

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6072—2011

飞机发动机清洗用品对钛合金应力腐蚀的 试验方法

Test method for stress-corrosion of titanium alloys by aircraft engine cleaning
materials

2011-08-15 发布

2011-12-01 实施

中国民用航空局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民用航空局第二研究所。

本标准主要起草人：彭华乔、刘又瑞、王文武、于新华、夏祖西、杨智渊。

飞机发动机清洗用品对钛合金 应力腐蚀的试验方法

1 范围

本标准规定了判定飞机涡轮发动机清洗和维护用品对钛合金零件造成应力腐蚀倾向的试验方法。
本标准适用于评估清洗和维护用品在加热条件下对受力的钛合金造成裂纹的倾向。

2 仪器

- 2.1 游标卡尺,允差不大于±0.25 mm (±0.01 in)。
 - 2.2 挤压成型装置,具有直径为 14 mm (0.56 in)的圆轴,能将厚度为 1.25 mm (0.05 in)的钛合金试件弯成约 65°的夹角。
 - 2.3 烧杯,能装清洗溶液、冲洗溶液和试验溶液,且不会污染溶液。
 - 2.4 虎钳,钳口的宽度能精确控制到 16.5 mm (0.65 in),宜使用钳口宽度不小于 76.2 mm(3 in)的标准虎钳。
 - 2.5 带空气循环的加热炉,在 480 °C (900 °F)工作时,温度波动范围在±10 °C (±20 °F)以内。
 - 2.6 放大镜,放大倍数为 20 倍。
 - 2.7 显微镜,放大倍数为 500 倍。
 - 2.8 不锈钢螺栓,公称直径为 6 mm (0.25 in),带不锈钢垫圈和螺母。
 - 2.9 试件,符合 SAE AMS 4911 和 SAE AMS 4916 要求的两种钛合金,每个试件应取自相同的板材,并应平行于轧制方向剪取,尺寸见图 1。在试验前,不应清理试件边缘的毛刺。
- 注:符合 SAE AMS 4916 要求的钛合金对应力腐蚀非常敏感,符合 SAE AMS 4911 要求的钛合金对应力腐蚀不是非常敏感。
- 2.10 白色棉手套。
 - 2.11 带磨口塞的低钠玻璃容量瓶,容积分别为 100 ml 和 1 000 ml。
 - 2.12 移液管,容积为 10 ml。
 - 2.13 带磨口塞的容量瓶,容积为 100 ml。
 - 2.14 天平,能精确到 0.000 1 g。

