



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113210137 A

(43) 申请公布日 2021.08.06

(21) 申请号 202110565699.6

(22) 申请日 2021.05.24

(71) 申请人 中国恩菲工程技术有限公司
地址 100038 北京市海淀区复兴路12号

(72) 发明人 于传兵 刘志国 王传龙 邓朝安
尤腾胜 王亚运

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327
代理人 曹素云 张超艳

(51) Int. Cl.

B03D 1/018 (2006.01)

B03D 1/00 (2006.01)

B03D 103/02 (2006.01)

B03D 101/06 (2006.01)

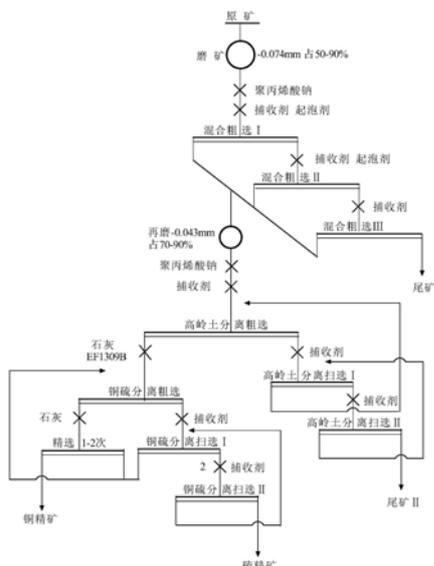
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂及分离方法

(57) 摘要

本发明公开了一种含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂及分离方法。所述组合抑制剂包括质量比为(70.0~95.0):(5.0~30.0)的过碳酸钠和木质素黄酸盐。本发明分离方法针对含高岭土的硫化铜矿石,通过添加聚丙烯酸盐分两阶段对高岭土进行抑制,铜硫混合浮选得到铜硫混合精矿;针对铜硫混合精矿采用所述组合抑制剂与石灰组合的形式抑制硫铁矿浮选铜矿物,达到低碱度下铜硫分离,并取得较好的技术指标的目的。



1. 一种含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂,其特征在于,所述组合抑制剂,包括:过碳酸钠和木质素黄酸盐;其中,所述过碳酸钠与所述木质素黄酸盐的质量比为(70.0~95.0):(5.0~30.0);所述木质素磺酸盐包括木质素磺酸钙盐、木质素磺酸钠盐、木质素磺酸铵盐、木质素磺酸钾盐中的一种或多种的混合物。

2. 根据权利要求1所述的含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂,其特征在于,所述组合抑制剂是在常温常压下,按照所述质量配比混合,并搅拌混匀30~60min制备得到。

3. 根据权利要求1所述的含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂,其特征在于,所述过碳酸钠与所述木质素黄酸盐的质量比为(70~80):(20~30)。

4. 一种采用根据权利要求1所述组合抑制剂对含高岭土的硫化铜矿进行分离的分离方法,其特征在于,所述分离方法,包括:

对磨矿处理后的矿浆,添加聚丙烯酸盐进行高岭土第一阶段抑制,经混合粗选得到混合精矿和全流程浮选尾矿I;

对所述混合精矿再磨矿处理后,添加聚丙烯酸盐进行高岭土第二阶段抑制,硫化矿与高岭土分离粗选得到铜硫混合粗精矿;

对所述铜硫混合粗精矿,添加石灰和所述组合抑制剂进行硫铁矿第三阶段抑制,进行铜硫分离粗选,经精选和精扫选得到铜精矿和硫精矿;

其中,所述聚丙烯酸盐为聚丙烯酸钠盐、聚丙烯酸钾盐、聚丙烯酸铵盐中的一种或多种的混合物。

5. 根据权利要求4所述的分离方法,其特征在于,所述高岭土第一阶段抑制和高岭土第二阶段抑制中,添加与矿浆重量比为(0.01~0.5):1000的聚丙烯酸盐。

6. 根据权利要求4所述的分离方法,其特征在于,所述聚丙烯酸盐为聚丙烯酸钠,所述聚丙烯酸钠的分子量为1000~10000。

7. 根据权利要求4所述的分离方法,其特征在于,所述硫铁矿第三阶段抑制中,添加与矿浆重量比为(0.02~4.0):1000的组合抑制剂;添加的石灰的量与矿浆的重量比为(0.1~0.5):1000。

8. 根据权利要求7所述的分离方法,其特征在于,所述硫铁矿第三阶段抑制中,添加与矿浆重量比为(0.03~1.0):1000的组合抑制剂。

9. 根据权利要求4所述的分离方法,其特征在于,所述的铜硫分离粗选,经精选和精扫选得到铜精矿和硫精矿的步骤中,包括:

铜硫分离粗选后,得到铜粗精矿和铜硫分离粗选尾矿;

对铜粗精矿添加石灰进行1~2次精选,得到铜精矿和铜中矿;将每次精选得到的铜中矿返回至上一步骤;

对铜硫分离粗选尾矿进行1~2次精扫选,得到扫选中矿和硫精矿;将每次精扫选得到的扫选中矿返回至上一步骤。

10. 根据权利要求4所述的分离方法,其特征在于,

所述硫化矿与高岭土分离粗选,还得到分离粗选尾矿;

所述分离方法还包括:对所述分离粗选尾矿进行两次扫选,得到扫选中矿和全流程浮选尾矿;将每次扫选得到的扫选中矿返回至上一步骤。

含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂及分离方法

技术领域

[0001] 本发明涉及矿物冶金加工技术领域,特别是涉及一种含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂及分离方法。

