

# 宜昌矿区条带状磷块岩选矿技术研究与实践

黄启生,李宇新

(宜化集团矿业有限责任公司,湖北 宜昌 443000)

**摘 要:**简述宜昌矿区磷矿资源状况及特性,阐述应用重介质选矿技术对宜昌下磷层条带状磷块岩选矿技术研究及生产实践成果,应用重浮联选对宜昌中磷层磷块岩选矿技术研究及生产实践成果。

**关键词:**宜昌;磷块岩;选矿;实践

**中图分类号:**TD922

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.02.016

## 0 引 言

宜昌矿区是我国较大的磷矿资源聚集地,总磷矿储量达 9.5 亿吨左右。宜昌磷矿含磷岩系产生于震旦系上统陡山沱组<sup>[1]</sup>,属海相化学沉积磷块岩矿床,为沉积型磷矿石;共有 Ph1、Ph2、Ph3 三个含磷层,开采的主要工业矿层为下磷层( $\text{Ph}_1^3$ )和中磷层( $\text{Ph}_2^2$ )。下磷层与围岩分界明显,顶板为稳固的白云岩,底板为泥质页岩,矿石与废石比重差大,适合分采和重选,如殷家坪、店子坪、殷家沟、九女、桃坪河、神农矿、花果树、樟村坪、柳树沟等。宜昌西北部多为中磷层矿石,其成矿特点是矿层与围岩分界不明显,顶板和底板均为白云岩,矿石与废石比重差很小,白云质夹石含镁等中害成份较高,如杉树垭、董家河、江家墩、黑良山等矿区。

## 1 宜昌矿区磷矿特性

矿石工业类型主要为硅钙质磷矿,俗称“胶磷矿”,主要工业矿物为磷酸盐类矿物(碳氟磷灰石),主要脉石矿物有碳酸盐类矿物(白云石,方解石)、石英—长石—粘土类矿物(水云母,高岭石、钾长石,钠长石、石英,玉髓)、铁—碳质矿矿物(黄铁矿、褐铁矿、碳质)。按磷块岩的组构特征将其划分为四种自然类型:**a.** 泥硅质条带状磷块岩;**b.** 白云质条带状磷块岩;**c.** 白云质砂屑磷块岩;**d.** 含磷白云岩。四种矿石自然类型在矿层中自上而下分别为:上贫矿以白云质条带状磷块岩为主,其次为白云质砂屑磷块岩;中富矿有泥硅质条带状磷块岩和白云质条带状磷块岩两种;下贫矿以含碳的泥硅质条带状磷块岩为主,其次是含磷白云岩。由于磷块岩中物质组分在空间上呈现出分

布不均匀性,磷酸盐矿物与脉石矿物呈条带状、纹层状相间分布。磷块岩条带和脉石条带较宽,磷块岩与脉石条带之间硬度差别大,接合面不紧密,易解离,将矿石破碎到一定粒度时,可实现磷块岩条带的单体解离。

## 2 宜昌条带状磷块岩选矿技术研究与实践

### 2.1 宜昌下磷层条带状磷块岩选矿技术研究

下磷层原矿平均品位  $\text{P}_2\text{O}_5$  23% 左右<sup>[2]</sup>。上贫矿  $\text{Ph}_1^3-3$  主要是钙镁质磷矿,矿层平均厚度 0.75 m,平均品位  $\text{P}_2\text{O}_5$  20% 左右;中富矿  $\text{Ph}_1^3-2$  为泥硅质磷矿和钙镁质磷矿两种,矿层平均厚度 1.5 m,平均品位  $\text{P}_2\text{O}_5$  33% 左右;下贫矿  $\text{Ph}_1^3-1$  以含碳的泥硅质磷矿为主,矿石质量差,矿层平均厚度 1.4 m,平均品位  $\text{P}_2\text{O}_5$  16% 左右。矿体薄一般在 0~4 m,层状产出,水平或缓倾斜赋存。

表 1 矿石特征表

Table 1 Mineral features

矿区名称 (全层矿)	硬度	体重/ ( $\text{t}/\text{m}^3$ )	松散系数	安息角/度	湿度/%
店子坪	11~12	2.92	1.4	38~40	1.2
花果树	8~11	2.92	1.4	38~40	0.53

表 2 矿石各矿层相对密度比较

Table 2 The relative density contrast of mineral layers

矿区名称 (全层矿)	上贫矿	中富矿	下贫矿	平均	顶板	底板
店子坪	2.83	2.97	2.93	2.92	2.85	2.6
花果树	2.82	2.99	2.81	2.92	2.83	2.67

针对宜昌磷矿殷家坪、店子坪、树空坪等矿区下磷层矿的特性<sup>[3]</sup>,宜化矿业花果树选矿厂采用粗、中和细三段一闭路破碎,一级筛分和一段重介

质选矿流程,精矿、中矿和尾矿经过弧形筛一次脱介和洗矿筛二次脱介后成为最终产品;筛下物经过磁选机回收介质,矿泥通过浓缩、过滤得到清水和滤饼;细粒度精矿泥通过沉淀得到精矿砂,清水循环利用。

