



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114409156 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 29

(21) 申请号 202210218924.3

(22) 申请日 2022.03.08

(71) 申请人 云南大学

地址 650091 云南省昆明市翠湖北路2号

(72) 发明人 华文婷 汤立红 吴昊天

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 申素霞

(51) Int. Cl.

C02F 9/08 (2006.01)

B01J 20/30 (2006.01)

B01J 20/10 (2006.01)

B01J 20/28 (2006.01)

C01F 5/22 (2006.01)

C01F 11/18 (2006.01)

C02F 103/34 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种氯碱废水的资源化回收利用方法

(57) 摘要

本发明提供了一种氯碱废水的资源化回收利用方法,属于废水处理技术领域。本发明将氯碱废水的pH值调节至6~7后与磁性汞吸附剂混合进行吸附,得到除汞废水和汞-磁性汞吸附剂;汞-磁性汞吸附剂经解析附得到回收磁性汞吸附剂和汞离子溶液;除汞废水依次进行除有机污染物处理、除游离氯和镁沉淀反应,得到氢氧化镁和除镁废水;除镁废水经钙沉淀反应得到碳酸钙和除钙废水;除钙废水经采卤得到淡盐水。本发明方法得到汞离子溶液(用于制备汞盐)、氢氧化镁(用作阻燃剂、中和剂、烟道气脱硫剂和制备碳酸钙和镁盐)、碳酸钙(用于颜料填充剂、光学钕玻璃的原料、冶金工业中的熔剂灰岩)和淡盐水(用于采卤),能够实现氯碱废水中资源的充分利用。



1. 一种氯碱废水的资源化回收利用方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将氯碱废水的pH值调节至6~7,得到调pH废水;

将所述调pH废水与磁性汞吸附剂混合进行吸附后固液分离,得到除汞废水和汞-磁性汞吸附剂;

(2) 将所述汞-磁性汞吸附剂与无机酸混合,进行解析后固液分离,得到回收磁性汞吸附剂和汞离子溶液;

(3) 将所述除汞废水进行除有机污染物处理,得到含盐废水;

将所述含盐废水与除氯剂混合进行氧化还原反应,得到除游离氯废水;

将所述除游离氯废水与镁沉淀剂混合,进行镁沉淀反应后固液分离,得到氢氧化镁和除镁废水;所述镁沉淀剂包括生石灰或氢氧化钙;

将所述除镁废水与钙沉淀剂混合,进行钙沉淀反应后固液分离,得到碳酸钙和除钙废水;所述钙沉淀剂包括碳酸钠;

将所述除钙废水进行采卤,得到淡盐水;

步骤(2)和步骤(3)没有时间先后顺序。

2. 根据权利要求1所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述氯碱废水体积与磁性汞吸附剂质量之比为 $1\text{m}^3:30\sim 50\text{kg}$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述磁性汞吸附剂的制备方法包括以下步骤:

将餐厨废弃油脂依次进行过滤、蒸馏、除臭和脱色处理,得到精制餐厨废弃油脂;

将所述精制餐厨废弃油脂、硫粉和 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ 纳米颗粒混合反应,得到磁性汞吸附剂。

4. 根据权利要求3所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述硫粉、精制餐厨废弃油脂和 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ 纳米颗粒的质量比为 $10\sim 12:4\sim 6:1$ 。

5. 根据权利要求1或2所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述吸附的时间为 $20\sim 24\text{h}$ 。

6. 根据权利要求1所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述无机酸包括盐酸或硝酸。

7. 根据权利要求1所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述除有机污染物处理包括水解酸化-接触氧化或超滤-纳滤膜处理。

8. 根据权利要求1所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述除氯剂包括过氧化氢溶液或亚硫酸钠;

所述氯碱废水体积与除氯剂质量之比为 $1\text{m}^3:0.5\sim 0.6\text{kg}$ 。

9. 根据权利要求1所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述氯碱废水体积与镁沉淀剂质量之比为 $1\text{m}^3:240\sim 260\text{kg}$ 。

10. 根据权利要求1所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述氯碱废水体积与钙沉淀剂质量之比为 $1\text{m}^3:260\sim 280\text{kg}$ 。

