

文章编号:1674-2869(2011)03-0061-04

宜昌低品位磷矿重介质旋流器选矿的应用前景

凌仲惠

(中国寰球工程公司华北规划设计院,河北 涿州 072754)

摘 要:介绍了重介质旋流器分选宜昌低品位磷矿石,根据矿石性质和工艺特征、重介质旋流器选矿系统及工程设计,为充分利用磷矿资源,用重介质旋流器作为一种预选的手段,推荐重介质+反浮选的联合选矿工艺流程。

关键词:重介质旋流器;磷矿;反浮选;联合选矿流程

中图分类号:TD97;TD922⁺.7 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.03.018

0 引 言

宜昌磷矿分布在湖北省宜昌、远安、兴山三县境内。店子坪、树崆坪、丁家河、殷家坪、栗林河等 10 个矿区延长达 70 km,分布面积 300 km²。宜昌磷矿矿石现保有资源储量 20 亿 t,平均地质品位在 P₂O₅ 20%左右。2010 年探明新增磷矿资源储量 10.99 亿 t。

宜昌磷矿按矿石自然类型分为三个分层,即:上贫矿(Ph₁³⁻³),为含白云岩条带状磷块岩;中富矿(Ph₁³⁻²),为致密条带状磷块岩;下贫矿(Ph₁³⁻¹),为含页岩条带状磷块岩。

目前,宜昌地区的采矿能力在 500 万 t/a 左

右,主要以开采高品位和中品位的矿石为主,低品位的矿石未得到充分和有效利用。

1 矿石物质组成和工艺特征

1988 年地质矿产部综合利用研究所对宜昌磷矿的上贫矿、下贫矿开展了重介质选矿试验工作,取得的选矿指标是:上贫矿原矿品位 17.93%,精矿品位 32.71%,回收率 53.42%;下贫矿原矿品位 16.56%,精矿品位 30.15%,回收率 68.65%。

1.1 各层位磷块岩条带多项分析

各层位磷块岩条带和脉石条带的多项分析结果见表 1。

表 1 各层位磷块岩条带多项分析

Table 1 Multi-element analysis of phosphate rock bands in each layer

层位	w/%															磷块岩在层位 中含量 w/%
	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	FeO	Ts	Na ₂ O	K ₂ O	Mn	H ₂ O	CO ₂	F	Cl	
上贫矿	37.35	50.43	0.42	1.72	0.54	0.00	0.12	0.134	0.01	0.09	0.00	1.44	2.78	2.78	0.07	58.84
中富矿	37.32	49.27	0.32	3.56	0.59	0.02	0.13	0.206	1.04	0.16	0.00	1.20	2.31	2.72	0.084	87.92
下贫矿	31.62	43.39	0.40	11.56	1.34	0.07	0.28	0.44	0.88	1.10	0.01	1.44	2.40	2.48	0.104	41.23

表 2 各层位脉石条带多项分析

Table 2 Multi-element analysis of gauge bands in each layer

层位	w/%						脉石在该矿层中含量 w/%
	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	
上贫矿	1.88	33.75	20.02	3.55	0.82	0.76	41.16
中富矿	5.29	13.26	3.44	43.71	7.38	7.03	12.08
下贫矿	1.30	2.82	0.63	62.53	3.72	15.17	58.77

1.2 磷块岩条带与脉石条带宽度分布状况

磷块岩条带与脉石条带宽度分布状况测定结果表明,在磷块岩条带中,大于 2 mm 者上贫矿为 96%,中富矿为 85%,下贫矿为 97%,大于 8 mm 者上贫矿为 56%,中富矿为 52%,下贫矿为 50%,

在脉石条带中,大于 2 mm 者上贫矿为 94%,中富矿为 43%,下贫矿为 99%,大于 10 mm 者上贫矿为 52%,下贫矿为 82%。上述结果表明各类条带能在较粗粒度下分离。

收稿日期:2010-09-20

作者简介:凌仲惠,研究方向:选矿工艺设计研究。

1.3 矿石条带中有用矿物与脉石矿物的抗压和抗磨试验

矿石条带中有用矿物与脉石矿物的抗压和耐磨试验表明,条带中有用矿物与脉石矿物存在较明显的差异,不论抗压性或耐磨性均存在磷块岩>页岩>白云岩的关系,从而使矿石在破碎过程

中极易从条带的结合上裂开,实现矿物的单体解离.

