

文章编号:1674-2869(2014)01-0038-04

# 浮选柱反浮选胶磷矿的影响因素

张泽强<sup>1</sup>,李智力<sup>1</sup>,黄伟<sup>1</sup>,李冬莲<sup>1</sup>,池汝安<sup>2</sup>

(1. 武汉工程大学环境与城市建设学院,湖北 武汉 430074;

2. 武汉工程大学化工与制药学院,湖北 武汉 430074)

**摘要:**浮选柱是一种高效的细粒物料分选设备,但应用于胶磷矿浮选仍然受诸多因素制约.为考查浮选柱结构特征、工作参数和操作条件等因素对其分选效果的影响,采用试验室浮选柱对贵州瓮安磷矿进行了单一反浮选试验,重点研究了矿浆浓度、药剂用量、筛板充填方式和充气量对浮选柱反浮选效果的影响.结果表明,在磨矿细度为-0.074 mm 占 88%、矿浆浓度为 25%(质量分数)、油酸钠用量为 1.8 kg/t、硫酸用量为 5 kg/t 和充气量为 400 L/h 时,反浮选的分选效果较好.由于浮选柱可以通过充填筛板来改善其分选环境,因此在较优条件下,其分选效率比用浮选机时高 1.57%.

**关键词:**浮选柱;胶磷矿;反浮选;筛板充填

**中图分类号:**TD923

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2014.01.008

## 0 引言

中国磷矿资源虽然居世界前列,但大多属中低品位难选胶磷矿.随着易选和高品位磷矿资源的日益枯竭,采用浮选来富集处理中低品位难选胶磷矿,已成为磷矿资源开发利用的一条重要途径,全世界有一半以上的磷精矿都是采用浮选获得的<sup>[1]</sup>.胶磷矿浮选具有以下特点:一是含磷矿物呈“胶状”非晶质细粒集合体与杂质矿物紧密共生,磨矿细度要很细才能使它们单体解离,细粒矿物质量小、动量低,浮选过程难以与气泡发生有效碰撞;二是胶磷矿浮选均采用脂肪酸类捕收剂,这类药剂溶解分散性差,与矿物的作用速度慢.表现在实际生产过程中,就是磷矿浮选泡沫矿化速度慢,浮选时间长,中矿返回量大<sup>[2]</sup>.为此既要求浮选机的充气量不能大、转速要低、有较好的静态分选环境,又要求矿浆中小气泡要多、三相分散性能要好,中矿返回输送能力要强,因此采用常规的浮选机往往难以同时满足这些要求,研究开发与磷矿浮选工艺相配套的专属性浮选设备,一直是提

高磷矿浮选效率的一个重要课题<sup>[3]</sup>.浮选柱具有结构简单、占地面积小、投资成本低、建设周期短等优点,尤其是容易产生细粒物料浮选所需的微泡,增大气泡的表面积,进而提高气泡与目的矿物的碰撞机率,同时还可以创造更好的静态分选环境和一定厚度的浮选泡沫清洗层,降低矿粒相互粘附团聚对分选精度的影响,在处理细物料方面具有比较大的发展空间<sup>[4-7]</sup>.本文通过对浮选柱反浮选胶磷矿的实验室试验,研究浮选柱结构特征、工作参数和操作条件等因素对其浮选效果的影响,探讨浮选柱在胶磷矿浮选中的应用前景.

## 1 实验部分

### 1.1 试验矿样

试验矿样取自贵州瓮安磷矿,该磷矿属海相沉积磷块岩,含磷矿物主要为非晶质碳氟磷灰石、纤维状集晶碳氟磷灰石、粒状晶磷灰石及微晶碳氟磷灰石,杂质矿物主要为白云石,其次是石英、水云母、绢云母、高岭土、海绿石、黄铁矿、铁质物和泥质物<sup>[8]</sup>.矿样多元化学分析结果见表1.

表1 原矿多元化学分析结果

Table 1 Chemical analysis of raw ore

									%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	CO <sub>2</sub>	酸不溶物	烧失量
23.15	5.21	39.22	16.17	4.65	1.17	0.74	5.88	17.03	11.51

收稿日期:2014-01-03

**基金项目:**“973”预研项目(2011CB411901);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:**张泽强(1961-),男,湖南湘潭人,教授,博士.研究方向:矿物加工.

1.2 试验装置

试验所用浮选柱系用有机玻璃自制而成,规格为Φ60 mm×1 200 mm. 矿浆经Φ200 mm×350 mm的搅拌桶调浆后,从距浮选柱顶部 300 mm 的给矿口给入,浮选所需的微泡由微孔橡胶膜充气发泡器产生,整个装置的示意图见图 1.

