

低品位钒钛磁铁矿选铁尾矿综合回收钛试验研究

龙运波 张裕书
(中国地质科学院矿产综合利用研究所)

摘 要:针对低品位钒钛磁铁矿选铁尾矿含钛低、含橄榄石和钛普通辉石高、矿石工艺性质复杂难选的特点,开展了综合回收钛的试验研究。研究结果表明:采用强磁预选-浮选工艺,可以获得含 TiO_2 48.01 %、回收率 36.40 % (对选铁尾矿) 的较高质量的钛精矿产品。

关键词:钒钛磁铁矿;钛铁矿;低品位;综合回收钛;强磁选;浮选

中图分类号:TD926.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-5683(2007)07-0022-03

Experimental Research on Comprehensively Recovering Titanium from Iron Tailings of Low Grade Vanadium Titano - Magnetite

Long Yunbo Zhang Yushu

(Minerals Comprehensive Utilization Research Institute, Chinese Academy of Geological Science)

Abstract: The iron tailings of low grade vanadium titano - magnetite were characterized by low content of titanium, high content of olivine and titanite and the ore was difficult to be beneficiated due to complex process property. For this reason, an experimental research on comprehensive recovering titanium was carried out. The research results showed that the high quality titanium concentrate product containing 48.01 % TiO_2 and recovery 36.40 % (for iron tailings) was achieved as the pre - concentration of high intensity magnetic separation - flotation process was adopted. It not only effectively could use this resource, but also greatly increase economic benefits of development and utilization of this resource.

Keywords: Vanadium titano - magnetite; Ilmenite; Low grade; Comprehensive recovering titanium; High intensity magnetic separation; Flotation

钒钛磁铁矿是一种重要的矿产资源,是炼铁、提钒、生产重要的战略金属钛和制造钛白粉的原料。钒钛磁铁矿资源主要集中在俄罗斯、南非、中国、美国、加拿大、挪威、芬兰、印度、瑞典等国,资源储量巨大,世界储量达到 400 亿 t,在我国储量近 100 亿 t,主要分布在四川攀西一带。

近几年全球二氧化钛需求持续保持高速增长,随着全球二氧化钛市场不断细分,大量产品的出现使需求增幅更大,致使钛精矿的价格也是节节攀升,且供不应求。但是,在我国攀西地区,许多民营的钒钛磁铁矿选矿企业都没有综合回收选铁尾矿中的钛铁矿,造成了钛资源的极大浪费。目前,高品位的钒钛磁铁矿经过长期开采已日趋减少,为了缓解我国矿产资源供应紧张的局势,实现资源的综合利用回

收,满足市场对铁、钛矿产品日益增大的需求,不得不把目光转向低品位钒钛磁铁矿的开发利用。然而,要开发利用含 TFe 低于 24 %, TiO_2 低于 7 % 的低品位钒钛磁铁矿资源,仅获取钒铁精矿,企业赢利极小甚至亏本。此时综合回收钛铁矿,不但可使该资源得到有效利用,也可较大的提高该资源开发利用的经济效益。

本研究鉴于当前钒钛磁铁矿开发的形式,针对攀西某矿含 TiO_2 5.25 %、钛铁矿含量 9.77 %、含橄榄石和钛普通辉石高、矿石工艺性质复杂难选的选铁尾矿,开展综合回收钛的试验研究,以使该钒钛磁铁矿资源得到更为有效的利用,同时提高该资源开发利用的经济效益。

1 矿石性质

试验矿样化学多项分析结果列于表 1,试验矿样粒度分析结果见表 2,粒状钛铁矿的单体解离度

龙运波,男,610041 四川省成都市。

测定结果见表 3。

表 1 试验矿样化学多项分析结果 (%)

TiFe	FeO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Sc	Co	Ni
10.64	12.29	5.25	0.028	0.010	0.0056	0.015	0.0095
Cu	S	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	
0.032	0.57	0.47	40.20	10.35	11.51	11.92	

表 2 试验矿样粒度分析结果

粒级/mm	产率/%	TiO ₂ /%	TiO ₂ 分布率/%
+ 0.2	1.50	1.57	0.47
- 0.2 ~ + 0.154	1.25	1.75	0.44
- 0.154 ~ + 0.10	13.48	2.70	7.27
- 0.10 ~ + 0.074	23.71	4.20	19.90
- 0.074 ~ + 0.045	16.48	5.15	16.95
- 0.045 ~ + 0.030	19.27	6.00	23.10
- 0.030	24.31	6.56	31.87
合计	100.00	5.01	100.00

表 3 钛铁矿单体解离度测定结果

粒级/mm	+ 0.2	- 0.2 ~ + 0.154	- 0.154 ~ + 0.10	- 0.10 ~ + 0.074	- 0.074 ~ + 0.045	- 0.045 ~ + 0.030	- 0.030	合计
解离度/%	20	36	65	82	95	98	99	87.56

