

# HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2020-27-016	赵斌	曾晶	羊全流/2020.5.07

## 标题 两起混合器导致的扰流板升起不足

### 一、适用性

737NG

### 二、背景描述

在 2019 年冬，有两架飞机定检出场，执行航班落地后反映 PSEU 灯亮，自检 PSEU 有 31-52108 GS PRESS A FAULT、31-52109 GS PRESS B FAULT 故障信息，译码核实落地后减速板手柄未完全升起，同时机组反映减速板手柄操作力大，拉起减速板手柄后 8/9/10/11 号扰流板无法完全升起，放下手柄后检查扰流板无法完全收回到位。

### 三、解释说明

#### 1)、处置过程

(1), 2XX9 飞机:

1, 完成扰流板钢索，滚轮和减速板手柄的清洁及润滑；清洁比例变换器右侧扰流板输出扇形盘并完成润滑；完成扰流板操作测试，检查右大翼扰流板有轻微翘起。

2, 测量右侧飞扰四根钢索 WSA1、WSB1、WSA2、WSB2 钢索张力在手册下限（-15℃），目视检查右侧内、外环路钢索上滑轮无腐蚀、磨损、卡阻等异常情况；依据手册完成清洁润滑环路上其他滚轮。

3, 拆下扰流板混合器，发现混合器输出曲柄处卡阻比较严重，检查比例变换器防回测试不满足手册要求，更换混合器和比率变换器，完成钢索调校和测试，检查正常。

(2), 2XX7 飞机:

1, 完成混合器润滑，使用加温车长时间烘烤混合器和比例变换器，再次操作扰流板可以正常收放，扰流板手柄操作力正常。

2, 重新进行混合器润滑，并完成加温，测试正常。

3, 拆下混合器检查其输出曲柄有卡阻，需较大力才能转动一小段行程，不能全行程转动。执行比例变换器防回测试，结果正常，检查变换器未发现其他不正常现象。参考手册执行混合器安装后的调节测试，均满足手册要求，操作扰流板，均能正常升起和放下，没有翘起现象。

#### 2)、扰流板系统工作原理

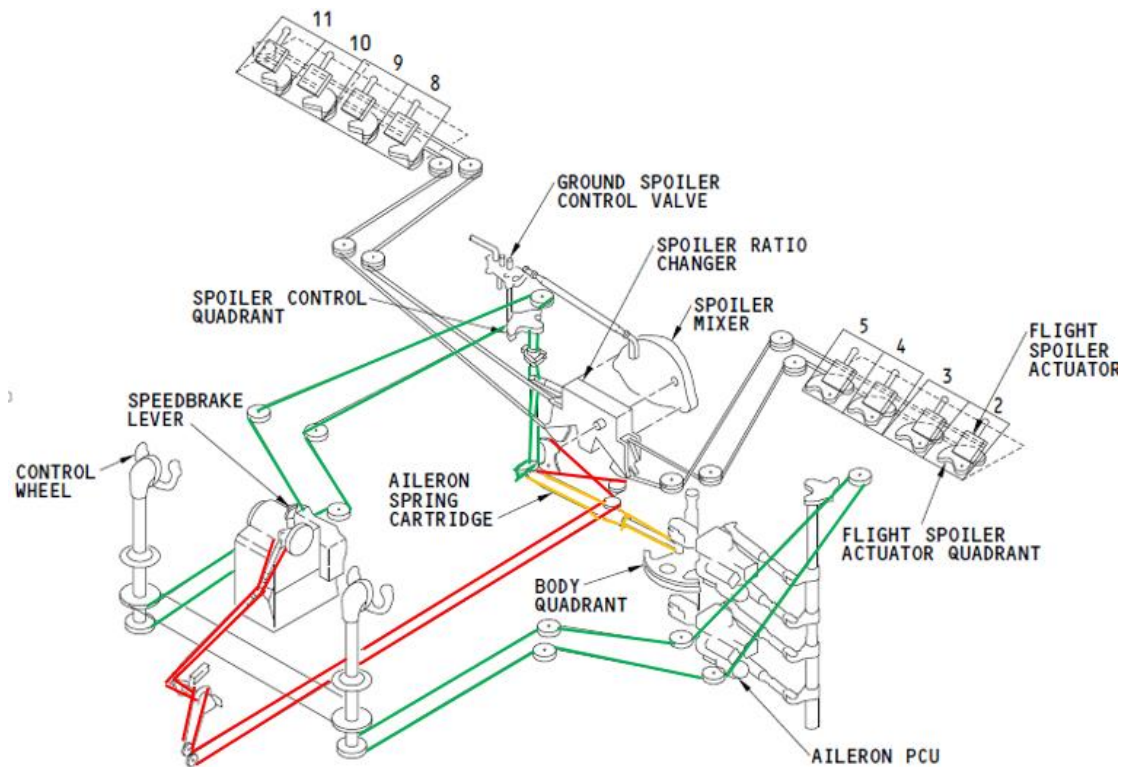
扰流板系统主要由减速板手柄，驾驶杆，比例变换器，混合器，扰流板控制扇形盘，扰流板作动筒，地扰控制活门，内锁活门，扰流板，以及各滚轮，钢索组成，通过驾驶盘和减速板手柄的输入，控制飞扰和地扰伸出达到飞机横滚操作和减速的作用。

