



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104437833 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410621649. 5

(22) 申请日 2014. 11. 07

(71) 申请人 贵州省贵金属矿产资源综合利用工  
程技术研究中心有限公司

地址 550018 贵州省贵阳市乌当区新添寨新  
庄路 82 号

(72) 发明人 陈文祥 龙忠银 邓强 胡万明  
余红林 陈婧

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所  
52100

代理人 李余江 程新敏

(51) Int. Cl.

B03B 7/00(2006. 01)

B03B 9/00(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法,它采用重介质分选与湿法浸出相结合,在重介质分选步骤中使用硅铁粉作为介质加重剂,分选出精矿产品与尾矿产品后采用磁选方法回收硅铁粉。它采用 YTMC250/175 重介质旋流器,分选介质密度为  $1225 \sim 1450\text{kg/m}^3$ , 给矿压强  $0.01 \sim 0.08\text{MPa}$ , 二段溢流口径为  $\Phi 40\text{mm} \sim 50\text{mm}$ , 二段底流口径为  $\Phi 25 \sim 35\text{mm}$ , 介矿比为  $8 : 1 \sim 2 : 1$ 。本发明可以降低磨矿成本,而且采用硅铁粉作为重介质加重剂,具有设备生产能力大,分选精度高,介质损耗小,生产成本低等特点;采用硅铁粉作为选矿加重剂,对环境没有影响,也不影响后续湿法浸出提钒浸出率。

1. 一种物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法,其特征在于:它采用重介质分选与湿法浸出相结合,在重介质分选步骤中使用硅铁粉作为介质加重剂,分选出精矿产品与尾矿产品后,采用磁选方法回收硅铁粉。

2. 根据权利要求1所述的物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法,其特征在于它包括如下步骤:

(1)将含钒炭质页岩矿石破碎、磨矿至细度为 $-2\text{mm}$ ,筛分出细度为 $-0.15\text{mm}$ 的部分直接作为精矿产品;

(2)将细度为 $+0.15\text{mm}\sim-2\text{mm}$ 的矿石在重介质旋流器中,用硅铁粉作为介质加重剂,采用压缩空气与机械搅拌相结合的方法将硅铁粉与矿石混合,分选出精矿产品与尾矿产品;

(3)步骤(2)中获得的精矿产品经磁选回收硅铁粉后,与步骤(1)中筛分出的精矿产品混合,获得最终钒精矿产品;步骤(2)中获得的尾矿产品经磁选回收硅铁粉后,获得最终钒尾矿产品。

3. 根据权利要求2所述的物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法,其特征在于:重介质分选工艺中步骤(2)的分选条件如下:采用YTMC250/175重介质旋流器,分选介质密度为 $1225\sim 1450\text{kg}/\text{m}^3$ ,给矿压强 $0.01\sim 0.08\text{MPa}$ ,二段溢流口径为 $\Phi 40\text{mm}\sim 50\text{mm}$ ,二段底流口径为 $\Phi 25\sim 35\text{mm}$ ,介矿比为 $8:1\sim 2:1$ 。

## 一种物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种物理选矿方法,具体涉及物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法。

### 背景技术

[0002] 钒是制备特种钢,钒钛合金、催化剂以及全钒液流储能电池等高科技产业的重要材料,广泛应用于近代工业技术中。钒矿资源主要有钒钛磁铁矿和含钒炭质页岩,其中含钒炭质页岩占我国钒矿资源总储量的 87%,是钒的重要资源。

[0003] 由于炭质页岩型钒矿中钒主要以类质同像形式赋存在云母类矿物中,载钒矿物嵌布粒度太细,选矿难度很大,一直没有找到恰当选矿方法富集钒,因此炭质页岩型钒矿作为提钒原料,一般不用选矿,都直接采用焙烧提钒或湿法提钒工艺提取制备  $V_2O_5$  产品。而研究表明,炭质页岩型钒矿提钒成本主要与矿石性质及入冶矿石量有关,与矿石中  $V_2O_5$  含量关系不大,换句话说,尽管  $V_2O_5$  含量不同,但处理每吨钒矿石的成本是几乎一致的,钒含量越高,则生产成本越低。因此,通过选矿提高入冶精矿  $V_2O_5$  含量,生产成本将会大幅下降。

