

某白钨矿伴生多金属硫化矿选矿试验研究

王延鹏, 李松奕

(唐山陆凯科技有限公司, 河北 唐山 063015)

摘要: 某白钨矿共伴生有可综合回收的铜、银等多金属硫化矿, 但该白钨矿矿物组成复杂, 且各目的矿物嵌布粒度有差异性, 分选难度大。根据原矿工艺矿物学特点, 采用强磁选-浮选工艺综合回收该白钨矿多金属硫化矿, 其中强磁选预选可抛掉 51.34% 的磁性脉石, 能有效降低后续浮选难度和药剂耗量。强磁选-浮选工艺闭路试验获得了铜品位 22.61%, 铜回收率 78.93% 的铜精矿, 银品位 9185.50 g/t, 银回收率 29.86% 的银精矿, 研究成果为此类白钨矿共伴生铜、银矿物的综合回收提供了基础依据。

关键词: 白钨矿; 伴生; 多金属硫化矿; 强磁选; 浮选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2020.04.011

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2020) 04-0069-08

我国钨矿以白钨矿为主, 多为矽卡岩型钨矿床、热液充填多金属型钨矿床、岩浆后期高中温热液型矿床等类型, 钨矿通常与铜、钼、锡、铋、铌、钽以及金、银等共伴生。目前, 我国大多数大、中型钨矿山都对伴生的有用金属进行了综合回收, 其中主要回收的金属有钼、铋及伴生的铜、铅、锌、锡、银等有价元素^[1-2]。伴生多金属硫化矿具有极大的经济利用价值, 对其进行综合回收能提高钨资源的综合利用价值, 实现钨资源利用的最大化, 进而提高钨矿山的经济效益^[3]。钨矿石中伴生的多金属矿物的种类、数量、粒度和相互共生状况随矿床的不同而异, 其综合回收的工艺流程不尽相同, 难度均较大。加强钨伴生多金属矿的综合回收, 不仅能有效缓解钨矿山企业的经济压力, 提高企业的经营活力, 助力矿山企业渡过难关, 同时能够有

效回收各金属矿物, 缓解我国有色金属、稀有金属、贵金属等矿产资源供应紧张的局面^[4]。本文针对某白钨矿伴生的铜、银、硫多金属矿进行了综合回收试验研究。其白钨矿伴生的银主要附存在方铅矿中, 因此, 白钨矿伴生多金属矿的回收关键是铜、铅的分离分选。铜、铅的分离常用的方法为浮铜抑铅法^[5-9], 而抑铜浮铅法因为铜有效抑制剂主要为剧毒氰化物, 实际生产中较少采用。通过试验研究, 获得了适宜的药剂制度及工艺流程, 获得的铜精矿、银精矿指标较好。

1 矿石性质

1.1 原矿多元素分析

原矿为矽卡岩型白钨矿, 其多元素分析结果见表 1。

表 1 原矿多元素分析结果 /%

Table 1 Results of multi-element analysis of the run-of-mine ore

WO ₃	Cu	Ag*	Zn	Mo	Sn	Mn	S	P	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Pb
0.37	0.17	12.92	0.32	0.03	0.012	1.08	2.28	0.042	38.61	19.17	1.80	3.25	0.048

* 单位为 g/t。

收稿日期: 2019-01-15; 改回日期: 2019-02-25

作者简介: 王延鹏 (1983-), 男, 工程师, 主要从事选矿设备与工艺技术研究。

原矿多元素分析结果表明,除钨以外,铜和银品位分别为 0.17% 和 12.92 g/t,两种元素具有综合回收价值^[1]。

1.2 原矿矿物组成

采用 MLA 对原矿进行了自动矿物定量测定,测得的原矿矿物含量结果见表 2。

表 2 原矿矿物组成结果

Table 2 Mineralogical composition of the run-of-mine ore

矿物	含量 /%	矿物	含量 /%	矿物	含量 /%
白钨矿	0.466	方铅矿	0.037	高岭土	2.470
钼钨钙矿	0.010	石英	14.770	蒙脱石	3.165
黄铜矿	0.391	长石	0.999	方解石	8.937
辉铜矿	0.005	绢云母	0.396	白云石	5.224
斑铜矿	0.005	金云母	0.483	菱铁矿	1.754
硫砷铜矿	0.019	透辉石	5.882	钛铁矿	0.623
孔雀石	0.002	钙铁榴石	41.451	硬锰矿	0.303
辉钼矿	0.005	钙铝榴石	6.513	磷灰石	0.191
黄铁矿	3.828	绿帘石	0.208	其他	0.503
闪锌矿	0.367	绿泥石	0.993	合计	100.000

