

二氧化碳压缩机故障原因分析及预防措施

柴育鹏 王杰杰

连云港石化有限公司 江苏 连云港 222000

摘要: 连云港石化公司30万吨/年食品级液体二氧化碳提纯装置, 压缩机采用国产往复式压缩机, 该压缩机采用电机作为原动机带动往复式压缩机做功, 往复压缩机型号为型号: 4M50-180/26。二氧化碳往复式压缩机自装置开车至今已运行半年有余, 总体上运行平稳、性能良好, 2023年9月份出现1、2级排气压力升高报警, 3级排气压力下降, 现结合压缩机出现的现象和压缩机检修过程发现的问题, 找到引起压缩机压力下降的主要原因, 为同类设备的维护提供参考。

关键词: 二氧化碳提纯; 往复式压缩机; 压力温度; 分析处理

引言

近年来, 为减少石油化工在生产过程中产生的二氧化碳排放, 加速绿色转型, 通过回收尾气, 经加压液化、提纯处理, 生产液体二氧化碳产品。二氧化碳压缩机作为二氧化碳提纯装置的关键设备, 其运行好坏直接关系到装置运行的稳定性, 因此, 做好二氧化碳压缩机的监测与维护工作, 对降低停机次数、保证装置运行稳定尤为重要。

连云港石化公司30万吨/年食品级液体二氧化碳提纯装置, 压缩机采用国产往复式压缩机, 该压缩机采用电机作为原动机带动往复式压缩机做功, 压缩机为三级压缩级间设置有缓冲罐、冷却器、分水罐。压缩机自装置开车已运行半年有余, 总体上运行平稳、性能良好, 2023年9月份出现1、2级排气压力升高报警, 3级排气压力下降, 现结合压缩机在运行过程中出现的现象和在检修过程发现的问题, 找到压缩机出现故障的原因, 为同类设备的维护提供参考。

1 概述

连云港石化公司30万吨/年食品级液体二氧化碳提纯装置, 压缩机采用2台国产往复式压缩机, 入口压力: 0.02MPa; 出口压力: 2.6 MPa; 流量: 10800 m³/h, 级数: 3级。每级压缩后均设有级间冷却器、分水罐和进、排气缓冲罐, 其原料来自乙二醇装置排放的二氧化碳含量在83.3%原料气体, 气体通过管道输送到二氧化碳提纯装置, 先经引风机提压至20KPa, 再与第一冷却器的冷媒氟利昂经行降温后, 进入气液分离罐将析出水分进行分离, 再分别进入两台往复式压缩机入口过滤网过滤杂质, 后进入压缩机入口分离罐分水、入口缓冲罐缓冲, 最后进入往复式压缩机气缸进行3级压缩, 将压力提高至2.6MPa送至后续装置进行提纯液化。压缩机作为二氧化碳提纯装置的关键设备, 其运行好坏直接关系到二氧化碳

提纯装置运行稳定。

事件经过: 2023年9月28日, 17点17分1、2、3级缸排气温度开始上涨, 同时1、2级缸排气压力略微上涨。3级排气压力不变。17点47分, 1、2级排气温度及压力达到报警值, 3级排气压力下降, 机体振动、轴承温度等参数均未发生变化。为保证生产运行将压缩机B进行降压运行, 同时启动压缩机A加载运行。21点02分将压缩机B机再次加负荷提压分析原因, 压缩机3级排气压力升压困难, 1、2级排气压力升高到报警值, 3级进口气阀现场测温在45℃以上, 中控显示进气温度在27℃左右在正常范围, 但1、2级排气阀温度高达140℃, 负荷调节阀气源及电磁阀检查均运行正常^[1]。

2 原因分析

2.1 引风机故障跳停

引风机作用是将前工段输送压力为5KPa原料气, 通过引风机压缩升压至20KPa, 以输送至二氧化碳压缩机入口。若引风机故障将造成压缩机入口压力和进气气量发生变化, 从而引起压缩机排气压力产生变化, 通过DCS数据反馈压缩机排气压力发生变化时, 压缩机入口压力无变化, 引风机运行正常。

2.2 入口过滤网堵塞

两台二氧化碳压缩机入口总管均设有过滤器, 若过滤器在安装施工期间管道内遗落杂物或管道在开车吹扫过程中吹扫不彻底和原料气中含有较大颗粒的物质均会造成入口过滤网堵塞, 继而影响压缩机进气压力和进气量, 从而造成压缩机排气压力发生变化。压缩机停机后对压缩机入口滤网进行隔离拆检, 检查入口过滤网无破损且滤网清洁无任何杂物。

2.3 第一冷却器液位低

引风机对原料气进行压缩做功后气体温度上升至

65℃，为保证压缩机进气量和进气温度，在引风机后设有第一冷却器对压缩气体进行冷却；冷却器冷媒来自冰机制冷系统制冷剂，制冷剂经节流阀产生节流效应与来自引风机供的高温气体在换热器中进行热交换，将二氧化碳气体温度由65℃降至8-10℃；若第一冷却器液位过低或制冷剂中断，二氧化碳气体得不到冷却，气体密度变小体积增大且气体中含水量增加，气体进入压缩机后压缩机一级进气温度上升气体不易被压缩，继而造成压缩机排气压力和排气量降低，装置负荷变小。通过DCS数据检查，第一冷却器在压缩机出现故障时液位正常、节流阀工作正常、冰机制冷系统均运行正常；结合压缩机在产生故障前压缩机1、2级排气压力上升，而只有3级排气压力出现下降，因此判断是压缩机自身设备发生变化而引起的工艺指标变化^[2]。

