

除漆膜技术在透平机组中应用探究

车庆东 陈春辉

福海创石油化工有限公司设备管理部 福建漳州 363216

摘要: 本文对近年来透平机组停机检修时,发现轴瓦上附着一些结焦物,经过清理后一段时间再次出现同样情况,对此类问题进行分析,确认为漆膜。阐述漆膜生产原理、危害、介绍常用除漆膜方法,列举了我司透平油除漆膜的案例,对比过滤前后的数据,效果显著,漆膜倾向指数大幅度下降,明显改善了润滑油品质,确保设备稳定运行,为后续改善其它机组润滑提供了参考依据。

关键词: 漆膜; 产生原因; 除漆膜方法; 漆膜降解

Research on the Application of paint Film removal Technology in Turbine

Che Qingdong and Chen Chunhui

Fujian Zhangzhou 363216, equipment Management Department of Fuhaihuang Petrochemical Co., Ltd.

Abstract: In this paper, when the turbine unit was shut down and overhauled in recent years, it was found that some coking objects were attached to the bearing bush, and the same situation appeared again after a period of cleaning, and this kind of problem was analyzed and confirmed as paint film. This paper expounds on the production principle and harm of paint film, introduces the common methods of removing paint film, enumerates the cases of removing paint film from our turbine oil, compares the data before and after filtration, and shows that the effect is remarkable. The tendency index of paint film decreases greatly and the quality of lubricating oil is obviously improved. It ensures the stable operation of the equipment and provides a reference basis for the follow-up improvement of lubrication of other units.

Keywords: Paint film; Causes; In addition to paint film method; Paint film degradation

1、漆膜概念

漆膜(英文名Varnish)翻译成中文有很多种叫法:胶质物、清漆状物质、胶状污垢、漆皮等,是一种弹性氧化物、类似腊状,凝胶、焦油、积碳、沥青物,它是润滑油或液压油老化后的一种复合类氧化物,在高温、高压、高速旋转的机械润滑和液压系统中比较常见,是一种高分子烃类聚合物,为油品变质产物,其颜色从浅棕色、棕色至棕褐色,由于其外表酷似防腐漆的漆膜而得名。

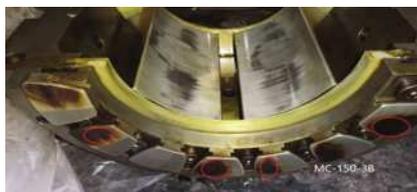


图1 MC-150-3轴瓦漆膜附着照片

2、漆膜产生原因及危害

2.1 漆膜产生原因

润滑油的基础油或者添加剂在氧化、高温、外来污染降解机制下产生了可溶的老化产物,其浓度在一定温度压力下,在润滑油中达到饱和后,吸附在机组内表面的一种有害污染物,主要有以下产生原因:

2.2 油品氧化

烃类油品氧化遵循自由基链反应机制,氧化后生成羧酸、酯、醇等过氧化物。这些过氧化物进一步缩聚反应,生成高分子量的聚合物:漆膜和油泥。油泥是油液降解形成的产物,在一定的化学条件下,以溶解或悬浮状存在于油液中。这些降解产物由于氧化作用产生,并从润滑油投入使用就开始累积,每种油液中都定量的容纳着可溶氧化物。当油泥超过了润滑油的溶解极限时,润滑油变饱和,过多的降解产物就会形成对润滑有害的

漆膜沉淀物^[1]。

2.3 油液“微燃烧”

一般情况下，润滑油中会溶解一定量的空气 (<8%)，而超过溶解极限后，进入油液的空气悬浮在油液中。润滑油从低压区被泵入高压区时，这些悬浮在油中的小气泡被急剧压缩，导致油液微区温度迅速升高，有时甚至高达1100度，造成油液微区绝热“微燃烧”，产生极小尺寸的不溶物，这些不溶物有极性、极不稳定，易粘附到金属表面从而形成漆膜。

2.4 局部高温

高温也是造成漆膜形成的主要原因之一。油液在经过很小间隙如阀芯、精密滤芯时分子间会发生内摩擦产生静电，累积一定量后放电，产生微区高温，从而导致油液氧化，产生漆膜沉淀物。漆膜的存在会使得轴承或轴瓦部位的润滑油流量受阻、冷却器效果变差、导致缺油、增加摩擦阻力影响摩擦副运动，影响设备摩擦副的散热，过滤器堵塞。产生漆膜的典型先后顺序如下图(2)

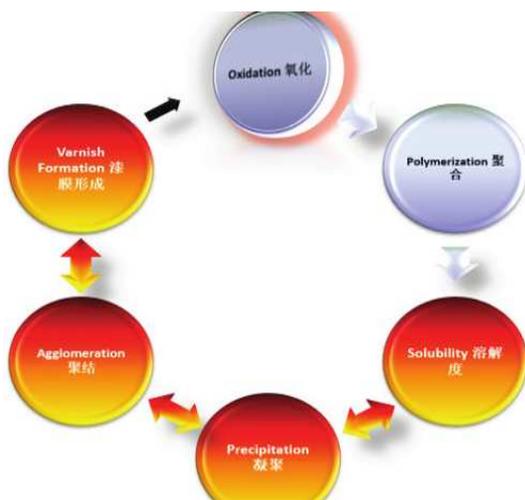


图2 漆膜产生的顺序

3、漆膜危害

- 3.1 导致阀门的卡阻，影响阀门工作；
- 3.2 减少间隙，增加摩擦，轴瓦温度振动升高；
- 3.3 黏附污染物和固体颗粒，增加磨损；
- 3.4 加速油品的劣化，堵塞过滤器或小流量的管线；
- 3.5 隔绝加热器和冷却器，导致其性能不佳。

