

阿洛丁1200S化学氧化膜耐蚀性影响因素探讨

田野^{1,*}, 赵永岗², 刘春伟¹, 王艳丽¹

1. 中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 国际业务事业部, 辽宁 沈阳 110043

2. 沈阳黎明国际动力工业有限责任公司 技术科, 辽宁 沈阳 110169

摘要:以2024-T3铝合金为试验材料,进行阿洛丁1200S化学氧化,在工艺流程中,通过试验对前处理工艺、化学氧化时间、槽液温度、pH值、后处理工艺及干燥温度等因素进行了优化,使单个试片上的腐蚀点不超过5个,有效改善了阿洛丁1200S化学氧化膜层的耐蚀性,为某型发动机铝合金后风扇机匣的阿洛丁1200S化学氧化提供了试验依据。

关键词:阿洛丁1200S; 化学氧化; 铝合金; 耐蚀性

中图分类号: TG178 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-5453 (2014) 01-51-3

铝及其合金具有比重小、易加工、机械性能好等特性,因而在航空领域得到大量使用。铝的天然氧化物保护作用非常有限,大气中的温度和盐分会加快腐蚀作用,又由于铝及其合金的线膨胀系数较大,金属活性较高,因此一般多采用氧化的方法对其表面进行处理^[1]。

铝及其合金的化学氧化处理,是指在一定温度下,通过化学反应,使铝离子和氧化溶液中的氧相互作用,在铝基体上形成一层致密的氧化膜的过程^[2]。目前国内航空企业普遍采用的方法均为上世纪60年代的工艺,其氧化膜层耐蚀性能较差,工艺控制复杂,槽液使用寿命短。而国外铝及铝合金的化学氧化处理多采用阿洛丁氧化法。

阿洛丁是一种用于铝及铝合金化学转化膜层处理的单包装的处理剂,铝及铝合金经过其化学氧化后,表面生成一层非晶质的氧化物和铬酸盐保护层。阿洛丁1200S是该系列中常用的一种,用其处理的氧化膜层为彩色。它可使铝与铝合金的耐蚀性提高到168h以上,在现代航空制造业中,阿洛丁1200S化学氧化膜层成为铝及铝合金表面处理的一种重要工艺。

在国外某型发动机铝合金后风扇机匣组件的研制过程中,阿洛丁1200S化学氧化膜层耐蚀性测试通过率较低。调查发现,阿洛丁1200S化学氧化膜层工艺对前、后处理及本身氧化的工艺参数都较为敏感。本文对阿洛丁1200S化学氧化膜层工艺

进行了调整,调整后达到了美国军用标准(MIL-C-5541)中关于化学转化膜在按照美国材料试验标准(ASTM B117)进行盐雾试验后,单个试片上不允许超过5个腐蚀点的要求。

1 试验

1.1 试样及阿洛丁1200S溶液浓度

按照美国军用标准中关于试片的要求选取试验材料,材料牌号:2024-T3铝合金,试样规格:260mm×80mm×1.02mm。按照阿洛丁1200S制造厂家的技术说明书的要求,将其溶液的浓度控制在6~12g/L之内。

1.2 工艺流程

有机溶剂除油→装挂→碱洗→热水洗→冷水洗→光泽→冷水洗→阿洛丁处理→冷水洗→下挂→烘干

1.3 测试方法

按美国材料试验标准(ASTM B 117)的要求进行5%氯化钠中性盐雾试验,试样位置与铅垂面夹角为6°,耐蚀性按表1进行评定,耐蚀性评定级别应达到Ⅲ级以上。

2 结果与讨论

2.1 前处理方式对耐蚀性的影响

由于铝合金表面容易形成一层自然氧化膜,影响后续工

收稿日期:2013-09-23; 录用日期:2013-12-09

*通讯作者。 Tel.: 024-24382888 E-mail: robertetian@163.com

引用格式: TIAN Ye, Zhao Yonggang, LIU Chunwei, WANG Yanli. Effect factors investigation of corrosion resistance for alodine 1200s chemical conversion coating[J]. Aeronautical Science & Technology. 2014, 24(1): 51-53. 田野, 赵永岗, 刘春伟, 王艳丽. 阿洛丁 1200S化学氧化膜耐蚀性影响因素探讨[J]. 航空科学技术, 2014, 25(1): 51-53.

