

# HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2021-27-027	赵斌	符方洲	曾晶/2021.3.31

## 标题 关于副翼电配平作动导致 A/P 断开时突然滚转的故障说明

### 一、适用性

737

### 二、背景描述

2021 年 4 月，机队出现了一起进近脱开自动驾驶时，飞机产生一个突然的大角度滚转趋势，机组及时控制住了飞行姿态，最后通过译码证实是由于自动驾驶情况下，出现了副翼电配平所致。这类情况非常隐蔽。特结合 2009 年发生的一起类似事件，做分析说明。

### 三、解释说明

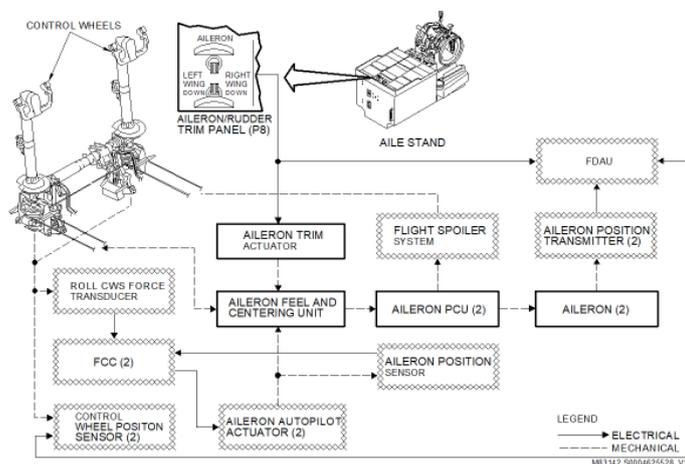
#### 一) 系统原理介绍:

飞机通过左右副翼上下运动、对应侧飞行扰流板辅助来实现滚转。副翼作动可以分为人工作动和自动两种方式，如下图所示。

人工作动方式是通过驾驶盘和副翼配平电门来实现，其中驾驶盘的机械指令通过鼓轮、钢索传给副翼感觉和定中机构，定中机构作动副翼 PCU,带动左右副翼上下运动。当驾驶盘作动大于 12 度，对应飞行扰流板辅助实现滚转。而副翼配平电门作动方式是在副翼感觉和定中机构上游增加副翼配平电门、副翼配平作动器，将电指令信号通过副翼配平作动器传给定中机构，实现滚转。

自动方式是通过自动驾驶功能来实现，相当于在副翼感觉和定中机构上有增加 FCC,副翼自动驾驶作动器，FCC 结合其它传感器和计算机的信号计算出副翼的偏转角度，将角度电指令传给副翼自动驾驶作动器，作动器将指令传给定中机构，实现滚转。

配平控制面板是由前后两个电门和两个凸台构成，其中靠前的电门控制配平的方向，靠后的电门控制接地。两个电门同时作动，才能提供副翼配平作动器一个完整的电源通路。这一改进源于避免早期 737 飞机旋钮式控制的误操作，同时在配平电门外沿还安装了一对保护性的凸台，增加了其防护误操作的裕度。



## 二), 两次案例的解析

### 1, 2021 年 4 月案例

机组反映全程自动驾驶正常, 在进近脱离自动驾驶时, 飞机突然向左滚转, 大角度转动驾驶盘进行修正, 并保持到落地, 关车时驾驶盘向左偏转约 60 度, 左侧飞行扰流板可见均在抬起状态。

结合机组反应在脱离自动驾驶时出现了滚转姿态变换, 通过对 PC 卡数据, 重点对可能发生滚转因素的扰流板、副翼做了分析, 发现有以下特征:

1) 在下降脱离阶段, 译码情况与机组描述一致, 可以看到一脱离, 驾驶盘角度就大幅变为 47.4, 机组及时使用做了较大角度的调整, 最大负 55.1 度, 此时飞机姿态变化不大。