[0004] 近年来,钒产品市场持续低迷,而炭质页岩型钒矿  $V_2O_5$  含量一般仅 0.7% 左右,无论采用焙烧提钒工艺还是采用湿法提钒工艺,生产成本均较高,几乎无利可图。物理选矿抛尾富集能够提高石煤钒矿精矿  $V_2O_5$  品位,降低进入浸出提钒工段矿石量,显著降低炭质页岩型钒矿工业品位,提高其资源储量和资源利用效率,提高浸出提钒设备生产能力,降低浸出药剂消耗量和产品生产成本,提高生产企业经济效益。

[0005] 基于上述原因,近年来,不少研究单位和生产企业开始研究炭质页岩型钒矿的选矿研究工作。目前主要研究的炭质页岩型钒矿选矿方法主要有手选-分级-跳汰工艺,破碎-磨矿-水力旋流器分级工艺,擦洗选矿工艺,破碎-分级-粗粒级抛尾-细粒级获得精矿-中间级别选择性磨矿-浮选工艺,湿式筛选粗粒级抛尾-浮选富集联合工艺,螺旋选矿-浮选联合工艺等,针对不同地区钒矿,采用方法各不相同,不少方法选矿指标都不错,但涉及加药的选矿方法获得的精矿,进入冶金工段时,浸出率受到很大的影响,而且至今没有见到成熟的产业化技术。因此,现有的炭质页岩型钒矿选矿方法都存在各种不足,例如手选-分级-跳汰工艺适用于含钒矿石与脉石嵌布粒度均较粗的情况,这种钒矿石是非常少的,而且手选效率不高;采用浮选也能够富集提高钒精矿品位,但浮选药剂会吸附在钒精矿表面,严重影响钒精矿浸出提钒的浸出率,焙烧虽然能够除去浮选药剂,消除对钒浸出率的影响,但焙烧工艺-是能耗过大,二是将会产生  $SO_2$  等严重污染大气的毒性气体。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是针对现有技术中炭质页岩型钒矿品位低,冶金成本高等问题,根据含钒炭质页岩中主要载钒矿物为比重较轻的含炭云母类矿物,脉石矿物主要为比重较重的石英矿物等特点,采用三产品重介质旋流器,在合适的分选介质密度,给矿压强,二段溢流与底流口径以及介矿比条件下,使载钒矿物与脉石矿物得以分离,含钒矿物得到富集,从而获得较高品位的钒精矿的目的。

[0007] 为实现上述目的,本发明的这种物理选矿富集炭质页岩型钒矿的方法,它采用重介质分选与湿法浸出相结合,在重介质分选步骤中使用硅铁粉作为介质加重剂,分选出精矿产品与尾矿产品后,采用磁选方法回收硅铁粉。它包括如下步骤:

(1) 将含钒碳质页岩矿石破碎、磨矿至细度为  $-2\text{mm}$ ,筛分出细度为  $-0.15\text{mm}$  的部分直接作为精矿产品;

(2) 将细度为  $+0.15\text{mm} \sim -2\text{mm}$  的矿石在重介质旋流器中,用硅铁粉作为介质加重剂,分选出精矿产品与尾矿产品;

(3) 步骤(2)中获得的精矿产品经磁选回收硅铁粉后,与步骤(1)中筛分出的精矿产品混合,获得最终钒精矿产品;步骤(2)中获得的尾矿产品经磁选回收硅铁粉后,获得最终钒尾矿产品。

[0008] 其中,重介质分选工艺中步骤(2)的分选条件如下:采用 YTMC250/175 重介质旋流器,分选介质密度为  $1225 \sim 1450\text{kg/m}^3$ ,给矿压强  $0.01 \sim 0.08\text{MPa}$ ,二段溢流口径为  $\Phi 40\text{mm} \sim 50\text{mm}$ ,二段底流口径为  $\Phi 25 \sim 35\text{mm}$ ,介矿比(介质质量与矿石质量之比)为  $8:1 \sim 2:1$ 。

