

# 压缩机气量无级调节系统使用效果及问题处理

李雷明

(大庆炼化公司炼油一厂,黑龙江大庆 163318)

**摘要:**针对压缩机气量无级调节系统投用后出现的问题,采取升级活塞支撑环的材质、活塞轻量化改造等措施,并在运行中保证压缩机负荷不处于过低位置,使气量无级调节系统重新发挥节能作用。

**关键词:**往复式压缩机;节能降耗;无级调节系统;活塞支撑环

**中图分类号:**TH457 **文献标识码:**B **DOI:**10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2019.12D.84

## 0 引言

大庆炼化公司炼油一厂汽油加氢装置往复式新氢压缩机 K101B 原设计为直接型指式吸气阀卸荷。2016 年对压缩机进行增设贺尔碧格气量无级调节系统改造。该造后虽然节能效果明显,但压缩机活塞支撑环磨损过快,因此气量无级调节系统一直无法投用。经多次试验改进,于 2017 年底解决了压缩机活塞支撑环磨损过快的问题,使气量无级调节系统得以重新发挥作用。

### 1 压缩机增设气量无级调节系统的原因

#### 1.1 压缩机概况

大庆炼化公司炼油一厂汽油加氢装置往复式新氢压缩机 K101B 由沈阳远大压缩机股份有限公司于 2013 年制造生产,压缩机型号为 2D12-13/10-29,两级两列对称式布置,驱动机功率 400 kW,压缩机设计气量 7200 m<sup>3</sup>/h,原设计入口压力 1.093 MPa,级间设计压力 1.89 MPa,级间安全阀整定压力 2.3 MPa。原设计气阀卸荷方式为直接型指式吸气阀卸荷,负荷有 0、50%、100%,共 3 个挡位。该压缩机仅有一个二级出口返一级入口控制阀。

#### 1.2 压缩机增设无级调节系统前存在的问题

(1) 由于工艺改进,氢气需求量为 3400~4400 m<sup>3</sup>/h,压缩机设计气量偏大,由于压缩机气阀卸荷方式为直接型指式吸气阀卸荷,且不建议长期在 50%挡位下运行,所以压缩机运行负荷只能为 100%,需依靠压缩机出口返回线控制压缩机出口压力,返回阀开度约为 40%,造成电能的极大浪费。

(2) 由于实际生产中新氢压缩机入口压力偏高,最高达到 1.293 MPa,因此理论上压缩机的级间压力会达到 2.39 MPa,安全阀整定压力 2.2 MPa,如果不降低压缩机入口压力,压缩机级间安全阀就会起跳,降低压缩机入口压力的方法是将压缩机入口管线内的氢气排至低瓦系统,造成氢气的极大浪费。

## 2 压缩机增设气量无级调节系统的效果

### 2.1 节电

压缩机气量无级调节系统投用后,在满足工艺生产的前提下,通过降低压缩机负荷,关小压缩机出口返回发,节电效果明显。以压缩机长时间在 60%负荷情况下运行为例,每日可节电约 4000 kW·h,按电价 0.6 元/kW·h 计,每天可节省成本 2400 元,每年可节省电费 87.6 万元。

### 2.2 节氢气

气量无级调节系统投用后,通过分别调整压缩机一、二级负荷,使压缩机一、二级负荷的差值保持在 5%,可降低压缩机的一级压缩比,降低压缩机的级间压力,有效减少了压缩机入口氢气的排放,以 2018 年全年的生产数据为例,以装置额定处理量 1 500 000 t/年为例,氢气单价按 2 万元/t 计算,压缩机气量无级调节系统投用后,每年可节省氢气量 1200 t,节省氢气费用 2400 万元。

## 3 压缩机气量无级调节系统投用后出现的问题及处理方法

### 3.1 问题

压缩机活塞支撑环为易损备件,活塞支撑环原设计材料为 PTFE,设计使用寿命 8000 h。压缩机气量无级调节系统投用前,活塞支撑环使用寿命最长可达 7000 h。压缩机气量无级调节系统投用后,使用寿命出现大幅缩短的情况,最短将至 2000 h,且活塞杆沉降量出现大幅波动。

### 3.2 原因分析

压缩机正常运行时,气缸内压缩侧的气体会向膨胀侧流动,在压缩机活塞与气缸的间隙处高压气体会对活塞产生作用力  $F_1$  与  $F_2$ , (图 1)。由于出口区域压力大于入口区域的压力,因此  $F_1 < F_2$ ,会对活塞产生一个向上的推力。由于压缩机气量无级调节系统投用后降低了每次压缩气体的时间,通过活塞与气缸间隙的气体量减少,活塞受到向上的推力也会减少,由于压缩机负荷较低,活塞出现明显的下移,使活塞支撑环磨损加剧。

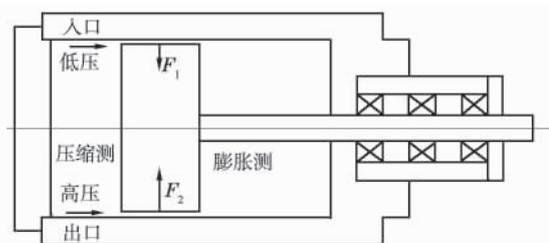


图 1 压缩机活塞受力示意

### 3.3 延长活塞支撑环使用寿命的方法

#### 3.3.1 提高压缩机负荷

**提高压缩机负荷可以提高活塞支持环的使用寿命**,在压缩

# 某联合循环电厂凝汽器真空节能改造

王 武

(中海福建燃气发电有限公司,福建莆田 351156)

