

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2020-73-005	赵斌	符方洲	曾晶/2020.7.1

标题 关于 7B 发动机喷火的案例

一、适用性

737NG

二、背景描述

发动机喷火的案例在机队中是极少的，偶尔能看到的是发动机关车后在尾喷 12 点钟位置有小火苗，是由于滑油蒸气被点着导致的，本案中的喷火也是由于长时间的冷转，导致篦齿封严出现滑油渗漏，积蓄到一定量后，随着机组推油门，最终被点着的情况。

三、解释说明

1), 过程简介

2014 年某机南京过站出港左发左点火失效，导致两次启动不成功。后使用双点火启动正常，慢车 7 分钟后滑出。在滑出过程中地面机务监控到左发尾喷口有火焰喷出，长度有 1M，持续时间大概 10S，通知机组关车拖回。译码分析左发各参数均正常，EEC 自检无信息，发动机和起动机磁堵检查无杂质，完成燃烧室及核心机孔探无异常，VSV/VBV 作动器测试正常，试车验证起动机和电门脱开正常，最大功率 N1:59.6%测试发动机各参数正常。停车后检查尾喷无积油，正常放行飞机。

2), 原理分析

从发动机燃油喷火的原理分析，有两种可能：一，富油燃烧；二，尾喷口积存的滑油被点燃。

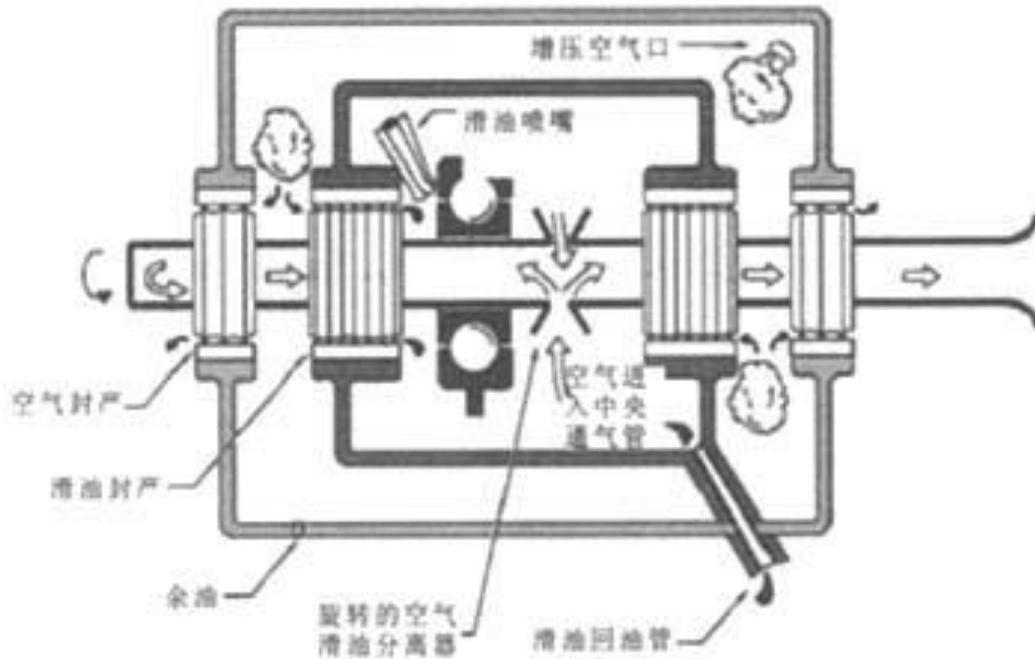
1, 富油燃烧:

发动机的稳定工作，来源于合适的油气匹配，当燃油供给过多，则会导致燃油燃烧不充分，进而出现喷火的现象。该情况多见于点火不成功，进而再次启动时点燃燃烧室内的积油导致，因此在机组快速检查单和试车手册中均有启动不成功吹除积油的要求，以免下次点火时出现喷火的情况。

