

铜渣浮选试验研究

薛春华¹, 郑永兴², 董天龙¹

(1. 云南锡业集团大屯选矿分公司试验室, 云南 个旧 661018;

2. 省部共建复杂有色金属资源清洁利用国家重点实验室, 昆明理工大学, 云南 昆明 650093)

摘要:含铜炉渣中有价金属含量较高, 对其回收利用可以缓解资源供需矛盾, 减少对环境的污染, 提高资源的综合利用率。传统处理含铜炉渣的方法成本高、铜回收率低, 污染严重。采用先浮选预富集后冶金处理的回收方法, 可以降低成本, 减少污染。针对某炼铜炉渣有价金属矿物种类多、质地坚硬、易碎难磨、嵌布粒度细的矿物特征, 进行铜渣浮选回收铜试验研究。首先进行磨矿细度、浮选浓度、捕收剂种类等条件试验, 确定磨矿细度为 $-37\mu\text{m}$ 75%, 浮选浓度为42%, 混基黄药为捕收剂。在此基础上进行开路浮选试验并确定采用一次粗选、二次扫选、二次精选的闭路流程, 获得铜精矿品位为15.74%, 铜回收率为74.65%的浮选指标, 实现了炼铜炉渣的清洁、有效回收可以为进一步的扩大试验提供参考依据。该技术的研究可以给类似含铜难处理物料的高效提取提供参考。

关键词:含铜炉渣; 浮选; 清洁回收

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.04.021

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2017)04-0094-04

在传统的冶炼过程中会产生大量的冶炼废渣, 其中有价金属含量较高, 是一种较好的二次资源。据统计, 我国铜冶炼厂每年产生铜渣500万t, 近十年已累计约5000万t以上^[1], 如果将其直接堆存, 不仅会污染环境, 还会浪费大量的资源。

传统的铜渣处理方法主要有铜渣的火法贫化、湿法浸出、选择性析出处理和真空处理等工艺^[2-4], 但均存在成本高、铜综合回收率低, 污染严重等问题。本文对某铜业公司炉渣采用浮选法进行试验研究, 找出铜渣浮选较佳工艺参数和流程, 以期为进一步生产提供参考。

1 炼铜炉渣的性质

试验原料取自云南某铜业公司, 其主要成分为铜硫化物、磁铁矿、磁黄铁矿、硅酸盐矿物、砷矿物和少量金属铜^[5]。样品质地坚硬, 易碎难磨, 且嵌布粒度比较细。炼铜炉渣多元素分析和铜物相分析分别见表1、2。由表1可知, 炉渣中铜含量在1%以

上, 是回收的主要金属元素。由表2可知, 铜主要以硫化物的形式存在, 理论回收率约90%。

表1 炼铜炉渣多元素分析/%

Table 1 Elemental analysis of copper slag

Cu	S	Fe	SiO ₂	As	Zn	Pb	Al ₂ O ₃
1.21	1.02	42.60	30.06	0.243	0.77	0.38	6.37

表2 铜渣物相分析

Table 2 Phase analysis of copper slag

名称	自由 氧化铜	活性 硫化铜	结合 氧化铜	原生 硫化铜	全铜
含量/%	0.017	0.042	0.009	0.233	1.210
分布率/%	5.65	13.95	2.99	77.41	100.00

2 浮选试验

2.1 磨矿细度条件试验

采用Z-200作铜捕收剂、松油作起泡剂、粗选浓度为42%, 粗选pH值为6.5, 同时采用一粗二扫的选别流程进行磨矿细度试验, 试验流程见图1, 试验

收稿日期: 2016-11-30; 改回日期: 2017-02-27

基金项目: 云南省科技厅人培项目(KKSY201563041)

