

甘肃某低品位钒钛磁铁矿工艺矿物学研究

陈福林^{1,3}, 杨晓军^{2,3}, 杨道广¹, 吴宁¹, 李硕¹, 蔡先炎¹

(1. 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司, 四川 攀枝花 617000; 2. 四川省地质矿产勘查开发局成都综合岩矿测试中心, 四川 成都 610081; 3. 稀有稀土战略资源评价与利用四川省重点实验室, 四川 成都 610081)

摘要: 对甘肃某超低品位钒钛磁铁矿样品采用化学多项分析、X 荧光光谱分析、显微镜下鉴定及 MLA 矿物自动分析仪等手段进行了化学和矿物特性研究, 并进行了选矿试验。结果表明, 矿石中金属矿物占 9.06%, 非金属矿物广泛存在且种类复杂; 磁性铁和钛铁矿含量较低, 磁铁矿粒度较细且与钛铁矿共生关系较为紧密, 钛铁矿及其集合体粒度相对较粗; 主要非金属矿物橄榄石、角闪石、辉石和长石等粒度较粗。论文进行了选矿试验以证实工艺矿物学研究结果。本研究为该矿区钒钛磁铁矿评价以及综合利用提供了重要参考依据。

关键词: 低品位; 钒钛磁铁矿; 工艺矿物学

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2020.06.011

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2020) 06-0064-06

钒钛磁铁矿是一种分布广泛的含铁、钒、钛矿物, 全球矿藏分布很广, 主要生成于基性、超基性侵入矿床(岩浆型铁矿床), 以富含钒、钛为特征^[1-4]。据统计, 世界上已探明钒钛磁铁矿储量达 400 亿 t, 主要集中在俄罗斯、南非、中国、美国、加拿大、挪威、芬兰、印度和瑞典等国^[5-7]。各国钒钛磁铁矿资源由于矿石特性各异, 其开发利用侧面也不同^[8-10]。

我国钒钛磁铁矿分布广泛, 储量丰富, 在我国矿产资源开发利用及国民经济发展战略中具有极大意义, 属关系国计民生发展重大战略资源。

其矿石储量居我国铁矿储量第二位, 更重要的是钒钛磁铁矿为我国钛和钒的主要资源载体^[1-2,11]。我国钒钛磁铁矿主要分布于四川攀西地区、河北承德、广东兴宁、陕西洋县、甘肃大滩、山西代县和湖北均县^[5,11-12]。本文矿样采自于甘肃省肃北县红柳疙瘩井钒钛磁铁矿矿床, 对其化学特性及矿物特性进行了研究。

1 矿石化学特性

矿样化学多项分析结果见表 1, 铁、钛化学物相分析分别见表 2、3。

表 1 矿样化学多项分析结果 /%

Table 1 Chemical composition analysis results of the samples

TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	Co	S	Cu	Ni	Ga	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	Sc	P	Pb	Na ₂ O
15.28	3.47	0.078	0.009	0.23	0.01	0.01	0.0017	0.63	42.39	8.69	9.31	7.91	0.26	0.0046	0.62	0.03	2.01

表 2 矿样中铁的化学物相分析

Table 2 Chemical Iron phase analysis of the samples

名称	磁性铁 中 Fe	赤褐铁 矿中 Fe	钛铁矿 中 Fe	硫化物 中 Fe	硅酸盐 中 Fe	TFe
含量 /%	2.67	1.60	1.47	1.41	8.13	15.28
分布率 /%	17.47	10.47	9.62	9.23	53.21	100.00

表 3 矿样中 TiO₂ 的化学物相分析 /%

Table 3 Chemical analysis of Titanium dioxide of the samples

名称	钛磁铁矿 中 TiO ₂	钛铁矿 中 TiO ₂	金红石 中 TiO ₂	硅酸盐 中 TiO ₂	合计
含量 /%	0.34	2.04	0.07	1.02	3.47
分布率 /%	9.80	58.79	2.02	29.39	100.00

