

737NG 飞机 APU 常见故障总结

山东航空北京维修基地 - 王海滨

关键词 737NG 飞机 辅助动力装置 (APU) 故障 判断 维修

摘要:

随着航空事业的飞速发展,当前国内 737NG 飞机都配有辅助动力装置 (APU) 来增加飞机的安全性和舒适度,但是随着运用的越来越频繁,APU 的故障率也随之增多,维修的成本也越来越高,这就需要对辅助动力装置的故障判断要精确,来减少维修成本。

737NG 飞机 APU 系统围绕其使用功能,故障的出现频率还是比较高的。在 APU 的引气系统方面,像引气压力低、引气不可用、不稳定,无法用来启动发动机或引起空调不可用等等;在 APU 的供电方面,像无法供电、自动掉电、电压频率不稳定等等;在 APU 启动过程中和运行过程中出现的故障也不少,因此按 APU 故障出现的时间来划分,可以大体上分为两大类:启动过程中出现故障和正常运行过程中出现故障。APU 为一台单轴的燃气涡轮发动机,工作转速恒定。它驱动一台发电机,气动负载压气机和一个减速齿轮箱。其核心就是一台恒速的发动机,能提供电负载和气负载。而其核心控制部件是 ECU 和 FCU; ECU 控制 APU 的功能,并通过内置自检系统监控 APU 的功能;

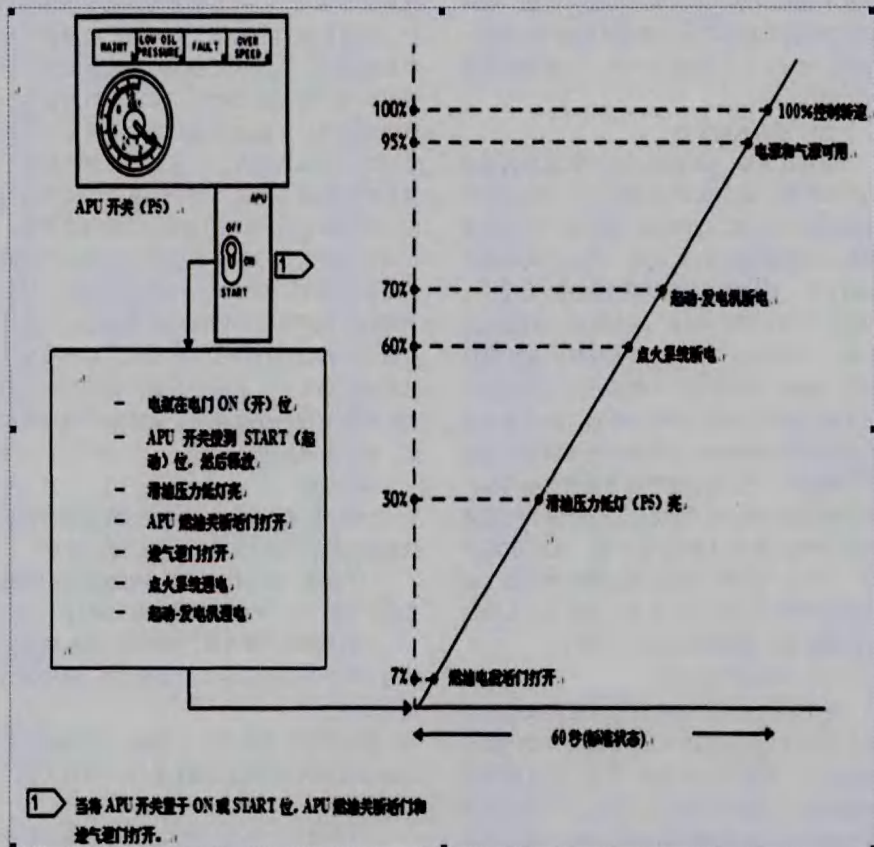
在 APU 启动、加速和保持恒速工程中 FCU 给流量分配器和流量分配器电磁活门供应正确的燃油流量迄今为止,各种 APU 故障发生了很多起,有的故障现象很明显,不难排除;但是有些故障发生的原因有很多种,所要考虑的问题有很多方面。下面就简单的总结一下。