1.4 下贫矿原矿的重液分析

地质矿产部矿产综合利用研究所对宜昌磷矿上、下贫矿进行了选矿试验研究,其重液分析结果见表 3,表 4^[1].

表 3 上贫矿重介质给料重液分析结果表

Table 3 Results of heavy liquid in HM feed for above layer lean ore

密度组分/ (g/cm ³)	各单元指标/%					沉物累积/%					浮物累积/%				
	产率	品位		分布率		产率	品位		分布率		产率	品位		分布率	
		P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO		P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO		P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO
<2.600	1.42	2.18	6.39	0.17	0.85	100	17.91	10.54	100	100	1.42	2.18	6.39	0.17	0.85
2.60—2.70	0.33	5.88	13.51	0.11	0.42	98.58	18.14	10.60	99.83	99.15	1.75	2.88	7.73	0.28	1.27
2.7—2.75	5.90	1.38	18.99	0.45	10.63	98.25	18.18	10.59	99.72	98.73	7.65	1.72	16.41	0.73	11.90
2.75—2.80	21.8	1.70	19.91	2.07	41.17	92.35	19.25	10.06	99.27	88.10	29.45	1.71	19.00	2.80	52.07
2.80—2.85	20.78	4.67	18.24	5.42	35.95	70.55	24.68	7.01	99.20	46.93	50.23	2.93	18.69	8.22	89.02
2.85—2.89	2.70	18.76	9.37	2.83	2.40	49.77	33.03	2.33	91.78	10.98	52.93	3.74	18.21	11.05	91.42
2.89—2.96	7.50	27.56	5.04	11.54	3.59	47.07	33.05	1.92	88.95	8.58	60.43	6.70	16.58	22.59	95.01
>2.96	39.57	35.04	1.33	77.41	4.99	39.57	35.04	1.33	77.41	4.99	100	17.91	10.54	100	100
合计	100	17.91	10.54	100	100										

表 4 下贫矿重介质给料重液分析结果

Table 4 Results of heavy liquid in HM feed for low layer lean ore

密度组分/ (g/cm ³)	各单元指标/%					沉物累积/%					浮物累积/%				
	产率	品位		分布率		产率	品位		分布率		产率	品位		分布率	
		P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO		P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO		P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO
<2.60	43.36	1.12	0.75	2.86	47.36	100	16.99	0.69	100	100	43.36	1.12	0.75	2.86	47.36
2.60—2.70	4.67	9.04	0.75	2.49	5.10	56.64	29.13	0.64	97.14	52.64	48.03	1.89	0.75	5.35	52.46
2.7—2.75	2.23	14.62	3.64	1.92	11.82	51.97	30.94	0.63	94.65	47.54	50.26	2.45	0.88	7.27	64.28
2.75—2.80	2.83	15.22	0.80	2.54	3.29	49.74	31.67	0.49	92.73	35.72	53.09	3.14	0.87	9.81	67.57
2.80—2.85	4.22	26.01	0.89	6.46	5.48	46.91	32.66	0.47	90.19	32.43	57.31	4.82	0.88	16.27	73.05
2.85—2.89	2.88	28.03	0.81	4.75	3.39	42.69	33.32	0.43	83.73	26.95	60.19	5.93	0.87	21.02	76.44
2.89—2.96	14.21	32.84	0.40	27.47	8.27	39.81	33.70	0.41	78.98	23.56	74.40	11.07	0.78	48.49	84.71
>2.96	25.6	34.18	0.41	51.51	15.29	25.60	34.18	0.41	51.51	15.29	100	16.99	0.69	100	100
合计	100	16.99	0.69	100	100										

从重液分析结果表可知,上贫矿的分选比重较高,大于 2.96 g/cm³ 的物料产率为 39.57%,大于 2.75 g/cm³ 的物料产率已达 92.35%,而且有用矿物和脉石矿物的比重差小,大于 2.96 g/cm³ 物料的 MgO 含量达 1.33%,大于 2.89 g/cm³ 物料的 MgO 含量达 1.92%,属极难选矿石;而下贫矿则恰恰相反,整个比重分布都较低,特别是小于 2.60 g/cm³ 的物料已达 43.36%,而这部分的 P₂O₅ 很低,完全为脉石矿物,而比重大于 2.89 g/cm³ 的物料产率达 39.81%,P₂O₅ 品位达 33.70%,基本为有用矿物,上述结果可以表明,有用矿物与脉石矿物的比重差较大,属易选矿石.

