

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校定	批准/日期
TIP737-2020-27-008	符方洲	张勇	曾晶/2020.4.26

标题 737NG 后缘襟翼位置指示器对旁通的影响

一、适用性

737NG

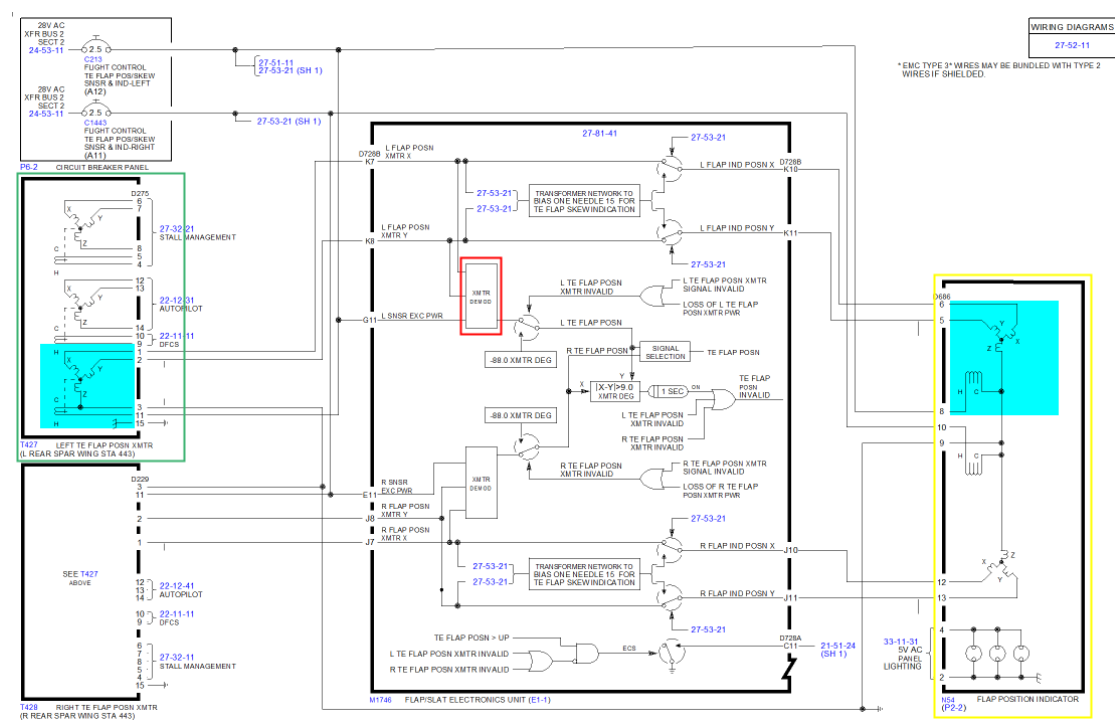
二、背景描述

波音对于 737NG 后缘襟翼位置指示器影响旁通的机理一直都语焉不详, 特此结合部件原理做一说明。

三、解释说明

1), 基本原理

737 后缘襟翼位置指示系统主要由襟翼位置传感器、FSEU、襟翼位置指示器组成。当 FSEU 感受到左右位置差值大于 9 度超过 0.5 秒，触发活门旁通，当大于 3 秒触发锁定。



襟翼位置传感器和位置指示器是力矩式同步系统，襟翼位置传感器内有三组同步器，分别用于 SMYD、FCC 和位置指示。每个同步器有三组同步线圈 XYZ 和一个励磁线圈 HC，励磁线圈由 28V AC 供电产生磁场，同步线圈 Z 一端接地用于基准电压，另两组线圈 XY 分别对角位置产生函数关系相对固定的电动势；指示器端的同步器线圈结构类似。

执照书 M4 模电基础对此有详尽的介绍：力矩式同步系统由发送器和接收器组成，如下图所示，发送器与接收器的转子绕组并联在交流电源上；而发送器和接收器的定子则以星型连接在一起，这么连接使得发送器定子的感应电压与接收器定子的感应电压方向相反。

