

试验研究

# 湿法脱硫技术的提标改造研究与实践

王伟能

(煤科集团杭州环保研究院,浙江 杭州 311201)

**摘要:**为了更好地满足在新标准下二氧化硫的排放要求,浙江某热电厂拟将原有的双碱法脱硫系统进行提标改造研究,通过对吸收塔,喷淋系统,除雾方式等进行的技术改造。将双碱法脱硫系统改造成全新的湿法脱硫系统,有效利用原来的材料设备又达到提标的效果。

**关键词:**喷淋系统;改造;提标

中图分类号:TF704.3

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2015)03-0018-03

## WET FGD TECHNOLOGY UPGRADING AND RECONSTRUCTION OF RESEARCH AND PRACTICE

WANG Wei-neng

(CCTEG Hangzhou Environmental Research Institute, Hangzhou 311201, China)

**Abstract:** In order to better meet the needs of sulfur dioxide in the new standard of discharge requirements, a power plant in Zhejiang plans to double alkali method desulfurization system for upgrading and reconstruction of original research, through the spray of absorption tower system, in addition to the technical transformation of mist etc.. The double alkali method desulfurization system into wet desulphurization system for new, effective use of the original equipment and materials to achieve the effect of standard.

**Key words:** Spray system; Transformation; Standard

浙江某热电厂 4 台 220 t/h 流化床锅炉的脱硫系统于 2004 年初正式投运,脱硫系统采用双碱法麻石塔工艺,一炉一塔的方式配置,设计脱硫效率大于 60%。随着国家的节能减排政策实行,全国各大电厂已基本完成脱硫减排任务。2011 年 7 月 29 日联合发布了新修订的《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)<sup>[1]</sup>,新建火力发电锅炉自 2012 年 1 月 1 日起,现有火力发电锅炉自 2014 年 7 月 1 日起,均执行 100 mg/m<sup>3</sup> 的 SO<sub>2</sub> 排放标准。为了更好地满足在新标准下二氧化硫的排放要求。因此,该热电厂特委托煤科集团杭州环保研究院对原有的双碱法脱硫系统进行提标改造研究。

### 1 改造前吸收塔存在的问题分析

- (1)液气比不足,液气比是保证脱硫效率的最重要参数,它直接影响出口烟气中 SO<sub>2</sub> 排放浓度;
- (2)喷淋层堵塞,长时间运行,喷嘴堵塞情况严重,形成液膜分布不均匀,气液接触不完全的情况;
- (3)旋流板除雾器对大颗粒水气的处理效果尚可,但对细小的雾化液滴的处理效果相对较差;
- (4)循环再生采用塔外循环模式,石膏不易生成。废渣处理难度大。

### 2 双碱法脱硫工艺介绍

系统首次启动时(或长时间停运)整个系统配置一定的液碱浓度,吸收液通过脱硫循环泵向上输送到喷淋层中,通过喷嘴进行雾化形成雾化液滴,与烟气在塔内形成高效的气液传质,同时氢氧

化钙浆液制备系统制成的新鲜氢氧化钙浆液通过氢氧化钙浆液泵送入再生池内,与调节池回流的脱硫液混合再生;再生液通过再生泵打入沉淀池,进行渣水预分离,上清液(再生完成液体)回泵前池再利用,沉淀池底部物料用抓斗抓出外运处理。

锅炉烟气经除尘器收尘后,通过引风机升压后进入吸收塔。在吸收塔内烟气向上流动且被向下流动的浆液以逆流方式洗涤,洗涤除去 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 等酸性组分。经过净化处理的烟气流经两级除雾器进行除雾,在此处将清洁烟气中所携带的雾滴去除。同时按特定程序用工艺水对除雾器进行冲洗。除雾器冲洗的目的:一是防止除雾器堵塞;二是冲洗水同时作为补充水,稳定液位。烟气在吸收塔内与吸收液反应,脱硫净化,再经除雾器除去水雾后,经过FGD出口挡板接入总烟道,最后进入烟囱排入大气。

