

空气压缩机组润滑油系统漆膜问题

王燕伟

陕西润中清洁能源有限公司 陕西咸阳 713600

摘要: 介绍了空气压缩机组油系统存在漆膜的危害,分析了漆膜产生的原因,指出了通过监测润滑油的漆膜倾向性指数可有效了解漆膜的生成情况。结合空压机组运行实际情况,选择了润滑油中漆膜的清除方案,消除了主空压机轴瓦漆膜问题。

关键词: 漆膜; 空气压缩机组; 形成原因; MPC

引言:

空压机组在运行过程中润滑油会因各种外部因素如水分、灰尘、空气及润滑油系统内部磨损的金属颗粒的增加而造成污染,运行中的高温也会造成基础油挥发、分解、缓慢氧化,所以空压机组润滑油系统运行一定时间后会有漆膜形成,从而使油品的性能变差,进而影响空压机组运行的可靠性。

一、空压机组运行问题

我公司60万吨甲醇装置,配套88000Nm³/h空分装置。其中空压机组由德国曼透平提供,包含主空气压缩机、汽轮机及增压机。空压机组采用集中联合油站供油,润滑油牌号壳牌46#蒸汽涡轮机油,油箱容积48m³。2014年10月空分装置正式投运,2018年初运行中发现主空压机主推力轴承温度逐渐上涨。2018年4月停车检修,检查发现空压机径向轴承及推力轴承瓦块有大量结胶粘在瓦块表面,见下图1。



图1

初步判断运行时推力轴承温度高是由于瓦块表面漆膜结胶,间隙减小导致润滑不良造成。主空压机轴瓦上漆膜的形成减少了轴瓦间隙,增加了轴瓦表面与轴之间

的摩擦,使轴瓦温度升高。轴瓦上的漆膜刚开始比较薄,随着机组的运行,漆膜逐渐的累积(厚度增加),当厚度增加至足够厚时,轴瓦和轴颈干接触,干接触的瞬間漆膜会被磨掉一些,轴温会瞬间上升后再下降,但总体是波浪式上升的状态。

二、润滑油中漆膜定义

漆膜是润滑油在使用过程中缓慢氧化的产物,在较高的温度条件下经氧化、聚合而成。是一种高分子烃类聚合物,典型元素分析如下:C81~85%、H7~9%、O7~9%、N2~3%。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。漆膜具有极性,极容易粘附在金属的表面。附着在轴承表面会增加轴承的摩擦,使轴瓦温度上升^[2]。

三、润滑油中漆膜形成原因分析

1.在正常使用的情况下,润滑油会缓慢氧化,为了缓解润滑油的氧化,润滑油中都添加有抗氧化剂。在润滑油的使用过程中,随着润滑油氧化的不断进行,基础油及抗氧化剂逐步降解产生可溶解的、有极性的软性污染物,并溶解于润滑油中。随着氧化物的不断增加,在特定的温度和压力下这些软性污染物在润滑油中的溶解达到饱和,多余的软性污染物将会析出^[1]。因为这些软性污染物有极性,极易附着沉淀在轴承、轴及齿轮的金属表面,形成漆膜状的沉淀物。

2.润滑油一旦暴露于空气中,润滑油氧化过程就开始了,润滑油的氧化是不可逆的。但是当润滑油中的软性污染物溶解度下降时,在金属表面已经析出的漆膜将开始溶解^[1]。润滑油中软性污染物的溶解和析出是物理过程、是可逆的;所以金属表面吸附的漆膜可以通过降低润滑油中软性污染物的浓度来消除漆膜。

3.一般情况下,润滑油中还会溶解一定量的空气,当超过溶解极限后,进入润滑油的空气则以悬浮方式存在于油品中。一旦润滑油从低压区被泵入高压区,这些悬浮在油中的小气泡被急剧压缩,导致油液微区温度

通讯作者简介: 王燕伟; 出生: 1988年7月22日; 民族: 汉族; 性别: 男; 籍贯: 陕西郿邑区; 单位: 陕西润中清洁能源有限公司; 职位: 空分车间设备技术员; 职称: 中级工程师; 学历: 大学本科; 邮编: 713600; 研究方向: 润滑油, 漆膜; 邮箱: 511854986@qq.com。

迅速升高,有时甚至高达1100℃^[2],造成油液微区绝热“微燃烧”,生成极小尺寸的不溶物,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。

4. 润滑油系统工作时,当润滑油高速流过精密过滤器时,分子间会发生内摩擦产生静电,累积一定量后产生静电,静电释放能量造成局部高温,加剧润滑油的氧化及抗氧化剂的降解形成漆膜沉淀物。

