



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103060551 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201210590772. 6

CN 101935755 A, 2011. 01. 05,

(22) 申请日 2012. 12. 31

审查员 王敏

(73) 专利权人 中国瑞林工程技术有限公司

地址 330031 江西省南昌市红角洲前湖大道  
888 号

(72) 发明人 冯裕果 雷存友 邵全渝

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 宋合成 黄德海

(51) Int. Cl.

C22B 3/08 (2006. 01)

C22B 34/22 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101481755 A, 2009. 07. 15,

CN 102059172 A, 2011. 05. 18,

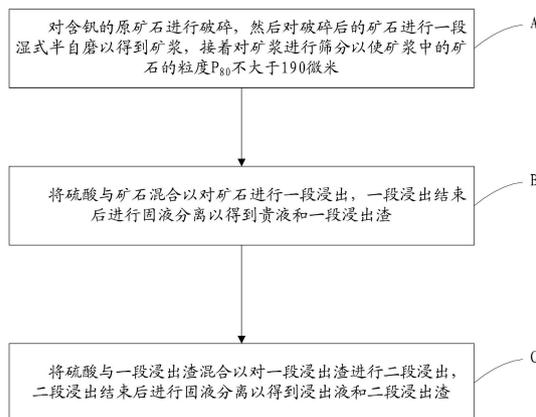
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

钒的浸出方法

(57) 摘要

本发明公开了一种钒的浸出方法,所述钒的浸出方法包括以下步骤:A)对含钒的原矿石进行破碎,然后对破碎后的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,接着对所述矿浆进行筛分以使所述矿浆中的矿石的粒度 $P_{80}$ 小于等于190微米;B)将硫酸与矿石混合以对矿石进行一段浸出,所述一段浸出结束后进行固液分离以得到贵液和一段浸出渣;和C)将硫酸与所述一段浸出渣混合以对所述一段浸出渣进行二段浸出,所述二段浸出结束后进行固液分离以得到浸出液和二段浸出渣。通过利用根据本发明实施例的钒的浸出方法,在破碎过程中可以避免出现堵塞现象。



1. 一种钒的浸出方法,其特征在于,包括以下步骤:

A) 对粒度小于等于 500 毫米的含钒的原矿石进行破碎,对破碎后的矿石进行筛分并得到粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石,并对未通过筛分的矿石再次进行破碎和筛分;

对粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,其中金属球的添加量为 5-10 体积%;

采用高频细筛对所述矿浆进行筛分以使所述矿浆内的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米,并对未通过筛分的矿石再次进行湿式半自磨和筛分;

对所述矿浆进行脱水以得到回水和含水量小于等于 15% 的滤饼,所述回水与粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石混合;

B) 将硫酸与滤饼混合以对滤饼进行一段浸出,所述一段浸出结束后进行固液分离以得到贵液和一段浸出渣;和

C) 将硫酸与所述一段浸出渣混合以对所述一段浸出渣进行二段浸出,所述二段浸出结束后进行固液分离以得到浸出液和二段浸出渣,

其中,

所述一段浸出在常温和 pH 小于等于 3 的条件下进行 1-7 小时,所述二段浸出在 60-110 摄氏度和 pH 小于等于 3 的条件下进行 2-9 小时。

2. 根据权利要求 1 所述的钒的浸出方法,其特征在于,还包括:

D) 对所述二段浸出渣进行洗涤以得到洗涤液和尾渣。

3. 根据权利要求 2 所述的钒的浸出方法,其特征在于,所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石混合以对矿石进行所述一段浸出,其中所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石的液固比为 (1-5):1,所述液固比为质量比。

4. 根据权利要求 3 所述的钒的浸出方法,其特征在于,所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣混合以对所述一段浸出渣进行所述二段浸出。

5. 根据权利要求 4 所述的钒的浸出方法,其特征在于,在进行所述二段浸出时,向所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的混合物中加入硫酸和助浸剂,其中硫酸的加入量为 100-380 千克/吨原矿石,所述助浸剂的加入量为 2-8 千克/吨原矿石。

6. 根据权利要求 5 所述的钒的浸出方法,其特征在于,所述助浸剂为强氧化剂。

7. 根据权利要求 2 所述的钒的浸出方法,其特征在于,在所述步骤 D) 中,对所述二段浸出渣进行 5 段逆流洗涤。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的钒的浸出方法,其特征在于,所述原矿石为石煤。

