

文章编号:1673-9981(2013)04-0264-04

某钨锡矿选矿工艺研究

关 通,周晓彤,邓丽红

广东省工业技术研究院(广州有色金属研究院),广东 广州 510650

摘 要:针对某钨锡矿以黑钨矿为主、且嵌布粒度较粗的矿石性质,采用重—磁联合工艺回收钨锡。先用重选获得钨锡粗精矿,再用磁选分离钨锡。在原矿品位为 WO_3 0.40%、Sn 0.12% 时,可获得钨精矿 WO_3 品位 65.03%、回收率 79.74% 和锡精矿 Sn 品位 39.32%、回收率 53.30% 的较好指标。

关键词:黑钨矿;锡石;重选;磁选

中图分类号:TD952;TD92

文献标识码:A

某钨锡矿以钨为主,伴生有锡金属。钨矿物主要为黑钨矿,嵌布粒度较粗,为更好地综合利用稀有金属资源,对该矿石进行回收钨锡的选矿工艺研究。

1 原矿性质

该矿石中的金属矿物主要为黑钨矿,少量锡石、白钨矿、钨华、磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿,及极少量的黄铁矿、黄铜矿。脉石矿物主要为石英、白云母,其次为长石,及少量萤石、方解石、电气石、黑云母等。黑钨矿在矿石中的嵌布粒度较粗,主要粒度范围为 0.04~2 mm,锡石的嵌布粒度主要范围为 0.02~0.64 mm。原矿多元素分析结果列于表 1,原矿钨、锡物相分析结果列于表 2。由表 2 可知,该矿石中钨矿物主要是黑钨矿,锡矿物主要是锡石。

表 1 原矿多元素分析结果

Table 1 Multi-elementary analysis results in the crude ore									
元素	WO_3	Sn	Cu	S	Fe	Mn	As	$CaCO_3$	
含量 $w/\%$	0.40	0.12	0.02	0.03	2.22	0.09	0.038	0.68	
元素	CaO	K_2O	Na_2O	MgO	Li_2O	Al_2O_3	SiO_2		
含量 $w/\%$	0.58	2.66	0.67	0.59	0.02111	1976.44			

表 2 原矿钨锡物相分析结果

Table 2 Mineral phase analysis of tungsten and tin of the crude ore

钨物相	WO_3 含量	WO_3 占有率	锡物相	Sn 含量	Sn 占有率
	$w/\%$	$/\%$		$w/\%$	$/\%$
黑钨矿	0.34	84.16	锡石	0.10	84.03
白钨矿	0.033	8.17	酸溶锡	0.019	15.97
钨华	0.031	7.67	总锡	0.119	100.00
总钨	0.404	100.00			

在矿石的磨矿细度为 -0.074mm 占 43.20% 时,黑钨矿和锡石的单体解离度测定结果见表 3。由表 3 可知,当原矿磨至 -0.074mm 占 43.20% 时,黑钨矿解离度达 94.38%,锡石解离度达 90.76%。在此磨矿细度下,黑钨矿和锡石都有较高的解离度。

2 实验结果与讨论

该矿石中的钨锡矿物主要是黑钨矿和锡石。由于钨锡矿物与脉石矿物的密度差较大,黑钨矿的嵌布粒度较粗,所以可用重选法将钨锡与脉石分离。重选粗精矿中的黑钨矿、褐铁矿、电气石等矿物具有磁性,在中磁场场强下,被选入磁性产品,然后再用重选将密度大的黑钨矿选入钨精矿中。对于锡矿物则用重选和电选从非磁性产物中回收。

收稿日期:2013-10-13
作者简介:关通(1968-),男,广东德庆人,高级工程师,学士。

表 3 磨矿细度-0.074mm 占 43.20% 时黑钨矿和锡石解离度测定结果

Table 3 The liberation degree of wolframite and cassiterite when grinding -0.074mm accounts for 43.20%

粒级/mm	产率/%	品位/%		解离度/%	
		WO ₃	Sn	WO ₃	Sn
+0.40	14.98	0.82	0.11	88.39	65.93
-0.40+0.20	10.42	0.34	0.11	90.51	88.71
-0.20+0.10	25.75	0.33	0.10	94.50	90.74
-0.10+0.074	5.65	0.32	0.10	100.00	94.75
-0.074+0.038	25.40	0.40	0.14	100.00	98.89
-0.038+0.020	9.91	0.18	0.12	100.00	100.00
-0.020+0.010	2.86	0.19	0.12	100.00	100.00
-0.010	5.03	0.28	0.13	100.00	100.00
合计	100.00	0.40	0.117	总解离度 94.38	总解离度 90.76

采用重选—磁选联合工艺流程进行实验,实验原则流程如图 1 所示.在粗选段用重选可丢弃大部分尾矿,而得到的钨锡混合粗精矿,再经磁选分离可得到钨、锡精矿.

