

【工艺与设备】

APU 在翼水洗工艺初探

索海波,敖良忠

(中国民用航空飞行学院 航空发动机维修培训中心,四川 广汉 618307)

摘要:航线上 APU 经常由于其压气机积污而导致 APU 引气压力和 EGT 裕度降低,为解决这一现实问题,维修部门除了按照排故手册进行工作之外,水洗 APU 往往是维修部门特别推荐的方案之一,本文通过对 APU 水洗必要性的分析,基于目前国内外航空公司和大修厂的水洗 APU 情况,并结合航空发动机的水洗经验,探讨了 APU 在翼水洗的方法和程序,在此基础上,结合 APU 自身结构特点及人为条件,分析 APU 水洗效果不佳的原因,这对于改善维修部门的维修情况是非常必要和有益的。

关键词:APU;在翼;水洗

中图分类号:V263.6 **文献标志码:**B **文章编号:**1673-6397(2011)04-0054-02

Study of Cleaning Technology of APU on Wings

SUO Hai-bo, AO Liang-zhong

(Aero Engine Maintenance Training Center, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan 618307, China)

Abstract: APU contamination on compressor may leads to decrease of the APU bleeding air pressure and EGT margin. The maintenance department should solve these problems with guidance of the troubleshooting manual, in addition, the cleaning of APU is also especially recommended. With necessary analysis to APU cleaning procedures performed by domestic airlines and experiences of aero-engine cleaning in overhaul shop, the paper discusses procedures of cleaning of APU on wings and analyzes its reasons why cleaning is not so effective in consideration of APU and local conditions, which are necessary and beneficial to improve the current status of maintenance.

Key Words: APU; On Wings; Cleaning

引言

作为大型飞机的航空辅助动力装置 APU(Auxiliary Power Unit)运行时,当它的内部部件积污时,APU 的整体性能将变差。积垢主要出现在压气机和涡轮这些部件上,压气机积垢主要是因为进入压气机的空气较脏所致,空气中可能含有的盐雾、灰尘、沙砾、碳氢化物烟雾等,同时也与 APU 进气口进气滤芯的过滤效果有关。压气机积污以后,使叶轮原有配平被破坏,以及压气机叶栅气动性能发生改

变,从而使 APU 的整体工作效率降低。APU 的水洗主要是对 APU 的进气道及压气机部件进行清洗,利用水洗不但可以提高已经因积污而降低的引气压力和 EGT 裕度,还可以提高涡轮的功率和热效率。从而可以在一定的范围内延长 APU 的在翼使用时间,降低 APU 的使用维护成本。

1 现状

据了解,目前国内关于发动机的水洗技术研究比较成熟,然而涉及 APU 的清洗方面的少之有少,

基金项目:中国民航飞行学院青年科学基金资助,项目批准号:X2009-08

作者简介:索海波(1987-),男,陕西省西安市人,在读研究生,主要研究方向为机务工程。

尽管国内一些航空公司也进行了 APU 的水洗,但基本上没有规范的流程,但就水洗效果来看,并没有达到水洗的目的,而且现有的手册上基本上都是采用分解清洗的方式,然而航线维护中使用这种清洗方式显然不太现实。目前在 APU 水洗方面有成功经验的如 Honeywell 公司和美国 Sundstrand 公司等,国外比较先进的还有采用超声波来清洗 APU 的方式。

2 APU 水洗的必要性

在 APU 清洗的部件中,尤其是进气通道、冷却风扇通道、散热器通道等部位,灰尘、油污会导致气动外形的改变,从而使 APU 工作效率降低,温度上升,寿命下降;还会导致客舱异味、乘客投诉等。如曾经有某航空公司的 P-1118 APU 出现滑油耗量大,拆下来后发现其冷却风扇叶片的气动曲面全部被污泥填平,冷却效率低,滑油长期处于高温状态,轴承和封严严重积炭磨损导致内漏。通过 Honeywell 公司了解,航线维护中大约 3% 的 36-300 系列 APU 不工作故障是通过清洗 APU 来排除的^[1]。

3 APU 水洗方法和程序

3.1 APU 水洗的一般方法

(1) 在翼清洗,在 APU 低慢车运行时,在压气机进口喷入水溶液,水溶液以适合于 APU 供应要求的适当压力、温度和流量,必须使进口导叶叶片处在大的开启位置。清洗溶液流入压气机,以实现对 APU 清洗。注意在翼清洗时不要使清洗水溶液与涡轮间的温度超过 67℃,这样是为了使热燃气通道的热冲击减至最小。

