

哈萨克斯坦卡拉套磷矿选矿工艺研究

钱押林

(化工部连云港设计研究院)

摘要:卡拉套磷矿属于大型海相沉积硅钙质磷块岩矿床,其磷矿石选矿工艺试验结果表明,采用正反浮选、反正浮选和直接浮选工艺均能取得了较好的选别指标。其中直接浮选工艺具有选别指标较好,流程结构简单,药剂种类较少,药剂成本较低,选矿设备不需防腐等优点,是适合卡拉套磷矿选矿的较先进的工艺流程。

关键词:磷矿;浮选;精矿;尾矿

0 前言

卡拉套磷矿位于哈萨克斯坦江布尔市境内,是前苏联第二大磷矿石生产基地,也是世界上著名大型磷矿之一。卡拉套磷矿于1936年发现,全矿区长150公里,宽20-25公里,探明地质储量为26亿吨,远景储量为120-150亿吨。卡拉套磷矿现有四个露天矿和一个地下矿,年设计能力为2680万吨。该地区的磷矿石一般属于中低品位磷矿石, P_2O_5 含量为21-25%, MgO 含量在2-5%之间。这些矿石资源必须经过选矿富集后才能用于生产高浓度磷肥或其它行业。

由于卡拉套磷矿是大型沉积磷矿床,矿石中 MgO 含量较高,因此属于难选的磷矿石。从五十年代初前苏联就投入了大量人力和物力,重点对卡拉套磷矿的脱镁选矿富集技术进行了研究,多年来一直没有获得理想的结果,直至七十年代中期才研究开发出了“擦洗—脱泥—磨矿—反—正浮选技术”,并建成世界上第一座沉积型高镁磷矿浮选厂,规模为年处理原矿60万吨,但其生产指标并不理想。入选矿石品位为23-25%、 MgO 为3-5%时,所得磷精矿品位为28-30%、 MgO 为2-2.5%、 P_2O_5 回收率仅60% (此指标在当时是世界上最好的)。

连云港设计研究院是原化工部所属重点科研设计院,从事磷、钾矿研究开发已有40多年的历史。该院根据我国是以“高镁、中低品位难选磷矿”资源为主的特点,经数十年的艰辛研究,攻克了“高镁、中低品位难选磷矿”的选矿技术堡垒。为了促进磷矿技术的交流和合作,突破卡拉套磷矿选矿技术的难关,将该院的磷矿选矿技术和新型浮选药剂应用于哈萨克斯坦卡拉套磷矿资源开发,连云港设计研究院对卡拉套磷矿中低品位硅钙质磷矿样,进行了较为全面的实验室试验研究工作。试验结果表明,对卡拉套磷矿的选矿,采用正反浮选、反正浮选和直接浮选工艺均能取得了较好的选别指标。正反浮选试验结果为:当原矿 P_2O_5 品位为21.14%、 MgO 3.41%时,经正反浮选可以获得 P_2O_5 品位为28.17%、 MgO 0.90%的磷精矿,其 P_2O_5 回收率为79.47%。反正浮选试验结果为:当原矿 P_2O_5 品位为21.51%、 MgO 3.41%时,采用反正浮选流程,可以获得 P_2O_5 品位为28.56%、 MgO 1.40%的磷精矿,其 P_2O_5 回收率为80.19%。直接浮选试验结果为:当原矿 P_2O_5 品位为20.86%、 MgO 3.24%时,采用连云港院开发的细粒胶磷矿直接浮选技术,经“一粗二精—精尾再选”工艺流程选别,可以获得 P_2O_5 品位为28.43%、 MgO 1.86%的磷精矿,其 P_2O_5 回收率可达84%。对上述三种工艺流程初步技术经济比较表明,直接浮选工艺具有选别指标较好,流程结构简单,药剂种类较少,药剂成本较

4.2 利用连云港设计研究院研制的ZP-13为 $CaSO_4$ 的捕收剂,Zy-2为 $CaSO_4$ 抑制剂,采用“先反后正”的试验流程来处理青海察尔汗的劣质光卤石矿,当原矿光卤石含KCl为14.35%含 $CaSO_4$ 为9.81%时,可以获得成品KCl的品位为88.22% (干基)且KCl的回收率(对光卤石)为59.08%的试验指标,实现了变废为宝的目的。

4.3 连云港院开发 $CaSO_4$ 的捕收剂Zp-13及 $CaSO_4$ 抑制剂Zy-2,两种药剂来源广泛,价格低廉,配制方便,且无毒副作用。具有较好的应用前景。