**摘要:**针对 M701F3 型联合循环机组水环式真空泵存在裕量过大、效率低、运行经济性差等问题,提出采用罗茨—水环真空泵组的节能改造措施。对改造后的系统进行经济性分析和计算,提高了机组运行的经济性,降低了设备维护成本。

**关键词:**凝汽器;真空系统;节能;罗茨—水环泵组

**中图分类号:**TM6 **文献标识码:**B **DOI:**10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2019.12D.85

## 1 系统概述

某联合循环电厂规划建设 8 套 390 MW 燃气—蒸汽联合循环机组,一期工程建设 4 套机组,已于 2010 年投产。机岛设备采用东方电气集团公司引进日本三菱技术生产的 M701F3 燃气—蒸汽联合循环机组,一拖一单轴布置。余热锅炉为无锡华光锅炉股份有限公司引进比利时 CMI 公司技术设计生产的三压、再热、立式、无补燃、自然循环余热锅炉。

汽轮机凝汽器是由喉部、水室、壳体、及底部的滑动、固定支座等组成的全焊接结构,系单壳体、双流程、表面式凝汽器。采用海水开式冷却,海水取自福建东南处的湄洲湾海域。凝汽器参数:凝汽器背压 5.2 kPa,凝汽器进口冷却水温度 20.69 ℃,空气泄漏质量流量 12 kg/h,排入凝汽器乏汽量 366.9 t/h,抽空

气处气体过冷度 4 ℃,循环水压力 0.2 MPa。

每台机组凝汽器配置 2 台水环式真空泵,总共 8 台真空泵机组。启动时,两泵同时运行,快速建立真空,正常运行时,一运一备,维持凝汽器真空。

水环式真空泵由倍缔纳士机械有限公司生产,型号为 TC-11 双级锥体水环真空泵(表 1)。

## 2 系统存在的问题

### 2.1 机组正常运行中,真空泵余量过大

凝汽器真空泵的作用是抽走凝汽器中泄漏进去的干空气以及不凝结气体,以维持凝汽器的高真空。在凝汽器真空机组设计选型时,根据 HEI 标准,真空泵的抽气能力需按照 HEI 标准中泄漏量考虑 100%的裕量来选型。实际在我国电厂设计中,会进

机负荷控制在 85%的情况下,压缩机活塞支撑环的使用寿命 3000 h,该方法虽然有一定的作用但效果不明显,且与压缩机增设计气量无级调节系统实现节能的初衷不符。

### 3.3.2 升级活塞支撑环材质

压缩机活塞支撑环原设计材料为 PTFE,经与压缩机厂沟通采用一种填充纳米级陶瓷晶须的新型密封材料 HW-PTFE,这种材料通常用于飞机的刹车片,HW-PTFE 材料中的陶瓷晶须与 PTFE 结晶体形成交联互织的加强体结构,使材料有更高的强度和低硬度的特点,增强了材料的耐磨性,具体性能见表 1。活塞支撑环材料升级后压缩机活塞支撑环寿命延长到 5000 h。

表 1 活塞支撑环材料特性对比

	HW-PTFE	CPTFE	PEEK
密度/(g/m <sup>3</sup> )	1.56	2.18	1.31
玻璃转化温度/℃	130	120	143
转变温度/℃	80	55	160
线性膨胀系数 1/K	110	120	50
屈服强度/MPa	50	25	110
试验磨损度	0.8	2.4	1.6
缺口冲击强度/(kJ/m <sup>2</sup> )	8	5	3.5
邵氏硬度/HA	69	60	90

### 3.3.3 活塞轻量化

为延长压缩机活塞支撑环的使用寿命,经与厂家沟通后,决定对压缩机一二级活塞进行轻量化改造,结构由原来的整体结构改为分体结构,改造后压缩机活塞支撑环使用寿命已经达到 8000 h。改造情况见

表 2 活塞轻量化改造前后对比

	改造前重量/kg	改造后重量/kg
一级活塞	102.3	73.78
二级活塞	118.7	95.3

## 4 总结

往复式压缩机增

设无级调节系统可以

实现压缩机的节能,对于大庆炼化公司炼油一厂汽油加氢装置新氢压缩机来说,节省氢气的效果和价值更为明显。但改造后,由于负荷较低,造成压缩机活塞支撑环磨损过快,通过升级压缩机活塞支撑环材料,对压缩机活塞进行减重改造,使活塞支撑环寿命得到有效提升,气量无级调节系统的功效得到极大提升。今后的使用中,应注意压缩机负荷不应处于过低位置,才能在保证设备平稳运行的前提下,达到节能的效果,实现效益最大化。

## 参考文献

- [1] 苏广庆.气量无级调节系统在往复式压缩机上的应用[J].科技展望,2015(4):163.
- [2] 贾志清,罗炜.HydroCOM 控制系统原理及在往复压缩机上的应用[J].甘肃科技,2011,27(17):90-92.

[编辑 李 波]