

文章编号:1673-9981(2012)02-0138-04

广东某白钨矿回收工艺的研究

王国生,徐晓萍,高玉德

广东省工业技术研究院(广州有色金属研究院)选矿研究所,广东 广州 510650

摘要:广东某钨矿的主要有价矿物为白钨矿和黑钨矿。当原矿品位 WO_3 为 0.593% 时,以水玻璃和 Na_2CO_3 为调整剂,ZL 为捕收剂浮钨,可获得品位 WO_3 11% 以上的钨粗精矿。以水玻璃为调整剂,ZL 为捕收剂,对钨粗精矿进行加温精选,可获得品位 WO_3 65.97%、回收率 81.98% 的白钨精矿。

关键词:白钨矿;浮选;加温精选;ZL 捕收剂

中图分类号:TD983;TD954;TD923

文献标识码:A

广东某钨矿 90% 以上的钨矿物为白钨矿,只有少量的黑钨矿。经试验,采用“优先浮硫—白钨常温粗选—钨粗精矿加温精选”的工艺流程回收钨,可获得较理想的选矿指标。

1 原矿性质

该矿石中的金属矿物主要为白钨矿,其次为黑钨矿、黄铁矿、磁铁矿、褐铁矿,及微量锡石。脉石矿物主要为石英、长石、方解石、萤石、透辉石和透闪

石。矿石中的白钨矿呈团块状、不规则粒状嵌布在石英、长石中,或呈自形、半自形晶粒状分布在方解石夹层中。白钨矿的嵌布粒度较均匀,主要粒度范围为 0.02~0.16 mm,其中 75% 以上的白钨矿嵌布粒度大于 0.04 mm。黑钨矿的嵌布粒度小于白钨矿,但嵌布粒度较均匀,主要粒度范围在 0.02~0.08 mm。原矿化学多元素分析结果列于表 1,钨物相分析结果列于表 2。由表 2 可知,钨矿物主要以白钨矿形式存在。

表 1 原矿多元素分析结果

Table 1 Multi-element analysis of raw ore

| 元素 | WO_3 | Mo | Bi | Sn | S | Fe | As | Al_2O_3 | $CaCO_3$ | CaF_2 | SiO_2 | MgO |
|--------|--------|--------|--------|-------|------|-------|-------|-----------|----------|---------|---------|------|
| 含量 w/% | 0.593 | 0.0039 | 0.0042 | 0.023 | 0.44 | 18.60 | 0.018 | 0.64 | 10.76 | 4.85 | 44.04 | 3.40 |

表 2 原矿钨物相分析结果

Table 2 Tungsten phase analysis of raw ore

| 钨物相 | WO_3 品位/% | 占有率/% |
|-----|-------------|--------|
| 白钨矿 | 0.538 | 90.70 |
| 黑钨矿 | 0.043 | 7.32 |
| 钨华 | 0.012 | 1.98 |
| 总钨 | 0.593 | 100.00 |

2 实验结果与讨论

2.1 白钨矿粗选实验

在白钨矿的粗选中,为使白钨矿与含钙脉石矿物有效分离,常用组合调整剂来加大白钨矿与含钙脉石之间的浮游性差异。目前,常用的组合调整剂为:碳酸钠—水玻璃、苛性钠—水玻璃、碳酸钠—苛性钠—水玻璃、碳酸钠—石灰—水玻璃、石灰—水

收稿日期:2012-04-12

作者简介:王国生(1957-),男,福建福州人,教授级高工,本科。

玻璃等。经试验确定,在钨粗选段采用碳酸钠—水玻璃为组合调整剂。

2.1.1 水玻璃用量的影响

水玻璃对白钨矿浮选的影响很大。水玻璃用量过低,则不能有效抑制辉石、萤石等含钙脉石矿物;水玻璃用量过大,则对白钨矿浮选产生抑制作用。本实验中所用水玻璃的模数为2.4~2.6、密度为1.335 g/cm³。在调整剂Na₂CO₃用量为1000 g/t、捕收剂ZL用量为450 g/t的条件下,进行钨粗选水玻璃用量实验,实验结果如图1所示。由图1可知,当水玻璃用量低于5 kg/t时,随着水玻璃用量增加,钨精矿品位提高,回收率变化不大。当水玻璃用量为5 kg/t时,钨精矿品位和回收率最高。当水玻璃用量继续增加时,钨精矿品位和回收率下降。所以确定水玻璃合适用量为5 kg/t。