背景技术

[0002] 在硫化铜矿石选矿中,除铜矿物(包括黄铜矿、辉铜矿、铜蓝、斑铜矿等)外,其他矿物一般为硫铁矿(包括黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿等)、赤铁矿、磁铁矿,脉石主要为石英、长石、绢云母、伊利石、绿泥石、角闪石、高岭土、硬石膏、黑云母、透辉石及铁白云石等。

[0003] 硫化铜矿石选矿中,铜矿物和硫铁矿是回收的主要目的矿物,铜硫浮选分离是该类矿石选矿的主要技术难题。另外,高岭土是铜硫矿中常见的非金属矿物,他们在磨矿过程中易泥化并随铜矿物和硫矿物上浮,影响铜精矿、硫精矿品质和回收率,故高岭土的存在会增加铜硫分离的难度。再者,矿石中伴生少量金银等稀贵金属也应考虑综合回收。因此,该类矿石选矿的主要难点是:(1)硫化矿与高岭土的分选;(2)铜矿与硫矿物的浮选分离;(3)矿石中伴生金银的综合回收。

[0004] 目前,硫化矿与高岭土的分选常用抑制剂为水玻璃、六偏磷酸钠、柠檬酸盐、羧甲基纤维素等。铜硫分离过程中涉及到的铜矿物有黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿等,硫矿物主要有黄铁矿、磁黄铁矿和白铁矿等;目前生产中最为常见的浮选工艺就是“抑硫浮铜”工艺和“铜硫混浮-铜硫分离”工艺。常规浮选工艺流程如图1所示,该工艺采用抑制高岭土和硫铁矿浮选铜矿物-选铜尾矿活化硫铁矿抑制高岭土浮选硫矿物;其中,图1中辅助抑制剂是指硫铁矿的辅助抑制剂,一般为亚硫酸钠、腐殖酸钠、焦亚硫酸钠、次氯酸盐、氰化物等。

[0005] 申请人意识到:上述的浮选工艺主要存在以下问题:

[0006] 一、工艺流程存在的缺点:

[0007] (1)在粗选和扫选均需要采用抑制剂对高岭土进行抑制,导致石灰和高岭土抑制剂用量大,且抑制效果差,影响铜精矿和硫精矿品质。(2)粗选需要加入石灰和高岭土抑制剂抑制高岭土和硫铁矿,会对铜浮选有一定的影响。(3)硫浮选需要加入活化剂,增加药剂成本。(4)流程的适应性差,尤其是当高岭土含量高时,技术经济指标较差。

[0008] 二、抑制剂存在的缺点及不足:

[0009] (1)抑制剂的选择性差、药剂用量大、药剂成本高。(2)硫铁矿的主要抑制剂为石灰,存在以下的问题:大量石灰能促进矿浆中粘土矿物颗粒与硫化铜矿物颗粒异相凝聚,不利于矿物颗粒的分散与浮选分离;其次,大量的石灰对黄铜矿、斑铜矿等铜矿物有的可浮性有较大影响。再次,石灰用量较大,出现管道堵塞、结垢、腐蚀设备,尤其是石灰造成矿山废水因pH值过高等。第四,采用亚硫酸钠、腐殖酸钠、焦亚硫酸钠、木质素、次氯酸盐、氰化物等辅助抑制剂与石灰组合作铜硫分离的抑制剂,该工艺虽然也能在一定程度上提高铜硫矿物分离效果,但是辅助抑制的用量较大且对环境有一定的污染。(3)该药剂制度不利于矿石中金银矿物的综合回收。

[0010] 因此,开发出可实现含高岭土硫化铜矿的低碱度分离抑制剂,以及高效、环保的分

离技术,既符合当前节能环保的国家政策,也促进矿产资源高效综合回收利用,具有重要现实意义。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂及分离方法。以克服高岭土及其他金属离子的存在,导致高岭土影响精矿品质,铜硫分离困难,选矿药剂用量大、药剂成本高,金银回收率低,选矿尾矿水因pH值过高带来的环保问题。本发明具有分离效果好、操作使用简单、适应能力强、技术指标良好且稳定、药剂绿色环保等特点。

[0012] 本发明的上述目的是通过以下技术方案实现的:

[0013] 根据本发明的一个方面,本发明提供一种含高岭土的硫化铜矿分离用组合抑制剂,包括:过碳酸钠和木质素黄酸盐;其中,所述过碳酸钠与所述木质素黄酸盐的质量比为(70.0~95.0):(5.0~30.0);所述木质素磺酸盐包括木质素磺酸钙盐、木质素磺酸钠盐、木质素磺酸铵盐、木质素磺酸钾盐中的一种或多种的混合物。

[0014] 更优选地,所述过碳酸钠与所述木质素黄酸盐的质量比为(70~80):(20~30)。

[0015] 优选地,所述组合抑制剂是在常温常压下,按照所述质量比配比混合,并搅拌均匀30~60min制备得到。

[0016] 根据本发明的另一个方面,本发明提供一种含高岭土的硫化铜矿分离方法,针对含高岭土的硫化铜矿石,通过添加聚丙烯酸盐对高岭土进行两级抑制,进行铜硫混合浮选,得到铜硫混合精矿;铜硫混合精矿采用石灰和组合抑制剂EF1309B组合的方式抑制硫铁矿浮选铜矿物,达到低碱度下铜硫有效分离,并取得较好的技术指标的目的。