1、横滚操纵：驾驶盘转动一定角度后，机械指令通过感觉定中机构传输给副翼 PCU，副翼 PCU 通过扇形盘、钢索、副翼弹簧 cartridge、驾驶盘控制扇形盘将机械指令传输给比例变换器和混合器。比例变换器和混合器通过凸轮的机械计算后将指令传输到对应侧的飞扰作动筒。飞扰按照相关

比例升起对应的高度，该高度与驾驶盘转动角度有关。

2、人工拉减速板：减速手柄的机械指令经过减速板手柄输入扇形盘到比例变换器和混合器。比例变换器和混合器通过凸轮的机械计算后将指令输出到两侧的扰流板作动筒，两侧扰流板同时升起，升起高度和减速板手柄角度有关。

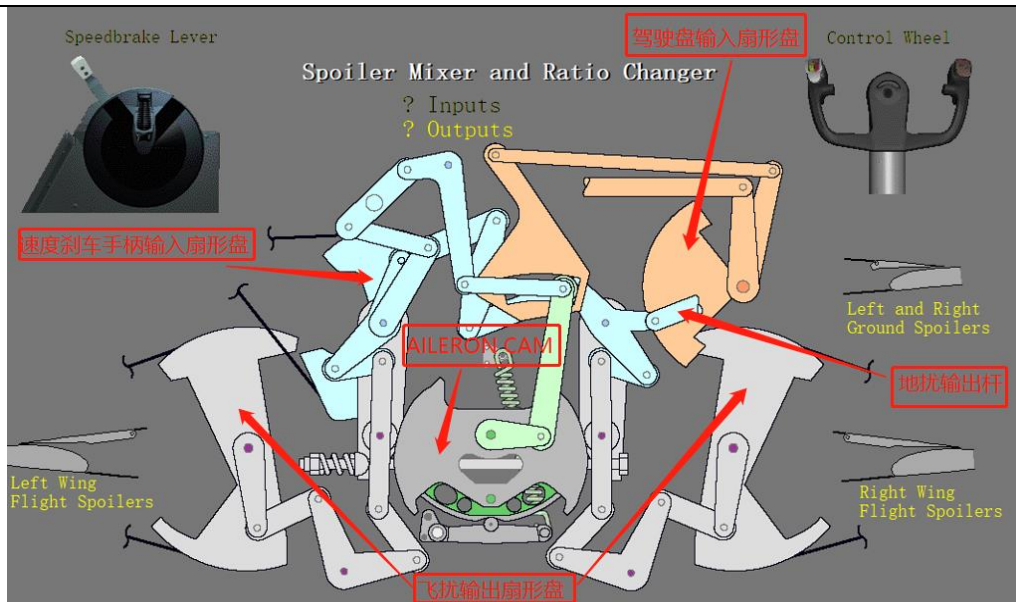
