

浅析某电厂脱硫增压风机的调试

杨 芳

(江苏省电力设计院, 南京市江宁开发区苏源大道 58 号-3 211102)

摘 要: 本文选取某电厂三、四号($2 \times 328.5\text{MW}$)机组烟气脱硫系统的增压风机为对象, 概述了该电厂烟气脱硫系统, 详述了该机组烟气脱硫系统的增压风机闭环系统的静态功能试验和动态特性调试。通过其静态功能及特性试验, 以确保静态参数的设置及系统功能正确; 通过动态调试所获取被控对象的动态特性来整定系统的控制参数, 从而保证系统的良好动态响应。

关键词: 增压风机; 静态特性; 动态特性

0 引言

增压风机是湿法脱硫中的重要设备, 来自锅炉的烟气经增压风机增压, 补偿烟气在整个脱硫系统中的压力损失, 是脱硫系统中举足轻重的设备。同时, 增压风机的叶片开度, 直接影响烟气脱硫系统入口烟气压力, 进而影响炉膛压力^[1]。所以, 增压风机的控制不仅影响整个烟气脱硫系统, 而且影响机组运行的稳定。

1 石灰石-石膏湿法脱硫系统概述

目前, 石灰石-石膏湿法脱硫是世界上应用最多的一种烟气脱硫系统工艺, 对高硫煤, 脱硫率可在 90% 以上, 对低硫煤, 脱硫率可在 95% 以上。

1.1 脱硫岛的构成

石膏湿法脱硫系统是一个完整的工艺系统, 一般分成以下几个分系统: 烟气系统、吸收塔系统、石灰石浆液制备系统、石膏脱水系统、废水处理系统、工艺水工业水系统、排放系统、压缩空气系统、控制系统及电气系统等。

脱硫岛的主要设备一般有导入烟道、旁路烟道、增压风机、烟气换热器、吸收塔及循环泵、石灰石给料系统、石膏脱水机、石膏排出泵、工艺水泵等。脱硫岛同时配置有电气、热控设备及消防及火灾报警等辅助系统^[2]。

1.2 脱硫工艺

从锅炉引风机后的烟道引出烟气, 通过增压风机升压、烟气换热器降温后进入吸收塔, 在吸收塔内完成二氧化硫脱除吸收, 最终生成为二水硫酸钙(石膏), 干净烟气经除雾器除去雾滴后, 又经烟气

换热器升温至 80°C , 再送入烟道经烟囱排放。在原烟道上设置有旁路挡板, 在脱硫系统故障停运和检修时, 旁路挡板打开, 烟气经由旁路烟道从烟囱排放, 从而保证机组安全稳定运行^[3]。

吸收塔由液柱塔及设置在塔底的氧化中和浆池组成, 未处理的烟气经增压风机升压及烟气换热器降温后通过塔下部烟气入口进入吸收塔, 烟气与石灰石浆液在浆液喷射区域接触反应, 脱除烟气中的二氧化硫后, 流经除雾器, 除去烟气中的雾滴经烟气换热器升温后经由烟囱排放。浆液由设置在吸收塔内母管上的多个构造简单的低压损喷嘴向上喷出, 形成液柱。

石灰石浆液在与烟气接触发生中和反应脱除烟气中的二氧化硫后, 流入吸收塔浆池内。吸收浆液中的 HSO_3^- , 被鼓入浆池中的空气强制氧化成 SO_4^{2-} 。最终反应生成二水硫酸钙($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)浆液。

2 $2 \times 328.5\text{MW}$ 机组烟气脱硫系统

2.1 系统简介

某电厂三、四号($2 \times 328.5\text{MW}$)机组烟气脱硫工程采用的技术, 是同方环境股份有限公司从奥地利能源与环境公司(AE&E)引进的湿法脱硫技术, 其特点是除雾-脱硫-强制氧化一体, 单塔设计; 空塔结构, 完全避免吸收塔内的结垢; 浆液喷嘴不含任何易堵塞的内部件; 喷淋层依次布置, 根据原烟气 SO_2 浓度而设计, 实测 SO_2 入口浓度运行, 优化的运行成本; 各种运用抗腐蚀材料吸收塔设计的长期经验积累, 在世界上属较先进水平。