[0017] 本发明提供一种含高岭土的硫化铜矿分离方法,包括:

[0018] 对磨矿处理后的矿浆,添加聚丙烯酸盐进行高岭土第一阶段抑制,经混合粗选得到混合精矿和全流程浮选尾矿I;

[0019] 对所述混合精矿再磨矿处理后,添加聚丙烯酸盐进行高岭土第二阶段抑制,硫化铜矿与高岭土分离粗选得到铜硫混合粗精矿;

[0020] 对所述铜硫混合粗精矿,添加石灰和所述组合抑制剂进行硫铁矿第三阶段抑制,进行铜硫分离粗选,经精选和精扫选得到铜精矿和硫精矿。

[0021] 优选地,所述高岭土第一阶段抑制和高岭土第二阶段抑制中,添加与矿浆重量比为(0.01~0.5):1000的聚丙烯酸盐。更优选地,添加的聚丙烯酸盐与矿浆重量比为(0.01~0.3):1000;进一步优选地,添加的聚丙烯酸盐与矿浆重量比为(0.02~0.05):1000。

[0022] 优选地,所述聚丙烯酸盐为聚丙烯酸钠盐、钾盐、铵盐等可溶性盐中的一种或多种混合物。进一步地,如采取两种或两种以上聚丙烯酸盐时,可为任意比例混合。

[0023] 更优选地,所述聚丙烯酸盐为聚丙烯酸钠,所述聚丙烯酸钠的分子量为1000~10000。

[0024] 优选地,所述硫铁矿第三阶段抑制中,添加与矿浆重量比为(0.02~4.0):1000的组合抑制剂。更优选地,添加与矿浆重量比为(0.03~1.0):1000的组合抑制剂。进一步优选地,添加与矿浆重量比为(0.03~0.4):1000的组合抑制剂。

[0025] 优选地,所述硫铁矿第三阶段抑制中,添加与矿浆重量比为(0.1~0.5):1000的石灰。更优选地,石灰与矿浆重量比为(0.2~0.5):1000。

[0026] 优选地,所述的铜硫分离粗选,经精选和精扫选得到铜精矿和硫精矿的步骤中,包括:

[0027] 铜硫分离粗选后,得到铜粗精矿和铜硫分离粗选尾矿;

[0028] 对铜粗精矿添加石灰进行1~2次精选,得到铜精矿和铜中矿;将每次精选得到的铜中矿返回至上一步骤;

[0029] 对铜硫分离粗选尾矿进行1~2次精扫选,得到扫选中矿和硫精矿;将每次精扫选得到的扫选中矿返回至上一步骤。

[0030] 优选地,所述硫化矿与高岭土分离粗选,还得到分离粗选尾矿;所述方法还包括:对所述分离粗选尾矿进行两次扫选,得到扫选中矿和全流程浮选尾矿I;将每次扫选得到的扫选中矿返回至上一步骤。

[0031] 优选地,所述含高岭土的硫化铜矿分离方法,具体可以包括:

[0032] (1) 对含高岭土的硫化铜矿石进行破碎处理,得到破碎矿;

[0033] (2) 采用球磨机对所述破碎矿进行湿磨处理,磨矿至细度-0.074mm占50%~90%;

[0034] (3) 对磨矿后的矿浆搅拌,添加聚丙烯酸钠进行高岭土的第一阶段抑制;

[0035] (4) 加入铜硫捕收剂和起泡剂进行浮选(混合粗选1~3次);

[0036] (5) 将浮选泡沫产品进行再磨,磨矿细度为-0.043mm占70~90%;

[0037] (6) 将再磨后的矿浆,添加聚丙烯酸钠进行高岭土的第二阶段抑制,得到铜硫混合精矿和分离粗选尾矿。

[0038] (7) 将铜硫混合粗精矿,添加石灰和EF1309B进行硫铁矿抑制,进行精选和精扫选,得到铜精矿和硫精矿。

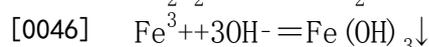
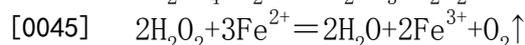
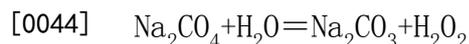
[0039] 下面对本发明作用原理进行如下说明:

[0040] 本发明采用聚丙烯酸盐进行高岭土抑制,尤其是聚丙烯酸钠分散剂分子量为1000-20000,具有强效阴离子活性基团,溶解于水中电离形成大量的阴离子,该离子牢牢地吸附高岭土粒子表面,使粒子带有相同的电荷,形成静电斥力,高岭土粒子之间互相排斥,从而具备极强的分散效果,消除高岭土粒子对硫化矿颗粒的包覆和罩盖。

[0041] 本发明采用石灰与组合抑制剂组合使用,其中石灰能提高矿浆的pH值,造成硫铁矿的可浮性迅速下降,另外 Ca^{2+} 和 $[\text{CaOH}]^+$ 能选择地吸附于硫矿物表面,改变其表面电性和增强亲水性,从而可浮性降低。

[0042] 组合抑制剂中的木质素磺酸盐分子中含有-OH、 $-\text{CH}_2\text{O}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 等大量的极性基团,在水中可以与多种金属离子形成金属螯合物,其中与 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} 等,减少了矿浆中对硫铁矿物有活化能力的离子浓度,从而消除 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等对硫铁矿的活化作用。

