发动机振动监控系统功能解读与应用

Function Interpretation and Application of Engine Vibration Monitoring System

邓清华

Qinghua Deng

深圳航空有限责任公司
中国·广东 深圳 518128
Shenzhen Airlines Co.,Ltd.,
Shenzhen, Guangdong, 518128, China

【摘要】发动机振动监控系统(Airborne Vibration Monitor System,AVM)接收来自双发的N1、N2、1号轴承振动值和风扇框架与压气机机匣垂直面(FCCV)的实时振动值,计算和监控发动机各个区域的振动度,连续地将最大的振动值显示在CDU上,并存储系统故障和历史振动参数,提供发动机配平方案,隔离故障并储存故障数据。

【Abstract】The Airborne Vibration Monitor System (AVM) receives the vibration values of the N1, N2, and No.1 bearings from the dual-engine and the real-time vibration values of the fan frame and the vertical plane of the compressor (FCCV) to calculate and monitor the engine. The vibration level of each area continuously displays the maximum vibration value on the CDU, and stores system faults and historical vibration parameters, provides an engine trim scheme, isolates faults, and stores fault data.

【关键词】发动机振动监控系统;功能;应用

【Keywords】engine vibration monitoring system; function; application

【DOI】10.36012/etr.v1i2.245

1 引言

在发动机的正常使用过程中,随着轴承和叶片等机械部件的磨损,燃烧室以及高低压涡轮部分灰尘的积累,可能导致发动机的振动值慢慢变大;发动机内部损伤和外来物损伤(如鸟击等),也会导致振动值将会突然增大。

2 发动机振动监控系统的主要功能

由于发动机有2个振动传感器,每个传感器同时能感受到N1和N2的振动,2个转子不平衡是振动值高的根本原因。为了更完整地监控发动机的实时振动状况,将会对以下区域进行振动监控:

- ①风扇/低压压气机 Fan/Low Pressure Compressor (LPC)
- ②高压压气机 High Pressure Compressor (HPC)
- ③高压涡轮 High Pressure Turbine (HPT)

④低压涡轮 Low Pressure Turbine (LPT)

发动机振动监控系统的核心部件是发动机振动监控信号处理器(AVM Signal Conditioner)(见图1)。在同一时间CDU上会有4个振动值,但是每次只在DU显示最高值,同时AVM会记录N1、N2转子在整个航段的最高值和此时的N1、N2转速。

3 发动机振动监控信号处理器的主要功能

- ①计算每台发动机当前的振动并在CDU上显示。
- ②存储每台发动机历史的振动数据 FLIGHT HISTORY,双发的最后32个航段,N2值大于45%切换航段。
- ③计算配平方案 BALANCE,包括 one-plane (fan) and two-plane (fan and LPT) balance。
- ④隔离 AVM 系统故障 FAULT HISTORY,检测线路和双

发 N1、N2 传感器故障,最多存储 32 个故障信息。

⑤监控 3#、4# 号轴承的状况,增强型 AVM(AEVM)使用 1# 号轴承的振动值计算,防止轴承的损坏。

图 1 AVM 信号处理器的主要功能

风扇配平是利用在后锥上安装不同重量的配平螺钉来使低压轴平衡,使用 AVM 对风扇进行配平十分方便。AVM 会记录 6 个最近航段的不平衡的数据,每个航段会记录 6 组数据,这 6 组数据是在不同的 6 个 N1 范围内记录的,N1 在某个范围内停留 5s,在这个范围内记录的不平衡数据才有效,所以对于每个航段来说,有效的不平衡数据可能少于 6 组。AVM 在计算平衡方案时,会根据选择的那个航段的不平衡数据计算出不平衡解决方案,然后根据 AVM 里记录的当前的配平螺钉的情况,给出配平螺钉的调整方案,即得出在哪些地方换上什么型号的配平螺钉来使转子平衡。