(2) 离翼清洗,当预见到有长的备用期或者 APU 的压气机性能降低 10% 或者动力装置停机后进行,这种清洗的进行方式是在较低的“拖动”运行方式转速下,在压气机出口处注入含洗涤剂的水溶液,进行漂洗。洗涤剂含有防止叶片在备用期发生腐蚀的成分。

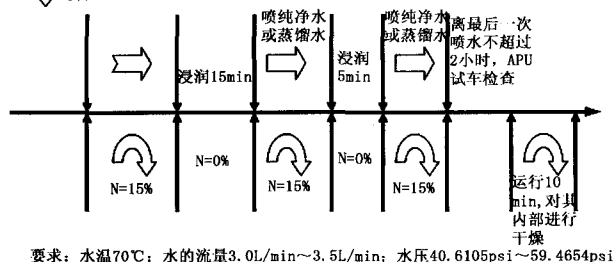
(3) 分解清洗,大修时将 APU 分解成部件进行清洗,清洗效果比较好。目前 Honeywell 公司的 EM 手册上对 APU 的清洗方式就是分解清洗^[2]。

3.2 APU 水洗程序

通过 AMM 手册上对 APU 压气机的清洗,结合一些航空公司和大修厂目前的水洗经验,设计出以下水洗流程(图 1)。在水洗 APU 前,关掉防冰、引气以及断开相应的电接头^[3]。在对 APU 内部进行干燥之前,维修人员根据其积污情况来调整水洗时

间。

⇒ 喷药水
⇒ 喷纯净水
↺ 运转 APU



要求: 水温 70℃; 水的流量 3.0L/min~3.5L/min; 水压 40.6105psi~59.4654psi

图 1 APU 水洗程序

特别要注意的是水洗时,不要使水进入金属毛毡,否则的话将很容易导致结冰,这将会损害 APU 进气口,从而使其不能正常工作,另外在进行 APU 清洗时,随着环境温度的变化,溶液的配比也要作适当的调整(见表 1)。

表 1 不同环境温度下的洗涤溶液配比图

环境温度	清洗剂 ^[3]	水	异丙醇
> +5℃ (+41 ℉)	20%	80%	0%
- 8 ~ +5℃ (+18 ~ +41 ℉)	16%	66%	18%
- 24 ~ - 8℃ (-11 ~ +18 ℉)	13%	54%	33%

4 APU 水洗施工简图

APU 水洗的施工简图见图 2。

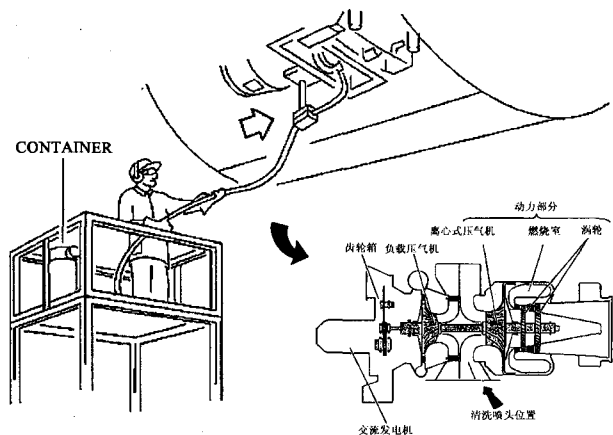


图 2 APU 水洗施工简图

5 APU 水洗效果及不足

APU 经过水洗后,发现 EGT 裕度和引气压力得到相应提高,但是相对于航空发动机的水洗效果来说,水洗效果欠佳,借鉴国内部分航空公司的 APU 水洗经验,笔者分析了以下原因造成:

(1) 由于 APU 的压气机是离心式压气机,相对

(下转第 58 页)

