

关于 MAX 选型中 EDP 泵构型的技术建议

一、背景

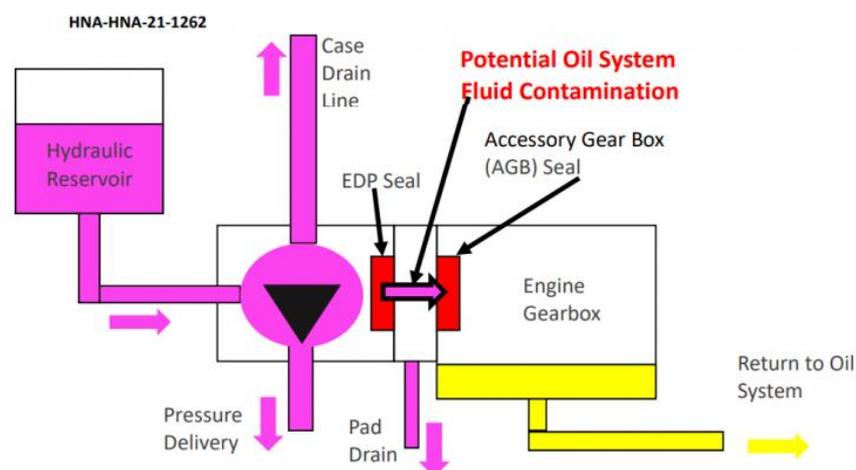
EATON 生产的 EDP 泵（件号 849589）在 737 系列飞机的运行中，存在液压油渗漏时，可能导致液压油进入发动机的滑油系统，继而引发空停的风险。由于当前 EATON 生产的 EDP 泵改进方案存在不确定性，为减少运行风险，特对未来 MAX 引进选型做出如下技术分析和建议。

二、全球机队表现

波音针对该问题，已发布 737NG-FTD-29-22003 和 737MAX-FTD-29-22002，通过披露的数据看，全球 737MAX 机队发生了 4 起类似事件，其中两起造成了空中停车；737NG 机队的具体数据没有披露，但使用了 multiple 来形容空中停车的发生量。

三、失效模式

此故障的失效模式较为明确：EDP 轴碳封严（见下图 EDP SEAL）损伤后出现液压油渗漏，EDP 渗出的液压油压力很高，而 AGB 碳封严设计上是无法阻止此类高压液压油进入齿轮箱。从而使渗漏的液压油通过 AGB 的轴封严，进入到滑油系统，从而导致滑油系统的污染，并诱发空停。

