

doi:10.3969/j.issn.1005-3158.2010.z1.012

湿式除尘器的应用研究

孙应谋 王喜良 张成禹 刘卫芳 宋健

(新疆油田公司供热公司)

摘要 新疆油田公司供热公司为提高除尘效率,减少 SO_2 排放量,将多管除尘器改造为湿式除尘器,介绍了湿式除尘器的结构和除尘原理。针对存在的问题,通过改进溢流箱结构解决了水位控制问题,烟气含尘量和 SO_2 排放量均达到 GB 13271—2001《锅炉大气污染物排放标准》。介绍了利用纯碱、电石渣、锅炉的冲渣水与除尘器流出的冲灰水混合这三种烟气脱硫方法,其中,锅炉的冲渣水与除尘器流出的冲灰水混合的烟气脱硫方法综合效果最好。

关键词 湿式除尘器 脱硫 纯碱 电石渣 锅炉冲渣水

0 引言

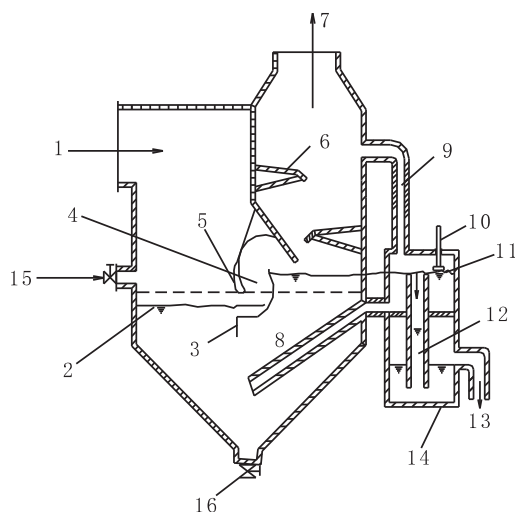
新疆油田公司供热公司在克拉玛依市区部分现有燃煤热水锅炉 70 多台,均为多管除尘器除尘,除尘效率最高仅 85%,无烟气脱硫设施。近年来,随着环保要求的提高,供热公司投入大量资金将多管除尘器改造成湿式除尘器。由于多管除尘器的放灰装置不是连续自动运行,旋风子极易堵塞,旋风子堵塞之后,造成除尘效率降低,阻力损失加大,能耗增加,烟囱排放烟尘超标。为了提高除尘效率,文章针对湿式除尘器水位不易控制以及用纯碱脱硫费用高的问题进行改进。

1 湿式除尘器的原理与效果

湿式除尘器除尘效率高,渣和烟尘均采用水冲,避免了二次污染,还可实现除尘和脱硫同时进行,在除尘的同时完成烟气的脱硫。

根据湿式除尘器原理和结构的不同,湿式除尘器可分为自激式(水浴式)除尘、麻石水膜除尘、喷淋式除尘等不同形式。文章就供热公司主要采用的自激式(水浴式)除尘器的结构、运行情况以及运行过程中存在的问题进行分析。自激式(水浴式)除尘器有单室和双室两种,单室自激式除尘器剖面结构见图 1。

当含尘烟气进入除尘器后,气流转弯向下,冲击水面,部分较大的尘粒落入水中,直接沉降在泥浆斗内,随后含尘气体以 $10\sim 35\text{ m/s}$ 的速度通过一个由上、下叶片组成的狭长的“S”形通道,激起大量的水滴,水滴与烟尘充分接触后,绝大部分尘粒混入水中,使含尘气体得到充分净化^[1]。净化后的气流经气液分离室和脱水挡板去除水滴,由引风机排出除尘器。



1—含尘气体入口;2—下水位;3—下叶片;4—“S”形通道;5—上叶片;6—挡水板;7—净气出口;8—连通管;9—平衡通气管;10—水位自动控制装置;11—溢流水位;12—水封;13—溢流水;14—溢流水箱。

图 1 单室自激式除尘器剖面结构

沉至漏斗底部的灰尘连续由刮板运输机排出。除尘器内的水位由溢流箱控制,在溢流箱内设有水位自动控制装置,以保证除尘器水位恒定,从而保证除尘效率稳定。水位的变动范围控制在 $10\sim 20\text{ mm}$ 。

湿式除尘器除尘和去除有害气体的效果较好,烟气含尘量和 SO_2 排放量均符合 GB 13271—2001《锅炉大气污染物排放标准》的要求。2010 年 1 季度部分车间锅炉烟气监测结果见表 1。

运行表明湿式除尘器有如下优点:

- ◆ 除尘效率高,达 96% 以上;
- ◆ 对尘粒的粒径适应性强,特别是在收集细微尘粒

表1 2010年1季度部分车间锅炉烟气监测结果 mg/Nm³

单位	烟尘浓度	SO ₂ 浓度	标准* 限值	
			烟尘	SO ₂
古田车间	119	442		
西北车间	136	560		
昆仑车间	200	495	250	900
西南车间	189	424		

