

· 轻金属原料矿山 ·

低品位菱镁矿浮选试验研究

朱阳戈¹, 谭欣¹, 闫志刚², 郑桂兵¹, 尹琨¹, 魏明安¹

(1. 北京矿冶研究总院 矿物加工科学与技术国家重点实验室 北京 100160;

2. 营口东吉科技(集团)有限公司 115100)

摘要: 针对辽宁某低品位菱镁矿, 采用反-正浮选工艺进行了硅钙杂质脱除研究。其中, 反浮选作业采用阳离子捕收剂 BK428, 主要脱除含硅脉石; 正浮选作业采用阴离子捕收剂 BK420, 强化含钙脉石脱除。试验结果表明, 采用上述工艺流程与药剂制度可以使 MgO 品位为 43.52%, SiO₂ 含量 3.74% 和 CaO 含量 2.69% 的原矿, 获得 MgO 品位为 47.02% 的精矿, 菱镁矿精矿中 SiO₂ 和 CaO 含量分别降低到 0.29% 和 0.93%, MgO 回收率为 71.64%。达到了选矿除杂的目的。为综合利用菱镁矿资源打下基础。

关键词: 菱镁矿; 反浮选; 正浮选; 捕收剂

中图分类号: P618.46 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4752(2014)02-01-4

Experimental research on flotation technology for the low grade magnesite

Zhu Yangge¹, Tan Xin¹, Yan Zhigang², Zheng Guibing¹, Yin Kun¹ and Wei Mingan¹

(1. State Key Laboratory of Mineral Processing Science and Technology Beijing General Research Institute of Mining and Metallurgy Beijing 100160, China;

2. Yingkou Dongji Technology (Group) Co., Ltd. Yingkou 115100, China)

Abstract: In this paper, the research of removing impurities by flotation for the low grade magnesite with high contents of silicate and calcite in Liaoning province is introduced. In the flotation process, reverse flotation by novel anionic collector BK428 is adopted to remove silicate, and direct flotation by cationic collector BK420 is used to remove calcite. By this "reverse-direct flotation" process, from the low grade magnesite with MgO content of 43.52%, the grade and recovery of obtained concentrate (calculated by MgO) are 47.02% and 71.64%, at the same time, SiO₂ and CaO content are decreased from 3.74% and 2.63% to 0.29 and 0.93 respectively, which achieves the goal of mineral processing and removing impurities and lays a foundation for comprehensive utilization magnesite.

Key words: magnesite; reverse flotation; direct flotation; collector

菱镁矿是我国的优势矿产资源, 已探明储量居世界首位。我国菱镁矿矿石品位高、杂质少、赋存集中, 具有得天独厚的优势^[1]。目前, MgO 含量 46% 以上的高品位菱镁矿资源得到了大规模开发, 使我国成为世界最大的菱镁矿产品生产国。根据美国地质学会统计, 2009 我国菱镁矿储量占世界的 33.82%, 而消费量却达到世界的 51.23%^[2]。可见, 多年来对高品位资源的过度开发使我国菱镁矿资源面临枯竭。与之形成鲜明对比的是, 占我国总储量 60% 以上的中低品位菱镁矿资源常常被当作废石堆积, 不但造成了资源的浪费, 而且形成的大量尾矿对环境造成严重影响^[3]。

制约低品位菱镁矿开发利用的主要因素在于矿石中的硅钙杂质含量高。众所周知, 80% 以上的菱镁矿用于冶金、化工、玻璃等行业工业炉窑所需的耐火内衬^[4], 而低品位菱镁矿中的 SiO₂ 在煅烧过程中会形成易熔性的硅酸盐, 极大地减弱耐火材料的强度; CaO 在煅烧过程中会形成 CaSiO₃, 冷却时易松

离而使耐火材料崩溃^[5]。可见, 通过对低品位矿石进行选矿提纯, 降低硅钙杂质含量, 使低品位菱镁矿资源得到高效开发利用, 对我国菱镁矿资源的战略安全具有重要意义。

