

含砷钼矿石降低钼精矿含砷的浮选试验

贾凤梅, 李红立, 訾建新, 姬云波

(内蒙古自治区矿产实验研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘要:内蒙某含砷钼矿中砷主要以毒砂形态存在。用煤油作捕收剂,辉钼矿有良好的可浮性。在浮选过程中毒砂进入钼精矿中,导致钼精矿含砷高。本次试验在钼矿浮选工艺条件试验中,着重对毒砂抑制剂进行了对比试验。试验结果表明:采用Ca(ClO)₂与Na₂SO₃组合抑制剂、结合阶段磨矿阶段选别的工艺,获得砷含量为0.20%、钼品位为46.55%的钼精矿。

关键词:钼矿石; 毒砂; 降砷

中图分类号:TD952 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2012)01-0018-04

内蒙古某矿区钼矿含砷,砷主要以毒砂形态存在。毒砂的浮游性能和硫化铁矿相似,在浮选过程中容易进入精矿,影响精矿质量,因此,对其进行有效抑制是该矿选矿工艺研究的关键性问题。针对矿样性质,本次研究结合选矿工艺,确定有代表性的毒砂抑制剂,从而解决该矿钼精矿含砷高的问题。

微裂隙分布在矿石中,其嵌布特征如下:

辉钼矿:为半自形片状、鳞片状,大部分呈弯曲状、枝杈状,呈分散状或集合体状局部集中。集合体呈叠瓦状、斑点状嵌布在脉石中。

毒砂:白色微带黄,半自形粒状,交代骸晶状,发育有裂纹,非均质,偏光色灰绿-棕黄明显。毒砂粒度大小在2.5~0.0125 mm,呈聚集体或分散状分布,部分被辉钼矿交代穿插,部分与闪锌矿连生。

闪锌矿:反射光下为灰色,他形不规则粒状,均质,交代毒砂分布,粒度0.375~0.06 mm,局部出现。

1 矿石性质

1.1 矿物成分及嵌布特征

试验矿样岩性为硅化绢云母化花岗斑岩,蚀变类型为硅化、绢云母化。

金属矿物主要为辉钼矿及少量方铅矿、闪锌矿、毒砂。辉钼矿、毒砂等金属矿物集合体呈细脉状沿

1.2 试样多元素分析及物相分析

多元素分析、钼物相分析结果分别见表1、表2。

1.3 试样粒度分析

表1 试样多元素分析结果/%

Mo	As	Cu	Pb	Zn	S	Co	CaO	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
0.14	1.56	0.004	0.006	0.01	0.39	0.002	1.26	2.03	71.56	8.37	0.24

表2 试样物相分析结果

相别	氧化钼矿	硫化钼矿	铁结合相	总计
Mo含量/%	0.0025	0.13	0.0073	0.14
Mo分布率/%	1.81	93.00	5.19	100.00

表3 试样筛析结果

粒度/mm	产率/%	品位/%	分布率/%
+0.45	44.37	0.08	27.39
-0.45+0.20	25.06	0.12	23.23
-0.20+0.125	7.52	0.15	8.72
-0.125+0.098	5.18	0.14	5.63
-0.098+0.074	0.67	0.11	0.05
-0.074+0.043	17.20	0.26	34.98
合计	100.00	0.13	100.00

为了解试验研究试样的粒度组成,对试样进行了筛分分析,筛析结果见表3。

2 药剂及试验方法

收稿日期:2011-04-25; 改回日期:2011-07-26

作者简介:贾凤梅(1977-),女,工程师,硕士研究生,主要从事有色金属的选冶、复杂矿产资源选矿工艺研究。

2.1 药剂

试验中所使用的抑制剂 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ 、起泡剂 2#油、捕收剂煤油均为工业纯。

