

# 四川马边某低品位磷矿选矿实验

陈福林

(钒钛资源综合利用国家重点实验室, 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司  
四川 攀枝花 617000)

**摘要:** 这是一篇矿物加工工程领域的论文。对四川马边某低品位镁质磷矿开展了化学组分、矿物组成及嵌布特征研究, 矿石主要有用矿物为胶磷矿, 主要脉石矿物为白云石, 有用矿物和脉石嵌布粒度较细, 宜采用单一反浮选法实现其经济利用。经一系列条件实验确定矿石适宜磨矿细度为-0.074 mm 65%, 浮选工艺为一段粗选、两段精选、两段扫选、中矿顺次返回, 以文中浮选闭路工艺流程及参数, 在原矿含  $P_2O_5$  18.44%、MgO 9.52% 条件下, 获得了产率 43.97%,  $P_2O_5$  品位 33.86%, MgO 品位 1.35%,  $P_2O_5$  回收率 81.84% 的磷精矿, 工艺成本较低, 可使低品位磷矿得到较好经济利用。

**关键词:** 矿物加工工程; 低品位; 磷矿; 选矿实验

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2024.01.017

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2024) 01-0139-05

**引用格式:** 陈福林. 四川马边某低品位磷矿选矿实验[J]. 矿产综合利用, 2024, 45(1): 139-143.

CHEN Fulin. Test on mineral processing of a low grade phosphate of Mabian in Sichuan Province[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2024, 45(1): 139-143.

磷矿石由磷酸盐矿物组成, 其主要矿物为磷灰石, 常见的磷灰石有氟磷灰石、氯磷灰石、羟基磷灰石及碳氟磷灰石等<sup>[1]</sup>。磷矿主要用于制取磷肥, 其次用于制取黄磷、赤磷、磷酸和其他磷酸盐类及磷化合物, 具工业价值的含磷矿石主要有磷块岩(沉积)、磷灰岩(沉积变质)、磷灰石(内生)和鸟粪磷矿<sup>[1-2]</sup>。我国磷矿以沉积型磷矿为主, 资源储量居世界第二位, 主要分布于云南、贵州、四川、湖北和湖南<sup>[1,3-4]</sup>。我国磷矿资源主要特点是贫矿多、富矿少,  $P_2O_5$  品位 <20% 的低品位磷矿占总储量的 50% 以上, 需要进一步富集才能经济利用<sup>[5-6]</sup>。为此, 低品位磷矿经济利用方法和工艺研究一直是当下非金属矿的研究热点。

## 1 实验原料及性质

实验原料取自于四川省马边县温水乡某磷矿床。其主要化学成分见表1, 矿石显微结构见图1。由表1及图1可知, 矿石属块状-条带状磷块

矿及角砾状磷质白云岩, 有用矿物主要为胶磷矿, 脉石矿物主要为白云石, 少量石英及石英碎屑、有机质等。胶磷矿主要以内碎屑形式呈条带状赋存于矿石中, 含少量鲕粒和团粒, 粒度多在 0.20~0.60 mm 间, 粒屑间多为白云石、微晶磷灰石充填胶结。白云石呈半自形-他形粒状, 粒度为 0.03~0.30 mm 不等, 多呈亮晶胶结物充填于胶磷矿粒屑间。矿石属镁质胶磷矿, 宜采用单一反浮选法回收该矿石中的  $P_2O_5$ , 脱除 MgO, 以获得高品质磷精矿。

表1 矿样化学成分分析结果 /%

Table 1 Chemical composition analysis results of the sample									
$P_2O_5$	MgO	CaO	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	F	$CO_2$	Loss	酸不溶物
18.19	9.38	38.83	3.96	0.57	1.62	1.67	23.44	23.33	3.95

