

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校定	批准/日期
TIP737-2020-77-001	曾晶	张桃	羊全流/2020.4.24

标题 不常见的双发振动指示故障

一、适用性

737NG

二、背景描述

发动机振动无指示，最常见的是由于 AVM 掉电导致的。少量的是由于 N2 传感器信号问题，更少的是线路问题。本案中所遇到的双发同时分别出现故障是罕见的，包含的传感器、线路、接地地点等。从历史译码数据看，其实缺陷由来已久，只不过都是发生在启动阶段，机组未关注到而已。希望借此提供一种分析思路。

三、解释说明

1)、概述

2016 年，某日反映启动发动机时，左右发振动值短暂无指示，慢车稳定时右发振动指示先消失，1 分钟后左发消失，3 分钟后左发恢复正常，10 分钟后右发振动指示恢复正常，后续正常。自检 AVM 有 N2 Tacho loss E1/E2 的信息。

2)、详细处置过程

1) 部件更换和线路测量汇总

- 1、公共部分：更换 AVM、DEU 和 AVM 供电跳开关；
- 2、左发：更换 N2 传感器、MW0312 线束和 TB3102 的 YA49/YB49；
- 3、右发：更换 N2 传感器、MW0312 线束和 TB3102 的 YA71/YB71；
- 4、线路：围绕 N2 传感器，测量了 EEC、AVM、DEU 与传感器之间的线路情况。

2) 详细排查过程

- 1、更换 AVM 和 P6-2 A2 跳开关。
- 2、从 AVM 处测量 D3228A C10-D10 阻值 40 兆欧(此时 T422 未断开,CDU 断开了),D3228B C10-D10 阻值 30 兆欧(此时 T422 未断开,CDU 断开了), 测量 D3228A C10-D10 阻值 3.4 欧姆(此时 T422 断开并短接了 PIN1-PIN2, CDU 断开了), D3228B C10-D10 阻值 3.2 欧姆(此时 T422 断开并短接 PIN1-PIN2, CDU 断开), 更换右发 N2 速度传感器和 AVM, 试车测试故障依旧, D3228B C10-D10 阻值 903 欧姆(此时 T422 未断开, CDU 断开)。

- 3、再次从 AVM 处测量左发从 D3228A, C9-PIN1 阻值 1.6 欧姆; C10-PIN2 阻值 1.6 欧姆, 测量 C9-D10 阻值无穷大(此时 T422 插头未断开), 测量 T422 本体 PIN1-PIN2 阻值无穷。右发从 D3228B, C10-PIN1 阻值 1.7 欧姆, D10-PIN2 阻值 1.2 欧姆, C10-D10 阻值 60.48 欧姆。测量 T422 本体 PIN1-PIN2 阻值 57 欧姆。为判断 AVM 供电情况依据 FIM 77-05 TASK 804 和 805 量取 D3228C 电压 PIN 2 对地 116.9V, PIN 2 -PIN 4 (GROUND) 116.9V, PIN 2 - PIN 3 (GROUND) 116.9V,

PIN3、PIN4 分别对地阻值为 1.5 欧、1 欧。

断开 T422，量取 DEU1 至 T422 间阻值：A10-PIN1 阻值 1.5 欧；B10-PIN2 阻值 1.4 欧

断开 T422，量取 DEU2 至 T422 间阻值：A10-PIN1 阻值 0.9 欧；B10-PIN2 阻值 1.5 欧。

4、更换左发 N2 速度传感器和 AVM。

5、更换 DEU1 和 DEU2。

6、测量 D3975E PIN A10 和 B10 到 D40394P PINA8 和 PINA7 间线路导通正常，测量 D3973E PIN A10 和 B10 到 D40394P PINA8 和 PINA7 间线路导通正常，测量 D3973B PIN A10 和 B10 到 D40448P PINA6 和 PINB6 间线路导通正常，测量 D3975B PIN A10 和 B10 到 D40448P PINA6 和 PINB6 间线路导通正常，更换右发 MW0312 整体线束，试车左发无振动值，右发振动值在 0 到 0.1 之间，EEC 无信息，AVM 有：AVM SYST Fault N2 Tacho loss E1，关车后左发 N2 无指示，转换 DEU 后，显示正常。 驾驶舱左发 IDG DRIVE 灯不亮，右发 IDG DRIVE 灯亮，按压和灯光测试左发 IDG DRIVE 灯均亮