一种氯碱废水的资源化回收利用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理技术领域,具体涉及一种氯碱废水的资源化回收利用方法。

背景技术

[0002] 氯碱工业属于基础的化学工业,在国民经济和国防建设中占有重要地位,但氯碱工业产生的废水具有水质成分复杂、盐含量高、氯离子含量多、污染物多、可生化性差等特点,如果不采取有针对性的处理措施,将会严重危害环境,包括浪费资源、损坏土壤土质等,引发严重的环境问题。

[0003] 中国专利CN110818138A公开了一种氯碱废水处理方法,具体包括如下步骤:步骤1,将氯碱废水输送至废水处理装置中处理消除有机物,处理(超滤+纳滤膜)后得到浓水和含盐废水,所述含盐废水中含有游离氯、过量的钙离子,将浓水回收脱硫用水,将含盐废水输送至中和池;步骤2,向中和池中加入调节剂,调节含盐废水的pH值至7~9,搅拌30~40分钟;步骤3,向中和池内加入还原剂(亚硫酸钠),所述还原剂与含盐废水中的游离氯进行氧化还原反应而除氯,搅拌30~40分钟;步骤4,向中和池中加入沉淀剂(碳酸钠),所述沉淀剂与含盐废水中的钙离子进行沉淀反应,静置2~3小时后,中和池内的含盐废水分为上清液和下层污泥;步骤5,将上清液用泵输送至采卤装置(卤井)净化,输出符合盐水生产需求的卤水,下层污泥输送至压滤机内压滤成饼。然而,上述处理方法难以实现对氯碱废水的资源化回收利用,造成资源浪费。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种氯碱废水的资源化回收利用方法,本发明提供的方法能够实现氯碱废水中汞、镁、钙和水的资源化再利用。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明提供以下技术方案:

[0006] 本发明提供了一种氯碱废水的资源化回收利用方法,包括以下步骤:

[0007] (1) 将氯碱废水的pH值调节至6~7,得到调pH废水;

[0008] 将所述调pH废水与磁性汞吸附剂混合进行吸附后固液分离,得到除汞废水和汞-磁性汞吸附剂;

[0009] (2) 将所述汞-磁性汞吸附剂与无机酸混合,进行解析后固液分离,得到回收磁性汞吸附剂和汞离子溶液;

[0010] (3) 将所述除汞废水进行除有机污染物处理,得到含盐废水;

[0011] 将所述含盐废水与除氯剂混合进行氧化还原反应,得到除游离氯废水;

[0012] 将所述除游离氯废水与镁沉淀剂混合,进行镁沉淀反应后固液分离,得到氢氧化镁和除镁废水;所述镁沉淀剂包括生石灰或氢氧化钙;

[0013] 将所述除镁废水与钙沉淀剂混合,进行钙沉淀反应后固液分离,得到碳酸钙和除钙废水;所述钙沉淀剂包括碳酸钠;

[0014] 将所述除钙废水进行采卤,得到淡盐水;

