

某微细粒难选含碳重晶石矿选矿技术研究^①

张立刚, 缪亚兵, 张茂, 李文凤

(长沙矿冶研究院有限责任公司, 湖南长沙 410012)

摘要: 贵州某重晶石矿粒度分布不均匀, 与脉石矿物嵌布关系复杂, 属于典型微细粒难选矿石。在磨矿细度-0.075 mm 粒级占90%条件下, 采用煤油和2#油脱碳, 再以碳酸钠为pH值调整剂、水玻璃为抑制剂、CY-30为捕收剂进行重晶石浮选, 闭路试验获得了重晶石精矿产率75.92%、BaSO₄品位和回收率分别为93.55%和87.85%的选别指标。

关键词: 微细粒; 重晶石; 浮选; 脱碳

中图分类号: TD923

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.0253-6099.2023.04.014

文章编号: 0253-6099(2023)04-0065-04

Beneficiation Technology for Microfine Refractory Carbon-Containing Barite Ore

ZHANG Ligang, MIAO Yabing, ZHANG Mao, LI Wenfeng

(Changsha Research Institute of Mining and Metallurgy Co Ltd, Changsha 410012, Hunan, China)

Abstract: A barite ore from Guizhou province is a typical microfine refractory carbon-containing ore with uneven grain size distribution and complex dissemination relationship among barite and gangue minerals. After being milled to a grinding fineness of -0.075 mm 90%, the ore was processed using kerosene and terpenic oil for decarburization, with sodium carbonate as the pH regulator, sodium silicate as the depressant and CY-30 as the collector for barite flotation. A close-circuit flotation test yielded 75.92% barite concentrate grading 93.55% BaSO₄ at 87.85% recovery.

Key words: microfine; barite; flotation; decarburization

重晶石(BaSO₄)是一种重要的含钡矿物,它具有密度大、硬度低、化学性质稳定、无毒、能吸收放射性射线等特性,被广泛应用于石油、化工、建材和油漆等领域^[1]。重晶石的选矿方法主要有手选法、重选法、磁选法和浮选法^[2-3]。浮选是处理复杂矿石的重要途径,尤其是矿石性质复杂、脉石矿物与重晶石性质接近时,浮选效果更佳^[4-5]。本文以贵州某含碳重晶石矿为研究对象,进行了浮选试验研究,旨在为该矿石的开发利用提供技术支撑。

1 矿石性质

贵州某含碳重晶石原矿化学成分分析结果见表1,矿物组成见表2,钡化学物相分析结果见表3。矿石中含量最高的矿物为重晶石,其次是白云石和长石,另有少量石英、方解石和碳质物;金属硫化物主要为黄铁矿,

表1 原矿化学成分分析结果(质量分数) %

BaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	S	C
53.32	1.67	5.26	4.46	2.80	0.38	0.023	0.16	11.72	1.98

表2 原矿矿物组成(质量分数) %

重晶石	长石	白云石	方解石	钡解石	石英	黄铁矿	碳质物	其他
77.81	7.25	10.12	1.00	0.19	2.61	0.43	0.21	0.38

表3 矿石中钡化学物相分析结果

钡物相	含量/%	分布率/%
硫酸盐中钡	45.32	95.05
硅酸盐中钡	1.95	4.09
碳酸盐中钡	0.41	0.86
合计	47.68	100.00

① 收稿日期: 2023-03-15

作者简介: 张立刚(1981—),男,河北平泉人,硕士,高级工程师,主要研究方向为黑色金属、有色金属及其共生矿产资源清洁高效开发利用,选冶废水处理及固废综合利用。

但含量很低,其他微量矿物尚见磷灰石、钡解石、高岭石、绿泥石和金红石等。

对4种不同磨矿细度条件下原矿中重晶石的解离度进行了测定,结果见表4。由表4可知,随着磨矿细度提高,矿石中呈单体状态产出的重晶石占比逐渐增加。要实现90%以上重晶石单体解离,需要磨矿至-0.075 mm 粒级占90%以上,在此条件才有可能获得较高品位的重晶石精矿。

