

云南钛铁矿砂矿磁选试验研究

徐明, 张渊, 傅文章, 洪秉信

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要:云南钛铁矿石中主要有用矿物为钛铁矿、钛磁铁矿, 矿石泥化较严重, 针对该矿石进行了磁选试验研究。对原矿采用选择性擦洗解离, 可以得到 TiO_2 品位 35.31%, 产率 78.25% 的 +0.030mm 产品及 TiO_2 品位 8.46%, 产率 21.75% 的 -0.030mm 产品。+0.030mm 粒级采用弱磁除铁, 弱磁尾矿采用分级-强磁选工艺进行选钛试验, 对弱磁精矿再磨后采用弱磁-强磁工艺进行钛、铁分离; -0.030mm 粒级采用脱泥-磁选工艺进行细粒选钛试验。最终可得到 TiO_2 品位 48.83% 的钛精矿, 回收率 85.51%, TFe 品位 56.62% 的铁精矿, 回收率 25.17%。该工艺合理可行, 选矿指标较为理想。

关键词:选择性解离; 分级; 弱磁选; 强磁选

中图分类号:TD951 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2011)05-0024-04

钛是制取钛渣、人造金红石、钛白、海绵铁、钛金属及钛材、焊条、涂料等的重要原料, 目前有工业利用价值的钛资源主要是钛铁矿、锐钛矿、板钛矿、白钛矿、钙钛矿和金红石。我国的钛资源主要为钛铁矿^[1,2], 既有岩矿, 也有砂矿, 砂矿主要分布在广东、广西、海南沿海及云南等地^[3]。本研究针对云南钛铁矿砂矿进行了磁选试验研究, 获得了较好的选别

效果, 工艺适应性强, 为合理开发利用该类矿石提供了技术依据。

1 矿石性质

矿石原矿化学多元素分析结果见表1, 钛铁矿在原矿不同粒级中的解离状况见表2。

矿石的主要有用成分是钛铁矿、钛磁铁矿、磁铁

表1 原矿化学多元素分析结果/%

TiO_2	TFe	Fe_2O_3	V_2O_5	S	P	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO
29.53	33.64	23.62	0.43	0.020	0.132	17.00	4.87	0.74	0.94

表2 钛铁矿在原矿不同粒级中的解离状况

粒级/mm	单体/%	连体/%			
		>3/4	3/4~1/2	1/2~1/4	<1/4
+0.30	6.39	42.20	22.72	18.85	9.84
-0.30+0.20	18.21	59.55	13.62	5.88	2.74
-0.20+0.15	22.83	65.23	6.96	3.36	1.62

矿、钛磁赤铁矿、磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿, 脉石矿物主要是长石、石英、辉石、黑云母、橄榄石、磷灰石、方解石和高岭石等粘土矿物。

从表2可以看出, 钛铁矿的嵌布粒度较粗, 仅+0.30mm 粒级单体及>3/4 连体便达到了50%左右。工艺矿物学研究表明, 与钛铁矿构成连体主要

有两种, 一种是与钛磁铁矿连体, 另一种是与褐铁矿等铁矿物以及泥质化褐铁矿(充填式)连体。矿物的氧化、风化、蚀变作用比较普遍, 是该矿突出特征, 也是影响着选矿工艺的主要因素。

2 选矿试验研究

2.1 选择性解离试验

依据矿石性质, 原矿泥化现象比较严重, 首先对矿石进行了选择性解离探索试验, 最终确定擦洗强度7.6kg/cm/s, 擦洗时间15min, 擦洗矿浆浓度65%, 经过两段擦洗, 擦洗试验结果见表3。

经过两段擦洗, 可以获得两个粒级产品, 其中

收稿日期:2011-04-07; 改回日期:2011-05-16

作者简介:徐明(1985-), 女, 硕士研究生, 助理工程师, 主要从事矿物加工工艺流程及选矿技术研究工作。

表 3 选择性擦洗试验结果

粒级 /mm	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
		TiO ₂	Fe	TiO ₂	Fe
+0.030	78.25	35.31	36.08	93.76	84.61
-0.030	21.75	8.46	23.61	6.24	15.39
合计	100.00	29.47	33.36	100.00	100.00

+0.030mm 粒级, 产率 78.25%, TiO₂ 品位 35.31%, 比擦洗前明显提高, -0.030mm 粒级, 产率 21.75%, TiO₂ 品位 8.46%, 并对两粒级产品分别进行选矿试验研究。

