

复配助磨剂在长石湿法磨矿中的应用研究

李三华¹, 周崇文¹, 张甲宝²

(1. 湖南环境生物职业技术学院, 湖南 衡阳 421005; 2. 湖南超牌科技有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 本文对复配助磨剂在钠长石细磨的粉碎效果进行了试验研究, 将钠长石磨至细度 -200 目。通过试验证明, 使用复配助磨剂能显著降低矿浆粘度, 提高磨矿效率, 降低能耗。结果表明, 复配助磨剂 A 助磨效果最好, 其较佳用量为钠长石质量的 0.12%。

关键词: 钠长石; 复配助磨剂; 磨矿; 浓度

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2019.06.027

中图分类号: TD921.4 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2019) 06-0129-04

长石是玻璃、陶瓷和搪瓷工业的一种主要原料, 作为制造玻璃、陶瓷坯釉和搪瓷的主要助熔剂, 能降低烧成温度, 节约能耗。由于长石长期开采和大量使用, 使得长石矿产品的质量越来越低, 为满足制造业的需求, 近年来开发了长石湿法磨矿除铁除杂提纯工艺, 长石湿法磨矿是选矿厂不可或缺的重要工序, 因长石硬度高, 莫氏硬度在 6 ~ 6.5 之间, 其磨矿难度较大^[1], 且能耗高, 约占总能耗的 60% 以上, 如何改善长石碎磨条件, 提高磨矿效率, 抑制或减少矿物颗粒的团聚, 减少矿物颗粒间的相互作用力, 增强固体颗粒的流动性, 节能降耗是一个亟待解决的技术难题。

许多研究表明, 助磨剂是矿物在磨碎过程中, 向磨机系统添加一种或多种化学药剂, 能够减少矿浆水分, 降低矿浆粘度, 显著提高磨矿效率, 降低能耗^[2-3]。关于助磨剂的作用机理, 目前主要有 Rehinder 的“吸附降低硬度”学说和 Klimpel 的“矿浆流变学调节”学说^[4-7]。迄今为止, 对长石湿法闭路碎磨工艺的研究报道甚少。为此, 笔者进行了大量湿法闭路磨矿试验, 采取多项措施, 取得了一定成果。本文主要对比研究两种助磨剂复配应用, 即六偏磷酸钠与偏硅酸钠复合物 (简称“复配助磨剂 A”)、三乙醇胺与三异丙醇胺复合物 (简称“复配助磨剂 B”) 在衡山钠长石磨矿中应用效果。

1 试验原料、设备仪器及试验方法

1.1 试验原料和试剂

试验原料选用钠长石, 钠长石为湖南衡山石碑村 (湖南天一矿业有限公司生产) 的钠长石。原矿经破碎、洗矿, 入磨粒度控制在 10 mm 以下, 其原矿的化学成分见表 1。试验所选用助磨剂及复配助磨剂的物理化学性质见表 2。

表 1 原矿的化学成分 /%

Table 1 Chemical composition of the raw ore

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	IL
67.95	19.02	10.01	0.32	0.61	0.04	1.02	0.03	1.08

表 2 助磨剂物理化学性质

Table 2 Physicochemical properties of grinding aids

助磨剂名称	化学成分	密度 / (g·cm ³)	酸碱性	生产厂家
六偏磷酸钠	六偏磷酸钠	2.484	较强碱性	绵阳天明磷化工有限公司
9400 分散剂	聚丙烯酸盐	1.08	pH=7	美国罗门哈斯公司
三乙醇胺	三乙醇胺	1.42	弱碱性	济南云海化工有限公司
偏硅酸钠	偏硅酸钠	2.40	较强碱性	湖北大兴银河化工有限公司
复配助磨剂 A	六偏磷酸钠 + 偏硅酸钠	2.447	较强碱性	按一定比例复合配制
复配助磨剂 B	三乙醇胺 + 三异丙醇胺	1.26	较强碱性	按一定比例复合配制

收稿日期: 2018-08-20

基金项目: 湖南省教育厅一般科学研究项目 (13C240) 资助

作者简介: 李三华 (1966-), 女, 高级工程师, 研究方向为无机非金属材料。

助磨剂的助磨效果主要取决于助磨剂添加的种类和用量,为了研究不同复配助磨剂类型和用量对磨矿过程的影响,笔者进行了一系列的湿法闭路磨矿试验,获得了较佳磨矿条件,以保证复配助磨剂的助磨效果,具体方法下面逐一论述。