### 3 脱硫系统的提标改造内容

根据现场麻石塔体和塔外循环系统的情况,经过试验研究在原有的脱硫系统基础上提出以下提标改造内容:(1)改造脱硫塔高度,增加塔底容积,用作塔内循环;(2)改造喷淋结构,增大气液接触面积;(3)更换循环泵,增大液气比;(4)改造除雾装置形式,加强除雾效果,防止“烟囱雨”<sup>[2]</sup>现象。

#### 3.1 麻石吸收塔的改造

为了满足亚硫酸钙的氧化条件,塔外循环所需控制参数过多而难以控制,因此在本改造内容中加高吸收塔塔体,在塔内建设循环池,既节省了土地空间,又可以更好的控制石膏的生成。

如图1所示,麻石塔通过对接缝重新对接加

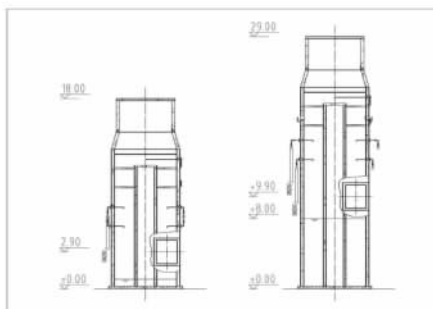


图1 吸收塔塔体改造前后高度对比

高,高度比原塔体加高11m,烟气进口抬高7m,喷淋层及内部结构上移,底部构成一个循环池的容积供亚硫酸根氧化及塔体内循环使用。

#### 3.2 喷淋结构的改造

提高脱硫系统的脱硫效率,关键是提高系统的液气比,增大气液接触面积与接触时间。为此必须增加喷淋层,改造喷嘴的结构,利用1/2寸雾化喷嘴替换原来的1/4寸喷嘴。同时更换原来环形分配管及循环支管,具体喷淋结构变更内容见表1。

从表1中可以看出,改造后,每层喷淋层单独

表1 喷淋结构的改造内容

喷淋结构变更内容	改造前	改造后
喷淋层数量	2层	3层
循环支管数量	1根	3根
循环支管直径	DN250	DN250
喷嘴数量	16	48
喷嘴口径	1/4	1/2
环形分配管直径	DN250	DN250
环形分配管数量	1根	3根

配备一根循环支管和一根环形分配管,不会如改造前那样上下喷淋层形成的水雾不均匀而得不到更好的气液接触。而且可以根据脱硫效率需要很好的控制液气比。

#### 3.3 除雾装置形式的改造

折流板式除雾器是惯性除雾器的一种工作原理<sup>[3]</sup>,利用颗粒与气体间的密度差实现分离,气体夹带颗粒通过弯折通道时,由于颗粒惯性大,容易偏离流体流线而撞击到弯折通道的壁面上而被捕集。

折流式除雾器具有除雾效果好,制作简单,体积小,不易结垢,压降阻力小,能实现连续性排污等优点;而旋流板式除雾器对细小液滴的去除效果相对较差。对比分析旋流板式除雾器、折流式除雾器两种除雾装置形式的优缺点。针对改造过程中喷淋层的增加和液气比的提高,雾化细小颗粒的增多等情况,考虑使用对细小颗粒去除效果更好的折流板式除雾器。

### 4 脱硫系统的提标改造效果

#### 4.1 脱硫效率提升效果

系统提标改造后脱硫效率由原来的60%提升到85%以上,达到预期目标(满足 $100\text{ mg/m}^3$ 的 $\text{SO}_2$ 排放标准);分别在改造前与改造后连续监测三天的数据,各取出三组具有代表性的数据进行对比。见表2所示。

#### 4.2 运行成本提标效果

改造前的双碱法工艺采用 $\text{NaOH}$ 作为主要脱硫剂,而提标改造后采用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 作为主要脱硫

剂,同时由于塔内循环后氧化效果要优于塔外,因此产生的石膏渣可以被重复利用在建材市场中。改造前后运行成本对比见表 3。

#### 4.3 除雾装置的效果

表 2 改造前后脱硫情况对比

序号	改造前		改造后	
	吸收塔进口	吸收塔出口	吸收塔进口	吸收塔出口
1	915	278	813	93
2	846	293	736	78
3	883	288	778	87
平均值	881.3	286.3	775.7	86.0
脱硫效率/%	67.5		88.9	

