



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117699852 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 15

(21) 申请号 202311743094.7

(22) 申请日 2023.12.18

(71) 申请人 大连融科储能集团股份有限公司

地址 116450 辽宁省大连市花园口经济区
迎春街20号

(72) 发明人 杨洪 关长睿 殷源 宋明明

(51) Int. Cl.

C01G 31/00 (2006.01)

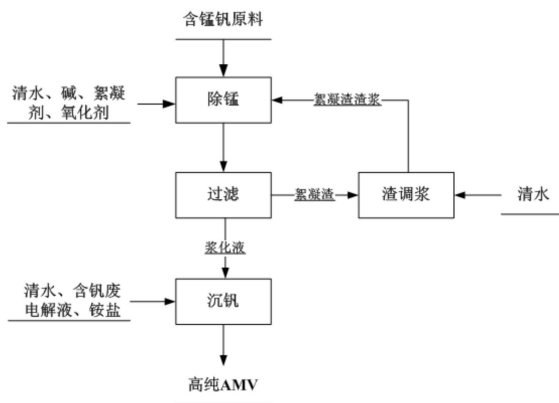
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法

(57) 摘要

本发明提供一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,包括以下步骤:将碱和絮凝剂溶于水中,溶液升温至70°C~90°C;向溶液中加入含锰钒原料,并用碱调节pH至8~10;向溶液中加入氧化剂,升温至70°C~90°C,反应1~10h,过滤得浆化液和絮凝渣;浆化液加水稀释至V₂O₅浓度至50~90g/L,加入含钒废电解液调整溶液颜色为淡黄色,控制溶液pH至7.0~8.0,加入铵盐进行沉钒,制得高纯偏钒酸铵固体。本发明可以有效将含锰钒原料中的锰稳定的固定在絮凝渣中,实现钒锰分离,彻底解决Mn²⁺对废水系统的影响;同时该方法还制备得到了高纯偏钒酸铵,为高纯钒制备拓宽了原料的选择。



1. 一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,包括以下步骤:
步骤1将碱和絮凝剂溶于水中,溶液升温至70℃~90℃;
步骤2向溶液中加入含锰钒原料,并用碱调节pH至8~10,将含锰钒原料中的钒和锰溶解在溶液中;
步骤3向溶液中加入氧化剂,升温至70℃~90℃,反应1~10h,过滤得浆化液和絮凝渣,絮凝渣加水调浆返回步骤1代替絮凝剂进行循环使用;
步骤4浆化液加水稀释至 V_2O_5 浓度至50~90g/L,加入含钒废电解液调整溶液颜色为淡黄色,调整溶液pH至7.0~8.0,加入铵盐进行沉钒,制得高纯AMV固体。
2. 根据权利要求1所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤1所述碱加入量为50~100g/L,所述絮凝剂加入量为1~100g/L。
3. 根据权利要求1或2所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤1所述絮凝剂为硫酸锌、氯化锌、聚丙烯酰胺、聚合氯化铝、硫酸镁、硫酸铝、偏铝酸钠、氧化铝、硫酸亚铁和氢氧化铝中的一种或多种。
4. 根据权利要求1或4所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤2向溶液中加入含锰钒原料,使溶液中Mn浓度为0.1~1.8g/L。
5. 根据权利要求1所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤3所述氧化剂为空气、氧气、臭氧、高氯酸、氯酸钠、氯酸钾、高锰酸钾、过硫酸铵、双氧水、氯化铵和过硫酸钠中的一种或多种。
6. 根据权利要求1所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤4含钒废电解液主要包含 H^+ 、 VO_2^+ 、 VO^{2+} ,或 H^+ 、 V^{3+} 、 VO^{2+} 。
7. 根据权利要求1或6所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤4含钒废电解液中 H^+ 浓度为1~10mol/L,钒离子浓度为0.2~2.5mol/L。
8. 根据权利要求1所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤4所述铵盐为硫酸铵、氯化铵、硫酸氢铵、硝酸铵、碳酸铵和碳酸氢铵中的一种或多种。
9. 根据权利要求1或8所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤4铵盐的加入量为溶液中 V_2O_5 质量的1.0~3.0倍。
10. 根据权利要求1所述深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,其特征在于,步骤1、步骤2所述碱为碳酸钠、碳酸钾、氢氧化钾和氢氧化钠中的一种或多种。

