

YTF-3 飞机硬膜缓蚀剂应用研究

姜国杰, 杨勇进, 王强, 李斌, 孙志华, 汤智慧

(中航工业北京航空材料研究院 航空材料先进腐蚀与防护航空科技重点实验室, 北京 100095)

摘要: **目的** 研究YTF-3飞机硬膜缓蚀剂应用于飞机维护/维修的有效性。**方法** 参照新版美军标MIL-DTL-85054D(AS)和波音公司标准BMS 3-35的要求及测试方法,对自主研发的YTF-3飞机硬膜缓蚀剂的理化性能和使用性能进行评价。**结果** YTF-3飞机硬膜缓蚀剂闪点在38℃以上,使用、运输和贮存安全;基本使用性能良好,干燥速度快,使用和去除方便;对飞机上常用金属材料具有良好的缓蚀作用,不会对金属材料造成腐蚀;具有极强的渗透能力和水置换能力,可以应用于飞机上缝隙结构,形成保护膜层;缓蚀性能良好,可以对飞机进行有效防护;耐高低温和耐紫外老化性能优异,飞机内外部均可使用。**结论** YTF-3飞机硬膜缓蚀剂满足飞机防腐的要求,可以应用于飞机维护/维修。

关键词: 硬膜; 缓蚀剂; 维护/维修; 防腐

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2016.01.004

中图分类号: TJ07; TG172 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2016)01-0019-05

Application Research on YTF-3 Aircraft Corrosion Inhibitor with Hard Film

JIANG Guo-jie, YANG Yong-jin, WANG Qiang, LI Bin, SUN Zhi-hua, TANG Zhi-hui

(Aviation Key Laboratory of Science and Technology on Advanced Corrosion and Protection for Aviation Material,
AVIC Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China)

ABSTRACT: Objective To study the validity of the YTF-3 aircraft corrosion inhibitor with hard film applied in the aircraft maintenance/repair. **Methods** Referring to the requirements and measuring methods from the new American military specification of MIL-DTL-85054D (AS) and the Boeing company standard of BMS 3-35, both the physical-chemical properties and the performing characters of the YTF-3 aircraft corrosion inhibitor with hard film developed by ourselves were evaluated. **Results** The flash point of the YTF-3 aircraft corrosion inhibitor was above 38℃, and the inhibitor was safe to use, transfer and store. The basic performing characters of the corrosion inhibitor were good. It was rapid to dry and convenient to use or remove. The corrosion inhibitor effectively inhibited corrosion of metal materials, and would not cause corrosion of aircraft metals. It had excellent properties of functional penetration and synthetic sea water displacement, so it can be applied to the sandwich structures in the airplane to leave a protective film. Meanwhile, its resistances to different kinds of corrosion were satisfactory. What's more, as the YTF-3 aircraft

收稿日期: 2015-09-10; 修订日期: 2015-10-15

Received: 2015-09-10; Revised: 2015-10-15

作者简介: 姜国杰(1985—),男,河南人,博士,工程师,主要研究方向为清洗剂、缓蚀剂及表面防护等。

Biography: JIANG Guo-jie (1985—), Male, from Henan, Doctor, Engineer, Research focus: cleaners, corrosion inhibiting compounds, and surface protection.

corrosion inhibitor had advantages of high and low temperature resistances as well as ultraviolet ray resistance, it can be used on internal and external parts of the aircraft. **Conclusion** The YTF-3 aircraft corrosion inhibitor with hard film satisfies the requirements of prevention of aircraft corrosion, and can be applied in the aircraft maintenance/repair.

KEY WORDS: hard film; corrosion inhibitor; maintenance/repair; corrosion prevention

随着军用以及民用飞机使用时间的变长,飞机在空中飞行和停放过程中的腐蚀问题变得越发严重和频繁。针对造成飞机腐蚀的原因,除了在结构设计时注意密封、排水外,合理使用缓蚀剂,是控制飞机腐蚀的一种非常有效的方法^[1-5]。硬膜缓蚀剂由成膜剂、防锈剂、溶剂和助剂等多种成分组成^[6-7],具有较强的渗透性和水置换能力,可以进入极小的缝隙和孔内,将表面的水分和盐分置换出来,并覆盖一层具有防腐蚀作用的膜层,通过膜层防止腐蚀介质和材料表面直接接触而达到有效控制金属腐蚀的产生及扩展的目的。硬膜缓蚀剂既可用于飞机装配,喷洒在易于凝露的区域,尤其是结构连接处,大幅度提高整体抗腐蚀能力,消除防护薄弱环节;又可用于外场维护,满足飞机破损涂层临时防护的需要。