四、润滑油中漆膜的检测

由于漆膜会严重影响空压机组的长周期稳定运行,所以对润滑油形成漆膜的趋势进行监测。我公司规定空压机组联合站每月定时分析润滑油粘度、灰分、水分、酸值、机械杂质,润滑油的常规分析各项指标都在合格范围内,但空压机组轴承仍出现较为明显的漆膜沉积物。这是由于构成漆膜的软性污染物直径很小,相关研究表明其粒径小于0.08 μm,一般检测油品污染物颗粒的设备很难进行检测^[1]。

目前被广泛接受的漆膜检测方法有多种,比较有效且被ASTM标准采纳的测试方法是MPC法(ASTM D7843-12用膜片比色法测量使用中透平油里润滑油生成的不溶性彩色物体的标准试验方法)。该方法通过对在用透平油中不溶物含量的测量,评判漆膜倾向指数。评判标准如下:

15 > MPC ≥ 0: 正常;

30 > MPC ≥ 15: 监护运行(检测周期缩短为正常时的一半)

40 > MPC ≥ 30: 异常;

MPC ≥ 40: 危险^[1];

MPC检测法操作简单,易于现场实施,在实际的使用中得到了广泛的应用认可。

五、润滑油中漆膜的防范

根据漆膜软性污染物形成的原因可以采取以下的措施来防范润滑油中漆膜的产生

1. 定期检测。在用润滑油的抗氧化剂的含量,依据油品中抗氧化剂的含量对油箱中的润滑油进行补充更换以维持润滑油的抗氧化性能,减缓漆膜的形成。

2. 平衡电荷净化法。将润滑油分成两部分,分别给与软性污染物以不同的电荷,然后使这些带不同电荷的软性污染物重新结合,形成较大的颗粒,由于润滑油对软性污染物的溶解度随着温度的降低而减少,所以只有在设备停运及油系统温度处于室温时才会有较多不溶解的污染物析出。该方法对于溶解于润滑油中的软性污染物并不能有效去除^[3]。

3. 离子交换树脂法。采用定制的特制树脂,选择性地吸收运行润滑油液中抗氧化剂和基础油降解产生的软性颗粒物。润滑油中的软性颗粒物还处于溶解状态时就

被清除,从而保持运行润滑油中的漆膜软性污染物溶解度处于非饱和状态^[1]。由于润滑油中软性污染物的溶解和析出是物理过程、是可逆的,当润滑油中的软性污染物溶解度下降时,在金属表面已经析出的漆膜将开始溶解。随着吸附过程的连续不断循环进行,润滑油中的软性污染物及附着在设备内部表面的漆膜慢慢的都会被清除掉。这种方法可以在任意温度下进行,所以这种润滑油清洁装置可以连续投入运行。

六、润滑油漆膜问题的解决

结合空分装置实际运行状况,我公司空压机组联合站润滑油漆膜去除选用离子交换树脂值法。2018年6月采购Fluitemc VITA ESP III去除漆膜特种滤油装置安装于空压机组联合站,过滤空压机组润滑油。2020年10月份空压机组停车检修,检查主空压机径向轴承及推力轴承,轴承表面干净无任何的漆膜附着,瓦块表面无肉眼可见磨损见图2。空压机组推力轴承温度稳定无异常波动。去除漆膜滤油装置的投用为空压机组的长周期稳定运行提供了保障。



图2

去除漆膜滤油装置2018年6月正式投用,2019年11月空压机组油质分析MPC rate 4.5,2020年1月和7月更换漆膜滤油机滤芯。2021年3月空压机组油质分析MPC rate 2.3,2021年11月空压机组油质分析MPC rate 1.4,润滑油中漆膜倾向指数处于优良水平。同时通过油品MPC rate分析结果得知该型号树脂滤芯的使用更换周期,为后期树脂滤芯的更换提供了依据,有效节省生产成本。

七、结束语

空压机组油系统润滑油中漆膜软性污染物的存在不仅影响机组的润滑效果,同时还严重威胁空压机组的安全、长周期、稳定运行。本文通过对润滑油中漆膜形成机理的分析及消除方法,通过选用合适的漆膜软性污染物去除方法成功解决了空压机组油系统的漆膜问题。

参考文献:

- [1] 王建新. 润滑油漆膜形成机理及去除对策[J]. 石油和化工设备, 2015(18): 76-78.
- [2] 周文新. 工业润滑油应用中的漆膜问题[J]. 设备管理于维修, 2007(8): 40-41.
- [3] 黄素华, 等. 燃气轮机润滑油系统的漆膜问题[J]. 电力与能源, 2016(37): 628-631.