试验矿样(即选铁尾矿)主要金属矿物有钛铁矿、钛磁铁矿及多种金属硫化物,主要脉石矿物为橄榄石、钛普通辉石、斜长石以及次生的黝帘石、绿帘石、绿泥石。其中粒状钛铁矿含量约为 9.77%,钛磁铁矿含量约为 1%,硫化物含量约为 1%,脉石矿物类约为 88.23%。在脉石矿物类中,主要脉石矿物橄榄石、钛普通辉石 + 角闪石、斜长石各占 43%、30%、27%左右。该选铁尾矿与攀枝花选铁尾矿相比,TiO₂ 含量低(仅相当于攀枝花选钛厂尾矿品位),橄榄石、钛普通辉石含量高。由于部分橄榄石、钛普通辉石在磁性、密度上与部分钛铁矿相同,因而该矿与攀枝花选铁尾矿相比,物质组成和性质更为复杂、难选。钛铁矿单体解离度测定结果表明,试验矿样粒度组成较粗;- 0.1mm 的选铁尾矿中钛铁矿的解离度比较好,在 + 0.1mm 粒级中,钛铁矿虽然解离度不高,但品位和分布率低。

2 选矿试验及结果讨论

目前国内外使用的选钛工艺主要为粗粒重选、电选与细粒强磁-浮选工艺流程、强磁-浮选工艺和单一浮选工艺流程三种。本选铁尾矿 TiO₂ 含量仅为 5.25%,钛铁矿的含量为 9.77%,且脉石矿物组成中不利于钛铁矿选别回收的脉石矿物含量高。经过流程探索和初步比较试验,确定采用强磁-浮选工艺作为回收钛铁矿的最终工艺。

2.1 强磁选预先富集试验

2.1.1 强磁分选磁场强度试验

试验设备为周期式强磁选机,强磁分选磁场强

度试验结果见图 1。为保证钛铁矿的回收率,强磁预选磁场选择为 0.785 ~ 0.800T。

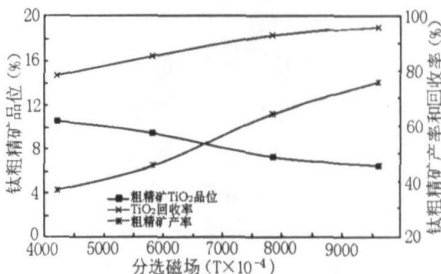


图 1 强磁预选试验结果

2.1.2 中矿冲洗水量试验

由强磁选不同磁场试验产品的镜下检查可知,粒状钛铁矿的磁性与橄榄石和钛普通辉石等脉石矿物的磁性差异较小。为此,中矿冲洗水的大小对钛铁矿的回收和钛粗精矿质量的影响比较大,故有必要对中矿冲洗水量进行试验确定。

试验设备为 φ600mm 仿琼斯电磁强磁选机,磁介质为齿板介质,齿板间隙 2mm。中矿冲洗水量试验结果见图 2。

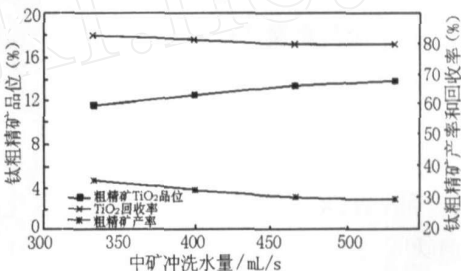


图 2 强磁选中矿冲洗水量试验结果

试验结果表明,随着中矿冲洗水量的增加,钛粗精矿产率随着下降,TiO₂ 品位随之增高,回收率随之下降。综合考虑品位与回收率,中矿冲洗水量以 467mL/s 为佳。

2.1.3 给矿浓度试验

试验固定条件:分选磁场 0.785 ~ 0.800T,中矿冲洗水量 430 ~ 467mL/s。强磁选给料浓度试验结果见图 3。

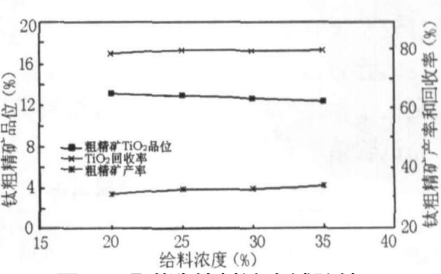


图 3 强磁选给料浓度试验结果

图 3 试验结果表明,随着给矿浓度从 20%提高到 35%,精矿品位略有下降,回收率则变化不大。

对于本选钛物料,给料浓度以不高于 30 %为宜。此时强磁精矿产率为 29.94 %,TiO₂ 品位为13.31 %,TiO₂ 回收率为 76.20 %。

2.1.4 强磁精选试验

为了进一步提高强磁预选精矿品位,进行了强磁精选试验。强磁精选试验设备为周期式脉动高梯度磁选机。磁介质为 3mm 棒介质。试验固定条件:给料浓度 25 %左右,脉动冲次 250 ~ 300 次/min,冲程 6mm。不同背景磁场试验结果见图 4。

