

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2023-28-006	王康业	冯爱华	曾晶/2023.11.05

标题 电瓶性能问题导致反复出现静变流机信息

一、适用性

737

二、背景描述

2023 年 10 月，有飞机反复出现静变流机信息，偶尔伴随有 APU 启动不成功，部分指示灯闪烁等故障，经过多轮排故后，确定为电瓶性能下降导致，更换后正常。

三、解释说明

一)、故障表象

1)、启动 APU 后，ELEC 灯亮，P5-13 面板自检有 STAT INV INOP I 信息，复位后灯灭。

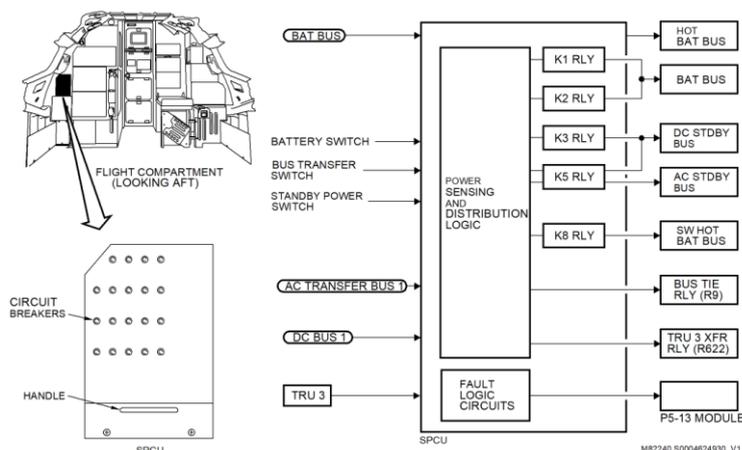
2)、APU 不成功，同时伴随双发 SPAR VALVE CLOSE 蓝灯闪烁，SPCU 一直有咔哒声音，转速不上升。APU 电门置 OFF 位后，SPAR VALVE CLOSE 灯恢复正常。自检 ECU 有 49-41012 NO APU ROTATION SHUTDOWN 信息。

