

飞机发动机滑油油量指示地面试验综述

Survey of Aircraft Engine Oil Quantity Indicating Ground Test

毛文懿 李涛 贾洪 颜万亿 / 上海飞机设计研究院

摘 要: 对飞机发动机滑油油量指示地面试验相关的适航要求、试验方法、异常情况处理等方面进行了详细描述, 可为飞机发动机滑油油量指示地面试验提供参考和指导。

关键词: 适航; 发动机; 滑油油量指示; 地面试验

Keywords: airworthiness; engine; oil quantity indication; ground test

0 引言

飞机发动机滑油系统主要向发动机轴承和齿轮系统供给滑油, 起到润滑、冷却和清洁等作用。发动机滑油系统一般包括滑油存储系统、滑油分配系统、滑油指示系统等。

在《运输类飞机适航标准》中, CCAR25.1337(d)要求滑油油量指示器必须有油尺或等效装置来指示每个滑油箱的滑油量; CCAR25.1551要求滑油油量指示器应该迅速而准确地指示滑油油量; CCAR25.1309(c)要求提供告警信息, 向飞行机组告减系统的不安全工作情况, 为飞行机组采取合适的纠正动作提供时间, 减少发生不安全事件的可能性^[1]。

飞机发动机滑油油量指示地面试验的目的是为了验证装机后发动机滑油系统是否能正确测量和指示设计关键点的滑油量, 是否满足《运输类飞机适航标准》中25.1337(d)、25.1551和25.1309(c)的要求。

1 试验方法及过程

1.1 发动机滑油油量指示系统描述

某型民用飞机使用的发动机滑油箱位于发动机风扇机匣右下部, 滑油

箱装有油面观察窗, 观察窗上有FULL刻度线和1QT LOW刻度线; 滑油箱油面和油量间存在对应关系, 如图1所示。滑油箱内装有滑油量和滑油温度传感器, 传感器信号先传送到数据控制装置(DCU), 再传到全权限数字式发动机控制系统(FADEC), 经解算后送到多功能显示器(MFD), 显示滑油油量, 同时FADEC将现有油量与低油面告警阈值进行比较, 当油量小于低油面告警阈值时, 将在发动机指示及机组警告系统(EICAS)上给出告警信息, 并在MFD上显示滑油量超限信息。

1.2 试验过程描述

该型飞机的2台涡轮风扇发动机采用相同的滑油箱和滑油量传感器, 故

只需对1台发动机进行滑油量指示试验, 来验证发动机滑油指示系统对适航条款要求的符合性。以右发滑油箱油量指示为例, 试验步骤如下。

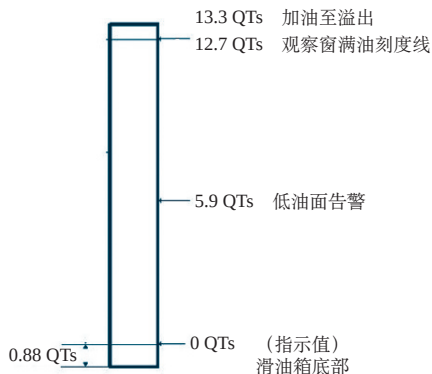
1) 将飞机置于正常停放姿势, 发动机停车超过30分钟, 打开右侧发动机短舱, 安装滑油箱分接头和放油阀门, 接通飞机电源, 航电系统正常工作, 确保FADEC通电, 记录滑油温度。

2) 打开右发滑油箱重力加油口盖, 缓慢加入滑油至滑油溢出, 待稳定后, 记录MFD指示的滑油量和EICAS告警信息。

3) 将预先设定的滑油量从滑油箱缓慢放出至计量容器, 当MFD指示滑油量达到设定的计量点时, 停止放



(a) 滑油箱观察窗示意图



(b) 燃油箱油面与油量关系对应图

图1 滑油箱油面与油量的对应关系图

表1 指示滑油量与实际剩余滑油量对应关系

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
放油阶段	初始状态	第1次放油	第2次放油	第3次放油	第4次放油	第5次放油	第6次放油	第7次放油	第8次放油	第9次放油	第10次放油
每次放出滑油量		0.1K	0.1K	0.1K	0.1K	0.1K	0.1K	0.1K	0.1K	0.1K	0.1K
累计放出滑油量		0.1K	0.2K	0.3K	0.4K	0.5K	0.6K	0.7K	0.8K	0.9K	1.0K
指示滑油量	1.0K	0.9K	0.8K	0.7K	0.6K	0.5K	0.4K	0.3K	0.2K	0.1K	0.0K
实际剩余滑油量	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	$\sum_{i=1}^{n=10} V_i$	0.0

