

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2017.06.007

激光标刻技术在航空标牌领域的应用

许海东, 戎馨亚

(中航苏州长风航空电子有限公司 江苏 苏州 215151)

摘要: 介绍了传统标牌制作工艺的情况,对激光标刻的原理和现状进行了描述,并从工艺、生产以及环境适应方面论证了激光标刻制作标牌的优势。按照军用设备环境试样方法,对激光标刻制备的标牌进行高低温、盐雾、湿热和霉菌试验,并与平面着色工艺制作的标牌进行比较,证明激光标刻工艺制作标牌适用于航空领域。

关键词: 标牌; 激光标刻; 平面着色; 环境试验

中图分类号: TN29 文献标识码: B

The Application of Laser Marking Technic for Placards Making in the Aviation Field

XU Haidong, RONG Xinya

(Radar and Avionics Institute of AVIC, Suzhou 215151, China)

Abstract: This article introduced the traditional technics of making placards, and described the principles and present situation of laser marking, then demonstrated the superiority of the laser marking in placards making from the following aspects including technic, production and environmental adaptation. According to the environment sample method of military equipment, the placards made by laser marking technics were carried out by high and low temperature treatment, salt fog, hot and humid tests, and mold trial tests. Comparing with the placards prepared by flat coloring process, it showed that the laser marking technic was appropriate for making placards in the aviation field.

Keyword: placard; laser marking; flat coloring; environment test

引言

标牌作为产品载体,承载了产品的重要信息。在信息化技术高速发展的今天,产品标牌的制作也被期于了更高的要求^[1]。标牌是产品的身份证,一个精美、得体、制作方法先进的标牌更可以反映出工厂的技术层面和管理水平,提升产品和公司在顾客心中的形象和地位。

传统的标牌制作方法有平面着色法和光化腐蚀法,其中光化腐蚀法由于用到大量的硫酸铜和三

氯化铁,不但对环境有污染,而且控制不当也会影响到标牌质量和生产效率,九十年代时有人提出采用氯化钠为主体的工艺方法进行改进,可取得良好的经济效益和环境效益^[2]。进入21世纪后,标牌的生产方法有了很大的改进,电铸、电蚀等工艺方法逐渐发展并成熟,其中电铸标牌被称为“高档低价”的标牌^[3],可用于汽车标志和家电铭牌上,外观华丽,大气,有较高的经济效益。铝氧化标牌的制作工艺兴起较早,平凹氧化法、氢氟酸刻蚀法、韩国法等^[4]工艺方法均有使用,但逐渐被胶印和丝网印

收稿日期: 2017-02-28

修回日期: 2017-03-16

刷取代。此外,电泳工艺制作标牌也有企业提出并用于生产^[5-8]。目前,市面上仍以平面着色标牌为主要生产形式。

航空标牌有其独特性,除了要求和其它标牌一样外形美观、信息表达清晰,还要有二维码等先进的可追踪标识信息,同时,标牌要同航空产品一起,经历高温、盐雾、湿热及霉菌等一系列环境试验,是否能通过众多环境试验,也成为衡量标牌能否用于航空产品的一个重要因素。

本文实验通过在铝基体材料采用激光标刻的方法,开发出一种新的适用于航空产品的标牌制作工艺,通过和平面着色标牌对比,验证其在生产控制、成本及环境适应性方面的优势。

1 实验

1.1 实验仪器及设备

激光设备 fiber 激光打标机,阳极氧化生产线。

平面着色设备有上胶机、弧光灯和照相制版设备等。

1.2 实验材料

1.2.1 平面着色法

基材为铝板 2A12。

化学药品: 骨胶粒(优质)、重铬酸铵(CP)、氢氧化钠、硝酸、酸性黑、丙烯酸漆及二甲苯等。

1.2.2 激光标刻法

基材为铝板 2A12。

化学药品: 氢氧化钠、硫酸、黑 CRO(Clariant) 及聚氨酯清漆。

1.3 工艺路线

1.3.1 激光刻字工艺路线

备料→阳极氧化着色→落料→校平→去毛刺→激光标刻→罩清漆→成品。

1.3.2 平面着色工艺路线

制菲林片→领料→平面着色[抛光→上胶→干燥→曝光→显影→着色→清洗→烘干→罩清漆]→落料→校平→去毛刺→刻字→成品。

制菲林片和平面着色为委外加工。

1.4 环境试验

将制成的激光标刻标牌和平面着色标牌,按照军用设备环境试验方法 GJB 150. 5A-2009《温度冲击试验》、GJB 150. 9A-2009《湿热试验》、GJB 150. 10A-2009《霉菌试验》及 GJB 150. 11A-2009《盐雾试验》的要求,进行连续的环境试验测试,考察其试验后的状态。