电厂整个烟气系统采用将增压风机布置在吸收

塔上游烟气侧运行的方案,以保证整个烟气脱硫系统系统均为正压操作,并同时避免增压风机可能受到的低温烟气的腐蚀,从而保证了增压风机及至的整个烟气脱硫系统系统安全长寿命运行。此种方案相对于布置在吸收塔下游烟气侧运行的方案,存在的缺点是增压风机的流量相对较大(烟气温度高所致),因而引起电耗相对较大。另外,由于电厂烟气静电除尘器效率仅 99.8%,烟气脱硫系统系统入口的飞灰含量 $142\text{mg}/\text{Nm}^3$ (干)比烟气脱硫系统系统出口飞灰含量 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ (干)高,因而增压风机叶轮受到的磨蚀相对较大。综合考虑,选择增压风机布置在吸收塔上游烟气侧运行的方案。

从电厂锅炉来的原烟气,分别由烟道引至本次设计的烟气脱硫系统系统。经过两台原烟气挡板后,两路烟气分别进入各自增压风机,升压后,进入吸收塔。在吸收塔内脱硫净化,经除雾器除去水雾后,接入净烟道经烟囱排入大气。在原有旁路烟道上设置旁路挡板门,当锅炉启动和烟气脱硫系统装置故障停运时,旁路烟道挡板门快开,烟气由旁路挡板经烟囱排放。

为了将烟气脱硫系统系统与锅炉分离开来,在每套烟气系统中分别设置有 3 个带执行机构的零泄露的烟气挡板门。其中的原烟气挡板设于烟气脱硫系统入口;净烟气挡板设于烟气脱硫系统出口;另外一个为旁路挡板。当脱硫系统正常运行时,旁路挡板关闭,原烟气挡板和净烟气挡板开启,原烟气进入烟气脱硫系统装置进行脱硫反应。在要求关闭烟气脱硫系统系统的紧急状态下,旁路挡板自动快速开启,原烟气挡板和净烟气挡板自动关闭。为防止烟气在挡板门中的泄露,设置有密封空气系统。本工程每套系统分别包括两台密封风机、一台电加热器,将加热至 100°C 左右的密封空气导入到关闭的挡板,以防止烟气泄漏。

2.2 烟气系统的调节

烟气系统的调节主要是增压风机烟气流量的调节。锅炉负荷变化时,烟气流量发生变化,需要调节通过烟气脱硫系统装置的烟气流量,使之与锅炉燃烧产生的烟气流量相对应。进入烟气脱硫系统装置烟气流量的调节是根据增压风机入口的压力信号,调节增压风机上的动叶角度来实现的。

3 增压风机的调试

增压风机为烟气提供气压,使烟气能克服整个

烟气脱硫系统系统从进口分界到烟囱之间的烟气阻力^[4]。

增压风机选用动叶可调轴流式风机,其性能应适应锅炉负荷变化的要求,并正常运行和异常情况可能发生的最大流量、最高温度和最大压损设计,还考虑了事故情况。

增压风机闭环系统的调试工序分为静态功能试验和动态特性调试。

3.1 静态功能试验

3.1.1 试验内容

静态调试的目的在于通过静态功能及特性试验,保证静态参数的设置及系统功能正确,它主要包括:

- (1) 手/自动无扰切换试验
- (2) 强制跟踪试验
- (3) 动态方向性试验
- (4) 静态特性试验,设置静态配比参数
- (5) 执行机构联锁保护试验
- (6) 逻辑回路试验
- (7) 风机跳闸后联开旁路挡板试验

3.1.2 试验方法

(1) 强制被调量信号及有关测量信号,在端子上加模拟信号,通过改变所强制的模拟信号完成上述静态试验;

(2) 观察调节器作用方向、手/自动是否无扰切换以及跟踪特性是否正确;

(3) 用强制的手段对本系统的联锁保护作用进行检查,并通过强制的方法检查逻辑的正确性及合理性;

在静态方式下加模拟信号的方法观察被测量的补偿回路是否对该系统有校正、补偿的作用。

3.1.3 手/自动无扰切换试验

对于增压风机,手动调节控制与自动调节在切换时,动叶的输出是平稳的无波动,则可实现无扰切换。试验过程如下:

- (1) 增压风机模拟运行,控制站在手动方式,入口压力选择 B;
- (2) 在烟气脱硫系统入口压力(量程 -3 至 +5kPa) 58PT002 (6-7D/TB2/1、2) 端子上加“0kPa”电流信号(10mA);
- (3) 控制站控制输出设定 50%,SP 设定为 0,风机动叶自动开启到 50%位置;
- (4) 控制站切自动,观察风机动叶应无变化;