传输路径见下图（绿色为驾驶盘输入、红色为手柄输入）：



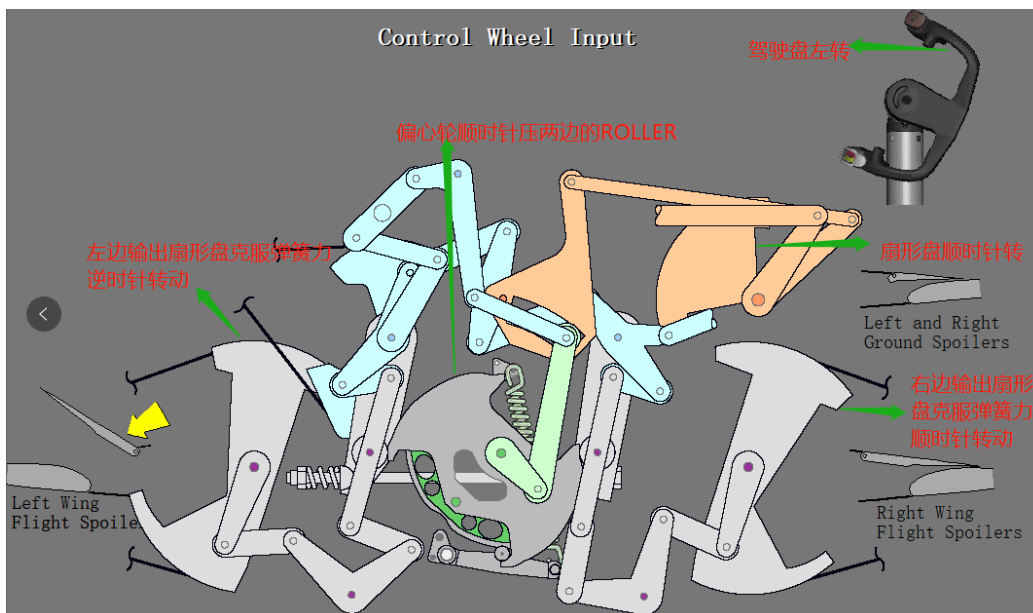
扰流板分为飞行扰流板和地面扰流板，飞行扰流板空中和地面均可升起，起到横滚操作和减速的作用，可以根据驾驶杆和减速板手柄的输入情况升起一定角度。地面扰流板仅在地面才能伸出，当减速板手柄拉动超过 31 度时，混合器的输出杆开始作动地扰控制活门，压力经过地扰内锁活门供到作动器升起地面扰流板。

手柄位置	手柄角度	飞扰 2/3/10/ 11	飞扰 4/5/8/ 9	地扰 1/12	地扰 6/7
FLIGHT	35.5	15.5	23	0	0
UP	48	33	38	60	52

