

某型装备平衡肘轴 CO₂ 药芯焊丝堆焊工艺

王杰亚, 张玉峰

(陆军工程大学军械士官学校, 湖北 武汉 430075)

[摘要] 采用药芯焊丝对某型装备平衡肘轴磨损进行了修复, 论述了药芯焊丝堆焊某型装备平衡肘轴工艺及 CO₂ 药芯焊丝的化学成分。试验表明: 超微颗粒的 SiC/纳米 WC 促进了堆焊层原位反应, 起到了弥散强化、固溶强化等多机制的强化效应; SiC 与金属基体之间, 不仅仅是机械的结合, 大多区域是化学键方式结合, 实现了结构上的连续性。修复的某型装备平衡肘轴表面耐磨性, 相对于原件表面耐磨性有了显著提高。

[关键词] 平衡肘轴; CO₂ 药芯焊丝

[中图分类号] TG455 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1001-1560(2020)(增)-046-03

DOI:10.16577/j.cnki.42-1215/tb.2020.s1.011

A type of Equipment Balance Elbow Shaft CO₂ Core Welding Wire Welding Process

WANG Jie-ya, ZHANG Yu-feng

(Army Engineering University Ordnance Sergeant School, Wuhan 430075, China)

Abstract: The use of drug core welding wire to a type of equipment balanced elbow shaft wear repair, discusses the core welding a type of equipment balanced elbow shaft technology and CO₂ drug welding core chemical composition. Through the experiment, it is shown that the SiC/nanoWC of ultra-microparticles promotes the in situ reaction of the heap weldlayer, and plays a reinforcing effect of the multi-mechanism such as dispersion reinforcement and solid-soluble reinforcement. SiC and metal matrix, not just mechanical combination, most areas are chemical bonding, to achieve structural continuity. The repaired type of equipment balances the wear resistance of the elbow shaft surface, which is significantly improved compared to the original surface.

Key words: Balance elbow shaft; CO₂ core welding wire; Diffuse strengthen.

0 前言

某型装备底盘平衡轴主要用于安装负重轮(见图1), 材料采用 40Gr, 采用了良好的热处理及渗氮处理 HRC42~HRC45。底盘运动时, 平衡轴轴颈表面轴散热效果较差, 工作环境恶劣, 表面易遭受磨料磨损, 经常发现圆柱度、圆度大于标准值, 表面烧伤、粘着、划伤、疲劳层损坏等现象, 所以需要更换, 修理费用高。CO₂ 药芯焊丝在成形系数、飞溅率、熔敷速度、焊丝成分调整和全位置焊接等方面具有较大优势, 应用前景非常广阔, 针对某型装备平衡肘轴修复问题, 进行了药芯焊丝堆焊工艺研究, 取得了较好的效果。

1 焊接工艺

1.1 焊接材料、设备

焊接焊丝采用原武汉军械士官学校研制的

[收稿日期] 2020-08-13

[通信作者] 张玉峰, 教授, 电话: 13006121238, E-mail: shujian59@163.com

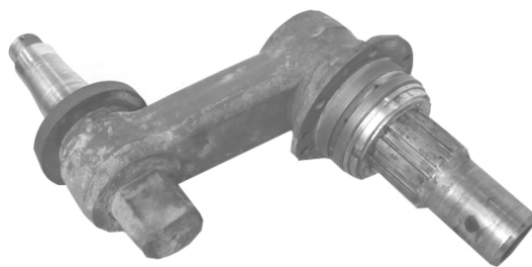


图1 某型装备底盘平衡轴

JX-09-1型药芯焊丝, 焊丝是在铬系金属粉型药芯焊丝中适量添加 Mo、Mn、V、Ti 等和纳米 WC 粉末、超微颗粒 SiC 等而成, 化学成分见表 1。

表 1 药芯焊丝化学成分

组成	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	微颗粒 SiC	纳米 WC	结粉
w/%	0.55	0.95	1.45	8.31	1.06	0.58	0.06	4.20	0.80	1.50

1.2 工艺

1.2.1 零件前处理

(1) 采用有机溶剂或金属清洗剂,清除某型装备平衡肘轴堆焊处的油污,对于磨损沟槽油污亦可用氧乙炔中性火焰烘烤,后用丙酮清洗。

(2) 表面除锈蚀 由于 40Gr 钢易与氢作用而发生氢脆,不能用强酸腐蚀除锈,用金相砂纸对零件锈蚀表面进行打磨,至露出金属光泽。

(3) 偏磨严重的平衡肘轴应磨削整形,消除偏心。

1.2.2 焊接工艺参数

焊接工艺参数见表 2。

表 2 焊接工艺参数

焊丝 直径/mm	焊接 电流/A	焊接 电压/V	焊丝伸出 长度/mm	气体流量/ (L·min ⁻¹)	导电嘴 距离/mm	焊接速度/ (cm·s ⁻¹)
1.2	170~240	24~28	15~18	20~25	13~18	25~35

