

# HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2024-73-001	张桃	符方洲	曾晶/2024.2.5

## 标题 关于 737NG 飞机 PS3 信号管结冰导致发动机加速慢的说明

### 一、适用性

737NG

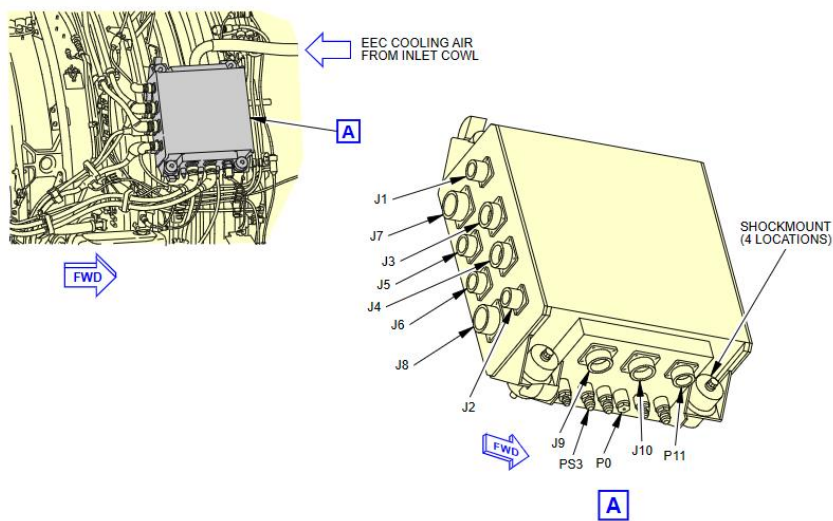
### 二、背景描述

近期机队中出现 1 起滑跑中左发加速慢机组中断起飞的事件，地面自检 EEC 有 PS3 信号不一致和信号超限信息，检查左发 PS3 信号管有水汽，完成吹除后试车测试正常，分析是由于寒冷天气情况下 PS3 信号管结冰导致，特对该问题做一说明。

### 三、解释说明

#### 1. 系统原理

PS3 信号管由硬管和软管组成，硬管连接在高压压气机出口处，接收高压压气机出口静压，软管则连接在 EEC 本体上。PS3 压力信号在 EEC 内部分为两路，一路给 A 通道，一路给 B 通道。EEC 使用 PS3 压力来防止高压压气机失速、喘振，确保引气压力在最小允许值以上。当引气压力低于最小值，EEC 提高最低慢车转速。如果压气机接近失速，EEC 控制 VSV、VBV 和 TBV 来保护压气机。通过 PS3 信号管传过来的压力，EEC 可以计算下一步进入燃烧室的进气量，从而调节 HMU 中的 FMV 开度使得发动机燃烧室的油气比改变，进而改变发动机转速。



#### 2. 译码数据

核实机组按压 TOGA 前，左右发 N1 基本一致，但左发 PS3 信号开始比右发 PS3 信号低，左发 60，右发 102；按压 TOGA 后，左发 N1 上升偏慢，在左发 N1 48 时，右发 N1 78，左发 PS3 压力 88，右发 PS3 压力 324。