表4 原矿中重晶石解离度测定结果

-0.075 mm 粒级含量/%	单体/%	连生体/%			
		>3/4	1/2~3/4	1/4~1/2	<1/4
76.5	80.76	7.80	6.55	3.59	1.30
83.5	87.40	6.16	3.29	2.20	0.95
90.5	90.47	2.94	3.13	2.44	1.02
94.0	91.89	2.74	2.82	1.76	0.79

2 试验研究

2.1 试验方法

矿样中含有一定量的黏土矿物和碳质物,在浮选过程中会消耗浮选药剂;这部分物质极易进入泡沫产品中,影响精矿品质。因此在重晶石浮选之前增设脱碳作业,试验流程见图1。

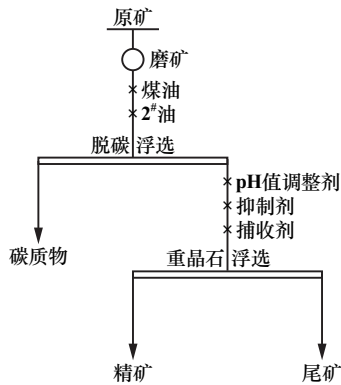


图1 试验流程

2.2 条件试验

2.2.1 pH 值调整剂碳酸钠用量试验

在磨矿细度-0.075 mm 粒级占90%,脱碳浮选煤油用量60 g/t、2#油用量60 g/t,重晶石浮选粗选抑制剂水玻璃用量400 g/t、捕收剂CY-30用量500 g/t条件下,进行了pH值调整剂碳酸钠用量试验,结果见表5。结果表明,随着粗选碳酸钠用量增加,粗精矿产率和回收率均逐渐增加,粗精矿品位逐渐下降。综合考虑,选用碳酸钠用量300 g/t为宜。

表5 碳酸钠用量试验结果

碳酸钠用量/ (g·t ⁻¹)	产品名称	产率/%	BaSO ₄ 品位/%	回收率/%
0	碳质物	0.40	73.01	0.35
	粗精矿	88.62	87.12	94.45
	尾矿	10.99	38.67	5.20
	给矿	100.00	81.74	100.00
300	碳质物	0.39	73.00	0.35
	粗精矿	89.82	86.74	95.32
	尾矿	9.78	36.19	4.33
	给矿	100.00	81.74	100.00
600	碳质物	0.63	74.41	0.57
	粗精矿	92.44	85.52	96.72
	尾矿	6.93	32.00	2.71
	给矿	100.00	81.74	100.00
900	碳质物	0.39	73	0.35
	粗精矿	93.16	85.10	96.98
	尾矿	6.45	33.81	2.67
	给矿	100.00	81.75	100.00

2.2.2 抑制剂水玻璃用量试验

考虑到原矿中脉石矿物以白云石、长石和石英为主,选用常用的水玻璃作为抑制剂。粗选碳酸钠用量300 g/t,其他条件不变,进行了水玻璃用量试验,结果见表6。结果表明,随着粗选水玻璃用量增加,粗精矿产率、品位及回收率波动不大,水玻璃用量400 g/t时,获得的粗精矿品位较高。综合考虑,选用水玻璃用量400 g/t为宜。

表6 水玻璃用量试验结果

水玻璃用量/ (g·t ⁻¹)	产品名称	产率/%	BaSO ₄ 品位/%	回收率/%
200	碳质物	0.41	73.00	0.36
	粗精矿	91.30	86.56	96.69
	尾矿	8.29	29.08	2.95
	给矿	100.00	81.74	100.00
400	碳质物	0.39	73.00	0.35
	粗精矿	89.82	86.74	95.32
	尾矿	9.78	36.19	4.33
	给矿	100.00	81.74	100.00
600	碳质物	0.56	74.00	0.51
	粗精矿	91.89	85.95	96.63
	尾矿	7.54	31.03	2.86
	给矿	100.00	81.74	100.00
800	碳质物	0.47	73.51	0.42
	粗精矿	91.12	86.30	96.20
	尾矿	8.41	32.82	3.38
	给矿	100.00	81.74	100.00

