新型抑制剂在栾川某低品位白钨矿浮选中的应用*

王延锋[1]，亢建华[2]，孙伟[2]，陈臣[2]，郭明杰[1]
（1.洛阳栾川钼业集团股份有限公司，河南 栾川 471500；2.中南大学 资源加工与生物工程学院，湖南 长沙 410083）

摘　要：栾川某低品位白钨矿由于粗选效率低，导致加温精选成本高，钨精矿质量差。试验研究了新型抑制剂CC和水玻璃及其改性化合物的选择性抑制效果，并且增加精选作业来提高白钨矿粗选品位。结果表明，新型抑制剂CC的抑制效果好，且用量小，通过一次粗选、一次精选和一次扫选的闭路试验可得到品位3.12%、回收率82.87%的白钨粗精矿。工业试验结果表明，通过使用新型抑制剂CC并增加精选作业，白钨矿粗选品位从1.03%提高到1.96%，回收率基本保持不变。

关键词：白钨矿；预先精选；抑制剂；酸化水玻璃
中图分类号：TD954；TD923^{+}.14　**文献标识码**：B　**文章编号**：1001－0076(2017)04－0044－04
DOI：10.13779/j.cnki.issn1001－0076.2017.04.010

Application of a New Depressant in a Low Grade Scheelite Flotation in Luanchuan

WANG Yanfeng[1], *KANG Jianhua*[2], *SUN Wei*[2], *CHEN Chen*[2], *GUO Mingjie*[1]
(1. Luoyang Luanchuan Molybdenum Co. Ltd., Luanchuan 471500, China; 2. School of Minerals Processing and Bioengineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The roughing efficiency of a low grade scheelite plant is very low, which leads to the high cost of cleaning and poor quality of scheelite concentrate. The study has a comparison analysis between new depressant CC and sodium silicate and its modified compound. In addition, a pre cleaning is added to improve the grade of scheelite roughing concentrate. The results show that the depressant CC has a better inhibition effect than sodium silicate and its modified compound. The scheelite roughing concentrate with a grade of 3.12% and a recovery of 82.87% is obtained through a closed－circuit. The industrial test results show that the grade of scheelite roughing concentrate is increased from 1.03% to 1.96% by the addition of CC and pre cleaning operation, the recovery remains unchanged.

Key words: scheelite; pre cleaning; depressant; acidified sodium silicate

中国的钨矿资源储量非常丰富，随着钨金属制品需求量的增加，钨矿资源的开发利用也在不断扩大。随着矿产资源的不断消耗，建设高效节能、清洁生产型绿色矿山，提高资源综合利用效率成为新时代矿业发展的挑战和机遇。白钨矿是钨矿资源中重要的矿石类型，普遍存在品位低、嵌布粒度细、伴生矿物复杂等特点，尤其是含钙脉石矿物方解石和萤石的伴生使白钨矿的浮选分离变得非常困难。大量的含钙脉石矿物使捕收剂对白钨矿的选择性降低，因此，使用高效调整剂成为解决白钨矿浮选困难的一个有效途径。水玻璃[1]是白钨矿浮选中常用的抑制剂，但是用量大、效率低是水玻璃使用过程中普

* 收稿日期：2017－05－17
万方数据
作者简介：王延锋(1974－)，男，河南三门峡人，主要从事钨钼选矿研究。Email：wangyf@chinamoly.com。

遍存在的问题。实践证明[2-7],改性水玻璃可以明显增强对脉石矿物的选择性抑制。

栾川某低品位白钨矿选厂存在白钨矿粗选效率低,白钨矿粗选品位低,粗精矿中方解石和萤石的含量高,导致后续加温精选过程中抑制剂的用量增加,精选成本高、效率低、钨精矿品位低等问题一直没有得到解决。试验在保证白钨矿粗选回收率的前提下,采用高效抑制剂 CC 并且增加一次预选精选来有效提高白钨矿粗选阶段的品位,为后续加温精选降低成本、提高钨精矿品位创造条件。