	A/P		滚转配平命令左		滚转配平命令右		驾驶盘							
			大翼向		大翼向									
AIR	ON	ON	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	2.1	3.8	2.8	1.7	0.3	-1	-2.1	-2.8
AIR	ON	ON	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	-3.1	-2.4	-1.4	-0.3	0.7	1.7	1.7	0.7
AIR	ON	ON	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	1.7	1.4	1.4	3.5	4.5	5.6	7	7.3
AIR	ON	ON	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	8.4	6.6	5.6	6.3	5.2	5.9	8.4	9.8
AIR	ON	ON	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	9.4	9.8	9.4	9.1	9.1	12.3	16.8	17.9
AIR	ON	ON	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	15.4	12.6	11.6	10.1	7.3	9.8	14	14
AIR	ON	ON	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	12.6	9.4	8	9.4	10.8	9.8	9.1	9.1
AIR	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	10.1	23.5	37.9	47.4	43.2	28.8	10.1	-16.8
AIR	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	-43.2	-55.1	-49.2	-27.4	-4.2	9.4	10.1	10.5
AIR	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	8.4	0	-7.7	-8	-7.3	-7	-8.4	-9.8
AIR	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	-7	2.4	10.8	9.1	3.8	-2.1	-5.9	-3.1
AIR	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	5.2	15.4	17.5	9.8	-4.2	-17.9	-24.6	-23.5
AIR	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	-22.4	-22.1	-20	-12.6	-5.2	-5.2	-7.3	-10.1

2) 扰流板在空中飞行阶段随动正常, 无异常持续大角度的情况, 落地后由于驾驶盘大角度偏转的原因, 导致左侧扰流板处于升起状态。

主轮空地	A/P		滚转配平命令左		滚转配平命令右		驾驶盘		3号扰流板		4号扰流板	
			大翼向		大翼向							
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	16.31	16.31	25.99	25.99

3), 副翼配平则表现出一定的异常

- 机组在地面滑行时, 驾驶盘不在中立位, 可以看到电配平做动, 做了两次修正, 将其修正到 0 度左右。

地速	主轮空地	A/P		滚转配平命令左		滚转配平命令右		驾驶盘	
				大翼向		大翼向			
8.5	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	7	7
8.5	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	7	7
9	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	TRIM	7	7
9	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	TRIM	TRIM	5.9	5.6
8.5	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	TRIM	TRIM	3.5	3.1
8.5	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	2.4	2.4
8.5	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	2.4	2.4

地速	主轮空地	A/P	滚转配平命令左大翼向	滚转配平命令右大翼向	驾驶盘
7.5 GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	2.1
8 GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	2.1
8 GND	OFF	OFF	NOTRIM	TRIM	2.1
8.5 GND	OFF	OFF	NOTRIM	TRIM	1
9 GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	0.3
9.5 GND	OFF	OFF	NOTRIM	TRIM	0.3
10 GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	0.3

- 离地后 36 秒随即接通了自动驾驶，此时驾驶盘位置 0.7，各扰流板位置正常。

主轮空地	A/P	滚转配平命令左大翼向	滚转配平命令右大翼向	驾驶盘	3号扰流板	4号扰流板
AIR	OFF	OFF	NOTRIM	0.7	0.3	0.5
AIR	OFF	ON	NOTRIM	0.7	0.3	0.55
AIR	ON	ON	NOTRIM	0.7	0.3	0.5

- 飞行过程中，在自动驾驶接通的情况下，发现了副翼配平做动的一些异常情况：  
向左出现了 55 秒的配平指令，分布在巡航阶段 33000FT 左右和下降阶段到 18700FT 左右的时间。