参照美军和波音公司脱水防锈剂相关标准的要求,北京航空材料研究院研制了多个型号的缓蚀剂产

品^[8-11],其性能与国外同类产品水平相当。近年来,随着对硬膜缓蚀剂使用安全性要求的提高,在保障其他使用性能的同时,对闪点、干燥时间等性能进行了进一步优化,获得了高闪点安全型 YTF-3 飞机硬膜缓蚀剂。为检验 YTF-3 飞机硬膜缓蚀剂应用于飞机维护/维修的有效性,参照新版 MIL-DTL-85054D(AS)^[12]和波音公司标准 BMS 3-35[13]的要求及测试方法,对 YTF-3 飞机硬膜缓蚀剂的理化性能和使用性能进行了全面评价。

1 实验

1.1 实验材料

YTF-3 飞机硬膜缓蚀剂各项性能测试所用实验材料见表 1。

表 1 实验材料
Table 1 Experimental materials

试验项目	试样材料	试样规格	表面处理及准备
可喷涂性			
膜层透明性			
膜层可鉴别性			
膜层可去除性			
耐中性盐雾	2A12-T4包铝	50 mm × 150 mm × (1 ~ 3)mm	进行硫酸阳极化并重铬酸盐封闭
耐水性			
高温流动性			
低温结合力			
耐紫外老化性			
可渗透性	2A12-T4包铝	具体规格见 Q/AVIC 03018	进行硫酸阳极化并重铬酸盐封闭
低温柔韧性		25 mm × 150 mm × 0.5 mm	
耐剥落腐蚀	2A12-T4裸铝	50 mm × 150 mm × (1 ~ 5)mm	
干燥度		Φ50 mm,厚度为 1 ~ 3 mm	
耐人造海水-亚硫酸盐雾	45 钢		试样除去所有锐边和毛刺,试样两面用 240 号砂纸或砂布打磨至表面粗糙度 0.8 μ m,用无水乙醇清洗,热风吹干,放入干燥器(温度为(23 ± 5)℃、相对湿度不大于 20%)待用,储存时间应不超过 24 h(以进入干燥器时间起计)。打磨好的试样不允许用赤手接触
人造海水置换性		50 mm × 100 mm × (1 ~ 3)mm	
	ZM5 镁合金		
	Zn-3 锌		
金属腐蚀性	Cd-3 镉	25 mm × 50 mm × (2 ~ 6)mm	
	2A12-T4裸铝		
	T2 铜		
	H62 黄铜		

1.2 涂覆方法

YTF-3飞机硬膜缓蚀剂膜层的制备用喷涂或浸涂的方式,试样喷涂或浸涂第一层缓蚀剂后,干燥约30 min,再喷涂或浸涂第二层缓蚀剂,经涂覆的试样在无风、无尘、无潮气的室温环境中垂直悬挂干燥。干燥后缓蚀剂膜层厚度为30~40 μm。

1.3 实验方法

参照新版MIL-DTL-85054D(AS)和波音公司标准BMS 3-35的要求及测试方法,对YTF-3飞机硬膜缓蚀剂的各项性能进行测试,对有相应国内标准的测试项目按照国内标准进行测试,对没有相应国内标准的测试项目按照国外标准进行测试。外观测试采用目视法;闪点测试采用GB/T 6753.5^[14]方法;不挥发分测试采用GB/T 1725^[15]方法;黏度测试采用GB/T 1723^[16]方法;可喷涂性、干燥度、膜层透明性、金属腐蚀性、可渗透性、人造海水置换性、耐人造海水-亚硫酸盐雾、耐水性、高温流动性、低温结合力和低温柔韧性试验按照中国航空工业集团公司标准Q/AVIC 03018^[17]的规定进行;干燥时间测试采用GB/T 1728^[18]方法;磨蚀性试验采用SH/T 0215^[19]方法;膜层可鉴别性试验按照波音公司标准BMS 3-35的规定进行;膜层可去除性试验采用SH/T 0212^[20]方法;耐中性盐雾试验采用GB/T 10125^[21]方法;耐剥落腐蚀试验采用HB 5455^[22]方法;耐紫外老化性试验采用ASTM D4587^[23]方法。