本发明的关键点:通过对含钒碳质页岩载钒矿物与脉石矿物性质的充分研究,发现载钒矿物为比重较轻的炭质云母与粘土矿物,脉石矿物为比重较重的石英矿物,但载钒矿物与脉石矿物比重差较小,常规重选方法难以有效分离含钒矿物与脉石矿物,根据矿石等降比  $e = \frac{\delta_2 - \Delta}{\delta_1 - \Delta}$  ( $e$ -等降比;  $\delta_1$ -轻矿物的比重;  $\delta_2$ -重矿物的比重;  $\Delta$ -分选介质的比重),当分选介质比重与轻矿物的比重很接近时,即  $\Delta \approx \delta_1$ ,则  $e$  值将趋向于无穷大,轻重矿物将容易分选。为了采用经济环保的重选方法有效分选比重差异很小的石英脉石与炭质云母与粘土矿物,本发明采用硅铁粉作为介质加重剂,在三产品重介质旋流器中,调节重介质比重与含钒矿物比重接近,使比重介质重的脉石矿物与比重介质轻的含钒矿物分离开来,从而使含钒炭质云母得以富集,获得含钒品位高的钒精矿产品。

[0009] 在研究本发明技术方案的过程中,主要遇到以下技术问题:第一,含钒碳质页岩重介质选矿工艺的关键技术是磨矿粒度与重介质的选取问题。在研究本发明过程中,首先开展了比重组分研究,发现不同磨矿粒度的重介质分割密度有一定差异,同时发现重介质选矿分割密度高达  $2.55 \sim 2.60$ ,常规加重剂如磁铁矿密度难以达到要求,几经选择,最终确定采用硅铁粉作为分选炭质页岩型钒矿的加重剂。但硅铁粉比磁铁矿粉贵得多,成本也高不少。为了降低硅铁粉成本,需要研究高效回收硅铁粉的工艺技术,根据硅铁粉的特点,最终确定采用磁选方法回收硅铁粉。

[0010] 第二,重介质选矿硅铁粉粒度分布过于分散时,自身在旋流器中形成不均匀密度梯度,不利于重介质分选过程有效进行,达不到良好的分选效果,本发明采用 YTMC250/175 重介质旋流器通过旋流分级,把硅铁粉分出粒度分布相对均匀的部分作为重介质加重剂,从而获得良好的分选效果。

[0011] 第三,由于硅铁粉比重大,在搅拌桶中极易沉降,为了保证粉均匀悬浮,保证重介质选矿过程稳定进行,本发明采用压缩空气与机械搅拌相结合的方法,保证了硅铁粉均匀悬浮,从而保证了分选过程的稳定性。

[0012] 本发明较其他选矿方法具有以下技术效果:

(1) 本发明的选矿工艺中,矿石只需要破碎至  $-2\text{mm}$  即可,无须完全磨细至  $-0.15\text{mm}$ ,降

低了磨矿成本；

(2) 本发明根据含钒碳质页岩中主要载钒矿物比重与脉石矿物比重差异,根据阿基米德浮力定律,采用硅铁粉作为重介质加重剂,利用三产品重介质旋流器富集分选含钒炭质云母,从而获得钒富集精矿;该工艺具有设备生产能力大,分选精度高,介质损耗小,生产成本低等特点。

[0013] (3) 本发明采用硅铁粉作为选矿加重剂,对环境没有影响,也不影响后续湿法浸出提钒浸出率;而现有技术中浮选工艺产生含浮选药剂的废水,对环境是有不良影响的,而且浮选精矿在后续湿法浸出提钒工艺中会严重影响提钒浸出率,降低资源利用效率,提高生产成本。

### 具体实施方式

[0014] 下面结合实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0015] 实施例 1:

按照以下步骤实施:

(1) 将含钒碳质页岩矿石破碎、磨矿至细度为 -2.0mm,筛分出细度为 -0.15mm 的部分直接作为精矿产品;

