

一体式压缩机在增压机无法运转下的试车流程案例分析

王 昕

陕西延长中煤榆林能源化工有限公司 陕西 榆林 718500

摘 要: 空气压缩系统是空气分离设备的重要组成部分,特别是在现代大型空分装置中,压缩机组的正常运行,是空分装置得以长期平稳运转的重要基础与最关键的保证。而用于进行压缩过程的空气压缩设备,通常需要配有压送原料空气的发动机和对循环空气进行增压的增压气泵,因此它们是空气分离原料能量与动力的主要源泉。一般确定的空分装置,必须选择的压缩机种类、数量和流程是根据其应用、能耗等综合因素而确定的,其中使用较为普遍的是离心式压缩机。

关键词: 压缩机;试车流程;案例分析

1 压缩机概述

通常合理的使用智能控制技术方法,可以使机器生产更为准确,从而降低有关技术人员的工作量,在生产中,机电一体化方法在这里发挥了关键的作用。在中国现阶段的机械制造工艺中,以智能控制为核心,对功能与控制精度的需求愈来愈大,为了增强国内企业的综合实力,在所开展的加工作业中,要选择最优化的运行方式,在核心处理单元(CPU)与现场终端的统一配置下,在运行方式中合理的运用了二个功能,一个是即时检测,另一个是智能管理,从而形成了即时监测体系,已不能满足需要。工业随着生产规模的大型化,传统活塞式压缩机受到大排气量的影响,已不能满足生产需要。但随着排气量较大的离心式压缩机的发展,逐渐适应了工业大规模生产单机运行的需要。离心式与活塞式并联装置,在低温时使用离心机式,在高压时使用活塞式。驱动:过去通常使用电力驱动,但后来由于汽轮机的广泛应用,多使用蒸气或蒸汽汽轮机驱动。压缩机是输送气体和提高气体压力的一种从动的流体机械。主要用作发电用的原动机。又称蒸汽透平、风机,它可以进行压缩→冷却→膨胀→蒸汽(吸热)的冷却循环,并利用发电机转速推动活塞对其进行压缩机后、压缩机前和轮船螺旋桨等,同时它由吸气管直接吸入低温低压的冷却液气,又可直接驱动各种水泵汽轮机,是把蒸气的热能直接转化为机械功的旋转式动力机械。

2 汽轮机的结构工作原理

2.1 型汽轮机,主要是由汽缸、转子、轴承、密封设备、联轴器、调速机构、温度调节机构、轴承体系等所构成,对凝汽式汽轮机以及凝气装置等的附属装置。

2.2 汽机通常由若干层组成,在各个层面上均有由静叶片(喷嘴)和动叶片所组成,其中静叶片利用蒸汽膨胀、

降压,流速增大,使蒸汽的动能转变成运动能量,动叶片则在有驱动的蒸汽支持下,利用驱动汽机的发展主轴部件旋转运动。

2.3 汽轮机的一般运行原则是有特定温度和压强的蒸气在进入汽轮机后首先在动喷嘴叶栅上将水蒸气所产生的热量转化为动能,由于喷嘴横向断面尺寸随汽流方向而改变,使水蒸气的压强、温度都减小,比空气体积上升,热流量也增大,即水蒸气在动喷嘴内的膨胀速度增加,使热量转变成电能,进而在动叶栅上将其电能转化为机械能。水蒸气的将电能转变成机械能量,主要是借助水蒸气在经过动叶栅之后,所产生的能量变化使该动叶栅产生冲击,从而使动叶栅旋转来得到的

3 内容

靖边能化园区煤电气资源综合运用及一期启动项目填平补齐工程,是在一期启动项目的基础上对各项建设内容进行填平补齐,力求发挥一期启动项目建设范围内的富余生产能力,使之发挥最大效率,同时利用填平补齐工程,克服一期启动项目中工艺制造设备、公用施工设备等在生产过程中的技术瓶颈问题,减少对填平补齐工程项目的投资建设投入,以提升本项目投入效益。其中新建的空分装置为52000Nm³/h(O₂)空分装置2套,分别称为3#和4#空分装置,包括空气过滤器、空气压缩机系统(包括汽轮机、主空压机和增压机)、预冷系统(空冷塔、水冷塔和水泵等)、分子筛吸附器、透平膨胀机、液体膨胀机高压换热器、低压换热器、低压塔、主冷凝蒸发器、中压塔和氩增效塔,氧气产品采用低温变频液氧泵输送,低压氮气产品由低温变频液氮泵抽出,开车高压氮气和中压氮气由后备液氮系统液氮加压气化提供。二套空气分离系统共用了一个后备的液氮存储机制。

离心式压缩机的基本工作机理,是由安装在主轴上装有叶片的工作轮,在驱动机械的驱使下高速旋转,通过叶片对气体的作功使气体得到动能,进而增加了气体压强,同时气体工作温度也随之增加,可以进行多层组合,甚至有中间冷却器的多段式结合,甚至多缸配合压缩,以达到气体所需要的最大终压要求。而离心式压缩机既可以有单轴式结构的,也有整体齿轮式的多轴结构。本项目所采用的正是多轴型结构的压缩机,并由西门子公司提供。其特性为一根轴一个转速,可以使每个叶轮处于最佳的比转速,最佳的线速度,可以充分发挥每个叶轮的能力,轴向进气也使叶轮效率较高,整体结构更为紧^[1]。

4 西门子一体式压缩机机型简介

机组的配置:空气压缩采用组合机型,即将空压机和增压机合并为一台压缩机,共有7级压缩,每两级共用一根转子,其中A级、B级和G级称为空压机,空气经A级、B级和G级压缩后达到0.45MPa(G),C级、D级、E级和F级称为增压机,压缩比更高,空气经压缩后从F级出来的压力达到5.0MPa(G),整个机组由汽轮机驱动,节省投资及运行费用;采用国际先进的压缩机组,效率高,同时可靠性更高。

