

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.12.016

燃煤电厂脱硫主塔氧化风完全失去的影响和预控措施

Impact and preventive measures for total loss of oxidizing air on main desulfurization tower of a coal-fired power plant

杨俊强, 杨晓飞

YANG Junqiang, YANG Xiaofei

(国电驻马店热电有限公司, 河南 驻马店 463000)

(Guodian Zhumadian Thermal Power Company Limited, Zhumadian 463000, China)

摘要:某 2×330 MW 亚临界燃煤供热电厂采用石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺,按照单塔双循环技术进行超净排放改造后,吸收塔采用2台氧化风机(1运1备),机组正常运行中氧化风完全失去,导致吸收塔浆液pH值下降,机组出口 SO_2 质量浓度上升。分析了吸收塔氧化风完全失去的危害并提出了生产运行中的预防及控制措施,确保脱硫系统安全、可靠、经济运行。

关键词:燃煤电厂;石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺;氧化风; SO_2 质量浓度;浆液;pH值

中图分类号:X 701.3 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2019)12-0078-03

Abstract: Limestone-gypsum wet flue gas desulfurization process is taken by 2×330 MW subcritical coal-fired units in a heat-supply power plant. After ultra-clean transformation taking single-tower double-circulation technology, the absorption tower sets up two oxidation fans (one for normal operation and one for backup). During the normal operation of the unit, the oxidizing air is totally lost, which causes the increase of slurry pH in the absorption tower and the increase of SO_2 mass concentration at the unit outlet. The hazards of total loss of oxidizing air in the absorption tower are analyzed, and preventive measures during operation are proposed, to ensure the safe, reliable and economical operation of the desulfurization system.

Keywords: coal-fired power plant; limestone-gypsum wet flue gas desulfurization process; oxidizing air; SO_2 mass concentration; slurry; pH

1 机组概况

某热电厂为 2×330 MW 亚临界燃煤供热机组,每台机组各配置1套脱硫装置,采用单塔双循环石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺。脱硫装置的烟气处理能力为相应锅炉设计最大连续蒸发量(BMCR)工况下的100%烟气量,石灰石制浆系统、石膏脱水系统为2套脱硫装置公用。在进行单塔双循环超净排放改造后,吸收塔有4台浆液循环泵,吸收区加料槽(AFT)塔有2台浆液循环泵,吸收塔和AFT塔均采用2台氧化风机(1运1备),加快吸收塔内的氧化反应^[1],达到高效脱硫的目的,保证燃煤机组出口烟气 SO_2 质量浓度达标。

2 工艺简介

烟气经布袋除尘器处理后通过引风机进入烟气脱硫(FGD)装置中的吸收塔逆流向上,与喷淋下来的浆液充分接触,烟气被浆液冷却并达到饱和,烟气中的 SO_2 , SO_3 , HCl , HF 等酸性成分被吸收。烟气进入吸收塔首先与下循环喷淋出的浆液接触,经洗涤冷却后去除一部分 SO_2 ,反应后的烟气经过收集碗导流叶片进入上级循环区进一步反应, SO_2 几乎全部去除,最后再连续流经3层(1层平板式、2级屋脊式)除雾器除去所含雾滴排入烟囱。整个脱硫过程分2级完成,收集碗将脱硫区分为上下2个循环回路,下循环为吸收塔、下循环泵、喷淋层,上循环分为收集碗(集液斗)、AFT、上循环泵、喷淋管。

该工艺系统特点如下^[2-5]。

(1) FGD 烟气入口与烟囱之间未设置旁路烟道。

(2) SO₂ 吸收系统包括原吸收塔 4 层喷淋装置、AFT 塔 2 层喷淋装置和 1 套二级除雾器,每层喷淋装置对应 1 台浆液循环泵。

(3) 石灰石浆液制备系统主要是将石灰石粉溶解成固体物质量分数为 20% 左右的石灰石浆液,然后送往吸收塔及 AFT 塔。通过调节进入吸收塔的石灰石浆液量或吸收塔排出浆液的质量浓度,控制吸收塔浆液的 pH 值(吸收塔 pH 值为 4.60 ~ 5.20, AFT 塔 pH 值为 5.60 ~ 6.00),以保证石灰石的溶解及 SO₂ 的吸收。

(4) 当浆液通过喷嘴雾化喷入吸收塔后,浆液分散成细小的液滴并覆盖吸收塔整个断面,这些液滴与逆流而上的烟气接触时发生吸收反应,生成物在向下流动过程中与浆液、送入系统的氧化空气充分接触,发生氧化和中和反应。烟气脱硫装置在利用石灰石浆液吸附原烟气中 SO₂ 的同时,为了使亚硫酸钙浆液充分氧化成硫酸钙,特在机组的吸收塔(AFT 塔)设置脱硫氧化风机,将空气导入吸收塔(AFT 塔),吸收塔与 AFT 塔之间有联络门,可提供充足的氧气。

