

# 湖南某白钨矿选矿试验研究

胡红喜, 张忠汉

(广州有色金属研究院, 广东 广州 510650)

**摘要:**湖南某白钨矿矿物组成复杂、矿石嵌布粒度细、含有方解石、萤石及其他富钙、镁脉石矿物, 该类脉石矿物具有与白钨矿相似的可浮性, 对白钨浮选干扰较大, 为解决这一问题, 研发了选矿新工艺。试验采用脱硫尾矿作为白钨浮选给矿 ( $WO_3$  0.54%), 白钨粗选段采用组合调整剂  $Na_2CO_3 + Na_2SiO_3$  以及新型捕收剂 GY-WA 进行白钨粗选段浮选, 获得白钨粗精矿品位 6.97%  $WO_3$ , 对白钨浮选给矿回收率为 93.01%。白钨精选段采用组合调整剂 NS 和改性  $Na_2SiO_3$  进行加温浮选, 得到白钨精矿品位为 70.14%  $WO_3$ , 作业回收率 93.89%, 对白钨浮选给矿回收率为 87.33%, 选矿指标良好。

**关键词:**白钨矿; 浮选; GYWA 选矿药剂

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.06.009

中图分类号: TD952 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2013)06-0035-04

## 1 矿石性质

该矿石中主要金属矿物为白钨矿、辉钼矿, 脉石矿物除萤石、方解石外, 还有富含钙、铁的脉石矿物, 如辉石、绿泥石、绿帘石、白云母、黑云母、磷灰石、铁白云石等, 经岩矿鉴定, 这些脉石矿物的含量分别为

16.72%、4.95%、5.35%、2.454%、2.224%、0.719%、0.246%。经钨物相分析,  $WO_3$  在白钨矿、黑钨矿和钨华中的金属分布率分别为 94.81%、1.85% 和 3.33%。原矿多元素分析见表 1, 钨物相结果见表 2。

表 1 原矿多元素分析/%

Table 1 The multi-elements analysis of the raw ore

$WO_3$	Mo	S	$CaCO_3$	$CaF_2$	Bi	P	As	Sn	$SiO_2$	$Al_2O_3$	Cu	Pb	Zn	Fe	MgO	Ag*
0.54	0.036	0.78	5.34	2.63	0.072	0.20	0.047	0.026	66.96	7.35	0.025	0.0064	0.023	10.34	3.12	1.98

\* 单位为 g/t。

表 2 原矿钨物相分析

Table 2 The analysis of the tungsten phase

矿物	白钨矿	黑钨矿	钨华	合计
含量 $WO_3$ /%	0.512	0.010	0.018	0.54
分布率 $WO_3$ /%	94.81	1.85	3.34	100.00

## 2 原矿选矿工艺流程简述

试验原料中白钨矿的粒度较细, 需要磨细至 0.2mm 以下才能单体解离, 由于白钨矿性脆, 在磨矿过程中易过粉碎, 采用重选回收效果差。目前, 国内对细粒单一白钨矿石在粗选段多采用在弱碱性介质中调浆后用脂肪酸类捕收剂浮选<sup>[1]</sup>, 富含钙、镁的脉石矿物具有较好的可浮性, 将夹杂进入白钨粗精矿, 影响粗精矿的进一步精选。为强化对粗精矿中

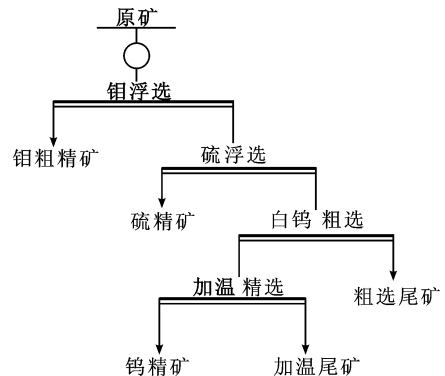


图 1 试验原则流程

Fig. 1 The principal flowsheet of the test

富含钙、镁脉石的选择性抑制, 试验采用改进的“彼得洛夫法”进行加温精选<sup>[2]</sup>, 获得最终的白钨精矿。

试验流程为“钼浮选-硫浮选-白钨粗选段浮选-白钨精选段加温浮选”,硫浮选尾矿(WO<sub>3</sub> 0.54%)作为白钨浮选给矿,原则流程见图 1。

### 3 白钨浮选试验及结果

#### 3.1 白钨粗选试验

白钨矿粗选阶段进行了调整剂和捕收剂的试验研究,试验流程见图 2。

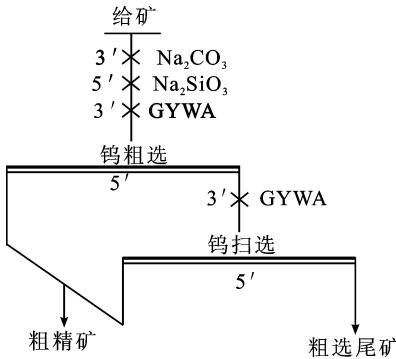


图 2 白钨粗选试验流程

Fig. 2 The flowsheet of the scheelite roughing test

##### 3.1.1 粗选调整剂试验

在白钨矿浮选中,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaOH 常与 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 进行组合抑制脉石矿物,试验研究了组合调整剂 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>、NaOH+Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaOH+Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>对白钨浮选的影响,试验结果见表 3。