目前, 针对菱镁矿中石英及硅酸盐矿物等含硅脉石, 一般反浮选脱除, 而对方解石和白云石等含钙脉石, 一般采用正浮选技术脱除。根据矿石性质与产品要求, 菱镁矿的浮选除杂可采用反浮选、正浮选或反-正浮选工艺。如李晓安等^[6]采用反浮选工艺, 从 MgO 含量 46.10% 的菱镁矿 (SiO₂ 1.34%, CaO 0.88%) 得到了 MgO 含量 47.29%, 回收率 76.19% 的精矿; 王金良等^[7]的研究表明, 采用正浮选工艺, 可以使 MgO 含量 46.35% (SiO₂ 0.40%, CaO 1.33%) 的原矿, 得到产率 72.15%、MgO 品位 47.10% 的菱镁矿精矿; 孙体昌等^[8]针对 MgO 含量 46.40%, SiO₂ 与 CaO 含量分别为 1.30% 和 0.56% 的菱镁矿进行了反-正浮选工艺研究, 精矿 MgO 品位 47.39%, 回收率为 74.88%; 程建国^[9]等采用反

基金项目: 国家自然科学基金项目(51204019); 国家高技术研究发展计划(863)项目(2011AA060101)

作者简介: 朱阳戈(1985-), 男, 山东临沂人, 工程师, 主要从事低品位难处理矿石的分离技术研究。

收稿日期: 2013-09-23

- 正浮选工艺对 MgO 含量 46.62% 的菱镁矿 (SiO₂ 1.96% ,CaO 0.86%) 进行了工业试验 ,得到了 MgO 含量 47.50% 的精矿。

目前关于菱镁矿选矿的研究多为针对 MgO 含量 46% 以上、SiO₂ 与 CaO 杂质含量小于 2% 的较高品位矿石进行浮选除杂研究^[6~9] ,关于 MgO 品位低、SiO₂ 与 CaO 杂质含量高的低品位菱镁矿选矿研究较少 ,且难以获得高质量精矿^[10~11]。本研究采用反 - 正浮选工艺 ,针对辽宁某 MgO 含量 43% 左右的低品位菱镁矿进行浮选提质降杂研究 ,以期为实现低品位菱镁矿的高效利用提供技术支撑。

1 矿石成分

该低品位菱镁矿中 MgO 品位为 43.52% ,SiO₂ 和 CaO 杂质含量高 ,分别为 3.74% 和 2.69%。矿石中 MgO 主要以菱镁矿形式存在 ,MgO 在菱镁矿中的分布率为 93.39% ,此外还有少量分布于白云石和硅酸盐中; 含硅脉石主要为石英 ,另有部分滑石、云母、绿泥石等硅酸盐矿物; 含钙脉石主要为白云石 ,以及少量方解石和磷灰石; 此外 ,矿石中还含有少量褐铁矿、金红石和重晶石等矿物。该矿石化学成分列于表 1 中 ,镁物相分析结果见表 2。

表 1 矿石的化学分析结果

成分	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	C
含量 / %	43.52	2.69	0.64	3.74	0.42	13.32
成份	P	S	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	烧失*
含量 / %	0.027	<0.005	0.088	0.12	1.10	48.50

表 2 矿石中 MgO 的化矿物相分析结果

成分	菱镁矿中的	硅酸盐中的	白云石中的	其他	总计
	MgO	MgO	MgO	MgO	
含量 / %	40.60	0.66	2.01	0.20	43.47
分布率 / %	93.39	1.51	4.62	0.48	100.00

2 试验研究

工艺矿物学研究结果表明 ,样品中硅钙杂质含量均较高 ,考虑采用反 - 正浮选流程 ,反浮选以脱除含硅脉石为主要目的 ,主要考察了磨矿细度、pH、调整剂和捕收剂用量对反浮选脱硅作用效果的影响; 反浮选槽内产品采用正浮选脱除含钙脉石 ,试验主要研究了调整剂与捕收剂用量对正浮选脱钙效果的影响。

2.1 磨矿细度对反浮选脱硅效果的影响

在矿浆自然 pH 值 (8.40 左右) 环境中 ,在水玻璃用量为 200g/t ,捕收剂 BK428 用量为 300g/t 的条件下 ,考察了磨矿细度对低品位菱镁矿反浮选粗选脱硅效果的影响 ,试验结果见图 1。结果表明 ,随磨矿细度的提高 ,SiO₂ 脱除率和 MgO 品位逐渐提高 ,但磨矿细度过高 MgO 回收率下降 ,综合考虑 ,以 -0.074mm 含量 90% 的磨矿细度考察其他因素的影响。

