

微波场下冶金含锌尘泥的脱锌效果

彭开玉, 周云, 李辽沙, 王世俊, 王海川, 董元麓

(安徽工业大学安徽省冶金与资源综合利用重点实验室, 安徽 马鞍山 243002)

摘要:研究了在微波场下用C和SiC作还原剂时,氧化锌在精矿粉中的还原率,以模拟钢铁企业冶金含锌尘泥中锌的去除。结果表明:微波处理冶金含锌尘泥,脱锌反应快,效果显著,并且SiC作还原剂时效果较好,得到的氧化锌纯度可达97.7%。因此,微波处理钢铁企业冶金含锌尘泥是可行的。

关键词:微波场; 冶金含锌尘泥; 脱锌

中图分类号:X757 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2005)06-0008-04

1 前言

我国南方的大部分钢铁厂冶金尘泥含锌量较高(大于1kg/t铁),其中包括高炉瓦斯泥、转炉二次粉尘和电炉粉尘等。上述尘泥均含有较高的铁(铁含量在50%左右),是一种值得回收的二次资源。但由于此三种尘泥含锌较高,如返回烧结生产将造成锌在高炉中挥发结瘤,故高炉锌负荷一般要求小于0.1kg/t铁。可见,上述高锌尘泥无法返回烧结进行循环利用。

目前,该类尘泥大部分露天堆放,既占据了土地,又污染了环境,特别是其中的锌、铅等重金属在雨水的作用下可被浸出渗入地下水,污染水资源。而当前处理该类尘泥的工艺各有优缺点:物理法工艺简单、易行,但富集效率较低;湿法浸出率高,但易造成新的二次污染,并且与钢铁厂现有技术不配套;火法投资大、成本高、污染比较严重^[1]。因此,高效率、低成本、无污染的冶金含锌尘泥处理工艺的开发研究一直是冶金工作者追求的目标。微波能是一种辐射型加热能源。它依靠

物料自身的介电性质转换微波能量,因此可以对物料进行快速选择性加热,并消除传统加热带来的传热不均匀现象。更重要的是,微波不仅可以提供加热能量,还可活化反应分子,降低反应活化能和反应开始温度,提高反应速度^[2],其本身又具有“绿色分离”的特点,无二次污染^[3]。鉴于此,本文研究了在微波场下冶金含锌尘泥的脱锌效果及初始锌含量、还原剂种类等对锌脱除率的影响。

2 实验

2.1 实验方案

本实验采用微波和火法两种加热方式以比较其对脱锌效果的影响。由于冶金含锌尘泥含有大量铁的氧化物,其中的锌大部分以其氧化物的形式存在,故本实验采用在精矿粉中配入一定量的氧化锌来模拟冶金含锌尘泥,原料用粘结剂造球,以碳粉和碳化硅作还原剂,还原剂过剩系数为1.2,实验方案如表1所示。

2.2 实验方法

实验在微波频率2450MHz、输出功率为

收稿日期:2005-04-18

基金项目:安徽省科技厅自然科学基金(2004kj079);国家自然科学基金重点项目(50234040)

作者简介:彭开玉(1980-),男,硕士研究生,研究方向:冶金资源的综合利用。

表1 实验方案

试样	氧化锌含量/%	还原剂	粘结剂	加热方式	加热时间/min
A1	3	碳粉	普通胶水	微波	20
A2	5	碳粉	普通胶水	微波	20
A3	10	碳粉	水玻璃	微波	20
C1	10	碳粉	水玻璃	高温	20
C2	10	碳粉	水玻璃	高温	40
C3	10	碳粉	水玻璃	高温	60
D1	15	碳粉	水玻璃	微波	20
D2	15	碳粉	水玻璃	微波	15
E0	10	SiC	水玻璃	微波	10
E1	10	SiC	水玻璃	微波	20
E2	10	SiC	水玻璃	高温	60

7kW 的工业微波炉和 TM-0617 陶瓷纤维马弗炉中进行,采用微波加热时,先将试样放进刚玉坩埚,然后将其置于炉内,为防止刚玉坩埚破裂,先以小功率预热 5s,然后逐渐加大微波功率。在采用传统高温方式加热时,将试样放在刚玉坩埚中,然后将刚玉坩埚放入石墨坩埚,温度升至 $1100 \pm 5^\circ\text{C}$ 。实验后取出试样并进行称重和化验。