主轮空地	A/P	滚转配平命令左大翼向	滚转配平命令右大翼向	驾驶盘	3号扰流板	4号扰流板	左副翼	右副翼	压力高度
AIR	ON	ON	TRIM	-4.9	0.45	0.75	2.5	-0.2	33110
AIR	ON	ON	TRIM	-6.3	0.45	0.75	2.8	-0.6	33109
AIR	ON	ON	TRIM	-5.2	0.45	0.75	2.5	-0.4	33109
AIR	ON	ON	TRIM	-5.6	0.45	0.75	2.7	-0.5	33110
AIR	ON	ON	TRIM	-4.9	0.45	0.7	2.4	-0.3	33117
AIR	ON	ON	TRIM	-5.2	0.45	0.7	2.5	-0.5	33117
AIR	ON	ON	TRIM	-5.6	0.45	0.75	2.6	-0.4	33120
AIR	ON	ON	TRIM	-5.2	0.45	0.7	2.5	-0.3	33118
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.7	2.3	-0.1	29107
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.3	0	29107
AIR	ON	ON	TRIM	-3.1	0.45	0.7	2.1	0	29106
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.2	0	29106
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.75	2.2	0	29107
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.2	0	29107
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.7	2.3	-0.1	29108
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.75	2.3	-0.1	29108
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.2	0	29108
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.7	2.3	-0.1	29109
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.2	0	29109
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.2	-0.1	29109
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.7	2.3	-0.1	29110
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.2	0	29110
AIR	ON	ON	TRIM	-3.8	0.45	0.7	2.2	0	29110

- 向右则出现了 21 秒的配平指令，分布在巡航阶段 33000FT 左右和初始下降阶段 29000 左右的高度。

主轮空地	A/P	滚转配平命令左大翼向	滚转配平命令右大翼向	驾驶盘	3号扰流板	4号扰流板	左副翼	右副翼	压力高度
AIR	ON	ON	TRIM	-5.2	0.45	0.75	2.9	-0.1	33115
AIR	ON	ON	TRIM	-7.3	0.45	0.75	3	-0.8	33114
AIR	ON	ON	TRIM	-6.6	0.45	0.75	3	-0.6	33113
AIR	ON	ON	TRIM	-5.2	0.45	0.75	2.6	-0.3	33114
AIR	ON	ON	TRIM	-4.9	0.45	0.75	2.6	-0.3	33116
AIR	ON	ON	TRIM	-4.5	0.45	0.7	2.5	-0.2	33115
AIR	ON	ON	TRIM	-5.6	0.45	0.7	2.7	-0.3	33116
AIR	ON	ON	TRIM	-4.9	0.45	0.75	2.5	-0.2	33115
AIR	ON	ON	TRIM	-5.6	0.45	0.7	2.7	-0.5	33115
AIR	ON	ON	TRIM	-4.9	0.45	0.75	2.5	-0.3	33110
AIR	ON	ON	TRIM	-5.9	0.45	0.75	2.7	-0.6	33107
AIR	ON	ON	TRIM	-6.6	0.45	0.75	2.9	-0.7	33111
AIR	ON	ON	TRIM	-6.3	0.45	0.75	2.8	-0.6	33110
AIR	ON	ON	TRIM	-4.5	0.45	0.7	2.4	-0.2	29110
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.75	2.3	-0.1	29110
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.7	2.3	-0.1	29110
AIR	ON	ON	TRIM	-4.5	0.45	0.75	2.4	-0.2	29108
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.7	2.3	-0.1	29108
AIR	ON	ON	TRIM	-4.2	0.45	0.7	2.4	-0.1	29110
AIR	ON	ON	TRIM	-4.5	0.45	0.7	2.4	-0.2	29111
AIR	ON	ON	TRIM	-4.5	0.45	0.75	2.4	-0.2	29109

以起飞时初始 0.3 的中立位置为基准，可以知道在整个自动驾驶飞行阶段，向左电配平了约 55 秒，向右电配平了约 21 秒。有 30 秒左右的差值，可知在自动驾驶脱开的时候，两者差了约 30 秒的配平，从实际的配平值变化可以看出基本上 1 秒配平对应 2 度左右的驾驶杆角度。这个值

与落地滑行阶段，驾驶盘停留在 60 度左右是一致的。

A/P		滚转配平命令左大翼向		滚转配平命令右大翼向		驾驶盘										
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7
GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	59.7	59.7	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1

- 在快滑到机位的时候，电配平再次工作了，向右配了两次，驾驶盘角度调整为 52 度。

主轮空地		A/P		滚转配平命令左大翼向		滚转配平命令右大翼向		驾驶盘									
14 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1
14 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	TRIM	TRIM	60.1	59.7	59.4	59.4	59	58.7	58.3	58
14 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	TRIM	TRIM	57.6	57.3	56.6	56.6	55.8	55.8	55.1	55.1
14 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	TRIM	TRIM	54.4	54.4	53.7	53.4	53.4	53	53	53
14 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
14 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	53	53	53	53	53	53	53	53
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	TRIM	NOTRIM	53	52.7	52.7	52.3	52	52	52	52
145 GND	GND	GND	GND	OFF	OFF	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	NOTRIM	52	52	52	52	52	52	52	52