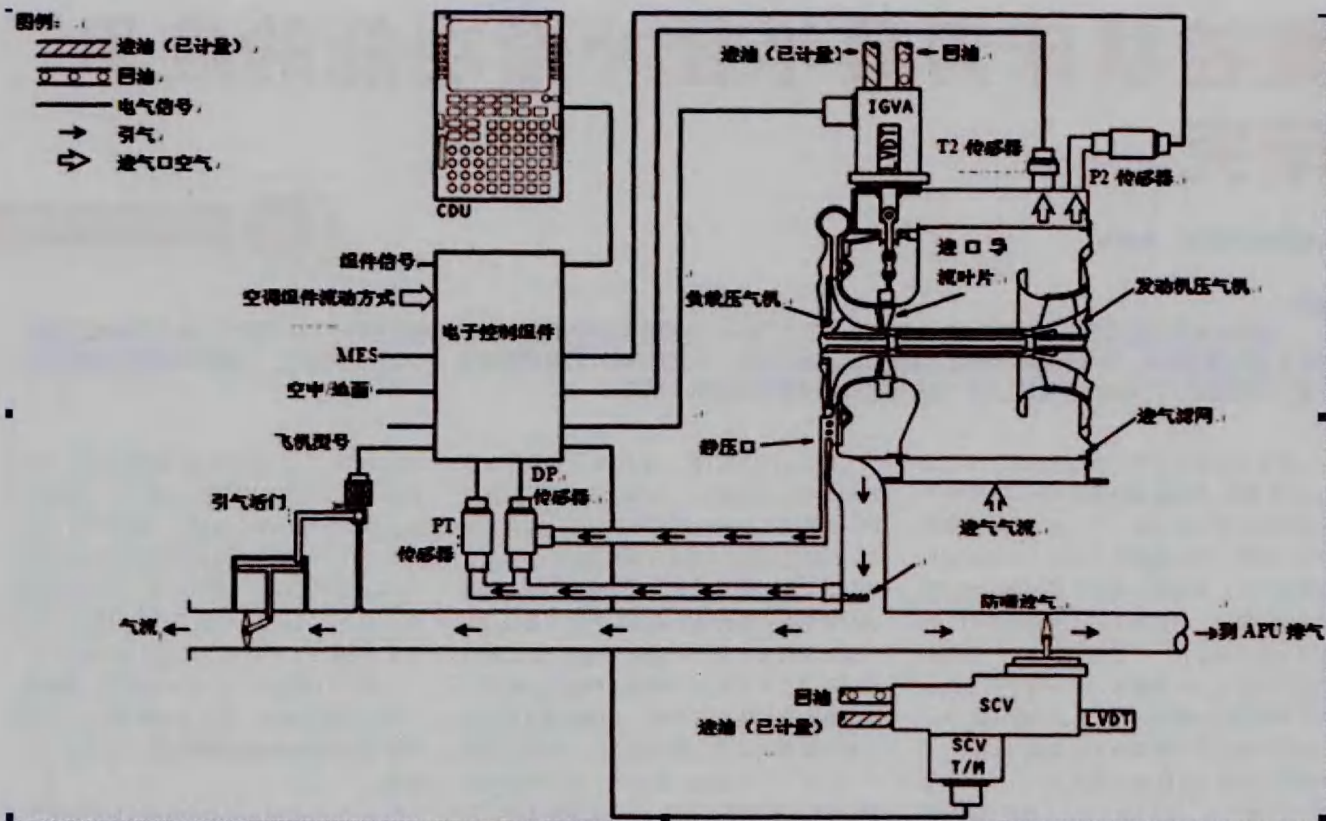
首先来看下 APU 启动过程中所遇到的一些情况。当将 APU 电门拨到 START 位置,然后释放,开关将返回 ON 位, ECU 打开 APU 燃油关断活门和 APU 进气道门。当进气道门完全打开,门上的位置电门闭合,发送一个门已完全打开的信号给 ECU。当进气门完全打开时, ECU 给 SCU 发送信号, SCU 通知 SPU 给其供应 270V 直流电。 SCU 将 270V 直流电变换为交流电,供给启动发电机工作。具体的启动步骤如下图

