



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110976074 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911169203.2

B03D 101/04(2006.01)

(22)申请日 2019.11.25

B03D 101/02(2006.01)

B03D 103/02(2006.01)

(71)申请人 南华大学

地址 421000 湖南省衡阳市蒸湘区常胜西路28号

(72)发明人 戴兵 张雷 陈英 贺桂成

(74)专利代理机构 武汉松涛知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42266

代理人 胡婷婷

(51)Int.Cl.

B03B 9/00(2006.01)

B03D 1/00(2006.01)

B03B 1/00(2006.01)

B03B 5/34(2006.01)

B03D 1/01(2006.01)

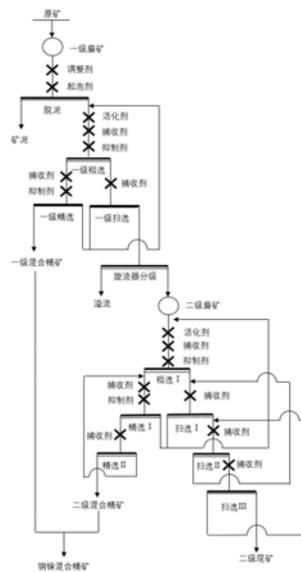
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法

(57)摘要

本发明公开了一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,通过设置两级磨矿与浮选,在一级磨矿后进行一次粗选、一次扫选和一次精选,得到一级混合精矿和一级尾矿;再将所述一级尾矿旋流分级后进行二级磨矿,并进行一次粗选、三次扫选和两次精选,得到二级混合精矿和二级尾矿;将所述一级混合精矿和所述二级混合精矿混合后即得到铜镍混合精矿。同时,本发明还通过采用松醇油与十二胺的混合物作为起泡剂,并制备超疏水聚氨酯纳米粒子作为捕收剂,从而有效脱离脉石矿物,并强化铜镍矿物的浮选效果,提高铜镍混合精矿的品位和回收率。通过上述方式,本发明提供的选矿方法能够对低品位硫化铜镍矿进行有效选别,且药剂使用量少、可控性强,能够满足实际需求。



CN 110976074 A

1. 一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1、对原矿进行一级磨矿,并向得到的磨矿矿浆中加入调整剂,搅拌调浆;

S2、向步骤S1得到的矿浆中加入起泡剂进行脱泥,所述起泡剂为松醇油与十二胺的混合物;

S3、向脱泥后的矿浆中依次加入活化剂、捕收剂和抑制剂,进行硫化铜镍矿一级粗选,获得一级粗精矿和一级粗选尾矿;所述捕收剂为超疏水聚氨酯纳米粒子;

S4、向所述一级粗选尾矿中加入所述捕收剂进行一级扫选,并向所述一级粗精矿中依次加入所述捕收剂和所述抑制剂进行一级精选,获得一级混合精矿和一级尾矿;

S5、对所述一级尾矿进行旋流分级脱泥,并对沉沙进行二级磨矿;再对二级磨矿所得矿浆进行一次粗选、三次扫选和两次精选,得到二级混合精矿和二级尾矿;

S6、将步骤S4得到的所述一级混合精矿与步骤S5得到的所述二级混合精矿混合,即得到铜镍混合精矿。

2. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S1中,所述一级磨矿后细度为 $-74\mu\text{m}$ 的颗粒含量大于65%。

3. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S1中,所述调整剂为碳酸钠,添加量为500g/t。

4. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S2中,所述起泡剂的添加量为10~15g/t,所述起泡剂中松醇油与十二胺的质量比为1:(1~3)。

5. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S3中,所述活化剂为硫酸铜,添加量为80g/t。

6. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S3中,所述捕收剂的添加量为50~80g/t,所述超疏水聚氨酯纳米粒子由纳米 $\text{SiO}_2$ 与有机硅改性聚氨酯复合而成,所述纳米 $\text{SiO}_2$ 与所述有机硅改性聚氨酯的质量比为(0.4~0.8):1。

7. 根据权利要求6所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:所述超疏水聚氨酯纳米粒子的制备方法包括如下步骤:

(1) 向聚丙二醇中加入甲苯二异氰酸酯和催化剂二月硅酸二丁基锡,并在 $80^\circ\text{C}$ 下反应1h,再加入扩链剂羟基硅油,继续反应2h,制备有机硅改性聚氨酯;