2 结果

2.1 理化性能

通过YTF-3飞机硬膜缓蚀剂的理化性能试验可以看出,缓蚀剂为淡红色液体,均匀透明,并且黏度(涂-4杯,28 s)和不挥发分(35%)均较小,方便喷涂。与传统低闪点溶剂型硬膜缓蚀剂相比,YTF-3飞机硬膜缓蚀剂通过高闪点溶剂复配,闪点达到了47℃,提高了使用、运输和贮存的安全性。

2.2 使用性能

2.2.1 基本使用性能

YTF-3飞机硬膜缓蚀剂的基本使用性能试验结果表明:冷藏不影响YTF-3硬膜缓蚀剂的喷涂性,膜层连续无缺陷;膜层干燥速度快,3 h表干,24 h完全干燥可搬运,并且干燥后的膜层干燥度很低,不易沾染灰尘等

杂质;膜层透明性好,透过膜层可以看见试样上模拟的腐蚀点,便于实际使用过程中对飞机腐蚀情况的检查;在可见光下试片上被涂部分与未涂部分的分界线清晰可见,有助于施工;缓蚀剂膜层可以用丙酮等溶剂去除,利于飞机的临时维修和维护。

2.2.2 金属腐蚀性

YTF-3飞机硬膜缓蚀剂的金属腐蚀性试验结果见表2。试验结果表明:YTF-3硬膜缓蚀剂对飞机上常用的镁合金、铝合金、锌、镉、铜和黄铜等金属材料具有良好缓蚀作用,其金属腐蚀性实测值远低于技术指标值,不会对飞机上常用金属材料造成腐蚀。

表2 对飞机上金属材料的腐蚀性试验结果
Table 2 Results of corrosion test for aircraft metals

试验项目	试验材料	试验结果/(mg·cm ⁻²)
金属腐蚀性	镁合金 ZM5	+0.02
	锌 Zn-3	-0.01
	镉 Cd-3	-0.03
	铝合金 2A12-T4	+0.08
	铜 T2	+0.11
	黄铜 H62	-0.02

2.2.3 可渗透性和人造海水置换性

飞机装配后,机体存在大量搭接、铆接结构,形成的结构缝隙易渗入水汽等腐蚀性介质,是腐蚀防护薄弱区域,涂层、密封材料等均无法解决这一问题,而具有极强渗透能力和水置换能力的硬膜缓蚀剂是解决此问题的最佳材料。硬膜缓蚀剂喷涂或刷涂在飞机金属结构上,可以进入极小的缝隙和孔内,溶剂挥发后将金属结构表面的水分和盐分置换出来并覆盖一层具有防腐蚀作用的透明膜层。因此,渗透性和人造海水置换性试验是考核缓蚀剂性能的重要指标。试验表明:YTF-3飞机硬膜缓蚀剂具有非常好的渗透性,试样连接处润湿24 h后,渗透面积在90%以上,如图1a所示;在人造海水置换性试验中,钢片表面的海水被缓蚀剂完全置换,钢片无任何腐蚀,如图1b所示。

YTF-3飞机硬膜缓蚀剂之所以具有非常好的人造海水置换性,是由于其可以快速脱除金属材料表面的水分和盐分,并形成一层硬膜,从而控制人造海水对金属的腐蚀。YTF-3飞机硬膜缓蚀剂中的脱水剂具有很好的表面活性,分子结构中烃链部分为亲油的非极性基,有机磷和有机胺部分为亲水的极性基,能迅速降低油/固、油/水之间的界面张力,使水膜从金属表面收缩。另外,脱水剂与金属表面有较强的吸附作

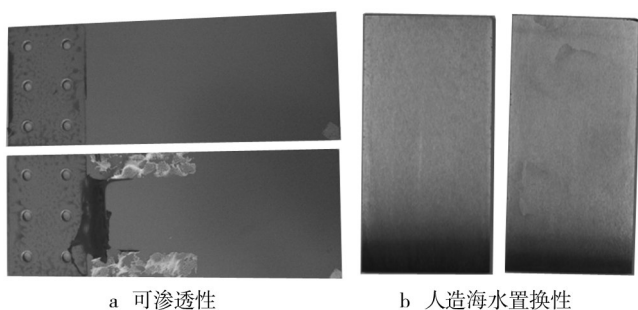


图1 可渗透性和人造海水置换性试样

Fig.1 Samples of functional penetration and synthetic sea water displacement tests