3)、电源转换不成功，ELEC 灯亮，自检有 STAT INV INOP I 信息。自检有 49-11019 DC POWERLOSS SHUTDOWN 信息。

4)、六灯组件 ELEC、FUEL 和 OVHT/DET 三个灯再现不亮，灯光测试时也不亮。

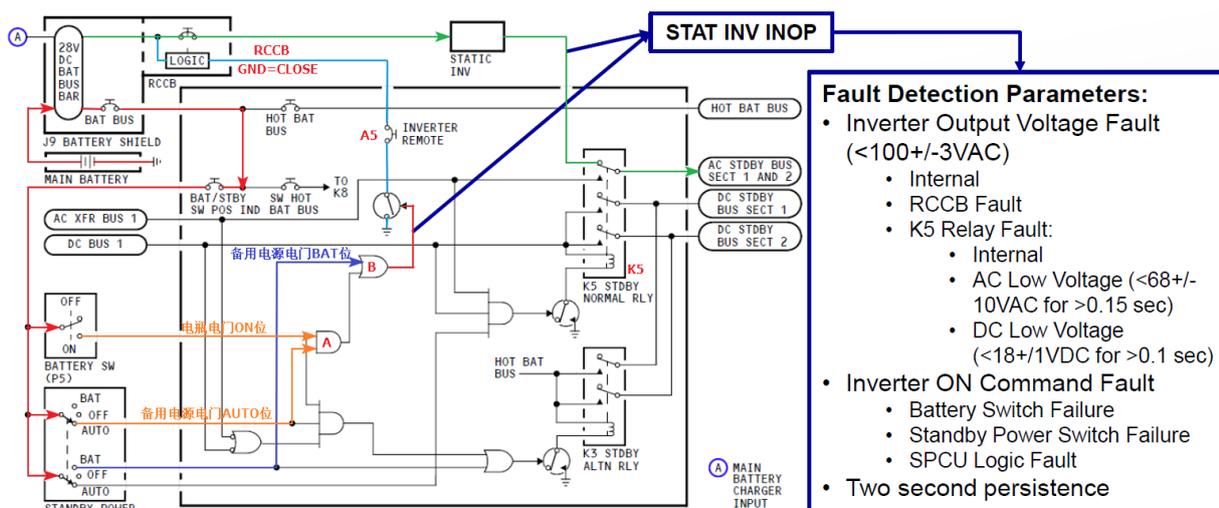
二)、基本原理

SPCU 通过内部的 5 个继电器 (K1、K2、K3、K5、K8) 来控制电源分配，并监控直流电源系统的故障。



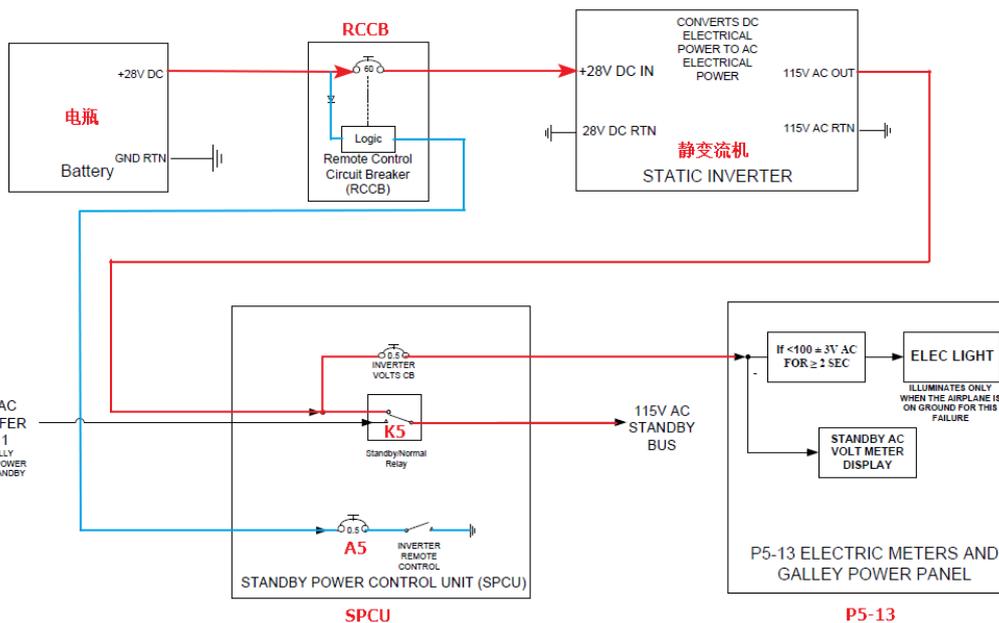
静变流机作为交流备用汇流条的备用电源 (将电瓶的 28VDC 转变为 115VAC)，当出现故障时会点亮 ELEC 灯。而 STAT INV INOP 故障信息的触发逻辑如下：静变流机的 RCCB 正常情况下处于断开状态，只有下图浅蓝色的逻辑电路获得地信号，RCCB 触点才会吸合，才能将电瓶的 28V DC 送到静变流机进行转化。SPCU 监控电瓶电门和备用电源电门的位置，以及交流和直流汇流条的情况。当满足条件时，通过

SPCU 内部的与门 A 和或门 B 使三极管接地，从而使得静变流机的 RCCB 获得地信号。在 RCCB 闭合后，若 P5-13 面板在 2 秒内探测到静变流机的输出电压 $<100 \pm 3V$ AC（电源品质不合格），则记录该信息。