1　矿石性质

栾川某低品位白钨矿原矿主要以矽卡岩型为主。矿石中的主要金属矿物为白钨矿、辉钼矿及磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿等;主要脉石矿物为石榴子石、石英、透辉石、斜长石,其次为方解石、萤石,是典型的以钨为主的多金属伴生矿石[8]。矿石主要化学成分分析结果如表 1,钨的物相分析结果见表 2。

表 1　矿石主要化学成分分析结果　　/%

成分	WO_3	Mo	Fe	S	SiO_2	Al_2O_3
含量	0.114	0.028	9.95	0.85	41.62	4.27
成分	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	CaF_2	
含量	1.82	33.39	0.19	0.13	6.85	

表 2　钨的物相分析结果　　/%

钨的物相	WO_3 含量	分布率
白钨矿中的钨	0.107	94.53
黑钨矿中的钨	0.001	0.24
钨华中的钨	0.006	5.23
总钨	0.114	100.00

由表 1 可知:矿石中有回收价值的元素为钨,WO_3 品位为 0.114%,原矿中 CaO 含量达 33.39%,大量的含钙脉石矿物将会对白钨矿的浮选造成很大影响。主要含钙矿物方解石和萤石在白钨矿浮选过程中大量富集,使白钨矿粗选品位降低,最终影响钨精矿的品位。由表 2 可知:钨主要以白钨矿的形式存在,占总钨的 94.53%。

现场采用常温粗选、加温精选的方案从钼浮选尾矿中回收低品位的白钨矿。粗选以碳酸钠(2 000 g/t)为调整剂,混合脂肪酸 FX-6(250 g/t)为捕收剂,加温精选以氢氧化钠(200 g/t)为 pH 调整剂,水玻璃(50 000 g/t)为抑制剂可以得到品位为 25%~30% 的钨精矿,总实际回收率为 80%。现场工艺流程如图 1 所示。

万方数据

实际生产过程中,由于原矿品位低,原矿中主要的含钙脉石矿物萤石和方解石严重影响白钨矿的浮选,导致白钨粗选品位较低。此外白钨粗精矿中的方解石的品位为 25%~30%,萤石品位为 20%~25%,使后续的白钨精选过程中水玻璃的用量大幅度增加,既增大了白钨加温精选的成本,又影响钨精矿的质量。因此,提高白钨矿粗选品位成为亟待解决的问题。

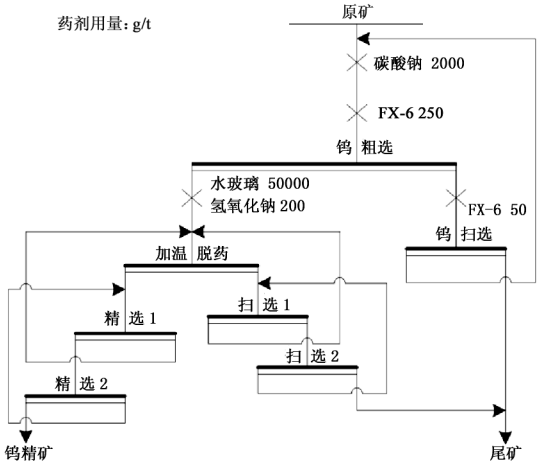

图 1　现场生产工艺流程图

2　试验结果与分析

2.1　白钨矿粗选抑制剂筛选试验

矿样取自栾川某白钨矿选厂,试验条件模拟现场药剂制度。矿浆浓度为 35%~40%,调整剂碳酸钠的用量为 2 000 g/t,捕收剂 FX-6 的用量为 250 g/t。