一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高纯偏钒酸铵制备技术,尤其涉及一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法。

背景技术

[0002] 中国专利CN193022454A公开了一种酸性沉钒废水除锰的方法,主要过程包括:调节酸性沉钒废水的pH值至5~7,再加入草酸铵,然后过滤得到草酸锰沉淀和上清液,其中,所述上清液中含有小于0.05g/L的 Mn^{2+} 。

[0003] 上述技术方案存在如下问题:

[0004] 1、采用可溶性草酸铵沉淀锰离子,同时也会沉淀溶液中的钙离子和镁离子生成草酸钙和草酸镁,从而使得沉淀中锰的纯度不高,不利于锰的回收利用,且除锰不彻底,上清液中锰离子浓度较高;

[0005] 2、用草酸铵沉淀锰离子,会引入大量铵根,造成废水中氨氮超标;

[0006] 3、该技术方案在酸性条件下加入草酸铵,反应过程会生成草酸,会造成水中有机物含量增高,COD不合格。

[0007] 中国专利CN109336292A公开了一种含锰废水的处理方法,主要过程包括:收集含锰废水,去除废水中的悬浮物及漂浮物;将废水池中的含锰废水放入加药池,加入氢氧化钠调节pH值至 9.60 ± 0.10 ,搅拌5~10min后加入氧化剂,搅拌20~30min,进入曝气池,充分曝气反应生成偏氢氧化锰 $MnO(OH)_2$;将曝气池内的反应出水溢流进入混凝池,投加絮凝剂,搅拌10~20min;将混凝反应池处理后的出水放入沉淀池,静置一段时间,废水中生成的偏氢氧化锰充分絮凝沉淀;沉淀池产生的偏氢氧化锰沉淀,污泥输送入污泥浓缩池进行浓缩处理,再抽入压滤机进行压滤处理,污泥中含有的偏氢氧化锰压滤成泥饼回收再用于生产,压滤后剩余液体则回流入废水池进行循环处理。

[0008] 1、上述技术方案存在如下问题:

[0009] 该技术方案除锰过程工序多、流程长且较复杂,不能一次性将锰除至较低水平。

[0010] 2、该技术方案仅适用锰含量在50mg/L的废水,对含锰较高的废水处理未作介绍,不适合广泛应用。

[0011] 3、除锰过程中产生的泥饼不能循环使用,不仅会消耗大量的絮凝剂,且会产生大量的污泥泥饼,需要二次处理,增加废水处理成本。

[0012] 一直以来针对含锰钒原料没有较好的钒锰分离方法,锰在钒原料中不是以稳定化合物形式存在,大多是以二价锰离子形式存在,含锰钒原料若只采用絮凝渣吸附锰离子,虽然能除掉80%的锰,但钒损失较大,且后续从絮凝渣中提钒锰会再次溶出,无法彻底摆脱锰,絮凝渣吸附方法不能彻底解决钒锰分离的问题。

[0013] 使用以上方法无法将含锰钒原料中的锰全部除掉。我们在废水处理的过程中发现,锰和钒属于竞争关系,极大的影响树脂对钒的吸附,导致树脂对钒的吸附能力下降,树脂饱和时间大大缩短,且锰离子被树脂吸附后会在树脂中形成沉淀,基本不能从树脂上解

析下来,导致树脂中毒,树脂逐渐丧失对钒的吸附能力,最终可能会导致水处理系统瘫痪。因此针对含锰的钒原料,不能彻底将钒锰分离,会大大限制钒原料的选择,不利于提高钒电池的竞争力。

发明内容

[0014] 本发明的目的在于,针对传统含锰钒原料除锰过程中,锰离子易引起树脂中毒,致使水处理系统瘫痪的问题,提出一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法,该方法可以有效将含锰钒原料中的锰经沉淀法,稳定的固定在絮凝渣中,彻底解决Mn对废水系统的影响;同时该方法还制备得到了高纯偏钒酸铵,拓宽了钒电池原料的选择。