## 2 实验结果及讨论

### 2.1 粗选浮选药剂条件实验

#### 2.1.1 抑制剂实验

采用硫酸作为含磷矿物抑制剂, 以 TF-64 作

收稿日期: 2021-05-21

作者简介: 陈福林 (1982-), 男, 工学硕士, 高级工程师, 主要从事矿产资源综合利用及钒钛磁铁矿选矿领域的科研工作。

为捕收剂开展实验，实验流程见图2，粗选硫酸用量对实验结果的影响见图3。

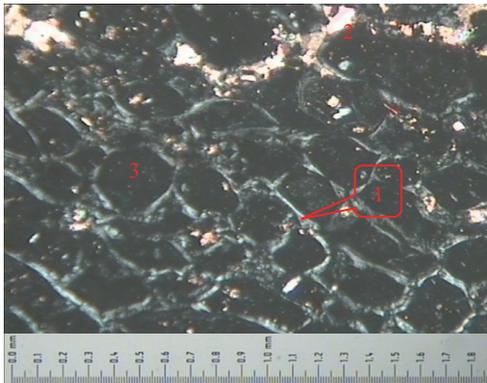


图1 样品显微结构

Fig.1 Microstructure photograph of the sample

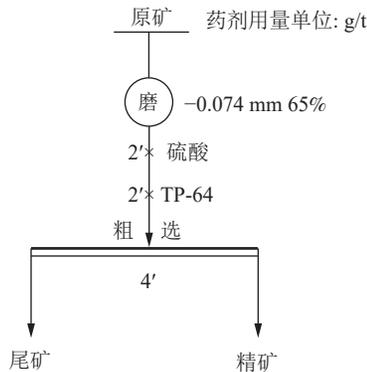


图2 粗选浮选药剂条件实验流程

Fig.2 Reagents condition experiments process of rougher flotation

由图3可知，硫酸为该矿石含磷矿物优良抑制剂，能有效抑制含磷矿物，且随硫酸用量增大，①精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、MgO 品位先降低后基本保持稳定；②精矿 MgO 回收率随硫酸用量增大而降低，硫酸用量变化对 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率影响不大。

### 2.1.2 捕收剂用量实验

以 TF-64 为捕收剂，粗选捕收剂用量实验流

程见图2所示，抑制剂用量对粗选效果的影响见图4。

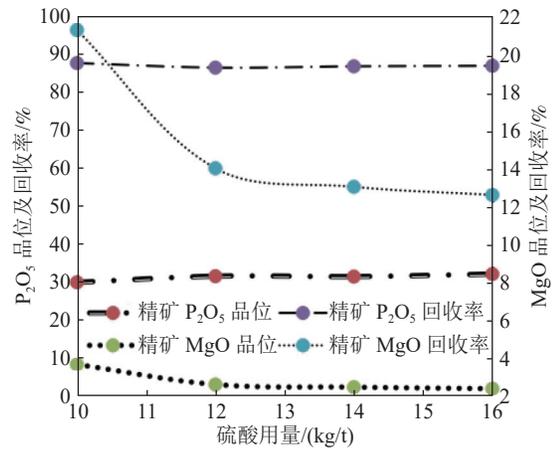


图3 抑制剂用量对粗选效果影响

Fig.3 Influence rules for rougher flotation's inhibitor use level experimental results

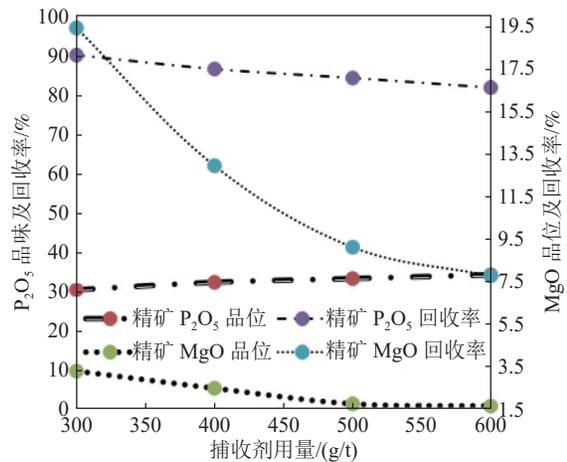


图4 捕收剂用量对粗选效果影响

Fig.4 Influence rules for rougher flotation's collecting agent use level

由图4可见，随着捕收剂用量增大：精矿产率逐渐降低，精矿中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位逐渐升高，MgO 品位逐渐降低，精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 及 MgO 回收率逐渐降低。

