

某难选白钨矿预选工艺研究

刘建国, 张军, 汤玉和

(广东省资源综合利用研究所, 稀有金属分离与综合利用国家重点实验室, 广东省矿产资源开发及综合利用重点实验室, 广东 广州 510650)

摘要: 某白钨矿钨品位仅 0.38%, 矿物组成复杂, 嵌布粒度细, 矿石中含多种硫化矿、多种大量含钙脉石, 为难选白钨矿。试验针对矿石工艺矿物学特点, 进行了全浮选、高梯度磁选-浮选、重选-浮选 3 种粗选预选工艺研究。结果表明, 高梯度磁选-浮选工艺获得的钨粗精矿钨品位最高, 为 6.16%, 钨回收率达到 85.27%, 该工艺相比其他两种工艺, 工艺简单, 处理量大, 药剂用量少, 成本低, 是适宜开发此类矿物的预选工艺。高梯度磁选-浮选预选工艺获得的白钨粗精矿经简单加温精选可获得 W03 品位 66.28%、W03 回收率 77.87% 的白钨精矿产品, 实现了此类白钨矿的合理利用。

关键词: 白钨矿; 预选工艺; 浮选; 高梯度磁选; 重选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2018.03.015

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2018) 03-0074-04

钨是一种银白色的高熔点的稀有金属, 具有优异的物理、力学和化学性能, 被广泛应用到硬质合金领域, 钢材及特种合金领域, 照明工业领域, 化学工业领域, 石油工业领域, 及高技术领域^[1]。

目前, 地壳中仅发现有 20 余种钨矿物和含钨矿物, 其中主要开发利用的矿物是黑钨矿族和白钨矿族, 而白钨矿族只有白钨矿这一种具有经济价值的矿物。

白钨矿的选矿以浮选为主^[2-3], 其次为重选, 或其联合工艺流程。其中浮选全工艺流程通常为浮选粗选预选与浮选加温精选, 加温精选分选效果的优劣与粗选预选获得的粗精矿的品质关系密切。广东省资源综合利用研究所根据某废弃的低品位白钨矿工艺矿物学特点, 针对白钨矿粗选预选工艺进行了详实的试验研究, 试验对比了全浮选、高梯度磁选-浮选、重选-浮选 3 种粗选预选工艺。试验结果表明, 高梯度磁选-浮选预选工艺

简单, 药剂用量少, 选矿成本低, 选矿指标好, 获得的粗精矿是优质的加温精选原料, 为此类白钨矿的可开发利用奠定了技术基础。

1 矿石性质

1.1 原矿多元素分析

原矿中钨品位为 0.38%, 钨品位较低, 原矿多元素分析结果见表 1。

表 1 原矿多元素分析结果 / %

Table 1 Results of multi-element analysis of the run-of-mine ore

WO ₃	Cu	Pb	Zn	Mo	Sn	Mn
0.38	0.17	0.048	0.30	0.012	0.014	1.08
S	P	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	As
2.28	0.042	38.55	19.24	1.82	3.23	0.01

1.2 原矿矿物组成

原矿矿物组成结构见表 2。

收稿日期: 2017-08-22

基金项目: 广东省科学院科研平台环境与能力建设专项资金项目 (2016GDASPT-0204)

作者简介: 刘建国 (1984-), 男, 工程师, 研究方向为黑色金属、有色金属、稀有金属选矿工艺。

表2 原矿矿物组成结果

Table 2 Mineralogical composition of the run-of-mine ore					
矿物	含量 /%	矿物	含量 /%	矿物	含量 /%
白钨矿	0.468	方铅矿	0.037	高岭土	2.464
钼钨钙矿	0.008	石英	14.774	蒙脱石	3.171
黄铜矿	0.391	长石	0.995	方解石	8.939
辉铜矿	0.005	绢云母	0.396	白云石	5.222
斑铜矿	0.005	金云母	0.483	菱铁矿	1.754
硫砷铜矿	0.019	透辉石	5.882	钛铁矿	0.623
孔雀石	0.002	钙铁榴石	41.451	硬锰矿	0.303
辉钼矿	0.004	钙铝榴石	6.513	磷灰石	0.191
黄铁矿	3.824	绿帘石	0.208	其他	0.503
闪锌矿	0.372	绿泥石	0.993	合计	100.000