## 钒的浸出方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冶金领域,具体而言,涉及一种钒的浸出方法。

### 背景技术

[0002] 在现有的钒的浸出工艺中,需要利用棒磨机、球磨机和管磨机对含钒的原矿石进行多段磨矿,这导致磨矿工艺以及通风除尘等辅助工艺复杂,生产成本和能耗均较高,更重要的是,容易产生堵塞现象。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在至少在一定程度上解决上述技术问题之一或至少提供一种有用的商业选择。为此,本发明的一个目的在于提出一种在碎磨过程中避免出现堵塞现象的钒的浸出方法。

[0004] 为实现上述目的,根据本发明的实施例提出一种钒的浸出方法,所述钒的浸出方法包括以下步骤:A)对含钒的原矿石进行破碎,然后对破碎后的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,接着对所述矿浆进行筛分以使所述矿浆中的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米;B)将硫酸与矿石混合以对矿石进行一段浸出,所述一段浸出结束后进行固液分离以得到贵液和一段浸出渣;和C)将硫酸与所述一段浸出渣混合以对所述一段浸出渣进行二段浸出,所述二段浸出结束后进行固液分离以得到浸出液和二段浸出渣。

[0005] 根据本发明实施例的钒的浸出方法通过利用一段湿式半自磨来对破碎后的矿石进行磨矿,在得到粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米的矿石的情况下,不仅可以简化磨矿工艺和通风除尘等辅助工艺,降低生产成本和能耗,而且在碎磨过程中还可以避免出现堵塞现象。

[0006] 另外,根据本发明上述实施例的钒的浸出方法还可以具有如下附加的技术特征:

[0007] 根据本发明的一个实施例,所述钒的浸出方法还包括:D)对所述二段浸出渣进行洗涤以得到洗涤液和尾渣。由此所述二段浸出渣中的大部分钒可以进入到所述洗涤液中,从而可以减少所述尾渣的含钒量,即可以减少钒的流失。

[0008] 根据本发明的一个实施例,所述步骤A)包括:A-1)对粒度小于等于 500 毫米的含钒的原矿石进行破碎,对破碎后的矿石进行筛分并得到粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石,并对未通过筛分的矿石再次进行破碎和筛分;A-2)对粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,其中金属球的添加量为 5%-10%;A-3)对所述矿浆进行筛分以使所述矿浆内的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米,并对未通过筛分的矿石再次进行湿式半自磨和筛分;和A-4)对所述矿浆进行脱水以得到回水和含水量小于等于 15% 的滤饼,所述回水与粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石混合。由此不仅可以减少所述一段湿式半自磨的耗水量,降低成本,而且可以无需排放回水,即省掉了回水处理工序,又避免污染环境。

[0009] 根据本发明的一个实施例,所述一段浸出在常温和 pH 小于等于 3 的条件下进行 1-7 小时,所述二段浸出在 60-110 摄氏度和 pH 小于等于 3 的条件下进行 2-9 小时。由此可以提高钒的浸出率(80%以上)。

[0010] 根据本发明的一个实施例,所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石混合以对矿石进行所述一段浸出,其中所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石的液固比为(1-5):1。通过利用所述浸出液和所述洗涤液对矿石进行所述一段浸出,可以进一步提高钒的浸出率。

[0011] 根据本发明的一个实施例,所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣混合以对所述一段浸出渣进行所述二段浸出,其中所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的液固比为(1-5):1。通过利用所述洗涤液对所述一段浸出渣进行所述二段浸出,可以进一步提高钒的浸出率。

[0012] 根据本发明的一个实施例,在进行所述二段浸出时,向所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的混合物中加入硫酸和助浸剂,其中硫酸的加入量为 100-380 千克 / 吨原矿石,所述助浸剂的加入量为 2-8 千克 / 吨原矿石。通过加入硫酸,可以补充浸出过程中硫酸的消耗以便可以有效地浸出所述一段浸出渣中的钒。通过加入所述助浸剂,可以提高所述一段浸出渣中的钒的浸出速度,缩短所述二段浸出的时间。

