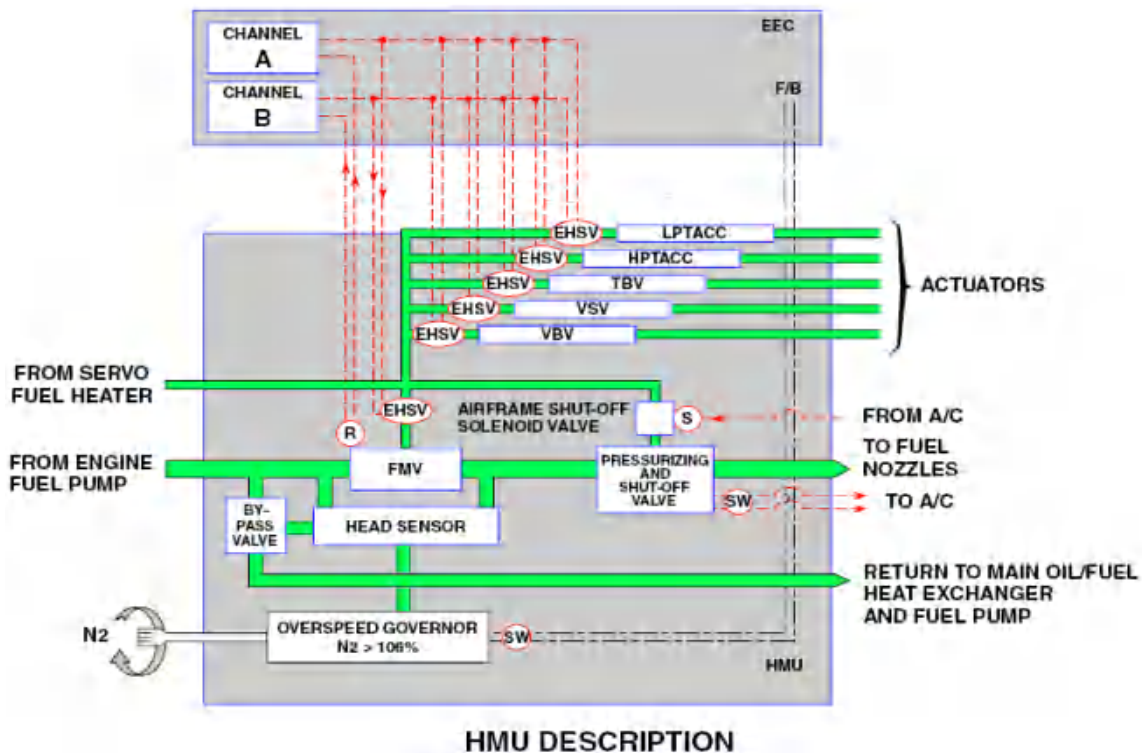


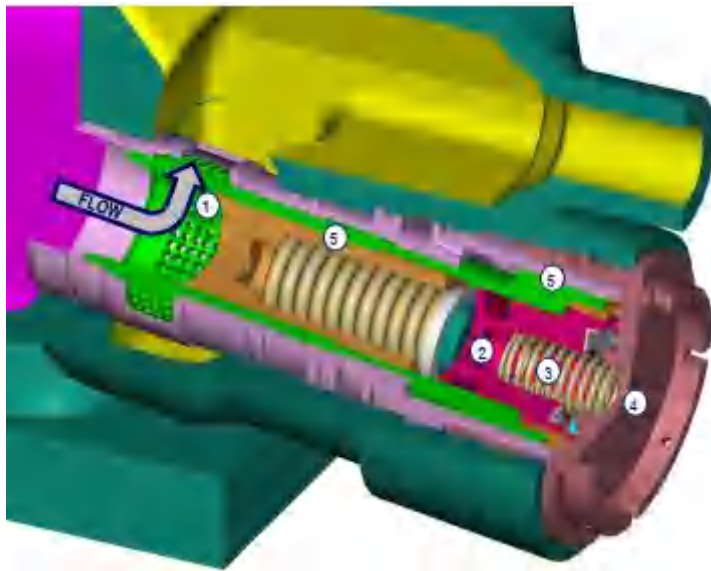
<b>标题:</b>	<b>关于 CFM56-7B 发动机 HMU 失效问题的分析报告</b>
<b>一. 问题概述</b>	
<p>CFM56-7B 发动机的 HMU 由于内部旁通活门、燃油计量活门或控制燃油计量活门的电液伺服活门卡滞,可能造成无足够燃油供应或超计划供油且对油门杆无响应,最终导致发动机空中关车。</p>	
<b>二. 已发生事件汇总</b>	
<p>2022 年国内 737NG 机队共发生两起 HMU 相关的空停事件:</p> <p>(1) 2022 年 12 月 30 日, 发动机型号: CFM56-7B26E, ETSN/ECSN: 19298/10342</p> <p>飞机下降阶段 2 发自动停车, 单发备降。初步判断 HMU 内部的 FMV EHSV 故障导致 FMV 空中非指令关闭, 造成 2 发自动停车。</p> <p>(2) 2022 年 08 月 12 日, 发动机型号: CFM56-7B26E, ETSN/ECSN: 27667/10999</p> <p>飞机在执行试飞过程中, 2 发 N1 和 N2 转速超限, 机组关闭 2 发, 单发安全落地。经修理厂检测证实为 HMU 的 FMV EHSV 故障导致燃油控制失效, 最终导致发动机 N1 超限。</p>	
<b>三. 可靠性数据</b>	
<p>2018 年-2022 年期间, CFM56-7B 世界机队范围内共有 16 起 HMU 原因导致的发动机空中停车事件, 其中国内机队 3 起。</p>	
<b>四. 工程分析</b>	
<p>1、系统原理</p> <p>HMU-液压机械组件, 接收来自 EEC 的指令, 实现以下主要功能:</p> <p>(1) 为发动机的相关作动器提供伺服燃油压力 (HPTACC, LPTACC, TBV, VSV, VBV, FMV)</p> <p>(2) 为燃烧室提供计量后的燃油。</p> <p>FMV-燃油计量活门, 根据 EEC 的指令, 通过调节活门的开度, 控制供向燃烧室的燃油流量大小。</p> <p>HMU 工作原理图如下:</p>	



