

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校定	批准/日期
TIP737-2020-27-012	张桃	曾晶	羊全流/2020.4.26

标题 减速板控制钢索校装问题导致的扰流板升起

一、适用性

737NG

二、背景描述

2020 年初，有飞机反映 4、5、8、9 扰流板轻微翘起，经故障隔离为减速板手柄至比例变换器输入扇形盘钢索张力不平衡，完成重新校装，执行扰流板系统操作测试正常，各扰流板平齐。

三、解释说明

一)， 排查经过

1， 检查比例变换器内左右两侧输出扇形盘、滚轮正常无变形，作动筒无渗漏。检查钢索张力 WSB 为 72 磅、WSA 为 74 磅。校装检查中发现 S/B-2（比例变换器输入扇形盘校装销）销子不能插入，A/S-14、A/S-8、A/S-9、A/S-10、A/S-11 可以插进去，完成左右侧扇形盘和滚轮润滑，操作测试验证左侧 4，5 号扰流板，未打压情况手压可以与其他扰流板平齐，打泵后又会上翘。

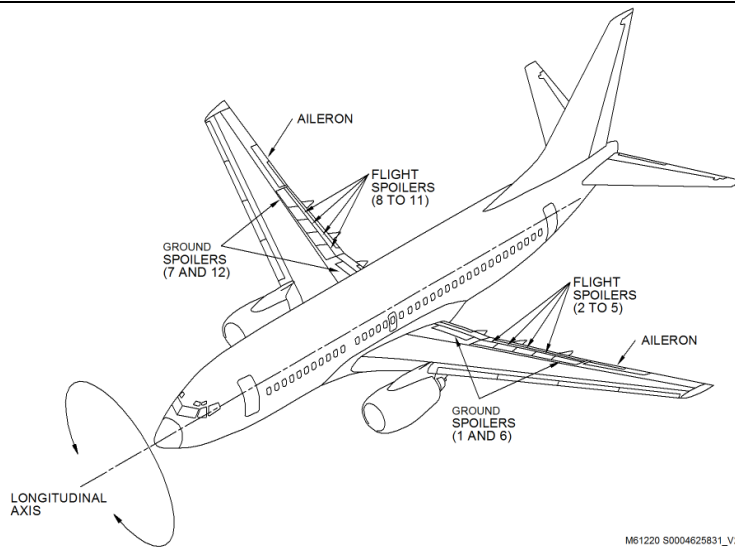
2， 完成左右侧扰流板钢索校装，更换左右最外侧两个滑轮。检查左侧扰流板钢索，滑轮无卡滞磨损等情况，更换最外侧两个滚轮。调节钢索后 4、5、8、9 号扰流板依旧轻微翘起。

3， 针对 S/B-2 校装销无法插入的问题，检查减速板手柄前轮毂和制动组件未见异常，手柄可以入槽。检查减速板手柄控制钢索 SBB 张力为 122，SBA 为 130，钢索张力偏大，完成重新调节校装后 S/B-2、S/B-1 校装销可以插入，各扰流板扇形盘校装销可以插入；使用减速板手柄和驾驶盘多次操作扰流板，收放正常，所有扰流板收回无翘起，符合手册间隙要求。

二)， 系统简介

1、扰流板系统概述：

扰流板用于协助副翼控制飞机滚转，并在着陆或中断起飞过程中减小升力并增加阻力。每侧机翼有 6 块扰流板，每侧最内及最外的是地面扰流板，其余 4 块为飞行扰流板。当进行滚转控制时，一侧机翼的飞行扰流板升起而另一侧的保持放下；当进行速度刹车控制时，两侧机翼所有扰流板作动一致，飞行员通过减速板手柄的前后移动带动钢索来控制扰流板作动器，从而驱动扰流板作动。