收稿日期: 2020-06-13

作者简介: 陈福林 (1982-), 男, 高级工程师, 主要从事矿产资源综合利用及钒钛磁铁矿选矿领域的科研工作。

矿样化学特性研究表明,矿石 TFe 含量高于钒钛磁铁矿边界品位,属表外矿,其一半以上的铁以硅酸盐形式存在,具利用价值磁性铁含量较低;矿样中 TiO₂ 主要以钛铁矿形式存在,硅酸盐相 TiO₂ 也较多, 29.39%,矿样中具利用价值的钛铁矿中 TiO₂ 含量仅 2.04%。

2 矿石的矿物特性

2.1 矿石的矿物成分及含量

采用偏光显微镜进行镜下鉴定及 MLA 矿物组成自动分析仪检测,矿石属弱蚀变含橄角闪辉长岩、角闪二辉橄榄岩和角闪橄榄岩,辉长结构、反应边结构、交代假象结构、不等粒结构和半自形-它形粒状结构,稀疏浸染状构造。矿石中主要金属矿物为磁铁矿、钛铁矿和磁黄铁矿,主要非金属矿物为橄榄石、棕色普通角闪石、斜方辉石、普通辉石和拉长石。矿物成分及含量见表 4。

表 4 矿物组成及含量

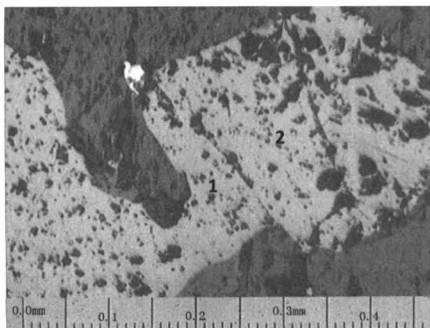
Table 4 Mineral contents and composition of the samples

矿物种类	含量/%	矿物种类	含量/%	矿物种类	含量/%	矿物种类	含量/%
绿泥石	2.90	石英	3.42	橄榄石	20.94	磁铁矿	2.28
黄铜矿	0.01	长石	1.28	方解石	0.65	钛铁矿	6.08
磷灰石	1.82	闪石	30.63	云母	1.84	不明矿物	0.67
锆石	0.01	辉石	26.77	黄铁矿	0.69	总量	100.00

2.2 主要矿物工艺特征

2.2.1 磁铁矿

磁铁矿为他形粒状、不规则状,多伴生于钛铁矿及其集合体边部(图 1)。



1 钛铁矿 2 磁铁矿

图 1 磁铁矿与钛铁矿连生

Fig.1 The under-liberated interlocked of magnetite and ilmenite

与钛铁矿呈连生体,在磁铁矿中,见尖晶石微粒及微细的格片混溶嵌晶,格片厚度为 0.01 ~ 0.005 mm。矿样中磁铁矿粒度测定见表 5。

表 5 矿样中磁铁矿粒度测定结果

Table 5 Test results of magnetite particle size of the samples

粒度/ μm	筛上/%	筛上累积/%	筛下累积/%	粒度/ μm	筛上/%	筛上累积/%	筛下累积/%
180	0.00	0.00	100.00	16	4.95	93.07	6.93
150	15.99	15.99	84.01	13.5	1.95	95.02	4.98
75	0.00	15.99	84.01	11.4	1.06	96.08	3.92
63	22.71	38.70	61.30	9.6	1.01	97.09	2.91
53	12.86	51.57	48.43	8.1	1.08	98.17	1.83
45	5.90	57.46	42.54	6.8	0.66	98.83	1.17
38	6.35	63.81	36.19	5.7	0.69	99.52	0.48
32	8.12	71.93	28.07	4.8	0.29	99.80	0.20
27	6.84	78.77	21.23	4.1	0.20	100.00	0.00
22	4.92	83.70	16.30	3.4	0.00	100.00	0.00
19	4.42	88.12	11.88	2.9	0.00	100.00	0.00

从表 5 中可以看出,该矿石中磁铁矿粒度较细,最大颗粒为 0.18 mm,大部分磁铁矿分布于 0.019 ~ 0.063 mm, +0.038 mm 63.81%, -0.019 mm 11.88%。

2.2.2 钛铁矿

钛铁矿为他形-半自形晶粒状。大部分粒度 0.35 ~ 0.70 mm,最大集合体可达 1 mm,常见磁铁矿与之共生,分布不均匀,多与角闪石嵌生一处。矿样中钛铁矿粒度测定见表 6。