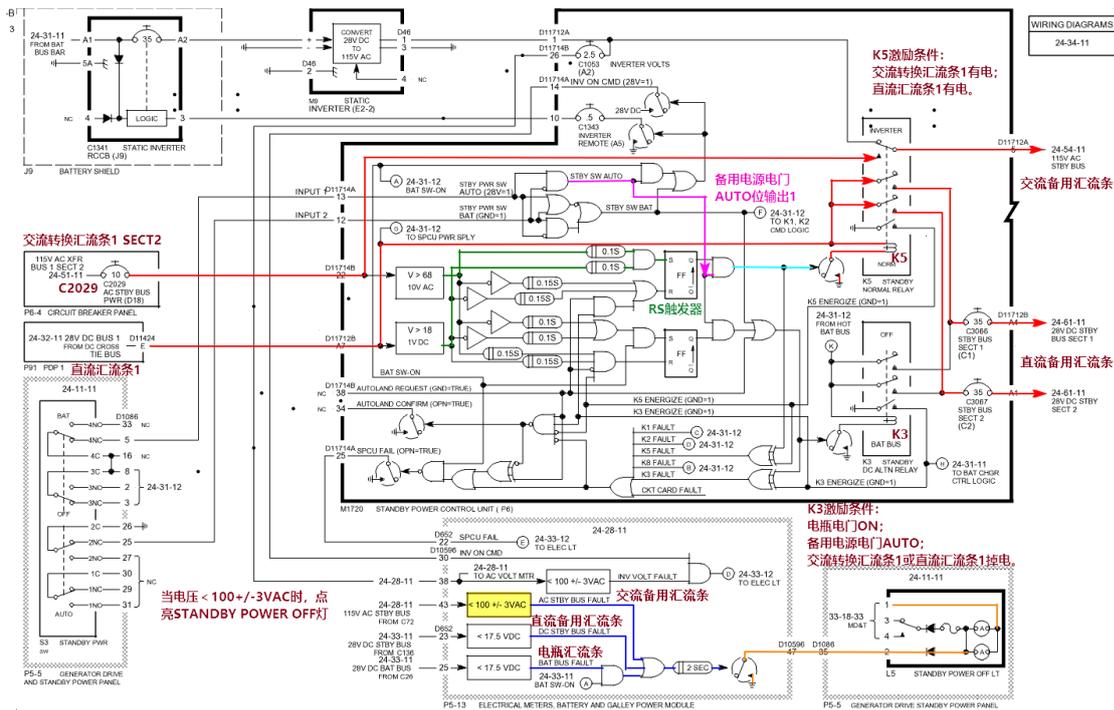
三) 故障分析

在本案例中，频繁出现 ELEC 灯亮，并伴随 STAT INV INOP I 信息。根据故障的触发逻辑可知，是 P5-13 面板间歇性的探测到了 INV 输出的电源品质不合格。涉及到的部件有：电瓶、RCCB、INV、SPCU、P5-13 以及相关线路。