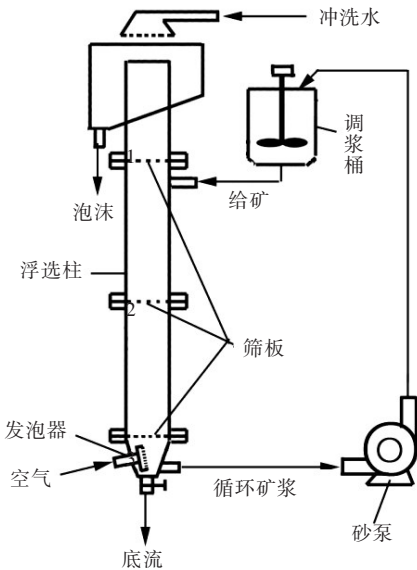


图1 浮选柱实验装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of flotation column

1.3 试验方法

每次试验将 1 500 g 矿样磨至 0.074 mm 以下物料占 88%, 然后给入搅拌桶加水制成一定浓度的矿浆, 再依次加入硫酸和油酸钠, 搅拌调浆 3 min 后自流给入浮选柱进行浮选. 为便于控制浮选柱内的矿浆液面高度, 由浮选柱底部引出部分中矿作为循环矿浆, 通过砂泵输送到搅拌桶, 再给入浮选柱进行循环浮选. 浮选流程为反浮选一次粗选. 通过比较浮选的综合选矿效率(回收率与产率之差), 来评价不同因素对浮选效果的影响.

2 结果与讨论

影响浮选柱选别指标的因素很多, 包括矿石性质、磨矿细度、矿浆浓度、药剂制度、柱体结构特征和工作参数等. 本文针对瓮安磷矿的矿石性质, 在用实验室挂槽浮选机进行探索试验, 初步确定适宜的磨矿细度(−0.074 mm 粒级占 88%)和药剂制度基础上, 结合试验用浮选柱的特点和条件, 重点研究矿浆浓度、药剂用量、筛板充填方式和充气量对浮选柱选别指标的影响, 并与用浮选机的试验结果进行对比.

2.1 矿浆浓度的影响

浮选过程中矿浆浓度不仅会影响精矿品位与

回收率, 而且会影响药剂与水电消耗. 为探索矿浆浓度对浮选柱选别效果的影响规律, 在不充填筛板的条件下, 用不同浓度的矿浆进行浮选试验, 所得结果如图 2.

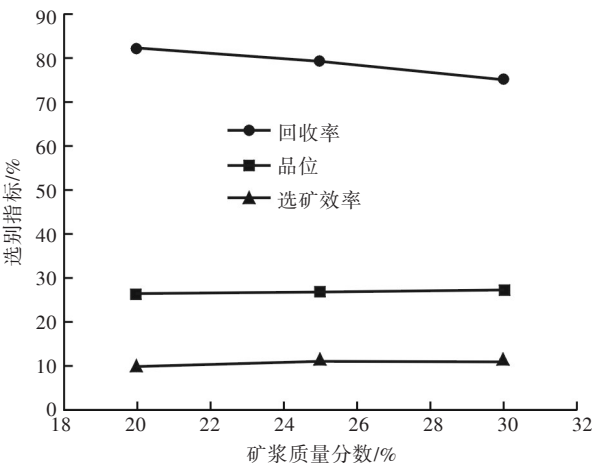


图2 矿浆浓度对分选指标的影响

Fig.2 Effect of pulp density on separating results

从试验结果可以看出, 随着矿浆浓度(质量分数, 下同)提高, 磷精矿  $P_2O_5$  品位逐步提高, 但回收率随之降低. 综合而言, 在矿浆浓度为 25% 时, 浮选选矿效率更高, 选别效果更好. 这与用浮选机进行浮选试验的结果是一致的.

2.2 药剂用量的影响

本试验采用油酸钠作捕收剂, 硫酸作抑制剂和 pH 调整剂, 通过反浮选白云石来富集含磷矿物. 不同捕收剂和抑制剂用量的浮选试验结果分别见图 3 和图 4.

试验结果表明, 药剂用量对浮选柱选别指标的影响规律与用浮选机的基本相同: 即随着油酸钠用量增大, 磷精矿  $P_2O_5$  品位先增后减, 回收率逐渐降低, 在油酸钠用量为 1.8 kg/t 时, 浮选效果较好; 随着硫酸用量增大, 磷精矿  $P_2O_5$  品位和回