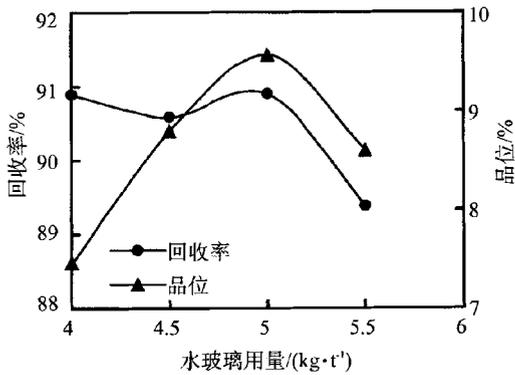


图1 水玻璃用量对钨浮选的影响

Fig.1 Effect of Na₂SiO₃ dosage on tungsten flotation

2.1.2 Na₂CO₃用量的影响

Na₂CO₃不仅可调节矿浆的碱度,而且可改变白钨矿的表面活性。如果Na₂CO₃用量合适,可加快白钨矿的浮游速率,分散矿泥。按图2所示的流程进行Na₂CO₃用量实验,实验结果列于表3。由表3可知,随Na₂CO₃用量增加,钨精矿品位和回收率都是提高到一定程度后又下降。经综合考虑,确定Na₂CO₃合适用量为1000 g/t。

2.1.3 捕收剂用量实验

ZL捕收剂是广州有色金属研究院研发的一种新型高效钨矿物特别是白钨矿的捕收剂,具有捕收力强、选择性好的特点。在调整剂Na₂CO₃用量为1 kg/t、水玻璃用量为5 kg/t的条件下,进行捕收剂用量实验,实验结果如图3所示。由图3可知,随捕收

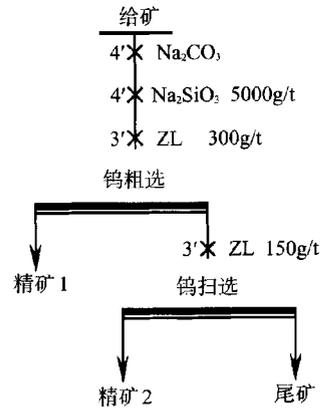


图2 Na₂CO₃用量实验流程

Fig.2 Flowsheet of the Na₂CO₃ dosage

表3 Na₂CO₃用量实验结果

Table 3 Test results of the Na₂CO₃ dosage

| Na ₂ CO ₃ 用量/(g·t ⁻¹) | 产品名称 | 产率/% | 品位WO ₃ /% | 回收率WO ₃ /% |
|---|-------|--------|----------------------|-----------------------|
| 500 pH=8.5 | 精矿1 | 5.02 | 9.77 | 81.90 |
| | 精矿2 | 1.06 | 3.58 | 6.34 |
| | 精矿1+2 | 6.08 | 8.69 | 88.24 |
| | 尾矿 | 93.92 | 0.075 | 11.76 |
| | 给矿 | 100.00 | 0.599 | 100.00 |
| 1000 pH=8.8 | 精矿1 | 4.34 | 11.41 | 82.41 |
| | 精矿2 | 1.03 | 4.38 | 7.51 |
| | 精矿1+2 | 5.37 | 10.06 | 89.92 |
| | 尾矿 | 94.63 | 0.064 | 10.08 |
| | 给矿 | 100.00 | 0.601 | 100.00 |
| 1500 pH=9.0 | 精矿1 | 3.65 | 13.02 | 79.36 |
| | 精矿2 | 1.77 | 3.35 | 9.90 |
| | 精矿1+2 | 5.42 | 9.86 | 89.26 |
| | 尾矿 | 94.58 | 0.068 | 10.74 |
| | 给矿 | 100.00 | 0.599 | 100.00 |
| 2000 pH=9.2 | 精矿1 | 3.72 | 12.46 | 77.34 |
| | 精矿2 | 1.68 | 3.69 | 10.35 |
| | 精矿1+2 | 5.40 | 9.73 | 87.69 |
| | 尾矿 | 94.60 | 0.078 | 12.31 |
| | 给矿 | 100.00 | 0.599 | 100.00 |