[0013] 根据本发明的一个实施例,所述助浸剂为强氧化剂。

[0014] 根据本发明的一个实施例,在所述步骤 D) 中,对所述二段浸出渣进行 5 段逆流洗涤。由此可以进一步减少所述尾渣的含钒量,即可以进一步减少钒的流失。

[0015] 根据本发明的一个实施例,所述原矿石为石煤。根据本发明实施例的钒的浸出方法通过对破碎后的石煤进行一段湿式半自磨,从而可以避免出现堵塞现象。

[0016] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0017] 本发明的上述和 / 或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0018] 图 1 是根据本发明的一个实施例的钒的浸出方法的流程图;和

[0019] 图 2 是根据本发明的另一个实施例的钒的浸出方法的流程图。

## 具体实施方式

[0020] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0021] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0022] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以

上,除非另有明确具体的限定。

[0023] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0024] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0025] 下面参照图 1 和图 2 描述根据本发明实施例的钒的浸出方法。如图 1 和图 2 所示,根据本发明实施例的钒的浸出方法包括以下步骤:

[0026] A) 对含钒的原矿石进行破碎,然后对破碎后的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,接着对所述矿浆进行筛分以使所述矿浆中的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米;

[0027] B) 将硫酸与矿石混合以对矿石进行一段浸出,所述一段浸出结束后进行固液分离以得到贵液和一段浸出渣;和

[0028] C) 将硫酸与所述一段浸出渣混合以对所述一段浸出渣进行二段浸出,所述二段浸出结束后进行固液分离以得到浸出液和二段浸出渣。

[0029] 在现有的钒的浸出工艺中,需要利用棒磨机、球磨机和管磨机对含钒的原矿石进行多段磨矿,这导致磨矿工艺以及通风除尘等辅助工艺复杂,生产成本和能耗均较高,更重要的是,容易产生堵塞现象。

[0030] 根据本发明实施例的钒的浸出方法通过利用一段湿式半自磨来对破碎后的矿石进行磨矿,在得到粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米的矿石的情况下,不仅可以简化磨矿工艺和通风除尘等辅助工艺,降低生产成本和能耗,而且在碎磨过程中还可以避免出现堵塞现象。

[0031] 具体地,所述原矿石可以是石煤。由于石煤为炭质粘土型矿石,因此采用多段磨矿工艺对石煤进行磨矿时会产生非常严重的堵塞现象。根据本发明实施例的钒的浸出方法通过对破碎后的石煤进行一段湿式半自磨,从而可以避免出现堵塞现象。所述贵液可以送入后面的工序进行处理以便得到精钒,例如可以依次对所述贵液进行贵液净化-铵盐沉钒-多钒酸铵-煅烧。

[0032] 在本发明的一个实施例中,如图 2 所示,所述步骤 A) 还可以包括:

[0033] A-1) 对粒度小于等于 500 毫米的含钒的原矿石进行破碎,对破碎后的矿石进行筛分并得到粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石,并对未通过筛分的矿石再次进行破碎和筛分。

[0034] 具体而言,可以利用固定筛、滚筒筛、振动筛或高频细筛对含钒的原矿石进行筛分以便得到粒度小于等于 500 毫米的含钒的原矿石。通过对粒度小于等于 500 毫米的含钒的原矿石进行破碎和一段湿式半自磨,可以更加容易地得到粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米的矿石。

[0035] 对粒度小于等于 500 毫米的含钒的原矿石进行破碎(例如利用颚式破碎机、圆锥

破碎机、辊式破碎机、冲击式破碎机等进行破碎),然后对破碎后的矿石进行筛分(例如利用固定筛、滚筒筛、振动筛或高频细筛)以便得到粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石(即筛分得到的矿石中的 80% 的粒度小于等于 130 毫米)。换言之,筛分得到的矿石中粒度小于等于 130 毫米的矿石占全部筛分得到的矿石的 80%。对未通过筛分的矿石可以再次进行破碎和筛分,由此对含钒的原矿石的破碎和筛分可以形成闭路。

[0036] A-2) 对粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆(例如利用半自磨机),其中金属球(例如钢球)的添加量可以是 5%-10% (体积比)。换言之,添加的金属球的体积与半自磨机的容积的比为 5%-10%。优选地,金属球的添加量可以是 6%-8%,由此可以更好的对矿石进行磨矿。

