

中小型锅炉湿法脱硫后烟气再热方式的选择及应用

董玉峰¹, 袁细宁², 李大福³

(1. 济南热电有限公司, 山东济南 250033;
2. 杭州三和环保技术工程有限公司, 浙江杭州 310014;
3. 宜兴华润热电有限公司, 江苏宜兴 214205)

摘要: 介绍了适用于中小型锅炉湿法脱硫装置的烟气再热方法, 分析了各种方法的优缺点, 并以济南北郊热电厂为例, 通过详细技术经济分析, 选择了最合理的烟气再热方法。经过实际应用检验, 烟气再热设施运行效果良好, 达到了预期目的。

关键词: 湿法脱硫; 烟气再热; 选择及应用

中图分类号: X701 文献标识码: B 文章编号: 1006-8759(2010)02-0036-03

THE SELECTION AND INDUSTRIAL APPLICATION OF FLUE GAS REHEAT METHODS IN THE WET FLUE GAS DESULFURIZATION IN SMALL AND MEDIUM SIZED BOILERS

DONG Yu-feng¹, YUAN Xi-ning², LI Da-fu³

(1. Jinan Thermal Power Plant Co. Ltd., Jinan 250033, China;
2. Hangzhou Sanhe Environmental Technology and Engineering Ltd., Hangzhou
310014, China; 3. Yixing Huarun Thermal Power Plant Co., Ltd. Yixing 214205, China)

Abstract: The re-heat methods which are applied on wet flue gas desulfurization devices in small and medium sized boilers are described in the paper, and the advantages and disadvantages of various methods are analyzed. Though a detailed technical and economic analysis of Jinan Beijiao thermal power plant, the optimal gas re-heat method is chose. The flue gas reheat facility is now being run well, and achieved the desired purpose.

Keywords: wet flue gas desulfurization; flue gas reheat; selection and application

1 问题的提出

我国大气污染以煤烟型为主, 首要污染物是二氧化硫。我国二氧化硫年排放量 2 000 万 t 以上, 居世界首位。目前, 随着国家环保要求的加强,

占全国燃煤锅炉 70 % 的中小锅炉, 大多设置了烟气脱硫装置, 其中湿法脱硫装置占较大比例, 而这些湿法脱硫装置中很多并未设置烟气再热设施, 其排放的湿烟气造成下游的烟道和烟囱腐蚀严重^[1]。

避免湿法脱硫烟道、烟囱腐蚀的方法主要有两种, 一种是不设烟气加热系统的湿法脱硫烟道、烟囱防腐设计, 即采用耐腐蚀性新型材料来防止烟

收稿日期: 2009-10-30

第一作者简介: 董玉峰, 男, 工程师; 1999年毕业于山东大学热动专业, 毕业后一直从事锅炉、节能环保工作, 现为济南热电有限公司节能减排办公室副主任。

道烟囱的腐蚀,如套筒式或多管式钛铝合金烟道、烟囱,此方法不仅投资巨大,而且不能解决烟囱自生通风力低的问题,目前仅在国内新建的大型火力发电厂有应用^[2]。另一种方法就是增设烟气加热系统,通过提升湿烟气温度来改善烟气污染扩散、减少可见烟羽(白烟现象)、降低烟气中大液滴的形成数量,避免烟囱出口的酸雨以及防止烟道烟囱的腐蚀。

济南北郊热电厂共4台锅炉,3台130 t/h煤粉锅炉(#1~#3)于2007年底设置了湿法脱硫装置,#5锅炉采用炉内喷钙脱硫方式。#1~#3锅炉的脱硫系统就脱硫效率而言,完全达到设计规定值,并能满足达标排放要求。但未配套设置烟气再热设施,由于脱硫后烟气温度达到饱和状态(48℃左右),出现了结露冒白烟现象,对烟道及烟囱带来严重腐蚀,给电厂安全运行带来严重隐患。就目前运行情况看,不但#1~#3炉不能带脱硫独立运行,而且还影响到5#炉的正常运行(4炉共用一根烟囱且烟道相通)。

