

某 300 MW 燃煤锅炉空气预热器差压高分析与处理

刘建航, 石贤捷, 马国智, 欧兆华

(国家能源菏泽发电有限公司, 山东 菏泽 274032)

摘要: 针对某发电厂 3 号机组 300 MW 燃煤锅炉在采用 SCR 脱硝装置后, 运行过程中经常出现空气预热器堵塞、差压增高等现象, 导致风烟系统出现多种缺陷, 严重时影响机组正常工况下的出力。通过分析其原因, 调整运行措施, 在很大程度上解决了空气预热器结垢和堵灰、差压高的现象, 提高了机组 SCR 脱硝系统投运后的经济效益和社会效益, 为同类机组运行调整提供参考与借鉴。

关键词: 300 MW; 回转式空气预热器; 堵塞; 差压高; 优化调整

中图分类号: TM621.8 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2020)04-0088-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2020.04.020

Analysis and Treatment on High Differential Pressure of Rotary Air Preheater of 300 MW Coal - Fired Boiler

Liu Jianhang, Shi Xianjie, Ma Guozhi, Ou Zhaohua

(National Energy Heze Power Generation Co., Ltd., Heze 274032, Shandong, China)

Abstract: After the SCR denitrification unit is used in a 300 MW coal - fired boiler of a power plant, serious blockage and high differential pressure of air preheater often occur in the operation process, which causes various defects of the air and smoke system and seriously affects the unit output. The reasons are analyzed and the solutions are given. Through a series of operation measures and adjustment, the phenomenon of scaling, blocking and high differential pressure of air preheater is effectively solved, and the economic benefits of SCR denitrification system after operation are improved, which provides a reference for operation adjustment of the similar units.

Key words: 300 MW; rotary air preheater; plugging ash; high differential pressure; optimization and adjustment

0 引言

近年来, 随着国家对环保治理力度不断加大, 根据环保要求, 燃煤火电机组外排烟尘、SO₂、NO_x 质量浓度必须分别控制在不高于 5、35、50 mg/Nm³^[1]。菏泽发电公司二期两台 300 MW 燃煤机组先后进行了超低排放技术改造并加装了 SCR 脱硝系统反应装置, NO_x 排放得到了有效控制, 但随着脱硝系统长时间投运也引发了新的问题, 造成空气预热器严重堵塞现象, 风烟系统内部阻力增大, 送、引风机耗电量增加, 严重影响机组的安全运行和经济性。在经过研究分析和优化调整后, 大大降低了空气预热器严重堵灰、差压高现象, 提高了机组运行经济性。

1 基本概况

二期 3 号机组锅炉由英国三井巴布科克能源有限公司制造, 为亚临界、自然循环、W 型火焰燃煤锅炉, 型号 MBEL-1025/17.3-541/541。该机组在原有设备基础上于 2014 年进行了超低排放改造, 新增一套 SCR 脱硝系统, 采用选择性催化还原工艺 (selective catalytic reduction, SCR), 还原剂是成品液氨 + 尿素水解制氨、催化剂选用蜂窝式、“3+1”布置, 空气预热器采用蓄热回转式三分仓空气预热器 (如图 1 所示)^[2]。

脱硝系统能够满足机组在各种工况下自动运行要求, 在标准运行工况下机组脱硝效率大于 80%, NH₃ 逃逸量控制在 0.025 mg/L 以下, SO₂ 向 SO₃ 的氧化率可控制在 1% 以内^[3]。

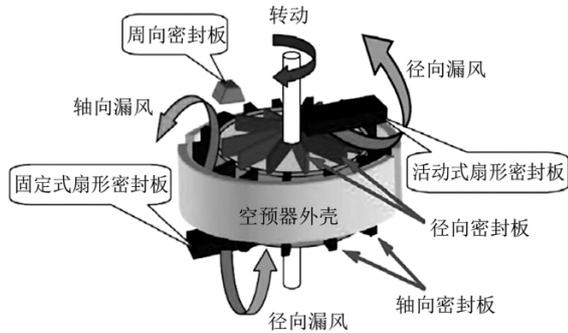
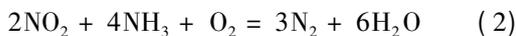
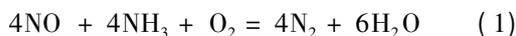


图1 回转式三分仓空气预热器

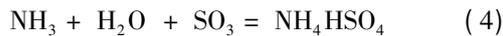
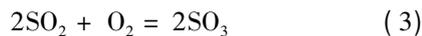
2 基本原理及现状

