

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、 TiO_2 、 V_2O_5 品位分别为 52.14%、18.52%、1.04%, TFe、 TiO_2 、 V_2O_5 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 $30000 \sim 64.4 \times 10^{-6} \text{cm}^3/\text{g}$,钛矿物的比磁化系数为 $5000 \sim 64.4 \times 10^{-6} \text{cm}^3/\text{g}$),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。

矿石中有用元素的分布情况:(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 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 和 FeTiO_3 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 FeTiO_3 ,少量为隐晶质 Fe_2O_3 ;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 FeTiO_3 形式赋存,少量以隐晶质 TiO_2 形式赋存;29% 的钛分布于钛铁矿中,赋存形式主要为 FeTiO_3 ,少量以隐晶质 TiO_2 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 Fe_3O_4 中的 Fe^{3+} 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_2O_3	TiO_2	V_2O_5	Cr_2O_3	MnO	SiO_2	Al_2O_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 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ and Na_2SO_3 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。

表 2 原矿矿物组成

项 目	金属矿物	脉石矿物
主要矿物	钛磁铁矿、钛铁矿、 钛-赤铁矿、褐铁矿	斜绿泥石、高岭石
次要矿物	钛-磁赤铁矿、针铁 矿、赤铁矿、白钛石 (锐钛矿、金红石、 榍石、板钛矿等)	斜长石、顽火辉石、 普通辉石、蛇纹石、 皂石、绢云母
微量矿物	磁黄铁矿、黄铜矿	镁铝尖晶石、黝帘石、 角闪石、石英、钠长石

2 选矿试验

2.1 入选粒度试验

在磁场强度 300kA/m 的条件下,进行入选粒度试验。试验流程见图 1,试验结果见表 3。

从表 3 可看出,在给矿粒度 -0.5mm 的条件下,分选得到的精矿 I、精矿 II 的 TFe、TiO₂、V₂O₅

表 3 不同磨矿细度磁选试验结果

给矿粒度 /mm	产品 名称	产率 /%	品 位/%			回收率/%		
			TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅
-1.0	精矿 I	35.04	52.71	15.20	1.04	61.91	62.02	71.17
	尾 矿	64.96	17.52	5.02	0.23	38.09	37.98	28.83
	原 矿	100.00	29.85	8.59	0.51	100.00	100.00	100.00
-0.5	精矿 I	31.35	54.63	16.61	1.07	56.96	58.71	66.29
	尾 矿	68.65	18.85	5.34	0.25	43.04	41.29	33.71
	原 矿	100.00	30.07	8.87	0.51	100.00	100.00	100.00
-0.1	精矿 I	25.54	57.11	14.72	1.18	48.72	43.80	58.23
	尾 矿	74.46	20.61	6.57	0.29	51.28	56.20	41.77
	原 矿	100.00	29.93	8.65	0.52	100.00	100.00	100.00

指标较理想,故选择给矿粒度 -0.5mm。

2.2 磁选粗选试验

在入选粒度为 -0.5mm 时,进行了磁选粗选试验,试验流程见图 1,试验结果见表 4。

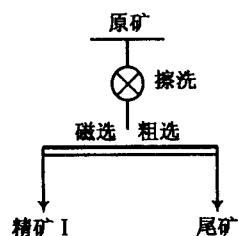


图 1 磁选试验流程

表 4 磁选粗选试验结果

磁场强度 /kA·m ⁻¹	产率 /%	品 位/%			回收率/%		
		TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅
200	35.04	52.71	15.20	1.04	61.85	61.96	71.09
280	46.77	48.18	16.23	0.91	75.45	88.28	83.22
350	49.92	46.46	15.59	0.87	77.67	90.51	84.94
550	52.61	45.17	15.07	0.84	79.57	92.24	86.36
700	56.90	43.42	14.26	0.80	82.73	94.36	88.45
900	61.55	41.73	13.42	0.75	86.00	96.06	90.62
1000	65.67	40.31	12.70	0.72	88.65	97.01	92.31
1200	68.41	39.33	12.24	0.70	90.09	97.43	93.22

从表 4 可以看出,磁性矿物产率及回收率随磁场强度的增强而增高,其 TFe、TiO₂、V₂O₅ 品位随磁场强度的增强而降低。试验结果表明,粗选磁场强度在 280kA/m 左右,钛磁铁矿、钛磁赤铁矿、钛赤铁矿、钛铁矿等矿物的回收效果较好。