2.2 +0.030mm 粒级选钛试验

钛磁铁矿和蚀变的钛磁铁矿是原矿中的主要矿物, 由于强磁性矿物的存在, 在强磁选过程中产生磁团聚, 形成磁链、磁团, 影响强磁机的正常工作。所以, 在强磁选前必须弱磁除铁^[4], 不同磁选条件下弱磁选铁的试验结果见表 4。

表 4 弱磁选选铁试验结果

磁场强度 /kA·m ⁻¹	产品名称	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
			TiO ₂	TFe	TiO ₂	TFe
	弱磁精矿	22.87	23.20	50.95	15.02	32.28
75.62	弱磁尾矿	77.13	38.91	31.70	84.98	67.72
	给矿	100.00	35.32	36.10	100.00	100.00
	弱磁精矿	24.43	23.30	50.85	16.12	34.42
88.36	弱磁尾矿	75.57	39.18	31.32	83.88	65.58
	给矿	100.00	35.30	36.09	100.00	100.00
	弱磁精矿	25.23	23.35	50.64	16.68	35.41
99.52	弱磁尾矿	74.77	39.35	31.17	83.32	64.59
	给矿	100.00	35.31	36.08	100.00	100.00
	弱磁精矿	25.60	23.28	50.59	16.85	35.90
111.50	弱磁尾矿	74.40	39.52	31.08	83.15	64.10
	给矿	100.00	35.36	36.07	100.00	100.00

从表 4 可以看出, 随着磁场强度的升高, 磁选精矿 Fe 品位略有降低, 回收率逐渐增加, 磁选尾矿 TiO₂ 品位缓慢升高, Fe 品位逐渐降低, 在磁场强度达到 99.52kA/m, 随着磁场强度的增加, 精矿及尾矿产品指标趋于稳定, 所以弱磁选铁的试验选定磁选强度 99.52kA/m。

2.2.1 弱磁尾矿选钛试验

弱磁尾矿中 TiO₂ 品位 39.35%, 为了下一步的选钛工作, 对磁选尾矿进行了矿物组成及钛铁矿解离分析, 结果见表 5。

从表 5 可以看出, 弱磁尾矿中的主要成分为钛

铁矿和脉石矿物, 钛铁矿含量达到了 71.85%, 其中 48% 左右的钛铁矿得到了单体解离, 通过对弱磁尾矿各粒级的进行分析发现 +0.2mm 粒级的矿物中钛铁矿的解离程度不充分, 需要再磨使之解离充分。经磨矿分级再循环后, 通过强磁选来回收钛铁矿, 试验流程如图 1 所示, 强磁选试验结果见表 6。

表 5 磁选尾矿矿物组成及钛铁矿的组成

单体	钛铁矿 /%		脉石 /%	钛磁铁矿 /%	褐铁矿等 /%	合计
	>1/2 连体	<1/2 连体				
47.96	22.68	1.21	25.03	0.86	2.26	100.00

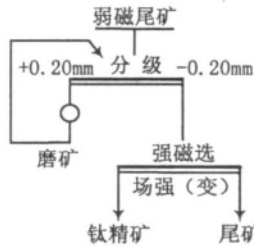


图 1 弱磁尾矿分级-强磁选钛工艺流程

表 6 弱磁尾矿强磁选钛试验结果

磁场强度 /kA·m ⁻¹	产品名称	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
			TiO ₂	TFe	TiO ₂	TFe
	钛精矿	74.83	49.3	36.63	93.70	88.41
336	尾矿	25.17	9.85	14.28	6.30	11.59
	弱磁尾矿	100.00	39.37	31.00	100.00	100.00
	钛精矿	77.87	48.91	36.11	96.79	90.21
460	尾矿	22.13	5.84	13.79	3.28	9.79
	弱磁尾矿	100.00	39.35	31.17	100.00	100.00
	钛精矿	78.05	48.8	36.06	96.77	90.38
625	尾矿	21.95	5.80	13.65	3.23	9.62
	弱磁尾矿	100.00	39.36	31.14	100.00	100.00

从表 6 可以看出, 随着磁场强度的增加, 钛精矿 TiO₂ 品位有所提高, 铁含量有所降低, 回收率逐渐升高。综合考虑, 磁场强度选择 460kA/m 较为合适。

2.2.2 弱磁精矿铁钛分离试验

弱磁选得到的粗精矿中 TiO₂ 含量较高, 有必要通过试验研究提高铁品位, 降低 TiO₂ 含量。

工艺矿物学研究表明, 弱磁选粗精矿中钛磁铁矿 74.86%, 钛铁矿 22.49%, 脉石 2.65%, 钛磁铁矿主要是以连生体存在, 其中与钛铁矿的连生体达 85%。若要实现铁钛分离必须对粗铁精矿进行再