2, 尾喷口积存的滑油被点燃。

当发动机转速较低时(比如发动机起动、冷转)，尾喷管中会有可能出现滑油排出，这主要有两方面原因：①发动机转速较低时，安装在风扇轴和低压涡轮轴上的前、后收油池的旋转空气 / 滑油分离器转速也较低，油气分离器的离心力较小，油气分离效果较差，从而有更多的滑油随通气空气经中央通气管进入尾喷管，使尾喷管中出现滑油聚集。由于前、后收油池均通过中央通气管进行通气：因此从中央通气管渗漏到尾喷管的滑油既有来自前收油池的滑油，也有来自后收油池的滑油。②由于对前、后收油池篦齿进行增压的空气均来自于低压压气机出口，发动机转速较低时，低压压气机出口压力较低，增压空气对前、后收油池篦齿封严的增压效果较差，而这时发

动机滑油压力上升比增压器空气压力上升要快得多。通过篦齿封严渗漏出来的滑油量会明显增加。这样后收油池余油管排入到尾喷管的滑油量增加，这样也会造成滑油在尾喷管中聚集。我司所使用的飞马二号的闪点是260℃。当发动机尾喷口的温度达到该温度时，就可能点燃滑油。



型号:	美孚飞马2号航空润滑油	品牌:	美孚	粘度等级:	130
闪点:	260 (°C)	40°C运动粘度:	25.4 (cSt)		
倾点:	"-54 (°C)"	比重:	1.004		

3), PC卡译码分析:

我们将该事件的PC卡译码分为四个阶段。

1, 第一阶段 UTC 09:46:24—09:48:06

机组第一次启动发动机, 使用左点火, EGT 不上升, 经 15 秒供油后, 不点火关断。机组冷转了 76 秒。

2, 第二阶段 UTC 09:50:28—09:52:02

机组第二次启动发动机, 使用左点火, EGT 不上升, 经 15 秒供油后, 不点火关断。关闭双发, 左发一直处于冷转状态。后机组打开双组件空调供气。

3, 第三个阶段 UTC: 09:52:03—09:59:31

该阶段左发一直处于低转速转动状态, 维持 N2:22%的转速恒定, 该时间段结束后, 发动机转速下降, 最终掉至 N2: 17%后, 数据记录结束

4: 第四个阶段 UTC:10:34:26—10:43:46

该阶段机组使用双点火启动左发成功, 慢车 5 分钟后, 启动右发正常, 后前推油门杆, 飞机滑动, 最大 N2:79.875%, 最大 EGT:640℃。左右双发参数基本一致, 未见异常跳跃和摆动。

从 PC 卡译码可知，该发在第三阶段出现了长达 7 分半钟的低转速转动情况，从系统原理可知，这将导致滑油经中央通气管不断排出并积存，从后续的检查结果看，在排故人员到达时，该处依然有积油，而后续试车后的检查中则没有发现积油的情况。



4)，对于发动机启动不成功的冷转要求。

737 飞行机组使用手册

发动机中止启动
Aborted Engine Start

状况： 地面需要发动机中止启动的情况。

目的： 关车并监控发动机。

1 发动机启动手柄 (受影响的发动机).....CUTOFF

2 选择其一：

- ◆ 如果发动机启动 (ENGINE START) 电门在**GRD**位：
 - 冷转发动机 60 秒。
 - 发动机启动 (ENGINE START) 电门
(受影响的发动机).....OFF
 - ■ ■ ■
- ◆ 如果发动机启动 (ENGINE START) 电门在**OFF**位：
 - ▶▶ 进入步骤3

