

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2021-21-015	曾晶	张桃	羊全流/2021.2.2

标题 关于超压信号导致的 EFLOW 活门非指令关断

一、适用性

737

二、背景描述

2021 年初，机队中监控发现有 3 架 EFLOW 构型活门出现了非指令关闭的问题，该问题不同于既往的-1 活门信号管堵塞，而是压力传感器结冰给出了超压信号所导致的活门关断，特做相应说明和建议。

三、解释说明

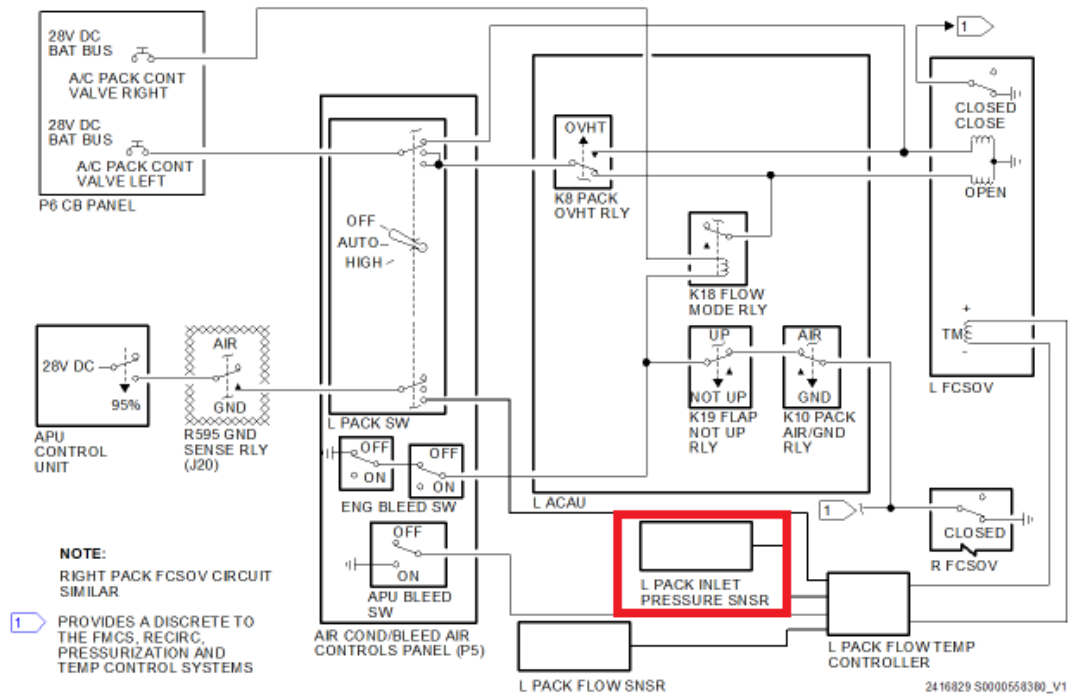
一)，故障案例

机号	故障现象	故障处置	代码汇总
7X16	2020 年 12 月 3 日，监控左组件跳开，询问机组 PACK 灯未点亮，再现无组件提醒。	译码确认左组件一直关闭，对串压力传感器时，发现有冰堵塞，更换压力传感器和组件活门。其信号管余水口堵塞，完成疏通。	21-51231 PACK IN PRESSURE 21-51232 PACK IN PRESSURE 21-51255 FLOW CTRL VALVE
1X41	2021 年 1 月 13 日，监控左组件跳开，机组再现时左组件灯亮。	译码做组件关闭，更换流量传感器和组件活门，检查压力传感器信号管堵塞，完成疏通。	21-51250 FLOW CTRL VALVE 21-51255 FLOW CTRL VALVE 21-51230 21-51231 21-51232 PACK IN PRESSURE 21-51239 PACK FLOW SENSOR
7X18	2021 年 1 月 19 日，监控左组件跳开，询问机组 PACK 灯未点亮，再现无组件提醒。	译码左组件在下降阶段关闭，更换流量、压力传感器和组件活门。	21-51253 FLOW CTRL VALVE 21-51255 FLOW CTRL VALVE 21-51239 PACK FLOW SENSOR

