

铸铝合金组合件阴极电泳涂装漆膜缩孔产生原因与解决方法

王晓敦¹, 赵光煜²

(1. 淮海工业集团有限公司, 山西 长治 046012; 2. 西南技术工程研究中心, 重庆 400039)

摘要: **目的** 解决铸铝合金组合件阴极电泳涂装后漆膜产生缩孔的问题。**方法** 通过分析阴极电泳涂装后漆膜产生缩孔的原因, 调整工件前处理脱脂工段、化成工段和电泳工段的槽液参数, 延长脱脂时间, 再经 180 V 电压涂装成膜, 最后烘烤固化。**结果** 经检验, 工件漆膜平整光滑, 缩孔消除, 耐盐雾性能达 1000 h, 漆膜综合性能满足产品验收要求。**结论** 通过调整铸铝合金组合件前处理工艺和电泳涂装施工参数, 可消除漆膜缩孔, 提高弹药整体防腐性能。

关键词: 铸铝合金组合件; 电泳涂装; 漆膜缩孔

中图分类号: TQ630.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-3660(2014)04-0164-04

Causes and Solutions of Shrinkages of Cathodic Electrophoretic Coating Film on Cast Aluminum Alloy Assembly

WANG Xiao-dun¹, ZHAO Guang-yu²

(1. Shanxi Huaihai Machinery and Electric Co. Ltd, Changzhi 046012, China;

2. Southwest Technology and Engineering Research Institute, Chongqing 400039, China)

ABSTRACT: **Objective** To solve the problem of shrinkages of cathodic electrophoretic coating film on die-cast aluminum alloy assembly. **Methods** By analyzing the causes of shrinkages of cathodic electrophoretic coating film, parameters of tank liquor in skimming section, forming section and electrophoresis section were adjusted. The duration of skimming section was extended. After being coated under 180 V voltages, the assembly was roasted and solidified. **Results** Upon inspection, the film on the assembly was flat and smooth and the shrinkage was eliminated. Salt spray resistance could up to 1000 h. The product acceptance requirements of the overall performance of the film were satisfied. **Conclusion** By adjusting the pretreatment process and the construction parameters of electrophoresis coating, the shrinkages on the die-cast aluminum alloy assembly is eliminated and the antiseptic property of ammo is improved.

KEY WORDS: die-cast aluminum alloy assembly; electrophoresis coatings; shrinkages on the coating film

近年来,为了提高弹体的防腐性能,国内弹厂纷纷采用阴极电泳防腐涂装工艺。2006 年,我厂在相关技术人员的指导下,采用 E11-91 军绿色阴极电泳

漆作为迫击炮弹体和尾翼的防腐涂料,弹体的耐腐蚀性能有了较大提升,综合性能远强于环氧磷酸酯阳极电泳涂装产品。笔者在生产现场进行产品质量检查

收稿日期: 2014-05-12; 修订日期: 2014-06-30

Received: 2014-05-12; Revised: 2014-06-30

作者简介: 王晓敦(1962—),男,山西晋城人,硕士,工程师,主要研究方向为金属材料的表面处理。

Biography: WANG Xiao-dun (1962—), Male, from Jincheng, Shanxi, Master, Engineer, Research focus: surface treatment of metal materials.

时发现,弹体经阴极电泳涂装后,尾翼件特定部位经常出现严重缩孔现象,金属底材暴露,必须安排专人补涂。通过对尾翼件前处理过程及电泳涂装过程进行分析,经多次试验,调整工艺参数,成功消除了尾翼件涂装缩孔弊病。

1 电泳涂装弊病的描述及影响

迫击炮尾翼是一种铸铝组合件,可分为铝合金直杆和铸铝翼翅两个部分。笔者发现,未上漆的区域全部集中在铝合金直杆和铸铝翼翅结合的部位(见图 1),结合部上下 5 mm 处,少则有 3~5 个见底材缩孔,多则有十几个缩孔,连成片状。电泳漆膜的缩孔不仅影响到整个工件外观,而且使得局部防腐性能明显降低,需安排专人彻底打磨见底,再重新修补防腐底漆^[1],修补区域的涂层防腐性能也远低于其他部位。

