

文章编号:1674-2869(2011)02-0083-06

我国内生和变质磷矿分布特点及选矿技术

魏祥松

(中化地质矿山总局地质研究院,河北 涿州 072754)

摘 要:我国内生磷矿特点一般为中低品位磁铁矿与低品位磷矿和其他可利用组分共生. 通过合理的综合回收选矿工艺路线,采用常温浮选回收低品位磷矿. 变质磷矿采用浮选回收实现了工业化.

关键词:低品位内生磷矿;变质磷矿;浮选;综合回收

中图分类号:P619.21⁺3

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2011.02.023

1 内生磷矿和变质磷矿分布特点

1.1 内生磷矿分布特点

我国内生磷矿主要分布在北方,即西北、东北、与华北地区. 根据含磷岩体的岩石类型及成因等分类,我国内生磷矿分三个类型九个亚种,其中

超基性—碱性—碳酸盐类磷矿是最主要的最有远景的类型. 主要分布在华北地台、塔里木地台、扬子地台等,构成重要的内生磷矿成矿带. 其具体特征如表 1 所示.

近四十年来,累计探明远景资源量 27 亿 t,占全国磷矿总储量的 12%.

表 1 我国北方内生磷矿特征表

Table 1 Characteristics of endogenetic phosphate ores in Northern China

特征	类型					
	超基性—碱性岩型磷矿	碱性岩型磷矿	超基性—碳酸盐岩型磷矿	超基性岩型磷矿	基性岩型磷矿	伟晶岩型磷矿
成矿作用	海西末期 印支期	印支期	吕梁期	吕梁期 华力西期	吕梁期	吕梁期
矿物成分	普通辉石、黑云母、 正长石、楣石、 磷灰石、磁铁矿、 钛铁矿	辉石、霞石、 黑云母、正长石、 方解石、磷灰石	白云石、方解石、 磷灰石、磁铁矿、 黑云母、重晶石、透辉石	透辉石、磷灰石、 磁铁矿、钛铁矿、 角闪石、黄铜矿、 尖晶石	普通辉石、斜长石、 紫苏辉石、磷灰石、 磁铁矿、 钒钛磁铁矿、 钛铁矿	透辉石、钾长石、 磷灰石、阳起石、 黄铁矿
矿石类型	黑云母辉石磷灰石型 黑云母正长辉 石磷灰石型 磁铁矿磷灰石型 磷灰石型	含磷灰石辉石 岩型 含磷灰石霞石正 长岩型	白云石磷灰石型 白云石稀土 磷灰石型 方解石磷灰石型	透辉磷灰石型 角闪透辉磷灰 石型	长石辉石钛 磁铁矿磷灰石型 磁铁矿磷灰石型	钾长透辉磷 灰石型 钾长磷灰石型
矿石品位 P ₂ O ₅	2.63%~11.87%	1.73%~3%	2%~7%	2%~4%	2%~8%	5.5%~35%
伴生有益元素	Fe、V、Ti、稀土	稀土	Fe、稀土	Fe、Cu、V、Ti、Pt	Fe、V、Ti	稀土
矿床(点)实例	涿鹿矾山 阳原姚家庄	凤城赛马	且干布拉克 白云鄂博	赤诚小张家口 丰宁红石 隆化官地 桓仁吕家堡	承德马营、 罗锅子沟、 大乌苏沟、黑山、 头沟平泉红山 嘴绥中葛家	怀安右所堡 丰镇旗杆梁 兴和二道沟

1.2 变质磷矿分布特点

我国变质磷矿主要分布在北方的早、中前寒武纪(包括太古代和早元古代)的变质岩中,位于我国的中南地区东北部、华东地区东部及华北、东北地区. 我国变质磷矿层位主要有四个,其所在层位分别为:太古界阜平群、下元古界下部五台群、下元古界上部滹沱群和下元古界顶部榆树组,其

成因主要有两大类:绿岩带型(太古宙磷矿)和沉积变质型(元古代三个层位).

绿岩带型(太古宙磷矿)分布于辽宁、河北、山东等地,代表性的有丰宁招兵沟、建平勿兰乌苏,矿石类型有钛磁铁矿角闪磷灰石、铁磁钛斜长角闪磷灰石、角闪黑云斜长磷灰石、钛磁铁矿磷灰石.