3 煤质设计参数及脱硫装置主要参数

FGD 入口 SO₂ 质量浓度为 3 800 mg/m³ (标态,下同),脱硫效率 > 99.2%, SO₂ 排放质量浓度全负荷时段不高于 35 mg/m³,脱硫装置钙硫比 ≤ 1.03,每套烟气脱硫装置的出力在锅炉 BMCR 工况的基础上设计,与锅炉全程运行相适应。脱硫装置主要设计参数见表 1,设计煤种参数见表 2。

4 脱硫主塔氧化风完全失去的经过

2017 年 6 月 9 日 16:00 至次日 01:00, #1 机组负荷 200 MW, FGD 入口 SO₂ 质量浓度为 3 850 mg/m³。#1 吸收塔 #1 氧化风机出口温度偏高,达 114 ℃,经检查是 #1 氧化风机内杨絮及灰尘积累堵塞滤网引起的,需要停运 #1 氧化风机清理滤网,启

表 2 设计煤种参数

Tab. 2 Design coal parameters

项目	单位	数值
燃煤量	t/h	180
低位发热量	MJ/kg	17.75
收到基硫分	%	1.38
收到基氧	%	5.70
收到基氢	%	3.08
收到基氮	%	0.93
收到基水分	%	9.20
收到基灰分	%	34.56
收到基碳	%	45.15

启动备用 #2 氧化风机。启动 #2 氧化风机后,就地运行监护人员发现因 #1 氧化风机出口逆止门关闭不严, #2 氧化风机往 #1 氧化风机串气,导致 #1 氧化风机倒转严重,及时联系运行监盘人员停运 #2 氧化风机。检修人员加紧清理 #1 氧化风机滤网后,联系启动 #1 氧化风机。18:32, #1 氧化风机启动时出现电气故障。此时,因 #1 氧化风机倒转严重, #2 氧化风机不能备用;同时, #1 吸收塔与 AFT 塔氧化风联络门也因倒转而不能打开。汇报值长并联系电气检修人员和机务检修人员到场配合处理,电气检修人员检查后回复, #1 氧化风机框架断路器机构烧毁,需要更换。

#1 吸收塔 2 台氧化风机完全失去备用,吸收塔与 AFT 塔联络门也不能打开,吸收塔完全失去氧化风。此时, #1 吸收塔浆液 pH 值由原来的 5.67 降至 5.11 (见表 3), #1 机组净烟气出口 SO₂ 质量浓度由原来的 17 mg/m³ 上涨至 31 mg/m³。运行监盘人员及时联系就地运行监护人员,启动单塔双循环中 AFT 塔备用的 #1 浆液循环泵,适当加大 #1 塔石灰石供浆量以提升 #1 吸收塔浆液 pH 值,调整 #1 机组脱硫系统参数至正常值,保证 #1 机组环保指标正常。

更换 #1 氧化风机框架断路器机构后, #1 氧化风机启动正常。检修人员更换 #1 氧化风机逆止门后,启动 #2 氧化风机, #1 氧化风机不再倒转。保持

表 1 脱硫装置主要设计参数

Tab. 1 Main design parameters of the desulfurization device

项目	单位	设计煤种	校核煤种 I	校核煤种 II
FGD 入口烟气流量(标态,湿基,6% O ₂)	m ³ /h	115 × 10 ⁴	115 × 10 ⁴	113 × 10 ⁴
FGD 入口烟气流量(标态,干基,6% O ₂)	m ³ /h	104 × 10 ⁴	103 × 10 ⁴	103 × 10 ⁴
FGD 入口污染物质量浓度(标态,湿基,6% O ₂)	mg/m ³	2 383	2 610	2 116
脱硫装置入口设计温度	℃	128	126	122
脱硫装置入口烟气压力	Pa	200	200	200

表 3 氧化风完全失去后脱硫系统各参数变化

Tab. 3 Changes of various parameters of the desulfurization system after the total loss of oxidizing air

时刻	负荷/MW	出口 SO ₂ 质量浓度/(mg·m ⁻³)	浆液 pH 值	原因
18:32	200	17	5.67	2 台氧化风机完全失去备用
19:00	200	31	5.11	氧化风失去,启动 AFT 塔备用浆液泵
19:15	200	11	5.11	启动 AFT 塔备用浆液泵 3 min 后
20:00	200	13	5.11	启动氧化风机
20:40	200	7	5.20	氧化风恢复后 40 min