2.3 捕收剂试验

重晶石浮选捕收剂主要有以脂肪酸、烷基硫酸盐和烷基磺酸盐等为主的阴离子捕收剂,以胺类为代表

的阳离子捕收剂以及介于两者之间的两性捕收剂。一般常用阴离子捕收剂^[1]。

在磨矿细度-0.075 mm 粒级占 90%，脱碳煤油用量 60 g/t、2#油用量 60 g/t，重晶石粗选 pH 值调整剂碳酸钠用量 300 g/t、抑制剂水玻璃用量 400 g/t 条件下，选用 CY-30、皂化油酸、十二烷基磺酸钠、十二烷基硫酸钠等 4 种捕收剂进行浮选对比试验，结果见表 7。其中 CY-30 为长沙矿冶研究院有限责任公司自主研发的改性脂肪酸类捕收剂。在试验过程中发现，以十二烷基磺酸钠和十二烷基硫酸钠为捕收剂时，存在泡沫异常丰富、泡沫不易消等现象，不利于浮选作业顺利进行；新型捕收剂 CY-30 捕收性能和选择性更好。综合考虑精矿品位及回收率，选用 CY-30 为浮选捕收剂。

表 7 捕收剂种类对比试验结果

捕收剂种类及用量/(g·t ⁻¹)	产品名称	产率/%	BaSO ₄ 品位/%	回收率/%
CY-30 500	碳质物	0.39	73.00	0.35
	粗精矿	89.82	86.74	95.32
	尾矿	9.78	36.19	4.33
	给矿	100	81.74	100.00
皂化油酸 500	碳质物	0.59	75.27	0.55
	粗精矿	84.86	86.91	91.05
	尾矿	14.55	46.75	8.40
	给矿	100.00	80.99	100.00
十二烷基磺酸钠 400	碳质物	0.62	75.11	0.57
	粗精矿	89.78	85.52	94.77
	尾矿	9.60	39.32	4.66
	给矿	100.00	81.02	100.00
十二烷基硫酸钠 400	碳质物	0.60	75.04	0.55
	粗精矿	87.42	86.12	92.88
	尾矿	11.99	44.41	6.57
	给矿	100.00	81.05	100.00

相同试验条件下，进行了捕收剂 CY-30 用量试验，结果见表 8。结果表明，随着粗选捕收剂 CY-30 用量增加，粗精矿产率和回收率均逐渐增加，粗精矿品位逐渐下降。综合考虑，CY-30 用量 500 g/t 为宜。

2.4 闭路浮选试验

在条件试验基础上，采用“中矿顺序返回”和“中矿合并扫选、扫精矿返回粗选”2 种方案进行了闭路浮选试验，结果见表 9，试验流程分别见图 2 和图 3。结果表明，在回收率接近的情况下，采用“中矿合并扫选、扫精矿返回粗选”的闭路流程，精矿品位高出 1.05 个百分点，满足精矿密度大于 4.3 g/cm³ 的要求。推荐采用“中矿合并扫选、扫精矿返回粗选”的方案浮选重晶石。

表 8 捕收剂 CY-30 用量试验结果

CY-30 用量/(g·t ⁻¹)	产品名称	产率/%	BaSO ₄ 品位/%	回收率/%
300	碳质物	0.72	75.00	0.67
	粗精矿	61.53	90.65	68.58
	尾矿	37.75	66.28	30.76
	给矿	100.00	81.34	100.00
400	碳质物	0.48	73.50	0.43
	粗精矿	81.37	88.66	88.28
	尾矿	18.16	50.83	11.29
	给矿	100.00	81.72	100.00
500	碳质物	0.39	73.00	0.35
	粗精矿	89.82	86.74	95.32
	尾矿	9.78	36.19	4.33
	给矿	100.00	81.74	100.00
600	碳质物	0.73	75.01	0.68
	粗精矿	92.55	85.16	97.01
	尾矿	6.72	27.94	2.31
	给矿	100.00	81.24	100.00

