



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114505339 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 17

(21) 申请号 202210155105.9

(22) 申请日 2022.02.21

(71) 申请人 江西挺进环保科技股份有限公司
地址 341000 江西省赣州市章贡区长征大道31号(赣州商会大厦)9-3#写字楼

(72) 发明人 邱根萍 任国庆 宁小飞 罗青春
王小军 陈后兴

(51) Int. Cl.
B09C 1/08 (2006.01)
B09C 1/00 (2006.01)

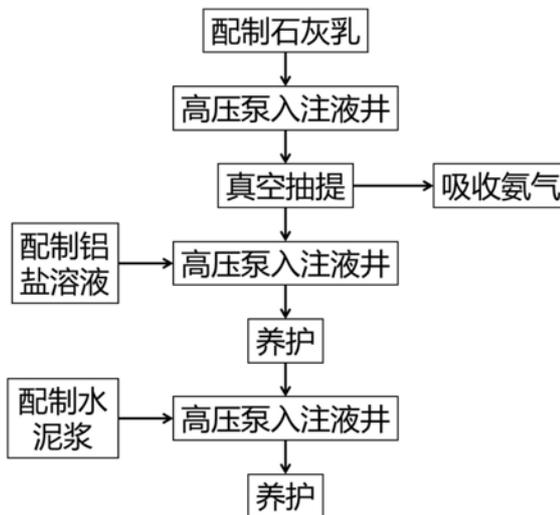
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种原位稳定化/固化的矿山生态修复方法

(57) 摘要

本发明提供了一种原位稳定化/固化的矿山生态修复方法及工艺,形成一套矿山生态修复的新模式,旨在改善原地浸矿浸矿剂残留、重金属污染问题。本发明的原位稳定化/固化方法,不受污染场地限制,适应性强,且成本低,不破坏周边环境,无二次污染。本发明利用钙矾石工艺固定浸矿剂中的硫酸根,将硫酸根进行稳定化处理,又利用水泥浆的包覆作用对稳定化的钙矾石进行固化,进一步降低硫酸根的浸出浓度,减少雨水的淋溶迁移作用。



1. 一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于包括以下步骤:

①将氧化钙配置成质量浓度10%的石灰乳,用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区;

②将气体抽提装置接入原浸矿剂注液井口并密封,进行真空抽提,抽提后利用酸性吸收塔吸收氨气;

③取回气体抽提装置后,将5%铝盐溶液用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区,与石灰乳反应混合后养护3~5天;

④养护后,用高压注浆泵将水泥浆从原注液井压入至稀土采矿区,再养护3~5天。

2. 根据权利要求1所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:步骤②中吸收塔吸收氨气后,真空度控制在0.1MPa。

3. 根据权利要求1所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:所述的石灰乳用量宜控制在距原注液井井底约2米处。

4. 根据权利要求1所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:所述的抽提装置和所述酸性吸收塔之间还设置有气体监测装置;所述气体监测装置包括压力计、流量计、传感器中的一种或多种。

5. 根据权利要求1所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:所述的铝盐为铝酸钠、聚合氯化铝、氯化铝、硝酸铝、偏铝酸钠、硅酸铝的一种或几种。

6. 根据权利要求1所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:所述的酸性吸收塔采用的溶液为稀硫酸。

7. 根据权利要求1所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:以钙计的石灰用量与以铝计的铝盐用量质量比例为10:1~1:1。

8. 根据权利要求1所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:所述的水泥浆的水灰比为1:1~1:5。

9. 根据权利要求8所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:水泥浆用量为石灰乳与铝盐总投加量的比例控制在0.5:1~2.5:1范围内。

10. 根据权利要求9所述的一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法,其特征在于:水泥浆用量为石灰乳与铝盐总投加量的比例控制为1:1。

一种原位稳定化/固化的矿山生态修复方法

技术领域

[0001] 本发明涉及矿山生态修复领域,具体涉及一种原位稳定化/固化的矿山生态修复方法。

背景技术

[0002] 稀土元素在工业和农业领域应用广泛,是不可再生的重要资源,素有“工业维生素”之称。近年来,随着中国科技和社会经济的快速发展,稀土被用来制作高端材料其需求量日益增加,稀土的广泛应用伴随着稀土矿的过度开采,产生了一系列的生态环境问题,威胁人类身体健康。