4、我司透平机组漆膜指数

我司PTA装置有3套空气压缩机组，每套机组由透平机+空压机+发电机+膨胀机组成，每套润滑油存储量约50立方，于2013年8月进行初装，至目前已使用8年时间，期间未整体更换只是少量补充损耗。在轴瓦损坏的故障原因分析中，归因于润滑油的故障并不多，常规

的化验分析指标：外观、密度、粘度指数、水分、机械杂质、闪点、颗粒度、酸值等其中检测结果水分，机械杂质不合格是小概率事件，多数是各项指标合格，这些检测结果，会导致我们判断故障原因的方向出现偏差。近几年检修时，发现透平机定位端推力轴瓦主推面、膨胀机轴瓦、空压机轴瓦上附着不同程度的漆膜，2021年对PTA装置3台机组的润滑油，检测漆膜指数，各台的数据如表(1)，漆膜倾向指数：这是检测润滑油中能引起漆膜的污染物程度，国内使用较多的是MPC值(ΔE)，一般ΔE小于15属于正常，15~30需增加检测频率，30~40不正常，40以上急需处理。

表1 各台机组润滑油漆膜指数

化验单位	PAC-1	PAC-2	PAC-3
广州工业油品检测中心	14.3	21.7	20.6
SGS	16.7	23.1	21.6

由于漆膜是来源于润滑油的降解(氧化、高温、外来污染)，润滑油的降解物最初是可以溶解在油中而不产生漆膜沉淀的，然而当随着时间的过去润滑油的降解物越来越多并逐步达到相应的温度和压力下润滑油对其的溶解能力后(也称为溶解度或者饱和浓度)，润滑油的降解物就要开始形成沉淀，即是漆膜。漆膜的形成原因是多种因素导致的，润滑油使用时间长了之后的自然降解是一种因素，有时候油垃圾产物的源头可能是机械某处的热点(该热点可能是因为机械问题而导致的，因为高温在此处一直热降解透平油)，但至少不要让油降解物(软性污染物)一直留在透平油中直至饱和而产生沉淀，反过来恶化本来就不太好的机械状况；况且油降解物本身是加速油老化劣解的催化剂，因此无论如何都不能让其长时间留在润滑油中^[2]。

5、除漆膜方法

5.1 树脂滤芯过滤技术：利用吸附材料上丰富的碱性基团，很好地吸附各类具有酸性基团的物质，专门配制的树脂为漆膜胚胎赋予过滤介质高亲和性，从而具备对劣化产物的高去除率。

5.2 深度媒介过滤技术：先通过油冷器降低润滑油温度，利用Cellolose滤芯过滤亚微米级别的悬浮物和漆膜，过滤后润滑油加热升温后返回油箱^[3]。

5.3 静电颗粒清除技术：静电净化利用圆形高压静电场作用，使油中污染颗粒物分别显示正负电性，带正负电性颗粒物在电场力的作用下各自向负正电极方向游动，中性颗粒被带电颗粒挤着移动，最后将所有颗粒物都吸附在收集器上，彻底清除油品中的污染物。目前国内已

开始使用静电电荷吸附+树脂技术,结合了静电技术和树脂技术,可以同时去除溶解漆膜及设备元件的非溶解漆膜。

5.4 BCA平衡电荷聚结技术:利用高压电极,将润滑油中携带小颗粒的加载正、负电荷,使之重新混合聚集,正负电荷互相吸引聚集成大颗粒,再使用机械或离心式过滤器滤除。以上几种都是通过外加设备接入油箱并建立循环,不影响主设备正常运行。

6、除漆膜技术应用案例

6.1 2021年11月,购置了一台漆膜设备对PAC-2润滑油进行在线循环过滤,11月4日开始过滤,至12月29日经过55天的在线循环过滤,漆膜指数从21.7下降至2.6。2022年1月设备检修时对比轴瓦上的漆膜,发现轴瓦上附着的漆膜明显减少,事实证明最初困扰的问题已经得到解决,在投用前后采样分析数据如下:

表2 PAC-2润滑油漆膜指数

序号	设备位号	检测日期	漆膜指数	参考值	检测方法
1	PAC-2	2021.11.04	21.7	≤ 15	ASTM-7843-21
2	PAC-2	2021.11.19	18.3	≤ 15	ASTM-7843-21
3	PAC-2	2021.12.08	7.6	≤ 15	ASTM-7843-21
4	PAC-2	2021.12.29	2.6	≤ 15	ASTM-7843-21

7、结束语

透平机组轴瓦单边间隙在0.15-0.25mm之间,当漆膜在轴瓦表面形成漆膜时它会,导致轴瓦间隙变小,轴瓦部位的润滑油流量受阻,造成润滑不良,引起设备振动及温度上升。结合我司和其他行业的大量案例,说明配置漆膜设备可有效降低漆膜指数,改善润滑油品质及延长润滑有使用寿命,节省换油成本,减少设备停机次数,确保设备稳定运行。

参考文献:

- [1]张楚,杨建刚,刘石,等.漆膜影响下滑动轴承性能分析[J].润滑与密封,2017,42(7):125-130.
- [2]根元康博[日],王秩信译.轴承寿命与润滑油清洁度的关系(续)[J].设备管理&维修,1999,10:35-36.
- [3]林瑞玲,庞晋山,丘晖饶.润滑油漆膜倾向指数测试及应用研究[J].润滑油,2017,32(2):50-54.