

用回转窑处理硫酸渣的研究

王雪松, 付元坤,

(安徽工业大学冶金与材料学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘要: 回转窑焙烧硫酸渣可以有效地还原硫酸渣中 Fe_2O_3 , 通过球磨、磁选工艺, 提高铁的回收率。硫酸渣在回转窑内脱硫效果明显, 回转窑倾角 0.8° , 转速 $12r/min$ 时, 脱硫率达 85% 以上。

关键词: 回转窑; 硫酸渣; 磁化焙烧; 脱硫

中图分类号: TD985 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2003)05-0047-04

1 前 言

硫酸渣中的矿物属人造矿物, 无论在外形还是在物化性质上都与天然矿物有区别。而且不同产地的硫酸渣, 其矿物组成、物化性质也不相同^[1,2]。这给有效利用硫酸渣带来了难度, 多年来对硫酸渣处理一直没有很有效的办法。

黄铁矿在沸腾炉内 $700\sim 900\text{C}$ 的条件下氧化焙烧, 失去硫, 破坏原有的晶格, 生成 Fe_3O_4 或 Fe_2O_3 。这些分子没有晶体形成长大的过程, 分子间不是紧密的不易分开的伟晶体, 而是疏松的分子微晶集合体, 外观呈粘土

粉状, 其可选性差; 成球性和烧结性能很差, 不能直接用于烧结矿和球团矿生产。本实验采用回转窑焙烧硫酸渣, 目的一是使硫酸渣中的 Fe_2O_3 还原成 Fe_3O_4 , 提高磁选精矿的回收率; 二是通过焙烧, 改善硫酸渣中 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 的结晶度、成球性和烧结性能, 以利于磁选和烧结矿、球团矿生产。三是降低硫酸渣中的硫, 满足炼铁原料的要求。

2 原料特性

实验用的硫酸渣来自镇江化工厂。硫酸渣化学成分见表 1, 粒度组成见表 2。

从表 1 看出: 有色金属和贵金属含量低,

表 1 硫酸渣的化学成分/ $\%$

TFe	S	P	Cu	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	Ag ⁺	Au ⁺
50.24	1.25	0.07	0.32	17.99	14.32	4.2	0.68	17.2	0.31

* 单位为 g/t。

表 2 硫酸渣粒度组成

粒度/目	+60	-60+100	-100+160	-160+200	-200
含量/ $\%$	5.749	16.325	40.128	26.068	10.480

目前还没有利用价值。硫含量高, 硫酸渣中的铁矿物主要以磁铁矿为主, 含有一定的赤铁矿。

从表 2 粒度组成看出: 镇江化工厂硫酸渣粒度较细, 小于 100 目占 70% 以上。

硫酸渣透射电镜图像见图 1、图 2。硫酸

收稿日期: 2003-01-03

基金项目: 安徽省教育厅资助项目

作者简介: 王雪松 (1966-), 男, 硕士, 副教授, 主要从事矿产资源综合利用的教学和科研工作。

渣中的磁铁矿、赤铁矿呈疏松多孔状,表面还附有杂质,影响了它们的纯度。

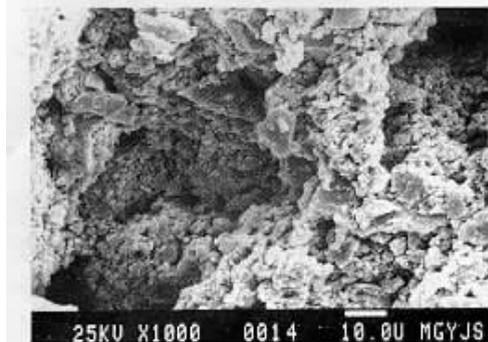


图 1 磁铁矿形貌像

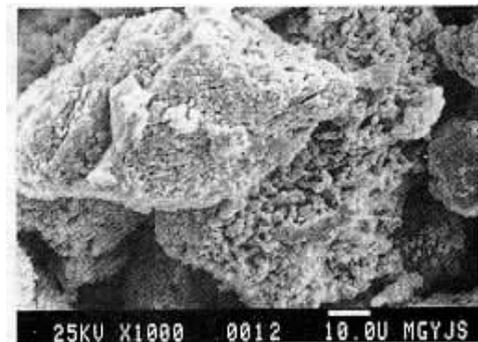


图 2 赤铁矿形貌像

3 实验方法

实验用回转窑长 3m,内径 200mm,衬有 50mm 耐火材料。沿窑长方向埋设四支热电偶,连续测温。物料由窑尾加入,焙烧后的物料由窑头排出,用水冷却,以防再次氧化。在窑头设有烧嘴,采用罐装液化气作燃料,烧嘴和窑内燃烧状况可调。回转窑倾角 0~5(°)可调,转速 0~15r/min 可调。