2.1 基本原理

经过化学还原方式,烟气中的氮氧化物通常由95%的NO和5%的NO₂组成^[4],基本化学反应式为:



但在实际运行过程中,脱硝系统在温度超过450℃时会加速催化剂老化,使其化学反应效果变差;而当温度在300℃左右时,会发生副反应生成NH₄HSO₄,其主要化学反应式为:



由于化学反应式(3)、式(4)生成的NH₄HSO₄黏性很大,极易黏结在催化剂和空气预热器换热元件上,造成传热元件表面粗糙不平,加重积灰堵塞现象发生,从而引起传热元件与烟气、空气之间的传热恶化,导致空气预热不足,空气预热器差压不断升高,严重影响锅炉的安全、经济运行。

2.2 运行现状

通过对3号机组SCR烟气脱硝改造之后长期运行现场工况变化发现,空气预热器多次出现蓄热原件冷端低温腐蚀堵灰的现象,受热面受到腐蚀,降低其使用寿命。空气预热器堵灰使空气预热器差压增大,漏风量增大,导致空气预热器电流变大,尤其是该机组B侧空气预热器差压在高负荷运行时差压达到2.6 kPa以上,严重影响锅炉经济、安全稳定运行。

3 原因分析

通过查找相关资料和运行人员长期运行经验分

析总结,主要有以下几点原因影响:

1) 在正常运行过程中,运行人员人为因素增加喷氨量以控制脱硝出口NO_x含量及脱硝效率。但由于调节不及时,喷氨格栅管道较长,加剧管道磨损,直接影响混合反应效果,造成氨逃逸升高,生成的副反应物NH₄HSO₄很大程度上加剧换热元件的腐蚀和堵灰^[5],导致空气预热器的阻力变大。

2) 吹灰装置采用声波吹灰器,由于所用气源仪用空压机压力不稳定,造成定期吹灰效果变差,在催化剂周围及表面容易产生积灰,进一步影响反应效果^[6]。

3) SCR改造时采用“高灰段布置方式”布置(即反应器布置在锅炉省煤器与空气预热器之间),大量烟气流经省煤器后在脱硝烟道入口处急速转向上升,导致部分烟尘颗粒在转向段沉积。由于SCR系统与空气预热器热端压差增大,造成空气预热器漏风率增大,使排烟温度降低,在一定程度上加剧了低温腐蚀。

此外,由于空气预热器烟气两侧差压升高,容易引起引风机“失速”现象发生,造成炉膛负压波动较明显,如图2所示为该机组发生“失速”现象,炉膛负压变化趋势。

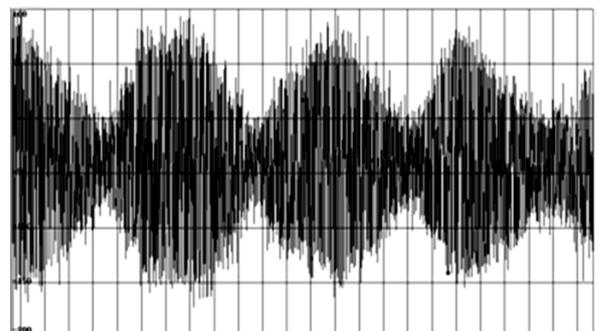


图2 炉膛负压波动实时曲线

4 解决对策

1) 从煤质源头上加强管理,确保入炉煤符合机组运行掺配需要^[7],保证有一定数量发热量和挥发份较高的煤质入炉,以减少不完全燃烧产物的生成。

2) 为保证空气预热器吹灰进汽压力正常,在DCS系统内锅炉受热面吹灰画面增加空气预热器吹灰顺控逻辑,提高空气预热器吹灰效果,防止空气预热器蓄热元件积灰堵塞。通过实际运行发现,吹灰

优化程序实施后,在一定程度上避免了空气预热器吹灰频繁启停、遗漏吹灰等现象的发生,吹灰效果明显好转。

3) 加强对运行方式的调整,提升空气预热器冷端的排烟温度到 180 °C ~ 200 °C,将 NH₄HSO₄ 由固态转变为液态或气态。在运行过程中:当排烟温度升高至 170 °C 稳定后对空气预热器进行连续吹灰,调整吹灰蒸汽母管压力 2.0 MPa 左右,时间暂定为 8 h。吹灰期间观察记录 A 空气预热器烟气侧、风侧差压、排烟温度等参数的变化趋势。