磨,采用磁场强度 91.56kA/m 进行磨矿细度试验,试验结果见表 7。

表 7 弱磁精矿磨矿细度试验结果

磨矿细度 -0.074mm/%	产品 名称	产率 /%	品位/%		回收率/%	
			TiO ₂	TFe	TiO ₂	TFe
55	精矿	76.89	17.90	54.50	59.14	82.86
	尾矿	23.11	41.15	37.50	40.86	17.14
	给矿	100.00	23.27	50.57	100.00	100.00
65	精矿	75.36	17.22	56.10	55.55	83.54
	尾矿	34.64	42.15	33.80	44.45	16.46
	给矿	100.00	23.36	50.61	100.00	100.00
75	精矿	74.98	16.91	56.33	54.37	83.44
	尾矿	25.02	42.53	33.50	45.63	16.56
	给矿	100.00	23.32	50.62	100.00	100.00
85	精矿	74.55	16.86	56.50	53.88	83.19
	尾矿	25.45	42.27	33.45	46.12	16.81
	给矿	100.00	23.33	50.63	100.00	100.00

从表 7 可以看出,随着磨矿细度的增加,精矿 Fe 品位逐渐升高,尾矿中 TiO₂ 品位逐渐升高,铁含量逐渐降低。根据试验结果选择磨矿细度 - 0.074mm65% 左右较为合适。

在确定磨矿细度的基础上,采用弱磁选 - 强磁选工艺实现钛、铁分离,试验流程见图 2,试验结果见表 8。



图 2 弱磁精矿铁钛分离工艺流程

表 8 弱磁精矿铁钛分离试验结果

产品 名称	产率 /%	品位/%		回收率/%	
		TiO ₂	TFe	TiO ₂	TFe
铁精矿	74.32	17.66	56.65	56.21	83.14
钛精矿	20.11	48.56	36.54	41.82	14.51
尾 矿	5.57	8.42	21.43	2.01	2.36
给 矿	100.00	23.35	50.64	100.00	100.00

从表 8 可看出,弱磁粗精矿经过磨矿 - 分级 - 弱磁选 - 强磁选试验,可得到 TiO₂ 品位 48.56% 的钛精矿,同时还得到产率 24.91%,TFe 品位为 56.

65% 的铁精矿,实现了铁、钛的有效分离。

2.3 -0.03mm 细泥中钛回收试验

-0.03mm 细泥主要是由钛铁矿、钛磁铁矿、蚀变钛磁铁矿、褐铁矿和脉石组成,TiO₂ 品位 8.46%,并且细泥中钛铁矿单体解离度达 92%,钛铁矿 - 30 + 20 μ m 级别含量占 48% ~ 57%,这部分钛铁矿是可以回收利用的。

对选择性擦洗解离分级得到的 -0.03mm 粒级采用分级脱泥 - 弱磁选 - 强磁选试验,可以得到 TiO₂ 品位 48.60%,回收率 3.52% 的钛精矿,Fe 品位 54.21%,回收率 0.26% 的铁精矿。

2.4 连续选矿试验

原矿经预先高效选择性解离擦洗,所得 +0.030mm 粒级产品经分级 - 磨矿 - 弱磁选 - 强磁选,-0.030mm 细泥产品经分级 - 弱磁选 - 强磁选,能综合利用该矿石中的铁钛,综合试验流程见图 3,试验结果见表 9。

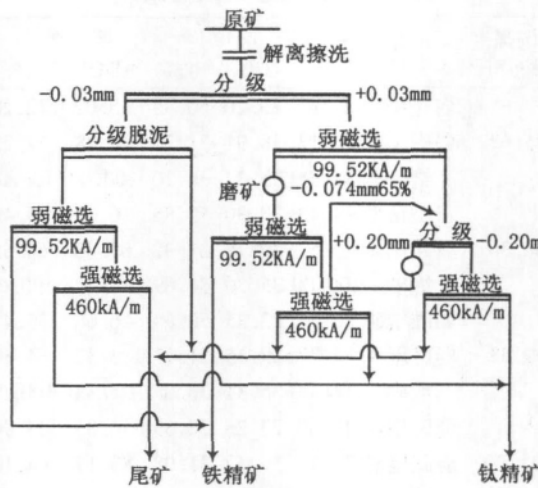


图 3 钛铁矿砂矿磁选工艺流程

表 9 钛铁矿砂矿磁选流程试验结果

产品 名称	产率 /%	品位/%		回收率/%	
		TiO ₂	TFe	TiO ₂	TFe
钛精矿	51.67	48.83	36.11	85.61	55.93
铁精矿	14.83	17.66	56.62	8.89	25.17
尾 矿	33.50	4.84	18.85	5.50	18.90
给 矿	100.00	29.47	33.36	100.00	100.00

