

新型常温捕收剂 DX-1 浮选司家营 铁矿混磁精矿试验研究^{*}

夏夕雯¹, 梁广泉^{1,2}, 朱一民²

(1. 河钢集团矿业有限公司, 河北 唐山 063000; 2. 东北大学 资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110819)

摘 要: 针对司家营铁矿使用常规捕收剂浮选矿浆温度高, 热能消耗大等问题, 研制出新型常温阴离子反浮选捕收剂 DX-1。为验证该药剂对实际矿物的浮选效果, 以司家营铁品位 40.05% 的混合磁选精矿为研究对象进行了反浮选试验。试验结果表明: 该新型捕收剂可适应 20 ℃ 低温环境, 在 pH = 11.5 时, 经过 1 粗 1 精 3 扫闭路试验流程, 可得到品位 65.23%、回收率 83.55% 的铁精矿。最终产品的 SEM 和 EDS 能谱分析结果表明: DX-1 对石英、白云石等脉石矿物的捕收具有较好的选择性; 产品中未完全单体解离的粗颗粒是影响进一步提高精矿品位的主要原因, 尾矿中夹带微细粒铁矿物的现象, 影响了金属回收率。

关键词: 常温捕收剂 DX-1; 司家营铁矿; 微细粒铁矿物; 石英

中图分类号: TD951.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0076(2018)03-0140-05

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2018.03.025

Experimental Study on Flotation of Mixed Magnetite Concentrate of Si Jiaying Iron Ore by a New Type of Normal Temperature Collector DX-1

XIA Xiwen¹, LIANG Guangquan^{1,2}, ZHU Yimin²

(1. Hebei Iron and Steel Group Mining Co., Ltd., Tangshan 063000, China; 2. School of Resource and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China)

Abstract: In view of the problems of conventional collector, such as high flotation temperature and high energy consumption, we developed a new collector DX-1 for anionic reverse flotation at normal temperature. In order to verify the flotation effect of the agent on the actual mineral, the reverse flotation test was carried out on the mixed magnetite concentrate of 40.05% of the iron ore grade. The test results show that the new collector can be adapted to 20 degree low temperature environment. When pH = 11.5 is applied, the iron concentrate with grade 65.23% and recovery rate of 83.55% can be obtained through 1 coarse 1 fine 3 scanning closed circuit test processes. The final product of SEM and EDS analysis results showed that: DX-1 of quartz, dolomite and other gangue mineral collector has good selectivity; coarse particles in the products is not completely monomer dissociation is the main reason to further improve the effect of concentrate, and tailings of fine iron minerals containing micro bubble entrainment phenomenon, affect the metal recovery rate.

Key words: normal temperature collector DX-1; Si Jiaying iron ore; micro-fine iron mineral; quartz

* 收稿日期: 2018-04-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(51274056, 51474055)

作者简介: 夏夕雯(1983-), 女, 辽宁阜新人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事矿物综合利用研究。

通信作者: 梁广泉(1984-), 男, 山东济南人, 博士, 高级工程师, 主要从事矿物综合利用研究。

引言

随着我国铁矿资源的不断开采,对于难选铁矿资源的回收利用已迫在眉睫^[1-3]。铁矿石中主要脉石矿物为石英,目前常采用阴离子反浮选脱硅工艺处理铁矿石,但常用的阴离子脂肪酸类捕收剂在使用时需对矿浆进行加热,因此存在消耗能源、药剂制度复杂、精矿过滤困难等问题^[4-6]。因此,开发新型高效的常温捕收剂,对于降低能耗、优化浮选工艺实现降本增效,具有重要的经济意义^[7-10]。

司家营铁矿属典型的鞍山式贫赤铁矿,采用阶段磨矿—粗细分级—重选—弱磁—强磁—反浮选的选矿工艺,浮选采用传统的脂肪酸类做捕收剂,需进行加热,消耗大量热能。为优化浮选工艺,降低能耗,有效降低成本,在实验室条件下,以月桂酸为原料,在催化剂作用下,与液溴反应研制出一种新型的常温捕收剂 DX-1,由于液溴具有毒性,合成的新药剂没有毒性,因此在合成试验时备有氨水作为应急处理药剂,试验人员佩戴必要的防护用品。通过对司家营铁矿浮选给矿(即来自弱磁选和强磁选的混合磁选精矿)进行反浮选试验研究,考察了其浮选性能。