2.2 试验方法

试验采用挂槽式浮选机，矿浆浓度 35%，按照抑制剂、捕收剂、起泡剂的顺序加药，煤油最佳用量为 100g/t，2#油最佳用量为 40g/t。

3 浮选试验

3.1 抑制剂种类试验

本次试验仅对氧化剂的抑制性能进行研究，选择了几种有代表性的毒砂抑制剂进行了条件试验。试验流程见图 1，试验结果见表 4。

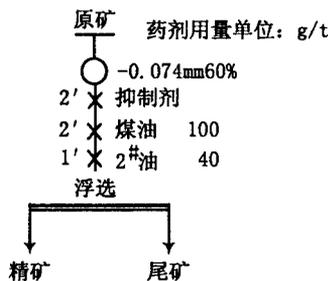


图 1 抑制剂种类条件试验流程

表 4 抑制剂种类条件试验

抑制剂种类 及用量/ $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$	产品名称	产率 /%	品位/%		回收率/%	
			Mo	As	Mo	As
$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 3000	精矿	3.42	2.97	2.54	84.70	5.59
	尾矿	96.58	0.019	1.52	15.30	94.41
	原矿	100.00	0.12	1.55	100.00	100.00
$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 3000	精矿	3.28	3.33	2.26	83.70	4.74
	尾矿	96.72	0.022	1.54	16.30	95.26
	原矿	100.00	0.13	1.57	100.00	100.00
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 3000	精矿	3.35	3.25	2.03	84.29	4.34
	尾矿	96.65	0.021	1.55	15.71	95.66
	原矿	100.00	0.13	1.57	100.00	100.00
$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ + Na_2SO_3 2000 + 1000	精矿	3.21	3.13	2.00	84.53	4.10
	尾矿	96.79	0.019	1.55	15.47	95.90
	原矿	100.00	0.12	1.56	100.00	100.00

表 4 表明，一定程度上， $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ 等无机抑制剂均对毒砂起到抑制作用，尤其是采用 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ 组合抑制剂效果更佳。因此，在抑制毒砂的分离浮选中，采用 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ 组

合抑制剂进行后续试验。

3.2 抑制剂用量试验

在其他条件一定的情况下，按照不同的配比进行了抑制剂用量试验，试验结果见表 5。

表 5 抑制剂用量条件试验结果

$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ + Na_2SO_3 用量/ $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$	产品名称	产率 /%	品位/%		回收率/%	
			Mo	As	Mo	As
1332 + 666 (2:1)	精矿	3.37	2.98	2.53	83.88	5.49
	尾矿	96.53	0.020	1.52	16.12	94.51
	原矿	100.00	0.12	1.55	100.00	100.00
2000 + 1000 (2:1)	精矿	3.21	3.13	2.00	84.53	4.10
	尾矿	96.79	0.019	1.55	15.47	95.90
	原矿	100.00	0.12	1.56	100.00	100.00
2666 + 1333 (2:1)	精矿	3.19	3.32	1.97	81.59	4.05
	尾矿	96.81	0.025	1.54	18.41	95.95
	原矿	100.00	0.13	1.55	100.00	100.00
3000 + 1000 (3:1)	精矿	3.01	3.38	2.11	78.33	4.07
	尾矿	96.99	0.029	1.54	21.67	95.93
	原矿	100.00	0.13	1.56	100.00	100.00
2000 + 2000 (1:1)	精矿	3.13	3.19	1.98	76.72	3.96
	尾矿	96.87	0.031	1.55	23.28	96.04
	原矿	100.00	0.13	1.56	100.00	100.00

表 5 表明， $\text{Ca}(\text{ClO})_2 : \text{Na}_2\text{SO}_3$ 按照不同配比进行组合使用时，毒砂均被有效抑制。在 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 : \text{Na}_2\text{SO}_3 = 2:1$ 的配比下，随着组合药剂用量的增加，对目的矿物辉钼矿也有略微的抑制；而 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 : \text{Na}_2\text{SO}_3 = 3:1$ 或 $1:1$ 的配比下，辉钼矿受到抑制导致回收率降低。因此，抑制剂用量采用 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ 为 2000 + 1000g/t 为宜。

3.3 再磨细度条件试验

条件试验表明，在磨矿细度 -200 目 60%，添加砷抑制剂，经一次粗选钼精矿中砷为 2.00%。粗精矿经精选作业后得钼精矿，砷的含量仍高于钼精矿产品质量砷含量 $\leq 0.3\%$ 的要求。为了使矿物单体完全解离以获得合格钼精矿，确定采用阶段磨矿阶段选别的工艺流程，即原矿一次粗选、一次精选后再磨、再精选一次。为了确定再磨细度对降砷的影响，进行了再磨细度试验，试验结果见表 6。

