

# 王集 Ph1 层胶磷矿单一反浮选实验研究及工业化应用

刘亭, 何新建, 安平, 时承东

(湖北大峪口化工有限责任公司, 湖北 荆门 431911)

**摘要:** 王集 Ph1 层胶磷矿原浮选工艺是正反浮选, 在生产实践中存在最终尾矿品位偏高, 产率和回收率偏低的问题。本文通过实验研究、工艺改造, 将原正反浮选工艺改为单一反浮选工艺, 生产工艺指标得到改善, 回收率提高了 9.78 个百分点。

**关键词:** 胶磷矿; 反浮选; 工业化

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.02.010

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2022) 02-0057-04

磷矿作为不可再生的矿产资源, 在国民经济和社会发展中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。我国磷矿资源丰富, 但是富矿少, 大部分为中低品位微细粒嵌布磷块岩, 又称胶磷矿, 必须通过分选富集后才能满足湿法磷酸工艺生产要求<sup>[2-5]</sup>。因此, 合理开发利用低品位胶磷矿已成为促进我国磷化工产业可持续发展的必要途径。王集 Ph1 层胶磷矿浮选工艺是正反浮选, 在生产过程中一直存在尾矿品位偏高的问题, 这直接导致了精矿产率和回收率偏低<sup>[6]</sup>。为此, 本实践通过实验室研究、工艺改造, 采用单一反浮选工艺代替正反浮选工艺, 不但缩短了流程, 减少了生产成本, 而且磷精矿回收率

由原来的 79.51% 提高到 89.29%。

## 1 原矿

实验矿样取自王集 Ph1 层胶磷矿, 矿物中以均质胶磷矿为主, 微晶碳磷灰石和氟磷灰石次之, 脉石矿物以白云石、石英和黏土矿物为主, 其次有长石、云母、碳酸盐矿物。碳酸盐类脉石矿物为白云石、方解石、多呈细粒状集合体和脉状组成的白云条带, 有的呈不规则集合体散布于胶磷矿集合体中, 选矿难度较大。矿物多元素分析结果见表 1。

表 1 矿物多元素分析结果 /%

Table 1 Analysis results of mineral multi-elements

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	A-I	I-L	F
22.74	4.48	1.27	1.52	42.11	9.74	15.47	2.03

## 2 实验室实验

研究人员尝试采用单一反浮选工艺选别该胶磷矿, 实验流程见图 1, 数质量流程图见图 2, 实验结果见表 2。

表 2 结果表明, 经过一次粗选、一次扫选反浮选脱镁闭路流程后, 能获得精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量 30.66%、回收率 87.63%、MgO 含量 0.42% 的指标, 初步判断采用单一反浮选工艺流程是可行的。

## 3 工业化实验

实验室实验完成后, 研究人员对一套浮选系统进行了改造, 将正反浮选流程改为单一反浮选流程, 并组织工业化实验。磨矿和浮选工艺调试稳定运行后, 开始取 72 h 流程样后, 每小时取一次原矿样、精矿样 (即反浮选粗选精矿)、尾矿样, 共计 72 h, 分别合并为 72 h 的样品, 经称重、烘干、缩分、制样后送化验室化验分析。其多元素分析结果见表 3。