进一步扩大，查阅了该机往前 3 段的历史数据，均无使用电动配平的信号。

## 2, 2009 年案例

当时机组反映驾驶盘停留在偏右 8 度左右的位置，地面检查确认驾驶盘位于偏右 2 个单位左右（换算为驾驶盘角度 12 度），检查副翼配平失效。地面测试确认无法进行配平。

当时的译码数据则更为奇怪，两侧配平信号非常频繁，且两者信号几乎同步出现，同步消失，如此怪异的现象，不像是人工配平所得，每次自动驾驶的通断，都伴随着驾驶盘较大角度的修正，角度变化在 10 度以上，伴随着相应的滚转趋势，而当时航向并没有发生改变。以下为典型的数据。

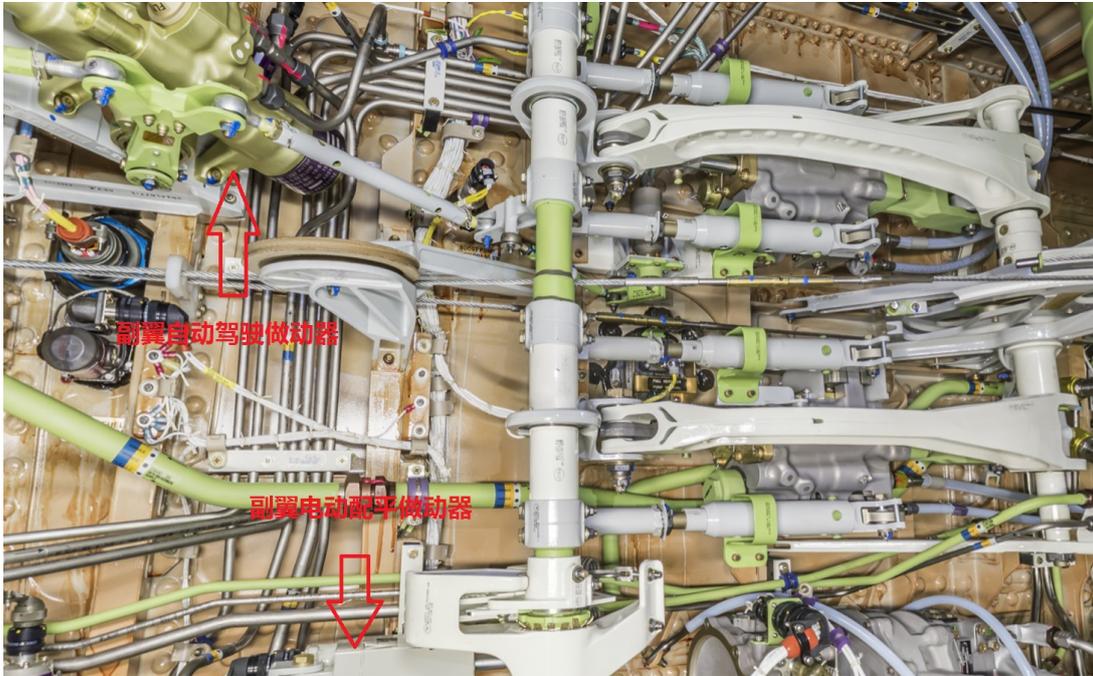
左副翼	右副翼	左副翼滚转命令	右副翼滚转命令	A/P	滚转配平命令左大翼向下	滚转配平命令右大翼向下	A/P警告	驾驶盘
1.1	2.2	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	NOTRIM	..	8
0.5	2.6	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	TRIM	..	10.1
-0.2	3.5	0.18	0.25	OFF	TRIM	TRIM	..	14.7
-0.5	3.7	0.18	0.25	OFF	TRIM	TRIM	..	14.7
1.5	1.5	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	NOTRIM	..	2.8
3.3	-0.1	0.18	0.25	OFF	TRIM	TRIM	..	-2.4
1.7	1.5	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	NOTRIM	..	4.9
1.2	2.1	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	NOTRIM	..	7.3
1	2.2	0.18	0.25	OFF	TRIM	TRIM	..	8
0.2	2.9	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	NOTRIM	..	10.8
0.6	2.4	0.18	0.25	OFF	TRIM	TRIM	..	8
2.4	0.8	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	NOTRIM	..	1
1.3	2	0.18	0.25	OFF	TRIM	TRIM	..	7.3
-0.1	3.3	0.18	0.25	OFF	NOTRIM	NOTRIM	..	13