- [0015] 步骤(2)和步骤(3)没有时间先后顺序。
- [0016] 优选的,所述氯碱废水体积与磁性汞吸附剂质量之比为 $1\text{m}^3:30\sim 50\text{kg}$ 。
- [0017] 优选的,所述磁性汞吸附剂的制备方法包括以下步骤:
- [0018] 将餐厨废弃油脂依次进行过滤、蒸馏、除臭和脱色处理,得到精制餐厨废弃油脂;
- [0019] 将所述精制餐厨废弃油脂、硫粉和 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ 纳米颗粒混合反应,得到磁性汞吸附剂。
- [0020] 优选的,所述硫粉、精制餐厨废弃油脂和 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ 纳米颗粒的质量比为 $10\sim 12:4\sim 6:1$ 。
- [0021] 优选的,所述吸附的时间为 $20\sim 24\text{h}$ 。
- [0022] 6、根据权利要求1所述的资源化回收利用方法,其特征在于,所述无机酸包括盐酸或硝酸。
- [0023] 优选的,所述除有机污染物处理包括水解酸化-接触氧化或超滤-纳滤膜处理。
- [0024] 优选的,所述除氯剂包括过氧化氢溶液或亚硫酸钠;
- [0025] 所述氯碱废水体积与除氯剂质量之比为 $1\text{m}^3:0.5\sim 0.6\text{kg}$ 。
- [0026] 优选的,所述氯碱废水体积与镁沉淀剂质量之比为 $1\text{m}^3:240\sim 260\text{kg}$ 。
- [0027] 优选的,所述氯碱废水体积与钙沉淀剂质量之比为 $1\text{m}^3:260\sim 280\text{kg}$ 。
- [0028] 本发明提供了一种氯碱废水的资源化回收利用方法,包括以下步骤:(1)将氯碱废水的pH值调节至 $6\sim 7$,得到调pH废水;将所述调pH废水与磁性汞吸附剂混合进行吸附后固液分离,得到除汞废水和汞-磁性汞吸附剂;(2)将所述汞-磁性汞吸附剂与无机酸混合,进行解析附后固液分离,得到回收磁性汞吸附剂和汞离子溶液;(3)将所述除汞废水进行除有机污染物处理,得到含盐废水;将所述含盐废水与除氯剂混合进行氧化还原反应,得到除游离氯废水;将所述除游离氯废水与镁沉淀剂混合,进行镁沉淀反应后固液分离,得到氢氧化镁和除镁废水;所述镁沉淀剂包括生石灰或氢氧化钙;将所述除镁废水与钙沉淀剂混合,进行钙沉淀反应后固液分离,得到碳酸钙和除钙废水;所述钙沉淀剂包括碳酸钠;将所述除钙废水进行采卤,得到淡盐水;步骤(2)和步骤(3)没有时间先后顺序。本发明提供的资源化回收利用方法,得到的副产物有汞离子溶液、氢氧化镁、碳酸钙和淡盐水,其中汞离子溶液可用于制备汞盐;氢氧化镁可作为阻燃剂、含酸废水的中和剂、烟道气脱硫剂以及制备镁盐产品的原料应用;碳酸钙可作为颜料填充剂、制造光学钹玻璃的原料以及作为冶金工业中的熔剂灰岩应用;盐水可用于采卤。而且,本发明采用的磁性汞吸附剂可循环利用,除汞废水中汞离子含量小于 0.005mg/L ,达到国家规定的 Hg^{2+} 排放标准。本发明提供的资源化回收利用方法的能够实现氯碱废水中资源的充分利用,氯碱废水的处理成本低,处理效果好。

附图说明

- [0029] 图1为实施例中氯碱废水的资源化回收利用流程图。

具体实施方式

- [0030] 本发明提供了一种氯碱废水的资源化回收利用方法,包括以下步骤:
- [0031] (1)将氯碱废水的pH值调节至 $6\sim 7$,得到调pH废水;
- [0032] 将所述调pH废水与磁性汞吸附剂混合进行吸附后固液分离,得到除汞废水和汞-

磁性汞吸附剂；

[0033] (2) 将所述汞-磁性汞吸附剂与无机酸混合,进行解析附后固液分离,得到回收磁性汞吸附剂和汞离子溶液；

[0034] (3) 将所述除汞废水进行除有机污染物处理,得到含盐废水；

[0035] 将所述含盐废水与除氯剂混合进行氧化还原反应,得到除游离氯废水；

[0036] 将所述除游离氯废水与镁沉淀剂混合,进行镁沉淀反应后固液分离,得到氢氧化镁和除镁废水；所述镁沉淀剂包括生石灰或氢氧化钙；

[0037] 将所述除镁废水与钙沉淀剂混合,进行钙沉淀反应后固液分离,得到碳酸钙和除钙废水；所述钙沉淀剂包括碳酸钠；

[0038] 将所述除钙废水进行采卤,得到淡盐水；

[0039] 步骤(2)和步骤(3)没有时间先后顺序。

[0040] 在本发明中,若无特殊说明,所有的原料组分均为本领域技术人员熟知的市售商品。

[0041] 本发明将氯碱废水的pH值调节至6~7,得到调pH废水。本发明对于所述氯碱废水的来源没有特殊限定,采用本领域技术人员熟知的氯碱废水即可。在本发明的具体实施例中,所述氯碱废水优选来源于氯碱公司。在本发明中,所述pH值调节采用的碱性试剂优选包括碱性氧化物或废钢渣,所述碱性氧化物优选包括生石灰或石灰石。本发明对于所述碱性试剂的用量没有特殊限定,能够将氯碱废水的pH值调节至6~7即可。在本发明中,所述pH值优选利用pH分析仪进行监测；所述pH值优选为6.5。