表1 耐蚀性评定表

Table 1 Corrosion resistance evaluation criteria

耐蚀性评定级别	耐蚀性评定标准
I 级	168h后膜层无褪色现象,且不出出现腐蚀。
II 级	168h后褪色,但无明显腐蚀。
III 级	168h后褪色,单个试片局部出现1~3个腐蚀点
IV 级	168h后,单个试片出现3个以上腐蚀点
V 级	96h后出现明显腐蚀

序。因此,在进行阿洛丁处理前,还需去除表面氧化膜,一般采用先碱洗后酸洗出光工艺。

2.1.1 碱洗对膜层耐蚀性的影响

碱洗在下述溶液中进行:

NaOH	15~20 g/L
Na ₂ CO ₃	30~100 g/L
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	40~50 g/L

当碱溶液温度比较高时,去除氧化膜的腐蚀速率较快,易导致零件表面局部过腐蚀。这种过腐蚀现象将直接影响产品的外观。但如果碱洗时间过短或溶液温度过低,试片表面的氧化膜不能完全除去,将阻碍转化膜的形成,氧化膜中会局部形成白斑。以上两种现象都会影响到最终膜层质量,从而影响到膜层耐蚀性。经过试验摸索将溶液温度设定在40~50℃,碱洗时间控制为1~2min,可将自然氧化膜彻底去除,且不会产生过腐蚀。

2.1.2 酸洗对膜层耐蚀性的影响

HNO₃ (ρ=1.42 g/cm³) 350~500g/L

酸洗出光工序主要在基材碱蚀后,去除表面硅、锰等元素的黑色化合物,有利于氧化工序进行。如出光不到位,氧化膜层的颜色会呈现黄中带黑,外观不佳,且影响零件膜层质量,膜层耐蚀性降低。经试验酸洗时间为3~5min可去除黑色氧化物。

2.2 氧化时间对耐蚀性的影响

用阿洛丁1200S对试片进行化学氧化时,氧化时间太短,形成的氧化膜层太薄,且颜色较浅;氧化时间太长,容易导致膜层疏松。膜层耐蚀性对浸入时间较为敏感,氧化时间与膜层耐蚀性的关系见表2。从表2可以看出,氧化时间在1~3min能够满足膜层耐蚀性要求。

2.3 槽液温度对耐蚀性的影响

表2 氧化时间与膜层耐蚀性评定

Table 2 Evaluation between time of conversion and corrosion resistance

试片编号	槽液含量/(g/L)	槽液温度/℃	氧化时间/min	耐蚀性评定
1	10.5	30	0.5	IV
2	10.5	30	1	III
3	10.5	30	2	II
4	10.5	30	3	III
5	10.5	30	4	V

槽液温度是决定膜层质量的主要因素之一。如温度太低,反应则不明显,成膜速度慢,膜薄色浅;随着温度升高,反应加剧,成膜速度加快,且膜层厚实,色彩鲜艳。但提高溶液温度,加快膜的生成速度的同时,也将加速对铝基体表面的浸蚀速度。如槽液温度太高,膜层颜色发暗,失去光泽,耐蚀性降低。从表3中可以看出,一般控制温度在25~35℃可以满足耐蚀性要求。

表3 槽液温度与耐蚀性的关系

Table 3 Relationship between temperature of solution and corrosion resistance

试片编号	槽液含量/(g/L)	氧化时间/min	槽液温度/℃	耐蚀性评定
6	9.6	2	15	V
7	9.6	2	20	IV
8	9.6	2	25	II
9	9.6	2	30	II
10	9.6	2	35	III
11	9.6	2	40	IV

2.4 pH值对耐蚀性的影响

控制铬酸盐转化膜形成的较重要的因素是处理溶液的pH值,有一个成膜速度最快的pH范围。pH低于这一范围时,反应产物溶解加快,保留在溶液中的比沉积在金属表面成为转化膜的多,即使金属的溶解速度增加,而膜层沉积厚度仍然很薄。随转化进行pH逐渐升高,超过最大值后,转化膜的形成速度逐渐降低^[3]。

阿洛丁溶液的pH值对试片转化膜层有显著影响,在添加硝酸调整pH值时,不能一次添加太多,只能在规定的pH值范围内根据耐蚀性的试验结果进行微调。通过试验将pH值控制在1.6~1.8之间可以满足耐蚀性要求。

2.5 阿洛丁处理后清洗水质及后处理对膜层耐蚀性的影响

当形成达到要求的氧化膜后,取出工件后必须尽快进行清洗,减少零部件上的延续反应,使膜层颜色均匀。清洗必须彻底,因为这将影响到膜的最终性质,通常要在氧化后的水洗工序中采用蒸馏水进行清洗,避免膜层对金属杂质的吸附。清洗过程中应控制清洗时间。延长清洗时间,会使新形成的膜层部分溶解或漂去易于溶解的六价铬化合物,膜层色泽变淡,保护性能降低。