作者简介: 薛春华(1983-), 选矿工程师, 主要研究方向为选矿技术研究。

通信作者: 郑永兴(1986-), 男, 博士, 讲师, E-mail: yongxingzheng2015@yahoo.com

结果见表 3。

表 3 磨矿细度试验结果

Table 3 Flotation test results under different grinding fineness

-37μm 含量/%	产品名称	产率/%	品位/%	回收率/%
65	粗精矿	6.81	11.49	61.73
	中矿 1	3.61	1.591	4.54
	中矿 2	1.74	1.182	1.62
	尾矿	87.84	0.463	32.11
	给矿	100.00	1.267	100.00
75	粗精矿	7.92	10.56	68.18
	中矿 1	3.58	1.248	3.65
	中矿 2	1.93	0.986	1.55
	尾矿	86.57	0.377	26.62
	给矿	100.00	1.226	100.00
85	粗精矿	7.48	11.27	68.71
	中矿 1	3.20	1.005	2.62
	中矿 2	1.65	0.548	0.73
	尾矿	87.67	0.391	27.94
	给矿	100.00	1.227	100.00

由表 3 可知,当磨矿细度从 65% 增加至 75% 时,粗选与扫选泡沫产品中铜的回收率由 67.89% 增加至 73.38%,继续增加磨矿细度,铜的回收率呈现下降的趋势。因此,较佳的磨矿细度为-37 μm 75%。

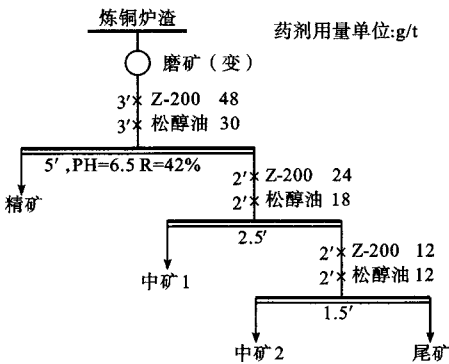


图 1 浮选条件试验流程

Fig. 1 Flotation condition test process

2.2 捕收剂种类与浮选浓度试验

选择磨矿细度-37 μm 75%,调整试验浮选 的浓度分别为 32% 和 42%,捕收剂分别采用混基黄药、乙基黄药、9030、Z-200,进行捕收剂种类与浮选浓度对比试验,试验结果见表 4。

由表 4 可知,对于不同种类的捕收剂,当浮选采用高浓度时均有利铜回收率的提升,采用低浓度时 有利于铜精矿品位的提升。考虑到铜的回收效果与

成本,在选别过程中,应该尽可能采用高浓度选别。另外,从不同捕收剂对铜的作用效果来看,混基黄药 对该铜渣的捕收效果最好。

表 4 捕收剂种类与浮选浓度对比试验结果

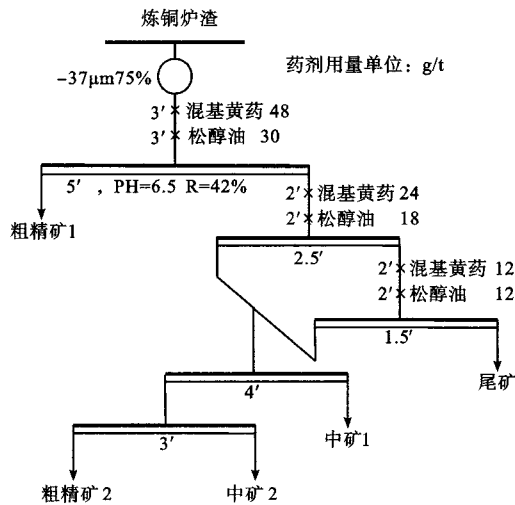
Table 4 Test results of contrast of types of collectors and flotetion concentration

浮选浓度 /%	捕收剂	产品名称	产率 /%	铜品位 /%	铜回收率 /%
42	混基黄药	精矿	12.79	7.23	79.77
		尾矿	87.21	0.269	20.23
		原矿	100.00	1.16	100.00
	乙基黄药	精矿	12.32	7.52	78.82
		尾矿	87.68	0.284	21.18
		原矿	100.00	1.18	100.00
	Z200	精矿	13.43	6.70	73.38
		尾矿	86.57	0.377	26.62
		原矿	100.00	1.23	100.00
	9030	精矿	12.26	7.13	75.13
32	混基黄药	尾矿	87.74	0.330	24.87
		原矿	100.00	1.16	100.00
		精矿	8.79	9.40	73.72
	乙基黄药	尾矿	91.21	0.323	26.28
		原矿	100.00	1.12	100.00
		精矿	8.33	9.70	70.48
	Z200	尾矿	91.67	0.369	29.52
		原矿	100.00	1.14	100.00
		精矿	9.41	8.98	73.64
	9030	尾矿	90.59	0.334	26.36

