江西某铜硫钨多金属矿选矿工艺

凌石生
（北京矿冶研究总院　矿物加工科学与技术国家重点实验室，北京　102600）

摘要：江西某铜硫钨多金属矿是我国大型的矽卡岩型白钨矿床，原矿中含 Cu 0.11%、S 2.95%、WO_3 0.75%，其主要金属矿物是黄铜矿、磁黄铁矿和白钨矿。通过多种选矿工艺流程探索试验，确定采用磁选脱硫—铜硫混合浮选-白钨浮选工艺流程，产出硫精矿、铜精矿及白钨精矿，获得的闭路试验指标为：硫精矿含 S 30.16%，回收率77.58%；铜精矿含 Cu 18.28%、回收率76.83%；白钨精矿含 WO_3 66.04%，回收率81.67%，达到综合回收的目的。

关键词：多金属矿；白钨矿；黄铜矿；磁黄铁矿；BK418
doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.04.009
中图分类号：TD952　**文献标识码**：A　**文章编号**：1000-6532(2013)04-0033-04

江西某铜硫钨多金属矿是我国大型矽卡岩型白钨矿床，含 Cu 0.11%，S 2.95%，WO3 0.75%。工业生产采用铜硫等浮—磁黄铁矿浮选—白钨浮选工艺流程，其中铜硫等浮、磁黄铁矿浮选采用丁铵、丁黄等捕收剂，给后续的铜硫分离造成了一定困难；磁黄铁矿浮选效果不太理想，硫化矿浮选尾矿里的硫含量甚至大于1%，后续的白钨精选需要添加氰化钠进行抑硫，不仅造成铜硫钨资源的损失，还影响了环境；白钨浮选采用731氧化石蜡皂为捕收剂，尾矿中 WO_3 品位达0.15%以上，钨金属流失仍较严重。本研究通过对影响选矿指标的条件、流程方案对比等试验，确定采用磁选脱硫—铜硫混合浮选-白钨浮选工艺流程，有效地回收了硫、铜和钨矿物[1]。

1　矿石性质

1.1　主要化学成分及物相分析

矿石的主要化学成分分析结果见表1，铜、钨物相分析结果分别见表2和表3。由表2可知，矿石中硫化铜占总铜的96.49%；由表3可知，矿石中白钨占总钨的93.42%。

表1　主要化学成分分析结果/%

Table 1　The chemical analysis results of the run-of-mine ore

WO_3	Cu	Bi	S	Mo	Pb	Zn	Sn	Fe	Mn	Ti
0.75	0.11	0.046	2.95	0.0052	0.015	0.046	0.008	10.34	0.80	0.27
As	MgO	K_2O	Na_2O	CaF_2	P	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Ag*	Au*
0.0078	1.36	0.78	0.73	6.70	0.036	50.26	6.95	18.16	3.05	0.1

* 单位为 g/t。

表2　铜物相分析结果

Table 2　The analysis results of the copper phase

相别	硫化铜	氧化铜	总铜
质量分数/%	0.11	0.004	0.114
分布率/%	96.49	3.51	100.00

表3　钨物相分析结果

Table 3　The analysis results of the tungsten phase

相别	白钨矿中 WO_3	黑钨矿中 WO_3	总 WO_3
质量分数/%	0.71	0.05	0.76
分布率/%	93.42	6.58	100.00

收稿日期：2013-04-26
基金项目：国家863计划课题：非硫化矿选矿药剂的靶向分子设计及绿色制备技术(2013AA064102)
作者简介：凌石生(1982-)，男，硕士，工程师，主要从事选矿和资源综合利用研究。

万方数据

1.2 矿物组成

矿石中铜矿物绝大部分为黄铜矿，另外可见极其微量的铜蓝；钨的矿物主要为白钨矿，另外有少量的黑钨矿；硫化矿物主要为磁黄铁矿，另外微量的黄铁矿；矿石中还有少量的闪锌矿、方铅矿、无定形碳，微量的毒砂、钛铁矿、金红石。

脉石矿物主要为石英、钙铝榴石，透辉石-钙铁辉石、方解石，其次为萤石、钾长石、钠长石，另外有少量的绿泥石、绿帘石、云母、钙铁榴石、磷灰石、榍石等。

1.3 主要金属矿物的嵌布特征

矿石中磁黄铁矿嵌布粒度最粗，其次是白钨矿，最细的是黄铜矿。在+0.074mm 粒级，磁黄铁矿占 57.93%，白钨矿占 48.82%，黄铜矿占 43.72%；-0.010mm 粒级磁黄铁矿占 3.99%，白钨矿占 1.58%，黄铜矿占 4.05%。磁黄铁矿和白钨矿的嵌布粒度较集中于 0.020 ~ 0.3mm 粒级，黄铜矿的嵌布粒度较集中于 0.020 ~ 0.2mm 粒级。