3)、比例变换器和混合器内部简图和操作原理图：

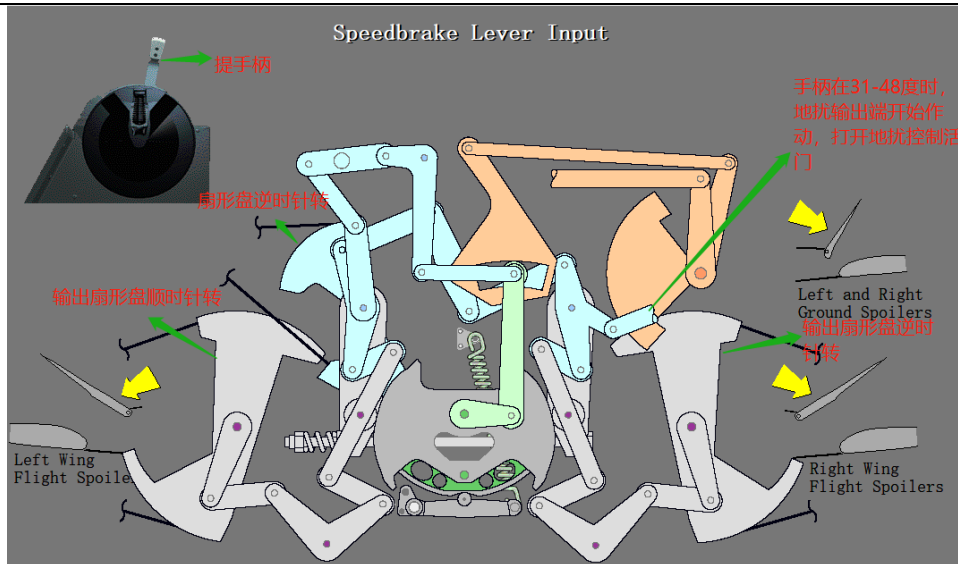


比例变换器和混合器简图（未接受指令）



比例变换器和混合器（驾驶员滚转指令）

当驾驶盘转动时，环路钢索作动主轮舱的扰流板控制扇形盘，通过扇形盘立杆的连杆机构输入到比例变换器和混合器，带动中间的偏心轮转动。如图所示，驾驶盘左转时，偏心轮顺时针转动，作动左侧连杆机构克服定中弹簧力向外侧移动，左侧输出扇形盘顺时针转动，使左侧飞行扰流板升起，右侧连杆机构带动右侧输出扇形盘顺时针转动，保持右侧飞行扰流板处于放下状态。



当提起减速板手柄时，钢索带动比例变换器内部的输入扇形盘逆时针转动，通过连杆机构同时作动扰流板输出扇形盘，使两侧的飞行扰流板升起，当减速板手柄大于 31 度时，混合器的地扰输出杆开始作动地扰控制活门，若飞机在地面，地扰内锁活门打开，地面扰流板升起。

#### 4), PC 卡译码数据

通过对 2157 和 2159 故障出现航段的 PC 卡数据分析可以看出，落地后减速板手柄只升起到 33 度左右，所有飞扰升起度数偏小，且地面扰流板未伸出。对比正常航段，落地后减速板手柄升起角度在 47 度左右，2、3、10、11 号飞扰升起 33 度，4、5、8、9 号飞扰升起 38 度，地面扰流板处于伸出状态。

故障段数据:

aAIRGND	aAIRGND	aAIRGND	aAIRGND	GSPDEK	GSPDEK	aSPLR10R	aSPLR10R	aSPLR3L	aSPLR3L	aSPLR4L	aSPLR4L	aSPLR9R	aSPLR9R	ABEX	aBRKPOS	aBRKPOS	aSPDBRK
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	0.57	0.62	0.46	0.48	0.7	0.7	0.62	2.37	FALSE	2.78	2.78	TRUE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	0.62	0.57	0.46	0.41	0.7	0.7	1.23	0.7	FALSE	2.78	2.78	TRUE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	0.57	0.57	0.41	1.16	0.7	2.2	0.7	2.2	TRUE	6.14	25.11	FALSE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	1.52	2.44	3.36	4.29	5.8	7.98	5.27	6.68	TRUE	27.71	29.95	FALSE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	4.13	5.75	8.07	7.72	8.7	10.72	7.91	9.93	TRUE	33.29	33.37	FALSE
AIR	AIR	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	6.17	6.44	8.26	8.74	11.78	12.48	10.99	11.51	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	6.65	6.91	8.01	8.9	12.92	13.18	11.78	12.22	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	8.2	8.63	8.74	9.06	13.01	13.1	13.18	13.97	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	8.57	8.57	8.77	10.7	13.45	14.41	14.24	14.24	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	8.73	8.73	10.92	10.92	14.94	15.12	14.33	14.41	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	8.9	8.9	11.14	11.14	15.38	15.47	14.5	14.5	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	9	9.06	11.14	11.19	15.47	15.56	14.5	14.59	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	9.06	9	11.36	11.36	15.64	15.64	14.59	14.77	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	9.11	9.11	11.47	11.36	15.64	15.73	14.68	14.77	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	8.95	9.17	11.53	11.59	15.73	15.82	14.77	14.85	TRUE	33.37	33.37	FALSE
GND	GND	GND	GND	NOT-UP	NOT-UP	9.17	9.22	11.53	11.53	15.91	15.82	14.94	14.85	TRUE	33.37	33.37	FALSE

