

湖南某长石选矿工艺技术研究

卜勇杰 刘润清 孙伟

(中南大学 资源加工与生物工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘要 针对湖南某长石矿,进行了工艺矿物学分析、物相分析和多元素分析,以及浮选工艺试验研究,考察了长石除杂的主要影响因素,确定具体的选矿工艺与流程。采用洗矿-反浮选工艺流程,精矿白度最高可达58%、产率达62%左右。

关键词 长石 脱泥 反浮选

中图分类号: TD973⁺.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8098(2012)06-0026-03

Experimental Study on Flotation Technology of Feldspar Ore from Hunan

Bu Yongjie Liu Runqing Sun Wei

(School of Mineral Processing & Bioengineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083)

Abstract This study of feldspar ore from Hunan is mainly through process mineralogy, phase analysis and multi-elements, especially test of flotation technology, the chief influence of feldspar subtraction is inspected and the best flotation technology process is determined. Ore washing-reverse flotation process is choosed and the concentrate whiteness could achieve 58%, of which the yield is about 62%.

Key words feldspar desliming reverse flotation

我国长石资源以钾长石为主,能满足工业要求的优质长石矿较少,绝大部分都含有石英、白云母、黑云母、金红石、磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿^[1],有些还含有磷灰石、黄铁矿、榍石、角闪石、电气石等,含铁量较高,长石白度或烧成白度达不到要求。为提高长石工业价值,满足工业对优质长石矿的需求,必须从长石矿中去除杂质矿物,尤其是铁、钛氧化物的去除^[2]。

长石矿石性质(矿物的组成、嵌布嵌镶关系和嵌布粒度等)对矿石的分选方法和工艺条件存在极大影响^[3]。本实验对湖南某长石矿石开展了工艺矿物学研究,对确定或采取最合理的分选工艺及方法具有重要的理论和实际指导意义^[4-5]。

1 实验部分

1.1 矿石矿物组成和特性 所用长石矿石为碱性长石,呈褐红、肉红、白、灰白色,莫氏硬度为6~6.5,密度为2.55~2.76 g/cm³,玻璃光泽,两组解理完全。综合采用偏光显微镜(Leica DMLA型透反偏光显微镜)、扫描电子显微镜(JSM-6360LV型扫描电子显微镜)、化学分析和XRF对该长石矿石进行了工艺矿物学研究。结果表明,矿石主要含钠长石,还有少量正长石、石英、云母矿物(白云母和黑云母)、含钛矿物(金红石和少量榍石)以及微量风化黏土矿

物。矿石解离度分析表明,斜长石(钠长石)颗粒大小为150~4500 μm;金红石和榍石单体颗粒大小分别为15~300 μm和30~200 μm。铁矿物主要同黑云母共生(50~4000 μm),部分与镜铁矿(25~60 μm)和绿帘石组矿物(50~500 μm)共生。X射线荧光和化学分析结果表明,矿区样品中矿物组成较多,大体一致。原矿化学组成(%)为:Al₂O₃,19.03;SiO₂,67.16;Fe₂O₃,0.66;MnO₂,0.0015;TiO₂,0.01;CaO,0.17;MgO,0.26;P,0.0068。

1.2 药剂 实验所用助磨剂CK为Na₂CO₃,SF为水玻璃,MT为脂肪酸类捕收剂,调整剂CF为硫酸,DK为多种盐类配制的溶液,UG为某胺类阳离子型捕收剂。

2 结果与讨论

长石常用除杂方法有洗矿、磁选、浮选、磁选-浮选联合等。在对矿区矿石基本性质(矿物颗粒嵌布关系、主要矿物之间的共生关系等)研究的基础上,对分选工艺试验方案进行初步的研究和建议:①磁铁矿、褐铁矿呈点线状或星点状分布于岩石之中,星点矿物颗粒大小为20~70 μm,矿石需磨剥到一定细度才能使含铁矿物单体解离,选择浮选分离方法比较合适。②绿泥石、高岭石、绢云母等黏土矿物,呈细脉分布在岩石中,脉的宽度和大小不一,宽为100~200 μm,粒度较粗。难点在于矿石蚀变较强,磨

矿过程中易产生大量细泥,可能对浮选工艺造成影响。建议在磨矿前进行必要洗矿脱泥作业,减少黏土矿物进入磨矿阶段。

2.1 洗矿脱泥对实验的影响 洗矿适用于产自风化花岗岩或长石质砂矿的长石,主要是去除黏土、细泥和云母等杂质,一方面降低长石矿中 Fe_2O_3 含量,另一方面可提高长石矿中钾、钠含量。洗矿一般采用振动筛(选厂)或洗矿槽(采场),利用黏土、细泥、云母粒度细小或沉降速度小,在水流作用下与粗粒长石分开。洗矿后矿样与原矿化学元素含量对比,见表 1。

