

## 航炮磨损滑板的修复工艺

夏成宝,王东锋,汪定江,葛文军,陈名华

(空军第一航空学院,河南 信阳 464000)

**[摘要]** 为了解决航炮磨损失效滑板的修复问题,研究了在 18Cr2Ni4WA 高强度钢表面刷镀铁-钴-镍合金镀层的工艺。通过对航炮磨损失效滑板失效原因的分析,提出了修复该零件的新工艺。采用电刷镀铁-钴-镍合金镀层体系,通过降低阴极电极电位,增加阴极极化程度,使形成晶核的速度大于晶粒的成长速度,提高了镀层与基体的结合力。当镀层厚度为 25 $\mu\text{m}$  时,镀层硬度达到 700HV;附着力良好,网格剥离试验镀层无脱落;弯曲试验镀层无脱落;杯突高度为 5.0mm;镀层磨损量为 0.117mg/次,与基体(0.112mg/次)耐磨损性相当。试验表明,通过刷镀铁-钴-镍合金镀层体系,可以获得能满足修复磨损滑板要求的镀层。

**[关键词]** 电刷镀;铁-钴-镍合金镀层;磨损滑板

**[中图分类号]** TQ153.2

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1001-3660(2008)02-0054-02

## Brush Plating for Renovating the Worn Sliding Plate of Airplane Gun

XIA Cheng-bao, WANG Dong-feng, WANG Ding-jiang, GE Wen-jun, CHEN Ming-hua

(The First Aeronautic Institute of Air Force, Xinyang 464000, China)

**[Abstract]** In order to solve the repairing problem of worn sliding plate of airplane gun, the technology of brush plating for the Fe-Co-Ni alloy coating on the surface of high strength steel 18Cr2Ni4WA has been researched. A new repairing technology was proposed based on the failure analysis of worn sliding plate of airplane gun. Using this coating system of brushing Fe-Co-Ni alloy coating, through reducing the electrode potential of cathode, the degree of cathode polarization would be increased, and the speed of forming nucleus was more than the speed of growth of crystal nucleus, so the adhesion between the coating and basis material was increased. When the thickness of repairing coating is up to 25 $\mu\text{m}$ , the hardness of the coating achieves 700 HV; The adhesive power is better, the coating doesn't fall off in the adhesion test; the coating doesn't fall off in the bend test; The cupping height of test is 5.0mm; The wear resistance of the repairing coating is 0.117mg once and approaching to wear resistance of the basis material. Tests have shown that qualified brush electroplating layer for repairing worn sliding plate can be got through this kind of process.

**[Key words]** Brush plating; Fe-Co-Ni alloy coating; Worn sliding plate

## 0 引言

航炮滑板用于控制射击精度,是重要的控制部件,工作过程中,其配合面作往复运动,要承受滑动摩擦,滑板表面会被磨损或划伤,如果超过规定的配合公差,将会影响到射击精度。过去对滑板表面的磨损或划伤修复多采用抛光排除,一旦超过了 0.025~0.100mm 的规定配合间隙,则只能作报废处理,损失巨大。近年来,随着电刷镀等表面技术的不断发展<sup>[1]</sup>和深入研究<sup>[2]</sup>,使得对航炮滑板的超差修复有望实现。为此,我们研究了在 18Cr2Ni4WA 高强度钢表面刷镀铁-钴-镍合金镀层的工艺,做了大量的修复试验工作,通过降低阴极电极电位,增加阴极极

化程度,使形成晶核的速度大于晶粒的成长速度,提高了镀层与基体的结合力。经对修复层性能的检测和对被修复零件的试用,结果表明,通过刷镀铁-钴-镍合金镀层体系,可以获得能满足修复磨损滑板要求的镀层。

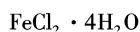
## 1 工艺设计

## 1.1 主要设备

MS-100 纳米电刷镀设备,SYB-2 型输液泵,MK200 型快速耐磨试验机,KL-1 库仑电解测厚仪,HVS-1000 型显微硬度计。

## 1.2 镀液配方

根据要求,修复层要具备 2 个基本性能:一是基体与工作层的结合力要好;二是修复层的硬度要较高。综合考虑工艺与技术要求,选用了铁-钴-镍合金电刷镀工艺。其镀液配方为:



360g/L

**[收稿日期]** 2007-12-05

**[作者简介]** 夏成宝(1957-),男,河南邓州人,教授,学士,从事表面工程技术研究工作。

$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	360g/L
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	80g/L
$\text{CH}_3\text{COOH}$	10mL/L
稳定剂	40g/L
添加剂	0.5g/L
pH	3.0~3.5

### 1.3 工艺流程

打磨→除油→局部保护→电净→冲洗→2号活化液活化→冲洗→3号活化液活化→刷镀过渡层→冲洗→刷镀铁-钴-镍合金镀层→冲洗→镀后处理→冲洗吹干→涂油待用。

## 2 刷镀工艺过程及条件

1) 待修复表面的预处理 用金相砂纸打磨待镀表面,至表面无亮点,再用丙酮擦洗待镀表面及相邻部位,精确测量尺寸,并计算出需增加的尺寸。用过氯乙烯胶将非镀部位保护好,晾干,然后将工件固定在工作台上,刷镀时,工件不动,镀笔移动,象形阳极用石墨块加工而成。

