

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	校对	批准/日期
TIP737-2020-32-012	曾晶	赵斌	羊全流/2020.4.27

标题 737 前起落架镜面到底的原因分析

一、适用性

737NG

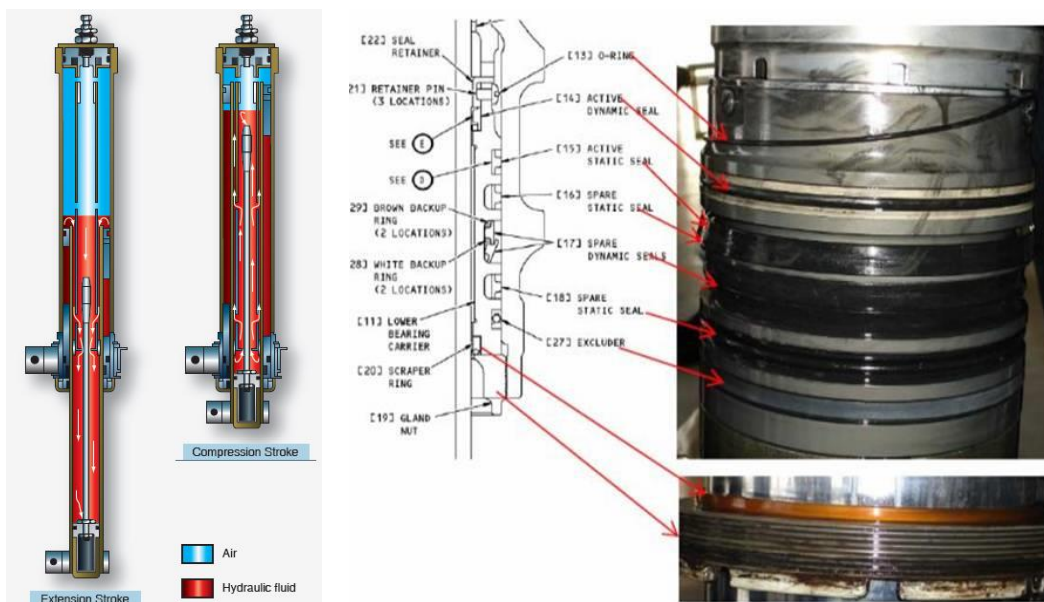
二、背景描述

737NG 机型前起落架到底故障，在寒冷并且高湿的天气条件下，是一个常见故障，故障的发生和 737NG 前起落架在设计上的两个特性相关，一方面是前起落架的动封严的自润滑设计，使起落架上下移动中会有油析出润滑镜面，给外部湿空气和内部沉水进入带来了客观上的条件。一方面是前起落架收起后向上的锐角的角度，使气体出现在靠近起落架底部，给内部氮气渗漏带来了直接的影响。因而预防起落架镜面到底，主要防的就是湿冷气体的进入和有效去除该处的结冰。但经过验证实际最有效的还是将备用封严放置到主用动封严的位置，因为能刮得更干净了。