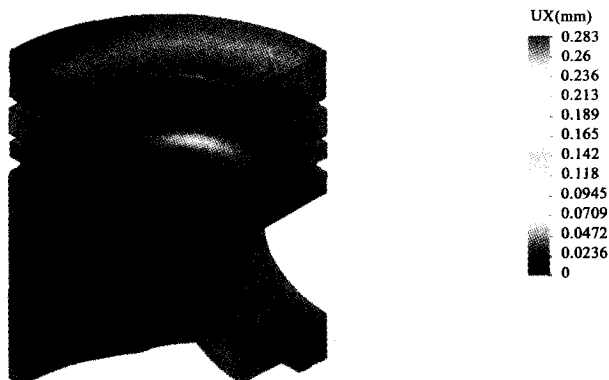


图 5 R25 时的活塞径向位移分布图

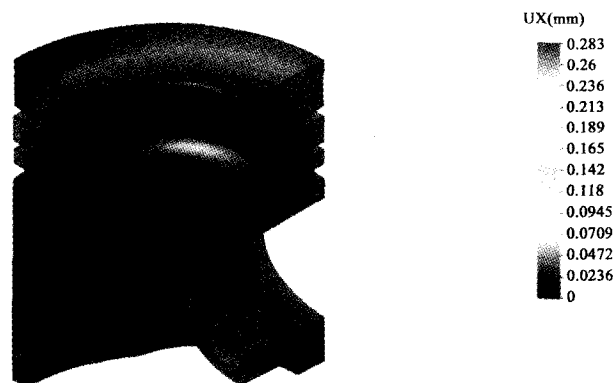


图 6 R40 时的活塞径向位移分布图

分析:当活塞内腔过渡圆弧由原始设计尺寸 $R25$ 增大为实测尺寸 $R40$ 时,由活塞头部传到活塞裙部的热量也相应的增加,导致活塞在热力耦合作用下的径向位移相应增加(C点最大 0.032mm),使活塞与缸套的配缸间隙过小而拉缸。

5 措施

修整了模具,恢复 $R40$ 尺寸为原始设计尺寸 $R25$,重新提交了样件,问题解决,顺利实现了批量配套。

6 结论

活塞内腔结构尤其是活塞内腔过渡圆弧对活塞工作时的热力耦合变形影响很大,在活塞的生产制造过程中必须予以高度重视。

有限元分析可有效计算出活塞工作时的机械变形、热变形和热力耦合变形,为活塞故障分析判定提供依据。

参考文献:

- [1] 刘达利等. 新型铝活塞. 国防工业出版社, 1999.
- [2] 马呈新等. 活塞的温度场 FEA 及疲劳评价. 内燃机与动力装置, 2008.

(上接第 55 页)

于发动机的轴流式压气机来说,空气流量损失较大,再加上涡轮叶片产生相当大的气阻,从而使从压气机出来的雾化溶液压力降低,流速变小,容易使清洗压气机的粘糊垢污粘挂在燃烧室、涡轮叶片死角处,从而达不到理想的水洗效果^[4]。

(2) APU 的离心式压气机在通道出口处,径向布置的叶片会使得在叶片出口两侧产生速度和压力差,从而使其工作面侧压力高、速度低,背面压力低,速度高,降低了进入压气机护压器中气流的速度,却提高气流的温度,因而也提高了气流的粘性,从而使其积污的牢固度超出人为的想象程度,而导致清洗不彻底^[5]。

(3) 由于 APU 进气口的位置特殊性,以至于使操作者对水枪和 APU 轴线的相对位置拿捏不准,使水流没有以最佳的注水角度喷出 APU,从而影响水洗效果。

(4) 由于部分航空公司的水洗设备不能加热或不能流量控制等,因而达不到 APU 水洗要求的条件,进而影响水洗效果。

(5) 目前对于 APU 的水洗,AMM 手册上基本

都是针对单个部件的清洗,由于每个部件积污的特殊性^[6],导致这种类似于发动机水洗的方法存在很多不足,还有待进一步的摸索。

6 结束语

对 APU 进行水洗,部分程度上使 APU 的引气压力及 EGT 裕度有所恢复,然而它却没有取得像发动机水洗那样相应的效果,但是水洗后的 APU 和没有水洗的 APU 相比,EGTM 的衰减还是有一定的降低,因而具有一定的实用价值。

参考文献:

- [1] 刘西鹏. APU 航线维护策略研究. 中国民航学院学报, 2005, 8.
- [2] Honeywell. Engine Manual.
- [3] AIRBUS. A319/A320/A321 Aircraft Maintenance Manual.
- [4] 刘运华. 特殊环境飞行后发动机清洗技术的改进. 民航飞行与安全, 1998, 4.
- [5] 欧阳光耀, 谢斌. 离心式压气机的叶轮结构与气流特性. 邵阳高等专科学校学报, 2000, 12.
- [6] Hamilton Sundstrand. SFR - APS3200.