

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2021.04.008

汽车行李架铝阳极氧化耐酸碱工艺开发

王志明^{1,2}, 高用文¹, 陈旭丹², 李宝山²

(1. 天津德威金属表面处理有限公司, 天津 300160;

2. 天津科瑞尔表面处理检测有限公司, 天津 300160)

摘要: 针对SUV车型铝制行李架配件越来越广泛的使用,对铝制行李架耐酸碱工艺提出了更高的要求。为解决高光铝材耐酸pH 1.0,耐碱pH 13.5和耐盐雾的性能问题,本文采用多封闭层方法,研究了不同封闭工艺对耐酸碱测试的影响。结果表明,在多层封闭条件下,采用冷封+热封的方法,在提高冷封和热封的工艺时间后,可以满足耐pH 1.0, pH 12.5和耐盐雾的实验要求的同时,进一步满足pH 13.5的高耐碱标准,达到了主流主机厂对汽车零部件的更高的要求。

关键词: 铝行李架;冷封;热封;pH 13.5;阳极氧化

中图分类号: TQ153.6 **文献标识码:** A

Development of Acid and Alkali Resistant Aluminum Anodizing Process for Automobile Luggage Rack

WANG Zhiming^{1,2}, GAO Yongwen¹, CHEN Xudan², LI Baoshan²

(1. Tianjin DEWY Metal Finishing Co., Ltd, Tianjin 300160, China;

2. Tianjin Career Surface Treatment & Test Co., Ltd, Tianjin 300160, China)

Abstract: In view of the wide use of SUV aluminum luggage rack accessories, higher requirements are put forward for the acid and alkali resistance process of automobile aluminum luggage rack. In order to solve the performance problems of acid resistance pH 1.0, alkali resistance pH 13.5 and salt spray resistance of high gloss aluminum material, the influences of different sealing processes on acid and alkali resistance test are studied by using multi sealing layer method. The results show that under the condition of multi-layer sealing, the method of cold sealing combined with hot sealing can meet the experimental requirements of pH 1.0, pH 12.5 and salt spray resistance, and further meet the high alkali resistance requirements of pH 13.5 after increasing the process time of cold sealing and hot sealing, and meet the higher requirements of mainstream main engine manufacturers for automobile parts.

Keywords: automobile aluminum rack; cold sealing; hot sealing; pH 13.5; anodizing

近年来,SUV车型在全球市场销售火热,SUV车型的标志性配件车顶行李架的生产主要以铝材为主,而高光亮行李架的外观更是得到了大众的认可。用户对这一类装饰性配件不仅有外观的要求,在耐腐蚀和耐酸碱的性能方面同样有较高的要求。在酸性溶液中,溶液中的 H^+ 很容易进入氧化膜的多孔结构中并与孔壁中的 Al_2O_3 反应生产白色的铝盐,

同理,在碱性溶液中,溶液中的 OH^- 很容易进入氧化膜的多孔结构中并与孔壁中的 Al_2O_3 反应生产偏铝酸钠,而经过封闭后的氧化膜的表面能够有效地阻止 H^+ 离子或者 OH^- 的腐蚀^[1-2]。所以有效的氧化膜封闭层既可以达到耐酸碱的效果,同时大大增强铝基材的抗腐蚀能力,满足了汽车零部件的性能需求。

随着汽车制造工艺的不断提高,对铝基材行李

收稿日期: 2020-11-01

修回日期: 2020-12-10

作者简介: 王志明(1982—),男,学士,助理工程师,Email:zhiming8241@sina.com

架的耐碱要求又有了新的更高要求,为了满足各类汽车清洗条件下,行李架的外观不会由于过高的碱性溶液清洗造成外观的变化,各主流的主机厂普遍在耐盐雾 480 h 的基础上,增加了 pH 1.0, pH 12.5 和 pH 13.5 的要求^[3],来应对在日常汽车清洗过程中造成的高光行李架失光的现象。其中 pH 13.5 的耐酸碱测试是较为严苛的一项实验要求,本篇通过工艺的优化,在满足外观和原有耐腐蚀性能的前提下,通过了更严苛的耐碱 pH 13.5 实验。