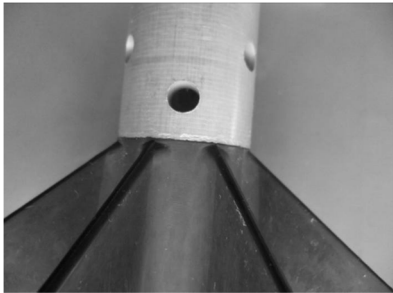


图 1 铝合金直杆和铸铝翼翅结合部

Fig. 1 The image of joint part of aluminum alloy bar and cast aluminum wing

2 目前采用的涂装工艺过程

铸铝组合件尾翼前处理及电泳涂装工艺流程如下:人工上挂→热脱脂液冲洗→全浸脱脂→热水冲洗→热水浸洗→压缩空气除灰→冷水冲洗→全浸表面→化成→热水冲洗→热水浸洗→热纯水浸洗→压缩空气吹干→低温烘干→下挂→检验→转线→人工上挂→纯水冲洗→纯水浸洗→阴极电泳涂漆→超滤水冲洗→超滤水浸洗→二次纯水浸洗→一次纯水浸洗→人工卸堵→漆膜固化→风冷→下挂具→检验^[2-3]。

本厂阴极电泳涂装线在 2003 年设计建设,槽体容积较小,为仅 6000 L 的船形槽,传动链及挂具承载能力有限,需涂装的工件差异较大。为了简化挂具设计及操作使用,采用了带电入槽的挂具方案。此外,因电泳工件前处理工艺不同,各类工件的防腐涂装分为前处理和电泳涂装两个独立的过程,前处理工艺多

为手动操作方式。
“化成”工序段是将铝件浸泡在酸性溶液内,以溶解工件表面的氧化物,调整其表面导电状态,是铝件电泳涂装的特殊工序,钢铁件电泳涂装则不需要“化成”处理。

此外,因工件涂装面积大,体积、质量大,烘烤后工件温度下降较慢。为防止高温取件破坏涂层,因此工件高温烘烤固化后需增加风冷段。

3 原因分析

迫击炮弹尾翼是压铸铝合金及硬铝合金组合而成的合件,与药筒相比,工件表面明显粗糙,有初加工纹路,表面有一层氧化膜,对工件导电性能及漆膜的附着力有一定影响,特别是压铸铝与铝合金的结合部位,表面电性能、润湿性的差异较大^[4-5]。铸铝合金组合件按钢铁件的参数直接电泳涂装后,组合件连接处会出现起泡、大缩孔现象,面积达 1 cm² 左右,无法达到产品验收质量要求^[6]。

考虑到迫击炮弹尾翼材质为铸铝和铝合金的特殊性,笔者从阴极电泳基本原理的角度进行了原因分析。阴极电泳涂装时,在阴极表面区(被电泳工件表面)产生强碱性界面层,pH 值可升至 11~12,甚至大于 13^[7],这就要求被涂物表面的抗碱性能必须优良。而迫击炮弹尾翼材质为铸铝和铝合金,在有水碱性环境下均能与 OH⁻ 发生反应生成可溶性盐,致使电泳过程受到电解质影响,进而成膜出现弊病,如击穿起泡、针孔、缩孔及成膜不完整等^[8-9]。同时前处理过程中,尾翼铝合金氧化膜的过量溶解导致氧化膜发生一系列物理、化学变化,氧化膜微观结构改变,也对漆膜的完整性、附着力、耐蚀性造成了不利影响^[10-11]。

4 施工工艺改进措施

4.1 化学成膜工艺改进

弹尾是铸铝及铝合金组合件,采用铝合金化学成膜典型工艺处理时,发现铸铝部位表面经常出现灰黑色粉末现象,严重影响后续电泳漆膜与基体的结合力^[12-13]。通过观察分析,前处理铸铝部位出现的是过腐蚀现象,为此,调整了脱脂温度、碱度,增加了弱碱洗和除灰的工序,调整了化成液的游离酸度、温度等参数^[7,14],见表 1 和表 2。