表 3 原矿化学成分分析

Table 3 Chemical multi-analysis results of crude ore %

元素	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
质量分数	23.20	3.32	33.27	16.76	4.00
元素	Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Mn	CO <sub>2</sub>
质量分数	1.71	0.52	2.72	0.04	8.71
元素	F	Cl	H <sub>2</sub> O	S	酸不溶物
质量分数	1.61	0.05	2.03	0.69	20.80

下磷层磷矿低品位磷矿中磷块岩比重大于 2.93 g/cm<sup>3</sup> 的占 88.28%,大于 2.96 g/cm<sup>3</sup> 的约占 80%,脉石比重小于 2.86 g/cm<sup>3</sup> 的占 99.31%,脉石页岩条带密度(2.75 g/cm<sup>3</sup>),具备重介质选矿所必要的密度差,重介质旋流器容易选别。控制分选密度 2.89 g/cm<sup>3</sup>,分选精度波动范围控制在 0.14 g/cm<sup>3</sup> 以内,密度自动检测和计算机自动控制运行稳定。技术参数控制:分选密度为 2.89 g/cm<sup>3</sup>;控制精度为 0.15 g/cm<sup>3</sup>;入选压力为 2.8 kg/cm<sup>2</sup>。

入选原矿品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>20%,一次重选可获得磷精矿品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>28%左右,产率 64%,尾矿品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>55.5%,综合回收率 90%以上。获得的品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>28%左右、MgO1.5%磷精矿可以直接利用生产磷酸一铵。

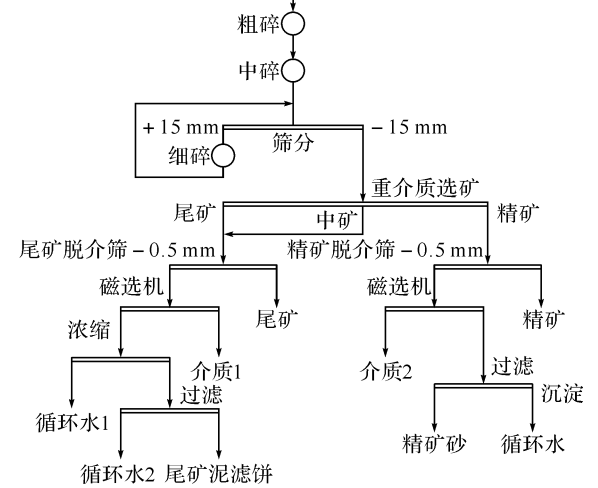


图 1 选矿工艺流程

Fig.1 Figure of the technological process

表 4 精矿、尾矿比重测定

Table 4 The proportion measure of the pure and tailings

产品名称	精矿	尾矿
比重	2.94 g/cm <sup>3</sup>	2.69 g/cm <sup>3</sup>

2.2 宜昌中磷层磷块岩选矿技术研究

宜昌杉树垭、江家墩等中磷层磷矿矿层与围岩分界不明显,顶板和底板均为白云岩,磷块岩条带较宽,磷块岩与脉石条带之间硬度差别大,矿石易碎,接合面不紧密,易解离。磷块岩比重 2.93 g/cm<sup>3</sup>,脉石比重 2.85 g/cm<sup>3</sup>,仅相差 0.08 g/cm<sup>3</sup>,矿石与废石比重差很小,重选不易分离,属于重选特别难选的矿石。控制分选密度 2.89 g/cm<sup>3</sup>,分选精度波动范围控制在 0.08 g/cm<sup>3</sup> 以内,密度自动检测和计算机自动控制难度大,密度分选带夹杂现象严重,重介质选矿效果不十分理想。白云质夹石含镁等有害成份较高,重选磷精矿含镁较高。

针对宜昌磷矿杉树垭、江家墩等中磷层磷矿的特性,宜化矿业采用重浮联选流程。采用粗、中和细三段一闭路破碎,将矿石破碎到 15 mm 以下,预先筛分分级(5 mm)。原矿(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>22%)破碎、筛分分级细颗粒(−5 mm)比例 32%,品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>26%;粗颗粒(5~15 mm)比例 68%,品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>20%;一次重选可获得粗精矿品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>26%左右,产率 60%,尾矿品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>11%,综合回收率 78%。

重选粗精矿与细颗粒(−5 mm)合并进入反浮选。入选原矿(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>22%),通过一次粗选、一次精选、一次扫选可获得磷精矿品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>30%左右,产率 60%,尾矿品位 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>4.8%,重一浮联合选矿的综合回收率达到 90%。

宜化矿业采用重浮联选流程,重选和浮选分散建厂;在矿区就近建立重选厂,粗粒分选抛尾,提高了矿石品位,节约运输成本和后续作业费用;在工业区集中浮选,和下游制酸制肥配套。

表 5 杉树垭原矿化学成分分析

Table 5 Chemical multi-analysis results of crude ore of Sanshuya

元素	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
质量分数	22.20	4.03	47.3	4.8	0.39
元素	Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O		
质量分数	0.65	0.12	0.22		