* GB 13271—2001《锅炉大气污染物排放标准》

方面更佳:

- ◆ 除尘设备本身无可动部件,维护简单,检修方便;
- ◆ 除尘的同时可实现烟气脱硫。

2 湿式除尘器存在的问题

湿式除尘器虽然取得了较好的除尘和脱硫效果,但还存在一些不可忽视的问题:

◆ 除尘器内水位忽高忽低难以控制,此问题造成两种结果:一是除尘效果受到影响,烟气含尘量难以达标;此外,烟气带水,造成烟道和烟囱的砖墙吸水率增加,冻胀损坏加大,砖墙由于冻胀原因而变脆变酥,在严寒地区给建筑物带来很大的安全隐患。

◆ 微尘、水汽还给设备管理带来困难,这些水汽、少量细灰沾在引风机叶轮上,造成引风机叶轮运转不平衡,引风机振动加大,引风机叶轮、地脚螺栓等处振裂^[2]。

◆ 影响自激式(水浴式)除尘器除尘效果的另一个原因是锅炉的热负荷,当锅炉的热负荷低于70%时,自激式(水浴式)除尘器除尘效果不理想。

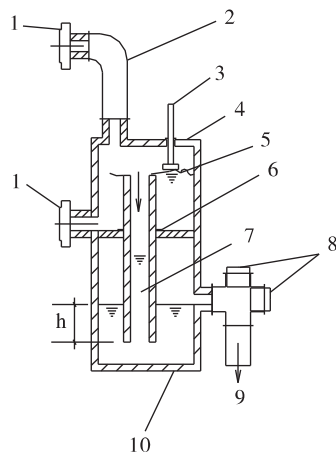
3 解决办法

解决除尘器内水位忽高忽低的办法是:除尘器水位控制必须在除尘器烟气出口一侧,进口水位的控制只能起到补充水的作用,很难准确控制出口水位。出口水位的控制是自激式水浴除尘器除尘效率是否达标的關鍵。由于自激式(水浴式)除尘器内部是负压运行,水位控制与一般常压水箱的溢流水位控制不同,溢流水箱的结构也更复杂。为实际使用中更安全、更方便,对溢流水箱进行改进,改进后的溢流水箱结构见图2。

◆ 将平衡通气连通管和除尘器相连接处用胶皮管连接,并做成活动的,便于维修。

◆ 平衡通气管理论上用 DN15 的管子已满足要求,为便于清洗,选用 DN40 管子。

◆ 为保证锅炉低负荷运行时烟气检测合格,可适当将水封管调高,并将水封管做成上下活动的。为防止



1—连接法兰;2—平衡通气管(胶皮管);3—水位自动控制装置;4—水箱上端盖;5—溢流水位;6—法兰盘根;
7—水封管;8—丝堵;9—溢流水;10—溢流水箱。

图2 溢流水箱结构

空气从平衡通气管中漏入除尘器,水封管 h 的高度必须满足在风机最大风量的情况下,水不被抽空。

◆ 水位控制装置用浮球阀或电磁阀,实现水位自动控制。

◆ 为便于调节水封管水位,水箱上端盖用法兰螺栓连接,调节水封管水位时卸下法兰,调节完水封后上好法兰。

◆ 水箱底部可能会被灰、泥堵住,下端面也用法兰螺栓连接,清洗时便于卸开。

自激式水浴除尘器实行出口侧水位严格控制后,稳定了除尘器的除尘效率,减轻了净化后烟气的带水率,便于操作,设备不易损坏,同时烟气向大气中排放的污染物也相应减少。

4 湿式除尘器不同的脱硫方法及改进措施

多管除尘器改为湿式除尘器后,循环水的酸性增大,造成灰渣泵叶轮腐蚀严重。造成循环水中酸性增强的主要原因有两方面:

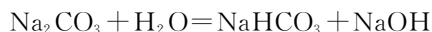
◆ 湿式除尘器的除尘效果优于多管除尘器,且在二氧化硫的转化过程中,湿度对 SO₂ 的转化率有重要影响。相对湿度低于 40% 时,转化速度缓慢,相对湿度高于 70% 时,转化速度明显提高^[3]。

◆ 湿法除尘烟气中 SO₂ 溶入水中,冲灰水循环使用,水中酸性物质越积越多,造成循环水酸性增强。根据以上实际运行情况和结果分析,考虑采用以下三种方法进行脱硫。

4.1 纯碱进行烟气脱硫

在不改变原有生产工艺和设备的情况下,向循环

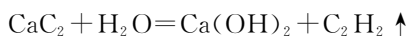
水中加入碱性物质,如纯碱(Na_2CO_3)等。纯碱(Na_2CO_3)溶于水后即显碱性,化学反应式