二)，基本原理

机队当前全部安装的为-2 构型的 EFLOW 活门，也即是堵塞后失效在开的活门。

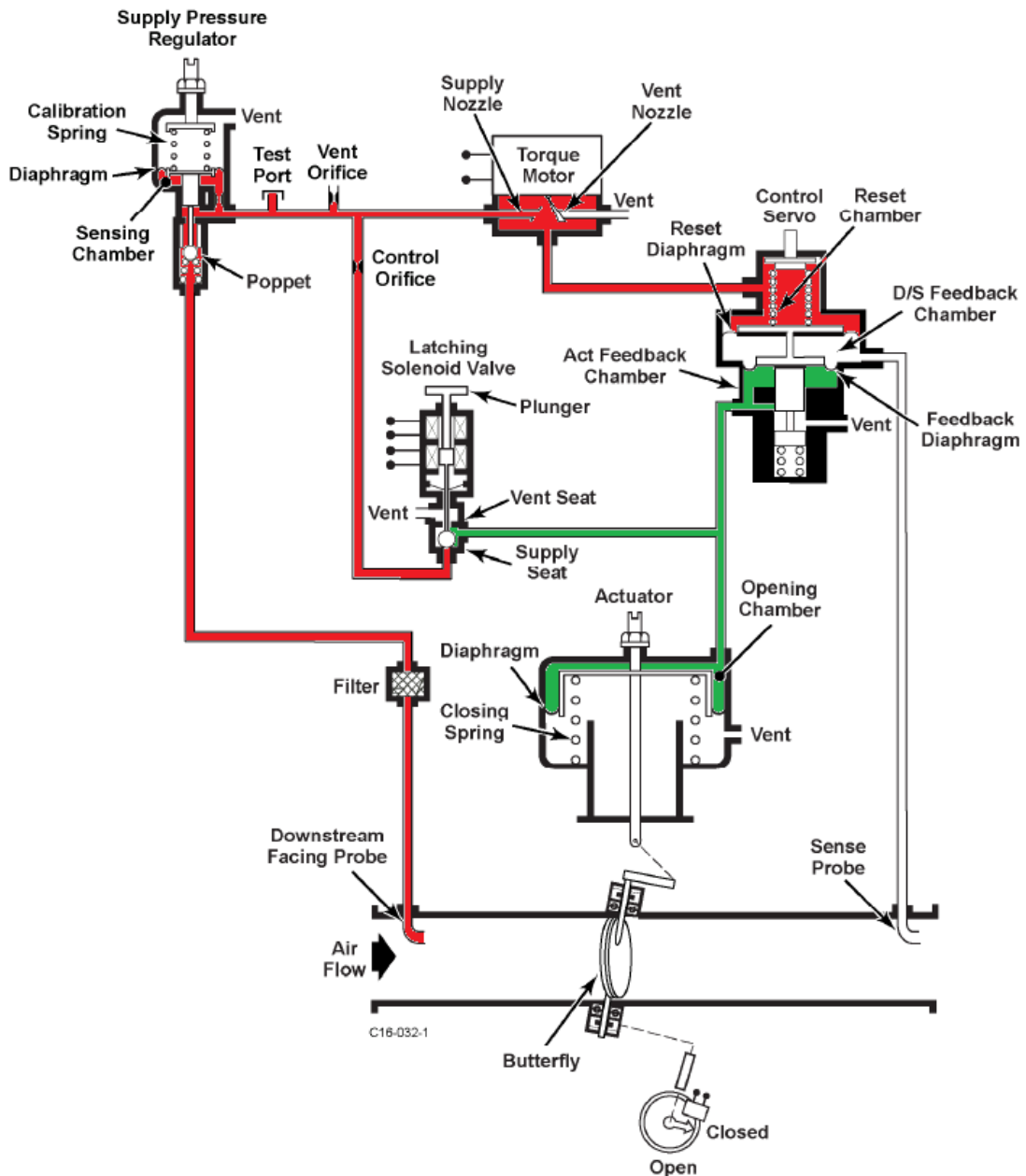
EFLOW 活门配套的由流量温度控制计算机 PFTC 控制，电子式流量传感器和电子式组件进口压力传感器来采集空调流量数据，PFTC 依据 P5-10 面板电门位置，组件进口压力传感器，组件流量传感器，ADIRU 姿态信息和 CPC 客舱压力来计算活门的位置。



PFTC 对 EFLOW 活门具体控制是通过活门上的电动马达 TM(TORQUE MOTOR)来实现的。-2 活门 TM 在 0 mA 输入情况下是常开状态，随着输入电流的变化，马达作动，调节放气的量，从而控制 CONTROL SERVO 的 RESET 腔体压力，相当于调节了 FEEDBACK CHAMBER 腔体的基准压力，这样 ACT FEEDBACK 腔体由于压力大，向上作动，从而通过 VENT 口放气，活门开始关闭。

