

煤炭微生物预处理浮选脱硫降灰的试验研究

周桂英, 张强, 曲景奎

(北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100083)

摘要:将草分枝杆菌作为煤的浮选药剂对矿浆进行预处理,考察了不同的煤粒度、矿浆浓度、菌液浓度等因素对浮选脱硫及降灰效果的影响。试验结果表明,微生物预处理浮选脱硫是一种有效的洁净煤技术,在最佳试验条件下,全硫脱除率和灰分脱除率可分别达到 70% 和 75%。

关键词:草分枝杆菌; 浮选; 脱硫; 降灰

中图分类号:TD943.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2004)05-0011-04

我国煤炭的含硫量一般在 0.38% ~ 5.32%, 平均硫分高达 1.72%, 其中以黄铁矿硫为主要的无机硫成分, 其次为有机硫。煤炭燃烧过程中, 大部分硫转化为 SO_2 排入大气, 造成严重的大气污染。因此, 开展洁净煤技术的系统研究已成为世界日益关心的问题^[1]。而传统的煤炭生物脱硫(细菌浸出法)是通过专门的微生物对煤中硫的氧化, 将其转化成可溶性的硫酸盐而脱去, 此法存在需将煤样磨细、脱硫时间长、煤的热值降低、酸性腐蚀严重等缺点, 故不适应煤炭廉价、大量生产的特点^[2]。微生物表面预处理脱硫技术可克服以上不足, 能够满足工业生产的要求。这种技术主要以浮选或絮凝为基础, 将专门培育的某种具有亲水或疏水性能、能对黄铁矿或煤选择性吸附的细菌加入浮选或絮凝煤

浆中, 在数分钟内, 通过细菌在黄铁矿表面(亲水菌)或煤表面(疏水菌)的富集, 增大二者表面疏水性的差异, 达到改善浮选或絮凝脱硫效果的目的^[3]。

1 研究材料与分析方法

1.1 试验煤样的性质

本试验的煤样取自于贵州省的高硫煤样。原煤样经过破碎、掺合、缩分、烘干、筛分等程序制成试验用煤样。煤样的分析化验结果如表 1 所示, 分析煤样的粒度 $\leq 2\text{mm}$ 。

1.2 草分枝杆菌的结构和性能

草分枝杆菌是一种短杆状的微生物, 杆长通常为 $1.0 \sim 2.0\mu\text{m}$, 广泛存在于土壤及植物叶子中, 它具有许多独特的化学性能, 如较高的负电性和较高的疏水性, 这些特性决

proposed, and laboratory experiments were performed by use of different flotation reagents. The test results indicated that the technological flowsheet of high-intensity magnetic separation and flotation separation can effectively recover ilmenite from Panzhihua microfine size fraction($-19\mu\text{m}$) material.

Key words: Microfine size fraction($-19\mu\text{m}$) ilmenite; Flotation; Magnetic separation; Technological flowsheet

收稿日期: 2003-11-03

作者简介: 周桂英(1968—), 女, 北京科技大学土木与环境工程学院博士生, 研究方向: 三废治理及二次资源再生。 万方数据

表 1 原煤样的化验结果/%

灰 分	水 分	挥发分	固定碳	全 硫	黄铁矿硫	硫酸盐硫	有机硫
26.28	8.56	41.15	24.01	4.06	2.79	0.48	0.79

定了草分枝杆菌能够作为选矿药剂使用。草分枝杆菌的化学性能是由其表面的细胞壁化学结构和它表面的组成物质决定的。其细胞壁结构从里到外有四层,分别为:肽聚糖层、脂蛋白层、外膜及脂多糖层。其中,位于细胞壁最外层的脂多糖层对草分枝杆菌的性能起了决定性的作用^[4,5]。

1.3 微生物的培养和驯化

本研究培养的草分枝杆菌主要用于增强其对煤的选择性絮凝效果,采用含低硫煤的培养基对草分枝杆菌进行驯化培养。驯化培养方法为:在适当配方的培养基中加入适量—30 μ m 低硫煤,分装 50mL 培养液于 250mL 三角瓶中,经灭菌接种 10%后,35℃、180r/min 摇床振荡培养 24h,备用。

1.4 硫的测定方法及脱硫率的计算方法

本实验采用煤科院北京煤化学所研制的 ZCL 自动定硫仪测定全硫。硫酸盐硫和黄铁矿硫按照 GB/T215—96 中规定的方法测定。有机硫的测定用差减法计算得出。

煤的脱硫效率指标的计算公式如下:

$$\eta_s = \frac{\gamma_j \times (S_Y - S_j) \times 100}{S_Y \times (100 - A_Y - S_Y)}$$