低,选矿设备不需防腐等优点,是适合卡拉套磷矿选矿的较先进的工艺流程。

1 矿石性质研究

1.1 矿石的矿物组成、嵌布特性及结构构造

卡拉套磷矿属中寒武世海相沉积大型磷块岩矿床。矿石呈颗粒结构,按照颗粒特点可划分为粗-中砂屑和细粒两个类型。

粗-中砂屑结构:粗砂屑(粒径0.5-1.0mm)与中砂屑(粒径0.2-0.50mm)在矿石中所占比例大致相当,且各自局部集中或相伴产出。当粗砂屑局部集中时颗粒间接触紧密,一般不出现胶结物;当中砂屑局部集中或与粗砂屑相伴产出时,颗粒间接触较松懈,粒间孔径0.2mm,常为亮晶白云石充填胶结。砂屑形状一般不规则,呈菱角状或半菱角状至次浑圆状。砂屑主要由泥晶磷块岩和磷基砂屑磷块岩组成。砂屑比较纯净,含<5%的细粒(0.001-0.003mm)分散状混杂物(水云母、褐铁矿、石英)。

细粒结构:是矿石的次要结构类型,细粒的特点是细粒的同心圈层少,一般为3-5圈,细粒大小一般为0.2mm,细粒的核心一般为泥晶磷块岩砂屑。细粒普遍受有机碳污染。细粒与磷质砂屑和少量陆源砂屑(占颗粒<10%)相伴产出。胶结物为白云石集晶体(粒径0.05-0.3mm),呈空隙式或基底式胶结颗粒部分。

矿石主要由碳氟磷灰石、白云石、方解石、石英(玉髓)、粘土(水云母)、黄铁矿、褐铁矿、碳质等组成。

碳氟磷灰石:根据产出形态特征,可将碳氟磷灰石分为:A)光性非晶质碳氟磷灰石(胶磷矿),为磷块岩的主要磷矿物,占95%以上,属胶体沉积聚结晶作用形成,主要构成泥晶结构的磷质砂屑颗粒和细粒的核心;B)纤维集晶状碳氟磷灰石,属成岩阶段富磷空隙水化学定积作用产物经重结晶作用形成,主要构成磷基砂屑磷块岩中砂屑的外壳,外壳的相互连通而形成特殊的“蜂房状”或“网环状”构造,约占磷矿物的4%;C)隐晶质碳氟磷灰石:呈微晶粒状密集体,粒径0.001mm,粒度均匀,属非晶质碳氟磷灰石经沉积期后重结晶作用形成;D)结晶状碳氟磷灰石:呈自形晶结构,粒径0.003mm左右。

白云石(方解石):白云石有三种产出形态,一是约90%的白云石,以中、细晶(粒径0.05-0.2mm)结构作为磷质粒屑的亮晶胶结物呈空隙式或基底式胶结产出;二是呈泥晶(<0.05mm)结构混杂于磷质内部,与非晶质碳氟磷灰石紧密共生;三是呈次生碳酸盐脉(脉宽0.002-0.005mm)纵横切割矿石。

石英(玉髓):有三种产出形态,一是约80%的石英以陆源碎屑颗粒(粒径0.1-0.2mm)与磷质粒屑相伴产出;二是以微晶密集体(粒径<0.05mm)产于磷质粒屑内部;三是呈细脉状(脉宽一般<0.05mm)产出。

1.2 原矿化学组成、粒度组成及磷矿物单体解离度

原矿化学组成见表1,粒度组成见表2,磷矿物单体解离度见表3。

表1 原矿样化学多项分析结果

分析项目	P ₂ O ₅	CaO	MgO	CO ₂	A.I	SiO ₂
含量 %	20.88	36.51	3.38	8.48	22.45	21.77
分析项目	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	F	K ₂ O	Na ₂ O	烧失量
含量 %	2.08	2.56	2.10	0.64	0.33	8.74

表2 原矿样粒度筛析结果

序号	级别(mm)	产率(%)	品位(%)		分布率(%)	
			P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO
1	+0.1	6.97	21.13	3.06	6.98	6.05
2	-0.1+0.074	18.61	24.04	2.76	21.24	14.70
3	-0.074+0.043	16.38	22.98	3.01	17.86	14.12
4	-0.043+0.038	6.92	21.96	3.49	7.22	6.92
5	-0.038	51.12	19.23	3.96	46.70	58.21
	合计	100.00	21.05	3.47	100.00	100.00

表3 原矿样磷矿物单体颗粒解

粒级(mm)	产率(%)	单体解离特性
+0.1	6.97	未解离
-0.1+0.074	18.61	大部分已单体解离,但磷矿石表面污染严重,解离不够
-0.074+0.043	16.38	基本解离,但大部分磷矿物上有(小于1/10颗粒)小脉石矿物连生,解离仍不足
-0.043+0.038	6.92	完全解离
-0.038	51.12	完全解离