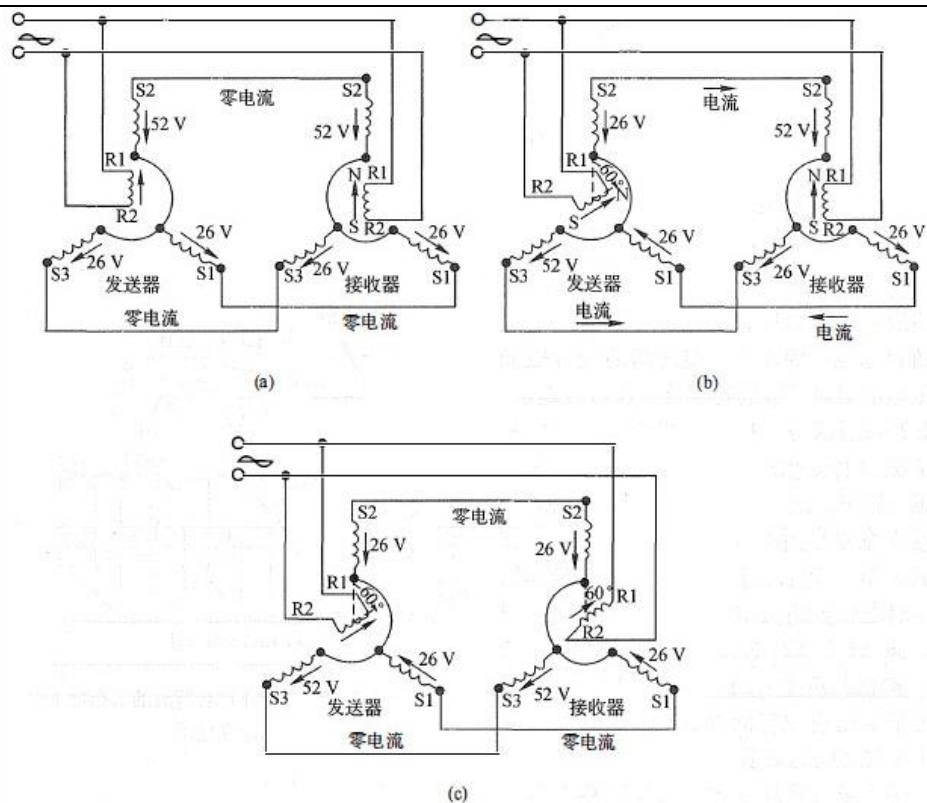


图 3.2-9 力矩式同步器的工作原理

(a) 系统处于协调状态；(b) 系统处于不协调状态；(c) 系统再次进入协调状态

当两个转子相位差为 0 时，三对定子绕组产生的感应电压大小相同，方向相反，此时定子端间合成电压为 0，定子线圈没有电流，不会产生转矩。当发送器的转子发生转动，与接收器的转子间产生相位差时，双方的定子绕组中的感应电压不能彼此抵消，定子绕组产生感应电流，与接收器的转子励磁磁通作用，产生转矩使接收器转子转动到和发送器转子相位一样的位置。

对于后缘襟翼指示系统来说，襟翼位置传感器即发送器，襟翼位置指示器即接收器，三相同步线圈即定子线圈，励磁线圈即定子线圈。襟翼位置传感器随襟翼运动，与襟翼位置指示器产生相位差，电磁转矩随之产生，使得襟翼位置指示器的转子转动到相位相同的位置，并带动指针指示襟翼位置。

在平衡状态时，不同的转子位置在定子绕组上引起的感应电压是不一样的，故可以通过测量定子绕组间电压的大小和方向来得出转子的位置。下图表明定子线圈间的电压变化是一个正弦函数，转子的偏转和电压的大小方向矢量是一一对应的。FSEU 对襟翼位置的解析，就是读取定子线圈 X 与定子线圈 Y 间的感应电压得出的。FSEU 内部 SRU2 板卡的 CM3 模块中有一个传感器解调器 (XMTR DEMOD) 模块，将 XY 线圈交流电压信号转换为直流信号用于计算，并交由 FSEU 内部软件完成模数转换和对应的位置解析角度计算，襟翼探测不对称使用该数据，同时该数值也是 PC 卡内记录的数据。