式中, γ_j ——精煤产率,%; S_Y ——原煤硫分,%; S_j ——精煤硫分,%; A_Y ——原煤灰分,%。

2 微生物预处理浮选脱硫的机理

本试验选用的草分枝杆菌主要由长链脂肪酸、类脂体和蛋白质组成,是一种表面高度荷负电而又高度疏水的微生物,其表面具有多种活性基团(羟基、羧基等),因此可作为煤的浮选药剂。由于该菌具有较强的疏水性,所以对疏水性的煤会产生较强的疏水作用力,并有选择地覆盖在表面疏水的煤颗粒上,从而

而使煤颗粒的表面更加疏水,这种疏水性的增加可通过浮选分离煤絮团。因此,可利用草分枝杆菌对浮选矿浆进行预处理,由于该菌对煤显示出良好的选择性絮凝,使煤颗粒的表面更加疏水,而灰分与黄铁矿则保持分散,从而实现煤与灰分和黄铁矿分离的目的。

3 微生物—浮选脱硫及降灰试验

3.1 浮选脱硫试验流程

本试验基本条件:分散剂用量为 52g/t,起泡剂用量为 48g/t,试验采用混凝搅拌机使煤样和药剂充分混合后,倒入体积为 350mL(d3)的小型浮选柱进行浮选脱硫,试验流程如图 1 所示。

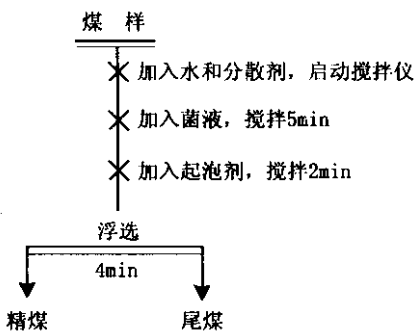


图 1 微生物预处理浮选试验流程

3.2 煤的不同粒度对脱硫及脱灰的影响

试验条件:a号样的粒度为 0.5~0.25mm;b号样的粒度为 0.25~0.125mm;c号样的粒度为 0.125~0.075mm;d号样的粒度为 0.075~0.045mm;e号样的粒度为<0.045mm。浮选矿浆的浓度为 10%,菌液浓度为 15mg/L,浮选矿浆的 pH 值为 6.0。不同粒度的煤的脱硫及脱灰效果如图 2 所示。

从图 2 中可以看出,煤样粒度为 0.075

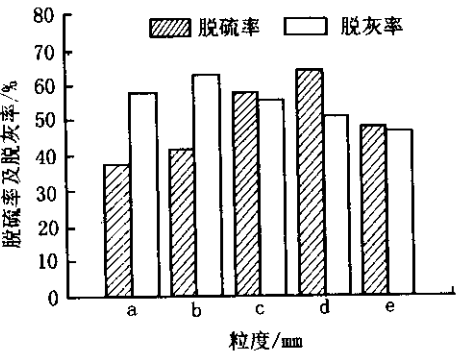


图 2 不同粒度的煤的脱硫及脱灰效果

~0.045mm 时,脱硫效果最好,而粒度过大或过细,脱硫率都有所降低。因为煤样粒度过大,则降低了煤粒与细菌的接触概率及粘着概率,从而使细菌在煤表面的吸附程度减弱,导致脱硫率有所下降;当煤样粒度过细时,由于煤泥覆盖及机械夹带等原因而造成脱硫率和脱灰率降低。综合以上原因,选取煤样粒度 0.125~0.075mm 为宜。

3.3 不同的菌液浓度对脱硫及降灰的影响

不同的菌液浓度对煤的浮选脱硫效果的影响如图 3 所示。

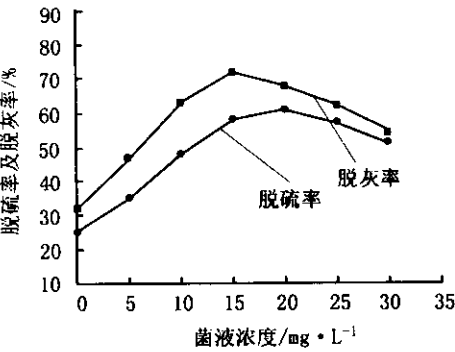


图 3 不同菌液浓度对脱硫的影响

从图 3 中可以看出,当菌液浓度达到 20mg/L 时,煤样达到最佳脱硫效果,脱硫效率由原来的 25% 上升到 60%。这主要是由于随着菌液浓度的增加,煤粒的吸附量逐渐增大,导致浮选体系中絮团的大小与紧密度都增加,这将有利于煤中硫的脱除。当增大

到一定程度时,吸附量达到平衡,所以菌液浓度再增加,脱硫率不但不增加,反而有所下降。综合考虑,选取菌液浓度 16.0mg/L 为宜。

3.4 不同矿浆浓度对脱硫和降灰的影响

不同的矿浆浓度对浮选脱硫也有较大的影响,从试验结果(图 4)可以看出,随着矿浆浓度的增加,脱硫率和脱灰率都呈下降趋势,所以较低的矿浆浓度有利于煤的脱硫,但是矿浆浓度过低,会影响处理量,增加生产成本,因此,综合考虑选取矿浆浓度 6.0% 为宜。