1.2.3 注意事项

(1) 要严格限制 CO₂ 保护气体中杂质含量,保证 CO₂ 气体的纯度。

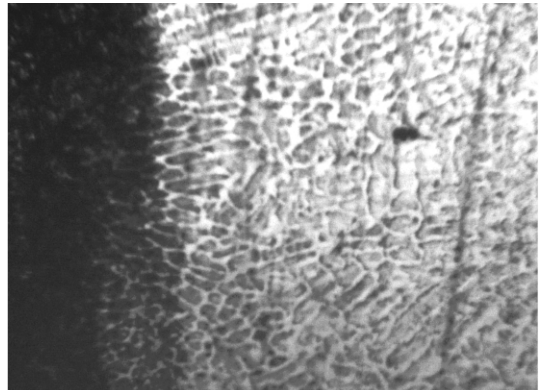
(2) 风速>1.8 m/s 时,应采取防风措施。

2 结果与分析

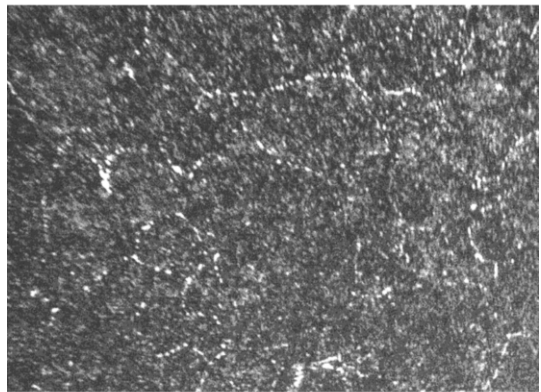
2.1 堆焊表面层结构

对堆焊后的某型装备平衡肘轴焊道金属,通过 XJP-6A 金相显微镜观察焊表面层金相,采用 XPert Pro X 射线衍射仪,进行多晶衍射分析。图 2 为药芯焊丝堆焊层及原渗氮层的金相组织。由图 2a 可以看出,焊道与母材的熔合线分明,熔合线的右侧为焊道金属,左侧为焊道母材,界面融合状况好,堆焊层表面的形貌为不规则的条形纹和乳钉状的突起堆垛状组织,组织细小,外观致密、平整、无裂纹。与原表面层比较,原表面形貌为团状集合组织,团状物组织较粗大(图 2b)。图 2a 中乳钉状的突起及其他灰色的颗粒状物为弥散相 SiC 强化颗粒,在堆焊层中, SiC 颗粒在基体中比较均匀地弥散分布,二者之间结合非常紧密,二者之间如果仅仅是机械混合,二者界面处应有明显间隙^[1],通过金相显微镜的观察,没有发现界面处应有的明显间隙,这说明 SiC 纳米颗粒,与金属基体之间存在更深刻化学结合,而不仅仅是机械结合。以上试验事实说明, SiC 纳米颗粒与金属基体之间的部分区域是化学键方式结合,实现了结构上的连续