2.3 磁选扫选试验

对粗选尾矿进行了扫选的磁场强度条件试验,流程见图 2,试验结果见表 5。

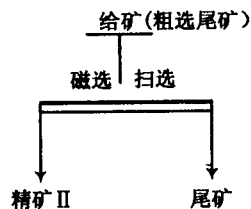


图 2 磁选扫选试验流程

表 5 表明,扫选磁场强度为 350 kA/m 时,能有效的回收各金属矿物,回收指标较好。

2.4 选矿闭路试验

在条件试验及入选粒度试验的基础上,进行了选矿闭路试验。为了提高精矿品位,增加了磁选精选,磁选精选尾矿与扫选精矿合并后再进行精选能提高精矿产率,通过条件试验得出了它们的磁场强

表 5 磁选扫选试验结果

磁场强度 /kA·m ⁻¹	产品 名称	产率 /%	品 位/%			回收率/%		
			TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅
200	精矿Ⅱ	11.45	47.53	25.16	0.932	28.86	53.95	42.87
	尾 矿	88.55	15.15	2.78	0.161	71.14	46.05	57.13
	给 矿	100.00	18.86	5.34	0.249	100.00	100.00	100.00
280	精矿Ⅱ	14.17	45.69	23.08	0.827	34.29	61.02	46.69
	尾 矿	85.83	14.45	2.43	0.156	65.71	38.98	53.31
	给 矿	100.00	18.88	5.36	0.251	100.00	100.00	100.00
350	精矿Ⅱ	15.85	44.79	23.79	0.782	37.65	70.67	49.54
	尾 矿	84.15	13.97	1.86	0.150	62.35	29.33	50.46
	给 矿	100.00	18.85	5.34	0.250	100.00	100.00	100.00
400	精矿Ⅱ	16.97	41.58	22.09	0.715	37.47	69.68	49.04
	尾 矿	83.03	14.18	1.96	0.152	62.53	30.32	50.96
	给 矿	100.00	18.83	5.38	0.247	100.00	100.00	100.00

度,分别为 240kA/m、320kA/m。其选别流程见图 3,试验结果见表 6。

矿和钛铁矿的回收率分别为 84.32% 和 84.45%。

3 结 论

1. 该矿石中铁、钛矿物总矿物量达 46%,且含钒较高,易开采,故利用该资源能实现较好的经济效益。由于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,难用常规选矿方法分离铁、钛矿物。
2. 通过磁选的磨矿细度试验、磁选粗选及扫选试验,确定了磨矿细度以 -0.5mm 为宜,粗选和扫选的磁场强度分别为 280kA/m、350 kA/m。
3. 采用该选矿工艺流程,能获得产率为 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,对钛磁铁矿和钛铁矿的回收率分别为 84.32% 和 84.45%,能有效地回收该资源中的铁、钛、钒。

参考文献:

[1] 吴本美,等. 攀枝花钒钛磁铁矿工艺矿物学[J]. 成都:四川科学技术出版社,1998.

[2] 陈达,傅文章,洪秉信. 某钒钛磁铁矿选铁(钒)试验研究[J]. 金属矿山,2010(11):75-76.

[3] 冯建成,张建树. 高钛型磁铁矿综合利用研究[J]. 矿产综合利用,2003(5):9-13.

[4] 邓君,等. 攀钢钒钛磁铁矿资源综合利用现状与发展. 2007(6):83-86.

[5] 朱俊士,等. 中国钒钛磁铁矿选矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1996.

(下转 45 页)

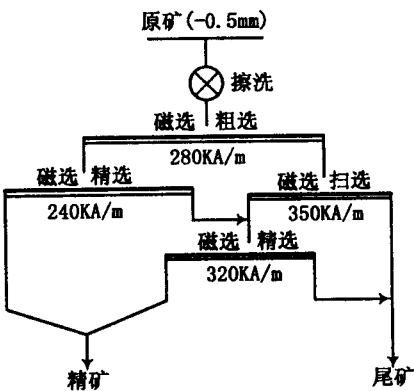


图 3 选矿闭路试验流程

表 6 选矿初步试验结果

产品 名称	产率 /%	品 位/%			回收率/%		
		TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅
精矿	41.93	52.14	18.52	1.04	72.26	83.30	82.43
尾矿	58.07	14.45	2.68	0.16	27.74	16.70	17.57
合计	100.00	30.25	9.32	0.53	100.00	100.00	100.00