(2) 将纳米 $\text{SiO}_2$ 和所述有机硅改性聚氨酯分别置于溶剂乙酸乙酯中,超声分散1h后,将纳米 $\text{SiO}_2$ 分散液与聚氨酯分散液混合均匀,再超声分散0.5h,即制得超疏水聚氨酯纳米粒子。

8. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S3中,所述抑制剂为羧甲基纤维素钠,添加量为100g/t。

9. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S4中,所述一级扫选中所述捕收剂的添加量为40g/t,所述一级精选中所述捕收剂的添加量为30g/t,所述抑制剂的添加量为50g/t。

10. 根据权利要求1所述的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其特征在于:在步骤S5中,所述二级磨矿后细度为 $-74\mu\text{m}$ 的颗粒含量大于80%;所述一次粗选中依次加入了40g/t的活化剂、20g/t的捕收剂和25g/t的抑制剂;所述三次扫选中所述捕收剂的添加量分别为

10g/t、5g/t和3g/t;所述两次精选中第一次精选中所述捕收剂的添加量为10g/t、所述抑制剂的添加量为20g/t,第二次精选中所述捕收剂的添加量为5g/t,不添加抑制剂。

## 一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及选矿方法技术领域,特别是涉及一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法。

### 背景技术

[0002] 随着国民经济的快速发展,人们对铜、镍的需求量不断增加,从而带动了相应矿石资源的开发利用。硫化铜镍矿作为主要的镍矿床,已在不断深入的开采下日趋贫、细、杂化,矿石品位低、嵌布粒度细、杂质含量高等问题使得硫化铜镍矿的选矿难度越来越大,传统的选矿方法已经难以对当前大量的低品位硫化铜镍矿进行有效选别。因此,开发针对低品位硫化铜镍矿的选矿方法对提高矿产资源利用率、促进矿产资源的可持续发展具有重要意义。

[0003] 由于低品位硫化铜镍矿中的铜镍矿物相互致密共生,且嵌布粒度细,难以直接浮选分离为铜精矿和镍精矿,因此,当前对低品位硫化铜镍矿主要分选至铜镍混合精矿,所得铜镍混合精矿在后续冶炼过程中形成中间产物高冰镍后,可再进行浮选分离。而如何提高分选所得的铜镍混合精矿的回收率及品位则是当前研究的重点。在低品位硫化铜镍矿中,通常还含有较多蛇纹石、滑石、绿泥石等脉石矿物,这些脉石矿物质软、易泥化,且矿物性质复杂,不仅会干扰有用矿物浮选,还容易上浮进入混合精矿中,从而降低所得铜镍混合精矿的品位。

[0004] 公开号为CN109909071A的专利提供了一种高泥质低品位难选铜镍矿石的选矿方法,通过在快浮混浮过程中添加水玻璃和羧甲基纤维素钠作抑制剂,减少泥质脉石矿物上浮,并通过对快浮尾矿进行强化吸收,来提高铜镍矿物的回收率。但该方法加入的抑制剂虽然能够对脉石矿物起到抑制作用,但其加入次数较多,整体加入量较大,会对铜镍矿物的上浮造成影响,从而使部分铜镍矿物随脉石矿物进入尾矿,降低了铜镍矿物的回收率。

[0005] 有鉴于此,当前仍需要研发一种既能去除脉石矿物、又能对铜镍矿物进行有效捕收的低品位硫化铜镍矿的选矿方法,以提高所得铜镍混合精矿的回收率和品位。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于针对上述问题,提供一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,通过设置两级磨矿与浮选,既能够避免前期矿物过细造成的泥质过多,又能够在后期改善磨矿细度,促进矿物的解离,提高铜镍混合精矿的回收率;并采用松醇油与十二胺的混合物作为起泡剂,采用超疏水聚氨酯纳米粒子作为捕收剂,从而有效脱除脉石矿物,并强化铜镍矿物的浮选效果,提高铜镍混合精矿的品位。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,包括如下步骤:

[0008] S1、对原矿进行一级磨矿,并向得到的磨矿矿浆中加入调整剂,搅拌调浆;

[0009] S2、向步骤S1得到的矿浆中加入起泡剂,进行脱泥,所述起泡剂为松醇油与十二胺的混合物;

[0010] S3、向脱泥后的矿浆中依次加入活化剂、捕收剂和抑制剂,进行硫化铜镍矿一级粗选,获得一级粗精矿和一级粗选尾矿;所述捕收剂为超疏水聚氨酯纳米粒子;