2 结果与讨论

2.1 激光标刻和平面着色工艺的对比

2.1.1 二维码制作

激光标刻技术属于精密加工技术,其最小线宽可达到 0.01 mm 而不出现断线或不均匀的现象,这些是化学腐蚀法的工艺无法实现的。利用激光打标机的这种性能可以制作产品的一维码或二维码等防伪标识,防伪标识可由厂家商定,由特定的编码设定而成,形成二维码后,这个信息可以编码设置在二维码里,对外是保密的。计算机通过编码生成软件,随机生成带防伪信息的激光标刻数据,然后利用激光打标机将带防伪信息的二维码数据标刻在产品上。由于激光打标机可精确生成的二维码等防伪标示图形,不会出现矢量偏移而发生错误,因而有很高的可靠性。

平面着色法由于其本身工艺的限制,难以制作形状复杂、线条细小的二维码。同时,二维码为变量信息,一个标牌对应一个二维码,生产中就要制作与产品数量对应的菲林片,不能实现拼版制作,生产效率低,浪费严重。

图 1 为激光标刻制作二维码的试样,该试样字迹清晰,二维码外形完整,可通过读码器准确读取其中的内容。图 1 中 XX 为产品型号的示意。



图 1 激光标刻制二维码

2.1.2 生产工序和周期

平面着色标牌中的菲林片制作、上胶、感光和着色等工序是委托专业厂家加工的,制作周期较长,激光标刻标牌可自主完成,两者在生产中的工序对比见表 1。

表 1 激光标刻与平面着色生产中的对比

序号	项目	平面着色法	激光标刻法
1	工序数	16	7
2	合格率	50%左右	98%以上
3	生产周期	20天	2天
4	外协工序数	3	0
5	使用稳定性	不稳定	稳定

从表1中可以看出,激光标刻法制标牌的工序数较平面着色法少了9个,极大的简化了生产过程;生产周期由20天缩短到了2天;平面着色标牌只能将标牌固定信息表达出来,制成半成品,序号、时间等变量信息要通过机械刻字的方法,刻在预留的空白处;激光标刻一个标牌仅需1~2min,可以将所需标牌的固定信息和变量信息一次性标刻完成,直接制成成品使用,提高了生产效率。

2.1.3 合格率

平面着色法是利用骨胶的感光性,经过曝光得到需要的图案,通过着色形成黑底白字的图案效果,最后喷涂清漆保护骨胶膜。从平面着色的加工工艺路线来看,加工工序较多,影响产品合格率的因素也就越多,平面着色的标牌主要受骨胶涂布和曝光因素的影响,容易出现涂胶不均匀、图形失真、断线等现象,零件合格率在50%左右。

激光标刻是使用激光在阳极化的铝板材上进行标刻,操作过程由电脑软件控制,操作方法简单,容易上手,质量影响因素较少,标刻结束后外表面上罩一层三防清漆,这样即可以进一步增加标牌的耐蚀性,同时漆层与氧化膜良好的结合力也可以避免漆膜脱落,制成的标牌合格率可达98%以上,远高于平面着色法。

2.1.4 成本

以100块标牌为例,对平面着色工艺和激光标刻工艺两种方法生产时产生的费用进行比较,见表2。

表2 两种方法生产成本比较

项目	平面着色法	激光标刻法
菲林片制作(元/片)	150	0
材料费(元/块)	0.2	0.1
阳极氧化着色费用(元/块)	0	2.0
平面着色(元/块)	5.0	0
机械刻字(元/块)	14.0	0
激光刻字(元/块)	0	2.5
公司内成本(元/块)	3.2	2.8
总计(元/1块)	23.9	7.4

注:成本对比中不包含激光打标设备的保养和维修成本。公司内成本包含冲压、喷漆费用。

从表1、表2中可知,平面着色过程中,由于标牌的字体和图形会发生缺损、模糊等缺陷,会产生约50%的报废,即每制成100个标牌,就要消耗200个标牌的材料。激光标刻除了首件生产时对位产生的消耗,正式生产可实现无报废标刻,综合成本降低了近70%。

同时,平面着色法成像时需使用菲林片,生产中一般都会先制成排版好的菲林片,每版面积大约0.04m²,按标牌大小可制15~30块标牌不等,因此该方法批量生产时较为实用,制成毛坯后需二次加工。该方法不适于试制品或供货量少的产品,因为所需数量的限制,菲林片的利用率就变的很低,增加了消耗和制作成本。激光标刻法则不存在这个问题,它采用电脑直接编程制图,不必再制作菲林片,同时,该方法可针对单个标牌的进行制作,制作过程灵活可控,标牌内容一次成型,减少了工序,不会产生浪费。