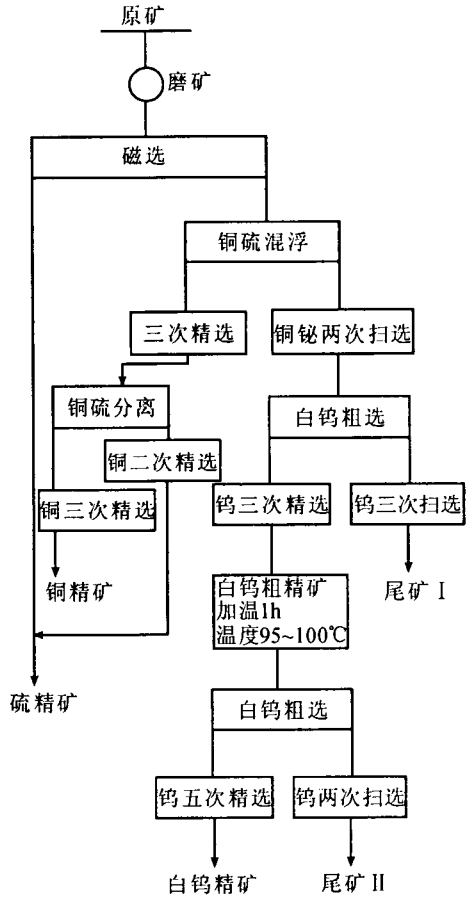

图 1 原则工艺流程

Fig. 1 The principle flowsheet

对原矿磨至 -74μm 60%、65%、70%、80% 及 90% 产品中要回收的白钨矿、黄铜矿及磁黄铁矿进行了单体解离度的测定。白钨矿物在-74μm 60%、65%、70%、80% 及 90% 细度条件下的解离度分别为 66.13%、73.69%、79.32%、88.47% 及 94.69%；黄铜矿在这五种磨矿细度下的解离度分别为 65.37%、72.68%、78.75%、87.17% 及 93.26%；磁黄铁矿在这五种磨矿细度下的解离度分别为 72.54%、79.02%、85.28%、91.14% 及 95.32%。为了防止过磨现象的产生，并考虑到各种金属矿物的解离效果，选择磨矿细度-74μm 80% 时的磨矿工艺流程较为合理。

2 试验结果与讨论

2.1 浮选工艺流程的确定

对于含铜硫钨型矿石，我国生产实践中一般采用先浮硫化矿后浮钨流程，铜硫混合浮选、铜优先浮选、铜硫等可浮，硫化矿尾矿进入浮钨作业等工艺流程[2-5]。铜硫混合浮选再分离的流程方案在国内许多矿山广泛应用，其特点是铜硫混合浮选作业流程及药剂制度简单，但铜硫分离作业存在一定难度，在矿石中硫含量较高时甚至无法完成铜与硫的分离。通过探索试验可知，混合浮选损失在尾矿中的铜较低，铜得到较好回收，但硫回收不太理想，主要是大部分硫以磁黄铁矿形式存在，比较难浮。铜优先浮选方案，通过探索试验可知，由于黄铁矿可浮性好，部分硫随铜进入铜硫粗精矿中，同时部分铜损失在尾矿中，不利于铜的回收。而铜硫等可浮方案采用对黄铁矿捕收力弱的选择性捕收剂，铜得到较好回收，但硫回收不太理想，主要是大部分硫以磁黄铁矿形式存在，比较难浮。综上所述，以上三种流程方案都不利于磁黄铁矿的回收，影响了硫的回收率，更影响后续的浮钨作业，最终影响钨精矿品位。

因此，针对该铜硫钨矿，采用磁选脱硫—铜硫混合浮选-白钨浮选流程方案，特点是将铜硫钨回收作业分为三个阶段，第一阶段是通过磁选脱除大部分磁黄铁矿，第二阶段进行铜硫混浮，回收铜和硫，且脱除绝大部分的硫化矿，为后续的选钨作业创造好的环境，第三阶段是进行白钨浮选，回收白钨。原则工艺流程见图 1。