[0037] A-3) 对所述矿浆进行筛分(例如利用固定筛、滚筒筛、振动筛或高频细筛,优选地,利用高频细筛)以使所述矿浆内的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米(即筛分得到的矿浆内的矿石中的 80% 的粒度小于等于 190 微米)。换言之,筛分得到的矿浆内的矿石中粒度小于等于 190 微米的矿石占全部筛分得到的矿浆内的矿石的 80%。对未通过筛分的矿石再次进行湿式半自磨和筛分,由此对矿石的破碎和筛分可以形成闭路,从而可以使半自磨机处于稳定地运行状态,可以更加容易地得到粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米的矿石。

[0038] A-4) 对所述矿浆进行脱水以得到回水和含水量小于等于 15% 的滤饼,所述回水可以与粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石混合。换言之,可以将所述回水返回到所述步骤 A-2),将所述回水与粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石混合以便进行所述一段湿式半自磨。由此不仅可以减少所述一段湿式半自磨的耗水量,降低成本,而且可以无需排放回水,即省掉了回水处理工序,又避免污染环境。

[0039] 本领域技术人员可以理解的是,当不对所述矿浆进行脱水时,硫酸与所述矿浆混合以便对所述矿浆中的矿石进行所述一段浸出。

[0040] 有利地,所述一段浸出可以在常温和 pH 小于等于 3 的条件下进行 1-7 小时,由此可以提高钒的浸出率(80% 以上)。优选地,所述一段浸出可以在 pH 为 1-3 的条件下进行。进一步优选地,所述一段浸出可以在 pH 为 2-3 的条件下进行。最优选地,所述一段浸出可以在 pH 为 2.5 的条件下进行。优选地,所述一段浸出可以进行 2-6 小时。进一步优选地,所述一段浸出可以进行 3-5 小时。最优选地,所述一段浸出可以进行 4 小时。

[0041] 所述二段浸出可以在 60-110 摄氏度和 pH 小于等于 3 的条件下进行 2-9 小时,由此可以提高钒的浸出率(80% 以上)。具体而言,在现有的钒的浸出工艺中,在对含钒的矿石进行浸出之前,需要对含钒的矿石进行焙烧以便提高钒的浸出率(在现有的钒的浸出工艺中,钒的浸出率不高于 70%)。如果不对含钒的矿石进行焙烧,则钒的浸出率会大大地降低(不高于 60%)。然而对含钒的矿石进行焙烧不仅需要消耗大量的燃料(增加成本),而且还产生大量的有害气体,污染环境。根据本发明实施例的钒的浸出方法通过在 60-110 摄氏度的条件下进行所述二段浸出,在不对含钒的矿石进行焙烧的情况下仍能得到较高的钒的浸出率(80% 以上)。由此不仅可以减少燃料的消耗,降低生产成本,而且可以避免产生有害气体,防止污染环境。

[0042] 优选地,所述二段浸出可以在 70-100 摄氏度的条件下进行。进一步优选地,所述二段浸出可以在 80-90 摄氏度的条件下进行。最优选地,所述二段浸出可以在 85 摄氏度的条件下进行。优选地,所述二段浸出可以在 pH 为 1-3 的条件下进行。进一步优选地,所述

二段浸出可以在 pH 为 2-3 的条件下进行。最优选地,所述二段浸出可以在 pH 为 2.5 的条件下进行。优选地,所述二段浸出可以进行 3-8 小时。进一步优选地,所述二段浸出可以进行 4-7 小时。最优选地,所述二段浸出可以进行 5-6 小时。

[0043] 在本发明的一个实施例中,如图 2 所示,所述浸出液可以与粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米的矿石混合以对矿石进行所述一段浸出。具体地,所述浸出液可以与所述步骤 A-4) 得到的滤饼混合以进行所述一段浸出。所述浸出液与所述滤饼的液固比可以根据所述一段浸出的 pH 确定。由于所述浸出液中含有一定量的钒,因此利用所述浸出液对矿石进行所述一段浸出可以提高所述贵液的含钒量。换言之,通过利用所述浸出液对矿石进行所述一段浸出,可以进一步提高钒的浸出率。而且通过利用所述浸出液对矿石进行所述一段浸出,可以实现对所述浸出液中的硫酸的循环利用,从而可以进一步降低生产成本。

[0044] 本领域技术人员可以理解的是,在开始实施根据本发明实施例的钒的浸出方法时,还没有产生所述浸出液。因此可以将硫酸与所述步骤 A-4) 得到的滤饼混合以进行所述一段浸出。具体地,硫酸的浓度可以是 98%。待产生所述浸出液后,就可以无需再加入硫酸。