[0015] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵(AMV)的方法,包括以下步骤:

[0016] 步骤1将碱和絮凝剂溶于水中,溶液升温至70℃~90℃;

[0017] 步骤2向溶液中加入含锰钒原料,并用碱调节pH至8~10,将含锰钒原料中的钒和锰溶解在溶液中;

[0018] 步骤3向溶液中加入氧化剂,升温至70℃~90℃,反应1~10h,过滤得浆化液和絮凝渣,絮凝渣加水调浆返回步骤1代替絮凝剂进行循环使用;

[0019] 步骤4浆化液加水稀释至 V_2O_5 浓度至50~90g/L,加入含钒废电解液调整溶液颜色为淡黄色,控制溶液pH至7.0~8.0,加入铵盐进行沉钒,制得高纯AMV固体。

[0020] 进一步地,步骤1所述碱加入量为50~100g/L,所述絮凝剂加入量为1~100g/L,优选的所述碱加入量为60~100g/L,所述絮凝剂加入量为30~80g/L。

[0021] 进一步地,步骤2所述用碱调节pH至8~10,当pH在8以上时,锰的去除率随pH值的增加而增加,但随pH值的增加碱用量增加,生产成本也会增加,因此最佳pH范围限定在8~10。

[0022] 本发明向含有碱和絮凝剂的溶液中加入含锰钒原料,而不是向溶解含锰钒原料的溶液中加入碱和絮凝剂是因为:一方面,强碱性条件下,絮凝剂可大量溶解,加入钒原料后,随溶液中的氢氧根离子不断被消耗,溶液pH下降,离子会变为沉淀,可更好的包覆锰等杂质离子,助于除锰。另一方面,从生产操作性考虑,第一次絮凝剂可在加入钒原料后直接投入到除锰反应釜中,除锰完成后,絮凝渣将被卸出,由于絮凝渣粘度大,卸出和再次投料都比较困难,卸出后的絮凝渣无法实现循环使用,絮凝剂只能使用一次,絮凝渣中会夹带大量的钒,严重影响钒收率。我们可以将絮凝渣经压滤卸入调浆槽中,絮凝渣加水调整成渣浆,通过渣浆转液泵加入到除锰反应釜,后续依次加入碱和钒原料,最后加入氧化剂,实现反复循环,有助于生产操作,此加料顺序不仅可以有效的将锰除去,而且还可以提高生产效率、降低生产成本、减少人工。因此,向含有碱和絮凝剂的溶液中加入含锰钒原料更符合大规模工业化生产实际。

[0023] 进一步地,步骤1所述絮凝剂为硫酸锌、氯化锌、聚合氯化铝、硫酸镁、硫酸铝、偏铝酸钠、氧化铝、硫酸亚铁和氢氧化铝中的一种或多种,优选为硫酸锌、氢氧化铝、聚合氯化铝、硫酸铝和偏铝酸钠。

[0024] 进一步地,步骤1所述碱为碳酸钠、碳酸钾、氢氧化钾和氢氧化钠中的一种或多种。

[0025] 进一步地,步骤1溶液升温至80~90℃。

[0026] 进一步地,步骤2所述含锰钒原料中锰含量为0.05wt%~1.0wt%,优选为0.05wt%~0.6wt%。

[0027] 进一步地,步骤2向溶液中加入含锰钒原料,使溶液中Mn浓度为0.1~1.8g/L,优选为0.1~1.4g/L。

[0028] 进一步地,步骤2向溶液中加入含锰钒原料,使溶液中含锰钒原料浓度为120~250g/L,优选为150~250g/L。

[0029] 进一步地,步骤2所述含锰钒原料为含锰多钒酸铵(APV)、含锰偏钒酸铵(AMV)、含锰红钒、含锰钒酸铵钠和含锰五氧化二钒(V_2O_5)中的一种或多种。