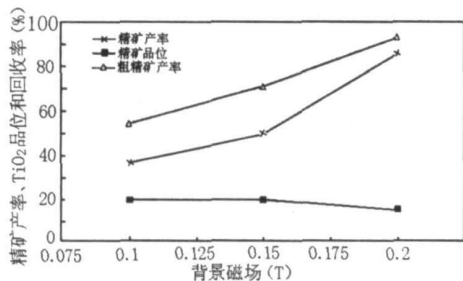


图 4 不同磁场强磁精选试验结果

精选试验结果表明,要想获得较高品位的强磁精矿就会损失较多的回收率。为此本研究不再采用强磁工艺进一步富集钛铁矿。

2.2 浮选选钛试验

2.2.1 浮钛捕收剂、调整剂选择

对攀西钒钛磁铁矿中钛铁矿的浮选,其捕收剂有油酸、羟肟酸、苯乙烯膦酸、苄基膦酸、氧化石蜡皂、石油磺酸钠、塔尔油(皂)、MOS、F₉₆₈、EM351 以及自制的 CTP-1 等。根据初步比较试验,本研究采用 CTP-1 为钛铁矿的浮钛捕收剂。对强磁精矿浮硫后的浮钛物料进行镜下鉴定得知,该物料中钛铁矿、橄榄石、辉石和角闪石、斜长石的含量分别为 22、38、28、12 %。由于脉石矿物含量高,且钛铁矿、橄榄石、辉石的可浮性相近。要想获得合格的钛铁矿产品,选择合适的调整剂则是至关重要的。根据试验,确定该矿调整剂为自制的组合调整剂 CTY1。

2.2.2 浮钛闭路流程试验

通过较系统的浮选选钛粗选、扫选、精选试验和开路流程试验后,开展了浮钛闭路流程试验。闭路试验原则流程和药剂制度见图 5,试验结果见表 4。

闭路试验结果表明,本次浮选钛铁矿所选择的

表 4 浮钛闭路流程试验结果 (%)

产品名称	产率	TiO ₂ 品位	TiO ₂ 分布率
硫粗精矿	3.56	3.38	0.91
钛精矿	13.17	48.01	47.88
尾 矿	83.27	8.12	51.21
给料(强磁精矿)	100.00	13.20	100.00

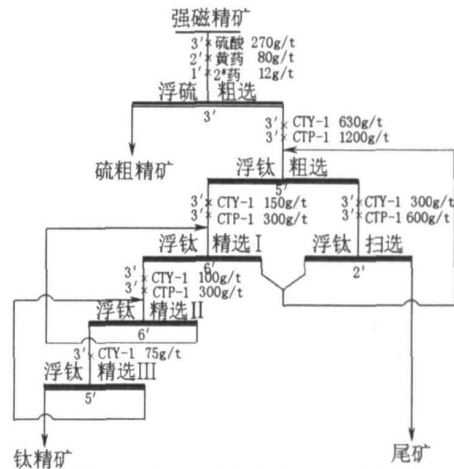


图 5 浮钛闭路流程试验原则流程

调整剂能较好地剔除脉石矿物,但在获得较高钛精矿质量的同时,钛的损失率也较大。

为考察钛在浮选尾矿中损失的原因,对该尾矿进行了粒度分析和产品镜下检查,结果表明,浮选尾矿中粒度上限为 0.25mm, + 0.074mm 粒级产率为 44.59 %,但 TiO₂ 分布率超过了 50 %,其中钛铁矿单体解离度为 65 %左右,说明要想提高钛铁矿的回收率,尚需进一步磨矿解离。

3 结论

对含 TiO₂ 5.25 %、钛铁矿 9.77 %的选铁尾矿,通过一次强磁预选,可丢弃约 70 %、含 TiO₂ 低于 2 %的合格尾矿;对强磁精矿经浮选除硫,通过一粗一扫三精、中矿循序返回的闭路浮选工艺选别可获得产率 3.94 % (相对于选铁尾矿)、含 TiO₂ 48.01 %的较高质量的钛精矿产品,对选铁尾矿的 TiO₂ 回收率为 36.40 %。但由于本次选钛物料粒度组成较粗,建议在实际生产过程中采用两段强磁,将第一段强磁精矿的 + 0.1mm 部分再磨再选,以达到提高钛收率的目的。

采用强磁预选-浮选工艺,每吨选铁尾矿药剂成本约为 8 元。在技术指标和现今钛精矿市价下,经初步估算,综合回收钛有着较好的经济效益。

参 考 文 献:

[1] 张裕书,廖祥文. 青杠坪钒钛磁铁矿钛铁矿选矿试验研究[R], 成都:矿产综合利用研究所,2006.

[2] 吴本美,孟长春等. 攀枝花钒钛磁铁矿工艺矿物学(第1版) [M]. 四川科学出版社,1998. 1.

[3] 朱俊士等. 中国钒钛磁铁矿选矿[M],北京冶金工业出版社, 1996 年.

[4] 余德文. 从钛浮选尾矿中回收钛铁矿的试验研究[J]. 矿业快报,2003. 1

(收稿日期 2007-04-15)