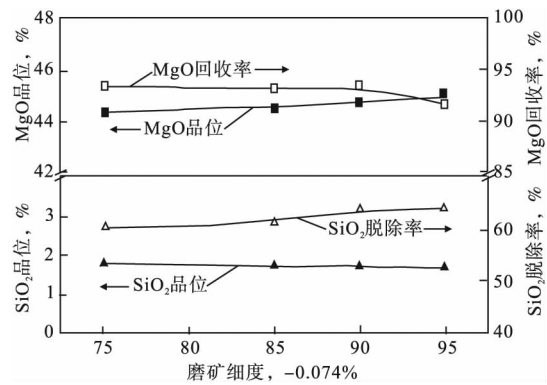


图 1 磨矿细度对反浮选脱硅效果的影响

2.2 pH 值对反浮选脱硅效果的影响

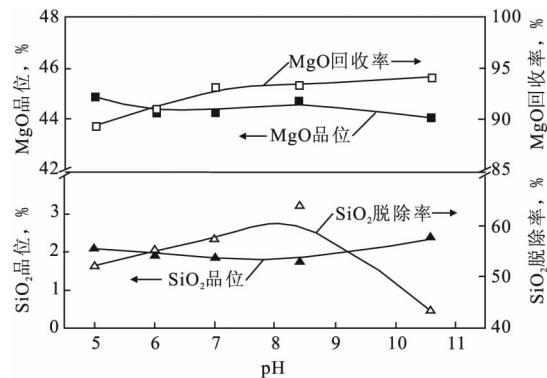


图 2 pH 值对反浮选脱硅效果的影响

试验考察了矿浆 pH 值对反浮选脱硅效果的影响 ,粗选试验条件为水玻璃用量 200g/t ,捕收剂 BK428 用量为 300g/t ,试验结果见图 2(试验过程总以硫酸和碳酸钠调整 pH)。从图 2 知 ,随 pH 值的升高 ,MgO 回收率逐渐升高 ,SiO₂ 脱除率先升高后降低 ,在自然 pH 环境中 (pH 值 8.4 左右) 反浮选脱硅效果最佳。这是由于反浮选采用的阳离子捕收剂主要依靠静电左右吸附于含硅矿物表面 ,在 pH 较

高时石英等含硅矿物表面负电性增强,有利于阳离子捕收剂吸附,而pH过高阳离子捕收剂自身解离受到限制,从而导致作用效果变差。

2.3 水玻璃用量对反浮选脱硅效果的影响

在自然pH环境中,捕收剂BK428用量为300g/t的试验考察了水玻璃用量对反浮选脱硅效果的影响,试验结果见图3。图3表明,随水玻璃用量的增加,MgO回收率逐渐升高,但水玻璃用量过高,SiO₂脱除效果变差,200g/t为适宜的反浮选粗选水玻璃用量。

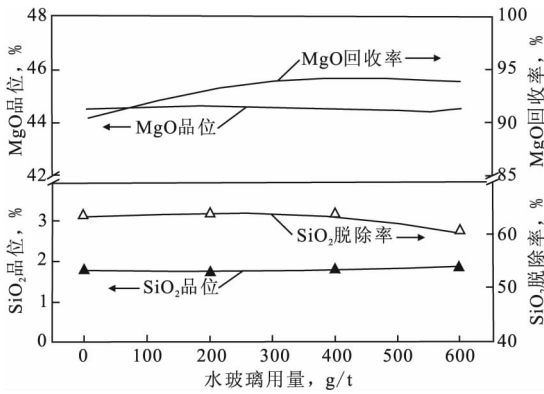


图3 水玻璃用量对反浮选脱硅效果的影响

2.4 捕收剂BK428用量对反浮选脱硅效果的影响

针对该低品位菱镁矿反浮选脱硅采用阳离子捕收剂BK428为捕收剂,为考察其适宜的用量,进行了捕收剂用量试验,试验条件为自然pH环境,水玻璃用量为200g/t,试验结果见图4。图4的结果表明,捕收剂BK428用量对反浮选脱硅效果具有显著影响。随捕收剂用量的增加,MgO品位逐渐升高,但回收率逐渐降低,同时,SiO₂脱除率显著提高,精矿SiO₂含量逐渐降低,综合考虑,400g/t为适宜的反浮选粗选捕收剂用量。此时,反浮选粗选SiO₂脱除率可达69.26%,精矿MgO回收率保持90%以上。

2.5 捕收剂BK420用量对正浮选脱钙效果的影响

原矿经一粗一精两次反浮选后可脱除大部分含硅脉石,但含钙脉石脱除效果不佳。以阴离子捕收剂BK420为捕收剂,六偏磷酸钠100g/t为抑制剂,针对脱硅后的粗精矿进行了正浮选捕收剂用量试验,试验结果见图5。从图5看出,随捕收剂BK420用量的提高,正浮选作业MgO回收率逐渐升高,但MgO品位降低,CaO脱除率显著下降,脱钙效果变

