

电路角度浅谈塞斯纳奖状 560APU 上电失效原因

缙泽

中国民用航空飞行校验中心

DOI:10.12238/etd.v5i5.9113

[摘要] 本文从电路角度分析塞斯纳奖状560APU上电失效的原因,对飞机APU上电操作、原理以及元件功能进行了详细介绍,同时针对故障现象进行分析,论述了详细的排故思路,提出优化方案,减少此类故障的发生,保障飞机安全运行。

[关键词] 民用航空; 飞机维修; APU; 电源系统; 改进措施

中图分类号: V423.8 文献标识码: A

From the perspective of circuits to discuss the reasons for the power-on failure of Cessna Citation 560APU

Ze Gou

Flight Inspection Center of CAAC

[Abstract] This paper analyzes the causes of the power-on failure of the Citation 560APU from the perspective of circuit, introduces the operation, principle and component functions of the aircraft APU on power in detail, analyzes the fault phenomenon, discusses the detailed troubleshooting ideas, and proposes an optimization scheme to reduce the occurrence of such faults and ensure the safe operation of the aircraft.

[Key word] civil aviation; Aircraft maintenance; APU; Power supply system; Improvements

引言

飞机APU全称Auxiliary power unit,是飞机的辅助动力装置,安装在飞机尾部,APU是一种小型涡轮发动机,具有体积小、重量轻、寿命长、起动时间短、能够输出压缩空气,可以独立工作的特点^[1]。APU可以独立的向飞机各电力系统供电,向空调系统提供气源,通常是飞机在地面发动机关车时向飞机系统供电供气;或紧急情况发动机在空中停车时使用,部分飞机APU也向发动机一样提供部分动力,本文探讨塞斯纳奖状560飞机APU,如图1所示,不向飞机提供动力。作为飞机的备用系统,保证APU的正常运行是非常必要的,确保APU正常向飞机系统供气供电。本文论述造成塞斯纳奖状560飞机APU上电失效几种原因,在实际工作中可优先依据这几种可能性进行排故工作。优先监控故障率高的元件,减少此类故障的发生。

1 故障现象

起动APU向飞机系统供电,按下BLEED AIR电门向飞机系统供气,驾驶舱中控台电压表由28.5V下降到24V,APU停止向飞机系统供电。在显示器上出现白色“APU GENERATOR OFF”的CAS信息。

2 排故思路

2.1 起动APU步骤

首先起动APU需要按步骤进行,不正当的操作顺序会导致

APU起动机下线,造成不能向系统供电的现象。

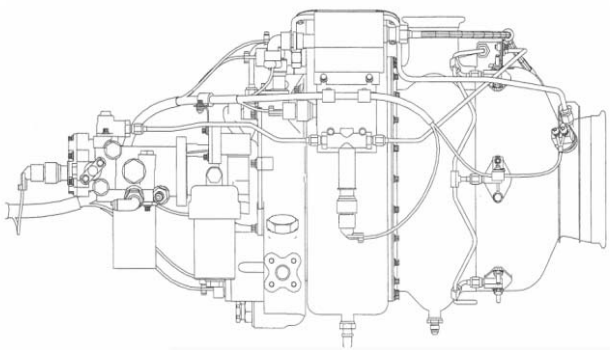


图1 塞斯纳560APU结构图

塞斯纳奖状560正常起动APU的流程:如图2,按下驾驶舱主驾驶右手位的BATT ON由飞机电瓶向电瓶主汇流条供电,观察电瓶电压不要低于24V;按下位于副驾驶右侧的APU MASTER电门;按下APU TEST电门对飞机APU子系统进行测试;测试通过后按START电门起动APU,此时APU RPM%数值上升,APU EGT温度上升,当APU RPM%数值上升至100%时,位于右侧的READY TO LOAD信号牌点亮,此时可以按下GENERATOR电门由APU向飞机系统供电,观察位于中央操纵台的电压表数值上升至28.5V说明上电成功,按下BLEED AIR由APU向飞机系统供气。



图2 塞斯纳560APU操作面板

2.2 CAS信息分析

APU GENERATOR OFF			
Color	Inhibited By		Debounce
Amber	LOPI	TOPI	Standard
White			

This message is displayed when the APU is on and the APU generator relay is not closed. The message is white if the APU generator is not selected on. Refer to amber EICAS message for details.

