

铜川电厂空预器差压升高的原因分析及处理

刘钊,任天宝
(华能铜川照金电厂,陕西 铜川 727100)

摘 要:华能铜川照金电厂在超低排放改造后,随着脱硝系统的投运,空预器差压逐渐升高,通过分析空预器差压升高的原因和 NH_4HSO_4 的物理特性,通过温升法将 NH_4HSO_4 气化并随烟气带走,从而达到降低空预器差压的目的,解决了空预器堵塞的问题。
关键词:脱硝;空预器;堵塞; NH_4HSO_4 ;温升法
中图分类号:TM 621 **文献标志码:**B **文章编号:**1674 - 1951(2018)02 - 0052 - 02

1 设备情况概述

华能铜川照金电厂(以下简称铜川电厂)一期工程 2×600 MW 机组的锅炉是哈尔滨锅炉厂 HG - 2070/17.5 - YM9 型亚临界压力,一次中间再热,控制循环锅炉。采用平衡通风,直流式燃烧器,四角切圆燃烧方式,设计燃料为烟煤。

#2 锅炉配备 2 台三分仓半模式 R 型回转式空气预热器,型号为 32.5 - VI(T) - 2500 - QMR,一、二次风分隔布置。转子转向为烟气→二次风→一次风,转速 1 t/h ,立式布置。转子直径为 13.5 m ,换热元件总高度为 2500 mm ,转子仓格装有 3 层换热元件,采用侧抽布置方式,热端换热元件高度为 1000 mm 、板材厚度 0.5 mm 、组件为 HE4 型碳钢。中间层换热元件高度为 500 mm 、板材厚度为 0.5 mm 、组件为 HE4 型碳钢。冷端换热元件高度为 1000 mm 、板材厚度为 0.8 mm 、组件为 HE2 板型进口脱碳钢板表面涂搪瓷。

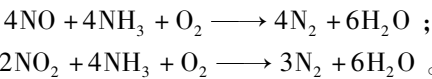
脱硝系统采用选择性催化还原法(SCR)脱硝工艺,采用尿素热解制备脱硝还原剂,SCR 系统的布置方式为高飞灰区布置方式,即将 SCR 布置在省煤器与空预器之间,每台炉布置 2 只 SCR 反应器,不设置反应器旁路。脱硝系统按入口 NO_x 浓度 250 mg/m^3 (标态,下同)、处理 100% 设计工况烟气量状态下 3 年内脱硝效率不低于 80%,出口 NO_x 浓度应稳定控制在 50 mg/m^3 以下。催化剂采用蜂窝式催化剂,3 层布置。

2 空预器差压升高原因分析及现状

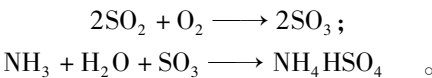
2.1 原因分析

铜川电厂脱硝系统采用的是 SCR 脱硝工艺。

是指在催化剂的作用和在 O_2 存在条件下, NH_3 优先和 NO_x 发生还原脱除反应,生成 N_2 和 H_2O ,而和烟气中的氧进行氧化反应,其主要化学反应式为:



但是脱硝系统在运行温度超过 450°C 时会导致催化剂加速老化。而当温度在 300°C 左右时,会发生副反应生成 NH_4HSO_4 ,其主要化学反应式为:



因为副反应生成的 NH_4HSO_4 黏粘性很大,极易黏结在催化剂和空预器换热元件上,会导致催化剂和空预器的差压不断升高甚至引起堵塞,影响锅炉经济安全运行^[1]。

2.2 空预器差压现状

自 2014 年 10 月 #2 机组进行超净改造后运行至今,空预器的差压随着脱硝系统的投入不断升高,2017 年 5 月以来,空预器差压升高情况越来越严重,虽采取提高空预器冷端平均温度,增加冷端吹灰频次等手段,但效果不甚明显,尤其 2A 空预器烟气侧差压最高达到了 2050 Pa ,超过设计值近 500 Pa ,导致引风机运行电流大幅上升,严重影响了运行经济性,同时因空预器差压升高,造成引风机的最大出力限制,致使机组被迫限负荷运行。#2 炉 A 空预器差压近期变化情况见表 1。

表 1 #2 炉 A 空预器差压近期变化情况

时间	负荷/MW	煤量/ ($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	风量/ ($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	A 空预器 差压/Pa
5 月 16 日	585	262	1805	1645
6 月 10 日	592	268	1820	1725
7 月 21 日	585	269	1845	1760
8 月 11 日	581	270	1838	2043

3 处理方案

3.1 解决思路

通常情况 NH_4HSO_4 露点为 $147\text{ }^\circ\text{C}$, 当环境温度达到此温度时, NH_4HSO_4 以液体形式在物体表面聚集或以液滴形式分散在烟气中, NH_4HSO_4 是一种黏性很强的物质, 极易黏附在物体上难以去除, 而且有较强的吸潮性, 当温度继续升高至 $250\text{ }^\circ\text{C}$ 以上, NH_4HSO_4 由液态变为气态^[2]。铜川电厂实际运行中锅炉空预器冷端排烟温度在 $110\sim 150\text{ }^\circ\text{C}$, 所以 NH_4HSO_4 会随着烟气温度的降低在空预器冷端区域不断沉积, 造成空预器差压不断上升。