表 6 矿样中钛铁矿粒度测定结果/%

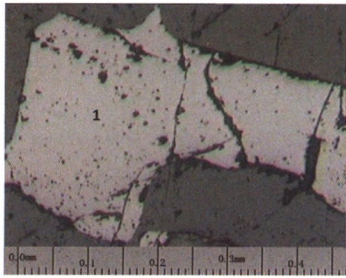
Table 6 Test results of ilmenite particle size of the samples

粒度/ μm	筛上/%	筛上累积/%	筛下累积/%	粒度/ μm	筛上/%	筛上累积/%	筛下累积/%
150	0.00	0.00	100.00	22	3.65	94.24	5.76
125	8.77	8.77	91.23	19	1.10	95.34	4.66
106	23.09	31.86	68.14	16	1.05	96.39	3.61
90	5.35	37.21	62.79	13.5	1.08	97.47	2.53
75	6.64	43.85	56.15	11.4	0.76	98.22	1.78
63	12.22	56.07	43.93	9.6	0.68	98.91	1.09
53	10.60	66.68	33.32	8.1	0.41	99.32	0.68
45	7.86	74.53	25.47	6.8	0.32	99.64	0.36
38	4.77	79.30	20.70	5.7	0.18	99.82	0.18
32	5.55	84.85	15.15	4.8	0.14	99.96	0.04
27	5.74	90.59	9.41	4.1	0.04	100.00	0.00

表 6 中数据表明,粒度 +0.038 mm 钛铁矿占 79.30%, -0.019 mm 钛铁矿占 4.66%。

2.2.3 磁黄铁矿

磁黄铁矿为他形晶粒,集合体大者长径可达 2mm,星散分布,偶见有黄铜矿零星嵌布于磁黄铁矿(图 2)。



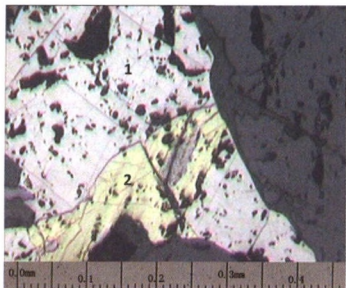
1 钛铁矿

图 2 钛铁矿

Fig.2 Ilmenite

2.2.4 橄榄石

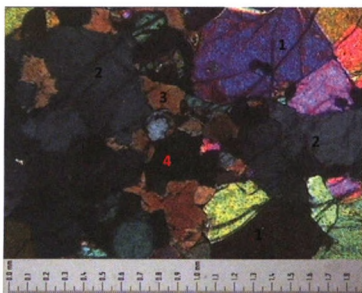
橄榄石大多数呈半自形粒状，少量细粒者较自形，粗晶颗粒多为他形不规则状（图 3、图 4）。粒度变化较大，由 0.15 ~ 2 mm。



1 磁黄铁矿 2 黄铜矿

图 3 磁黄铁矿及黄铜矿

Fig.3 Pyrrhotite and chalcopyrite



1. 橄榄石; 2. 斜方辉石; 3. 普通角闪石; 4. 不透明矿物

图 4 橄榄石、辉石及普通角闪石

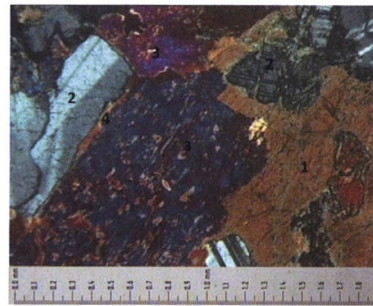
Fig.4 Olivine, pyroxene and hornblende

2.2.5 普通角闪石

普通角闪石皆为棕色，他形不规则粒状，粒度大小悬殊，大者大于 3 mm (标本可见 +10 mm) (图 4~6)。

2.2.6 辉石

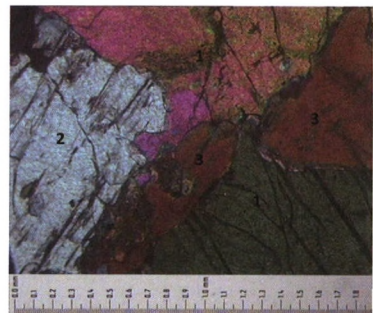
辉石均为他形不规则粒状、半自形至他形柱粒状或板状，见单斜辉石、普通辉石和斜方辉石；单斜辉石中常见角闪石嵌晶（图 5）。辉石粒度较大，少数晶体达 +10 mm，分布不均匀（图 4~6）。