原矿矿物组成结果表明,原矿矿物种类多,脉石矿物含量高,种类繁多,原矿中钨矿主要是白钨矿和钼钨钙矿,铜矿主要是黄铜矿,其他硫化矿主要为黄铁矿;原矿中的主要脉石矿物是钙铁榴石,其次是石英、方解石、白云石、钙铝榴石、透辉石和蒙脱石、高岭土等矿物。

1.3 原矿铜、银赋存状态

铜、银在原矿各矿物中的分配结果分别见表 3、4。

表 3 原矿中铜的赋存状态

Table 3 Distribution of copper in the run-of-mine ore

矿物名称	矿物含量 /%	Cu 品位 /%	Cu 金属分布率 /%
黄铜矿	0.391	31.59	73.73
辉铜矿	0.005	79.86	2.38
斑铜矿	0.005	63.33	1.89
硫砷铜矿	0.019	48.42	5.49
孔雀石	0.002	47.97	0.57
其他金属硫化物	4.237	0.13	3.29
非磁性矿物	30.113	0.034	6.11
磁性矿物	64.464	0.017	6.54
其他	0.764	/	/
合计	100.00	0.169	100.00

表 4 原矿中银的赋存状态

Table 4 Distribution of silver in the run-of-mine ore

矿物名称	矿物含量 /%	Ag 品位 / (g·t ⁻¹)	Ag 金属分布率 /%
方铅矿	0.037	10900	31.21
铜的硫化矿	0.420	230.83	7.50
黄铁矿	3.828	93.47	27.69
白钨矿	0.466	/	/
非磁性矿物	30.113	4.08	9.51
磁性矿物	64.464	4.83	24.09
其他	0.672	/	/
合计	100.00	12.92	100.00

表 3、表 4 结果表明,此矿石中铜矿主要为黄铜矿,铜的金属分布率达到 73.73%,其次是辉铜矿、斑铜矿和硫砷铜矿,三种矿物铜的金属分布率为 9.76%,则铜的理论回收率为 83.49%;银主要赋存在方铅矿中,品位达到 10900 g/t,银金属分布率为 31.21%,其次银嵌布在黄铁矿中,虽然银金属分布率达到 27.69%,但银品位太低,仅为 93.47 g/t,因此,银的回收以回收方铅矿中的银为主,则银的理论回收率为 31.21%。

工艺矿物学研究表明,原矿中的主要脉石矿物钙铁榴石嵌布粒度较粗,磨矿细度 -0.074 mm 70% 时解离度达到 90% 以上;原矿中的白钨矿嵌布粒度较细,磨矿细度 -0.074 mm 80% 时解离度达到 90% 以上;原矿中的铜、银、等硫化矿嵌布粒度最细,磨矿细度 -0.074 mm 85% 以上时解离度接近 90%。原矿目的矿物嵌布粒度的差异增加了铜、银等多金属硫化矿综合回收的难度。

2 原则流程确定

原矿中含有近 50% 的以钙铁榴石为主的具有弱磁性的脉石矿物,而原矿中白钨矿、铜的硫化矿、方铅矿和黄铁矿等不具有磁性,因此,适宜采用强磁选预先抛尾;同时,由于该白钨矿目的矿物嵌布粒度的差异性,磨矿工艺适宜采用阶段磨矿。根据原矿工艺矿物学特性,在前期探索试验基础上,拟定原矿综合回收铜、银多金属硫化矿的原则流程为强磁选 - 铜银全浮 - 铜浮选 - 铜硫分离流程,具体流程图见图 1。

