

从碎云母干选尾矿中回收云母的试验研究

米丽平，李永聪

(河北理工大学资源与环境工程系，河北 唐山 063009)

摘要 以碎云母干选尾矿中的云母为回收对象，在不同粒度条件下，分别采用棒磨—筛分、重选和浮选的方法进行阶段选别，筛分法分出大片云母，重选法分出中等粒度云母，最后以浮选法分出细粒云母，该工艺所得云母品位较高，且节省浮选药剂，云母精矿较易脱水。

关键词 碎云母；尾矿；棒磨；摇床；浮选

中图分类号：TD926.4 文献标识码：A 文章编号：1000-653X(2005)02-0046-05

1 前 言

河北省灵寿一带是我国碎云母矿的集中产地，原矿采出后经过干式粉碎—风选，云母精矿产率约 60%，另 40% 的废弃尾矿中仍含有约 30% 的云母。经过到当地勘察统计，这种尾矿数量已达十几万吨，不仅占用土地、污染环境，而且造成了资源的浪费。因此，开展对碎云母尾矿再选的研究，具有十分重要的现实意义。

2 尾矿性质

试验所用矿样取自河北省灵寿县鲁柏山

和小文山云母矿区。矿样的粒度组成见表 1，其粒度范围为 1 ~ 0mm。经镜下鉴定，矿样的矿物组成见表 2。其中长石以微斜长石为主，铁矿物以钛赤铁矿为主。镜下观察到：白云母大部分呈薄片状，部分呈片状集合体；石英、微斜长石和斜长石均为棱角状颗粒，部分长石具有绿泥石化及高岭土化现象；钛赤铁矿颗粒呈浑圆状或短柱状。各矿物的物理性质见表 3。

3 云母回收试验

3.1 回收技术方案的确定

由表 1 可以看出，矿样中矿物种类较多

表 1 矿样粒度组成

粒级/mm	+0.9	-0.9 +0.36	-0.36 +0.18	-0.18 +0.10	-0.10 +0.074	-0.074
含量/%	3.52	45.73	32.06	8.84	3.92	5.93

the potential pozzolanic reaction activity of the gangue. The results show that the activity of gangue after activation is improved obviously ,the early strength of the grouting material is increased and other mechanical properties are superior also , which accord with the grouting materials test standard adopted at present.

Key words :Active gangue powder ;Grouting material ;Resourceful disposal

表 2 碎云母尾矿的矿物组成

矿物名称	白云母	石 英	长 石	铁矿物	绿泥石	高岭土
含量/%	28 ~ 35	35 ~ 40	15 ~ 20	4.5 ~ 7	2 ~ 4	1 ~ 2

表 3 云母尾矿中各组成矿物的物理性质

矿物名称	云 母	石 英	长 石	绿泥石	高岭土	钛赤铁矿	磁铁矿
密 度	2.9	2.65	2.7	3.1	2.6	5.2	5.2
硬 度	2~3	7	6~6.5	2~2.5	2.0~3.5	5~6	5~6
磁 性	无	无	无	无	无	弱磁性	强磁性

且云母粒度分布范围较宽(1 ~ 0mm),如果采用单一的选矿方法 ,很难实现云母与其他矿物的完全分离。针对这种情况 ,我们从云母矿物的形状、粒度、磨矿特性和可浮性出发 ,确定云母的回收技术方案为 :首先用棒磨—筛分的方法分出棒磨产物中的大片云母 ,然后用重选的方法从长石、石英中分离出中等粒度云母 ,最后用浮选法回收其中的细粒云母。其试验原则流程见图 1。

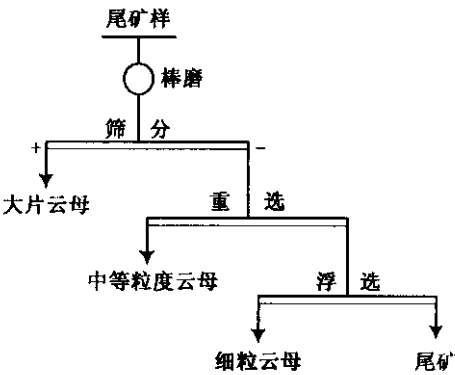


图 1 云母回收原则流程

3.2 棒磨—筛分回收粗粒云母

与球磨机相比 ,棒磨机具有很强的选择粉碎作用。因为在磨矿过程中钢棒是平行的 ,它们之间呈线接触 ,钢棒之间的大颗粒首先被粉碎 ,小颗粒因不能与钢棒接触而不会被磨细。本研究的入磨物料中 ,云母呈片状 ,其径厚比较大(一般大于 5) ,而长石、石英和赤铁矿等呈棱角状或浑圆状 ,在磨矿过程中呈棱角状或浑圆状的颗粒在钢棒之间被夹持而受到较大的冲击力 ,云母则多以其平面与