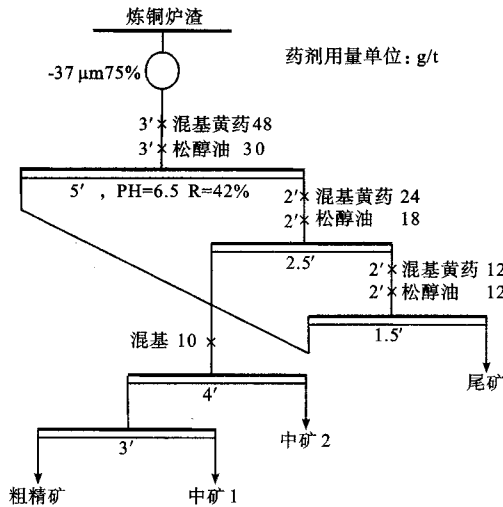
2.3 开路试验

在铜渣选别的工艺流程中,有两种流程可供选 择:一是快速浮选工艺,即铜粗选直接产出铜精矿,2 ~3 次扫选泡沫产品合并后再精选产出铜精矿的工 艺;二是将铜粗选泡沫、2~3 次三扫选泡沫产品一 起合并后再进行精选产出铜精矿的精矿再选工艺。 开路试验流程见图 2,流程对比试验结果见表 5。

由表 5 可以看出,采用快速浮选流程有利于铜 的回收,铜回收率比粗精矿再选流程高 2.39%,但 铜精矿品位较低。采用精矿再选流程,铜品位比前 者高 5.01%,说明该流程有利于铜品位提高,减少 铜精矿中杂质的含量。因此,选择铜粗精矿再选工 艺较为适宜。



(一) 快速浮选试验流程



(二) 粗精矿再选试验流程

图2 开路试验流程

Fig. 2 The open-circuit test flowsheet

表5 不同流程下的浮选试验结果

Table 5 Flotation tests results under different processes

流程	产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
快速浮选流程	铜精矿 1	6.33	12.30	68.61
	铜精矿 2	1.34	4.32	5.10
	中 2	1.62	1.548	2.22
	中 1	2.91	0.452	1.16
	尾矿	87.80	0.296	22.91
	合计	100.00	1.134	100.00
精矿再选流程	铜精矿	5.06	15.91	71.32
	中 2	1.58	1.182	1.65
	中 1	6.19	0.509	2.79
	尾矿	87.17	0.314	24.24
	合计	100.00	1.129	100.00

3 闭路试验

为了考查中矿循环对该流程引起的变化,检查
和校核所拟定的工艺流程,及时调整技术工作参数,
以便在工业生产时达到理想的工艺指标,在开路试
验的基础上,进行了模拟连续生产的试验室闭路浮
选试验,试验的工艺流程见图 3,试验结果见表 6。

由表 6 可以看出,炼铜炉渣通过闭路浮选试验
后,最终可获得铜品位为 15.74%,回收率为
74.65%的浮选精矿,实现了铜渣中铜资源的清洁、
有效回收。

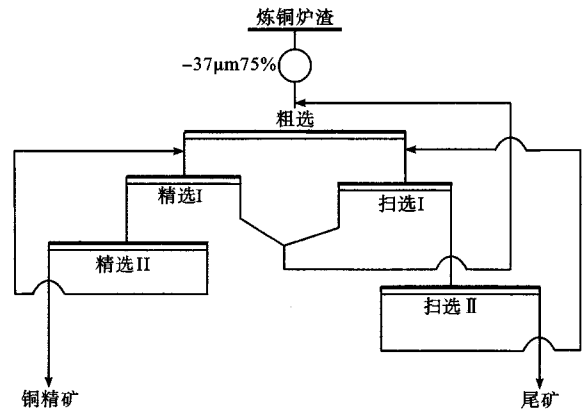


图3 闭路试验流程

Fig. 3 The closed-circuit test flowsheet

表6 闭路浮选试验结果

Table 6 The closed-circuit flotation test results

产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
铜精矿	5.25	15.74	74.65
尾矿	94.75	0.296	25.35
原矿	100.00	1.107	100.00