表1 矿样化学元素含量 /%

项目	Fe	Mg	Ca	Si	Ti	Al	K	Na
洗矿后矿样	0.73	0.27	0.57	65.53	0.11	18.4	6.27	5.52
原矿	0.81	0.28	0.59	67.16	0.12	18.03	6.09	5.17

从表 1 可看出,洗矿后铁、钙、钛、镁等杂质含量均比原矿低,降低了选矿除杂难度。由于不同批次矿石白度有差异,必须强化洗矿脱泥除杂,再通过反浮选提高精矿质量。

2.2 磁选对实验的影响 长石中铁矿物、云母和石榴子石等都具有一定的磁性,在外加磁场作用下可与长石分离。长石中铁矿物、云母等磁性较弱,采用强磁选设备才能获得较好的分选效果。目前,国内用于长石除杂的磁选设备主要有永磁辊式强磁选机、永磁筒式中强磁场磁选机、湿式平环强磁选机和高梯度强磁选机等。当长石中含有大量磁铁矿时,应先进行一次弱磁选或中磁选,再进行强磁选,这样不仅可避免强磁选机堵塞,还能减少强磁性矿物夹杂造成钾长石损失,可采用磁性物回收较充分的湿式逆流型永磁筒式磁选机。

对于未经洗矿的矿石,磁选可有效去除影响精矿白度的 Fe 含量,但会使精矿产率过低,为解决探索性试验中浮选精矿产率较低的问题,减少药剂用量和浮选次数,精矿产率虽有所增加,但精矿中含铁量过多,产品白度达不到要求。单独增加药剂用量,除铁效果明显,但由于浮选次数少,精矿产品无法满足要求,同时增加浮选次数,可产出合格精矿,但选矿成本远超估算。

2.3 磁选-浮选联合流程改进实验 磁选-浮选联合流程无法生产出符合要求的产品,洗矿脱泥可有效除去影响精矿白度的 Fe 杂质,因此,洗矿-磁选-浮选流程可以实现产品要求。从前述探索性试验和磁-

浮联合流程考察中可发现,磁选杂质产品铁含量很高,铁品位可达到 20% 以上,而产率只在 1% 左右,磁选除杂效果有限,且高梯度磁选设备价格昂贵,运营成本高,矿浆经磁选选别后,含水量大大增加,需经过浓缩脱水方能进入后续浮选流程,这会给实际生产带来很大困难。因此,希望以全浮流程代替磁-浮联合流程,节约选矿经济成本。磁-浮联合流程与全浮流程产品指标见表 2。

表2 磁-浮联合流程与全浮流程试验结果 /%

磁-浮联选	产率	Fe品位	白度	全浮流程	产率	Fe品位	白度
X 磁	1.63	24.6743		X1	4.35	6.1588	
X1	3.59	6.5530		X2	8.12	3.2489	
X2	4.60	3.8946		X3	6.04	2.5624	
X3	4.08	2.2341		X4	4.70	1.6283	
X4	4.79	1.5767		X5	2.57	1.3518	
X5	2.62	1.5093		X6	2.05	1.1929	
X6	3.09	1.1809		X7	1.81	1.1855	
X7	2.35	1.1644		X8	1.61	1.3325	
X8	3.82	0.9366		X9	3.36	1.5537	
X9	5.48	1.0719		X10	3.25	0.8976	
X10	9.10	0.9178		X11	4.76	0.0803	>50
X11	40.40	0.0771	50.3	X12	9.41	0.0494	>50
K	14.45	0.0640	51.7	K	47.97	0.0425	56.3

全浮流程减少了 1 次磁选作业,增加了 1 次浮选作业,矿石所经过的选矿处理次数与磁-浮联合流程相同。由表 2 可明显看出,全浮流程精矿指标远高于磁-浮联合流程。

未洗矿浮选流程和洗矿-浮选流程都能生产出合格精矿产品。未洗矿流程药剂制度要求更严格,单用 MT 才能生产出合格的精矿产品。洗矿-浮选流程的药剂制度则较灵活,这有利于实际生产过程的药剂变化和调控。在实际生产过程中,矿石开采深度不断发生变化,会导致矿石性质的改变。由于洗矿-浮选流程的药剂制度更灵活多变,这为矿石性质的改变留下了调控空间,因而本研究推荐洗矿-浮选流程为最优选矿流程。