三、解释说明

(一)，成因分析

1)，737 起落架为典型的油气混合型，通过节流孔的设计，在压缩和拉升的过程中，增加缓冲性能。在外筒和内筒的相对运动中，封严起到防止油液和气体渗漏的作用。

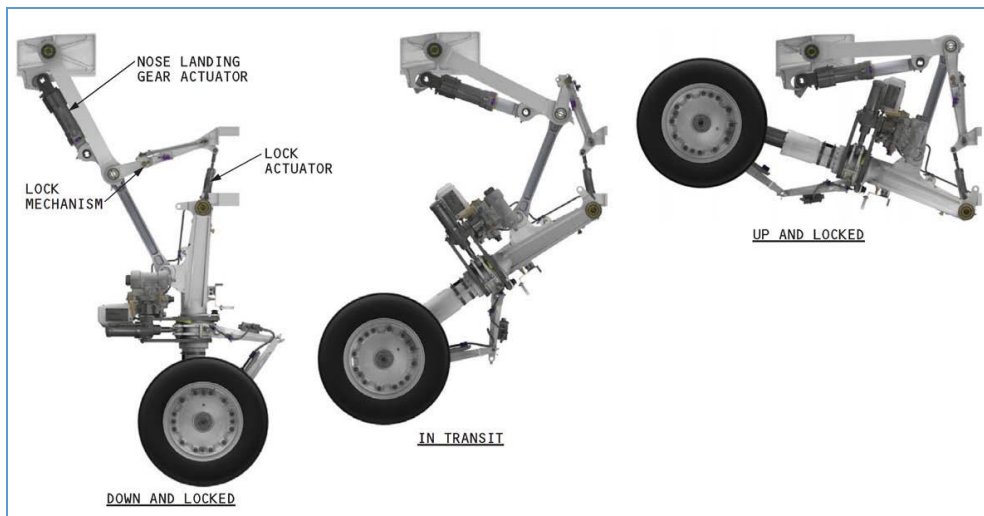


2)，737 起落架在设计上引进了自动润滑镜面的设想，即起落架在每次上、下运动时会有少量的起落架油液渗出并留在镜面上，从而润滑镜面，这样可以减少一定的维护工作，并对镜面起到保护。厂家在收到运行中的渗漏案例报告后，曾对动封严做过相应的改动其一，将原橡胶材料由丁晴橡胶 NBR160 改为 NBR161,以提高动封严抗寒冷的能力，其二，增加了动封严橡胶件径向厚度，以提高动封严对封严面的作用力，进而提高封严能力，其三，将原封严尼龙 CAP 的内表面轴向面由原始的平面改为弧面，以增强该封圈在上、下运动中的自封严能力。但如前文所述，

由于自润滑的设计，并不能从根本上解决漏气的问题。



3), 前起落架收起后, 前起落架机轮处于上锐角位置, 即氮气在靠近机轮方向、油液在下面, 此时动封严在最高位, 油液面在动封严之下, 一旦动封严气密性下降, 便会造成前起漏气。

