

新型捕收剂 RA-92 在低品位碳酸锰矿选矿中的应用

肖红艳¹, 徐晓晴², 王斐², 薛智勇², 侯瑞强², 严春杰², 葛文², 杨祥²

(1. 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉)材料与化学学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 微细粒低品位锰矿由于颗粒间的非选择性聚集、浮选药剂用量大、浮选效率低等技术难题而致使其利用困难,造成大量浪费。在品位低于13%的锰矿浮选技术研究中,捕收剂最受关注,前人已研究了多种类型的捕收剂,所得精矿品位在16.9%~18.3%之间,回收率为56%~97%,回收率比较理想,但精矿品位总体不高。本文将新型捕收剂 RA-92 应用于湖南凤凰—花垣地区低品位碳酸锰矿(锰品位为10.7%)的选矿工艺中,实验研究了磨矿细度、pH值、抑制剂和捕收剂用量对浮选效果的影响,在最佳工艺条件下,精矿品位由原矿的10.7%提升至17.4%,回收率达到80.2%。研究表明 RA-92 对碳酸锰矿具有良好的捕收性能,浮选工艺相对简单且捕收剂用量少,浮选成本较低,可为此种捕获剂在微细粒低品位碳酸盐锰矿选矿中的应用得到推广。

关键词: 新型捕收剂; 低品位碳酸盐锰矿; 选矿; 回收率

中图分类号: P588.245

文献标识码: B

我国是锰资源大国,但锰矿平均品位只有21.4%。我国锰矿主要以贫锰矿形式存在,其储量占到锰矿总储量的93.6%^[1]。贫锰矿呈细-微细粒嵌布特征,杂质含量多,选矿难度较大,限制了锰矿的开发利用。当前我国对锰的需求量呈快速、持续增长的局面,易选锰矿石被大量开采,难选锰矿石的比例不断增加,供需矛盾益发突出。为解决这一矛盾,贫细杂矿石的利用是一条有效的途径^[2-4]。目前,富集低品位碳酸锰矿的方法主要有强磁选^[5-8]、浮选^[9-11]、化学浸出^[12-13]以及联合浮选工艺^[14]等。锰矿物中,碳酸锰的可浮性最好^[15],因此浮选技术受到了选矿工作者的重视,其中捕收剂是关键。碳酸锰矿的浮选捕收剂有阴离子捕收剂和阳离子捕收剂。阳离子捕收剂由于存在气泡量大、难消泡、选择性差、受矿泥影响大等问题,现阶段主要处于试验阶段,工业应用较少,因而碳酸锰捕收剂的研究主要集中在阴离子捕收剂。目前采用的阴离子捕收剂有油酸及油酸钠、氧化石蜡皂、石油磺酸钠、塔尔油、环烷酸、烷基羟肟酸等羧酸类药剂^[2]。油酸类是常用的

捕收剂,如用于原矿品位为10.4%的锰矿浮选,获得锰品位为17.1%、回收率为87.6%的锰精矿^[10]。近年来羟肟酸类的捕收剂也受到较大关注。Zhou等^[9,16]将油酸异羟肟酸捕收剂用于原矿品位为10.7%的碳酸锰矿浮选,获得精矿品位为18.3%,回收率达97%。邹松等^[11]采用一种以脂肪酸为主、羟肟酸为辅的混合药剂(QY)作为捕收剂,对品位为12.3%的原矿进行浮选,得到锰品位为16.9%、回收率为85.1%的锰精矿。肖巍^[17]对广西某菱锰矿矿石采用了泥砂分选,以油酸钠+五九羟肟酸作为捕收剂,从品位为8.4%的矿泥中得到品位为16.4%、回收率为56.2%的锰精矿。

