

文章编号:1674-2869(2011)12-0054-03

# 几种捕收剂在磷矿浮选脱硅中的性能评价

祝 雯<sup>1</sup>, 彭光菊<sup>2</sup>, 何东升<sup>1</sup>, 梅 吟<sup>1</sup>, 张泽强<sup>1\*</sup>

(1. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 国家磷资源开发利用工程研究中心, 湖北 武汉 430074;

2. 桂林地质矿产研究院, 广西 桂林 541004)

**摘 要:**为了考查几种捕收剂用于磷矿浮选脱硅的效果,以云南海口磷矿擦洗尾矿为试验样品,进行了正浮选和反浮选脱硅对比试验。结果表明,对于硅质矿物受钙镁离子污染活化的细粒含硅磷矿,采用常规脂肪酸和胺类捕收剂,无论是正浮选或反浮选脱硅,其选择性都不好。通过对脂肪酸进行复配改性,降低捕收剂中脂肪酸组分的含量,并利用混合药剂的协同作用,可以明显改善捕收剂浮选磷酸盐矿物的选择性,提高正浮选脱硅的选矿效率。

**关键词:**磷矿;脱硅;捕收剂

**中图分类号:**TD923

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.12.013

## 0 引 言

含硅磷矿浮选脱硅通常采用正浮选或反浮选的方法。正浮选多用脂肪酸类阴离子捕收剂在碱性介质中浮选磷酸盐矿物,同时用水玻璃等抑制硅质矿物。而反浮选则用胺类阳离子捕收剂在中性介质中浮选硅质矿物<sup>[1-3]</sup>。

以往的研究表明,用脂肪酸类捕收剂正浮选脱硅,往往存在选择性不好、脱硅效率不高的问题。这可能是硅质矿物表面吸附钙镁离子,形成钙镁硅酸盐活化层,从而减小了与磷酸盐矿物的可浮性差异所致<sup>[4-6]</sup>。而用胺类捕收剂反浮选脱硅,虽然其与负电性的硅质矿物有较强的静电交互作用选择性会好些,但也存在成本高、对矿泥比较敏感和浮选泡沫难控制等问题<sup>[7-10]</sup>。

鉴于中国的磷矿资源多是难选细粒胶磷矿,

而且磷矿的附加值较低,用胺类阳离子捕收剂反浮选脱硅在生产上很难推广应用,因此本文重点用阴离子捕收剂,采用正浮选和反浮选二种方案,进行脱硅浮选试验,并与油酸钠和胺类捕收剂的浮选效果进行对比,以筛选出适宜的脱硅浮选药剂和方案。

## 1 实验部分

### 1.1 试验矿样

试验矿样取自云南海口磷矿擦洗厂尾矿沉淀池,该厂处理的是硅钙(镁)质沉积磷块岩矿床上层的风化磷矿,矿石中碳酸盐矿物已大量流失。经 X 射线荧光(XRF)分析和化学分析,擦洗尾矿的主要化学成分如表 1 和表 2。从表中分析结果可见,浮选要脱除的杂质矿物主要是石英,钙镁碳酸盐矿物的含量很低。

表 1 擦洗尾矿 XRF 分析结果/%

Table 1 XRF analysis of scrubbed tailings

元素	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
w/%	25.14	32.25	27.46	6.10	2.27	0.60	1.03	0.15
元素	MnO	ZnO	SrO	PbO	F	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	烧失量
w/%	0.23	0.024	0.072	0.018	1.45	0.29	0.13	2.63

收稿日期:2011-12-01

基金项目:湖北省自然科学基金创新群体项目(2010CDA07);武汉市科技攻关计划项目(201160723221);武汉工程大学科学研究基金项目(13115043)

作者简介:祝 雯(1989-),女,陕西兴平人,硕士研究生,研究方向:矿物加工工程。

指导老师:张泽强,男,教授,博士,博士生导师,研究方向:矿物加工工程。\*通信联系人

表 2 擦洗尾矿化学分析结果/%  
Table 2 Chemical analysis of scrubbed tailings

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	F	CO <sub>2</sub>	CaO	A·I	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	灼失量
24.85	31.16	0.48	1.53	0.95	33.43	15.76	1.61	1.71	2.82

1.2 浮选药剂

阴离子捕收剂为油酸钠、QW-20、YZ-50 和 XZ-50. 其中, YZ-50 和 XZ-50 为实验室合成的脂肪酸衍生物捕收剂, QW-20 为脂肪酸、螯合剂和非离子型表面活性剂复配的捕收剂. 阳离子捕收剂为十二胺和多胺捕收剂 GE-609.