[0045] 如图 2 所示,在本发明的一些示例中,根据本发明实施例的钒的浸出方法还可以包括 :D) 对所述二段浸出渣进行洗涤以得到洗涤液和尾渣。由此所述二段浸出渣中的大部分钒可以进入到所述洗涤液中,从而可以减少所述尾渣的含钒量,即可以减少钒的流失。有利地,可以利用碱性物质(例如石灰)对洗涤后的所述二段浸出渣进行中和以便得到所述尾渣,由此可以防止所述尾渣污染环境。

[0046] 具体地,在所述步骤 D) 中,对所述二段浸出渣进行 5 段逆流洗涤。由此可以进一步减少所述尾渣的含钒量,即可以进一步减少钒的流失。

[0047] 如图 2 所示,在本发明的一个示例中,所述洗涤液的一部分和所述浸出液可以与矿石(粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米的矿石)混合以对矿石进行所述一段浸出,其中所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石的液固比为 (1-5):1 (质量比,以下的液固比均为质量比)。具体地,所述洗涤液的一部分和所述浸出液可以与所述步骤 A-4) 得到的滤饼混合以进行所述一段浸出。

[0048] 由于所述浸出液和所述洗涤液中含有一定量的钒,因此利用所述浸出液和所述洗涤液对矿石进行所述一段浸出可以进一步提高所述贵液的含钒量。换言之,通过利用所述浸出液和所述洗涤液对矿石进行所述一段浸出,可以进一步提高钒的浸出率。而且通过利用所述浸出液和所述洗涤液对矿石进行所述一段浸出,可以实现对所述浸出液和所述洗涤液中的硫酸的循环利用,从而可以进一步降低生产成本。

[0049] 优选地,所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石的液固比为 (1-4):1。进一步优选地,所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石的液固比为 (1.5-3):1。最优选地,所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石的液固比为 (2-2.5):1。其中,所述洗涤液的一部分和所述浸出液与矿石的液固比可以根据所述一段浸出的 pH 确定。

[0050] 在本发明的一个具体示例中,如图 2 所示,所述洗涤液的另一部分可以与所述一段浸出渣混合以对所述一段浸出渣进行所述二段浸出,其中所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的液固比可以是 (1-5):1 (体积质量比)。

[0051] 由于所述洗涤液中含有一定量的钒,因此利用所述洗涤液对所述一段浸出渣进行所述二段浸出可以进一步提高所述浸出液的含钒量,进而可以进一步提高所述贵液的含钒

量。换言之,通过利用所述洗涤液对所述一段浸出渣进行所述二段浸出,可以进一步提高钒的浸出率。而且通过利用所述洗涤液对所述一段浸出渣进行所述二段浸出,可以实现对所述洗涤液中的硫酸的循环利用,从而可以进一步降低生产成本。

[0052] 此外,通过将所述洗涤液的一部分用于所述一段浸出且将所述洗涤液的另一部分用于所述二段浸出,从而可以避免排放所述洗涤液,这样即省掉了洗涤液处理工序,又避免污染环境。

[0053] 优选地,所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的液固比可以是(1-4):1。进一步优选地,所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的液固比可以是(1-3):1。最优选地,所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的液固比可以是(1.5-2):1。其中,所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的液固比可以根据所述二段浸出的 pH 确定。

[0054] 有利地,在进行所述二段浸出时,可以向所述洗涤液的另一部分与所述一段浸出渣的混合物中加入硫酸和助浸剂,其中硫酸的加入量为 100-380 千克/吨原矿石,所述助浸剂的加入量为 2-8 千克/吨原矿石。通过加入硫酸,可以补充浸出过程中硫酸的消耗以便可以有效地浸出所述一段浸出渣中的钒。通过加入所述助浸剂,可以提高所述一段浸出渣中的钒的浸出速度,缩短所述二段浸出的时间。有利地,所述助浸剂可以是强氧化剂,例如二氧化锰、 $\text{NaClO}_3$ 、氢氟酸。

[0055] 优选地,硫酸的加入量为 150-350 千克/吨原矿石,所述助浸剂的加入量为 3-7 千克/吨原矿石。进一步优选地,硫酸的加入量为 200-280 千克/吨原矿石,所述助浸剂的加入量为 4-6 千克/吨原矿石。