收稿日期: 2020-04-23; 改回日期: 2020-11-07

作者简介: 刘亭 (1988-), 男, 工程师, 从事胶磷矿选矿技术研究工作。

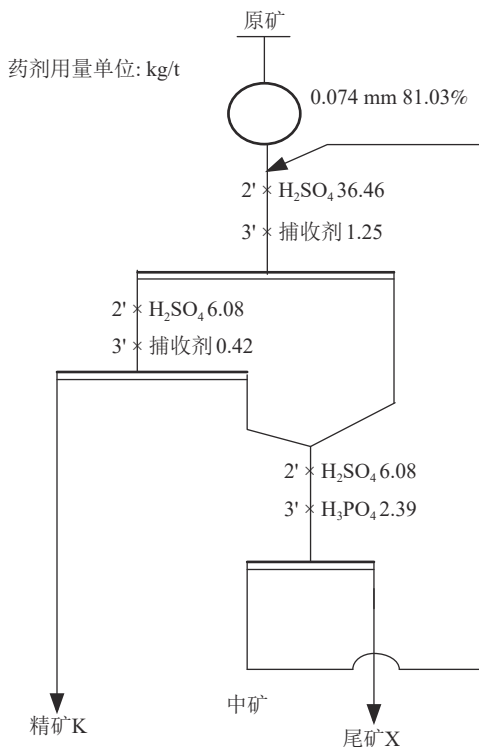


图 1 闭路实验流程  
Fig.1 Flow chart of closed circuit test

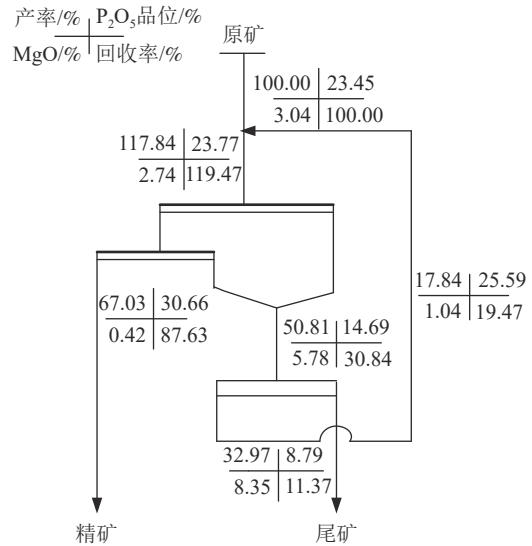


图 2 数质量流程  
Fig.2 Flow chart of digital quality

表 2 实验室实验结果  
Table 2 Results of laboratory test

产物名称	产率/%	品位/%		回收率/%
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	
精矿	67.03	30.66	0.42	87.63
尾矿	32.97	8.79	8.35	11.37
中矿	17.84	25.59	1.04	19.47

根据 72 h 流程样实验结果，计算各个作业产

品的产率及回收率，数质量流程见图 3：

表 3 产品多元素化学分析结果 /%

Table 3 Multi-element chemical analysis results of products

名称	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	A-I	I-L	F
原矿	22.74	4.48	1.27	1.52	42.11	9.74	15.47	2.03
精矿	29.57	1.12	1.36	1.63	44.73	11.44	5.83	2.64
尾矿	8.38	11.7	1.13	1.05	35.61	8.72	27.59	0.84

经一次粗选、一次扫选单一反浮选作业后，在原矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 22.73%，MgO 含量 4.39%，矿浆细度均值为 90.50% (-0.074 mm) 条件下，可获得精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 29.13%、回收率 89.30%，MgO 含量 1.15% 的选矿指标。工业实验结果表明，改造后的浮选工艺流程是可行的、有效的。

由表 4、5 知，优化为单一反浮选工艺后，其精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位比正反浮选工艺的降低了 0.75%，精矿 MgO 品位比优化前的升高 0.07%，仍满足磷酸二铵生产所需的湿法磷酸要求的磷精矿工艺指标 (即精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 ≥ 29.00%、MgO < 1.2%)。优化后的浮选工艺流程精矿 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率比优化前的浮选工艺流程提高约 9.79%。

