

某型发动机滑油测量系统改进

惠兴旺 阚玉平 郭强

(中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710000)

摘要：滑油系统是保证发动机正常工作的重要系统之一，其确保供给发动机足够多的滑油。对发动机滑油油量进行准确测量是保证发动机正常工作的必要条件。本文针对滑油测量系统出现的显示值与实际值不符现象，对滑油测量系统进行了改进，并对改进后的测量系统进行了试验验证。

关键词：滑油；测量系统；试验

0 引言

航空发动机是一种高度复杂和精密的热力机械，其工作条件十分苛刻，需要经受高转速、高温、高压的考验。由于轴承转速高，并处于发动机中心，结构紧凑，润滑与隔热、散热条件较差，出现滑转、磨损、积炭和支承座裂纹等故障的概率较高，因此需要滑油系统对发动机各承力部件和传动部件进行润滑和冷却。文献针对发动机滑油压力故障检测存在的检测准确度低、检测的及时性较差问题，提出一种基于 ImOS-ELM 算法的航空飞行器发动机滑油压力故障检测方法。实验结果表明，所提方法能够准确对航空飞行器发动机滑油故障进行检测，检测的及时性较好，为该课题向应用领域发展提供了理论依据。文献分析了开启鼓风机引起滑油附加温升的主要原因并建立了有效的计算模型，形成了一套完整的滑油散热性能计算方法。滑油油量测量系统是保证飞机正常工作的一个重要系统，其主要功能是保障飞机摩擦件的润滑、散热。发动机内部有摩擦件的地方就有润滑油，如转子轴承、齿轮、封严装置。这些部件中有许多是发动机重点部件，又处在发动机内部，故障征兆一般很难发现。航空发动机滑油系统中滑油具有循环使用的特点，滑油中携带着发动机运动机件状态的大量信息，如机件磨损的数量、形状、粒度成分等。这些信息为我们提供了发动机有关机件的磨损程度、疲劳剥落以及磨损件位置等情况。它在一定程度上反映了发动机可能存在的故障隐患，如润滑油系统管路堵塞、滑油泵卡滞、封严装置失效和发动机杂音、振动、抱轴等故障。这些信息为监控与技术诊断提供了良好条件，从而为预测发动机部件使用寿命和可靠性提供了有力的依据。

本文着重对滑油测量系统存在问题进行了研究。滑油测量系统是对滑油量进行测量的系统，滑油量的多少关系着发动机各承力部件和传动部件能否正常工作，进而影响发动机的正常工作，因此测量系统的准确性对发

动机的正常运行至关重要。

1 滑油测量系统原理

滑油系统包括散热器、滑油滤、滑油箱及其配件、吸油路（油箱 - 发动机）及回油路（发动机 - 油箱）上的滑油管、通气管、泄油管及开关、测量滑油温度及压力的仪表、仪表传感器、滑油冲淡阀及各类保险阀、开关等。

在航空发动机滑油系统中，滑油箱用来贮存滑油，在发动机的整个运转中，由滑油箱里面的存储滑油补充滑油的消耗。如图 1 所示，滑油箱由带有内部隔板的焊接结构组成，上部的法兰用来安装滑油油量传感器，油