1 普通角闪石 2 拉长石 3 单斜辉石 4 普通角闪石反应边

图 5 普通角闪石、单斜辉石及拉长石

Fig.5 Hornblende, monoclinic pyroxene and laradorite



1 橄榄石 2 斜方辉石 3 普通角闪石

图 6 橄榄石、斜方辉石及普通角闪石

Fig.6 Olivine, orthopyroxene and hornblende

2.3 矿物连生关系

矿样中各矿物之间的连生关系为矿石磨至 -0.2 mm 后进行测定，结果见表 7。

表 7 矿样中矿物间连生关系 / %

Table 7 Interlocking relationship between the minerals of the samples

矿物种类	绿泥石	黄铜矿	磷灰石	锆石	石英	长石	闪石	辉石	橄榄石	方解石	云母	黄铁矿	磁铁矿	钛铁矿	不明矿物	自由表面积
绿泥石	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.06	1.29	2.55	8.44	0.02	0.36	0.18	3.04	0.88	3.67	79.15
黄铜矿	0.00	0.00	0.00	0.00	4.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.76	0.00	0.00	0.00	3.84
磷灰石	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	1.37	1.14	0.48	0.00	0.32	0.02	0.29	0.34	0.85	94.90
锆石	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.72	40.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.97
石英	0.25	0.02	0.11	0.00	0.00	1.07	0.41	5.16	2.59	0.10	2.70	0.22	0.04	0.05	0.99	86.28
长石	0.10	0.00	0.00	0.14	2.71	0.00	3.78	0.25	0.81	0.00	1.41	0.00	0.11	0.30	1.87	88.51
闪石	0.15	0.00	0.08	0.03	0.07	0.24	0.00	1.36	1.83	0.03	0.50	0.05	0.16	0.58	1.46	93.45
辉石	0.36	0.00	0.09	0.00	1.02	0.02	1.68	0.00	1.70	0.35	0.05	0.02	0.53	0.52	2.53	91.15

橄榄石	1.58	0.00	0.05	0.00	0.68	0.09	3.02	2.28	0.00	0.16	0.29	0.22	1.29	0.70	3.78	85.87
方解石	0.08	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	1.05	9.39	3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.16	82.57
云母	0.35	0.00	0.17	0.00	3.63	0.75	4.23	0.37	1.46	0.00	0.00	0.06	0.85	0.45	2.69	85.00
黄铁矿	1.50	5.19	0.09	0.00	2.64	0.00	3.76	1.18	10.03	0.00	0.51	0.00	14.33	0.00	4.07	56.70
磁铁矿	5.01	0.00	0.25	0.00	0.10	0.10	2.36	6.23	11.34	0.00	1.47	2.81	0.00	12.96	2.24	55.12
钛铁矿	0.75	0.00	0.16	0.00	0.06	0.14	4.37	3.18	3.20	0.00	0.40	0.00	6.74	0.00	2.15	78.84
不明矿物	2.54	0.00	0.32	0.00	0.97	0.73	8.91	12.53	13.96	0.58	1.96	0.34	0.94	1.75	0.00	54.48

表7数据表明,矿样中磁铁矿与绿泥石、闪石、辉石、橄榄石、云母、黄铁矿、钛铁矿共生关系比较紧密;钛铁矿与闪石、辉石、橄榄石、磁铁矿共生关系比较紧密。-0.2 mm 时,主要非金属矿物闪石、辉石、长石和橄榄石解离度较大,金属矿物中钛铁矿的解离度达 78.84%。

2.4 选矿试验

对该矿石进行实验室选矿流程试验,以判定工艺矿物学研究成果及矿石的分选性能。经详细选矿方案、工艺参数等条件试验研究,确定该矿石最终选矿试验流程见图 7,结果见表 8。