沉积变质型磷矿分三个层位:早元古代早期

收稿日期:2010-12-29

作者简介:魏祥松(1963-),男,湖北汉川人,高级工程师,研究方向:选矿.

的东北和朝鲜地区;早元古代晚期的海州式磷矿;早元古代末期的辽宁河北等地矿点. 变质磷矿约占全国磷矿总储量的 3%。

2 内生磷矿和变质磷矿矿石性质

2.1 内生磷矿矿石性质

以典型的河北矾山磷矿为例,矿石的自然类型分五种:磁铁磷灰石岩型、磷灰石岩型、黑云母磷灰石岩型、黑云母辉石岩型、正长黑云母辉石岩型。

矿石结构:有自形、半自形、海绵陨铁结构,镶嵌结构,填隙结构,交代残余结构、包含结构等。

磷灰石的自形柱状晶体,磷灰石、磁铁矿、次透辉石的半自形结构外貌,以及没有完整晶面的正长石、磁铁矿等在各个矿体中均普遍存在,没有特定的分布规律. 海绵陨铁结构、镶嵌结构,主要见于磁铁磷灰石岩和磷灰石岩中. 交代残余结构多见于Ⅲ号矿体下部的间杂状构造矿石中. 包含结构分布比较普遍. 填隙结构在具片理化构造的矿石中比较常见。

矿石构造:以块状、浸染状、片状、间杂状、条带状构造为主。

块状构造:富矿石或比较富矿石有此种构造,如磁铁磷灰石岩矿石和磷灰石岩矿石,两者的有用矿物磷灰石或磷灰石加磁铁矿含量均达 70%以上. 分布于Ⅱ号矿体和Ⅲ号矿体的上部。

浸染状构造:分稠密浸染状和稀疏浸染状构造. 稠密浸染状矿石的磷灰石含量较高,一般达 20%~30%,分布于Ⅱ号矿体的下部. 稀疏浸染状矿石的磷灰石含量一般 8%~15%,Ⅰ号和Ⅲ号矿体的大部分矿石皆属此种构造。

片状构造:磷灰石沿岩石的片理方向展布. 分

布于Ⅰ号矿体、Ⅱ号矿体下部和Ⅲ号矿体的上部。

间杂状构造:粗大正长石沿粗大的辉石之间的空隙充填,其形各异. 磷灰石等矿物的粒度亦大,晶形较好,但分布不均匀. Ⅲ号矿体的下部磷灰石多属此种构造。

条带状构造:在片状构造中,磷灰石呈贫富带状相间排列. 分布于Ⅱ号矿体的中下部。

矿石中 有用、有害元素和伴生矿产:矿石中 有用组分为磷、铁,少量钒、钛. 磷主要含在晶质磷灰石中,铁主要含在磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿及铁硅酸盐矿物中,TFe 品位一般为 5%~15%. 前三种矿物中的铁占 74.38%,硅酸铁中的铁占 25.62%. 钒、钛主要含在磁铁矿中,V₂O₅ 品位一般为 0.075%,TiO₂ 一般品位 2%左右. F 1.98%,稀土总量 0.278%,S 0.3%~0.6%,Cu 0.03%~0.07%,Co 0.116%,K₂O > 9.0%,Na₂O 0.19%~0.27%,CaO 2.19%。

矿石成分主要为氟磷灰石、磁铁矿. 脉石矿物主要有次透辉石、黑云母、正长石等. 氟磷灰石在黑云母辉石岩中为无色透明的自形柱状晶体,在高品位矿石中为粒状集合体粒度 0.05~1.5 mm 左右. 磁铁矿除在磁铁磷灰石中呈粒状集合体外,一般均呈浸染状分布,含钛含钒,属矾钛磁铁矿类型. 各矿层矿石化学成分如表 2 所示。

2.2 变质磷矿矿石性质

以典型的江苏锦屏磷矿为例,锦屏磷矿属前震旦纪海相沉积变质磷灰岩,含磷矿层具有工业价值的有西山、东山和陶湾等矿区. 矿石按自然类型分有细粒磷块岩、锰磷矿层和云母磷块岩三种. 各类型矿石多元素分析如表 3 所示。

