

攀西某低品位钒钛磁铁矿选铁试验研究

廖祥文, 张裕书, 陈达, 龙运波

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要 针对攀西某含 TFe24.44%、TiO₂6.76% 的低品位矿石开展了多种选铁工艺流程的比较试验研究, 结果表明, 若不考虑钛铁矿的回收利用, 同时考虑生产过程易行, 采用 3~0mm 的粗粒抛尾工艺是选铁的最佳工艺流程; 若要综合利用钛铁矿, 则以原矿一段球磨磨至 -200 目含量为 65% 左右的两段球磨磁选选铁工艺为最佳选铁工艺流程。

关键词 钒钛磁铁矿; 低品位; 选铁

中图分类号 :TD951 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-6532(2006)03-0003-04

钒钛磁铁矿主要分布于加拿大、挪威、芬兰、新西兰、南非、印度、俄罗斯、美国和中国, 资源总储量达 400 亿 t, 其中我国的储量近 100 亿 t。而我国 90% 以上的钒钛磁铁矿又集中于攀西地区, 已探明的铁储量居全国第二位, 钒、钛储量分别占全国的 80% 和 90% 以上。

攀西钒钛磁铁矿资源已探明的矿床 13 处, 攀枝花、白马、太和、红格为四个特大型矿区, 占攀西钒钛磁铁矿总储量的 95% 左右。四大矿区矿石 TFe 品位由高到低的顺序是攀枝花矿→太和矿→白马矿→红格矿, 钒含量则以白马为最高。

攀西钒钛磁铁矿矿石铁品位低, TFe≥30% 的中品位矿石、TFe30%~20% 的贫矿石和 TFe20%~15% 的表外矿各占约 1/3 左右, 其中贫矿石量所占比例最大。目前, 攀西钒钛磁铁矿主要开发利用了铁品位相对较高的攀枝花矿、太和矿, 现生产开采利用的矿石品位为 TFe30%~31% 甚至更高, 致使矿石利用率很低。本研究针对白马矿区 TFe24.44% 的低品位矿石开展选铁利用研究, 以期指导矿山开发者有效利用攀西钒钛磁铁矿资源。

1 矿石性质

本区矿石自然类型可分为辉长岩型矿石、橄榄辉长岩型矿石、辉橄岩型矿石、橄辉岩型矿石、斜长橄辉岩型矿石、橄长岩型等多种类型, 其中以橄榄辉长岩型和斜长橄辉岩型矿石为最主要的矿石类型。矿石中主要有益元素为铁、钒、钛、钴、镍、钨、镓等, 主要金属矿物有钛磁铁矿、钛铁矿、褐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。矿石中钛磁铁矿(类)、钛铁矿(类)、硫化物(类)、脉石矿物(类)、褐铁矿(类)各主要工艺矿物的含量分别为 26.28%、6.92%、1.52%、64.83%、0.45%。

矿石多项分析结果列于表 1, 主要矿物的比磁化系数测定结果见表 2。

该矿区矿石的构造比较简单, 主要为浸染状构造, 以中等浸染状和稀疏浸染状构造为主, 其次为星散浸染状构造, 稠密浸染状构造极少。本矿石结构主要为海绵陨铁结构、辉包铁结构、他形-半自形镶嵌填隙结构。

表 1 矿石主要化学成分/%

TFe	FeO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Ga	Sc	Co	Ni	S	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
24.44	19.02	6.76	0.23	0.0054	0.0047	0.017	0.0096	0.48	0.36	29.58	7.77	8.10	9.95

表 2 主要矿物的比磁化系数

矿物名称	钛磁铁矿	钛铁矿	磁黄铁矿	黄铁矿	橄榄石	斜长石	辉石
比磁化系数	31760 ~	87.5 ~	132.1 ~	1.61 ~	71 ~	1.24 ~	17.18 ~
$/10^{-6} \text{C. G. S. Mcm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$	83000	439.5	13909.6	9.68	1488	11.70	412.15