图3 CAS信息解释

由该图3可知：当APU在正常工作时APU GENERATOR继电器不吸合会显示此信息。

2.3 电路分析

由图中分析可知，APU需要电瓶电压辅助其起动，当按下START电门时，APU START继电器闭合，APU起动机从电瓶汇流条取电以起动APU，当APU转速达到可以加入负载的标准后按下GENERATOR电门，APU GEN继电器闭合，向交输汇流条供电。如图4：

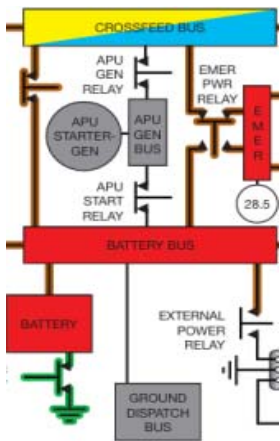


图4 电子汇流条简图

2.4 各元器件功能分析

APU向系统上电需要以下部件参与完成：

GENERATOR电门, 如图5; GCU (GENERATOR CONTROL UNIT 起

动机控制组件), 如图6; APU CONTROL PCB电路板, 如图7; APU 启动继电器, 如图8; APU启动发电机, 如图9。

GENERATOR电门是两位电门, 当按下此电门, 电门上的ON灯会点亮, 电门内部触点间的连接方式会改变。

APU CONTROL PCB电路板：根据GCU输入信号和其他条件的输入信号进行逻辑运算得出是否可以向GCU返还闭合APU GEN继电器的信号。

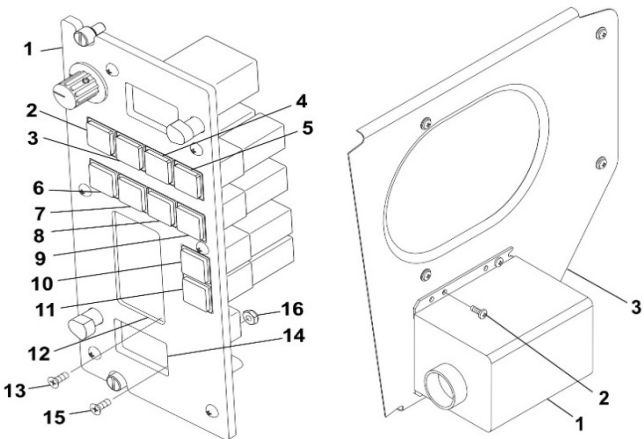


图5 GENERATOR电门 图6 GCU起动机控制组件

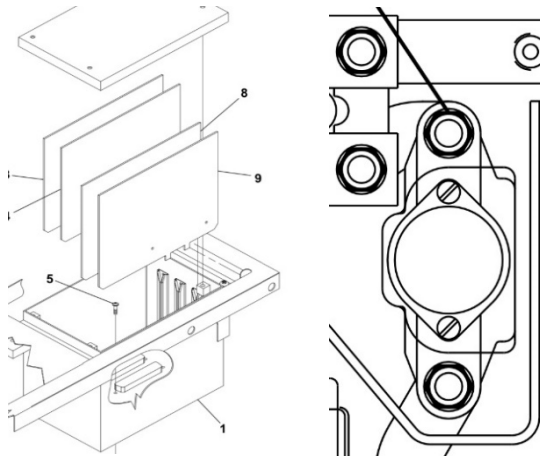


图7 APU启动继电器 图8 APU GEN继电器简图

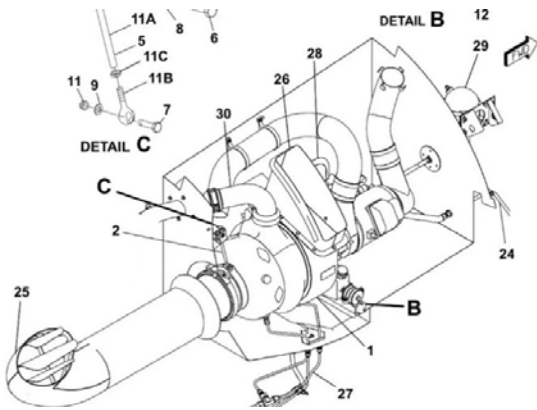


图9 APU起动机简图

GCU起动控制组件: 主要功能有: 通过控制发电机断路器和汇流条断路器, 来实现对供电系统的保护, 当有故障发生, 或者发电机参数不符合用电要求, 控制断路器, 可以实现对故障的有效隔离和保护; 提供和控制励磁, 通过GCU的控制模块控制电流来控制励磁的大小, 从而达到控制发电机的各项参数的要求; 保护电源系统和励磁, 防止其电气参数超出限制; 通过自身的BITE进行自测试(BIT), 维护发电机的正常运行, 及时隔离故障并储存故障信息, 为航后维修提供必要的参考^[2]。当出现过载、缺相、短路、过压、欠压、漏电、三相不平衡、过热、轴承磨损、发电异常等情况, 会在GCU本体的故障显示灯上有显示。如图10:

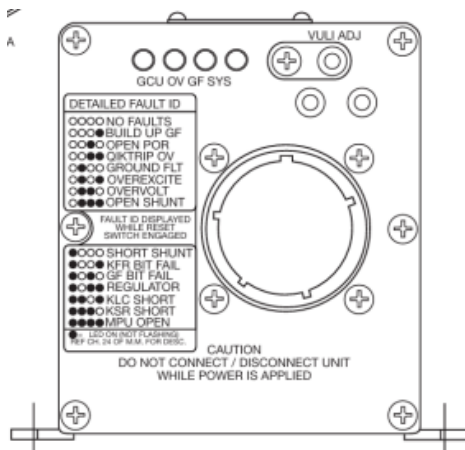


图10 GCU起动控制组件故障灯

APU起动继电器: 继电器相当于开关, 需要电压差帮助闭合继电器, 根据电生磁的原理, 线圈通电后, 会产生磁场, 根据通电电流的大小, 产生的磁场大小不同, 当施加的电压达到其作动电压值时, 电磁吸力便大于弹簧力, 衔铁作动, 触点闭合; 线圈断电后, 触点在弹簧力的作用下返回, 触点断开^[3]。在塞斯纳奖状560飞机上, 闭合电压由GCU提供。

APU起动机: 560的APU起动机是直流起动发电机, 是飞机电源系统的直流电供电设备, 励磁由GCU提供。

2. 5元器件参与到电路中的流程

按下GENERATOR电门, 电门触点位置改变, 此时GCU输出28V高电位信号通过电门连接发送到APU CONTROL PCB电路板上, 通过电路板内的逻辑计算将一个信号输出回GCU, GCU收到信号后分别输出高电位和低电位到起动继电器两端, 起动继电器两端形成电位差后吸合, 系统上电。

3 故障原因

电门: 长期按压电门导致内部触点位移, 触点之间接触不好导致电流信号传输断续;

电门内置弹簧回弹不到位也是导致电门故障的原因之一, 高频率的按压电门使弹簧疲劳, 回弹不到位使触点间出现接触不良的情况。

继电器: 继电器老化或生锈会导致通电不吸合和断电粘合的故障, 使继电器功能失效。

GCU: GCU位于塞斯纳奖状560的后尾舱, 该飞机尾舱空间密封效果较差, 当飞机处于长期潮湿的环境下, 水蒸气进入GCU起动控制组件内部, 可能导致GCU内的逻辑控制板局部短路或短路的情况, 潮湿环境是导致飞机电子件故障的主要原因之一。

APU CONTROL PCB: 位于副驾驶侧的右后侧的侧窗下方, 安装在保护盒内, 正常工作定检中拆装不到位导致插钉与电路板接触不良是导致电路板故障的原因之一, 拆装环境中存在静电也会损坏电路板。

4 方案优化

4. 1操作优化

当正常操作APU使起动机转速达到百分之百, 按压GENERATOR电门后, 不要立即按BLEED AIR电门, 延长间隔时间, 使电路得到缓冲, 避免在短时间内加入过大负载。

4. 2对易损部件监控

按键使用频次高, 每次飞机上电起动APU都会操作电门, 要对电门按压手感以及电门背光灯进行检查;

继电器位于飞机后尾舱, 密封性较差, 长期处于潮湿环境下会有生锈的风险导致其粘连, 航前航后加强对继电器进行监控避免上面有锈迹。

4. 3对电子器件的监控

GCU位于飞机后尾舱, 在潮湿天气水蒸气易进入, 飞机长期停放在非机库的环境时, 应堵好APU堵头, 尽可能防止潮湿气体的进入;

APU CONTROL PCB电路板属于静电敏感元件, 每次对电路板检查或更换时, 应该带好防静电腕带, 避免摩擦产生电弧, 损坏电路板。

4. 4对APU起动发电机本体进行监控

拆除APU外侧盖板, 对起动机外观进行检查, 对内部花键检查等。

5 结束语

飞机APU系统是电子系统与机械系统的结合, 当APU出现故障时, 尝试用电路的角度分析故障原因, 可以快速排除电子元件的故障, 若更换电子件后仍无法排除故障, 再考虑机械部件的原因, 电子部件相对于机械部件更容易更换, 优先排除电路故障可大大减少排故时间, 更好的保障飞机运行。

【参考文献】

[1] 依蔓, 史庆起. 飞机上的“小不点儿”——辅助动力装置APU[J]. 知识就是力量, 2024, 45(7): 30-31.

[2] 翁诚. 飞机GCU自测试功能研究及故障分析[D]. 天津: 中国民航大学, 2012.

[3] 郝劲松, 刘峰. 活塞发动机飞机结构和系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.

作者简介:

缙泽(1997—), 男, 汉族, 河南省新乡人, 本科, 助理工程师, 从事航空器维修和维修管理研究。