用,作用于金属表面后,其极性基朝向金属,非极性基朝外,从而使亲水的金属表面变为憎水表面。同时,YTF-3飞机硬膜缓蚀剂中的成膜剂可以快速干燥,迅速成膜,从而隔离金属表面与水汽、盐分等腐蚀性介质,起到保护作用。

2.2.4 缓蚀性能

经试验,YTF-3飞机硬膜缓蚀剂的缓蚀性能达到了相应指标的要求。覆盖有YTF-3硬膜缓蚀剂膜层的试片在中性盐雾条件下,1500 h无可见腐蚀,如图2a所示;在耐人造海水-亚硫酸盐雾试验中,12个

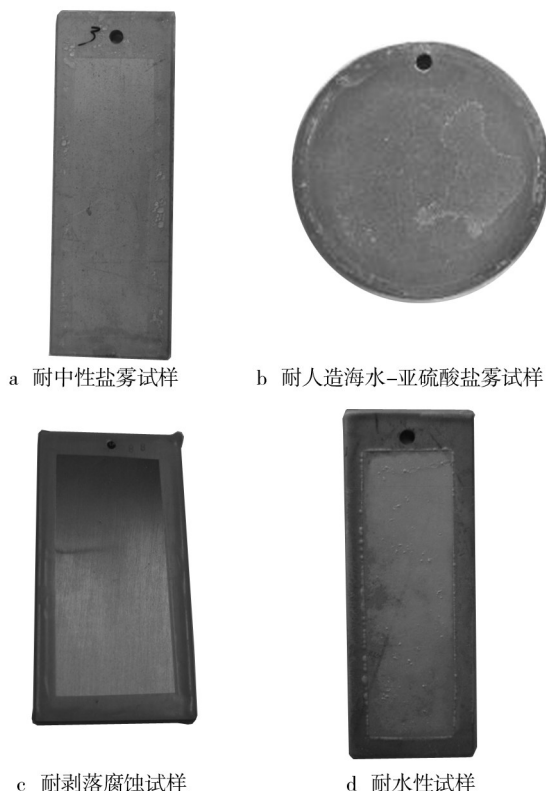


图2 缓蚀性能试验试样

Fig.2 Test samples of resistances to different kinds of corrosion

循环试样无任何腐蚀,如图2b所示;耐剥落腐蚀48 h无任何腐蚀,如图2c所示;在40℃水中浸泡28天后,经棉花擦拭,缓蚀剂膜层未脱落露出基材,如图2d所示。

2.2.5 耐高低温性能

飞机飞行时,不同结构部位的温度不同,外部温度较低,内部温度较高,因此需要测试缓蚀剂的耐高低温性能。结果表明:YTF-3飞机硬膜缓蚀剂在125℃下保持2 h无任何流淌,并且颜色基本无变化,具有非常好的耐高温性能,如图3a所示;同时,还具有优良的耐低温性能,在-55℃下保持1 h,划格法和柔韧性试验中膜层均未剥离和脱落,如图3b和3c所示。

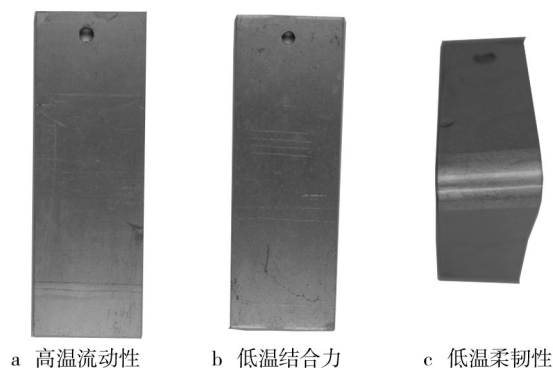


图3 耐高低温性能测试试样

Fig.3 Test samples of resistances to high and low temperatures

2.2.6 耐紫外老化性

YTF-3飞机硬膜缓蚀剂既可用于飞机内部结构,也可用于外部结构,需要有较好的耐紫外老化性能。试验结果显示,经过168 h的紫外/60℃-凝露/45℃交替试验,YTF-3硬膜缓蚀剂膜层完好,无任何粉化、起泡、裂纹、脱落等,如图4所示。

