

文章编号:1673-9981(2012)03-0190-05

内蒙古某钛铁矿选矿试验研究

邹坚坚^{1, 2}, 胡 真¹, 汤玉和¹, 严 荣³, 李汉文¹

1. 广东省工业技术研究院(广州有色金属研究院), 广东 广州 510650;
2. 中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南 长沙 410083;
3. 广东广业云硫矿业有限公司, 广东 云浮 527300

摘 要:内蒙古某钛铁矿的主要有价矿物为钛铁矿和钒钛磁铁矿,并伴生有极少量的铅石和金红石,试验原料为现场原矿经螺旋选矿机重选后得到的重砂产品,试验采用弱磁选铁-强磁选钛-摇床精选工艺流程,在给矿中 $w(\text{TiO}_2)=18.29\%$, $w(\text{Fe})=23.68\%$ 的情况下,获得 TiO_2 品位48.79%和 TiO_2 回收率70.56%的钛精矿,以及Fe品位58.29%和Fe回收率35.96%的钒钛磁铁矿精矿。

关键词:钛铁矿;钒钛磁铁矿;弱磁选铁-强磁选钛-摇床精选工艺流程

中图分类号:TD923

文献标识码:A

我国的钛资源丰富,但天然金红石储量较少,主要以钛铁矿为主,钛铁矿中又以非铁杂质含量较高的低品位矿为主.对于这类杂质含量高的钛铁矿石,无论是生产钛白粉、海绵钛,还是人造金红石和高钛渣,其二氧化钛含量均不能满足生产的要求^[1].因此,采用选矿预富集的方法,对综合开发我国大量的钛铁矿资源十分重要.本研究采用弱磁选铁-强磁选钛-摇床精选工艺流程对内蒙古某钛铁矿的自然重砂进行选别,得到了较好的选别指标.

MLA矿物定量分析及主要矿物粒度分析结果分别列于表1~3.

由表1可知,该矿的主要有价元素为钛和铁,其他金属元素含量很低,难以有效地富集回收.由表2可知,该矿主要钛矿物为钛铁矿和钒钛磁铁矿,主要脉石矿物为长石、石英、辉石、角闪石及云母等硅酸盐和铝硅酸盐矿物.由表3可知,钛铁矿和钒钛磁铁矿的粒度均较粗,粒度分布较均匀,粒度主要集中在0.04~0.16 mm范围内,该粒级为重选易选粒级.

1 矿石性质

试验矿样为内蒙古某钛铁矿的自然重砂,其是现场经螺旋选矿机预富集的产品.多元素分析、

2 试验结果与讨论

2.1 原则流程的选择与确定

由于钛铁矿自然重砂的矿物组成复杂、各矿物

表1 多元素分析结果

Table 1 Multi-elemental analysis results of ore

元素	Fe	TiO ₂	P ₂ O ₅	ZrO ₂	Pb	Zn	Cu
含量 w/%	23.68	18.29	0.83	0.052	0.0055	0.037	0.0058
元素	S	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O
含量 w/%	0.0081	30.98	5.12	2.31	6.91	0.9	1.33

收稿日期:2012-02-15

作者简介:邹坚坚(1987-),男,贵州省兴仁县人,研究生.

表2 矿物定量检测结果
Table 2 The result of Mineral quantitative test

矿物	钒钛磁铁矿	钛铁矿	白钛石	磷灰石	锆石	斜锆石	黄铁矿	白云母	石英
含量 w/%	17.577	33.154	0.042	2.045	0.015	0.023	0.002	0.053	4.144
矿物	长石	黑云母	绿泥石	滑石	硬锰矿	角闪石	方解石	白云石	重晶石
含量 w/%	30.60	0.978	0.465	0.307	0.073	3.689	0.286	0.008	0.006
矿物	金红石	辉石	榍石	钙铝榴石	锰铝榴石	褐铁矿	其他	合计	
含量 w/%	0.002	4.455	0.019	0.033	0.024	0.923	1.081	100.00	

表3 主要矿物粒度分布
Table 3 The particle size of main minerals

粒级/mm	矿物含量 w/%				
	钛铁矿	钒钛磁铁矿	锆石	斜锆石	金红石
- 0.32~+0.16	23.76	16.19	—	—	—
- 0.16~+0.074	45.13	42.60	27.48	—	—
- 0.074~+0.04	16.38	21.41	13.01	—	—
- 0.04~+0.020	7.43	10.14	12.14	13.39	29.76
- 0.020~+0.010	3.67	5.02	1.65	43.17	23.66
- 0.010	3.63	4.64	45.72	43.44	46.58
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