[0011] S4、向所述一级粗选尾矿中加入所述捕收剂进行一级扫选,获得一级尾矿和一级扫选中矿;向所述一级粗精矿中依次加入所述捕收剂和所述抑制剂进行一级精选,获得一级混合精矿和一级精选中矿;所述一级扫选中矿和所述一级精选中矿顺序返回上级作业;

[0012] S5、对所述一级尾矿进行旋流分级脱泥,并对沉沙进行二级磨矿;再对二级磨矿所得矿浆进行一次粗选、三次扫选和两次精选,所得中矿顺序返回上级作业,得到二级混合精矿和二级尾矿;

[0013] S6、将步骤S4得到的所述一级混合精矿与步骤S5得到的所述二级混合精矿混合,即得到铜镍混合精矿。

[0014] 进一步地,在步骤S1中,所述一级磨矿后细度为 $-74\mu\text{m}$ 的颗粒含量大于65%。

[0015] 进一步地,在步骤S1中,所述调整剂为碳酸钠,添加量为500g/t。

[0016] 进一步地,在步骤S2中,所述起泡剂的添加量为10~15g/t,所述起泡剂中松醇油与十二胺的质量比为1:(1~3)。

[0017] 进一步地,在步骤S3中,所述活化剂为硫酸铜,添加量为80g/t。

[0018] 进一步地,在步骤S3中,所述捕收剂的添加量为50~80g/t,所述超疏水聚氨酯纳米粒子由纳米 $\text{SiO}_2$ 与有机硅改性聚氨酯复合而成,所述纳米 $\text{SiO}_2$ 与所述有机硅改性聚氨酯的质量比为(0.4~0.8):1。

[0019] 进一步地,所述超疏水聚氨酯纳米粒子的制备方法包括如下步骤:

[0020] (1)向聚丙二醇中加入甲苯二异氰酸酯和催化剂二月硅酸二丁基锡,并在 $80^\circ\text{C}$ 下反应1h,再加入扩链剂羟基硅油,继续反应2h,制备有机硅改性聚氨酯;

[0021] (2)将纳米 $\text{SiO}_2$ 和所述有机硅改性聚氨酯分别置于溶剂乙酸乙酯中,超声分散1h后,将纳米 $\text{SiO}_2$ 分散液与聚氨酯分散液混合均匀,再超声分散0.5h,即制得超疏水聚氨酯纳米粒子。

[0022] 进一步地,在步骤S3中,所述抑制剂为羧甲基纤维素钠,添加量为100g/t。

[0023] 进一步地,在步骤S4中,所述一级扫选中所述捕收剂的添加量为40g/t,所述一级精选中所述捕收剂的添加量为30g/t,所述抑制剂的添加量为50g/t。

[0024] 进一步地,在步骤S5中,所述二级磨矿后细度为 $-74\mu\text{m}$ 的颗粒含量大于80%;所述一次粗选中依次加入了40g/t的活化剂、20g/t的捕收剂和25g/t的抑制剂;所述三次扫选中所述捕收剂的添加量分别为10g/t、5g/t和3g/t;所述两次精选中第一次精选中所述捕收剂的添加量为10g/t、所述抑制剂的添加量为20g/t,第二次精选中所述捕收剂的添加量为5g/t,不添加抑制剂。

[0025] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0026] 1、本发明提供的低品位硫化铜镍矿的选矿方法通过设置两级磨矿与浮选,第一级磨矿相对较粗,避免细磨造成的大量矿泥影响铜镍矿物的浮选;再对第一级浮选后的尾矿进行分级再磨,有效改善第二级磨矿的细度,既能够促进矿物解离,又能够对尾矿中的有效矿物进行回收,从而提高铜镍混合精矿的回收率。

[0027] 2、本发明通过将松醇油和十二胺的混合物作为起泡剂,不仅能够利用十二胺在水中解离出的 $-\text{NH}_3^+$ 对泥质脉石矿物进行吸附捕收,还能够借助松醇油调节十二胺泡沫的粘

度,从而生成均匀稳定、粘度适中的气泡,对易浮泥质矿物进行有效吸附及脱除,既能够避免其干扰铜镍矿物的浮选,提高所得铜镍混合精矿的品位,又能够降低抑制剂的用量,减少抑制剂对铜镍矿物上浮的影响。