2.1.1　水玻璃和改性水玻璃用量试验

水玻璃作为常用的分散剂和抑制剂,在白钨矿的浮选分离中有很广泛的应用。低品位矿石的脉石矿物种类繁多且品位高,目的矿物难以选别分离,研究表明水玻璃的改性化合物酸化水玻璃[9]和盐化水玻璃对方解石等含钙脉石矿物有很好的抑制效果。水玻璃及其改性化合物的用量试验结果如图 2 所示。

根据图 2 可知,酸化水玻璃的抑制效果最好,盐化水玻璃次之。随着水玻璃用量的增加,白钨矿粗选品位提高幅度较小,回收率基本不变。酸化水玻璃和盐化水玻璃能有效提高白钨矿的粗选品位,但是回收率逐渐降低。当酸化水玻璃用量增加到800 g/t时,白钨矿粗选品位达到1.35%,回收率为76.43%。

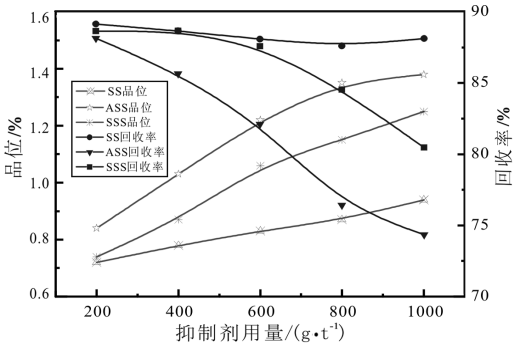

图 2　水玻璃(SS)、酸化水玻璃(ASS)和盐化水玻璃(SSS)用量试验结果

2.1.2　新型抑制剂 CC 用量试验

新型抑制剂 CC(主要成分为有机膦酸类化合物)对含钙脉石矿物方解石的选择性抑制效果较好,且用量小。抑制剂 CC 用量试验结果如图 3 所示。

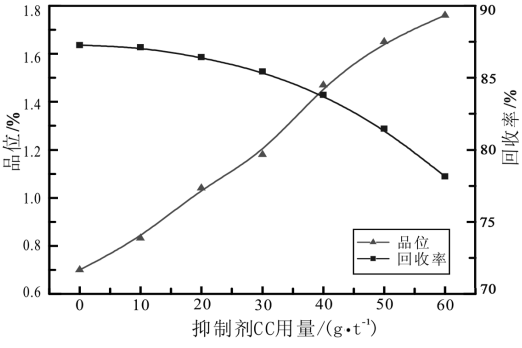

图 3　抑制剂 CC 用量试验结果

根据图 3 可知,与水玻璃和改性水玻璃相比,新型抑制剂 CC 的抑制效果更好。当抑制剂 CC 的用量增加到 60 g/t 时,白钨矿粗选品位达到 1.76%,回收率为 78.15%。

与传统水玻璃相比,新型抑制剂 CC 分子量大,且分子结构中含有亲水的羟基,具有很好的水溶性,并且有良好的螯合作用,能与钙、镁等金属离子形成螯合物。含钙脉石矿物表面的钙离子与新型抑制剂 CC 中的磷酸基结合形成螯合物,从而使含钙脉石表面亲水,达到抑制效果。当新型抑制剂 CC 的用量控制在一定范围内时,可以有效抑制含钙脉石矿物,提高白钨矿的浮选效率。

2.2　白钨矿粗选抑制剂 CC 用量试验

根据图 2 和图 3 的试验结果可知,新型抑制剂 CC 的选择性抑制效果更好,能有效提高白钨矿粗选品位。但是当抑制剂用量增加到一定程度时,会严重影响白钨矿粗选回收率,因此,试验采用增加精选作业来提高白钨矿常温粗选阶段的品位。试验采用一次粗选和一次精选的试验流程,粗选碳酸钠用量为 2 000 g/t,抑制剂 CC 用量分别为 0、20、40、60、80 g/t,捕收剂 FX-6 用量为 250 g/t。精选抑制剂 CC 用量为 40 g/t,试验结果如图 4 所示。

