

低品位复杂多金属矿中黑白钨矿分选试验研究

邓丽红, 周晓彤

(广州有色金属研究院, 广东 广州 510651)

摘要:对低品位复杂多金属矿脱硫化矿和磁铁矿后的尾矿,采用强磁选分组,磁性产品及非磁性产品分别进行黑钨浮选和白钨浮选,白钨浮选精矿加温精选和酸浸的工艺流程,最终得到含 WO_3 72.59% 的白钨精矿,回收率 30.15%,含 WO_3 55.36% 的黑钨精矿,回收率 47.81%。

关键词:难选钨矿;强磁选;浮选

中图分类号:TD952 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2011)01-0018-03

湖南某大型矽卡岩型多金属矿,矿物种类多达 100 多种,矿物间共生关系及元素赋存状态复杂,是有名的难选多金属矿。尤其是黑白钨矿的回收问题,多年来一直被列为国家重点科技攻关项目。近年来,随着采矿点向西北角难选矿与二矿带贫矿交界处的推进,原矿性质变化很大,品位越来越低。脉石矿物中除含大量的富钙矿物萤石和方解石外,还含有部份富钙、高铁的脉石矿物,对钨的分选干扰较大;且黑钨矿嵌布粒度较细,当磨矿细度达 -0.074mm 90% 以上时,黑钨矿单体解离度才可达 90% 以上,属难选钨矿。对这种低品位复杂难选多金属矿,根据黑钨矿与白钨矿的磁性差异,采用磁选分组,使黑白钨矿在各自适宜的选矿环境中进行分选,可达到分别回收黑白钨矿的目的。

1 矿石性质

该矿样的矿物组成复杂,金属矿物有 13 种,脉石矿物多达 30 多种,主要回收矿物为自然铋、辉铋矿、辉钼矿、磁黄铁矿、黄铁矿、磁铁矿、白钨矿、黑钨矿、锡石,主要脉石矿物为萤石、磷灰石、方解石、铁白云石、石英、长石、钙铁榴石、白云母、黑云母、绿帘石、绿泥石、硅灰石、高岭石、锆石等。

钨矿物主要为白钨矿和黑钨矿,矿石中白钨矿品位 WO_3 0.29%,钨金属占有率 65.61%,黑钨矿品位 WO_3 0.13%,钨金属占有率 29.41%,钨华含 WO_3 0.0022%,钨金属占有率 4.98%。原矿主要元素化学分析结果见表 1,主要矿物嵌布粒度见表 2。

从表 2 可见,白钨矿的嵌布粒度相对较粗,主要

表 1 原矿主要元素化学分析结果/%

WO_3	Mo	Bi	Sn	Fe	Mn	Pb	Zn	Cu	Be	CaF_2	CaO
0.44	0.08	0.17	0.19	8.61	0.33	0.013	0.014	0.015	0.012	21.28	19.64
P	S	$CaCO_3$	TiO_2	MgO	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	Au*	Ag*	
0.016	1.04	3.79	0.11	0.75	35.81	11.86	1.36	0.48	0.25	4.13	

* 单位为 g/t。

粒度范围 $0.02 \sim 0.16\text{mm}$,黑钨矿嵌布粒度相对较细,主要粒度范围 $0.01 \sim 0.08\text{mm}$, -0.02mm 粒级的黑钨矿占 45.98%。辉铋矿主要粒度范围 $0.02 \sim 0.16\text{mm}$,辉钼矿主要粒度范围 $0.01 \sim 0.08\text{mm}$ 。

从不同磨矿细度主要矿物的单体解离度测定结果看,白钨矿嵌布粒度最粗,黑钨矿最细,在磨矿细

度 -0.074mm 含量 62.51% 时,白钨矿的单体解离度已达 92.77%,辉钼矿 88.14%,辉铋矿 82.94%,而黑钨矿的单体解离度只有 76.58%,在磨矿细度达 -0.074mm 含量 89.35% 时,黑钨矿的单体解离度才能达到 90% 以上,因此必须细磨才能实现黑钨矿的单体解离。