钛磁铁矿包括独立粒状钛磁铁矿和其中不可解离的固溶体分离矿物钛铁晶石、钛铁矿、镁铝尖晶石、以及由钛磁铁矿氧化生成的钛磁赤铁矿,它们在空间上紧密共生,组成均匀的复合矿物,且为铁磁性矿物。本类矿物系矿石中铁和钒的工业矿物,呈半自形-自形晶,与钛铁矿一起形成粒状集合体,分布于硅酸盐矿物晶粒之间。矿物粒度一般为 0.25 ~ 1.0mm,最细为 0.01mm,最粗达 1.4mm。

钛铁矿是主要的含铁、钛矿物,与钛磁铁矿密切共生。矿物多呈它形或半自形粒状,粒径多在 0.2 ~ 0.8mm 之间,最细为 0.01mm,最粗达 1.3mm,是综合回收钛精矿的主要利用对象。

金属硫化物在矿石中的分布不均匀,主要为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿和黄铁矿等。在钛磁铁矿和钛铁矿中包含有硫化物的细小包体。较粗粒的硫化物与钛磁铁矿、钛铁矿镶嵌连生,有的则集中分布在斜长石条痕状结合体中。

脉石矿物粒度比钛铁氧化物和金属硫化物要粗。粒径多在 0.3 ~ 2mm 之间,最细为 0.1mm,最粗达 3.96mm。

根据矿石的结构构造和主要矿物的磁性和嵌布粒度可知,本矿既具有阶段磨矿阶段选别的性质,又具有钛磁铁矿、钛铁矿结合体与脉石矿物粗磨分选的特性。因此制定该钒钛磁铁矿选铁工艺流程的基本原则是:首先要有利于对该资源有益元素铁、钒等的充分回收利用;二是充分利用矿石的工艺性质,研究采用有利于降低选矿成本的工艺技术;三是选铁工艺流程既要有利于选铁,同时要有利于对钛和钽镍硫化物的选别回收。

2 选铁试验

2.1 块矿预选试验

为了减少矿石破碎和磨矿成本,本研究对 -75mm 和 -25mm 原矿进行了干式磁滑轮块矿抛尾试验。不同粒度不同磁场强度的抛尾试验结果见图 1 和图 2。

试验结果表明,对含 TFe24.44%、TiO₂6.76%,粒度为 10~15mm 和 -25mm 的原矿,经 88 ~ 112

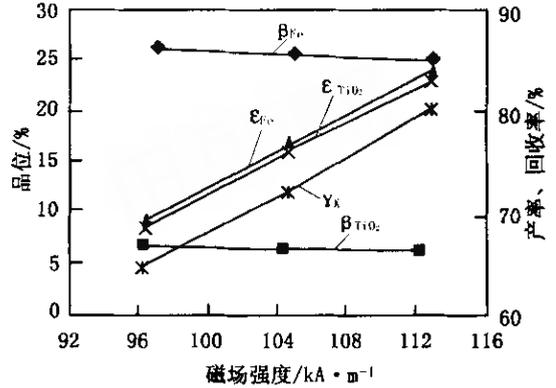


图 1 -75mm 块矿抛尾试验结果

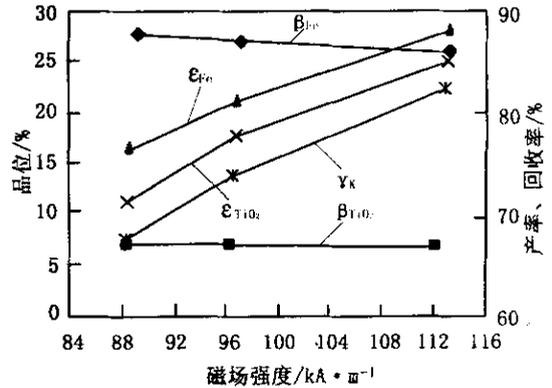


图 2 -25mm 块矿抛尾试验结果

kA/m 不同磁场强度下进行抛尾,获得的粗精矿产率为 67.18% ~ 82.64% 粗精矿 TFe 和 TiO₂ 品位分别为 25.53% ~ 27.56% 和 6.86% ~ 7.08%; 抛去的尾矿产率为 17.38% ~ 35.30%, TFe 和 TiO₂ 品位分别为 16.63% ~ 20.21% 和 5.53% ~ 5.84%, 铁钛在尾矿中的损失率分别为 11.84% ~ 30.86% 和 14.86% ~ 31.39%。由此可见,本次试样采用块矿抛尾效果不好,粗精矿铁品位提高幅度不大,而铁钛的损失率均较大。其原因为本次所采的矿样主要为中等浸染和稀疏浸染状矿石,其次为星散浸染状矿石(含 TFe ≥ 15%),条带状矿石极少,故难以丢弃合格的尾矿。因此,本矿不适合采用块矿抛尾工艺。