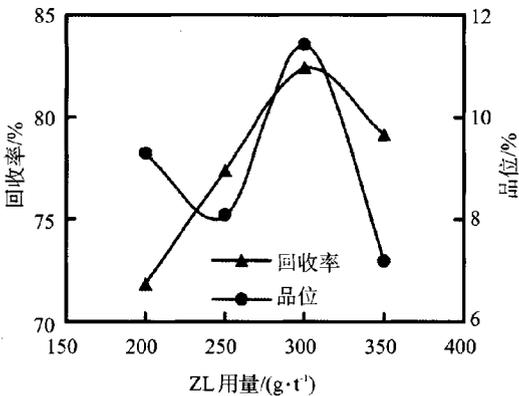


图3 捕收剂ZL用量对钨浮选的影响

Fig.3 Effect of collector ZL dosage on tungsten flotation

剂ZL用量增加,钨精矿回收率增加到一定程度开始下降.当ZL用量为300 g/t时,钨精矿品位和回收率最高.经综合考虑,确定ZL用量为300 g/t较适宜.

2.2 加温精选实验

经过粗选,钨粗精矿品位WO₃可达11%以上,但仍含有大量的萤石、辉石等含钙矿物以及少量可浮性差的硫化矿物,经脂肪酸类捕收剂作用后,其可浮性与白钨矿更为相近,精选分离难度大.要获得WO₃品位达65%以上、回收率较高的钨精矿,加温精选目前仍是白钨矿与萤石、辉石等含钙脉石矿物精选分离的有效方法.

加温精选中水玻璃和ZL用量对钨精矿品位和回收率都有重大影响.将钨粗精矿加温至85~95℃时,添加药剂并保温搅拌1h,然后按图4所示的流程进行水玻璃和ZL用量实验,实验结果列于表4.由表4可知,水玻璃用量不足,精矿品位偏低,但水玻璃过量会使钨精矿回收率降低.在添加水玻璃时,必须添加适量的捕收剂ZL才能保证钨回收率.经

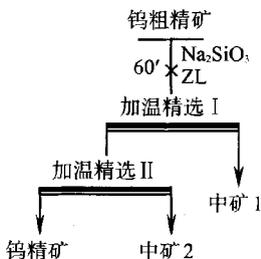


图4 加温精选药剂用量实验流程

Fig.4 Flowsheet of reagent dosage for heating cleaning

表4 钨粗精矿加温精选药剂用量实验结果

Table 4 Experimental results of heating cleaning tungsten rough concentrate

| Na ₂ SiO ₃ 和ZL用量/(g·t ⁻¹) | 产品名称 | 产率/% | 品位WO ₃ /% | 回收率WO ₃ /% |
|---|------|--------|----------------------|-----------------------|
| Na ₂ SiO ₃ 2000 ZL 10 | 钨精矿 | 22.55 | 52.84 | 93.67 |
| | 中矿2 | 3.62 | 4.51 | 1.28 |
| | 中矿1 | 73.83 | 0.87 | 5.05 |
| Na ₂ SiO ₃ 3000 ZL 20 | 钨粗精矿 | 100.00 | 12.72 | 100.00 |
| | 钨精矿 | 19.43 | 60.82 | 92.71 |
| | 中矿2 | 1.57 | 5.34 | 0.66 |
| Na ₂ SiO ₃ 4000 ZL 50 | 中矿1 | 79 | 1.07 | 6.63 |
| | 钨粗精矿 | 100 | 12.75 | 100.00 |
| | 钨精矿 | 17.56 | 67.09 | 92.70 |
| Na ₂ SiO ₃ 5000 ZL 50 | 中矿2 | 6.09 | 7.08 | 3.39 |
| | 中矿1 | 76.35 | 0.65 | 3.91 |
| | 钨粗精矿 | 100 | 12.71 | 100.00 |
| | 钨精矿 | 16.11 | 68.12 | 86.05 |
| | 中矿2 | 6.21 | 18.38 | 8.95 |
| | 中矿1 | 77.68 | 0.82 | 5.00 |
| | 钨粗精矿 | 100 | 12.75 | 100.00 |

综合考虑,确定水玻璃合适用量为3~5 kg/t,ZL合适用量约为50 g/t.