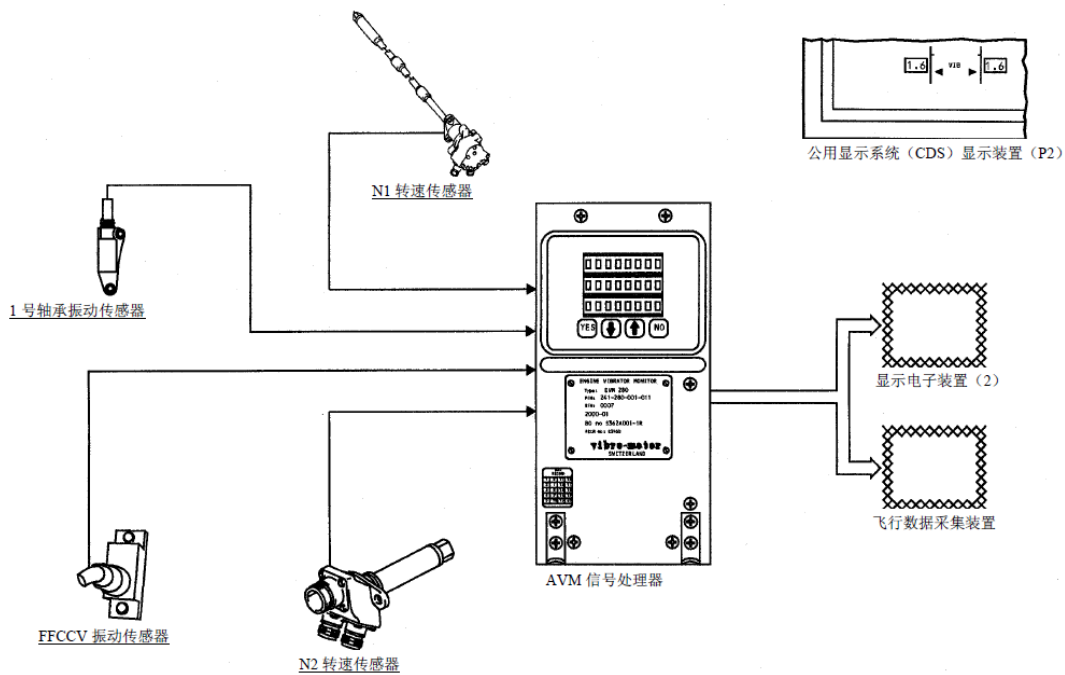
7、晃动线束检查过程中发现左发吊架处 DP1234 插头松动，重新紧固插头，检查驾驶舱左发 IDG DRIVE 灯亮，更换左发 TB3102 YA49/YB49。

8、更换左发 W0312 线束；更换右发 YA71 和 YB71 邦迪块，检查左右发 GB3201-ST 接线正常，无虚接，烧蚀现象；试车 N1 71%:左发振动 0.7，右发振动 0.4。

3)、基本原理

发动机机载振动监控系统主要由以下部件组成：**1. AVM**信号处理器 **2. 1**号轴承振动传感器（靠近发动机的前端） **3. FFCCV**振动传感器（在发动机风扇框架上）。振动传感器是自励的压电晶体，传感器提供一个微弱的电信号输出，当发动机结构进入径向方向振动时，输出电频改变，输出差值与发动机振动度成正比。**AVM**使用传感器的信号，按**N1**和**N2**的不同频率解析出对应的发动机部件振动值--低压压气机（LPC）、高压压气机（HPC）、低压涡轮（LPT）、高压涡轮（HPT）。

AVM把最大的振动信号连续地在**ARINC 429** 数据总线上输至**DEU** 在**CDS**上显示，这些信息也输至飞行数据采集装置（**FDAU**），**FDAU**把数据发送至飞行数据记录器。