表 1 脱脂参数调整

Tab.1 The parameter adjustment of skim

项目	温度/℃	碱度	时间/min	处理后状态
调整前	45 ~ 60	≥6	3	表面干净
调整后	35 ~ 40	2 ~ 4	4	表面干净

表 2 化成参数调整

Tab.2 The parameter adjustment of chemical conversion

项目	酸度	温度/℃	时间/min	处理后状态
调整前	0.5 ~ 1.0	35 ~ 45	3	表面黑色挂灰
调整后	0.3 ~ 0.5	8 ~ 32	3	表面干净无灰

调整参数后,铸铝及铝合金组合件弹尾表面无黑色挂灰现象,批量试生产的产品质量稳定,氧化膜状态均匀平整。在高倍光学显微镜下观看,氧化膜晶体呈均匀柱状分布,确保了工件表面导电性能的一致性。

4.2 涂装槽液温度和成膜电压的控制

阴极电泳漆生产厂家的售后服务人员建议,钢制药筒电泳涂装槽液温度控制范围为 26 ~ 31 ℃,成膜电压范围为 150 ~ 250 V^[1]。我厂根据铸铝组合件尾

翼的材料特点和涂膜质量要求,多次调整施工参数,将槽液温度控制在 28 ~ 29 ℃,成膜电压控制在 180 ~ 185 V,并适当延长成膜时间。

精确控制参数后,工件湿膜均匀,厚度明显增加,干膜遮盖力和流平性明显得到改善,挂具各方位工件外观基本一致,工件各部分颜色完全一致。

4.3 槽液和阳极循环液电导率的调整

一般情况下,阴极电泳槽液电导率控制参数为 1200 ~ 1800 μS/cm,阳极循环液电导率为 300 ~ 1000 μS/cm^[9]。笔者通过添加中和剂,降低 pH 值^[10],将槽液电导率调整为 1500 ~ 1800 μS/cm,阳极液电导率调整为 600 ~ 1000 μS/cm^[7]。调整后,铸铝合金组合件涂层厚度进一步增加,漆膜外观平整光滑,缩孔完全消失。

5 施工工艺改进效果

通过一系列的工艺参数调整,涂装约两千件 100, 120 mm 口径迫击炮弹铸铝组合件弹尾,任意抽取 30 个尾翼样品,检测其涂层性能,结果见表 3。检验结果表明,铸铝组合件尾翼涂层缩孔消除,外观、硬度明显改善,耐中盐雾性能有显著提高,完全满足产品验收要求。

表 3 尾翼涂层性能检测结果

Tab.3 The performance test results of collembola coating

检测项目	检测标准	验收指标	改进前检测结果	改进后检测结果
漆膜颜色及外观	GB 1729—1979	军绿色,平整光滑,允许轻微桔皮	工件各部位颜色有可察觉差异,修补处有流痕	军绿色,平整光滑,各部位颜色均匀
附着力/级	GB/T 9286—1998	1	1	0
耐油性(12 h)	GB/T 1734—1993	漆膜不起皱,不起皮,允许轻微变色、失光	修补部位变色	12 h 试验未发现变化,48 h 试验发现轻微变色、失光
耐盐水(12 h)	WJ 1826—1988	漆膜不起皱,不起皮,允许轻微变色、失光	修补部位变色	12 h 试验未发现变化,48 h 试验发现轻微变色、失光
铅笔硬度(划破)	GB/T 6739—2006	≥2H	2H	3H
耐中性盐雾性	GB/T 1771—2007	96 h 不起泡	部分工件 96 h 试验后,修补处出现起泡	1000 h 不起泡

6 结语

第三代环保型阴极电泳涂装技术是近几年推广应用于军品生产的先进表面防腐工艺,主要应用于钢

制药筒内外表面防腐涂装,在压铸铝合金(y1112)及硬铝合金(1y12)组合件弹尾的表面防腐中至今还未正式应用。在铝制弹尾翼上推广应用第三代环保型军绿色阴极电泳漆,根据工件的表面特性,降低脱脂槽体温度、碱度,增加脱脂时间,降低化成槽体温度、

