

节能减排

旋转喷雾半干法烟气脱硫技术的开发和应用

马秀珍¹, 栾元迪¹, 叶冰²

(1 济钢集团国际工程技术有限公司, 山东 济南 250101; 2 山东钢铁集团有限公司, 山东 济南 250014)

摘要: 济钢国际在对比国内外脱硫技术、分析烧结机烟气特点,以“以废治污、副产物资源化利用”为基本点,引进、消化、再创新,开发了旋转喷雾半干法脱硫技术,主要包括脱硫除尘系统,脱硫剂(石灰粉)贮存及浆液制备供给系统,脱硫灰输送、循环及外排系统和排空系统等。该技术在济钢400 m²烧结机应用投产后,实现了与烧结机生产100%的同步作业率,外排烟气SO₂浓度低于200 mg/m³,吨烧结矿治污费用约6.9元/t。

关键词: 烧结烟气脱硫; 旋转喷雾; 半干法; 烧结机; 除尘

中图分类号: X701.3

文献标识码: A

文章编号: 1004-4620(2012)05-0051-03

1 前言

目前,国内外烧结烟气脱硫采用的工艺主要有双碱法、氧化镁法、氨—硫酸法、石灰石—石膏法、有机催化法、有机胺法、离子液法、循环流化床、密相干塔、旋转喷雾、活性炭吸附、NID和ENS等。烧结脱硫工艺种类繁多,投运时间短,多数处于试运行状态,有相当多的脱硫装置运行效果不理想,有的是边运行边改造。如何按照循环经济、低碳经济要求,开发出适合烧结工况的经济运行的烟气脱硫工艺技术,是要迫切解决的重大课题。

济钢400 m²烧结机是济钢“十一五”建设的重要内容,同步配套建设的烧结余热发电系统成功运行3 a多,而烧结机年排出的SO₂总量约9 000 t。实施烧结机脱硫是企业面临环境治理和企业生存的重要选择,烧结机脱硫作为济钢2010年重点环保项目启动实施。济钢国际工程技术有限公司自2008年开始研究烧结烟气脱硫技术,在对比国内外脱硫技术、分析烧结机烟气特点的基础上,以“以废治污、副产物资源化利用”为基本点,引进、消化、再创新,开发了旋转喷雾半干法烟气脱硫技术。2010年以总承包+托管运营的模式成功应用于济钢400 m²烧结机烟气脱硫装置,并以该装置为平台开展复合脱硫剂研发、副产物综合利用等课题,开发了具有知识产权的相关技术。

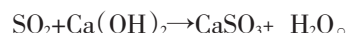
2 工艺原理及特点

2.1 吸收SO₂

旋转喷雾半干法脱硫工艺是将生石灰定量加入消化罐并加水配制成含固率15%~30%的浆液,

石灰浆液经振动筛筛分后自流入浆液罐,配制成合格的石灰[Ca(OH)₂]浆液,根据入口烟气SO₂浓度由浆液泵定量送入脱硫塔顶部雾化器,浆液经雾化器雾化成雾滴由脱硫塔顶部喷入,形成小雾滴在塔内与烟气接触后进行化学反应,化学反应过程如下:

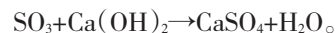
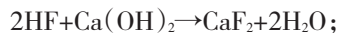
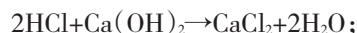
SO₂被雾滴吸收:



部分SO₂完成如下反应:



与其他酸性物质(如SO₃、HF、HCl)的反应:



2.2 气流分布

脱硫工艺气流采用并流型气流分布,热风分布器和雾化器设在脱硫塔顶,从热风分布器中出来含SO₂的热气流入塔内呈螺旋状运动,与雾化器产生的雾滴群同向旋转,旋转雾化器将脱硫剂浆液雾化与塔内烟气充分接触混合、进行脱硫反应,同时,脱硫塔内烟气应在短时间内将反应产物干燥,干燥时间为0.2 s。脱硫塔的大小要保证反应所需要的时间和反应产物被干燥,并保证反应产物不粘壁。