[0028] 3、本发明通过将纳米SiO<sub>2</sub>与有机硅改性聚氨酯复合,制备超疏水聚氨酯纳米粒子用作捕收剂,该捕收剂具有优异的疏水性和附着力,能够充分吸附在铜镍矿物表面,增大矿物表面的粗糙度,从而有效提高矿物表面的疏水性,促进矿物上浮;同时,该捕收剂还能够促进气泡的产生,并降低矿物的表面能,从而使矿物更易于吸附到气泡表面,有利于矿物与气泡的附着,表现出优异的捕收性能,能够以较少的捕收剂达到较好的捕收效果,进而降低药剂用量,并提高所得铜镍混合精矿的回收率。

[0029] 4、本发明提供的低品位硫化铜镍矿的选矿方法能够分选出高品位的铜镍混合精矿,整体分选过程铜镍矿物的回收率较高,有利于提高矿产资源的利用率;同时,该选矿方法的药剂制度简单、药剂使用量少,且选矿工艺流程易于操作、可控性强,能够满足实际生产的需求。

## 附图说明

[0030] 图1是本发明一种低品位硫化铜镍矿的选矿流程示意图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明的较佳实施例进行详细阐述,以使本发明的优点和特征能更易于被本领域技术人员理解,从而对本发明的保护范围做出更为清楚明确的界定。显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施例,都属于本发明所保护的范围。

[0032] 本发明提供了一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,其流程如图1所示,包括以下步骤:

[0033] S1、对原矿进行一级磨矿,并向得到的磨矿矿浆中加入调整剂,搅拌调浆;

[0034] S2、向步骤S1得到的矿浆中加入起泡剂,进行脱泥,所述起泡剂为松醇油与十二胺的混合物;

[0035] S3、向脱泥后的矿浆中依次加入活化剂、捕收剂和抑制剂,进行硫化铜镍矿一级粗选,获得一级粗精矿和一级粗选尾矿;所述捕收剂为超疏水聚氨酯纳米粒子;

[0036] S4、向所述一级粗选尾矿中加入所述捕收剂进行一级扫选,获得一级尾矿和一级扫选中矿;向所述一级粗精矿中依次加入所述捕收剂和所述抑制剂进行一级精选,获得一级混合精矿和一级精选中矿;所述一级扫选中矿和所述一级精选中矿顺序返回上级作业;

[0037] S5、对所述一级尾矿进行旋流分级脱泥,并对沉沙进行二级磨矿;再对二级磨矿所得矿浆进行一次粗选、三次扫选和两次精选,所得中矿顺序返回上级作业,得到二级混合精矿和二级尾矿;

[0038] S6、将步骤S4得到的所述一级混合精矿与步骤S5得到的所述二级混合精矿混合,即得到铜镍混合精矿。

[0039] 在步骤S1中,所述一级磨矿后细度为-74 $\mu$ m的颗粒含量大于65%;所述调整剂为碳

酸钠,添加量为500g/t。

[0040] 在步骤S2中,所述起泡剂的添加量为10~15g/t,所述起泡剂中松醇油与十二胺的质量比为1:(1~3)。

[0041] 在步骤S3中,所述活化剂为硫酸铜,添加量为80g/t;所述捕收剂的添加量为50~80g/t,所述超疏水聚氨酯纳米粒子由纳米SiO<sub>2</sub>与有机硅改性聚氨酯复合而成,所述纳米SiO<sub>2</sub>与所述有机硅改性聚氨酯的质量比为(0.4~0.8):1;所述抑制剂为羧甲基纤维素钠,添加量为100g/t。

[0042] 所述超疏水聚氨酯纳米粒子的制备方法包括如下步骤:

[0043] (1) 向聚丙二醇中加入甲苯二异氰酸酯和催化剂二月硅酸二丁基锡,并在80℃下反应1h,再加入扩链剂羟基硅油,继续反应2h,制备有机硅改性聚氨酯;

[0044] (2) 将纳米SiO<sub>2</sub>和所述有机硅改性聚氨酯分别置于溶剂乙酸乙酯中,超声分散1h后,将纳米SiO<sub>2</sub>分散液与聚氨酯分散液混合均匀,再超声分散0.5h,即制得超疏水聚氨酯纳米粒子。