从以上分析可看出,各种捕收剂均可提高低品位碳酸锰矿石的品位,但微细粒低品位锰矿的浮选效果不太理想,尚需进一步开展研究。RA系列捕收剂是林祥辉等^[18]以造纸厂副产物塔尔油为原料经氯化-氧化反应制取的阴离子捕收剂,具有性能良好、原料来源广泛、生产工艺简单、价廉等特点,以往主要用于铁矿浮选,其中 RA-92 是针对低品位碳酸锰选矿的

收稿日期: 2015-12-09; 修回日期: 2016-05-03; 接受日期: 2016-05-20

基金项目: 中国地质调查局资助项目: 湖南凤凰—花垣地区难选碳酸锰矿与紫阳—恩施地区硒资源综合利用研究(12120113087100)

作者简介: 肖红艳,高级工程师,主要研究方向为岩矿分析和选矿。E-mail: 251126189@qq.com。

需要而研制的一种新型捕收剂。本文将 RA-92 应用于湖南凤凰—花垣地区低品位碳酸锰矿(锰品位为 10.7%)的选矿工艺中,获得了满意的结果。

1 实验部分

1.1 仪器和设备

实验设备:RK/PEF60×100 颚式破碎机(武汉洛克粉磨设备制造有限公司);XPCΦ200×125 对辊破碎机(福建探矿机械厂);PE-系列振动球磨机(杭州中阳化工机械有限公司);RK/BMΦ210×240 棒磨机(武汉洛克粉磨设备制造有限公司);XPMΦ120×3 三头研磨机(福建探矿机械厂);XFD II型-0.75 L单槽浮选机(福建省探矿选矿机械总厂);XFGC II型充气挂槽浮选机(福建省探矿选矿机械总厂)。

1.2 原料和药剂

捕收剂 RA-92 由长沙矿冶研究院林祥辉先生提供,浓度 2%,碳酸锰矿取自湖南花垣民乐矿区。硝酸、磷酸、硫酸、硫酸亚铁铵、硝酸铵、重铬酸钾、苯代邻氨基甲苯为分析纯,碳酸钠、水玻璃、六偏磷酸钠、2 号油为工业纯。

1.3 磨矿与浮选

将矿样破碎缩分后,在磨矿浓度 50%、一定的磨矿时间棒磨后,在浮选浓度 25%、pH=10、六偏磷酸钠 0.22 kg/t、水玻璃 3.56 kg/t、捕收剂 2.21 kg/t、二号油 57.12 g/t、调整浮选机转速为 2000 r/min、搅拌 3 min 的初始条件下浮选获得精矿产品,烘干备用。

1.4 锰含量测试方法

矿样烘干后在 700℃灼烧 30 min 后,准确称取 0.2000 g,用硫酸+磷酸(体积比 1:4)进行溶样,加入 2.5 g 硝酸铵作为氧化剂,待冷却后加适量蒸馏水后,用经重铬酸钾进行标定过的硫酸亚铁铵标准溶液滴定,测试依据为国家标准 GB/T1406—2002。

2 结果与讨论

2.1 矿石性质

湖南凤凰—花垣地区碳酸锰矿的锰品位为 10.7%,属于低品位锰矿石。其主要杂质为 40.6%的 SiO₂、10%的 Al₂O₃、5.8%的 CaO、4.6%的 Fe、3.3%的 K₂O、2.4%的 MgO,还含有少量的 Na₂O、P₂O₅等,烧失量为 14.1%。矿石含锰矿物为钙菱锰矿,含量约 42.8%,主要脉石矿物和组成为石英 28.6%、绢云母 16.2%、钠长石 3.44%、黄铁矿

2.4%、白云石 2.0%、含锰方解石 1.3%、锰白云石 1.1% 和其他杂质矿物 2.7%。矿物嵌布粒度较细,菱锰矿粒度分布不均,约 70% 的颗粒集中在 0.02~0.16 mm 粒径范围内;锰白云石和含锰方解石的粒度为小于 0.02 mm,含量分别为 48.8% 和 51.3%;黄铁矿的粒度组成最细,0.01 mm 以下的颗粒占 70% 以上。矿物赋存状态较为复杂,微细晶粒菱锰矿集合体呈条纹状、团粒状分布,条纹状与微晶石英互层。团粒状分布在绢云母中,晶粒间充填绢云母,并有微晶黄铁矿星散分布。

