

四川某磷矿反浮选试验研究

熊文良, 黄云阶

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要:采用反浮选的方法对四川某磷矿进行了富磷降铁的研究,最终获得了产率75.75%、 P_2O_5 品位29.14%、磷回收率88.34%的磷精矿。

关键词:磷灰石;反浮选;降铁

中图分类号:TD971.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2007)03-0014-05

我国磷矿石类型以沉积岩为主,占磷矿石总储量的70%,主要分布在云、贵、川、鄂、湘五省,此类矿石选矿难度大,其特点是:(1)磷灰石嵌布粒度细,呈均质胶体或隐晶、微晶质。磷矿集合体多为鲕粒、假鲕粒结构。在鲕粒之间或在鲕粒内部,常混入数量不等的碳酸盐、硅质等泥质矿物。选矿一般磨至-320目占80%~90%才能单体解离。由于磨矿粒度细,增加了矿物表面能、非选择性团聚及药剂的非选择性吸附,使不同矿物之间的可浮性差别减小,因此给浮选分离带来困难。(2)磷灰石晶格中的 PO_4^{3-} 被 CO_3^{2-} 部分取代,不仅使 P_2O_5 理论值下降,而且使磷矿物晶包参数 α 变小、结晶程度差,因而

可浮性下降。(3)矿石中一般都含有钙质和硅质矿物,当二者在一块时,选矿程度更难。因方解石、白云石与磷灰石都含有同名离子 Ca^{2+} ,二者可浮性接近,当用脂肪酸类捕收剂时,比较难分选^[1,2]。

本文以四川某难选磷矿石为研究对象,通过双反浮选试验对该矿石进行了富磷降铁研究。

1 矿石性质

原矿化学多项分析见表1,主要矿物含量见表2。

根据表1、表2分析可知,选矿主要回收对象为磷(磷灰石、硫磷铝锶矿),其主要有害杂质为铁、碳酸盐(包括碳酸钙和碳酸镁)和水云母。铁主要以

表1 原矿化学多项分析结果/%

P_2O_5	CaO	Fe_2O_3	酸溶 Al_2O_3	MgO	S	F	CO_2	A·I*	灼失
25.52	43.57	3.72	4.29	2.52	2.49	1.84	5.78	4.29	9.97

* A·I为硅及酸不溶物。

表2 主要矿物含量

矿物名称	磷灰石	硫磷铝锶矿	白云石	方解石	石英	水云母	黄铁矿	合计
含量/%	60.76	1.46	9.32	2.10	5.62	16.90	3.17	99.33

Abstract: Aimed at the difficult-to-treat characteristic of a Guangxi's gold concentrate, an experimental research is performed by using oxidizing roast-cyanide leaching technology. The results obtained indicated that the rate of sulfur-fixed in the calcine is up to 85%, the fixing arsenic rate is up to 95%, and the vaporization ratio of organic carbon is 98%. The cyanide leaching rate of gold can reach 98%. This technological process could provide an effective route for rational utilization of this kind of gold concentrate containing high As and C contents.

Key words: Gold concentrate; Sodium carbonate; Oxidizing roasting; Cyanide leaching

收稿日期:2006-12-20

作者简介:熊文良(1979-),男,硕士,主要从事选矿工艺技术的研究。

硫铁矿的形式存在,可以通过浮选硫化矿的方法来降低磷精矿中铁的含量。

2 浮选试验

2.1 浮选试验方案的确定

本矿石中的磷灰石绝大部分为胶状隐晶质的集合体(俗称胶磷矿),属难选矿石,采用正浮选很难达到理想指标。本次试验确定采用反浮选的方法,首先选出碳酸盐为主的氧化矿(富磷),以及硫铁矿石(降铁),然后获得合格的磷精矿产品。

2.2 富磷条件试验

2.2.1 抑制剂用量试验

试验确定采用硫酸作 pH 调整剂,调节矿浆 pH 值在 5.2 左右,此时硫酸用量为 1500g/t。胺类捕收剂 A 为碳酸盐矿物的捕收剂,固定其用量为 300g/t。磷矿物抑制剂 P 为磷酸和硫酸的混合物,其用量试验流程见图 1,试验结果见表 3。