表 3 调整剂种类及试验结果

Table 3 The test results of types of regulators

调整剂种类	用量 /g · t <sup>-1</sup>	给矿品位 WO <sub>3</sub> /%	WO <sub>3</sub> 品位/%	WO <sub>3</sub> 回收率/%
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1000+1500	0.54	4.41	92.47
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1000+2200	0.54	5.61	91.89
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1000+3000	0.54	6.08	90.01
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1500+2200	0.54	4.59	92.24
NaOH+Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1000+2200	0.54	6.01	89.79
NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	500+500+2200	0.54	5.67	90.22

由表 3 可以看出,采用组合调整剂 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>,在一定范围内都可以得到较好的白钨粗精矿浮选指标。

##### 3.1.2 调整剂用量对白钨粗选的影响

###### 3.1.2.1 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>用量对白钨浮选的影响

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>用量对白钨浮选的影响结果见图 3。

由图 3 可以看出,随着 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>用量的增加,钨粗精矿的品位有所提高,但随着其用量的增大,钨的回收率增加缓慢,钨粗精矿品位下降。

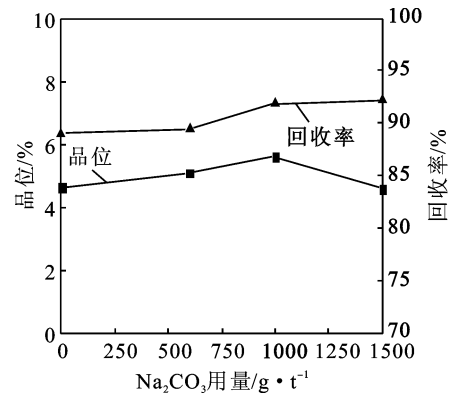


图 3 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>用量对白钨矿浮选的影响

Fig. 3 The influence of the dosage of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> on scheelite flotation

###### 3.1.2.2 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>用量对白钨浮选的影响

Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>用量对白钨浮选的影响结果见图 4。

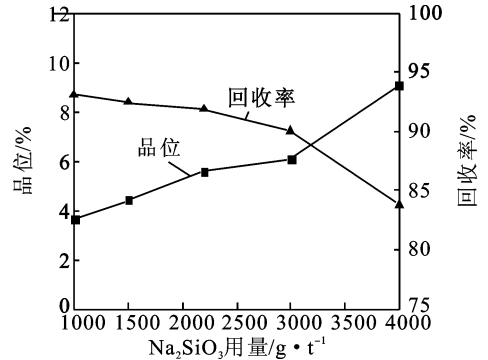


图 4 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>用量对白钨矿浮选的影响

Fig. 4 The influence of the dosage of Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> on scheelite flotation

由图 4 可以看出,Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>对白钨矿浮选有着重要影响,只有适宜的用量才能起到选择性抑制作用。随着 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>用量的增加,白钨粗精矿的品位提高,回收率呈现下降的趋势。

##### 3.1.3 粗选捕收剂试验研究

采用广州院研制的几种新型捕收剂 GYWA、GYW、GYR 与常规的 731、油酸钠进行了白钨粗选捕收剂对比试验,扫选用量减半,试验结果见表 4。

表 4 捕收剂种类及试验结果

Table 4 The test results of types of collectors

捕收剂	用量 /g · t <sup>-1</sup>	给矿品位 WO <sub>3</sub> /%	WO <sub>3</sub> 品位/%	WO <sub>3</sub> 回收率/%
GYWA	360+180	0.54	5.61	91.89
GYW	360+180	0.54	5.72	89.49
GYR	360+180	0.54	6.35	87.65
731	360+180	0.54	7.10	82.49
油酸钠	360+180	0.54	2.86	93.12

由表 4 结果可知,采用 GYWA 作捕收剂时,其选择性较好,且能得到较好的粗精矿指标。GYW、GYR 次之,731、油酸钠效果则较差。GYWA 捕收剂易于溶解,在低温下仍具有良好的活性;其选择性较好,且能得到较好的粗精矿指标。