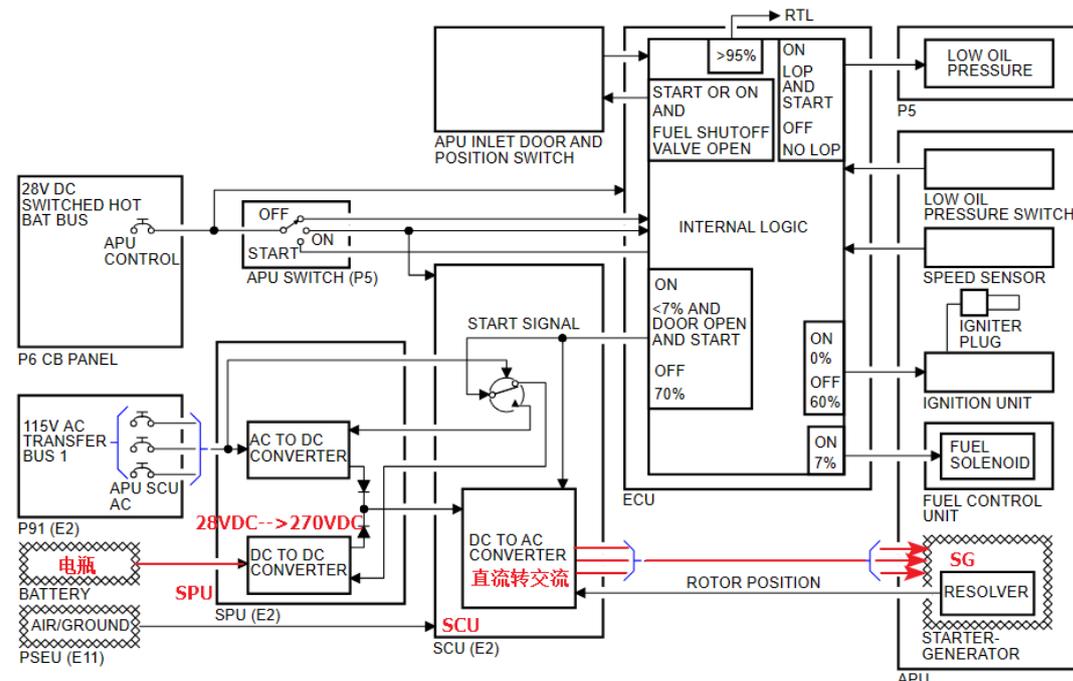


故障发生时，一直听到 SPCU 内部有咔哒声响，可以判断为是 SPCU 内的几个继电器（K1、K2、K3、K5、K8）来回作动的声音。而 SPCU 内部继电器的作动，一定是探测到了直流和交流汇流条存在故障，对电源重新分配的一个过程。而靠电瓶启动 APU 时，飞机尚未通电，AC XFR BUS 和 DC BUS 还没有电，正常 SPCU 内不应该会有触点来回转换的情况，假如这时 K5 继电器触点来回转换，就会导致 P5-13 探测到的 INV 输出的电源品质异常的情况。

因此故障源更倾向于 SPCU 本身，或供电上游——电瓶/备用电源电门的位置信号或者电瓶本身输出电压不行，而不是静变流机，因为 INV 故障并不影响 SPCU 内部的继电器吸合。

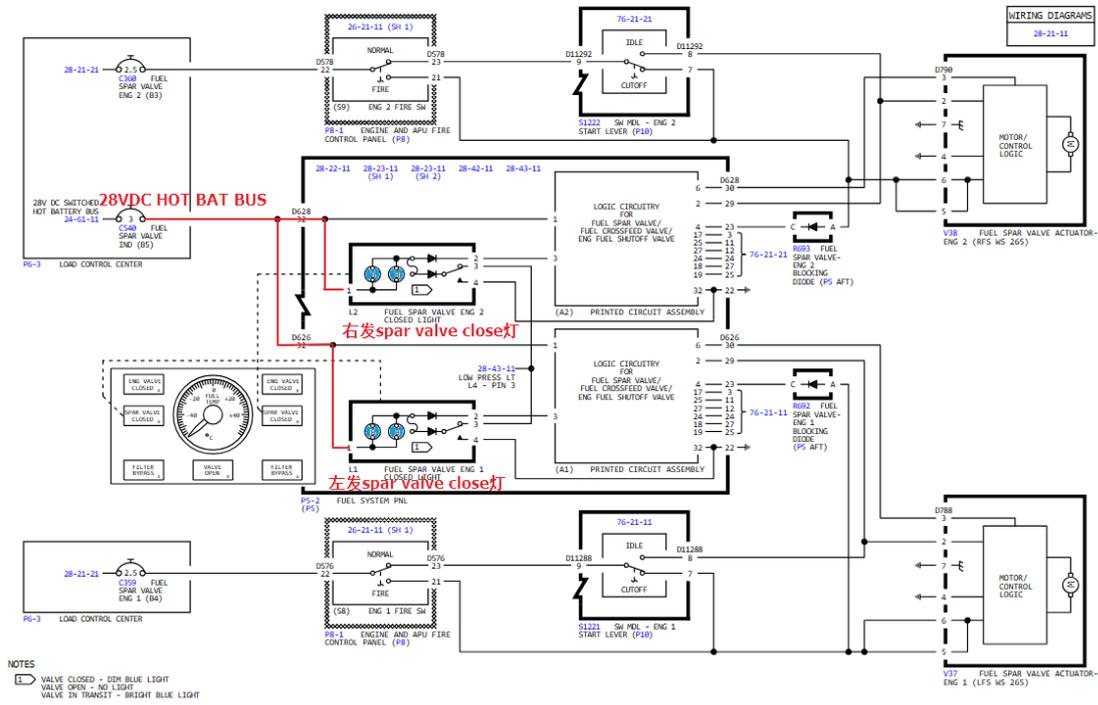


外一个故障现象：APU 启动不成功，SG 转速不上升。用电瓶启动 APU 是靠 SPU 将电瓶的 28VDC 转换成 270VDC（当电瓶电压低于 18VDC 时，无法启动），再通过 SCU 将直流转交流供给 APU SG 启动。所以，故障源要么是 SG 本身故障，要么就是从电瓶过来供给到 SG 的电源不行。