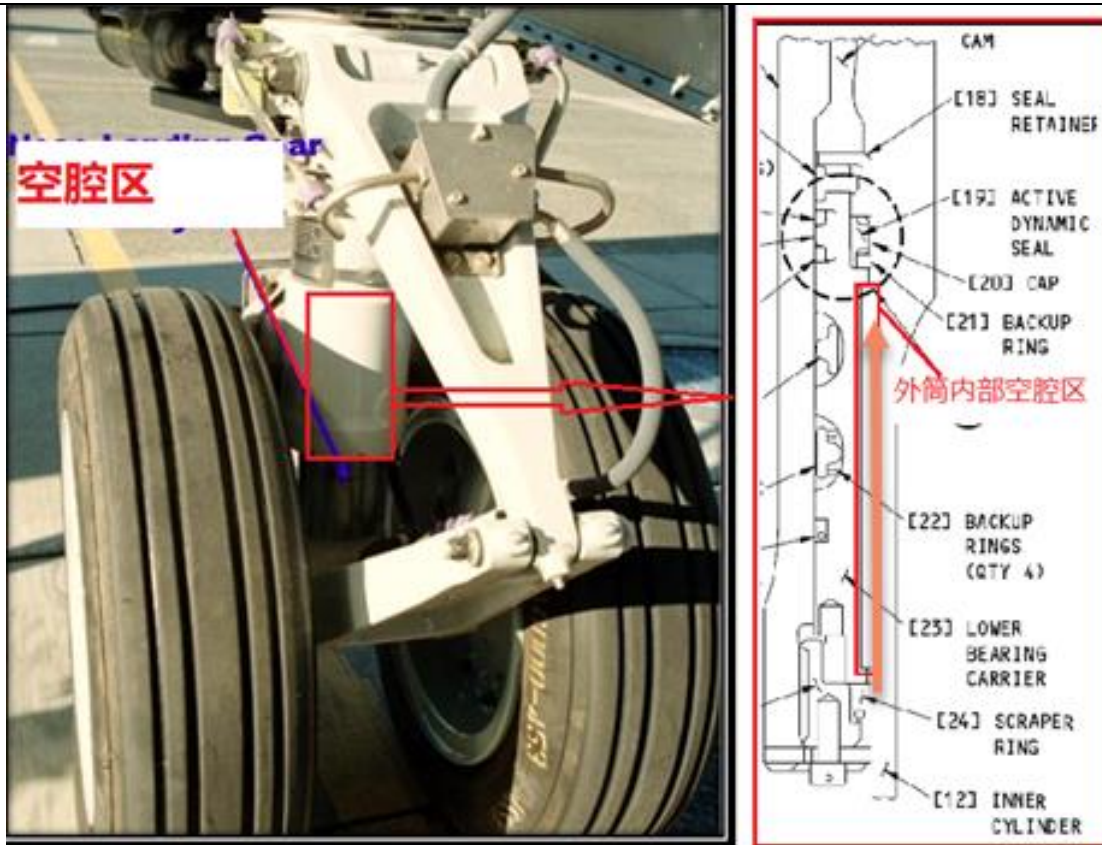


4), 前起落架动封严结冰渗漏的路径

正常环境条件下, 起落架在勤务和封严良好的时候, 是不会存在结冰条件的。但有两个因素会一定程度上带来水气。

一个是在起落架勤务过程中带来的水气, 这个水气受重力的作用, 会向底部积存, 也就是会到主用动封严这个位置。

一个是潮湿空气经刮油环进入到与动封严之间的空腔集聚。由于动封严的自润滑特性, 将导致水气有进入动封严的可能。



5), 动封严处结冰的原因

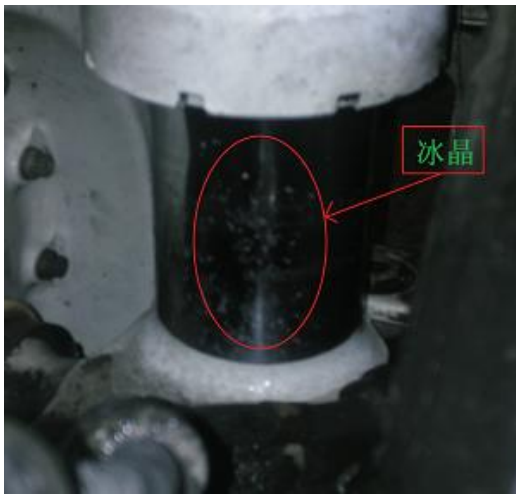
我们认为,动封严处结冰是一方面是外部停放时间长导致的,还有一种可能是在起落架收起过程中发生的。因为这个时候是起落架内油液中的水最低温度点。

1, 水的冰点和压力成反向关系,压力越高,水的冰点就越低。起落架收起过程中,由于支柱伸长,导致内部压力降低,冰点升高。

2, 起飞后起落架收起到轮舱后,内部温度受电子舱热辐射的作用,是会高于外界温度的。由于地面状态下镜面处于压缩状态,大部分的镜面进入了油液浸泡的情况,而经刮油环进入的潮气即使在空腔结冰也不会对漏气产生大的影响,反而由于主用动封严处是由3部分组成的,因而侵入到间隙的潮气,形成的油水混合,以及在落地前,飞行阶段放出起落架后,由于镜面处于舒张状态,受潮湿空气和低温以及风的作用下,易形成在镜面结冰,压缩后部分进入空腔区域。如不能及时清除也将导致对动封严的影响。但最主要的还是在地面长时间的停放。