2.4 活塞式压缩机发生撞缸造成设备损坏

压缩机撞缸将会造成压缩机零部件损坏，影响设备运行和压缩机气量，主要表现在压缩机位移和振动发生变化，通过现场检查和中控调取位移、振动等参数，压缩机位移和振动参数在此过程中无任何变化，从参数判断和现场检查情况压缩机未发生撞缸，设备无损坏。

2.5 气缸冷却不充分和级间换热器换热效率下降

往复式压缩机每个气缸和填料均设有冷却系统以带走压缩机在压缩过程中产生的热量从而提高压缩机运行效率和保护填料不被损坏，压缩机气缸和填料冷却水均使用较为洁净且不易结垢的脱盐水。若压缩机气缸冷却水中断，将造成压缩机排气温度急剧升高，不仅会造成气缸内润滑油失去润滑性能，使运动部件急剧磨损，而且会使润滑油发生分解造成油质发生变化。检查压缩机冷却系统，此阶段脱盐水泵运行正常，水泵压力、温度均在正常范围，现场检查各级气缸和填料冷却水系统及管线未发现泄漏点，因而排除压缩机气缸冷却水故障因素；气体通过往复式压缩机每级压缩后先进入级间冷却器降温，再送到压缩机下一级入口进行压缩。压缩机利用级间换热器对压缩后气体进行降温，实现压缩机等温压缩从而提高压缩机效率。对于级间冷却器来说，冷却器循环水中断会造成压缩气体进入下一级压缩机入口温度升高，而换热器内存在气体会造成换热器换热面积较小同样会造成压缩机入口温度升高，继而影响压缩机效率和打气量，造成压缩机排气压力下降。在此过程装置循环水压力和流量均未发生变化，现场各换热器水侧排气并无气体排出，结合压缩机出现异常时1、2、3级排气温度均有上升，2、3级入口温度未发生变化，只是3级进气阀局部测温上升，因而气缸和换热器换热效率正常^[3]。

2.6 压缩机气阀卡涩和堵塞

压缩机进气和排气气阀的运动部件有阀片和弹簧组成，因此阀门卡住和断裂也是由于阀片和弹簧运动不良造成的，发生阀门卡涩的原因有以下几种情况：

第一：阀门中心螺栓松动，使阀片起落不能正常的导向。

第二：环形阀片在选配阀片时，阀片内圆与导向凸台间的间隙过小。

第三：阀室内油泥过多，粘住阀片。

现场拆检情况：检查发现压缩机3级进气阀结垢严重（见图1、2）；



图1 压缩机3级进气阀堵塞 图2 压缩机3级进气阀堵塞

压缩机3级排气阀有粉状白色物质（见图3），缸内活塞表面附着白色积垢，流道内有锈蚀情况（见图4）；



图3 3级气缸活塞表面 图4 3级缸进气流道锈蚀

压缩机1、2级排气阀附着少量粉状物质（见图5、6），1级气缸活塞和气缸流道内有少量白色物质（见图7、8）；



图5 一级进气阀

图6 二级进气阀



图7 一级气缸活塞



图8 一级气缸流道

结合拆解后情况判断, 1、2级进排气阀附着物较少, 3级排气阀附着物略多, 但都不影响气阀启闭; 3级进气阀结垢严重且结垢物较硬, 是造成气阀无法启闭的直接原因, 也是造成此次压缩机1、2级排气温度、压力升高和3级排气压力下降和升压困难的主要原因。

3 改进措施

取样对结垢白色固体进行分析, 通过分析结果主要是碳酸盐结垢, 经考虑在第一冷却器进分离罐管线增加雾化喷头, 脱盐水通过雾化喷头对原料气中易结垢组分进行洗涤来防止气阀堵塞。

对运行机组进行特护观察, 监控各级排气温度若到达130℃后, 进行倒机拆检清理气阀或视情况更换气阀。

监控缸体温度和压缩机各级进气温度, 现场每两小

时对各级压缩机进气阀进行测温, 温度控制在45℃以下, 发现温度上升及时汇报倒机。

由于压缩机排气温度高长时间运行, 原料气中成分可能造成压缩机级间冷却器气侧通道结垢堵塞, 机组运行期间监控好压缩机各级进气温度, 发现温度上升及时检查确认原因, 必要时停机对换热器气侧通道机械清洗或化学清洗。

结束语

总之, 要确保二氧化碳压缩机的正常运行防止设备损坏, 必须关注原料气组分的变化情况, 加强往复式压缩机各项参数监控, 当压缩机进、排气温度和压力出现偏差要及时停机检修, 清理或更换气阀消除设备影响因素。

参考文献

- [1]徐京馨,张金森.二氧化碳资源循环利用[J].小氮肥设计技术.2005,(1).6-10,18
- [2]徐强.K5002往复压缩机管道振动原因分析与减振技巧[J].石化技术.2022,29(11).
DOI:10.3969/j.issn.1006-0235.2022.11.033
- [3]袁恩熙主编.工程流体力学[M].石油工业出版社,1986.