行稳定,入选原矿品位  $P_2O_5$  20%,一次重选可获得磷精矿品位  $P_2O_5$  28%左右,产率 64%,尾矿品位  $P_2O_5$  55.5%,综合回收率 90%以上.粗粒度尾矿拦渣坝堆存、细粒度尾矿采矿空区充填,尾矿泥过滤干排,选矿用水浓缩、沉淀、过滤、循环使用,实现了洁净环保选矿,总体技术达到国内领先水平.于 2010 年通过了中国化工信息中心的国内外科技查新,结论为“未见其它文献报导,具有新颖性”,通过了中国石油和化学工业联合会的部级鉴定,结论为“项目总体技术达到国际先进水平”,获得 2010 年中国石油和化学工业联合会科技进步二等奖.

宜昌地区通过我矿的示范效应,已经形成 400 多万吨重介质选矿处理能力,其中湖北宜化矿业花果树磷矿选矿厂(120 万吨/年)、宜昌宝石山选矿厂(60 万吨/年)、宜昌新磷选矿厂(60 万吨/年)、宜昌中孚选矿厂(60 万吨/年)、远安禄陵选矿厂(90 万吨/年)、远安祥云选矿厂(60 万吨/年).

4 结 语

下磷层矿低品位矿采用重介质选矿取得了突破性的成功,建议将该技术在同类矿山进行推广和应用.

中磷层磷矿采用重浮联选流程取得较好技术经济指标;建议对杉树垭、江家墩等中磷层磷矿采用重浮联选流程,重选和浮选分散建厂,在矿区就近建立重选厂,采用筛分分级,粗粒分选抛尾,提高矿石品位,节约运输成本和后续作业费用;在工业园区集中浮选,和下游制酸制肥配套.有条件的矿区可考虑全粒度浮选,中低品位全粒度浮选工业化有待进一步研究.

参考文献:

[1] 黄青山.湖北省宜昌花果树磷矿岩矿鉴定报告[R].涿州市:中化地质矿山总局地质研究院,2006.

[2] 陈南华,黄友良.湖北省宜昌花果树磷矿重介质选矿实验室选矿试验研究报告[R].涿州市:中化地质矿山总局地质研究院,2006.

[3] 魏祥松,李宇新,黄启生.湖北省宜昌花果树磷矿重介质选矿生产调试报告[R].涿州市:中化地质矿山总局地质研究院,2009.

(下转第 64 页)

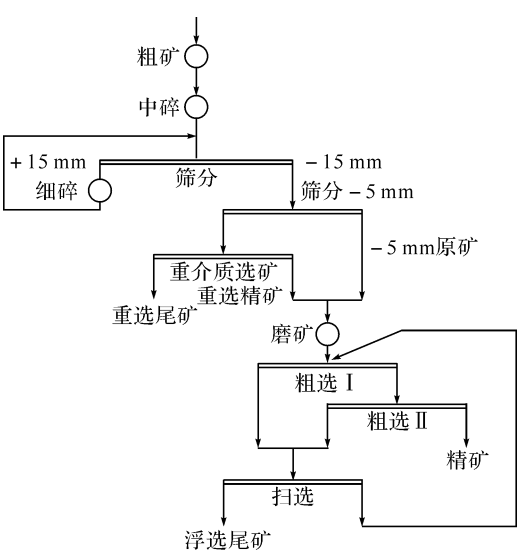


图 2 选矿工艺流程

Fig. 2 Figure of the technological process

表 6 杉树垭原矿筛分组成

Table 6 The screening point of of crude ore in sanshuya

粒级/ mm	产率		品位	
	个别	累计	$P_2O_5$ /%	MgO/%
15~10	35.95	35.95	20.22	4.25
10~5	31.55	67.50	20.56	3.68
5~2	20.36	87.86	24.96	3.19
2~0	12.14	100	26.54	2.89
合计	100		22.05	3.68

表 7 反浮选磷精矿化学成分分析

Table 7 Chemical multi-analysis results of pure phosphoric reverse flotation

元素	$P_2O_5$	MgO	CaO	$SiO_2$	$Al_2O_3$
质量分数	30.52	0.97	48.49	5.15	0.76
元素	$Fe_2O_2$	$Na_2O$	$K_2O$		
质量分数	0.53	0.12	0.14		

表 8 浮选尾矿化学成分分析/%

Table 8 Chemical multi-analysis results of the flotation tailings

元素	$P_2O_5$	MgO	CaO	$SiO_2$	$Al_2O_3$
质量分数	4.85	12.56	46.3	0.67	0.07
元素	$Fe_2O_2$	$Na_2O$	$K_2O$		
质量分数	0.76	0.11	0.06		

3 工业生产效果

宜化矿业花果树磷矿选矿厂对宜昌磷矿殷家坪、店子坪、树空坪等矿区下磷层矿低品位矿采用重介质选矿取得了突破性的成功,工业化生产运