1.3 试验方法

正浮选采用复配改性的方法来减少脂肪酸用量, 促进脂肪酸在磷酸盐矿物表面的选择性吸附. 反浮选采用 Ca<sup>2+</sup> 离子活化硅质矿物和磷酸酯淀粉抑制磷酸盐矿物的方法, 来调整硅质矿物和磷酸盐矿物的可浮性差异. 对不同捕收剂浮选脱硅的效果比较, 采用选矿效率(回收率与产率之差)作为其评价指标.

2 结果与讨论

2.1 正浮选捕收剂比较

本试验所用矿样属风化硅钙(镁)质磷矿, 硅质矿物受到钙镁离子活化, 与磷酸盐矿物可浮性相近, 单独使用油酸钠, YZ-50 和 XZ-50 正浮选脱硅, 浮选效果均不够理想, 而且 YZ-50 和 XZ-50 对磷酸盐矿物的捕收能力比油酸钠更弱.

图 1 是用油酸钠作捕收剂的浮选试验结果. 可以看出, 只有当油酸钠用量较小时, 浮选才具有选择性, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位较高. 随着油酸钠用量增大, 精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位降低, 浮选的选择性变差, 选矿效率降低. 但油酸钠用量小, 精矿中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率较低(79.46%).

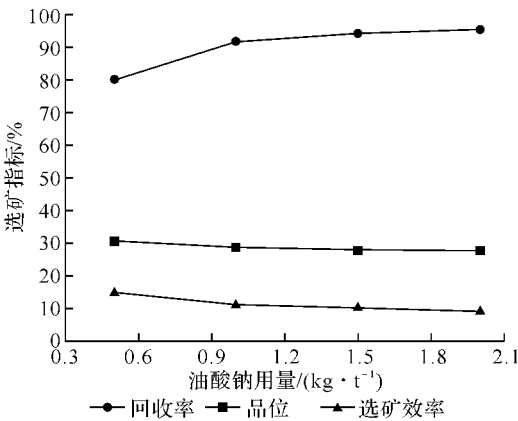


图 1 油酸钠浮选试验结果

Fig. 1 Flotation results of sodium oleic acid  
为此, 经大量试验探索, 研究开发了一种新的

复配型捕收剂 QW-20. 由于 QW-20 中脂肪酸组分含量降低, 加之混合药剂具有协同作用的优势, 其浮选的选择性明显提高.

图 2 是用 QW-20 浮选的试验结果, 可以看出, 随着 QW-20 用量增大, 精矿中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率随之提高, 而 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位在 31% 左右变化不大, 因此总体上选矿效率随之提高.

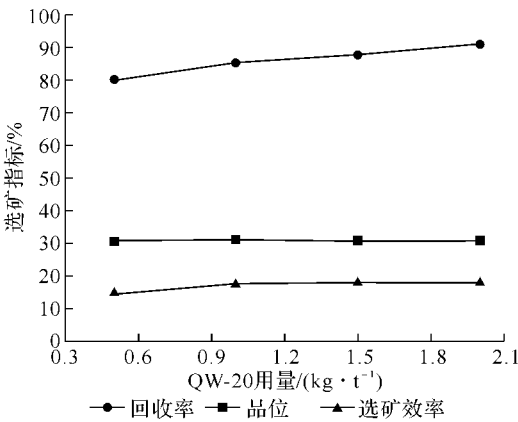


图 2 QW-20 浮选试验结果

Fig. 2 Flotation results of QW-20

2.2 反浮选捕收剂比较

反浮选石英常用的捕收剂是胺类阳离子捕收剂. 用十二胺和多胺捕收剂 GE-609 浮选脱硅, 所得试验结果列于表 3.

试验表明, 无论是药剂用量还是选矿效率方面, 多胺浮选脱硅效果都明显优于十二胺. 但与正浮选试验结果相比, 用胺类捕收剂反浮选脱硅的效果相对较差, 而且泡沫发粘不易控制. 究其原因可能有二方面: 一是胺类捕收剂对矿泥比较敏感, 而本试验矿样适宜的磨矿粒度为 -0.074 mm 占 91%, 含泥量较高; 二是磷矿风化过程中硅质矿物受钙镁离子的污染, 表面生成钙镁硅酸盐矿物层, 使其表面电性发生变化, 从而影响其与胺类捕收剂的静电交互作用.

为了探讨用对磷酸盐矿物捕收能力较弱的阴离子捕收剂反浮选脱硅的可能性, 用少量磷酸酯淀粉作磷酸盐矿物的抑制剂, 用 CaCl<sub>2</sub> 作硅质矿物的活化剂, 在中性介质条件下进行了 YZ-50 和 XZ-50 反浮选脱硅试验, 所得结果如图 3 所示.