油,记录MFD指示滑油量值,同时记录计量容器中所放出的滑油量,记录EICAS告警信息。

4) 根据设定的各个计量点,重复步骤3,进行放油操作并记录MFD滑油量值、放出滑油量,记录EICAS告警信息。

5) 当放油至MFD指示滑油箱油量为零时停止放油,记录此时MFD指示滑油油量和EICAS告警信息。

6) 完成试验后,记录滑油温度,将飞机状态恢复至试验前状态。

1.3 试验结果及处理

在获得了飞机滑油油量指示地面试验数据后,建议的试验数据处理方法是:假定在滑油箱满油与油量指示为零之间选定11个点,满油时的油量指示值为K,测量10次放油过程中,每次放出油量的测量值分别为 $V_1, V_2, \dots, V_{10}$,如表1所示,将记录数据表示为指示滑油量与实际滑油量之间的对应关系。根据

记录数据绘制滑油油量指示值与实际滑油油量的变化曲线,如图2所示,以便直观地反映指示值与实际值之间的误差。

1.4 异常情况处理

发动机滑油油量指示系统的低油面告警所需的触发信号一般为非线性性的阶梯信号,试验中可能无法准确复现设定滑油量时触发低油面告警的情况。此时应关注的是,只要MFD显示滑油量在低于触发告警阈值时能够及时触发低油面告警信号,则认为试验是成功的。还可以通过对低油面告警逻辑的试验室补充验证来进一步表明设备的符合性。

1.5 适航符合性分析

从滑油箱满油状态到放出滑油箱全部滑油,记录此过程中各设定的试验计量点间放出的滑油油量,并通过与驾驶舱滑油油量指示值的差值进行比较,判断实际放出滑油量与驾驶舱指示值

放出滑油量的误差,如果该误差在允许范围内,则表明发动机滑油油量指示系统能够满足适航条款要求。

对于发动机滑油低油面告警的适航验证,某型飞机设定当发动机滑油油量低于告警阈值时,在EICAS上将出现对应的告警信息。试验时要求记录整个放出滑油的过程中,EICAS上低油面告

警的触发情况。在滑油油面高于低油面告警触发值时,随着滑油的不断放出,不应出现告警信号。在放出滑油的过程中,一旦MFD显示滑油量值低于低油面告警触发值时,应立即出现发动机滑油油量告警信息。告警信息出现后的继续放油过程中,滑油油量低油面告警信息应一直存在。试验中应记录告警逻辑的触发情况,如能准确有效地触发告警信息,则滑油低油面告警功能满足相关条款要求。

2 结束语

按照经审查方批准认可的试验大纲要求完成发动机滑油油量指示试验后,如果分析试验结果误差在设计允许范围之内,且能准确触发低油面告警,则滑油油量指示满足适航要求。结合试验验证与其他必要的表明符合性的方法,就能充分表明飞机发动机滑油油量指示系统的设计满足适航条款25.1337(d)、25.1551和25.1309(c)的要求。

AST

参考文献

[1] 中国民用航空规章 第25部 运输类飞机适航标准 [S]. 中国民用航空局,2009.

作者简介

毛文懿,助理工程师,主要从事动力装置和燃油系统适航工作。

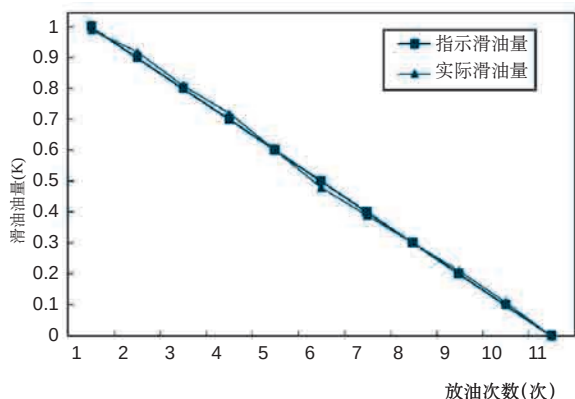


图2 指示滑油量与实际滑油量关系图(示例)