收稿日期:2010-07-16

作者简介:邓丽红(1966-),女,高级工程师,从事有色金属及稀有金属选矿工艺研究工作。

表 2 主要矿物嵌布粒度分布/%

粒级/mm	白钨矿	黑钨矿	辉钼矿	辉钨矿	萤石
+0.32	1.83	—	—	—	2.23
-0.32+0.16	7.32	—	5.88	4.34	17.25
-0.16+0.08	41.63	5.46	13.61	7.05	37.01
-0.08+0.04	22.88	18.72	21.33	23.05	26.02
-0.04+0.02	24.13	29.84	39.99	35.53	12.87
-0.02+0.01	2.12	39.89	16.09	26.17	3.72
-0.01	0.09	6.09	3.10	3.86	0.90
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

2 黑白钨矿回收试验研究

原矿磨矿至 -0.074mm 含量 90.85%，添加 Na₂SiO₃、煤油、BK-205 进行钨钼等浮，等浮尾矿添加 Na₂CO₃、SN-9、BK-205 进行钼硫混浮，混浮尾矿经中磁脱除磁铁矿后的非磁产品为黑白钨回收试验的给矿。黑白钨矿回收试验原则流程见图 1。

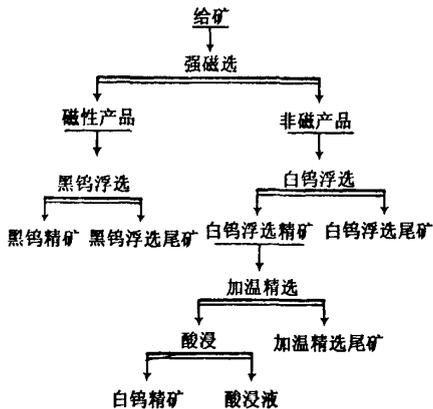


图 1 黑白钨矿回收试验原则流程

2.1 强磁选试验

强磁选试验设备为 SSS-1-45 型周期式高梯度磁选机，磁场强度 1.0T，振动频率 30Hz，磁介质 2 (50%) + 1.5 (50%) mm 棒，流程为一次粗选，试验结果见表 3。

试验结果表明，黑白钨回收试验的给矿经强磁

表 3 强磁选试验结果

产品名称	产率/%	WO ₃ 品位/%	回收率/%
磁性产品	40.17	0.650	57.32
非磁产品	59.83	0.325	42.68
给矿	100.00	0.456	100.00

后，磁性产品中 WO₃ 的分布率为 57.32%，WO₃ 品位 0.65%，非磁产品中 WO₃ 的分布率为 42.68%，WO₃ 品位 0.325%。

2.2 白钨浮选试验

强磁的非磁产品添加 NaOH、Na₂SiO₃ 和特效白钨矿捕收剂 TAB-3 后，经一次粗选三次精选二次扫选，得到含 WO₃ 8.74% 的白钨浮选精矿，作业回收率 75.75%。小型闭路试验结果见表 4。

表 4 白钨浮选试验结果

产品名称	产率/%		WO ₃ /%		回收率/%	
	作业	对强磁给矿	品位	作业	对强磁给矿	
白钨浮选精矿	2.78	1.66	8.74	75.75	32.33	
白钨浮选尾矿	97.22	58.17	0.08	24.25	10.35	
非磁产品	100.00	59.83	0.33	100.00	42.68	

2.3 加温精选试验

白钨浮选精矿浓缩至 50% ~ 60%，添加 NA、NB、TAB-3、Na₂SiO₃ 组合药剂，900℃ 保温 1h 后不脱药直接浮选，经一次粗选三次精选二次扫选，得到含 WO₃ 70.76% 的加温精选精矿，加温精选精矿经酸浸后得含 WO₃ 72.59% 的白钨精矿，作业回收率 93.26%。加温精选小型闭路试验结果见表 5。

表 5 加温精选小型闭路试验结果

产品名称	产率/%		WO ₃ /%		回收率/%	
	作业	对强磁给矿	品位	作业	对强磁给矿	
白钨精矿	11.24	0.187	72.59	93.26	30.15	
加温精选尾矿	88.46	1.468	0.66	6.67	2.16	
酸浸液	0.30	0.005	2.11	0.07	0.02	
白钨浮选精矿	100.00	1.660	8.74	100.00	32.33	

2.4 黑钨浮选试验

强磁选的磁性产品添加 NC、NF、改性水玻璃、HNA、GYB、TA3-P 药剂，经一次粗选四次精选三次扫选，得含 WO₃ 55.36% 的黑钨精矿，回收率 83.41%。黑钨浮选小型闭路试验结果见表 6。