由表 6 可知,采用该选矿工艺流程,可获得产率 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%的精矿产品。

通过对钒铁精矿的物相分析可知,精矿产品中钛磁铁矿(包括钛磁赤铁矿、钛赤铁矿和钛磁铁矿)和钛铁矿含量分别为 82.97% 和 10.11%,对钛磁铁

从表7的烧渣化学多项分析结果可看出,烧渣中全铁含量为64.45%,FeO质量百分含量为4.28%,推算出烧渣中 Fe_3O_4 质量百分含量为13.79%, Fe_2O_3 的质量百分含量为77.93%,则烧渣中铁氧化物的质量百分含量为91.72%。烧渣中主要杂质为 SiO_2 和 Al_2O_3 ,铁氧化物、 SiO_2 和 Al_2O_3 三者总和为98.61%,硫含量较低,为0.17%。根据铁精矿质量标准,在实验室中用小型沸腾炉模拟的沸腾焙烧试验产出的烧渣质量达到了高品位铁精矿的要求。

4 结 论

在实验室中,用自行设计制造的小型沸腾炉对硫含量50%的硫精矿进行了模拟沸腾焙烧试验,经过对焙烧温度、焙烧时间和进气压力的试验,确定了试验较佳条件。在硫铁矿重为100g,焙烧温度为800℃,焙烧时间为5min,进气压力为0.5MPa的焙烧条件下,烧渣中硫含量低于0.30%,全铁含量大

于64%。

烧渣中大部分铁以 Fe_2O_3 形式存在,质量百分含量为77.93%, Fe_3O_4 的质量百分含量为13.79%,铁氧化物、 SiO_2 和 Al_2O_3 三者总和为98.61%,实验室模拟焙烧试验产出的烧渣质量较好,达到了高品位铁精矿的要求。

参考文献:

- [1]徐建林,史光大,李元坤. 试验用小型沸腾炉的设计与实践[J]. 甘肃冶金,2011(2):30-32.
- [2]徐建林,李元坤. 一种试验用小型沸腾炉[P]. 中国. ZL201020157305.0. 2010.04.13.
- [3]陈五平. 无机化工工艺学[M]. 北京:化学工业出版社,1981.
- [4]邓履富. 粒度差大的硫铁矿混烧制酸问题探讨[J]. 贵州化工,1993(3):51-52.
- [5]袁精华. 100kt/a 硫酸装置沸腾炉的设计[J]. 硫酸工业,2006(3):36-39.

Experimental Research on Roasting Pyrite in Small Fluidized-bed Roaster

XU Jian-lin, SHI Guang-da, LI Yuan-kun, ZHONG Qing-wen, YU Ping

(Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: The simulated fluidized roasting experiment in a small fluidized-bed roaster was carried on the pyrite concentrate containing 50% of sulfur. Through the experiment, the optimal technological conditions were determined: the roasting temperature was 800℃, the roasting time was 5min and the intake pressure was 0.5MPa. At last, the content of sulfur in the cinder is less than 3%, while the iron grade is over 64%. The quality of the cinder produced from the simulated experiment is good, reaching the requirements of high grade iron concentrate.

Key words: Small fluidized-bed roaster; Roasting; Pyrite

(上接23页)

Experimental Research on Comprehensive Recovery of the Windimurra Vanadium-containing Titanomagnetite Ore

CHEN Da, YAN Wu

(Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Recourse, CAGS, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: The occurrence of the main metal elements, the main mineral composition and content of the Windimurra vanadium-containing titanomagnetite were stated. The magnetic intensity (280kA/m for the roughing flotation and 350kA/m for the scavenging) and the particle size (−0.5mm) were determined by the magnetic condition experiments. At the same time, the closed-circuit experiment was conducted by adopting the flowsheet of one roughing, one scavenging and one cleaning and magnetic separation after the combination of scavenging concentrate and cleaning tailings. The vanadium(iron) concentrate was obtained with the yield of 41.93%, and the grade of TFe, TiO_2 and V_2O_5 as 52.14%, 18.52% and 1.04% and the recovery of TFe, TiO_2 and V_2O_5 as 72.26%, 83.30% and 85.46% respectively. For the minerals in the titanium magnetite (titanium maghematite, titanium hematite and titanomagnetite) and ilmenite ore, the recovery was 84.32% and 84.85% respectively, effectively recovering iron, titanium and vanadium of the resources.

Key words: Vanadium-containing titanomagnetite ore; Magnetic Separation; Iron (vanadium) concentrate