实验前称取定量硫酸渣,按比例配加淮南煤作还原剂,混匀。焙烧后的硫酸渣经球磨机球磨,再经磁选机 2~3 次磁选。

考察回转窑焙烧效果指标:1. 硫酸渣的磁化率(TFe/FeO)。在焙烧过程中,硫酸渣中 Fe₂O₃ 全部还原成 Fe₃O₄ 时,TFe/FeO =

2.33,磁选效果最佳,金属回收率最大。2. 脱硫率。焙烧后硫酸渣中硫含量与原渣硫含量之比。焙烧后硫酸渣中硫含量越低越好,脱硫率高。

4 实验结果及分析

结合本实验室已做过的工作及参考文献资料^[3,4],确定本次实验焙烧温度为 650℃,煤粉粒度-60 目大于 80%,配煤量 4%。考察焙烧时间、回转窑填充率对焙烧效果的影响和回转窑脱硫效果。

4.1 焙烧时间对磁化效果的影响

硫酸渣在回转窑内的焙烧时间是通过调节回转窑的倾角、转速来控制,增大回转窑的倾角、转速,焙烧时间短,反之,变长。实验结果见图 3。

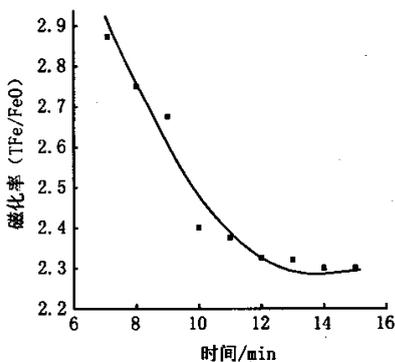


图 3 焙烧时间与磁化率的关系

从图 3 看出:随着焙烧时间的增加,从 7~9 min,磁化率(TFe/FeO)从 2.86 降到 2.52,变化明显。在焙烧至 10min 时,磁化率(TFe/FeO)=2.38,还原反应进行较完全,焙烧时间从 10min 增加到 15min,磁化率(TFe/FeO)变化不明显。

对还原反应 $3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2$ 的热力学分析知,回转窑内只需很少量的 CO,就可以保证还原反应的进行。从反应动力学分析,此还原反应速度取决于碳的气

化速度,而碳的气化速度由碳的反应性和反应温度决定。因此,在焙烧温度 650℃、配煤量 4%时,焙烧时间宜控制在 10min 以上。

4.2 填充率对磁化效果的影响

回转窑的填充率决定于回转窑进出口端口的缩口比和转速。转速不变,改变出口的缩口比,可改变回转窑内物料的填充率,实验结果见表 3。

表 3 填充率对磁化效果的影响

温度 /℃	转速 /r · min ⁻¹	填充率 /%	焙烧时间 /min	磁化率
600	9	7	10	2.74
600	9	9	10	2.66
650	9	7	10	2.69
650	9	9	10	2.51
650	9	12	10	2.38

由表 3 可见:在相同填充率下,温度高,磁化焙烧效果好。在 650℃,填充率 12%时,焙烧效果最好,磁化率 $TFe/FeO = 2.38$,接近理论值。

回转窑填充率大,料层内逸出的 CO 气体多,在料层表面形成的还原气体保护层增厚,防止已还原物料被再次氧化的能力增强。同时,填充率愈大,窑内物料愈多,热储备愈大,利于回转窑的热稳定。但填充率的大小受到回转窑结构、工作制度的制约。设计回转窑的缩口比,不仅要考虑到窑内燃料燃烧和气体流动,还要考虑窑头端安装烧嘴(或供风管)及还原煤喷吹装置等;在窑尾端,若缩口比过小,会使废气流量增大,导致粉尘损失增加。

4.3 影响回转窑脱硫效果的因素

回转窑焙烧硫酸渣主要任务之一是去除硫酸渣中的残硫,使焙烧后的硫酸渣含硫量符合炼铁原料的要求。回转窑不同工艺参数对脱硫效果影响的实验结果见表 4。

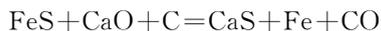
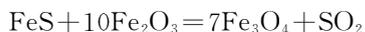
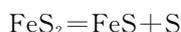
从表 4 看出:在焙烧时间 10min 时,若回转窑的倾角、转速不变,焙烧后硫酸渣中硫含量与焙烧温度有关,温度高,脱硫效果好。当