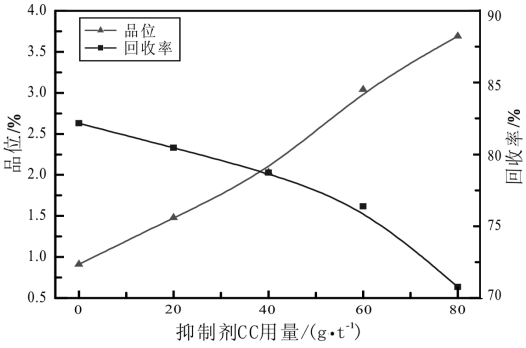

图 4　白钨矿粗选抑制剂 CC 用量试验结果

根据图 4 可知,精选抑制剂 CC 用量为 40 g/t 时,随着粗选 CC 用量的增大,精矿品位逐渐升高,回收率逐渐降低。当粗选 CC 用量为 80 g/t 时,精矿品位达到 3.69%,回收率为 70.76%,精选作业回收率为 89.01%。

2.3　白钨矿精选抑制剂 CC 用量试验

试验采用一次粗选和一次精选的试验流程,粗选碳酸钠用量为 2 000 g/t,抑制剂 CC 用量为 40 g/t,捕收剂 FX-6 用量为 250 g/t。精选抑制剂 CC 用量分别为 0、20、40、60、80 g/t,试验结果如图 5 所示。

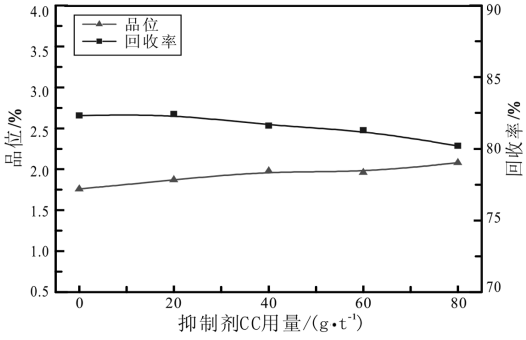

图 5　白钨矿精选抑制剂 CC 用量试验结果

根据图 5 可知,粗选 CC 用量为 40 g/t 时,随着精选 CC 用量的增大,精矿的品位提高幅度较小,回收率基本保持不变。

2.4　白钨矿常温浮选闭路试验

白钨矿粗选阶段脉石矿物与捕收剂作用后,在

万方数据

精选阶段加大抑制剂用量无法有效抑制脉石矿物。因此,选择白钨矿粗选抑制剂 CC 用量为 80 g/t,精选抑制剂 CC 用量为 20 g/t 进行闭路试验。闭路试验流程如图 6,试验结果如表 3 所示。

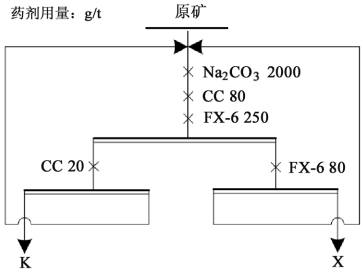

图 6　白钨矿浮选闭路试验流程图

表 3　白钨矿浮选闭路试验结果　　/%

样品	产率	WO_3 品位	WO_3 回收率
K	3.44	3.12	82.87
X	96.56	0.023	17.13
原矿	100.00	0.130	100.00

根据表 3 可知,当粗选抑制剂 CC 用量为 80 g/t,精选抑制剂 CC 用量为 20 g/t 时,精矿品位达到 3.12%,回收率为 82.87%。试验结果表明,增加精选作业能有效提高白钨矿精矿品位,同时保证常温浮选阶段的回收率。