性,起到很好的强化作用。



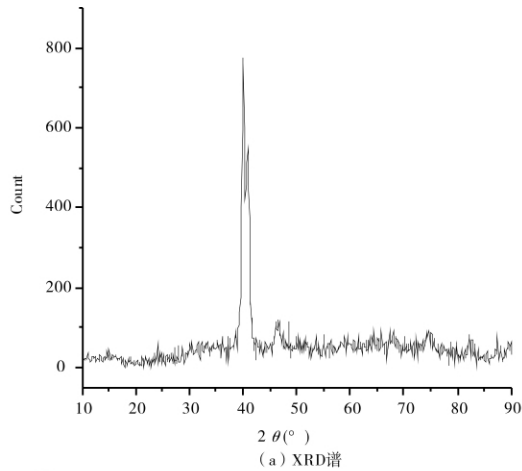
(a) 药芯焊丝堆焊层金相组织 800×



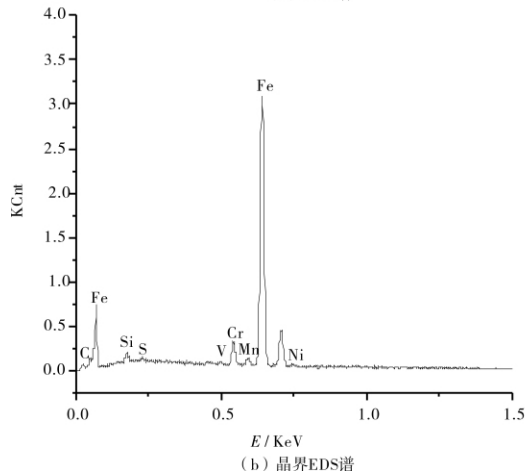
(b) 原渗氮层金相组织 400×

图 2 药芯焊丝堆焊层及原渗氮层的金相组织

图 3 是堆焊层多晶的 XRD 谱及采用 Sirion 200 型场发射扫描电子显微镜能谱附件进行药芯焊丝堆焊层的晶界 EDS 谱。由图 3 可知,焊丝形成焊道后主要物相有斜方晶系的 M₇C₃、MC、部分 Mo、Mn、Cr、Si 形成的体心立方 Fe-M 固溶体等。通过对图 3a 分析可知,加入 SiC 主要是以碳化物的形式,弥散分布在基体组织中,还有少量分解,融入了基体形成固溶体和合金碳化物。V、Mo、Ti 在焊丝熔化过程中形成碳化物强化相,通过晶粒内部及图 3b 分析发现 Mo、Ti、V 在晶界部位含量高于晶粒内部,说明加入 Mo、Ti、V 有效强化了晶界部位,同时在 XRD 衍射峰中发现了少量的奥氏体组织。在 EDS 和 XRD 中均未检出 WC,主要是 WC 加入量有限。说明纳米 WC 的体积效应和表面效应促进了生成 MoC、TiC、VC 的原位反应,细化了碳化物,强化了晶界,使硬度提高,从金相形貌可以看出,沿晶界析出的碳化物,并未连成网状,保证了焊道一定的韧性和强度^[2]。由于碳化物在晶界中析出阻碍了奥氏体转变,使焊道室温组织中存在少量残余奥氏体组织,由于奥氏体具有相变诱发塑性^[3],保证了堆焊层具有较高硬



(a) XRD谱



(b) 晶界EDS谱

图3 堆焊层多晶的XRD谱及晶界EDS谱

度、良好的韧性和结合力强的特点。

2.2 堆焊层硬度

采用HRMS-45型数显表面洛氏式硬度计对研制的药芯焊丝的堆焊层进行了硬度测试,结果见表3。研制的药芯焊丝堆焊层的硬度平均值为58 HRC。

表3 药芯焊丝堆焊层硬度测试结果数据

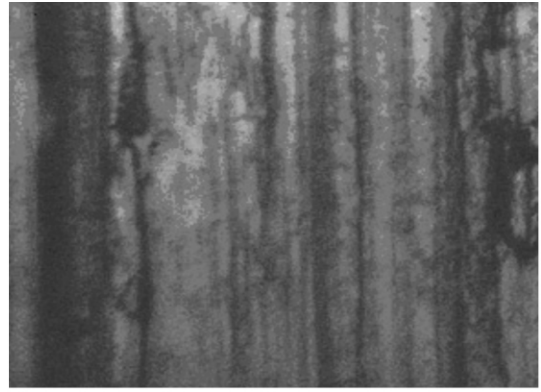
测试值1	测试值2	测试值3	测试值4	平均HRC
58.0	57.0	59.5	58.5	58.0

2.3 堆焊层的耐磨性

图4是耐磨试验后的原零件层磨损表面和药芯焊丝堆焊层磨损表面的金相组织形貌。从图4可以发现,两者磨损表面的状况非常相似,图4b中未出现WC、SiC明显突出基体现象,磨损机制相同。由此可见,该焊丝堆焊修复层耐磨性好,能满足原表面耐磨性的要求。

3 结论

采用药芯焊丝对某型装备平衡肘轴磨损进行修复,修复层耐磨性较好,修复的某型装备平衡肘轴表面



(a) 原渗氮层磨损表面



(b) 药芯焊丝堆焊层磨损表面

图4 磨试验后的原零件层磨损表面和药芯焊丝堆焊层磨损表面的金相组织

耐磨性相对于原件表面耐磨性有了显著提高。堆焊层中的超微颗粒SiC与金属基体之间部分区域是以化学键方式结合,实现了结构上的连续性,从而使堆焊层具有较高结合强度。超微颗粒的SiC/纳米WC,促进了堆焊层原位反应,形成了较好的弥散强化、固溶强化等多种强化效应,利用纳米WC细化了焊道晶粒和残余奥氏体相变诱发塑性作用相配合,堆焊层获得较高硬度的同时,使其具有良好的韧性,满足了某型装备平衡肘轴表面耐磨性的要求。

[参考文献]

- [1] 王泽群.药芯焊丝CO₂气体保护焊的工艺试验和应用[J].焊接技术,2009,38(4):24-25.
- [2] 王清宝,王智慧,李世敏.Fe-Cr-C系高碳耐磨堆焊合金组织及性能[J].焊接学报,2004,25(6):119-123.
- [3] 姜胜利,郑玉贵,姚治铭.不同砂粒粒径多相流中CrMnB堆焊层的损伤行为[J].材料保护,2004,37(10):12-14.

[编校:王宇]