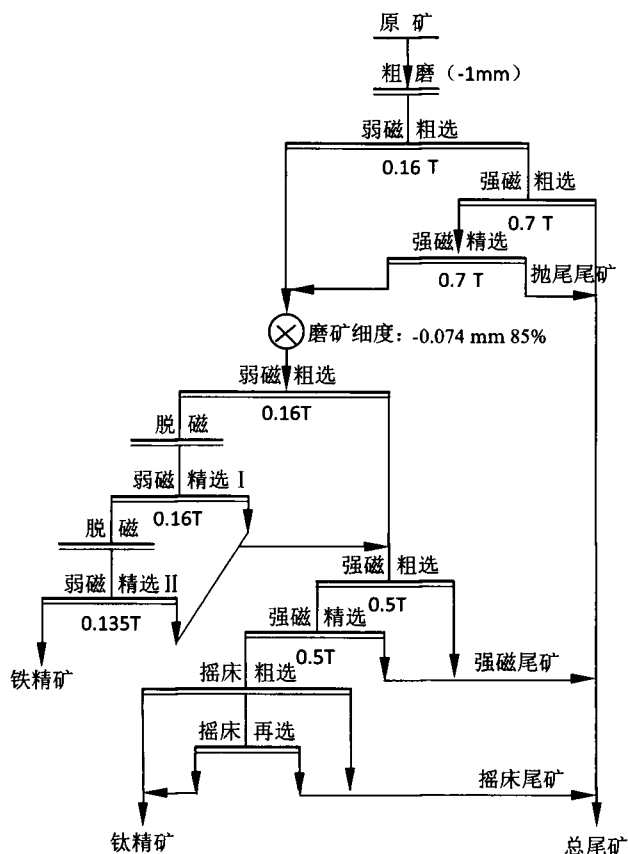


图 7 选矿试验流程

Fig.7 The beneficiation test flow of the sample

表 8 全流程选矿试验结果

Table 8 Beneficiation test results with the full flow of the samples

产品名称	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
		TFe	TiO ₂	TFe	TiO ₂
铁精矿	3.05	54.78	6.38	11.47	5.30
钛精矿	1.92	35.67	45.99	4.70	24.06
抛尾尾矿	32.65	6.70	0.94	15.01	8.39
强磁尾矿	48.35	13.93	2.08	46.21	27.42
摇床尾矿	14.03	23.48	9.11	22.61	34.83
总尾矿（抛尾尾 矿+强磁尾矿 +摇床尾矿）	95.03	12.85	2.73	83.83	70.64
原矿	100.00	14.57	3.67	100.00	100.00

该矿石采用粗磨 - 弱磁、强磁联合抛尾 - 抛尾粗精矿再磨选铁 - 选铁尾矿强磁选钛 - 强磁精矿重选回收钛铁矿工艺可获得产率 3.05%，含 TFe 54.78%、TiO₂ 6.38%，TFe 回收率 11.47%、TiO₂ 回收率 5.30% 的铁精矿和产率 1.92%，含 TFe 35.67%、TiO₂ 45.99%，TFe 回收率 4.70%、TiO₂ 回收率 24.06% 的钛精矿。该矿石采用适宜选矿工艺，可得铁精矿及钛精矿，但精矿选比较低，每 100 t 原矿仅能选出 3.05 t 铁精矿及 1.92 t 钛精矿，产品价值低于原矿成本。表明该矿石中具回收价值的磁性铁矿物及钛铁矿含量较少，现有技术经济条件下，该类型矿石综合利用价值较低。

3 结 语

(1) 矿石属表外矿，其 53.21% 的铁以硅酸盐形式存在，磁性铁含量较低， TiO_2 主要以钛铁矿形式存在，约 30% TiO_2 以硅酸盐形式存在，钛铁矿 TiO_2 含量仅为 2.04%，现有经济技术条件下，该类型矿石综合利用价值较低。

(2) 矿石结构构造和矿物组成较为复杂, 金属矿物含量较少, 非金属矿物种类繁多; 主要金属矿物为磁铁矿、钛铁矿和磁黄铁矿, 主要非金属矿物为橄榄石、棕色普通角闪石、斜方辉石、普通辉石和拉长石。