4.1 机组工艺气流程简介

原料空气采用空气过滤系统,以除去粉尘和机械等杂物。过滤后的空气首先由空压机分成三段加压至0.45MPa(G),然后进入空冷塔进行冷却和洗涤,之后进入分子筛吸附器,将压缩空气中的水、CO₂、氮氧化物和绝大多数碳氢化合物吸附和净化^[2]。

净化后的空气分为两股:其中一股进入低压换热器;另一股去空气增压机增压。

另一些净化气体由超荷机加压后,部分输送到透平膨胀机的增压端中增压后再送入冷箱,然后在冷箱的高压主换热器内通过高压氧对流换热而液化,然后再通过高压节流阀将节流后的回流水排入中压塔和低温冷却塔,最后进行气体精馏。

剩余的增压气体先从高压主换热器内冷至相应高度抽出,然后在透平膨胀机膨胀端膨胀后再送到中压塔,最后进行气体精馏。

4.2 案例分析

2020年9月21日7:00,3#空分空压机组开始做开车前准备工作,9:50蒸汽系统、油系统、凝液系统、水系统全部满足开车条件,经压缩机制造商西门子(中国)有限公司(以下简称:西门子)技术人员确认具备开车条件,开速关阀并启动汽轮机,9:59进入一阶暖机1500rpm/

min,一阶暖机时间为90min。11:29汽轮机开始升速过临界进入二阶暖机5559rpm/min,二阶暖机时间为20min,运行期间压缩机轴振动、轴位移、轴温均正常。11:42汽轮机组因增压机F级轴振动(位号VXE7241、VYE7241)故障(断线)跳车,同时增压机E级轴振动(位号VXE7231及VYE7231)超量程。机组停车后安排对3#机组E-F级转子进行了拆检,拆解结果如下:

1. F级温度探头熔化、振动探头烧毁严重,叶轮入口处发现4段4-5CM长短不等的铁丝(经第三方检测后确认为普通铁丝)。

2. F级叶轮磨损变形,报废;端面齿磨损严重、小齿轮轴断裂、F级轴瓦磨损严重,报废;F级油封烧熔,报废;F级气封磨损严重,报废;F级蜗壳轻微磨损,可维修后使用。

3. E级气封磨损严重;E级油封变形;E级轴瓦磨损。

4. M-N大齿轮齿顶及齿面存在环向凹坑。

5. A-B, C-D, F-F, G-H级转子齿面存在凹坑。

6. F级出口冷却器(增压机四级冷却器)抽芯发现:管束正上方存在大量粉末,疑为油封磨损后粉末;3段铁丝,长度1-3厘米不等(经第三方检测后确认为普通铁丝);3块黄色硬塑料,疑为螺栓千斤顶辅圈(安装工具)。

5 制定的特殊试车方案

3#空分压缩机组在联动试车过程中出现F级叶轮、E-F级转子以及所属附件受损严重,需要西门子重新加工更换,加工周期约6个月,为了使3#空分按计划出合格产品,经与西门子供货商沟通并同意,去掉增压机C-D、E-F转子运行,仅汽轮机带动空压机对预冷系统以及冷箱系统管线进行吹扫,待增压机轴返回安装后再进行后续的试车^[1]。

5.1 具体方案如下:

5.1.1 首先将增压机气路级管线进行拆除,并将拆除的级间管线管口、换热器进出口进行封堵做好保护。

5.1.2 将增压机C-D、E-F级转子轴承润滑油路封堵,确保机组润滑油压正常,增压机轴承油不泄漏。

5.1.3 调节润滑油泵出口压力为3.3MPa,进各轴承压力在1.8MPa左右。

5.1.4 与增压机相关联锁摘掉。

5.1.5 拆开增压机相关的振动探头^[2]。

5.2 试车结果

2021年03月12日20:52启动3#空分装置汽轮机及空压机运行正常,之后开始吹扫预冷系统、纯化系统进出口空气管道、污氮气管道、加温气管道。03月18日11:

003#空分装置冷箱外低压空气管线吹扫、打靶全部合格,计划停止3#汽轮机及空压机。3月19日开始空冷塔、水冷塔内件安装,填料装填工作,分子筛、氧化铝装填工作由于目前阴雨天气无法装填,待天气晴朗后安排施工单位开始装填。03月20日开始对3#空分装置空冷塔、水冷塔内件安装,填料装填工作,分子筛、氧化铝装填工作,03月26日全部装填完成^[3]。

结论

这次试车是一体式压缩机在增加一无法运转下,单独脱开增压机,仅让空压机运行的首次尝试,是在经过流体计算、模型测试后的第一次大胆尝试。这种特殊的运行方式,可以在增压机无法运行的特殊情况下,提

前安排空压机组的运行,即提前进行湿空气侧的试车准备,包括预冷系统的吹扫、填料装填;空气纯化系统的吹扫、分子筛吸附剂的装填和试车等工作,可大幅度缩短因增压机故障无法运行而带来的延期试车,为空分装置的试车工期节约更多的时间。

参考文献

- [1]刘建臣.集成式压缩机及其在天然气管道的应用[J].油气储运,2011,30(10):721-724.
- [2]袁登攀.集成式压缩机用超高速异步电动机探讨与分析[J].上海大中型电机,2017(03):39-41.
- [3]曹林,祁明旭,马朝臣.基于非定常流场的离心压气机气动噪声分析[J].铁道机车车辆,2011,31:330334.