除此之外，还有一个较为显性的故障现象：双发 SPAR VALVE CLOSE 灯闪烁。根据 SSM28-21-11，

双发的翼梁活门的供电均来自热电瓶汇流条。该指示灯在地面未启动发动机时处于暗亮状态，当手柄和活门位置不一致时明亮，导致两个灯同时闪烁的可能原因只能是上游的供电（HOT BAT BUS）出现了异常：



将上述 3 个故障现象的故障源取交集，不难发现故障指向电瓶本身。在故障验证中也发现了电瓶电压下降较快，并完成了更换，更换后故障再未出现。检查中还发现 C1340 跳开关存在松动，是一个缺陷，但并不是本次故障的原因。

四、小结

通常电瓶的故障会伴随有电瓶充电器等信息，指向较为明确，但此次性能的衰退并未给出明确指向，导致在排故过程中，走了不少的弯路。需要结合多重故障表现来综合分析。

附：排故期间六灯组件部分指示异常。

由于从工作原理看，与以上故障未发现直接关联，仅做备忘分析。

一、故障现象

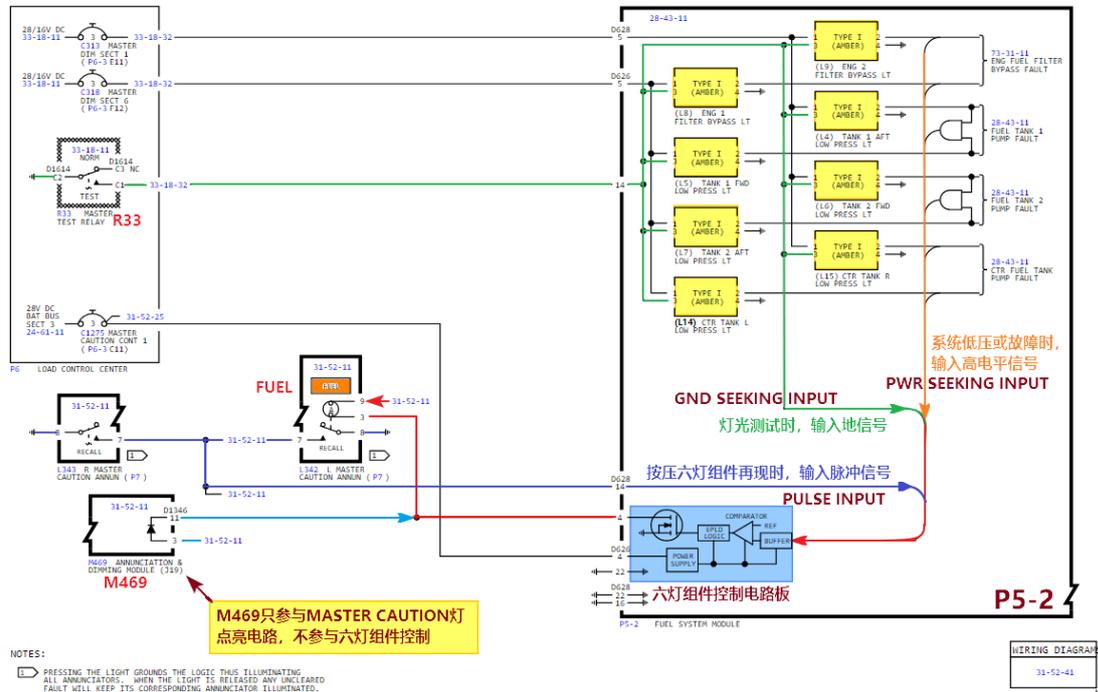
当日在地面电转 APU 电的时候，ELEC 灯亮，自检有 STAT INV INOPI 信息。清除故障信息后，在出港时反映：左侧六灯组件 ELEC FUEL OVET/DET 三个灯再现不亮，灯光测试时也不亮。和其他正常位置对串灯泡确认灯泡正常，更换左侧六灯组件，故障依旧，后续复位 P6-4 F14（DC BUS INDICATION BAT）F16（DC BUS INDICATION BUS1）六灯组件 ELEC 灯亮，整机断电后重新上电测试正常。后续又反馈右侧的六灯组件 DOOR 不亮，参考 MEL33-16A 放行。