热风分布器由进风蜗壳、径向导向叶片和内锥体导向叶片3部分构成^[1-2]。

1)进风蜗壳是为了实现沿圆周方向均匀进风,即在基圆上风压、切向风速、径向风速处处相等。蜗壳按照等压风室的原理设计,等压风室沿进风方向设计成线性渐缩通道。

2)径向导向叶片的作用是在进风道内产生的旋转气流以最小的阻力损失引向进风蜗壳中心。按照流线形状来设计叶片型线,消除气流对叶片的撞击损失和涡流损失。

3)内锥体导向叶片调节一小部分热风(一次风)至高速旋转雾化器,该部分热风和物料在离心

收稿日期:2012-08-01

作者简介:马秀珍,女,1964年生,1986年毕业于长春建筑专科学校采暖通风专业。现为济钢集团国际工程技术有限公司工程师,特聘首席工程师,从事环境保护、节能减排设计,脱硫脱硝及二恶英等工艺工程化和设备国产化的研究工作。

力的作用下向周围抛射,形成一次气雾。雾化器起到了雾化物料和“一次风风机”双重作用。

2.3 脱硫效率

旋转喷雾半干法脱硫工艺脱硫机理与湿法相同,将脱硫剂浆液经高速旋转的雾化器雾化成极细的雾滴喷淋烟气,大大增加了脱硫剂与SO₂接触的比表面积,只需喷淋较少的脱硫剂浆液就可以获得较高的脱硫效率,保证SO₂达标排放浓度。为提高脱硫剂的利用率,除尘器收集的脱硫灰部分循环利用,脱硫灰定量加入循环脱硫剂,由输送机送入上支路烟气管道与烟气混合后,送至塔顶热风分配器中进入塔顶的伞状雾化区,使循环脱硫剂粉被雾化器雾化的雾滴湿润而均匀活化,继续参与脱硫反应;净化后的烧结烟气由引风机送入烟囱排空。

2.4 适合烧结工况

1) 烧结烟气。烧结机SO₂的浓度随烟气位置的不同而变化,机头和尾部烟气SO₂浓度低,中部烟气SO₂浓度高,烧结机风箱布置和SO₂的浓度变化如图1所示。

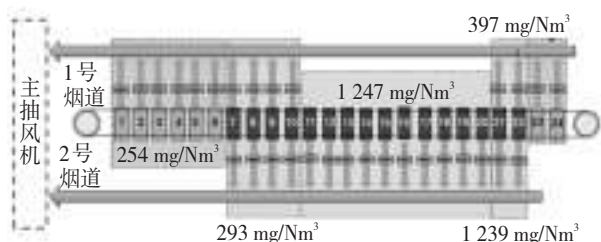


图1 济钢400 m²烧结机风箱布置和SO₂的浓度变化

烧结烟气含尘浓度高,主要以铁及其化合物为主,还含有硅、钙等铁矿伴生成分;含有多种污染成分和腐蚀性气体,如重金属、二恶英类、HCl、HF、NO_x、SO_x等;含水量大且不稳定,为8%~15%;温度变化范围大,一般在100~180℃;风量变化范围大,达到140万~210万m³/h。

2) 入口烟气温度。除尘器入口烟气温度对脱硫效率和脱硫灰干燥有重要影响,当采用布袋除尘,脱硫塔出口烟气要求一定的温度。济钢400 m²烧结机主抽风机烟气入口平均温度120℃,脱硫后进入除尘器烟气温度在75~80℃。

3) 投资、运行成本。旋转喷雾半干法脱硫工艺简洁,占地少,总图布置容易实施,一次性投资及运行成本相对低,无废水排放,系统无需防腐,若添加活性炭能脱除二恶英、Hg等重金属。

本工艺只根据脱硫塔入口在线监测烟气中SO₂的浓度变化,调节进入雾化器的脱硫剂浆液量来满足出口排放SO₂的目标要求。

2.5 以废治污,副产物资源化利用

1) 以废治污。旋转喷雾半干法脱硫工艺使用

新鲜石灰、石灰窑除尘灰或钢渣尾泥与石灰除尘灰复合作为脱硫剂。石灰窑除尘灰组成:CaO 70%~75%、LOSS 11%~13%、MgO 3%~5%、SiO₂ 7%~9%,粒径<0.074 mm。从技术的角度,石灰窑除尘灰是非常理想的脱硫剂,但费用较高。钢渣尾泥是转炉渣金属化回收后的排放物,其组成:CaO 40%~45%、MgO 8%~10%、SiO₂ 14%~16%,可作为脱硫剂配加料加以利用。

