

40000m³等级空分装置配套增压机组主推轴温高问题解析

陈海笑 董传利

河南能源化工集团新乡中新化工有限责任公司 河南获嘉 453800

摘要: 本文通过对40000m³等级空分装置配套陕鼓EBZ45-6(2+2+2)型离心式压缩机在运行过程中出现的问题阐述,详细分析造成主推温度高轴位移量大的原因,并根据维修过程中的经验和实际运行情况制定详细的应急处理措施,为生产系统的安全运行提供可靠保障。

关键词: 增压机; 主推轴承; 振动; 轴位移; 措施

Analysis of high temperature of main thrust shaft of booster unit for 40000m³ air separation unit

Haixiao Chen, Chuanli Dong

Henan Energy chemical Group Xinxiang Zhongxin Chemical Co., LTD., Henan Wojia 453800, China

Abstract: This paper expounds on the problems in the operation of the Shaanxi Drum EBZ45-6 (2+2+2) centrifugal compressor in a 40000m³ air separation unit. It analyzes in detail the causes of high main thrust temperature and large shaft displacement, and formulates detailed emergency treatment measures according to the experience in the maintenance process and the actual operation, so as to provide a reliable guarantee for the safe operation of the production system.

Keywords: booster; Main thrust bearing; Vibration; Axial displacement; measures

1. 概述

EBZ45型离心压缩机是新乡中新化工40000m³等级空分装置配套的增压机组,该机组由西安陕鼓动力有限公司设计制造。增压机采用变速箱与汽轮机联动,筒型外置中间冷却器的布局方式,配套完善的电控仪控系统、润滑油系统和安全监控系统。空分压缩机组的整体布置形式为:EBZ45压缩机+齿轮箱+汽轮机+等温离心空压机组。该增压机组自2011年装置投产以来多次出现主推轴承温度高,轴位移大,轴承振动大等问题,造成空分

装置无法高负荷运行的瓶颈。在通过陕鼓厂家的技改和工艺调整后近两年以来增压机部分问题得到解决,空分装置也首次达到满负荷运行。

2. 增压机流程介绍

增压机为3段6级压缩,来自分子筛0.5MPa139000m³空气在增压机内进一步压缩。从空气增压机(C4701)一段出口抽出一股(5000Nm³/h)作为工厂空气和仪表气,再从空气增压机(C4701)二段出口中抽一股(65000Nm³/h),经过膨胀机增压端(C4403A/B)压缩及后冷却器(E4401A/B)的冷却,再进入高压主换热器(E4006)被冷却,经膨胀机(X4403A/B)膨胀后进入下塔,另一股从空气增压机三段排出流量(69000Nm³/h)的空气经增压机后冷却器(E4703)冷却后送入冷箱经高压主换热器(E4006)冷却后节流进入精馏塔下塔(T4001)。

3. 设备的改造过程

3.1 该套空分装置于2011年6月份一次开车成功,2011年10月压缩机组经历开车后的首次检修。本次检修主要问题是,增压机在试车的过程中止轴瓦温度高,轴

作者简介:

陈海笑,男,出生年月:1990年1月6日,汉,河南焦作,大专,助理工程师,工作单位:新乡中新化工有限责任公司,邮编:453800,研究方向:深冷技术、压缩机组运行。

董传利,女,出生年月:1985年8月2日,汉,河南濮阳,大专,助理工程师,工作单位:新乡中新化工有限责任公司,邮编:453800,研究方向:深冷技术、压缩机组运行。

位移量大,装置无法加负荷运行。当时增压机止推温度达到109℃(110℃报警120℃跳车),轴位移量在增压机末级压力5.4MPa(设计6.2MPa)时已经达到0.54mm(±0.4mm报警±0.7mm跳车)对于刚试车的压缩机组问题还是比较严重。经过现场拆检后发现主推轴瓦上存在结焦积碳现象,在和厂家人员共同研判后决定更换主推瓦块,将止推瓦上进油喷嘴由3mm增大到5mm,并在主推瓦块上沿着进油方向垂直切出一道2mm油线增大进油量。同时在增压机平衡管联通高压侧管线上增加两台DN80mm截止阀,在低压侧增加盲板,将末级高压空气通过轴封泄漏的全部放空降低增压机的轴向推力,减轻主推轴承的负担。本次检修开车后,运行效果很不理想。增压机轴位移仍然偏大,主推温度在运行一段时间后仍然缓慢升高。

3.2 2012年12月增压机利用装置大修机会进行返厂维修,本次根据陕鼓专家建议将增压机平衡盘在原有基础上增加12mm,加大平衡盘后原则上能够有效降低轴向推力。开车后发现增压机主推温度依然偏高,增压机末级压力超过5.5MPa后轴温和位移会大幅度升高,无法保证压缩机组的高负荷运行。增压机平衡盘本次改造时跟换了梳齿密封,增压机开车后末级空气的泄漏量明显降低。