2 浮选流程试验研究

卡拉套磷矿属于中低品位沉积型硅-钙质磷块岩矿石,磷矿物主要为胶磷矿,少量为纤维集晶状、结晶体碳氟磷灰石,脉石矿物主要为白云石、石英,少量为方解石、玉髓等。胶磷矿约占52%,白云石、方解石约占16%,石英、玉髓约占22%。此种矿物组成说明,要想获得较高品位的磷精矿,不仅需要排除白云石等碳酸盐类脉石矿物,而且需要排除石英等硅质脉石矿物。由于胶磷矿嵌布粒度细,与白云石、石英等脉石矿物共生关系复杂,对这种类型矿石的选别目前国内外大多采用浮选法进行富集,通常应用的浮选工艺有:正反浮选、反正浮选、双反浮选和直接浮选。各种工艺路线均具有各自的特点和价值,为此本试验对上述几种浮选工艺流程分别进行了试验研究。

2.1 正反浮选流程试验

正反浮选实质是通过正浮选排除大部分硅酸盐矿物矿物,然后对正浮选粗精矿进行碳酸盐矿物的反浮选,以达到进一步提高磷精矿质量的目的。将原矿磨至-200目94%后,采用碳酸钠、水玻璃作调整剂,PA-46作捕收剂,矿浆加温至42℃左右,经一次粗选正浮选磷矿物,其浮选粗精矿再采用硫酸和磷酸的混酸调整矿浆至弱酸性,再采用PA-31捕收剂反浮选白云石等碳酸盐脉石矿物,槽内产品即为磷精矿。卡拉套磷矿正反浮选流程试验的药剂制度为:正浮选 Na_2CO_3 8.0 kg/T, Na_2SiO_3 1.5 kg/T, PA-46 1.3 kg/T;反浮选 混酸 11.0 kg/T, PA-31 0.9 kg/T。其试验结果为:当原矿 P_2O_5 品位为21.14%、 MgO 3.41%时,经正反浮选可以获得 P_2O_5 品位为28.17%、 MgO 0.90%的磷精矿,其 P_2O_5 回收率为79.47%。

从试验结果可以看出,正反浮选能获得合格精矿产品,且最终精矿为槽内产品,易于脱水过滤。但由于该流程正浮选段采用常温浮选时,分选性较差,因此需要采用加温浮选,这无疑需要增加能源消耗;另外正反浮选使用的药剂品种较多,药剂用量较大,特别是正浮选是在碱性介质中进行的,而反浮选是在弱酸性介质中进行的,正反浮选两个循环酸碱度反差较大,造成介质调整剂用量较大,由此必然造成磷精矿的选矿成本较高。

2.2 反正浮选流程试验

反正浮选工艺是先通过反浮选排除大部分碳酸盐脉石矿物,然后对反浮选槽内产品进行正浮选,以达到排除硅酸盐矿物进一步提高磷精矿质量的目的。先将原矿磨至-200目74%后,采用磷酸作调整剂,PA-31作捕收剂进行白云石等碳酸盐脉石矿物的反浮选,然后对反浮选的槽内产品进一步磨至-200目94%,加温矿浆至42℃左右,采用碳酸钠、水玻璃作调整剂,PA-46作捕收剂,正浮选磷矿物,泡沫产品即为磷精矿。卡拉套磷矿反正浮选试验药剂制度为:反浮选 磷酸 10.0 kg/T, PA-31 1.9 kg/T;正浮选 Na_2CO_3 23.0 kg/T, Na_2SiO_3 1.5 kg/T, PA-46 1.2 kg/T。其试验结果为:当原矿 P_2O_5 品位为21.51%、 MgO 3.41%时,采用反正浮选流程,可以获得 P_2O_5 品位为28.56%、 MgO 1.40%的磷精矿,其 P_2O_5 回收率为80.19%。

反-正浮选同样能获得合格磷精矿产品,同样存在的问题是药剂种类较多,药剂用量较大,特别是反浮选药剂制度对正浮选分选性影响较大,如果反浮选使用硫酸或混酸作调整剂,则正浮选必须采用氢氧化钠才能将酸碱度调整过来,因为反正浮选是在不同的介质中进行的,中和产生的大量的无机盐造成正浮选分选性变差。即使采用酸性相对较弱的磷酸作反浮选调整剂,正浮选段碳酸钠用量仍然需要较大,才能保证正浮选磷矿物的分选性,由此造成选矿药剂成本较高。

2.3 双反浮选流程试验

双反浮选工艺是先反浮选碳酸盐脉石矿物后又反浮选硅酸盐脉石矿物的工艺,最后获得的槽内产品就是磷精矿。双反浮选可实现全流程常温浮选和具有浮少抑多、浮选过程容易控制等特点。将原矿磨至-200目74%后,采用磷酸作调整剂,PA-31作捕收剂进行白云石等碳酸盐脉石矿物的反浮选,然后对反浮选的槽内产品进行脱泥,脱泥后采用碳酸钠作调整剂,阳离子捕收剂HA-08作硅酸盐脉石矿物的捕收剂,反浮选硅质矿物,槽内产品即为磷精矿。卡拉套磷矿双反浮选试验药剂制度为:碳酸盐矿物反浮选 磷酸 10.0 kg/T, PA-31 1.9 kg/T; 硅酸盐矿物反浮选 Na_2CO_3 0.3 kg/T, HA-08 0.7kg/T。其试验结果为:当原矿 P_2O_5 品位为21.45%、 MgO 3.27%时,采用双反浮选工艺流程,可以获得 P_2O_5 品位为26.55%、 MgO 1.35%的磷精矿,其 P_2O_5 回收率仅为47.97%。

