



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102671769 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 26

(21) 申请号 201210147843. 5

CN 101773871 A, 2010. 07. 14,

(22) 申请日 2012. 05. 14

EP 0229835 B1, 1993. 06. 16,

WO 87/00088 A1, 1987. 01. 15,

(73) 专利权人 长沙矿冶研究院有限责任公司
地址 410012 湖南省长沙市麓山南路 966 号

邱丽娜等. 钼矿的浮选工艺及药剂现状. 《现代矿业》. 2009, (第 7 期),

(72) 发明人 曾子高 赵卫夺 王奉刚 潘炳
肖松文

贾仰武. 汝阳东沟钼矿钼粗选工艺条件研究. 《矿冶工程》. 2008, 第 28 卷 (第 4 期),

贾仰武. 汝阳东沟钼矿钼粗选工艺条件研究. 《矿冶工程》. 2008, 第 28 卷 (第 4 期),

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所 43008
代理人 赵洪 杨斌

审查员 钱雪

(51) Int. Cl.

B03D 1/00 (2006. 01)

B03B 1/00 (2006. 01)

B03B 1/04 (2006. 01)

B03D 1/002 (2006. 01)

B03D 1/012 (2006. 01)

B03D 1/008 (2006. 01)

B03D 101/02 (2006. 01)

B03D 101/06 (2006. 01)

B03D 101/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101537388 A, 2009. 09. 23,

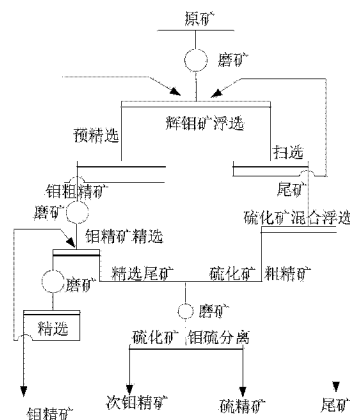
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法

(57) 摘要

本发明公开了一种从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,包括以下步骤:以易浮脉石类难选钼矿为原料进行磨矿;通过采用包括调整剂、组合抑制剂、非极性捕收剂及起泡剂在内混合药剂,对磨矿后的矿石进行浮选,获得高品位辉钼矿粗精矿;通过对浮选后获得的粗精矿进行多次的“细磨-精选”过程,获得钼精矿。本发明的工艺过程简单、成本低、设备投入小,钼精矿产品的品位和回收率高。



CN 102671769 B

1. 一种从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,所述易浮脉石类难选钼矿是指高滑石易浮脉石类难选钼矿,所述高滑石易浮脉石类难选钼矿包含滑石以及蛇纹石、绿泥石、透辉石、云母、蒙脱石中的至少一种易碎易浮脉石矿物,所述脉石矿物的含量为10%~30%,原矿钼品位为0.08%~0.50%,所述选矿方法包括以下步骤:

(1) 磨矿:以所述易浮脉石类难选钼矿为原料进行磨矿;

(2) 辉钼矿浮选:通过采用包括调整剂、抑制剂、非极性捕收剂及起泡剂在内的混合药剂,对步骤(1)后的矿石进行浮选,获得高品位辉钼矿粗精矿;步骤(2)中的抑制剂为重金属盐和水玻璃,其中,重金属盐的添加量为300g/t~1200g/t,水玻璃的添加量为2500g/t~5000g/t;所述调整剂为硫化钠,所述非极性捕收剂为煤油或柴油;所述起泡剂为二号油或甲基异丁基甲醇;在添加重金属盐抑制剂后,以9m/s~12m/s的线转速快速搅拌5min~30min;

(3) 粗精矿精选:通过对步骤(2)后获得的粗精矿进行多次的“细磨-精选”过程,获得钼精矿;

所述多次的“细磨-精选”过程具体包括以下步骤:

(a) 一次细磨-精选:将所述粗精矿磨至细度-0.038mm在75%~85%,然后加入抑制剂,经至少一次精选获得精矿;步骤(a)中的抑制剂为重金属盐和水玻璃,其中,重金属盐的添加量为800g/t~2000g/t,水玻璃的添加量为1000g/t~2500g/t;