由表 6 可知，随着再磨细度的增加，钼粗精矿品位逐步提高，砷含量逐步降低。根据试验结果确定再磨细度为 -325 目 89% 为好。

3.4 综合开路试验

综合开路试验流程见图 2，试验结果见表 7。

表 6 再磨细度条件试验结果

再磨细度	产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			Mo	As	Mo	As
-200 目 85%	钼精矿	0.63	14.19	0.83	68.89	0.34
	中矿 1	0.51	2.56	3.72	10.06	1.22
	中矿 2	2.30	0.18	1.63	3.19	2.40
	尾矿	96.56	0.024	1.55	17.86	96.04
	原矿	100.00	0.13	1.56	100.00	100.00
-200 目 95%	钼精矿	0.52	17.49	0.75	70.04	0.25
	中矿 1	0.55	2.09	3.87	8.85	1.36
	中矿 2	2.25	0.23	1.63	3.98	2.36
	尾矿	96.68	0.023	1.55	17.13	96.03
	原矿	100.00	0.13	1.56	100.00	100.00
-325 目 89%	钼精矿	0.49	19.29	0.59	72.80	0.18
	中矿 1	0.69	1.32	4.12	7.02	1.54
	中矿 2	2.21	0.18	1.65	3.07	2.34
	尾矿	96.61	0.023	1.55	17.11	95.98
	原矿	100.00	0.13	1.56	100.00	100.00

表 7 综合开路试验结果

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Mo	As	Mo	As
钼精矿	0.11	48.82	0.21	44.17	0.01
中矿 1	0.05	30.00	0.40	12.34	0.01
中矿 2	0.10	19.17	1.05	15.77	0.07
中矿 3	0.71	1.23	4.05	7.18	1.85
中矿 4	2.36	0.19	1.72	3.69	2.61
中矿 5	1.60	0.39	0.84	5.13	0.86
尾矿	95.07	0.015	1.55	11.72	94.59
原矿	100.00	0.12	1.56	100.00	100.00

表 8 闭路试验结果

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Mo	As	Mo	As
钼精矿	0.25	46.55	0.23	82.35	0.04
尾矿	99.75	0.025	1.52	17.65	99.96
原矿	100.00	0.14	1.52	100.00	100.00

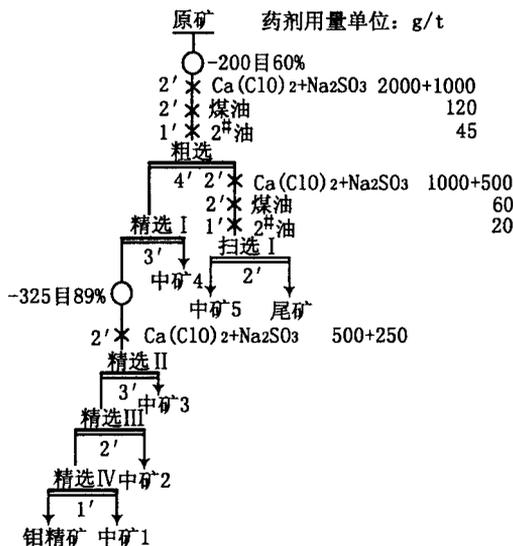


图 2 综合开路试验流程

3.5 闭路试验流程

在开路试验的基础上,中矿按照顺序依次返回进行闭路试验,试验操作中应根据情况适当补加一定数量的煤油、2#油于再磨作业的精选中,以减少钼精矿的损失。闭路试验结果见表 8。

4 结 论

1. 试验采用的无机抑制剂 Ca (ClO)₂、(NH₄)₂S₂O₈、Na₂S₂O₃对毒砂均起到了较好的抑制作用,其中 Ca(ClO)₂与 Na₂SO₃组合使用,对降低钼精矿中砷含量效果最佳。

2. 采用阶段磨矿阶段选别工艺,实现了钼矿物和毒砂的充分解离。试验获得砷含量为 0.23%、钼品位为 46.55%、回收率为 82.35%的钼精矿。

参考文献:

[1]中国科学院地球化学研究所. 单矿物分选[M]. 北京:地质出版社,1981. 47-48.

[2]朱玉霜, 朱建光. 浮选药剂的化学原理[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1986. 246-247.

[3]邱廷省,等. 几种黄铁矿抑制剂的抑制性能比较[J]. 矿产综合利用,2005(3):6-9.

[4]胡为柏. 浮选(第二版)[M]. 北京:冶金工业出版社,1989. 315-316.

[5]纪军,等. 高砷多金属矿浮选分离新工艺的研究[J]. 矿冶,1998(2):15-17.