从以上矿物特征来看,该地区的碳酸锰矿的锰含量低,组成复杂,目的矿物多与脉石矿物相嵌、包裹分布矿物嵌布粒度较细,且单体解离难度较大。因此,该矿浮选难度较大。

2.2 碳酸锰矿粗选工艺实验

在浮选中捕收剂是关键的因素,为此本课题组自行研制了阴离子类捕收剂 Dd-21^[19-20],并进行了浮选研究,一次粗选取得精矿品位为 16.32%、回收率 84.17% 的选矿指标。作为对比实验,同时也为探寻新的捕收剂在碳酸锰选矿中的应用,本课题组对 RA-92 阴离子型捕收剂对碳酸锰的选矿工艺进行了研究。

2.2.1 磨矿时间试验

适宜的磨矿细度,是获得好的浮选指标的前提。实验研究了磨矿时间对浮选效果的影响。分别采用 4、6、8、10、12 min 的磨矿时间,在 1.3 节的磨矿条件下磨矿,测其磨矿细度,并浮选获得锰精矿,计算其品位及回收率,结果见图 1a。由图 1a 可知,精矿品位、回收率都随磨矿时间的增长呈现先增后降的趋势。当磨矿时间为 4~6 min 时,此时磨矿时间较短,磨矿细度较低,目的矿物与脉石矿物的单体解离度也较低,浮选效率较差;当磨矿时间增加到 8 min 时,小于 200 目颗粒含量为 99.70%,矿物解离程度较高,精矿中锰品位及回收率也达到最高值,分别为 16.0% 和 87.6%;当磨矿时间进一步增加时,矿物粒度过细,产生泥化、团聚现象,磨矿细度反而有所降低,浮选效率也开始下降。因此最佳磨矿时间为 8 min,此时磨矿细度为 200 目过筛率达 99.7%。

2.2.2 矿浆 pH 试验

因为碳酸锰矿在酸性介质中容易发生分解,降低了碳酸锰含量,影响浮选效果,因此实验首先研究了矿浆 pH 值对浮选效果的影响。采用碳酸钠作为调节剂,调节矿浆 pH 分别为 7、8、9、10、11,试验结果如图 1b 所示。由图 1b 可知,精矿品位随 pH 的