(2) 将细度为 +0.15mm ~ -2.0mm 的矿石在重介质旋流器中,用硅铁粉作为介质加重剂,采用压缩空气与机械搅拌相结合的方法将硅铁粉与矿石混合,采用 YTMC250/175 重介质旋流器,分选介质密度为 1225kg/m<sup>3</sup>,给矿压强 0.07MPa,二段溢流口径为 40mm,二段底流口径为  $\Phi$ 35mm,介矿比 8 : 1,分选出精矿产品与尾矿产品。

[0016] (3) 步骤 (2) 中获得的精矿产品经磁选回收硅铁粉后,与步骤 (1) 中筛分出的精矿产品混合,获得最终钒精矿产品;步骤 (2) 中获得的尾矿产品经磁选回收硅铁粉后,获得最终钒尾矿产品。

[0017] 选别指标:原矿 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 :0.665%;混合精矿 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 :1.056%;精矿 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率 70.74%。CaO 抛去率 54.69%,MgO 抛去率 51.94%。

[0018] 实施例 2:

按照以下步骤实施:

(1) 将含钒碳质页岩矿石破碎、磨矿至细度为 -1.0mm,筛分出细度为 -0.15mm 的部分直接作为精矿产品;

(2) 将细度为 +0.15mm ~ -1.0mm 的矿石在重介质旋流器中,用硅铁粉作为介质加重剂,采用压缩空气与机械搅拌相结合的方法将硅铁粉与矿石混合,采用 YTMC250/175 重介质旋流器,分选介质密度为 1275kg/m<sup>3</sup>,给矿压强 0.08MPa,二段溢流口径为  $\Phi$ 40mm,二段底流口径为  $\Phi$ 30mm,介矿比 6 : 1,分选出精矿产品与尾矿产品。

[0019] (3) 步骤 (2) 中获得的精矿产品经磁选回收硅铁粉后,与步骤 (1) 中筛分出的精矿产品混合,获得最终钒精矿产品;步骤 (2) 中获得的尾矿产品经磁选回收硅铁粉后,获得最终钒尾矿产品。

[0020] 选别指标:原矿 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 :0.665%;混合精矿 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 :0.868%;精矿 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 回收率 76.09%。CaO 抛去率 76.66%,MgO 抛去率 50.98%。

[0021] 实施例 3:

按照以下步骤实施：

(1) 将含钒碳质页岩矿石破碎、磨矿至细度为  $-3.0\text{mm}$ ，筛分出细度为  $-0.15\text{mm}$  的部分直接作为精矿产品；

(2) 将细度为  $+0.15\text{mm} \sim -3.0\text{mm}$  的矿石在重介质旋流器中，用硅铁粉作为介质加重剂，采用压缩空气与机械搅拌相结合的方法将硅铁粉与矿石混合，采用 YTMC250/175 重介质旋流器，分选介质密度为  $1325\text{kg/m}^3$ ，给矿压强  $0.06\text{MPa}$ ，二段溢流口径为  $\Phi 50\text{mm}$ ，二段底流口径为  $\Phi 35\text{mm}$ ，介矿比  $7 : 1$ ，分选出精矿产品与尾矿产品。

[0022] (3) 步骤 (2) 中获得的精矿产品经磁选回收硅铁粉后，与步骤 (1) 中筛分出的精矿产品混合，获得最终钒精矿产品；步骤 (2) 中获得的尾矿产品经磁选回收硅铁粉后，获得最终钒尾矿产品。

[0023] 选别指标：原矿  $\text{V}_2\text{O}_5$  品位： $0.665\%$ ；混合精矿  $\text{V}_2\text{O}_5$  品位： $0.900\%$ ；精矿  $\text{V}_2\text{O}_5$  回收率  $81.20\%$ 。CaO 抛去率  $73.09\%$ ，MgO 抛去率  $48.09\%$ 。

[0024] 当然，以上只是本发明的具体应用范例，本发明还有其他的实施方式，凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案，均落在本发明所要求的保护范围之内。