

空压机防喘振与 DCS 控制

王晓秀 唐山首信自动化信息技术有限公司京唐运行事业部
河北唐山 630000

【文章摘要】

本文介绍了大型压缩机喘振的原因、危害,并详细的讲述了首钢京唐制氧厂空压机防喘振控制的原理、喘振线的确定和 DCS 实现的过程,以及自动化仪表故障对喘振控制的影响。

【关键词】

喘振; DCS 控制; 喘振检测仪表

首钢京唐钢铁公司供气分厂 75000m³/h 空分装置,制氧机组是采用全低压、双高带氩流程,规整填料塔,全精馏(无氢)制氮和快速变负荷的工艺流程。空压机既是为所有的后续流程提供原料的源头设备,本身又是大型压缩机,无论是在保证生产稳定运行方面还是在保护贵重设备的保护方面,喘振控制都显得尤为必要,而且对喘振产生的原因,现象,以及现场仪表故障对喘振系统的影响更是重中之重。

1 喘振的原因、危害、控制方法

喘振是透平式压缩机(也叫叶片式压缩机)在流量减少到一定程度时所发生的一种非正常工况下的气体波动,它会导致机体产生剧烈振动,其中离心式压缩机是透平式压缩机的一种形式,喘振对于离心式压缩机有着很严重的危害,它会导致气体波动的因素主要是当气体的流量减小时空压机内部气流的流动方向与叶片的安装方向发生严重偏移,使进口气流与叶片进口安装角度产生较大的正冲角,从而造成叶道内叶片凸面气流严重脱离,离心式压缩机发生喘振。

2 喘振线的确定

喘振线是通过实际控制空压机在不同流量情况下调小防喘阀的开度使出口压力升高,造成内部气流不稳定从而产生波动,并采集喘振发生前的相关防喘变量来确定的。分别采集入口流量 F、压力 P1、温度 T1、导叶开度 ZI1111,出口

压力 P2 防喘阀开度 ZI1110,以及导叶开度。通过温压补偿公式计算出流量值,入口导叶开度一定的情况下,调小防喘阀的开度使出口压力在逐渐升高的过程中突然下降,入口流量下降再升高,入口压力升高再下降,这都是喘振的明显现象。

3 防喘的 DCS 控制

3.1 防喘控制程序

制氧工艺采用的恒压控制,防喘控制和手动控制,三种控制逻辑,在通过 1_UY1110 高选块输出一个三个给定开度值中最大的开度值到计算块在到防喘阀。1_PIC1110 通过设定压力 PID 调节阀门稳定出口压力,保证空分系统工艺的稳定运行。1_UY1110_1 是手动控制防喘阀,在空压机刚开始投运时缓慢稳定的调节使工艺达到稳定值。1_FIC 为防喘控制的 PID 块,下面重点说说喘振控制逻辑。1_FIC1110_SP 计算块是用来计算空压机出口压力 P2 和空压机入口压力 P1 比值在通过入口温度、绝热指数修正计算,在通过折线函数计算并输出一个喘振流量值 1_C1161SP.CPV 相当于 SP1。这个流量值 SP1 是我们在实际控制中不可以到达的,一旦达到这个值那么压缩机就会发生喘振现象,所以在实际控制中有一条控制线,在相同 π 的情况下控制线输出的流量值 SP 大于喘振线输出的流量值 SP1 的 12%,以达到防喘振的目的。SP 的计算公式如图一, DSL 的值越大安全系数越高,当压缩机控制点在控制线的右侧运行时,防喘阀完全关闭。

$$SP = SP1 + SP1 \times \frac{DSL}{100} \quad \text{公式图一}$$

安全线的设定的目的是在空压机的流量即将到达喘振线时提前给放空阀增加 10% 的开度,以免在真的进入喘振线时放空阀完全打开压缩机停车造成生产中断。安全线与喘振线的距离越小,放空阀打开的机会就越小,能量损失越少,但对控制系统、阀门的响应时间要求越高该距离越大,放空阀打开的机会就越大,

越能保护好机组安全,但能量损失变大。

3.2 安全线起作用的算法

如果 $\frac{F_2}{F_1} \times 100 < 100 - (DSFL + INC)$,

则意味着实际工艺运行到了安全线左侧,在双选块 1_FIC1110SEL4 中选择一个 10% 的开度输出到加法块 1_FIC1110ADD 与本来的 PID 开度叠加并输出到双选块 1_FIC1110SEL3,该双选块选择该路值输出到 1_FIC1110 用来 PID 调节防喘阀。

4 现场传感器故障对防喘振的影响

众所周知,高度自动化的工艺和防喘控制都离不开现场检测仪表的支持。而保证自动化仪表的准确和低故障是至关重要的。该压缩机参与喘振控制的自动化仪表有:入口流量,压力,温度,和出口压力这四个量。流量要经过温压补偿,公式为:

$$F = \sqrt{\frac{P + 1.01325 \times 10^5}{P_b + 1.01325 \times 10^5}} \times \frac{T_b + 273.15}{T + 273.15} \times F_i$$

F 修正后流量 P 检测压力 P_b 基准压力 T 检测温度 T_b 基准温度 F_i 未修正流量

从温压补偿公式中可以看出,当温度传感器检查温度比实际高和流量传感器检测偏低时,计算流量比实际流量低,导致运行点向喘振线方向靠近,即当压缩机没有喘振时,DCS 执行防喘操作打开防喘阀,这样对设备本身没有损害但却影响了正常的调节,损失的能耗。当检测器出现的相反的情况时,导致的结果也相反。

当出口压力测量值比实际值高时, P_2/P_1 变大,设定值流量变大和温度升高导致同样的结果。当入口压力检测值比实际值低时的影响比较大,因为在喘振坐标系中的 XY 都受入口压力的影响,当入口压力流量的实际值比真实值低时, P_2/P_1 变大,相应的流量的设定值要变大,但是入口流量通过压力补偿的却减少了,导致 $\frac{F_2}{F_1}$ 受分子减小和分母增大

双重作用影响,危险系数相应的增大了很多。

【参考文献】

- [1] 汤学忠. 新编制氧工问答. 冶金工业出版社. 2008.3
- [2] 李化治. 制氧技术(第二版). 冶金工业出版社. 2009