

山东某选矿厂铜锌混合精矿分离研究

邓洋洋^{1,2}, 曹亦俊², 马子龙², 黄川^{1,2}, 刘长青^{1,2}

(1. 中国矿业大学化工学院, 江苏 徐州 221116;

2. 国家煤加工与洁净化工程技术研究中心, 江苏 徐州 221116)

摘要:山东某选矿厂原矿中铜矿物以黄铜矿为主, 锌矿物以闪锌矿为主, 采用铜锌混浮-铜锌分离的浮选试验流程生产铜精矿, 但现场试验指标不理想, 生产出来的铜精矿中铜的品位为 9.10%, 锌的品位为 18.50%, 铜精矿中锌含量太高难以满足销售指标要求。针对该选矿厂铜锌混合精矿浮选分离难的问题, 在实验室对其进行了浮选试验研究。试验结果表明, 脱药对铜锌分离效果影响显著, 其中使用活性炭脱药试验效果最佳。试验采用活性炭作为铜锌混合精矿脱药剂, 采用硫酸锌+亚硫酸钠的组合抑制剂作为锌矿物的抑制剂, 采用对铜矿物选择性强的 Z-200 作为选铜捕收剂, 通过“一粗一精一扫”浮选闭路试验, 在原矿铜品位为 9.10%, 锌品位为 18.50% 的条件下, 最终得到的铜精矿品位为 13.55%, 回收率为 89.42%; 精矿中锌品位从 18.50% 降到了 6.23%。

关键词:铜锌分离; 脱药; 浮选; 混合精矿

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.04.015

中图分类号:TD952 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2017)04-0070-04

山东某选矿厂生产的铜精矿品位为 9.10%, 其中锌含量为 18.50%。由于铜精矿中含锌量太高, 严重影响铜精矿的价格以及销售途径, 使得企业的经济效益受到严重的影响。影响铜锌分离的因素主要有:铜、锌矿物种类和他们间的嵌布特性^[1]; 被活化后的闪锌矿浮选性质与硫化铜矿物的浮选性质相近^[2]; 铜锌混合精矿脱药不完全^[3]。

由于该选矿厂铜锌混合精矿残余药剂量大, 使得铜锌矿物表面被捕收剂分子覆盖, 抑制剂难以接

触铜锌矿物表面, 降低了矿物浮选的选择性。而该选矿厂铜锌分离时未对铜锌混合精矿进行脱药处理, 使得最终铜锌难以分离, 铜锌互含比例高。因此, 合理的脱药方式对该选矿厂铜锌混合精矿的分离有着重要影响。

1 矿样性质

矿样来自山东某选矿厂经浮选后的混合精矿, 矿样经混合缩分后进行 XRF 测试, 测试结果见表 1。

表 1 原矿化学成分/%

Table 1 Chemical composition of the run-of-mine ore

Cu	Zn	Ni	Ag	Cr	Cd	MgO	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	Pb	SiO ₂	CaO	K ₂ O	S	Fe ₂ O ₃
9.10	18.50	0.011	0.025	0.051	0.126	0.986	2.46	3.51	8.146	8.94	0.244	0.743	23.05	23.96

样品中主要有用矿物为黄铜矿、闪锌矿、赤铁矿, 脉石矿物主要为石英、其他硫化物。由表 1 可知, 矿样中铜品位为 9.10%, 锌品位为 18.50%, 锌含量高, 说明该矿样中的铜锌未充分分离。

2 结果与分析

2.1 不脱药直接浮选

矿样来自于现场铜精矿, 药剂含量大。对矿样

进行不脱药直接浮选, 其结果见表 2。

通过试验结果发现, 铜的品位、回收率均较低, 分别为 9.68%、61.78%, 且粗精锌品位较高, 铜锌不能充分分离, 其原因在于矿样中药剂含量高, 锌矿物表面被捕收剂覆盖, 抑制剂难以起到预期效果, 使得铜锌分离困难。

收稿日期:2016-05-22

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划课题-赤铁矿反浮选尾矿二次分选技术与工艺系统(2014BAB01B05)

作者简介:邓洋洋(1993-), 男, 硕士研究生, 研究方向为有色金属选矿技术。

表2 不脱药试验结果

Table 2 Results of no dereagent tests

名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Cu	Zn	Cu	Zn
粗精	58.06	9.68	17.76	61.78	55.74
粗尾	41.94	8.29	19.53	38.22	44.26
给矿	100.00	9.10	18.50	100.00	100.00