表 2 矿石主要化学成分表

矿样	P ₂ O ₅	TFe	V	TiO ₂	Ni	Co	Cu	Mn	Ba	Cr	Ga
富矿	16.0	18.0	0.034	2.47	0.007	0.008	0.041	0.17		0.0026	
混合矿	8.73	14.2	0.038	1.95	0.0053	0.0073	0.053	0.055	0.171	0.052	0.0013

矿样	Pb	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	Pt/g · t ⁻¹	Pa/g · t ⁻¹	Au/g · t ⁻¹	Ag/g · t ⁻¹	F
富矿		15.47	3.0	28.93	4.76	0.36			<0.05	0.8	0.78
混合矿	0.0047	29.60	6.05	23.53	7.05	0.55	<0.05	<0.05	0.13	1.64	0.41

表 3 各类型矿石多元素分析

矿区	矿区类型	元素							
		P ₂ O ₅	MgO	CaO	CO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	酸不溶	F
东山	细粒磷块岩	10.71	9.75	32.42	22.24	1.15	0.82	18.87	0.96
	细粒磷块岩	12.05	9.23	33.37		3.27	2.57	10.72	
西山	锰山矿层	24.64	2.66	35.92	10.69	1.35	3.30	21.44	
	云母磷块岩	14.04	8.01	29.41	16.82	3.59	2.77	21.29	

2.2.1 各类型矿石的矿物组成 细粒磷块岩: 呈白、灰、红、褐、黄等色,粒甚喜,质疏密不等,东

山矿质密,西山矿质松,组成矿物以磷灰石、白云石和方解石为主,石英、白云母次之,局部见有黑云母、石榴石、黄铁矿、褐铁矿等;东山矿尚含绿泥石及软锰矿等。

锰磷矿层:呈清晰之黑白条带,黑着为锰,质松多孔。矿物以磷灰石、软锰矿为主,白云母、磁铁矿、硬锰矿、白云石、石英、正长石、绢云母、高岭土次之。

云母磷块岩:呈青色,风化后为黄褐色,质坚

硬,片理发育。组成矿物以磷灰石、白云母、石英、褐铁矿为主,赤铁矿次之。

2.2.2 有用矿物嵌布粒度 各类型矿石中,磷灰石浸染粒度大小不等,一般在0.2~0.04 mm之间。原矿一般含水率6%左右。矿石密度 $2.8\text{t}/\text{m}^3$,松散密度 $1.6\text{t}/\text{m}^3$ 。

2.2.3 原矿多元素分析 原矿多元素分析如表4所示。

表4 原矿多元素分析

分析项	P ₂ O ₅	MgO	CaO	CO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	酸不溶	MnO	烧失
质量分数	9.45	10.26	28.07	23.01	1.94	2.69	21.10	1.46	

2.3 太古宙磷矿矿石性质

以典型的丰宁招兵沟磷矿为例,河北丰宁招兵沟磷矿矿石类型较为简单,主要为钛磁铁磷灰石矿石,矿石结构为细粒—中粒变晶结构和细粒~中粒花岗变晶结构,矿石稳定性较好。

矿石矿物组成:主要矿石矿物为磁铁矿、钛铁矿、磷灰石等。脉石矿物主要有辉石、角闪石、黑云母、斜长石等。

磁铁矿:呈不规则粒状和钛铁矿一起呈浸染状分布,有些磁铁矿边缘被赤铁矿交代。其粒度一般0.3~0.8 mm,集合体达3 mm以上。

钛铁矿:呈不规则粒状和磁铁矿一起呈团块状或浸染状产出。钛铁矿晶体中均包有细小的赤铁矿不混溶连晶,赤铁矿在其颗粒内呈定向平行排列。个别的钛铁矿中包有细小的黄铜矿颗粒。钛铁矿单晶粒度为0.3~0.8 mm,集合体>4 mm。

磷灰石:白色柱状晶体,棱角不同程度被熔蚀。其长轴与片麻理方向一致,与角闪石、黑云母、斜长石、辉石、钛铁矿等密切共生。少数磷灰石单晶被包于角闪石、黑云母、斜长石、钛磁铁矿颗粒