由表 3 可以看出,随着磷矿物抑制剂 P 用量的

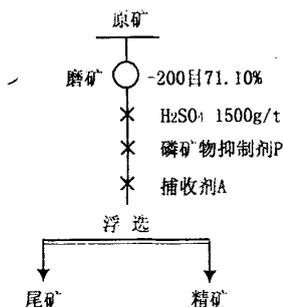


图 1 富磷浮选条件试验流程

表 3 磷矿物抑制剂 P 用量试验结果

用量 /kg · t ⁻¹	产品名称	产率 /%	P ₂ O ₅ /%	磷回收率 /%
0	精矿	67.80	28.53	74.63
	尾矿	32.20	20.42	25.37
	原矿	100.00	25.92	100.00
24	精矿	84.17	28.14	93.46
	尾矿	15.83	10.47	6.54
	原矿	100.00	25.34	100.00
28	精矿	85.06	28.11	94.31
	尾矿	14.94	9.65	5.69
	原矿	100.00	25.35	100.00
32	精矿	86.38	28.00	95.10
	尾矿	13.62	9.15	4.90
	原矿	100.00	25.43	100.00

增加,尾矿的磷品位逐渐降低,精矿磷的回收率逐渐增加。考虑到磷矿物抑制剂 P 所占生产成本较高,试验选定其用量为 28kg/t。

2.2.2 捕收剂用量试验

试验确定使用胺类捕收剂 A 为碳酸盐矿物的捕收剂,固定硫酸用量为 1500g/t、磷矿物抑制剂 P 用量为 28kg/t,进行了捕收剂用量试验,试验流程见图 1,试验结果见表 4。

表 4 捕收剂 A 用量试验结果

用量 /kg · t ⁻¹	产品名称	产率 /%	P ₂ O ₅ /%	磷回收率 /%
300	精矿	85.70	27.60	92.94
	尾矿	14.30	12.56	7.06
	原矿	100.00	25.45	100.00
500	精矿	82.36	28.47	91.93
	尾矿	17.64	11.67	8.07
	原矿	100.00	25.51	100.00
700	精矿	79.62	28.35	89.79
	尾矿	20.38	12.61	10.21
	原矿	100.00	25.14	100.00
900	精矿	76.92	29.10	87.87
	尾矿	23.08	13.39	12.13
	原矿	100.00	25.47	100.00

由表 4 看出,随着捕收剂 A 用量的增加,精矿产率和磷的回收率逐渐减少,尾矿的磷品位逐渐上升,精矿的磷品位在一定范围内呈上升趋势,综合考虑,选择捕收剂 A 用量为 500g/t。

2.3 降铁条件试验

根据矿石性质,有害杂质元素铁主要以硫铁矿的形式存在,可以采用浮选法去除并回收,故进行了浮选降铁工艺条件试验。

2.3.1 硫酸铜用量试验

试验采用硫酸铜作活化剂,进行了硫酸铜用量试验。其试验流程及条件见图 2,其中硫铁矿捕收剂 B 用量为 150g/t,试验结果见表 5。

由表 5 结果可以看出,随着硫酸铜用量的增加,在一定范围内,硫铁矿精矿和尾矿的铁品位逐渐降低,硫铁矿精矿的产率和铁的回收率逐渐增加;超过此范围后,尾矿的铁品位反而增加,硫铁矿精矿的产率和铁的回收率逐渐降低。综合考虑,选择硫酸铜用量为 50g/t。

2.3.2 捕收剂用量试验

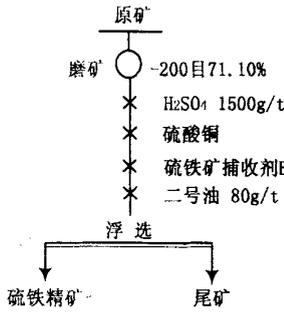


图2 降铁浮选条件试验流程

表5 硫酸铜用量试验结果

用量 /kg · t ⁻¹	产品名称	产率 /%	Fe ₂ O ₃ /%	铁回收率 /%
0	硫铁精矿	12.97	18.30	59.66
	尾矿	87.03	1.84	40.34
25	原矿	100.00	3.98	100.00
	硫铁精矿	17.19	15.46	67.92
50	尾矿	82.81	1.52	32.08
	原矿	100.00	3.92	100.00
100	硫铁精矿	20.77	13.36	74.91
	尾矿	79.23	1.17	25.09
200	原矿	100.00	3.70	100.00
	硫铁精矿	19.93	14.03	73.07
250	尾矿	80.07	1.29	26.93
	原矿	100.00	3.83	100.00
300	硫铁精矿	16.86	15.73	65.60
	尾矿	83.14	1.67	34.40
350	原矿	100.00	4.05	100.00
	硫铁精矿	16.86	15.73	65.60