间共生关系密切,较之海滨砂钛铁矿,其分选流程要复杂得多.国内外对钛铁矿选矿研究较多,根据矿石性质的不同,主要采用重选-磁选流程、重选流程及重选-强磁选-电选流程等,而细粒通常采用浮选流程^[1].针对给矿为螺旋溜槽预富集产品,其已基本实现重选抛尾,试验主要目的是实现钛铁矿、钒钛磁铁矿及脉石之间的有效分离,以获得合格精矿产品.根据矿物之间的磁性差异,本研究选择弱磁选铁-强磁选钛-摇床精选工艺流程.

2.2 入选粒级条件试验

从表3可以看出,该矿中0.04 mm以上粒级的钛铁矿和钒钛磁铁矿的占有率为80%以上,而其中0.16 mm粒级以上的占有率约20%.为了提高矿物的解离度,需要增加磨矿工艺,同时也增加了矿物表面洁净程度,有助于分选,从而获得较高品位的精矿产品.在入选粒级不同的情况下,选铁和选钛试验流程均为一次粗磁选,其中选铁磁场强度为0.15 T,选钛磁场强度为0.7 T,入选粒级试验结果列于表4.

表4 入选粒级试验结果
Table 4 The result of different fineness test

入选粒级/mm	产品名称	品位/%		回收率/%	
		TiO ₂	Fe	TiO ₂	Fe
- 0.25	钒钛磁铁粗精矿	14.72	53.61	12.30	39.53
	钛粗精矿	36.52	32.69	85.39	57.1
- 0.15	钒钛磁铁粗精矿	13.41	54.81	9.98	37.91
	钛粗精矿	37.29	33.12	87.01	59.02
- 0.10	钒钛磁铁粗精矿	12.27	56.01	8.65	37.07
	钛粗精矿	36.68	33.46	86.19	59.95

由表4可知,随着入选粒级变细,钒钛磁铁粗精矿中Fe品位不断提高,TiO₂含量逐渐降低;钛粗精矿中TiO₂品位和回收率均为先增加后降低.最终选择合适的入选粒级为-0.15 mm.

2.3 磁场强度试验

钒钛磁铁矿晶形与磁铁矿相同,其具有强磁性,属典型的铁磁性矿物,在磁场低于0.2 T的场强下,大部分钒钛磁铁矿物进入强磁性产品中;而钛铁矿属弱磁性矿物,本身具有永久性的原子磁矩,在未被磁化时磁矩的方向是紊乱的,不显示磁性,

但在外磁场作用下显示磁性,当撤消磁场时磁化现象立即消失,因而钛铁矿是顺磁性矿物,具有弱磁性,在磁场为0.25~0.8 T的场强下,大部分钛铁矿物进入弱磁性产品中^[1].由此可知,确定合适的磁选场强,是钒钛磁铁矿和钛铁矿实现有效分离的关键.

2.3.1 钒钛磁铁矿磁选场强试验

在细度试验基础上,用鼓式磁选机进行了钒钛磁铁矿选别试验.入选粒级为-0.15 mm,磁场强度试验结果列于表5.

由表5可知,随着磁场强度的提高,精矿中Fe

表5 钒钛磁铁矿磁选磁场强度试验结果
Table 5 The result of magnetic field intensity of vanadium titano-magnetite magnetic separation

磁场强度/T	产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			Fe	TiO ₂	Fe	TiO ₂
粗选:0.10	钒钛磁铁精矿	13.47	59.76	12.72	34.36	9.33
	钒钛磁铁中矿	2.12	38.26	15.12	3.46	1.75
精选:0.08	选铁尾矿	84.41	17.26	19.34	62.18	88.92
扫选:0.12	给矿	100.00	23.43	18.36	100.00	100.00
粗选:0.12	钒钛磁铁精矿	14.17	58.42	13.32	35.39	10.30
	钒钛磁铁中矿	2.40	38.06	15.92	3.91	2.08
精选:0.10	选铁尾矿	83.43	17.02	19.26	60.70	87.62
扫选:0.15	给矿	100.00	23.39	18.34	100.00	100.00
粗选:0.15	钒钛磁铁精矿	14.92	56.39	14.32	36.01	11.66
	钒钛磁铁中矿	2.82	37.66	16.02	4.54	2.47
精选:0.12	选铁尾矿	82.26	16.89	19.12	59.45	85.87
扫选:0.20	给矿	100.00	23.37	18.32	100.00	100.00

品位逐渐降低,TiO₂品位逐渐升高.为使大部分钛铁矿物进入选铁尾矿中,以利于后续的选钛作业,选择粗选磁场强度为0.12 T,精选磁场强度为0.10 T,扫选磁场强度为0.15 T.

