

循环流化床锅炉脱硫除尘技术应用与实践

陈明华、聂井会、孙芹芹

(枣庄矿业(集团)有限责任公司)

摘要: 本文对循环流化床锅炉“炉内喷钙+炉后半干法”脱硫和“三电场高压静电+反吹袋式”除尘技术进行了应用研究,为减少污染物排放、改善矿区生态环境,探讨出一条可行之路。

关键词: 炉内喷钙;半干法脱硫;袋式除尘

中图分类号: X701.2

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2012)06-035-03

APPLICATION AND PRACTICE OF CIRCULATING FLUIDIZED BED BOILER DESULPHURIZATION AND DUST REMOVAL TECHNOLOGY

CHEN Ming-hua, NIE jing-hui, SUN Qin-Qin

(Zaozhuang Mining (Group) Limited liability company)

Abstract: This article has conducted applied research on circulating fluidized bed boiler limestone injection the calcium + furnace semidry desulfurization and three electric field of high voltage electrostatic + blowback bag type dust removal technology. Explore a practical way for reducing pollutant emissions and improving the ecological environment of mining areas.

Keywords: Key words: furnace sorbent injection; semidry desulfurization; bag filter

1 背景

煤矿为改善矿区生态环境,积极推行井下充填、矿井水资源化利用、煤矸石就地转化等绿色开采技术。循环流化床锅炉的应用,对煤矸石、煤泥、次煤等低热值燃料实现就地转化,增加、节约了能源,但同时也给矿区生态环境带来一定的污染。国家《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223-2011)和山东省《固定源大气颗粒物综合排放标准》(DB37/1996-2011)对二氧化硫、烟尘最高允许

排放浓度限值作出更严格的要求,煤矸石热电厂积极采取有效的治理措施,最大限度地减少环境污染。

2 条件与指标

2.1 锅炉烟气参数

炉型: JG-75/5.3-MQ 型次高温次高压循环流化床锅炉

烟气量: 150 000 m³/h

烟气温度: 150 °C

SO₂ 浓度: ≤3 500 mg/Nm³

电除尘器出口粉尘浓度: ≤300 mg/Nm³

2.2 设计性能指标

SO₂ 脱除效率: ≥95 %

SO₂ 排放浓度 ≤175 mg/Nm³

收稿日期: 2012-10-11

作者简介: 陈明华(1963),男,1994年中国矿业大学计算机应用专业本科毕业,2011年山东科技大学环境科学专业本科毕业,现任枣庄矿业(集团)有限责任公司环保节能中心节能减排科科长。曾在《煤矿环境保护》期刊上发表《煤矿矿井水资源化效益分析》、《煤炭工业环境统计报表数据处理方法的探讨》等论文。

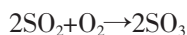
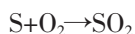
钙硫比(Ca/S):	≤1.35(摩尔比)
系统阻力:	≤2 300 Pa
粉尘排放浓度:	≤50 mg/Nm ³
漏风率:	≤1.5 %
除尘效率:	≥99.98 %
可利用率:	≥98 %
年可运行时间:	≥7 200 h

3 技术应用

3.1 炉内喷钙脱硫技术

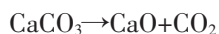
煤矸石在炉内燃烧过程中,所含的可燃硫分也全部燃烧释放,生成二氧化硫,同时有少量的二氧化硫继续氧化生成三氧化硫。

反应原理如下:



炉内喷钙脱硫技术以石灰石粉为脱硫剂。利用循环流化床锅炉低温燃烧和完全燃烧的特性,将石灰石粉由气力喷入炉膛 850~900 °C 温度区,石灰石粉在高温条件下煅烧发生分解反应,生成氧化钙与二氧化碳。

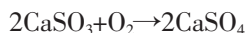
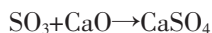
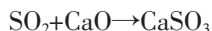
反应原理如下:



在反应过程中,由于二氧化碳气体的溢出,氧化钙颗粒成为多孔结构,表面和内部形成一定的孔隙,为脱硫反应的发生创造了条件。

氧化钙与烟气中的二氧化硫和少量的三氧化硫发生反应,分别生成亚硫酸钙、硫酸钙,同时有部分亚硫酸钙继续氧化生成硫酸钙。

反应原理如下:



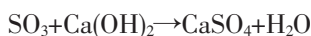
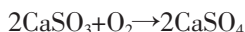
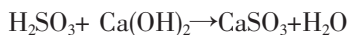
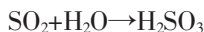
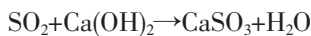
当亚硫酸钙生成硫酸钙后,颗粒体积发生膨胀,内部孔隙被堵塞,颗粒表面会形成一层硫酸钙壳,阻止氧化钙与二氧化硫继续发生反应,吸收剂只有一部分得到利用。

一般情况下,当 Ca/S 控制在 1.8~2.5 (摩尔比)时,系统脱硫率可稳定达到 87 % 左右,烟气中二氧化硫排放浓度低于 500 mg/Nm³。因此,炉内喷钙脱硫技术成本低、效果明显,但达不到排放标准要求。

3.2 炉后半干法脱硫技术

炉后半干法脱硫技术以粉状的氢氧化钙为脱硫剂。经过炉内喷钙脱硫后的锅炉烟气,通过三电场高压静电除尘后,进入脱硫塔反应器,与同时喷入的雾状的水、粉状的氢氧化钙脱硫剂,在流化状态下充分混合,使二氧化硫、三氧化硫等酸性气体能被充分的吸收,实现高效脱硫。

反应原理如下:



脱硫过程完成后,所喷入的水由于烟气温度而被加热蒸发,使得烟气中的颗粒物呈干燥状态。

3.3 反吹袋式除尘技术

烟气经过脱硫后,所含颗粒物主要由粉煤灰、亚硫酸钙、硫酸钙和未反应的脱硫剂等组成,由反吹袋式除尘器收集,集中进行综合利用;达标烟气经过引风机,通过烟囱向外排放。

4 炉后半干法脱硫工艺描述

炉后半干法脱硫工艺主要包括压缩空气系统、工艺水系统、集中控制系统、脱硫剂输送系统和脱硫反应系统等五个组成部分。

4.1 压缩空气系统

本系统配备排气量 10 m³/min、排气压力 0.7 MPa 的 WD55 A 型双螺杆空气压缩机四台(三用一备),通过冷干机、过滤器、储气罐等,压缩空气品质达到残余油份 ≤0.01 ppm、含尘粒直径 ≤0.01 μm,为布袋除尘器、仪表、气力输送设备、脱硫喷嘴等设施提供压缩空气。

4.2 工艺水系统

本系统配备流量为 6 m³/h、扬程 60 m 的 CZW50-160 型卧式离心水泵四台(三用一备),以经过深度处理达标后的矿井水、生活污水为主要水源,以电厂废碱水为次要水源,通过有效容积为 12 m³ 的集中供水箱,由电磁阀控制向脱硫喷嘴供水。

4.3 集中控制系统

本系统采用上位机集中程序控制管理(CRT+PLC)方式,自动化程度高,操作简单,动态显示、故障报警、系统联锁等功能齐全,既可接入总体计算机监控网络,又可实现本系统的单独监控,也可

实现就地手动操作。

4.4 脱硫剂输送系统

本系统采用粉状氢氧化钙为脱硫剂,纯度为 90%,含水率低于 1%,粒径为 400 目。利用 5 台 CT1.5 型仓泵实现气力输送,输送速度在 5~12 m/s 之间,输送压力小于 0.20 MPa,料气比大于 30 kg,总输送能力 20 t/h。

脱硫剂通过槽罐车运至厂内,通过气力输送到主粉仓,由仓泵输送至炉前仓。主粉仓为圆型,直径 5 m,高度 15 m,仓体钢板厚度 8 mm,有效容积 100 m³,储存大约 150 t 脱硫剂。炉前仓为方型,仓体钢板厚度 6 mm,有效容积 10 m³,储存大约 15 t 脱硫剂。两仓本体设置高低位料位计,顶部设置布袋除尘器、真空压力释放阀。

压缩空气通过气控进气阀进入仓泵底部的气化室,脱硫剂颗粒在仓泵内被流化盘透过的压缩空气充分包裹,形成具有流体性质的“拟流体”。正压浓相流态化小仓泵系统采用仓泵间歇式输灰方式,每输送一泵脱硫剂为一个工作循环,每个工作循环由进料、流化、输送、吹扫等四个阶段构成。

4.4.1 进料阶段

进料阀、排气阀呈开启状态,出料阀、进气阀呈关闭状态,脱硫剂由料斗进入仓泵。当仓泵内脱硫剂上位与料位计探头接触时,料位计向 PLC 程控器发送料满信号,则系统自动关闭进料阀,进料阶段结束。

4.4.2 流化阶段

进料阀、排气阀关闭,延时打开出料阀、进气阀。压缩空气通过流化盘均匀进入仓泵,仓泵内脱硫剂颗粒被流化,当仓泵内压力达到上限压力时,出料阀自动打开,流化阶段结束。

注意:当事先确定的流化时间到,而仓泵内压力尚未到达开泵压力值时,系统就会报警,表明仓泵有内泄漏或压力开关故障,应予以检查维修。

4.4.3 输送阶段

出料阀、进气阀呈开启状态,进料阀、排气阀呈关闭状态。此时仓泵一边进气,一边把气料混合物输送到管路中。当仓泵输送完毕,压力降低到下限压力时,输送阶段结束。

4.4.4 吹扫阶段

进料阀、排气阀仍呈关闭状态,出料阀、进气阀呈开启状态。通过纯压缩空气把残留的石灰送入炉前仓,最后呈纯空气流动状态,系统阻力下降至稳定值。当吹扫时间一到,进料阀、排气阀打开,出料阀、进气阀关闭,进入下一个工作循环。

本系统在各料斗处设置了气化槽,利用温度较高的压缩空气,使仓底脱硫剂一直处于流化状态,使其不发生堆积或因受潮而结块,保证下料畅通。

4.5 脱硫反应系统

脱硫塔主体材料采用不锈钢加工制作而成,具有耐高温、防腐蚀以及耐磨等特点,直径 3.4 m,高度 10 m,外围进行保温处理。

脱硫剂和工艺水通过喷嘴直接喷入脱硫反应塔内,与烟气进行密集型碰撞,发生化学反应,形成脱硫效果。

5 实践应用

本技术工艺在两台 75 t/h 循环流化床锅炉上得到实践应用,工程投资 960 万元,建设工期 6 个月,试运行结果表明脱硫除尘效率达到了设计要求,运行成本计算如下。

电费:0.45 元/kwh×450 kw×7 200 h=145.8 万元

水费:0.75 元/t×6.8 t/h×7 200 h=3.67 万元

脱硫剂费:85 元/t×1.2 t/h×7 200 h=73.44 万元

500 元/t×1.1 t/h×7 200 h=396 万元

人工费用:12 万元

总成本:631 万元

脱硫成本:631 万元÷6368 T=991 元/T。