[0042] 得到调pH废水后,本发明将所述调pH废水与磁性汞吸附剂混合进行吸附后固液分离,得到除汞废水和汞-磁性汞吸附剂。在本发明中,所述磁性汞吸附剂的制备方法优选包括以下步骤:将餐厨废弃油脂依次进行过滤、蒸馏、除臭和脱色处理,得到精制餐厨废弃油脂；将所述精制餐厨废弃油脂、硫粉和 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ 纳米颗粒混合反应,得到磁性汞吸附剂。在本发明中,所述硫粉、精制餐厨废弃油脂和 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ 纳米颗粒的质量比优选为10~12:4~6:1,更优选为10.5~11.5:4.5~5.5:1。在本发明中,所述磁性汞吸附剂优选按照中国专利CN111167424A公开的方法进行制备,再此不再赘述。在本发明中,所述氯碱废水体积与磁性汞吸附剂质量之比优选为 $1\text{m}^3:30\sim50\text{kg}$,更优选为 $1\text{m}^3:35\sim45\text{kg}$,进一步优选为 $1\text{m}^3:40\text{kg}$ 。在本发明中,所述吸附的温度优选为室温,所述吸附的时间优选为20~24h,更优选为21~23h,进一步优选为22h；所述吸附优选在化学反应箱中进行。在本发明中,所述固液分离优选为磁分离,所述磁分离的磁场强度优选为3~6kGs,更优选为4~5kGs；所述磁分离过程中调pH废水的流速优选为1~1.5m/min,更优选为1.3~1.4m/min；所述磁分离优选在高梯度磁分离器中进行。

[0043] 得到汞-磁性汞吸附剂后,本发明将所述汞-磁性汞吸附剂与无机酸混合,进行解析附后固液分离,得到回收磁性汞吸附剂和汞离子溶液。在本发明中,所述无机酸优选包括盐酸或硝酸；所述无机酸优选以无机酸水溶液形式使用,所述无机酸水溶液的浓度优选为0.01~0.1mol/L,更优选为0.05~0.1mol/L。在本发明中,所述无机酸过量以保证汞-磁性汞吸附剂解吸附完全,所述汞-磁性汞吸附剂与无机酸的质量比优选为1:1~1.5,更优选为1:1.2~1.5。在本发明中,所述解析附的温度优选为室温,所述解析附的时间优选为3~4h,更优选3.5~4h。在本发明中,所述固液分离的方式优选与前述固液分离相同,在此不

再赘述。在本发明中,所述回收磁性汞吸附剂回用于前述吸附步骤中;所述汞离子溶液可用于制备汞盐,所述汞盐优选包括氯化亚汞。

[0044] 得到除汞废水后,本发明将所述除汞废水进行除有机污染物处理,得到含盐废水。在本发明中,所述除有机污染物处理中的有机污染物优选包括苯胺和硫化物。在本发明中,所述除有机污染物处理优选包括水解酸化-接触氧化或超滤-纳滤膜处理。本发明对于所述水解酸化-接触氧化以及超滤-纳滤膜处理的操作没有特殊限定,采用本领域技术人员熟知的水解酸化-接触氧化除有机污染物以及超滤-纳滤膜处理除有机污染物的操作即可。

[0045] 得到含盐废水后,本发明将所述含盐废水与除氯剂混合进行氧化还原反应,得到除游离氯废水。在本发明中,所述除氯剂优选包括过氧化氢溶液或亚硫酸钠;所述过氧化氢溶液的浓度优选为30~35wt%,更优选为30wt%。在本发明中,所述氯碱废水体积与除氯剂质量之比优选为 $1\text{m}^3:0.5\sim 0.8\text{kg}$,更优选为 $1\text{m}^3:0.6\sim 0.7\text{kg}$ 。在本发明中,所述氧化还原反应的温度优选为室温,所述氧化还原反应的时间优选为20~30min,更优选为25min;所述氧化还原反应优选在搅拌条件下进行。在本发明中,所述氧化还原反应优选在沉淀池中进行。