[0003] 离子型稀土矿的开采工艺经历了池浸工艺、堆浸工艺和原地浸矿工艺3个发展阶段,各阶段都会对环境产生较大的影响,主要表现为矿区植被大面积破坏、水土流失严重、发生山体滑坡和泥石流等地质灾害、土壤盐碱化、地表水和地下水污染等。CN1033521C中介绍了一种原地浸矿工艺,其流程为:矿体爆破松动→配制浸出剂→注液井注液→稀土原地浸出→集液沟收集稀土富液。

[0004] 虽然原地浸矿工艺被认为是目前最环保的一种离子型稀土开采模式,不必采动矿体,仅需要在矿区表面挖一些注液井,因而大大减轻了矿区地形、地貌的破坏和水土的流失。但是原地浸矿工艺引起的环境问题还是比较严重,主要表现在:

[0005] (1) 矿区可能发生山体滑坡和泥石流等地质灾害。直接注入矿体的浸取液会使山坡发生裂缝,加之稀土矿体赋存于渗透性较好的风化壳中,当注液井布局不合理或遇到长时间、大范围的降雨时,就可能引起山体滑坡,严重时将进一步发展为泥石流灾害。

[0006] (2) 对矿区植被仍有较大破坏。原地浸矿工艺需破坏矿区山体地面约1/3的植被用以配备足够数量的注液井和集液沟渠,同时浸矿剂溶液长时间地浸泡山体,会通过侧渗和毛细管作用损坏地表植被。又因为过量的酸性浸矿剂滞留,造成土壤酸性增强,且土壤胶体表面附着的氢离子和铝离子被置换,也促进土壤酸化;二是过量的氨氮也会与土壤胶体结合,替换氢离子和铝离子,增加土壤酸化程度,进一步对植被造成破坏。

[0007] (3) 污染矿区土壤和水体。浸矿剂大多为氯化钠、硫酸铵、碳酸氢铵等,会导致土壤中氨氮和硫酸盐含量超标。氯化钠残留易导致土壤板结和盐碱化;草酸和氨氮的超标,会导致土壤酸化,并造成土壤重金属活性提升;硫酸铵或碳酸氢铵残留会导致土壤中氨氮过量,改变土壤重金属的有效性,氨氮也容易迁移进入附近水环境中。残留于山体中的浸矿剂会通过淋滤作用和渗透作用污染矿区及周边环境的土壤、地表水和地下水,而当发生地质灾害时,矿体内残留的浸矿剂外流会加重危害。在实际生产过程中,稀土尾水的硫酸根浓度可达到1720mg/l,远高于江西省地方标准离子型稀土矿山开采水污染物排放标准(DB36 1016-2018)规定的800mg/l。

[0008] (4) 重金属污染。离子型稀土矿浸出液中含有多种重金属离子。而且由于开采工艺更新迭代很慢,稀土资源回收率一直不高,导致土壤中残留过量的重金属和稀土元素。过量的氨氮与稀土元素进行阳离子交换吸附,会使稀土矿中的伴生重金属活化,还容易使重金

属产生再生污染。研究表明全国土壤稀土元素平均总量为 $177\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，仅是赣南离子型稀土矿区污染农田土壤中稀土元素总量的 $1/7$ ，而赣南稀土矿区未浸矿表土土壤重金属铅含量远高于赣州市背景值，达到 $3\sim 7$ 倍。

[0009] 鉴于此，有必要探索出一种原位稳定化/固化的矿山生态修复方法解决上述问题。

发明内容

[0010] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。本发明提供了一种原位稳定化/固化的矿山生态修复方法及工艺，形成一套矿山生态修复的新模式，旨在改善原地浸矿浸矿剂残留、重金属污染问题。

[0011] 为实现上述目的，本发明所要解决的技术问题是提供一种应用广泛、成本较低、稳定化固化效果好的矿山生态修复的工艺和方法。本发明采用以下技术方案：

[0012] 一种矿山生态修复的原位稳定化固化方法，包括以下步骤：

[0013] ①将氧化钙配置成质量浓度10%的石灰乳，用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区；

[0014] ②将气体抽提装置接入原浸矿剂注液井口并密封，进行真空抽提，抽提后利用酸性吸收塔吸收氨气；

[0015] ③取回气体抽提装置后，将5%铝盐溶液用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区，与石灰乳反应混合后养护 $3\sim 5$ 天；