4 通过机载 AVM 配平程序实施配平的步骤

参照 AMM 71-00-00-750-803-F00Test 14B - Fan Trim Balance (On Board Procedure- Vibro-meter AVM S360N021-113, S360N021-114, and Universal AVM S362A001-1)

①读取当前航段(F_0)振动数据。 F_0 查看当前航段的振动数据,分别显示不同 N1 范围值状态下的振动参数。

②读取历史航段(F_s)振动数据。如果 AVM 采集到振动数据将会在该页面显示,如果没有振动数据,该航段将不显示。FLIGHT 0——FLIGHT 5,将全部显示或者显示其中部分航段振动数据。

③读取 AVM 存储的各个位置配平螺钉的构型。查看所有非 P14 的配平螺钉构型和位置。

④核实发动机风扇叶片上各个位置配平螺钉的构型。找出 1 号叶片标记点。面对发动机,逆时针记录 1-36 号风扇叶片的配平螺钉,非 P07 和 P14 构型的螺钉。

⑤更改螺钉构型,重新计算。将记录的风扇叶片的配平螺钉构型与 AVM 记录的非 P07 和 P14 构型的螺钉比较是否一致。如果风扇叶片配平螺钉构型不一致,需要重置或者更改配平螺钉构型。

⑥选择配平方案。方案的选择,可以选择 F0 对应的配平方案。一般选择振动指数较大的航段进行配平,选择振动最大值出现的 N_1 值来选择具体的航段。

⑦按照配平方案实施配平。记录下所需更换配平螺钉信息后根据 AMM71-00-00-750-803 完成更换。

⑧按照配平后的螺钉构型重置 AVM 螺钉构型,并存储。更换完成后,可以通过 SAVE NEW CONFIG 保存更新配平螺钉数据,如未更新可以在重置当前构型内,将 AVM 中的配平螺钉构型数据更新为当前装机构型。SAVE NEW CONFIG 确认保存之前按照配平方案完成相应的配平螺钉的拆换,按“YES”将新数据保存在 AVM 存储器中。保存后,将清除最后 6 个航班的不平衡数据。

⑨重新测试,或者试车验证配平结果。

5 发动机振动监控系统振动配平应用

所谓的发动机配平就是给发动机配上相应重量力矩,在发动机的后锥上有一圈螺钉,这些螺钉就是用来配平发动机的,按照螺钉的长度来分有 7 种,分别是 P01~P07,通过不同的螺钉来给发动机配平。如果发现发动机的震动超过手册的标准,就必须要进行配平。发动机出现振动值大的情况,还可以通告 AVM 执行以下配平措施。

①TEST 7-Vibration Survey 振动测量。试车采集高振动出现的极值和出现 N1 的转速,并根据试车是的振动现象,包括在翼配平、FAN 和 LPT 振动大于 4.0 或者小于 4.0 伴有噪声、HPC 和 HPT 振动大于 3.0。

②Test 14A - Fan Trim Balance (Three-Shot Plot Procedure) (三次绘图程序) 使用振动采集仪器 TEST box, SPL-2415, analyzer, COM-1562, 试车采集高振动出现的极值和出现的 N1 的转速。风扇叶片或者低压涡轮振动值大于等于 8.0,地面使用 AVM 可以将风扇和 LPT 振动值降低到 1.8 以下。

③Test 14B - Fan Trim Balance (On Board Procedure - Vibro-meter AVM)(使用机载 AVM 进行风扇配平) 使用机载 AVM 存储的最后 6 个航段的振动数据,计算 FAN 和 LPT 的配平方案,执行配平将振动值降低到 4.0 以下。

④Test 14C - Fan Trim Balance (Analyzer Procedure)(风扇配平分析程序) 试车记录 93%、89%、84%、72%、60%的 N_1 时 1# 号轴承和 FCCV 的振动数据,并计算分析振动原因。

⑤Test 14D - Two-Plane Trim Balance(双面配平)在完成风扇配平后继续出现高振动或者机舱噪声的情况,降低涡轮框架(TRF)的振动水平。