双反浮选工艺具有不需要加温,所需药剂种类较少,最终精矿为槽内产品,易于脱水等优点,但由于矿泥对选硅作业影响较大,在选硅作业前需要脱去矿泥,造成工艺流程复杂化,同时造成 P_2O_5 回收率损失较大。另外从试验结果可以看出,卡拉套磷矿硅酸盐矿物可浮性较差,不易分离,因此双反浮选工艺难以获得合格磷精矿且 P_2O_5 回收率较低。

2.4 直接浮选流程试验

化工部连云港设计研究院通过多年研究成功解决了硅钙质胶磷矿直接浮选的技术难题,该技术已被成功应用于中国湖北省的王集(规模150万吨/年)和大峪口(150万吨/年)两个大型硅钙质沉积磷块岩磷矿选矿厂,使我国在胶磷矿选矿技术领域处于世界领先水平。胶磷矿直接浮选技术成功的关键是研制出了“S”系列硅钙质磷块岩浮选抑制剂和成功地解决了碳酸盐脉石矿物的排尾问题。胶磷矿直接浮选工艺具有流程结构简单,药剂品种较少,磷矿物分选性较好等特点。本次试验对卡拉套磷矿直接浮选工艺流程进行了重点研究。

直接浮选工艺是以碳酸钠为调整剂,S-711和水玻璃为抑制剂,PA-46为捕收剂,直接浮选磷矿物以获得磷精矿的工艺过程,试验对磨矿细度,浮选温度,矿浆浓度,药剂用量及流程结构等主要工艺参数进行了较为详细的条件试验。

磨矿细度试验结果表明,随着入选原矿中-200目含量的增加,精矿品位和回收率也相应增加,但细度过细时,尤其是-200目含量超过99%以上时,精矿品位和回收率都有所下降,分选效果变差,这可能是入选原矿过细,次生矿泥影响所致。试验确定的磨矿细度为-200目94%。

矿浆温度试验结果表明,浮选矿浆温度是沉积磷块岩矿石直接浮选的至关重要的工艺因素。随着温度升高,分选效果变好,精矿品位和回收率都相应提高,当温度小于40℃时,矿石分选性急剧恶化。试验确定的浮选矿浆温度为42℃。

矿浆浓度试验结果表明,浮选矿浆浓度有一个与预期分选工艺指标相适应的浓度区域,在一定的浓度范围内,分选性影响不大,但矿浆浓度较稀,分选性略有变差,这可能与药剂浓度随之变稀有关。试验证实卡拉套磷矿能在较高浓度下实现分选,这有利于今后生产现场提高生产能力。

碳酸钠和S-711用量试验结果表明,碳酸钠和S-711两种药剂之间存在一定的交互作用,不同的S-711用量应有相应的碳酸钠用量。随着S-711用量的增加,精矿品位升高,而回收率下降,在固定S-711用量的条件下,碳酸钠用量有一适宜的范围,用量过大与不足都导致精矿品位和回收率的下降。

水玻璃用量试验结果表明,水玻璃是一种有效的硅酸盐脉石矿物抑制剂和矿泥分散剂,卡拉套磷矿石中矿泥含量较高,加入合适的水玻璃用量能获得较好的分选效果。

精选试验结果表明,采用二次精选就能获得合格磷精矿,但由开路流程试验结果可以看出,碳酸盐脉石矿物主要富集在中矿中,如果将其顺序返回,则必然导致碳酸盐矿物的恶性循环,最终导致精矿质量下降,选别指标恶化。因为为了保证回收率,粗选作业是一个强捕弱抑的浮选环境,而为了达到提高精矿质量的目的,精选作业则是一个强抑的浮选环境,碳酸盐脉石矿物可浮性较好,在精选过程中受到抑制的碳酸盐脉石矿物,返回到粗选后必然又被浮起,造成恶性循环。为此,试验将一次精选中矿单独进行再选,排出第二个尾矿,给碳酸盐脉石矿物单独留下一个排出口。

