

膨胀机轴瓦温度高原因分析及处理

胡 雍 张 虎 杨 洋 宋春峰
盛虹炼化连云港有限公司 江苏 连云港 222000

摘 要: 装置自开车以来安全稳定运行, 其中一套装置运行中出现气体膨胀机在高负荷运行过程中出现止推轴瓦温度高联锁跳车, 文章结合数据分析, 解决轴瓦温度高的问题, 保证装置长周期稳定运行。

关键词: 膨胀机; 轴瓦温度

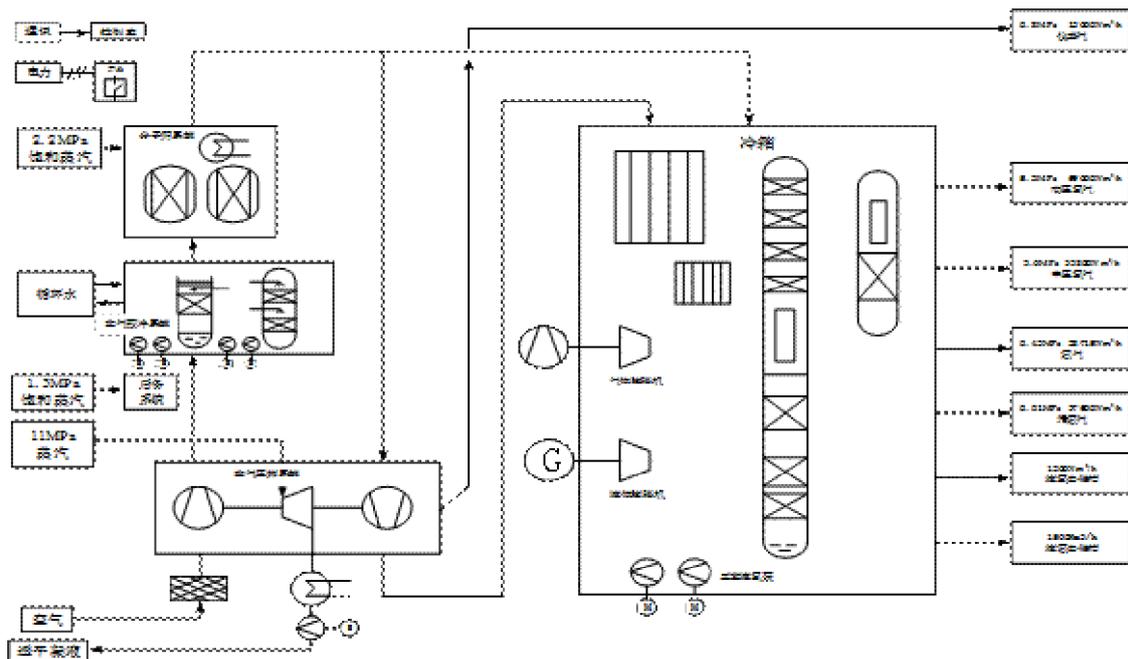
1 前言

空分装置是炼油/化工/生产辅助装置之一, 为了满足煤气化装置高压氧气, 乙二醇装置、醋酸乙烯装置中压氧气, 污水系统低压氧气, 以及整个项目炼油和化工区域各装置高压氮气、中压氮气、低压氮气和低低氮气的需求, 该厂建设四套生产规模为 $92800\text{Nm}^3/\text{h}$ 的大型空分装置, 采用林德空分专利技术, 具备自动变负荷功能。

2 流程简述

本套空分装置采用空气预冷系统、分子筛纯化系统、带增压透平膨胀机和液体膨胀机的液氧泵内压缩流程, 配置进口空压机、增压机等, 中压塔和低压塔均采用规整填料塔; 分子筛净化后的空气分为三部分: 第一部分净化空气在低压换热器中与返流低压氮气、污氮进行热交换而冷却后直接进入冷箱; 第二部分净化空气进入低压透平膨胀机, 经增压端增压冷却后进入主换热器, 与反流介质换热后从中部抽出进入膨胀机膨胀端,

