

湖北某地金红石选矿新工艺试验

张晓年,李家珍,朱发军,彭玉华,张 鹏
(湖北声荣环保节能科技有限公司,湖北 武汉 430035)

摘要:根据湖北某地粗粒嵌布的金红石矿的性质特点,在工艺矿物学和详细条件试验研究的基础上,制定了一种新的选矿工艺流程(磁选-脱泥-浮选),先对矿石磁选抛尾,脱泥后进行浮选,再对浮选精矿进行除杂处理,最终获得高品质的金红石精矿,其品位在90%以上,回收率70%以上,显示出该工艺流程的合理性及先进性,对同类矿石具有一定的参考价值。

关键词:金红石;选矿新工艺;磁选;脱泥;浮选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.01.007

中图分类号:TD952 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2016)01-0028-05

湖北某地金红石矿是我国已探明储量最大的原生金红石矿之一,矿石中平均金红石 TiO_2 为2.32%左右。由于金红石嵌布粒度不均,原选矿厂选别指标不理想,停产关闭至今。为探索出一套高效低耗、选矿指标优良的金红石选矿新工艺,进行了详细的选矿工艺及相应的选冶药剂制度研究,为金红石矿的生产提供可靠依据。

1 矿石性质

矿石中主要有用矿物为金红石,其他含钛矿物有钛铁矿、榍石、白钛石等,主要脉石矿物有角闪石、铁铝石榴子石、钠长石、绿帘石等,有少量的绢云母、石英、绿泥石。脉石矿物占组成矿物的90%以上。有害的非金属矿物有黄铁矿、磷灰石。

矿样中金红石粒径大小不等,与角闪石关系密切,大颗粒有0.7 mm以上,细颗粒仅0.001 mm,其中细粒矿石多以侵染状分布在角闪石及石榴子石颗粒内;粗粒矿石大多呈半自形柱状或集合体,主要嵌布角闪石颗粒之间,有的与角闪石伴生在石榴子石环内。

矿样的化学多项分析结果见表1,钛物相分析结果见表2。

表1 矿样的化学多项分析/%

Table 1 Chemical analysis of multi-elements of ore samples

TiO_2	金红石 TiO_2	SiO_2	Al_2O_3	CaO
2.95	2.24	43.79	18.12	8.35
MgO_2	TFe	S	P	
5.93	16.63	0.068	0.122	

表2 钛物相分析

Table 2 Phase analysis of titanium

名称	金红石 TiO_2	钛铁矿及其他 TiO_2	合计
含量/%	2.30	0.78	3.08
占有率/%	74.68	25.32	100.00

2 选矿试验研究

该选矿厂的生产实践表明,由于金红石嵌布粒度粗细不均,采用重选工艺难以取得好的选矿效果,只有浮选才是回收细粒级金红石的有效方法。另外,金红石与脉石矿物的比磁化系数有一定差异,可通过强磁选摒弃大部分的脉石矿物,这样既可减少浮选的矿石量,又可减少浮选的药剂用量,从而降低生产成本。为此根据矿样物质组成的分析结果,本试验研究采用磁选-脱泥-浮选的工艺流程对矿样进行选别。

2.1 不同粒度磁选试验

分别对矿样磨至不同磨矿细度,在同样的磁场

收稿日期:2014-11-28

作者简介:张晓年(1952-),男,主要从事工业固体废弃物综合分选及利用的技术研发与应用工作。

强度下进行湿式分选试验,结果见表 3。

表 3 不同粒度磁选试验结果

Table 3 Test results of magnetic separation with different particle size

粒度	产品名称	产率 /%	金红石 TiO ₂ 品位/%	回收率 /%
-2 mm	磁性产品	16.88	1.07	8.11
	非磁性产品	83.12	2.45	91.89
	原矿	100.00	2.22	100.00
-0.074 mm 80%	磁性产品	18.48	0.83	6.52
	非磁性产品	81.52	2.64	93.48
	原矿	100.00	2.31	100.00
-0.074 mm 90%	磁性产品	20.37	0.69	6.36
	非磁性产品	79.63	2.59	93.64
	原矿	100.00	2.20	100.00
-0.074 mm 95%	磁性产品	22.16	1.0	10.33
	非磁性产品	77.84	2.46	89.67
	原矿	100.00	2.14	100.00