[0043] 组合抑制剂中的过碳酸钠,在矿浆中与水发生如下反应:



[0047] 过碳酸钠与水反应生成碳酸钠和 H_2O_2 , H_2O_2 是强氧化剂,一方面通过氧化作用调节矿浆的电位,使硫铁矿物表面在氧化作用下生成亲水物质,以达到抑制硫铁矿物的作用,另一方面,将矿浆中的 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ,在碱性矿浆中更容易生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,从而消除 Fe^{2+} 对

硫矿物的活化作用。

[0048] 本发明石灰以及组合抑制剂中各组分在浮选过程中,既发挥自身的优势又互相协同作用,功能互补,强化了对硫铁矿的抑制作用;本发明采用聚丙烯酸钠对高岭土进行分散,使其可浮性大大降低,消除其对硫化矿的罩盖作用。在硫化矿混合浮选作业和硫化矿与高岭土的分选作业分两个阶段分别对高岭土进行抑制,并通过抛弃尾矿Ⅱ的形式,将高岭土及时抛入尾矿。

[0049] 本发明所采用的组合抑制剂EF1309B浮选含高岭土的硫化铜矿物,可在较低的矿浆pH值下抑制黄硫铁矿,实现了含高岭土的铜硫矿低碱度下清洁分离,为硫化铜矿物选矿指标的提高和选矿废水达标排放提供了很好的技术支撑,这一创造性的思想和组合使用的各种药剂及成套技术形成一种适应能力强、回收指标高、环保清洁的含次生铜的铜硫矿的选矿新方法。

[0050] 与现有技术相比,本发明所述的组合抑制剂可实现含高岭土硫化铜矿的低碱度环境下的铜硫分离,具有高效、环保的优点,并且使分离取得较好的技术指标。本发明所述的分离方法采用两阶段进行高岭土抑制,并采用所述组合抑制剂与石灰混合的方式在铜硫分离过程中进行硫铁矿抑制,实现了铜硫精矿的有效分离,提高了分离效果,保证了铜硫精矿的品质,解决了因尾矿pH过高带来的环保问题。

[0051] 本发明的优点具体体现在以下几个方面:

[0052] (1) 本发明通过采用高效分散剂聚丙烯酸钠对高岭土两阶段抑制、及时抛弃尾矿Ⅱ,解决了高岭土罩盖硫化矿影响回收率、进入铜硫精矿影响精矿品质的难题。

[0053] (2) 本发明通过采用组合抑制剂EF1309B对硫铁矿的氧化作用、调节矿浆的电位的作用,消除矿浆中的金属离子对硫铁矿矿物的活化作用,促使硫铁矿矿物表面生成亲水物质,以达到抑制硫铁矿矿物的作用。另通过对组合抑制剂的组分和配比进行优化,并与石灰配合,进一步提高了铜硫分离效果。

[0054] (3) 本发明克服了高岭土及其他金属离子的存在,导致高岭土影响精矿品质,铜硫分离困难,选矿药剂用量大、药剂成本高,金银回收率低,选矿尾矿水因pH值过高带来的环保问题;

[0055] (4) 本发明具有分离效果好、操作使用简单、适应能力强、技术指标良好且稳定、药剂绿色环保等特点。

附图说明

[0056] 图1是传统浮选工艺常用的原则流程示意图;

[0057] 图2是本发明含高岭土的硫化铜矿分离方法的流程示意图。

具体实施方式

[0058] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0059] 本发明提供一种含高岭土的硫化铜矿分离用的组合抑制剂,所述组合抑制剂包括:过碳酸钠和木质素磺酸盐。其中,所述木质素磺酸盐包含钙盐、钠盐、铵盐、钾盐等可溶性盐。

[0060] 本发明所述组合抑制剂是在常温常压下,按照质量配比混合,并搅拌混匀30~60min制备得到。其中,所述过碳酸钠与所述木质素磺酸盐的质量比为(70.0~95.0):(5.0~30.0);更优选地,质量比为(70~80):(20~30);例如75:25,80:20,70:30等。本发明所述质量比是经过不断研究不断优化得到的,其中,如过碳酸钠的含量过大(木质素磺酸盐含量过低),将不能有效地抑制硫矿物,部分硫矿物会随铜矿物上浮,一方面影响铜精矿品位,另一方面降低铜的回收率。如过碳酸钠的含量过小(木质素磺酸盐含量过高),因木质素磺酸盐过量,对铜矿物浮选有一定影响,将会造成铜矿物回收率降低。

[0061] 图2示意性地示出了含高岭土的硫化铜矿分离方法的流程。如图2所示,本发明提供的一种含高岭土的硫化铜矿分离方法,包括对铜硫矿原矿进行破碎、磨矿、调浆、高岭土第一阶段抑制、铜硫混合粗扫选、混合粗选精矿再磨后高岭土第二阶段抑制、铜硫分离等步骤。具体地,包括以下步骤:

[0062] (1)、将原矿破碎、磨矿,使铜硫矿中的有用矿物与脉石矿物较好单体解离,磨矿至粒度-0.074mm占50~90%;将磨矿后的矿石进行调浆至质量浓度为15%~45%;