为解决以上问题,北郊电厂决定对烟道、烟囱进行防腐改造。而从目前北郊热电厂的实际情况来看,第一种方法即新建湿烟囱方案明显不可行,只能采用烟气再热的方式。

2 烟气再热方式的选择

湿法脱硫烟气再加热的方法主要有:气-气加热器;水-气加热器;气-汽加热器;旁路烟气法以及掺热风方式等^[2],分别叙述如下:

2.1 气-气加热器

气-气加热器是蓄热式加热的一种,即GGH。用它将未脱硫的烟气(一般为130℃~150℃)去加热已脱硫的烟气,一般加热到80℃左右,然后排放,以避免低温湿烟气腐蚀烟道、烟囱内壁,并可提高烟气抬升高度。该方式在前几年大型火电厂湿法脱硫机组中应用广泛,其运行类似于回转空气预热器,但其体积庞大,需增加电机维持运转,运行故障点较多,漏风问题难以解决,且现场布置难度极大。

2.2 水-气加热器

该种加热器又称管式烟气换热器或无泄漏气-气加热器。它分为两部分,即热烟气室和净烟气室。在热烟气室,热烟气将部分热量传给循环水;在净烟气室,净烟气再将热量吸收。这种方式

比较适合于烟气中SO₂浓度很高或要求脱硫效率非常高的情况下使用,其投资高于旋转式气-气再热器。

2.3 水-汽加热器

此种加热器属于非蓄热式间接加热工艺,这一工艺流程是利用热蒸汽加热烟气,在管内流动的低压蒸汽将热量传给管外流动的烟气。最大的特点就是初期投资少,但能耗大。

2.4 旁路烟气

在旁路再热系统中,一部分未经脱硫处理的、温度大约在130℃~150℃烟气与经脱硫洗涤处理的、温度为45℃~55℃的烟气在吸收塔的下游混合。处理过的烟气和未处理的烟气在进入烟囱之前的烟道中混合。此种方法适用于燃用低硫煤及对SO₂排放不太严格的情况。

2.5 掺热风方式

此种方式与旁路烟气加热方式相类似,只是利用锅炉的二次风来代替未脱硫的高温烟气,由于热风中不含SO₂,因此适用于燃用各种煤的情况。

综上所述,各种烟气再热技术各有优缺,因此,在确定烟气再热工艺时,应根据电厂实际情况,深入进行技术经济分析,充分考虑技术与初期投资和运行费用的平衡,在技术最优化的条件下达到经济的最小化。

3 烟气再热方式技术经济分析

基于以上的分析比较,结合现场具体情况,并且重点考虑到以安全可靠运行为前提,北郊热电厂烟气再热初步拟定了三种方式,即方案一:掺热风方案;方案二:热管气气加热方案;方案三:GGH方案。

根据对锅炉的综合分析,又将掺热风方案分为三个子方案,子方案1:单纯掺热风,空预器不改造(出口风温360℃)、热风不再热(掺热风温度360℃);子方案2:掺热风,空预器下段改造(出口风温378℃)、热风不再热(掺热风温度378℃);子方案3:掺热风,空预器不改造(出口风温360℃)、热风再热(掺热风温度420℃)。

3.1 掺热风子方案的比较

表1详细比较了各掺热风子方案的技术经济应用。由表中结果可知,子方案2在技术上有较高的竞争性,其在锅炉效率降低以及年多耗标煤上

均为最低, 锅炉效率只降低了 0.308%。在经济上, 虽然需增加设备费用 52 万元, 但从整个再热工程费用比较来看, 此方案却是最低的, 只有 24 万元。因此采用子方案 2, 即掺热风加空预器低温段改造的方案, 作为北郊电厂烟气再热的备选方案之一。

表 1 掺热风方案主要结果比较表

项 目	子方案 1	子方案 2	子方案 3	备注
冷烟气温度/°C	48	48	48	
掺混后烟温 /°C	80	80	80	
掺热风比例 /%	14.5	13.65	12.76	注 1
空预器出口温度/°C	360	378	360	
掺热风温度/°C	360	378	420	
锅炉效率降低/%	0.938	0.308	0.91	
年多耗标煤(锅炉)/(t·a ⁻¹)	718	236	696	
年节标煤(风机)/(t·a ⁻¹)	14	-8	-50	
年损失费用/(万元·a ⁻¹)	704	17	746	
小风机功率/kW	0	0	27.5	
设备费用/万元	0	52	50	估算
再热工程费用/万元	26	24	50	注 2