1 矿石性质

1.1 司家营铁矿石性质分析

司家营铁矿矿石以磁铁矿石岩为主,浅部氧化带以赤铁矿石岩为主,矿石中主要铁矿物为赤铁矿、假象赤铁矿,其次为磁铁矿;脉石矿物以石英为主,其次为阳起石、透闪石及少量的角闪石和辉石等。微量矿物有磷灰石、黄铁矿、黄铜矿等。另外,还有后期蚀变的绿泥石、碳酸盐和黑云母等矿物。

矿石的化学成分主要为 Si、Fe、O,其次为 Al、Mg、Ca 及微量的 Ti、Mn、Cr、K、Na、Ba、Sr 等。其最大特点是以 Si、Fe 为主,但又是 Si 多 Fe 少。原矿石物相分析结果见表 1。

表 1 化学物相分析结果 /%						
Table 1 The results of chemical phase analysis						
相别	Fe ₃ O ₄	FeCO ₃	FeSiO ₃	假象赤铁矿、半假象赤铁矿	赤铁矿、褐铁矿	TFe
含量	6.30	0.35	0.40	2.20	19.89	29.14
分布率	21.62	1.20	1.37	7.55	68.26	100.00

由表 1 可以看出,原矿中全铁品位为 29.14%,磁铁矿占 21.62%,赤褐铁矿占 68.26%,硅酸铁和碳酸铁含量较低,仅占 2.57%,由此可见该矿石属典型的鞍山式贫赤铁矿。

1.2 司家营铁矿混磁精矿性质分析

试验所用实际矿样取自司家营选矿厂浮选前给矿—混合磁精矿。将试验矿样混匀、取样,进行矿样多元素分析及 X-射线衍射分析。多元素分析和 X-射线衍射分析结果见表 2 和图 1 所示。

表 2 混磁精矿化学多元素分析 /%						
Table 2 The chemical analysis of mixed magnetic concentrate of Si Jiaying beneficiation plant						
化学成分	TFe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO
含量	40.05	5.56	39.17	1.10	0.75	0.91
化学成分	CaO	TiO ₂	K	Na	P	-
含量	0.37	0.09	0.23	0.07	0.09	-

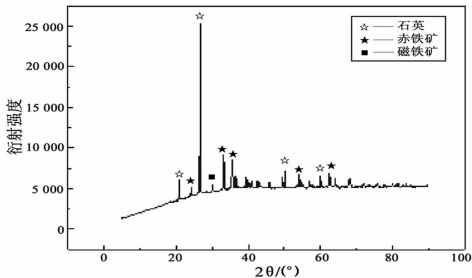


图 1 司家营铁矿混磁精矿 XRD 图谱
Fig.1 XRD atlas of mixed magnetic separation concentrate in Si Jiaying iron ore

由表 2 和图 1 可知,司家营选矿厂混合磁精矿中,TFe 的含量为 40.05%,主要含有赤铁矿、石英和磁铁矿,脉石矿物还含有少量镁铝硅酸盐矿物。

2 试验研究

2.1 反浮选条件试验

混磁精矿浮选试验在 XFD-63 型单槽式浮选机中进行。根据现场工艺条件,每次取 200 g 矿样加入浮选槽中,加入热水调浆 2 min,用 NaOH 调节 pH=11.5(即用量为 800 g/t),搅拌 3 min 后依次加入抑制剂、活化剂、捕收剂,时间间隔 3 min,浮选刮泡 5 min,整个浮选过程保持矿浆温度 20℃左右。浮选结束后,将泡沫产品和槽内产品分别烘干、称重、化验、计算回收率。实际矿物浮选试验流程如图 2 所示。

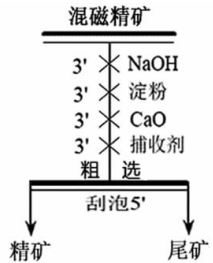


图2 反浮选试验流程图

Fig. 2 Flow chart of reverse flotation test

2.1.1 淀粉用量对浮选指标的影响

固定 NaOH 用量为 80 g/t,捕收剂用量为 800 g/t,CaO 用量 200 g/t 时,在浮选温度为 20 ℃ 条件下,研究了淀粉用量对浮选指标的影响,试验结果如图 3 所示。