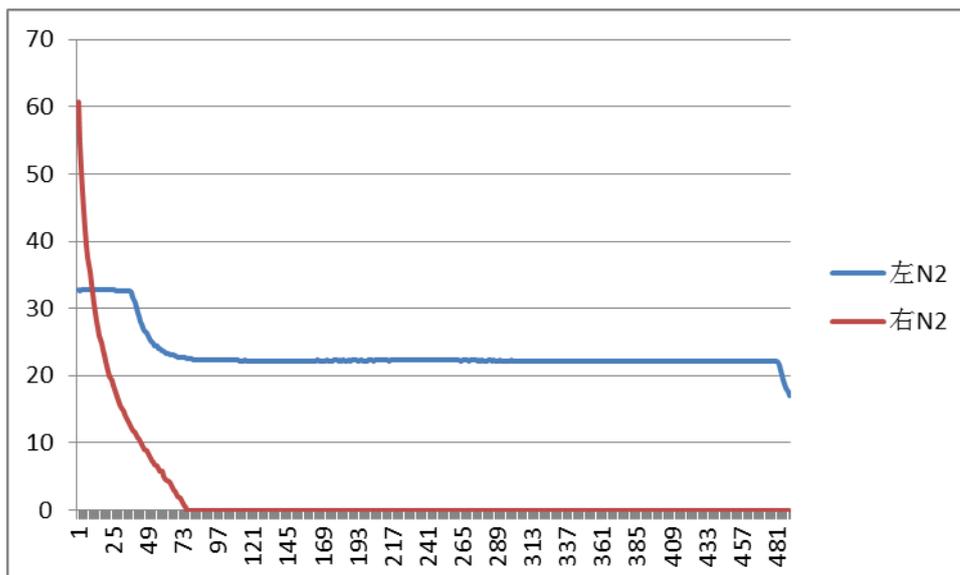
3 N2降低于20%之后：

- 发动机启动 (ENGINE START) 电门
(受影响的发动机).....GRD
- 冷转发动机60秒。
- 发动机启动 (ENGINE START) 电门
(受影响的发动机).....OFF
- ■ ■ ■

此

次的发动机喷火，经厂家分析和检查结果来看，飞机是没有故障的。而是由于发动机在低转速情况下长时间运转，导致油气分离器能力降低和空气封严不好，使滑油排至尾喷处集聚，当机组前推油门时，尾喷处温度上升到滑油闪点导致滑油被引燃喷火。附图为双发关车后的曲线图，能表现出左发第二次启动不成功后，启动机一直处于运转状态，直到 7 分半后关闭后转速下降的

过程。其中的左发曲线拐点为开双组件后导致的转速下降。判断左发动机电门一直未关闭。



通过对全球 CFM56-7 发动机机队的了解，由于滑油集聚导致的喷火情况，也较为多见，常见于两种情况，1，排队等待起飞时，后面的飞机发现前面飞机发动机突然喷火，2，大机场长时间滑行后，有时是在关车时出现喷火的情况。经厂家分析都是由于长时间处于低转速情况下，发动机滑油排出集聚，被点燃。

1，GE 对此次喷火的修复建议：

CFM concur with your assessment, The two failed engine start is likely cause by ignition system, that fuel was not ignited. The third start normally, and engine was performing normally after that. I did not notice any abnormal engine parameter related to operation issue.

CFM had experiences about oil fire from exhaust nozzle, that when TRA is pushed forward, engine power rises, oil accumulated inside tailpipe could be blown out, it mixes with hot air flow that cause tail fire. Many of this cause happen after long idle, or dry run due to low sump pressure during these type operation. This case fits into that scenario.

CFM recommendation include:

- Carry out AMM TASK 71-00-00-800-803-F00, Inspection after an Engine Fire.
- Review the engine oil consumption history, if there are high, conduct FIM TASK 79-05-00-810-801-F00, Engine Oil Consumption is High (Oil Quantity Decreases at a Quick Rate) - Fault Isolation
 - Check MCDs, and make sure they are clean.

四、小结

发动喷火很容易造成恐慌，如果出动消防，将带来难以估量的损失。对产生机理有个概括的认识，可以减少很多不必要的麻烦。