(b) 二次细磨-精选:将上述步骤(a)后得到的精矿再磨至细度-0.038mm在85%以上,再经至少两次精选获得最终钼精矿。

2. 根据权利要求1所述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,其特征在于,所述选矿方法还包括硫化矿混合浮选,所述硫化矿混合浮选包括以下步骤:将所述步骤(2)后的尾矿进行硫化矿浮选,浮选过程中添加极性捕收剂和起泡剂,浮选回收细粒钼矿及难选的钼连生体,获得含钼硫化矿粗精矿。

3. 根据权利要求2所述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,其特征在于,所述选矿方法还包括硫化矿钼硫分离,所述硫化矿钼硫分离包括以下步骤:将所述步骤(3)后的精选尾矿和所述硫化矿混合浮选后的含钼硫化矿粗精矿合并再磨,磨至细度-0.038mm在70%~95%,添加脱药剂脱药活性炭或硫化钠,然后添加石灰调制矿浆pH值至11~11.5,再添加抑制剂、非极性捕收剂和起泡剂进行浮选,获得次钼精矿和硫精矿。

4. 根据权利要求3所述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,其特征在于:所述重金属盐为硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸铝、氯化铁、硫酸钴或硫酸锌中的一种或多种组合;

所述硫化矿钼硫分离中的抑制剂为水玻璃,其添加量为300g/t~1000g/t。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,其特征在于:所述步骤(a)中,所述抑制剂的添加方式为:在添加重金属盐抑制剂后,以9m/s~12m/s的线转速快速搅拌5min~30min,再添加水玻璃抑制剂。

6. 根据权利要求3所述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,其特征在于:所述步骤(2)中,非极性捕收剂的添加量为80g/t~200g/t;所述硫化矿钼硫分离中,非极性捕收剂的添加量为30g/t~60g/t;所述极性捕收剂为黄药类捕收剂,所述黄药类捕收剂的添加量为10g/t~60g/t。

7. 根据权利要求 3 所述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,其特征在
于:

所述步骤(2)中起泡剂的添加量为 20g/t ~ 60g/t;

所述硫化矿混合浮选和硫化矿钼硫分离中,起泡剂的添加量均为 15g/t ~ 30g/t;

所述步骤(2)中用作调整剂的硫化钠的添加量为 100g/t ~ 1000g/t。

从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种选矿工艺,尤其涉及一种从易浮脉石等细粒难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法。

背景技术

[0002] 滑石型钼矿是目前选矿界公认的难选型钼矿之一,我国河南上房沟特大型钨钼矿床、鸡西钼矿、豫西南钼矿等均为滑石型钼矿。由于滑石的解离面与辉钼矿的解离面(001基础面)均十分疏水,其天然可浮性均好,且滑石呈小鳞片状,辉钼矿为典型的层状矿物。从解离面或形状特征看,滑石和辉钼矿两者均可视为等可浮矿物,且滑石密度比辉钼矿还小,两者均吸附非极性油,因此采用传统浮选方法难以获得高品位、高回收率的优质钼精矿。