在上述条件试验的基础上,确定了优惠的工艺条件和试验流程,进行了实验室闭路流程试验。闭路试验工艺流程及药剂制度见图1,数质量流程见图2。

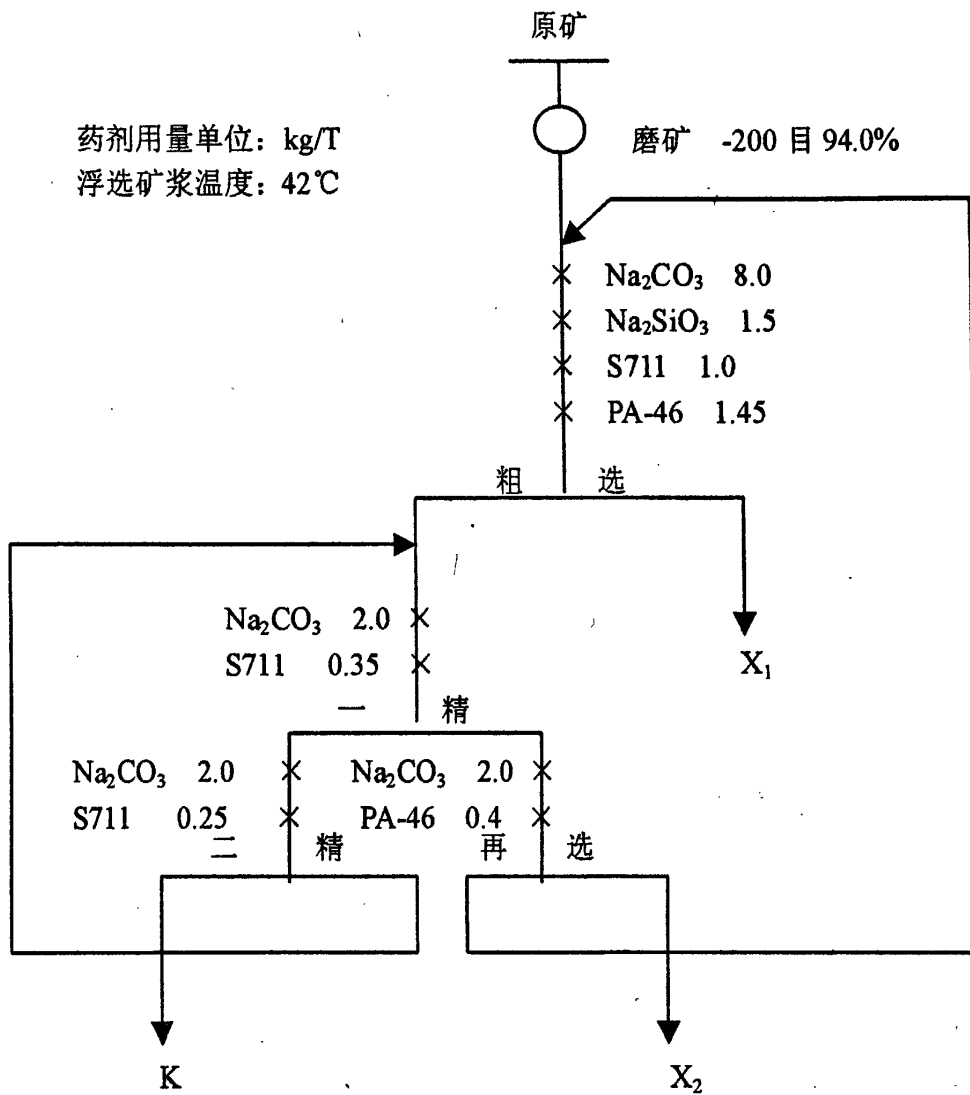


图 1 直接浮选闭路试验工艺流程及药剂制度

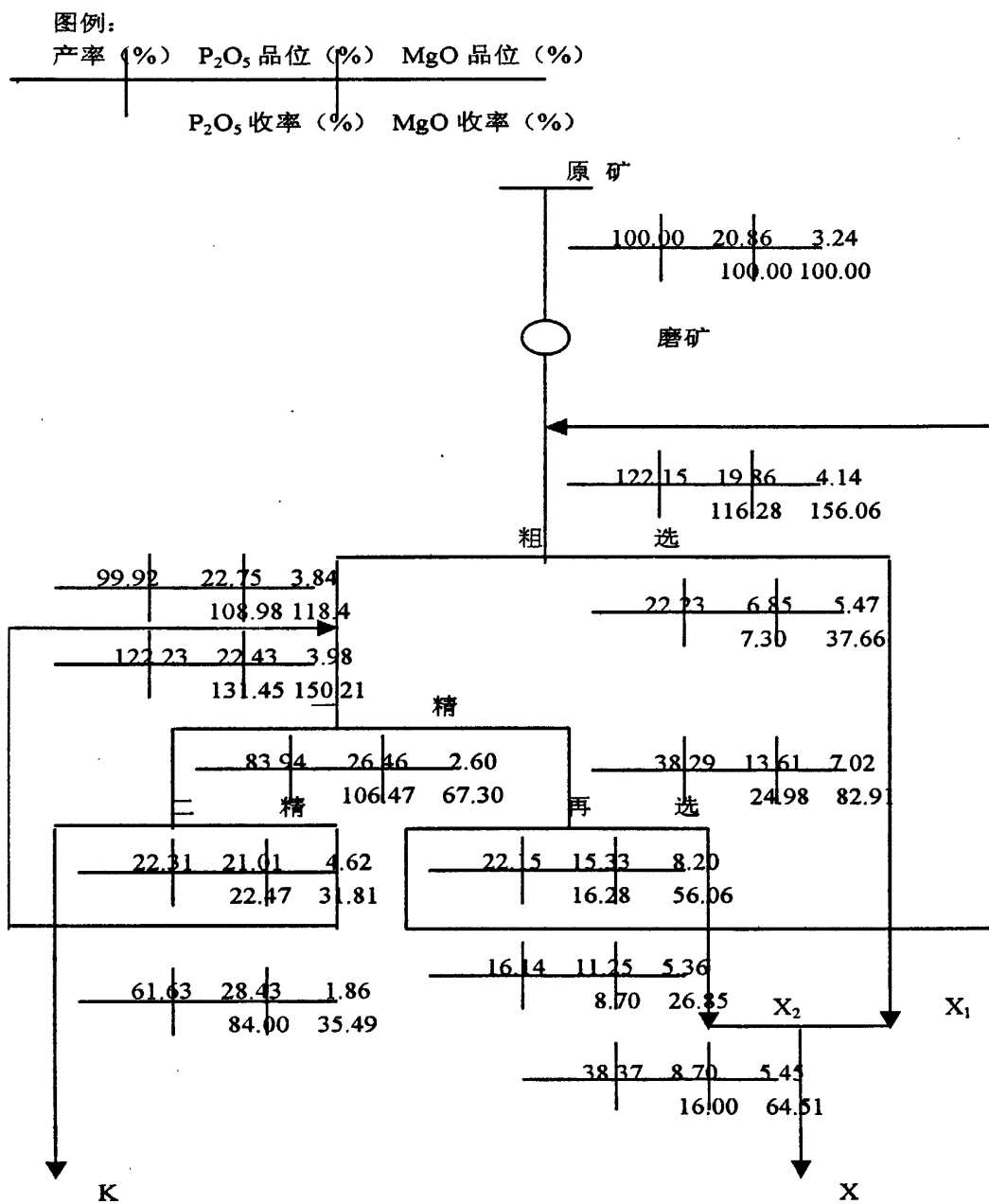


图 2 直接浮选闭路试验数质量流程图

3 试验流程评价

对卡拉套磷矿进行的正反浮选、反正浮选、双反浮选和直接浮选等浮选流程试验结果表明,除了双反浮选外,正反浮选、反正浮选和直接浮选都能获得较好的工艺指标,为了进一步比较各流程的优缺点以及确定选

别卡拉套磷矿较合理的浮选流程,我们对上述三种流程进行了初步的技术经济比较,比较结果见表 4。

表 4 主要工艺流程初步技术经济比较表

对比项目		直接浮选	正反浮选	反正浮选
原矿	P ₂ O ₅ 品位(%)	20.86	21.14	21.51
	MgO 含量(%)	3.24	3.41	3.41
精矿指标	产率(%)	61.63	59.63	60.41
	P ₂ O ₅ 品位(%)	28.43	28.17	28.56
	MgO 含量(%)	1.86	0.90	1.40
	P ₂ O ₅ 回收率(%)	84.00	79.47	80.19