[0063] (2)、往步骤(1)磨矿后的矿浆中按10~100g/t加入高岭土抑制剂聚丙烯酸盐,搅拌3~6min;按20~100g/t加入捕收剂乙基黄药,搅拌2-3min;按10~80g/t加入起泡剂甲基异丁基甲醇,搅拌2-3min,进行高岭土第一阶段抑制和一次铜硫混合粗选I,粗选时间为4-8min,获得铜硫混合粗精矿I和第一次粗选尾矿;

[0064] (3)、往步骤(2)得到的粗选尾矿中按10~60g/t加入捕收剂乙基黄药,搅拌2-3min;按5~30g/t加入起泡剂甲基异丁基甲醇,搅拌2-3min,进行第二次铜硫混合粗选II,粗选时间为4-6min,获得铜硫混合粗精矿II和第二次粗选尾矿;

[0065] (4)、往步骤(3)得到的粗选尾矿中按5~20g/t加入捕收剂乙基黄药,搅拌2-3min,进行第三次铜硫混合粗选III,粗选时间为2-4min,获得铜硫混合粗选精矿III和全流程浮选尾矿I;

[0066] (5)、将步骤(2)、(3)、(4)中得到的铜硫粗选混合精矿I、II、III合并筛分,+0.043mm进入球磨机再磨,再磨时添加聚丙烯酸盐20~300g/t,再磨细度为-0.043mm占70~90%,再磨产品与筛分获得-0.043mm的粒级合并,调浆至矿浆质量浓度为15~30%;

[0067] (6)、将步骤(5)中再磨后的铜硫混合粗精矿进入硫化矿与高岭土分离作业;按5~40g/t加入捕收剂乙基黄药,搅拌2-3min分钟,进行浮选,浮选时间为6-8min,获得铜硫混合粗精矿和硫化矿与高岭土分离粗选尾矿;硫化矿分离粗选尾矿按5~20g/t添加捕收剂乙基黄药,搅拌2-3min,进行两次扫选,获得扫选中矿和全流程浮选尾矿II;

[0068] (7)、将步骤(6)获得铜硫混合精矿添加石灰,100~500g/t,抑制剂EF1309B,30~400g/t,搅拌3-10min,进行浮选,浮选时间为4-6min,获得铜粗精矿和铜硫分离粗选尾矿;铜粗精矿进行1-2次精选得到铜精矿和铜中矿;铜硫分离粗选尾矿按5~20g/t添加捕收剂丁基钠黑药,搅拌2-3min,进行两次扫选,获得扫选中矿和硫精矿。

[0069] (8)、将步骤(6)、(7)中的中矿按顺序返回上道作业,形成闭路循环。

[0070] 其中,该铜硫矿中硫化铜矿物以黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿为主,黄铜矿、辉铜矿、斑

铜矿的质量百分数分别在0.5~6%、0.2~4%、0.1~1.5%之间；硫铁矿矿物为黄铁矿、磁黄铁矿和白铁矿，其中含硫矿物的质量百分数在2~30%之间，高岭土的质量分数为5~15%之间。

[0071] 所述铜硫分离粗选和铜硫分离精选中，抑制剂为石灰、EF1309B(为过碳酸钠、木质素磺酸盐，含钙盐、钠盐、铵盐、钾盐等可溶性盐)的组合物。进一步地，EF1309B为过碳酸钠、木质素磺酸盐(含钙盐、钠盐、铵盐、钾盐等可溶性盐)的组合物，二者按质量比为(70.0~95.0):(5.0~30.0)的配比混合，并在常温常压下搅拌、混匀30-60min制取得到。

[0072] 所述聚丙烯酸盐作为高岭土抑制剂，在铜硫混合粗选、硫化矿与高岭土分离粗选、硫化矿与高岭土分离扫选中使用，乙基黄药为捕收剂，甲基异丁基甲醇为起泡剂。优选地，采用聚丙烯酸钠作为高岭土抑制剂。

[0073] 本发明主要通过聚丙烯酸盐抑制高岭土，与石灰配合使用的组合抑制剂EF1309B强化对硫铁矿物的抑制及消除矿浆中 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 对硫铁矿物的活化，通过捕收剂异丁基钠黑药选择性对硫化铜矿物的捕收。同时，混合浮选不需要采用石灰或NaOH将矿浆pH调整到强碱性，该组合抑制剂的添加能有效地螯合铝离子、铁离子、亚铁离子等，消除这些离子对硫铁矿物的活化作用，从而高效实现硫化铜矿物与硫铁矿物的高效分离。本发明具有分离效果好、选矿指标稳定、药剂消耗量少、组合抑制剂较传统抑制剂绿色环保，操作简便、易于现场操作管理的特点，适合复杂难选铜硫矿选矿的新方法，适于推广应用。

[0074] 下面结合具体实施例对本发明的技术方案进行描述：

[0075] 实施例1

[0076] 原矿品位为Cu 0.65%、S 5.19%，该矿石矿物组成较复杂，金属矿物有辉铜矿、铜蓝、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿等。脉石矿物以石英为主，高岭土、云母、钾长岩、绿泥石等，其中高岭土质量百分含量为8.2%。铜矿物嵌布比较复杂，多与黄铁矿和水高岭石连生，其嵌布粒度较细，单体解离度差。

[0077] 工艺流程的具体步骤为：

[0078] 1) 将原矿破碎、磨矿，使铜硫矿中的有用矿物与脉石矿物充分单体解离，磨矿至铜硫矿粒度-0.074mm占65%，加水调浆至矿浆质量浓度为33%，矿浆的pH值为8.3；