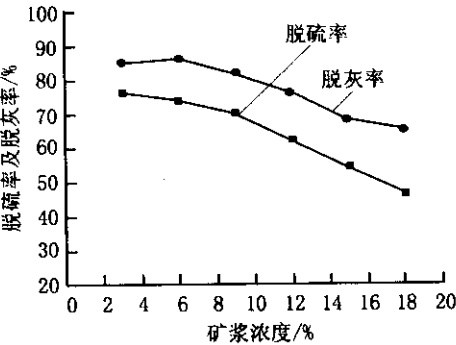


图 4 不同矿浆浓度对脱硫的影响

3.5 矿浆 pH 值对脱硫及脱灰的影响

pH 值对脱硫及脱灰的影响,主要是由于矿浆酸碱度的变化影响细菌及悬浮煤粒的表面电荷的性质、数量及中和电荷的能力。从图 5 可以看出,当 pH 值为 4.0 时,脱硫效果最好。

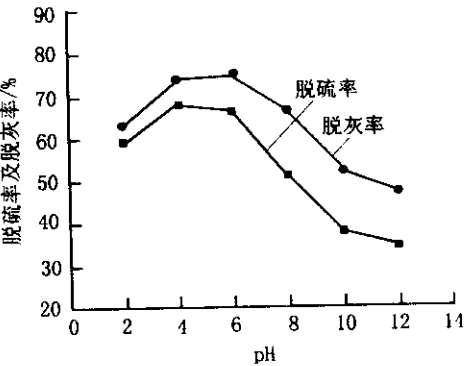


图 5 pH 值对脱硫及脱灰效果的影响

4 结 论

1. 浮选脱硫的最佳试验条件为:煤样粒度 0.125~0.075mm,矿浆浓度 6.0%,pH 值 4.0,菌液浓度 16.0mg/L。在该试验条件下,浮选脱硫率可达 70%以上。

2. 初步探讨了微生物浮选脱硫机理,认为草分枝杆菌对煤的吸附作用力主要是疏水作用力。

3. 草分枝杆菌在浮选脱硫过程中,作为选择性絮凝剂,具有较好的脱硫效果。为微生物浮选脱硫进一步工业化提供了一定的理论依据。

参考文献:

- [1]刘汉钊,张永奎. 生物浮选法的发展与方向[J]. 国外金属矿选矿,1998(11):2~6.
- [2]陈雪莉,马喜军. 煤的生物浮选脱硫技术研究及发展[J]. 煤质技术,1999(9):24~27.
- [3]潘涇轩. 高硫煤微生物浮选工艺的可行性研究[R]. 国家环境保护总局,1998.
- [4]R. W. 史密斯等. 微生物在选矿中作为选矿药剂的应用[J]. 国外金属矿选矿,1996(6):46~49.
- [5]A. M. Raichur, M. Misra, K. Bukka and R. W. Smith, Flocculation and flotation of coal by adhesion of hydrophobic *Mycobacterium phlei*. Colloids and surfaces B: Biointerfaces, 1996(8): 13~24.

Experimental Research on Flotation Desulphurization and Depression of Ash in Coal by Microbial Pretreatment

ZHOU Gui-ying, ZHANG Qiang, Qu Jing-kui

(Beijing University of Science and Technology, Beijing, China)

Abstract: The pretreatment of slurry using mycobacterium phlei as a flotation reagent of coal has carried out. The effects of several factors including granularity of coal, pulp density and concentration of microbial solution etc. on results of desulphurization and depressing ash in coal were examined. The experimental results showed that microbial pretreatment-flotation desulphurization is an effective technology for cleaning coal. Under the optimum conditions, the efficiencies of sulphur removal and ash removal can reach 70% and 75% respectively.

Key words: Mycobacterium phlei; Flotation; Desulphurization; Depression of ash

欢迎订阅 2005 年《世界有色金属》杂志

《世界有色金属》主要报道国内外有色金属工业各领域的新技术、新工艺、新设备、新产品和新的管理理念;报道有色金属工业各领域的技术经济综合性分析;国内外发展有色金属工业及相关产业的政策措施,知名企业的经营管理理念及成功经验;国内外有色金属工业各金属品种的资源开发、环境保护、综合利用;国内外有色金属工业市场状况分析,价格走势预测;有色金属产品在相关领域的应用动向分析;典型企业及企业家介绍等。

《世界有色金属》每月一期,全文已编入《中国学术期刊网》和《中国学术期刊(光盘版)》,彩封精印,每期 70 页,大 16 开,全年订价 120 元,全国各地邮局均可订阅,邮发代号 2—642,也可直接到本刊发行部办理订阅手续。发行部地址:北京西直门内大街西章胡同 9 号《世界有色金属》发行部。

邮编:100035 联系人:刘萍 E-mail: sjysjs@vip.sina.com 订刊电话:010—62267320;010—

62229162 传真:010—62242536

万方数据