矿石既具备重介质选矿所必要的比重差条件,又存在重介质选矿的选别作业的困难;矿石中有害杂质主要赋存于脉石条带中,其中 R₂O₃ 主要分布于页岩中,易除去. MgO 主要分布于白云岩中,因白云岩比重较大,易进入精矿,造成精矿中

含 MgO 品位超标,因此在重介质旋流器选别磷矿中,应使分离比重控制在合理的范围内至关重要. 通过重介质分选,可以得到粗精矿或者合格精矿.

2 重介质旋流器分选磷矿的装置系统和工程设计

2.1 重介质旋流器分选磷矿装置系统简述

物料制备. 宜昌地区磷矿石坑内采矿方法,矿石粒度在 500 mm 以下,采用二段破碎筛分流程. 把矿石破碎成所要求的解离度和粒度要求,并经洗矿后的产品送重介质车间储存.

重介质旋流器分选. 实际生产中根据产品方案的要求,采用重介质旋流器进行选别,得到粗精矿、尾矿.

介质的净化和回收. 介质回收和净化部分是重介质选矿最重要的部分. 因为分选效率取决于介质的性质. 同时,介质的损耗往往占操作费用一

定的比重。

介质的回收、净化和控制系统,是由下列几个部分构成,即新介质的添加,介质的储存,介质的输送,介质比重的测量和控制,介质的回收,介质的分流,磁性物的测定。

2.2 工程设计

中国寰球工程公司化比规划设计院1990年设计湖北宜昌花果树磷矿20万t/a重介质选矿试验厂,采用一次粗选、一次精选重介质旋流器的选矿工艺流程。1992年3月选矿厂建成投产,取得了选别指标是:原矿 P_2O_5 为23.80%,MgO为3.87%,精矿品位 P_2O_5 为31.88%,MgO为1.48%,精矿回收率73.86%。选矿厂的建成投产,标志着重介质旋流器分选磷矿的成功,是一种技术创新。但由于当时的磷矿市场价格不好,这一技术未得到推广。2003年以后,随着磷矿石价格的涨价,2005年初受宜昌花果树磷矿矿方的要求,利用国家资源补助资金,对宜昌花果树选矿厂进行了技术改造,中国寰球工程公司化比规划设计院首次提出了采用一次选别重介质旋流器选矿工艺,流程得到简化,试验厂规模由20万t/a扩建为40万t/a的可行性研究报告,该项目得到了地方政府的批准和国家资金的资助。

2006年中国寰球工程公司化比规划设计院设计,2007年并建成投产的宜昌中孚化工有限公司丁东磷矿选矿厂,建设规模为50万t/a,根据采矿生产的实际,业主要求和市场可以接受的产品质量,处理的矿石是上、下贫矿,采用了一次选别的工艺流程。所得的选别指标为:原矿品位(含 P_2O_5)16%~22%,粗精矿品位(含 P_2O_5)26%~28%,回收率为80%~90%,粗精矿中一般MgO含量大于1.50%。工程设计大部分设备全部国产化,自控系统检测准确,控制精度满足生产要求。

3 重介质+反浮选的联合流程的应用前景

3.1 重介质分选设备的确定

根据研究实验的研究结果,磷矿分选,一般要求粒度较细15~1mm或于10~1mm,最低可以达到0.5mm,且分选矿物之间的比重差较小,需借助离心力以加速其分选速度和改善分选效率。宜采用动态分选设备,以采用二产品或三产品重介质旋流器设备为宜。

3.2 介质的选择

磷矿产品主要为农业生产服务的支农产品,

其产品价格比较低廉,因此,采用的介质必须成本低,还要满足工艺生产中的要求。

介质的消耗是重介质选矿厂的一项主要技术经济指标,它不但关系到消耗量的大小,而且还影响重介质系统的生产能否保持正常和稳定,保证介质的稳定性和适宜的粘度至关重要。磷矿物与脉石矿物在分离时比重不大于 2.90 g/cm^3 ,且磁铁矿还耐腐蚀,价格低廉,来源广泛的优点。实际生产采用磁铁矿就可以满足磷矿选别的要求,生产效果较好。