[0045] 在步骤S4中,所述一级扫选中所述捕收剂的添加量为40g/t,所述一级精选中所述捕收剂的添加量为30g/t,所述抑制剂的添加量为50g/t。

[0046] 在步骤S5中,所述二级磨矿后细度为-74μm的颗粒含量大于80%;所述一次粗选中依次加入了40g/t的活化剂、20g/t的捕收剂和25g/t的抑制剂;所述三次扫选中所述捕收剂的添加量分别为10g/t、5g/t和3g/t;所述两次精选中第一次精选中所述捕收剂的添加量为10g/t、所述抑制剂的添加量为20g/t,第二次精选中所述捕收剂的添加量为5g/t,不添加抑制剂。

[0047] 下面结合实施例1~9和对比例1~2对本发明提供的一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法进行说明:

[0048] 实施例1

[0049] 本实施例提供了一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,包括以下步骤:

[0050] S1、对原矿进行一级磨矿,使磨矿后细度为-74μm的颗粒含量大于65%,并加水调浆至矿浆浓度为30%,再向得到的矿浆中加入500g/t的碳酸钠作为调整剂,搅拌3min调浆;

[0051] S2、向步骤S1得到的矿浆中加入13g/t的起泡剂进行脱泥,所述起泡剂为松醇油与十二胺的混合物,其中松醇油与十二胺的质量比为1:2;

[0052] S3、向脱泥后的矿浆中加入80g/t的硫酸铜作为活化剂,搅拌3min后加入70g/t的超疏水聚氨酯纳米粒子作为捕收剂,再搅拌3min后加入100g/t的羧甲基纤维素钠作为抑制剂,进行硫化铜镍矿一级粗选,获得一级粗精矿和一级粗选尾矿;

[0053] 其中,所述超疏水聚氨酯纳米粒子由以下步骤制得:

[0054] (1) 向聚丙二醇中加入甲苯二异氰酸酯和催化剂二月硅酸二丁基锡,并在80℃下反应1h,再加入扩链剂羟基硅油,继续反应2h,制备有机硅改性聚氨酯;其中,所述聚丙二醇、甲苯二异氰酸酯、二月硅酸二丁基锡和羟基硅油的质量比为1:0.8:0.02:0.3;

[0055] (2) 将纳米SiO<sub>2</sub>和所述有机硅改性聚氨酯分别置于溶剂乙酸乙酯中,超声分散1h后,将纳米SiO<sub>2</sub>分散液与聚氨酯分散液混合均匀,再超声分散0.5h,即制得超疏水聚氨酯纳米粒子;其中,所述纳米SiO<sub>2</sub>与所述有机硅改性聚氨酯的质量比为0.6:1;

[0056] S4、向所述一级粗选尾矿中加入40g/t的所述捕收剂进行一级扫选,获得一级尾矿

和一级扫选中矿；向所述一级粗精矿中依次加入30g/t所述捕收剂和50g/t所述抑制剂进行一级精选，获得一级混合精矿和一级精选中矿；所述一级扫选中矿和所述一级精选中矿顺序返回上级作业；

[0057] S5、对所述一级尾矿进行旋流分级脱泥，将溢流作为尾矿除去，并对沉沙进行二级磨矿，使磨矿后细度为-74 $\mu\text{m}$ 的颗粒含量大于80%；再对二级磨矿所得矿浆进行一次粗选、三次扫选和两次精选，分别表示为粗选I、扫选I~III和精选I~II；在粗选I过程中，依次加入了40g/t的所述活化剂、20g/t的所述捕收剂和25g/t的所述抑制剂，得到粗选I混合精矿和粗选I尾矿；再对粗选I尾矿进行三次扫选，扫选I~III分别加入了10g/t、5g/t和3g/t的所述捕收剂，所得中矿顺序返回上级作业，最终得到二级尾矿；并对粗选I混合精矿进行两次精选，精选I依次加入了10g/t的所述捕收剂和20g/t的所述抑制剂，精选II加入了5g/t的所述捕收剂，所得中矿顺序返回上级作业，最终得到二级混合精矿；

[0058] S6、将步骤S4得到的所述一级混合精矿与步骤S5得到的所述二级混合精矿混合，即得到铜镍混合精矿。

[0059] 将步骤S2中脱除的矿泥、步骤S5中作为尾矿除去的溢流和所述二级尾矿的总量作为尾矿进行检测，得到本实施例中低品位硫化铜镍矿的选别指标如表1所示。

[0060] 表1实施例1的选别指标

产品名称	产率 (%)	品位 (%)		回收率 (%)	
		Cu	Ni	Cu	Ni
[0061] 铜镍混合精矿	5.34	4.21	8.73	89.93	83.25
尾矿	94.66	0.03	0.10	10.07	16.75
原矿	100	0.21	0.56	100	100