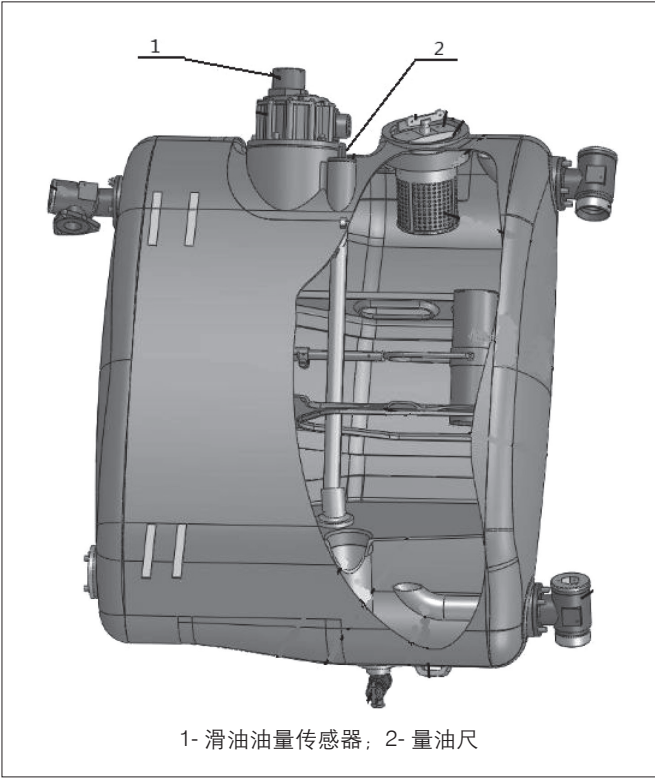


图 1 滑油箱

量传感器旁边安装有量油尺,两者均对滑油油量进行测量。滑油箱的最大允许加油量为 25L,量油尺的刻度为 5L,量油尺使用螺纹连接,在使用量油尺测量滑油时,将量油尺旋入滑油箱,并旋紧量油尺后,拿出量油尺,通过读取滑油浸湿量油尺上的刻度来测量滑油量,量油尺测量的滑油量是滑油箱贮存的实际油量。

滑油油量传感器原理简图和外形结构如图 2 所示。滑油油量传感器是一种杠杆浮子式结构,当油面高度变化时,浮子位置发生相应变化,通过四连杆机构带动传感器内部的机械系统及信号装置,以指示油量和发出最小余油告警信号;同时通过连杆机构的传动,改变传感器内可变电阻器滑动片的位置,引起电阻变化,电阻值的大小与滑油油量的多少相对应。发动机数据采集处理器对电阻值进行解算,转换成相应的滑油油量体积,然后显示在驾驶舱内的发动机指示 / 告警显示区 (ED)。

在实际测量过程中,ED 上滑油显示值与量油尺测量值存在误差,尤其是在滑油量接近 25L 时,两者之间

误差较大,需对滑油测量系统进行改进以减小两者之间的差异。

2 滑油测量系统改进

2.1 软件修正

在滑油油量测量系统增加满油调整功能,对照滑油实际值,对 ED 显示值进行修正,软件具体改进方案如下。

在实际使用过程中,25L 为最常用的使用状态,当滑油量少于 25L 时,用户会将滑油量增加至 25L,因此要求 25L 时要准确。鉴于此,对滑油油量 20 ~ 25L 之间的误差进行修正,采用修正公式 (1) 对误差修正。

$$Y=k(x-20)+x \quad (1)$$

式中: x —发参解算滑油油量传感器输出值;

Y —输出显示值;

k —常数。 $k=\Delta y/(x_0-20)$,其中, Δy 为机上用量油尺检测滑油为 25L 时与发参显示滑油油量的差值, x_0 为滑油为 25L 时发参上显示值。

产品装机前, Δy 和 k 均为 0,调满后 Δy 和 k 有固定对应值,且被存放在特定存储单元中。若更换滑油系统或更换发动机数据采集处理器,需重新执行调满工作,产品软件在执行过程中,先擦除原存放在特定存储单元中的 Δy 和 k 值,然后再重新写入新的 Δy 和 k 值。

2.2 滑油测量系统改进

(1) 用量油尺检测滑油为 25L,并保持油量不变,此时发参系统中发动机数据采集处理器接收到滑油油量“调满”指令。

(2) 发动机数据采集处理器执行如下满油调整操作:发动机数据采集处理器按“调满”指令,依据滑油为 25L 时量油尺测量与发参显示滑油油量差值,通过软件对滑油油量 20 ~ 25L 段进行线性修正。