### 2.2 精选条件实验

精选条件实验为在粗选实验确定的参数基础上开展的。精选条件实验流程见图5，精选抑制剂及捕收剂用量对精选效果影响规律分别见图6、图7。

由图6及图7可知，抑制剂硫酸主要影响精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 和 MgO 品位，捕收剂主要影响精矿产率、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 和 MgO 品位，捕收剂用量对精矿指标的影响远大于抑制剂。

### 2.3 扫选条件实验

鉴于扫选实验为对粗选浮选泡沫进行实验，

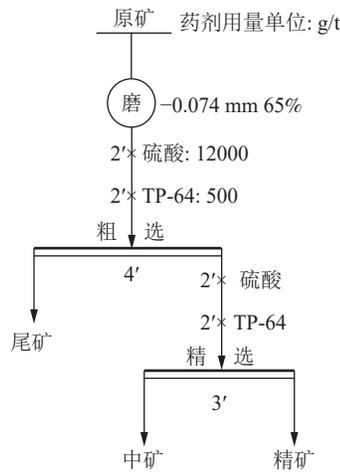


图5 精选浮选药剂条件实验流程

Fig.5 Reagents condition experiments process of selection flotation

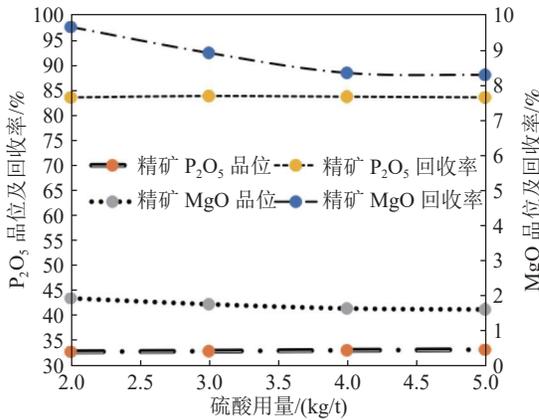


图6 抑制剂用量对精选效果的影响

Fig.6 Influence rules for selection flotation's inhibitor use level

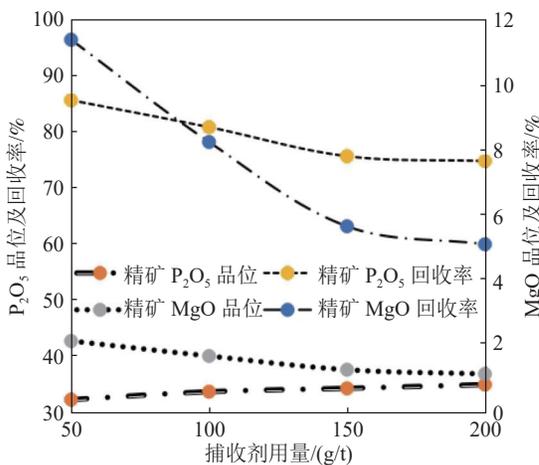


图7 捕收剂用量对精选效果影响

Fig.7 Influence rules for selection flotation's collecting agent use level

捕收剂多在泡沫中，为此，扫选仅进行抑制剂用量条件实验。实验流程见图8，抑制剂用量对扫选的影响见图9。

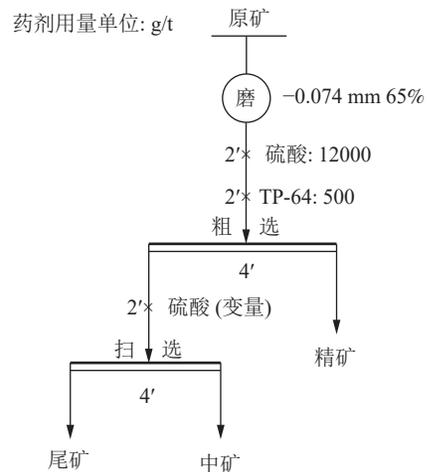


图8 扫选浮选药剂条件实验流程

Fig.8 Reagents condition experiments process of scavenging flotation

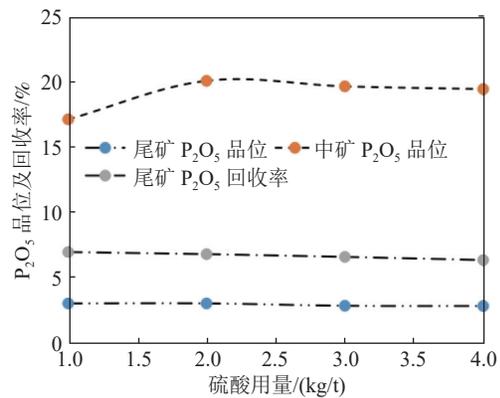


图9 抑制剂用量对扫选效果影响

Fig.9 Influence rules for scavenging flotation's inhibitor use level

由图9可见，扫选添加硫酸能有效抑制尾矿含磷矿物，随着扫选硫酸用量的增加，尾矿产率、MgO品位及回收率变化不大，尾矿P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>品位及回收率逐渐降低，中矿P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>品位先升高后稳定。

## 2.4 磨矿细度条件实验

磨矿细度条件实验流程见图10，实验结果见图11。

由图11可见，磨矿细度对精矿MgO品位、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及MgO回收率有显著影响，对精矿及尾矿P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>品位影响不大。