[0003] 多年来,针对滑石型钼矿,国内外多家研究院所展开过详细的研究,无论是采用预先浮滑石、抑滑石浮钼或用多开路的浮选流程,都未能从根本上解决滑石型钼矿选矿精矿品位和回收率的技术难题。中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所 1996 年采用重选法预先脱除滑石再浮钼的阶段磨矿、阶段选别的工艺流程,试验研究最终在原矿品位 0.23% 情况下,得到钼精矿品位为 21%,回收率为 58% 的指标。2007 年其与洛阳富川矿业有限公司合作,采用“原矿-磨矿-磁选-分级-精矿再磨-磁筛精选-浮钼尾矿选硫”的选矿原则工艺流程,完成了对上房沟高滑石难选钼矿日处理量为 6.5 吨规模的扩大试验,扩大试验得到钼粗精矿产率 6.55%,钼品位 2.17%,通过精选达到钼精矿品位为 42%,回收率为 65% 的选钼指标;但其采取的脱泥分级流程因设备台数多,脱泥流程长,难以在生产中实现稳定操作,且生产出的钼粗精矿品位低,仅为 2% 左右,直接导致精选过程难以产出优质钼精矿。另外,还有部分厂家采用分级脱泥-浮钼流程,如河南某厂,其原矿品位为 0.18%,经过一次粗选十次精选获得品位 15%、回收率 57% 的钼精矿,选矿指标较低;该钼精矿经过滤脱水后运输到精选厂加工,最终得到 Mo 品位大于 40%、精选作业回收率 92% 的钼精矿,最终钼精矿回收率为 52.44%。

[0004] 然而,以上的各种滑石型钼矿选矿工艺均存在工艺流程复杂、工艺成本高、设备投入大等技术问题,且最终获得的钼精矿产品的品位和回收率也有待提高。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是克服现有技术的不足,提供一种工艺过程简单、成本低、设备投入小、钼精矿产品的品位和回收率高的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提出的技术方案为一种从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,包括以下步骤:

[0007] (1) 磨矿:以所述易浮脉石类难选钼矿为原料进行磨矿;在本步骤中,磨矿一般磨至细度 -0.074mm 在 75%~95%,且单体解离度 $\geq 75\%$;

[0008] (2) 辉钼矿浮选:通过采用包括调整剂、抑制剂、非极性捕收剂及起泡剂在内的混

合药剂,对步骤(1)后的矿石进行浮选,获得高品位辉钼矿粗精矿;在本步骤的浮选中,一般包括有一次粗选、多次的预精选和扫选过程;

[0009] (3)粗精矿精选:通过对步骤(2)后获得的粗精矿进行多次的“细磨-精选”过程,获得钼精矿。

[0010] 上述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,所述步骤(3)中,所述多次的“细磨-精选”过程优选具体包括以下步骤:

[0011] (a)一次细磨-精选:将所述粗精矿磨至细度 -0.038mm 在 $75\% \sim 85\%$,然后加入抑制剂(还可加入少量的非极性捕收剂),经至少一次(一般 $1 \sim 2$ 次即可)精选获得精矿;

[0012] (b)二次细磨-精选:将上述步骤(a)后得到的精矿再磨至细度 -0.038mm 在 85% 以上,再经至少两次(一般 $2 \sim 4$ 次即可)精选获得最终钼精矿。

[0013] 作为对上述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法的改进,其还可包括硫化矿混合浮选,所述硫化矿混合浮选包括以下步骤:将所述步骤(2)后的尾矿进行硫化矿浮选,浮选过程中添加极性捕收剂和起泡剂,经过一次粗选、多次扫选和预精选,浮选回收细粒钼矿及难选的钼连生体,获得含钼硫化矿粗精矿。

[0014] 作为对上述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法的进一步改进,所述选矿方法还可包括硫化矿钼硫分离,所述硫化矿钼硫分离包括以下步骤:将所述步骤(3)后的精选尾矿和所述硫化矿混合浮选后的含钼硫化矿粗精矿合并再磨,磨至细度 -0.038mm 在 $70\% \sim 95\%$,添加脱药剂脱药活性炭或硫化钠(活性炭的添加量优选为 $400\text{g/t} \sim 1000\text{g/t}$,硫化钠的添加量优选为 $500\text{g/t} \sim 2000\text{g/t}$),然后添加石灰调制矿浆 pH 值至 $11 \sim 11.5$,再添加抑制剂、非极性捕收剂和起泡剂进行浮选,经过一次粗选、多次扫选和精选,获得次钼精矿和硫精矿。