## 4 工艺对比

### 4.4 药剂成本对比

### 4.1 正反浮选工艺

正反浮选工艺流程和药剂制度见图 4。

根据 72 h 流程样分析结果，正反浮选和单一反浮选工艺的精矿药剂单耗量及成本见表 6。

### 4.2 单一反浮选工艺

单一反浮选工艺流程和药剂制度见图 5。

由表 6 可知，优化为单一反浮选工艺后，吨精矿药剂成本减少 27.10 元。

### 4.3 结果分析

采用优化前的工艺流程 (正反浮选) 与优化后的工艺流程 (单一反浮选) 分别进行了 72 h 流程样取样分析。分析结果见表 4、5。

## 5 小结

(1) 工业实践表明，优化后的单一反浮选工

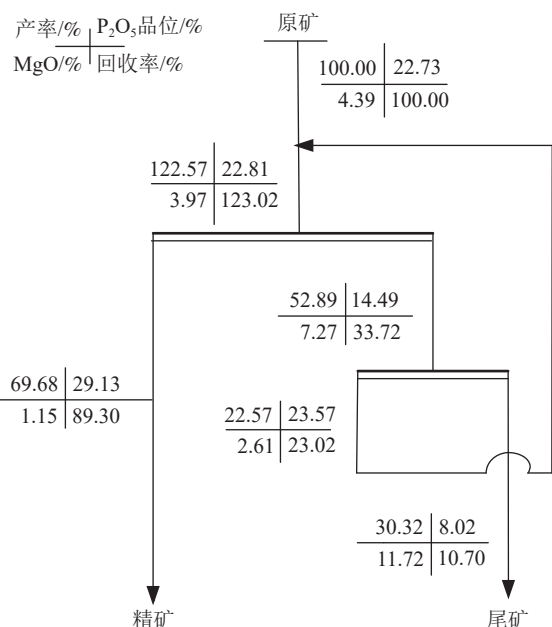


图 3 浮选数量质量流程

Fig.3 Flow chart of flotation quantity and quality

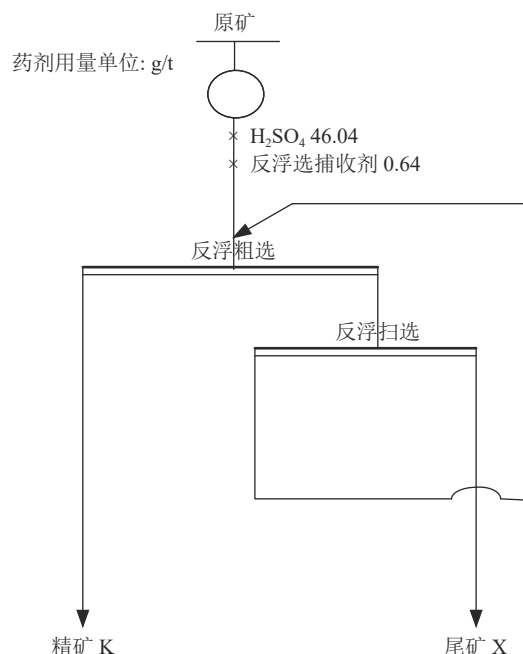


图 5 单一反浮选工艺流程和药剂制度

Fig.5 Single reverse flotation process and reagent system

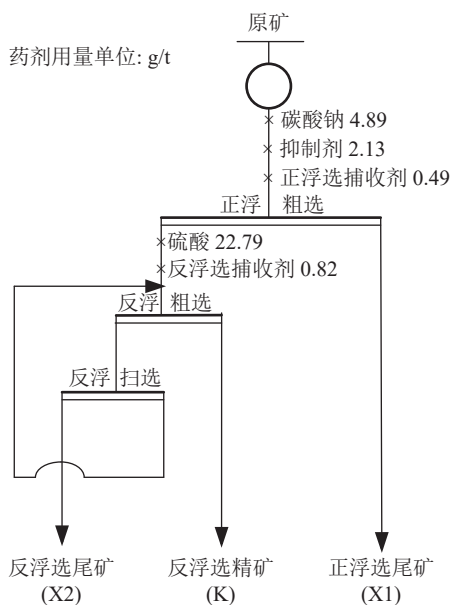


图 4 正反浮选工艺流程和药剂制度

Fig.4 Process flow and reagent system of positive and reverse flotation

艺流程是可行的、有效的；

(2) 优化前的浮选工艺流程长，且精矿泡沫较黏，造成后续作业操作困难，影响最终精矿回收率只能在 79% 左右，优化后的浮选工艺流程缩短，浮选操作简单，精矿回收率可提高至 89% 以上，且药剂消耗减少；

(3) 正反浮选工艺经过多年研究，目前已比较成熟，稳定性较好，对入选矿石的适应性

表 4 正反浮选工艺指标

Table 4 Process indexes of direct-reverse flotation

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>
精矿	59.45	29.88	1.08	79.51
尾矿1	35.16	11.28	5.3	17.75
尾矿2	5.39	11.47	12.75	2.74
原矿	100	22.34	3.18	100