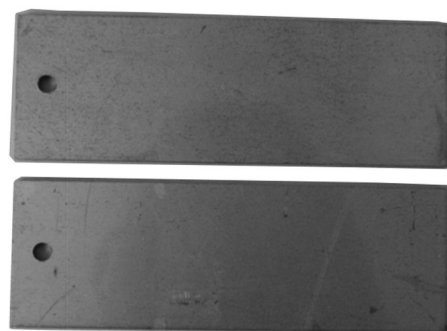


图4 耐紫外老化性试样

Fig.4 Samples of ultraviolet ray resistance test

3 结论

YTF-3飞机硬膜缓蚀剂闪点在38℃以上,使用、运输和贮存安全;基本使用性能良好,干燥速度快,使用和去除方便;对飞机上常用金属材料具有良好缓蚀作用,不会对金属材料造成腐蚀;具有极强的渗透能力和水置换能力,可以应用于飞机上缝隙结构,形成保护膜层;缓蚀性能良好,可以对飞机进行有效防护;耐低温和耐紫外老化性能优异,飞机内外部均可使用。因此,YTF-3飞机硬膜缓蚀剂满足飞机防腐的要求,可以应用于飞机维护/维修,实现飞机结构腐蚀修理的高效性,提高飞机的抗腐蚀能力。YTF-3飞机硬膜缓蚀剂已被应用于某系列直升机外挂油箱安装区的腐蚀修理,使用效果良好,进一步证明了其应用于飞机维护/维修的有效性。

参考文献:

- [1] 黄昌龙. 飞机腐蚀与防腐剂的使用[J]. 航空工程与维修, 2001(1):35—36.
HUANG Chang-long. Aircraft Corrosion and Its Corrosion Inhibitor[J]. Aviation Engineering & Maintenance, 2001(1): 35—36.
- [2] 陈群志,王逾涯,崔常京,等. 老龄飞机结构的腐蚀问题与对策[J]. 装备环境工程, 2014, 11(6):1—9.
CHEN Qun-zhi, WANG Yu-ya, CUI Chang-jing, et al. Corrosion Problems and Countermeasures of the Aging Aircraft[J]. Equipment Environmental Engineering, 2014, 11(6): 1—9.
- [3] 孙志华,汤智慧,李斌. 海洋环境服役飞机的全面腐蚀控制[J]. 装备环境工程, 2014, 11(6):35—39.
SUN Zhi-hua, TANG Zhi-hui, LI Bin. Comprehensive Corrosion Control of Naval Aircraft[J]. Equipment Environmental Engineering, 2014, 11(6): 35—39.
- [4] 高延达,李健,李宗原,等. 浅析直升机的外场腐蚀防护[J]. 装备环境工程, 2014, 11(6):135—139.
GAO Yan-da, LI Jian, LI Zong-yuan, et al. Brief Analysis of Helicopter Field Corrosion Prevention[J]. Equipment Environmental Engineering, 2014, 11(6): 135—139.
- [5] 曹宏涛,李雪亭. 基于海洋环境的紧固件腐蚀防护要求及采取措施[J]. 表面技术, 2013, 42(1):105—108.
CAO Hong-tao, LI Xue-ting. Corrosion Protection Requirements and Technical Measures of Fasteners Based on the Marine Environment[J]. Surface Technology, 2013, 42(1): 105—108.
- [6] 郝震,戴恒彪,李广州,等. 304不锈钢在氯化钠介质中点蚀缓蚀剂的研究[J]. 表面技术, 2015, 44(4):123—126.
HAO Zhen, DAI Heng-biao, LI Guang-zhou, et al. Study on Inhibitors for the Pitting Corrosion of 304 Stainless Steel in Sodium Chloride Medium[J]. Surface Technology, 2015, 44(4): 123—126.
- [7] 阚伟海,陈莉荣,姜庆宏,等. 复合缓蚀剂对碳钢腐蚀率的影响研究[J]. 表面技术, 2015, 44(4):127—131.
KAN Wei-hai, CHEN Li-rong, JIANG Qing-hong, et al. Study on Effects of Composite Corrosion Inhibitor on the Corrosion Rate of Carbon Steel[J]. Surface Technology, 2015, 44(4): 127—131.
- [8] 李斌,张晓云,汤智慧,等. 飞机用硬膜脱水防锈剂中的脱水剂组分研究[J]. 腐蚀与防护, 2000, 21(4):149—151.
LI Bin, ZHANG Xiao-yun, TANG Zhi-hui, et al. A Study of the Water Displacing Additives to a Clear Water Displacing Corrosion Preventive Compound for Aircraft[J]. Corrosion & Protection, 2000, 21(4): 149—151.
- [9] 李斌,张晓云,汤智慧,等. 飞机硬膜脱水防锈剂 YTF-1 的研制[J]. 材料工程, 2000, (10):33—35.
LI Bin, ZHANG Xiao-yun, TANG Zhi-hui, et al. Development of a Hard Film YTF-1 with Displacing Corrosion Preventive Properties for Aircraft[J]. Journal of Materials Engineering, 2000, (10): 33—35.
- [10] 李斌,张晓云,汤智慧,等. YTF-1 飞机硬膜脱水防锈剂理化性能和使用性能研究[J]. 材料工程, 2009, (6):26—29.
LI Bin, ZHANG Xiao-yun, TANG Zhi-hui, et al. Study on Physical-chemical and Performance Properties for YTF-1 Aircraft Water Displacing Corrosion Preventive Compound with Hard Film[J]. Journal of Materials Engineering, 2009, (6): 26—29.
- [11] 姜国杰,杨勇进,孙志华,等. RJ-1 溶剂型飞机清洗剂应用研究[J]. 装备环境工程, 2015, 12(4):142—145.
JIANG Guo-jie, YANG Yong-jin, SUN Zhi-hua, et al. Application Research on RJ-1 Non-aqueous Aircraft Cleaner[J]. Equipment Environmental Engineering, 2015, 12(4): 142—145.
- [12] MIL-DTL-85054D (AS), Corrosion Preventive Compound, Water-Displacing, Transparent (Formerly Amlguard)[S].
- [13] BMS 3-35, Heavy Duty Corrosion Inhibiting Compounds[S].
- [14] GB/T 6753.5, 涂料及有关产品闪点测定法 闭口杯平衡法[S].
GB/T 6753.5, Coatings and Related Products—Determination of Flash-point—Closed Cup Equilibrium Method[S].
- [15] GB/T 1725, 色漆、清漆和塑料不挥发物含量的测定[S].
GB/T 1725, Paints, Varnishes and Plastics—Determination of Non-volatile-matter Content[S].
- [16] GB/T 1723, 涂料粘度测定法[S].
GB/T 1723, Determination of Viscosity of Coatinngs[S].

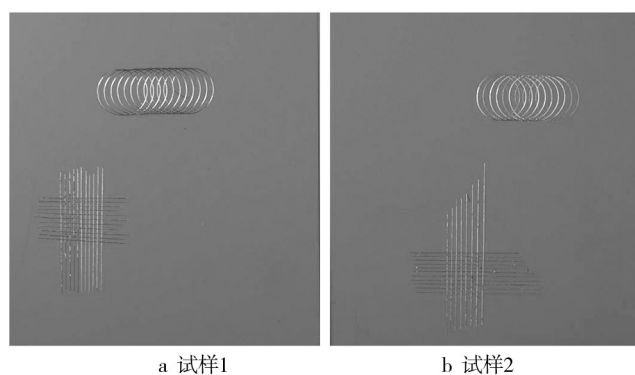


图5 漆膜结合力测试结果

Fig.5 The result of binding force test

3 结论

BT-2G 钢腐蚀产物去除及快速磷化膏为白色均匀浓稠物,流淌度为 0.5 mm,处理时间为 1.5 h,不会造成氢脆,在钢表面生成的磷化膜与有机漆膜的结合力为 0 级;ALT-1 铝合金去腐蚀产物膏为亮橙色均匀浓稠物,流淌度为 0.4 mm,处理时间为 1.5 h,去腐蚀效率为 90%,对金属基体无腐蚀性;LYG-2 铝合金局部化学氧化膏为橙色均匀浓稠物,流淌度为 0.3 mm,处理时间为 1 h,生成的膜层漆膜结合力为 0 级,中性盐雾 72 h 不发生腐蚀。