注 1: 指掺热风量占送风机出口风量的百分数。

注 2: 再热工程费用指扣除原计划设备更换的费用后的投资估算。

3.2 掺热风子方案 2、热管气气加热和 GGH 三个方案的优选

表 2 详细比较了掺热风子方案 2、热管气气加热和 GGH 三个方案的技术经济指标。从表中比较结果可知, 三种方案均能使烟温提高至 80 °C, 达到设计目标。但是掺热风子方案 2 无疑在经济上具有较高的竞争性, 此方案不需要新的空间, 设备投资 24 万元, 约为 GGH 方法的 1/3, 为三种方案中的最低。综合考虑北郊电厂现在以及三种方案的技术经济性, 优选掺热风子方案 2 为电厂烟气再热方案。

虽然采用掺热风方案会使锅炉效率有所降低, 但是通过对低温空预器进行改造(该炉低温空预器更换为 2008 年常规项目), 使锅炉效率得到提高, 经计算改造空预器带来的锅炉效率提高完全可以弥补烟气再热掺混热空气带来的效率损失, 这意味着烟气再热投运后不会对锅炉目前运行效率带来负面影响。事实上, 在改造后的运行中, 烟气再热系统并未对锅炉运行效率产生影响。

3.3 改造前后对烟囱影响

采用掺热风加空预器低温段改造的方案改造

表 2 三个主要方案比较

项 目	掺热风	热管气气加热	GGH
冷烟气温度/°C	48	48	48
掺混后烟温/°C	80	80	80
热烟气温度/°C	130	130	130
排烟温度/°C	119	96.5	96.5
最低受热面壁温/°C	74	88.2	84.1
烟气流阻/Pa	0	890	530
占用空间/m	0	5×4.8×1.8	D5.5
设备造价/万元	24	102	61
节能量/(t 标煤·a ⁻¹)	-236	0	0
风机电耗增加/kW	-9	110	64

后, 脱硫后的烟温提升至约 80 °C, 减少了烟气含湿率, 避免了烟气结露带来的烟囱腐蚀, 也一定程度上减轻了“白烟”现象。同时提高了烟气抬升高度。改造前后烟囱的技术参数指标见表 3。

表 3 采用方案 1 改造后对烟囱的影响

项 目	改前		改后	
	4 炉运行	改前 #1~#3 炉独立运行	4 炉运行	改后 #1~#3 炉独立运行
烟囱自抽力/Pa	288	91	341	259
烟囱流动阻力/Pa	690	289	757	349
烟囱底部正压/Pa	401	198	416	90

4 结论

掺热风加空预器低温段改造的烟气再热工艺具有技术性能好, 经济投入小等特点, 尤其适合于中小型锅炉烟气再热工艺。

济南北郊热电厂设置烟气再热装置后, 脱硫后的烟温提升至约 80 °C, 拉大了饱和温距, 减少了烟气中大液滴形成的数量, 提高了烟气抬升高度。关键是避免了烟气结露带来的烟囱腐蚀, 也一定程度上减轻了“白烟”现象。烟气再热后的一个最大的好处在于, #1~#3 炉可实现独立的带脱硫运行, 同时还减小了对临炉 5# 炉的影响, 有利于提高 5# 炉的出力。对其它中小型锅炉烟气再热工艺的选择上具有借鉴作用。

参考文献:

- [1] 赵森林, 魏彦君. 浅谈中小型锅炉烟气脱硫工艺的应用 [J]. 河北煤炭, 2008, (1):8-9.
- [2] 王力, 李永刚, 廖永进. 大型火电机组湿烟囱排放的研究[J]. 黑龙江电力, 2006, 28(4): 264-265, 276.
- [3] 汪洪涛, 吴少华, 赛俊聪等. 湿法烟气脱硫系统中的低温腐蚀及烟气再热问题[J]. 热能动力工程, 2002, 17(101):469-472.