之中。磷灰石粒度较均匀,一般0.2~0.8 mm,最大的3 mm。被其它矿物包裹的磷灰石粒度为0.1~0.6 mm。

矿石结构:主要为中粒半自形粒状结构、花岗变晶结构,其次有片柱状变晶结构、陨铁结构、平行连晶结构、固溶体结构。

矿石构造:主要由块状构造、片麻状、条带状、网状构造。

矿石中含 TFe 最高 35.33%,平均 19.16%;含 P₂O₅ 最高 10.19%,平均品位 5.06%,含 TiO₂ 最高 10.50%,平均品位 6.61%;铁与钛及磷的含量一般成正比关系。

矿石中主要有用组份是 TFe、TiO₂ 和 P₂O₅,有害组份是 SiO₂、S、F。

矿石自然类型:斑杂状钛磁铁磷灰石矿石、斑杂状磁铁矿矿石、块状钛磁铁磷灰石矿石、块状磁铁矿矿石、片麻状磁铁矿磷灰石矿石和片麻状钛磁铁磷灰石矿石。

矿石工业类型:分为钛磁铁磷灰石矿石、磁铁矿矿石、钛磁铁矿矿石和磁铁磷灰石矿石。

原矿多项分析结果如表5所示。

表5 原矿多项分析结果

项目	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
质量分数	3.63	19.01	5.80	10.01	11.50	37.80	4.05	0.90	2.00

3 内生和变质磷矿选矿技术与方法

3.1 内生磷矿主要选矿技术与方法

由于变质磷矿类中的绿岩带型(太古宙磷矿)与内生磷矿在产地、矿石性质、多金素含量等基本相同,因此在选矿领域其选别方法与综合利用归于同一类。

我国北方内生磷矿聚集的河北、辽宁、吉林、内蒙、山东、新疆拥有大量的低品位磷铁矿床,其大部分磷铁矿属磁铁矿—磷灰石型矿石。北方磷

矿含磷低,选矿比大,虽易选,但由于选矿成本高,往往过不了经济关。

根据该类型磷矿的矿石性质、结晶构造、可利用元素等因素,磷矿的选矿富集手段为正浮选。

3.1.1 选矿工艺流程 根据各矿不同的矿石性质,矿山形成的历史,分别采用以下各种不同的选矿工艺流程^[1]。

先磁(铁)后浮(磷)再磁、重或浮(钛)工艺:这种选别工艺在大多数选厂采用。由于矿山先期开发时以选铁为主,入选品位较高(TFe一般在

15%~18%),随着综合利用认识的深入和入选矿中铁品位的降低,逐步增加和完善选磷、钛工艺。

先浮(磷)后磁(铁)再磁、重或浮(钛)工艺:以河北的矾山磷矿、丰宁招兵沟矿、辽宁建平磷矿等为主要代表。一般通过了详细的技术论证。为保证在浮选时采用高浓度选别(40%左右),并以此获得较高的选别指标,先浮选磷是合理的,也有利于降低浮选药剂用量。

阶段磨选:内生磷矿一般结晶较为完整、颗粒大,采用阶段磨选能有效地降低入磨矿量,避免过磨现象的产生。以典型的丰宁招兵沟矿老选厂(年处理能力为 30 万吨原矿)为例,采用先磁(铁)后浮(磷)再磁、重(钛)工艺,第一段选铁磨矿要求达到的磨细度为 -0.074 mm 30%左右;对选铁尾矿浓缩后再磨,达到磨细度为 -0.074 mm 45%左右选磷,并以此来保证浮选浓度;对选磷尾矿溜槽抛尾后再磨,达到的磨细度为 -0.074 mm 50%左右重、磁选钛;;对选钛部分尾矿浓缩后再磨,达到的磨细度为 -0.074 mm 60%左右选硫钴。

3.1.2 浮选条件 矿浆调整:采用碳酸钠作为矿浆 pH 的调整剂,一般用量为 2~4 kg/t 原矿,部分选厂采用再磨再选工艺,入浮时的磨矿细度达到 -0.074 mm 50%或以上,采用了无碱工艺,在丰宁招兵沟矿老选厂,不再磨时必须加碱,再磨后则不必加碱。其新选厂也采用了细磨技术,不必加碱。

浮选浓度:高浓度选别(40%左右)时可以获得好的选别指标,一般选厂都在采用,且有效地降低了药剂的用量。

浮选温度:均已经实现了常温浮选。在常规药剂用量的条件下,浮选矿浆温度 15℃及以上,可获得稳定的选矿指标。在低于 15℃时,需要对浮选捕收剂的配方进行调整,当矿浆温度低于 7℃时,选矿指标显著恶化。