1 样品制作工艺流程

实验样品采用型号 6061 的铝制行李架。共选取了四组制作工艺,工艺参数如表 1 所示,其中前处理和氧化环节的工艺采用相同的条件,在保证铝制行李架表面光泽度 250~300 gu 和厚度 7~10 μm 的基础上,分别选取冷封时间 10 min、20 min 和热封时间 10 min、20 min 的交叉工艺组合,样品制作后安排后续的相关的性能测试^[4]。

实验中的样品在天津德威金属表面处理有限公司生产线线上完成,其它全部实验在集团技术中心天津科瑞尔表面处理检测有限公司各检测室完成,样品制作全部化学品采用菲尼克公司产品。

2 测试方法

2.1 膜厚和光泽度

采用德国 Fischer FMP 30 测厚仪测定阳极氧化层膜厚,氧化膜厚控制在 7~10 μm ;采用德国 BYK 4333 型光泽度仪测定表面光泽度,测光泽度控制在 250~300 gu ^[3]。

2.2 耐碱实验

实验样品在测试溶液中浸泡 10 min,温度控制在 20~23 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,然后用清水冲洗,并采用空气干燥的方式,实验结束后表面不应该有变化(表面不允许抛光)。

溶液组成:12.7 g/L 氢氧化钠、4.64 g/L 磷酸钠和 0.33 g/L 氯化钠,溶液 pH 为 13.5。

2.3 耐酸实验

实验样品在测试溶液中浸泡 10 min,温度控制在 20~23 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,然后用清水冲洗,并采用空气干燥的方式,实验结束后表面不应该有变化(表面不允许抛光)。

溶液组成:10 g/L 二甲苯磺酸钠(40%)、14 g/L 十二烷基苯磺酸(70%)、3 g/L Triton X 100、5 g/L 二乙醇单丁醚和 5 g/L 硫酸(93%),溶液 pH 为 1.0。

表 1 样品制作的工艺流程及参数

Tab.1 Technological process and parameters of sample preparation

工序及条件		G080101	G080102	G080201	G080202
除油	组成	Clean 151			
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	50			
	时间/min	10			
电抛	组成	Eg127			
	电压/V	22			
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	60			
	时间/min	5			
	组成	NaOH			
	浓度/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	30			
碱蚀	温度/ $^{\circ}\text{C}$	30			
	时间/s	50			
	组成	Ds 187			
去灰	时间/min	3			
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	室温			
	组成	H_2SO_4			
氧化	浓度/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	180			
	电压/V	13.5			
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	18			
	时间/min	40			
	组成	Seal180			
	浓度/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	4.5			
冷封	温度/ $^{\circ}\text{C}$	30			
	时间/min	10	10	20	20
	组成	Seal290A/E			
热封	浓度/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	80			
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	≥ 95			
	pH	8.03			
	时间/min	10	20	10	20

2.4 洗车实验

采用模拟汽车行业的洗车过程:使用纤维布以 1 kg 的力,来回摩擦工件表面 100 次,然后样品在测试溶液中浸泡 10 min,温度控制在 20~23 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,然后用清水冲洗,并采用空气干燥的方式,实验结束后表面不应该有变化(表面不允许抛光)。

测试溶液组成:30 g Triton X 100、80 g 二甲苯磺酸钠(40%)、30 g 二乙醇单丁醚、40 g 硅酸钠溶液(27%)、20 g EDTA(98%)、1.27 g 氢氧化钠、500 mL 纯水,溶液 pH 为 12.5。

