

3, 系统原理。

AGB 带动的附件中, 唯有起动机的润滑, 共用了发动机滑油。

4, 故障分析

1), 起动机卡箍为整体式的无焊点新构型卡箍, 无断裂或螺纹打滑的现象, 排除因安装卡箍失效导致安装座处漏油的可能;



2), 启动活门全程无指示明亮的情况, 地面检查左发起动机启动活门无卡滞, 排除因启动活门故障引起起动机长时间空转导致磨损漏油的可能;

3), 检查该起动机输出连接轴无物理损伤、O 型密封圈在位无破损, 排除上次安装该起动机时的航线安装质量的问题。



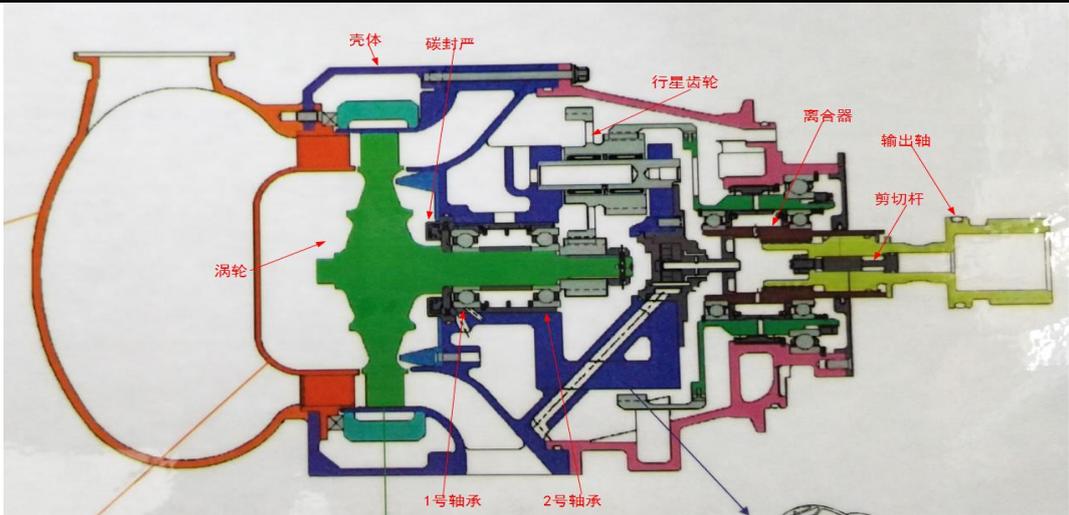
四、起动机失效分析

1, 前次修理

前次因磁堵检查发现金属屑, 送修, 从修理报告中, 在厂检查等发现涡轮轴承、涡轮、碳封严重磨损并更换, DER修理了扩散器壳体; 同时执行了SB 80-0014解藕器升级工作, 测试数据符合要求。

2, 分解检查结果

A, 起动机



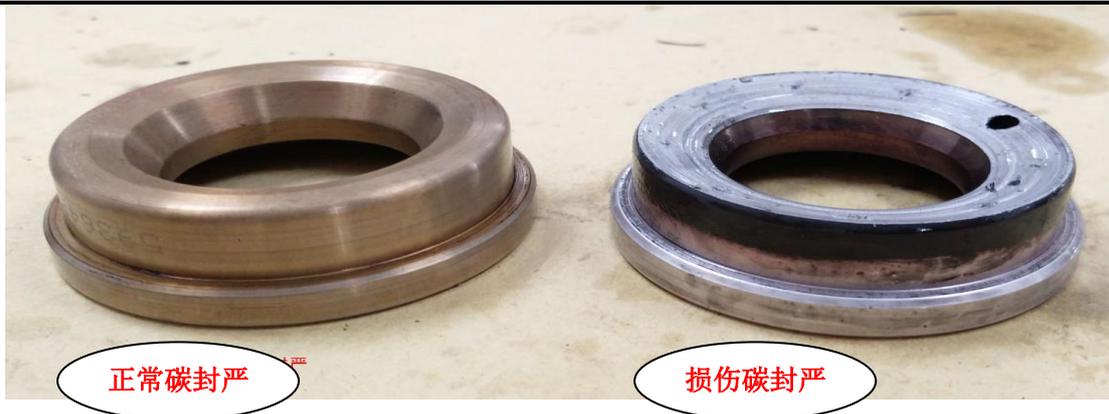
B,该起动机进场分解后主要发现如下:

- 1) 参照 CMM 手册,未发现起动机内部部件漏装和错装等问题;
- 2) 涡轮叶尖与壳体内壁接触磨损。叶尖磨损较为均匀,叶片无断裂;涡轮与剪切环接触磨损,磨损的痕迹较为均匀;在上次修理中涡轮更换为全新件。

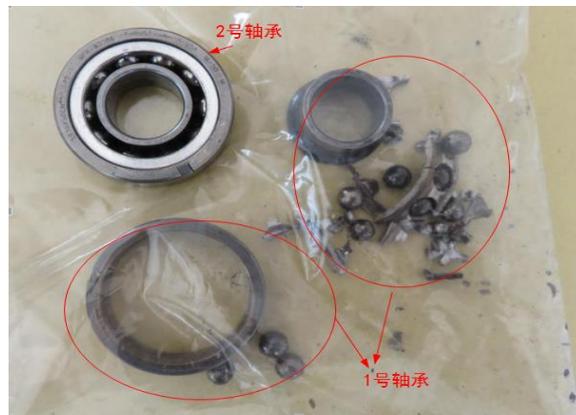


- 3) 碳封严静子与涡轮接触磨损,损伤严重。静子外部材料磨穿,其中一条加载弹簧已裸露脱出,导致弹簧碳封严的压紧力不足,同时封严的碳面已碎裂,封严能力已基本失效;碳封严转子磨损严重,有明显的高温痕迹。在上次修理中碳封严更换为全新件。



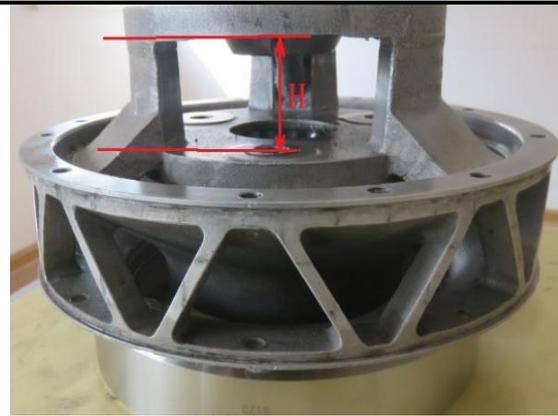


4) 涡轮支撑轴承中的 1 号轴承出现崩溃性损伤；框架完全碎裂，滚珠和滚道磨损严重，有明显过热现象；2 号轴承，无明显的损伤痕迹，但转动时有卡滞。在上次修理中 1 号和 2 号轴承都更换为全新件。



5) 3 个星型齿轮的未见明显损伤，但在拆卸时发现其中一个齿轮有卡滞现象，齿轮轴安装孔衬套脱出。衬套比壳体平面高约 0.3mm，其“H”尺寸值为 1.4105inch 超标(标准: 1.428-1.422 inch)，其余两个齿轮转动正常，无衬套突出；正常的壳体此处没有衬套，上次在修理中对此处进行了 DER 修理，加装了衬套。





7) 分解离合器和解耦器、输出轴正常。发现大量金属屑，但齿轮无损伤，输出轴未见损伤，输出轴内部剪切杆未剪断。检查结果表明，起动机完成后，离合器工作正常，起动机与 AGB 已正常脱开。