[0016] ④养护后，用高压注浆泵将水泥浆从原注液井压入至稀土采矿区，再养护 $3\sim 5$ 天。

[0017] 进一步地，吸收塔吸收氨气后，真空度控制在 -0.1MPa ；

[0018] 进一步地，石灰乳用量宜控制在距原注液井井底约2米处。

[0019] 进一步地，抽提装置和所述酸性吸收塔之间还设置有气体监测装置。优选地，所述气体监测装置包括压力计、流量计、传感器中的一种或多种。

[0020] 进一步地，铝盐为铝酸钠、聚合氯化铝、氯化铝、硝酸铝、偏铝酸钠、硅酸铝的一种或几种，优选地，偏铝酸钠或聚合氯化铝。

[0021] 进一步地，所述酸性吸收塔采用的溶液为稀硫酸，优选地，硫酸的浓度为20%。

[0022] 进一步地，石灰(以钙计)用量与铝盐(以铝计)用量质量比例为 $10:1\sim 1:1$ ，优选地， $4:1\sim 6:1$ ；

[0023] 进一步地，水泥浆的水灰比为 $1:1\sim 1:5$ ，优选地， $1:2\sim 1:3$ 。

[0024] 进一步地，水泥浆用量为石灰乳与铝盐总投加量的比例控制在 $0.5:1\sim 2.5:1$ 范围内。

[0025] 进一步地，水泥浆用量为石灰乳与铝盐总投加量的比例控制为 $1:1$ 。

[0026] 与现有技术相比，本发明的优点和有益效果在于：

[0027] 1. 本发明的原位稳定化/固化方法，不受污染场地限制，适应性强。

[0028] 2. 本发明在矿山生态修复未有相关研究与应用，通过在生产过程中进行生态修复，形成了一种边生产边治理的新模式。

[0029] 3. 本发明利用钙矾石工艺固定浸矿剂中的硫酸根，将硫酸根进行稳定化处理，又利用水泥浆的包覆作用对稳定化的钙矾石进行固化，进一步降低硫酸根的浸出浓度，减少雨水的淋溶迁移作用。同时由于稀土伴生重金属主要为铅，在投加石灰乳的过程中，在高pH

的环境下生成的氢氧化铅不溶于水,有效降低了铅的迁移,经水泥固化后,铅的溶出率进一步下降。

[0030] 4.本发明的修复方法工程量小,成本低,不破坏周边环境,无二次污染。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1为原位稳定化固化流程示意图;

具体实施方式

[0033] 为使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面对本发明具体实施方式中的技术方案进行清楚、完整的描述,以进一步阐述本发明,显然,所描述的具体实施方式仅仅是本发明的一部分实施方式,而不是全部的样式。

[0034] 实施例1:

[0035] 本实施例样品取自于江西龙南足洞稀土矿区,原注液井中的颗粒物3~5mm,,按照GB5086.1-1997《固体废物-浸出毒性浸出方法翻转法》对样品进行粉碎并制得浸出液,测得颗粒中硫酸根含量为1313mg/L,铅离子含量为3.2mg/l,其他均低于江西省地方标准离子型稀土矿山开采水污染物排放标准(DB36 1016-2018)。

[0036] 本实施例的矿山生态修复的稳定化固化方法包括以下步骤:

[0037] 将氧化钙配置成质量浓度10%的石灰乳,用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区2000kg;

[0038] 将气体抽提装置接入原浸矿剂注液井口并密封,进行真空抽提,用装有20%硫酸稀溶液的吸收塔吸收氨气,真空度控制在-0.1MPa;

[0039] 取回气体抽提装置后,将700kg的5%偏铝酸钠溶液用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区,与石灰乳反应混合后养护3~5天;

[0040] 养护后,用高压注浆泵将300kg的水泥浆(水灰比为1:2)从原注液井压入至稀土采矿区,再养护3~5天。

[0041] 随机取一块步骤④的稳定化固化体作为检测样品,按照GB5086.1-1997《固体废物-浸出毒性浸出方法翻转法》对上述样品进行粉碎并制得浸出液,测得稳定化固化体中硫酸根含量为89.6mg/L,铅离子含量为0.35mg/l,符合江西省地方标准离子型稀土矿山开采水污染物排放标准(DB36 1016-2018)。

[0042] 实施例2:

[0043] 本实施例样品取自于江西龙南足洞稀土矿区,原注液井中的颗粒物3~5mm,,按照GB5086.1-1997《固体废物-浸出毒性浸出方法翻转法》对样品进行粉碎并制得浸出液,测得颗粒中硫酸根含量为1201mg/L,铅离子含量为1.7mg/l,其他均低于江西省地方标准离子型稀土矿山开采水污染物排放标准(DB36 1016-2018)。