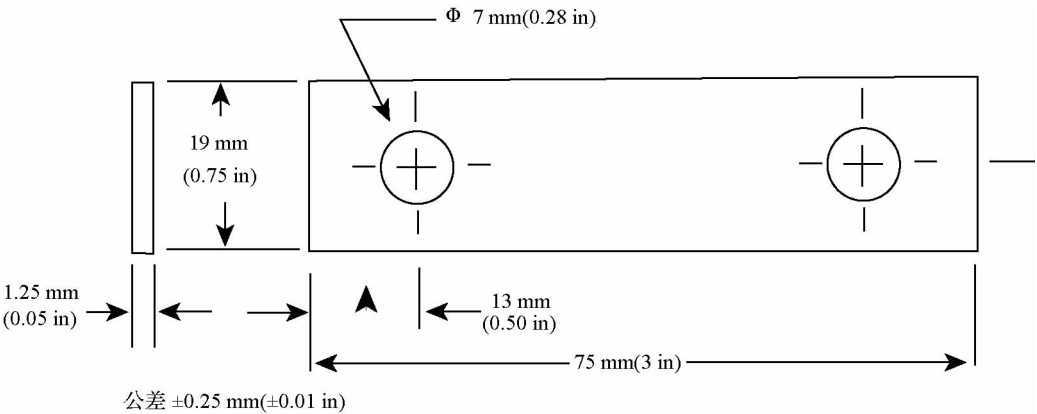


图 1 “U”型试件尺寸

3 试剂和材料

3.1 试剂纯度

试剂应为分析纯。若试剂纯度不会影响分析的精确度,也可使用其他级别的试剂。

3.2 试剂水

除非有其他说明,应使用符合 ASTM D 1193 IV 型要求的试剂水。

3.3 清洗液

含 35%(体积百分数)的硝酸(浓度为 42 波美度,注意事项参见附录 A)和 3%(体积百分数)的氢氟酸(浓度为 70%,注意事项参见附录 A)的试剂水溶液。

3.4 异丙醇

2-丙醇,色谱级。

3.5 盐溶液

3.5.1 1.0×10^{-4} 氯化钠的 2-丙醇溶液

3.5.1.1 配制 1.0×10^{-3} 氯化钠的 2-丙醇溶液(保质期 3 个月):称量 $1.000 \text{ g} \pm 0.001 \text{ g}$ 氯化钠置于 1 000 ml 带磨口塞的低钠玻璃容量瓶中,加入 $250 \text{ ml} \pm 25 \text{ ml}$ 试剂水溶解,再加入 2-丙醇至刻度,摇匀。

3.5.1.2 配制 1.0×10^{-4} 的氯化钠溶液(保质期 7 d):用移液管吸取按 3.5.1.1 配制好的溶液 10 ml 置于 100 ml 带磨口塞的低钠玻璃容量瓶中,再加入 2-丙醇至刻度,摇匀。

3.5.2 3%(质量百分数)氯化钠的 2-丙醇溶液(保质期 3 个月)

称量 $3.00 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ 氯化钠置于 100 ml 带磨口塞的容量瓶中,加入约 50 ml 试剂水溶解,再加入 2-丙醇至刻度,摇匀。

注:由于异丙醇能快速蒸发,因此使用异丙醇做溶剂可以确保试件表面的盐分布均匀,减小试件底部的盐沉积影响。

3.6 溶剂

符合 ASTM D 841 要求的甲苯(注意事项参见附录 A)。

符合 SH/T 1755—2006 要求的甲乙酮。

4 预清洗试件

应用甲乙酮或甲苯清除试件上的污染物,并干燥。

5 制作试件

5.1 以平行于试件短边的中心线为弯曲轴,用 2.2 所述的装置将试件弯成约 65° 的夹角,见图 2。

5.2 将按 5.1 加工后的试件浸入按 3.3 配制的清洗液中,浸泡 $15 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ 。立刻用清水和试剂水分别冲洗试件,然后将弯曲部分向上,晾干。在处理试件时应戴白色棉手套,清洗后不应触摸弯曲部分。

- 5.3 在虎钳上将预成形的试件自由端距离压缩到 $16.5\text{ mm}\pm1.3\text{ mm}$ ($0.65\text{ in}\pm0.05\text{ in}$), 制成“U”型试件。
- 5.4 将试件用公称直径为 6 mm (0.25 in) 的不锈钢螺栓和垫圈固定, 并保持两侧基本平行, 见图 3。
- 5.5 拧紧螺栓给试件加载, 至试件自由端相距 $13.6\text{ mm}\pm0.1\text{ mm}$ ($0.535\text{ in}\pm0.005\text{ in}$), 见图 3。
- 5.6 在选择符合 SAE AMS 4916 要求的钛合金前, 宜按第 6 章的程序, 采用合适的盐溶液测试应力腐蚀敏感性, 确认该材料可用于本试验。若未发现裂纹, 应用另一批符合 SAE AMS 4916 要求的钛合金重做试验。