表 6 黑钨浮选小型闭路试验结果

产品名称	产率/%		WO ₃ /%		回收率/%	
	作业	对强磁给矿	品位	作业	对强磁给矿	
黑钨精矿	0.99	0.40	55.36	83.41	47.81	
黑钨浮选尾矿	99.01	39.77	0.11	16.59	9.51	
强磁磁性产品	100.00	40.17	0.657	100.00	57.32	

3 分析与讨论

1. 本矿样主要矿物单体解离度测定结果表明,白钨矿、黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿的嵌布粒度不均匀,白钨矿最粗,黑钨矿最细,辉钼矿、辉铋矿处于中间,黑钨矿必须细磨才能达到单体解离。黑钨矿磨矿细度试验表明,适宜的磨矿细度为-0.074mm 90.85%。但是,由于黑钨矿性脆,易过粉碎,因此生产上应注意细磨与黑钨矿过粉碎的问题。不同磨矿细度主要矿物单体解离度测定结果见图2。

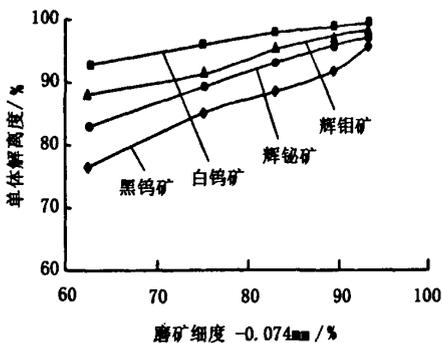


图2 不同磨矿细度主要矿物单体解离度测定结果

2. 从表2可知,原矿中-0.02mm粒级的黑钨矿占45.98%,白钨矿占2.21%。由于黑钨矿比白钨矿更易过粉碎,因此当磨矿细度为-0.074mm含量90.85%时,强磁给矿中-0.02mm粒级的WO₃分布率36.72%,其中的大部份钨矿物为黑钨矿,经强磁选后,磁性产品中+0.02mm粒级的WO₃分布

率95.03%, -0.02mm粒级的WO₃分布率4.97%,这说明强磁选对+0.02mm粒级的黑钨矿回收较好,而对-0.02mm粒级的黑钨矿回收较差。

3. 本矿样中白钨矿与黑钨矿的比例约6.5:2.9。有两种成因的白钨矿,一种是溶液结晶白钨矿,它呈半自形-自形多粒状或脉状、浸染状分布在萤石或石英-云母中;另一种是含钙热液交代黑钨矿而生成的白钨矿,它多分布在黑钨矿边缘或黑钨矿的缝隙中,称为假象白钨矿。后一种白钨矿由于交代黑钨矿,呈弱磁性,在强磁选中部分进入磁性产品中,从而在黑钨浮选中进入了黑钨精矿。这是强磁磁性产品中WO₃的分布率为57.32% > 非磁产品的42.68%,黑钨精矿回收率47.81% > 白钨精矿回收率30.15%,与原矿中黑白钨矿物量之比为1:2不相配的原因。

4 结论

1. 原矿磨矿至-0.074mm 90.85%,脱除硫化矿和磁铁矿后的尾矿经强磁选选别,磁性产品和非磁产品分别进行黑钨矿和白钨矿的浮选回收。

2. 由于假象白钨矿的存在,对该矿样采用强磁-浮选流程回收黑钨矿和白钨矿,会使部分白钨矿进入黑钨精矿中,降低了白钨精矿的回收率。

3. 对脱除硫化矿和磁铁矿后的尾矿采用强磁-浮选-酸浸工艺回收黑白钨矿,可得到含WO₃72.59%,回收率30.15%的白钨精矿,以及含WO₃55.36%,回收率47.81%的黑钨精矿,较好地解决了该难选钨矿的综合回收问题。

Experimental Research on Separating Wolframite and Scheelite from a Low-grade Complex Polymetallic Ore

DENG Li-hong, ZHOU Xiao-tong

(Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou, Guangdong, China)

Abstract: The tailings of a low-grade complex polymetallic ore removed sulfide ore and magnetic iron ore are divided into magnetic products and non-magnetic products by high-intensity magnetic separation. Then wolframite flotation and scheelite flotation of these two kinds of products were carried out. Finally, the scheelite concentrate of 72.59% WO₃ with the recovery of 30.15% by using the technological flowsheets of hot cleaning flotation-acid leaching and the wolframite concentrate of 55.36% WO₃ with the recovery of 47.81% are obtained respectively.

Key words: Refractory tungsten ore; High-intensity magnetic separation; Flotation