[0046] 得到除游离氯废水后,本发明将所述除游离氯废水与镁沉淀剂混合,进行镁沉淀反应后固液分离,得到氢氧化镁和除镁废水。在本发明中,所述镁沉淀剂包括生石灰或氢氧化钙;所述氯碱废水体积与镁沉淀剂质量之比优选为 $1\text{m}^3:240\sim 260\text{kg}$,更优选为 $1\text{m}^3:245\sim 255\text{kg}$,进一步优选为 $1\text{m}^3:250\text{kg}$ 。本发明对于所述固液分离的方式没有特殊限定,采用本领域技术人员熟知的固液分离方式即可,具体如压滤,所述压滤优选在压滤机中进行。在本发明中,所述氢氧化镁可用于橡胶制品的阻燃剂、中和剂、烟道气脱硫剂和制备镁盐。

[0047] 得到除镁废水后,本发明将所述除镁废水与钙沉淀剂混合,进行钙沉淀反应后固液分离,得到碳酸钙和除钙废水。在本发明中,所述钙沉淀剂优选包括碳酸钠;所述氯碱废水体积与钙沉淀剂质量之比优选为 $1\text{m}^3:260\sim 280\text{kg}$,更优选为 $1\text{m}^3:270\sim 280\text{kg}$ 。本发明对于所述固液分离的方式没有特殊限定,采用本领域技术人员熟知的固液分离方式即可,具体如压滤,所述压滤优选在压滤机中进行。在本发明中,所述碳酸钙可用于颜料填充剂、光学钎玻璃的原料或冶金工业中的熔剂灰岩。

[0048] 得到除钙废水后,本发明将所述除钙废水进行采卤,得到淡盐水。在本发明中,所述采卤优选在采卤用水装置中进行,本发明对于所述采卤用水装置没有特殊限定,采用本领域技术人员熟知的采卤用水装置即可,在本发明中,所述淡盐水可进入淡盐水系统中用于采卤。

[0049] 下面将结合本发明中的实施例,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0050] 实施例1

[0051] 按照图1所示的流程图进行氯碱废水处理。

[0052] (1) 调节pH

[0053] 以云南某氯碱公司为例,通过pH分析仪实时监测其氯碱废水的pH值,取 1m^3 氯碱废水(质量为1.56吨),在室温条件下,通过添加生石灰调节pH值至6.5,得到调pH废水;其中,石灰石用量为550.0kg。

[0054] (2) 吸附-磁选分离

[0055] 将调pH废水通入化学反应箱中,加入30.0kg磁性汞吸附剂混合均匀,在室温条件下吸附24h,通过 Hg^{2+} 含量分析仪实时监测溶液中 Hg^{2+} 含量,然后以1.3m/min的流速通入高梯度磁分离器中,在5kGs条件下磁选分离,得到吸附有 Hg^{2+} 的汞-磁性汞吸附剂和除汞废水。其中,磁性汞吸附剂按照中国专利CN11167424A实施例1制备。除汞废水中 Hg^{2+} 浓度小于0.005mg/l,达到国家规定的 Hg^{2+} 排放标准(GB 15581-95)。

[0056] (3) 解吸附-磁选分离

[0057] 将汞-磁性汞吸附剂与250.0kg浓度为31wt%的工业盐酸溶液混合,在室温条件下解吸附4h,通过 Hg^{2+} 含量分析仪实时检测溶液中的含汞量,根据检测结果来判断磁性重金属吸附剂材料表面吸附的 Hg^{2+} 是否完全解吸附,然后以1.3m/min的流速通入高梯度磁分离器中,在5kGs条件下磁选分离,得到回收磁性汞吸附剂(回用于步骤(2)中)和 HgCl_2 溶液(产出 HgCl_2 366.7kg,可作为制造氯化亚汞和其他汞盐的原料)。

[0058] (4) 氧化还原

[0059] 将 HgCl_2 溶液通入生化池中,通过“水解酸化-接触氧化”的工艺方法除去有机污染物,得到含盐废水(CaCl_2 - MgCl_2 -游离氯的混合溶液);将含盐废水通入沉淀池中,加入0.5L浓度为30wt%的 H_2O_2 溶液进行氧化还原反应以除去游离氯,得到除游离氯废水。