经膨胀机膨胀后送入上塔参与精馏; 第三部分净化空气进入空气增压机, 在增压机一级冷却器后抽出一股作为仪表空气外供, 增压机末端压力空气进入换热器与高压氧、高压氮进行换热, 被液化后进入液体膨胀机, 而后进入中压塔作液体进料; 中压塔外送的液氮产品: 一部分经过过冷器过冷后送入常压液氮贮槽作为液氮产品, 另外一部分经高压板式换热后外送液压机系统提压外送; 低压塔产生污氮和液氧。从低压塔的底部抽出经液氧泵升压后, 一部分经过冷器冷却后进入常压液氧贮槽作为液氧产品; 一部分经高压液氧泵增压至 $5.2\text{MPa}(\text{G})$ 后, 经高压换热器被气化并复热作为高压氧气产品输出; 一部分经液氧减压阀降压至 $3.0\text{MPa}(\text{G})$ 后, 经换热器被气化并复热作为中压氧气产品输出; 在低压塔的顶部抽出污氮, 经主换热器复热后出冷箱, 一部分去分子筛吸附器做为再生气体, 一部分的去水冷塔作为冷媒。如下图所示:



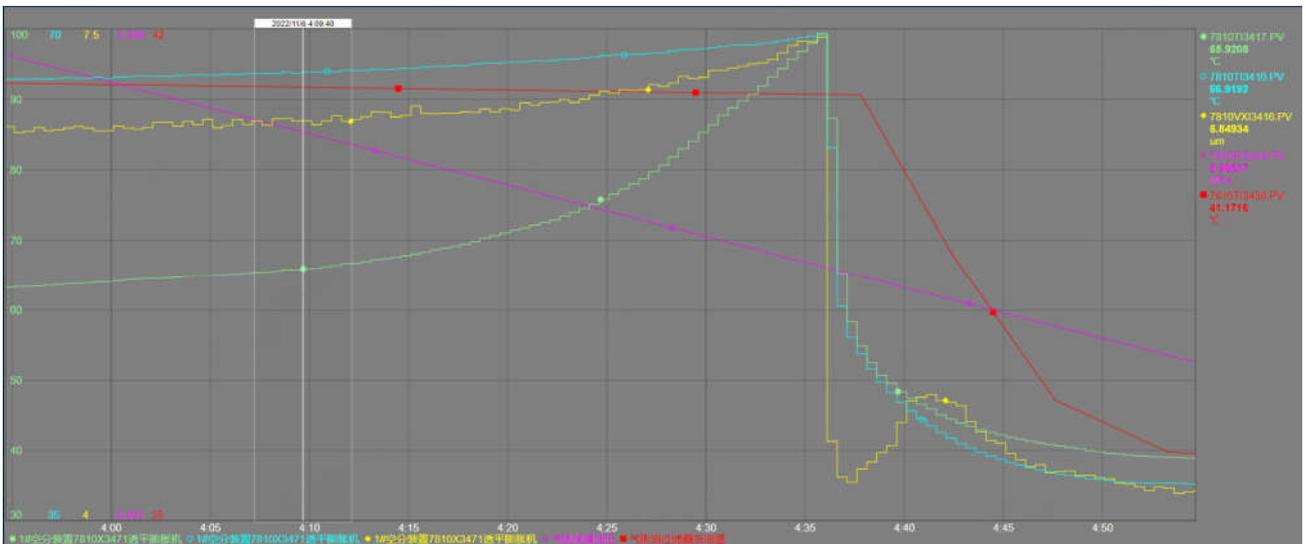
空分装置所需的大部分冷量是通过气体膨胀机和液体膨胀机对空气或液空的等熵膨胀来获得的，膨胀机是一种旋转式制冷机械，它由蜗壳、导流器、工作轮和扩压器等主要部分组成，当具有一定压力的气体进入膨胀机的蜗壳后，被均匀分配到导流器中，导流器上装有喷嘴叶片，气体在喷嘴中将气体的热力学能(内能)转换成流动的动能，气体的压力和焓降低，出喷嘴的流速可高达200m/s左右；当高速气流冲到叶轮的叶片上时，推动叶轮旋转并对外做功，将气体的动能转换为机械能，通过转子轴带动增压机对外输出功，带动风机或电机输出外功，同时使气体获得冷却，膨胀机的降温是膨胀机内气体在膨胀过程，它要推动膨胀机转子转动对外做功，这部分功要通过消耗气体内部的能量得到，从而使气体分子的动能急剧降低，温度大幅度下降；所以膨胀机的温降除靠压力降低使分子位能增加而减少动能外，主要是由于对外做功引起的，温降效果就比节流要大得多；从气体流经膨胀机的整个过程来看，气体压力降低是一膨胀过程，同时对外输出了功，输出外功是靠消耗了气体内部的能量，反映出温度的降低和焓值的减小，即是从气体内部取走了一部分能量，也就是通常所说的制冷量；膨胀机带增压机回收膨胀机在绝热膨胀时对外所做