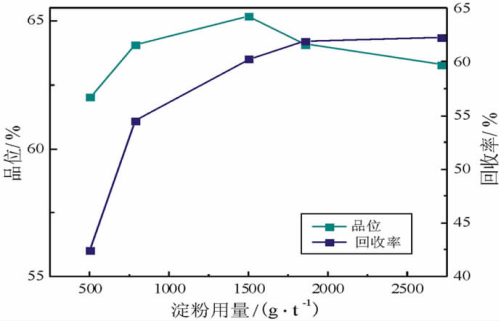


图3 淀粉用量对浮选试验的影响

Fig. 3 Effects of the starch concentration on the flotation test

由图 3 可知,随着淀粉用量的增加,铁品位呈现先增加后减少的趋势,铁回收率呈逐渐增加趋势,增速逐渐减少,当淀粉用量 1 500 g/t 时,一次粗选精矿品位为 65. 15%,回收率为 60. 23%。综合考虑,后续试验中淀粉用量选取 1 500 g/t 为其适宜用量。

2.1.2 CaO 用量对浮选指标的影响

固定 NaOH 用量为 800 g/t,淀粉用量为 1 500 g/t,捕收剂用量为 800 g/t 时,在浮选温度为 20 ℃ 的条件下,考察了 CaO 用量对浮选指标的影响。试验结果如图 4 所示。

由图 4 可知,随着 CaO 用量的增加,精矿中铁的回收率和品位呈现先增加后减少的趋势,添加适量的 CaO,有助于提高精矿的铁的品位和回收率。当 CaO 用量 200 g/t 时,精矿品位为 64. 12%,回收率为 54. 58%。综合考虑,后续试验中 CaO 用量确定为 200 g/t。

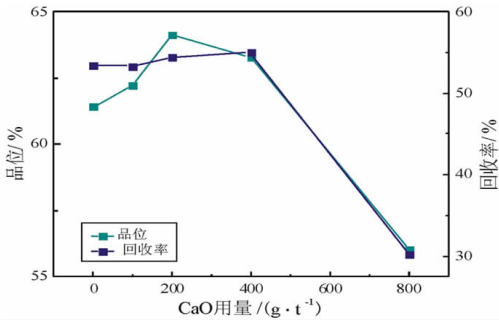


图4 CaO 用量对浮选试验的影响

Fig. 4 Effects of the CaO concentration on the flotation recovery test

2.1.3 DX-1 用量对浮选指标的影响

固定 NaOH 用量为 800 g/t,淀粉用量为 1 500 g/t,CaO 用量为 200 g/t,在浮选温度为 20 ℃ 条件下,考察了 DX-1 用量对浮选指标的影响,试验结果如图 5 所示。

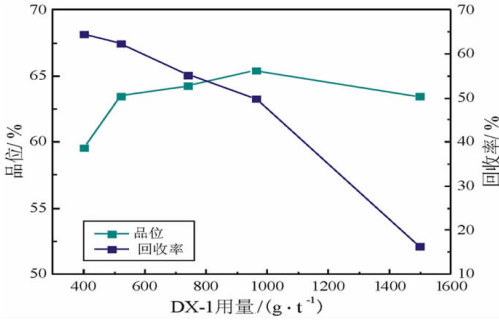


图5 DX-1 用量对浮选试验的影响

Fig. 5 Effects of the DX-1 dosage on the flotation recovery test

由图 5 可知,随着捕收剂用量的增加,精矿中铁品位呈现先增加后减少的趋势,但回收率随着捕收剂用量的增加而降低,这是由于随着捕收剂用量增大,精矿产率降低,从而使回收率降低。综合考虑,后续试验中捕收剂 DX-1 用量选用 800 g/t。

2.2 闭路试验

在条件试验的基础上,采用 1 粗 1 精 3 扫工艺进行了新型捕收剂的闭路浮选试验,具体的试验流程见图 6,试验结果见表 3。

表3 闭路试验结果 /%
Table 3 Results of closed circuit test

产品	产率	铁品位	铁回收率
精矿	51.30	65.23	83.55
尾矿	48.70	13.52	16.45
混磁精	100.00	40.05	100.00

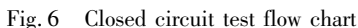


图7 闭路试验精矿 SEM 及 EDS 能谱分析
Fig.7 The SEM and EDS analysis of the closed circuit test concentrate

由图 9 可知,通过对扫描电镜所示区域内进行 Si、Fe 元素面扫描分析可知,该区域内 Si、Fe 含量均较高;由 Si、Fe 元素集中的范围与扫描电镜图片中矿物颗粒形貌进行对比可以看出,左图扫描电镜图片中心处有两个较大的铁矿物颗粒外,图中粒度较大的颗粒大部分为石英,其余部位还有较多粒度较小的颗粒,通过面扫描可知大部分为铁矿物颗粒。