[0030] 进一步地,步骤2所述碱为碳酸钠、碳酸氢钠、偏铝酸钠、碳酸钾、氢氧化钾和氢氧化钠中的一种或多种。

[0031] 进一步地,步骤2调节溶液pH至9~10。

[0032] 进一步地,步骤3升温至80℃~90℃,反应2~3h。进一步地,步骤3所述碱为碳酸钠、碳酸氢钠、偏铝酸钠、碳酸钾、氢氧化钾和氢氧化钠中的一种或多种。

[0033] 进一步地,步骤3所述氧化剂加入量为溶液中Mn质量的5~30倍,优选为10~20倍。

[0034] 进一步地,步骤3所述氧化剂为空气、氧气、臭氧、高氯酸、氯酸钠、氯酸钾、高锰酸钾、双氧水、过硫酸铵、氯化铵和过硫酸钠中的一种或多种。优选为过硫酸钠。

[0035] 进一步地,步骤4浆化液加水稀释至 V_2O_5 浓度至70~90g/L。

[0036] 进一步地,步骤4含钒废电解液主要包含 H^+ 、 VO_2^+ 、 VO^{2+} ,或 H^+ 、 V^{3+} 、 VO^{2+} ;含钒废电解液中的 H^+ 能中和溶液(浆化液)中的 OH^- , VO^{2+} 或 V^{3+} 能将过量的氧化剂消耗,不仅可以避免过量氧化剂残留,而且可以达到回收废钒电解液的功能。含钒废电解液的加入量应能将过量氧化剂消耗。

[0037] 进一步地,所述含钒废电解液包括但不限于全钒液流电池废电解液。所述全钒液流电池废电解液是电池运行导致电解液价态失衡,或偏差之后无法使用的废弃电解液。它主要的成分包括但不限于:水、二氯氧钒($VOCl_2$)、硫酸钒($V_2(SO_4)_3$)、硫酸氧钒($VOSO_4$)、三氯化钒($VC1_3$)、硫酸(H_2SO_4)和盐酸(HCl)中的一种或多种。

[0038] 进一步地,步骤4通过补加片碱或硫酸调整pH至7.0~8.0。

[0039] 进一步地,步骤4所述铵盐为硫酸铵、氯化铵、硫酸氢铵、硝酸铵、碳酸铵、碳酸氢铵中的一种或多种。

[0040] 进一步地,步骤4铵盐的加入量为溶液中 V_2O_5 质量的1.0~3.0倍,优选1.5~2倍。

[0041] 本发明一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵AMV的方法,与现有技术相比较具有以下优点:

[0042] 1) 含锰钒原料中的锰大都为二价锰,在高温条件下,通过氧化剂(如过硫酸钠)将其氧化为四价锰,并在碱性条件下形成稳定的 MnO_2 沉淀,在絮凝剂吸附作用下, MnO_2 沉淀在絮凝渣中,最终实现钒和锰的分离。

[0043] 2) 本发明采用了特定的物料加入顺序:先加絮凝剂,再加入含锰原料、最后加氧化剂,先加入的絮凝剂或絮凝渣是过量的,不仅有助于更好的包覆锰等杂质离子,保证除锰的效果,而且还可以保证絮凝渣的循环使用,再加入含锰钒原料,溶液中的碱会将钒和锰离子充分溶解,后加入氧化剂可保证氧化剂充分的和溶液中的锰离子反应,保证锰离子的去除率。如在最初始时或加入含锰钒原料前加入氧化剂,将导致氧化剂与其他离子先发生化学

反应,从而影响与锰离子的化学反应,导致锰离子去除率降低。

[0044] 本发明将絮凝渣返回代替絮凝剂循环使用,不仅可以节省絮凝剂的用量,而且还有效降低钒损耗(絮凝渣夹带钒),失效絮凝渣经返洗后钒原料钒总收率在99.5%以上。

[0045] 3) 本发明适用于含锰钒原料,特别是适用于高锰的钒原料,钒原料溶解在溶液中,Mn浓度可达0.1~1.8g/L,尤其适用于含锰APV和/或含锰AMV。

[0046] 4) 本发明除锰温度为70~90℃,该温度条件下有利于一次性将锰浓度降低至合格浓度(5mg/L以下),且在此温度范围内,随温度的升高,氧化还原反应的速率加快,除锰率增加。温度过低(如低于70℃)除锰效果差,温度过高(如高于90℃)消耗蒸汽等成本较多。