的功，节约能源，降低损耗，提高膨胀机的做功效率；以下是装置膨胀机的技术参数：

设备位号	设备名称	型式	操作条件						
			介质名称	温度K		压力MPa		流量Nm ³ /h	转速rpm
				入口	出口	入口	出口		
X3471	透平膨胀机	离心式	干燥空气	19.8	64.82	0.555	0.835	48670	12750
X3871	液体膨胀机	离心式	液空	104.6	102.32	7.65	1.0	128200	19725

3 问题简述

1) 首套空分装置自开车调试完成后，各项指标均达到设计指标，装置运行半月左右后，空分装置为满足后续生产需求，逐步提高装置负荷，2022年11月6日夜间4点09分，气体膨胀机膨胀端轴向轴温TI3417自 65℃左右开始逐渐上升，操作员发现后立即排查水温、油温正常，4点35分TI3417上升至100℃联锁停机；下图为轴瓦温度趋势图：



停机后对气体膨胀机进行全面检查：

- a. 为防止油洗不合格导致有机杂质进入机组轴瓦，造成轴瓦温度高，检查润滑油过滤器，清洁度良好；
- b. 防止膨胀机发生设备机械事故，下线膨胀机增压端入口管道，对气体膨胀机手动盘车，转动灵活，无卡涩；
- c. 为防止润滑油管道不清洁，通过提升油压的方式，

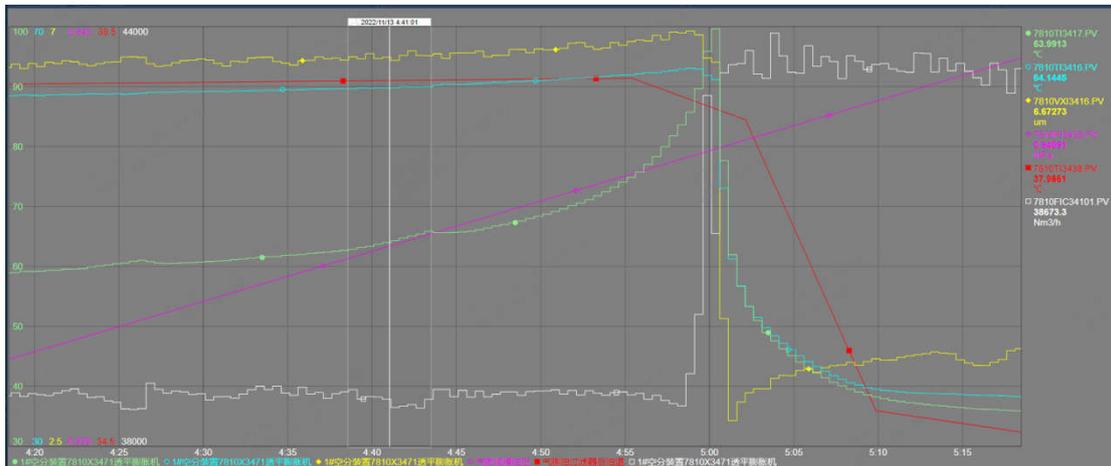
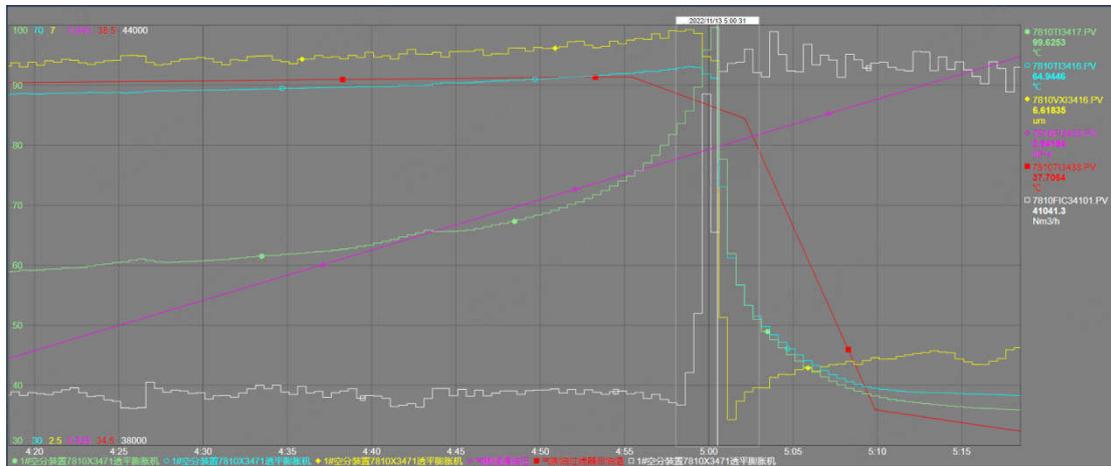
对润滑油多次进行油冲洗，提升润滑油压力从0.85Mpa至0.95Mpa，并数次启停油泵，对润滑油管路进行冲洗；