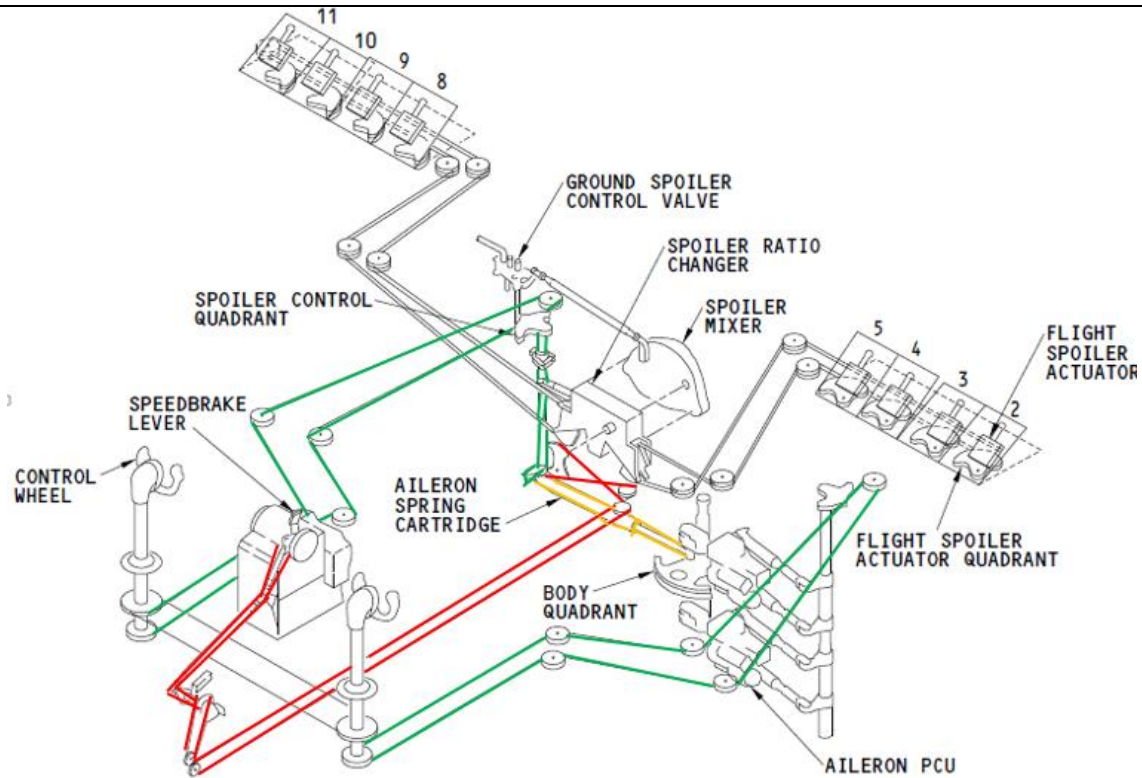


2、扰流板系统组成及原理：

- 1) 扰流板控制扇形盘：接收驾驶盘与副翼 PCU 的输入信号并将其发送到扰流板比例变换器。
- 2) 扰流板比例变换器：接收来自扰流板控制扇形盘和减速板手柄的输入，然后发送指令到扰流板混合器，该指令最终从扰流板混合器再经过比例变换器发送到飞行扰流板作动器扇形盘。
- 3) 扰流板混合器：合并来自扰流板控制扇形盘和减速板手柄的输入，然后将飞行扰流板指令发回比例变换器并发送地面扰流板指令到地面扰流板控制活门。
- 4) 飞行扰流板作动器扇形盘：发送指令到飞行扰流板作动器。
- 5) 飞行扰流板作动器：通过液压作动飞行扰流板。
- 6) 扰流板钢索：扰流板系统操纵的传动载体。
- 7) 滚轮：用于钢索传动路径中的变向。

飞行员使用驾驶盘操纵飞机滚转，驾驶盘通过感觉定中机构将机械输入给到副翼 PCU，副翼 PCU 再通过扰流板比例变换器和混合器向飞行扰流板作动器提供机械输入，液压压力从扰流板关断活门到达作动器。在驾驶盘转动角度达到 11° 后，每个飞行扰流板作动器的控制活门允许液压驱动作动器。当飞行员使用减速板手柄操纵时，手柄连接钢索提供机械输入，通过扰流板比例变换器和混合器到达扰流板作动器，扰流板混合器混合驾驶盘输入和减速板手柄输入，从而使所有作动器同步作动。

传输路径见下图（绿色为驾驶盘输入、红色为手柄输入）：



三)、故障分析

1, PC 卡数据分析

通过对比正常航段以及故障段数据，有以下发现：

(1) 故障段减速板手柄角度有所增大，正常航段的角度为-0.6 左右，19 日出港时手柄角度为 1.01，20 日手柄角度数据为 0.83。（从机队的统计数据来看该值通常不应该大于 0.35）