2) 副产物资源化利用。副产物包括脱硫灰和外排除尘灰。根据试验研究,脱硫副产物可添加到矿渣微粉中作为掺和料,在不影响矿渣微粉各项性能指标的情况下,可将脱硫灰作为矿渣微粉的杂质来处理。

3 在烧结机烟气脱硫系统中的应用

1) 原烟气参数:处理烟气量215×10⁴ m³/h(工况态),入口烟气温度110~150℃,入口烟气SO₂浓度~1 100 mg/m³,入口粉尘浓度≤80 mg/m³。2) 净烟气参数(排放设计指标):SO₂排放浓度≤200 mg/Nm³,粉尘排放浓度≤30 mg/Nm³,烟气温度高于露点温度。3) 脱硫工艺参数:脱硫效率≥90%,脱硫剂消耗1.125 t/h,脱硫副产物产生量2.25 t/h。

3.1 脱硫除尘系统

脱硫除尘系统由旋转喷雾吸收干燥脱硫塔、布袋除尘器、增压风机、进口挡板、旁路烟道挡板、烟道、非金属补偿器等组成,其工艺流程见图2。烧结主抽风机后烟道引出的原烟气,经挡板切换由烟道引入烟气分配器进入脱硫塔,原烟气与塔内经雾化的石灰浆雾滴(吸收剂)在脱硫塔内充分接触,烟气与Ca(OH)₂中的SO₂反应生成CaSO₃、CaSO₄和FeSO₄等,同时,反应产物被烟气干燥,在脱硫塔内主要完成化学反应^[1],达到吸收SO₂的目的。

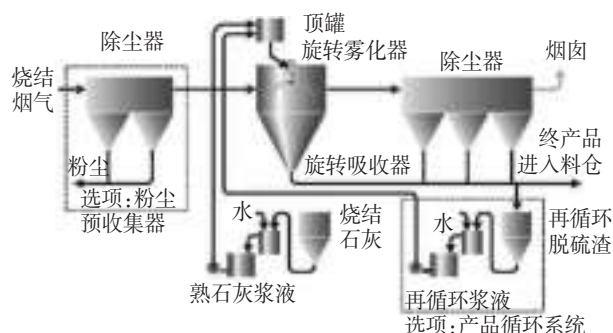


图2 旋转喷雾半干法脱硫工艺流程

经吸收SO₂并干燥的含粉料烟气出脱硫塔进入布袋除尘器进行气固分离,实现脱硫灰收集及出口粉尘浓度达标排放。布袋除尘器入口烟道上添加活性炭可进一步脱除二恶英、Hg等有害物,经布袋除尘器处理的净烟气由增压风机增压,克服脱硫系

统阻力,由新增钢制烟囱排入大气。

旁路挡板、进口挡板实现脱硫系统与烧结机排气系统的切换。当脱硫系统正常运行时,旁路挡板关闭,原烟气进口挡板打开,烟气经脱硫系统处理后由新增钢制烟囱排放。当脱硫装置故障、出现意外紧急停机或检修时,旁路挡板打开,原烟气进口挡板关闭,烟气通过旁路烟道进入现有150 m烟囱排放,确保不影响烧结机正常生产。除尘器前入口烟道设野风阀,当除尘器入口烟气温度超标时自动开启野风阀,同时旁路挡板打开,确保不影响烧结机正常生产。除尘器滤袋采用脱硫专用滤料,确保最大清灰效果,减少阻力增加;袋笼采用有机硅喷涂,增强了防腐功能,确保使用寿命。

3.2 脱硫剂(石灰粉)贮存及浆液制备供给系统

系统由石灰粉仓、振动筛、计量螺旋给料机、消化罐、浆液罐、浆液泵、浆液管道和阀门等组成,实现烟气脱硫所需的脱硫剂制备和供给。制备好的石灰浆液由石灰浆液泵根据SO₂浓度定量送入脱硫塔雾化器,经旋转雾化器雾化成雾滴与进入塔内的烟气接触发生反应。设置工艺水水罐,在烟气温度过高,接入雾化器,进行雾化降温^[1]。