差。综合考虑,700g/t为适宜的正浮选粗选捕收剂用量。

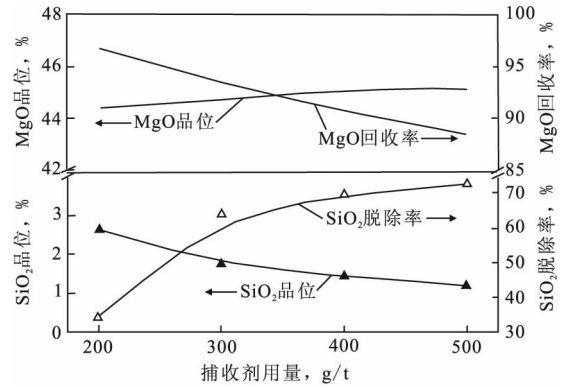


图4 捕收剂BK428用量对反浮选脱硅效果的影响

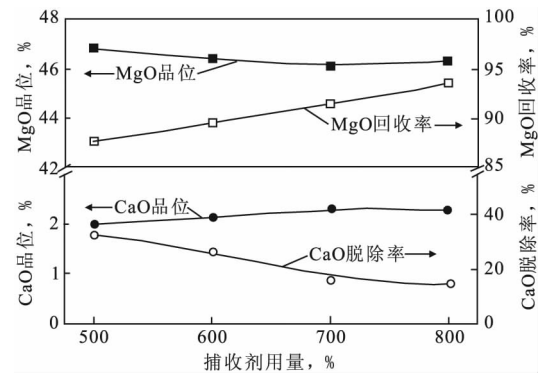


图5 捕收剂BK420用量对正浮选脱除钙硅效果的影响

2.6 六偏磷酸钠用量对正浮选脱钙效果的影响

以反浮选粗精矿为给矿,在捕收剂BK420用量为700g/t的条件下,考察了调整剂六偏磷酸钠用量对正浮选钙硅脱除效果的影响,试验结果见图6。从图6看出,随六偏磷酸钠用量的提高,正浮选作业MgO品位逐渐升高,回收率有所降低,CaO脱除率显著提高。可见,在正浮选作业中,六偏磷酸钠对含钙脉石具有显著的抑制作用。此外,从图中可知,六偏磷酸钠用量为150g/t时,CaO脱除率显著高于其用量100g/t时,可见六偏磷酸钠在矿浆中需达到一定浓度对含钙脉石抑制效果才变得显著。当六偏磷酸钠用量达到150g/t时,正浮选粗选CaO作业脱除率为42.34%,MgO回收率为89.52%。

2.7 全流程试验

在上述试验基础上,进行了低品位菱镁矿反-正浮选提质降杂全流程试验,首先采用水玻璃和阳离子捕收剂BK428的药剂制度进行一粗一精两次

反浮选, 然后以六偏磷酸钠和阴离子捕收剂 BK420

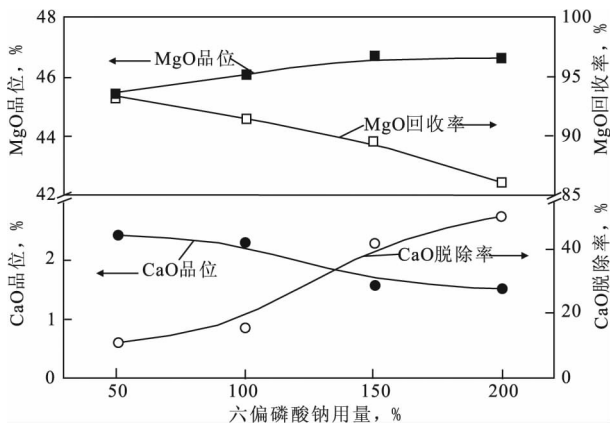


图 6 六偏磷酸钠用量对正浮选脱除钙硅效果的影响

的药剂制度进行一粗一精两次正浮选, 阶段脱除硅钙脉石。试验流程见图 7, 试验结果见表 3。表 3 结

果表明, 采用反 - 正浮选工艺, 可以使品位从 43.52%, 获得 MgO 品位为 47.02% 的精矿, MgO 回收率为 71.64%, 同时菱镁矿精矿中 SiO₂ 和 CaO 含量均显著降低。