2.1.5 外观

标牌的基材为铝板,通过阳极氧化着色后,可制成不同底色的标牌毛坯。本次试验所使用的标牌毛坯为传统的黑色,与平面着色标牌底色一致。

激光标刻和平面着色标牌外观比较如图2所示。图2中XX为产品编号等内容的示意。

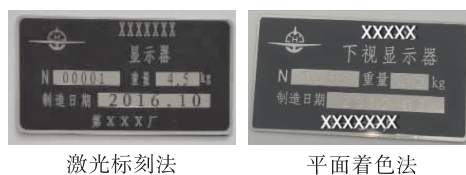


图2 激光标刻和平面着色的外观比较

由图2可以看出,两种标牌都可清晰完整的表达出标牌的信息。激光打标机属于精密加工设备,标刻的线宽最小可达0.01mm,因此标刻的图形细节更加清晰,平面着色法要求线条的宽度不能低于0.5mm,如线宽低于0.5mm时,制作过程中极易发生断线、图形模糊等现象,造成报废。

标牌的序号、年份等变量信息的加工,平面着色标牌为后期的机械刻字法制作,刻字处显金属本色,不易识别;激光标刻标牌的字体为黑色,分辨率高,更容易识别。

2.2 环境试验结果

标牌需随产品一起进行环境试验,因此其性能是否能经受环境试验非常重要。本试验将激光标刻制作的标牌和平面着色制作的标牌同时进行试验,按照国军标 GJB 150A 中的要求,先后经历温度冲击试验、湿热试验、盐雾试验以及霉菌试验后,同时考察了铝标牌表面的清漆对环境试验的影响和对基材的保护作用。试验标牌编号如表 3 所示。

表 3 标牌环境试验编号

名称	序号	备注
激光标刻	0100(空白试样)、0101、0102、0103	未罩清漆
激光标刻	0200(空白试样)、0201、0202、0203	罩清漆
平面着色	0300(空白试样)、0301、0302、0303	

表 3 中空白试样是指未经过环境试验的试样。标牌环境试验结果如表 4 所示。

表 4 环境试验结果

序号	试验结果
0100、0200、0300	空白试样,对涂层的划格法显示涂层结合力均为 1 级
0101	盐雾试验后,刻字部位出现黄褐色腐蚀产物
0102	盐雾试验后,刻字部位出现黄褐色腐蚀产物
0103	盐雾试验后,刻字部位出现黄褐色腐蚀产物
0201	涂层完整,表层无腐蚀。划格法显示涂层结合力为 2 级
0202	涂层完整,表层无腐蚀。划格法显示涂层结合力为 2 级
0203	涂层完整,表层无腐蚀。划格法显示涂层结合力为 2 级
0301	高低温试验后,表面涂层有斑点出现;湿热试验后,表面涂层小面积脱落
0302	高低温试验后,表面涂层有斑点出现;湿热试验后,表面涂层小面积脱落
0303	高低温试验后,表面涂层有斑点出现;湿热试验后,表面涂层小面积脱落

从表 4 的试验结果可以看出,序号 0101 ~ 0103 号的标牌为激光标刻且未罩清漆的标牌,在经过高低温、湿热和盐雾试验后,刻字位置出现腐蚀。这是由于标牌基材是铝合金经过阳极氧化工艺后着色封闭,其膜厚 δ 约为 7 ~ 10 μm ,本身具有很好的耐蚀性,但激光标刻是利用高能量密度的激光对零件表面进行照射,使其零件表面局部发生汽化,破坏表面的阳极氧化层,由于一次激光标刻的深度为 20 μm ,正好将氧化膜层破坏,失去氧化膜后的铝基材在盐雾试验中发生腐蚀反应。因此激光标刻制作的标牌必须要在表面涂覆防护层。

序号为 0200 ~ 0203 的标牌是在激光标刻后罩聚氨酯清漆的标牌,0200 为空白试样,其涂层附着力为 1 级。0201 ~ 0203 的标牌在经历高低温、

湿热、盐雾以及霉菌试验后,标牌表面漆层完好,基材无腐蚀。由于环境试验本身为老化试验,对涂层有很强的破坏作用,在进行划格附着力测试时,其表面清漆附着力降为 2 级,但仍可以满足使用要求,证明这个标牌体系有很好的耐环境试验性。激光标刻法是在铝板阳极氧化膜表面上形成的图案,由于铝氧化膜其蜂窝状的结构特点,与表面涂覆的清漆层形成良好的“抛锚效应”,提高了涂层的附着力,因此在稳定性和耐蚀性上远优于平面着色标牌。