3.3 脱硫灰输送、循环及外排系统

布袋除尘器收集的脱硫灰采用机械输送方式,经除尘器灰斗下部星形卸灰阀卸至切出刮板输送

机、集合刮板输送机、斗式提升机送至脱硫灰仓。

灰仓内脱硫灰部分循环使用,部分定期外排进行综合利用。

3.4 排空系统

浆液管道和浆液泵等,在停运时需要进行冲洗,在脱硫区设集水池,其冲洗水就近收集在集水池内。集水池内的浆液用泵送返至浆液罐再利用。

4 结 语

济钢400 m²烧结机烟气脱硫装置2012年1月投产后,实现了与烧结机生产100%的同步作业率,外排烟气SO₂浓度低于200 mg/m³,吨烧结矿治污费用约6.9元/t。通过实际运行,济钢国际以“以废治污”理念开发旋转喷雾半干法脱硫工艺适合烧结烟气工况,是一种有效利用固体废物(含Ca、Mg)、操作方便、易于维护、运行成本低的优化脱硫工艺。开发以钢铁企业固体废物为主要成分的复合脱硫剂、脱硫副产物作为建材全部资源化,形成烧结机低成本、绿色环保脱硫是济钢国际最终实现的目标。

参考文献:

- [1] 王喜忠,于才渊,周才君.喷雾干燥[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 潘永康,王喜忠,刘相东.现代干燥技术[M].北京:化学工业出版社,2006.

Development and Application of Flue Gas Desulfurization Technology with Rotating Spray Semi-dry Process

MA Xiuzhen¹, LUAN Yuandi¹, YE Bing²

(1 Jigang International Engineering and Technology Co., Ltd., Jinan 250101, China;

2 Shandong Iron and Steel Group Co., Ltd., Jinan 250014, China)

Abstract: Through comparing the desulfurization technology and analyzing the characteristics of sintering machine in the domestic and foreign markets, Jigang International Engineering and Technology Co., Ltd developed the flue gas desulfurization technology with rotating spray semi-dry process. "Control the waste pollution, utilize the byproducts resource" is used as its basic point of this technology. This technology mainly includes the desulphurization and dust removal system, the desulfurizer (lime powder) storage and slurry supply system, the desulfurization ash conveyor, circulation, efflux and evacuation system. This technology was put into use in the 400 m² sintering machine of Jinan Iron and Steel Group, It achieved 100% synchronous operating rate with sintering machines, concentration of SO₂ in efflux flue gas is less than 200 mg/m³, pollution control cost of sinter is about 6.9 Yuan/t.

Key words: sintering flue gas desulfurization; rotating spray; semi-dry process; sintering machine; dust-removal

“冀苏鲁皖赣五省金属(冶金)学会第十六届焦化学术年会”在河北省唐山市召开

由河北、江苏、山东、安徽和江西五省金属学会主办,河北联合大学承办的“冀苏鲁皖赣五省金属(冶金)学会第十六届焦化学术年会”于2012年10月16-17日在河北省唐山市召开,山东金属学会秘书长袁立宝率山东省内焦化行业的25名代表参加了会议。会议邀请了中国炼焦行业协会常务副秘书长杨文彪、辽宁科技大学汪琦教授分别做了“对构建中国焦化行业和谐发展的思考”和“高炉内焦炭溶损反应与焦炭高温综合冶金性能和煤炭焦化”专题报告。



会议期间五省焦化企业的技术和管理人员进行了学术交流,山钢集团莱钢焦化、济钢化工和炼铁厂、东阿东昌焦化、潍坊焦化、淄博鑫港燃气和山东宝鼎焦化等6家焦化企业的代表进行了交流发言。大会共征集论文117篇,由化学工业出版社编辑出版《2012冀苏鲁皖赣五省金属(冶金)学会第十六届焦化学术年会论文集》,其中山东省焦化行业有42篇论文编入论文集。

(鞠沾仑)