1.2 试验设备和仪器

试验场地选择在湖南天一矿业有限公司马迹选矿厂,设备为山东烟台鑫海机械有限公司生产的球磨机,型号为MQG 2430 格子型球磨机,研磨介质为刚玉球,粒径为 25~70 mm (密度 3.65 g/cm³)。磨矿粒度的检测采用 0.074 mm 不锈钢标准筛,矿浆粘度的检测采用 NDJ-7 粘度计,除铁设备选用佛山星源机械有限公司生产的高梯度罐式磁选机,型号为 XYDC-Z13K (专利号: ZL200620056677.8) 的一种新型磁选除铁设备^[8-9]。

1.3 试验方法

磨矿试验所用的原料每批次均取颗粒为 10 mm 以下、质量完全相同的钠长石 50 t,按照试验条件要求,加入一定量的研磨介质、复配助磨剂和水,采用 MQG2430 格子型连续式球磨机进行湿法磨矿-分级,粗颗粒返回球磨机构成小闭路循环,使用核子秤控制湿法磨矿的进料速度,通过流量计控制湿法磨矿的进水量,从而控制球磨机内的矿浆浓度,在湿法闭路磨矿试验中及时取样,并采用 -0.074 mm 标准筛对磨矿产品及时进行粒度分析,以便检测磨矿效果。

2 结果及讨论

2.1 磨矿浓度对细度的影响

使用格子型球磨机对钠长石进行湿法闭路磨矿时,球磨机内的矿浆浓度和粘度是非常重要的工艺参数,它直接影响到磨矿产品的细度、粒径分配、磨矿细度及磨矿效率。一般来说,磨矿细度随磨矿浓度的增加而增大,当矿浆浓度超过一定值(临界点)时,磨矿细度不升高反而降低。原因是磨矿浓度过高,矿浆在球磨机内得不到充分的分散;磨矿浓度过低,球磨介质与物料得不到有效接触,磨矿效果都差^[10-11]。但是,选矿厂都希望球磨机内有较高的矿浆浓度和较低的体系粘度。在磨矿体系中,粘度和细度会随着矿浆浓度的增大而增大,流动性却随着矿浆浓度的增大而逐渐变差,所以,在磨矿系统中选择合适的助

磨剂并确定较佳的用量,有利于提高球磨机的台时产量,降低能耗,降低生产成本,提高分级效率。首先,在不加任何助磨剂的条件下,进行磨矿浓度对细度的影响试验研究,试验结果见表 3。

表 3 磨矿浓度对细度的影响 (每次取 200 g 料浆)

Table 3 Effect of grinding concentration on fineness (200 g slurry per time)

磨矿浓度 /%	30	50	65	75	78	80	82
+0.074 mm/g	30.70	45.70	52.74	54.45	50.70	60.06	71.36
-0.074 mm/g	29.30	54.30	77.26	95.55	105.30	95.94	92.61
-0.074 mm/g	48.83	54.30	59.43	63.70	67.50	61.50	56.47

从表 3 中试验数据看出,在研磨介质相同且又不添加任何助磨剂条件下,磨矿浓度为 78% 时,磨矿细度较好,磨矿效率最高。因此,最终确定磨矿浓度为 78%。

2.2 较佳助磨剂的确定

目前市场上助磨剂的种类很多,选择合适的助磨剂品种以获得较佳助磨效果是十分重要的,因为不同的助磨剂在湿法磨矿过程中所起的作用不同,为了获得理想的助磨效果,避免添加的助磨剂产生负面影响或者降低磨矿效率而危害磨矿过程,因此选择合适的助磨剂做磨矿试验是非常必要的。

在磨矿试验中,为了研究复配助磨剂对磨矿过程的影响,分别对加入两种复配助磨剂 A、B 在球磨机中进行湿法闭路磨矿动力学试验,助磨剂用量均为钠长石质量(干基)的 0.10%。在球磨介质相同的情况下,控制相同的进料速度和相同的磨矿浓度(磨矿浓度均为 78%),进行复配助磨剂对比试验。其复配助磨剂品种对磨矿细度的影响见表 4。

表 4 复配助磨剂种类对磨矿细度的影响 (每次取 200 g 料浆)

