

压缩机轴承温度偏高的分析与处理

于志斌

(中科(广东)炼化有限公司 广东 湛江 524012)

摘要:某石化公司离心压缩机组C3201检修开机后,轴承温度呈现一定程度的跳动上涨现象,在排除仪表探头故障、轴承本体缺陷、工艺操作负荷等原因后,判断故障原因为润滑油在轴瓦表面形成润滑油漆膜,影响轴承润滑,导致温度升高、跳动。在采用了静电吸附+离子交换树脂吸附专用除漆膜滤油机滤油后,轴承温度跳动升高的问题得到了有效的解决。

关键词:轴承;温度高;漆膜;滤油机

0 引言

某石化公司50万吨/年连续重整装置循环氢压缩机C3201为离心式压缩机,型号为BCL457,入口压力为0.24MPa,出口压力为0.55MPa,流量33000Nm³/h,额定转速12000rpm。此压缩机于2019年7月进行例行解体大修,期间更换了压缩机转子、轴承组件、干气密封、仪表探头等,8月底检修完成,机组开机运行。

1 机组运行情况

开工初期,压缩机整体运行平稳,各轴承温度、振动正常。但十天后,压缩机非驱动端径向轴承温度(TI3315)开始出现跳动上涨迹象,具体现象为:轴承温度在一个相对稳定情况下,突然在五分钟内上升8~10℃,然后再换缓慢降回至原温度值,跳动周期大约为一天一次。

随着机组运行,机组轴承温度跳动的周期逐渐延长(从最初的1天延长至10天),但是相对稳定时的温度却逐渐升高(由86℃上升至100℃),跳动时的最高温度也大幅上升,从94℃上升至130℃,此时轴承最高点温度早已超过报警值。发生温度跳动的测点从最初只有一个点,3个月后发展到压缩机4个径向轴承温度全部出现周期性跳动。

在温度跳动时,初期轴振动基本无变化,随着最高温度的逐渐升高,温度跳动时振动逐渐同步出现波动,但是最大变化量仅为5μm左右,相对振动值变化不大。总体来看,自2019年9月开机至2020年9月,机组各点轴振动比较稳定。

2 轴承温度高原因分析

2.1 工艺负荷变化

机组运行时,汽轮机蒸汽压力、温度稳定,压缩机转速、流量稳定,润滑油温度、压力稳定,所有机组工艺运行参数均未有明显变化。调大温度跳动点的轴承注油量,故障现象没有明显改善。综合工艺运行的状况,排除了负荷变化导致轴承温度跳动的可能。

2.2 仪表探头故障或信号被干扰

故障初期由于仅TI3315一个测点出现小幅温度跳动,其他温度测点和振动测点均无任何变化,压缩机运行一切正常,怀疑重点主要是仪表探头出现故障。检查探头电流及阻值信号一切正常,测量数值准确,SG8000系统仪表GAP电压趋势正常;交换相邻两个探头接线后,温度跳动情况相应转移至另一测点,仪表通道正常;检查数据传输过程,未发现

相关信号被干扰。

随着故障发展,多个温度测点都出现跳动,且同一个轴承的两个温度测点跳动曲线同步,且轴振动也同步出现小幅波动,进一步验证了仪表测量正常,确实发生了轴承温度变化,排除了仪表故障的可能性。

2.3 轴承缺陷故障

压缩机径向轴承为可倾瓦滑动轴承,瓦块可沿支点相对自由摆动,保证瓦面与轴径完美贴合形成油楔,形成良好润滑。当支点卡涩时有可能造成瓦面与轴径接触不佳,甚至造成轴瓦表面磨损。但是压缩机工作转速10000rpm以上,一旦出现以上情况,轴承将会发生不可逆转的严重故障,且温度不会在跳动上涨后又恢复到正常值,基本可以排除轴承本体故障的可能性。

2.4 润滑油不合格

润滑油品质的好坏直接关系到机组润滑是否良好,轴承温度是否正常。润滑油箱底部采样目测观察,油品清洁明亮、无水分、无机械杂质;专业实验室分析,润滑油粘度、酸值、闪点、水分、污染度等各项指标均正常。排除常规润滑油问题。