4) 通过手动调整 SCR 装置入口处每根喷氨支管的喷氨量进行喷氨优化调整,使出口 NO_x 和 NH₃ 分布更均匀,提高 SCR 装置的可用率。经运行人员试验,可在一定程度上对喷嘴调阀进行手动调节,在减少喷氨量的同时可降低氨逃逸率。

5) 运行中加强对参数的调整监视,当发现空气预热器差压有升高趋势时,寻找合适的负荷区间,稳定机组负荷在 240 MW 左右,通过调整两侧送引风机出力、适当关小单侧空气预热器入口烟气挡板等手段,提升另一侧空气预热器冷端出口烟温至 180 °C ~ 200 °C,将 NH₄HSO₄ 由固态转变为液态或气态,同时进行空气预热器连续吹灰。通过升温法处理将 NH₄HSO₄ 气化来缓解空气预热器堵塞情况,从而降低空气预热器的差压^[8]。

5 优化效果

通过一系列的措施实施后,发现 3 号机组 SCR 脱硝系统 NO_x 分布不均匀度得到明显改善(如表 1、表 2 所示),消除了局部氨逃逸峰值,并降低了氨逃逸率。

表 1 3 号炉优化前 SCR 出口 NO_x 测量数据

测孔	A 侧 NO _x /(mg · m ⁻³)	O ₂ /%	B 侧 NO _x /(mg · m ⁻³)	O ₂ /%
1	42	3.2	43	3.5
2	43	3.3	40	3.2
3	47	3.8	44	3.1
4	49	3.7	45	3.2
5	46	3.4	42	3.3
6	45	3.1	46	3.7

表 2 3 号炉优化后 SCR 出口 NO_x 测量数据

测孔	A 侧 NO _x /(mg · m ⁻³)	O ₂ /%	B 侧 NO _x /(mg · m ⁻³)	O ₂ /%
1	31	4.2	33	4.3
2	29	4.0	30	4.2
3	35	3.7	32	3.9
4	38	3.5	35	4.2
5	40	3.7	32	3.8
6	36	3.9	35	4.0

同时,空气预热器堵灰情况明显减轻,空气预热器压差得到有效控制,空气预热器差压由满负荷的 2.6 kPa 以上降低到 2.2 kPa 以内(见图 3、图 4),大大降低了系统阻力,降低吸风机单耗效果明显。

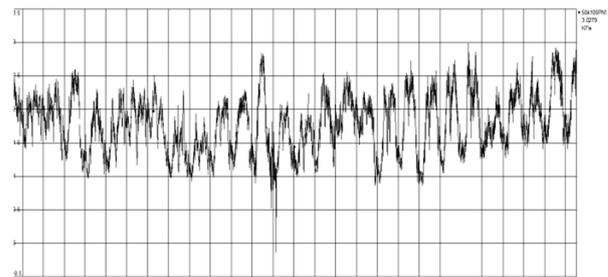


图 3 3 号炉优化前空气预热器差压

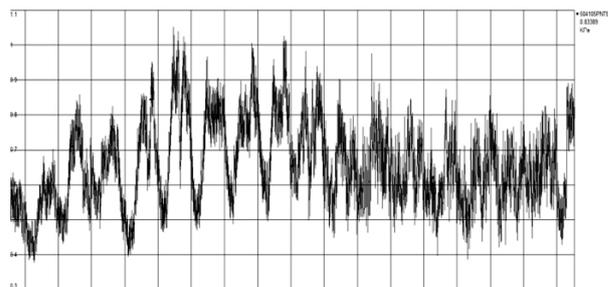


图 4 3 号炉优化后空气预热器差压

按照引、送风机耗电量降低 0.13%、排烟温度降低 3 °C 计算,则可降低煤耗 0.911 g/kWh;年发电量按照 1700 GWh 计算,则节约标煤 1 548.7 t,经济和环保效益显著。

6 结 语

通过上述一系列运行调整措施实施后,3 号机组空气预热器堵灰情况明显减轻,大大降低了系统阻力,降低引、送风机的厂用耗电量,提高了机组的经济效益和环保效益,可为同类机组运行调整提供参考与借鉴。

(下转第 94 页)

为 +110 V; 2) 将端子排上端子 A、端子 B 解开, 测量压板 1LP 靠负极侧电位为 -110 V, 靠正极侧电位为 0; 3) 在端子 A、端子 B 解开, 将试验转换开关 1SK 接通, 测量压板靠负极侧电位为 -110 V, 测量压板靠正极侧电位为 +110 V。由此, 认为非厂家设备原因, 问题出在辅助接点回路。