2.2 机械脱药直接浮选

常用机械脱药方法有再磨、浓缩、擦洗、过滤洗涤等,其中过滤洗涤法是机械脱药中脱药最为彻底的方法。将混合精矿配成矿浆搅拌均匀后,在过滤机上喷水洗涤,然后将滤饼重新调浆浮选,其试验结果见表3。

表3 机械脱药试验结果

Table 3 Results of mechanical dereagent tests

名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Cu	Zn	Cu	Zn
粗精	63.25	11.44	13.41	79.51	45.85
粗尾	36.75	5.07	27.26	20.49	54.15
原矿	100.00	9.10	18.50	100.00	100.00

通过对结果分析可知,采用机械脱药后,铜精矿中锌的品位虽从9.10%降至5.07%,但铜的回收率仍较低。其原因在于机械脱药效率较低,脱药不够彻底,使得铜锌分离困难。

2.3 活性炭脱药直接浮选

活性炭吸附的原理是在活性炭内部分子的作用力平均分配于周围分子之间,呈饱和平衡状态,但位于固体表面的一个分子的作用力没有饱和,从而能够吸附其他介质中的物质分子。因此,吸附主要发生在活性炭表面,活性炭的表面积越大,吸附的分子越多。1 g 活性炭材料中微孔,将其展开后表面积可高达800~1500 m²。正是由于它具有比表面积大的特性,被广泛用作吸附剂。采用活性炭对矿样进行脱药处理后,再进行浮选,其试验结果见表4。

表4 活性炭脱药试验结果

Table 4 Results of activated carbon dereagent tests

名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Cu	Zn	Cu	Zn
粗精	75.06	11.51	13.22	94.95	53.64
粗尾	24.94	1.84	34.39	5.05	46.36
原矿	100.00	9.10	18.50	100.00	100.00

通过对结果分析可知,活性炭脱药效果好,相比于机械脱药,在铜精矿品位相当的情况下,铜的回收

率由79.51%上升至94.95%,回收率提高了15.44%,效果显著。

2.4 活性炭用量试验

活性炭具有吸附能力,能够将矿物表面残余药剂吸收,但活性炭用量太大会吸附后续添加的药剂,影响浮选效果,因此需对活性炭用量进行控制,进行活性炭用量试验,其结果见图1。

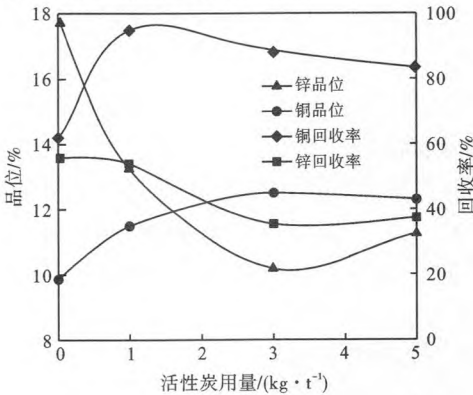


图1 活性炭用量对浮选指标的影响

Fig. 1 Effect of activated carbon dosage on flotation index

通过图1可知,随着活性炭用量的增大,粗精矿产率逐渐降低,铜的回收率也逐渐降低,但铜的品位先升高后降低。铜粗精矿中锌的品位与回收率均先降低后升高。结合铜与锌的品位与回收率,当活性炭用量为3 kg/t时效果较佳。

2.5 抑制剂用量试验

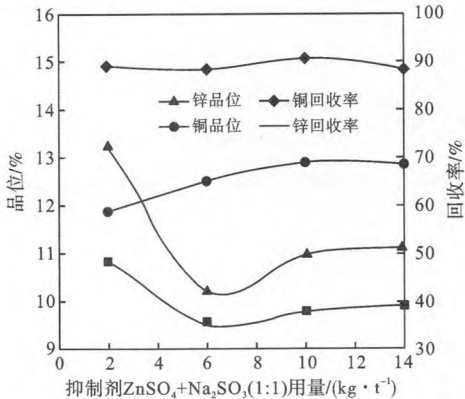


图2 抑制剂用量对浮选指标的影响

Fig. 2 Effect of depressant dosage on flotation index

常见的锌矿物抑制剂有硫酸锌、亚硫酸钠、硫化钠、硫代硫酸钠等药剂,其中最常用的闪锌矿的抑制剂为硫酸锌与亚硫酸钠,在中碱性条件下,硫酸锌与

亚硫酸钠组合使用效果较佳^[4]。探索试验表明,硫酸锌与亚硫酸钠按 1:1 的比例加入时,抑制效果最佳。在活性炭用量为 3 kg/t、捕收剂用量 50 g/t 基础上,进行抑制剂用量试验,试验结果见图 2。