[0047] 5) 本发明将锰固定在絮凝渣中,有效的解决了锰离子对树脂的影响,解决了树脂中毒风险,极大的提高树脂使用寿命。

[0048] 6) 本发明能回收含钒废电解液,实现钒的清洁化利用,为钒电解液回收提供新思路,可将废电解液重新转化为钒化学品,变废为宝。

[0049] 7) 本发明制备的高纯AMV纯度为大于99.90%,能进一步制备高纯钒化学品和钒电解液,钒电解液为钒电池的重要组成部分,进一步拓宽了钒原料的适用范围。

[0050] 如无特殊说明,本发明中“%”均为质量百分含量。

附图说明

[0051] 图1为本发明深度除锰制备高纯偏钒酸铵的方法的流程图。

具体实施方式

[0052] 以下结合实施例对本发明进一步说明:

[0053] 实施例1-5

[0054] 本实施例公开了一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵(AMV)的方法,包括以下步骤:

[0055] 步骤1、向500ml水中加入35g片碱,加入偏铝酸钠15g,升温至T₁℃;

[0056] 步骤2、投入125g含锰APV,加入5g碳酸钠调pH=9,搅拌反应至含锰APV完全溶解;含锰APV的主要成分及含量如表1所示;

[0057] 步骤3、加入0.59g高锰酸钾(含锰钒原料Mn质量的10倍),升温至T₂℃,搅拌反应2h,过滤得550ml浆化液和絮凝渣。所得全部絮凝渣返回步骤1代替偏铝酸钠进行4次循环操作。具体反应参数如表2所示;

[0058] 步骤4取浆化液500ml加清水稀释至V₂O₅浓度为80g/L,加9.5ml含钒废电解液(VO²⁺=0.56mol/L,V³⁺=0.16mol/L,H⁺=3.1mol/L)调整溶液颜色为淡黄色,控制溶液pH=7.5加入V₂O₅质量1.5倍的硫酸铵进行沉钒,制得高纯AMV固体。

[0059] 表1含锰APV的组分及含量

V ₂ O ₅ (wt%)	K(wt%)	Na(wt%)	Cr(wt%)	Mn(wt%)	H ₂ O(wt%)
89.48	0.1178	0.0059	0.0058	0.0661	28.25

[0061] 表2除锰反应参数

实施例	清水ml	步骤1片碱g	步骤2碳酸钠g	絮凝剂	T ₁ ℃	含锰APVg	高锰酸钾g	T ₂ ℃	浆化液
1	500	35	5	15g偏铝酸钠	70	125	0.59	90	浆化液1
2	500	27	5	湿絮凝渣	70	125	0.59	90	浆化液2

3	500	27	4	湿絮凝渣	70	125	0.59	80	浆化液3
4	500	27	6	湿絮凝渣	70	125	0.59	70	浆化液4
5	500	27	5	湿絮凝渣	70	125	0.59	70	浆化液5

[0063] 实施例1-5浆化液的检测数据如表3所示。

[0064] 表3浆化工序除锰率和钒损失

[0065]

浆化液	循环次数	V ₂ O ₅ (g/L)	除锰前Mn (g/L)	浆化液Mn (g/L)	除Mn率	V ₂ O ₅ 损失率
浆化液1	0	125.00	0.1186	0.00026	99.29%	14.33%
浆化液2	1	147.35	0.1186	0.00011	99.90%	-0.98%
浆化液3	2	142.88	0.1186	0.00011	99.90%	2.08%
浆化液4	3	148.64	0.1186	0.00016	99.85%	-1.87%
浆化液5	4	145.99	0.1186	0.00017	99.84%	1.80%

[0066] 从表3可以看出,用偏钒酸钠或絮凝渣循环除锰的效果比较好,浆化液中锰的含量在0.11~0.26mg/L之间,除锰率在99.29%~99.90%之间,V₂O₅初次损失率较大为14.33%,循环后V₂O₅损失率最大为2.08%,后续循环过程V₂O₅基本达到动态平衡,仅第一次投料絮凝渣夹带钒量较多,絮凝渣经返洗后原料总钒收率为99.85%。