钢棒表面平行的状态游离于棒与棒形成的缝隙之间 ,也就是说在钢棒缝隙中云母的尺寸是其厚度而不是直径 ,而云母的厚度比同样粒度的棱角状或浑圆状颗粒的直径要小得多 ,并且云母片具有挠性 ,片不易断裂。棒磨的时间越长 ,云母和其他矿物颗粒的粒度差别越大 ,在磨矿产物中其他矿物粒度就会明显小于云母的粒度 ,这就为云母与其他矿物的筛分分离创造了条件。

本次试验采用 XMB - Φ240 × 300 棒磨机 ,磨矿浓度为 50% ,磨矿时间为 7min ,筛分采用方孔筛 ,筛孔大小为 40 目(0.45mm) ,筛上产品云母精矿的品位为 99.5% ,云母回收率为 20.8%。

3.3 重选回收中等粒度云母

筛分除去大片云母后 ,经脱泥并经磁选除去磁性矿物 ,剩下为云母、石英和长石的混合物。它们虽然密度相近 ,但形状和粒度差别较大 ,可用摇床进行重选。

在摇床的选别过程中 ,云母片一般是与床面保持平行的。因为如果云母片与床面不平行 ,则由于床面上水流在垂直方向上有较大梯度 ,云母片上部和下部受到的水流作用力就会不平衡而使云母片发生扭转 ,最终与床面平行。在摇床上物料松散分层过程中 ,与床面平行的云母片向下沉降时受到较大阻力 ,同时它的粒度相对较大 ,最终必然位于物料上层 ,一些粒度较细的和较大的集合体状(径厚比较小)的云母和长石、石英则混杂在一起位于下层。在矿物分层后 ,由于底层的

重矿物受到床面的摩擦力较大,上层的轻矿物受到床面的摩擦力较小甚至为零,因此在搬运分带时,上层云母在纵向的运动速度较小,在横向则受到水流的冲洗作用运动速度较大,两个方向综合作用使云母首先发生偏离,作为轻矿物排出。用这种方法回收云母,试验过程简单、方便,同时可以减少进入浮选作业的云母量,降低浮选成本。

本试验所用重选设备为 6—S 矿泥摇床,具体的试验条件为冲程 14mm,冲次 300/min,横向倾角 2.5° ,纵向倾角 0.5° ,给矿量 $0.15\text{t}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。摇床所得的云母精矿品位为 99.0%,回收率为 35.4%。

3.4 浮选法回收细粒云母

对于石英、长石中仍存在的集合体状和细粒云母,可用浮选的方法进行回收。为了达到较好的选别效果,分别进行了酸性矿浆阳离子捕收剂浮选法和碱性矿浆阴—阳离子混合捕收剂浮选法两种试验方案的对比。

3.4.1 酸性矿浆阳离子浮选法

在阳离子捕收剂浮选体系中,云母在极宽的 pH 值范围内均有很好的可浮性,而石英、长石等 pH 值范围相对较小,特别是在强酸性条件下的可浮性较差,因此用 H_2SO_4 做 pH 值调整剂,在强酸性矿浆中加入十二胺阳离子捕收剂进行浮选,可实现云母与石英、长石的分离。经过探索试验及正交试验,确定浮选流程及条件如图 2 所示,其中扫选、精选均为 3 次。所得的云母精矿品位为 99.1%,作业回收率为 77.1%。

酸性矿浆阳离子浮选法是浮选云母的传统方法,这种方法得到的云母精矿品位较高,但回收率较低(本次试验为 77.1%),这对后续作业中长石、石英的浮选分离是不利的(其中的云母可能成为所选石英、长石精矿中的杂质)。