表2结果表明,原矿矿物种类多,组成复杂。矿石中钨矿主要是白钨矿和钼钨钙矿,矿石中含多种硫化矿,如黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉钼矿等;矿石中含大量含钙脉石,如钙铁榴石、方解石、白云石、钙铝榴石等;矿石中其他脉石还有石英、透辉石、蒙脱石、高岭土等矿物。

1.3 原矿钨的配分结果

原矿钨的配分结果见表3。

表3 原矿中钨的配分结果

Table 3 Distribution of tungsten in run-of-mine ore			
矿物名称	含量 /%	WO ₃ 品位 /%	WO ₃ 分布率 /%
白钨矿	0.468	73.010	89.858
钼钨钙矿	0.008	0.210	0.004
黄铜矿	0.391	/	/
辉铜矿	0.005	/	/
斑铜矿	0.005	/	/
硫砷铜矿	0.019	/	/
孔雀石	0.002	/	/
其他金属硫化矿	4.237	0.089	0.992
非磁性矿物	30.113	0.032	2.534
磁性矿物	64.464	0.039	6.612
其他	0.288	/	/
合计	100.000	0.380	100.000

表3结果表明,此矿石中的钨矿物主要为白钨矿,钨的金属分布率达到89.858%,其次钼钨钙矿,钨的金属分布率达到0.004%,两种矿物钨的金属分布率为89.862%,则钨的理论回收率为89.862%。

1.4 白钨矿的粒度分布结果

白钨矿的粒度分布结果见表4。

表4 白钨矿的粒度分布结果

Table 4 Results of particle size distribution of tungsten						
粒级 / mm	+0.08	-0.08+0.04	-0.04+0.02	-0.02+0.01	-0.01	合计
白钨矿含量 /%	20.06	31.24	26.41	18.65	3.64	100.00

由表4结果可以知道,白钨矿主要集中在0.01~0.16 mm之间,白钨矿的嵌布粒度较细,不易解离。

2 结果与讨论

根据矿石工艺矿物学特点,及白钨矿与主要脉石矿物之间的可浮性差异、密度差及磁性差异,分别进行了全浮选预选工艺(方案1)、高梯度磁选-浮选预选工艺(方案2)、重选-浮选预选工艺(方案3)3种预选工艺试验试验结果见表5。

表5 不同选矿工艺流程试验结果

Table 5 Results of different preconcentration technology				
工艺流程	产品名称	产率 /%	WO ₃ 品位 /%	WO ₃ 回收率 /%
方案1	硫化矿粗精矿	4.57	0.21	2.51
	钨粗精矿	6.13	5.41	87.31
	尾矿1	4.76	0.23	2.88
	尾矿2	84.54	0.033	7.30
	合计	100.00	0.38	100.00
方案2	磁性物	51.34	0.052	7.01
	硫化矿粗精矿	4.43	0.14	1.36
	钨粗精矿	5.26	6.16	85.27
	尾矿	38.97	0.062	6.36
	合计	100.00	0.38	100.00
方案3	重选尾矿	55.26	0.048	7.01
	钨粗精矿	5.37	5.61	79.21
	硫化矿粗精矿	4.21	0.13	1.44
	粗选尾矿	39.08	0.12	12.34
	合计	100.00	0.38	100.00

表5结果表明,方案1和方案2钨粗精矿的钨回收率比方案3的高,而方案1和方案2钨粗精矿的钨品位比方案3钨粗精矿钨品位略高或与之接近,因此,综合考虑钨粗精矿钨品位和钨回收率,方案1和方案2比方案3效果好。