对乙基黄药、丁基黄药以及丁铵黑药等及其之间组配作为硫铁矿的捕收剂进行了对比试验后,确定采用混合捕收剂B,并进行了用量试验。固定硫酸铜用量为50g/t,其他条件见图2,试验结果见表6。

根据表6试验结果可知,随着捕收剂B用量的增加,硫铁精矿和尾矿的铁品位逐渐降低,硫铁精矿的产率和铁的回收率逐渐增加,当捕收剂B用量为150g/t时分选效果较好。故选定捕收剂B用量为150g/t。

2.4 最终试验流程和试验结果

在条件试验的基础上,进行了全流程的闭路试验,试验流程及条件见图3,试验结果见表7。

试验结果表明,采用图3所示的闭路流程可以获得磷精矿 P₂O₅ 品位 29.14%、磷回收率 88.34% 的较好选矿指标。磷精矿化学多项分析见表8。

表6 捕收剂B用量试验结果

用量 /kg · t ⁻¹	产品名称	产率 /%	Fe ₂ O ₃ /%	铁回收率 /%
100	硫铁精矿	13.22	17.79	59.69
	尾矿	86.78	1.83	40.31
150	原矿	100.00	3.95	100.00
	硫铁精矿	22.72	12.50	72.39
250	尾矿	77.28	1.40	27.61
	原矿	100.00	3.92	100.00
300	硫铁精矿	24.54	11.74	73.35
	尾矿	75.46	1.39	26.65
350	原矿	100.00	3.93	100.00
	硫铁精矿	27.28	10.94	76.53
400	尾矿	72.72	1.26	23.47
	原矿	100.00	3.90	100.00

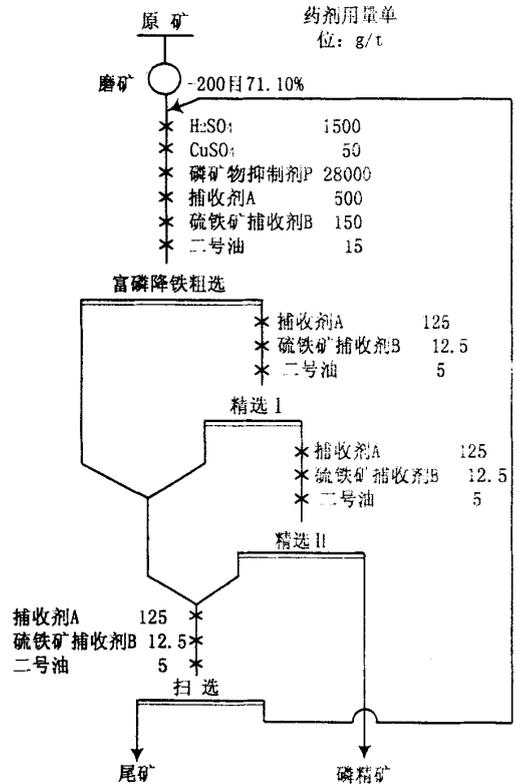


图3 最终试验流程

表7 全流程闭路试验结果/%

产品名称	产率/%	P ₂ O ₅ /%	磷回收率/%
磷精矿	75.75	29.14	88.34
尾矿	24.25	12.01	11.66
原矿	100.00	24.99	100.00

(下转 34 页)

[3]李令军,高庆生. 2000 年北京沙尘暴源地解析[J]. 环境科学研究,2001,14(2):1.

[4]徐广尧. 包头稀土采选的两点建议[J]. 稀土信息,2003(9):21.

[5]李英霞. 从包钢强磁尾矿中回收稀土和铈的研究[J]. 广东有色金属学报,1999,9(2):101~105.