## 2.5 开路流程实验

为验证精选及扫选中矿的可选性能及浮选闭路实验提供依据，进行了开路流程实验，实验流程见图12，实验结果见表2。

由表2可知，精选中矿及扫选中矿合并后采用硫酸为含磷矿物抑制剂，TF-64作捕收剂，可使中矿中含磷矿物与白云石有效分离，且能获得

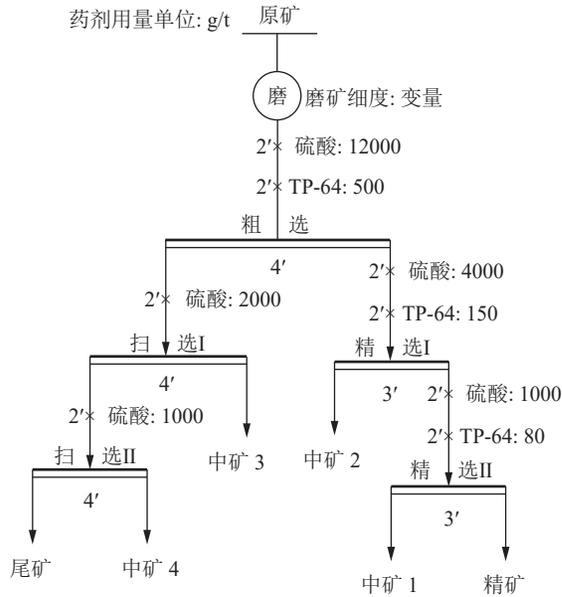


图 10 磨矿细度实验流程

Fig.10 Test process of grinding fineness

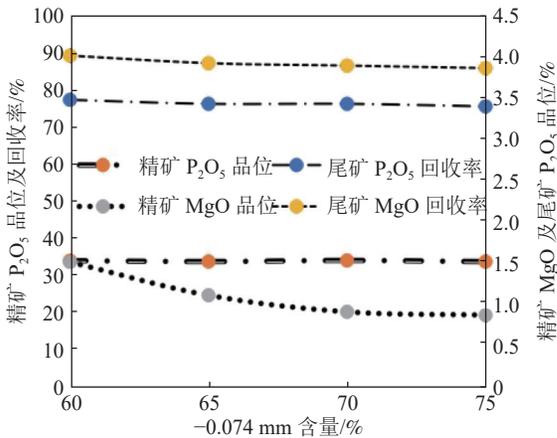


图 11 磨矿细度对选别效果的影响

Fig.11 Effect rules for flotation's by grinding fineness changing

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位较高、MgO 品位较低的磷精矿。

### 2.6 闭路流程实验

在浮选条件实验及开路流程实验基础上模拟生产开展浮选闭路实验，鉴于中矿返回会带入浮选药剂，闭路实验药剂用量及刮泡时间进行了适当调整。实验流程见图 13，稳定后实验结果见表 3。

表 3 数据表明，该矿石磨至 -0.074 mm 65%，采用硫酸作为抑制剂，TP-64 为捕收剂，经一段粗选、两段精选、两段扫选、中矿顺次返回的闭路流程实验可获得产率为 43.97%，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位为 33.86%，MgO 品位 1.35%，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率为 81.84% 的磷精矿；尾矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 5.90%，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 损失率为 18.16%。