3 实验结果与分析

在微波和高温加热后,反应前后质量的变化关系见表 2。

表2 模拟尘泥脱锌实验结果

试样	实验前试样质量/g	初始氧化锌含量/%	还原后试样质量/g	质量变化率/%	还原后氧化锌含量/%	还原率/%
A1	18.288	3	12.557	31.34	1.2	60
A2	21.219	5	14.100	33.55	1.4	72
A3	20.597	10	15.367	25.39	2.7	73
C1	20.160	10	16.920	16.07	5.95	40.5
C2	20.172	10	13.656	32.30	1.86	81.4
C3	20.163	10	12.500	38.01	0.42	95.8
D1	27.869	15	21.573	22.60	2.6	82.7
D2	15.081	15	10.862	28.21	2.5	83.3
E0	16.812	10	14.495	13.78	2.48	75.2
E1	16.754	10	18.832	17.44	0.46	95.4
E2	26.203	10	21.561	17.72	0.5	95

图 1 是微波还原后得到的氧化锌粉末,经化学分析其纯度达到了 97.7%。图 2、3、4 分别为试样 C1、E1、E2 还原后的矿物形貌,从图中可以看出:图 3 有明显的烧结相产生,表明碳化硅作还原剂时,加热 20min 试样就已达到较高的温度。图 4 也有较明显的烧结相,效果与图 3 相近,但必须要在传统高温加热方式下处理 60min,效率较低。

3.1 加热方式对氧化锌还原率的影响

图 5 是不同的加热方式对尘泥中氧化锌还原率影响的对比图。由图 5 可知,微波加热还原的反应速率比传统加热还原的反应速率快得多。从氧化锌还原率与加热时间的关

系上进行比较,采用传统高温加热 20min,尘泥中氧化锌还原率为 40% 左右,而用微波加热相同时间,氧化锌还原率达到了 95.4%,脱锌效果显著。

3.2 不同还原剂种类对氧化锌还原率的影响

还原剂种类对氧化锌还原率的影响如表 3 所示。由表 3 可知,还原剂的种类对冶金含锌尘泥的脱锌有一定的影响。碳化硅作还原剂时,氧化锌还原率达 95.4%,远高于碳粉。物料的介电损耗因子是表示物料在微波场中的耗损程度。因子越大表示物料耗损程度越大,亦表明其吸收微波能力越强。由于

碳化硅具有较强的微波吸收能力^[4],因此碳化硅作还原剂时,在相同的反应时间内,其脱锌效果较好。

3.3 初始氧化锌含量对还原率的影响

图 6 为微波场下尘泥中初始氧化锌含量与氧化锌还原率的关系。由图 6 可知,初始氧化锌含量越高,其还原率越高。氧化锌属于弱极性物质,吸收微波能力差,氧化铁和碳粉的吸收微波能力较强^[5],当氧化锌和氧化