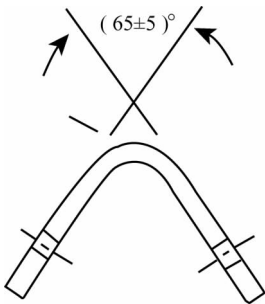


图 2 “U”型试件

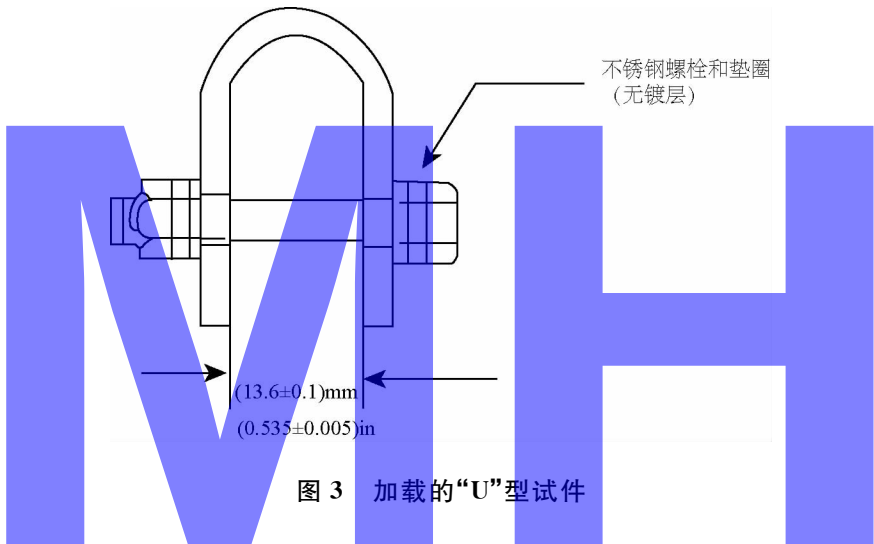


图 3 加载的“U”型试件

6 试验程序

6.1 浸湿

- 按以下程序对至少 9 个试件进行试验：
- a) 用酸清洗后, 每种钛合金应用 3 个未接触任何试验溶液的加载试件, 验证钛合金片材是否可进行下一步试验；
 - b) 将符合 SAE AMS 4916 要求的钛合金的 3 个加载试件放入含 1.0×10^{-4} 氯化钠的 2-丙醇溶液中浸湿, 将符合 SAE AMS 4911 要求的钛合金的 3 个加载试件放入含 3% (质量百分数) 氯化钠的 2-丙醇溶液中浸湿, 然后将弯曲部分向下悬挂, 晾干, 取下并按 6.2 进行试验, 以验证钛合金试件对应力腐蚀的敏感性；
 - c) 为了评估清洗用品, 将每种钛合金的 3 个加载试件放入推荐的最大浓度的清洗用品中浸湿, 然后将弯曲部分向下悬挂, 晾干, 并按 6.2 进行试验。

每次试验应做按 a) 和 b) 准备的对照试件, 以确保材料、技术和检验均无误。

6.2 加热

将加载试件放入带有空气循环的加热炉中加热, 可选加热方式如下:

- a) 方法 A: 在 $480\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($900\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{F}$) 的条件下保持 $8\text{ h} \pm 0.2\text{ h}$;
 - b) 方法 B: 在 $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($500\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{F}$) 的条件下保持 $168\text{ h} \pm 4\text{ h}$;
- 加热完毕, 从加热炉中取出试件, 冷却, 检查裂纹。

6.3 初步评定

采用放大倍数为 20 倍的放大镜目视检查所有加载试件, 如果发现按 6.1a) 准备的试件有裂纹, 应采用合格的钛合金试件重做试验。

若加载试件未发现裂纹, 应进一步做以下检查:

- a) 取下螺栓;
- b) 用温水冲洗, 不必干燥;
- c) 在湿润的情况下, 浸入按 3.3 配制的清洗液中 $15\text{ s} \pm 5\text{ s}$;
- d) 取出, 用自来水冲洗, 在空气中干燥;
- e) 按 6.4 制备金相试样。

