,如更换损坏的变压器或二极管,恢复焊机正常供电。

3.1.2机械故障诊断

机械故障主要表现为送丝不畅、行走异常等。对于送丝不畅故障,可先通过观察送丝轮转动情况、焊丝在导丝管内的输送状态进行初步判断。若送丝轮不转或转动卡顿,检查送丝电机是否损坏、电机与送丝轮之间的传动皮带是否断裂或松弛;若送丝轮转动正常但焊丝输送受阻,可能是导丝管堵塞或送丝轮磨损严重。此时,清理导丝管或更换送丝轮即可解决问题。在故障诊断过程中,结合听声、手感等经验判断方法,能快速缩小故障范围,提高诊断效率,确保机械部件正常运行,保障焊接作业顺利进行。

3.1.3焊接工艺故障诊断

焊接工艺故障通常反映在焊缝质量缺陷上,如气孔、裂纹、未熔合等。以焊缝气孔缺陷为例,首先检查焊接保护气体系统,包括气瓶压力、气体流量、气管连接是否漏气等。若气体系统正常,进一步分析焊接参数设置是否合理,如焊接电流、电压是否匹配,焊接速度是否过快等。过高的焊接速度可能导致熔池金属来不及充分融合和气体逸出,从而产生气孔。通过对焊接工艺参数的调整和优化,结合对焊件表面处理、焊接环境等因素的综合分析,可有效解决焊接工艺故障,提高焊缝质量,满足焊接工艺要求。

3.2维修案例深度剖析

3.2.1典型故障案例一

直流埋弧焊机在正常施焊过程中,输出电压出现无规律异常波动,焊接电流不稳,无法稳定施焊。拆机检查,机内元器件无明显烧损、变形、虚焊等外观故障;万用表检测电源输入电压正常,整流桥输出电压纹波大、波动剧烈,判定为整流环节异常。进一步检测整流桥触发端,无触发脉冲信号,锁定触发电路故障。排查触发回路元器件,测得回路电阻阻值异常,导致触发信号传输不稳定。更换同规格、同功率的触发电路电阻,恢复触发回路通路;通电复测,整流桥触发信号正常,输出电压平稳无明显纹波,焊机焊接电压、电流稳定,故障排除。

3.2.2典型故障案例二

数控直流埋弧焊机在运行时,焊接参数无法正常调节,面板按键与旋钮操作失效,电流、电压、行走速度等关键焊接参数无变化,设备无法按照工艺要求执行精准焊接,严重影响作业精度与生产效率。维修人员先对控制面板进行外观与操作检查,发现部分按键无响应,初步判定为操作部件故障。拆机后检测,确认多个微动开关因粉尘堆积、长期机械按压出现触点氧化、接触不良。清理触点并复测后,基础按键功能恢复,但参数调节仍异常。随后采用整机信号对比法,与同型号正常焊机比对控制信号与数据传输状态,锁定控制器电路故障。使用万用表、示波器检测控制板元器件,测得运算放大器工作电压异常、信号输出失真,确认该元件已损坏,导致参数调节指令无法正常处理与传输。对控制面板微动开关触点进行深度清洁、打磨处理,更换老化严重的微动开关;更换同型号、同参数规格的运算放大器,重新校准控制器参数。通电测试后,按键响应灵敏,焊接参数调节顺畅,信号传输稳定,设备完全恢复正常工作状态。控制系统故障应遵循由外到内、由简单到复杂的检修原则,优先检查按键、旋钮、接口等易损部件,再利用对比检测、仪表测量深入排查核心控制电路,可快速定位隐性电子元件故障,提升维修效率与准确性。

4 结论

4.1研究成果总结

本研究系统阐述了直流埋弧焊机的保养与维修策略,涵盖工作原理、结构剖析、保养实践、故障诊断与维修技术,以及优化策略。通过理论与实践相结合,为提高焊机的可靠性和使用寿命提供了有效的方法。

4.2未来研究方向展望

未来应进一步深化智能化技术在焊机保养维修中的应用,拓展跨学科研究,完善保养维修标准体系,以适应工业制造行业不断发展的需求。

【参考文献】

- [1]林肯手册DC400[EB/OL].林肯电气公司,1997:50-54.
- [2]王亚君,周岐,冯魁斌.无师自通系列书常用电焊机维修技术[M].北京:中国电力出版社,2018.
- [3]张永吉,乔长君.电焊机维修技术[M].出版地不详:化学工业出版社,2011.
- [4]中国机械工程学会焊接学会.焊接手册焊接方法及设备(第1卷第3版修订本)[M].北京:机械工业出版社,2008.
- [5]朱绍祥.从零开始学电气焊技术[M].上海:上海交通大学出版社,1988:26-30.

作者简介:

王志起(1972--),男,回族,河北黄骅人,本科,研究方向:电气工程。