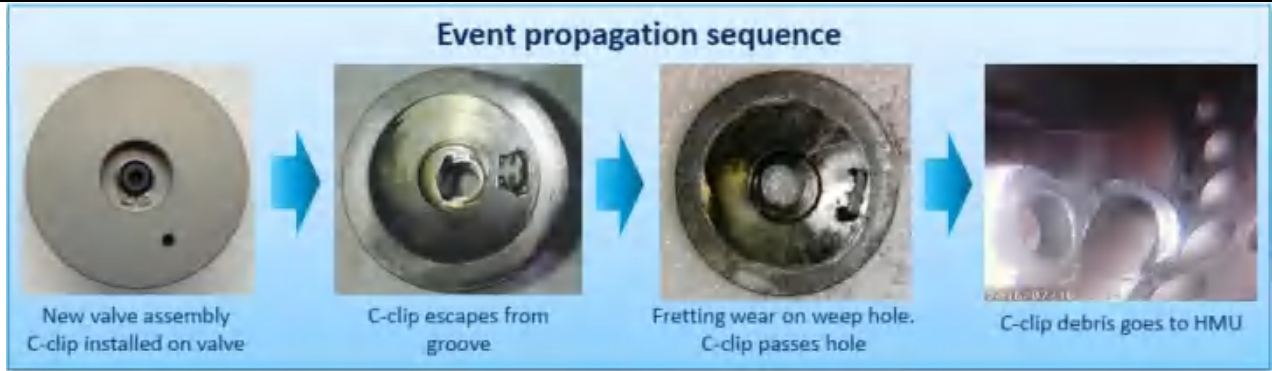
## 2、故障原因分析

(1) 原因一：HMU 内的旁通活门 (BPV) 因弹簧旋转产生的碎屑导致卡阻

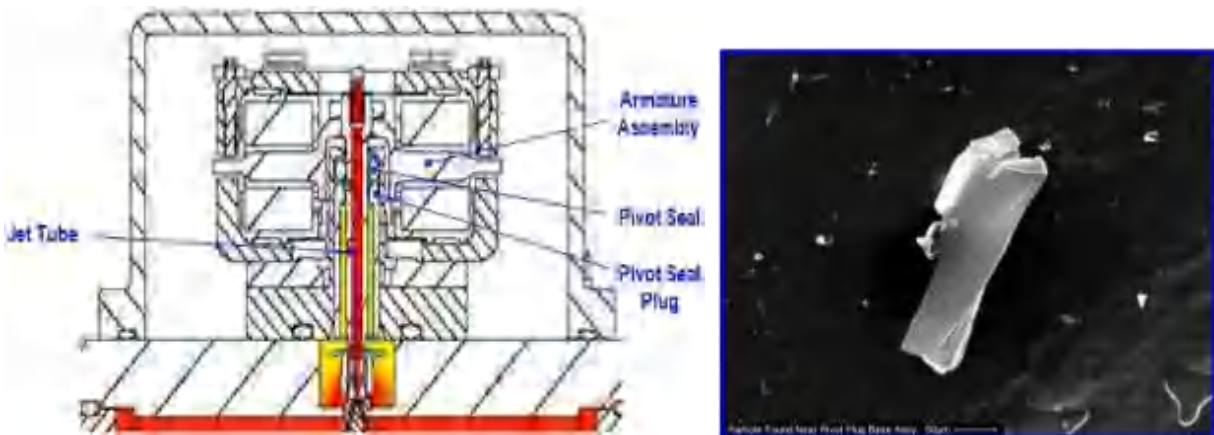
旁通活门内的弹簧持续旋转产生的细微磨损颗粒流入配合间隙, 如果过度磨损会造成旁通活门卡阻, 使燃油供应对油门杆无响应。



(2) 原因二：燃油泵的 C 型卡环碎片进入 HMU 内, 导致旁通活门 (BPV) 卡阻。



原因三：异物进入 HMU 内，导致燃油计量活门 (FMV)、HPSOV 卡阻或 FMV 的 EHSV 卡阻



### 五. 厂家措施

- 1、CFM 已发布服务通告 CFM56-7B S/B 73-0193/194，提供了对 HMU 旁通活门的改进方案：使用机加工弹簧替换了原来的螺旋弹簧，消除了螺旋弹簧的残余应力问题和焊缝问题。
- 2、CFM 已发布服务通告 CFM56-7B S/B 73-0221/225，提供了对燃油泵旁通活门卡环的改进方案：使用弹性挡圈保持环替换 C 形卡环。
- 3、Honeywell 已对 EHSV 的制造流程实施改进，对先导封严凹陷处隔离，以避免锡焊及锡焊后清洁时引入潜在的内部污染；完成对 Rocky Mount EHSV 产品线清洁房的扩大（降低 FOD 风险）；在 EHSV 制造及大修中将银焊改为镍焊。

### 六. 航司措施

- 1、结合 HMU 送修执行旁通活门改装 CFM56-7B S/B 73-0193/194。
- 2、结合燃油泵送修执行旁通活门保持环改装 CFM56-7B S/B 73-0221/225。

### 七. 结论和建议

## 民航发动机专项工作组

- 1、建议 CFM 和 Honeywell 尽快完成 2022 年国内 2 起空停事件中 FMV 的 EHSV 故障原因的调查，如涉及 EHSV 的制造和修理工艺，厂家应立即采取整改和预防措施。
- 2、建议航司参考 Honeywell SIL D200502000231，制定 HMU 的翻修软时限。
- 3、建议航司更换 HMU 后，额外增加高功率试车进行渗漏检查。