检修部门通过翻接点的方式检查, 当两个断路器位置均置为分位时, 压板两端电压为 220 V, 结果正确。当任一断路器置于合位时, 压板两端仍有 220 V 电压, 结果不正确。由此推断, 问题确在断路器辅助接点回路。经仔细查找, 发现在回路中并接了一个电容。如图 1 中虚线所示, 分析如下: 当任一断路器或所有断路器在合位时(相应的辅助接点断开), 直流电源给电容 C 充电; 当变压器断路器均在断开位置时, 该回路将电容短接, 压板两端有 220 V 电压, 此时电容器 C 未放电; 当合上任一只电源侧断路器时(相应的辅助接点断开), 压板两端出现异常电压(DC 220 V)。拆除该电容后, 合上任一只电源侧断路器时, 压板两端电压为 0, 控制回路恢复正常。

7 消防设施的运行和操作管理

1) 规范辅助接点的接入管理。此次事件暴露出没有停电做消防系统的接入工作, 接线内部出现了寄生回路。

2) 设备的试验管理。检修人员必须对消防设施做全回路试验, 确保各消防主部件功能正确, 动作可靠, 同时还要对消防控制回路中的压板等元件功能的正确性进行校验。运行人员也要加强此类设备验收, 全过程见证全回路试验。



(上接第 90 页)

参考文献

[1] 陈志恒. 660 MW 机组空预器节能及防堵改造研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2016.

[2] 崔健. 乐电 3 号、4 号炉空预器严重堵灰处理方法[J]. 科技风, 2014(22): 55-55.

[3] 王赫妍, 李忱. ABSHS 空预器加热防堵系统改造研究[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2018, 14(4): 314-317.

[4] 邓悦. SCR 脱硝过程中硫酸氢铵的形成机理与调控[D]. 北京: 华北电力大学, 2016.

[5] 葛海中. SCR 脱硝对空预器堵塞的影响及控制措施[J]. 科技资讯, 2018, 16(23): 115-116.

[6] 张永红. 空气预热器堵塞原因及预防措施[J]. 科技创

3) 压板的操作管理。要理清清楚消防控制回路中各压板的作用, 压板两端电压在设备不同状态时的值, 并写入相关操作规范或操作票中。

4) 停送电的操作管理。为防止设施误喷和迟投, 要根据主设备的状态变化合理地操作消防控制回路的压板, 尽量减少无消防设施保护时主变压器运行时间。

5) 消防设施的巡视管理。对消防回路中的任何异常和缺陷同主设备对待, 确保设施安全稳定运行。

8 结 语

火灾时消防设施动作是基本要求, 但在非火灾时消防设备误动作也能引起事故扩大, 这是不允许的。以实际运行的变压器泡沫喷淋系统为例, 介绍了其选型、原理、试验方法和该设施投运时的实际情况, 并对实际操作中发现的消防控制回路问题进行分析、测试和处理, 总结了消防设施的操作和管理建议, 具有较强的实践性, 可为变电运行值班人员的运行操作和学习理解提供一定的参考。

参考文献

[1] 傅胜兰, 黄建伟, 林洁. 油浸电力变压器消防设计技术研究[J]. 消防科学与技术, 2010, 29(12): 1089-1091.

[2] 火力发电厂与变电站设计防火标准: GB 50229—2019[S], 2019.

[3] 电力设备典型消防规程: DL 5027—2015[S], 2015.

作者简介:

艾 飞(1983), 硕士, 高级工程师、技师, 主要从事变电运行维护工作。(收稿日期: 2020-04-09)

新与应用, 2016(27): 130-130.

[7] 王俊杰. 空气预热器堵塞处理措施[J]. 中国资源综合利用, 2018, 36(3): 96-98.

[8] 王新居. 空预器堵塞原因分析及预防措施[J]. 发电与空调, 2015, 36(6): 54-56.

作者简介:

刘建航(1988), 硕士, 工程师, 从事火电机组集控运行与优化研究工作;
石贤捷(1972), 本科, 高级工程师, 从事火电机组运行管理工作;
马国智(1982), 本科, 工程师, 从事火电机组运行管理工作;
欧兆华(1970), 本科, 工程师, 从事火电机组运行调度管理。

(收稿日期: 2020-04-04)