[0044] 本实施例的矿山生态修复的稳定化固化方法包括以下步骤:

[0045] 将氧化钙配置成质量浓度10%的石灰乳,用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区2000kg;

[0046] 将气体抽提装置接入原浸矿剂注液井口并密封,进行真空抽提,用装有20%硫酸稀溶液的吸收塔吸收氨气,真空度控制在-0.1MPa;

[0047] 取回气体抽提装置后,将400kg的5%聚合氯化铝溶液用高压注浆泵压从原浸矿剂注液井注入至稀土采矿区,与石灰乳反应混合后养护3~5天;

[0048] 养护后,用高压注浆泵将300kg的水泥浆(水灰比为1:3)从原注液井压入至稀土采矿区,再养护3~5天。

[0049] 随机取一块步骤④的稳定化固化体作为检测样品,按照GB5086.1-1997《固体废物-浸出毒性浸出方法翻转法》对上述样品进行粉碎并制得浸出液,测得稳定化固化体中硫酸根含量为236mg/L,铅离子含量为0.62mg/l,符合江西省地方标准离子型稀土矿山开采水污染物排放标准(DB36 1016-2018)。

[0050] 以上描述了本发明的主要技术特征和基本原理及相关优点,对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性具体实施方式的细节,而且在不背离本发明的构思或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将上述具体实施方式看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。

[0051] 此外,应当理解,虽然本说明书按照各实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施方式中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

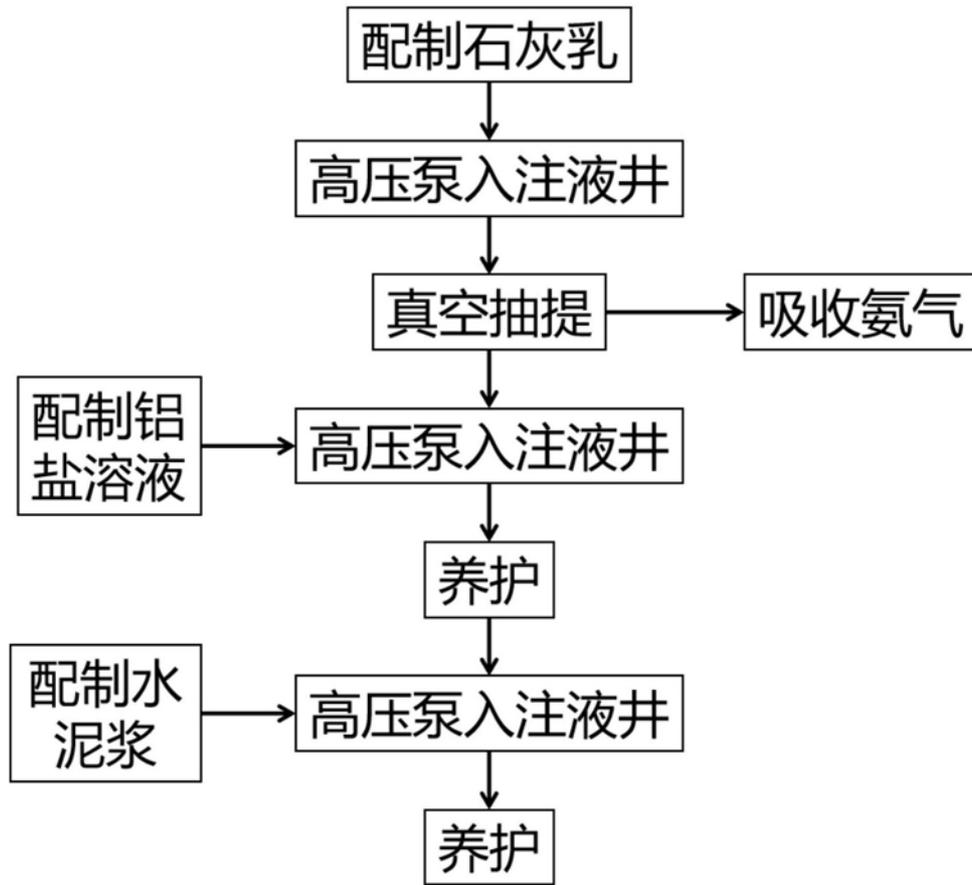


图1