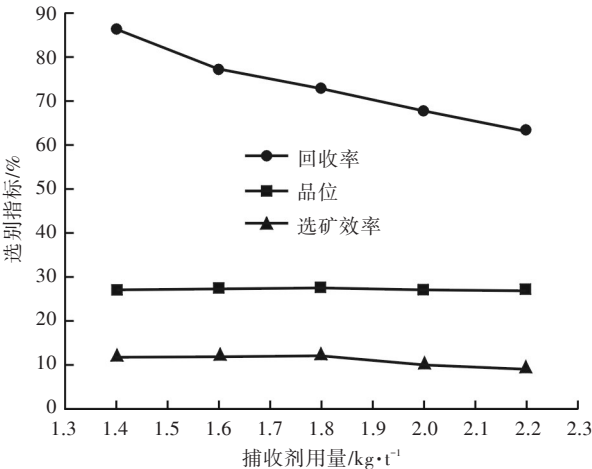


图3 捕收剂用量对分选指标的影响

Fig.3 Effect of collector dosage on separating results

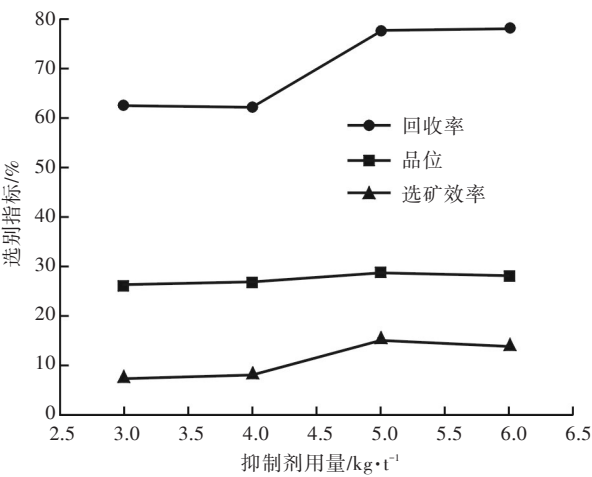


图 4 抑制剂用量对分选指标的影响

Fig.4 Effect of depressat dosage on separating results

收率逐渐提高,但硫酸用量达到 5 kg/t 后,选矿效率提高不再明显.

2.3 筛板充填方式的影响

筛板充填是浮选柱最常用的充填方式之一,它可以起到控制矿浆流态、防止气泡兼并与返混、强化气泡的弥散和增大浮选过程气液固三相接触面积的作用. 试验考查了在浮选柱下部、中部和上部充填筛板(如图 1)对磷矿浮选效果的影响,所得试验结果列于表 2. 从表 2 看出,当采用上、下部充填方式时,选矿效率最高,达 15.08%. 可能原因是在浮选柱底部和上部充填筛板,分别将柱体分为上部的泡沫区、中部的分选区和下部的底流区三个部分,分选效果比较好.

表 2 筛板充填方式对分选指标的影响

Table 2 Effect of screen packingmode on separating results

充填方式	磷精矿 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 品位/%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 回收率/%	选矿效率/%
上部充填	28.15	75.96	13.66
中部充填	27.66	73.08	12.08
下部充填	28.33	75.16	13.95
上、中、下部充填	28.01	72.85	12.80
上、中部充填	27.80	73.14	12.39
中、下部充填	28.19	71.29	12.90
上、下部充填	28.70	77.48	15.08

2.4 充气量的影响

气泡是矿物浮选分离的载体. 充气量大,输入矿浆的气泡多,气泡与矿物碰撞矿化机率大,浮选速度快,分选效果好. 但充气量过大,会破坏稳态分选环境,容易造成泡沫产品夹杂,并产生液面翻花现象,妨碍矿化泡沫层的形成. 图 5 是充气量对分选效果影响的试验结果,从图中可以看出:充气量小时,反浮选速率较慢,虽然有利于提高磷精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率,但因精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位不高,选矿效率较低;随着充气量增大,选矿效率逐渐提高,充气量达到 400 L/h 时浮选效果较好;之后,随着充气量增大,浮选效果反而变差.

2.5 反浮选对比试验

分别用浮选柱与挂槽浮选机在各自优化条件下进行反浮选对比试验,所得有代表性试验结果

见表 3. 试验表明,由于浮选柱可以创造更好的浮选环境,其浮选效果要比用挂槽浮选机的更好.

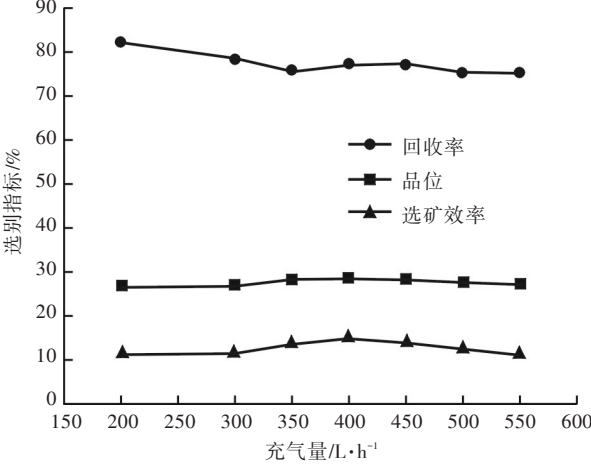


图 5 充气量对分选指标的影响

Fig.5 Effect of aeration quantity on separating results

表 3 反浮选对比试验结果

Table 3 Comparative test results of reverse flotation

设备	产品	产率/%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 品位/%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 回收率/%	选矿效率/%
浮选柱	精矿	61.19	30.07	79.69	18.51
	尾矿	38.81	12.08	20.31	
浮选机	精矿	58.40	29.62	75.34	16.94
	尾矿	41.60	13.60	24.66	