3.4.2 碱性矿浆阴离子—阳离子混合浮选法

碱性矿浆阴离子—阳离子浮选法是用碳酸钠和木质素磺酸钠作调整剂,阴离子和阳

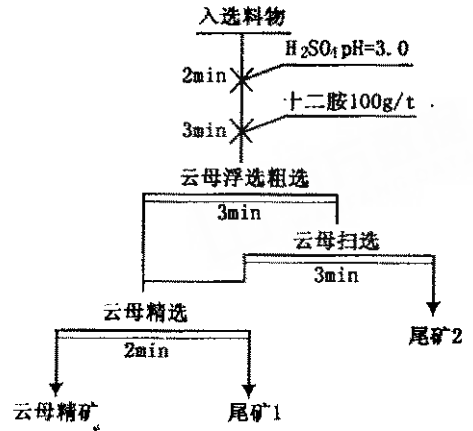


图 2 酸性矿浆阳离子浮选法流程

离子捕收剂联合使用而进行的浮选法。首先加入碳酸钠和木质素磺酸钠,调节矿浆 pH 值和分散矿泥;再加入油酸阴离子捕收剂,使之与云母侧面作用并吸附于其上;最后加入阳离子捕收剂十二胺,与云母层面吸附。在前一试验的基础上,确定浮选流程及条件如图 3 所示。所得的云母精矿品位为 98.4%,作业回收率为 85.3%。

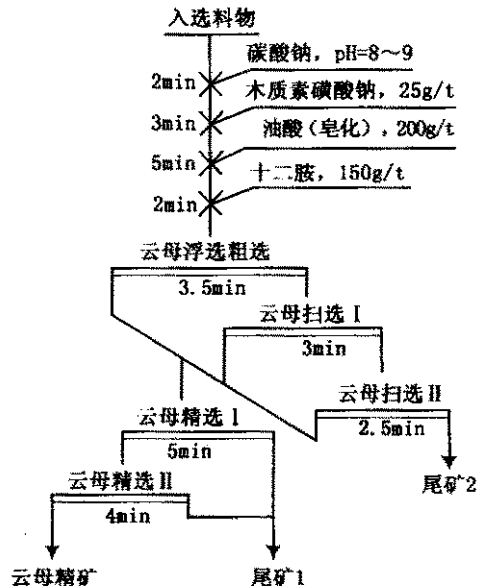


图 3 碱性矿浆阴—阳离子混合浮选法流程

碱性矿浆阴离子—阳离子混合浮选法弥补了上一流程的不足,在扫选次数较少(2

次)的情况下,得到了较高的回收率(85.3%)。然而,试验过程中发现,在碱性介质中复合捕收剂浮选中得到的云母较难精选,且精矿不易脱水。经综合考虑,最终采用酸性矿浆阳离子捕收剂浮选法,同时增加云母扫选作业次数,以提高云母的浮选回收率。

4 综合试验流程与结果分析

云母回收综合试验流程见图 4 ,试验结果见表 4。

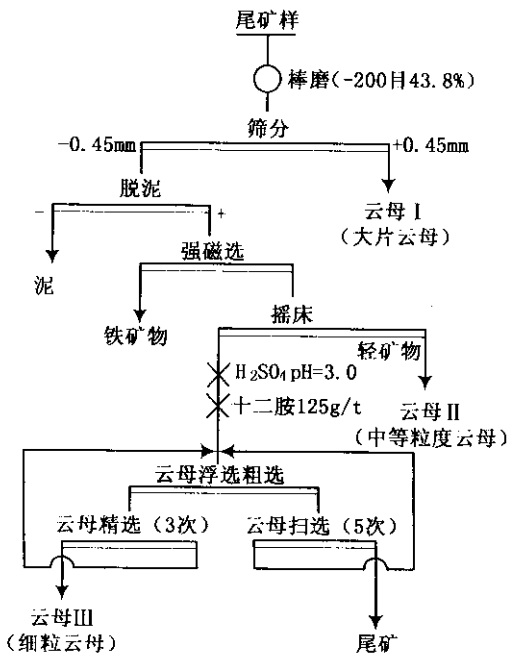


图 4 云母回收综合试验流程

分析试验结果可以看出,采用阶段选别的方法,使干选尾矿中的大部分云母得到了回收,回收率为 76.9%(损失的云母绝大部

表 4 综合试验结果

产品名称	产率/%	品位/%	回收率/%
云母Ⅰ	7.0	99.5	20.8
云母Ⅱ	12.0	99.0	35.4
云母Ⅲ	7.0	99.1	20.7
合 计	26.0	—	76.9