2.2 铜硫混浮作业捕收剂的种类及用量试验

对于铜硫混浮工艺，高效选择性捕收剂的应用至关重要，既要充分回收铜硫，又要利于后续的铜硫

万方数据

分离作业。铜硫混浮选择性捕收剂种类和用量试验流程见图 2,试验结果分别见表 4 和图 3。其中磨矿细度为-74μm 占 80%,给矿为磁选尾矿,起泡剂为 BK201,分别进行了 SN-9、乙黄药、丁黄药和丁铵黑药四种捕收剂的对比试验。试验结果表明,使用 SN-9 对铜硫的回收有利,可以同时兼顾粗精矿中铜和硫品位、回收率,也利于后续的铜硫精选分离作业;当 SN-9 用量为 40g/t 时较为合适。因此,选用 SN-9 作为铜硫混浮作业捕收剂,其用量为 40g/t。

表 4　铜硫混浮捕收剂种类试验结果

Table 4　The test result of the mixed Cu-S collector types

捕收剂种类	产品名称	产率/%	品位/% Cu	品位/% S	回收率/% Cu	回收率/% S
SN-9	粗精矿	5.90	1.47	26.54	78.41	53.05
	尾矿	94.10	0.03	1.47	21.59	46.95
	给矿	100.0	0.11	2.95	100.0	100.0
乙黄药	粗精矿	4.54	1.57	10.28	67.46	15.90
	尾矿	95.46	0.04	2.59	32.54	84.10
	给矿	100.0	0.11	2.94	100.0	100.0
丁黄药	粗精矿	6.46	1.27	24.63	77.50	53.98
	尾矿	93.54	0.03	1.45	22.50	46.02
	给矿	100.0	0.11	2.95	100.0	100.0
丁铵黑药	粗精矿	13.23	0.69	14.73	83.12	66.30
	尾矿	86.78	0.02	1.14	16.88	33.70
	给矿	100.0	0.11	2.94	100.0	100.0

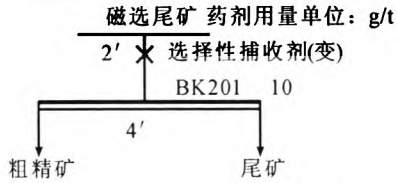

图 2　铜硫混浮捕收剂试验流程

Fig. 2　The test flowsheet of the mixed Cu-S collectortypes

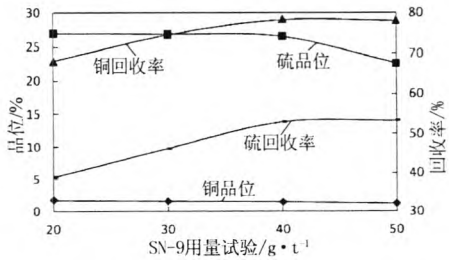

图 3　SN-9 用量试验结果

Fig. 3　The test results of the dosage of SN-9

2.3　白钨浮选作业捕收剂的种类及用量试验

磁选和铜硫混合浮选作业中已将大部分硫化物浮出,为白钨浮选创造了良好的作业环境,其尾矿进入白钨浮选作业。白钨浮选择性捕收剂种类和用量试验流程见图 4,试验结果见表 5 和图 5。其中碳酸钠用量为 1600g/t,水玻璃用量为 5000g/t,分别进行了 731、733、油酸和 BK418 四种捕收剂的对比试验,其中 BK418 是北京矿冶研究总院针对白钨矿研发的高效选择性捕收剂。试验结果表明,使用 BK418 对白钨的回收有利,其中粗精矿中的钨品位更高,回收率更高;当 BK418 用量为 400g/t 时较为合适。因此,选用 BK418 作为白钨浮选作业捕收剂,其用量为 400g/t。

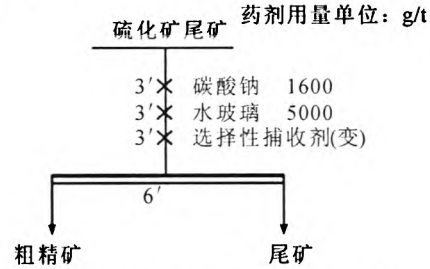

图 4　铜硫混浮捕收剂试验流程

Fig. 4　The test flowsheet of the mixed Cu-S collector

表 5　白钨浮选捕收剂种类试验结果

Table 6　The test result of the types of the collectors for scheelite

捕收剂种类	产品名称	作业产率/%	WO_3品位/%	WO_3作业回收率/%
731	粗精矿	8.62	5.98	68.88
	尾矿	91.38	0.25	31.12
	给矿	100.0	0.748	100.0
733	粗精矿	13.05	4.75	82.33
	尾矿	86.95	0.15	17.67
	给矿	100.0	0.753	100.0
油酸	粗精矿	12.75	4.24	72.15
	尾矿	87.25	0.24	27.85
	给矿	100.0	0.749	100.0
BK418	粗精矿	11.41	5.53	83.10
	尾矿	88.59	0.14	16.90
	给矿	100.0	0.759	100.0