酸度,同时控制电泳漆参数提高电泳漆上漆性能,增加漆膜厚度,可以达到良好的涂装效果^[15]。新工艺与原修补漆防腐工艺相比,尾翼涂层平整光滑,组合件连接处起泡、缩孔现象消除,取消了补漆工序,耐盐雾性能提高到1000 h,完全满足产品验收质量要求。该研究结果为国内铸铝及铝合金组合件弹尾翼采用阴极电泳防腐涂装积累了经验。

参考文献

- [1] 宋华. 电泳涂装技术[M]. 北京:化学工业出版社,2009.
 - [2] 许振明,徐孝勉. 铝和镁的表面处理[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,2005.
 - [3] 马骏,赵占西,苏冬云. 铸铝合金硬质阳极氧化工艺分析及改进[J]. 表面技术,2006,35(6):30—31,34.
 - [4] 喻冬秀. 常温高效铝翅片清洗剂的研制[J]. 精细化工,2003(2):126—128.
 - [5] 李淑华. 铸钛合金组合零件的阳极氧化工艺研究[J]. 表面技术,2012,41(5):108—110.
 - [6] GAM A M I T. Anticrater Agent for Electrocoat Composition;US,20120175261[P]. 2012-07-12.
 - [7] 刘维民. 汽车阴极电泳漆膜缩孔的消除[J]. 涂料工业,1998(12):24—25.
 - [8] 咎鹏,陶正. 超声酸洗技术在涂装前处理中的应用[J]. 表面技术,2009,38(1):79—80.
 - [9] 傅昌勇,程为华,韩华全,等. 浅析电泳车身表面缩孔产生原因及对策[J]. 现代涂料与涂装,2012,15(9):56—58.
 - [10] 汪小华. 环保型阴极电泳漆的应用[J]. 表面技术,2006,35(6):75—77.
 - [11] 孙凤仙,颜广灵,姚伟,等. “铝及铝合金有机聚合物喷涂膜”国内外标准探析[J]. 表面技术,2012,41(6):122—124.
 - [12] YAMOTO S,SUDA K,MURASE K. Crater Inhibiting Method and Crater Inhibiting Agent for Cathodic Electrodeposition Coating Composition;US,6881313[P]. 2005-04-19.
 - [13] 严伟强,杨文忠. 3A21 铝合金高效复合型表面处理液的工艺研究[J]. 表面技术,2012,43(1):109—113.
 - [14] TRINKLEIN D W,MICH R. Method to Evaluate Sheet Metal Lubricants Cratering Potential on Metal Primer;US,4663007[P]. 1987-05-05.
 - [15] 邱伟,丁月,张静元. 耐油缩孔阴极电泳涂料的研制[J]. 表面技术,2013,42(6):106—108,112.
- ZAN Peng,TAO Zheng. Application of Supersonic Acid Cleaning Technology in Pre-treatment of Coating[J]. Surface Technology,2009,38(1):79—80.
- FU Chang-yong,CHENG Wei-hua,HAN Hua-quan,et al. Analysis of Electrophoresis of Car Body Surface Shrinkage Causes and Countermeasures[J]. Modern Paint and Finishing,2012,15(9):56—58.
- WANG Xiao-hua. The Application of Cathode Electrophoretic Paint of Environment Protection[J]. Surface Technology,2006,35(6):75—77.
- SUN Feng-xian,YAN Guang-ling,YAO Wei,et al. Introduction of Domestic and Foreign Standards about Organic Polymer Coatings of Aluminium Alloys[J]. Surface Technology,2012,41(6):122—124.
- YAN Wei-qiang,YANG Wen-zhong. Study of Efficient Compound Surface Pretreatment on 3A21 Aluminum Alloy[J]. Surface Technology,2012,43(1):109—113.
- QIU Wei,DING Yue,ZHANG Jing-yuan. Preparation of Oil Shrinkage Cavity-resisting Cathodic Electrodeposition Coating[J]. Surface Technology,2013,42(6):106—108,112.
- LIU Wei-min. Eliminating Craters of CED Paint Film for Automobile[J]. Paint & Coatings Industry,1998(12):24—