表 6 碳酸钠用量试验结果 / %

Table 6 Results of sodium carbonate dosage test

碳酸钠用量 / (g·t ⁻¹)	产品名称	产率 / %	品位 / %		回收率 / %	
			Cu	Ag*	Cu	Ag
0	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
	铜银粗精矿	10.26	0.99	59.92	60.71	48.21
	尾矿	38.40	0.16	37.06	10.47	31.11
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00
500	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
	铜银粗精矿	5.30	2.55	79.65	144.41	59.24
	尾矿	43.36	0.07	17.33	5.98	20.08
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00
1000	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
	铜银粗精矿	5.04	2.65	78.62	146.53	57.16
	尾矿	43.62	0.07	18.36	6.56	22.16
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00
1500	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
	铜银粗精矿	4.85	2.74	78.03	149.31	56.05
	尾矿	43.81	0.07	17.95	6.86	23.27
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00

* 单位为 g/t。

由表 6 结果可以看出，铜银全浮粗选，添加碳酸钠与不添加碳酸钠相比，铜银粗精矿中的铜、银品位和回收率得到明显提高，且铜银粗精矿中铜、银的品位随碳酸钠用量增加而增加，而铜、银回收率先增加后减少，因此，综合考虑铜银粗精矿铜、银品位和回收率，碳酸钠添加量以 500 g/t 原矿为宜。

3.2.2 丁基黄药用量试验

在确定碳酸钠用量为 500 g/t，原矿后，进行了铜银全浮粗选丁基黄药用量试验，试验中 2[#] 油用量与丁基黄药为 1:2，铜银全浮粗选丁基黄药用量试验结果见表 7。

表 7 丁基黄药用量试验结果 / %

Table 7 Results of butyl xanthate dosage test

丁黄药用量 / (g·t ⁻¹)	产品名称	产率 / %	品位		回收率	
			Cu	Ag*	Cu	Ag
20	铜银粗精矿	4.37	2.81	72.36	157.46	53.26
	尾矿	44.29	0.09	24.62	7.60	26.06
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00
	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
30	铜银粗精矿	5.30	2.55	79.65	144.41	59.24
	尾矿	43.36	0.07	17.33	5.98	20.08
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00
	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68

40	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
	铜银粗精矿	5.66	2.48	82.49	141.48	61.98
	尾矿	43.00	0.06	14.49	5.21	17.34
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00
50	磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
	铜银粗精矿	6.28	2.25	83.02	128.25	62.34
	尾矿	42.38	0.06	13.96	5.18	16.98
	合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00

* 单位为 g/t。

由表 7 结果可知，铜银粗精矿中铜、银品位随着丁基黄药用量的增加而降低，铜、银回收率随丁基黄药用量的增加而增加，综合考虑粗精矿中铜、银品位和回收率，确定丁基黄药用量 40 g/t 原矿为宜。由于丁基黄药与 2[#] 油用量为 2:1，因此，确定 2[#] 油用量 20 g/t 原矿为宜。

3.3 铜浮选试验

对铜银精矿（强磁尾矿一粗一扫一精闭路产品，工艺流程见图 6）进行了铜浮选试验，采用活性炭（加入量 50 g/t 原矿）对铜银精矿进行脱药，不使用石灰抑硫，避免了石灰的使用的银回收率的影响。铜浮选捕收剂比较了常规的丁基黄药、丁铵黑药与高选择性的 Z200 药剂，结果表明，Z200 选择性捕收能力最好，可有效降低银在铜精矿中的损失，因此，铜捕收剂采用 Z200。银抑制剂采用常规抑铅药剂高锰酸钾。铜浮选粗选的工艺流程见图 4。