2.5　白钨矿常温浮选工业试验

白钨矿常温浮选工业试验在不改变现场调整剂和捕收剂的条件下,增加常温精选作业,并且在粗选和精选阶段分别加入抑制剂 CC,工业试验期间实际生产指标如表 4 所示。

表 4　白钨矿常温浮选工业试验结果

时间	CC 用量/(g·t^{-1})		品位/%				回收率/%
	粗选	精选	原矿	尾矿	精矿	粗精矿	
7.28－8.2	0	0	0.124	0.021	1.29	1.03	84.44
8.3－8.18	71.25	18.64	0.125	0.021	1.96	1.45	84.10

根据表 4 可知,通过增加常温精选作业,并且使用抑制剂 CC 能有效提高白钨矿常温浮选效率。白钨矿粗选阶段不加抑制剂 CC 的情况下,现场粗精矿品位为 1.03%,增加精选作业后,精矿品位达到 1.29%,回收率为 84.44%。增加精选作业,现场粗选 CC 用量为 71.25 g/t,精选 CC 用量为 18.64 g/t 时,精矿品位达到 1.96%,回收率为 84.10%。试验结果表明,与一段空白粗选相比,通过使用新型抑制剂 CC 并且增加精选作业,白钨矿常温浮选品位从 1.03% 提高到 1.96%,同时保持回收率基本不变,从而为后续加温精选降低成本和提高钨精矿质量提供条件。

3　结 论

白钨矿粗选过程中,新型抑制剂 CC 的选择性抑制效果比水玻璃及其改性化合物的抑制效果好,且用量小。通过使用抑制剂 CC 并且增加精选作业能有效提高白钨矿常温浮选效率。粗选抑制剂 CC 用量为 80 g/t,精选 CC 用量为 20 g/t 时,试验采用一次粗选、一次精选和一次扫选的闭路试验流程可以得到品位 3.12%、回收率 82.87% 的白钨精矿。

工业试验结果表明,现场粗选 CC 用量为 71.25 g/t,精选 CC 用量为 18.64 g/t 时,精矿品位达到 1.96%,回收率为 84.10%。与一段空白粗选相比,通过使用新型抑制剂 CC 并且增加精选作业,白钨矿常温浮选品位从 1.03% 提高到1.96%,回收率基本保持不变。提高白钨矿常温浮选品位能有效减少粗精矿量,降低加温精选成本,提高钨精矿的质量。

参考文献:

[1] 孙伟,宋韶博. 水玻璃及其在白钨矿浮选中的应用和分析[J]. 中国钨业,2013(4):22－25.
[2] 邵辉. 某低品位白钨矿石浮选试验[J]. 金属矿山,2015(1):58－61.
[3] 郭玉武,魏党生,叶从新. 江西某白钨矿选矿工艺研究[J]. 金属矿山,2014(10):69－75.
[4] 陈文胜. 硫化钠在黑白钨加温精选中的应用研究[J]. 中国钨业,2002(3):26－28.
[5] 王秋林,周菁,刘忠荣. 高效组合抑制剂 Y88 白钨常温精选工艺研究[J]. 湖南有色金属,2003(5):11－12.
[6] 曾庆军,林日孝,张先华. 东北某白钨矿选矿工艺的研究[J]. 广东有色金属学报,2006(3):164－167.
[7] 程琼,徐晓萍,曾庆军. 江西某白钨矿粗精矿加温精选试验研究[J]. 矿产综合利用,2007(4):3－6.
[8] 高湛伟,杨剑波,王忠锋. 浮钼尾矿回收白钨的选矿生产实践[J]. 中国钼业,2009(5):14－16.
[9] Bo Feng, Xianping Luo, Jinqing Wang, et al. The flotation separation of scheelite from calcite using acidified sodium silicate as depressant[J]. Minerals Engineering, 2015, 80: 45－49.

引用格式:王延锋,亢建华,孙伟,等. 新型抑制剂在栾川某低品位白钨矿浮选中的应用[J]. 矿产保护与利用,2017(4):44－47.
WANG Y F, KANG J H, SUN W, et al. Application of a new depressant in a low grade scheelite flotation in Luanchuan [J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2017(4): 44－47.

万方数据