### 3.1.4 GYWA 用量对白钨浮选的影响

GYWA 用量对白钨浮选的影响结果见图 5。

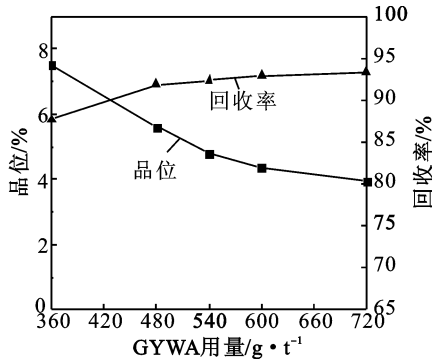


图 5 GYWA 用量对白钨矿浮选的影响

Fig. 5 The influence of the dosage of GYWA on scheelite flotation

由图 5 可以看出,随捕收剂 GYWA 用量(粗选:扫选=2:1)增加,白钨粗精矿品位降低,回收率升高,当 GYWA 用量大于 480g/t 后,随着用量增加,白钨粗精矿回收率上升缓慢,品位下降较明显。

### 3.2 粗选闭路试验研究

对白钨浮选给矿(WO<sub>3</sub>0.54%),经一次粗选二次精选二次扫选闭路试验(见图 6),可以获得品位为 6.97% WO<sub>3</sub>,回收率 93.01% 的白钨粗精矿。

### 3.3 白钨加温精选试验研究

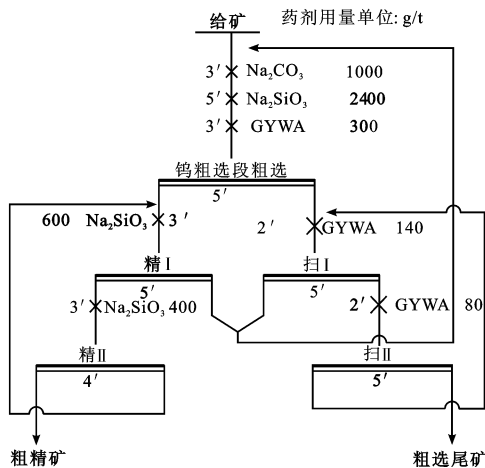


图 6 白钨粗选闭路试验流程

Fig. 6 The closed-circuit test flowsheet of scheelite roughing flotation

采用改进了的“彼得洛夫法”对白钨粗精矿(WO<sub>3</sub>6.97%)进行加温精选(见图 7),将白钨粗精矿浓度浓缩到 50%~60%,加入调整剂 NS 和改性 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>后进行加温搅拌到 90℃,保温 1h 后进行闭路试验,得到白钨精矿品位为 70.14% WO<sub>3</sub>,作业回收率高达 93.89%,对白钨浮选给矿回收率为 87.33%。

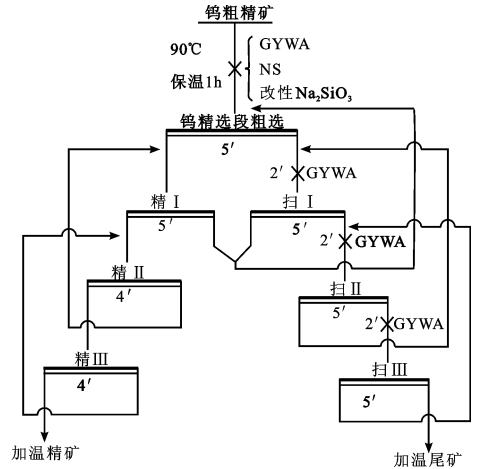


图 7 白钨加温精选闭路试验流程

Fig. 7 The closed-circuit test flowsheet of scheelite heating cleaning flotation

## 4 结 论

(1)白钨矿粒度较细,脉石矿物除萤石、方解石外,还有富含钙、铁的脉石矿物,如辉石、绿泥石、绿帘石、白云母、黑云母、磷灰石、铁白云石等,对白钨矿浮选干扰较大。采用组合调整剂 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>以及新型捕收剂 GYWA 是获得较好白钨粗选指标的关键。采用改进的“彼得洛夫法”对白钨粗精矿进行加温精选是获得较好白钨精矿指标的关键。

(2)对白钨浮选给矿(WO<sub>3</sub>0.54%),经粗选段闭路试验,可以获得品位为 6.97% WO<sub>3</sub>,回收率 93.01% 的白钨粗精矿。采用改进了的“彼得洛夫法”对白钨粗精矿(WO<sub>3</sub>6.97%)进行加温精选闭路试验,得到白钨精矿品位为 70.14% WO<sub>3</sub>,作业回收率 93.89%,对白钨浮选给矿回收率为 87.33%。

### 参考文献:

[1] 张忠汉. 我国钨矿石浮选技术进展[C]. 2007 年中国稀土资源综合利用与环境保护研讨会论文集. 北京:中国稀土学会,2007:161-165.  
 [2] Z Zhang, P Zhang, S Zhang, et al. Study on the New Flow Sheet and Wastewater Recycling for Xiaoliuguo Copper-bearing Low-grade Scheelite ore[c]. Proceedings of Impc 2010. Brisbane Australia:IMPC Committee,2010:2689-2696.