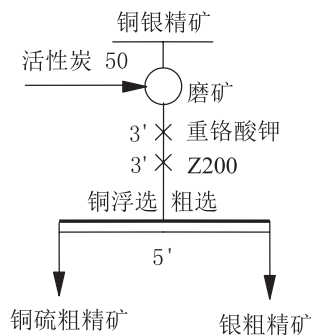


图 3 铜银全浮试验工艺流程图

Fig. 3 Flowsheet of copper-silver full flotation

3.3.1 铜浮选磨矿细度试验

在重铬酸钾用量为 300 g/t 原矿，Z 200 用量为 20 g/t 原矿的条件下，进行了铜浮选磨矿细度试验。磨矿细度试验结果见表 8。

表8 铜浮选磨矿细度试验结果 %

Table 8 Results of grinding fineness of copper flotation

-0.074mm 含量 /%	产品 名称	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
			Cu	Ag*	Cu	Ag
68.34	银粗精矿	0.66	0.78	13.62	463.55	23.68
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.38	3.05	78.58	124.95	42.36
74.23	银粗精矿	0.41	1.87	4.52	807.34	25.62
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.52	3.07	81.65	115.28	40.33
87.30	银粗精矿	0.27	0.91	1.45	1323.10	27.65
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.63	2.91	79.21	119.57	42.85
94.16	银粗精矿	0.16	4.13	3.89	2029.25	25.13
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98

* 单位为 g/t。

由表8结果可知,随着磨矿细度的增加,铜硫粗精矿中的铜品位和回收率先增加后减小,而银粗精矿中的银品位一直增加,银回收率先增加后减小,综合考虑铜硫粗精矿中铜品位、回收率和银粗精矿中银品位和回收率,优先浮铜磨矿细度以-0.074 mm 87.30%为宜。

3.3.2 铜浮选粗选重铬酸钾用量试验

在铜银精矿磨矿细度-0.074mm 87.30%、捕收剂Z200用量为20 g/t原矿条件下,进行优先浮铜重铬酸钾试验用量试验。试验结果见表9。

表9 铜浮选重铬酸钾用量试验结果 %

Table 9 Results of permanganate dosage

重铬酸钾 用量/(g·t ⁻¹)	产品 名称	产率 /%	品位		回收率	
			Cu	Ag*	Cu	Ag
100	银粗精矿	0.14	1.18	0.97	2064.43	22.37
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.61	3.02	81.96	113.95	40.66
200	银粗精矿	0.18	1.08	1.14	1960.97	27.32
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.52	3.07	81.65	115.28	40.33
300	银粗精矿	0.27	0.91	1.45	1323.10	27.65
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.32	3.11	79.03	117.66	39.34
400	银粗精矿	0.47	1.47	4.07	787.30	28.64
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98

* 单位为 g/t

由表9结果可知,随着重铬酸钾用量增加,铜硫粗精矿中的铜品位增加,铜回收率降低,而银

粗精矿的银品位先缓慢降低后快速降低,银回收率先快速增加后缓慢增加,综合考虑铜硫粗精矿中铜的品位和回收率及银粗精矿中的银品位和回收率,高锰酸钾以200 g/t原矿为宜。

3.3.3 铜浮选粗选Z200用量试验

以铜银精矿磨矿细度-0.074 mm 87.30%,重铬酸钾用量为200 g/t原矿为条件,进行优先浮铜捕收剂Z200用量试验,试验结果见表10。

表10 铜浮选Z200用量试验结果 %

Table 10 Results of Z200 dosage of copper flotation

Z200 用量/(g·t ⁻¹)	产品 名称	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
			Cu	Ag*	Cu	Ag
10	银粗精矿	0.93	1.80	9.84	433.86	31.23
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.61	3.02	81.96	113.95	40.66
20	银粗精矿	0.18	1.08	1.14	1960.97	27.32
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.68	2.98	82.06	130.75	47.36
30	银粗精矿	0.11	1.61	1.04	2421.91	20.62
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98
	铜硫粗精矿	4.71	2.97	82.23	143.46	52.30
40	银粗精矿	0.08	1.85	0.87	2532.32	15.68
	合计	4.79	2.95	83.10	183.28	67.98

* 单位为 g/t

由表10结果可知,随着捕收剂Z200用量的增加,铜硫粗精矿中的铜品位缓慢降低而铜回收率先快速增加后缓慢增加,银粗精矿中的银品位先快速增加后缓慢增加而银回收率较均匀减小,综合考虑铜硫粗精矿中铜品位和回收率及银粗精矿中银品位和回收率,捕收剂Z200用量以20 g/t原矿为宜。

3.4 铜硫分离试验

对铜硫精矿(一粗一扫一精闭路精矿产品,工艺流程见图6),进行铜硫分离试验,由于铜硫精矿中除铜矿物外的主要硫化矿为黄铁矿和闪锌矿,因此,铜硫分离采用石灰作硫抑制剂,硫酸锌作锌抑制剂。试验工艺流程见图5。