NH_4HSO_4 堵塞空预器的常规处理方法有以下几种。

(1) 停机更换空预器的蓄热元件, 彻底处理。但此种方法受电网负荷影响较大, 需停运机组处理, 检修工期长, 备品备件耗费大, 同时会影响机组发电量, 处理成本太高。

(2) 提高空预器的蒸汽吹灰压力, 增加空预器的蒸汽吹灰频次。此方法只能起到缓解空预器差压上升的作用, 不能解决根本问题, 同时还会加剧空预器蓄热原件的磨损, 降低设备的使用寿命。

(3) 采用在线高压水冲洗, 一般外委专业队伍采取高压水冲洗, 冲洗水压力最高可达 60 MPa 。此方法冲洗费用较高, 冲洗方式控制不当会造成空预器蓄热原件冲损, 冲洗不彻底还容易造成堵塞加剧, 存在一定的安全风险, 也不能彻底解决空预器堵塞问题^[3]。

(4) 对运行方式进行调整, 提升空预器冷端的排烟温度到 $180\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$, 将 NH_4HSO_4 由固态转变为液态或气态。通过温升法处理将 NH_4HSO_4 气化来缓解空预器堵塞情况, 从而降低空预器的差压。此方法仅需对空预器排烟温度进行调整控制, 只要能采取有效措施保证附属系统设备运行安全即可, 处理过程相对安全可靠, 同时能够彻底清除空预器冷端区域 NH_4HSO_4 沉积, 解决空预器差压上升问题。

前 3 种方法会影响设备使用寿命, 处理成本太高, 且经历一定时间的运行周期后均会失效, 都不能彻底解决空预器堵塞的实际困扰。经过锅炉专业人员调研兄弟电厂对空预器差压上升的处理技术手段, 结合铜川电厂空预器堵塞的实际情况, 决定采取温升法来处理 NH_4HSO_4 堵塞空预器的问题。

3.2 温升法处理方法

温升法处理空预器堵塞的原理是通过提高空预器冷端的排烟温度到 $180\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$, 将 NH_4HSO_4 由固态转变为液态或气态, 通过将 NH_4HSO_4 气化来缓

解空预器堵塞情况, 从而降低空预器运行差压。

针对 #2 机组 A 空预器堵塞日渐加剧的问题, 经锅炉专业调研论证后, 决定在 2017 年 8 月 16 日 #2 机组启机过程中采取温升法处理空预器堵塞缺陷。根据《温升法处理 #2 机组 A 空预器压差大技术方案》, 在 #2 机组点火启动过程, 将 2A 空预器送风侧进行隔绝, 通过减少 A 空预器侧一次风和二次风量的方法提高 A 空预器排烟温度至 $180\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$, 促使附着空预器冷端的 NH_4HSO_4 在高温下气化分解, 降低 A 空预器运行压差。

3.2.1 准备工作

脱硫专业检查一级吸收塔入口事故喷淋系统正常可靠备用; #2 机组并网前, 保持 A 侧送风机停运, 保持送风机出口联络挡板关闭; #2 机组点火后升温过程中, 通过减少 A 空预器侧送风量及一次风量的方法, 逐步提升 A 空预器侧排烟温度至 $180\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$; A 空预器侧排烟温度提升至 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 以上后, 保持 A 空预器冷端蒸汽吹灰枪连续运行, A 空预器侧热端和 B 空预器冷热段蒸汽吹灰枪交替运行; #2 机组通过加大烟气余热利用 (MGGH) 系统 #1, #2 烟气冷却器的循环水量, 来降低电除尘入口烟温; 环化专业注意监视脱硫一级吸收塔入口烟温, 温度高时按照规程规定投入事故喷水进行降温; 注意监视脱硫入口烟尘含量变化, 上升时及时增启浆液循环泵; 环化专业注意监视电除尘运行情况, 必要时提高电压运行; A 空预器差压大处理正常后, 先缓慢开启 A 空预器二次风侧联络挡板降低排烟温度, 待排烟温度恢复正常后再启动 A 送风机运行, 恢复系统正常运行方式。

3.2.2 安全注意事项

保持 A 空预器冷端吹灰器连续运行, 注意对吹灰枪实际运行情况检测, 保证良好的吹灰效果; 若在试验过程中发生 A 空预器碰磨明显加剧, 空预器电流摆动剧烈, 应立即停止进行试验; 若 A 空预器出现卡涩现象导致空预器跳闸, 按空预器跳闸异常进行处理, 应立即手动进行盘车; 注意对脱硫、除尘系统的监控调整, 避免污染物排放超标; 由于 A 空预器侧排烟温度较高, 导致对应引风机工作条件变差, 引风机轴承温度有可能升高, 所以要注意对应引风机轴承温度, 轴承温度超过 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 应启动备用冷却风机; 由于对应 A 引风机入口烟温升高, 引风机大轴膨胀发生变化, 注意引风机轴承温度及振动, 发现引风机振动有增大的趋势时, 应立即通知设备部检查并汇报部门相关管理人员, 必要时终止试验。