正常航段数据:

aAIRGND	aAIRGND	aAIRGND	aAIRGND	GSPDEK	GSPDEK	aSPLR10R	aSPLR10R	aSPLR3L	aSPLR3L	aSPLR4L	aSPLR4L	aSPLR9R	aSPLR9R	ABEX	aBRKPOS	aBRKPOS	aSPDBRK
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	6.94	0.57	0.76	7.18	2.2	4.22	7.73	3.78	FALSE	3.87	3.87	FALSE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	0.92	0.57	0.71	0.71	7.47	1.93	1.14	5.89	FALSE	3.87	3.78	FALSE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	1.07	1.37	0.71	0.71	0.88	1.23	4.48	1.85	FALSE	3.78	3.78	FALSE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	0.51	0.51	0.71	0.71	0.79	0.62	1.41	0.7	FALSE	3.78	3.78	FALSE
AIR	AIR	AIR	AIR	NOT-UP	NOT-UP	5.54	26.49	1.62	24.32	0.88	13.1	4.92	15.73	TRUE	25.28	47.48	FALSE
AIR	GND	GND	GND	UP	UP	31.67	32.12	32.9	33.28	30.15	35.77	31.11	36.13	TRUE	47.57	47.65	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	32.37	32.43	33.28	33.34	37.18	37.44	37.27	37.53	TRUE	47.65	47.65	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	32.5	32.69	33.34	33.41	37.79	37.88	37.71	37.88	TRUE	47.65	47.65	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	32.82	32.94	33.41	33.41	37.88	37.97	37.88	37.88	TRUE	47.65	47.65	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.14	32.94	33.34	33.41	37.79	37.88	37.97	37.97	TRUE	47.65	47.65	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.14	33.07	33.41	33.41	37.97	37.88	37.97	37.97	TRUE	47.73	47.73	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.07	33.14	33.28	33.41	37.97	37.97	38.06	37.97	TRUE	47.73	47.73	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.14	33.07	33.34	33.41	37.79	37.97	37.97	38.06	TRUE	47.73	47.73	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.14	33.14	33.41	33.41	37.97	38.06	38.06	38.14	TRUE	47.73	47.73	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.2	33.2	33.41	33.41	37.97	37.88	38.06	38.06	TRUE	47.73	47.73	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.2	33.2	33.47	33.47	38.06	38.06	38.14	38.14	TRUE	47.73	47.73	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.26	33.2	33.47	33.47	38.06	38.06	38.14	38.06	TRUE	47.73	47.73	FALSE
GND	GND	GND	GND	UP	UP	33.2	33.2	33.54	33.47	38.06	38.06	38.14	38.06	TRUE	47.73	47.73	FALSE