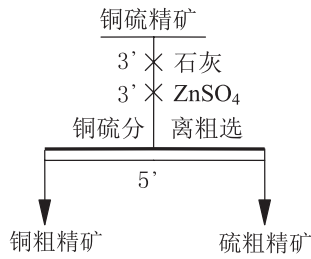


图 5 铜硫分离工艺流程图

Fig. 5 Flowsheet of copper-silver separation

3.4.1 铜硫分离粗选石灰用量试验

在硫酸锌 400 g/t 原矿、Z 200 用量 10 g/t 原矿的条件下，进行了铜硫分离粗选石灰用量试验，试验结果见表 11。

表 11 铜硫分离石灰用量试验结果

Table 11 Results of lime dosage in the separation of copper and sulfur

石灰用量 / (g·t ⁻¹)	产品名称	对原矿产率 / %	Cu 品位 / %	Cu 对原矿回收率 / %
500	铜粗精矿	0.73	18.24	78.34
	硫粗精矿	4.02	0.14	3.28
	合计	4.75	2.92	81.62
1000	铜粗精矿	0.61	21.24	76.23
	硫粗精矿	4.14	0.22	5.39
	合计	4.75	2.92	81.62
2000	铜粗精矿	0.53	21.89	68.25
	硫粗精矿	4.22	0.54	13.37
	合计	4.75	2.92	81.62
4000	铜粗精矿	0.48	23.68	66.86
	硫粗精矿	4.27	0.59	14.76
	合计	4.75	2.92	81.62

由表 11 结果可知，随着石灰用量的增加，铜粗精矿中的铜品位先快速增加后缓慢增加，铜回收率先缓慢降低后快速降低，综合考虑铜粗精矿中的铜品位和回收率，石灰用量以 1000 g/t 原矿为宜。

3.4.2 铜硫分离粗选 ZnSO₄ 用量

在石灰用量 1000 g/t 原矿、Z 200 用量 10 g/t 原矿的条件下，进行铜硫分离 ZnSO₄ 用量试验，试验结果见表 12。

表 12 铜硫分离 ZnSO₄ 用量试验结果

Table 12 Results of ZnSO₄ dosage in the separation of copper and sulfur

ZnSO ₄ 用量 / (g·t ⁻¹)	产品名称	对原矿产率 / %	Cu 品位 / %	Cu 对原矿回收率 / %
200	铜粗精矿	0.73	17.78	76.34
	硫粗精矿	4.02	0.22	5.28
	合计	4.75	2.92	81.62

300	铜粗精矿	0.61	21.24	76.23
	硫粗精矿	4.14	0.22	5.39
	合计	4.75	2.92	81.62
600	铜粗精矿	0.54	23.88	75.86
	硫粗精矿	4.21	0.23	5.76
	合计	4.75	2.92	81.62
800	铜粗精矿	0.51	23.96	72.31
	硫粗精矿	4.24	0.37	9.31
	合计	4.75	2.92	81.62

由表 12 结果可知，随着硫酸锌用量的增加，铜粗精矿铜品位先快速增加后缓慢增加，铜回收率先缓慢降低后快速降低，综合考虑铜粗精矿中铜的品位和回收率，硫酸锌用量 600 g/t，原矿为宜。