解耦器和输出轴

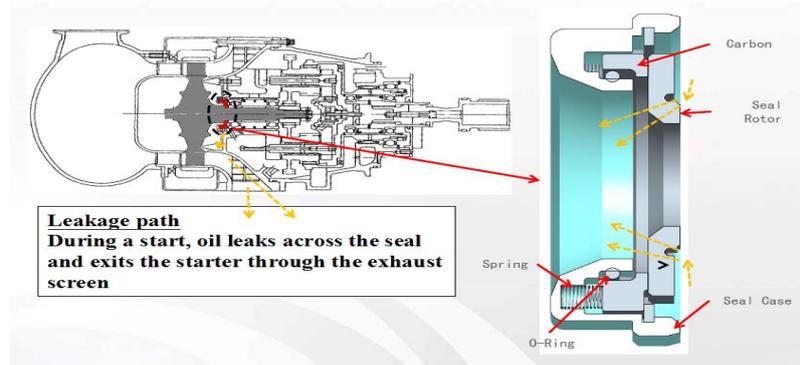


离合器

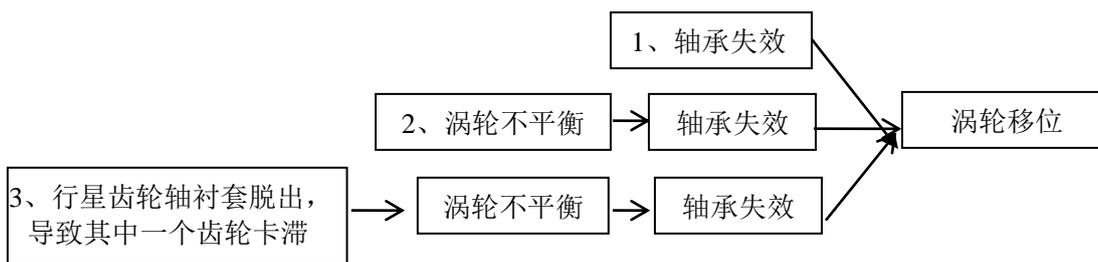


C, 失效原因分析

根据现场分解的情况，直接导致起动机碳封失效的原因是起动机涡轮出现移位并与碳封严基体相磨，进而导致碳封失效，大量滑油渗漏，漏油途径如下图。



根据现场的损伤情况，导致起动机涡轮出现移位的可能原因有：



1) 轴承失效

失效原理分析：轴承首先失效，导致涡轮出现位移，进而与碳封严基体相磨，最终导致碳封严失效。

可能性分析：但根据现场的损伤情况，此次起动机失效并非典型的轴承失效。首先，轴承失效一般表现为突然的失效，涡轮会呈现非常的不规则的磨损痕迹并伴随有个别叶片断裂和变形，而此次事件中涡轮叶尖与壳体的磨损较为均匀，叶片无断裂和变形，同时涡轮与剪切环的磨损痕迹也较为规则。另外，此台起动机的两个轴承在上次大修时，均已更换为全新件，当前的使用时间为 890FH，根据 Honeywell 的可靠性数据，轴承短时失效的可能性非常小。因此，综合分析后，轴承失效导致此次事件的可能性较小。

2) 涡轮本体存在不平衡问题

失效原理分析：涡轮本体存在不平衡问题，导致轴承失效，进而造成涡轮整体出现位移并与碳封严相磨。

可能性分析：此台起动机的涡轮在上次大修时更换了全新件，按 CMM 要求，涡轮装机前需确认涡轮的不平衡量，但 AMECO 认为是全新件，无需再次进行不平衡量的确认。但经过与国内其他 MRO 沟通，无论新件或旧件，其他 MRO 都会在装机前进行涡轮不平衡量的确认。因此，在此问题上，AMECO 对于手册步骤的执行存在问题。因 AMECO 不能提供涡轮相关的平衡数据，此条原因无法确认。

3) 壳体齿轮轴安装孔衬套脱出

失效原理分析：起动机内部有 3 个大小一致的行星齿轮，用于传递涡轮的驱动力，如其中一个齿轮出现卡滞现象，在高转速下，会造成涡轮在圆周向的负载不平衡，从而导致轴承失效，最终造成涡轮移位并与碳封严相磨。

可能性分析：该起动机分解时，发现其中一个齿轮孔衬套脱出，造成齿轮与壳体的间隙过小，

导致齿轮出现卡滞，且拆卸较为困难。其他两个齿轮转动正常且拆装容易。因此，齿轮安装孔衬套脱出并导致行星齿轮卡滞是涡轮出现不平衡的主要原因。

另外，正常的起动机壳体在轴承安装孔处没有衬套，该衬套是上次修理时的一个 DER 修理；通过与修理厂工程师交流，在组装阶段，需确认衬套与安装孔平齐，如衬套凸出导致齿轮安装困难，施工人员可提前发现；因此，可推断该衬套脱出是在使用过程中逐渐产生的。衬套脱出有两种可能的原因：一是 DER 修理方案本身存在设计缺陷，存在衬套在使用过程中脱出的风险；其次，衬套的装配施工存在质量问题，导致衬套在使用过程中脱出。

五、结论：

综上所述，此次事件主要是因壳体齿轮轴安装孔衬套脱出导致涡轮移位，使轴承和碳封失效而大量漏油；轴承失效是因涡轮不平衡导致，并非是本次起动机失效的根本原因。