表 9 闭路试验结果

中矿返回方案	产品名称	产率/%	BaSO ₄ 品位/%	回收率/%	密度/(g·cm ⁻³)
中矿顺序返回	碳质物	0.46	69.50	0.39	4.27
	精矿	78.60	91.57	88.82	
	尾矿	20.94	41.74	10.79	
中矿合并扫选、扫精矿返回粗选	碳质物	0.54	66.55	0.45	4.32
	精矿	76.75	92.62	88.46	
	尾矿	22.71	39.26	11.09	
原矿	原矿	100.00	80.36	100.00	

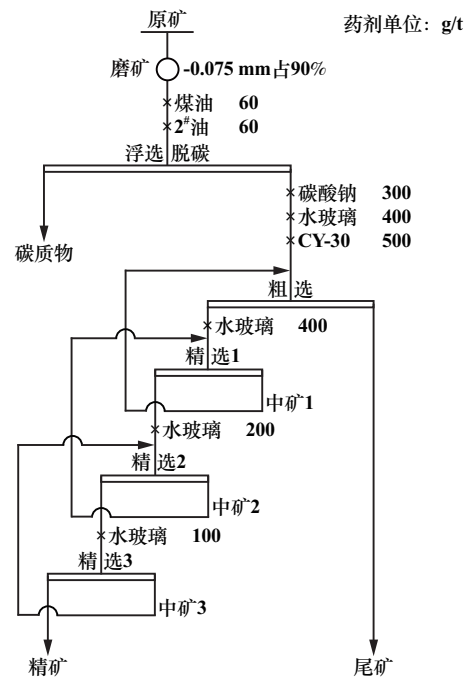


图 2 “中矿顺序返回”闭路试验流程

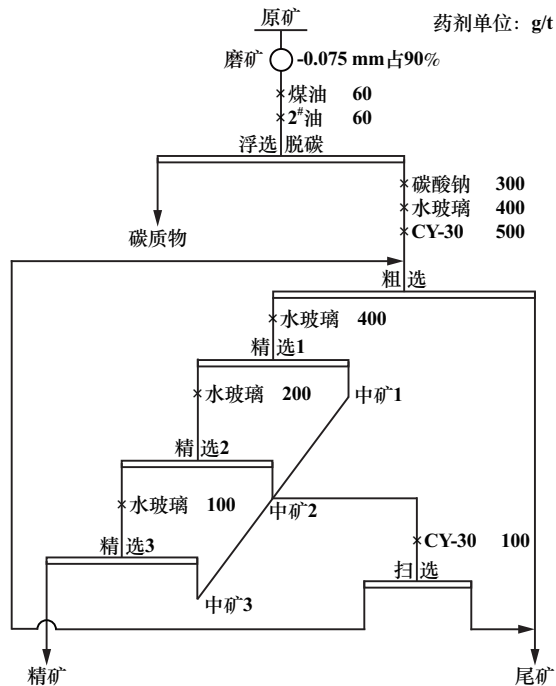


图3 “中矿合并扫选、扫精矿返回粗选”闭路试验流程

3 结 论

1) 贵州某重晶石矿属于微细粒难选含碳重晶石

(上接第64页)

参考文献:

- [1] 刘建远. 再谈高压辊磨机在矿物加工领域的应用[J]. 有色金属(选矿部分), 2016(5):66-72.
- [2] 魏波, 张宏伟, 李丽匣, 等. 高压辊磨机粉碎工艺国外应用进展与发展趋势[J]. 金属矿山, 2021(10):1-11.
- [3] 余良晖, 冯丹丹, 苏轶娜. 当前矿产资源形势与风险分析[J]. 国土资源情报, 2020(4):31-35.
- [4] Kazerani Nejad R, Sam A. Limitation of HPGR application[J]. Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 2017, 126(4):224-230.
- [5] 余祖芳, 谢毅龄. 提高马坑铁矿选矿生产能力的实践[J]. 福建冶金, 2019, 48(4):1-5.
- [6] 袁致涛, 朱 烁, 李丽匣, 等. 齐大山铁矿石高压辊磨产品磨矿及解离特性研究[J]. 金属矿山, 2013(10):50-53.
- [7] 裴晓东, 钱有军, 高 莉. 马坑铁矿石高压辊磨—湿式中磁预选—阶段磨选工艺试验[J]. 金属矿山, 2016(8):81-84.
- [8] 曹 钊, 屈奇奇, 曹永丹, 等. 破碎方式对贫磁铁矿预选效率和磨矿特性的影响[J]. 矿冶工程, 2017, 37(3):50-53.
- [9] 李玉红, 卢荣富, 李 宏. 大冶铁矿选矿厂技术改造[J]. 金属矿山, 2009(4):178-179.
- [10] 黄春源, 董晶晶. 大冶铁矿选矿厂洗矿工艺改造实践[J]. 现代矿业, 2018(6):149-151.

矿,目的矿物重晶石粒度分布极不均匀,与脉石矿物白云石、长石、石英嵌布关系复杂,碳质物嵌布粒度微细,影响精矿品位。

2) 采用全浮选流程,在磨矿细度-0.075 mm 粒级占90%条件下,采用“中矿合并扫选、扫精矿返粗选”流程浮选重晶石,可以获得精矿产率76.75%、BaSO₄品位92.62%、回收率88.46%的重晶石精矿,精矿密度4.32 g/cm³。研究结果可为该资源开发利用提供技术依据。

参考文献:

- [1] 陈思雨,刘四清,陈章鸿. 我国重晶石选矿与提纯研究现状及展望[J]. 矿产保护与利用, 2020(6):33-40.
- [2] 池冬瑞,程文庭,印万忠,等. 某低品位萤石重晶石矿综合利用技术研究[J]. 非金属矿, 2020, 43(4):69-72.
- [3] 刘 超,陈志强,罗传胜,等. 磁-浮联合工艺回收重晶石选矿试验研究[J]. 化工矿物与加工, 2019, 48(10):40-42.
- [4] 卢烁十,孙传尧. 盐类矿物浮选现状[J]. 矿冶, 2007(3):1-4.
- [5] 王 珏. 重晶石与重晶石矿中含钙含硅矿物浮选行为研究[D]. 贵阳:贵州大学矿业学院, 2019.

引用本文: 张立刚, 缪亚兵, 张 茂, 等. 某微细粒难选含碳重晶石选矿技术研究[J]. 矿冶工程, 2023, 43(4):65-68.

- [11] 董 浩. 磁黄铁矿与黄铜矿的交互作用对其浮选行为的影响规律研究[D]. 赣州:江西理工大学资源与环境工程学院, 2021.
- [12] LI Fei. Drawing Grain Size Distribution R-R-B Line Diagram by MATLAB[J]. Mine Engineering, 2015(3):166-171.
- [13] 侯 英,丁亚卓,印万忠,等. 邦铺铜矿矿石高压辊磨后物料的特性[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2013, 44(12):4781-4786.
- [14] Saramak D, Kleiv R A. The effect of feed moisture on the comminution efficiency of HPGR circuits[J]. Minerals Engineering, 2013, 43/44:105-111.
- [15] WANG C, Nadolski S, Mejia O, et al. Energy and Cost Comparisons of HPGR based circuits with the SABC circuit installed at the Huckleberry Mine[C]//45th Annual Canadian Mineral Processors Operators Conference. 2013:121-135.
- [16] Wills B A. Mineral processing technology[M]. Holand: Elsevier Science & Technology Books, 2006.
- [17] Tavares L M. Particle weakening in high-pressure roll grinding[J]. Minerals Engineering, 2005, 18(7):651-657.

引用本文: 陈 兴,陈铁军,韦 东,等. 高压辊磨超细碎对铜铁共生矿分选的影响[J]. 矿冶工程, 2023, 43(4):61-64.