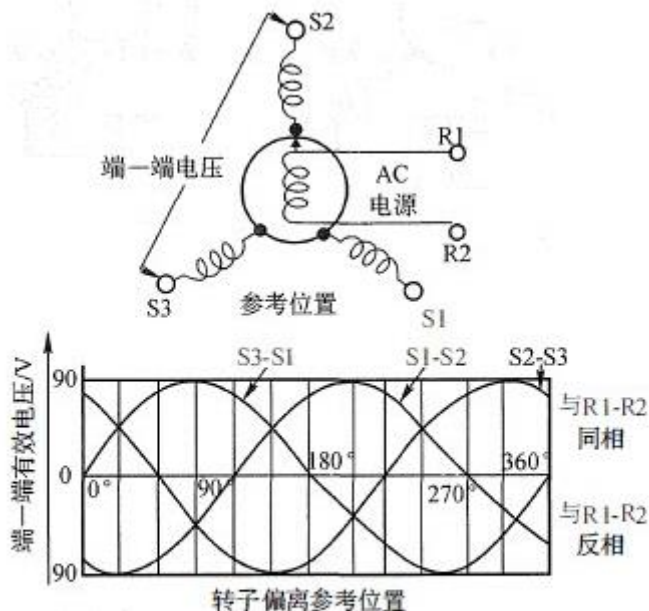


图 3.2-8 转子不同位置时的三相定子绕组端电压

特别的，当 FSEU 检测到一侧襟翼有扭转情况时，会切断正常的传感器→指示器 XY 线圈传输线路，转而使用内部产生的一个 XY 线圈激励信号送到指示器内的同步器，使其正向或反向偏转 15 度。

2)、影响模式

传感器或 FSEU 故障会影响解析角度输出，这个很好理解。而从上面的力矩式同步系统的原理可以看出，接收器和指示器在电气上是完全等效的。从 SSM 可以看出，两者间线路很简单，仅有导线连接。那么当襟翼位置指示器端出现故障时，如指针卡阻、线圈阻值异常和同步器刷/滑环接口处出现电弧导致过度摩擦与材料掉落等。由同步器的协同工作原理可知，尽管指示器是接受装置，也会引起接收器和发送器间的相位变化，继而影响指示器端同步器线圈 XY 间的电动势，这样反过来就会改变 FSEU 内部解调器的交流输入电压、频率、相位等参数，使 FSEU 计算出一个错误的襟翼位置。

3)、故障讨论

(1)，FSEU 监控的相关故障包括：

1，L/R 28VAC EXC INV 故障代码，表示 Left 或 Right Flap Excitation Voltage Problem；监控传感器和指示器励磁线圈的电源电压。