[0067] 表4高纯AMV检测数据

[0068]

实施例	V ₂ O ₅ (wt%)	K (wt%)	Na (wt%)	Fe (wt%)	Cr (wt%)	Mn (wt%)	Si (wt%)
1	77.72	0.0062	0.0040	0.0003	0.0006	0.0000	0.0085
2	77.70	0.0071	0.0036	0.0005	0.0005	0.0000	0.0096
3	77.73	0.0068	0.0041	0.0002	0.0005	0.0000	0.0092
4	77.71	0.0065	0.0026	0.0003	0.0003	0.0000	0.091
5	77.73	0.0068	0.0038	0.0001	0.0004	0.0000	0.0084

[0069] 从表4可以看出,除锰后制备的高纯AMV中Mn均为0,且其他杂质含量均小于100ppm,AMV纯度大于99.90%,可用作高纯钒及钒电解液的生产。

[0070] 实施例6-10

[0071] 本实施例公开了一种深度除锰制备高纯偏钒酸铵 (AMV) 的方法,包括以下步骤:

[0072] 步骤1、向500ml水中加入47g片碱,加入硫酸铝35g,氢氧化铝5g,升温至90℃;

[0073] 步骤2、投入100g含锰AMV,加2g氢氧化钾调pH=10;含锰AMV的主要成分及含量如表5所示。

[0074] 步骤3、加入7.78g过硫酸钠(原料Mn质量的20倍)升温至90℃,反应3h,过滤得500ml浆化液和絮凝渣。絮凝渣返回步骤1代替硫酸铝和氢氧化铝进行4次循环操作。具体反应参数如表6所示。

[0075] 步骤4取浆化液500ml加水稀释至V₂O₅浓度为90g/L,加5.3ml含钒废电解液(VO²⁺=0.71mol/L,V³⁺=0.62mol/L,H⁺=7.2mol/L)调整溶液颜色为淡黄色,控制溶液pH=8.0,加入V₂O₅质量2.0倍的氯化铵进行沉钒,制得高纯AMV固体。

[0076] 表5含锰AMV的组分及含量

[0077]

V ₂ O ₅ (wt%)	K (wt%)	Na (wt%)	Cr (wt%)	Mn (wt%)	H ₂ O (wt%)
76.42	0.0532	0.1123	0.0109	0.5203	25.23

[0078] 表6除锰反应参数

实施例	清水 ml	步骤 1 片碱 g	步骤 2 氢氧化钾 g	絮凝剂 g	含锰 AMVg	过硫酸钠 g	浆化液
6	500	47	2	35g 硫酸铝和 5g 氢氧化铝	100	7.78	浆化液 6
7	500	42	3	湿絮凝渣	100	7.78	浆化液 7
8	500	42	2	湿絮凝渣	100	7.78	浆化液 8
9	500	42	1	湿絮凝渣	100	7.78	浆化液 9
10	500	42	3	湿絮凝渣	100	7.78	浆化液 10

[0079] 实施例6-10浆化液的检测数据如表7所示。

[0080] 表7浆化工序除锰率和钒损失

浆化液批号	循化次数	V ₂ O ₅ (g/L)	除锰前 Mn(g/L)	浆化液 Mn(g/L)	除 Mn 率	V ₂ O ₅ 损失率
浆化液 6	0	98.60	0.7780	0.0016	99.79%	13.72%
浆化液 7	1	115.12	0.7780	0.0014	99.82%	-0.74%
浆化液 8	2	112.36	0.7780	0.0009	99.88%	1.68%
浆化液 9	3	120.26	0.7780	0.0006	99.92%	-5.23%
浆化液 10	4	110.52	0.7780	0.0010	99.87%	3.29%

[0081] 从表7可以看出,用硫酸铝和氢氧化铝的混合物及其絮凝渣循环除锰的效果比较好,浆化液中锰的含量在0.6~1.6mg/L之间,除锰率在99.79%~99.92%之间,初次除锰V₂O₅损失率较大为13.72%,循环后V₂O₅损失率最大为3.29%,溶出与夹带相差不大,V₂O₅浓度基本达到动态平衡,仅第一次投料絮凝渣夹带钒量较多,絮凝渣经返洗后原料总钒收率为99.80%。