(3) 磁铁矿粒度较细, 大部分分布于 0.019 ~ 0.063 mm, 见尖晶石微粒及微细格片混溶嵌晶; 钛铁矿相对较粗, 集合体可达 1 mm, 常见磁铁矿与之共生, 分布不均匀。该矿石中可利用磁性铁及钛铁矿中 TiO_2 含量较低。

(4) 有用矿物磁铁矿与绿泥石、闪石、辉石、橄榄石、云母、黄铁矿、钛铁矿共生关系比较紧密; 钛铁矿与闪石、辉石、橄榄石、磁铁矿共生关系比较紧密。

参考文献:

- [1] 朱骏士. 中国钒钛磁铁矿选矿 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996.
- Zhu J Sh. Vanadium titanium magnetite dressing in China [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1996.
- [2] 印万忠, 丁亚卓. 铁矿选矿新技术与新设备 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008.
- Yin W Zh, Ding Y Zh. New technology and equipment of iron ore dressing [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2008.
- [3] 《现代铁矿石选矿》编委会. 现代铁矿石选矿 (上册) [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2009.
- Editorial Board of Modern Iron Ore Dressing. Modern Iron ore dressing (Vol. 1) [M]. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2009.
- [4] 陈超, 张裕书, 张少祥, 等. 攀枝花铁精矿特性及提铁降杂试验研究 [J]. 矿产综合利用, 2018(3):57-60.
- Chen Ch, Zhang Y Sh, Zhang Sh X, et al. Characteristics of panzhihua iron concentrate and experimental study on lifting iron and reducing impurities [J]. Comprehensive Utilization of Mineral Resources, 2018,(3):57-60.
- [5] 朱骏士. 钒钛磁铁矿选矿及综合利用 [J]. 金属矿山, 2000(1):1-11.
- Zhu J Sh. Beneficiation and comprehensive utilization of vanadium-titanium magnetite [J]. Metal Mines, 2000 (1) :1-11.
- [6] 周军, 董雅君. 全球钒钛资源概况及开发情况 [N]. 世界金属导报, 2013-3-19(B15).
- Zhou J, Dong Y J. Overview and development of vanadium and titanium resources in the world [N]. World Metal Bulletin, 2013-3-19 (B15).
- [7] 王帅, 郭宇峰, 姜涛, 等. 钒钛磁铁矿综合利用现状及工业化发展方向 [J]. 中国冶金, 2016(10):40-44.
- Wang Sh, Guo Y F, Jiang T, et al. Current Situation of comprehensive Utilization of Vanadium-titanium magnetite and its Industrial Development Direction [J]. China Metallurgy, 2016, (10) :40-44.
- [8] 杨宇, 梁精龙, 李慧, 等. 攀钢含钛高炉渣资源化再利用进展 [J]. 矿产综合利用, 2018(2):12-15.
- Yang Y, Liang J L, Li H, et al. Progress in the recycling of titaniferous furnace slag at Pangang [J]. Comprehensive Mineral Utilization, 2018, (2) :12-15.
- [9] 赵海燕. 钒资源利用概况及我国钒市场需求分析 [J]. 矿产保护与利用, 2014(2):54-58.
- Zhao H Y. Overview of vanadium resource utilization and analysis of vanadium market demand in China [J]. Mineral Protection and Utilization, 2014, (2) :54-58.
- [10] 朱月仙, 张娴, 许轶等. 钒钛磁铁矿综合利用关键技术专利分析 [J]. 世界科技研究与发展, 2017(4):325-331.
- Zhu Y X, Zhang X, Xu Y, et al. Patent Analysis of key Technologies for comprehensive Utilization of Vanadium-titanium magnetite [J]. World Science and Technology Research and Development, 2017, (4) :325-331.
- [11] 董天颂. 钛选矿 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2009.
- Dong T S. Titanium dressing [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2009.
- [12] 周政, 赵华伦, 李兵荣, 等. 红格某钒钛磁铁矿选矿试验研究 [J]. 矿产综合利用, 2018(1):32-35.
- Zhou Zh, Zhao H L, Li B R, et al. Experimental study on the beneficiation of vanadium-titanium magnetite in Hongge [J]. Comprehensive Utilization of Mineral Resources, 2018 (1) :32-35.