表 5 单一反浮选工艺指标

Table 5 Process index of single reverse flotation

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>
精矿	69.68	29.13	1.15	89.30
尾矿	30.32	8.02	11.72	10.70
原矿	100	22.73	4.39	100

表 6 正反浮选和单一反浮选工艺药剂消耗对比

Table 6 Reagents consumption comparison between reverse flotation and single reverse flotation processes

药剂名称	单价/ (元·kg <sup>-1</sup> )	正反浮选		单一反浮选	
		单耗/ (kg·t <sup>-1</sup> )	成本/ 元	单耗/ (kg·t <sup>-1</sup> )	成本/ 元
碳酸钠	1.33	9.28	12.34	--	--
抑制剂	5	3.65	18.25	--	--
正浮选捕收剂	4	0.94	3.76	--	--
反浮选捕收剂	6.2	1.04	6.45	0.94	5.89
硫酸	0.48	39.00	18.72	68.02	26.53
合计			59.52		32.42

较强, 可根据需要分别获得  $P_2O_5$  品位 30% 和 32% 以上的高质量磷精矿; 单一反浮选流程具有工艺简单, 药剂耗量少, 而且受温度影响小, 选矿成本相对较低等优点, 但其仅能较好地脱除碳酸盐脉石矿物, 难以获得更高质量的磷精矿, 最终采用何种分选工艺可根据生产实际需求灵活选择。

### 参考文献:

[1] 李成秀, 文书明. 我国磷矿选矿现状及其进展[J]. *矿产综合利用*, 2010(2):22-25.

LI C X, WEN S M. Current status and development of phosphate ore processing in China[J]. *Comprehensive Utilization of Mineral Resources*, 2010(2):22-25.

[2] 王涛, 付磊, 李宁. 某硅钙质胶磷矿正反浮选试验研究[J]. *矿产综合利用*, 2020(2):91-95.

WANG T, FU L, LI N. Study on direct-reverse flotation of a silica calcinate phosphate ore[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2020(2):91-95.

[3] 赵辉, 刘志红. 贵州某硅-钙质胶磷矿双反浮选试验研

究[J]. *矿冶工程*, 2017, 37(2):57-59.

ZHAO H, LIU Z H. Experimental study on double reverse flotation of a silica-calcareous collophanite in Guizhou[J]. *Mining and Metallurgy Engineering*, 2017, 37(2):57-59.

[4] 吴中贤, 姜效军, 陶东平. 新型胶磷矿反浮选脱硅阳离子捕收剂试验研究[J]. *矿产综合利用*, 2020(5):115-119.

WU Z X, JIANG X J, TAO D P. Experimental study on a novel cationic collector for reverse flotation of collophane for silica removal[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2020(5):115-119.

[5] 陈彰瑞. 湖北省磷块岩矿床原矿石的工艺矿相特征[J]. *化工矿山技术*, 1991, 20(2):20-23.

CHEN Z R. Characteristics of process mineral facies of the original ore of phosphorite block deposit in Hubei Province[J]. *Chemical Mine Technology*, 1991, 20(2):20-23.

[6] 何新建, 傅克文, 孙立田. 王集 Ph1 层胶磷矿正反浮选工艺优化的工业试验研究[J]. *有色金属 (选矿部分)*, 2016(5):59-60.

HE X J, FU K W, SUN L T. Study on the flotation process optimization of Ph1 layer collophanite[J]. *Nonferrous Metals (Mineral Processing Section)*, 2016(5):59-60.

## Experimental Study and Industrial Application of Single Reverse Flotation of Wangji Collophanite (Ph1)

Liu Ting, He Xinjian, An Ping, Shi Chengdong

(Hubei Dayukou Chemical Co., Ltd., Jingmen, Hubei, China)

**Abstract:** The former flotation process of Wangji Collophanite (Ph1) is direct-reverse flotation processes. In the production practice, there are some problems such as high grade of final tailings, low yield and recovery rate. In this paper, through test research and technological transformation, the original direct-reverse flotation processes was changed into single reverse flotation process, and the production process index was improved, the recovery was improved by 9.78 percentages.

**Keywords:** Collophanite; Reverse flotation; Industrialization