选矿比		1.62	1.68	1.66
药剂用量(kg/T 原矿)		Na ₂ CO ₃ 14.0 Na ₂ SiO ₃ 1.5 S711 1.6 PA-46 1.85	Na ₂ CO ₃ 8.0 Na ₂ SiO ₃ 1.5 PA-46 1.3 混酸 11.0 PA-31 0.9	磷酸 10.0 PA-31 1.9 Na ₂ CO ₃ 23.0 Na ₂ SiO ₃ 1.5 PA-46 1.2
药剂成本	元/T 原矿	32.18	39.50	75.45
	元/T 精矿	52.12	66.36	125.25
流程优缺点	优点	流程结构简单;药剂品种较少;磷矿物分选性较好;设备不需防腐	精矿中 MgO 含量低;精矿为槽内产品,脱水较容易	精矿 MgO 含量较低;浮选需加温的矿浆量相对较少
	缺点	浮选全过程需加温;精矿中 MgO 含量高;精矿为泡沫产品,脱水较困难	药剂品种多,用量大,成本较高;设备需防腐	药剂品种多,用量大,成本高;设备需防腐;精矿为泡沫产品,脱水较困难

注:药剂价格按:Na₂CO₃:1400 元/T,Na₂SiO₃:500 元/T,S711:4500 元/T,PA-46:2500 元/T,PA-31:5000 元/T,磷酸:3000 元/T,混酸:1800 元/T 计算