2.5 CASS 盐雾实验

采用专用的 CASS 盐雾试验箱进行 8 h 测试,按

照标准 GB/T12967.3-2008 测试后样品表面不应出现腐蚀现象,但允许存在轻微的不引起反感的外观变化。

2.6 NSS 中性盐雾实验

采用专用的 NSS 盐雾试验箱进行 480 h 测试,按照标准 GB/T10125-2012,测试后样品表面不应出现腐蚀现象。

3 实验结果

3.1 膜厚和光泽度

经过测试,四种样品的阳极氧化膜的膜厚均保持在 $8\text{ }\mu\text{m}$ 以上,表面光泽度 250 gu 以上,其中样品 G080102 光泽度 308 gu,略高于上限 300 gu,考虑到仪器误差和品质控制,仍属于合格品,4 种测试样品均满足了车顶行李架外观的基本要求,属于合格品。

3.2 耐碱实验

四种工件经过腐蚀后, G080101, G080102, G080201 均发生了表面过度失光和发白起灰的外观变化, G080202 样品表面未见明显的变化(见图 1)。说明通过增加冷封和热封工艺的时间到 20 min,可有效的提升冷封和热封效果,能够显著改善样品在耐碱 pH 13.5 测试中的表现。



图1 G080202 样品耐碱 pH 13.5 测试后表面状态

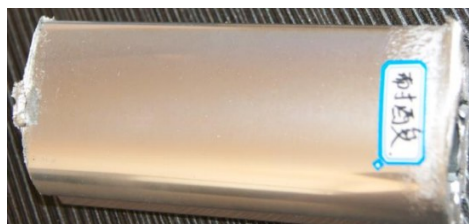
Fig.1 Surface state of G080202 sample after alkali resistance pH13.5 test

3.3 耐酸实验

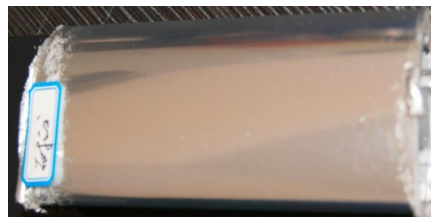
四种工件经过腐蚀后,表面均未见明显的变化,图 2 为 G080202 样品耐酸实验前后表面状态的对比图。根据实验结果可知,10 min 冷封加 10 min 热封的工艺已经可以满足耐酸实验的要求,同时冷封、热封时间的增加并不会影响样品对耐酸实验的结果。

3.4 洗车实验

四种工件经过洗车 pH 12.5 测试后,表面未见明显变化,图 3 为 G080202 样品洗车实验前后表面状态对比图。实验结果表明,10 min 冷封结合 10 min 热封的工艺已经可以满足洗车实验的要求,增加封闭的时间后,阳极氧化膜有了更高的耐碱效果,而且



(a) 测试前表面状态

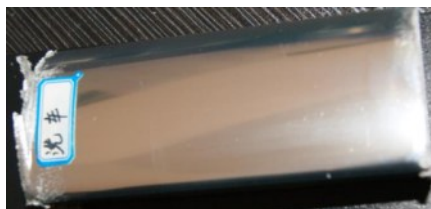


(b) 测试后表面状态

图2 G080202 样品耐酸实验前后表面状态对比

Fig.2 Surface state comparison of G080202 before and after acid resistance test

没有影响膜层原有的耐摩擦性能。



(a) 测试前表面状态



(b) 测试后表面状态

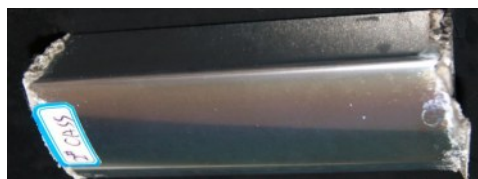
图3 G080202 样品洗车实验前后表面状态对比

Fig.3 Surface state comparison of G080202 before and after car wash test

3.5 CASS 盐雾实验

CASS 实验 8 h 后,四种样品表面未出现腐蚀现象,图 4 为 G080202 样品经过 CASS 实验 8 h 和 16 h 后的工件表面状态。可以看出, G080202 样品经极限实验 16 h 后,在工件表面的划伤位置出现腐蚀,但仍在可接受的程度。四种样品的极限实验结果接近,冷封和热封的工艺虽然可以满足一定的 CASS