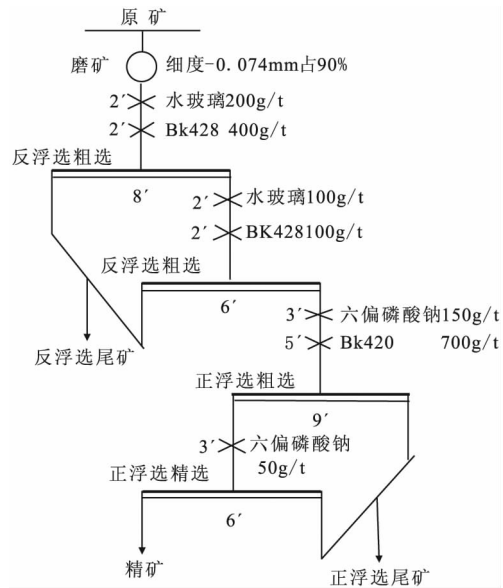


图 7 反 - 正浮选提质降杂试验流程

表 3 反 - 正浮选全流程试验结果

产品名称	产率 %	品位 %			回收率 %		
		MgO	SiO ₂	CaO	MgO	SiO ₂	CaO
反浮选尾矿	15.52	34.32	18.98	3.67	12.23	79.40	21.66
正浮选尾矿	18.11	38.80	3.16	7.97	16.13	15.41	54.87
精矿	66.37	47.02	0.29	0.93	71.64	5.19	23.47
原矿	100	43.56	3.71	2.63	100.00	100.00	100.00

3 结语

(1) 该低品位菱镁矿中 MgO 品位为 43.52%, SiO₂ 和 CaO 杂质含量分别为 3.74% 和 2.69%, Mg、Si、Ca 均以多种矿物形式存在, 存在较大浮选提质降杂难度。

(2) 以阳离子捕收剂 BK428 为捕收剂, 水玻璃为调整剂进行反浮选可有效脱除含硅脉石, 自然 pH 环境中捕收剂用量是影响反浮选脱硅效果的主要因素。

(3) 以阴离子捕收剂 BK420 为捕收剂, 六偏磷酸钠为调整剂进行正浮选可有效脱除含钙脉石, 且矿浆中六偏磷酸钠浓度需达到一定值才能起到较好脱钙效果。

(4) 采用反 - 正浮选流程可有效降低该低品位菱镁矿中的硅钙杂质含量, 提高 MgO 品位, 精一粗一精的反浮选作业与一粗一精的正浮选作业, 可以从 MgO 品位为 43.52%, SiO₂ 含量 3.74% 和 CaO 含量 2.69% 的原矿, 获得 MgO 品位为 47.02% 的精

矿, 菱镁矿精矿中 SiO₂ 和 CaO 含量分别降低到 0.29% 和 0.93%, MgO 回收率为 71.64%。

参考文献:

- [1] 纪振明, 田鹏杰, 陈洲, 等. 菱镁矿浮选作用机理研究[J]. 有色矿冶, 2008, 24(6): 21-24.
- [2] Ken Salazar, Marcia K Menutt. Mineral commodity summaries [M]. U. S. Geological Survey, 2010: 94-99.
- [3] 王星亮. 低品位菱镁矿浮选提纯研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2008.
- [4] 王恩慧, 全悦. 加入 WTO 后镁质耐火材料业应采取的措施[J]. 耐火材料, 2001, 35(2): 112-114.
- [5] 赵东南. 非金属矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1986.
- [6] 李晓安, 代淑娟, 周凌嘉, 等. 辽宁某菱镁矿三级风化粉矿除硅提镁试验研究[J]. 非金属矿, 2012, 35(1): 18-20.
- [7] 王金良, 杨秀花. 菱镁矿除钙可选性研究[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2010, (4): 26-29.
- [8] 孙体昌, 王金良, 邹安华, 等. 辽宁某菱镁矿可选性研究[J]. 金属矿山, 2007, (10): 68-71.
- [9] 程建国, 余永富. 海城三级菱镁矿浮选提纯的研究[J]. 矿冶工程, 1993, 13(4): 19-23.
- [10] 于传敏. 低品位菱镁矿选矿脱硅技术研究[J]. 轻金属, 2007, (1): 4-8.
- [11] 易小祥, 杨大兵, 李亚伟. 巴盟隐晶质菱镁矿选矿试验研究[J]. 矿业快报, 2007, (12): 26-28.

(责任编辑 杜雅君)