[0015] 上述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,所述易浮脉石类难选钼矿优选是指高滑石易浮脉石类难选钼矿,所述高滑石易浮脉石类难选钼矿包含滑石,同时优选包含蛇纹石、绿泥石、透辉石、云母、蒙脱石中的至少一种易碎易浮脉石矿物。所述脉石矿物的含量优选为 $10\% \sim 30\%$,原矿钼品位为 $0.08\% \sim 0.50\%$ 。

[0016] 上述的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,所述调整剂优选为硫化钠,所述硫化钠的添加量优选为 $100\text{g/t} \sim 1000\text{g/t}$ 。

[0017] 上述的各技术方案中,所述抑制剂优选为重金属盐和/或水玻璃(可以辅之以羧甲基纤维素或改性故尔胶,辅助抑制剂羧甲基纤维素或改性古尔胶视情况添加,其添加量优选为 $30\text{g/t} \sim 200\text{g/t}$,改性古尔胶的添加量优选为 $40\text{g/t} \sim 100\text{g/t}$),所述重金属盐为硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸铝、氯化铁、硫酸钴或硫酸锌中的一种或多种组合。在上述选矿方法的步骤(2)中,所述抑制剂优选为重金属盐和水玻璃,其中,重金属盐的添加量优选为 $300\text{g/t} \sim 1200\text{g/t}$,水玻璃的添加量优选为 $2500\text{g/t} \sim 5000\text{g/t}$ 。在上述优选选矿方法的步骤(a)中,所述抑制剂优选为重金属盐和水玻璃,其中,重金属盐的添加量为 $800\text{g/t} \sim 2000\text{g/t}$,水玻璃的添加量为 $1000\text{g/t} \sim 2500\text{g/t}$ 。在上述硫化矿钼硫分离中,所述抑制剂优选为水玻璃,其添加量为 $300\text{g/t} \sim 1000\text{g/t}$ 。作为进一步的改进,在述选矿方法的步骤(2)中,当抑制剂为重金属盐和水玻璃时,优选的添加方式为:在添加重金属盐抑制剂后,快速搅拌 $10\text{min} \sim 30\text{min}$ (快速搅拌的线转速优选为 $9\text{m/s} \sim 12\text{m/s}$),再添加混合药剂中的其他成分。作为进一步的改进,在上述选矿方法的步骤(a)中,所述抑制剂的添加方式为:在添加重金

属盐抑制剂后,以 9m/s ~ 12m/s 的线转速快速搅拌 5min ~ 30min,再添加水玻璃抑制剂。

[0018] 上述的各技术方案中,所述非极性捕收剂优选为煤油或柴油等。在上述选矿方法的步骤(2)中,所述非极性捕收剂的添加量优选为 80g/t ~ 200g/t。在所述的硫化矿钼硫分离中,所述非极性捕收剂的添加量优选为 30g/t ~ 60g/t。

[0019] 在所述的硫化矿混合浮选中,所述极性捕收剂优选为黄药类捕收剂,所述黄药类捕收剂的添加量为 10g/t ~ 60g/t。

[0020] 上述的各技术方案中,所述起泡剂优选为二号油或甲基异丁基甲醇(MIBC)。在上述选矿方法的步骤(2)中,所述起泡剂的添加量优选为 20g/t ~ 60g/t;在所述硫化矿混合浮选和硫化矿钼硫分离中,所述起泡剂的添加量均优选为 15g/t ~ 30g/t。

[0021] 上述的各技术方案中,所述浮选工艺用的浮选机可以为机械搅拌式浮选机、充气式浮选机或浮选柱中的一种或几种。所述精选过程及硫化矿钼硫分离步骤中,再磨设备可以为普通球磨机、立式搅拌磨机或卧式艾萨磨机中的一种或几种。

[0022] 本发明技术方案的基本思路为:针对滑石型细粒难选钼矿,采用“不脱泥浮选”工艺,通过采用组合抑制剂抑制分散滑石等易浮脉石矿物,优先浮选获得高品位钼粗精矿(即辉钼矿粗精矿),钼粗精矿精选获得优质钼精矿。在进一步改进的技术方案中,通过优化整合硫化矿混合浮选获得含钼硫化矿粗精矿;在更进一步的改进技术方案中,通过优化整合硫化矿钼硫分离获得次钼精矿和硫精矿。