2.3.2 钛铁矿磁选场强试验

在确定了选别钒钛磁铁矿物磁场强度的基础上,采用高梯度磁选机进行钛铁矿磁选试验,给矿为选铁尾矿.试验结果列于表6.

由表6可以看出,随着磁场强度的提高,钛精矿中TiO₂的品位逐渐降低,TiO₂的回收率逐渐提高,同时钛精矿中铁品位也逐渐提高.考虑到钛精矿质量要求及钛回收率的因素,选择粗选磁场强度为0.70 T,精选磁场强度为0.65 T,扫选磁场强度为0.80 T.

2.4 全流程试验

矿物定量分析检测结果显示,该矿中黑云母和绿泥石的总含量约1.4%.由于这两种矿物具有弱磁性,在强磁选条件下容易进入到钛精矿产品中,但是这两种矿物的比重明显要小于钛铁矿,因此采用重选可以有效地将其分离,试验采用摇床对磁选钛粗精矿进行精选.根据已确定的给矿细度,以及钒钛磁铁矿与钛铁矿磁选最佳磁场强度,进行全流程试验.试验流程如图1所示,试验结果列于表7.

由表7可知,当给矿中w(TiO₂)=18.29%和w(Fe)=23.68%的情况下,经弱磁选铁-强磁选钛-摇床精选工艺流程,可获得TiO₂品位为48.79%和TiO₂回收率为70.56%的钛精矿,以及Fe品位为

表6 钛铁矿磁选磁场强度试验结果

Table 6 The result of magnetic field intensity of ilmenite magnetic separation

磁场强度/T	产品名称	产率/%		品位/%		Fe回收率/%		TiO ₂ 回收率/%	
		对作业	对原矿	Fe	TiO ₂	对作业	对原矿	对作业	对原矿
粗选:0.60	钛精矿	32.50	27.12	36.02	47.45	68.47	41.56	80.22	70.29
	钛中矿	7.58	6.32	38.59	36.27	17.09	10.38	14.29	12.52
精选:0.50	尾矿	59.92	49.99	4.12	1.76	14.44	8.76	5.49	4.81
扫选:0.70	给矿	100.00	83.43	17.10	19.23	100.00	60.70	100.00	87.62
粗选:0.70	钛精矿	34.83	29.06	35.21	46.25	71.82	43.60	83.57	73.23
	钛中矿	7.44	6.21	36.57	30.06	15.94	9.68	11.61	10.17
精选:0.65	尾矿	57.73	48.16	3.62	1.61	12.24	7.42	4.82	4.22
扫选:0.80	给矿	100.00	83.43	17.08	19.28	100.00	60.70	100.00	87.62
粗选:0.80	钛精矿	36.40	30.37	34.81	44.65	74.14	45.00	84.45	74.00
	钛中矿	7.58	6.32	36.01	29.07	15.96	9.69	11.44	10.02
精选:0.70	尾矿	56.02	46.74	3.02	1.41	9.90	6.01	4.11	3.60
扫选:1.0	给矿	100.00	83.43	17.09	19.25	100.00	60.70	100.00	87.62