参考文献:

- [1] 陈群志,王逾涯,崔常京,等. 老龄飞机结构的腐蚀问题与对策[J]. 装备环境工程,2014,11(6):1—9.
CHEN Qun-zhi, WANG Yu-ya, CUI Chang-jing, et al. Corrosion Problems and Countermeasures of the Aging Aircraft[J]. Equipment Environmental Engineering, 2014, 11(6): 1—9.
- [2] 孙志华,汤智慧,李斌. 海洋环境服役飞机的全面腐蚀控制[J]. 装备环境工程,2014,11(6):35—39.
- [3] 江莉,曹刚,林安. A3 钢在不同化学清洗液体中的腐蚀失重分析[J]. 装备环境工程,2005,2(5):69—72.
JIANG Li, CAO Gang, LIN An. Corrosion Weight Loss Analysis of A3 Steel in Different Chemical Washing Liquids[J]. Equipment Environmental Engineering, 2005, 2(5): 69—72.
- [4] HB/Z 5080, 钢零件磷化工艺[S].
HB/Z 5080, Phosphating Process of Steel Parts[S].
- [5] 李孟,黄河,朱立群. 环保高效除锈膏的研究[J]. 电镀与涂饰,2005,25(3):20—22.
LI Meng, HUANG He, ZHU Li-qun. Study on Eco-friendly Efficient Rust Removal paste[J]. Electroplating and Finishing, 2005, 25(3): 20—22.
- [6] 杨小林,傅春霞,叶爱英. 不锈钢氧化皮常温清洗膏[J]. 腐蚀与防护,2009,30(5):335—336.
YANG Xiao-lin, FU Chun-xia, YE Ai-ying. Quick Pickling of Oxide Layer on Stainless Steel at Room Temperature[J]. Corrosion and Protection, 2009, 30(5): 335—336.
- [7] 李昌木. 一种新型快速除锈膏的研制[J]. 表面工程资讯,2004(5):35—36.
LI Chang-mu. Study on a New Fast Rust Removal Paste[J]. Information of Surface Engineering, 2004(5): 35—36.
- [8] GB/T 9286, 色漆和清漆 漆膜的划格试验[S].
GB/T 9286, Paints and Varnishes—Cross Cut Test for Film[S].
- [9] GB 1720, 漆膜附着力测定法[S].
GB 1720, Adhesive Force Test Method for Film[S].
- [10] HB 5067.1, 镀覆工艺氢脆试验 第一部分:机械方法[S].
HB 5067.1, Test Methods for Hydrogen Embrittlement Evaluation of Plating Processes—Part 1: Mechanical Method[S].
- [11] ASTM B117, Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus[S].
- [12] HB 5257, 腐蚀试验结果的质量损失测定和腐蚀产物的清除[S].
HB 5257, Weight Loss Measure of Corrosion Test Result and Cleaning of Corrosion Products[S].
- [13] SH/T 0212, 防锈油脂沉淀值和磨损性测定法[S].
- [14] Q/AVIC 03018, 飞机硬膜脱水防锈剂[S].
Q/AVIC 03018, Specification for Water-displacing Corrosion Preventive Compound with Hard Film for Aircraft[S].
- [15] GB/T 1728, 漆膜、腻子膜干燥时间测定法[S].
GB/T 1728, Coatings and Putty Films—Determination of Drying Time[S].
- [16] SH/T 0215, 防锈油脂沉淀值和磨损性测定法[S].
SH/T 0215, Rust Preventive Oils and Greases—Determination of Precipitation Number and Wearability[S].
- [17] SH/T 0212, 防锈油脂除膜性试验法[S].
- [18] SH/T 0212, Rust Preventive Oils and Greases—Test Method of Removability[S].
- [19] GB/T 10125, 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验[S].
GB/T 10125, Corrosion Tests in Artificial Atmospheres—Salt Spray Tests[S].
- [20] HB 5455, 铝合金剥层腐蚀试验方法[S].
HB 5455, Test Method of Exfoliation Corrosion for Aluminium Alloys[S].
- [21] ASTM D4587, Standard Practice for Fluorescent UV-Condensation Exposures of Paint and Related Coatings[S].

(上接第 23 页)