[0023] 与现有技术相比,本发明的优点突出体现在:采用“不脱泥浮选”工艺,根据“难易分选、先易后难”的原则进行辉钼矿的浮选回收,通过采用组合抑制剂抑制分散滑石等易浮脉石矿物,采用非极性捕收剂优先选钼,再采用极性捕收剂进行硫钼混选再分离,可获得高品位、高回收率的优质钼精矿和部分次钼精矿,钼的总回收率大大提高。其中,辉钼矿浮选通过采用混合药剂抑制分散滑石等易浮脉石矿物,获得高品位、高回收率钼粗精矿,是获得高回收率优质钼精矿的关键。

[0024] 总的来说,本发明的选矿方法不仅工艺流程简单,生产成本低,而且特别适合从含高滑石等易浮脉石的细粒难选钼矿中回收钼。通过采用本发明的选矿工艺可以解决难选滑石型钼矿难以产出高品位、高回收率钼精矿的难题,这不仅有利于节省资源,对缓解当前我国钼矿产资源的紧张局面也具有十分重要的意义。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明实施例的选矿方法的工艺流程图。

具体实施方式

[0026] 以下结合说明书附图和具体实施例对本发明作进一步描述。以下实施例旨在说明本发明而不是对本发明的进一步限制。对于所属领域的技术人员来说,对本发明做出的其它不同形式的改动或修改,而由此引申出的显而易见的变化,仍属于本发明的保护范围。

[0027] 实施例 1:

[0028] 一种如图 1 所示的本发明的从易浮脉石类难选钼矿中浮选回收钼的选矿方法,包括以下步骤:

[0029] (1) 磨矿:给矿原料为河南某滑石型细粒钼矿,含 Mo 0.149%,其中钼的氧化率

为 14.67%，滑石等含镁脉石含量为 18%；将原料进一步磨细，磨矿细度满足 -0.074mm 达到 83.3%，至单体解离度为 84.3%；

[0030] (2) 辉钼矿浮选：通过采用包括调整剂、组合抑制剂、非极性捕收剂及起泡剂在内的混合药剂，对步骤(1)后的矿石进行浮选，具体操作过程为：添加调整剂硫化钠 200g/t，添加重金属盐硫酸铜 400g/t，调整搅拌速度至线速度为 10.5m/s，快速搅拌 15min，然后添加水玻璃和 CMC，这两者添加量分别为 4000g/t 和 40g/t，再添加非极性捕收剂煤油和起泡剂甲基异丁基甲醇，这两种药剂的添加量分别为 100g/t 和 40g/t；然后在常温下浮选回收辉钼矿，经过一次粗选、两次预精选和四次扫选后，得到品位 Mo 12.58%、回收率为 86.16% 的钼粗精矿和尾矿；

[0031] (3) 粗精矿精选：将上述步骤(2)中所得的钼粗精矿再磨至细度 -0.038mm 达 80%，加入硫酸锌和水玻璃组成的脉石抑制剂(优选先添加硫酸锌，再添加水玻璃)，硫酸锌和水玻璃的添加量分别为 1000g/t 和 2000g/t，再补加少量煤油 10g/t，经两次精选后获得精矿；精矿再磨至细度 -0.038mm 达 93%，再经过四次精选获得 Mo 品位 50.02% 的优质钼精矿，精选作业回收率 93.35%，对原矿钼回收率为 80.43%。

[0032] 上述选矿方法还包括有一硫化矿混合浮选工艺，即：向上述步骤(2)后的浮选尾矿进行硫化矿混合浮选，浮选过程中添加极性捕收剂丁黄药和起泡剂二号油，丁黄药的用量为 30g/t，二号油的用量为 15g/t，经一次粗选、两次扫选，两次预精选浮选回收细粒及难选的钼连生体(即硫化矿)，获得含钼硫化矿粗精矿。