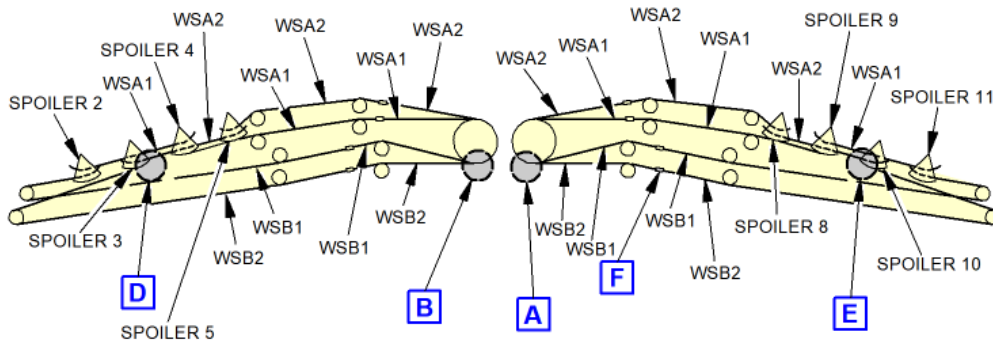
(2) 对比 3, 4, 9, 10 号扰流板角度，19 日西安出港时扰流板角度较日常数据为高，4 号和 9 号显示有轻微翘起。20 日北京出港航段的情况也是如此，较正常段数值高 2 度左右。

（PC 卡数据中对于扰流板的角度仅记录此 4 片扰流板位置）

正常航段出港数据：

AIR_GROUND	SPEED BRAKE HANDLE	SPOILER POS #4	SPOILER POS #9	SPOILER POSITION	SPOILER					
_AIR_GROUND	aSPDBRKPOS	aSPLR4L	aSPLR9R	NO. 10 SPLR10	POSITION NO. 3 SPLR3					
	DEG	DEG	DEG	DEG	DEG					
GROUND	-0.73	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.44	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.53	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.44	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.53	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.44	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.53	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.53	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.53	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.53	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.53	-0.44	0.05	0.05	0.05	0.05
GROUND	-0.64	-0.64	-0.26	-0.26	-0.44	-0.53	0.05	0.05	0.05	0.05