(3) 调满工作执行完毕后,发动机指示 / 空勤告警系统显示的滑油油量与发动机滑油系统建立起唯一的对应关系。

3 机上试验验证

3.1 试验过程

(1) 在发动机停车一段时间后,且未更换发动机数据采集处理器之前,通过量杯接收和计量放出的油量,将滑油箱滑油排放至量油尺显示为 25L、24L、23L、22L、21L、20L、19L、18L、17L、15L,同时记录 ED 显示区对应的滑油值;放油结束后,使用量杯计量和加注一定的滑油,使量油尺显示滑油油量为 15L、17L、18L、19L、20L、21L、22L、23L、24L、25L,同时记录 ED 显示区对应的滑油值。

(2) 将发动机数据采集处理器拆下更换为改进后的发动机数据采集处理器,用量油尺测量滑油油量为 25L,

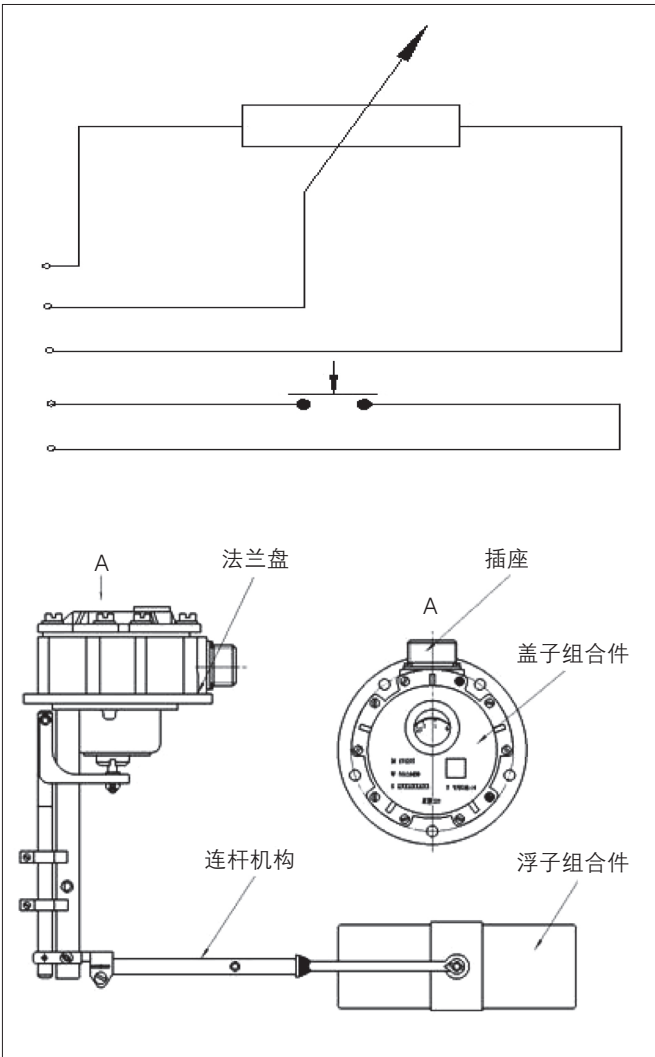


图 2 滑油油量传感器原理简图和外形结构图

并保持油量不变,同时按压发动机显示控制板向发动机数据采集处理器发送滑油油量“调满”指令,调满完成后ED显示滑油油量数值为25L。

(3)通过量杯接收和计量放出的油量,将滑油箱滑油排放至量油尺显示为25L、24L、23L、22L、21L、20L、19L、18L、17L、15L,同时记录ED显示区对应的滑油值;放油结束后,使用量杯计量和加注一定的滑油,使量油尺显示滑油油量为15L、17L、18L、19L、20L、21L、22L、23L、24L、25L,同时记录ED显示区对应的滑油值。