[0079] 2) 往步骤1)磨矿后的矿浆中加入抑制剂聚丙烯酸钠30g/t(即每吨矿浆添加30g聚丙烯酸钠)，捕收剂乙基黄药30g/t，搅拌3min，加入起泡剂甲基异丁基甲醇25g/t，搅拌2min，进行第一次铜硫混合粗选，粗选时间为6min，获得铜硫混合粗精矿I和第一次粗选尾矿；

[0080] 3) 往步骤2)得到的粗选尾矿中加入捕收剂乙基黄药为20g/t，搅拌3min，加入起泡剂甲基异丁基甲醇16g/t，搅拌2min，进行第二次铜硫部分粗选，粗选时间为5min，获得铜硫混合粗精矿II和第二次粗选尾矿；

[0081] 4) 往步骤3)得到的粗选尾矿加入捕收剂乙基黄药为15g/t，搅拌3min，进行第三次粗选，粗选时间为4min，获得铜硫混合粗选精矿III和全流程浮选尾矿I；

[0082] 5) 将步骤2)、3)、4)、中得到的铜硫粗选混合精矿合并进行筛分，+0.043mm再磨，再磨至-0.043mm占80%，与-0.043mm细粒级合并，加水调降至矿浆质量浓度为20%~25%；

[0083] 6) 将步骤5)中再磨后的铜硫混合粗精矿进入硫化矿与高岭土分离作业，添加聚丙烯酸钠20g/t，搅拌3min，加入捕收剂乙基黄药20g/t，搅拌2min分钟，进行浮选，浮选时间为

6min,获得铜硫混合精矿和硫化矿与高岭土分离粗选尾矿;

[0084] 7) 硫化矿与高岭土分离粗选尾矿添加捕收剂丁基黄药为10g/t,搅拌3min,进行两次扫选,获得扫选中矿和全流程浮选尾矿Ⅱ;将步骤6)中的铜硫混合精矿进行铜硫分离作业,添加石灰400g/t,组合抑制剂EF1309B,100g/t,搅拌3min,矿浆pH值为10.5,进行浮选,浮选时间为6min,获得铜粗精矿和铜硫分离粗选尾矿;其中,所述组合抑制剂EF1309B具体为:过碳酸钠与木质素磺酸钙的质量比为80:20。

[0085] 8) 铜粗精矿进行1~2次精选得到铜精矿和铜中矿;硫化矿与高岭土分离粗选尾矿添加捕收剂丁基钠黑药10g/t,搅拌3min,进行两次扫选,获得扫选中矿和硫精矿。

[0086] 9) 将步骤7)、8)中的中矿按顺序返回上道作业,形成闭路循环。

[0087] 对比例1

[0088] 采用如图1所示工艺流程进行分离;其中,石灰用量为2000~3000g/t,辅助抑制剂为亚硫酸钠,高岭土抑制剂为六偏磷酸钠,捕收剂和起泡剂与实施例1相同,硫活化剂为硫酸。

[0089] 实施例1与对比例1选矿指标见表1。

[0090] 表1实施例1与对比例1选矿指标

编号	产品名称	铜精矿品位, %	铜回收率, %	金回收率, %	尾矿浆 pH 值 (尾矿 I、尾矿 II 合并)
[0091]	实施例一 铜精矿	29.1	90.1	57.4	8.4
	对比例一 铜精矿	25.2	87.2	41.2	10.8

[0092] 实施例2

[0093] 原矿品位为Cu 0.85%、S 12.2%。该矿石矿物组成较复杂,金属矿物有黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿、白铁矿等。脉石矿物以石英、高岭土、石榴石为主,其中高岭土质量百分含量为10.6%。

[0094] 工艺流程的具体步骤为:

[0095] 1) 将原矿破碎、磨矿,使铜硫矿中的有用矿物与脉石矿物充分单体解离,磨矿至铜硫矿粒度-0.074mm占70%,加水调浆至矿浆质量浓度为33%,矿浆的pH值为8.1;

[0096] 2) 往步骤1)磨矿后的矿浆中加入抑制剂聚丙烯酸钠50g/t,捕收剂乙基黄药35g/t,搅拌3min,加入起泡剂甲基异丁基甲醇25g/t,搅拌2min,进行第一次铜硫混合粗选,粗选时间为5min,获得铜硫混合粗精矿I和第一次粗选尾矿;

[0097] 3) 往步骤2)得到的粗选尾矿中加入捕收剂乙基黄药为20g/t,搅拌3min,加入起泡剂甲基异丁基甲醇16g/t,搅拌2min,进行第二次铜硫部分粗选,粗选时间为5min,获得铜硫混合粗精矿Ⅱ和第二次粗选尾矿;

[0098] 4) 往步骤3)得到的粗选尾矿加入捕收剂乙基黄药为10g/t,搅拌3min,进行第三次粗选,粗选时间为4min,获得铜硫混合粗选精矿Ⅲ和全流程浮选尾矿I;

[0099] 5) 将步骤2)、3)、4)、中得到的铜硫粗选混合精矿合并进行筛分,+0.043mm再磨,再磨至-0.043mm占80%,与-0.043mm细粒级合并,加水调降至矿浆质量浓度为18%~25%;