[6]方军,赵德贵. 包钢选矿厂磁铁尾矿选稀土的探讨[J]. 金属矿山,2003(3):47~49.

[7]吕宪俊,陈炳辰. 包钢选矿厂浮选稀土尾矿中铁的赋存状态及其综合回收研究[J]. 矿产综合利用,1995(3):4~10.

[8]陈泉源,余永富,丰于慧,等. 白云鄂博铈资源选矿新工艺工业分流试验[J]. 矿冶工程,1996,16(1):22~24.

[9]王云飞,方军. 回收尾矿中有效成分的实践探讨[J]. 包钢科技,2004,30(4):5~7.

[10]姬俊梅. 包头矿铈矿物的综合回收研究[J]. 矿业快报,2005(10):13~15.

[11]张文华,郑煜,秦永启. 包钢选矿厂尾矿的稀土选矿[J]. 湿法冶金,2002,21(3):36~38.

[12]Zhang L Q, Wang Z C, Tong S X, et al. Rare Earth Extraction from Bastnaesite Concentrate by Stepwise Carbochlorination-Chemical Vapor Transport-Oxidation[J]. Metallurgical and Materials Transactions B,2004,35B:217~221.

[13]Wang Z C, Zhang L Q, Lei P X, et al. Rare Earth Extraction and Separation from Mixed Bastnaesite-Monazite Concentrate by Stepwise Carbochlorination-Chemical Vapor Transport [J]. Metallurgical and Materials Transactions B, 2002,33B:661~668.

[14]张丽清,雷鹏翔,尤健,等. 氟碳铈矿精矿在 $SiCl_4$ 存在时的碳热氯化过程[J]. 有色金属学报,2003,13(2):502~505.

[15]云月厚,郇显康,李国栋,等. 富含稀土白云选铁尾矿制备的微波吸收材料特性研究[J]. 稀土,2003,24(2):68~70.

New Progress in Comprehensive Utilization of Tailings in Bao Steel's Concentrator

YU Xiu-lan¹, LIU Jia², WANG Zhi-chang²

(1. Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang, Liaoning, China;
2. Northeastern University, Shenyang, Liaoning, China)

Abstract: The tailings of Bao steel's concentrator are wastes from separation process of iron and rare earths ores in Mineral Processing Concentrator of Baotou Iron and Steel Company, A large amount of available mineral constituent of rare earths, niobium, etc. are remained in the tailings. If these valuable resources are not made rational use of, they will be wasted, and also it is harmful to environment. Therefore, the comprehensive utilization of these tailings is an important task. In this paper, the research and testwork of comprehensive utilization of tailings in Bao steel's concentrator are overviewed, and some advices about development direction of comprehensive utilization of tailings in Bao steel's concentrator are proposed.

Key words: Tailings; Comprehensive utilization; Rare earths; Niobium

(上接 16 页)

表 8 磷精矿化学多项分析结果/%

P_2O_5	Fe_2O_3	MgO	酸溶 Al_2O_3	CaO	F
29.14	2.43	0.80	4.45	41.70	2.08

从表 8 数据可以看出,精矿中 MgO 含量为 0.80%,但 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 杂质含量略高,经分析,这是由该矿石的特殊工艺矿物学性质决定的。工艺矿物学研究表明,该矿石中铁主要以黄铁矿的形式存在,颗粒大小不等,分布范围极广,有一小部分以尘点状散布在团粒或泥晶状的磷块岩中,造成铁质污染,致使磷精矿中含有有害杂质 Fe_2O_3 。水云母中的 Al_2O_3 为本矿石中的主要有害组分,其粒径特别

细小,仅为 $5\mu m$ 以下,以隐晶质集合体和胶体分散状存在的水云母,分散分布在团粒及含磷质的胶结物中,选矿工艺中需要超细磨才能单体解离。

3 结 论

1. 根据原矿化学多项分析结果,选矿主要回收对象为磷(磷灰石、硫磷铝铈矿),其主要有害杂质为铁、碳酸盐(包括碳酸钙和碳酸镁)和水云母。其他元素均无回收利用的价值。

2. 选矿进行了详细的条件试验及流程结构的研究,最终采取的富磷降铁同时进行的反浮选试验流

(下转 37 页)