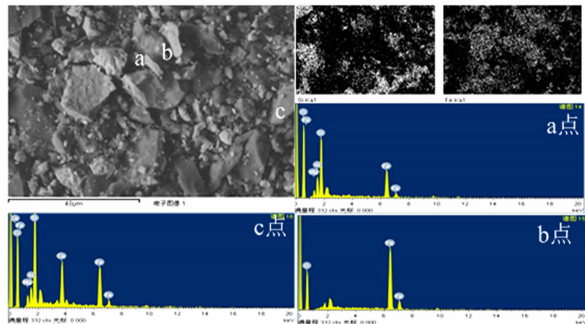


图9 闭路试验尾矿 SEM 及 EDS 能谱

Fig. 9 The SEM and EDS of the closed - circuit tailings

另对图9中a、b、c点进行EDS能谱分析,b点处为铁矿物颗粒,其余两处含有Si、Fe、Mg、Ca、Al等元素。说明尾矿中含有部分连生体,解离不完全。除有部分粒度较大的铁矿物颗粒被捕收至尾矿中外,尾矿中含有的铁矿物大部分为粒度非常小的矿物颗粒。在浮选过程中,淀粉对这些微细粒级的铁矿物抑制效果不好,这些微细粒铁矿物容易被气泡夹带,从而进入浮选尾矿中。因此,混合磁精矿中含有较多微细粒级的铁矿物以及部分未单体解离的连生体,会对浮选回收率造成影响。

4 结论

(1) 司家营铁矿混磁精矿全铁品位为40.05%,主要含有赤铁矿、石英和磁铁矿,脉石矿物还含有少量镁铝硅酸盐矿物。

(2) 在矿浆温度20℃、NaOH用量800g/t(pH=11.5)、淀粉用量1500g/t、CaO用量200g/t、捕收剂DX-1用量800g/t(精选用量400)的条件下,采用1粗1精3扫、中矿顺序返回的闭路流程对司家营铁矿混磁精矿进行反浮选脱硅试验,最终

获得TFe品位65.23%、回收率83.55%的铁精矿。

(3) 新型常温捕收剂DX-1在浮选司家营铁矿混磁精矿试验中,可在20℃的常温环境下取得较好的选别指标,实现了常温浮选,对浮选工艺的节能降耗具有重要意义。

(4) 通过对闭路试验获得的精矿和尾矿进行SEM和EDS能谱分析可知,存在于精矿中的大颗粒,即未单体解离的部分物料是造成精矿品位不能进一步提高的主要原因;尾矿中的连生体是影响回收率的重要原因。

参考文献:

- [1] Richard, R. Klimpel. 选矿药剂[J]. 国外金属矿选矿, 1991(2):32-34.
- [2] 刘静,张建强,刘炯天. 铁矿浮选药剂现状综述[J]. 中国矿业, 2007(2):106-108.
- [3] 王小飞,米金月,陈先龙,等. 组合捕收剂WM-1对东鞍山赤铁矿的捕收性能[J]. 金属矿山, 2010(8):51-54.
- [4] 邹春林,张范春,朱一民,等. 用新型捕收剂DA-1反浮选齐大山选厂混磁精[J]. 金属矿山, 2012(3):63-65.
- [5] 朱一民,乘舟越洋,骆斌斌,等. 一种新型阳离子捕收剂DCZ浮选性能研究[J]. 矿产综合利用, 2017(1):32-36.
- [6] 王国芝,徐刚,徐盛明,等. 浮选药剂结构与性能关系的研究进展[J]. 矿产保护与利用, 2012(1):53-58.
- [7] 张久甲,侯吉林. 唐钢司家营氧化铁矿石选矿试验研究[J]. 金属矿山, 2004(4):28-31.
- [8] 谢兴中. 褐铁矿与石英正浮选分离及其机理研究[J]. 矿产保护与利用, 2017(5):38-43.
- [9] 邱廷省,张卫星,方夕辉,等. 铁矿石阳离子反浮选技术研究进展及应用现状[J]. 金属矿山, 2012(2):89-93.
- [10] 熊学恒,葛英勇,张国松,等. 用GE-609捕收剂反浮选博伦铁矿磁选精矿[J]. 金属矿山, 2012(6):54-56.

引用格式:夏夕雯,梁广泉,朱一民. 新型常温捕收剂DX-1浮选司家营铁矿混磁精矿试验研究[J]. 矿产保护与利用, 2018(3):140-144.

XIA Xiwen, LIANG Guangquan, ZHU Yimin. Experimental study on flotation of mixed magnetite concentrate of Si Jiaying iron ore by a new type of normal temperature collector DX-1[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2018(3):140-144.