浮选捕收剂:一般采用混合型捕收剂,借助各种捕收剂的优缺点进行优化。如常规的氧化石蜡皂捕收能力强,对粗磨条件下选别结晶好的磷灰石广泛使用,但选择性较差;AW 浮选捕收剂为油脂化工下脚料加工而成,其对磷灰石的选择性好,但捕收能力不够,易损失大颗粒磷灰石;多种表面活性剂借助其增溶、乳化等功效,对降低浮选温度、降低捕收剂用量等起到了关键的作用,部分选厂使用的某表面活性剂,具有极佳的生物降解性,还可明显地降低尾矿水中的 COD 含量,使其达到小于磁选尾矿水 COD 含量的指标。

3.1.3 选矿指标及成本 技术力量和管理较好的选磷选厂,常温下一般可以获得当原矿品位

为 P_2O_5 2.5%~6%左右时,磷精矿品位 P_2O_5 32%~37%,磷精矿回收率 85%~90%,有的甚至高达 95%以上,如河北的矾山磷矿、丰宁招兵沟矿、辽宁建平磷矿等。但很多选厂磷精矿回收率仅为 60%左右,与其所选用的磨矿工艺、药剂配方、浮选浓度等不合理有关。

根据从选铁尾矿中采用浮选工艺回收磷资源的特点,选矿过程中消耗大量能源动力的原矿开采和破碎磨矿等消耗,已计在选铁过程中。以北方常规资源中原矿含 P_2O_5 3%~6%左右统计计算,磷精矿品位 P_2O_5 32%~37%时的吨精矿成本一般为 200~250 元,其技术经济是合理可行的。

3.2 选矿实例

3.2.1 矾山磷矿选矿厂 矾山磷矿位于河北涿鹿县东南方向 30 km 处,行政区划属张家口市涿鹿县矾山镇管辖。其选矿工艺流程如图 1 所示。

破碎筛分流程:采矿提供的最大粒度为 650 mm,硬度系数 $f=6\sim 8$,矿石含泥 $<4\%$,水分 6%~8%,根据矿石性质和选矿厂规模,采用“三段一闭路”破碎流程,粗碎和中碎前不设预先筛分,破碎最终粒度为 12 mm,总破碎比为 54.2。

磨矿分级流程:根据小型实验推荐的磨矿细度 -0.074 mm 占 45%,磨矿采用一段闭路磨矿流程。分级设备为螺旋分级机。

选别流程:根据小型试验推荐的混合矿样试验流程,先浮选磷,再用磁选回收铁的浮一磁联合流程。磷选别采用一粗一扫两精的选别流程,铁选别采用粗选精矿再磨工艺,磁选采用三段磁选。

主要选别指标:原矿处理量 120 万 t/a,年产磷精矿 42.75 万吨,精矿含 P_2O_5 品位 34%, P_2O_5 回收率 91%。年产铁精矿 12.79 万吨,铁精矿 TFe 品位 64%,TFe 回收率 54%。

3.2.2 丰宁三赢公司铁磷选矿厂 河北省丰宁县三赢公司招兵沟铁磷矿位于河北省承德市丰宁县胡麻营乡。

低品位磷的回收。其选磷部分的生产工艺流程为,磁选尾矿经一段旋流器分级,底流进入磨矿机、溢流进入二段旋流器脱水,一段开路磨矿;磨矿机排矿与二段旋流器底流混合后进入两个串连的搅拌桶调浆;浮选工艺流程为一次粗选一次扫选三次精选,中矿顺序返回。工艺流程如图 2 所示,生产考查数质量流程参见文献[2]。

