

波音 737-300 飞机发动机油门杆错位排故分析

常 城

(山东太古飞机工程有限公司, 山东 济南 250107)

【摘 要】波音 737-300 飞机发动机油门系统控制复杂, 既包括钢索、滑轮和连杆组成的机械控制机构, 也包括自动油门计算机、扭力电门等组成的电子系统, 同时还涵盖发动机自身的推力和转速控制系统的工作, 因此出现油门杆错位故障的时候, 必须认真分析, 逐步检查和测试, 才能尽可能缩短时间, 少走弯路, 从而迅速的排除故障。

【关键词】油门杆; 错位; 排故; 分析

【Abstract】The thrust lever system are very complex on Boeing 737-300 aircraft, which include mechanism system, electric system and engine control system concerning many components. When encounter thrust lever stagger problem, it is very import to analysis, check and test carefully step by step according to the trouble shooting guide in order that the problem will be fixed in a short period of time.

【Key words】Thrust lever; Stagger; Trouble shooting; Analysis

0 前言

波音 737-300 飞机两台发动机的油门杆会出现不匹配的故障, 表象就是驾驶舱的双发油门杆位置不一致(错位), 飞行员一般称之为“剪刀差”。由于一般发生在飞机巡航状态, 且飞机自动油门系统工作, 因此从排故的角度而言, 涉及到发动机的操控和调校以及自动油门系统的工作, 部件众多, 系统复杂, 非常容易导致排故的周期延长, 对航班正常运行造成极大影响。因此在排故过程中必须对故障现象和各个测试参数进行认真分析, 制定详细周密的方案, 才能够迅速有效的排除故障。

1 油门杆错位故障的判别

由于油门杆系统牵连的系统和部件众多, 因此初步的故障范围判断就显得非常重要, 在判别故障情况的时候, 有几个系统状态需要特别注意, 在与机组沟通或者查阅译码数据的时候, 应该特别关注:

第一, 就是自动油门的状态, 就是故障发生的时候, 是否在自动油门的状态下, 这个涉及到排故大方向的问题, 如果不在自动油门 AT 状态下, 则可以排除自动油门系统的故障, 将排故方向锁定在发动机操控系统上。

第二, 就是发动机的工作状态, 包括发动机是否在稳态工作, 发动机有无故障灯指示, PMC 的工作状态等等, 需要明确当发生故障的时候, 发动机的推力 N1 指示是否是一致的。如果是在发动机稳态工作状况下发生故障, 则一般是发动机操控系统的故障; 如果是在发动机动态过程中, 则发动机可能还存在加减速不一致的故障。

一般比较常见的故障主要是两类: 一类是发生油门杆剪刀差的时候, 发动机推力 N1 指示基本一致, 这一般是由于发动机的操控系统造成的故障; 另一类是在自动油门状态下出现剪刀差, 但是 N1 指示也不一致, 此类故障多数是自动油门

系统的故障。在实际排故过程中, 应该以现场实际发现为基础, 根据不同的现象采取不同的排故方法, 下面主要对上述两种类型的故障进行排故分析。

2 发动机操控系统调校

发动机操控系统包括主要位于机身段的发动机操纵系统和位于发动机本体上的发动机控制系统两个大部分, 其中发动机操纵系统主要包括油门杆, 油门钢索, 推拉钢索和油门控制盒; 发动机控制系统主要包括发动机本体上的控制部件, 如燃调 MEC、PMC 和相关的传感器等。一般对于发动机操控系统的排故, 都要先从机身处的发动机操纵系统入手。

1) 首先检查油门杆在全行程是否自由、顺滑、无卡滞, 确保两个油门杆在起动端和最大推力端位置平齐, 实际检查的时候, 可以同时完成自动油门角度的测试, 确保角度指示在正常范围内。

2) 检查发动机部分功率位置是否平齐, 角度是否在要求范围内, 通过将部分功率校装销插入发动机燃油控制盒上的部分功率孔, 将油门杆前推至止档的位置, 确认油门杆平齐, 且角度满足要求。一般而言, 如果油门杆在此位置平齐, 角度也会基本满足要求。

3) 如果以上两点检查和测试可以顺利通过, 就基本排除了发动机操纵系统(如油门杆、油门钢索、推拉钢索、油门控制盒)的故障情况。如果在故障前曾经做过相关部件的维护工作, 如调校/更换油门钢索, 拆装油门控制盒或推拉钢索等, 则需要进一步检查系统是否存在其他异常的情况。

在排除了发动机操纵系统的问题以后, 就需要针对发动机控制系统进行检查和测试, 而这些步骤都需要进行地面试车验证, 为了减少发动机地面试车的次数和时间, 应在排故时进行分析和预判, 主要考虑以下几个方面的内容:

1) 发动机起动过程中要注意监控, 特别对于怀疑有加减速

速故障的发动机,必须记录双发启动时间的差异情况。

2) 发动机启动好以后,需要检查发动机的慢车参数,包括低慢车和高慢车,确保在规定的范围内。

3) 检查发动机部分功率的工作状态,包括 PMC OFF 和 PMC ON 两个状态,并按需调节,确保在工作范围内。

4) 如果前期怀疑发动机有加减速不一致的情况,则需要进行发动机加减速试车;如果条件许可,可以视情同时缓慢前推油门杆至反映故障的发动机 N1 值,检查发动机参数情况,并检测有无复现故障的可能。

