

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2022-79-002	张桃	赵斌	曾晶/2024.2.5

标题 关于 737NG 和 MAX 发动机关车后尾喷内出现烛火的说明

一、适用性

737NG/MAX

二、背景描述

737NG 和 MAX 机队偶有出现尾喷管出现烛火现象，3 约 0-40 秒后消失，机上无警告和故障信息，计算油耗正常，地面检查无漏油。针对尾喷烛火现象，结合厂家资料分析是由于发动机低转速情况下，滑油逃逸聚集滴落在尾锥内部，在一定的温度和油气比条件下被点燃导致的，由于尾喷区域为包容耐热设计，因此不存在安全问题。仅需机组根据检查单完成冷转将烛火吹灭。



三、解释说明

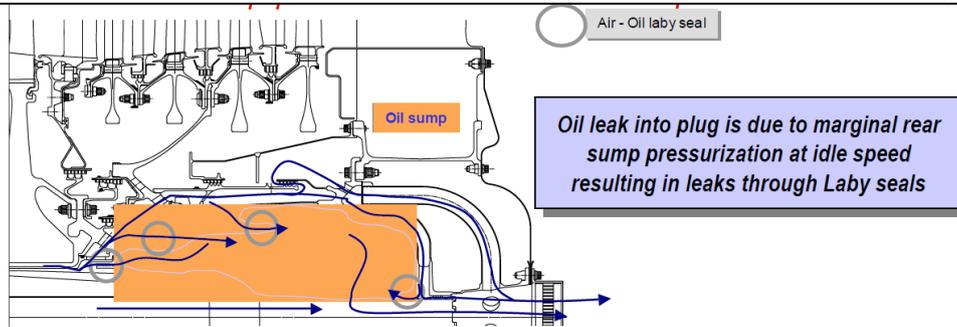
一) 发动机着火与尾喷烛火

尾喷管的烛火现象，与发动机着火是完全不同的两种现象。

1. 发动机着火是由于可燃液体接触到发动机机匣的高温部位而起火，火源通常是发动机核心外围的部件或者吊舱内连接至发动机核心的含可燃液体的管路出现故障导致起火，起火出现在发动机核心外围区域，并伴随着发动机火警警告，可发生在地面或者空中任何阶段。
2. 尾喷管烛是由于在发动机出现富燃油或者中央通气管存在滑油气泄漏导致的发动机内部起火，可能会在地面发动机起动和发动机关车时出现。

二) 尾喷管烛火的成因

机队关车时发生最多的情况是中央通气管滑油气渗漏被点着形成烛火，如下图所示，由于发动机滑油封严需要借助气体压力，转速越高压力越大，封严效果越好，当发动机低转速下会有少量滑油逃逸聚集滴落在尾锥内部，如果发动机冷却不足，在各种条件（温度高于滑油闪点、滑油蒸汽和空气混合浓度达到一定比例）都满足的情况下会导致滑油点燃形成烛火，此类烛火不会对发动机造成损伤，不影响安全。