从 CMM 手册可知，测试环节，当 TM 的输入电流达到 138 到 142 mA 的时候，下游的压力将减少到 1.5 PSI。可见当下游流量和压力信号给 PFTC 信号后，PFTC 可以通过扭矩马达控制活门到近乎全关的位置。在流量控制还是压力控制的优先级上，波音的解释为，设计上是压力控制优先，因为压力过大的时候可能会对空调系统下游的部件造成损伤，比如 TCV 等，这个时候就需要通过关闭活门来减少输入压力。

从工作压力范围看，活门可以在最低 8.5PSI 的输入下打开，设计上在进口压力达到 108-112PSI 的情况下，下游的调节压力可以到 62.5-65.5PSI 之间。



三) 故障分析

(一), 故障信息

1, 活门超压

由于在故障中有共同的代码为 21-51255 FLOW CTRL VALVE, 从 FIM 手册的解释可知, 表示组件活门感受到超压的情况。

(f) 21-51255 FLOW CTRL VALVE

1) Flow Control Valve Overpressure

厂家对这个故障代码的生成做了更进一步的解释:

1), 当 PFTC 感受到传感器压力大于 67PSI 超过 3 秒, 将会关闭活门, 并记录下 21-51255 的故障信息;

2), 当活门压力大于 48PSI, 小于和等于 67PSI 的时候, PFTC 将关闭活门, 但不会有故障信息记录, 而当压力降到 48PSI 以下的时候, 活门将自动重开。

3), 21-51255 这个故障信息, 在不同件号的 PFTC 上有不同的驾驶舱效应。P/N 51090248-002/-003 没有驾驶舱效应, 只会有历史故障信息; P/N 51090248-005 (机队无), 21-51255 故障信息会始终作为 ACTIVE 状态存在, 在机组再现的时候会有组件灯亮, 同时也可以查到相应的历史故障信息。

2, 压力传感器和流量传感器信息

1), PACK IN PRESSURE

21-51230 Pack Inlet Pressure Sensor High Fault

21-51231 Pack Inlet Pressure Sensor Low Fault

21-51232 Pack Inlet Pressure Sensor Drift Fault

分别表示压力传感器感受到的压力太高、太低和存在漂移。其中针对 21-51230 压力过高的解释, 厂家表示是在压力大于 156.25PSI 超过 6 秒才会被记录。

2), 21-51239 Pack Flow Sensor Drift Fault

组件流量传感器漂移信息, 这个信息在较多飞机有反映, 是设计原因导致的, 是传感器的加温后冷却时间不达标导致的。波音在 FIM 中也建议建议当组件流量传感器被加热到高温放气条件时, 两个流量传感器温度传感元件可能需要额外的时间冷却到环境温度。如果出现这种情况, 建议在大约 20 分钟后进行 PFTC 地面测试, 以确保没有组件流量传感器漂移故障。这将使流量传感器温度传感元件冷却并均衡。

(二), 失效原因分析

从以上分析可以知道, 活门的超压是由于压力传感器感受到了过高的压力导致的, 进一步的检查和现场验证发现了与压力传感器相关的几个问题:

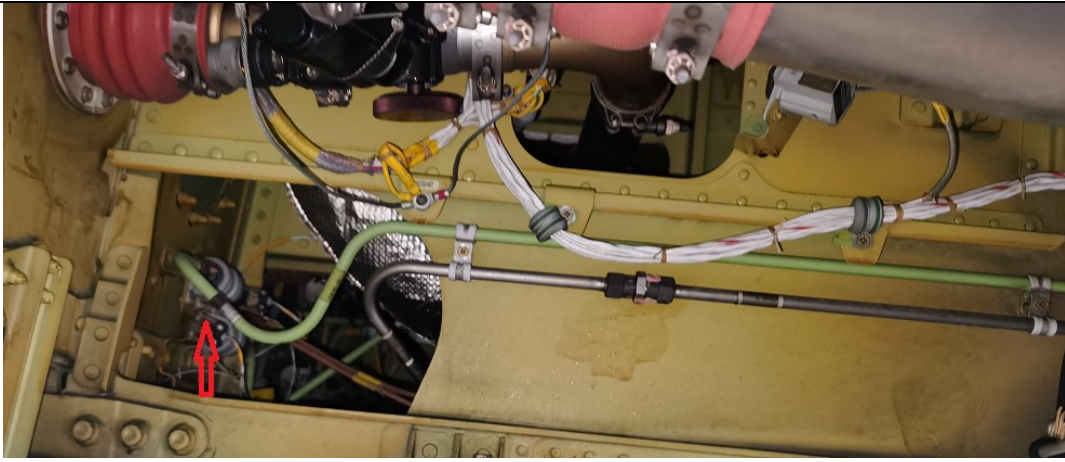
1, 压力传感器结冰

这个是在 7616 飞机上发现的, 当时故障稳定存在, 更换活门无效, 在执行压力传感器的检查过程中, 发现进口已被冰冻结。



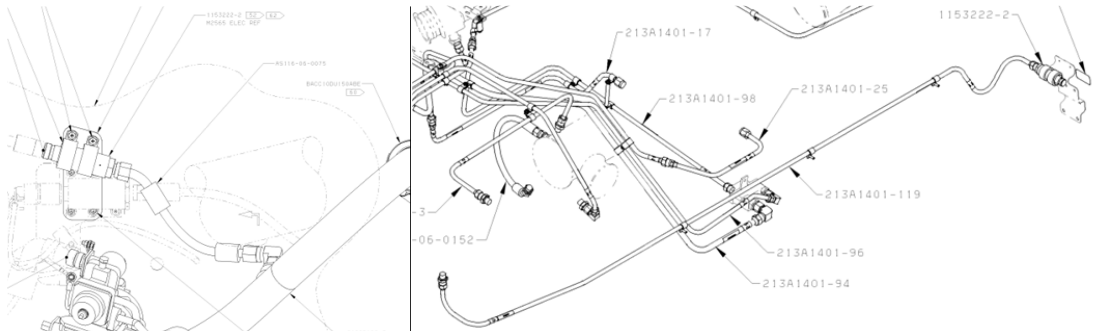
2, 压力传感器余水管堵塞

该传感器感受压力, 是从活门下游管路, 单独引出了一根信号管, 并在管路的转弯处低点开余水孔。从发现故障的 3 架飞机, 均存在余水孔堵塞的情况。



3, 设计要求

经厂家核实, Honeywell 的图纸对于传感器的安装, 是有相关要求的, 即传感器需要有 $15\pm 5^\circ$ 的仰角, 这样来防止冷凝水的集聚。而用在 EFLOW 活门压力传感器的位置, 却未采用这一方式, 而是水平安装。



4, 失效推导

从以上信息分析, 可以认为引气带来的湿热气体, 沿压力传感器信号管进入, 由于设计上的未遵循正仰角安装, 冷凝水可以直达传感器, 同时由于余水孔堵塞的原因, 管路中的水也被吹至传感器, 在冬天航后寒冷的天气情况下, 水结冰, 由于传感器压敏电感被冻住, 导致了输出值的异常, 从 7616 的案例看, 即便是在持续高温的热气加温的情况下, 由于被全冻结, 较长时间也会存在不能完全解冻的情况。如果全部解冻, 厂家认为有水或潮气, 对压力信号的输出是没有影响的。

四) 风险分析

基于以上分析, 该失效有以下风险存在:

-
- 1, 该故障导致的关闭, 无驾驶舱效应, 不易被机组识别和地面捕获;
 - 2, 存在放行风险, 将实际是跳开的故障, 按再现的条款放行。

四、小结

这一风险, 不亚于此前-1 构型的失效, 因而采取了以下措施进行纠正。

- 1, 执行 PFTC 的升级工作, 将当前-2/-3 构型升级至-5 构型。波音在沟通中表示可以免费执行, 需尽快沟通执行, 否则可能存在全球机队集中改装的可能。
- 2, 修改 MEL21-32 条款, 将读取有 21-51255 信息时, 需按 MEL 21-01 放行的条款。
- 3, 修改严控清单, 短期将 21-51255 信息列为不可放行要求。
- 4, 执行一轮机队余水口堵塞疏通工作, 后续作为每年秋冬换季工作在 9-10 期间完成。
- 5, 修改单组件放行 SOP, 增加相应信息读取的要求。
- 6, 修改 EFLOW 构型活门非指令关闭处置的 SOP, 增加相应检查的要求。
- 7, 在现有监控和机上打印提醒的基础上, 继续沟通波音看能否获取压力值参数, 从而制定针对压力传感器的监控。
- 8, 在冬季航前补充工卡中加入活门位置读取的步骤。
- 9, 跟踪波音传感器安装角度的最终改进和警示级别提醒。