2.2 粗粒抛尾工艺流程试验

该工艺采用棒磨将矿石磨至 6 ~ 0mm 或 3 ~

0mm 进行粗粒抛尾 粗精矿再进行两段球磨的阶段磨选工艺,试验原则流程见图 3,所获得的选矿指标见表 3。

2.3 两段磨选工艺流程试验

该工艺首先采用球磨将矿石磨至 - 0.074mm 含量占 60% ~ 65% 后进行铁钛分选,再将其粗精矿进行细磨后进行粗精矿精选。经过条件试验获得的试验原则流程见图 4,所获得的选矿指标见表 4。

2.4 原矿一段球磨磁选选铁工艺试验

该工艺采用球磨将矿石一次磨至 - 200 目 92% 左右进行磁选,试验原则流程见图 5,试验获得的选矿指标见表 5。

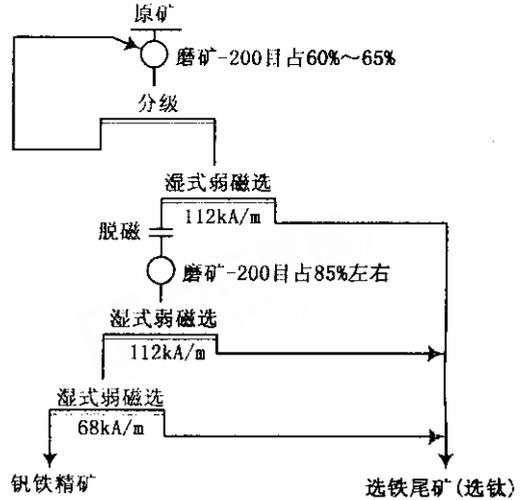


图 4 两段磨选试验原则流程

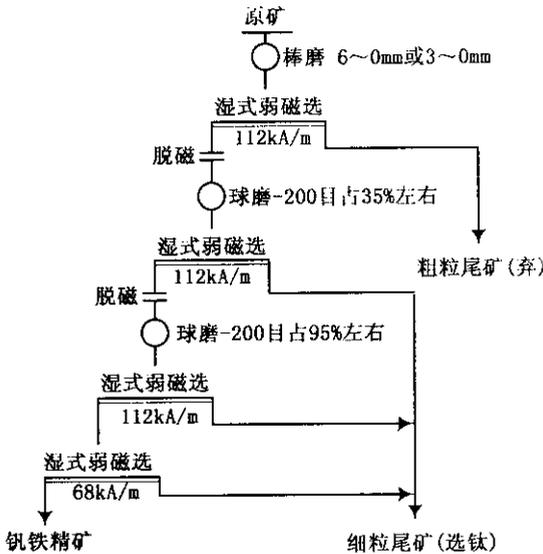


图 3 粗粒抛尾再磨再选工艺试验原则流程

3 结 论

试验结果表明,对攀西某含 TFe 24.44%、TiO₂ 6.76% 的低品位钒钛磁铁矿,采用 6 ~ 0mm、3 ~ 0mm

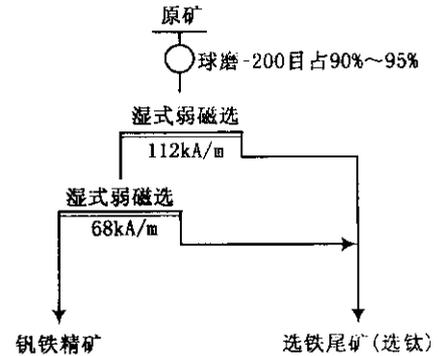


图 5 一段细磨选铁试验原则流程

粗粒抛尾工艺、两段磨选工艺和一段球磨磁选选铁工艺均能获得 TFe 和 V₂O₅ 品位分别为 60.15% ~ 61.05% 和 0.780% ~ 0.790%, TFe 和 V₂O₅ 回收率分别为 65.64% ~ 67.10% 和 88.91% ~ 91.50% 的高质量钒铁精矿,相比之下,选铁磁尾中钛的利用率在一段球磨磁选选铁工艺中最高,3 ~ 0mm 粗粒抛