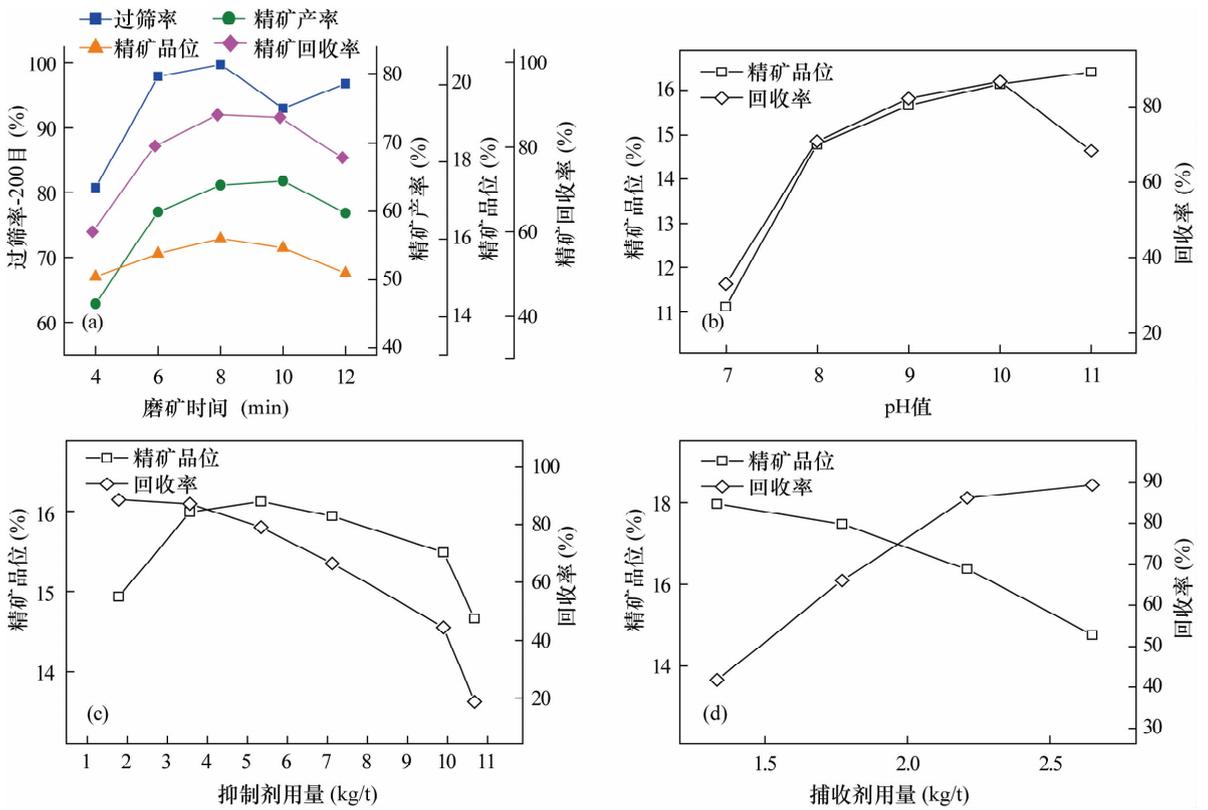


图1 选矿条件对精矿品位和回收率的影响

Fig. 1 Effect of flotation condition to the concentrate grade and recovery

增大而提高,且幅度逐渐降低,回收率则呈现先增后降的趋势。由于矿浆中矿物离解产生的钙镁离子对碳酸锰矿的浮选有抑制作用,当 $\text{pH} = 7 \sim 9$ 时, pH 值小,离解程度大,钙镁离子浓度高,抑制作用强,浮选效率较低;当 $\text{pH} = 10$ 时,回收率达到最大值,为 86.5%,此时的精矿品位为 16.1%;当 pH 值进一步提高时,虽然精矿品位还略微有所提高,但回收率开始大幅度下降。综合考虑确定矿浆 $\text{pH} = 10$ 。碱性范围内菱锰矿表面荷负电,此时并不利于阴离子捕收剂在矿物表面发生静电吸附,而菱锰矿与不同比例捕收剂作用后其电位进一步负移,可以推测捕收剂在菱锰矿表面还存在其他更主要的吸附方式,即化学吸附^[19]。

2.2.3 抑制剂用量试验

石英是主要的脉石矿物,浮选中应考虑对其抑制。石英的抑制剂一般采用水玻璃。实验用量设置为 1.78、3.56、5.34、7.12、9.90、10.68 kg/t,试验结果如图 1c 所示,精矿品位随抑制剂用量的增大呈现先增后降的趋势,回收率则呈现递降的趋势。水玻璃主要抑制石英,当用量小时,对已解离的石英起到了很好的抑制作用,因而提高了浮选效果,但用量过

大时,由于石英与目标矿物并没有完全解离,抑制石英的同时连带目标矿物也一起被抑制,致使浮选效果下降。水玻璃用量在 5.34 kg/t 时,精矿品位最大达到 16.1%,但回收率仅为 79%,考虑到粗选回收率不能太低,且药剂消耗成本等问题,选择水玻璃最佳用量为 3.56 kg/t,此时的精矿品位为 16.0%,回收率为 86.9%。