3.5 闭路试验及结果

在详细条件试验的基础上，进行了全流程闭路试验，闭路工艺流程见图 6，试验结果见表 13。

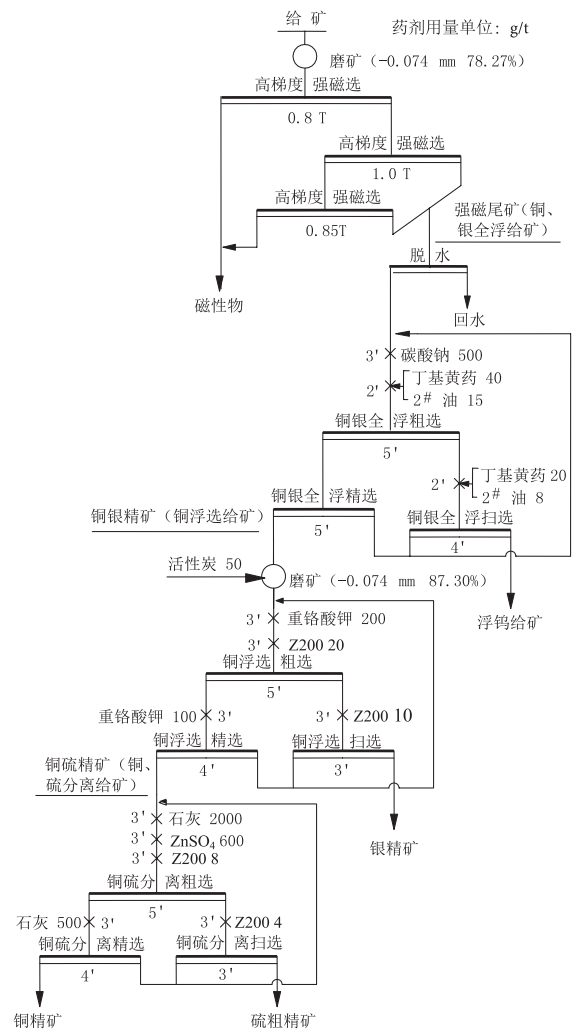


图 6 综合回收铜银闭路试验工艺流程

Fig. 6 Closed-circuit test process of comprehensive recovery copper and silver

表 13 综合回收铜银闭路试验结果

Table 13 result of the locked cycle test

产品名称	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
		Cu	Ag*	Cu	Ag
银精矿	0.042	0.06	1.48	9185.50	29.86
硫粗精矿	4.16	0.11	2.69	93.98	30.26
浮钨给矿	43.868	0.054	13.88	3.34	11.34
磁性物	51.34	0.01	3.02	5.20	20.68
合计	100.00	0.17	100.00	12.92	100.00

* 单位为 g/t。

4 结 论

(1) 某白钨矿共伴生多种硫化矿，其中铜品位 0.17%、银品位 12.92 g/t，达到综合回收品位，铜、银矿物是综合回收的主要硫化矿物。但该白钨矿矿物组成复杂，目的矿物嵌布粒度有差异，分选难度大。

(2) 根据原矿工艺矿物学特点及大量探索试验结果，确定采用强磁选 - 铜银全浮 - 铜浮选 - 铜硫分离工艺综合回收该白钨矿伴生铜、银硫化矿全流程闭路试验获得了铜品位 22.61%，铜回收率 78.93% 的铜精矿，银品位 9185.50 g/t，银回收率 29.86% 的银精矿。该试验研究为此类白钨矿综合回收伴生铜、银多金属硫化矿提供了技术依据。

参考文献：

[1] 邱显扬, 董天颂. 现代钨矿选矿 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2012.
 Qiu X Y, Dong T S. Modern tungsten dressing [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2012.

[2] 孙传尧. 选矿工程师手册 (第 3 册)[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2015.
 Sun C Y. Handbook of Mineral processing engineers (Volume 3) [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2015.

[3] 黄云松, 李平, 沈新春, 等. 钨矿山伴生多金属硫化矿的

回收工艺现状 [J]. 中国钨业, 2016, 31(1): 58-62, 73.

Huang Y S, Li P, Shen X C, et al. Status of recovery process of associated polymetallic sulfide ore from tungsten mines [J]. China Tungsten Industry, 2016,31 (1) : 58-62, 73.

[4] 易贤荣. 低品位钨矿石中伴生金属矿物的综合回收 [J]. 科学技术, 1999(1): 25-28, 40.

Yi Xianrong. Comprehensive recovery of associated metallic minerals from low-grade tungsten ores [J]. Science and Technology, 1999 (1) : 25-28, 40.

[5] 陈晓芳. 福建某银多金属矿铜铅分离试验研究 [J]. 有色金属: 选矿部分, 2015(1): 49-53.

Chen X F. Experimental study on the separation of copper and lead from a silver polymetallic ore in Fujian province [J]. Nonferrous Metals :Mineral Processing, 2015 (1) : 49-53.

[6] 赵强, 丁士瑞, 周南, 等. 西藏某富银难选铜铅锌硫化矿选矿试验研究 [J]. 矿产保护与利用, 2017(2): 39-46.