ENG1NL (%)	ENG2NL (%)	ENG3NL (%)	ENG4NL (%)	ENG5FF (lb/h)	ENG6FF (lb/h)	ENG1EGT (deg.C)	ENG2EGT (deg.C)	ENG1TLA (deg)	ENG2TLA (deg)	TOGA	L_CMD_IND	NI_CMD_IND1 (rpm)	ENG1NLTGT (%)	ENG2NLTGT (rpm)	PS3_SEL_1 (psi)	PS3_SEL_2 (psi)				
20.75	21.00	58.75	58.75	816	832	412.00	430.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	20.75	85.50	85.50	
20.88	20.88	58.75	58.75	816	832	412.00	431.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	20.88	85.50	85.50	
21.00	20.88	58.75	58.75	816	832	412.00	431.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	21.00	21.00	85.50	85.50	
21.13	20.88	58.75	58.75	816	832	411.00	432.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	21.25	85.50	85.50	
21.38	20.88	58.75	58.75	832	832	410.00	433.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	21.38	85.50	85.50	
21.50	20.88	58.75	58.75	832	832	409.00	433.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	21.50	85.50	85.50	
21.75	20.88	58.75	58.75	832	832	408.00	433.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	21.75	85.50	85.50	
21.88	20.88	58.63	58.75	832	832	407.00	434.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	21.88	85.50	85.50	
22.13	20.88	58.75	58.75	848	832	406.00	434.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	22.13	85.50	85.50	
22.25	20.88	58.75	58.75	848	832	404.00	434.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	22.25	85.50	85.50	
22.25	20.88	58.75	58.75	848	832	404.00	435.00	36.39	36.39	36.39	36.39	36.21	36.21	36.21	36.21	20.88	22.25	85.50	85.50	
22.25	20.88	58.75	58.75	848	832	404.00	435.00	36.56	38.32	39.38	39.55	36.39	38.50	39.38	39.55	20.88	22.25	85.50	85.50	
22.25	21.00	58.75	58.75	848	864	403.00	437.00	42.71	46.93	47.11	47.11	42.54	47.29	47.29	47.29	44.63	30.50	85.50	85.50	
22.50	22.25	60.50	61.25	1072	1168	409.00	455.00	47.11	47.11	47.11	47.11	47.29	47.29	47.29	47.46	44.75	44.25	85.50	85.50	
23.63	23.75	63.00	63.38	1296	1232	437.00	472.00	47.11	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.25	44.25	85.50	85.50	
25.63	25.75	65.88	66.00	1408	1344	461.00	486.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.25	44.13	85.50	85.50	
28.00	28.50	68.75	69.38	1488	1552	473.00	494.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.25	44.13	85.50	85.50	
30.38	31.25	71.50	72.88	1552	1728	476.00	505.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.25	44.13	85.50	85.50	
32.75	36.00	73.75	72.13	1632	1808	474.00	516.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.13	44.13	85.50	85.50	
36.50	46.13	76.50	77.25	1728	2352	467.00	516.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.13	44.13	85.50	85.50	
40.63	44.75	76.38	77.25	1872	1888	454.00	469.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.13	44.13	85.50	85.50	
43.63	45.00	76.50	77.88	1952	2016	444.00	454.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	45.13	44.13	85.50	85.50	
43.88	45.25	76.25	77.88	1984	1984	439.00	445.00	46.93	46.93	46.93	46.93	47.46	47.46	47.46	47.46	TO_GA	45.13	44.13	85.50	85.50
43.88	46.75	76.63	80.13	1872	2048	421.00	435.00	47.99	52.38	54.32	56.95	48.94	52.91	54.84	56.78	TO_GA	57.63	47.88	85.50	85.50
45.50	63.88	77.88	84.63	2128	3856	422.00	465.00	58.89	63.28	65.39	66.97	59.24	63.11	65.57	67.15	TO_GA	75.00	67.75	85.50	85.50
48.25	78.25	78.63	87.88	2288	6368	424.00	509.00	68.20	68.55	68.73	68.73	68.03	69.08	69.43	69.96	TO_GA	82.00	81.25	85.50	85.50
50.63	82.63	79.25	89.25	2416	7408	423.00	545.00	68.91	68.91	68.91	68.91	70.49	71.37	71.54	71.72	TO_GA	84.00	81.88	85.50	85.50
52.25	89.00	79.63	87.75	2544	7824	423.00	567.00	68.91	59.94	60.29	60.64	68.91	59.24	59.77	60.29	TO_GA	86.63	81.88	85.50	85.50
53.63	72.88	80.00	86.13	2640	5344	424.00	549.00	61.35	62.23	62.75	63.11	60.64	61.70	62.23	62.93	TO_GA	72.13	71.38	85.50	85.50
54.88	74.38	80.38	86.88	2752	5248	425.00	535.00	63.46	64.51	65.04	65.11	63.28	64.34	64.69	65.21	TO_GA	75.63	74.88	85.50	85.50
56.13	77.13	80.63	87.63	2864	5840	428.00	542.00	65.92	66.97	67.50	67.50	65.74	66.62	66.97	67.38	TO_GA	79.13	78.13	85.50	85.50
57.13	74.88	80.00	85.13	2960	5888	431.00	551.00	36.21	36.91	36.91	36.39	35.51	36.39	36.39	35.86	TO_GA	43.88	43.88	85.50	85.50
58.00	61.75	75.63	81.38	1744	3408	412.00	514.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	43.88	43.88	85.50	85.50
39.88	46.75	73.00	77.88	1136	1696	383.00	466.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	43.88	37.88	85.50	85.50
34.13	39.38	71.38	74.88	1024	1104	376.00	434.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	38.63	32.88	85.50	85.50
30.63	32.63	70.13	71.88	976	816	380.00	412.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	32.13	29.88	85.50	85.50
28.88	29.13	69.13	69.25	944	736	385.00	417.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	28.88	28.63	85.50	85.50
28.00	27.13	68.13	66.88	914	688	388.00	415.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	26.88	27.75	85.50	85.50
27.38	25.50	67.25	64.63	838	656	390.00	412.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	25.38	27.38	85.50	85.50
26.88	24.00	66.50	62.63	812	608	391.00	408.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	23.75	26.75	85.50	85.50
26.38	22.50	65.88	60.63	812	576	392.00	404.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	22.25	26.38	85.50	85.50
26.00	21.00	65.25	58.63	896	512	393.00	401.00	36.39	36.39	36.39	36.39	35.86	35.86	35.86	35.86	TO_GA	20.88	26.00	85.50	85.50