3 结 语

- a. 采用浮选柱反浮选胶磷矿,磨矿细度、矿浆浓度和药剂制度对分选效果的影响规律,与用浮选机浮选是一致的,在磨矿细度为-0.074 mm 占88%、矿浆浓度为25%、油酸钠用量为1.8 kg/t、硫酸用量为5 kg/t时,分选效果较好。
- b. 通过在浮选柱中充填筛板,可以达到控制矿浆流态和改善分选环境的目的,尤其是在浮选柱下部和上部充填筛板,分别将柱体分为上部的泡沫区、中部的分选区和下部的底流区三个部分时,分选效果比较好。
- c. 由于浮选柱可以创造更好的浮选环境,其浮选效果要比用挂槽浮选机的更好。

致 谢

本文研究工作得到国家“973”预研项目(2011CB411901)、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)和武汉工程大学科学研究基金项目(13115043)的资助,武汉博惠科技有限公司在浮选柱装置的制作和改进方面给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

参考文献:

[1] Sis H, Chander S. Reagents used in the flotation of phosphate ores: a critical review [J]. Minerals Engineering, 2003, 16:577-585.

[2] 韦蕊. KYF/XCF-50型浮选机在海口磷矿浮选厂的适

应性[J]. 化工矿物与加工, 2012(8):16-17.

WEI Rui. Adaptability of KYF/XCF-50 flotation machine in flotation plant of haikou phosphate mine [J]. Industrlal Minerals and Processing, 2012 (8) : 16-17. (in Chinese)

[3] 郑居然. 几种浮选机对胶磷矿直接浮选工艺的适应性[J]. 化工矿物与加工, 2003(5):17-20.

ZHENG Ju-ran. A daptability of flotation machines used to direct flotation process of phosphate rock [J]. Industrlal Minerals and Processing, 2003 (5) : 17- 20. (in Chinese)

[4] Oliveira M S, Queiroz G M, Guimarães R C, et al. Selectivity in phosphate column flotation [J]. Minerals Engineering, 2007, 20:197-199.

[5] ABDEL-KHALEK N A, HASSA N F, ARAFA M A. Separation of valuable fine phosphate particles from their slimes by column flotation [J]. Separation Science and Technology, 2000, 35(7):1077-1086.

[6] Salah Al-Thyabat. Column flotation of non-slimed jordanian siliceous phosphate [J]. Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences, 2010, 3 (1) : 17- 24.

[7] Nagui A ABDEL-KHALEK. Factorial design for column flotation of phosphate wastes [J]. Physicochemical Problems of Mineral Processing, 2000, 34:35-45.

[8] 密文天,范昱. 贵州瓮安磷矿岩石学及沉积序列研究 [J]. 中国矿业, 2012, 21(2):51-54.

MI Wen-tian, FAN Yu. Research on petrology and sedimentary sequences of phosphorites in Weng' an, Guizhou [J]. China Mining Magazing, 2012.21 (2) : 51-54. (in Chinese)

Factors affecting column reverse flotation of collophanite

ZHANG Ze-qiang<sup>1</sup>, LI Zhi-li<sup>1</sup>, HUANG Wei<sup>1</sup>, LI Dong-lian<sup>1</sup>, CHI Ru-an<sup>2</sup>

(1.School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;  
2. School of Chemical Engineering & Pharmacy, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Flotation column is a kind of highly efficient equipment for fine material separation, but its use in collophanite flotation is still restricted by many factors. To investigate the influences of flotation column structure characteristics, working parameters and operation conditions on the separation, single reverse flotation tests of Guizhou Wengan phosphate ore were carried out in a laboratory flotation column, in which the effects of pulp density, reagent dosage, screen packingmode and aeration quantity on the column reverse flotation were mainly studied. The results show that good reverse flotation results are achieved at the condition of -0.074 mm 88% grinding fineness, 25% pulp density, 1.8 kg/t sodium oleate dosage, 5 kg/t sulfuric acid dosage and 400 L/h aeration quantity. The flotation column can improve the separation environment by packing screen, and its separation efficiency is 1.57% higher than that of flotation machine.

**Key words:** flotation column; collophane ore; reverse flotation; screen packing

本文编辑:龚晓宁