3.2 数据处理

对比发动机数据采集处理器改进前后ED显示滑油值与滑油实际值,见图3。

数据表明:改进后的发动机数据采集处理器显示的滑油从25L放到20L以及从20L加注到25L过程中,ED显示值的斜率较发动机数据采集处理器改进前更大,表明改进后发动机数据采集处理器ED显示值更接近实际值,在滑油实际值为25L时,ED显示滑油值也为25L,保证了滑油满油状态下显示值与实际加注量一致。

4 结语

通过在滑油测量指示系统中,增加滑油满油调整功能,可有效减小ED显示值与量油尺测量值差异。在改进发动机数据采集处理器前,机上加注滑油需采用量油尺测量,操作繁琐、工作量大;改进后机上加注滑油时,可以通过观察驾驶舱内ED显示滑油值进行。避免每次加注滑油都要对滑油箱量油尺进行拆卸和安装,提升了飞机的可维护性。

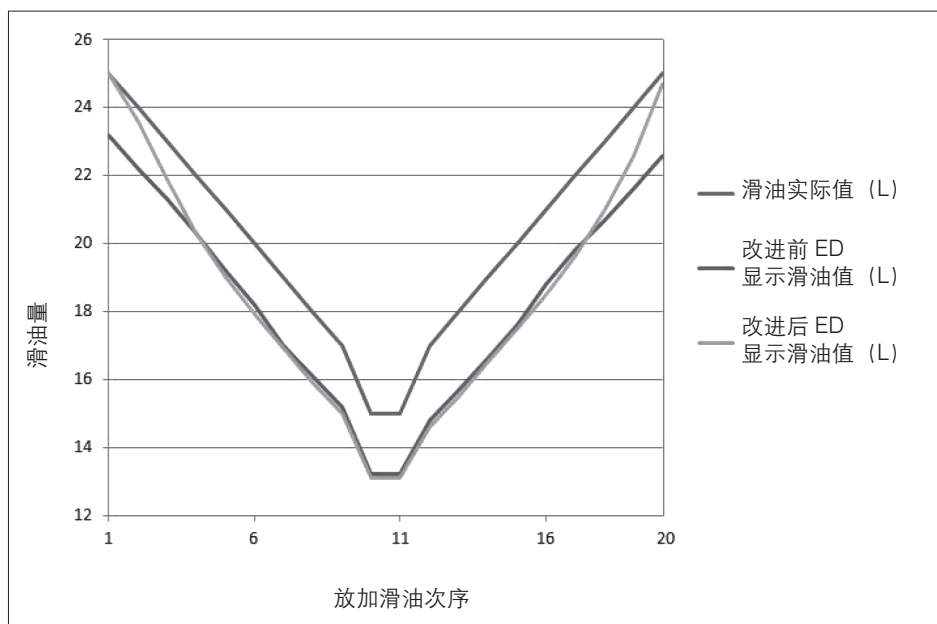


图3 滑油实际值与ED显示滑油值对比

参考文献:

- [1] 李新,周丽,丁秀萍.航空发动机滑油系统的现状与发展[J].科技风,2016(17):1-2.
- [2] 李国权.航空发动机滑油系统的现状及未来发展[J].航空发动机,2011,37(06):49-52+62.
- [3] 魏士童,辛后居,王梦玉.航空飞行器发动机滑油压力故障检测分析[J].计算机仿真,2018,35(5):72-75.
- [4] 杨春信,张丽娜,郭晖.发动机滑油散热系统性能计算方法及其应用[J].航空动力学报,2005,20(2):219-224.
- [5] 沈燕良,王建平,曹克强.飞机滑油系统故障分析[J].润滑与密封,2004(3):101-103.
- [6] 尹雅新,康欣.飞机燃油测控及管理技术的现状分析与发展方向[J].四川兵工学报,2005(04):20-22.
- [7] 陈嵩禄,云梦龙,刘日明,等.飞机设计手册第13册:动力装置系统设计[M].北京:航空工业出版社,2005.

作者简介: 惠兴旺(1994.09-),男,汉族,陕西渭南人,硕士研究生,工程师,研究方向:航空发动机方向。