6.4 制备金相试样

在每个试件的弯曲部分, 沿弯曲轴的法线方向(平行于试件的长边), 采用细齿钢锯或其他对试件边缘影响较小并能切成光滑切口的设备切割试件, 制备金相试样, 金相试样应包括弯曲处两侧约 13 mm (0.50 in) 的区域。采用放大倍数为 500 倍的显微镜检查离弯曲处两侧 13 mm (0.50 in) 以内的区域。

6.5 金相检查——采用 500X(放大倍数为 500 倍)的显微镜

检查按 6.1a) 准备的试件:

- 若发现有裂纹, 重做所有试验;
- 若未发现裂纹, 检查按 6.1b) 和 6.1c) 准备的试件。

检查按 6.1b) 准备的试件:

- 若未发现裂纹, 重做所有试验;
- 若发现有裂纹, 检查按 6.1c) 准备的试件。

检查按 6.1c) 准备的试件:

- 若未发现裂纹, 则清洗用品合格;
- 若发现都有裂纹, 则清洗用品不合格;
- 若发现部分有裂纹, 可重做试验。

7 结果判定

7.1 若发现按 6.1a) 准备的试件出现裂纹, 应采用合格的钛合金试件重做试验。

7.2 若发现按 6.1b) 准备的试件没有裂纹, 应采用合格的钛合金试件重做试验。

7.3 检查按 6.1c) 准备的试件是否有裂纹, 然后按以下步骤进行判断:

- a) 若全部试件无裂纹, 则清洗用品合格;
- b) 若全部试件有裂纹, 则清洗用品不合格;
- c) 若发现部分试件有裂纹, 则由实验机构决定是否重做试验。

8 报告

- 8.1 报告清洗用品的名称、型号、来源和浓度。
- 8.2 报告加热的方法,见 6.2 a)或 6.2 b)。
- 8.3 报告清洗用品是否合格。
- 8.4 报告 7.3 中未描述的腐蚀现象。
- 8.5 报告是否按 6.3、7.1、7.2 或 7.3 c)重做了试验。

MH

附 录 A
(资料性附录)

甲苯、硝酸和氢氟酸使用注意事项

品 名	使用注意事项
甲苯	易燃,蒸汽有毒。 远离热源、火花和火焰。 盛装容器应关严。 保持通风。 避免吸入蒸汽或雾剂。 避免长时间和多次与皮肤接触。
(浓)硝酸	有毒、具有腐蚀性、强氧化性。 接触有机材料可着火。 吞食可致死。 液体和蒸汽可致严重烧伤。 吸入有害。 可致肺损伤。 溢出可致着火或(和)产生有毒气体。 不应与眼、皮肤或衣服接触。 不应吸入蒸汽或雾剂。 稀释时将酸加入水中。 盛装容器应关严,并放在柜子里。 保存于阴凉处。 开启盖子应小心。 保持通风。 避免与可燃物接触。 不使用时,应关好盖子。 使用时应穿防护服并戴护目镜。 使用完毕应彻底清洗。
(浓)氢氟酸	有毒、具有腐蚀性、强氧化性。 接触有机材料可着火。 吞食可致死。 液体和蒸汽可致严重烧伤。 吸入有害。 可致肺损伤。 溢出可致着火或(和)产生有毒气体。 不应与眼、皮肤或衣服接触。 不应吸入蒸汽或雾剂。 稀释时将酸加入水中。 盛装容器应关严,并放在柜子里。 保存于阴凉处。 开启盖子应小心。 保持通风。 避免与可燃物接触。 不使用时,应关好盖子。 使用时应穿防护服并戴护目镜。 使用完毕应彻底清洗。

参考文献

- [1] SH/T 1755—2006 工业用甲乙酮
- [2] ASTM D 841 Specification for Nitration Grade Toluene
- [3] ASTM D 1193 Specification for Reagent Water
- [4] SAE AMS 4911 Sheet, Strip and Plate-6AL-4V Annealed
- [5] SAE AMS 4916 Sheet, Strip, and Plate-8AL 1MO 1V, Duplex Annealed

МН