[0062] 由表1可以看出，本实施例选得的铜镍混合精矿中铜和镍均具有较高的品位，且铜和镍的回收率较高，均在80%以上。

[0063] 实施例2~5及对比例1

[0064] 实施例2~5及对比例1分别提供了一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法，与实施例1相比，实施例2~5的不同之处在于改变了步骤S2中起泡剂的添加量或起泡剂中松醇油和十二胺的质量比；对比例1的不同之处在于步骤S2中所用的起泡剂中仅含有松醇油；实施例2~5及对比例1对应的相关参数如表2所示。

[0065] 表2实施例2~5及对比例1中的相关参数

实施例	起泡剂添加量 (g/t)	松醇油和十二胺的质量比
实施例2	10	1:2
实施例3	15	1:2
实施例4	13	1:3
实施例5	13	1:1
对比例1	13	1:0

[0067] 对实施例2~5及对比例1选别所得的矿物进行检测，得到各实施例中低品位硫化铜镍矿的选别指标如表3所示。

[0068] 表3实施例2~5及对比例1的选别指标

实施例	产品名称	产率 (%)	品位 (%)		回收率 (%)	
			Cu	Ni	Cu	Ni
[0069] 实施例 2	铜镍混合精矿	5.57	4.09	8.29	87.62	81.01
	尾矿	94.43	0.04	0.12	12.38	18.99
	原矿	100	0.26	0.57	100	100
实施例 3	铜镍混合精矿	5.18	4.13	8.39	85.57	80.48
	尾矿	94.82	0.04	0.11	14.43	19.52
	原矿	100	0.25	0.54	100	100
实施例 4	铜镍混合精矿	4.97	4.17	8.41	86.35	80.38
	尾矿	95.03	0.03	0.11	13.65	19.62
	原矿	100	0.24	0.52	100	100
实施例 5	铜镍混合精矿	5.27	4.02	8.39	88.27	81.88
	尾矿	94.73	0.03	0.10	11.73	18.12
	原矿	100	0.24	0.54	100	100
对比例 1	铜镍混合精矿	6.59	2.77	6.41	76.06	74.11
	尾矿	93.41	0.06	0.16	23.94	25.89
	原矿	100	0.24	0.57	100	100

[0071] 根据表3,对比实施例1~3可以看出,随起泡剂添加量的增加,所得铜镍混合精矿中铜镍的品位及其回收率呈先升高后降低的趋势,主要是由于该起泡剂用于进行脱泥,当起泡剂添加量较低时,脱除的泥量相对较少,使得部分未有效脱除的泥在后续浮选过程中随铜镍矿物共同上浮,从而降低了所得铜镍混合精矿中铜镍的品位及其回收率;当起泡剂添加量较高时,在脱除泥量的同时会使少量铜镍矿物随矿泥一同脱除,从而使最终尾矿中铜镍的含量增加,导致所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率则相应降低。因此,优选起泡剂添加量为10~15g/t,能够使所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率保持在相对较高的状态。

[0072] 对比实施例1、实施例4~5及对比例1可以看出,当起泡剂中不含有十二胺时,所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率显著降低,主要是因为十二胺能够对矿泥进行有效吸附,促进脱泥过程的进行,不含十二胺的起泡剂脱泥效果不佳,大量未脱除的矿泥会在后续浮选过程中随铜镍矿物共同上浮,从而影响所得铜镍混合精矿中铜镍的品位及其回收率。此外,当起泡剂中含有十二胺时,随十二胺含量的增加,所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率呈先升高后降低的趋势,主要是由于过多的十二胺在吸附矿泥之后还会对铜镍矿物进行吸附,从而使铜镍矿物被作为尾矿排除,导致所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及

其回收率则相应降低。因此,优选松醇油和十二胺的质量比为1:(1~3),能够使所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率保持在相对较高的状态。

[0073] 实施例6~9及对比例2

[0074] 实施例6~9及对比例2分别提供了一种低品位硫化铜镍矿的选矿方法,与实施例1相比,实施例6~9的不同之处在于改变了步骤S3中捕收剂的添加量或捕收剂中纳米SiO<sub>2</sub>与有机硅改性聚氨酯的质量比;对比例2的不同之处则在于所使的起泡剂为传统的戊基黄药;实施例6~9及对比例2对应的相关参数如表4所示。