[0033] 上述选矿方法还包括有一硫化矿钼硫分离工艺，即：将上述步骤(3)的精选尾矿和上述硫化矿混合浮选后的含钼硫化矿粗精矿合并再磨，磨至细度 -0.038mm 达 80%，添加活性炭 400g/t 进行脱药，添加石灰调制矿浆 pH 值至 11.3，添加水玻璃 400g/t，添加煤油 35g/t，添加 MIBC 15g/t，经一次粗选、三次扫选、三次精选浮选获得次钼精矿和硫精矿。

[0034] 本实施例的选矿工艺试验结果如下表 1 所示。

[0035] 表 1：实施例 1 的选矿结果

	产品名称	产率 %	Mo 品位 %	Mo 回收率 %
[0036]	钼精矿	0.24	50.02	80.43
	次钼精矿	0.08	10.23	5.49
	硫精矿	5.42	0.11	3.98
	尾矿	94.26	0.016	10.1
	给矿	100	0.149	100

[0037] 实施例 2：

[0038] 一种本发明的处理从高滑石等易浮脉石的细粒难选钼矿浮选回收钼的选矿方法，包括以下步骤：

[0039] (1) 磨矿：给矿原料为河南某滑石型细粒钼矿，含 Mo 0.189%，其中钼的氧化率为 17.35%，滑石等含镁脉石含量为 22%；将原料进一步磨细，磨矿细度满足 -0.074mm 达到 88.50%，至单体解离度达 85%；

[0040] (2) 辉钼矿浮选：通过采用包括调整剂、组合抑制剂、非极性捕收剂及起泡剂在内的混合药剂，对步骤(1)后的矿石进行浮选，具体操作过程为：添加调整剂硫化钠 600g/t，

添加重金属盐硫酸锌 1000g/t,调整搅拌速度至线速度为 12m/s,快速搅拌 25min,然后添加水玻璃和改性古尔胶,这两者添加量分别为 5000g/t 和 100g/t,再添加非极性捕收剂柴油和起泡剂甲基异丁基甲醇(MIBC),这两种药剂的添加量分别为 80g/t 和 40g/t;然后在常温下浮选回收辉钼矿,经过一次粗选、一次预精选和四次扫选后,得到品位 Mo 7.20%、回收率为 87.84% 的钼粗精矿和尾矿;

[0041] (3)粗精矿精选:将上述步骤(2)中所得的钼粗精矿再磨至细度 -0.038mm 达 85%,加入硫酸锌和水玻璃组成的脉石抑制剂(优选先添加硫酸锌,再添加水玻璃),硫酸锌和水玻璃的添加量分别为 1500g/t 和 2500g/t,再补加少量煤油 10g/t,经两次精选后获得精矿;精矿再磨至细度 -0.038mm 达 93%,再经过四次精选获得 Mo 品位 47.87% 的最终钼精矿,精选作业回收率 91.33%,对原矿回收率为 80.22%。

[0042] 上述选矿方法还包括有一硫化矿混合浮选工艺,即:向上述步骤(2)后的浮选尾矿进行硫化矿混合浮选,浮选过程中添加极性捕收剂乙黄药和起泡剂二号油,乙黄药的用量为 50g/t,二号油的用量为 20g/t,经一次粗选、两次扫选,两次预精选浮选回收细粒及难选的钼连生体(即硫化矿),获得含钼硫化矿粗精矿。

[0043] 上述选矿方法还包括有一硫化矿钼硫分离工艺,即:将上述步骤(3)的尾矿和上述硫化矿混合浮选后的含钼硫化矿粗精矿合并再磨,磨至细度 -0.038mm 达 85%,添加硫化钠 1000g/t 进行脱药,添加石灰调制矿浆 pH 值至 11.5,添加水玻璃 800g/t,添加煤油 43g/t,添加 MIBC18g/t,经一次粗选、三次扫选、三次精选浮选获得次钼精矿和硫精矿。