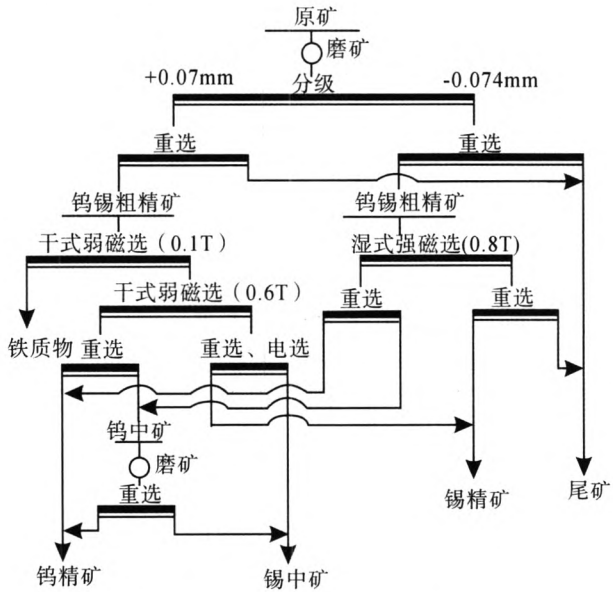


图 1 钨锡选矿实验的原则流程

Fig.1 Principle flowsheet of processing test of tungsten-tin ores

2.1 重选

根据矿物的单体解离度,确定磨矿后的入选粒度为-0.9 mm,将磨后物料分成 0.9~0.35 mm,0.35~0.074 mm,-0.074 mm 三个级别,分别用摇

床选别.粗粒级(0.9~0.35 mm)与细粒级(0.35~0.074 mm)经摇床选别后,获得的钨锡粗精矿的钨锡品位较高,可合并进一步选别;而细泥(-0.074 mm)经摇床选别后,获得的钨锡粗精矿的钨锡品位低、粒度细,需单独处理.重选实验结果列于表 4.由表 4 可知,采用重选可丢弃产率为 87.7% 的尾矿,获得 WO₃,Sn 回收率分别为 92.20%,74.24% 的钨锡粗精矿,为进一步回收钨、锡创造条件.

表 4 重选实验结果

Table 4 Results of gravity separation test

粒级/mm	产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			WO ₃	Sn	WO ₃	Sn
粗细粒 (0.9~0.074)	粗精矿	1.703	19.42	4.18	82.92	59.24
	尾矿	68.777	0.033	0.034	5.69	19.46
细泥 (-0.074)	粗精矿	10.599	0.35	0.17	9.30	15.00
	尾矿	18.921	0.044	0.040	2.09	6.30
合计	粗精矿	12.302	2.99	0.72	92.22	74.24
	尾矿	87.698	0.035	0.035	7.78	25.76
	原矿	100.000	0.40	0.12	100.00	100.00

2.2 钨锡分离

将粗细粒粗精矿筛分成 0.9~0.2 mm 和-0.2 mm 两个粒级,对粗粒级 0.9~0.2 mm 和细粒级-0.2 mm 分别采用干式磁选机在场强为 0.1 T 时选出铁杂质,在场强为 0.6 T 时选出磁性矿物,然后用重选从磁性产品中回收钨;对于锡矿物,则采用重选和电选从非磁性产品中回收.对于细泥粗精矿,先用湿式高梯度强磁选机在场强为 0.8 T 时将黑钨矿等磁性矿物选出,然后再通过重选获得钨精矿;对于锡矿物,则采用重选从非磁性产品中回收.实验结果列于表 5.由表 5 可知,经磁—重联合选别,最终获得品位 WO₃65.63%、回收率 78.00% 的钨精矿及品位 Sn39.32%、回收率 53.30% 的锡精矿.同时产出钨中矿和锡中矿,钨中矿的钨品位较高,需进一步回收;而锡中矿锡品位不高,可作为中矿产品.尾矿钨、锡品位低,可作为最终尾矿.

2.3 钨中矿再磨再选

精选实验中获得的钨中矿对原矿的产率为 0.379%,其品位 WO₃为 3.80%,对原矿 WO₃占有率为 3.62%,应进一步回收.经工艺矿物学研究表

明,钨中矿中部分钨矿物未单体解离,故钨中矿需再磨再选.将该物料磨至-0.2 mm 后,用重选回收钨,实验结果列于表 6.由表 6 可知,钨中矿经再磨再选可获得品位 WO_3 46.12%、回收率 1.74% 的钨精矿.