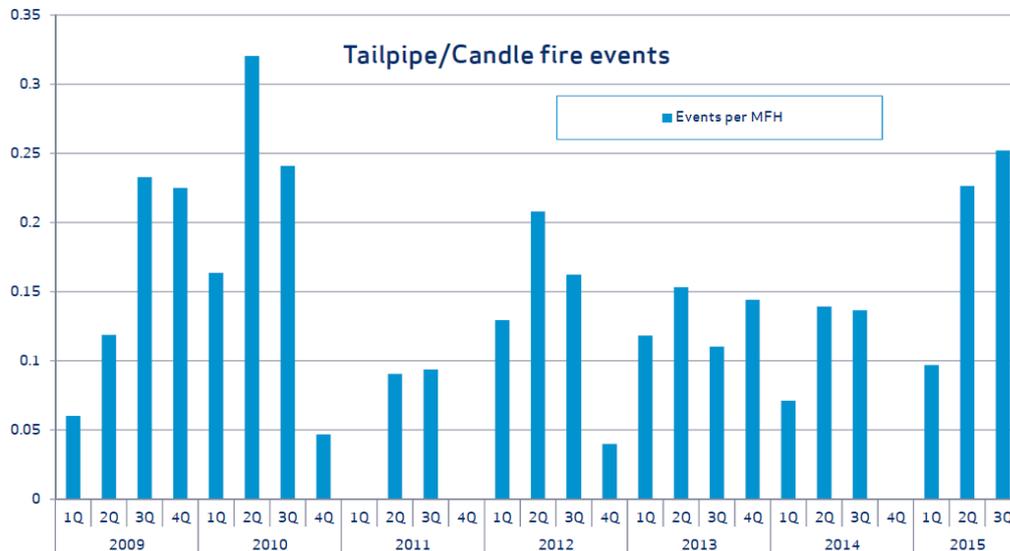


三) 还有一类是富燃油喷火，通常见于启动阶段，当发动机首次启动不成功，而冷转吹除不足的时候，可能导致富油燃烧，出现喷火。

四、历史案例和厂家说明

1) 发动机厂家的案例统计

发动机厂家一直在持续跟踪和监控此类问题的发生，全球机队的每百万飞行小时的故障报告率统计情况如下表所示。



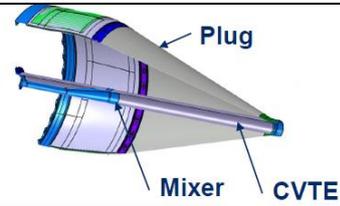
2) 波音与 CFM 厂家的说明

波音发布了 737NG-FTD-78-09001，对相关出现烛火问题做了说明，认为烛火问题不是一个安全性问题，因为尾喷和周边结构的设计是耐高温。

Boeing and CFM have determined that tail-pipe fires do not present a safety issue with either the old (long) or new (short) exhaust nozzle and plug configurations. Tailpipe fires occur in a part of the engine that is designed to tolerate exposure to the high temperatures encountered during a tailpipe fire, and the surrounding structure is expected to contain the fire. The engine primary gas path, turbine rear frame, and nozzle are constructed of fireproof materials. Airplane surfaces outside of the engine are considered fire resistant within one nacelle diameter of the engine centerline, including wing and aft strut surfaces.

CFM 在 2023 年的 WTT 材料中也提到，对于 LEAP-1B 发动机，也存在 A 油池油气分离器的滑油蒸汽从 CVT 渗漏后被点燃的情况

LEAP-1B Tail Pipe Fire in CVT



LEAP-1B exhaust plug is a dry cavity

- CVT Extension (CVTE) between CVT support and rear of exhaust plug

Fleet experience

- 5 cases reported of TPF in CVT since EIS
 - No correlation with engine oil type or ETSN/ECSN
 - 4,000 – 8,000 ETSN / 1,200 – 3,300 ECSN

Root Cause

- Suspected root cause (to be consolidated in 2024)
 - Oil in the CVT from the A-sump air/oil system travelling through CVT/CVTE
 - Under certain conditions, oil can degrade around CVT support location and self-ignite
 - Oil puddling and coking at CVT support location reported in some cases



5 / CFM and The Boeing Company Proprietary Information subject to restrictions on the cover

737 MAX / LEAP-1B Ibiza WTT, Oct 10th – 12th, 2023

五、机组处置

当发生烛火现象的时候，从机组处置而言，NG 和 MAX 基本一致，仅需要采用冷转发动机的方式，将其吹灭。

8.14 海南航空股份有限公司
737 飞行机组使用手册

**发动机尾喷管冒火
Engine Tailpipe Fire**

状况：在地面发生发动机尾喷管冒火，但无发动机火警。

- 1 发动机起动手柄 (受影响的发动机)..... CUTOFF(切断)
- 2 通知客舱。
- 3 选择其一：
 - ◆ 如果引气可用：
 - ▶▶ 进入步骤4
 - ◆ 如果引气不可用：
 - 通知塔台。 ■■■■■
- 4 PACK (组件) 电门 (两个) OFF(关断)
- 5 ISOLATION VALVE (隔离活门) 电门.....AUTO(自动)
- 6 发动机引气电门 (两个)ON(接通)
- 7 选择其一：
 - ◆ 如果APU工作：
 - APU BLEED (APU引气) 电门..... ON(接通)
 - ▶▶ 进入步骤8
 - ◆ 如果APU不工作：
 - ▶▶ 进入步骤8

▼ 下一页 ▼

8.15 海南航空股份有限公司
737 飞行机组使用手册

▼ 发动机尾喷管失火(续) ▼

- 8 选择其一：
 - ◆ 如果受影响的ENGINE START (发动机启动) 电门在 GRD(地面)位：
 - ▶▶ 进入步骤9
 - ◆ 如果受影响的ENGINE START (发动机启动) 电门不在 GRD(地面)位：
 - 允许受影响的N2减少到低于20%。
 - ENGINE START (发动机启动) 电门 (受影响的发动机)GRD(地面)
 - ▶▶ 进入步骤9
- 9 通知塔台。
- 10 当尾喷管火熄灭：
 - ENGINE START (发动机启动) 电门 (受影响的发动机).....OFF(关断)
 -

六、小结

发动机在关车后尾喷发生烛火现象，分析是由于发动机低转速情况下，滑油逃逸聚集滴落在尾锥内部导致的，尾喷区域为包容耐热设计，不存在安全问题。仅需机组根据检查单完成冷转将火吹灭。后续再持续监控发动机的使用情况。