表 3 结果表明,随着入选粒度变细,磁性产品的产率逐渐增加,其含有的金红石品位略有下降,但入选粒度达到-0.074 mm 95%时,其金红石品位略有上升,说明磨矿细度过细,细粒金红石损失略有增加,因此入选粒度控制在-0.074 mm 90%为宜。

2.2 磁场强度试验

矿样粒度为-0.074 mm 90%,用不同的磁场强度进行磁选试验,结果见表 4。

表 4 磁场强度试验结果

Table 4 Test results of magnetic field intensity

试验条件	产品名称	产率 /%	金红石 TiO ₂ 品位/%	回收率 /%
0.75 T	磁性产品	12.46	1.09	6.03
	非磁性产品	87.54	2.49	93.97
	原矿	100.00	2.32	100.00
0.95 T	磁性产品	18.81	0.88	7.42
	非磁性产品	81.19	2.61	92.58
	原矿	100.00	2.28	100.00
1.2 T	磁性产品	26.20	0.61	7.02
	非磁性产品	73.80	2.87	92.98
	原矿	100.00	2.28	100.00
1.6 T	磁性产品	32.22	0.83	11.69
	非磁性产品	67.78	3.01	88.31
	原矿	100.00	2.31	100.00

表 4 结果表明,随着磁场强度的提高磁性产品的产率逐渐提高,金红石的损失略有增加。综合考虑,为尽量减少浮选入选矿量,同时避免金红石过多损失,选择磁场条件为 1.2 T。

2.3 脱泥与否对比试验

矿石在细磨容易泥化,而且金红石精矿的质量要

求很高,含量要求达到 90% 以上,因此在相同条件下进行了脱泥与不脱泥分选试验,对比试验结果见表 5。

表 5 脱泥与不脱泥对比试验结果

Table 5 Test results of desliming and no desliming

作业名称	产品名称	产率 /%	金红石 TiO ₂ 品位/%	回收率 /%
不脱泥	磁性产品	26.80	0.60	6.93
	粗精矿	12.66	13.98	76.62
	尾矿	60.54	0.62	16.45
	原矿	100.00	2.31	100.00
脱泥	磁性产品	26.80	0.60	6.93
	矿泥	11.24	1.06	5.14
	粗精矿	6.66	27.18	78.70
	尾矿	55.30	0.38	9.23
	原矿	100.00	2.30	100.00

表 5 结果表明,脱泥比不脱泥分选后,粗精矿的品位有较大幅度的提高。为此进行脱泥操作,制备一定数量的粗精矿供浮选进行条件试验,磁选-脱泥分选结果见表 6。

表 6 磁选脱泥试验结果

Table 6 Test results of magnetic separation and desliming

产品名称	产率/%	金红石 TiO ₂ 品位/%	回收率/%
磁性产品	26.85	0.60	7.05
矿泥	10.89	0.93	4.41
粗精矿	62.26	3.23	88.54
原矿	100.00	2.27	100.00

2.4 浮选条件试验

浮选试验条件及流程见图 1。

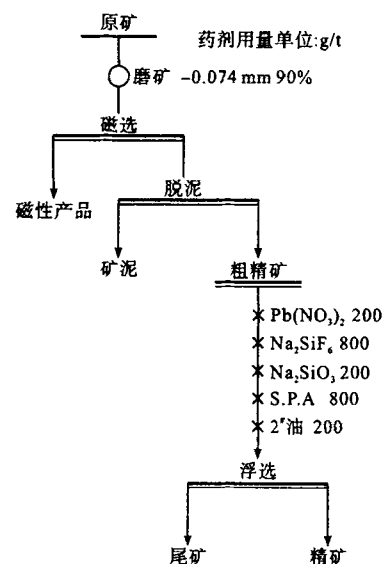


图 1 浮选试验流程及条件

Fig. 1 Flotation test process and conditions

2.4.1 活化剂用量试验

固定其他药剂用量,改变活化剂 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的用量,进行其用量试验,试验结果见图 2。