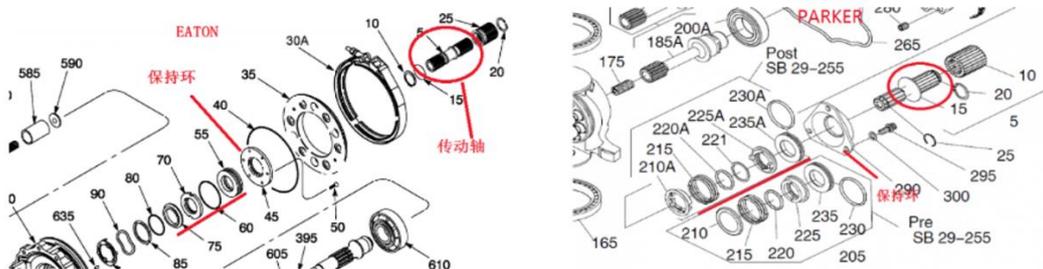


四、EATON 和 PARKER 设计构型对比

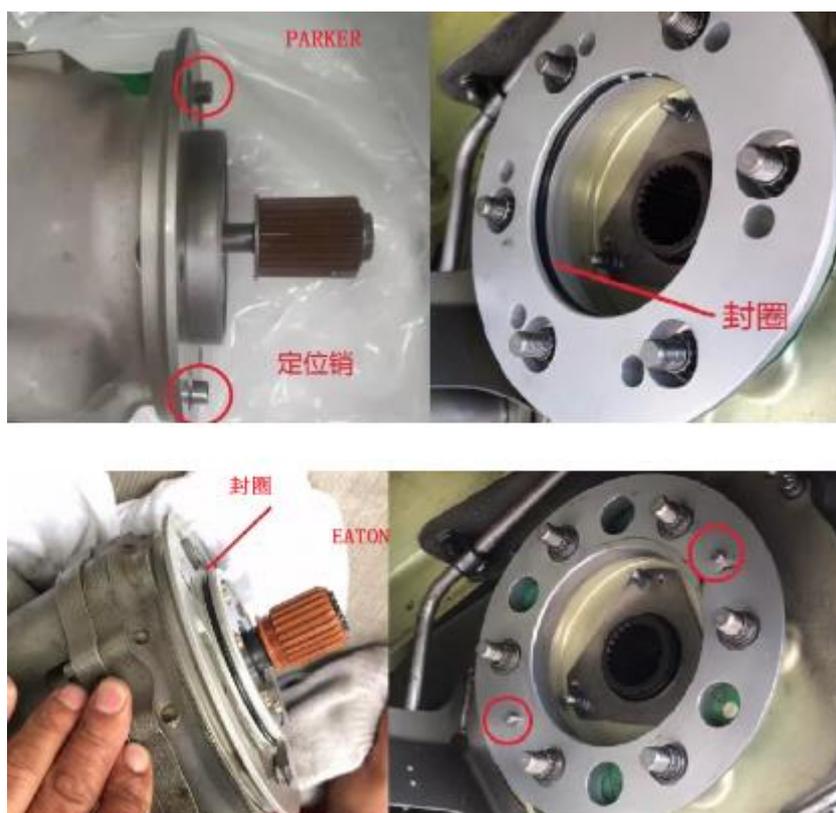
737NG 与 MAX 机型适用的 EDP 构型分为 EATON 和 PARKER 两种。

由于 PARKER 构型在机队中从未发生此类故障，且两者的泵的参数，包括转速、输出压力、壳体压力等没有明显的差异。通过 CMM 和装配对比，主要的差异点表现在：

- 1、轴封严和传动轴的方式不同，PARKER 是典型的通用的碳封严的设计，EATON 的略有不同，由保持环、适配环组成。
- 2、在传动轴的设计上，PARKER 有一个挡板的设计。



- 3、装配上两者与 AGB 花键的连接方式略有不同，Parker 的适配器带密封圈，定位销在本体上，而 EATON 的密封圈在适配器上，定位销在适配器上。对比看出 PARKER 的径深要深一些，因而可存油腔体较 EATON 为大。



从碳封严出口挡板设计和更大的存油腔体看，理论上能降低渗漏直喷到 AGB 碳封严的风险和缓解存油腔内压力的效果。从波音发布的 FTD 可以看出，波音也正在评估可能的设计解决方案来避免 IFSD 发生。可能的更改包括：

- 1，对 EDP 进行设计更改，限制液压油通过轴封严的流量；

2, 确保 PAD 余油口能将来自轴封严的最大流量排放掉, 避免液压油进入 AGB。

这也是首次正式承认 EATON 泵在设计上的问题, 对比而言 PARKER 在机队运行中未发生过相关的空停案例。而这两个改进也与此前分析的 Parker 和 EATON 的设计存在相关性。

当前波音的防范措施是:

1, 更新了 NG/MAX 的 AMM EDP 安装手册, 增加了注释来防止不当的维护造成 EDP 的失效。

2, 遭遇滑油滤旁通信息时, 临时措施主要体现了 EDP 泵失效后的检查环节, EDP 失效后同步更换 AGB 碳封严, 并同时化验滑油或执行滑油系统冲洗。

而这两者并不能根本性解决问题。

五、小结

鉴于 EATON 构型 EDP 存在的潜在运行风险, 同时当前有效的解决方案并未有计划目标。综合 PARKER 的机队表现和设计上的差异。建议在未来一段时间, 引进 737MAX 飞机的 EDP 选型时, 优先考虑 PARKER 构型。