通过上述三条工艺流程的对比可以看出,直接浮选具有选别指标较好,使用的药剂品种较少,相对药剂成本较低和浮选设备不需防腐等优点,是选别卡拉套磷矿的较合理的工艺流程。

4 结语

- 1) 卡拉套磷矿属海相沉积型硅钙质磷块岩矿石,矿石结构构造较简单,主要呈颗粒结构,按照颗粒特点可划分为粗-中砂屑和鲕粒两个类型。矿石主要有用矿物为碳氟磷灰石,主要脉石矿物为白云石、石英和粘土矿物。碳氟磷灰石 95% 以上为光性非晶质碳氟磷灰石(胶磷矿),由胶体沉积聚结晶作用形成,主要构成泥晶结构的磷质砂屑颗粒和鲕粒的核心;胶磷矿嵌布粒度细,与白云石、石英等脉石矿物共生关系复杂。
- 2) 对卡拉套磷矿选矿试验结果表明,采用正反浮选、反正浮选和直接浮选工艺均能取得了较好的选别指标。正反浮选试验结果为,当原矿 P₂O₅ 品位为 21.14%、MgO3.41%时,经正反浮选可以获得 P₂O₅ 品位为 28.17%、MgO 0.90%的磷精矿,其 P₂O₅ 回收率为 79.47%。反正浮选试验结果为,当原矿 P₂O₅ 品位为 21.51%、MgO3.41%时,采用反正浮选流程,可以获得 P₂O₅ 品位为 28.56%、MgO 1.40%的磷精矿,其 P₂O₅ 回收率为 80.19%。直接浮选试验结果为,当原矿 P₂O₅ 品位为 20.86%、MgO3.24%时,经“一粗二精一精尾再选”的直接浮选工艺流程,可以获得 P₂O₅ 品位为 28.43%、MgO1.86%的磷精矿,其 P₂O₅ 回收率可达 84%。
- 3) 对上述三种工艺流程初步技术经济比较结果表明,直接浮选工艺具有选别指标较好,流程结构简单,药剂种类较少,药剂成本较低,选矿设备不需防腐等优点,是适合卡拉套磷矿选矿的较先进的工艺流程。

作者: [钱押林](#)

作者单位: [化工部连云港设计研究院](#)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [桑红源, 张福更 胶磷矿浮选工艺 -天津化工2008, 22\(5\)](#)

本文介绍了中低品位钙硅质胶磷矿浮选工艺,并对单一反浮选、双反浮选和正反浮选工艺的特点作出比较。

2. 期刊论文 [邓伟, 余媛元, 沈静, 辜国杰, 罗鸿, 夏胜鸿, 黎世富, DENG Wei, YU Yuan-yuan, SHEN Jing, GU Guo-jie.](#)

[LUO Hong, XIA Sheng-hong, LI Shi-fu 常温正反浮选新工艺在难选清平磷矿中的应用 -化工矿物与加工2009, 38\(1\)](#)

针对清平磷矿矿石特性,因地制宜地提出“矿浆无需加温”、“正浮选无需添加碳酸盐抑制剂”、“反浮选无需添加磷酸”、“反浮选无需添加碳酸盐捕收剂”的“四无”正反浮选工艺,在原矿P205 22.22%、MgO 2.91%、磨矿细度-200目93%的条件下,进行连续运转72 h的1 t/d扩大连续性试验,可获得P205 30.37%、MgO 0.53%、精矿产率60.71%、回收率82.99%的工艺指标。

3. 会议论文 [金会心, 王华, 李军旗, 毛小浩, 赵平源 织金新华含稀土磷矿两次浮选试验研究 2008](#)

采用一次粗选一次扫选反浮选工艺,研究了织金新华含稀土磷矿在不同浮选流程条件下的浮选效果以及稀土的分布情况。结果表明:(1)一粗一扫试验综合精矿的产率和回收率与一次粗选精矿的产率和回收率相差不大,但一次粗选精矿P205的品位高于一粗一扫试验综合精矿的P205的品位,并且一次粗选精矿的稀土回收率好于一粗一扫综合精矿的稀土回收率。因此综合考虑浮选的各项指标以及生产成本,采用一次粗选工艺流程较佳。(2)一次粗选试验确定的较佳浮选条件是:WF-01用量0.8 kg/t,工业磷酸用量9 kg/t,矿浆浓度35%,浮选时间8 min,矿样粒度-200目83.94%。精矿P205的品位32.97%,回收率85.70%,稀土回收率为87.09%,稀土钇回收率为86.17%。

4. 期刊论文 [郑居然 几种浮选机对胶磷矿直接浮选工艺的适应性 -化工矿物与加工2003, 32\(5\)](#)

根据胶磷矿对浮选机的特殊要求,通过对几种在王集磷矿选矿厂使用、试验过的浮选机的结构性能及其运行、试验情况论述,提出了胶磷矿浮选机应具备的结构性能。

5. 期刊论文 [马晓青 胶磷矿无碱常温浮选工艺的研究 -矿业快报2002, ""\(12\)](#)