Table 4 Effect of composite grinding aids on grinding fineness (200g slurry per time)

助磨剂种类	复配助磨剂 A	复配助磨剂 B
+0.074 mm/g	31.03	37.52
-0.074 mm/g	124.97	118.48
-0.074 mm/g	80.10	75.95

从表 4 中试验数据可以看出,在相同的磨矿条件下,分别加入两种复配助磨剂对钠长石的湿法闭路磨矿试验,结果表明:两种复配助磨剂在磨矿试验中都有较好的助磨作用,磨矿细度(-0.074 mm 含量%)均有不同程度的提高,其中添加复配助磨剂 A 时的助磨效果最好。

2.3 助磨剂较佳用量的确定

由于复配助磨剂 A 的助磨效果较好,因此本试验选择复配助磨剂 A 进行助磨剂的用量试验。在磨矿速度相同的条件下,磨矿浓度均控制在 78% 时,在钠长石的磨矿生产中对复配助磨剂 A 的用量进行了大量的湿法闭路磨矿试验,试验结果见表 5。

表 5 复配助磨剂 A 用量对磨矿细度的影响 (每次取 200 g 料浆)

Table 5 Effect of the amount of composite grinding aid A on the fineness of grinding(200 g of slurry per time)

复配助磨剂 A 用量	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.22
+0.074 mm 重量/g	31.03	23.64	12.74	21.40	24.96	27.59	31.74	36.23
-0.074 mm 重量/g	124.97	132.36	143.26	134.6	131.04	128.41	124.26	119.77
-0.074 mm 含量/%	80.10	84.46	91.83	86.28	84.00	82.31	79.65	76.77

由表 5 可以看出,当复配助磨剂 A 用量为 0.12% 时,磨矿细度最高,磨矿效果最好;若再增加其用量,磨矿细度不升反降。因此复配助磨剂 A 的较佳用量为钠长石质量的 0.12%。

2.4 助磨剂的加入对后续作业的影响

(1) 助磨剂对钠长石分级的影响

助磨剂的加入对钠长石的矿浆有一定的分散作用,能改善矿浆的流动性,在相同浓度下,可以提高分级机的分级效率,减少磨矿时的“过磨”现象,一般情况下,分级效率可提高 25% ~ 30%,因此,加入助磨剂后,通过提高分级效率,可大幅度提高球磨机的台时产量,显著降低湿法磨矿成本。

(2) 助磨剂对研磨介质的影响

加入复配助磨剂 A 助磨后,降低了矿浆的粘度,能消除研磨介质与球磨机衬板的黏附现象,可在短时间内消除磨机的“胀肚”现象。

(3) 助磨剂对钠长石湿法除铁的影响

对于湿法磁选来说,选用 XYDC-Z13K 高梯度磁选机,由于助磨剂的加入,使泥浆的粘度减小,流动性增加,矿浆的分散作用得到加强,可以避免钠长石对磁性矿物的包裹,使钠长石与磁性矿物能更好地有效分离;同时减少了矿浆在磁选机中的阻力,使弱磁性矿物更好地被磁介质牢固吸附,提高了除铁效率。因此,复配助磨剂的加入对钠长石除铁提纯有较好的促进作用。

3 结 语

(1) 在钠长石湿法闭路磨矿中,加入复配助磨剂 A、B,都能提高磨矿细度,其中,复配助磨剂 A 的助磨效果最好,其较佳用量为钠长石质量的 0.12%,显著降低生产成本,提高球磨机的台时产量,提高企业经济效益。

(2) 实践证明,助磨剂只有在磨矿浓度达到一定范围时,才有明显的助磨作用,磨矿浓度过高或过低,效果都不理想,本试验适宜的磨矿浓度为 78%。

(3) 合理选择和使用助磨剂,能提高矿浆的分散性和流动性,能提高分级效率,能消除球磨介质与衬板的黏附现象,可以使“胀肚”现象在短时间内消除,从而显著提高磨矿效率,降低能耗,促进钠长石湿法除铁提纯,降低钠长石精矿的含铁量。

(4) 由于复配助磨剂 B 对矿物有化学污染,影响钠长石在玻璃、陶瓷坯釉料和搪瓷釉料的应用,因此不建议使用复配助磨剂 B。

参考文献:

- [1] 董伟霞,顾幸勇,包启富.长石矿物及其应用[M].北京:化学工业出版社,2010.
- [2] 刘春明,李惠萍,程晓晶,助磨剂的试验研究[J].化工矿山技术,1998,27(2):21-23.
- [3] 邓善芝,王泽红,程仁举,等.助磨剂作用机理的研究及发展趋势[J].有色冶金,2010,26(4):25-27,30.
- [4] 郑水林.超细粉碎原理、工艺设备及应用[M].北京:中国建材工业出版社,1993.
- [5] J.科拉茨,等,张士成,译.助磨剂对细磨的影响[J].国外金属矿选矿,1999(1):6-9,26.
- [6] 杨华明,邱冠周.超细粉碎过程助磨剂的作用机理[J].中南工业大学学报,2000(5):400-402.
- [7] 李三华,张甲宝.助磨剂在煤系高岭土湿法超细研磨中的应用试验[J].中国非金属矿工业导刊,2006,(1):24-26.
- [8] 崔雷,陈光展.新型电磁式磁选机[P].中国:ZL200620056677.8,2007.
- [9] 李三华,周崇文,张甲宝,陈建文.XYDC-Z13K 高梯度磁选机在长石除铁提纯中的应用[J].中国非金属矿工业导刊,2018(2):19-21.
- [10] 杨小生,吕桂芝,张麟,磨矿流变效应研究[J].中国有色金属学报,1995(3):25-26.
- [11] 郝保红,郑水林,毛钜凡,助磨剂对粉石英超细磨矿的影响[J].粉体技术,1997,3(1):32-38.

(下转 116 页)

[15]Zaky R R, Hessien M M, El-Midany A et al. Preparation of silica nanoparticles from semi-burned rice straw ash [J]. Powder Technology, 2007, 32: 354-359.

[16]Walid A L. The utilization of beet molasses as a novel carbon source for cephalosporin C production by *Acremonium chrysogenum*: Optimization of process parameters through

statistical experimental designs [J]. Bioresource Technology 2007, 98: 3491-3495.

[17]Walid A L, Khaled M G, Ehab R E. Citric acid production by a novel *Aspergillus niger* isolate: II. Optimization of process parameters through statistical experimental designs [J]. Bioresource Technology, 2007, 98: 3470-3475.

Optimization Process of Extraction of Alumina by Sulfuric Acid Direct Leaching from the Fly Ash

Gao Guimei

(Shenhua Zhunneng Energy Resources Comprehensive Development Co., Ltd., Coal Associated Resources Comprehensive Utilization and Engineering Demonstration Center, Erdos, Inner Mongolia, China)

Abstract: High-aluminum fly ash is a new type fly ash found in northern region of China with the characteristics that the content of alumina reaches about 45%-70%. As a kind of non-traditional alumina resources, its utilization pattern is always concerned. The experiments were conducted to verify if alumina can be extracted from the fly ash. Box-Behnken statistical design (BBD) and response surface methodology (RSM) were applied to evaluate the effects of three independent variables and optimize the three parameters including reaction time, temperature, initial sulfuric acid concentration on the maximum yield of alumina. Multiple regression analyses showed that the extraction efficiency was in an agreement with the generated model and the test results. It was observed that the extraction efficiency of alumina was increased by increasing the concentration of sulfuric acid concentration, the reaction time and the reaction temperature. At the optimum condition of reaction time 4 h, reaction temperature 160 °C, and the concentration of sodium hydroxide 50 wt.%, the extraction efficiency reached 95%.

Keywords: Box-Behnken statistical design; Fly ash; Response surface methodology; Alumina.

////////////////////////////////////
(上接 131 页)

Study on the Application of Composite Grinding Aids in Feldspar Wet Grinding

Li Sanhua¹, Zhou Chongwen¹, Zhang Jiabao²

(1. Hunan Environment-biological Polytechnic, Hengyang Hunan, China; 2. Hunan Chaopai Chemical Industry Co. Ltd., Hengyang Hunan, China)

Abstract: In this paper, the grinding effect of compound grinding aids in fine grinding of albite was studied, grind albite to a fineness of -200 meshes. The test proves that the use of compound grinding aids can significantly reduce the viscosity of the slurry, improve the grinding efficiency and reduce the energy consumption. The results showed that composite grinding aid A had the best grinding effect, and the optimum dosage was 0.12% of the quality of albite.

Keywords: Albite; Composite grinding aids; Grinding; Concentration