序号为 0300 ~ 0303 的标牌为平面着色标牌,0300 为空白试样,其涂层结合力为 1 级。0301 ~ 0303 的标牌在经历高低温试验后发现表面出现亮斑现象(其中对 0301 号标牌进行划格试验,亮斑处涂层附着力变差,附着力已降低为 5 级),0302

和0303标牌又继续进行湿热试验,试验中发现漆层自发脱落。说明标牌表面的涂层是在高低温试验后,附着力下降,高低温试验产生的亮斑应为漆层起泡现象。

为验证涂层失效原因,取未刻字的平面着色标牌,按国军标要求进行一个循环的高低温试验,结果未发现表面出现亮斑或脱落现象,通过附着力测试,该标牌表面清漆层附着力为2级,附着力有所下降,但未失效。根据两次试验的结果,初步认为刻字过程对标牌造成很大影响,分析原因,是因为刻字后破坏了表面的清漆,漆面出现裂纹。也不排除在刻字过程中,机械润滑剂、油污等有机物对平面着色层造成污染和损害,导致高低温试验后骨胶变质,影响了性能。刻字部位是涂层的薄弱环节,易渗透水汽,加速涂层的脱落。针对该问题,通过刻字后增加罩光的方式,对受损涂层加以修补,来提高产品质量,但该方法也增加了操作工序和物料损耗,增加了成本。

3 总结

1) 激光标刻法制作标牌具备以下优势:工序少,减少了操作人员的数量和用人成本;合格率高,制作成本只有平面着色的四分之一;在外观和稳定性等方面均优于平面着色法制作标牌的

工艺;不需使用大量的化学试剂,污染少;可标刻二维码标识。它是种新兴的、先进的、环保的工艺技术,将引领是表面加工技术向更高的领域迈进。

2) 激光标刻法制作标牌后表面喷涂聚氨酯清漆,可以通过高低温、湿热、盐雾和霉菌试验的综合试验,环境适应性和耐蚀性好,性能稳定,适用于航空产品的标牌制作上。

参考文献

- [1] 路长厚. 金属标牌种压印凹凸字符质量的在线检测研究[J]. 机械工程学报, 2005, 41(2): 87-91.
- [2] 梁建宏. 氯化钠在铝标牌制作中的应用[J]. 丝网印刷, 1994, (2): 21-22.
- [3] 黄仁瑜. 电泳标牌[J]. 印刷工业, 2004, (7): 30-31.
- [4] 曹友元. 铝氧化标牌面板制作工艺[J]. 丝网印刷, 2000, 84(4): 14-15.
- [5] 李国胜. 不锈钢标牌制作浅谈[J]. 网印工业, 2010, (11): 10-12.
- [6] 朱刘. 新型光致抗蚀剂在不锈钢标牌制作中的应用[J]. 丝网印刷, 1999, (3): 32-33.
- [7] 赵庶忠. 电泳工艺在标牌制作中的应用[J]. 网印工业, 2005, (1): 27-30.
- [8] 王菲. 超大幅面全固态 Nd: YAG 激光打标机的研制[J]. 长春理工大学学报, 2008, 31(4): 67-70.

(上接第22页)

4 结语

利用微弧氧化技术可在铝、镁等有色金属及合金上制取具有不同功能与用途的类陶瓷膜层,这种膜层与材料基体属冶金结合,且具有一定的韧性,隔热、耐磨、绝缘效果佳,耐蚀性强,硬度高,且能够实现不同色彩的装饰效果。

微弧氧化工艺流程简便、槽液成分简单、药剂易于获得,废水处理简易,属国家倡导的清洁生产、环境友好型工艺技术,更为重要的是它赋予这些有色金属材料新的功能,极大地拓展了其应用空间,对武器装备轻量化也具有重要意义。但该工艺技术存在能耗高,槽液稳定性差,工件易烧蚀,膜层染色

困难,颜色品种不丰富等弊端有待克服。

参考文献

- [1] 庞留洋. 铝合金微弧氧化技术在军品零部件上的应用[J]. 新技术新工艺, 2009, (2): 30-32.
- [2] 张璇. 镁合金微弧氧化电解液组成对膜性能的影响[J]. 电镀与精饰, 2011, 33(4): 19-20.
- [3] 庞留洋. 浅谈铝、镁及合金陶瓷膜的制备[J]. 涂装与电镀, 2008, (4): 38-40.
- [4] 宣天鹏. 表面工程技术的设计与选择[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011: 213-216.
- [5] 王虹斌, 方志刚, 蒋百灵. 微弧氧化技术及其在海洋环境中的应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010: 112-123.