表 5 钨锡分离实验结果
Table 5 Results of tungsten and tin separation process test

产品名称	产率/%		品位/%		WO_3 回收率/%		Sn 回收率/%	
	对作业	对原矿	WO_3	Sn	对作业	对原矿	对作业	对原矿
铁质物	0.236	0.029	1.02	0.33	0.08	0.07	0.11	0.08
钨精矿	3.845	0.473	65.63	0.45	84.51	78.00	2.39	1.78
钨中矿	3.081	0.379	3.80	1.44	3.92	3.62	6.13	4.57
锡精矿	1.317	0.162	9.01	39.32	3.97	3.67	71.52	53.30
锡中矿	5.747	0.707	0.92	0.86	1.77	1.63	6.83	5.09
尾矿	85.774	10.552	0.20	0.11	5.75	5.31	13.02	9.71
钨锡粗精矿	100.000	12.302	2.99	0.72	100.00	92.30	100.00	74.53

表 6 钨中矿再磨再选实验结果
Table 6 Results of the tungsten middings regrinding and reprocessing test

产品名称	产率/%		品位/%		WO_3 回收率/%		Sn 回收率/%	
	对作业	对原矿	WO_3	Sn	对作业	对原矿	对作业	对原矿
钨精矿	3.958	0.015	46.12	6.29	47.99	1.74	17.29	0.79
尾矿	96.042	0.364	2.06	1.24	52.01	1.88	82.71	3.78
钨中矿	100.00	0.379	3.80	1.44	100.00	3.62	100.00	4.57

2.4 全流程实验

将钨中矿再磨再选获得的钨精矿与精选中获得的钨精矿合并为最终钨精矿,钨中矿选别的尾矿与精选产生的锡中矿合并为中矿,粗选尾矿与精选尾矿合并为尾矿.根据条件实验确定的工艺参数,按图 1 所示的流程,进行全流程实验,实验结果列于表 7.由表 7 可知,经重-磁联合工艺选别,获得品位 WO_3 65.03%、回收率 79.74% 的钨精矿及品位 Sn39.32%、回收率 53.30% 的锡精矿.

3 结 论

针对该钨锡矿石以黑钨矿和锡石为主的矿石性质,采用重选-磁选的工艺流程可以较好地回收钨、锡.

在原矿品位为 WO_3 0.40%、Sn0.12% 时,获得品位 WO_3 65.03%、回收率 79.74% 的钨精矿及品位 Sn39.32%、回收率 53.30% 的锡精矿,技术指标良好.

表 7 全流程实验结果
Table 7 The test results of full flow circuit

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		WO_3	Sn	WO_3	Sn
钨精矿	0.488	65.03	0.63	79.74	2.57
锡精矿	0.162	9.01	39.32	3.67	53.30
铁质物	0.029	1.02	0.33	0.07	0.08
中矿	1.071	1.31	0.99	3.51	8.87
尾矿	98.250	0.053	0.043	13.01	35.18
原矿	100.000	0.40	0.12	100.00	100.00

Study on the mineral processing technique of a tungsten-tin ores

GUAN Tong,ZHOU Xiaotong,DENG Lihong
Guangdong General Research Institute for Industrial Technology (Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals), Guangzhou 510650, China

Abstract: In view of ore properties of a tungsten-tin ores containing wolframite as the main marketable mineral and coarse particle-size distribution, a joint process of gravity separation and magnetic separation was adopted for recovering tungsten and tin. The tungsten and tin rough concentrate was obtained with gravity separation, and then tungsten and tin separation process with magnetic separation. When the grades of the crude ore were WO₃ 0.40%, Sn 0.12%, good technical indexes such as tungsten concentrate grade of WO₃ 65.03%, recovery rate of 79.74%, and tin concentrate grade of Sn 39.32%, recovery rate of 53.30% were obtained.

Key words: wolframite;cassiterite;gravity separation;magnetic separation

.....
(上接第 239 页)

Dimensional analysis of characterizing mechanical properties of ductile films by the indentation method

LIAO Yanguo¹, HU Heping^{1, 2}, WANG Xiaofeng¹
1. School of Mathematics and Physics, University of South China, Hengyang 421001, China; 2. Key Laboratory of Low Dimensional Materials & Application Technology (Xiangtan University), Ministry of Education, Xiangtan 411105, China

Abstract: A dimensional analysis was carried out about the process of Berkovich-indentation on a ductile film/substrate system. The corresponding dimensionless relationship between the loading/unloading parameters and the mechanical parameters of ductile film/substrate was obtained. This lays the foundation for the establishment of the model which can characterize the mechanical properties of ductile thin films by the indentation method.

Key words: ductile film/ductile substrate system; dimensional analysis; loading-unloading parameters