

V2500发动机的维修问题及改进型V2500 SelectOne发动机

V2500 Maintenance Problem and Updated V2500 SelectOne

珠海摩天宇航空发动机维修有限公司 向大钊



向大钊

珠海摩天宇航空发动机维修有限公司质量工程师,西北工业大学毕业,从事V2500发动机的维修及质量放行工作。

V2500发动机是IAE国际航空发动机公司于80年代研制生产的双转子轴流式高涵道比涡轮风扇发动机。它具有无凸台的宽弦空心的风扇叶片、“浮壁”燃烧室和高效的燃油率三大特点。自80年代投入使用以来,V2500发动机凭借其高效率 and 可靠的性能赢得了越来越多的航空公司用户的青睐。

V2500发动机是IAE国际航空发动机公司于80年代研制生产的双转子轴流式高涵道比涡轮风扇发动机。它具有无凸台的宽弦空心的风扇叶片、“浮壁”燃烧室和高效的燃油率三大特点。自80年代投入使用以来,V2500发动机凭借其高效率 and 可靠的性能赢得了越来越多的航空公司用户的青睐。

近年来,V2500发动机也出现了一些问题,下面根据大修厂的经验谈V2500发动机在维修上遇到的问题。

V2500 发动机常见问题

(1) 高压压气机 HPC 第 3 级叶片。

高压压气机 HPC 第 3 级(高压第 1 级)叶片凸台的不规则磨损会导致发动机提前更换,更有甚者出现发动机高压压气机第 3 级叶片断裂,导致整台发动机损坏。为避免这种情况的出现,IAE 改进了高压压气机第 3 级叶片,发布了服务通告 SB72-0487,加大凸台的接触面积,改进凸台的涂层。改进后的新叶片投入使用后,第 3 级叶片得到极大改善。

(2) 高压压气机 HPC 第 4 级叶片。

高压压气机 HPC 第 4 级叶片(高压第 2 级)也出现过断裂的问题。IAE 曾怀疑是因为叶尖和机匣间隙过小造成的,由叶尖摩擦引发的叶片根部后缘位置产生交换应力引发裂纹,实验室的调查也发现所有裂纹的起始点都在叶片根部后缘处。据此 IAE 发布了一个服务通告 SB72-0505,对第 4 级叶片进行超声波探伤。超声波具有很强的穿透性,穿过叶片根部后缘,当遇到缺陷时,该缺陷产生一个反射回波信号,该信号在探伤仪上位于底波信号之前,当该缺陷信号高于设定的验收标准时,表明该缺陷超过标准,必须更换发动机。

(3) 高压压气机第 5/6/7 级叶

片的问题。

高压压气机第5级叶片中曾有一批叶片在制造过程中因使用了不合格的工具,导致叶片上的止动片槽应力聚中,在翼飞行时第5级叶片断裂。IAE发布了服务通告SB72-0586来检查高压压气机第5级叶片。

针对高压压气机第6/7级叶片断裂的问题,IAE发布了服务通告SB72-0471/0332,重新设计了叶根的形状,增加了叶片根部的深度和宽度;为优化叶片的平衡,叶片的安装位置向压力面前移;同时也改变了叶片的材料。通过一系列的改装,高压压气机第5/6/7级叶片的断裂问题得到了很好解决。

(4) 高压涡轮1-2级空气封严。

航空公司监控报告发动机N2高压转子振动有突然增大的趋势。经检查发现高压涡轮1-2级空气封严有裂纹。对此IAE重新设计此封严,参考服务通告SB72-0534,并且按服务通告SB72-0522改进了高压涡轮的第2级静子叶片,增加冷却气流,改善高压涡轮1-2级空气封严的冷却,通过一系列的措施,最后解决了由高压涡轮1-2级空气封严裂纹导致的高压转子振动的问题。

(5) 高压涡轮第1级叶片的改进。

发动机在高推力的工作状态下,叶片经常会面临叶尖烧蚀的问题,导致发动机提前下发,在翼时间大大缩短。按照服务通告SB72-0475改进,新的叶片将会应用更好的内部冷却、合金材料和表面涂层,同时还增加了清除沙子的一些改进措施。

(6) 高压涡轮第1级叶片外空气封严问题。

曾有发动机因外空气封严冷却孔堵塞,导致外空气封严烧穿,进而烧穿高压涡轮机匣的例子。针对这种问题,IAE发布了服务通告SB72-0483,引进新的外空气封严和高压涡轮第1级静子叶片支撑环,外

空气封严改进了冷却孔的布局,扩大了冷却孔的直径,同时新的第1级静子叶片支撑环也增加了对外空气封严的冷却气流。改装后的使用效果令人比较满意。

V2500 SelectOne

针对上述问题,IAE研制了改进型V2500涡轮风扇发动机——V2500 SelectOne,目前此发动机已获得了生产许可。同时,原有的V2500发动机改装升级工作也开始进行。IAE声称改进后的发动机燃油耗油率降低约1%,发动机的在翼使用时间延长了20%,同时减少了温室气体CO₂等的排放,获得了额外的12度的EGT裕度(排气温度裕度)。这些性能的改进将确保V2500发动机在同级别发动机中的技术领先地位。

改进型的V2500 SelectOne发动机主要有以下改进:

(1) 高压压气机4~8级转动叶片和3~5级静子叶片更换为3-D叶片。叶片的基本轮廓前缘由圆形变为椭圆形,所有叶片表面都提高了光洁度。

(2) 高压压气机3~8级鼓的6~8级的减震丝槽容易磨损,导致许多高压压气机3~8级鼓因此报废。V2500 SelectOne发动机取消了高压压气机第6/7/8级的减震丝,彻底避免因高压压气机3~8级鼓的减震丝槽的磨损而更换高压压气机3~8级鼓的情况。

(3) 高压压气机VSV可调静子

叶片的控制逻辑也做了相应的改变。改装了3/4级转轴作动臂上低速效装孔的位置,提高了发动机在启动过程中的喘振裕度。

(4) 高压涡轮部分也做了较大改进。更换了新的高压涡轮第1级和第2级叶片、新的高压涡轮第1级静子叶片和第2级静子叶片,以及新的高压涡轮第1级外空气封严。相对于旧的涡轮叶片,新的涡轮叶片采用了更先进的表面涂层和气膜冷却技术;新的涡轮静子叶片采用了改善的内部冷却和额外的平台冷却;新的高压涡轮第1级外空气封严也提高了耐用性;同时还提高了外径静封严的封严效果。

(5) 安装了新软件电子发动机控制器以确保发动机的性能更可靠。

世界上第一台改装后的V2500 SelectOne发动机在珠海摩天宇航空发动机维修有限公司试车成功。并达到了一些预期的性能指标:发动机排气温度下降,EGT裕度增大,发



动机高低压转子的转速降低,燃油耗油率下降,还有一些指标需要在航空公司的实际使用过程中得到验证。V2500发动机作为一款成熟的发动机,将会随着世界航空市场的发展而发展,我们深信V2500发动机会有一个成功的未来。(责编 岩石)