以供热公司昆仑车间为例,其烟气脱硫原采用将纯碱(Na_2CO_3)加入冲渣水沟,再用灰渣泵将碱性水打入除尘器中进行脱硫的方法。此方法纯碱的用量很大,脱硫费用高,该车间每年纯碱用量达100 t,合计人民币约20万元。全供热公司市区17个燃煤车间全部使用这种脱硫方法,费用达200万元。

4.2 电石渣进行烟气脱硫

电石渣是电石(CaC_2)加水生成乙炔气体(C_2H_2)后遗留下来的工业废渣,其化学反应式如下:

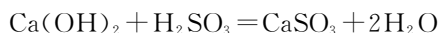
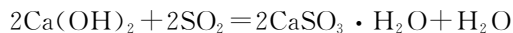


电石渣理化性质分析结果见表2。

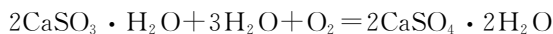
表2 电石渣理化性质分析数据

项目	结果
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 质量含量/%	91.2~96.1
比表面积/(m^2/g)	27.5~32.1
粒径/ μm	≤ 50

表2结果表明,此电石渣中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 质量含量为91.2%~96.1%,此含量范围的电石渣可以直接作为锅炉烟气脱硫的脱硫剂使用。方法是在冲灰水中加入电石渣,然后通过搅拌器与水充分搅拌混合,再由灰渣泵将含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性循环水打入除尘器,在除尘器中与烟气中的 SO_2 气体发生化学反应,反应式为:



含有 CaSO_3 的冲灰水从除尘器排到冲灰沟中,与空气中的 O_2 反应,生成 CaSO_4 ,从而达到脱硫的目的,其化学反应式为^[4-5]:



电石渣成本较低,为200元/t,昆仑车间所用的锅炉,一个供暖期电石渣用量仅50 t左右,成本仅1万元左右,是纯碱脱硫费用的1/20。供热公司市区17个燃煤车间使用电石渣脱硫法,一个供暖期将节约纯碱费用180万元。

4.3 锅炉冲渣水进行烟气脱硫

用锅炉排放的冲渣水与除尘器流出的冲灰水进行充分混合,混合后的水呈中性或碱性。各锅炉房炉渣都呈碱性。炉渣落入渣沟以及锅炉排污水(pH值为10~12)流入渣沟,使渣沟的水碱性更强。炉渣呈碱性是

因为煤中含有不溶于水的碳酸盐(CaCO_3)等物质,它们在炉膛内受热分解生成 CaO 、 CO_2 。 CaO 随炉渣落入渣沟与水反应生成微溶于水的碱($\text{Ca}(\text{OH})_2$)。

当大量的碱性冲渣水和少量的酸性冲灰水发生中和反应,混合后的水仍为碱性。这种呈碱性的水用于除尘器烟气脱硫,不需向除尘器中加任何碱性物质即可达到烟气脱硫的目的。

通过对3种脱硫方法的介绍和比较,可以看出,用纯碱和电石渣的方法系统简单,但需要一定脱硫费用。用锅炉的冲渣水与除尘器流出的冲灰水混合的烟气脱硫方法,系统改造时相对复杂,但不花费脱硫费用,系统运行时工人的劳动强度小。因此,用锅炉的冲渣水与除尘器流出的冲灰水混合的烟气脱硫方法综合效果最好。

5 结论

供热公司通过将多管除尘器更新、改造为湿式除尘器所取得的经济效益和社会效益表明,燃煤热水锅炉的低效多管除尘器改造为高效、脱硫湿式除尘器是一个环保、经济收益良好的举措。在今后的除尘系统设计、改造中还应注意以下两点:

◆在烟气脱硫系统设计和改造中,应使从除尘器流出的脱硫水和锅炉后部的冲渣水进行充分混合,使锅炉后部的碱性冲渣水与酸性脱硫水中和,减小脱硫水的酸性,减小脱硫水对设备的腐蚀。当除尘工艺改造因受锅炉房结构的限制而无法利用锅炉后部的碱性冲渣水时,应向除尘器排出水中加入电石渣,达到以废制废、废物利用、降低成本的效果。

◆在今后新建、改建湿式除尘器时,除尘器和溢流水箱连接的平衡通气管应严格审查,决不能缺失。溢流水箱的水位应为自动控制,以保证湿式除尘器平稳、高效运行;同时降低了员工的劳动强度,有利于安全生产。

参考文献

- [1] 张殿印,王纯. 除尘器手册[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 丁崇功,寇广孝. 工业锅炉设备[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 朱宝山. 燃煤锅炉大气污染物净化技术手册[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [4] 孙克勤. 电厂烟气脱硫设备及运行[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [5] 李广超. 大气污染控制技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006.