关于水玻璃对矿物的作用机理,传统观念认为有两个原因:一是水玻璃水解产物 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 和 $\text{SiO}_2(\text{OH})_2^{2-}$ 可吸附在某些矿物表面,形成类似羟基化石英表面的结构而使矿物强烈亲水;二是不同矿物对 $\text{SiO}_2(\text{OH})_2^{2-}$ 离子的吸附能力不同,水玻璃对吸附能力强的矿影响大。石英表面含有硅氧四面体群,易成为水玻璃水解产物硅胶聚合物的聚合中心,因此 $\text{SiO}_2(\text{OH})_2^{2-}$ 离子更易被石英吸附,导致石英强烈亲水而被抑制^[21]。

2.2.4 捕收剂用量试验

在实验确定了 pH 值及抑制剂用量的基础上,进行捕收剂用量实验。2% 浓度的 RA-92 用量设定为 1.33、1.77、2.21、2.65 kg/t,试验结果如图 1d 所示。随着捕收剂用量的增加,精矿品位呈递减的

趋势,而回收率呈递增的趋势。这是由于随着捕收剂用量的增加,捕收剂选择性降低,将许多未与脉石矿物单体解离的目的矿物浮选进入精矿,提高了回收率的同时降低了品位。当捕收剂用量 1.77 kg/t 时,精矿品位 17.5%,回收率 66.0%,此时精矿品位虽然提高了较大,但回收率太低,造成很大浪费。为保证既有较好的精矿品位,又有较高的回收率,选定捕收剂用量为 2.21 kg/t,此时的精矿品位 16.4%,较原矿品位提高了 5.7%,回收率 86.1%。由于捕收剂浓度为 2%,RA-92 实际使用量仅为 0.044 kg/t,用量较少,也体现了捕收剂具有高效的捕收性能。使用的捕收剂为阴离子型,能与溶液中 Mn^{2+} 发生化学反应而生成沉淀,吸附于目标矿物表面,提高目标矿物可浮性^[22]。

2.3 开路实验及闭路实验

经粗选实验确定了浮选工艺条件,但浮选效果并不理想,需要进行进一步实验来提高浮选效率;为适应工业生产需求,需要进行闭路实验。

2.3.1 一粗一精一扫浮选试验

在上述试验的基础上,按照“一粗一精一扫”的工艺进行实验,粗选采用以上确定的药剂制度;精选捕收剂用量 0.44 kg/t,抑制剂用量 2.67 kg/t,不加其他药剂;扫选捕收剂用量 0.88 kg/t,抑制剂用量 1.78 kg/t,起泡剂用量 57.12 g/t,不加其他药剂扫选。经过浮选得到 1 个精矿、2 个中矿、1 个尾矿,结果列于表 1,获得精矿品位为 19.7%,较原矿提升了 8.3%,回收率 70.5%。品位提升比较满意,但回收率较低,不太理想。

表 1 一粗一精一扫工艺数据

Table 1 Data of the floatation test of single-stage roughing, single-stage cleaning and single-stage scavenging

产品名称	质量(g)	锰品位(%)	产率(%)	回收率(%)
精矿	91.92	19.7	40.8	70.5
中矿 1	51.79	8.1	23.0	16.3
中矿 2	10.76	7.8	4.8	3.3
尾矿	70.53	3.6	31.4	10.0
原矿	225.00	11.4	100.0	100.0

2.3.2 浮选闭路试验

以上浮选试验均为实验室小型开路实验,而工业上一般采用闭路,其优点在于中矿可以继续回流原矿重新选矿,使得回收率有进一步的提高。实验在一粗一精一扫的工艺及药剂制度基础上,进行闭路实验。药剂用量列于表 2。