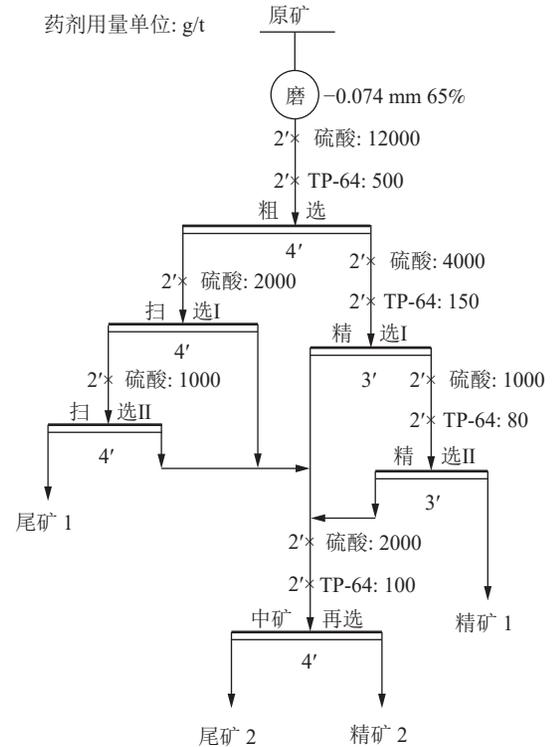


图 12 开路实验流程

Fig.12 Circuit-opening test process

表 2 开路实验结果

Table 2 Results of circuit-opening test

产品名称	产率 /%	品位 /%		回收率 /%	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO
精矿 1	42.11	34.06	1.20	77.53	5.47
精矿 2	3.18	27.94	2.89	4.80	0.99
精矿 1+精矿 2	45.29	33.63	1.32	82.33	6.46
尾矿 1	39.15	3.89	17.00	8.24	72.03
尾矿 2	15.56	11.21	12.77	9.43	21.51
尾矿 1+尾矿 2	54.71	5.98	15.80	17.67	93.54
原矿	100.00	18.50	9.24	100.00	100.00

## 3 结论

(1) 矿石属低品位磷矿石，主要有价矿物为胶磷矿，矿物组成较为单一，嵌布关系简单，白云石为其主要脉石矿物和脱除对象，采用单一反浮选可获得品质较高的磷精矿。

(2) 硫酸为矿石磷矿物良抑制剂，能有效抑制含磷矿物，捕收剂 TF-64 与硫酸配合能使矿石中胶磷矿与白云石有效分离。

(3) 矿石磨至 -0.074 mm 65%，硫酸作抑制剂、TF-64 作捕收剂，经一段粗选、两段精选、两段扫选、中矿顺次返回的浮选闭路流程，磷精矿产率 43.97%，精矿含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 33.86%、MgO 1.35%，精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率 81.84%，尾矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5.90%，经该流程低品位磷矿可得到较好利用。