发动机转速表系统提供发动机低压转子（N1）和高压转子（N2）转速信号至这些部件：1. 发动机电子控制器（EEC） 2.显示电子装置（DEU） 3.发动机机载振动监控（AVM）信号调制器。通常，显示电子装置（DEU）使用从发动机电子控制器（EEC）来的输入显示 N1 和 N2。如果 EEC 没有电源，则 DEU 直接使用从转速传感器来的模拟信号进行显示。

4) 故障分析

最初在处理中考虑到双发均部件故障的可能性较小，机队历史上也多处出现过 AVM 掉电导致的双发无指示故障，优先更换了 AVM 和跳开关。

在故障再次出现后，所有的重点都集中在 N2 传感器提供给 AVM 的信号上，分析是由于 N2 数据的丢失，导致了 AVM 无法解析出高压段的振动值，原因有二：

1、译码数据表明在故障段时，高压压气机（HPC）和高压涡轮（HPT）均没有振动指示，而这两个数据的解析 AVM 都需要使用 N2 的参数。

Time	ENG1 CUTOFF	ENG2 CUTOFF	SELTD N1 INDICATE D 1	SELTD N1 INDICATE D 2	SELECTED ACTUAL 1	SELECTED ACTUAL 2	CN1 (FAN) VIB LT	CN1 (FAN) VIB RT	CN2 (HPC)		TN1 (LPT)		TN2 (HPT)	
									VIB LT	VIB RT	VIB LT	VIB RT	VIB LT	VIB RT
	aCTF1	aCTF2	aN11	aN12	aN21	aN22	aVCN11	aVCN12	aVCN21	aVCN22	aVTN11	aVTN12	aVTN21	aVTN22
0:11:20	RUN	RUN	26	26.9	68.75	70.13	0.08	0.02	0	0	0.06	0.01	0	0
0:11:21	RUN	RUN	28.3	29.6	71.75	73.13	0.1	0.02	0	0	0.05	0.02	0	0
0:11:22	RUN	RUN	31.8	30.5	75.75	73.75	0.1	0.02	0	0	0.05	0.02	0	0
0:11:23	RUN	RUN	34.1	30.5	77.38	73.88	0.09	0.01	0	0	0.05	0.02	0	0
0:11:24	RUN	RUN	34.1	30.5	77.5	74	0.09	0.02	0	0	0.05	0.01	0	0
0:11:25	RUN	RUN	34.1	30.5	77.5	74	0.09	0.02	0	0	0.05	0.01	0	0
0:11:26	RUN	RUN	34	30.6	77.63	73.75	0.09	0.02	0	0	0.05	0.01	0	0

2、在 AVM 的故障记录中，均有 N2 Tacho loss E1/E2 的信息，代码不连续存在，有一定的间歇性。表明 N2 数据存在间歇性丢失的情况。在排故的量线中，也表现出了相当的反复性。