[0060] 经计算,“水解酸化-接触氧化”的工艺运行成本为2340元。

[0061] (5) 沉淀

[0062] 向位于沉淀池中的除游离氯废水中加入260.0kg生石灰混合均匀,进行镁沉淀反应(除游离氯废水中的 Mg^{2+} 全部沉淀),用压滤机压滤,得到氢氧化镁(380.0kg,可作为橡胶制品的阻燃剂、含酸废水的中和剂、烟道气脱硫剂以及制备镁盐产品的原料应用)和除镁废水;之后向除镁废水中加入280.0kg碳酸钠混合均匀,进行钙沉淀反应(除镁废水中的 Ca^{2+} 全部沉淀),用压滤机压滤,得到碳酸钙(960.0kg,可作为颜料填充剂、制造光学钽玻璃的原料以及作为冶金工业中的熔剂灰岩应用)和除钙废水。

[0063] (6) 采卤

[0064] 将除钙废水通过采卤用水装置,得到淡盐水,之后进入到淡盐水系统中用于采卤。

[0065] 经计算,采卤用一次水价格1.3元/ m^3 。

[0066] 上述处理过程的运行成本分析:

[0067] (1) 一次处理 1m^3 氯碱废水,经统计需要石灰石550.0kg,质量分数为31.0%的工业盐酸250.0kg,质量分数为30.0%的 H_2O_2 溶液0.5L,生石灰260.0kg,碳酸钠280.0kg。以市场价石灰石单价0.16元/kg,质量分数31.0%的工业盐酸单价为6.50元/kg,质量分数为30.0%的 H_2O_2 溶液4.00元/L,生石灰单价4.35元/kg,碳酸钠1.20元/kg为例计算实际成本投入:

[0068] 石灰石=550.0kg \times 0.16元/kg=88.00元;

[0069] 工业盐酸=250.0kg \times 6.50元/kg=1625.00元;

[0070] 过氧化氢=0.5L \times 4.00元/L=2.00元;

[0071] 生石灰=260.0kg \times 4.35元/kg=1131.00元;

[0072] 碳酸钠=280.0kg \times 1.20元/kg=336.00元;

[0073] “水解酸化-接触氧化”的工艺运行成本=2340.00元;

[0074] 采卤用一次水价格1.3元；

[0075] 实际成本投入=88.00元+1625.00元+2.00元+1131.00元+336.00元+1.3元+2340.00元=5523.30元。

[0076] (2) 一次处理 1m^3 氯碱废水经计算产出 HgCl_2 366.7kg, 氢氧化镁380.0kg, 碳酸钙960.0kg。以市场价 HgCl_2 单价33.2元/kg, 氢氧化镁单价1.5元/kg, 碳酸钙单价1.8元/kg为例计算实际节约费用：

[0077] $\text{HgCl}_2=366.7\text{kg}\times 33.2\text{元/kg}=12174.44\text{元}$ ；

[0078] 氢氧化镁= $380.0\text{kg}\times 1.5\text{元/kg}=570.00\text{元}$ ；

[0079] 碳酸钙= $960.0\text{kg}\times 1.8\text{元/kg}=1728.00\text{元}$ ；

[0080] 实际节约费用= $12174.44\text{元}+570.00\text{元}+1728.00\text{元}=14472.44\text{元}$ 。

[0081] (3) 所用电机功率有高梯度磁分离器6.5kw, 板框式压滤机15.5kw, 采卤用水装置45kw, 经统计处理完成 1m^3 的氯碱废水需要使用高梯度磁分离器0.4h, 板框式压滤机4.5h, 采卤用水装置2.0h。工业用电单价0.60元/度。

[0082] 总计耗电量= $6.5\text{kw}\times 0.4\text{h}+15.5\text{kw}\times 4.5\text{h}+45.0\text{kw}\times 2\text{h}=162.35\text{度}$ ；

