

烧结烟气脱硫技术的研究

郝继锋, 宋存义, 钱大益, 程相利
(北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100083)

摘要: 为进行烧结烟气的脱硫处理,建立了密相干塔烟气脱硫新技术的试验装置,并进行了脱硫试验研究。该系统在 Ca/S(摩尔比)为 1.2、加水量为 3%、循环灰浓度为 400 g/m³ 的条件下,连续稳定运行,系统出口 SO₂ 浓度在 80~120 mg/m³ 之间,脱硫效率达 95% 以上。

关键词: 烧结烟气; 脱硫; 密相干塔

中图分类号: X756 **文献标识码:** B **文章编号:** 0449-749X(2006)08-0076-03

Study of Sintering Gas Desulphurization Technique

HAO Ji-feng, SONG Cun-yi, QIAN Da-yi, CHENG Xiang-li

(Civil and Environmental Engineering School, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: For desulphurization of sintering gas, a pilot dense flow absorber was built and desulphurization experiment was carried out. The results show that the SO₂ concentration at outlet is between 80 and 120 mg/m³, and the desulphurization efficiency is over 95% when Ca/S is 1.2, water addition is 3%, and circulating sorbent concentration is 400 g/m³.

Key words: sintering gas; desulphurization; dense flow absorber

一般情况下,烧结过程的二氧化硫(SO₂)排放量占钢铁企业排放总量的 40%~60%,控制烧结机生产过程 SO₂ 的排放是钢铁企业控制 SO₂ 污染的重点。目前,我国在烧结烟气 SO₂ 脱除方面基本上还处于空白状态^[1]。对烧结烟气 SO₂ 排放控制的主要方法有:低硫原料配入法;高烟囱稀释排放;烟气脱硫法。高烟囱排放简单经济,但我国已对 SO₂ 实行排放浓度和排放总量双重控制,因此,必须对烧结烟气进行脱硫处理才能达到环保要求^[2]。

1 烧结烟气的特点

烧结烟气的主要特点^[3,4]是:烟量大,1 t 烧结矿产生 4000~6000 m³ 烟气;温度较高,一般在 130 左右;细粒粉尘多且具有粘性;含湿量大,水分含量在 10%(体积比)左右;含有 SO_x、NO_x 等腐蚀性气体;SO₂ 浓度较低,一般在 1000~3000 mg/m³ 之间。

2 烟气脱硫技术应用分析

随着烟气脱硫技术不断发展,可用于烧结烟气脱硫处理的技术也越来越多。目前可用于烧结烟气脱硫的技术主要有石灰石(石灰)-石膏法、钢渣石膏法、氨硫铵法、双碱法、活性焦吸附法、电子束法

等^[5,6]。

鉴于现有的烟气脱硫技术不能有效地用于烧结烟气的脱硫处理,北京科技大学环境工程中心结合我国国情,研究开发了密相干塔烟气脱硫新技术。该技术具有脱硫效率高、安全可靠、投资运行费用低、占地面积小、无废水产生、副产物易于处理等优点。为了将该技术更好地应用于钢铁生产,在烧结厂进行了烟气脱硫的试验研究。

3 密相干塔烧结烟气脱硫技术

3.1 工艺原理

该技术的主要原理是利用活性石灰和烟气中的 SO₂ 进行反应,生成(亚)硫酸钙固体颗粒,从而脱除烟气中的 SO₂^[7]。主要工艺流程如图 1 所示。

3.2 试验装置及测试仪器

试验装置主要有密相干塔、除尘器和增压风机,

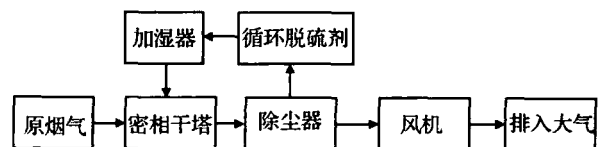


图 1 密相干塔烟气脱硫工艺流程图

Fig. 1 Process of flue gas desulphurization with dense flow absorber

除尘器为低压脉冲喷吹清灰袋式除尘器。试验所用脱硫剂为优质熟石灰粉,纯度在 90% 以上。试验烟气是电除尘器净化后的外排烟气,烟气量为 5000 m³/h,SO₂ 的平均浓度为 1600 mg/m³。

用 TH-880 微电脑烟尘平行采样仪(武汉市天虹智能仪表厂生产)测定烟气基础参数(包括流量、压力、温度、含湿量和烟尘含量等),用 KM900 手持式烟气分析仪(英国 KANE 公司生产)和 3022 型烟气分析仪(青岛崂山应用技术研究所生产)测定烟气中 SO₂ 的浓度等参数。