[0044] 本实施例的选矿工艺试验结果如下表 2 所示。

[0045] 表 2:实施例 2 的选矿结果

	产品名称	产率 %	Mo 品位 %	Mo 回收率 %
	钼精矿	0.31	47.87	80.22
[0046]	次钼精矿	0.1	10.32	5.46
	硫精矿	5.42	0.126	3.63
	尾矿	94.17	0.021	10.69
	给矿	100	0.189	100

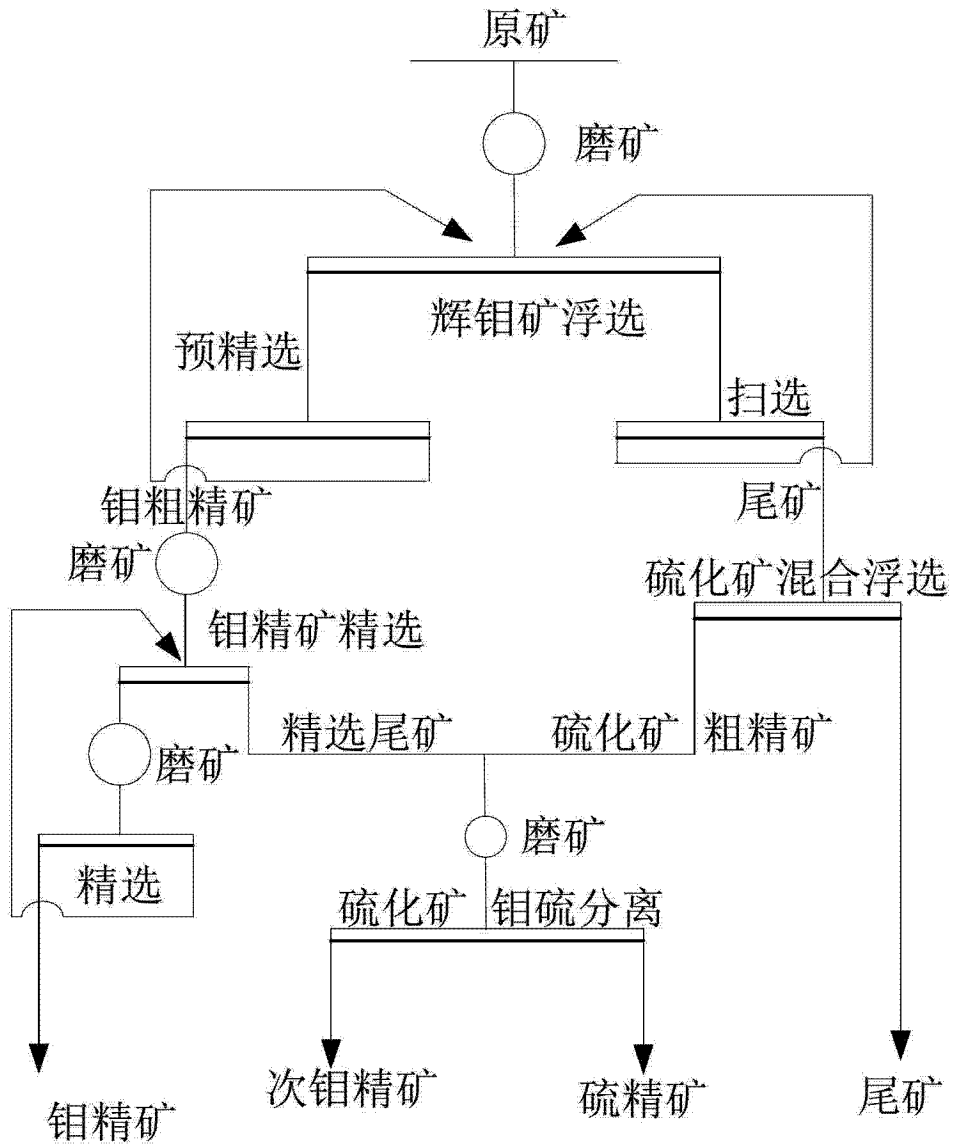


图 1