## 3, 故障分析

以上两个案例有相同之处，也有不同之处。

相同之处在于导致姿态突变的原因是一致的，如上文基本原理分析的，除驾驶盘人工操作通过钢索转动定中机构外，副翼配平的两种方式：自动驾驶和电动配平。自动驾驶类似于人工操作，通过推动竖杆转动，定中滚轮在凹槽中移动，一脱开就回中。而电配平类似于推动定中机构基座

转动，地中滚轮是不动的，相当于改变整体的中立位置，来实现对副翼 PCU 的输入的。在飞行过程中，每当电配平改变了定中机构的整体转动角度的时候，要么通过转动驾驶盘来修正，要么通过自动驾驶作动筒，都是通过转动杆把角度调整回来。所不同的是，使用驾驶盘机组是知道飞机存在这一趋势的，而自动驾驶却是机组所不知道的，当累计了一定的偏转量后，一旦脱离自动驾驶，在定中弹簧力的作用下，定中滚轮回位，副翼就将产生较大的偏转。



不同之处在于，2021 年案例中，向左或向右偏转的输入指令是清晰的，并不混乱。因而无法判断出是人为操作，还是面板问题。但 2009 年的案例，向左或向右偏转同步，很明确是输入信号存在异常，不可能是人为操作，更可能是面板内部污染，导致电信号紊乱。

波音对 2021 年案例的数据分析，表示确实是在自动驾驶接通的情况下使用了电动配平，并表示从数据未发现异常。

#### RESPONSE:

Boeing has reviewed the Ref /B/ message from Lucky Air (LKY) and provides the following response:

If aileron trim is used with the autopilot engaged, the trim is not reflected in the control wheel position. The autopilot overpowers the trim and holds the control wheel where it is required for heading/track control. Any aileron trim applied when the autopilot is engaged can result in an out of trim condition and an abrupt rolling movement when the autopilot is disengaged.

Provided data shows that aileron trim switches were operated during the flight with A/P engaged. Boeing did not find other abnormal deviations in the provided data. The most of the flight was performed with LNAV mode engaged and the autopilot seems to maintain the desired path, calculated by FMC as expected. If further analysis is requested, please provide the additional information about the date and time of event occurrence and detailed pilots report.

#### 4, 危害分析

此类事件对于飞行安全是巨大的隐患，因副翼电配平作动将导致副翼竖杆整体处于非中立位，而自动驾驶情况下，推动竖杆消除了直观的观察。因而在自动驾驶断开后，由于机组完全没有心理准备，从而出现剧烈滚转，乃至操纵失控情况的发生。因而，飞行手册中，对于在自动驾

驶情况下，是禁止使用副翼配平的。就为了避免此类情况的发生。

## 飞机飞行手册

### 自动驾驶 (A/P) 和飞行指引仪 (F/D) 系统

1. 经认证，自动驾驶和飞行指引仪系统可在气压高度为 8400 英尺或以下的机场进行 II 类和 IIIa 类自动进近和着陆。
2. 起飞在离地高度 (AGL) 400 英尺以下时不要接通自动驾驶。
3. 进近过程中使用单通道时，在离地高度 50 英尺以下时自动驾驶不能保持在接通位。
4. 自动驾驶接通时禁止使用副翼配平。  **禁止使用**