[0100] 6) 将步骤5)中再磨后的铜硫混合粗精矿进入硫化矿与高岭土分离作业,添加聚丙烯酸钠30g/t,搅拌3min,加入捕收剂乙基黄药25g/t,搅拌2min分钟,进行浮选,浮选时间为

5min,获得铜硫混合粗精矿和硫化矿与高岭土分离粗选尾矿;

[0101] 7) 硫化矿与高岭土分离粗选尾矿添加捕收剂丁基黄药为10g/t,搅拌3min,进行两次扫选,获得扫选中矿和全流程浮选尾矿 II;

[0102] 8) 将步骤6)中的铜硫混合精矿进行铜硫分离作业,添加石灰500g/t,组合抑制剂EF1309B,120g/t,搅拌3min,矿浆pH值为10.7,进行浮选,浮选时间为6min,获得铜粗精矿和铜硫分离粗选尾矿;其中,所述组合抑制剂EF1309B具体为:过碳酸钠与木质素磺酸钙的质量比为75:25。

[0103] 9) 铜粗精矿进行1~2次精选得到铜精矿和铜中矿;硫化矿与高岭土分离粗选尾矿添加捕收剂丁基钠黑药10g/t,搅拌3min,进行两次扫选,获得扫选中矿和硫精矿。

[0104] 10) 将步骤7)、9)中的中矿按顺序返回上道作业,形成闭路循环。

[0105] 对比例2

[0106] 采用如图1所示工艺流程进行分离。其中,石灰用量为2000~3000g/t,辅助抑制剂为亚硫酸钠,高岭土抑制剂为六偏磷酸钠,捕收剂和起泡剂与实施例2相同,硫活化剂为硫酸。

[0107] 实施例2与对比例2选矿指标见表2。

[0108] 表2实施例2与对比例2选矿指标

编号	产品名称	铜精矿品位, %	铜回收率, %	金回收 率, %	尾矿浆 pH 值 (尾矿 I、尾矿 II 合并)
[0109]	实施例二 铜精矿	27.5	88.9	52.60	8.9
	对比例二 铜精矿	20.7	86.2	40.12	11.5

[0110] 通过上述实施例可知,本发明具有以下优点:

[0111] 1、该技术大幅度降低石灰的用量。石灰的用量减少70%以上,避免高碱度矿浆对设备的腐蚀,降低了选矿废水的pH值。选矿废水pH值由石灰工艺的11.3以上降低至9.0以下。

[0112] 2、铜硫分离效率高,精矿品质高。铜品位可提高2个百分点以上,铜回收率可提高2个百分点以上,铜精矿和硫精矿中高岭土的含量降低3个百分点以上。

[0113] 3、矿石中金银的回收率大幅度提高。高碱度下进行铜硫分离,金银的矿物受到明显的抑制,而新工艺下,金的回收率可提高10个百分点以上。

[0114] 4、该抑制剂环境友好。组合抑制剂无毒、环保,对环境几乎无不利影响,易降解。

[0115] 本发明的描述是为了示例和描述起见而给出的,而并不是无遗漏的或者将本发明限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施例是为了更好说明本发明的原理和实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本发明从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