3 结 论

1. 矿石的主要有用矿物为钛铁矿、钛磁铁矿,矿物的氧化、风化、蚀化作用强烈,泥化较严重,严重影响

响了矿石中有用矿物的回收利用。

2. 对矿样进行擦洗,可以较好实现对矿物选择性解离,为分级回收钛铁矿打下了良好的基础。

3. 矿石经擦洗试验后,产生了 +0.030mm 及 -0.030mm 两个粒级产品,对 +0.030mm 粒级采用弱磁工艺,并对弱磁尾矿采用分级-强磁选工艺进行选钛试验,对弱磁精矿采用分级-弱磁选-强磁选工艺进行钛铁分离;-0.030mm 产品采用脱泥-磁选工艺进行选钛试验。最终可得到 TiO_2 品位 48.83% 的钛精矿,回收率 85.51%,TFe 品位 56.62% 的铁精矿,回收率 25.17%。

4. 本试验的工艺流程可综合利用该矿石中的铁钛,同时工艺简单、适应性强,生产上操作容易。

参考文献:

- [1] 肖军辉,张宗华,张昱,等. 风化细粒钛铁矿及伴生金红石的选矿试验研究 [J]. 有色金属(选矿部分),2007,(3):12-14.
- [2] 汪力,雷霆,张汉平. 云南某地区钛铁矿粗选试验研究 [J]. 云南冶金,2011,(1):27-30.
- [3] 杨佳,李奎,汤爱涛,等. 钛铁矿资源综合利用现状与发展 [J]. 材料导报,2003,(8):44-46.
- [4] 张恩宏,黄庆柒,高利坤. 云南某钛铁矿粗精矿精选试验研究 [J]. 矿业快报,2002,(23):3-5.
- [5] 陈树民. 攀枝花微细粒级(-19 μm)钛铁矿回收探索试验 [J]. 矿产综合利用,2004,(5):7-10.

Experimental Research on Magnetic Separation of Ilmenite Placer of Yun Nan

XU Ming, ZHANG Yuan, FU Wen-zhang, HONG Bing-xin

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

Abstract: The main useful components of ilmenite placers of Yun Nan are ilmenite and titanium magnetite and the ores are extremely sliming. Experimental research on magnetic separation for this ore was adopted. When the technology of selective scrubbing dissociation was carried on, +0.030mm products of 35.31% TiO_2 with the yield of 78.25% and -0.030mm products of 8.46% TiO_2 with the yield of 21.75% were obtained respectively. Directed at +0.030mm products, low-intensity magnetic separation was adopted to remove iron, the tailings of which was carried on titanium beneficiation by adopting the technology of grading-high-intensity magnetic separation and the concentrate was carried on separating iron and titanium by using low-intensity magnetic separation-high-intensity magnetic separation. Directed at the -0.030mm products, fine particle titanium separation was carried on by using the technology of desliming-magnetic separation. Finally, titanium concentrate of 48.83% TiO_2 with recovery of 85.51% and iron concentrate of 56.62% TFe with recovery of 25.17% were obtained. This technology is rational and feasible and the separation index is satisfactory.

Key words: Selective dissociation; Grading; Low-intensity magnetic separation; High-intensity magnetic separation

2012 年《稀土》杂志征订启事

《稀土》(双月刊)是中国稀土学会会刊,主要报道稀土地质、选矿、提取、化学、物理、生物等学科的研究,交流稀土应用于钢铁、机械、有色金属、电子、化工、玻璃、陶瓷、轻工、农业、医药等领域最新发展及超导、激光、永磁、荧光、新材料等高新技术方面的应用。

征订方法 《稀土》由包头市邮电局发行,在全国各地邮局订阅。《稀土》杂志代号 16-37。每期定价 10.00 元,全年定价 60.00 元。邮局信汇:内蒙古包头市青山区稀土开发区黄河大街 36 号《稀土》编辑部,邮政编码:014030。银行汇款:包头市工商银行昆区办事处,开户名:全国稀土信息网,账号:0603012009026451023

联系电话及传真: 0472-5179380; E-mail: xtbjb@brire.com