#2 氧化风机运行, #1 氧化风机投备用。

5 脱硫主塔氧化风完全失去的预控措施

在吸收塔 2 台氧化风机完全失去备用且吸收塔与 AFT 塔联络门不能打开的情况下,若不及时调整运行方式并进行检修处理,吸收塔浆液 pH 值将迅速下降,脱硫效果变差,最终会导致机组环保指标超限。pH 值迅速下降至 4.40 左右时,很容易导致吸收塔浆液恶化,最终导致机组系统瘫痪,同时也将影响机组接带高负荷,影响发电量。

2017 年 6 月 10 日,该公司组织技术人员召开了现场专题会议,针对 #1 脱硫系统吸收塔氧化风机完全失去备用,导致氧化风完全失去的异常情况,提出了现场预控措施^[6-8]。

(1) #1 氧化风机逆止门需要检修,且 #2 氧化风机启动后 #1 氧化风机倒转,为保证检修顺利进行,应同时停运 #1, #2 氧化风机并关闭 #1 吸收塔与 AFT 塔氧化风联络门,完全隔断吸收塔氧化风。

(2) 检修开始前,运行值班人员通过增加供浆量的方式保持吸收塔浆液 pH 值在 4.65 以上,最高不超过 5.20,在遇到机组加负荷时应提前 30 min 调整供浆量,吸收塔的供浆量应逐步缓慢增加。

(3) 运行监盘人员应密切监视吸收塔 pH 计的自动冲洗(每小时冲洗 1 次),如 pH 计冲洗不彻底或冲洗没反应,应及时联系检修人员进行处理,确保 pH 计的实时准确性;pH 计异常期间,运行人员利用 pH 试纸或便携式 pH 计对浆液进行测量,并将测量结果记录在交接班日志上。

(4) 运行人员应保持吸收塔浆液质量浓度在 1 120 ~ 1 160 kg/m³,湿磨机制浆质量浓度在 1 200 ~ 1 260 kg/m³,吸收塔浆液质量浓度过低时务必停止脱水。

(5) 正常运行期间,保持主塔 2 台浆液循环泵及 AFT 塔 2 台浆液循环泵运行,需要启动吸收塔浆液循环泵时,必须提前将主塔浆液 pH 值提高至 4.80 以上。

(6) 机组高负荷运行时,将吸收塔液位提高至 9.0 m 以上,增大氧化空间,防止吸收塔浆液出现石灰石屏蔽现象。

(7) 检修过程中,当脱硫入口含硫量持续升高时,运行人员应及时汇报值长,采取增加供浆量以及启动备用浆液循环泵等措施,增大脱硫系统出力,保证脱硫出口达标排放。若采取措施后仍不能满足出口达标排放,值长应采取降负荷、调整煤种等措施,保证脱硫系统各项指标恢复正常。

6 结束语

本文通过对电厂出现的氧化风完全失去的异常进行全面诊断,提出了现场预控措施。采取预控措施后,该热电厂 #1 脱硫氧化风机正常运行,吸收塔浆液 pH 值以及各项环保指标趋于正常。结合运行人员现场的处置全过程以及生产经验,提出了合理的、适合生产运行的调整措施,对保障燃煤电厂脱硫系统设备可靠、经济运行以及系统缺陷的快速处理都有深远的意义。

参考文献:

- [1] 周至祥. 介绍 2 种湿式 FGD 强制氧化方法[J]. 电力环境保护, 2002, 18(3): 52-54.
- [2] 赵林林. 350 MW 机组脱硫氧化风机节能优化试验[J]. 华电技术, 2019, 41(9): 45-48.
- [3] 许雪松, 金定强. 浅论湿法烟气脱硫系统的氧化问题[J]. 电力科技与环保, 2010, 26(4): 41-42.
- [4] 惠润堂, 颜俭, 杨爱勇, 等. 脱硫氧化风机的噪声控制[J]. 电力环境保护, 2007, 23(4): 64-65.
- [5] 齐海. 石灰石-石膏湿法烟气脱硫氧化空气研究[J]. 安庆科技, 2011(2): 31-44.
- [6] 王培萍, 宗志伟, 岳希明. 首阳山电厂 300 MW 机组脱硫系统氧化风机运行问题及解决措施[J]. 热力发电, 2010, 39(11): 88-90.
- [7] 颜俭. 湿法脱硫工艺的控制氧化[J]. 电力环境保护, 1997, 13(2): 41-44.
- [8] 汪应林. 湿法烟气脱硫氧化风系统优化对脱硫效率的影响[J]. 节能, 2016, 35(1): 38-40.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

杨俊强(1971—),男,河南驻马店人,工程师,从事发电厂集控运行工作(E-mail:13839611262@163.com)。

杨晓飞(1991—),男,河南平顶山人,助理工程师,从事发电厂环保工作(E-mail:425492555@qq.com)。