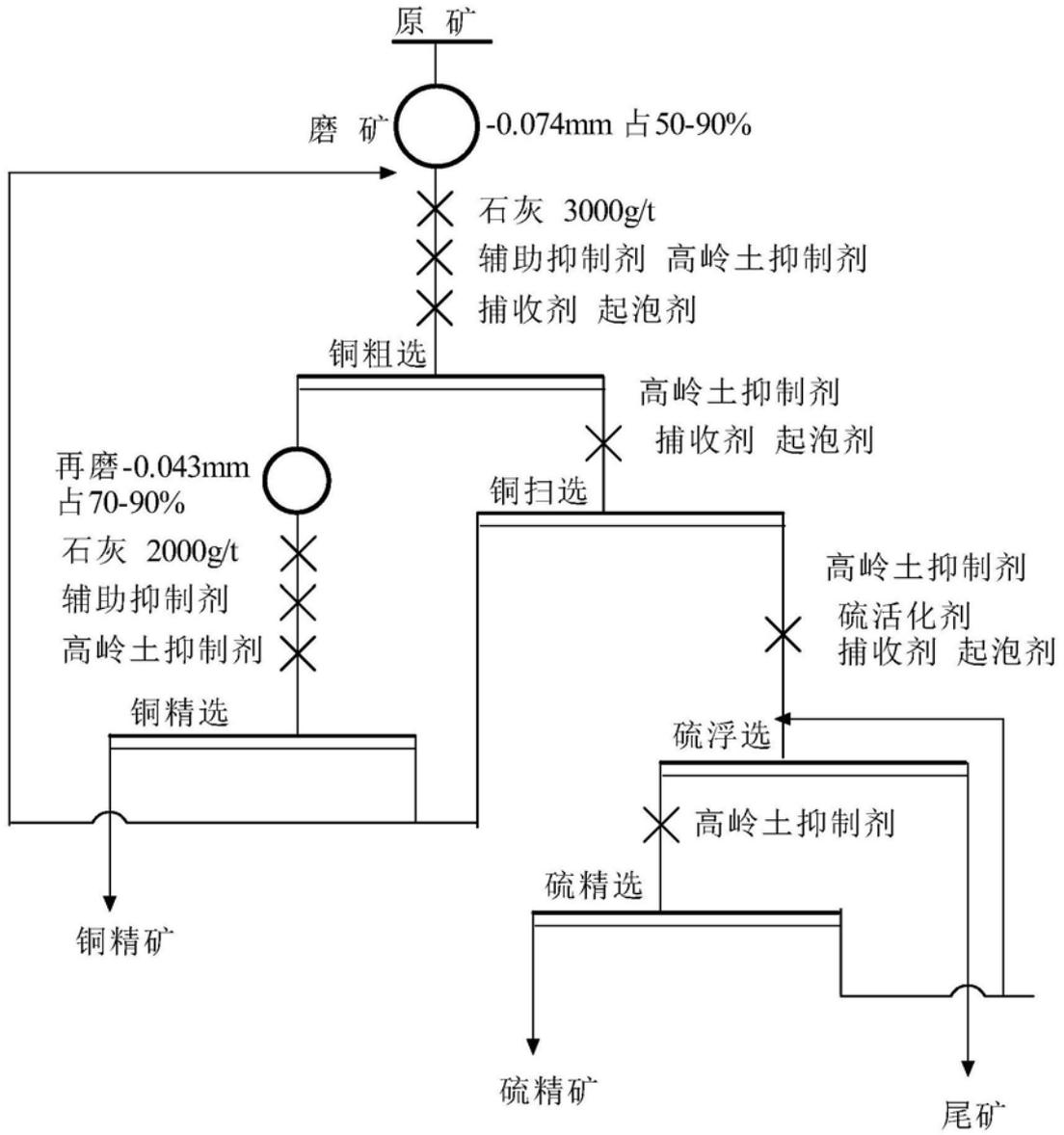


图1

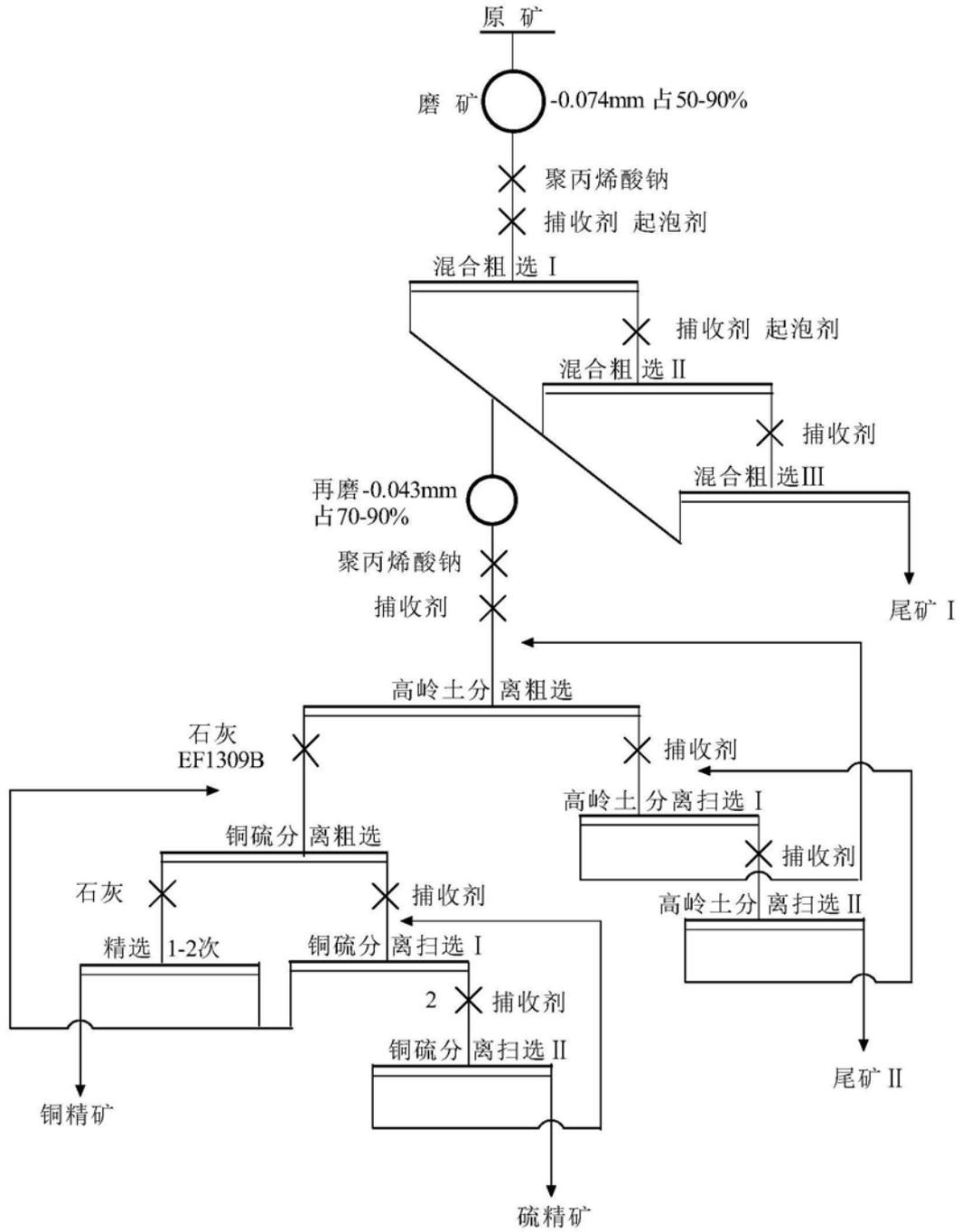


图2