4 结 论

(1) 炼铜炉渣中铜含量在 1.21%,是回收的主
要金属元素。铜主要以硫化物的形式存在,理论回
收率约 90%。

(2) 铜渣粗选的最佳磨矿细度为 -37 μm 75%,
捕收剂种类为混基黄药,黄药用量为 48 g/t,浮选浓
度为 42%。在此基础上,进行浮选开路流程试验,
确定铜精矿再选为铜渣浮选的较佳选别流程。

(3) 在闭路条件试验下,可获得铜品位为
15.74%,回收率为 74.65%的浮选指标,实现了铜
渣中铜资源的清洁、有效回收。

参考文献:

- [1] 李磊, 王华. 铜渣综合利用研究与进展[J]. 冶金能源, 2009(1): 44-47.
- [2] 王红梅, 刘四清. 国内外铜炉渣选矿及提取技术综述[J]. 铜业工程, 2006(4): 19-22.
- [3] 王珩. 从炼铜厂炉渣中回收铜铁的研究[J]. 广东有色金属学报, 1998, 18(2): 56-65.
- [4] 张荣良. 闪速炼铜转炉渣浮选尾矿综合利用的研究[J]. 江西有色金属, 2001, 15(1): 31-35.
- [5] 陈名洁. 国内铜炉渣选矿现状及工艺流程设计探讨[J]. 有色冶金节能, 2013(2): 46-49.

Research on Flotation tests for Copper Smelting Slag

Xue Chunhua¹, Zheng Yongxing², Dong Tianlong¹

(1. Datun Beneficiation Branch Company of Yunnan Tin Group, Gejiu, Yunnan, China

2. State Key Laboratory of Complex Nonferrous Metal Resources Clean Utilization, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China)

Abstract: The content of the valuable metal in the copper-bearing slag is high, the recovery and utilization of the slag can alleviate the contradiction between supply and demand of the resources, reduce the pollution, and improve the comprehensive utilization rate of the resources. The traditional treatment of copper-bearing slag has the disadvantage of high cost, low copper recovery and serious pollution. An experimental study on the recovery of copper from copper-bearing slag as a kind of material with the characteristics of containing various metals, hard texture, brittle, hard to grind, and fine dissemination size. These factors such as grinding fineness, flotation concentration and collector type were firstly examined, thus fixing the grinding degree of fineness is 37 μm accounting for 75%, the flotation concentration was 42%, mixed group xanthate as collector. Then through the open circuit flotation test, adopting a closed circuit with a stage rougher flotation, two stage cleaning and two stage scavenging. The indexes of copper concentrate grade 15.74%, copper recovery 74.65% were obtained. The clean and effective recovery of copper slag can be realized, which can provide reference for further expansion experiment. The research of this technology can provide a reference for the efficient extraction of similar copper containing refractory materials.

Keywords: Copper-bearing slag; Flotation; Cleaning recovery

(上接 89 页)

Eclogite Type Qinghai Rutile Technological Mineralogical Research

Li Linqing, YingYongpeng, Xiong Xin, Chen Pan, Zhao Yuqing

(Qinghai Province Geology Ore Testing and Application Center, Xining, Qinghai, China)

Abstract: The mineralogy of the eclogite-type rutile in Qinghai was studied by means of optical microscope, multi-element analysis, electron probe and X-ray powder diffractometer. It was found that the ore is mainly composed of Fe, Al Mg, K, Na, Mn, Si, S, O and so on. It is found that the minerals in the ore are mainly composed of iron-aluminum garnet, omphacite, amphibole, chlorite and rutile, The content of garnet is 56.5% and the content of pyroxene is 24.2%. The structure and structure of the ore are identified, and the mineral size of the main mineral is determined. The results show that the titanium in the ore is mainly in the form of rutile, the embedding size is medium and fine grain embedding, and the rutile and the pyroxene are wrapped by the garnet and omphacite, resulting in lower recovery rate of rutile. Thick, and most of the rutile and garnet and pyroxene contact between the more straight, is conducive to the dissolution of rutile monomer, mineral processing recovery is not difficult. This process mineralogy provides important reference for the selection and smelting process and comprehensive utilization of eclogite type rutile in Qinghai.

Keywords: Rutile; Garnet; Omphacite; Process mineralogy