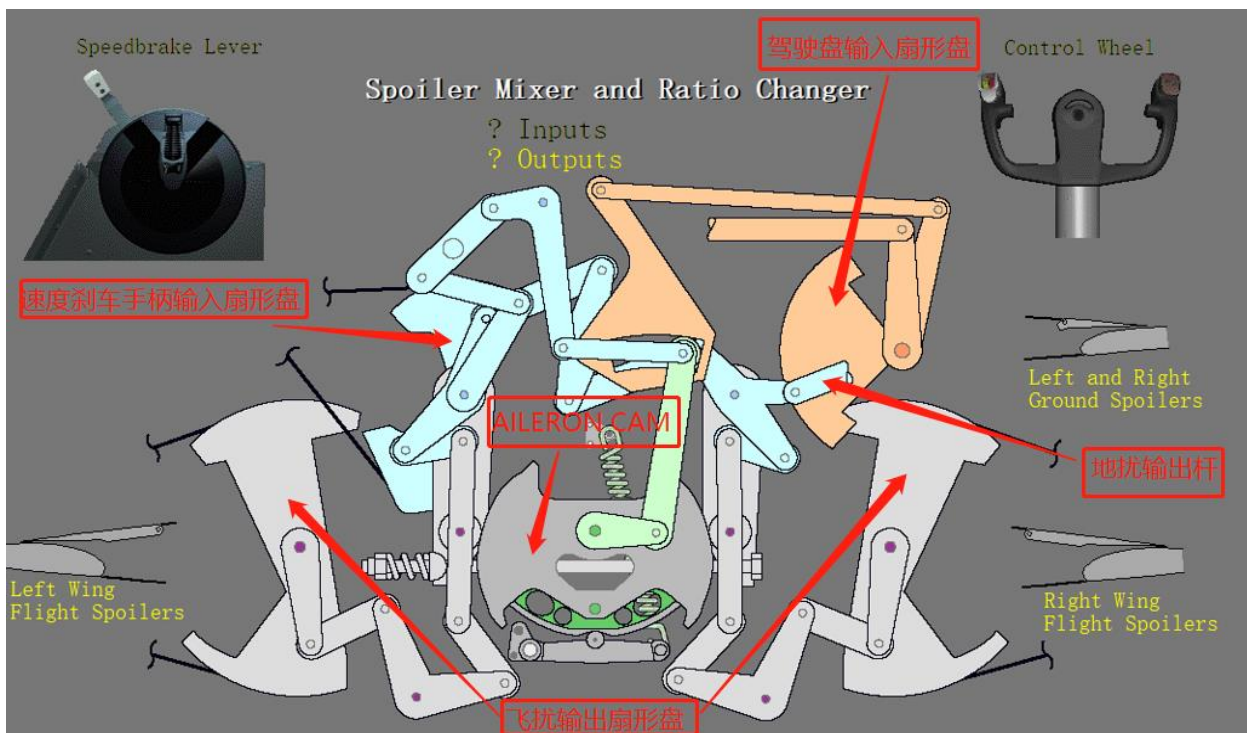
故障航段出港数据：



G35527 S0006570556_V2

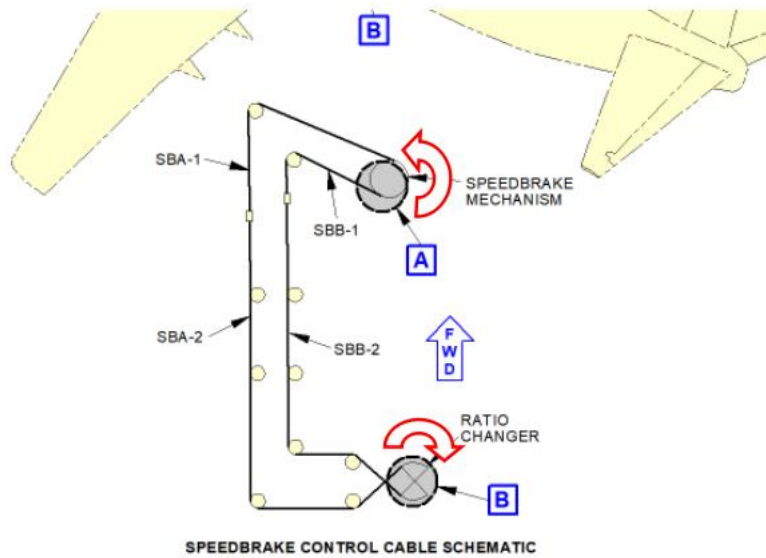
(2) 混合器和比例变换器内部卡滞

- 1) 比例变换器和混合器都是由机械连杆机构和轴承组成，且处于主轮舱内部，飞机运行时，潮气，雨水或除冰液等液体容易进入部件内，轮舱清洁时清洁溶剂也会造成内部机构卡滞和轴承锈蚀或腐蚀，加上油脂干涩和运行中的自然磨损，就容易出现卡滞的问题。
- 2) 从比例变换器和混合器的机构来看，通过减速板输入扇形盘或扰流板控制扇形盘的转动来带动内部连杆机构运动，由比例变换器的两侧的扇形盘进行输出，如果连杆机构或轴承出现卡滞或锈蚀，则有可能导致比例变换器两侧的输出扇形盘无法转动到位的情况，从而导致大翼控制环路钢索带动扰流板控制扇形盘输出液压到扰流板控制器。
- 3) 通过润滑比例变换器输出扇形盘，测试故障依旧，而进行扰流板钢索校装时，检查发现比例变换器本体的减速板手柄输入扇形盘校装孔 S/B-2 无法插入，则一种可能是由于比例变换器内部防回转机构故障，导致减速板手柄输入扇形盘被反向驱动，另一中可能是由于减速板手柄或控制环路钢索钢索张力问题导致。