方案2的钨粗精矿钨品位比方案1钨粗精矿

钨品位高 0.75%，而方案 1 的钨粗精矿钨回收率比方案 2 的钨粗精矿钨回收率高 2.04%，方案 2 和方案 1 各有优势。但比较方案 1 和方案 2 的工艺流程我们可以看到，方案 1 的药剂用量为方案 2 药剂用量的 2 倍还多，且方案 1 的工艺流程比方案 2 的工艺流程更复杂。综合考虑上述因素，在方案 2 和方案 1 指标相近的情况下，方案 2 的工艺流程简单，药剂用量少，处理量大，成本低，因此，试验选用方案 2 作为钨粗选预选的工艺流程。

以方案 2 获得的粗精矿为加温精选给矿，经简单工艺即可获得高品质的白钨精矿产品。加温精选工艺流程见图 1，试验结果见表 6。

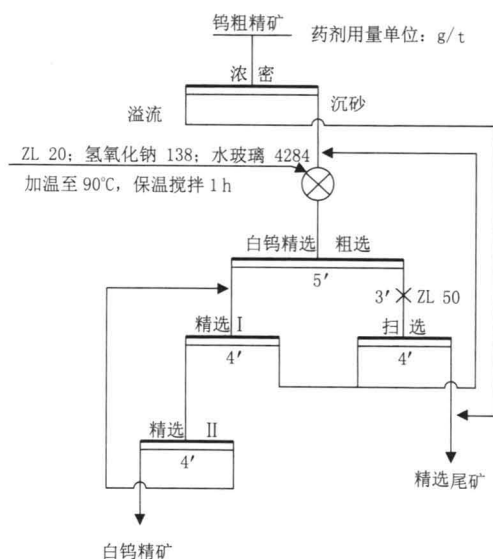


图 1 加温精选工艺流程

Fig. 1 Flowsheet of heating cleaning

表 6 加温精选试验结果

Table 6 Results of the heating cleaning test

产品名称	产率 /%	对原矿产率 /%	WO ₃ 品位 /%	WO ₃ 回收率 /%	WO ₃ 对原矿回收率 /%
白钨精矿	8.49	0.447	66.28	91.32	77.87
精选尾矿	91.51	4.813	0.58	8.68	7.40
合计	100.00	5.260	6.16	100.00	85.27

加温精选获得的白钨精矿 WO₃ 品位 66.28%，WO₃ 回收率 77.87%，达到一类一级白钨精矿质量标准 (YS/T 231—2007)，因此，高梯度磁选 - 浮选预选工艺是开发此类资源的适宜预选工艺。

3 结 论

(1) 某白钨矿钨品位 0.38%，矿物组成复杂，嵌布粒度细，含钙脉石种类多且含量大，并伴有多种硫化矿，是难选白钨矿。

(2) 试验研究对比了全浮选工艺、高梯度磁选 - 浮选工艺、重选 - 浮选工艺 3 种预选工艺，结果表明，高梯度强磁选 - 浮选工艺简单，药剂消耗量少，成本低，获得白钨粗精矿指标好，是适宜此类白钨矿的预选工艺。

(3) 高梯度强磁选 - 浮选预选工艺的白钨粗精矿，钨品位 6.16%，钨回收率 85.27%，经简单的加温精选工艺可获得 WO₃ 品位 66.28%，WO₃ 回收率 77.87% 的一类一级白钨精矿，实现了此类资源的可利用化。

参考文献:

- [1] 邱显扬, 董天颂. 现代钨选矿 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2012. 1-6.
- [2] 徐晓萍, 梁冬云, 喻连香, 等. 江西某大型白钨矿钨的选矿试验研究 [J]. 中国钨业, 2007 (2): 23-26.
- [3] 高玉德, 梁冬云, 徐晓萍, 等. 西北某白钨矿常温浮选工艺研究 [J]. 中国钨业, 2010 (3): 11-14.