3.3 黄麦岭磷化工有限责任公司选矿厂

黄麦岭磷化工有限责任公司黄麦岭选矿厂位于湖北省孝感市大悟县境内。

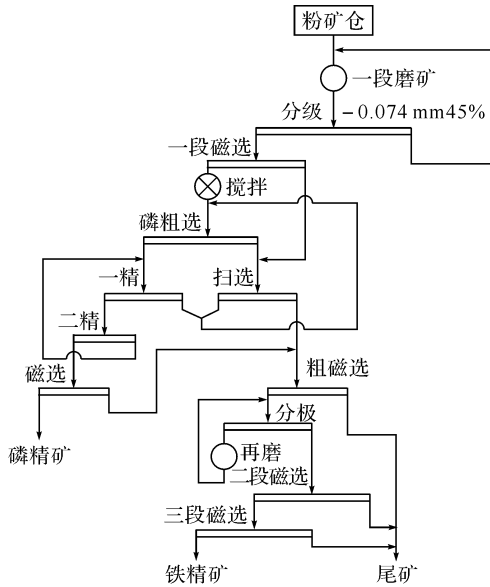


图 1 矾山磷矿选矿工艺流程图

Fig. 1 The beneficiation flowchart of Fanshan phosphate mine

黄麦岭矿石 ($d \leq 1\ 000\ \text{mm}$) 经汽车运送至选矿厂原矿仓, 选矿破碎采用三段一闭路破碎, 在中、细碎前加预先检查控制筛分以降低中、细碎负荷率, 破碎后最终产品粒度 $15 \sim 0\ \text{mm}$; 破碎后产品经一段闭路磨矿分级, 细度 $-0.074\ \text{mm}$ 占 $66\% \sim 70\%$, 然后进行一粗一精一扫闭路加温正浮选选磷, 磷尾矿经水力旋流器脱水分级, 水力旋流器溢流泵入 $\Phi 15\ \text{m}$ 高效浓密机, $\Phi 15\ \text{m}$ 高效浓密机溢流作为回水加在磨矿排矿端, 以节约药剂和水量消耗; 磷尾矿旋流器底流沉砂与 $\Phi 15\ \text{m}$ 高效浓密机底流排矿一起再加药调整后进行硫铁矿浮选, 选硫采用一粗一精闭路正浮选; 磷精矿经 $\Phi 50\ \text{m}$ 浓密机浓缩到 $60 \pm 5\%$ 的浓度后泵送磷铵厂生产磷酸, 硫精矿经脱水后汽车转运至硫酸厂生产硫酸, 浮选尾矿经二级尾矿泵站输送至尾矿库湿排(见表 6)。生产考查数质量流程如图 3 所示。