3.3 试验结果与分析

试验系统与烧结生产的外排烟气烟道相连,与烧结生产同步连续运行,对烧结烟气脱硫的各种基础参数和运行参数进行了连续监测。

3.3.1 钙硫比(Ca/S)对脱硫效率的影响

调节加入系统的新石灰量,改变试验系统的 Ca/S 比值。Ca/S 比变化时系统出口 SO₂ 的浓度如图 2 所示。

由图 2 可以看出,在其它条件不变时,随着 Ca/S 比的增大,系统脱硫效率升高。Ca/S 比增加意味着脱硫剂加入量的增加,脱硫剂的有效成分浓度增大,使系统脱硫效率提高。另外,Ca/S 比较低时,增加 Ca/S 比,系统脱硫效率增幅较大,而 Ca/S 比过高时,系统脱硫效率增幅较小。

对烟气脱硫而言,Ca/S 比是影响脱硫效率的一个重要因素。从经济性和环保要求考虑,可确定合理的 Ca/S 比。由试验结果可知,合理的 Ca/S 比应为 1.2 左右。

3.3.2 加水量对脱硫效率的影响

改变加湿器内增湿水的加入量,加水量(质量比)变化时系统出口 SO₂ 的浓度变化如图 3 所示。

在钙硫比一定的条件下,随着加水量的增加,系统的脱硫效率明显升高。系统不加水时,脱硫效率

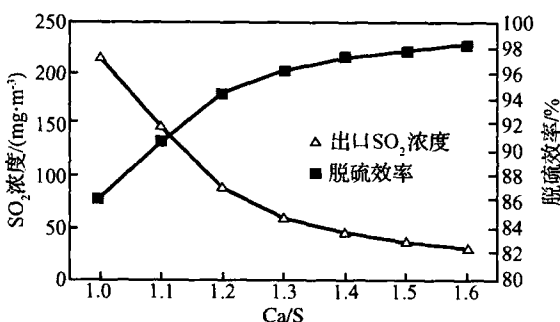


图 2 Ca/S 比对脱硫效率的影响

Fig. 2 Effect of Ca/S on desulfurization efficiency

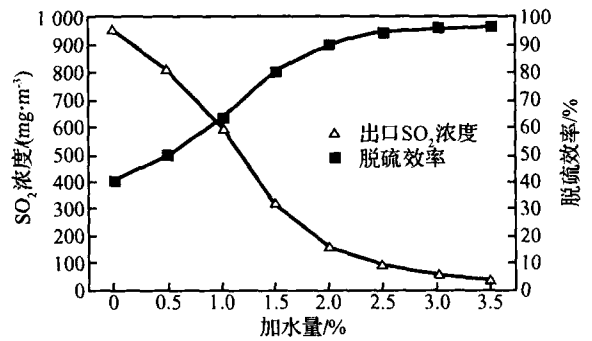


图 3 加水量对脱硫效率的影响

Fig. 3 Effect of water addition on desulfurization efficiency

为 40% 左右。加水量较低时,对提高脱硫效率有一定效果,但不很明显。随着加水量的增加,烟气温度降低,相对湿度增加,延长了水分蒸发时间,从而在循环脱硫剂表面形成一定厚度的稳定的液膜,为 Ca(OH)₂ 与 SO₂ 反应创造了有利的条件,脱硫效率得以大幅度提高。但随着加水量的增加,脱硫效率的上升幅度渐渐变小。加水量过大时,会对系统的安全运行造成影响。

因此,加水量是影响脱硫效率和安全运行的关键因素。根据试验结果,合理的加水量为 3% 左右。

3.3.3 循环灰浓度对脱硫效率的影响

通过调整排灰时间和排灰量,调节密相干塔内循环灰的浓度。循环灰浓度变化时系统出口 SO₂ 的浓度变化如图 4 所示。

循环灰浓度逐渐升高,系统脱硫率也随着升高。分析认为,在密相干塔内搅拌装置的作用下,反应区内强烈的湍流状态和较高的颗粒循环速率提供了巨大的反应接触面,脱硫剂颗粒不断碰撞和摩擦,剥落掉颗粒表面生成的产物层,暴露出新的反应界面,强

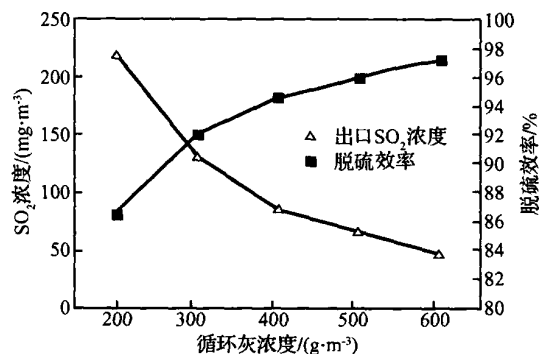


图 4 循环灰浓度对脱硫效率的影响

Fig. 4 Effect of circulating sorbent concentration on desulfurization efficiency

化了反应区内的传质和传热过程。

循环灰浓度是保证系统良好运行的重要因素。但循环灰浓度越大,系统运行阻力越大,输灰设备负荷增加,系统投资及运行成本增加。

因此,需要综合考虑烟气的性质、烟气中 SO_2 的浓度、所用脱硫剂的活性以及排放要求等因素来确定合理的循环灰浓度。根据试验结果,合理的循环灰浓度为 400 g/m^3 。