(下转 10 页)

- [J]. 有色金属:选矿部分, 2017(5): 6-8.
- [65] 孙广周, 单勇, 李向益, 等. 云南某难选铜铅硫化矿浮选分离试验研究 [J]. 有色金属:选矿部分, 2017(5): 9-13.
- [66] 林榜立, 蒋茂林, 蔡振波, 等. 新型无毒铜铅分离有机抑制剂 FY09 的合成及抑制性能研究 [J]. 有色金属:选矿部分, 2017(5): 83-88.
- [67] 申少贺, 郑桂兵, 任爱军. 羧甲基淀粉取代度对抑制赤铁矿影响 [J]. 有色金属:选矿部分, 2017(6): 71-76.
- [68] 耿志强, 刘润清, 孙伟. 河北某泥化黄铜矿浮选脱泥-微泡浮选试验研究 [J]. 矿冶工程, 2017(5): 56-59.
- [69] 冉秀川, 高惠民, 任子杰, 等. 钡离子对萤石、重晶石和方解石浮选行为的影响 [J]. 非金属矿, 2017(7): 73-7.
- [70] 李凤九, 张洪周. 某复杂难选铜硫矿铜硫分离试验研究 [J]. 矿产综合利用, 2016(3): 63-66.
- [71] 邱先辉, 马强, 袁勤智, 等. 不同抑制剂对萤石与方解石浮选分离影响 [J]. 非金属矿, 2017(6): 60-62.
- [72] 刘强, 王莹, 柳华丽. 某有色金属矿山酸性重金属废水治理试验研究 [J]. 黄金, 2017(1): 68-72.
- [73] 张春菊, 邱先辉, 邱廷省. 白钨选矿废水磁预处理技术效果评价与分析 [J]. 矿产保护与利用, 2017(1): 51-54.
- [74] 张文波. 金精矿浸出含氰废水的处理 [J]. 黄金, 2017(5): 73-75.

The Development of Flotation Reagent in 2017

Zhu Yimin, Zhou Jing

(Hunan Research Institute of Non-ferrous Metals, Changsha, Hunan, China)

Abstract: The information about flotation reagents in 2017 were partly collected in this paper. Meanwhile, the four aspects of sulphide mineral collectors, oxide mineral collectors, regulators, wastewater treatment were introduced and briefly commented.

Keywords: Flotation reagents; Sulphide minerals; Oxide minerals; Collectors; Regulators; Wastewater treatments

////////////////////////////////////
(上接 76 页)

Research on Preconcentration Technology of a Refractory Scheelite Ore

Liu Jianguo, Zhang Jun, Tang Yuhe

(Guangdong Institute of Resources Comprehensive Utilization, State Key Laboratory for Separation and Comprehensive Utilization of Rare Metals, Guangdong Key Laboratory for Development and Comprehensive Utilization of Mineral Resources, Guangzhou, Guangdong, China)

Abstract: The grade of WO_3 in a scheelite ore is only 0.38%, and the mineral component of this ore is complex, the dissemination size of this ore is fine, there are various sulfide ores and lots of different calcium bearing gangue minerals, so, this ore is refractory ore. There are 3 kinds of preconcentration technology based on the process mineralogy characteristic of this ore, the process of whole froth flotation, the process of High Gradient Magnetic Separation(HGMS)-froth flotation, the process of gravity separation-froth flotation, the results indicate that, the WO_3 grade of HGMS-flotation concentration is highest as 6.16% with the nice WO_3 recovery of 85.27%, this process is more simple, higher treatment quantity, lower cost and less dosage of reagent than the other 2 kinds of processes, so, the HGMS-flotation preconcentration technology is suitable for this ore. And the product of HGMS-flotation preconcentration technology has good quality, it is easy to get the final high quality white tungsten concentrate by heating cleaning, the WO_3 grade of the tungsten concentrate is 66.28% with WO_3 recovery of 77.87%. So, this ore can be utilized.

Keywords: Scheelite; Preconcentration technology; Flotation; High gradient magnetic separation; Gravity separation