

一种用于 20Cr2Ni4A 钢表面渗碳层的复合刷镀修复工艺

张玉峰, 许湘军, 吴付栓
(武汉军械士官学校, 武汉 430075)

[摘 要] 为解决 20Cr2Ni4A 钢表面渗碳层磨损后修复的难题,提出一种 n-SiC/Ni-W 复合刷镀修复工艺,并详细介绍了工艺流程、工艺参数及操作中的注意事项。通过测试修复层的耐磨性、硬度、结合力,结果表明,修复层具有很高的耐磨损性能,利用该复合电刷镀技术修复 20Cr2Ni4A 钢渗碳层的磨损表面完全满足使用要求。

[关键词] 渗碳层; 复合刷镀; 修复
[中图分类号] TQ153.2 [文献标识码] B [文章编号] 1001-3660(2010)03-0100-03

A Composite Brush Plating Repairing Technology
for 20Cr2Ni4A Steel Surface Carbrized Layer
ZHANG Yu-feng , XU Xiang-jun , WU Fu-shuan

(Wuhan Ordnance Noncommissioned Officer School, Wuhan 430075, China)

[Abstract] In order to solve the repairing problem of wear of 20Cr2Ni4A steel surface carbrized layer, a kind of n-SiC/Ni-W compound brush plating repairing technology was put forward. The processing flow, technological parameter and operation regulation were introduced in detail. The test of wear resistance, hardness and binding force of repairing layer showed that the repairing layer had high wear resistance, and wear surface of 20Cr2Ni4A repaired by compound brush plating completely satisfied use request.

[Key words] carbrized layer; compound brush plating; repairing technology

平衡肘是履带式车辆行动系统的一个重要部件,平衡肘轴外圆柱面与滚针轴承配合,由于运行过程中的强烈振动、冲击等,使平衡肘轴与滚针之间滚动摩擦而形成沟槽。虽然本身材质为 20Cr2Ni4A 钢,且采取了渗碳处理(渗碳层深度为 1.5~1.7 mm,表面硬度不低于 HV 642),但到中修时,失效率为 46%,大修时磨损失效率高达 90%~100%,磨损深度一般为 0.1~0.2 mm,主要集中在与轴承配合的部位。传统的堆焊修复技术是将平衡肘轴完全拆卸后进行堆焊,然后热处理,再在车床上精加工到规定尺寸精度,最后焊接到平衡肘上;其缺点是堆焊后平衡肘轴需机加工,修复成本高,时间长,而且由于堆焊热变形大,无法保证修复质量,修复率低。采用 n-SiC/Ni-W 复合刷镀技术对平衡肘轴磨损的表面进行修复,可获得很好的修复效果。

1 材质与结构

平衡肘轴材质 20Cr2Ni4A 钢的化学成分见表 1,结构见图 1。经表面渗碳后,根据 GB/T 228-2002 测

得其力学性能见表 2。

表 1 化学成分(质量分数)

Tab.1 Chemistry composition						%
C	Gr	Ni	Mn	S	P	
0.15~0.25	1.5~2.5	3.5~4.5	0.4~0.7	≤0.018	≤0.015	

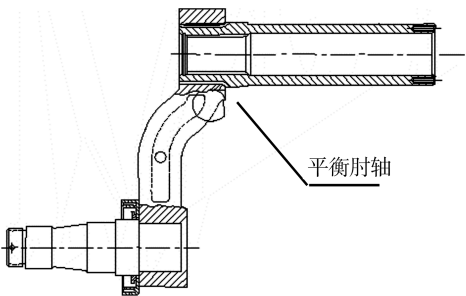


图 1 平衡肘结构

Fig. 1 The equilibrium elbow structure

表 2 力学性能

Tab.2 Mechanical property		
屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率/%
375	468	20

2 复合刷镀维修工艺

2.1 复合刷镀液

2.1.1 复合刷镀液的组成

复合刷镀液由分析纯试剂与蒸馏水配制,化学组成如下: $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 334 g/L, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 45 g/L, $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 25 g/L, CH_3COOH 20 g/L, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ 36 g/L, $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 6 g/L, Na_2SO_4 20 g/L, 纳米 SiC 20 g/L, 稳定剂适量。镀液 pH 值为 7.5~8.0。