表 4 回转窑不同工艺参数对脱硫效果的影响

温度 /℃	倾角 /(°)	转速 /r · min ⁻¹	焙烧时间 /min	含硫量 /%
600	1.27	9	10	0.529
650	1.27	9	10	0.451
650	0.8	9	15	0.325
650	0.8	12	12	0.156

焙烧温度一定时(650℃),脱硫效果受回转窑倾角及转速的影响。当转速为 9r/min 时,倾角 0.8(°)的脱硫效果优于倾角 1.27(°),即转速不变,倾角小,利于脱硫;当倾角为 0.8(°)时,转速为 12r/min 的脱硫效果优于转速 9r/min,与焙烧时间无关。综上所述,回转窑倾角小、转速大、焙烧温度高,脱硫效果好。其最佳的脱硫工艺参数为倾角 0.8(°)、转速 12r/min、焙烧温度 650℃。

硫酸渣中的残硫主要有三种形态:一是未曾脱硫的黄铁矿(FeS_2);二是失去了部分硫的黄铁矿形成的磁黄铁矿(FeS);第三种残硫是高度分散吸附在硫酸渣表面上的硫氧化物,这种形态的硫有一定的可溶性。前两种形态的硫在回转窑高温区(400~600℃)可发生下列反应:



以上反应,温度是主要影响因素,温度高有利于反应进行。增加回转窑转速,窑内物料混合程度好,回转窑径向角速度大,物料移动速度快,位移大,与火焰(热气)接触面积大,受热均匀,有利于脱硫反应进行。

5 结 论

1. 焙烧时间是回转窑焙烧硫酸渣的主要因素,延长焙烧时间(温度一定)有助于改善磁化焙烧的还原效果,但生产率低。最佳焙烧时间确定为 10~12min。

2. 回转窑填充率大,能延长物料在窑内

钨尾矿在水泥工业中的应用

苏达根, 林少敏,

(华南理工大学材料学院, 广东 广州 510641)

摘要:用钨尾矿作生产水泥熟料的原料之一,既可提高水泥熟料的产量和质量,节省能耗,又可减少水泥窑氟硫污染,具有较好的经济效益和社会效益。但钨尾矿掺量应适当,在一定范围内可取得满意效果,过量反而会产生副作用。

关键词:钨尾矿;水泥;利用

中图分类号:TQ172.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2003)05-0050-03

我国钨资源十分丰富,至今已在 27 个省、市、自治区发现钨矿,其储量和产量均居世界首位。钨储量占世界总储量 44.3%,钨精矿产量多年来皆占世界产量的 60%以

的停留时间,防止窑内物料再还原,提高回转窑的热稳定性,但脱硫效果差。回转窑的填充率应控制在 9%~12%。

3. 回转窑能有效地脱除硫酸渣中的硫,脱硫效果受焙烧时间、回转窑倾角及转速等因素的影响。在焙烧温度 650℃、倾角 0.8(°)、转速 12r/min 时,脱硫效果最好,脱硫率在 85%以上。

4. 硫酸渣经回转窑磁化焙烧,改善了硫酸渣中矿物的结晶度,成球、烧结性能变好。

上^[1]。钨于原矿石中含量极低,如石英大脉型钨矿 WO₃ 最低工业品位 0.12%~0.18%,边界品位 0.08%~0.12%^[2]。某钨矿用 340~360t 钨矿石才产 1t 钨精矿,每处理 60 万 t

参考文献:

- [1]王雪松,任允芙. 苏州硫酸渣中铁矿物特性及对选矿指标的影响[J]. 华东冶金学院学报, 1997(2):90~94.
- [2]张景智,等. 用铜陵硫酸渣生产铁精矿的研究[J]. 矿产综合利用, 1998(6):10~15.
- [3]王雪松,等. 黄铁矿烧渣的特性及其利用[J]. 环境工程, 1999(1):58~61.
- [4]杨华明,等. 硫铁矿烧渣提纯铁精矿的实验研究[J]. 化工矿物与加工, 2002(3):4~6.

Study on Treating Pyrite Cinder with Rotary Kiln

WANG Xue-song, FU Yuan-kun

(Anhui University of Technology, Ma'anshan, Anhui, China)

Abstract: Ferric oxide in pyrite cinder can be effectively reduced via magnetic roasting in rotary kiln. Recovery of iron can be increased after ball grinding and magnetic separation for roasting cinder. When the inclined angle of the rotary kiln is 0.8° and revolving speed is 12r/min, desulphurization of the cinder in the rotary kiln is over 85%.

Key words: Rotary kiln; Pyrite cinder; Magnetic roasting; Desulphurization

收稿日期:2003-01-02

作者简介:苏达根(1948—),男,教授,博士生导师,主要研究方向:生态环境材料、土木工程材料。