[0075] 表4实施例6~9及对比例2中的相关参数

[0076]

实施例	捕收剂添加量(g/t)	纳米SiO <sub>2</sub> 与有机硅改性聚氨酯的质量比
实施例2	50	0.6:1
实施例3	80	0.6:1
实施例4	70	0.4:1
实施例5	70	0.8:1
对比例1	70	-

[0077] 对实施例6~9及对比例2选别所得的矿物进行检测,得到各实施例中低品位硫化铜镍矿的选别指标如表5所示。

[0078] 表5实施例6~9及对比例2的选别指标

[0079]

实施例	产品名称	产率 (%)	品位 (%)		回收率 (%)	
			Cu	Ni	Cu	Ni
6	铜镍混合精矿	5.16	4.06	8.34	87.29	79.69
	尾矿	94.84	0.03	0.12	12.71	20.31

	原矿	100	0.24	0.54	100	100	
[0080]	实施例 7	铜镍混合精矿	5.36	4.22	8.81	90.48	84.32
		尾矿	94.64	0.03	0.10	9.52	15.68
		原矿	100	0.25	0.56	100	100
[0080]	实施例 8	铜镍混合精矿	5.18	4.09	8.42	88.28	80.77
		尾矿	94.82	0.03	0.11	11.72	19.23
		原矿	100	0.24	0.54	100	100
[0080]	实施例 9	铜镍混合精矿	5.25	4.13	8.51	86.73	81.23
		尾矿	94.75	0.04	0.11	13.27	18.77
		原矿	100	0.25	0.55	100	100
[0080]	对比例 2	铜镍混合精矿	4.63	3.72	7.31	71.77	66.36
		尾矿	95.37	0.07	0.18	28.23	33.64
		原矿	100	0.24	0.51	100	100

[0081] 根据表5,对比实施例1和实施例6~7可以看出,随捕收剂添加量的增加,所得铜镍混合精矿中铜镍的品位及其回收率逐渐升高,但趋势逐渐变缓,主要是由于捕收剂添加量较低时,对铜镍矿物的捕收不够充分,但当捕收剂添加量达到一定程度时,已经能够对现有铜镍矿物进行有效捕收,若继续增加捕收剂的添加量,对捕收作用改善不大,反而会造成药剂的浪费。因此,优选起泡剂添加量为50~80g/t,能够使所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率保持在相对较高的状态,并节约药剂用量。

[0082] 对比实施例1和实施例8~9可以看出,随捕收剂中纳米SiO<sub>2</sub>含量的增加,所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率呈先升高后降低的趋势,主要是由于捕收剂中的纳米SiO<sub>2</sub>主要用于构建粗糙表面,有机硅改性聚氨酯主要用于修饰并稳定粗糙表面,起到超疏水效果。当纳米SiO<sub>2</sub>含量过低时,所得超疏水聚氨酯纳米粒子的粗糙度不够,对铜镍矿物的吸附效果不佳,从而影响捕收效果;而当纳米SiO<sub>2</sub>含量过高时,有机硅改性聚氨酯不足以对其进行充分修饰及稳定,会使部分纳米SiO<sub>2</sub>裸露在外,造成亲水性增加,从而削弱捕收剂的疏水性,影响其吸附的铜镍矿物的上浮,造成所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率较低。因此,优选纳米SiO<sub>2</sub>与所述有机硅改性聚氨酯的质量比为(0.4~0.8):1,能够使所得铜镍混合精矿中的铜镍品位及其回收率保持在相对较高的状态。

[0083] 对比实施例1与对比例2可以看出,常规黄药的捕收效果远低于超疏水聚氨酯纳米粒子的捕收效果,主要是由于本发明实施例制得的超疏水聚氨酯纳米粒子具有优异的疏水性和附着力,能够充分吸附在铜镍矿物表面,增大矿物表面的粗糙度,提高矿物表面的疏水性,促进矿物上浮;同时,超疏水聚氨酯纳米粒子还能够促进气泡的产生,并降低矿物的表面能,从而使矿物更易于吸附到气泡表面,有利于矿物与气泡的附着,表现出优异的捕收性能。因此,使用本发明制得的超疏水聚氨酯纳米粒子作为捕收剂能够以较少的用量达到较