2.6 干燥温度对膜层耐蚀性的影响

在湿的状态下阿洛丁氧化膜层比较疏松,待用压缩空气吹干后膜层变得牢固。这是因为阿洛丁氧化膜层在形成后有一

表4 干燥温度与膜层耐蚀性

Table4 Temperature of drying and corrosion resistance

试片编号	干燥方式	温度/℃	时间	耐蚀性评定
12	自然干燥	27±5	24h	III
13	烘箱干燥	45±5	10min	II
14	烘箱干燥	55±5	10min	III
15	烘箱干燥	75±5	10min	V

个固化过程,干燥温度太低将严重影响到膜层的固化反应;而温度太高,会使氧化膜层内的水合物减少及膜内产生不溶性铬酸盐,从而导致其耐蚀性下降。从表4可以看出,将干燥温度控制在 $45\pm 5^{\circ}\text{C}$,可明显提高氧化膜层的耐蚀性。干燥温度在 70°C 以上,保护层的抗蚀性下降。

3 结论

通过大量的试验工作,对阿洛丁1200S化学氧化的工艺进行调整,得到:

1) 试片表面的前处理工艺对膜层耐蚀性有明显影响,优选碱洗后酸洗出光工艺,且碱洗时间控制在 $1\sim 2\text{min}$,酸洗时间为 $3\sim 5\text{min}$;

2) 优化的阿洛丁1200S化学氧化的参数为:阿洛丁1200S的溶液浓度为 $6\sim 12\text{g/L}$,氧化时间为 $1\sim 3\text{min}$,槽液温度为 $25\sim 35^{\circ}\text{C}$,pH值为 $1.6\sim 1.8$;

3) 将膜层的干燥温度控制在 $45\pm 5^{\circ}\text{C}$,烘烤 10min ,可明显提高膜层耐蚀性。

调整后,氧化膜层的耐腐蚀性得到有效提高。但影响膜层耐蚀性的因素太多,如盐雾箱的技术状态,膜层完整性以及干燥时间等,因此如何在实践中严格控制众多的因素,保证耐蚀性的合格,仍需要不断积累经验。

AST

参考文献

- [1] 韩哲. 铝合金表面化学氧化工艺的研究进展[J]. 电镀与精饰, 2008, 20(11): 14–15.
HAN Zhe. Research Development of Chemical Oxidation Technologies on Aluminum Alloys [J]. Plating & Finishing, 2008, 20(11): 14–15. (in Chinese).
- [2] 郭红霞. 铝及铝合金化学氧化工艺[J]. 电镀与精饰, 2003, 22(4): 17–21.
GUO Hongxia. Chemical Oxidizing of Aluminum and Aluminum Alloys [J]. Plating & Finishing, 2003, 22(4): 17–21. (in Chinese)
- [3] 谈华民. 铝及铝合金的铬酸盐转化膜[J]. 电镀与精饰, 2003, 25(2): 8–10.
TAN Huamin. The Chromate Conversion Coating of Aluminum and Aluminum Alloys [J]. Plating & Finishing, 2003, 25(2): 8–10. (in Chinese).

作者简介

田野(1983–) 男, 大学学历, 工程师。主要从事金属材料表面处理及热喷涂等特种工艺研究。

Tel: 024-24382888 E-mail: robertetian@163.com

赵永岗(1977–) 男, 大学学历, 高级工程师。主要从事金属材料表面处理工艺研究。

刘春伟(1968–) 女, 大学学历, 工程师。主要从事金属材料机械加工及焊接等工艺的研究。

王艳丽(1973–) 女, 研究生学历, 高级工程师。主要从事热喷涂及表面处理等特种工艺的研究。

Effect Factors Investigation of Corrosion Resistance for Alodine 1200S Chemical Conversion Coating

TIAN Ye^{1*}, ZHAO Yonggang², LIU Chunwei¹, WANG Yanli¹

1. AVIC Shenyang Liming Aero-Engine (Group) Corporation Ltd., Shenyang 110043, China.

2. Shenyang Liming International Power Industry Corporation Ltd., Shenyang 110169, China

Abstract: Chemical conversion coating formed by the 2024-T3 aluminum alloys as test material and alodine 1200S as reaction of chemical conversion material. During the manufacture process, the parameters including pretreatment, time of conversion, temperature of solution, pH value, post-treatment and temperature of drying were optimized to obtain no more than 5 isolated spots or pits on each test penal, which improved corrosion resistance of alodine 1200S chemical conversion coating. The results provide test evidences for alodine 1200S chemical conversion coating process on a certain type of aero-engine.

Key Words: alodine 1200S; chemical conversion; aluminum alloys; corrosion resistance

Received: 2013-09-23; Accepted: 2013-12-09

* Corresponding author. Tel. 024-24382888 E-mail: robertetian@163.com