表 2 浮选闭路药剂制度

Table 2 Reagent system of the closed floatation

实验序号	分选矿	六偏磷酸钠 (kg/t)	RA-92 (kg/t)	水玻璃 (kg/t)	2 号油 (g/t)
1	粗选	0.22	2.22	3.56	57.12
	扫选	-	0.88	1.78	57.12
	精选	-	-	2.67	-
2	粗选	0.11	2.22	2.67	37.98
	扫选	-	0.88	0.89	19.04
	精选	-	-	1.78	-
3,4,5	粗选	0.11	2.22	2.67	37.98
	扫选	-	0.88	0.89	19.04
	精选	-	-	1.78	-

注:“-”表示不加该种药剂。

按照表 2 的药剂用量进行实验,得到扫选精矿(中矿 2)与精选尾矿(中矿 1)合流后返回原矿继续浮选。接连做 5 个实验,4 次回流,得到 5 个精矿,5 个尾矿,1 个中矿。由于中矿矿浆中含有一定浮选药剂,因而后续浮选药剂添加应适当减少,根据质量守恒原则计算的最后结果列于表 3。由表 3 所示,经过试验室闭路试验,精矿平均品位达到 17.4%,较原矿提升了 6.6%,平均回收率为 80.2%。

表 3 闭路试验结果

Table 3 Analytical result of the floatation test of closed-circuit

产品名称	平均质量 (g)	平均品位 (%)	平均产率 (%)	平均回收率 (%)
精矿	89.85	17.4	49.6	80.2
尾矿	91.45	4.2	50.4	19.8
原矿	180.06	10.7	100.0	100.0

2.4 RA-92 捕收效果评价

经粗选、一粗一精一扫及闭路实验,得到了 RA-92 的浮选工艺条件,实验结果与自制的捕收剂 Dd-21 浮选效果相比,精矿品位稍高,回收率稍低,与文献[10]报道的实验结果相当,优于文献[17]的结果,低于文献[16]的结果,处于中等水平。初步实验结果显现出 RA-92 对于低品位碳酸锰矿具有较好的捕收效果,通过进一步的工艺条件细化研究,预期能够达到更好的浮选效果。

3 结论

工艺矿物学研究表明湖南凤凰—花垣地区碳酸锰矿中的锰含量较低,杂质含量较多,矿物组成复杂,嵌布粒度较细,属于“贫细杂”的难选低品位菱锰矿。RA-92 是一种专门针对选定的低品位碳酸

锰矿浮选研制的新型捕收剂,应用于此类低品位碳酸锰矿物浮选研究中,在确定的工艺条件下,闭路试验得到的锰精矿品位为 17.3%,回收率为 80.2%,取得了较理想的效果,表明 RA-92 具有较好的捕收性能,浮选工艺相对简单,捕收剂用量少,浮选成本较低。本研究结果为 RA-92 在碳酸锰矿浮选中的推广应用研究提供了基础,但还需深入开展详细工艺条件和浮选机理的研究,并进一步提高精矿品位和回收率。