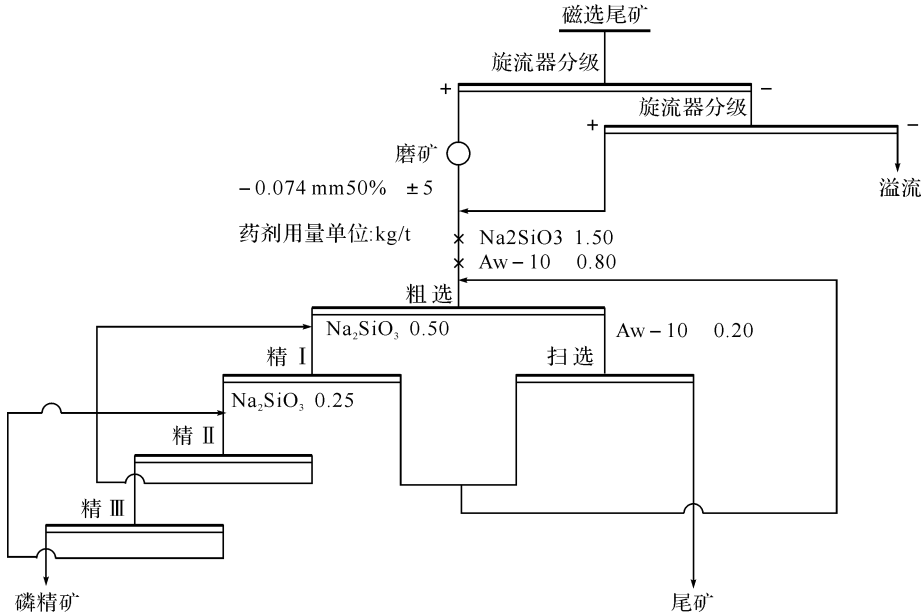


图 2 招兵沟工业生产工艺流程图

Fig. 2 The beneficiation flowchart of Zhaobingou phosphate mine

表 6 选矿生产主要工艺条件表

Table 6 The beneficiation parameters of Huangmailing phosphate mine

工艺部分	序号	工艺条件	参数	用量/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$	作用	备注
正浮选优先加温选磷	1	质量分数	38%			
	2	细度 ($-0.074\ \text{mm}$)	$66\% \sim 70\%$			
	3	温度	38°C			硫酸废热加温
	4	M		1.0	氧化镁抑制剂	自制
	5	碳酸钠	矿浆 $\text{pH}=9.5$	5.2	调整剂	不用回水 $6.30\ \text{kg/t}$
	6	水玻璃		0.75	抑制剂	
	7	H_{969}		1.1	捕收剂	自制、混合药剂、有起泡性
回水使用	8	浓度	$\leq 5.0\%$			
	9	流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$		120		2003 年增加回水系统
磷尾矿脱水后正浮选选硫	10	磷酸废水	矿浆 $\text{pH}=6.5 \sim 7.0$		调整剂	$\text{pH}=1.0 \sim 3.0$
	11	硫酸铜		0.50	活化剂	
	12	乙黄药		0.30	捕收剂	

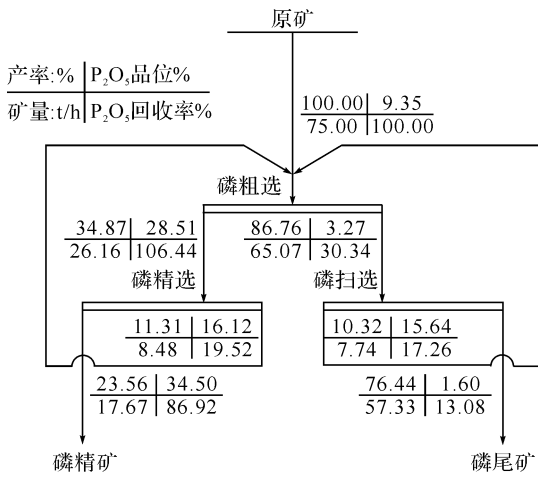


图 3 黄麦岭工业生产考查数质量流程图

Fig. 3 A diagram shown the flotation chart and parameters of Zhaobinggou phosphate mine

4 结 语

我国内生磷矿主要分布在北方,特点一般为中低品位磁铁矿与低品位磷矿和其他可利用组分共生.通过合理的综合回收选矿工艺路线,采用常温浮选在较粗磨矿细度条件下回收低品位磷矿.

我国变质磷矿主要分布在北方的早、中前寒武纪(包括太古代和早元古代)的变质岩中,其选矿富集工艺为浮选.

参考文献:

- [1] 李冬莲,张宏.宜昌中低品位磷矿工艺流程试验研究[J].武汉工程大学学报,2010,32(11):54-57.
- [2] 魏祥松.丰宁招兵沟磷矿选矿实践[J].武汉工程大学学报,2010,32(11):50-53.

Distribution characteristics and beneficiation of endogenetic and metamorphic phosphate ores in China

WEN Xiang-song

(Geological Institute of Chemical Geology Mine Bureau, Zhuozhuo 072754, China)

Abstract: The endogenetic phosphate ores in China, characterized with co-occurrence of low grade magnetite and other recoverable compositions, can be comprehensively utilized using flotation techniques at ambient temperature. The metamorphic phosphate ores have been commercially beneficiated for decades.

Key words: low grade endogenetic phosphate ore; metamorphic phosphate ore; flotation; multi-purpose utilization

本文编辑:陈小平



(上接第 82 页)

Research on Jinning phosphate ore dealt with desliming and flotation process

YANG Gui-hua, ZHANG Shu-hong

(Yunnan Phosphate Chemical Group Co., LTD Research and Development Center, Haikou Yunnan 650113, China)

Abstract: The desliming and flotation process is an efficient way to grinding and flotation all for sorting the low grade phosphate ore with complex mineral symbiotic relationship and low recovery, which has characteristics of enhancing the utilization of process and equipment efficiently, and could reduce the energy and reagent consumption. Adopting this way to deal with the middle-low grade collophanite at Jinning, which could get concentrate of high quality: the content of P₂O₅ is 30.92%, the content of MgO and sesquioxide is 0.18% and 1.71% respectively, and the recovery is 69.16%.

Key words: collophanite; desliming; sesquioxide

本文编辑:陈小平