料(加入30%~40%),配加适量的粘土及添加剂,改变了传统陶瓷原料的组成,增加了原料中金属氧化物的组分,采用传统陶瓷生产工艺,研制出了米黄色、棕色、玫瑰紫色等系列色彩的抛光彩瓷板。该产品具有热稳定性好、强度高、耐磨性好、耐酸碱、色泽均匀等优点,其理化性能指标达到或超过花岗岩。

3 结束语

在利用含钛高炉渣制作建筑材料方面的研究,取得了一定的进展,缓解了攀钢渣场的压力,但未能回收渣中的 TiO_2 ,造成钛资源浪费。

而各种提钛技术的目标也不仅仅局限于将高炉渣中的钛提取出来,而应将从高炉渣中提钛与降低渣中钛含量两者结合起来,使提钛后的残渣或尾矿具有与普通水淬粒状高炉渣相似的性质。

参考文献:

[1]王杰,赵碧建,等.高钛渣系列建材产品的开发及应用

- [J].建筑石膏与胶凝材料,2002(2):35~36.
- [2]方荣利,金成昌,等.利用攀钢钛矿渣生产复合水泥的试验[J].水泥技术.1994(5):21~25.
- [3]孙希文,张建涛,等.高钛型建筑矿渣砖的研制[J].新型墙体材料与施工,2003(3):5~7.
- [4]周芝林,谭克锋,等.利用攀钢钛矿渣生产混凝土空心砌块的试验研究[J].西南科技大学学报,2003,18(3):43~46.
- [5]潘宝凤,戴亚堂.钛矿渣实心砖的制备[J].四川建筑,2003,23(5):87~88.
- [6]戴亚堂,谭克锋,等.钛矿渣微观结构及其实心砖的开发[J].西南科技大学学报,2003,18(3):39~42.
- [7]田兰凤,吕振华.利用高炉重矿渣、收尘灰及粉煤灰生产高性能混凝土彩瓦[J].建材产品与应用,2002(5):44~45.
- [8]周志宏,陈勋,等.利用高炉重矿渣及粉煤灰生产彩色混凝土瓦[J].辽宁建材,2003(1):17~22.

Application of Pangang Blast-furnace Slag in Construction Industry

ZHOU Wen-bo, KE Chang-ming, ZHANG Qin, ZHANG Ke-ning, DU Shu-fang

(Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei, China)

Abstract: At the present time, a large tonnage of Pangang blast-furnace slags are dumped in two slag fields. If the problem of rational utilization of this kind of blast-furnace slag is not solved, it will not only waste resources, but also pollute natural environment. This article detailed introduces various applications of Pangang blast-furnace slags in the construction industry. The purpose of this research work is provide some fundamental criteria for comprehensive utilization of Pangang blast-furnace slags.

Key words: Blast-furnace slag; Construction material; Titanium; Comprehensive utilization

(上接34页)

程获得了磷精矿产率75.75%、品位(P_2O_5)29.14%、磷回收率88.34%的选矿指标。

3. 工艺矿物学研究表明,该矿石中铁主要以黄铁矿的形式存在,且分布范围极广。水云母中的 Al_2O_3 为本矿石中的主要有害组分,其粒径特别细小,选矿工艺中需要超细磨才能单体解离,这与最终磷精矿中 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 含量略高相吻合。

参考文献:

- [1]骆兆军,王文潜,钱鑫.磷矿浮选进展[J].化工矿物与加工,1999(7):1~3.
- [2]罗惠华,钟康年,魏以和.增效作用对磷灰石浮选的影响[J].化工矿物与加工,2000(5):8~10.
- [3]彭儒,罗廉明编著.磷矿选矿[M].武汉:武汉测绘科学出版社,1992.

Experimental Research on the Reverse Flotation Technology for a Phosphorus Ore in Sichuan

XIONG Wen-liang, HUANG Yun-jie

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

Abstract: The reverse flotation technology was adopted to beneficiate a phosphorus ore in Sichuan province. Based on apatite concentrating and iron removal, the concentrate of P_2O_5 29.14% was obtained with recovery of 88.34%.

Key words: Apatite; Reverse flotation; Iron removal