#### 5, 其他案例

国内外也有类似事件，应该与此类情形相关。

1). 1991 年 3 月 3 日，美国联合航空的波音 737 型飞机 N999UA，执行丹佛到春城的 585 航班。飞机驾驶员在完成从自动飞行向仪表飞行的转换之后，正准备向春城市属机场 35 号跑道做最后进近之际，飞机姿态突然向右倾滚、机头下俯，态势发展急剧，直至飞机几乎以垂直姿态触地失事。机上两名驾驶员、3 名空服人员和 20 名乘客全部丧生。

2). 1994 年 9 月 8 日，美国合众国航空的波音 737 型飞机 N513AU，执行芝加哥到匹斯堡的 427 航班。当完成仪表飞行转换之后，飞机姿态突然进入非操控性侧倾，在距目的地机场西北大约 6 英里的位置，飞机直插地面。机上 2 名驾驶员、3 名空服员和 127 名乘客无一生还。

以上两起空难事故后，直到 2001 年 3 月，美国国家运输安全委员会 (NTSB) 正式公布：“美联航 585 航班和美合众国航空 427 航班空难事故是由于失去了飞机的控制力，而导致的原因是飞机方向舵操纵面的移动达到了其极限，这一切又起因于方向舵动力控制组件中的伺服阀门。”

在美国 NTSB 的报告中清楚地说到：“由于 FDR 没有滚转或侧滑的信息记录，因此，最终造成航向改变的原因是出于滚转所至亦或出于滚转连带侧滑，则不得而知。”美国 NTSB 的报告指出“美联航 N999UA 飞机 FDR 只有五个基本参数而难以断定失事的确切原因。”

美国 NTSB 公布的长达 300 多页的事故报告中，汇集分析了波音 737 型飞机自 1980 年至 1999 年期间，发生偏航或滚转的事件、事故超过一百起。其中，确定为“非指令性滚转” (Uncommanded roll) 的就有 15 次之多。

我国出现的类似事件有：

1), 1992 年 11 月 24 日，该机执行广州至桂林的航班飞行。在机组完成进近请求“下降高度、通场加入三边”之后，当驾驶员脱离自动驾驶改由手动操控飞行，飞机随即产生急剧向右侧的滚转。不到 20 秒的时间，飞机几乎以倒扣的姿态撞山失事。

2), 2004 年 6 月 10 日，中国国际航空公司的波音 737 型 B-2650 号飞机执行北京前往香港的 CA109/110 航班。飞机在香港落地，机组报告：在 1800 英尺高度脱离自动驾驶仪时，飞机突然大坡度向右倾斜，难于操纵。飞机发动机、液压系统、襟翼等均正常。着陆后，驾驶盘处在向右侧满盘位置，地面机务人员检查发现：该飞机驾驶盘向右偏 6 度左右，飞机右副翼向上、左副翼向下。人工操作副翼配平电门，将驾驶盘回中立，检查副翼翼面位置平齐，指示正常。人工操纵驾驶盘左右能转到最大，无卡阻且能自由回到中立位。译码发现：该飞机空中飞行 46 分钟后、

---

高度在 35460 英尺时，副翼配平电门连续工作 25 秒。

3)，2006 年 4 月 27 日，中国国际航空公司的波音 747-400 型 B-2443 号飞机，落地滑跑过程中，机组发现副翼左倾 45 度，不能自动回到中立位，后经机组手动配平回零。

我司还出现过的主动操作案例为：

B-54\*8 飞机 09 年 02 月 22 日贵阳过站机组反映驾驶盘左偏，五边进近时需向右压杆，落地后检查发现左侧 3、4 号扰流板未完全收回，使用副翼配平至中立位后正常。PC 卡译码显示机组启动发动机时驾驶盘即处于 11 度的位置（前一日航后关车时为中立），经与机组了解在爬升过程中做了配平。（PC 卡来看向左、向右各两次）。后没有出现配平的信号，接通自动驾驶后无断开，落地时驾驶盘在 13 度的位置。

#### 四、小结

副翼电配平导致的后果是严重的，尤其是在自动驾驶接通情况下，一种是系统自己给出了异常信号或误碰，这一情况隐蔽性很强，可能导致在脱离自动驾驶时的飞机姿态突变。正推动开发实时报文来及时掌握。