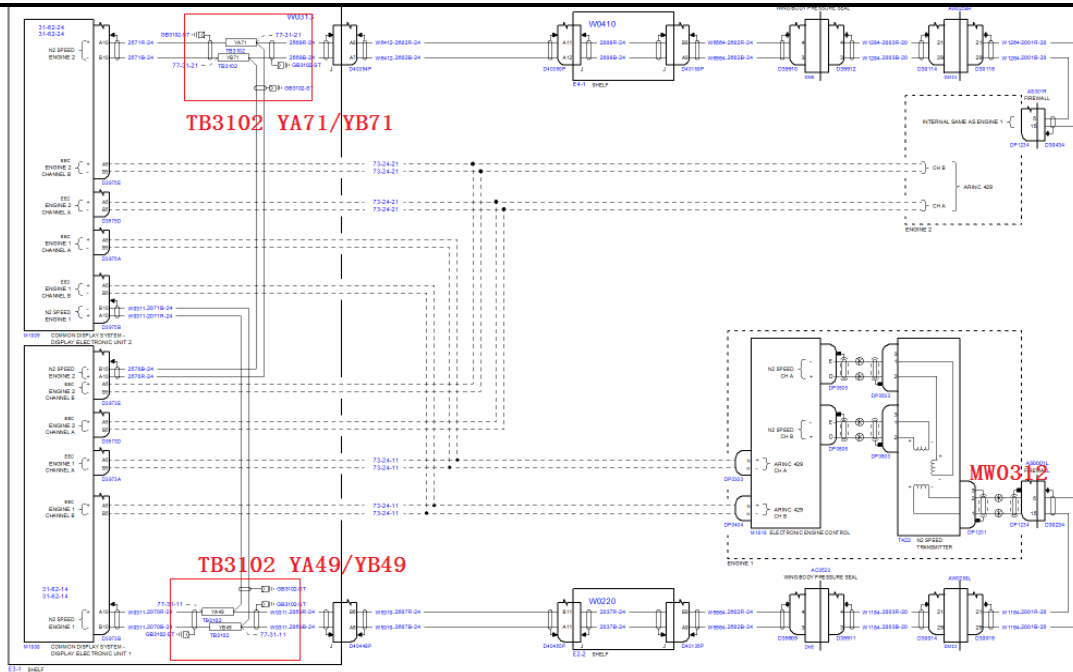
左发：

测量结果/故障现象	现象说明
D3228A C10-D10 阻值 40 兆欧（此时 T422 未断开，CDU 断开了）	N2 传感器（含）到 AVM 之间存在断路

D3228A C10-D10 阻值 3.4 欧姆（此时 T422 断开并短接了 pin1-pin2, CDU 断开了）	N2 传感器到线路之间正常，表明传感器故障。
测量 T422 本体 PIN1-PIN2 阻值无穷。	传感器本体阻值测量断路。
更换左发 N2 速度传感器，试车无左发振动值	除 N2 传感器本体故障外，还有线路中的问题。
转换 DEU 后，显示正常，关车后左发 N2 无指示，左发 IDG drive 灯不亮。	1, IDG DRIVE 灯和 N2 指示只用 MW0311 线束表明，该线路间歇性故障； 2, 转换 DEU 源能显示正常，表明从 TB3102 的信号源有一路存在问题。
检查过程中发现左发吊架处 DP1234 插头松动，更换线束。	MW0311 线束未有效锁紧。
更换 TB3102 的 YA49/YB49。	排除掉 DEU 源的唯一公共点。

右发

测量结果/故障现象	现象说明
D3228B C10-D10 阻值 30 兆欧（此时 T422 未断开，CDU 断开了）	N2 传感器（含）到 AVM 之间存在断路。
D3228B C10-D10 阻值 3.2 欧姆（此时 T422 断开并短接了 pin1-pin2, CDU 断开了），	N2 传感器到线路之间正常，依据以上测量推测传感器故障。
更换右发 N2 速度传感器，试车测试故障依旧。D3228B C10-D10 阻值 903 欧姆（此时 T422 未断开，CDU 断开了）。	线路阻值不稳定，AVM 和 N2 传感器之间有断路。
D3228B, C10-pin1 阻值 1.7 欧姆，D10-pin2 阻值 1.2 欧姆，C10-D10 阻值 60.48 欧姆。测量 T422 本体 PIN1-PIN2 阻值 57 欧姆。	线路又正常了，传感器本体阻值正常。
更换右发 MW0312 整体线束。	线束位于高振动区，是较为容易发生故障的位置。
更换 TB3102 的 YA71/YB71	预防性更换可能的故障源。



四，小结

此次故障，是机队历史上较为少见的左右发分别有故障，而导致的双发振动无指示的案例。从历史 PC 卡数据较为好理解，此前故障已经间歇性存在，但都是在启动慢车的短时间分别出现，机组不一定能及时观察到。从排故结果看，较为明确的是左发的多个缺陷，线路（线束插头和邦迪块）和传感器均存在间歇性故障。而右发的故障仅在两次的测量中发现线路阻值大的情况，为线路问题，类比左发易发生的线路故障源对线路和邦迪块均做了更换，从故障的持续跟踪看，故障已经得到了排除。

针对线路问题的不稳定性存在故障，波音提出过使用双表+扰动线路检查的方法，来判断线路是短路还是短路及定位故障点的方法，是值得借鉴的，此次线路检查中，较为明确是线路断路，通过线路扰动也发现了部分的问题。通过对不同故障表象的分解，也有助于确定故障源。