Zhao Q, Ding S R, Zhou N, et al. Experimental study on mineral processing of a silver-rich refractory Copper, lead and zinc sulfide mine in Xizang province [J]. Mineral Protection and Utilization, 2017 (2) : 39-46.

[7] 陈海亮, 崔毅琦, 童雄. 硫化铜铅矿物浮选分离的研究现状及进展 [J]. 矿冶, 2016,25(1): 13-16.

Chen H L, Cui Y Q, Tong X. Research status and progress of flotation separation of copper sulfide lead minerals [J]. Mining & metallurgy, 2016,25 (1) : 13-16.

[8] 廖德华, 陈向. 某铜铅锌多金属硫化矿铜、铅分离浮选试验 [J]. 现代矿业, 2017(4): 113-116.

Liao D H, Chen X. Separation flotation of copper and lead from a copper, lead and zinc sulfide ore [J]. Modern Mining, 2017 (4) : 113-116.

[9] 梁友伟, 张丽军, 王晓慧. 某矽卡岩型多金属矿铜铅分离新技术 [J]. 有色金属: 选矿部分, 2015 (4): 5-7,38.

Liang Y W, Zhang L J, Wang X H. A new technology for the separation of copper and lead from a Skarn type polymetallic ore [J]. Nonferrous Metals:mineral processing, 2015 (4), 5-7,38.

(下转至 86 页)

fineness Test of Rough grinding in Liutangfang Iron Mine [J]. Modern Mining, 2008, 34(1):160-163, 166.

[6] 何威 . 菱铁矿磁化焙烧—磁选基础研究 . 中南大学, 2012.

He W. Magnetization roasting of siderite -- Basic Research on magnetic separation. Central South University, 2012.

[7] 张书芳, 原希刚, 周燕祥 . 盛大铁矿选矿厂破碎段技术改造 [J]. 现代矿业, 2010(8):126-127.

Zhang S F, Yuan X G, Zhou Y X. Technical Transformation of crushing section in Shengda Iron Ore Dressing Plant [J]. Modern Mining, 2010(8):126-127.

Experimental Study on the Selectivity of an Iron Ore in Shandong

Zhang Wenping

(Metallurgical Laboratory Branch of Shandong Gold mining Technology co., Ltd., Yantai, Shandong, China)

Abstract: An optional experimental study was carried out on a low-grade iron ore in Shandong, and the process of using pre-magnetic separation tailing, one-stage grinding rough selection, rough selection of concentrate re-grinding and re-election to improve the whole iron grade of concentrate was determined. The selection index of iron concentrate yield 28.16%, total iron grade 65.84%, and total iron recovery rate 74.64% was obtained. The research results provided an important technical basis for the optional evaluation of the ore.

Keywords: Iron ore; Grinding; Magnetic Separation; Iron concentrate; Rate of recovery

////////////////////////////////////
(上接 75 页)

Experimental Research on Mineral Processing Technology for an Associated Polymetallic Sulphide Ore of a Sheelite Ore

Wang Yanpeng, Li Songyi

(Landsky Tech Co.,Ltd., High-tech Industrial Park ,Tangshan, Hebei, China)

Abstract: There is comprehensive recovery value for the associated copper, silver polymetallic sulphide ores of a sheelite ore, but the mineral composition of the sheelite ore is complex and the dissemination size of the target minerals are different, so the comprehensive recovery is refractory. Based on the process mineralogy characteristic of this sheelite ore, the process of High Gradient Magnetic Separation(HGMS)-froth flotation is suitable for comprehensive recovery of the copper, silver polymetallic sulphide ore, the 51.34% magnetic gangue can be discharged by HGMS, then the froth flotation becomes easy and the dosage of reagent can be reduced geatly. the copper concentrate grade is 22.61% with recovery of 78.93%, and the silver concentrate grade is 9185.50g/t with recovery of 29.86% by whole process locked cycle test of HGMS-froth flotaion, this experimental research result is a fountation for this kind of sheelite ore associated copper, silver polymetallic sulphide ore.

Keywords: Sheelite ore; Associated;Polymetallic sulphite ore;HGMS;Froth flotation