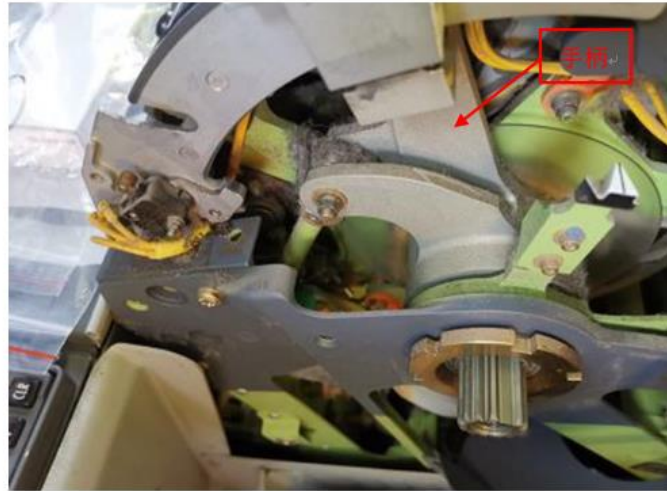
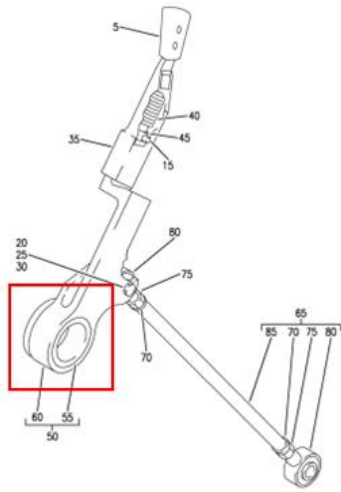
#### 5), 故障分析

从故障现象和地面检查情况可以看出，导致故障的原因的主要是由于减速板操作系统卡滞，导致减速板手柄操作力大以及作动机构卡滞无法作动到位，从而出现扰流板无法全伸出或收回时

翘起的情况。主要考虑以下几个方面：

### (1) 减速板手柄故障

减速板手柄的问题主要是操作卡滞，由于长时间运行后，机构内容易堆积灰尘，出现操纵力偏大，针对该问题可以参考 AMM 对手柄机构进行润滑，并测试手柄力是否满足手册要求。



### (2) 比例变换器和混合器故障

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，就容易出现操纵力大的问题。

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，但从内部连杆机构可以看出，左侧和右侧连杆机构根据输入情况单独运动，由于连杆机构或轴承的卡滞或锈蚀程度不同，导致最终扇形盘的输出存在差异，故障时可能存在两侧扰流板伸出角度不一致或单侧翘起的情况。

3) 从两个部件的送修情况来看，比例变换器的报告显示输出扇形盘转动卡滞，检查内部轴承锈蚀。混合器拆下原因为操纵力大或扰流板无法放下，分解后检查均发现轴承锈蚀。以下为修理厂家分解图：