从图 3 可以看出, 添加适量的 Ca<sup>2+</sup> 可以起到活化硅质矿物浮选的作用, 但过量的 Ca<sup>2+</sup> 会与捕收剂作用形成钙盐沉淀, 降低选矿效率. 与用胺类

阳离子捕收剂浮选相比,虽然  $\text{Ca}^{2+}$  活化能增大硅质矿物的可浮性,磷酸酯淀粉对磷酸盐矿物有一

定的抑制剂作用,但它们的可浮性差异仍不足以用阴离子捕收剂进行反浮选分离。

表 3 胺类捕收剂反浮选脱硅试验结果

Table 3 Reverse flotation results of amine collectors for desilication

药剂及用量	产品	产率/%	品位/%	回收率/%	选矿效率/%
十二胺 $0.5 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$	精矿	62.61	26.98	68.61	6.00
	尾矿	37.39	20.66	31.39	
	合计	100.00	24.62	100.00	
GE-6 09 $0.4 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$	精矿	55.18	28.40	64.58	9.40
	尾矿	44.82	19.17	35.42	
	合计	100.00	24.26	100.00	

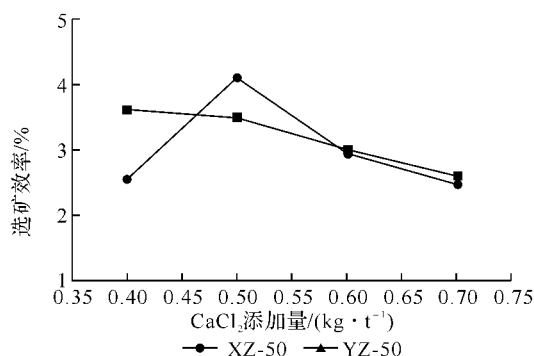


图 3 阴离子捕收剂反浮选脱硅试验结果

Fig. 3 Reverse flotation results of anionic collectors for desilication

### 3 结 语

a. 对于硅质矿物受钙离子污染活化的细粒含硅磷矿,由于磷酸盐矿物与硅质矿物的可浮性差异较小,加之细粒矿物表面活性大,磷酸盐与硅质矿物容易相互混杂,因此浮选分离的难度较大。

b. 采用阳离子捕收剂反浮选脱硅,多胺捕收剂要比十二胺效果好,但矿泥的存在以及钙镁离子对硅质矿物的污染作用,会恶化胺类捕收剂浮选脱硅的效果。

c. 采用  $\text{Ca}^{2+}$  离子活化硅质矿物和磷酸酯淀粉抑制磷酸盐矿物的方法,虽然可以调整硅质矿物和磷酸盐矿物的可浮性,但它们的可浮性差不足以用阴离子捕收剂进行反浮选脱硅。

d. 用脂肪酸类捕收剂浮选磷酸盐矿物的选择性是随着捕收剂浓度降低而增加的。通过对脂肪酸进行复配改性,降低捕收剂中脂肪酸组分的含量,并利用混合药剂的协同作用,可以明显改善捕收剂浮选磷酸盐矿物的选择性,提高正浮选脱硅的选矿效率。

### 参考文献:

- [1] Gruber G, Somasundaran P. Understanding the basics of anionic conditioning in phosphate flotation[J]. FIPR Publication, 1996, 2(9): 121.
- [2] Peng F, Gu Z. Processing Florida dolomitic phosphate pebble in a double reverse fine floatation process[J]. Minerals & Metallurgical Processing, 2005, 22(1): 23-30.
- [3] 王灿霞. pH 对胺类捕收剂反浮选脱硅的影响[J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(2): 53-57.
- [4] Brown SC, Rabinovich YI, Moudgil BM. Calcium activation of silica surfaces with sodium oleate collector[J]. Minerals & Metallurgical Processing, 2004, 21(3): 164-168.
- [5] 张泽强. 酸性水玻璃在磷矿浮选中的作用[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2003, 32(2): 39-41.
- [6] Lu Y, Drelich J, Miller JD. Wetting of francolite and quartz and its significance in the flotation of phosphate rock[J]. Minerals Engineering, 1997, 10(11): 1219-1231.
- [7] Zhang F, Yu Y, Bogan M. Challenging the "Crago" double float process II. Amine-fatty acid flotation of siliceous phosphates[J]. Minerals Engineering, 1997, 10(9): 983-994.
- [8] Peng F, Gu Z. Processing Florida dolomitic phosphate pebble in a double reverse fine floatation process[J]. Minerals & Metallurgical Processing, 2005, 22(1): 23-30.
- [9] Vieira AM, Peres EC. The effect of amine type, pH, and size range in the flotation of quartz[J]. Minerals Engineering, 2007, 20(10): 1008-1013.
- [10] Ityokumbul MT, Brooks G, Yensco M, et al. Pilot-plant evaluation of amine flotation of rougher phosphate concentrate in a column cell[J]. Minerals & Metallurgical Processing, 2003, 20(1): 52-56.

(下转第 60 页)