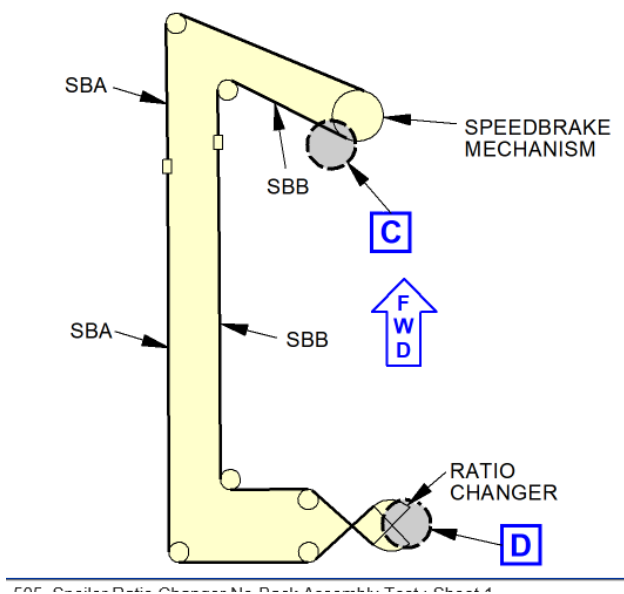
(3) 减速板手柄或控制环路钢索校装问题

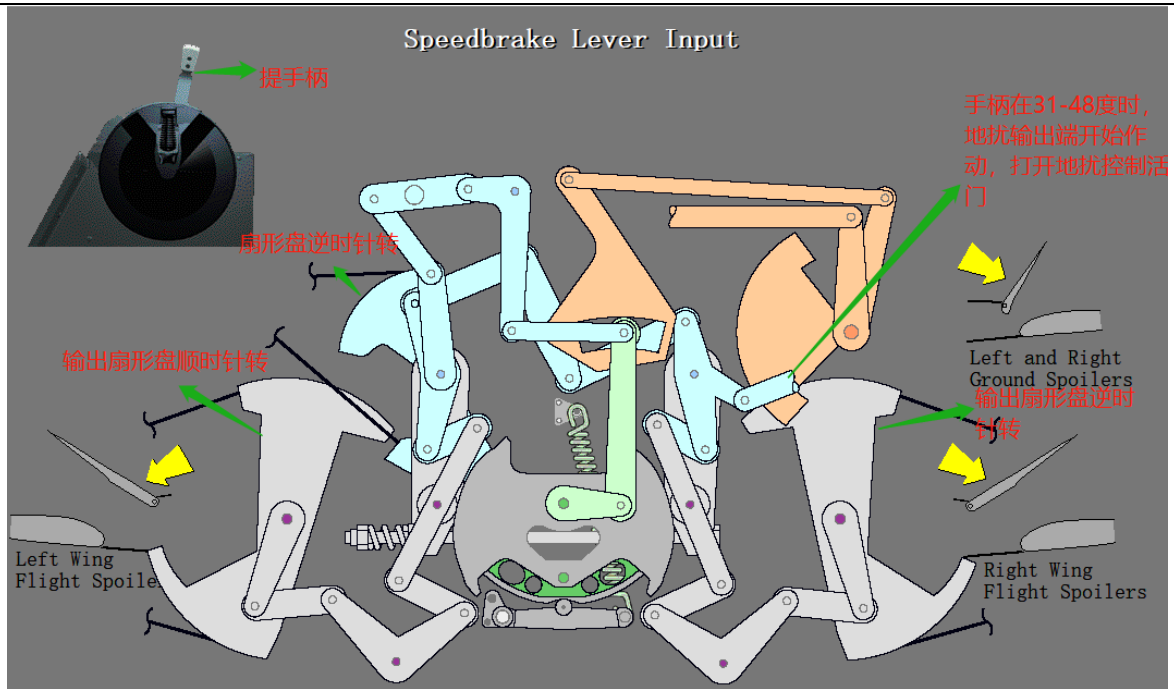
由减速板控制环路可以看出，当减速板手柄放下时，减速板前鼓轮逆时针转动，带动比例变换器的输入扇形盘按顺时针转动，从混合器和比例变换器的内部机构图可知，输入扇形盘顺时针转动时扰流板放下，逆时针转动时扰流板伸出。



2) 从地面检查发现，当减速板手柄在放下位时，S/B-1 销子可以插入，S/B-2 的校装销无法插入，则说明系统校装上存在了问题，检查钢索张力 SBB 为 122 磅，SBA 为 130 磅，均高于手册标准（标准 86-116 磅，6°C），通过松开钢索后，转动输入扇形盘使 S/B-2 销子插入后，参考手册将钢索张力调整到 100 磅以后，测试扰流板系统工作正常。

3) 由于 SBB 的钢索张力小于 SBA，导致减速板控制环路出现拉力不平衡，当减速板手柄放置下卡位后，相当于固定住了环路的前端，SBA 张力大，导致比例变换器处减速板手柄输入扇形盘将逆时针轻微转动，输入到比例变换器，进而最终导致扰流板小角度升起。同时手柄受扇形盘转动的影响，也被拉动，导致放下角度出现升高。





四、小结

本次扰流板轻微翘起故障，是由于减速板手柄到比例变换器之间的控制钢索环路校装问题导致的，由于钢索张力不一致，导致有输出到比例变换器，导致扰流板轻微翘起。借此案例，下发维护提示，对于减速板手柄控制环路的校装要求和技巧做一规范，对相关风险做一提示。