3.3.4 优化工艺参数下的脱硫效果

通过以上试验过程和结果,针对该烧结烟气的性质特点,确定了优化的系统运行参数,并在系统连续稳定运行后对系统进出口烟气中 SO_2 的浓度进行了监测。

系统入口烟气中 SO_2 浓度在 1600 mg/m^3 左右,在 Ca/S 为 1.2、加水量为 3%、循环灰浓度为 400 g/m^3 的条件下,系统出口烟气中 SO_2 浓度在 $80 \sim 120 \text{ mg/m}^3$ 之间,系统脱硫效率达 95% 以上。

4 结论

(1) 密相干塔烧结烟气脱硫技术适用于烧结烟气脱硫,可行性强。

(2) 钙硫比、加水量和循环灰浓度是影响系统脱硫效率的重要因素。

(3) 密相干塔烟气脱硫系统连续稳定运行时,在 $\text{Ca/S} = 1.2$ 、加水量为 3%、循环灰浓度为 400 g/m^3 的条件下,出口 SO_2 浓度在 $80 \sim 120 \text{ mg/m}^3$

之间,系统脱硫效率达 95% 以上。

参考文献:

- [1] 宋伟民. 钢铁企业控制二氧化硫污染的探讨[J]. 钢铁,1999, 34(7):66-69.
- [2] 黄 导. 中国钢铁工业环境保护工作面临更大压力[J]. 冶金环境保护,2004,(3):1-2. (HUANG Dao. Environmental Protection Facing More Pressure in Chinese Iron and Steel Companies[J]. Metallurgy Environmental Protection, 2004, (3):1-2.)
- [3] 张承中. 循环流化床烧结烟气脱硫热态模拟试验研究[J]. 西安建筑科技大学学报,1997, 29(3): 349-354.
- [4] 长沙黑色冶金矿山设计研究院. 烧结设计手册[M]. 北京:冶金工业出版社,1999.
- [5] 胡国生. 攀钢烧结烟气脱硫技术研究[J]. 工业安全与环保, 2002, 20(8):7-10. (HU Guo-sheng. A Study on Sintering Flue Gas Desulfuration Technique at Panzhihua Iron & Steel Group Company [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2002, 20(8):7-10.)
- [6] 谭志东. 攀钢烧结机头烟气脱硫技术方案的建议[J]. 工业安全与防尘,2000,(8):15-17. (TAN Zhi-dong. Suggestion of Flue Gas Desulfuration Technique of Head of Sintering Machine in a Iron and Steel Co [J]. Industrial Safety and Dust Control, 2000,(8):15-17.)
- [7] 郝继锋. 钢铁厂烧结烟气脱硫技术的探讨[J]. 太原理工大学学报,2005, 36(4):491-494. (HAO Ji-feng. Discussion on Agglomeration Gas Desulfurization Technology in Iron and Steel Plant [J]. Journal of Taiyuan University of Technology, 2005, 36(4):491-494.)

全国能源与热工 2006 学术年会第一轮通知

全国能源与热工 2006 学术年会将于 2006 年 10 月底在湖南省张家界召开。年会由中国金属学会能源与热工分会主办,东北大学、中南大学等单位承办。本届年会主题:节能降耗、技术创新,建设资源节约环境友好型钢铁工业。

1 会议主要内容

1.1 大会报告

(1) 邀请中国工程院院士围绕年会主题作大会特邀报告;

(2) 邀请国内外能源热工领域的著名专家、学者或企业家就燃气-蒸汽联合循环发电、干熄焦技术、高温渣显热回收、转炉负能炼钢、高温蓄热燃烧与控制、钢铁及有色冶金节能等专题作技术报告或学术讲座。

1.2 分会场报告

按专题设立 2~3 个分会场,与会代表分别就专题内容进行学术交流和深入讨论,为广大代表提供充分接触、彼此学习的平台和机会。

1.3 节能环保技术与新产品信息交流会

组织节能环保技术与新产品信息交流会,为参会企业和代表提供展示和宣传先进技术与产品的平台。

2 会议论文征文范围

国内外钢铁工业、企业的能耗现状和发展趋势、节能对策等研究;资源节约与物质循环;过程工业系统节能与可持续发展;工业炉窑热工理论、装备及新技术;企业节能新工艺、新设备和新技术;热工过程解析、模拟与优化控制;能源高效转换与综合利用;现代燃烧理论、先进燃烧技术及低污染燃烧装置;余热余能回收利用和废弃物再资源化;节水工艺和替代技术;企业清洁生产及环保技术。

3 大会筹备组联系方式

通信地址:辽宁省沈阳市东北大学 345 信箱

邮编:110004

联系人:冯 杰 024-83672218 13066798978

王爱华 024-83687323 024-81089966

E-mail: eco-industry@mail.neu.edu.cn

中国金属学会能源与热工分会