- d. 防止设备内部进入异物，造成设备损坏，检查增压端入口管线及过滤器，清洁度良好；

2) 各项指标均检查正常，7日凌晨加温合格后再次启动气体膨胀机进行测试检查，运行指标正常，无异常

波动,运行至2022年11月13日夜间4点40分,气体膨胀机膨胀端轴向轴温TI3417自65℃左右开始逐渐上升,操

作员逐步降低装置及膨胀机负荷,5点00分TI3417上升至100℃联锁停机;下图为轴瓦温度趋势图:



装置为避免仪表问题原因,现场将设备备用芯投用,接线至DCS监控,同时更换备用机头总成。

3) 2022年11月14日再次启动试运行,运行6小时后,轴温TI3417再次高高联锁跳车,现场将机头下线,拉回设备厂家进行检测,现场为保证机组润滑系统的清洁度,更换膨胀机油系统单向阀、调压阀,同时将润滑油由长城更换为美孚进行继续油运。

4) 2022年11月20日再次启动进行数据采集,试运行48小时,22日提高负荷运行,再次出现膨胀机轴温TI3417联锁测试停机,测试证明膨胀机可以维持低负荷运行,保持低负荷运行,现场计划启动另外一套空分,待运行正常后,对本套膨胀机进行技术改造,为保证全厂氮氧平衡,因此装置制定本套空分膨胀机低负荷运行措施:

a. 气体膨胀机启动之后,转速至12750rpm,控制膨

胀端入口流量小于45000Nm³/h;

b. 控制气体膨胀机入口温度不小于-120℃,若气体膨胀机入口温度下降,入口流量升高,关小膨胀机入口导叶进行控制,同时适当开大液体膨胀机旁路阀1%左右调节;

c. 控制膨胀机入口导叶不大于75%,若气体膨胀机入口温度高,膨胀机回流阀开度较大,可以调节导叶开度1-2%进行调节;

d. 气体膨胀机运行期间,严格控制气体膨胀机入口流量小于45000Nm³/h,监控膨胀端轴向温度小于60℃,若监控发现TI3417逐步上升,中控快速开大膨胀增压端回流阀,关小导叶操作。

4 解决措施

通过上述几次运行测试,与设备厂家技术交流,及相关数据对比发现,膨胀机负荷提高,入口流量增加大于45000Nm³/h,温度小于-120℃,首先表现为油压缓慢上

升,随之轴瓦温度也逐步上涨,此时降低膨胀机负荷,油压及轴瓦温度缓慢恢复之前运行指标,因此得出结论,膨胀机转子总成止推间隙或轴向力设计不当,通过查询设备出厂资料,与现场实际运行设备对比发现转子总成止推间隙偏小,征求设备厂家意见,将膨胀机转子止推间隙进行调节放大0.05-0.1mm;自此对4台气体膨胀机逐步进行改造,启动后至今运行稳定。

结论

通过多次的运行测试及数据对照分析,气体膨胀机

止推轴瓦温度高主要是因为转子总成止推间隙偏小,当气体膨胀机负荷提高,转子轴位移发生变化,转子总成止推间隙变小,润滑油压上升,伴随止推轴瓦温度持续上升至连锁值,通过调节转子总成止推间隙后,气体膨胀机运行至今,轴瓦指标正常。

参考文献

- [1]许光华 主编.透平膨胀机 西安交通大学.2006
- [2]沈立智 主编.大型旋转机械状态检测与故障诊断