2.5 漆膜影响润滑

漆膜是一种高分子烃类聚合物,主要是油品氧化变质产物,典型的元素分析为:C:81~85%、H:7~9%、O:7~9%、N:2~3%,形成主要原因为:

(1) 油品的氧化降解:润滑油在使用过程中,遇到高温、水分、金属和空气等都会加速氧化,生成羧酸、酯、醇等氧化产物,并进一步缩聚形成高分子聚合物,如漆膜。另外,油品中的胺类抗氧化剂也较易生成漆膜。

(2) 局部表面的热点和微燃烧造成基础油或添加剂的急速热降解生成漆膜:高温或高强度摩擦金属表面处于较高温度,常见于轴瓦部位,导致接触该区域的油液温度处于非常高的状态,造成润滑油急速热降解生成漆膜,并很容易粘附在高温元器件上形成堆积。润滑油在急剧压缩的情况下还容易产生微燃烧现象,生成极小尺寸的不溶物,附着在金属表面形成漆膜。

漆膜堆积在摩擦副表面会破坏油膜间隙,散热变差,使摩擦表面温度显著升高,严重时造成接触表面损伤破坏。

轴瓦上的漆膜刚开始比较薄,呈现黄色;随着量的累积,漆膜厚度增加,颜色逐渐加深,变为棕色,深棕色。当厚度

增加至足够厚时,轴瓦间隙变小,就会让轴瓦和轴颈干接触,干接触的瞬間漆膜会被磨掉一些,轴承温度会瞬间上升;当漆膜磨掉一部分后,轴瓦间隙恢复,润滑也逐渐恢复,因此,轴承温度会逐渐下降。由于干磨时主要磨损的是漆膜产物,并未严重磨损到轴径和轴瓦本体,所以轴承温度基本能恢复到正常值。但是在漆膜反复增长、摩擦、再增长、再摩擦的过程中,不可避免的会造成轴径和轴瓦的磨损,因此,轴承温度总体呈现出波浪式上升的状态,形成恶性循环(如图所示)。

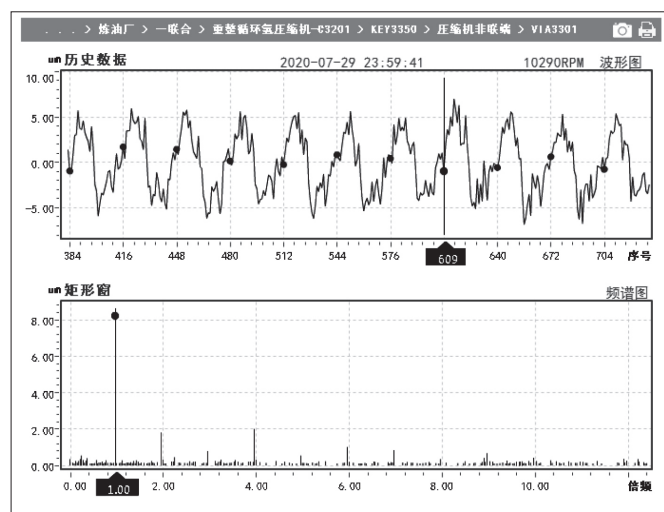


图 8 振动波形频谱图

查看 SG8000 系统温度跳动时轴承振动同步变化图谱,波形毛糙、不稳定、有轻微削波;以一倍频为主;相位短时间内变化后可回到原位;轴心轨迹呈明显的“8”字交叉形。通过以上现象综合分析,发生异常故障的原因也明显指向了转子动静部位摩擦。

因此,判断轴瓦表面产生漆膜导致动静部位摩擦是压缩机轴承温度跳动的直接原因。

除此以外,漆膜还会造成其他严重的危害:

(1) 漆膜胶质很容易粘附在精密元器件上,如电液转换器伺服阀、错油门滑杆等部位,严重时导致卡涩,造成控制失灵,甚至机组停车。

(2) 堵塞过滤器,造成设备润滑不良。

(3) 冷却器冷却效果变差,导致散热不良,油温上升,油品加速氧化。

漆膜倾向指数(MPC)在一定程度上可以反映出润滑油中形成漆膜产物的程度和可能性,当 MPC>10 时,在轴瓦表面容易产生漆膜,导致轴承温度升高。但是通过多起案例表明,当压缩机转速高、负荷大、轴承局部过热时,即使 MPC 很小,依然会在轴瓦表面产生漆膜。C3201 润滑油 MPC 分析仅为 3.2,但从故障现象看,轴瓦表面已经明显形成了漆膜。

在 2019 年检修拆件轴承时,也发现在轴瓦表面局部产生了漆膜。

3 消除漆膜的处理措施

据分析,油液中易生成漆膜和油泥的“软颗粒”约占油

液中颗粒总数的 80% 以上,由于这类“软颗粒”尺寸小于 1μm,同时油液中还存在大量溶解态的胶质聚合物,一般机械式超微滤油机很难有效去除这些微粒。针对这种情况,目前广泛采用了静电吸附净化技术和离子交换吸附技术。这种技术不仅能有效去除和预防压缩机组在正常运行过程中产生的溶解性和非溶解性油泥、胶状杂质,也能去除工件表面已经形成的漆膜不溶物。

3.1 静电吸附原理

静电吸附利用高压静电场,使油中污染颗粒物极化而分别显示正、负电性,呈正、负电性的颗粒物在超高压电场的作用下各自向负、正电极方向游动,最后颗粒物被吸附在收集器上。

部分没有来得及被吸附的带静电的油液颗粒物通过在系统内的流动,将油箱、管壁、轴瓦等部位上附着的油泥杂质、聚合物、漆膜等污垢逐渐进行剥离、冲刷、吸附带出,最终回到滤芯被吸附在收集器中。周而复始,从而将油液中非溶解性油泥、胶质物以及从元器件上剥离的漆膜彻底从润滑油中清除。

3.2 离子交换树脂吸附原理

润滑油中溶解的聚合、氧化污染物主要呈现酸性,离子交换树脂含有丰富的弱碱性基团,在润滑油通过时,释放出弱碱性离子,从而将溶解的污染物牢牢吸附在树脂内部的空隙结构中。通过此方法,可以快速有效的去除润滑油中的溶解性漆膜污染物,降低漆膜倾向指数(MPC)。

找准故障原因后,2020 年 9 月 2 日安装除漆膜专用滤油机对压缩机油箱润滑油进行旁路过滤净化。仅一个月后,压缩机所有径向轴承温度全部趋于稳定,没有再次发生温度大幅跳动情况,说明润滑油中溶解性和非溶解性油泥、胶状杂质,以及轴瓦表面产生的漆膜已经得到有效清除,轴承润滑恢复正常。

4 结语

压缩机在轴承间隙控制偏小、局部温度过高,或者润滑油品质不高、被污染等因素影响下,润滑油在一定温度、压力下发生氧化、缩聚反应,生成油泥、胶质等产物,在轴瓦表面不断沉积并最终形成漆膜。随着漆膜的不断生长,逐步影响润滑,导致轴承温度升高;轴承温度的升高又加速了润滑油品质的恶化,形成恶性循环,导致其他轴瓦产生漆膜,且轴承温度越来越高。

除漆膜专用滤油机采用静电吸附+离子交换树脂吸附综合处理技术,针对性的消除溶解性和非溶解性油泥、胶状杂质,剥离清除轴瓦表面产生的漆膜,有效的解决了压缩机轴承温度升高跳动的故障,避免了非计划停车,保证了压缩机长周期运行。

参考文献:

- [1] 屈世栋. 转动设备状态监测及典型故障的诊断[D]. 天津: 天津石化装备研究院, 2018.
- [2] 刘威, 赖晓燕. 一种清除润滑油漆膜的滤油机: ZL201621260880.7[P]. 2016.