2.4 废水处理工艺探讨 实际生产过程会产生一定量生产废水,这些废水中仍含有大量选矿药剂,如果实现生产废水的直接部分回用,一方面有利于减少生

产用水消耗和环境问题,另一方面可减少选矿药剂消耗。因此开展了废水回用工艺研究。

由浮选结果可知,选矿废水回用后,精矿产率和白度几乎不受影响,选矿指标甚至略有提高。可见该生产流程选矿废水可实现部分回用。

占选矿用水量 80% 左右的浮选机底流水(即精矿水)还可直接用于洗矿作业,泡沫产品中携带的水仅占 20%,且含有大量浮选药剂,若不经处理直接回用,会对工艺产生极大的影响。因此,可进行自然澄清或中和改性处理再回用。结合本试验研究的初步结果,废水分段处理并回用较理想。即精矿水可用于洗矿作业、泡沫冲洗水;泡沫水直接中和处理后再回用。按照选矿行业废水循环利用水平,预计此类矿石的选矿废水循环利用率达 70% 以上。

2.5 推荐工艺流程 推荐的工艺流程见图 1,流程试验结果见表 3。由表 3 可知,该流程可生产白度大于 58% 的高白度精矿、白度大于 50% 的中白度精矿和低白度精矿,3 种精矿的产率分别为 56%、4% 和 2%。该流程的优点在于工艺技术灵活、产品结构可调整,产品种类较多,可满足不同层次的市场需求;其次通过适当减少浮选次数可生产出单一浮选精矿产品,因而流程可变性较强,可根据产品需要作出适当调整。该流程缺点在于要求磨矿细度 -200 目达 90% 左右,

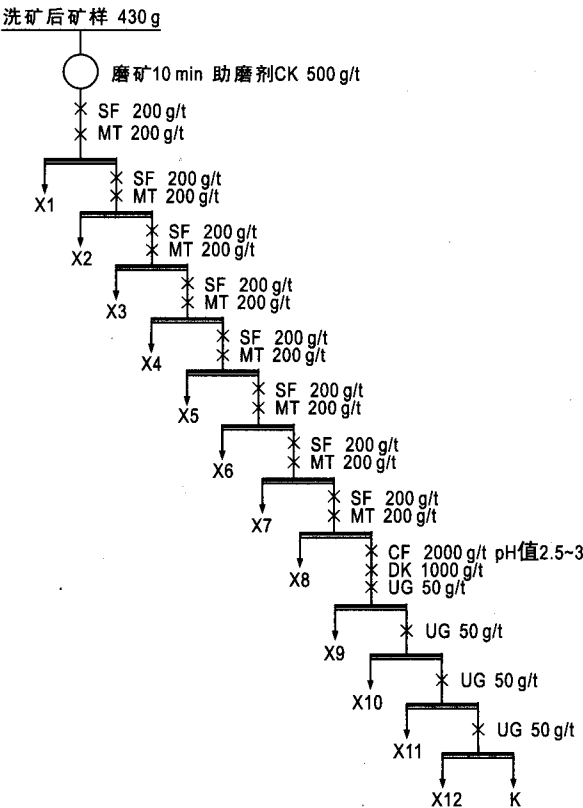


图1 推荐工艺流程

表3 推荐工艺流程的试验结果 /%

	产率	Fe 品位	Pb 品位	Mn 品位	Bi 品位	白度
X1	2.89	7.5341	0.0159	0.0883	0.0121	
X2	5.78	2.6646	0.0076		0.0109	
X3	6.92	2.0677	0.0088		0.0096	
X4	6.31	1.2210	0.0100		0.0080	
X5	4.73	0.9791	0.0077		0.0128	
X6	2.43	1.0645	0.0060		0.0085	
X7	2.27	0.9450	0.0095		0.0112	
X8	1.81	0.9852	0.0071		0.0124	
X9	2.48	1.7253	0.0081		0.0128	
X10	2.29	1.7021		0.0191	0.0242	
X11	1.98	0.2858	0.0062		0.0111	>42
X12	4.08	0.0643	0.0083		0.0110	>50
K	56.03	0.0320	0.0076		0.0124	59.3

磨矿成本较高;浮选流程长,药剂消耗量大,浮选精矿产率较低。

3 结论

1. 强化洗矿脱泥除杂,从整个除杂生产高白度精矿工艺来说,更能降低生产成本,提高产率,有利于增加经济效益。

2. 处理低白度、杂质含量高的长石矿,通过优化药剂制度及工艺流程结构,小型实验可取得精矿白度大于 53%,最高可达 58%,产率为 62% 左右的良好指标,但选矿直接成本将有所增加,主要是药剂用量增大,流程变长,增加电耗。

3. 对于精矿废水,最科学合理的方法是分段直接回用,可大大减少选矿用水量,还能适当降低浮选药剂用量。

参考文献:

[1] 张志雄. 矿石学 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1979: 45-51.

[2] Fuerstenau D W. 硅酸盐矿物结晶化学、表面性质和浮选行为 [J]. 国外金属矿选矿, 1978(9): 23-27.

[3] 王淀佐. 浮选剂作用原理及应用 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994: 89-94.

[4] 王淀佐, 胡岳华. 浮选溶液化学 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1998: 60-65.

[5] 胡为柏. 浮选 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1989: 32-37.