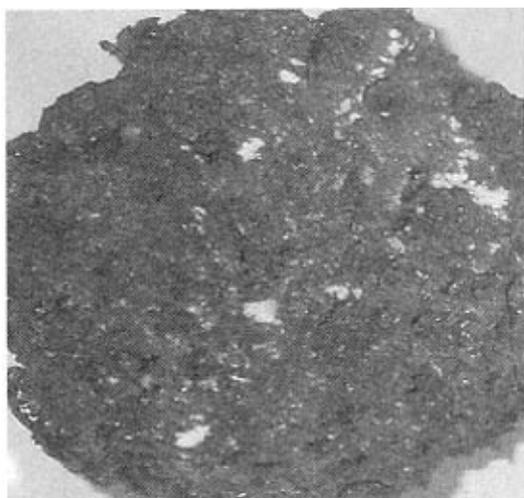


图 3 试样 F1 还原后的矿物形貌

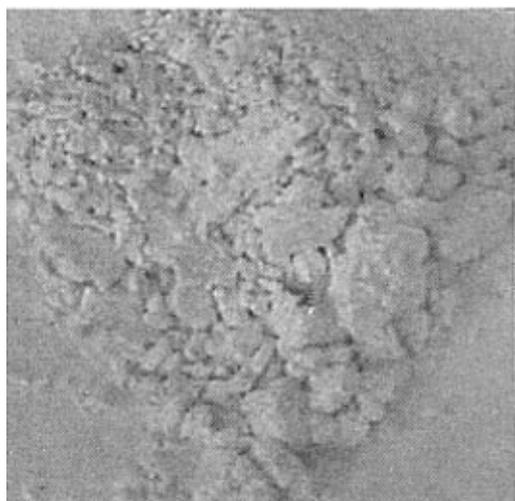


图 1 还原后形成的氧化锌



图 4 试样 E2 还原后的矿物形貌

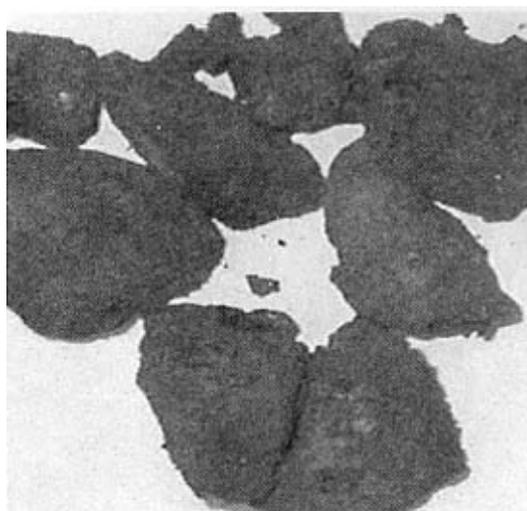


图 2 试样 C1 还原后形成的矿物形貌

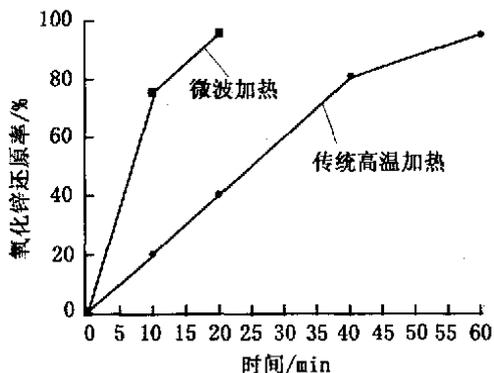


图 5 加热方式与氧化锌还原率的关系

表3 微波场下还原剂种类对尘泥中
氧化锌还原率的影响

还原剂	加热方式	初始氧化锌含量/%	加热时间/min	还原率/%
碳粉	微波	10	20	73
碳化硅	微波	10	20	95.4

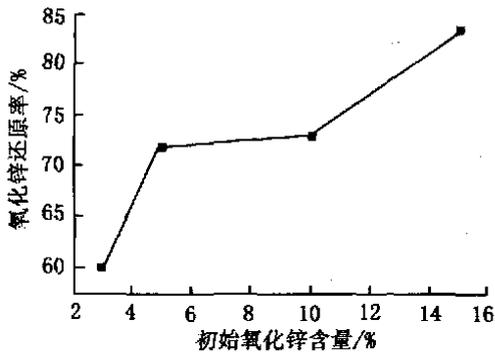


图6 初始氧化锌含量与氧化锌还原率的关系

铁与碳粉均匀混合时,在微波加热下,氧化铁和碳粉升温相对氧化锌较快,因此每一个氧化铁和碳粉颗粒就作为热源向氧化锌颗粒传输热量。初始氧化锌含量越高,氧化锌与还

原剂接触的面积越大,越有利于氧化锌的还原。

4 结 论

1. 微波处理冶金含锌尘泥是可行的,并且具有反应时间短、脱锌效果明显的特点。

2. 还原剂的种类对冶金含锌尘泥的脱锌有一定的影响,在相同的反应时间内, SiC 具有明显加快反应的特点。

3. 冶金含锌尘泥中锌含量越高,微波场下还原处理效果越显著。

参考文献:

- [1] 王东彦, 顾德仁. 钢铁厂低锌粉尘处理技术发展方向分析[J]. 世界钢铁, 2000(2): 7~10.
- [2] 陈津. 微波加热还原自熔性含碳球团的应用基础研究[D]. 北京: 北京钢铁研究总院, 2003.
- [3] 钱鸿森编著. 微波加热技术及应用[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1985.
- [4] 金钛汉, 戴树珊, 黄卡玛. 微波化学[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [5] 彭金辉, 刘纯鹏. 微波场中矿物及其化合物的升温特性[J]. 中国有色金属学报, 1997(3): 50~51, 84.

The Zinc - Removal Efficiency from Metallurgical Dust under the Action of Microwave Field

PENG Kai-yu, ZHOU Yun, LI Liao-sha, WANG Shi-jun, WANG Hai-chuan, DONG Yuan-chi
(Anhui University of Technology, Maanshan, Anhui, China)

Abstract: The percent reduction of ZnO in concentrate powder under the action of microwave field was researched by use of C and SiC as reducing agents. The purpose of this research is to imitate zinc-removal process from zinc-containing metallurgical dusts in the iron and steel works. The research results showed that the zinc-containing dusts can be effectively treated with the help of microwave field, and the zinc-removal process is quick. Furthermore, when the SiC is used as a reducing agent, the zinc-removal result is better than those when the C is used as a reducing agent. The purity of ZnO obtained can reach 97.7%. Therefore, removing zinc from metallurgical dusts of iron and steel works is practicable.

Key words: Microwave field; Metallurgical dust containing zinc; Removal of zinc