3.3 效果评价

在 2017 年 8 月 16 日 #2 机组启 (下转第 76 页)

与竖直方向夹角小于 10°,满足技术要求。

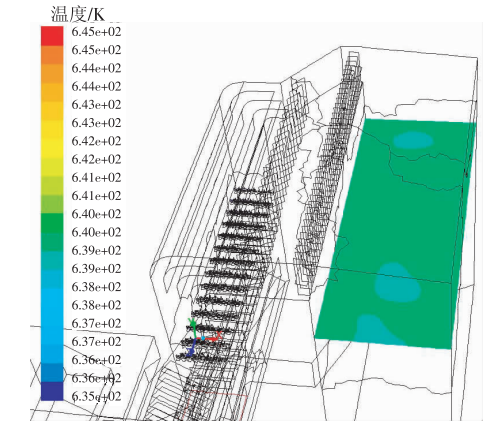


图 3 第 1 层催化剂入口烟气温度分布云图

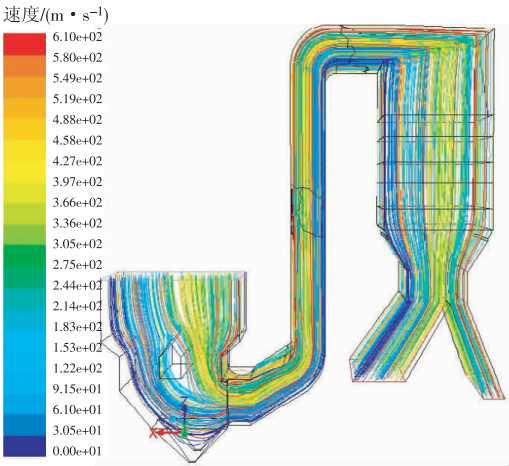


图 4 系统流线图

(上接第 53 页)动过程中,通过单侧送风机启动运行,减少 A 空预器送风量,提升 A 空预器出口烟温至 200 ℃,经历约 3 h 的高排烟温度温升处理,A 空预器冷端沉积的 NH₄HSO₄ 气化分解,A 空预器差压显著降低,#2 炉 A 空预器差压处理后变化情况见表 2,对比相同工况下 A 空预器烟气侧差压降低 500 Pa,引风机运行电流下降 40 A,节能效果十分明显。

表 2 #2 炉 A 空预器差压处理后变化情况

时间	负荷/MW	煤量/ (t · h ⁻¹)	风量/ (t · h ⁻¹)	A 空预器 差压/Pa
8 月 17 日	585	276	1848	1534
8 月 18 日	572	267	1810	1516
8 月 19 日	586	268	1844	1572

4 结束语

铜川电厂空预器差压升高的问题,严重影响机组的安全经济运行,在此次启机过程中,通过采取温升法气化分解空预器冷端的 NH₄HSO₄ 堵塞,成功降低空预器差压 500 Pa,解决了机组运行过程中的重

3 结束语

CFD 场模拟技术应用于 SCR 脱硝工程设计、优化以及改造,展现了较强的优势,可以清晰地反映设计方案与流场的相互关系。采用此项技术研究系统内烟气流场变化具有成本低、周期短等优点,具有较强的可操作性。应用 Ansys Fluent 进行火电厂 SCR 脱硝系统流场模拟工作,具有良好的预见性和实际效果,是电力行业节能减排的有力保障。在引进、消化吸收国外技术的基础上,加强开展 CFD 流场模拟技术在 SCR 脱硝系统中的应用研究,掌握核心技术,对我国加速脱硝技术国产化并最终获取自主知识产权具有重要的意义。

参考文献:

[1] 火电厂大气污染物排放标准:GB 13223—2011[S].
[2] 王福军. 计算流体动力学分析:CFD 软件原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
[3] 燃煤烟气脱硝技术装备:GB/T 21509—2008[S].

(本文责编:刘芳)

作者简介:

孙静楠(1986—),男,黑龙江大庆人,工程师,从事火电厂烟气脱硝催化剂生产、设计工作(E-mail:sunjn@chec.com.cn)。

大问题,通过此次试验总结制定了安全有效的温升法处理措施,为脱硝系统和空预器的运行维护积累了宝贵的技术经验。

参考文献:

[1] 卢韬. 提升烟温降低空预器堵塞的经济分析[J]. 贵州电力技术,2017,20(5),66—68.
[2] 陶泽. SCR 法烟气脱硝改造后基硫酸氢铵造成的空预器堵塞治理实践[J]. 山东工业技术,2017,23:14—16.
[3] 张国滨. 空气预热器高压水冲洗在锅炉运行中的应用[J]. 华电技术,2015,37(10),42—44.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

刘钊(1985—)男,陕西西安人,工程师,从事发电运行管理方面的工作(E-mail:525941033@qq.com)。
任天宝(1984—)男,宁夏石嘴山人,工程师,从事发电运行管理方面的工作(E-mail:190982914@qq.com)。