3.3 2013年3月增压机再次返厂,在前期取得改造经验后陕鼓厂家给出了详细的增压机改造方案。改造的主要目的还是消除轴向力,降低主推轴瓦温度。本次改造主要将平衡管高压空气放空回收到低压端,抵消一部分推力,从而降低轴位移和轴温。具体实施方案为在增压机平衡管上增加两个DN80连通阀,加上前期增加的放空阀,在机组加负荷的同时缓慢关闭放空阀打开连通阀消除轴向力。为了防止压缩机外缸高压气体向低压侧漏汽本次检修将增压机内外缸体密封条全部更换为新的密封条。具体的检修内容还包括进一步加大平衡盘的尺寸扩大了15mm,转子进行喷砂处理并做高速动平衡试验,推力瓦块改为球面接触瓦背改为铜基材料有利于散热,将高压端气封由梳齿密封改为侧齿密封降低泄漏量。本次检修后开车增压机轴位移和主推温度依然居高不下,改造没有达到预期效果。

3.4 2017年经过4年的运行,增压机仍然无法满负荷运行,空分装置制氧量最高36500m³/h,不能保证后系统高负荷运行。陕鼓厂家也多次召开专题会议讨论技改方案,没有形成一套行之有效的方法。在6月份的检修期间,厂家尝试对止推轴承的整体结构进行更换,主推瓦由原来的7块更换为9块瓦块,瓦块上的材料也采

用了航天耐磨耐高温材料,使各瓦块的受力面积减小分散各瓦块的推力。原推力轴承为单线供油方式,技改后为双线供油,主推和副推单独供油增大进油量。各推力瓦块进油方式由三喷嘴改为单喷嘴进油,同时增加了进油槽增加进油量。在开车后,增压机开始加负荷运行,当主推温度上涨至95℃后不再上涨末级压力最高提至6.0MPa,基本满足了运行的需要,空分装置的负荷提升至38500m³/h。

3.5 为了彻底解决增压机存在问题,确保空分装置冲击41000m³/h氧量运行,2018年12月增压机再次进行返厂改造。本次改造解决了困扰空分装置多年的顽疾,增压机的轴位移和轴温高的问题得到了有效的改善。在停车改造前期,我公司已和陕鼓厂家制定了详细的改造方案和处置措施,为了节约改造时间,拆卸所使用的工器具和车辆提前进场准备。在系统停车后制定详细的油系统隔离方案,确保增压机组按时交出。



图1 增压机内缸已吊出

本次检修工作重点更换增压机原有平衡盘,增大平衡盘的直径,在新的平衡盘安装自然冷却后上车床车出密封槽镶嵌密封齿。将原迷宫梳齿密封改为金属软密封,利用密封齿在转子转动的情况下切削出密封槽,起到密封作用。更换新的止推轴承,新的止推轴承从材料和耐高温的能力上都有了很大的提升。对增压机各级之间隔板进行优化处理,增大进气量。重新测量确认缸内间隙以及螺栓把紧后的间隙测量,转子做高速动平衡试验。

装置在2019年2月份恢复开车,增压机末级压力5.8MPa关闭平衡管放空打开平衡管连通阀,轴温和位移无异常。在经过一个月的负荷调整后,空分氧气产量首次突破40000m³/h达到设计要求。增压机末级压力提至6.1MPa,主推温度维持在85℃左右,轴位移0.21mm,各项指标无异常达到了设计要求,突破了困扰空分装置多年的瓶颈。



图2 增压机止推轴承下瓦块

4. 问题分析

4.1 增压机结构设计问题, 没有考虑轴向力的消除, 止推轴承选用不合适。

4.2 止推轴承供油量不足, 造成轴瓦温度升高。

4.3 梳齿密封密封不严造成大量压缩空气窜至低压侧造成轴位移升高。

4.4 平衡盘设计较小无法抵消轴向力。

4.5 增压机平衡管放空前期未及时回收, 造成压缩气体外漏增压机压力提高不了, 无法满足高负荷运行。

4.6 压缩机组操作过程中波动较大, 打破原形成的油膜, 造成油膜震荡润滑不到位。

5. 防范措施

5.1 金属软密封属于耗损材料, 连续运行1年以后需要进行更换, 保证密封效果良好, 防止软密封失效后位移升高。

5.2 空压机组负荷保持稳定, 汽轮机转速稳定, 不能出现大幅波动和调整。

5.3 分子筛充压期间保证空压机和增压机各级压力稳定, 防止出现大幅度波动。

5.4 空分润滑油温度在41℃-43℃之间保证油膜的形成, 调整油温要缓慢防止破坏油膜。

5.5 原汽轮机油自建厂以来未更换, 对汽轮机油进行更换。在振动和温度升高后切换油冷器进行干扰。

5.6 汽轮机入口蒸汽压力9.0MPa保持稳定, 不能出现大幅波动; $\leq 7.5\text{MPa}$ 时班组可采取紧急停车, 避免对机组造成伤害, 留下安全隐患。

5.7 保持润滑油压力在0.25MPa-0.26MPa之间。

5.8 每次机组检修需更换机组推力瓦块和金属软密封等易磨损备件。

5.9 在汽轮机转子上增加碳刷装置, 消除静电防止积碳。

5.10 和陕鼓技术人员联系, 寻求新技术, 从根本上解决存在的隐患。

6. 结束语

本套空分装置配套增压机组经过一系列的改造后能够满足系统的高负荷运行, 通过前期的经验和摸索基本上找到了问题的根源, 在今后的生产中严控各项工艺指标, 制定详细的应急处置措施保证装置安稳运行。

参考文献:

[1] 靳兆文. 压缩机运行与维修实用技术[M]. 北京: 化工工业出版社, 2014

[2] 毛绍融. 现代空分设备技术和操作原理. 杭州出版社, 2005

[3] 《GB16912-2008 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》