二、故障分析

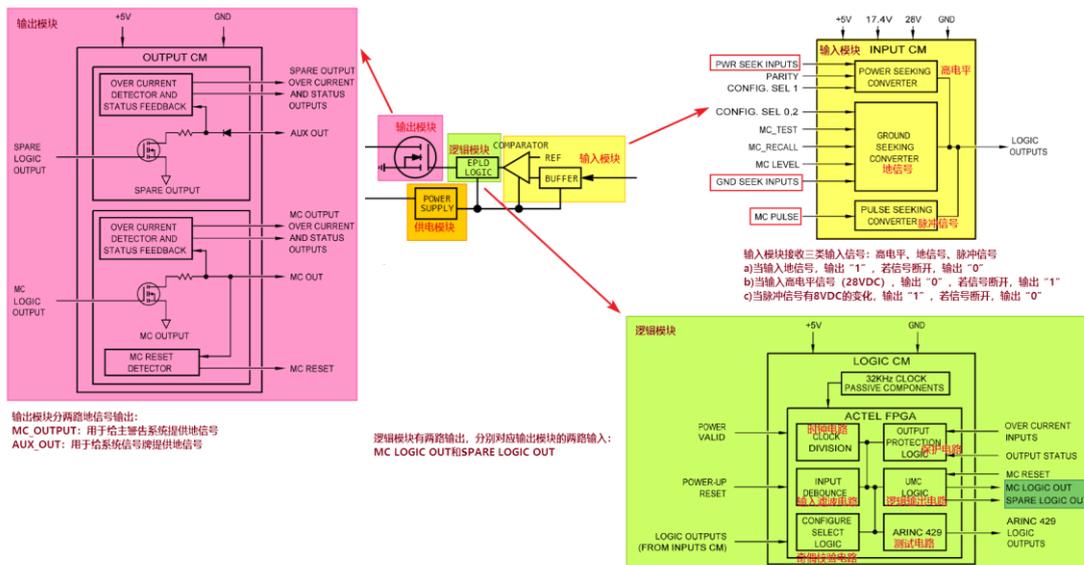
ELEC、FUEL、DOOR 和 OVHT/DET 按压再现时不亮（并非所有的灯不亮），很明显是六灯组件本身的问题（很可能是按压时个别弹片触点没有可靠接地，因为供电端故障会影响所有灯的指示）。

下面以 FUEL 灯为例分析（其它灯类似）：六灯组件内的各个指示灯控制逻辑在对应系统面板的 EPLD

集成电路板内，电路板又分为 4 个模块（供电模块、输入模块、逻辑模块、输出模块）。下图使用三种颜色（蓝色、绿色、橙色）来区分几种点亮 FUEL 灯的输入控制线路：灯光测试时，通过 R33 给面板内的电路板提供 GND SEEKING INPUT 信号；当系统存在故障时，给电路板提供 PWR SEEKING INPUT 信号；当按压再现时，给电路板提供 PULSE INPUT 信号。



当按压六灯组件时，再现这一动作，相当于给输入模块发送 PULSE INPUT 信号。动作结束后，EPLD 逻辑模块将综合各个输入信号，通过输出模块给 MASTER CAUTION 和六灯组件提供地信号，从而点亮 FUEL 灯。



最终，该故障现象也在更换两侧的六灯组件后消失。

如果从单一故障源出发来思考，六灯组件的相关电源头都来自于热电瓶汇流条 3，与上述供电问题的出现是强相关，但在不同的系统却发生了不同的表象。目前无法有效解释。可能是在面板逻辑模块中产生了锁定，在复位跳开关或断电后故障现象消失。