[0056] 实施例 1

[0057] 利用颚式破碎机(美卓矿机)对粒度小于等于 500 毫米的含钒的石煤进行破碎,然后利用直线振动筛(南昌矿机)对破碎后的矿石进行筛分并得到粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石,并对未通过筛分的矿石再次进行破碎和筛分。

[0058] 然后利用半自磨机(中信重工)对粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,其中金属球的添加量为 5%。利用高频细筛(德瑞克公司)对矿浆进行筛分以使矿浆内的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米,并对未通过筛分的矿石再次进行湿式半自磨和筛分。随后利用皮带过滤器(烟台同兴)对矿浆进行脱水以得到回水和含水量小于等于 15% 的滤饼。其中,回水可以与粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石混合以便进行一段湿式半自磨。

[0059] 将洗涤液的一部分和浸出液与滤饼混合以对滤饼进行一段浸出,洗涤液的一部分和浸出液与矿石的液固比为 5:1。其中一段浸出在常温和 pH 为 1 的条件下进行 1 小时。一段浸出结束后利用浓密机(淮北中芬)进行固液分离以得到贵液和一段浸出渣。

[0060] 将洗涤液的另一部分与一段浸出渣混合以对一段浸出渣进行二段浸出,洗涤液的另一部分与一段浸出渣的液固比为 5:1。同时向洗涤液和一段浸出渣的混合物中加入硫酸和二氧化锰,硫酸的加入量为 100 千克/吨原矿石,二氧化锰的加入量为 2 千克/吨原矿石。二段浸出在 60 摄氏度和 pH 为 1 的条件下进行 2 小时。二段浸出结束后利用浓密机进行固液分离以得到浸出液和二段浸出渣。

[0061] 对二段浸出渣进行 5 段逆流洗涤,最后利用石灰对二段浸出渣进行中和以得到尾渣。

[0062] 在本实施例中,钒的浸出率为 85%。

[0063] 实施例 2

[0064] 利用颚式破碎机对粒度小于等于 500 毫米的含钒的石煤进行破碎,然后利用直线振动筛对破碎后的矿石进行筛分并得到粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石,并对未通过筛分的矿石再次进行破碎和筛分。

[0065] 然后利用半自磨机对粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,其中金属球的添加量为 10%。利用高频细筛对矿浆进行筛分以使矿浆内的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米,并对未通过筛分的矿石再次进行湿式半自磨和筛分。随后利用皮带过滤机对矿浆进行脱水以得到回水和含水量小于等于 15% 的滤饼。其中,回水可以与粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石混合以便进行一段湿式半自磨。

[0066] 将洗涤液的一部分和浸出液与滤饼混合以对滤饼进行一段浸出,洗涤液的一部分和浸出液与矿石的液固比为 1 :1。其中一段浸出在常温和 pH 为 3 的条件下进行 7 小时。一段浸出结束后利用浓密机进行固液分离以得到贵液和一段浸出渣。

[0067] 将洗涤液的另一部分与一段浸出渣混合以对一段浸出渣进行二段浸出,洗涤液的另一部分与一段浸出渣的液固比为 1 :1。同时向洗涤液和一段浸出渣的混合物中加入硫酸和  $\text{NaClO}_3$ ,硫酸的加入量为 380 千克 / 吨原矿石, $\text{NaClO}_3$  的加入量为 8 千克 / 吨原矿石。二段浸出在 110 摄氏度和 pH 为 3 的条件下进行 9 小时。二段浸出结束后利用浓密机进行固液分离以得到浸出液和二段浸出渣。

[0068] 对二段浸出渣进行 5 段逆流洗涤,最后利用石灰对二段浸出渣进行中和以得到尾渣。

[0069] 在本实施例中,钒的浸出率为 87%。

[0070] 实施例 3

[0071] 利用颚式破碎机对粒度小于等于 500 毫米的含钒的石煤进行破碎,然后利用直线振动筛对破碎后的矿石进行筛分并得到粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石,并对未通过筛分的矿石再次进行破碎和筛分。

[0072] 然后利用半自磨机对粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石进行一段湿式半自磨以得到矿浆,其中金属球的添加量为 7%。利用高频细筛对矿浆进行筛分以使矿浆内的矿石的粒度  $P_{80}$  小于等于 190 微米,并对未通过筛分的矿石再次进行湿式半自磨和筛分。随后利用皮带过滤机对矿浆进行脱水以得到回水和含水量小于等于 15% 的滤饼。其中,回水可以与粒度  $P_{80}$  小于等于 130 毫米的矿石混合以便进行一段湿式半自磨。