[0083] 耗电费用= $162.35\text{度}\times 0.60\text{元/度}=97.41\text{元}$ ；

[0084] 综上, 总体投入费用= $5523.30\text{元}+97.41\text{元}=5620.71\text{元}$ ；

[0085] 实际节约费用= 14472.44元 。

[0086] 总体投入与实际节约费用相比较, 达到了降本增效的结果, 且效果显著。

[0087] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

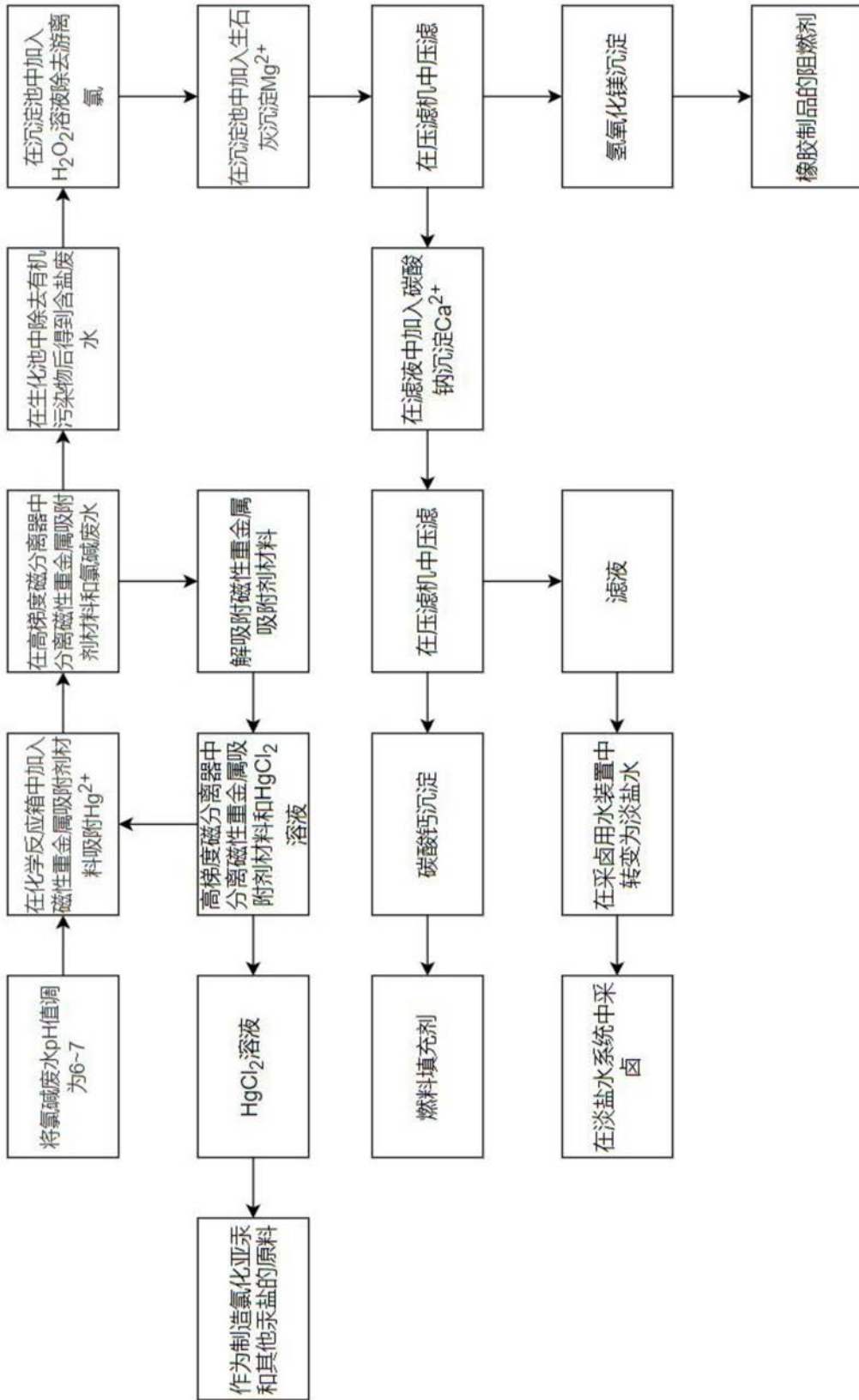


图1