5) 所有的试车参数都需要认真记录,建议首次试车可以考虑先全部测试完成并记录数据,进行分析。一般而言,如果是个别参数不符合要求(从经验上讲,一般是高慢车和/或部分功率参数不正常),则可以进行相应的调节,可以排除故障;如果发现某台发动机参数值都有漂移,则很有可能是发动机燃调 MEC 或其传感器 T2 或 CIT 故障导致,需要进行测试和判别。

6) T2 和 CIT 传感器都可以通过机械仪器进行测量,另外从发动机控制的角度分析,如果 CIT 传感器出现故障的话,还会同时伴有发动机加减速的问题,也可以作为判定的依据。此外,T12 温度传感器的故障也会导致发动机参数在 PMC ON 的情况下的漂移,在实际排故中需要注意。

7) 发动机控制系统内的电气部件,如 PMC,T12 温度传感器,发动机燃调 MEC 上的 RVDT 和 TMC 等,都可以通过测量通断和电阻的方式进行检查,确定部件工作正常与否。

总之,发动机操控系统的部件从驾驶舱到机身,到发动机,范围广,数量大,相互关联多,需要我们在排故过程中进行详细的记录和分析,最终确定故障源。

3 自动油门系统的排故

自动油门系统的主要功能在于全程管理调节发动机的油门,使飞机达到最经济、最优化的飞行。737-300 飞机的自动油门系统包括自动油门计算机、自动油门马达组件、扭矩电门和 PLA 同步器等电子部件,还接收来自 FMC、ADC、IRU、LRRR 等其他系统的各类信息,计算机经过计算,输出指令信号拉动油门杆移动。系统复杂且交联多,因此出现自动油门故障后,应考虑从以下几个方面进行检查和排故:

1) 要在 FMC CDU 上对自动油门系统进行自检测试,主要是进行历史故障检查和当前状态测试。当前状态测试包括了自动油门计算机的检测,伺服马达和扭矩电门的测试,PLA 同步器的检查,发动机的构型,以及与部件的接口测试。如果当前状态测试通过,可以断定测试所涉及的这些部件在测试

时都没有问题。

2) 对扭矩电门进行检查测试。扭矩电门位于扭矩电门机械机构上,感受机械机构所受到的扭矩,在自动油门衔接的情况下正常位置为闭合。如果机械机构所承受的扭矩过大,则扭矩电门打开,从而使自动油门系统无法对油门进行调节,导致油门杆停止。

3) 执行发动机操纵环路钢索的阻力测试。如果环路钢索阻力大于 6.5 磅,则需要对环路系统进行详细检查,检查的重点包括钢索张力是否正常,检查钢索和支架以及滑轮有无损伤和卡滞,有无结冰积水现象,有无与邻近结构的干涉现象,确认钢索无破损断丝情况;确认钢索通过滑轮行程正确并且不会碰到周围任何障碍物,检查发动机推拉钢索有无卡滞等情况,并依据检查的情况进行处理和排故。

4) 检查油门杆。将钢索从油门杆脱开,前后全程推拉油门杆,感觉油门杆是否移动平滑。如果感觉有卡阻,那么需要打开操纵台,对油门杆周围进行仔细检查,查看是否什么东西阻碍油门杆的移动。如果发现有任何破损或者异物,需要对油门杆进行调整。如果没有发现任何异物卡阻,那就可能就只有更换油门杆了。

需要指出的是,由于自动油门系统涉及机械、电子等多种部件,因此有时候油门杆错位故障是多原因引发的,需要在实际排故中按照由简入繁,由易到难的顺序逐步分析和判断。

4 总结

发动机油门杆错位故障,由于涉及到机械、发动机以及电子等诸多系统,部件多,相互之间的交联和关联也很多,在实际排故中,需要根据做的检查和测试的结果,不断进行分析和探讨,制定排故策略。本文主要根据我们的排故经验,从系统综述的角度,按照整体的排故分析给出了一套基本的排故思路和方法,供大家参考,共同学习和提高。☞

【参考文献】

- [1] 常城.CFM56 发动机排故与试车选择[J].科技创新导报 2013(8): 100.
- [2] Power Plant Trouble Shooting (Power and Engine Response), Boeing 737-300 Aircraft Maintenance Manual 71-00-42[S].
- [3] Power Plant Trouble Shooting (Engine Controls), Boeing 737-300 Aircraft Maintenance Manual 71-00-49[S].

[责任编辑:王迎迎]

(上接第 41 页)井下性能环境要求,能在井下环境温度下可靠、稳定地工作;抗压强度高、抗老化,具有较长的使用寿命;密封性能好,能防止水分和污物的侵入;较好耐冲击和抗振性能;较强的抗干扰能力,系统能在各种干扰下可靠地工作。☞

【参考文献】

- [1] 高秀毓.机电控制工程[M].北京:人民大学出版社,2011.
- [2] 刘京.现代机械机床设备[M].北京:化学工业出版社,2011.

[责任编辑:杨扬]