盐雾要求,但是增加时间并没有显著提高和改善该实验的结果。



(a) CASS实验8 h后的表面状态



(b) CASS实验16 h后的表面状态

图4 G080202样品CASS实验工件表面状态

Fig.4 Workpiece surface state of G080202 sample after CASS test

3.6 NSS中性盐雾实验

图5为G080202样品经NSS实验240 h和480 h测试后的表面状态。经过480 h的中性盐雾实验后,四种样品的基体均未出现腐蚀,表面几乎无任何变化,冷封和热封配合的工艺已经可以充分满足480 h的中性盐雾实验,实验最终的结果为中性盐雾的时间有较长的极限时间,但此文暂不对此展开讨论。

表2为四种实验结果的汇总,可以看出冷封加



(a) NSS实验240 h测试后表面状态



(b) NSS实验480 h测试后表面状态

图5 G080202样品经NSS实验后的工件表面状态

Fig.5 Workpiece surface state of G080202 sample after NSS test

热封两种封闭工艺的配合下,均能够满足基础的耐酸、洗车、8 h CASS实验、480 h NSS实验的要求,但是耐碱实验中,G080101、G080102和G080201三个样品均出现表面失光的问题,但是G080202实验在同时提高冷封和热封时间到20 min后,表面未发生变化,满足了实验要求。

表2 各项实验测试结果汇总

Tab.2 Summary of experimental test results

测试项目	G080101	G080102	G080201	G080202
光泽度/gu	280	308	289	270
厚度/ μm	8.6	8	8.8	9
耐酸实验(pH 1.0)	Pass	Pass	Pass	Pass
耐碱实验(pH 13.5)	NG	NG	NG	Pass
洗车实验(pH 12.5)	Pass	Pass	Pass	Pass
CASS实验(8 h)	Pass	Pass	Pass	Pass
NSS实验(480 h)	Pass	Pass	Pass	Pass

4 结论

本文采用多封闭层的方法,研究了不同封闭工艺对耐酸碱测试的影响。研究发现采用冷封20 min和热封20 min的工艺条件下制备的样品通过了所有测试,说明通过延长冷封和热封的时间制备的样品在满足基本的pH 1.0,pH 12.5和CASS、NSS盐雾实验要求的基础上,可进一步满足更为严苛的pH 13.5的测试要求,使原有的传统冷封和热封工艺的耐碱性能进一步得到了提升。未来生产过程中如果遇此耐碱测试,亦可通过此工艺方法进行调整解决。

参考文献

- [1] 朱祖芳,周连在,纪红.译《铝阳极氧化作业指南和技术管理》[M].北京:化学工业出版社,2015.
- [2] 周斌,宣天鹏,汪亮,等.铝合金阳极氧化膜的封闭方法[J].电镀与精饰,2011,4(33): 14-17.
Zhou B, Xuan T P, Wang L, et al. Pourescaling methods for anodic oxidation film of aluminum alloy[J]. Plating & Finishing, 2011, 4(33): 14-17.
- [3] 周斌.铝合金阳极氧化膜封闭工艺及膜性能研究[D].安徽:合肥工业大学,2012.
- [4] 赵景茂,段立清,刘俊超.不同方法评价几种工艺封闭的铝合金阳极氧化膜的耐蚀性[J].腐蚀与防护,2010,7(31): 507-508.
Zhao J M, Duan L Q, Liu J C. Corrosion resistance evaluation of anodic films on aluminum alloys sealed with several processes by different methods[J]. Corrosion & Protection, 2010, 7(31): 507-508.