好的捕收效果,使所得铜镍混合精矿具有较高的铜镍品位及回收率。

[0084] 综上所述,本发明提供的低品位硫化铜镍矿的选矿方法能够分选出高品位的铜镍混合精矿,整体分选过程铜镍矿物的回收率较高,有利于提高矿产资源的利用率;同时,该选矿方法的药剂制度简单、药剂使用量少,且选矿工艺流程易于操作、可控性强,能够满足实际生产的需求。

[0085] 以上所述仅用以说明本发明的技术方案,而非对其进行限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

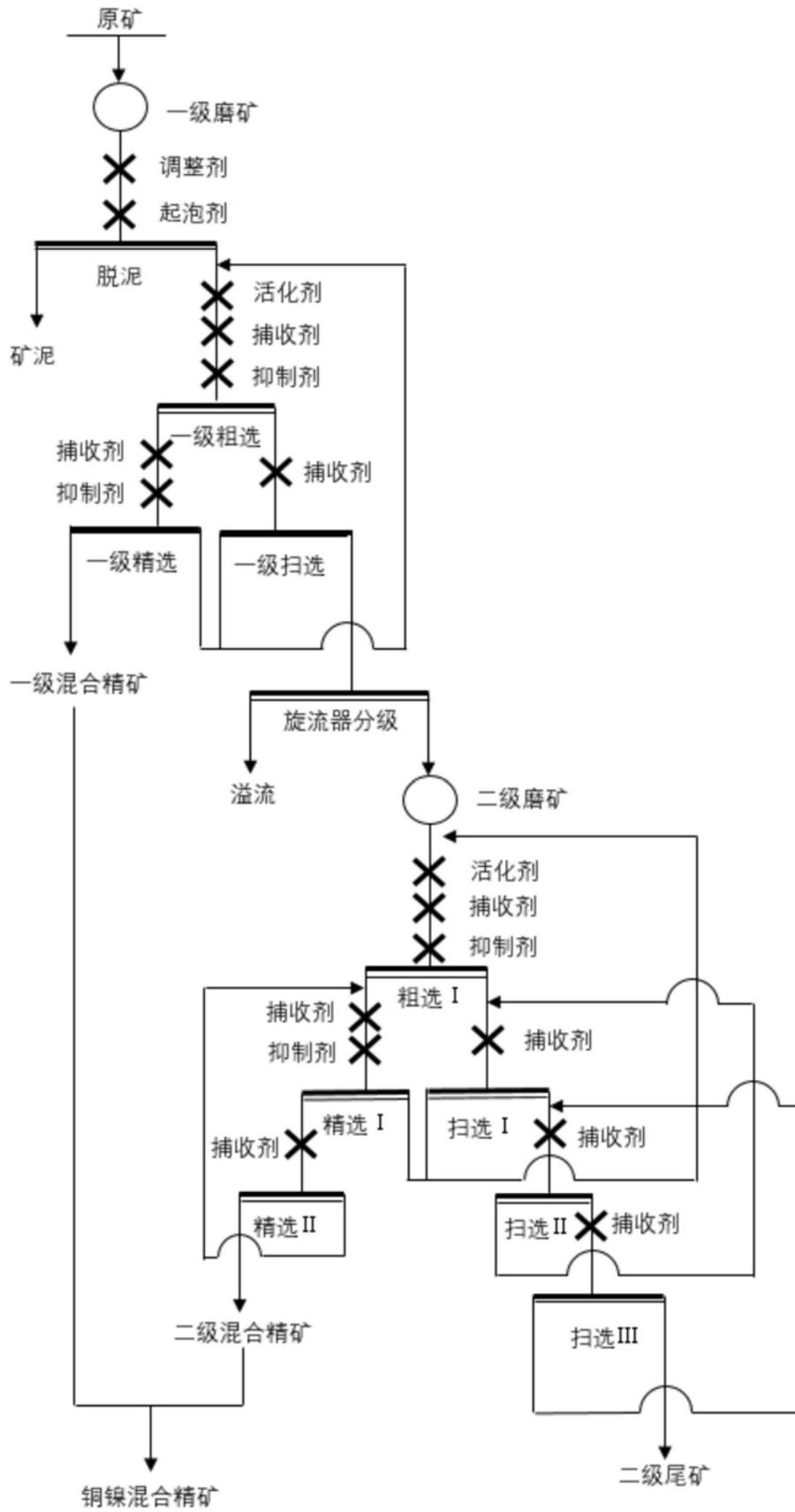


图1