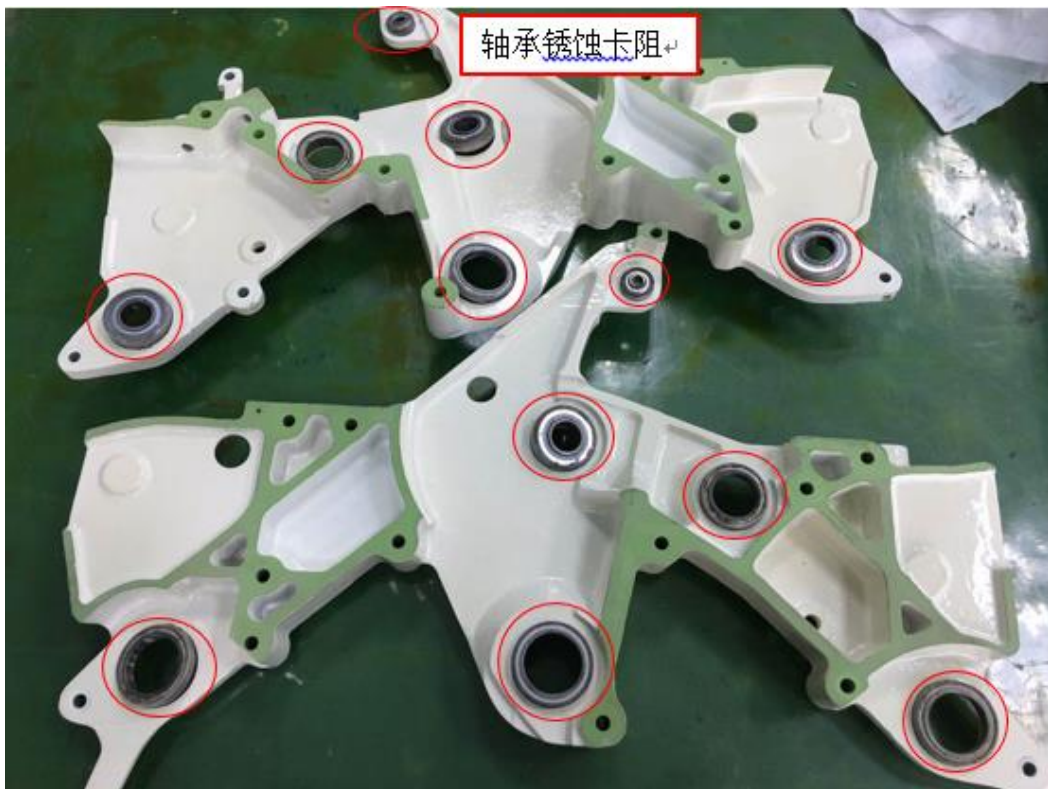


混合器拆解图示：





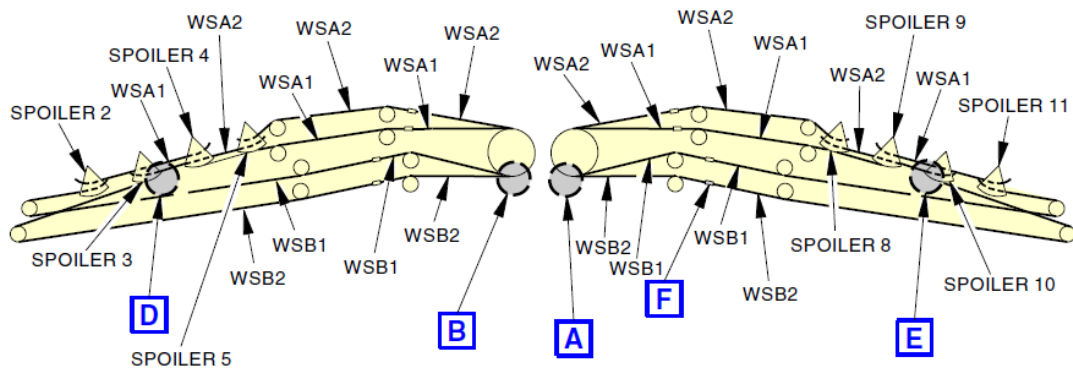
比例变换器拆解图示



3) 航线运行时针对混合器和比例变换器卡滞的问题，主要通过润滑来短期内解决操纵力大和卡滞的问题，最终还需更换部件才能修复正常。

### (3) 环路钢索，扇形盘或滚轮问题

扰流板机身和大翼控制环路钢索张力不足会导致机构作动有空行程，导致扰流板升起不到位，若结合机组反映操作力大的情况，则问题可能集中在大翼控制环路输出扇形盘或滚轮，由于最外侧滚轮受力较大，容易出现卡滞的情况，一般通过更换最外侧滚轮可恢复正常。



#### 四、小结

此次的两架飞机在拉减速板后无法完全升起的故障，是由于比例变换器和混合器轴承卡滞导致的，该故障在寒冷地区和温暖地区，故障均稳定存在，与温度没有直接的关系。此类自封轴承在长期使用后，由于油脂的流逝和硬化，将带来转动不畅的情况。比例变换器和混合器的更换主要在老龄飞机上，但本案中也出现了装机时间不足4年的案例，表现出一定的外部影响性。对于机队的影响，尚需更多案例来观察。