### 3. 原因分析

结合地面检查 PS3 信号管有水汽来看，分析在某些特定的环境下（严寒高湿），由于 PS3 管路比较长，来自高压压气机出口的热气中含有的水汽在长时间停场后，容易在信号管内壁产生冷凝水，寒冷天气情况下则出现结冰，附着在 PS3 管壁或者 EEC 与 PS3 接头处，使得 PS3 管路压力上升慢或者堵塞 A 或者 B 通道的传感器，造成 EEC 无法接收到正确的 PS3 压力，从而限制了燃油的供给，进而导致发动机启动慢或前推油门时发动机加速慢，出现双发推力不一致的情况，同时触发了 73-X079Y PS3 Signals Disagree 和 73-X077Y PS3 Signal is out of Range 信息。

### 4. 当前管控措施

- 1) 每日航后 EEC 自检故障信息。
- 2) E0-COM-72-2020-069 每 600FC (CFM56-7B) 水洗发动机，并完成 PS3 信号管吹除和清洁。
- 3) 73N-72-HT-WH-001/002 每 4800FH 用清洗剂清洗左/右发动机涵道，并完成 PS3 信号管吹除和清洁。

### 四、厂家建议

根据 CFM 厂家的经验，PS3 管出现结冰或水汽积累在冬季更为频繁，最好的措施通过地面加热并保持排水孔清洁来有效避免 PS3 信号故障导致的发动机故障。

CFM does not have a specific inspection threshold for checking PS3 line but has no objections on cleaning PS3 tube before winter, as per CFM experience the ice or moisture accumulation takes place more often during the winter season. Keeping the weep hole clean in combination with the ground warm up may be the best practices from CFM to avoid operational disruptions due to PS3 signal or PS3 indication related faults.

### 五、提升措施

1. 改版 MT，如果航后 EEC 自检出现 PS3 相关故障代码，则必须参考 FIM 进行排故并完成 PS3 信号管清洁。
2. 改版冬季运行补充工卡，针对乌鲁木齐，哈尔滨两个基地，航前飞机通电后在 EEC 输入监控模块查看 PS3 信号与 PO 信号，如果出现 PS3 信号明显偏大 (1PSI) 的情况，则使用加温车对 PS3 信号管进行加热。



3. 编写机组提示针对冬季 PS3 信号管结冰导致发动机加速慢的问题，提示机组冬季航前启动后延长慢车运转时间。

## 六、小结

结合系统原理和厂家经验，针对寒冷天气情况下 PS3 信号管结冰导致发动机加速慢的情况，当前通过定期的吹除来减少管路内结冰的情况发生，同时采取提升措施及时发现结冰的情况并进行处置。为进一步减少对于运行的影响，当机组执行当天第一段航班且外界温度低于 0℃时，注意和机组做好沟通，当发动机启动好并慢车运转至少 5 分钟后再执行航班，以缓解管路结冰的情况。