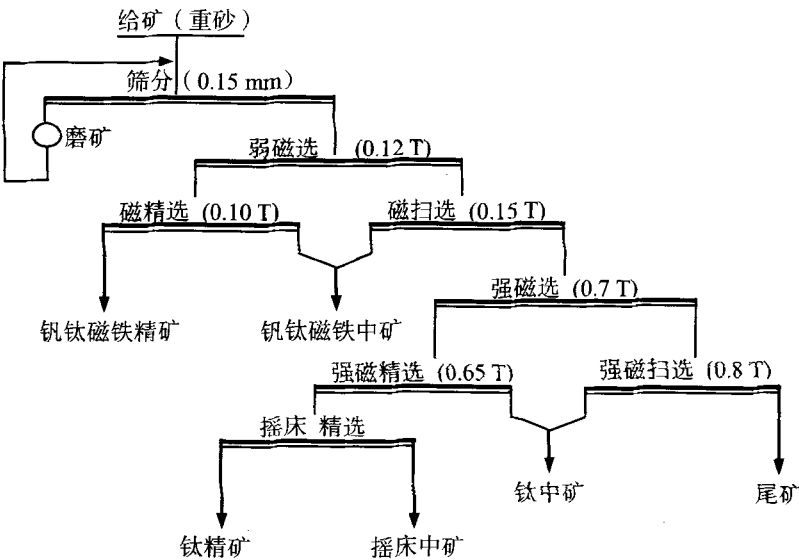


图1 全流程试验示意图

Fig.1 The flowsheet of whole circuit

表7 全流程试验结果

Table 7 The result of whole circuit dressing

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Fe	TiO ₂	Fe	TiO ₂
钒钛磁铁精矿	14.57	58.29	13.59	35.96	10.93
钒钛磁铁中矿	2.52	38.71	15.68	4.13	2.18
钛精矿	26.19	37.87	48.79	41.99	70.56
钛中矿	6.11	36.07	29.26	9.33	9.87
摇床中矿	3.26	12.51	13.06	1.73	2.35
尾矿	47.35	3.42	1.57	6.86	4.10
给矿	100.00	23.62	18.11	100.00	100.00

58.29%和Fe回收率为35.96%的钒钛磁铁精矿。镜下观测显示,磁选中矿中钒钛磁铁矿、钛铁矿与其他矿物之间的连生体较多,可考虑再磨再选,以提高回收率;而摇床中矿含一定数量的细粒级钛铁矿,这部分产品重选回收困难,可以考虑浮选回收。该矿中锆石、金红石含量低,嵌布粒度微细,回收价值不大。

全流程试验结果表明,对内蒙古某钛铁矿的自然重砂,采用弱磁选铁-强磁选钛-摇床精选工艺流程可进行有效地分离,并获得了较好的选别指标。

3 结 论

采用弱磁选铁-强磁选钛-摇床精选工艺流程

程,可对内蒙古某钛铁矿的自然重砂进行分离,并有效地回收给矿中的钛铁矿及钒钛磁铁矿。在给矿中 $w(\text{TiO}_2)=18.29\%$ 和 $w(\text{Fe})=23.68\%$ 的条件下,最终钛精矿和钒钛磁铁精矿的选别指标分别为: TiO_2 品位48.79%, TiO_2 回收率70.56%;Fe品位58.29%,Fe回收率35.96%。

参考文献:

- [1] 邓国珠,王向东,车小奎.钛工业的现状和未来[J].钢铁钒钛,2003(1):35-41.
- [2] 朱俊士.中国钒钛磁铁矿选矿[M].北京:冶金工业出版社,1996.
- [3] 丁运清,钟宏,叶红齐,等.哈密钛铁矿选矿与综合利用研究[J].矿冶工程,1997(1):21-26.

Experiment research on a titanium iron ore in Inner Mongolia

ZOU Jianjian^{1,2}, HU Zhen¹, TANG Yuhe¹, YAN Xing³, LI Hanwen¹

1.Guangzhou Research Institute of Nonferrous Metals, Guangzhou 510650, China; 2.School of Mineral Processing & Bioengineering Central South University, Changsha 410083, China; 3.Yunfu Guangye Pyrite Group Limited, Yunfu 527300, China

Abstract: Main valuable minerals of a titanium iron ore are ilmenite and vanadium titano-magnetite associated with very low zircon and rutile. Test feeding materials is heavy placer produced by gravity separation of spiral processing machine. The test process of separating iron by low magnetic field, separating titanium by high magnetic field and intensity-cleaning by shaking table citation was used up. Under the condition of feeding TiO_2 grade of 18.29% and Fe grade of 23.68%, the ilmenite concentrate TiO_2 grade of 48.79% and TiO_2 recovery of 70.56%, the vanadium titano-magnetite concentrate Fe grade of 58.29% and Fe recovery of 35.96% were obtained.

Key words: ilmenite; vanadium titano-magnetite; separating iron by low magnetic field intensity and separating titanium by high magnetic field intensity and cleaning by shaking table