(5) 控制站切手动, 观察风机动叶应无变化。

3.1.4 动态方向试验

(1) 在烟气脱硫系统入口压力 (量程-3 至 +5kPa) 58PT002 (6-7D/TB2/1、2) 端子上加 “0kPa” 电流信号 (10mA);

(2) 增压风机模拟运行, 控制站在手动方式, 入口压力选择 B;

(3) 控制站控制输出设定 50%, SP 设定为 0, 风机动叶自动开启到 50% 位置;

(4) 控制站切自动方式;

(5) 将信号发生器增加输入信号至 10.2mA (PV 增长到+0.1kPa), 风机动叶应开大;

(6) 将信号发生器增加输入信号至 9.8mA (PV 降低到-0.1kPa), 风机动叶应关小。

3.1.5 执行机构连锁保护试验

(1) 在烟气脱硫系统入口压力 2 (量程-3 至 +5kPa) 58PT002 (6-7D/TB2/1、2) 端子上加 “0kPa” 电流信号 (10mA);

(2) 增压风机模拟运行, 控制站在手动方式, 入口压力选择 B;

(3) 控制站控制输出设定 50%, SP 设定为 0, 风机动叶自动开启到 50% 位置;

(4) 控制站切自动方式;

(5) 将信号发生器调整到 8.8mA (-1.1kPa), 控制站将切到手动;

(6) 信号发生器调整到 10mA (0kPa), 控制站切自动方式;

(7) 将信号发生器调整到 11.2mA (+1.1kPa), 控制站将切到手动;

(8) 信号发生器调整到 10mA (0kPa), 控制站切自动方式;

(9) 调整 L1-P5-M3-B7196 高低比较器的参数, 使偏差动作, 控制站将切到手动。

3.1.6 风机跳闸后联开旁路挡板试验

模拟增压风机停运信号, 观察旁路挡板是否开启, 记录全行程开启时间。

3.2 动态特性试验

3.2.1 实验内容

动态调试的目的在于通过动态实验, 求取被控对象的动态特性来整定系统的控制参数, 最终保证系统有良好的动态响应, 以改善系统的调节品质。它包括:

(1) 被控对象的动态特性试验;

(2) 控制系统对被调量的定值扰动响应试验;

(3) 控制系统负荷变动试验;

3.2.2 试验方法

在保持工况的条件下并征得有关调试及运行人员同意后方可进行。

(1) 可在操作员站上手动改变执行机构位置, 使用工程师站及历史站的趋势功能纪录被控对象的变化曲线;

(2) 在系统的调节参数通过反复整定认可之后, 可以改变扰动量的值 (例如给定值), 使用工程师站及历史站的趋势功能纪录被控对象的变化曲线及控制器输出的控制曲线;

(3) 当脱硫系统的出力在一定范围内变化时, 考验模拟量调节系统对于该变化的调节品质。

在机组及脱硫系统工作稳定后, 投入模拟量调节系统, 进行动态参数整定; 当模拟量调节系统投入稳定后进行负荷变动试验。

3.2.3 试验条件

(1) 脱硫塔烟气脱硫系统入口压力极低极高保护解除;

(2) 煤斗提前准备好低硫煤;

(3) 脱硫旁路挡板关闭;

(4) 机组 AGC 方式切除, 负荷变动范围为 170MW 至 328MW。

3.2.4 试验过程

(1) 机组负荷 250MW, 检查增压风机动叶自动调节回路, 手自动切换正常, 自动回路投入;

(2) 做定值扰动试验, 压力定值由-0.3kPa 升至 -0.1kPa, 自动调节正常, 系统稳定。见图 1 定值扰动试验趋势图;

(3) 机组负荷由 250MW 降至 170MW, 再由 170MW 升至 328MW, 负荷速率为 6MW/min, 负荷每次变动 20MW。变负荷过程中, 烟气脱硫系统入口压力变化范围为-0.2kPa 至 0kPa, 自动调节品质合格。具体数据见表 1 机组变负荷参数统计。

4 结论

通过此次试验证明, 脱硫增压风机动叶自动调节完全能够满足机组在旁路挡板关闭情况下的变负荷需求。分析调试过程得到以下两点总结:

一是脱硫正常运行中, 增压风机动叶自动调节的设定值建议在-0.2kPa 至-0.1kPa。

二是旁路挡板的开启和关闭对烟气脱硫系统入

口压力和旁路差压影响甚微，操作过程中无需解除相应保护。但是关闭挡板过程中需要严密监视炉膛

负压和旁路挡板差压，适当调整增压风机导叶开度，维持在正常范围内。

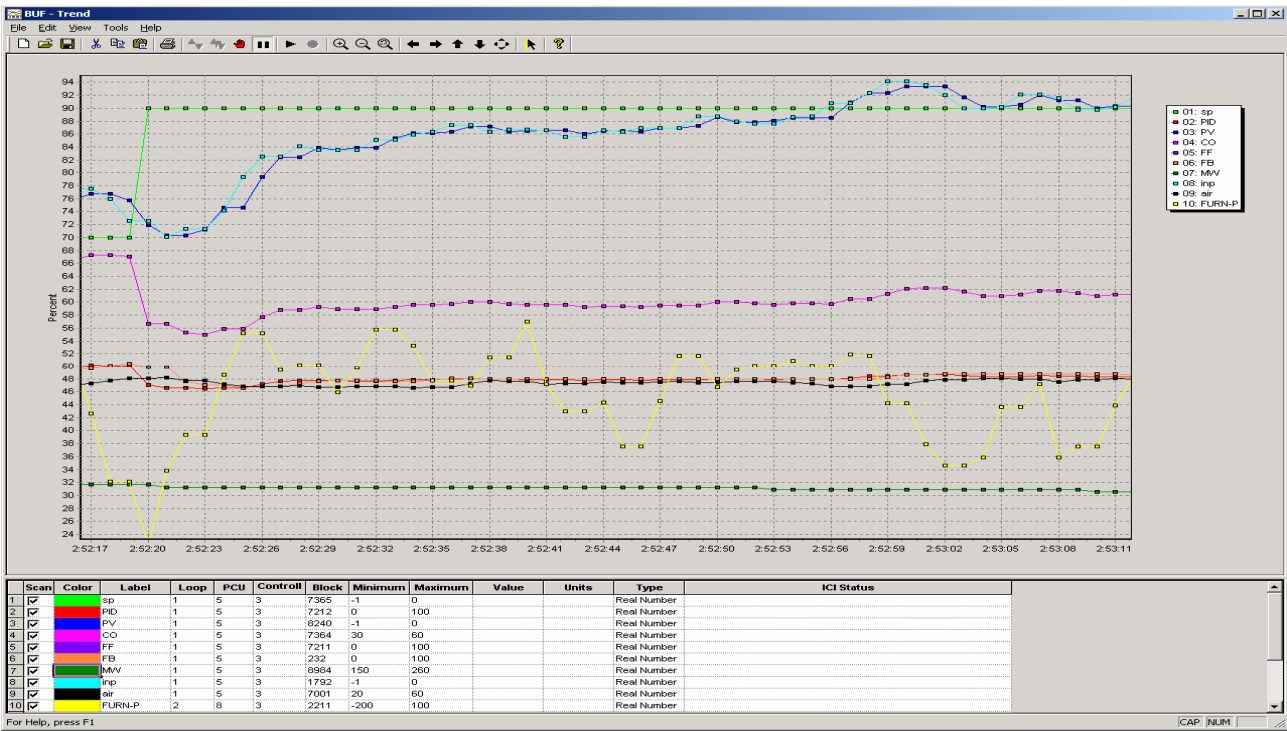


图 1 定值扰动试验趋势图

表 1 机组变负荷参数统计

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9
负荷/MW	175	190	210	230	250	270	290	310	320
给料量	3.3	3.3	5	5	5	6.5	6.7	7	7.8
烟气换热器出入口差压	0.28	0.33	0.36	0.39	0.45	0.49	0.54	0.62	0.62
增压风机电流/开度	117/24	123/31	129/35	136/38	149/45	166/51	188/58	219/65	219/65
烟气量	919	963	1006	1056	1116	1194	1270	1341	1340
入口压力	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
旁路差压	-83	-90	-56	-48	-28	-30	-10	38	17

参考文献:

[1] 刘卜岗,葛曼.600MW 机组烟气脱硫中增压风机的控制[J]. 电气分析, 2006,28(2): 49-51.

[2] 陈志刚. 火电厂石灰石-石膏法烟气脱硫装置简介[J]. 有色冶金设计与研究, 2006,27(4): 15-19.

[3] 林永明,韦志高.湿法石灰石/石灰-石膏脱硫技术应用综述[J]. 广西电力工程, 2000(4): 92-98.

[4] 刘向东.湿法脱硫增压风机的运行控制分析[J]. 电力环境保护, 2009,25(5): 28-29.

作者简介:

杨 芳 (1987—), 女, 陕西渭南人, 助理工程师, 江苏省电力设计院从事发电咨询设计工作, E-mail: yangfangangel@126.com.