由图 2 可知,随着抑制剂用量增大,精矿中铜的品位逐渐升高,铜回收率变化不大;精矿中锌的品位与回收率先下降后上升。综合考虑多方面因素,确定铜锌分离抑制剂 $\text{ZnSO}_4 + \text{NaSO}_3$ 用量为 6 kg/t。

2.6 捕收剂用量试验

选择对铜选择性强的捕收剂 Z-200^[5] 作为铜锌分离选铜捕收剂。在一定的药剂用量范围内,增加捕收剂的用量可以提高浮选速度和改善浮选指标,但用药量过大,药剂的选择性会降低,易造成浮选过程的恶化。在活性炭 3 kg/t,抑制剂用量为 6 kg/t 时,进行捕收剂用量试验,试验结果见图 3。

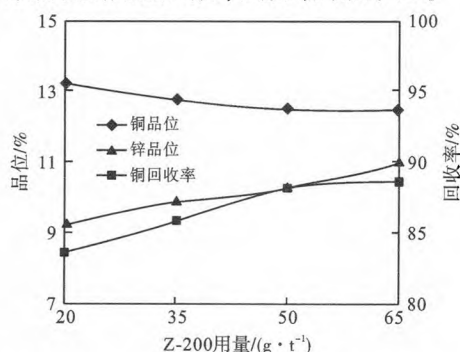


图 3 捕收剂 Z-200 用量对浮选指标的影响

Fig. 3 Effect of Z-200 depressant dosage on flotation index

从图 3 可以看出,随着捕收剂用量的增加,精矿中铜的品位逐渐下降,锌的品位逐渐上升,铜的回收率逐渐上升,综合考虑铜锌品位与回收率、药剂消耗等方面因素,最终确定铜锌分离捕收剂 Z-200 用量为 50 g/t。

3 浮选小型闭路试验

在条件试验结果的基础上,进行浮选闭路试验,试验流程见图 4,试验结果见表 5。

从表 5 可以看出,采用图 4 的闭路试验流程处理该矿石,可以得到铜品位为 13.55%,铜回收率为 89.42% 的铜精矿,铜精矿中锌品位为 6.23%,锌回收率为 20.21%。

表 5 闭路试验结果

Table 5 results of closed-circuit tests

产品名称	产率 /%	铜品位 /%	锌品位 /%	铜回收率 /%	锌回收率 /%
精矿	60.04	13.55	6.23	89.42	20.21
扫尾	39.96	2.41	36.94	10.58	79.79
原矿	100.00	9.10	18.50	100.00	100.00

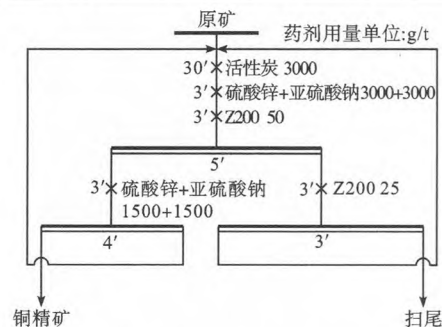


图 4 闭路试验流程

Fig. 4 Flowsheet of closed-circuit test

4 结 论

(1) 脱药对铜锌分离效果影响显著,恰当的脱药方式是铜锌分离的关键因素,采用活性炭脱药,铜锌分离效果明显优于其他脱药方式。

(2) 采用对铜选择性高的 Z-200 作为选铜捕收剂,以及 $\text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ 的组合抑制剂加强对锌的抑制,有助于铜锌混合精矿中的铜锌分离。

(3) 针对铜锌混合精矿,采用一粗一精一扫浮选流程,可得到铜品位 13.55%,回收率为 89.42%,锌品位 6.23%,回收率为 20.21% 铜精矿,实现了该铜锌矿的有效分离。

参考文献:

- [1] 刘文华,范先锋. 阿舍勒多金属矿石铜锌分离研究[J]. 有色金属:选矿部分,1998(5):1-5.
- [2] 陈家模. 多金属硫化矿浮选分离[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2001. 19.
- [3] 郑利强,胡秀梅. 某铜锌矿选矿厂混合精矿脱药试验研究[J]. 有色金属:选矿部分,2006(2):9-11.
- [4] 程珊珊,郑春到,李啊林,等. 组合抑制剂在硫化矿浮选过程中抑制闪锌矿的电化学机理[J]. 有色金属工程,2014,4(4):50-53.
- [5] 李宁,覃文庆,焦芬,等. 铜锌硫化矿浮选分离试验研究[J]. 矿产保护与利用,2012(8):34-36.