通常所见到的故障就是 APU 无法启动,启动过程中伴随着一些指示信息 (P5 和 P8), 相关的部件为 ECU、SPU、SCU、启动发电机、点火系统、FCU、火警探测器等。例如: a. 若 APU 启动两三次才启动成功,没有任何的显示信息,但是 ECU 自检 CDU 中能读到故障信息,一般为 ECU 内部的间歇故障。对于有时候 APU 能正常启动有时候不能启动的故障,可以先检查进气道包括滑油冷却进气道是否有外来物,这是因为气路的堵塞会造成供气或滑油冷却不足,导致不能及时供油点火或超温。如果以上正常,就要考虑启动发电机、FCU 和点火系统的故障了。一般启动发电机故障的概率比较大,如果启动发电机和点火系统是正常的,那么 FCU 故障的概率是比较大的。因为 FCU 供油出现问题容易导致发动机转速起不来,导致无法启动。 b. 在 APU 启动过程中,伴随着“FAULT”灯亮的频率是比较高的,一般读取 CDU APU BITE 都会有故障信息,多数情况下都是启动发电机故障, SCU 故障,点火电嘴或点火激励器故障。 c. 如果伴随着其他的指示现象,如低滑油压力灯(启动前期亮是正常的)、超速灯、APU 探测器不工作灯亮、EGT 显示温度过高等这些故障现象都比较直观,很容易判断出故障原因。 d. APU 进气门作动筒打不开、卡死在关位的情况也会导致 APU 启动不成功。有时在航前会出现 APU 第一次启动不成功的假故障现象,那是由于航后未等到 APU 进气门完全关闭就断电,导致航前启动不成功。 e. 有时会发生这样的故障现象, APU 正常运行时候能供气但是不能供电,再次启动的时候却启动不成功,这种情况下启动发电机故障的概率比较高的。

下面来看下 APU 启动成功之后所遇到的一些情况。 APU 正常启动之后所牵涉到的故障主要有气负载、电负载、自动关车或其他异常。

气负载方面: 引气方面出现的比较多问题是引气压力低、引气不可用、引气压力不稳定等。 APU 引气系统主要部件有负载压气机、IGV、IGVA、BAV、压力传感器 (P2、PT 和 DP) 和 SCV。其中 ECU BITE 能检测的部件为 BAV、IGVA、SCV 和压力传感器。而负载压气机和 IGV 不是航线可更换件。如下图 (APU 引气系统):





在进气门正常的情况下, 引气压力低故障常见的原因是引气活门 BAV 性能下降或故障。由于 BAV 原因还会导致主发动机启动时间长或无法启动。当然 APU 发动机压气机烧蚀或掉块较严重时也会引起增压不足而导致引气量不足, 这一点是容易被忽视的。对于引气不可用、无引气的情况, 发生的次数不是很多, 一旦出现就要作具体分析。先从 CDU 上读取相关信息, 看 BAV 是否卡死在关断位 (如果是, 那就是 BAV 或 ECU 故障), 是否有故障历史 (一般会出现压力传感器的相关信息, 如果有就检查下相关传感器插头内是否有水汽, 清洁一下或者更换故障传感器) 这样一般都能把故障排除。有时会有这样的情况: 当 APU 启动好之后, 接通引气的时候会导致电压频率下降接近掉电边缘甚至会自动卸载, 这时就要考虑 FCU 了。为什么呢? 因为发电机频率过高或过低时由于供电保护而供不上电, 发电机频率是由发动机转速来决定的, 而发动机转速 (过低) 又是由 FCU 来决定的。由于 FCU 性能下降, 供油不顺畅导致 APU 加负载时转速下降, 从而引气发电机频率下降, 甚至掉电, 卸载 (引气不可用)。至于引气压力不稳定的情况, 那就要检查进气道是否有异物, 引气管路是否有泄露、脱开, 压力传感器管路有无泄露、脱开, 如果还伴随着喘振、放炮声音, 那就要考虑 SCV 故障了。