分流失于矿泥中,脱出的泥中有 70% ~ 80% 为微细和极薄的云母,占云母总回收率的 21.5%),云母产品质量很好,经检验品位均在 99% 以上,含砂量 < 1% ,磁性物含量仅为 240×10^{-6} 。

5 结 语

1. 大量碎云母干选尾矿不仅污染环境,而且浪费资源,对其进行回收具有重要的现实意义。
2. 根据尾矿中云母的特性,采用了阶段回收的方案,获得了较好的技术指标,该工艺是回收云母的行之有效的方法。
3. 脱出的泥中仍含有较多的微细粒云母未被回收,有待进一步研究。

参考文献:

[1]何建璋,王毓华. 可可托海片状白云母资源的综合回收[J]. 有色金属 2003(2).
[2]段希祥. 选择性磨矿及其应用[M]. 北京:冶金工业出版社,1991.
[3]孙玉波. 重力选矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.
[4]孙传尧,印万忠. 硅酸盐浮选原理[M]. 北京:科学出版社,2004.
[5]黄大雨,石大鑫. 选矿手册(第八卷第五分册) [M]. 北京:冶金工业出版社,1988.

Experimental Research on Recovery of Mica from
Tailings of Air-separated Fragmental Mica

MI Li-ping , LI Yong-cong

(Hebei University of Technology , Tangshan , Hebei , China)

Abstract : A method for recovering mica from the tailings of air-separated mica minerals is described in this paper. The method includes rod milling-screening , gravity separation and flotation according

表 5 重晶石重选试验结果

产品名称	产率/%		BaSO ₄ 品位/%		回收率/%	
	作业	原矿	作业	原矿	作业	原矿
重晶石精矿	26.32	23.66	92.50	78.89	74.03	
重选尾矿	73.68	66.24	8.84	21.11	19.81	
“强磁—浮选”尾矿	100.00	89.90	30.86	100.00	93.84	

表 6 重晶石精矿质量分析结果/%

BaSO ₄	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	水溶盐
92.67	2.24	1.75	1.28	0.82

质量达到了二级品质量要求。

5 结 论

1. 选择以水玻璃和硫酸亚铁为脉石矿物

的抑制剂、H₂₀₅ 为稀土矿物的捕收剂、J₁₀₂ 为起泡剂的浮选药剂制度 ,采用磁选—浮选联合工艺流程 ,可从稀土浸渣获得含 REO48.97%、回收率 91.59% 的稀土精矿 ,为稀土深加工提供合格的稀土原料。

2.“磁选—浮选”富集稀土矿物后的尾矿中重晶石含量达 31.65% ,可采用重选方法予以回收。试验结果表明 ,重晶石精矿品位(BaSO₄)为 92.50% ,回收率为 74.03% ,达到了二级品质量要求。

3. 本研究有效地回收了稀土和重晶石资源 ,使稀土浸渣减量化、资源化 ,减轻了浸渣对环境的危害 ,也将为稀土生产企业提供一种利用稀土浸渣的有效途径。

A Study on Resourceful Disposal
Technology of Rare Earth Leached Residues

CHEN Bing-yan¹ , LIU Ya-chuan¹ , LI Zheng-shan²

(1. Chengdu Institute of Multipurpose Utilization of Mineral

Resources , CAGS , Chengdu , Sichuan , China ;

2. Sichuan University , Chengdu , Sichuan , China)

Abstract :On the basis of the study on the process mineralogy of rare earth leached residues ,a combined magnetic separation-flotation process was proposed to recover rare earths from above mentioned rare earth leached residues after optimizing experimental research on technological conditions of magnetic separation and of flotation. The rare earth concentrate obtained by the process contained REO of 48.97% with recovery of 91.59% . The secondary recovering technology for rare earths from rare earth leached residues provided a effective utilization way for rare earth production enterprises.

Key words :Rare earth leached residues ;Magnetic separation ;Flotation

(上接 49 页)

to its granularity. The flake mica can be separated by screening firstly ,middle granular mica can be separated by table secondly and fine granular mica can be separated by flotation finally. The technology can obtain high grade and recovery of mica products ,and the cost of flotation reagents is lower ,and dewatering of concentrate is easier.

Key words :Fragmental mica ;Tailings ;Rod milling ;Table ;Flotation