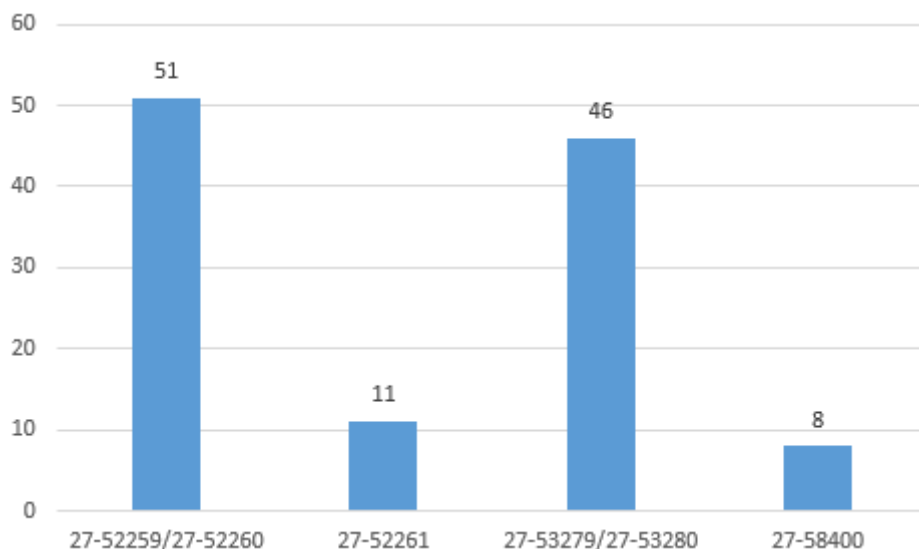
2，L/R TE FLAP SNSR 故障代码分为两种，

一种为 Flap Position Transmitter Disagree Problem，这个是 FSEU 比较另一侧的襟翼位置传感器及同侧的襟翼偏斜传感器后得出的信息；

还有一种为 Flap Position Transmitter Problem，这个是 FSEU 直接认为传感器输入过来的信号无效，如电压/频率超出范围、相位相序错误、XY 逻辑不符等。

3，FSEU 还可监控一种 TE FLAP INDICATN 故障信息（Flap Position Indicator Problem），但该信息只用于 FSEU 判断偏斜切断指示功能是否工作正常，并无法体现真正的襟翼位置指示器故障。

(2), 机队统计从 2011 年起发生的故障中出现的数目进行统计。发生最多的是 27-52259 TE FLAP SNSR L 与 27-52260 TE FLAP SNSR R, 一起有 51 起(左 25 右 26); 其次是 27-53279 L 28VAC EXC INV 与 27-53280 R 28VAC EXC INV, 一共有 46 起 (左 18, 右 28); 剩下的 27-52260 TE FLAPS SNSR DIS 与 27-58400 TE FLAP INDICATN 分别有 11 起和 8 起; 27-52407 TE FLAP SNSR L C 与 27-52408 TE FLAP SNSR R C 在状态网里没有发生过的记录, 不记入图表



(3), 现有监控和译码能否判断准确故障的探讨

1, 27-52259 TE FLAP SNSR L 与 27-52260 TE FLAP SNSR R:即 FSEU 从左边/右边襟翼位置传感器得到的信号与从右边/左边襟翼位置传感器和 1 号/8 号襟翼偏斜传感器得到的信号不一致。同一襟翼上的偏斜传感器, 另一翼的位置传感器和本侧位置传感器彼此独立工作, 如果本侧与另外两个产生不一致的信号, 就会出现此代码, 但是指示器和传感器都有可能造成此代码, 不能判别。

2, 27-53279 L 28VAC EXC INV 与 27-53280 R 28VAC EXC INV: 左、右襟翼传感器给 FSEU 的激励电压过高或过低。这里感应的就是襟翼位置传感器的转子线圈电压, 这个电压是基准电压, 从 SSM 的线路来看, 出问题的话, 仍然是指示器和传感器均有可能, 不能判别。

3, 27-52261 TE FLAPS SNSR DIS: 左、右襟翼位置传感器给 FSEU 的信号不一致。只是左右不一致就出, 看起来比 27-52259、27-52260 级别低, 也分辨不了。

4, 27-58400 TE FLAP INDICATN: 后缘襟翼偏斜不对称地面测试时, 表针不能如预期的运动。一个 FSEU 内部的 GROUND TEST, 应该是偏斜指示那路的, 和襟翼指示关系不大, 但是可以看出就是指示器的故障, 不是传感器的故障, 因为传感器不参与这个测试 (fim27-51 task 802)。

5, 27-52407 TE FLAP SNSR L C 与 27-52408 TE FLAP SNSR R C :FSEU 在地面测试时没有从左或右襟翼位置传感器中得到有效的信号。这里就是 FSEU 自检, 直接指向传感器, 与指示器无关, 但是机队历史并没有发生过。