表 3 6 ~ 0mm 和 3 ~ 0mm 粗粒抛尾再磨再选工艺试验结果

流程名称	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
6 ~ 0mm 粗粒抛尾工艺	钒铁精矿	26.37	61.05	10.23	0.790	66.12	40.47	90.56
	细粒尾矿	51.19	11.56	5.60	0.031	24.31	43.03	6.81
	粗粒尾矿	22.44	10.38	4.90	0.027	9.57	16.50	2.63
	原 矿	100.00	24.34	6.66	0.230	100.00	100.00	100.00
3 ~ 0mm 粗粒抛尾工艺	钒铁精矿	25.93	60.99	10.04	0.790	65.64	39.01	90.63
	细粒尾矿	44.04	11.57	5.82	0.029	21.14	38.40	5.65
	粗粒尾矿	30.03	10.61	5.02	0.028	13.22	25.59	3.72
万方数据	原 矿	100.00	24.10	6.67	0.226	100.00	100.00	100.00

表 4 两段磨选工艺试验结果

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
钒铁精矿	26.97	60.26	10.05	0.780	67.10	40.59	91.50
选铁尾矿	73.03	10.91	5.43	0.027	32.90	59.41	8.50
原 矿	100.00	24.22	6.68	0.230	100.00	100.00	100.00

表 5 原矿一段球磨磁选选铁工艺试验结果

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
钒铁精矿	26.50	60.15	9.84	0.782	66.22	39.22	88.91
选铁尾矿	73.50	11.06	5.50	0.035	33.78	60.78	11.09
原 矿	100.00	24.07	6.65	0.233	100.00	100.00	100.00

尾选铁工艺最低。但是一段球磨磁选选铁工艺粒度太细,这不仅造成磨矿成本高,且对选钛也不利。综合比较各流程磨矿成本、钒铁精矿质量和回收率指标以及钛在尾矿中的分布情况可知,若不考虑钛铁矿的回收利用,同时考虑生产过程易行,采用粗粒抛尾工艺是选铁的最佳工艺流程;若要综合利用钛铁矿,则以原矿一段球磨磨至-200目含量为65%左右的两段球磨磁选选铁工艺为最佳选铁工艺流程。

参考文献:

- [1] 傅文章, 洪秉信. 攀西钒钛磁铁矿矿石性质与选矿工艺的研究 [A]. 攀西钒钛磁铁矿综合利用论文选编 [C]. 成都: 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 2005. 213 ~ 219.
- [2] 傅文章, 洪秉信, 张裕书. 攀西钒钛磁铁矿资源综合利用与可持续发展 [A]. 攀西钒钛磁铁矿综合利用论文选编 [C]. 成都: 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 2005. 323 ~ 327.
- [3] 吴本美, 等. 攀枝花钒钛磁铁矿工艺矿物学 [M]. 成都: 四川科学出版社, 1998.

Experimental Research on the Technology for Iron Separation from a Low-grade Vanadiferous Titanomagnetite Ore in Panxi

LIAO Xiang-wen, ZHANG Yu-shu, CHEN Da, LONG Yun-bo

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

Abstract: Aiming at the ore characters of the low-grade ore containing TFe 24.44%, TiO₂ 6.76% in Panxi region, many kinds of technologies for iron separation have been studied and the test results obtained by different technologies were compared in this paper. The results of experimental research showed that if we only took simplicity of production process into consideration, without taking account of recovery of ilmenite, the optimal technological flowsheet suited for iron separation is based on discarding tailings in a coarse range of 3 ~ 0mm. However, if recovery of ilmenite should be considered, the technological flowsheet of two-stage grinding magnetic separation for recovering iron with the single-stage grinding to 65% - 0.074mm is the optimal scheme.

Key words: Vanadiferous titanomagnetite; Low-grade; Iron separation