(二), 冰冻表象

冬季严寒高湿低露点,容易形成霜冻或冻雾,前起镜面和刮油环处容易凝结冰层;跑道上溅起的冰水或在机身前部放水时,前起镜面会附着冰晶。如下图。



当在空中前起封严处出现较严重漏气或油液洒落时，在前起落架外筒后部会残留有油迹。如下图：



(三) 现有的主要措施

1, 当前普遍的管控主要措施主要有两个：加温和润滑镜面。

目的也很明确，加温是为了使冰融化掉，同时带走水气，润滑的目的是油封住下部进入的

通道。从而避免湿冷空气在空腔的集聚。

这两项措施，就比较考量控制时机了。因为加温结束时间，如果较起飞时间太久，就可能导致镜面再次结冰，如果润滑镜面时，内部已有集聚，那么就起不到油封的效果了。

同时，对于作动筒内部水沉积，是比较难有好的手段的，而这种情况始终是存在的。

这两项操作对于人力的使用是比较严重的。从实时效果看是比较难统计的，因为故障率每年都没有明显的变化，但如果不执行，是否会产生严重恶化，较难判断。

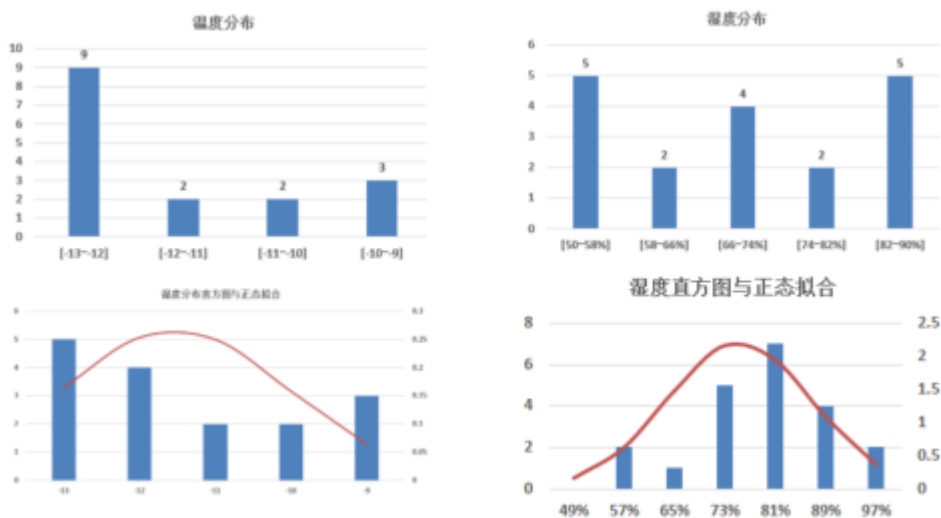


还有一项措施产生了明显效果的，为 W 航在 2019 年换季时，采用了 AMM 中的建议，将备用封严安装在主用动封严的位置。确实是起到了较好的效果，因为密封性大增。同时该措施因为会对增加镜面润滑要求，否个干磨会导致封严的损伤和起落架镜面的磨损。但这一措施，对于小机队和航后位置相对固定在湿冷基地是比较有效的，对于广泛轮换的机队在投入和管控上是比较难实现。

（四）湿冷天气对于故障触发的统计

从 2018 年冬开始，对前起落架镜面到底故障的前一航段天气情况，温度和湿度进行了统计，去除极值的情况。可以得出以下规律：

- 1，温度统计的均值为-11.5313 ，标准差 σ 为 1.499653 。
 - 2，湿度在 50% 以上时概率较大，细分区间相对较散， 均值 70.47% ，标准差 σ 为 13.37%。
- 与预判的在高湿和低温航站影响基本一致。



四、小结

前起落架镜面到底故障，主要是由于设计所带来的，在低温、高湿环境下产生，在飞行的次段表现。最有效的手段是使用备用静封严，而加温和镜面清洁润滑是有一定效果的辅助手段。同时故障千次率的控制还比的是对于外站、基地的维修综合维修能力，能及时充气，减少运行影响，是比较考验一个公司的管控和人员能力的。