[0082] 表8高纯AMV检测数据

实施例	V ₂ O ₅ (wt%)	K (wt%)	Na (wt%)	Fe (wt%)	Cr (wt%)	Mn (wt%)	Si (wt%)
6	77.75	0.0032	0.0052	0.0002	0.0002	0.0000	0.0083
7	77.73	0.0036	0.0042	0.0001	0.0003	0.0000	0.0075
8	77.71	0.0028	0.0043	0.0002	0.0002	0.0000	0.0068
9	77.73	0.0035	0.0036	0.0004	0.0003	0.0000	0.0057
10	77.69	0.0036	0.0041	0.0003	0.0004	0.0000	0.0078

[0083] 从表8可以看出,除锰后制备的高纯AMV中Mn均为0,且其他杂质含量均小于100ppm,AMV纯度大于99.90%,可用作高纯钒及钒电解液的生产。

[0084] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各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:其依然可以对前述各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;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

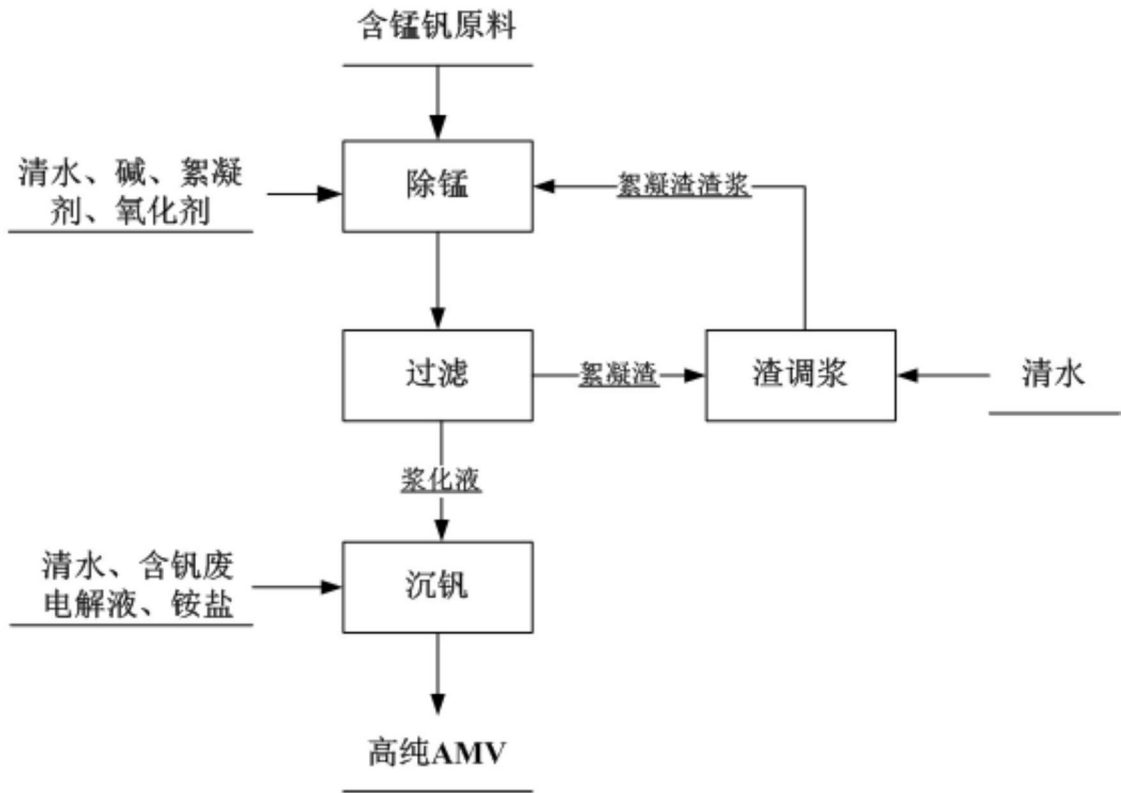


图1