(下转 42 页)

2007(7):22-24.

[9] 谢丹丹, 童雄, 谢贤, 等. 尾矿再选设备应用进展 [J]. 矿产保护与利用, 2016(2):75-78.

Xie D D, Tong X, Xie X, et al. Application progress of tailings reprocessing equipment [J]. Mineral Protection and Utilization, 2016(2):75-78.

[10] 马建, 刘庆祥, 刘万中, 等. 螺旋溜槽选矿机回收钛精矿的试验研究 [J]. 矿冶工程, 2019, 39(1):69-71.

Ma J, Liu Q X, Liu W Z, et al. Experimental study on recovery of titanium concentrate by spiral chute Concentrator [J]. Mining and Metallurgical Engineering, 2019, 39(1):69-71.

[11] 陈献梅, 张汉平, 刘建辉. 钛精选尾矿回收试验研究 [J]. 矿产保护与利用, 2012(3):30-33.

Chen X M, Zhang H P, Liu J H. Experimental study on recovery of titanium fine tailings [J]. Mineral Protection and Utilization, 2012(3):30-33.

Research on the Recycling Technology for a Vanadium-titanium Magnetite Tailings in Chengde

Yin Wanzhong¹, Xu Dong^{1,2}, Yang Yaohui², Yan Weiping², Zeng Xiaobo², Chi Dongrui^{1,2}

(1. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Chengdu, Sichuan, China; 2. School of Resources and Civil Engineering, Northeast University, Liaoning, Shenyang, China)

Abstract: In the vanadium-titanium magnetite ore dressing tailings in Chengde, the TiO_2 grade is only 2.60%, and the TFe grade is 7.73%. In view of the status of ilmenite resources in the tailings that have not been recovered and utilized, according to the tailings properties, this study adopts the pre-enrichment process of "magnetic heavy combination with step grinding step separation". And the sulfuric acid, EM-B as adjusting agent, EM-3 as collector, after one roughing and one scavenging, five cleaning titanium flotation process, finally the ilmenite concentrate with the grade of TiO_2 46.23%, the flotation recovery rate 83.25%, and relative iron tailings recovery of 42.03% was obtained, implementing the comprehensive recycling utilization of tailings providinn reasonable resource utilization of such mines.

Keywords: Titanomagnetite; Tailings; Ilmenite; Resource utilization

(上接 68 页)

Research on Process Mineralogy for a Low- grade Vanadium Titanomagnetite in Gansu Province

Chen Fulin^{1,3}, Yang Xiaojun^{2,3}, Yang Daoguang¹, Wu Ning¹, Li Shuo¹, Cai Xianyan¹

(1. Panzhihua Iron & Steel Research Institute Co., Ltd., of Pangang Group, Panzhihua, Sichuan, China; 2. Chengdu Integrated Testing Center of Rocks and ores of Sichuan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Chengdu, Sichuan China; 3. Evaluation and Utilization of Strategic Rare Metals and Rare Earth Resource Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: The chemical and mineral characteristics of a low-grade vanadium titano-magnetite in Subei of Gansu province had been studied by the ways such as X-fluorescence spectrophotometer and chemical multielement analysis and microscopic method and MLA mineral automatic analysis, and beneficiation tests of the samples had been accomplished. The research results showed the content of metallic minerals was much less than non-metallic minerals and the percentage of metallic minerals in the ore was 9.06% and a wide range of non-metallic minerals in the ore widely existed. The content of magnetic iron minerals and ilmenite was low and the granularities of magnetite mineral grain was far thinner than ilmenite and the co-existence relation between magnetite and ilmenite was very close-knit. The grain dianeters of main non-metallic minerals were thick such as olivine, hornblende, pyroxene and feldspar, and the beneficiation test results confirmed the process mineralogy research results of the sample. The important reference frame had been provided in this research which could be used to evaluate the vanadium titano-magnetite deposit.

Keywords: Low grade; Vanadium titano-magnetite; Process mineralogy