2) 电净 操作电压 16V;电极连接方式:镀笔接负极,工件接正极;镀笔与工件相对运动速度为 6~10m/min;电净时间 60s;自来水冲洗干净。

3) 活化 用 2 号和 3 号活化液依次活化。2 号活化液处理后,基体表面出现黑色碳化物,必须用 3 号活化液处理才能去掉。若不经 3 号活化液活化就刷镀打底镀层,则表面残留碳化物的存在将大大降低镀层与基体的结合力,甚至导致镀层起皮、脱落或镀不上。经 3 号活化液活化后,表面呈银灰色,无黑斑,不挂水珠。操作工艺:2 号活化液采用电压 10V,3 号活化液采用电压 16V;电极连接方式为镀笔接负极,工件接正极;镀笔与工件相对运动速度为 8~12m/min,电净时间 30s。

4) 刷镀特殊镍作打底镀层 特殊镍具有较高的沉积速度,单一镀层安全厚度为 2~5 $\mu\text{m}$ <sup>[3]</sup>,镀层具有良好的结合力,因此,选用特殊镍作过渡层。其工艺参数为:刷镀电压 10V;电极连接方式为镀笔接正极,工件接负极;镀笔与工件相对运动速度为 10~12m/min;镀液补充方式为镀笔浸蘸镀液,然后用滴管补加,一次镀成。测量时,必须喷水覆盖整个刷镀表面,以免表面被污染,影响结合力。刷镀时间依镀层厚度而定。

5) 刷镀铁-钴-镍合金修复层 铁-钴-镍合金镀层的内应力较小,在较高的温度下仍有很高的硬度,是良好的耐磨损工作层。其工艺参数为:刷镀电压 14V;电极连接方式为镀笔接正极,工件接负极;镀笔与工件相对运动速度为 20~25m/min,耗电系数为 0.086A·h/(dm<sup>2</sup>· $\mu\text{m}$ )。测量时,必须喷水覆盖整个刷镀表面,以免表面被污染,影响结合力。由于修复层内的晶粒细化能提高镀层的结合力,为此,该工艺在刷镀液中添加了极化剂,降低了沉积离子的析出电位,使待修复表面能聚集更多的电子,促使形成更多晶核,从而,显著地提高了镀层的结合力。修复层内应力的产生与修复层形成过程中结构组织发生的变化有关,这种变化包括晶格参数、晶粒尺寸及晶间距离,而且,修复层表面的晶格参数与内部不一样。因此,在电沉积过程中,由于表面晶格不断地注入内层,修复层内部会出现改变晶格参数的作用力,从而产生内应力。针对这一情况,该工艺采用了脉冲电

源,同时使用 2~3 倍的冲击电流,使沿正向产生的内应力与沿反向产生的内应力相互抵消,从而大大降低了修复层的内应力。

6) 镀后处理 当镀层达到要求的厚度后,停止刷镀。去除过氯乙烯保护膜,对镀层进行必要的磨削和抛光,消除余量,粗糙度  $Ra \leq 0.1\mu\text{m}$ 。用丙酮清洗干净,涂上红油,待用。

7) 修复层质量 采用 KL-1 库仑电解测厚仪测量厚度, HVS-1000 型显微硬度计测量硬度, BT-2 型杯突实验机测量结合强度。测量结果见表 1。

表 1 修复镀层的性能

Table 1 The performance of repaired coating

项目	检测结果	测试标准
镀层厚度/ $\mu\text{m}$	25	GB 4955-85
镀层硬度 HV	700	GB/T 4342-91
结合强度	良好*	GB 5270-85
杯突高度 mm	5.0	GB 5270-85
耐磨性/(mg·次 <sup>-1</sup> )	0.117**	GB 5932-86

注: \* 表示用锯磨、划格、弯曲法检测,无起皮、剥落现象。 \*\* 表示基体磨损量为 0.112mg/次,与镀层磨损量相当。

## 3 结论

采用镀覆铁-钴-镍合金镀层体系修复飞机航炮磨损失效滑板,能增加基体与过渡层、过渡层与工作层的结合力,提高修复层的硬度,改善滑板配合面的耐磨性,提高修理质量。该工艺方法简单,性能稳定,质量能满足修复要求,在航空武器装备零部件的维修方面具有良好的应用价值。

### [参考文献]

- [1] 徐滨士,刘世参.表面工程[M].北京:机械工业出版社,2000.184-190
- [2] 涂伟毅,徐滨士,蒋斌,等. N-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni 电刷镀复合镀层组织与沉积机理[J].材料工程,2003,48(7):31-35
- [3] 徐滨士,刘世参.表面工程新技术[M].北京:机械工业出版社,1996.353-354

专利名称:涂层衬底的生产方法

专利申请号:02814772.3

公开号:CN1535330

申请日:2002-05-15

公开日:2004-10-06

申请人:列支敦士登尤纳克斯巴尔策斯公司

本发明涉及一种方法,用于生产以材料处理的衬底,依此法:a)至少一个衬底被送入到一个抽空的真空接受器(真空室)中;b)待处理的衬底表面被暴露在一种反应气体下,反应气体被吸附在衬底表面上;c)结束衬底表面在反应气体下暴露;d)被吸附在衬底表面上的反应气体起反应,其特征在于:1)带有被吸附的反应气体的衬底表面被置于一个低能量的等离子体放电下,以其在衬底表面上的离子能量  $E_{i0}$  为  $0\text{eV} < E_{i0} \leq 20\text{eV}$ ,以其电子能量  $E_{e0}$  为  $0\text{eV} < E_{e0} \leq 100\text{eV}$ ;2)被吸附的反应气体至少在由等离子体产生的离子和电子的共同作用下起反应。