4 参考文献

- [1] 洪世琨. 我国锰矿资源开采现状与可持续发展的研究[J]. 中国锰业, 2011, 29(3): 13-16.
Hong S K. Status of China Mn-ore in Resources Exploitation and the Sustainable Development [J]. China's Manganese Industry, 2011, 29(3): 13-16.
- [2] 毛莹博, 方建军, 文书明, 等. 碳酸锰选矿工艺研究进展[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2014, 39(6): 25-31.
Mao Y B, Fang J J, Wen S M, et al. Research Progress in Process Technology for Manganese Carbonate Ore [J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2014, 39(6): 25-31.
- [3] 严旺生. 中国锰产业及锰系列产品发展趋势[J]. 中国锰业, 2015, 33(2): 1-5.
Yan W S. Development Trend of Mn Series in Chinese Mn Industry [J]. China's Manganese Industry, 2015, 33(2): 1-5.
- [4] 黄琨, 张亚辉, 黎贵亮, 等. 锰矿资源及化学选矿研究现状[J]. 湿法冶金, 2013, 32(4): 207-213.
Huang K, Zhang Y H, Li G L, et al. Research Situation of Manganese Resources and Chemical Processing of Manganese Ore [J]. Hydrometallurgy of China, 2013, 32(4): 207-213.
- [5] Wu Y, Shi B, Ge W, et al. Magnetic Separation and Magnetic Properties of Low-grade Manganese Carbonate Ore [J]. Journal of the Minerals, Metals & Materials Society, 2015, 67(2): 361-368.
- [6] Wu Y, Shi B, Liang H, et al. Magnetic Properties of Low Grade Manganese Carbonate Ore [J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 664: 38-42.
- [7] 张红新, 李洪潮, 郭珍旭. 低品位碳酸锰矿分级磁选试验研究[J]. 中国矿业, 2014, 23(6): 125-129.
Zhang H X, Li H C, Guo Z X. Study on Classification-Magnetic Separation for the Low-grade Manganese Carbonate Ore [J]. China Mining Magazine, 2014, 23(6): 125-129.
- [8] 王华庆, 张树光, 李江山. 低品位尾矿中锰资源的磁选回收利用[J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2015, 49(4): 584-589.
Wang H Q, Zhang S G, Li J S. Recycling Manganese Resource by Magnetic Separation from Low-grade Tailings [J]. Journal of Central China Normal University (Natural Science), 2015, 49(4): 584-589.
- [9] Zhou F, Chen T, Yan C, et al. The Flotation of Low-grade Manganese Ore Using a Novel Linoleate Hydroxamic Acid [J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2015, 466: 1-9.
- [10] 曹学锋, 卢建安, 张刚. 某低品位碳酸锰矿石浮选工艺研究[J]. 金属矿山, 2013, 42(5): 99-101.
Cao X F, Lu J A, Zhang G. Flotation Processing Research of a Low-grade Manganese Carbonate Ore [J]. Metal Mine, 2013, 42(5): 99-101.
- [11] 邹松, 刘三军, 覃文庆, 等. 某低品位难选碳酸锰矿选矿试验研究[J]. 矿冶工程, 2014, 34(3): 44-46.
Zou S, Liu S J, Qin W Q, et al. Beneficiation Test of a Low-grade Refractory Manganese Carbonate Ore [J]. Mining and Metallurgical Engineering, 2014, 34(3): 44-46.
- [12] Liu Y, Lin Q, Li L, et al. Study on Hydrometallurgical Process and Kinetics of Manganese Extraction from Low-grade Manganese Carbonate Ores [J]. International Journal of Mining Science and Technology, 2014, 24(4): 567-571.
- [13] 陈波, 张宏. 低品位碳酸锰矿利用研究[J]. 中国锰业, 2013, 31(2): 11-15.
Chen B, Zhang H. Utilization and Research of Carbonate Manganese Ore with Low-grade [J]. China's Manganese Industry, 2013, 31(2): 11-15.
- [14] 林清泉. 低品位碳酸锰矿的回收利用研究[D]. 长沙: 中南大学, 2014.
Lin Q Q. Research on Recovery and Utilization of a Low-grade Manganese Carbonate Ore [D]. Changsha: Central South University, 2014.
- [15] 王珊, 方建军, 张铁民. 广西大新细粒碳酸锰矿强磁一反浮选工艺[J]. 有色金属工程, 2013, 3(5): 40-41.
Wang S, Fang J J, Zhang T M. High Magnetic-reverse Flotation of Manganese Carbonate Ore of Guangxi [J]. Nonferrous Metals Engineering, 2013, 3(5): 40-41.
- [16] Zhou F, Yan C, Wang H, et al. Flotation Behavior of Four C18 Hydroxamic Acids as Collectors of Rhodochrosite [J]. Minerals Engineering, 2015, 78: 15-20.
- [17] 肖巍. 广西菱锰矿浮选分离研究[D]. 长沙: 中南大学, 2014.
Xiao W. Flotation of Rhodochrosite of Guangxi [D]. Changsha: Central South University, 2014.
- [18] 林祥辉, 路平, 陈让怀, 等. 高效新品种捕收剂 RA-315 的制取及应用研究[J]. 矿冶工程, 1993, 13(3): 31-35.