[0073] 将洗涤液的一部分和浸出液与滤饼混合以对滤饼进行一段浸出,洗涤液的一部分和浸出液与矿石的液固比为 2.5 :1。其中一段浸出在常温和 pH 为 2.5 的条件下进行 4 小时。一段浸出结束后利用浓密机进行固液分离以得到贵液和一段浸出渣。

[0074] 将洗涤液的另一部分与一段浸出渣混合以对一段浸出渣进行二段浸出,洗涤液的另一部分与一段浸出渣的液固比为 2 :1。同时向洗涤液和一段浸出渣的混合物中加入硫酸和氢氟酸,硫酸的加入量为 380 千克 / 吨原矿石,氢氟酸的加入量为 8 千克 / 吨原矿石。二段浸出在 85 摄氏度和 pH 为 2.5 的条件下进行 5 小时。二段浸出结束后利用浓密机进行固液分离以得到浸出液和二段浸出渣。

[0075] 对二段浸出渣进行 5 段逆流洗涤,最后利用石灰对二段浸出渣进行中和以得到尾

渣。

[0076] 在本实施例中,钒的浸出率为 89%。

[0077] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0078] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

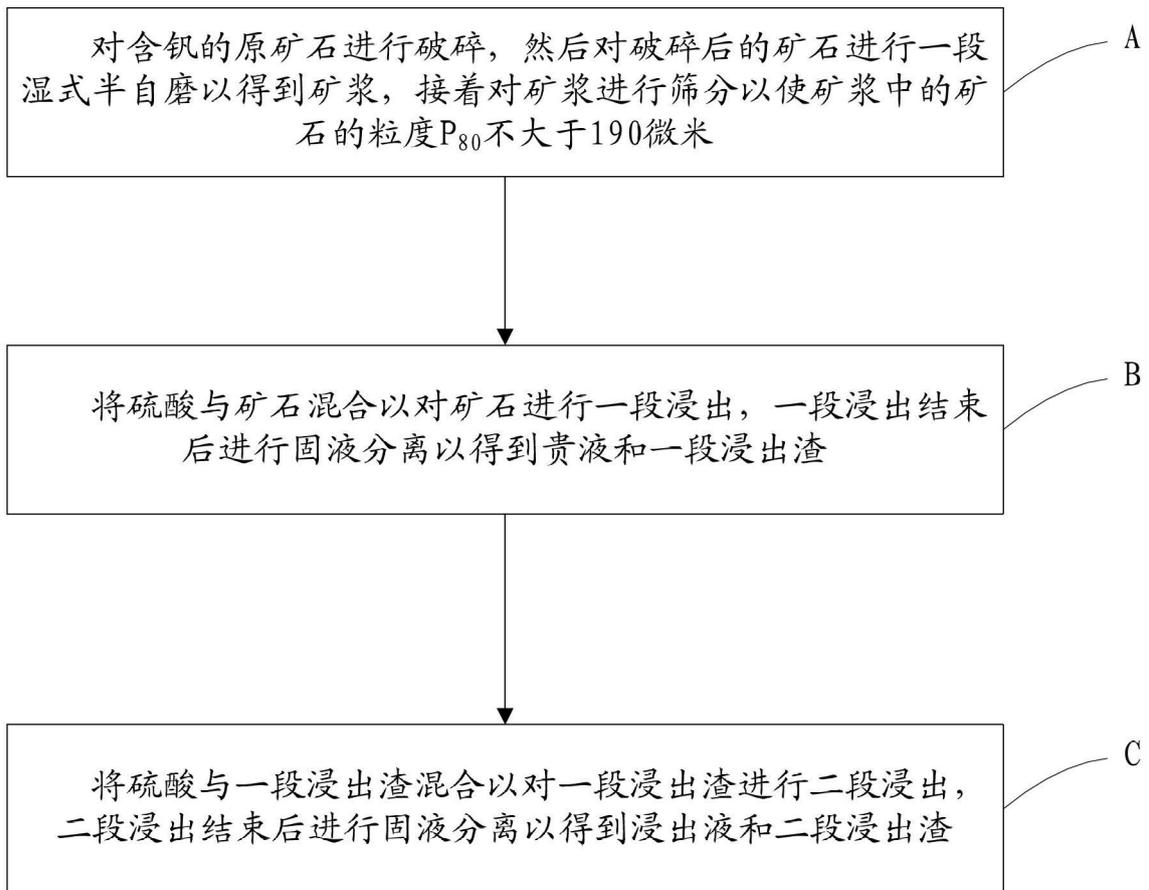


图 1

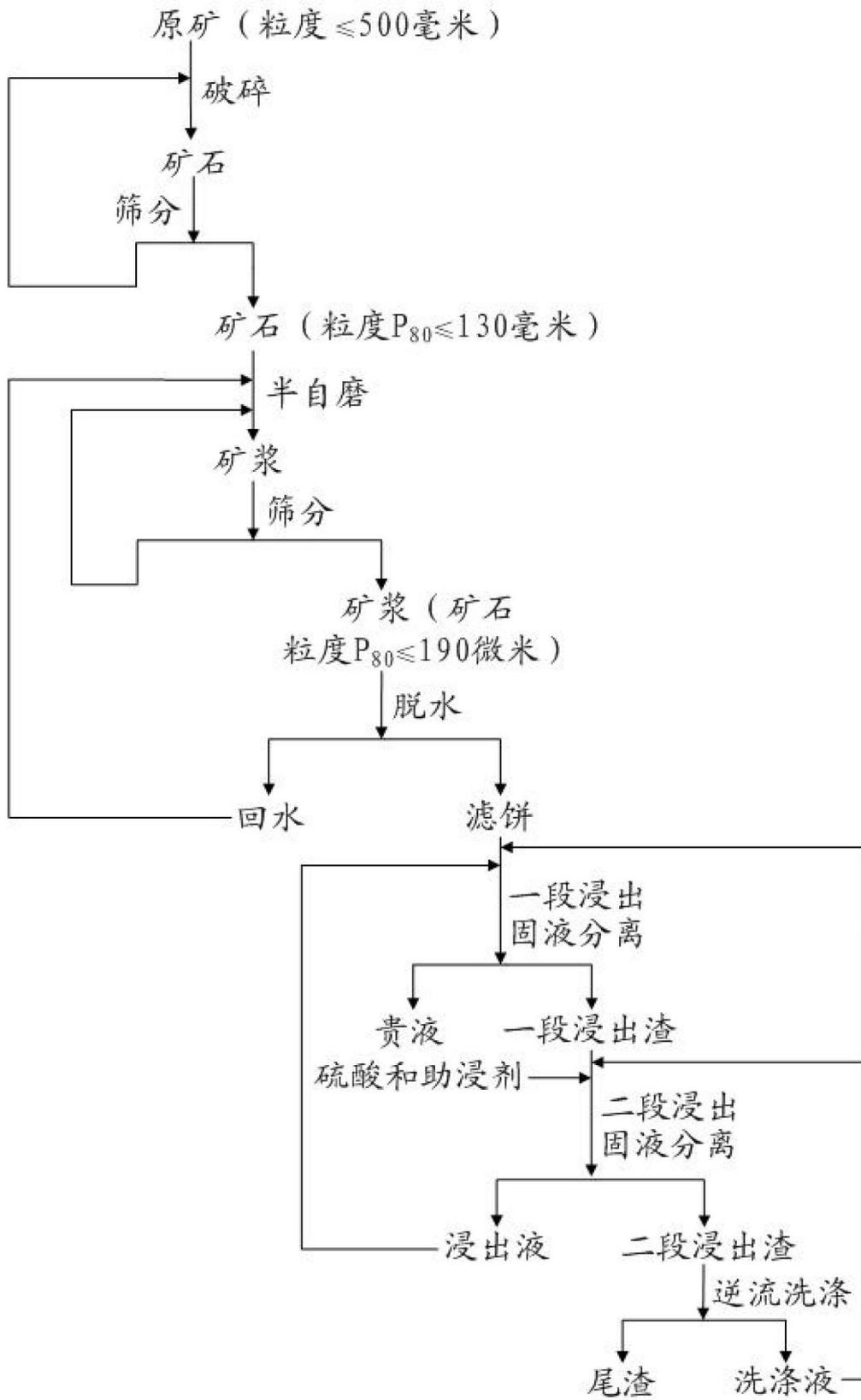


图 2