(下转 82 页)

- [10] S. Kaufhold. Comparison of methods for the determination of the layer charge density (LCD) of montmorillonites [J]. Applied Clay Science, 2006, 34: 14–21.
- [11] A. Czimerová, J. Bujdák, R. Dohrmann. Traditional and novel methods for estimating the layer charge of smectites [J]. Applied Clay Science, 2006, 34: 2–13.
- [12] F. Thomas, L. J. Michot, D. Vantelon. Layer charge and electrophoretic mobility of smectites [J]. Colloids and Surfaces, 1999(159): 351–358.
- [13] David A. Laird. Influence of layer charge on swelling of smectites [J]. Applied Clay Science, 2006(34): 74–87.
- [14] Ko Yeon Choo, Kang Bai. The effect of the mineralogical composition of various bentonites on CEC values determined by three different analytical methods [J]. Applied Clay Science, 2016(126): 153–159.
- [15] 侯梅芳, 刘承帅, 李芳柏. 我国各地膨润土的表面积研究 [J]. 湘潭矿业学院学报, 2003, 18(4): 87–89.
- [16] 温淑瑶, 马占青, 马毅杰. 酸活化对膨润土比表面积和孔径的影响研究 [J]. 实验技术与管理, 2011, 28(10): 44–46.

Basic Research on the Application of Typical Bentonites in Guangxi

Mo Qiufeng, Mo Wei, Liu Yizhen, Ma Shaojian, He Qiuzhi

(School of Resources and Metallurgy, Guangxi University, Nanning, Guangxi, China)

Abstract: In this paper, with the help of testing analysis method, such as XRD, chemical component analysis, SEM, particle size distribution analysis and pore size distribution analysis et al., we have studied the mineralogy properties of 3 bentonites from Ningming, Tiandong, Binyang in Guangxi. The results showed that montmorillonite of these bentonites all were dioctahedral Ca-montmorillonite, and had similar cation exchange capacity. BY had good pore structure. But on the whole, the three were without big differences. The size order of 3 bentonites' hydration properties was NM > BY > TD. In addition, Based on the regression model of performance indexes and montmorillonite content, we can estimate the performance indexes of this bentonite no matter how much the montmorillonite content is, thus to determine the necessity and feasibility of purification of raw bentonite.

Keywords: Bentonite; Montmorillonite; Montmorillonite content; Performance index

(上接 72 页)

Study on Separation of Mixed Copper-zinc Concentrate in a Concentrator in Shandong

Deng Yangyang^{1,2}, Cao Yijun², Ma Zilong², Huang chuan^{1,2}, Liu Changqing^{1,2}

(1. School of Chemical Engineering and Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu, China;

2. National Engineering Research Center of Coal Preparation and Purification, Xuzhou, Jiangsu, China)

Abstract: The copper mineral and zinc mineral in the raw ore mainly exists in the form of chalcopyrite and sphalerite in a concentrate in Shandong. A circuit of mixed flotation of copper and zinc-separation of copper and zinc was used to produce copper concentrate, while the result that the grade of copper and zinc in copper concentrate are 9.10% and 18.50% separately was not good. The zinc ratio in copper concentrate was too high which made it difficult to meet the requirements that the sales target asked. For the difficulty of flotation separation of mixed copper-zinc concentrate in the concentrator, the experiments on flotation were carried out in the laboratory. The result shows that the effect of separation of copper and zinc was greatly influenced by dereagent and the best result was got by using acticarbon to remove reagents. the experiment using acticarbon to remove the reagents, using combination inhibitor of zinc sulfate and sodium sulfite to inhibit zinc minerals and using Z-200 that had high selectivity for copper minerals as a collector. After a closed circuit of one roughing, one cleaning and one scavenging, copper concentrate with grade of 13.55% and recovery 89.42% were obtained when the mixed concentrate of copper-zinc with grade of 9.10% copper and 18.50% zinc, and the content of zinc in the copper concentrate was decreased from 18.50% to 6.23%.

Keywords: Copper-zinc separation; Dereagent; Flotation; Mixed concentrate