Experimental Research on Flotation of Arsenic-bearing Molybdenum Ore

JIA Feng-mei, LI Hong-li, ZI Jian-xin, JI Yun-bo

(Inner Mongolia Experiment Research Institute of Geology and Resources, Huhhot, Inner Mongolia, China)

Abstract: The arsenic of the arsenic-bearing molybdenum ore in Inner Mongolia mainly exists in the form of arsenopyrite. If kerosene is adopted as collector, the molybdenum has good flotability. But in the course of flotation the

Windimurra 钒钛磁铁矿综合回收试验研究

陈达, 闫武

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要:简述了 Windimurra 钒钛磁铁矿主要金属元素的赋存、主要矿物组成及矿物含量。磁选条件试验确定了该矿的试验磁场强度(磁选粗选、扫选磁场强度为 280kA/m、350kA/m)和粒度(-0.5mm), 并进行了一粗一扫一精、扫选精矿同精选尾矿合并后再磁选流程的闭路试验, 最终获得了产率为 41.93%, TFe、TiO₂、V₂O₅ 品位分别为 52.14%、18.52%、1.04%, TFe、TiO₂、V₂O₅ 回收率分别为 72.26%、83.30%、82.43% 的钒(铁)精矿, 对钛磁铁矿(包括钛磁赤铁矿、钛赤铁矿和钛磁铁矿)和钛铁矿矿物的回收率分别为 84.32%、84.85%, 能有效地回收该资源中的铁、钛、钒。

关键词:钒钛磁铁矿; 磁选; 铁(钒)精矿

中图分类号:TD951 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2012)01-0021-04

1 矿石性质

该矿石的主要工业矿物为钛磁铁矿(包括钛磁赤铁矿、钛赤铁矿和钛磁铁矿)和钛铁矿, 其含量分别为 41.26% 和 4.99%, 它们是铁、钛、钒的载体矿物。该矿石大部分已被风化成砂状, 少部分仍为块状。钛磁铁矿和钛铁矿广泛发育类质同象分解结构和交代结构, 导致矿物中铁矿物与钛矿物磁性接近(铁矿物的比磁化系数为 30000 ~ 64.4 × 10⁻⁶ cm³/g, 钛矿物的比磁化系数为 5000 ~ 64.4 × 10⁻⁶ cm³/g), 同时铁矿物与钛矿物密度及表面性质也十分近似, 因此, 常用的选矿方法极难分离铁钛。

矿石中元素分布情况:(1)铁:78% 的铁分布于钛磁铁矿中(包括钛磁赤铁矿、钛赤铁矿和

钛磁铁矿), 主要以 Fe₃O₄、Fe₂O₃ 和 FeTiO₃ 形式赋存, 极微量以微粒硅酸盐(斜绿泥石)杂质形式赋存, 6% 的铁分布于钛铁矿中, 其赋存形式主要为 FeTiO₃, 少量为隐晶质 Fe₂O₃; 5% 的铁分布于褐铁矿中, 主要是以针铁矿形式赋存, 只有少量是以粘土形式赋存, 其他布于脉石矿物中。(2)钛:69% 的钛分布于钛磁铁矿中, 主要以片晶状 FeTiO₃ 形式赋存, 少量以隐晶质 TiO₂ 形式赋存; 29% 的钛分布于钛铁矿中, 赋存形式主要为 FeTiO₃, 少量以隐晶质 TiO₂ 形式赋存; 其余分布于褐铁矿和脉石矿物中。(3)钒:矿石中的钒, 主要以类质同象形式置换 Fe₃O₄ 中的 Fe³⁺ 赋存于钛磁铁矿的磁铁矿晶格中。

该试验矿样的主要化学成分见表 1, 原矿矿物组成见表 2。

表 1 矿石主要化学成分/%

TFe	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Zn	S
29.91	30.71	8.77	0.51	0.0097	0.15	22.44	14.63	1.66	1.37	0.022	0.14

arsenopyrite was into the molybdenum concentrate, which led to containing high arsenic. In this experiment, the comparison experiment of different inhibitors for arsenopyrite was emphasized. The result showed that the molybdenum concentrate containing 0.20% of arsenic was obtained with the grade of molybdenum as 46.55% by adopting the combined inhibitor of Ca(ClO)₂ and Na₂SO₃ and the technology of stage grinding and stage separating.

Key words: Molybdenum ore; Arsenopyrite; Reducing arsenic

收稿日期:2011-04-28; 改回日期:2011-05-11

作者简介:陈达(1979-),男,硕士研究生,工程师,主要从事矿物加工工艺技术研究。