采用连云港设计研究院合成的新型捕收剂PF-01对云南海口磷矿原生矿进行浮选试验,提出了胶磷矿无碱常温浮选工艺流程,并获得人满意的结果。

6. 学位论文 [肖曲 高镁胶磷矿浮选工艺及其机理研究 2009](#)

随着磷资源的不断匮乏和政府相关法规的出台,贫富兼采和贫矿选矿势在必行,本文针对湖南某胶磷矿嵌布粒度细、含Mg量高等问题,进行系统的选矿试验研究,制定合理工艺流程,为开发利用湖南省大量中低品位难选胶磷矿,提高资源的综合利用率奠定基础,将地方资源优势转化为经济优势。

矿物工艺学研究表明,该矿属于钙-硅质难选胶磷矿,MgO含量高达8.68%,SiO₂13.62%。该胶磷矿嵌布粒度细,胶磷矿主要呈两种状态存在,球状和粒状(单体),颗粒一般20-80 μm,最大可达120 μm。白云石为褐色微粒状,呈集合体形式存在,单体颗粒一般在10 μm以下。石英为粒状,一般为60 μm。含少量的方解石、黄铁矿和其他矿物(氯碳酸钠镁石)。

浮选试验研究表明,采用单一反浮选工艺无法使P205含量达到28%以上,无法满足可用磷灰石的最低指标:通过正-反浮选工艺,当磨矿细度为-0.074mm含量占97.38%时,采用“一粗两精”,正浮粗选,反浮精选的闭路工艺流程可获得产率为36.46%,品位30.27%,回收率66.02%,MgO含量为1.05%的最终精矿,满足酸法磷酸的二级工业指标;通过浮选工艺条件试验可知,该胶磷矿在大转速低充气量选矿指标较好,温度对浮选效果有较大影响,27℃时的浮选效果较好,回水利用试验表明,磨矿和正浮选采用正浮过滤水,反浮选则采用反浮过滤水。

浮选药剂与矿物作用机理研究表明,弱酸性条件下,磷灰石与白云石的表面电性差异较大,有利于浮选分离,且YSB-2在白云石表面的吸附作用也强于磷灰石;水玻璃在碱性介质中,主要以HSiO₃⁻形式存在,HSiO₃⁻离子与硅酸盐矿物具有相同的酸根,容易吸附在这些矿物表面,且吸附比较牢固,对石英、硅酸盐等脉石矿物起到良好的抑制作用。

7. 期刊论文 [余永富, 葛英勇, 潘昌林, YU Yong-fu, GE Ying-yong, PAN Chang-lin 磷矿选矿进展及存在的问题 -矿冶工程2008, 28\(1\)](#)

介绍了世界磷矿资源现状,概述了中国磷矿资源分布及目前生产情况。叙述了不同矿石类型的磷矿选矿流程及选矿效果。指出了磷矿选矿中存在的问题并给出了解决对策。

8. 期刊论文 [苏迪, 解田, 邱树毅, 姜小明, SU Di, XIE Tian, QIU Shu-yi, JIANG Xiao-ming 某硅钙质胶磷矿双反浮选工艺的研究 -化工矿物与加工2010, 39\(1\)](#)

针对贵州某中低品位硅钙质胶磷矿硅含量较多的特点,采用双反浮选的方法,达到降低硅含量的目的。最终获得了P205品位30.84%、回收率85.77%、MgO质量分数1.37%、SiO₂质量分数10.26%的磷精矿,实现了胶磷矿与硅质脉石的有效分离。

9. 会议论文 [赵平源, 毛小浩, 杨书怀 含稀土磷矿浮选工艺研究 2008](#)

通过分析贵州某地区磷矿化学成分,对原矿进行了一系列的反浮选工艺试验研究。结果表明,原矿中P205含量可从23.01%提高到32.00%,MgO含量从5.17%降至1.83%,P205回收率93.07%。同时,精矿中稀土和稀土钇的回收率均可达到90%以上,精矿的稀土品位最高为REO 0.16%,稀土钇品位最高为Y2O3 0.054%。达到选矿指标要求。

10. 会议论文 [马晓青 PA系列捕收剂概述 2004](#)

化工部连云港设计研究院在磷矿选矿药剂及工艺技术方面做了大量的试验研究工作,不仅在浮选技术方面处于世界领先地位,在浮选药剂方面也不断推陈出新。PA系列捕收剂则是其中新型选矿药剂之一,主要用于磷矿的浮选,并在国内外矿山中得到应用;此系列药剂既可以用于正浮选工艺、也可以用于反浮选流程,还可以用于其它矿物的选别。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6884632.aspx

授权使用: 中南大学(zndx), 授权号: 5cb6a9d9-7d28-4183-afd9-9e080101b7bf

下载时间: 2010年10月7日