2.1.2 复合刷镀液的配制

将各成分用适量的水溶解,与添加剂混合后,加入容器中,搅拌均匀,用水稀释至规定体积,再用酸或碱液调节 pH 值至规定值,即得刷镀液。按照 20 g/L 的质量浓度称取预处理过的纳米 SiC 微粒,放入另一容器中,加入刷镀液作为分散介质,并用超声波震荡直至完全均匀,即得复合刷镀液。

2.2 工艺过程

2.2.1 复合刷镀设备

复合刷镀采用武汉军械士官学校研制的便携式逆变焊镀充电多用机,“脉冲/直流”键置于“直流”档,“焊接刷镀充电/氩弧焊”键置于“刷镀”档,镀层厚度采用该设备内置测厚装置测试。刷镀时采用 $\text{CB40} \times 40$ 阳极, TDB-1(II) 型导电柄。

2.2.2 纳米 SiC 微粒预处理

纳米 SiC 微粒的直径不大于 50 nm,呈均匀分散状态,其具体预处理步骤为:酸洗→水洗→粗化 1 min→水洗(不超过 0.5 min)→敏化 3~5 min→水洗(不超过 0.5 min)→活化 1~2 min→水洗 1 min→还原(小于 1 min)→蒸馏水清洗至中性。

酸洗的目的是为了去掉纳米 SiC 微粒中含有的对镀液有害的金属杂质及氧化物,步骤如下:清水冲洗干净→放入硝酸水溶液(硝酸与水的体积比为 1:1)中浸泡 3~5 h→水洗干净→在盐酸水溶液(盐酸与水的体积比为 1:1)中浸泡 1~2 h。

粗化液组成为: CrO_3 49 g/L, HF 100 mL/L, H_2SO_4 100 mL/L。敏化液组成为: SnCl_2 10 g/L, HCl 5 mL/L, 锡粒若干。活化液组成为: PdCl_2 0.3 g/L, HCl 1~3 mL/L。还原处理采用次亚磷酸钠水溶液(次亚磷酸钠的质量分数为 25%),其目的是为了保持镀液的稳定性。

2.2.3 复合刷镀工艺及参数

工艺流程为:预处理→水洗→电净→水洗→活化→水洗→刷镀过渡层→水洗→刷镀工作层→水洗。

电净采用 TGY-2 电净液,工件接负极,电压 10~13 V。活化采用 THY-1 活化液,电压 8~12 V,工件接正极,时间 30~60 s。用特殊镍刷镀过渡层,厚度为 0.5~1 μm 。刷镀工作层时,镀笔接正极,工作电压 12~14V,工件相对镀笔的运动速度 12~15 m/min。

2.3 注意事项

1) 刷镀前,必须清除工件预刷镀处的油污、锈蚀,采用高速旋转砂轮铰、单边砂布轮去除平衡肘轴磨损表面的粘附性磷片、毛刺、角锐、掉块等,打磨磨损表面的凸峰、切削沟、犁沟,再用丙酮清洗。

2) 在施镀过程中,刷镀层表面应始终保持光滑,若出现镀层表面粗糙现象,应及时用细水砂纸蘸镀液打磨光滑,用净水冲洗后再进行刷镀。

3) 各工序间的时间间隔要尽量短,并保持被镀面始终处于湿润状态,否则被镀面将会重新氧化,使镀层结合不良或发生脱皮现象。每一种镀液必须用专用镀笔,不得互换,以免相互污染,影响质量。

4) 在刷镀过渡层或工作层时,若因故暂停刷镀,再重新开始刷镀时,一定要先重复一次活化步骤,以免造成镀层剥离。

5) 用温水将平衡肘轴和镀液加热至 50~60 $^{\circ}\text{C}$ 。若平衡肘轴和刷镀液温度过低,易使镀层剥离,尤其是冬季刷镀,镀层剥离的现象更易发生。刷镀开始时,先用小电流刷镀,再逐渐增大电流。

6) 平衡肘轴与阳极的相对运动速度一般以 12~15 m/min 为宜。如相对速度太低,会产生过热,使得刷镀层晶粒粗大,结合力差,导致镀层剥落^[1];如相对速度太快,则刷镀层沉积速度慢,工作效率低。