电负载方面: APU 供电方面的故障最常见

的就是自动掉电, 有时也有刚启动好 APU 电源直接失效的情况。对于有故障信息的情况就比较好处理, 无任何故障信息的情况下, 就要结合相关的故障现象进行分析, 首先最容易想到的就是启动发电机故障 (非开关、继电器的间歇故障)。如果是启动发电机的故障, 会伴随 MAINT 蓝色灯亮, 一般关车后再次启动就会发生启动不成功的现象。对于电源失效的情况, 如果启动发电机没有问题, 那就要考虑 APU GCB 是不是故障。还有一点就是上面提到的 FCU 故障, 也会引起掉电的情况。自动关车: 引起 APU 自动关车的原因有很多, 而且一般会伴随相关的指示信息 (故障灯, 超速灯, 低滑油压力灯, EGT 超限, 火警等), 在 CDU 上也能读取相关的故障信息。就实际来讲, 由于 ECU 故障, 超温 (由滑油滤堵塞或滑油冷却器脏造成), APU 本体故障 (内部磨损至磁堵有大量金属屑) 造成的自动停车概率是相当大的。

其他异常: 主要有 APU MAINT 灯亮, APU 燃油增压泵跳开关跳出, APU 无法关断, 空中双引气灯亮或时亮时灭, APU 关车后有异响以及在 APU 正常运行情况下 CDU 上读到的一些故障信息等等。对于 APU MAINT 灯亮的情况还是比较常见的, 首先测试 CDU 是否有故障代码, 有故障代码那就好说, 如果没有, 就检查 APU 滑油量是否正常, 不够就补充。滑油量正常的话, 那先考虑是不是间歇故障, 重新启动 APU 看故障

现象是否依旧, 如果依旧那就串件 ECU 试试, 要是还不行, 启动发电机和滑油量传感器故障的概率是比较大的, 而在历史上我们公司 737NG 飞机因为启动发电机故障而导致 MAINT 亮的情况是最多的。对于 APU 燃油增压泵跳开关跳出的情况还是比较简单的, 一般都是 APU 直流燃油泵故障, 如果发生在过站, 能复位并测试正常的可以飞行观察, 不能复位的拔出跳开关并参照 MEL 49-8 放行。对于 APU 无法关断的故障, 一般都是 APU 主控电门故障。空中双引气灯亮或时亮时灭和 APU 关车后有异响, 引起这些情况最大可能就是引气活门性能下降或失效。对于其他有故障代码的一些非常见故障可以直接查询参照 FIM 处理。

上面就一些 APU 的常见故障做了一下简单的总结。另外在实际的 APU 维护工作中, 我们也要规范自己的操作, 因为不规范的操作会直接导致 APU 性能下降, 减少其使用寿命。例如: APU 启动好之后, APU GEN BUS 灯刚亮时, 这是 EGT 是还没有稳定的, 也就是 APU 发动机工作还没有稳定, 这时直接加负载, 时间长了会直接减少 APU 寿命。关闭 APU 时, 不等进气门完全关闭, 不经过冷却循环就直接断电, 这样在航前很容易引起 APU 的启动故障。还有就是关闭 APU 时, 不断开电负载就直接关闭 APU 的情况; 右后勤务门打开要及时关上, 防止异物被吸进 APU 进气道等等。