2.3 全流程闭路实验

根据条件实验,进行选钨的全流程闭路实验,其原则流程如图5所示,实验结果列于表5.由表5可知,在原矿品位WO₃为0.593%时,获得品位WO₃65.97%、回收率81.98%的白钨精矿.

表5 白钨矿浮选全流程闭路实验结果

Table 5 Experimental results of scheelite flotation in full flow closed-circuit

| 产品名称 | 产率/% | 品位WO ₃ /% | 回收率WO ₃ /% |
|------|-------|----------------------|-----------------------|
| 钨精矿 | 0.73 | 65.97 | 81.98 |
| 尾矿2 | 3.53 | 0.75 | 4.50 |
| 溢流 | 0.03 | 1.01 | 0.05 |
| 尾矿1 | 91.29 | 0.064 | 9.94 |
| 硫化矿 | 4.42 | 0.47 | 3.53 |
| 原矿 | 100 | 0.593 | 100.00 |

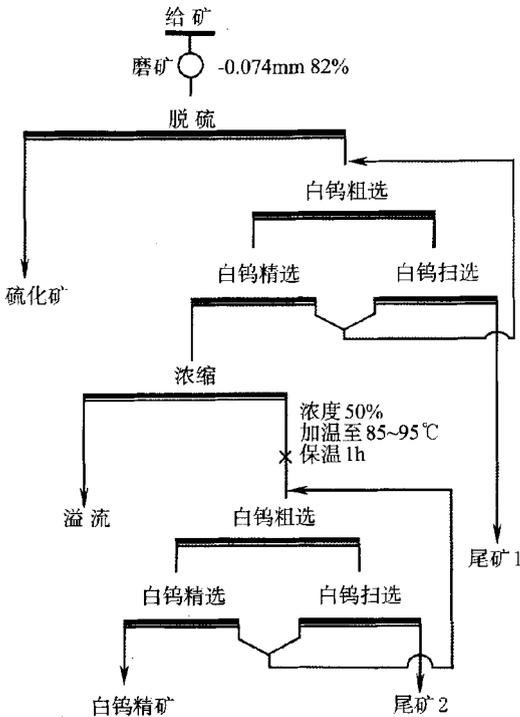


图5 选钨闭路实验原则流程

Fig.5 Principle flowsheet of tungsten floatation on close-circuit experiment

3 结论

在钨的粗选中,调整剂水玻璃和 Na_2CO_3 的组合作用及使用高效捕收剂 ZL 对获得高品位、高回收率的钨精矿很重要. 当原矿品位 WO_3 为 0.593% 时,在水玻璃用量为 5 kg/t、 Na_2CO_3 用量为 1 kg/t、捕收剂 ZL 用量为 300 g/t 的条件下,可获得品位 11% 以上的钨粗精矿. 在水玻璃用量为 3~5 kg/t, ZL 用量约为 50 g/t 的条件下,经加温精选,可获得品位 WO_3 65.97%、回收率 81.98% 的白钨精矿. 该选钨工艺流程及药剂制度简单,易于工业化.

Study on recovery process of scheelite in Guangdong

WANG Guosheng, XU Xiaoping, GAO Yude

Guangdong General Research Institute of Industrial Technology (Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals), Guangzhou 510650, China

Abstract: Scheelite and Wolframite were found in the main marketable minerals of a tungsten ore in Guangdong. After the tungsten flotation was carried out using the sodium silicate and Na_2CO_3 as adjustment agent and ZL as collector when the grade of the crude ore was 0.593% WO_3 , the tungsten rough concentrate containing WO_3 11% were obtained. Then the tungsten rough concentrate is further cleaned by heating with the sodium silicate as adjustment agent and ZL as collector, the scheelite concentrate containing WO_3 65.97% were obtained with the recovery of 81.98%.

Key words: scheelite; flotation; heating cleaning; ZL collector