3.3 采用重介质+反浮选的联合流程的应用前景

宜昌地区磷矿资源十分丰富,中低品位磷矿石所占比重大,必须经选矿后才能利用。目前已建重介质选矿厂5座,设计处理能力210万t/a,而最近已建成100万t/a以上浮选厂的有3座,矿石都从山上100km外运到宜昌化工区生产,大部分采用原矿选别,原矿品位在26%~27%,即增加原矿的运输成本,又给化工生产区域增加尾矿堆存的困难,而低于26%品位的矿石不能被开采利用。

宜昌矿区的下游为黄柏河水系,是我国珍贵动物中华鲟生存区域。当地政府为保证水系不被污染,确定为二级水保护,不容许新增排放量。对矿山的选矿工艺要求和排水就十分严格,采用浮选工艺,对当地的水质可能或多或少会造成一些污染。为保证水质不被污染,采用重介质选矿是宜昌磷矿首选的选别方法,其选别方法是一个物理过程,不添加任何药剂,不会对环境造成影响。尤其对宜昌磷矿的赋存状况,矿层分上贫矿、中富矿和下贫矿,其中中富矿的品位在28%以上,MgO含量较低,不需选矿就可作为产品直接销售。而上贫矿、下贫矿品位低,杂质含量高,可以分层开采、分开选别,综合效益会更好。

重介质选矿厂可就近坑口建设,将经重介质选矿后的粗精矿运到山下浮选厂进行再次加工,生产出合格磷精矿,满足磷化工的生产要求。这样做,一是对水资源不造成污染;二是大大减少尾矿的运输量,并可将块粒状尾矿充填井下;三是与采用浮选工艺相比生产中大大降低能耗,重介质选矿厂可排除20%~50%的粗粒尾矿,大大降低了磨矿功耗;四是大大减少了药剂的消耗;五是矿山可实行全层开采,使资源利用得到有效利用。采用重介质+反浮选的联合流程,重介质旋流器选矿作为预选手段,入选品位16%左右,排除了大量的页岩和白云石,使磷品位得到富集,细粒物料和粗精矿的浮选量大大减少,采用这种流程,使精矿质量大大提高,给磷化工生产带来好处,会极大提高

企业的经济效益和环境效益,并具有很好的应用前景,对保康磷矿的开发和利用也有一定的借鉴作用.

参考文献:

[1] 地质矿产部矿产综合利用研究所. 宜昌磷矿重介质选矿联合流程试验研究一分层样选矿试验研究报告

[R]. 成都:地矿部矿位综合利用研究所,1988.

[2] 中国寰球工程公司华北规划设计院. 湖北宜化集团有限公司花果树磷矿选矿厂技术改造可行性研究报告[R]. 涿州:中国寰球工程公司华社规划设计院,2005.

[3] 谢广元. 选矿学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2001.

Prospect of Yichang low grade phosphorite processing by heavy-media separation cyclone

LING Zhong-hui

(China Huanqiu Contracting & Engineering Corporation, North China Planning & Design Institute, Zhuozhou 072754, China)

Abstract: Research on separation of Yichang low grade phosphorite by heavy medium cyclone is introduced. Mineral properties, process features and heavy medium cyclone beneficiation system and engineering design were highlighted. In order to utilize phosphorite resource, heavy medium cyclone was used as a preparing separation technology. United mineral processing consisting of heavy medium cyclone and reverse flotation processing was suggested.

Key words: heavy medium cyclone; phosphate; reverse flotation; united mineral processing

本文编辑:龚晓宁



(上接第 60 页)

Development and application of flotation process collector for north low-grade phosphate ore

WU Yan-ni , WEI Xiang-song , CHEN Nan-hua , YANG Li-zhen , DING Xiao-jiang , LI Yan

(Geological Institute of China Chemical Geology & Mining Bureau, Zhuozhou 072754, China)

Abstract: In order to use the low-grade phosphate ore effectively and reduce the dressing production cost, we have developed a low-price collector AW-25, using the chemical abandoned-byproducts of the animal fat and vegetable oil as main body raw material, and matching the right amount of synergist. The experiment results showed that we can obtain the satisfied dressing index, and the collector had better collection, selectivity and low-temperature resistance. It's suitable for north low-grade phosphate ore flotation.

Key words: low-grade; phosphate ore; flotation; collector

本文编辑:龚晓宁