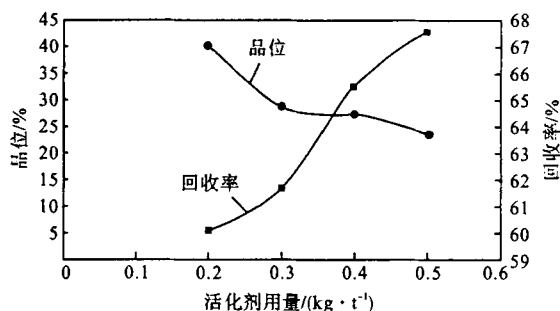


图 2 活化剂用量试验结果

Fig. 2 Test results of dosage of activator

图 2 结果表明,随着活化剂用量的增加,金红石回收率逐渐提高,而金红石品位则明显下降。综合分析活化剂用量不宜过多,选择 0.2 kg/t 为宜。

2.4.2 调整剂及抑制剂用量试验

氟硅酸钠 (Na_2SiF_6) 是脉石矿物的抑制剂,同时又能调整矿浆 pH 值,对其用量进行试验,试验结果见图 3。

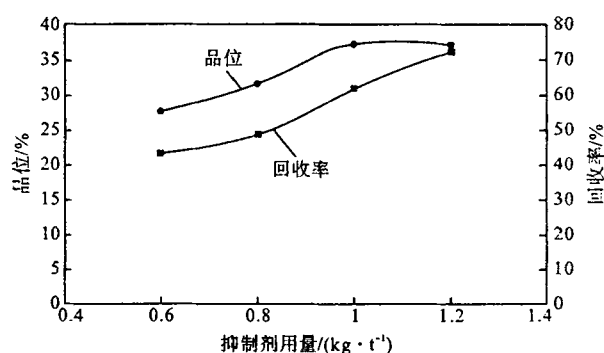


图 3 调整剂及抑制剂用量试验结果

Fig. 3 Test result of dosage of inhibitor

图 3 结果表明,随着调整剂及抑制剂 (Na_2SiF_6) 用量增加,金红石精矿品位与回收率逐渐提高,说明 Na_2SiF_6 对脉石矿物角闪石有良好的抑制作用;同时,由于 Na_2SiF_6 用量增加,矿浆 PH 值向弱酸性改变,适合金红石在 pH 值为 6 左右酸度下浮选。经分析, Na_2SiF_6 用量选择 1.2 kg/t 为宜。

2.4.3 捕收剂用量试验

捕收剂 S. P. A 为磷酸类的捕收剂,它对细粒级

金红石具有良好选择性及捕收能力,对其进行用量试验,试验结果见图 4。

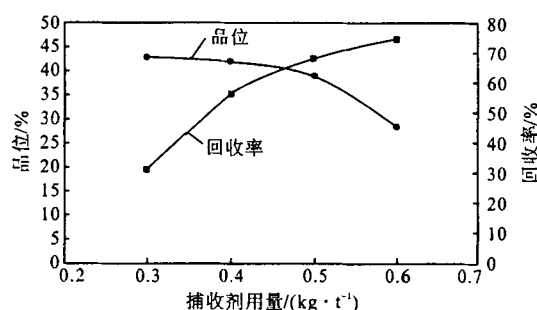


图 4 捕收剂用量试验结果

Fig. 4 Test results of dosage of collector

图 4 结果表明,随着捕收剂用量增加,精矿品位下降,回收率随之提高,符合规律。综合考虑捕收剂用量选择 0.4 kg/t。

2.4.5 浮选开路试验

在粗选条件试验的基础上进行浮选开路试验,为保障金红石的回收率增加二次扫选,在扫选过程中为增加粗粒级金红石回收加入醇类捕收剂,其流程见图 5。浮选开路试验结果见表 7。