- Lin X H, Lu P, Chen R H, et al. Preparation and Application of a New Type of Efficient Collector—RA-315[J]. Mining and Metallurgical Engineering, 1993, 13(3):31–35.
- [19] 邹义坤,陈婷,周凤,等. Tween-80对低品位碳酸锰矿的浮选增效作用[J]. 中国有色金属学报, 2015, 25(9):2551–2557.
- Zou Y K, Chen T, Zhou F, et al. Synergistic Effect of Tween-80 on Flotation of Low Grade Manganese Carbonate [J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2015, 25(9):2551–2557.
- [20] 周凤,陈婷,严春杰,等. 四种表面活性剂对改性脂肪酸捕收剂的增效作用[J]. 有色金属(选矿部分), 2015(6):88–92.
- Zhou F, Chen T, Yan C J, et al. Synergistic Effect of Four Different Types of Surfactants on Modified Fatty Acid Collector [J]. Nonferrous Metals (Mineral Processing Section), 2015(6):88–92.
- [21] 冯雅丽,杨志超,李浩然,等. 菱锰矿与石英浮选行为及其机理研究[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2014, 35(6):903–907.
- Fen Y L, Yang Z C, Li H R, et al. The Flotation Behavior and Mechanism of Rhodochrosite and Quartz[J]. Journal of Northeastern University (Natural Science), 2014, 35(6):903–907.
- [22] 覃文庆,邹松,刘三军,等. 油酸钠浮选菱锰矿的溶液化学机理研究[J]. 武汉理工大学学报, 2014, 36(7):124–129.
- Qing W Q, Zou S, Liu S J, et al. Solution Chemistry Mechanism of Flotation of Sodium Oleate on Rhodochrosite [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2014, 36(7):124–129.

Application of Novel Collector Dosage RA-92 in the Flotation Procedure of Low-grade Carbonate Manganese Ore

XIAO Hong-yan¹, XU Xiao-qing², WANG Fei², XIE Zhi-yong², HOU Rui-qiang², YAN Chun-jie², GE Wen², YANG Xiang²

(1. State key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China;

2. Faculty of Materials Science and Chemistry, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China)

Abstract: The fine grain low-grade manganese ore is difficult to be utilized due to some mineral processing technology problem, such as non-selective aggregation between ore particles, large dosage of flotation reagents, and low efficiency of flotation fine grain. Recent years, multiple types of collectors had been used for the flotation of low grade manganese ore (less than 13%), while the concentrate grade was 16.9% to 18.3%, the recovery was 56% to 97%. However the recovery rate had ideal effects, the concentrate grade was lower yet. In our work, RA-92 was selected as a new collector in the flotation of low grade manganese carbonate (grade of 10.7%) ore from Fenghuang-Huayuan area in Hunan. The effects of the grinding fineness, pH, inhibitors, and the collecting agent dosage were investigated and the optimum technological was obtained. The concentrate grade was up to 17.4% and recovery rate reached 80.2% in the closed circuit flotation test. It indicated that the new collector has better selectivity and stronger ability for collecting manganese carbonate. The collector RA-92 had good prospects in the low grade manganese carbonate due to the relatively simple flotation process, less dosage of collector and lower flotation costs. Case study of application of RA-92 in the flotation of low-grade manganese can provide support for practical application and promotion of new collector in flotation of fine-particle and low-grade manganese carbonate.

Key words: novel collector agent; low-grade carbonate manganese ore; flotation; recovery