3 刷镀层质量检验

3.1 耐磨性

耐磨性试验按 GB/T 12444.1-1990 在 MM200 型耐磨试验机上进行。对磨件材质为表面渗碳的 20Cr2Ni4A 钢,渗碳层深度为 1.5~1.7 mm,硬度不小于 HV642;受试试样为匹配刷镀层。试样为圆环状(外圆直径为 75 mm,内径为 45 mm),对磨形式为滚动摩擦,试验加载负荷为 50 kg,转速为 200 r/min,对磨时间 6 min。试验完成后,测对磨双方的失重,根据(1)式计算出相对磨损系数,结果见表 3。从表 3 可知,刷镀修复层的耐磨性高于原表面,刷镀修复层耐磨性较好,满足要求。

$$f = \Delta w_{\text{试}} / \Delta w_{\text{渗}} \quad (1)$$

式中: f 为相对磨损系数; $\Delta w_{\text{试}}$ 为试样失重; $\Delta w_{\text{渗}}$ 为渗碳层失重。

表 3 耐磨性试验数据

Tab.3 Experiment data of wear resistance

试件	磨损量/g	相对磨损系数
对磨件	0.002 8	1
刷镀层试件	0.002 1	0.75

用 XJP-6A 金相显微镜观察原渗碳层和刷镀修复层经对磨试验后的磨损表面,分别见图 2。由图可见,刷镀层的磨损表面与实际工况非常相似,即磨损机制相同。刷镀层经磨损后,未出现 SiC 明显突出基体的现象,说明 SiC 与基体有良好的强韧性匹配并相互支撑与保护,有效地阻碍了磨粒的切削,实现了良好的双向保护,充分发挥了其抗磨作用,有效地抑制了摩擦副之间的犁削效应,减小了刷镀层的微观切削和微观脆性剥落^[2],使得复合刷镀层具有很高的耐磨特性。

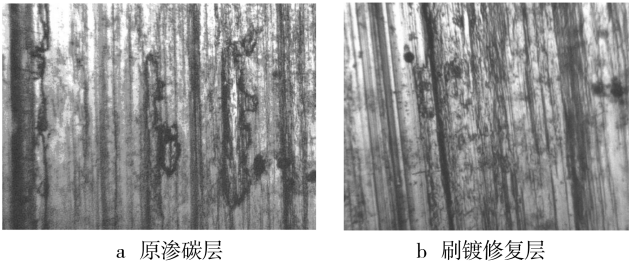


图 2 磨损表面

Fig. 2 Wear surface

3.2 硬度

在刷镀层表面任选 5 点,采用日产 D32 型 Hane-mann 显微硬度计测试硬度,并计算 5 次测量的平均值,见表 4。

表 4 刷镀层硬度值

Tab.4 Hardness value of brush plating layer

测量点	1	2	3	4	5	平均值
硬度(HV)	709	710	706	705	711	708

由表 4 可以看出,n-SiC/Ni-W 复合刷镀层具有较高的硬度。这主要是由于:一方面,纳米 SiC 微粒的存在为镀液中镍离子的沉积提供了大量的形核核心,增加了镀层的形核率,细化了镀层的组织,起到了细晶强化的作用;另一方面,纳米颗粒均匀分布于镀层中,在一定程度上起到了弥散强化和硬质点的作用^[3],提高了镀层的硬度。

3.3 结合力

根据 GB 5270-85 金属基体上的金属覆盖层附着强度试验方法,用锉刀法、热震试验检验了镀层的结合力。结果表明,镀层结合力良好,无起皮、脱落现象。

4 结语

根据 20Cr2Ni4A 钢渗碳处理后表面硬度高的特点,采用 n-SiC/Ni-W 复合刷镀技术对平衡肘轴磨损的表面进行修复,可节省时间,降低成本。由于纳米 SiC 微粒的存在起到了硬质点的作用,并能抑制镀层晶粒形成和长大,有效抑制摩擦副之间的犁削效应,减小刷镀层的微观切削和微观脆性剥落,因此复合刷镀层具有很高的硬度和耐磨性能,完全满足实际使用的需要。

[参 考 文 献]

[1] 王吉会,尹玫. (Ni-P)-WC 纳米微粒复合电镀的研究[J]. 电镀与精饰,2005,27(1):1-3.
[2] 张玉峰. 复合刷镀纳米 Ni-ZrO₂ 高温耐磨性的研究[J]. 电镀与涂饰,2000,19(4):18-22.
[3] 李晶,杜锋,秦灏. 电刷镀制备纳米镍镀层及其组织结构分析[J]. 材料保护,2008,41(10):10-12.