表 7 结果表明,磁选脱泥的粗精矿作为浮选给矿,经过一粗、两扫、两精开路浮选可获得浮选精矿金红石 TiO_2 品位为 74.21%,回收率为 37.19%。

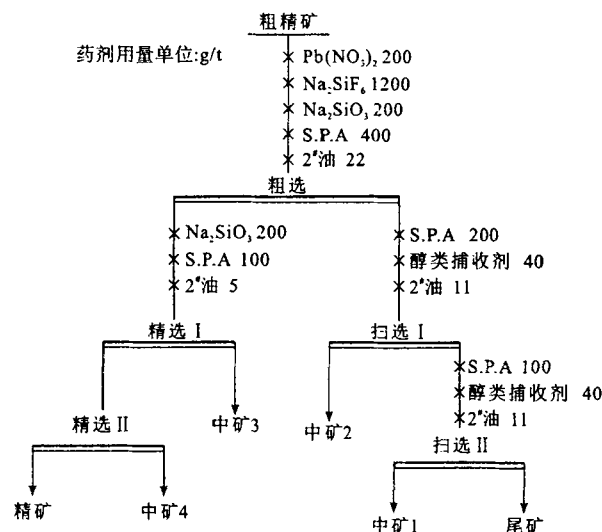


图 5 浮选开路试验流程

Fig. 5 Test process of open-circuit flotation

表 7 浮选开路试验结果

Table 7 Test results of open circuit flotation

产品名称	产率/%	金红石 TiO ₂ 含量/%	回收率/%
精矿	1.65	74.21	37.19
中矿 4	1.54	35.60	16.77
中矿 3	2.91	11.34	10.06
中矿 2	4.69	3.40	4.88
中矿 1	4.27	18.60	24.09
尾矿	84.94	0.27	7.01
给矿	100.00	3.29	100.00

2.4.6 浮选闭路试验

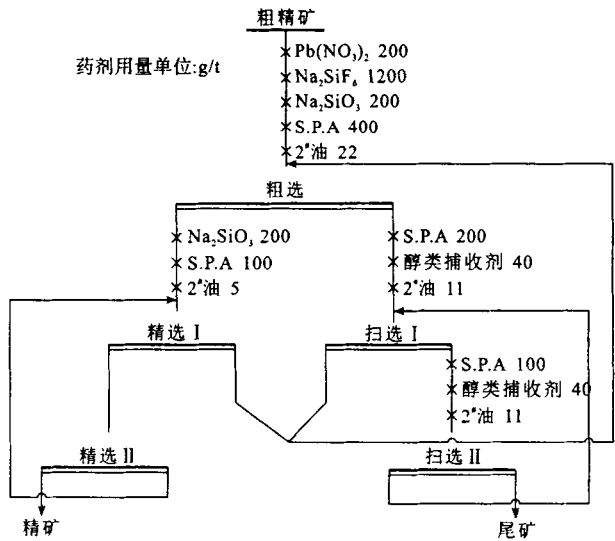


图 6 浮选闭路试验流程

Fig. 6 Test process of closed-circuit flotation

在保障浮选精矿品位的基础上,进一步提高金红石的回收率,将开路试验各个中矿顺序返回上一作业,检验其分配情况,进行浮选闭路试验。试验流程及药剂条件见图 6,共进行四个循环,第三、四个循环产率、品位基本一致,金属量平衡取其平均值,作为最终浮选试验指标,结果见表 8。

表 8 浮选闭路试验结果

Table 8 Test results of closed-circuit flotation

产品名称	产率/%	金红石 TiO ₂ 品位/%	回收率/%
浮选精矿	4.19	71.12	90.03
尾矿	95.81	0.34	9.97
给矿	100.00	3.31	100.00

2.4.7 浮选精矿除杂试验

浮选精矿中尚存有一定数量杂质矿物,如钛铁矿、黄铁矿、磷灰石等,为获取高质量金红石精矿,必

须进行除杂,采用焙烧-酸洗-磁选的流程进行浮选精矿除杂处理,焙烧去除硫,酸洗去除磷,磁选去除部分钛铁矿,结果见表 9。

表 9 浮选精矿除杂试验结果

Table 9 Test result of removing impurities in flotation concentrate

产品名称	产率/%	金红石 TiO ₂ 品位/%	回收率/%
杂质产品	23.46	21.99	6.95
金红石精矿	76.54	90.23	93.05

试验结果表明,从整个工艺流程来看,金红石最终选矿指标为:金红石精矿产率为 2.01%、品位为 90.23%、金红石回收率为 73.94%,选别指标较理想。

3 结 论

(1)湖北某地的粗细嵌布金红石矿通过磁选-脱泥-浮选联合选别,以及对浮选精矿的除杂处理,最终可获得产率 2.01%,金红石 TiO₂ 品位 90.23%,回收率 73.94% 的金红石精矿,其选别指标良好。