2.4　最终试验结果

在综合条件试验的基础上,采用磁选脱硫—铜硫混合浮选-白钨浮选工艺流程,获得的选矿指标见表 6。

万方数据

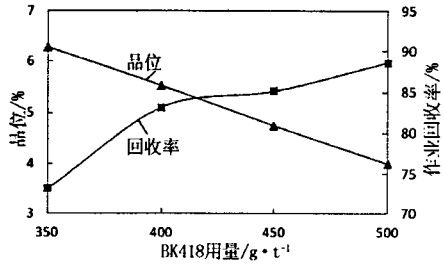

图 5　BK418 用量试验结果

Fig. 5　The results of BK418 doses test

表 6　最终试验结果

Table 4　The results of locked-circuit test

产品名称	产率/%	品位/% Cu	品位/% S	品位/% WO_3	回收率/% Cu	回收率/% S	回收率/% WO_3
铜精矿	0.45	18.28	32.90	0.54	76.83	4.97	0.32
硫精矿	7.59	0.069	30.16	0.40	4.94	77.58	4.02
白钨精矿	0.93			66.04			81.67
尾矿Ⅱ	3.13	0.021	0.56	0.56	18.23	17.45	2.33
尾矿Ⅰ	87.90			0.10			11.66
原矿	100.0	0.11	2.95	0.75	100.0	100.0	100.0

3　结　　语

(1)矿石中矿物种类较多,主要回收的目的矿物为黄铜矿、磁黄铁矿和白钨矿等,其中含 Cu 0.11%、S 2.95%、$WO_3$0.75%;主要脉石矿物有为石英、钙铝榴石,透辉石-钙铁辉石、方解石,其次为萤石、钾长石、钠长石等。

(2)矿石中铜矿物绝大部分为黄铜矿,另外可见极其微量的铜蓝,硫化铜占总铜的 96.49%;钨的矿物主要为白钨矿,另外有少量的黑钨矿,白钨占总钨的 93.42%;硫化矿物主要为磁黄铁矿,另外微量的黄铁矿。

(3)矿石中磁黄铁矿嵌布粒度最粗,其次是白钨矿,最细的是黄铜矿。当磨矿细度为-74μm 占 80%时,白钨矿、黄铜矿及磁黄铁矿单体解离度分别为 88.47%、87.17%和 91.14%。

(4)采用磁选脱硫—铜硫混合浮选-白钨浮选工艺流程产出硫精矿、铜精矿及白钨精矿,实验室获得的闭路试验指标为:硫精矿含 S 30.16%,回收率 77.58%;铜精矿含 Cu 18.28%、回收率 76.83%;白钨精矿含 WO_3 66.04%,回收率 81.67%。

参考文献:

[1]北京矿冶研究总院.江西某钨矿选矿工艺技术试验研究报告[R].2011.05

[2]周世强,石志强,周红勤.从浮选尾矿中回收白钨矿试验研究[J].中国钨业,2004(1):23-25.

[3]徐晓萍,梁冬云,喻连香,等.江西某大型白钨矿钨的选矿试验研究[J].中国钨业,2007(2):23-26.

[4]刘清高,韩兆元,管则皋.白钨矿浮选研究进展[J].中国钨业,2009(4):23-26.

[5]艾光华,叶雪均,任祥君.江西某白钨矿钨的选矿试验研究[J].中国钨业,2009(4):28-31.

Study on Mineral Processing Technology of Certain Cu-S-WO_3 Polymetallic Ore in Jingxi

LING Shi-sheng

(State Key Laboratory of Mineral Processing Science and Technology, Beijing General Research Institute of Mining and Metallurgy, Beijing, China)

Abstract: Certain Cu-S-WO_3 ore in Jiangxi is a typical Chinese large skarn-type scheelite deposit, which contains Copper 0.11%, S 2.95% and WO_3 0.75%. The main valuable metals are chalcopyrite, pyrrhotite and scheelite. To make good use of the metals in the ore, systematic experiments were carried out. Finally, the flowsheet of magnetic separation desulphurization—Cu-S bulk flotation—scheelite flotation process was adopted. The results of closedd-circuit test are as follows: the sulfur concentrate of S 30.16% with recovery 77.58%, the copper concentrate of Cu 18.28% with recovery 76.83% and the scheelite concentrate of WO_3 66.04%% with recovery 81.67% were obtained, reaching the aim of comprehensive utilization.

Key words: scheelite; chalcopyrite; pyrrhotite; BK418

万方数据