4), 新的判断思路的探讨

(1), 是否有指示器测试来隔离

从 CMM27-50-04 来看, 襟翼位置指示器就是两个同步器加上几个泛光灯灯泡的线路, 结合

SSM 的线路图可以得出，除了力矩式同步系统的输入和 FSEU 内的偏斜指示系统，指示器自身不能自己转动。FSEU 正常只能通过偏斜指示系统使指示器转动，在襟翼位置指示时，没有办法使指示器转动（除非 FSEU 内部解析器出现反常的电流输入到同步系统，产生异常的力矩，但是解析器现在看来就一个接收测量电压差的装置）。

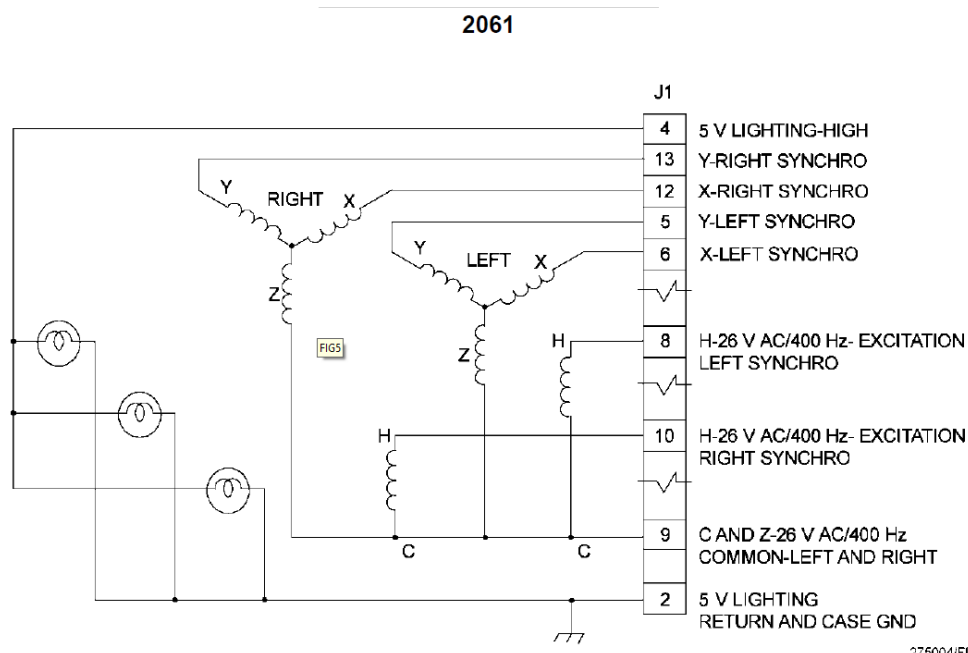


Fig. 5
Schematic Diagram - Flap Position Indicator

(2), 新的监控数据对比

SSM 可以看出,襟翼位置传感器有着三组同步器,分别给 SMYD,FCC 和襟翼位置指示器信号;如果只是襟翼位置指示器的故障,只会影响力矩同步系统内部,如果实现对 SMYD,FCC 路的襟翼位置信号的译码,就可以对比看出是不是襟翼位置指示器的故障。当前查找机队两种构型的 DFDAU,均无这两路信号的对比,无法采集较难实现。

5), 实时监控的预防性维修

当前已实现的监控包括以下 4 项，用于对比左右后缘襟翼位置传感器和表头性能衰退的情况，在机队中起到了较好的作用，对于趋势性部件失效均能提前捕获。对于突发性部件失效，能作为事件型判断的依据。

TE FLAP ASYMMERY 3 DEGREES	后缘襟翼位置角度差大于 3.6 度
TE FLAP ASYMMERY 4 DEGREES	后缘襟翼位置角度差大于 4.3 度
TE FLAP ASYMMERY 5 DEGREES	后缘襟翼位置角度差大于 5 度
L/R TE FLAP OVERROLL	任一后缘襟翼位置角度差值小于-1.5 度。