(2)采用该选矿新工艺流程,首先磁选可抛去 25% 的尾矿,然后脱泥又丢弃 10% 的矿泥,这样不仅大大减少浮选的矿石量,同时又排除矿泥对浮选的影响,对获取高品位金红石有益处,降低浮选药剂用量和生产成本,显示出该工艺流程的优越性。

参考文献:

[1]湖北声荣环保节能科技有限公司. 金红石选矿试验研究报告[R]. 湖北声荣环保节能科技有限公司,2013.
[2]刘爽,林璠,李莹,等. 湖北枣阳金红石选矿工艺研究[J]. 矿产综合利用,2012(5):23-27.
[3]赵军伟,王虎,岳铁兵. 原生金红石选矿研究现状[J]. 矿产保护与利用,2007(1):49-54.
[4]朱建光. 金红石和钛铁矿的浮选[J]. 有色矿业,1997(3):28-35.
[5]高利坤,张宗华,李春梅. 河南方城金红石选矿试验研究[J]. 矿产综合利用,2003(3):6-9.
[6]张宗华,戴惠新,吴幼竺,等. 会东难选金红石矿的矿物工艺特性及选矿试验研究[J]. 云南冶金,2001(5):8-14.

(下转 58 页)

- 2786-1996[S]. 1996-01-16. [18] 罗征, 林斐, 马鸿文. 一种利用黑云母粉体制取农用硫酸钾铵的工艺[P]. 中国专利: CN102838138A, 2012-12-26.
- [17] Duarte I N, De Sousa R T X, Korndorfer G H, et al. Biotite: potassium source for agriculture [J]. Bioscience Journal, 2012, 28(1): 98-103.

Study on the Beneficiability of Potassic Slate from Bayan Obo

Ma Xi^{1,2}, Tian Linan^{1,2}, Yang Jing¹, Ma Hongwen¹, Nie Yimiao³

(1. School of Materials Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing, China;

2. Blue Sky Technology Corporation; Beijing, China;

3. College of Mining Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, China)

Abstract: Potassic slate as the surrounding rock of Fe-Nb-REE ore deposit in Bayan Obo is a kind of important insoluble potassium mineral resource. The experimental sample contains 8.99% of K_2O , 13.60% of TFe_2O_3 and 2.89% of S. And its principal minerals are microcline, biotite, quartz, and pyrrhotite. The magnetic separation and flotation separation experiments were designed for the potassic slate ore. The pyrrhotite with 27.99% of sulfur was obtained under the low-intensity magnetic field. The microcline which contains 11.97% of K_2O was separated under the high-intensity magnetic field. The biotite with content of K_2O 8.60% was obtained in the flotation separation experiment.

Keywords: Bayan Obo; Potassic slate; Mineral composition; Magnetic separation; Flotation; Microcline; Pyrrhotite; Biotite



(上接 31 页)

Experimental Study on New Mineral Processing Technology of Rutile Ore in Hubei Province

Zhang Xiaonian, Li Jiazhen, Zhu Fajun, Peng Yuhua, Zhang Peng

(Hubei Shengrong Environmental Protection and Energy Saving Technology Limited Company, Wuhan, Hubei, China)

Abstract: According to the characteristics of the coarseness rutile in Hubei Province, on the basis of mineral processing and detailed condition test, a new mineral processing technology of magnetic separation-desliming-flotation for rutile ore was determined. Firstly, magnetic separation and discarding the tailings of the ore, selection of desliming with the ore, flotation of the remainder, and removing the impurities of flotation concentrates were carried on. Finally the high quality rutile concentrates with the grade over 90% and the recovery rate more than 70% was obtained, which shows that the new process technology has the superiority and can provide reference for this kind of ore.

Keywords: Rutile; New Mineral Processing Technology for ore; Magnetic Separation; Desliming; Flotation