表 3 改造前后运行成本对比

吸收塔进口	改造前	改造后	药剂单价
NaOH 使用量	20t/天	/	950 元/t
Ca(OH) <sub>2</sub> 使用量	7.5t/天	20t/天	680 元/t
石膏回收量		6t/天	20 元/t
每天运行成本比较	24100 元	13480 元	
每天节省的成本	10520 元		

增大了循环泵流量,提高了液气比,提升了脱硫效率,若还是用原有的旋流板式除雾器,则烟囱出口会有大量水汽带出,改成折流式除雾器后,既

保证了除雾效果,又降低了维护难度,而且改造后吸收塔出口烟道的漏水渗水现象得到明显解决。

## 5 结论

为了在节约成本的同时达到预期的脱硫效果,抬升了吸收塔高度,将塔外循环氧化不彻底,渣水不易分离的弱势变成塔内循环,使亚硫酸根氧化充分形成可回收利用的石膏渣,得到良好的环保效益和经济效益。

根据监测结果,脱硫效率从原来的 60 % 提升到 85 % 以上,每年可减排 SO<sub>2</sub> 1 440 t;同时实际运行过程中统计出运行成本的降低,每年可节省运行成本约 300 万元。具有显著的经济效益、社会效益和环保效益。

## 参考文献

- [1]GB13223-2011 火电厂大气污染物排放标准.
- [2]任建新,熊亮,张利军.基于 CFD 的固体颗粒对流量计振动管的磨损分析[J].传感技术学报.2011,24(8):1208-1211
- [3]刘丽艳,孔庆森,谭蔚.折流板式除雾器力学性能研究.高校化学工程学报.2014(3).
- [4]岳禹峰,黄仕元,庞朝晖,等.微污染水源地处理技术与探讨[J].工业水处理,2006,29(6):14-17.
- [5]王占生,刘文君.微污染水源地饮用水处理[M].北京:中国建筑工程出版社,2001.62.
- [6]马军.高锰酸钾除污染生产性试验研究[J].中国给水排水,1997,13(6):141.
- [7]李田.固定膜光催化氧化反应器深度净化自来水研究[J].中国给水排水,1996,12(3):91.
- [8]吕炳南,等.用臭氧-活性炭法深度处理饮用水[J].中国给水排水,1993,9(2):13-15.
- [9]Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon[J]. Nature, 1991, 354: 56-58.
- [10]Iijima S, Ichihashi T. Single-shell carbon nanotubes of 1-nm diameter[J]. Nature, 1993, 363: 603-604.
- [11]Treacy M M J, Ebbesen T W, Gibson J M. Exceptionally high Young's modulus observed for individual carbon nanotubes [J]. Nature, 1996, 381: 678-680.
- [12]Wong E W, Sheehan P E, Lieber C M. Nanobeam mechanics: elasticity, strength, and toughness of nanorods and nanotubes [J]. Science, 1997, 277: 1971-1974.

(上接第 35 页)

(1)在 pH=2~10 的范围内,碳纳米管溶胶对异狄氏剂和 Cd<sup>2+</sup>离子都有很好的去除率。碳纳米管溶胶对异狄氏剂的去除率均达 88 % 以上,其在 pH 值为 6 时达到最佳吸附去除率;碳纳米管溶胶对 Cd<sup>2+</sup>离子的去除均高达 92 % 以上,且在 pH=4~6 时,去除率最高。

(2)在 pH 值分别为 4 和 9 的条件下,腐殖质的存在使得对异狄氏剂与 Cd<sup>2+</sup>的吸附去除率都略有升高。在浓度为 0~0.57 mg/L 的腐殖质存在条件下,异狄氏剂的吸附去除率从 84.08 % 增长到 95.35 %,Cd<sup>2+</sup>的吸附去除率从 90.26 % 增长到 97.92 %。

## 参考文献

- [1]邵林广,范艳丽.微污染水源地净化技术.工业安全与环保[J].2004,30(11):1-3.
- [2]孙力平,王蕾,马瑞巧.微污染原水的危害及其处理研究现状[J].天津城市建设学院学报,2000,6(2):97-101.
- [3]Louie P K K, Sin D W. A preliminary investigation of persistent