



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115233241 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 25

(21) 申请号 202210843403.7

(22) 申请日 2022.07.18

(71) 申请人 山东淇水环保科技有限公司
地址 276600 山东省临沂市郯城县建设路
西段路北

(72) 发明人 唐玉霖 田开峰

(51) Int. Cl.

C25B 1/14 (2006.01)

C25B 1/50 (2021.01)

C25B 9/60 (2021.01)

C25B 15/08 (2006.01)

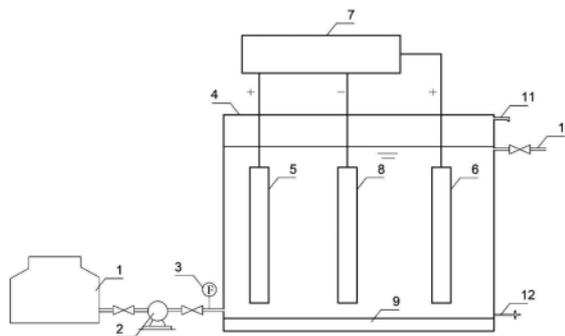
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种利用废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法与装置

(57) 摘要

本发明公开一种利用废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法与装置,常规电化学法中铁单质经过多步反应生成高铁酸根,其稳定性较差,已被还原。而本方法利用形稳性阳极电极良好的氧化性能,可将中间价态的含铁物质氧化为高价态的高铁酸钠,并抑制高铁酸盐的分解。设计电解装置包括:电解槽及电解槽内部的电极,双阳极由铁电极和形稳性阳极组成,阴极为惰性电极;铁阳极和阴极连接至直流电源,形稳性阳极和阴极连接至另一直流电源。本发明通过双阳极利用氧化电极的强氧化性将中间价态的铁转化为高铁酸盐,并提高其产量和电流效率,增加其稳定性,保证废弃氢氧化物溶液的连续投加,实现废弃氢氧化物处理的同时,完成高铁酸盐的现场制备。



1. 一种利用废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法与装置原理,其特征在在于:

电解设备:电解槽及电解槽内部的设置铁电极和形稳性阳极电极组成双阳极,铁阳极和阴极通过导线连接至直流电源;形稳性阳极电极和阴极通过导线连接至直流电源。

2. 根据权利要求1所述的一种双阳极原位电解制备高铁酸盐的设置,其特征在在于:

阴极室设置惰性电极作为阴极,包括石墨、钛和铂等电极。

3. 根据权利要求1所述的一种双阳极原位电解制备高铁酸盐的装置,其特征在在于:

阳极室为连续流设计,设有进水口和溢流堰,进水口设有流量计,控制液位。

4. 根据权利要求1所述的一种双阳极原位电解制备高铁酸盐的装置,其特征在在于:电解槽内部设置搅拌装置。

5. 一种废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法,其特征在在于:

废弃浓度为10-18mol/L的NaOH或KOH等溶液

6. 一种利用废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法,其特征在在于:

将废弃浓度为氢氧化物溶液置于电解槽内,将阴极惰性电极和双阳极浸没在氢氧化物溶液中;

7. 一种废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法,其特征在在于:

通过直流电源分别向形稳性阳极电极、铁电极、惰性电极供电,控制电流密度14-20mA/cm²。

一种利用废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法与装置

技术领域

[0001] 本发明属于废弃物的资源化利用领域,特别涉及一种废弃氢氧化物电化学原位制备高铁酸钠的方法。

背景技术

[0002] 高铁酸盐是铁的最高价态(+6价)的含氧酸盐,高铁酸盐的氧化性较强,在酸性条件下氧化还原电位可达到2.20V,能够有效氧化污染物,同时高铁酸盐自身的还原产物为无机混凝剂 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,能够作为混凝剂将水中胶体颗粒混凝沉淀去除,自身的还原产物也随着沉淀去除。与传统的氧化剂相比,高铁酸盐可发挥氧化和混凝双重作用;与传统的无机混凝剂相比,新生态的铁混凝剂有结构更大,电荷密度更高,混凝效果更好,并且不产生副产物,因而在水处理领域受到广泛关注。

[0003] 高铁酸盐的制备主要有三种,分为熔融法、次氯酸钠湿式氧化法和电化学法。

[0004] 熔融法即在高温下,用过氧化物将铁氧化物氧化成高铁酸盐。基本原理如公式1,常见的是使用过氧化钠在700℃高温下氧化铁盐,最终得到粉末状高铁酸钠,熔融法存在安全隐患,其反应空间密闭,反应温度快速变化,操作不当可发生爆炸等事故。

[0005] $2\text{FeSO}_4 + 6\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 2\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$ (1)

[0006] 次氯酸盐氧化法即高浓度的氢氧化钠提供碱性环境,利用次氯酸钠的氧化性将铁盐氧化为高铁酸钠的方法,如公式2所示。次氯酸盐氧化法在制备过程中需要的高浓度次氯酸盐较难获得,且次氯酸盐容易分解,通常需要现制现用,对反应设备的气密性和耐腐蚀性要求比较高,目前在次氯酸盐氧化法难以扩大生产。

[0007] $2\text{FeCl}_3 + 10\text{NaOH} + 3\text{NaClO} = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 9\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$ (2)

[0008] 电解法使用铁电极作为阳极,在高浓度氢氧化钠提供的碱性环境中电解。一段时间后,阳极铁消耗电能,在碱性环境中被氧化成为高铁酸根,电解液中有高铁酸钠生成。电解法工艺简单,操作简便,接通电源即可在电解液中产生高铁酸盐。使用电解法制备高铁酸盐初期成本低,资源消耗也较低,但实际过程中会产生较多中间价态铁,制备出高铁酸盐浓度较低,且很容易出现还原。

[0009] 目前高浓度的氢氧化物的处理主要采用中和方法去除,消耗资源,导致大量浪费。本发明对电解法进行改进,利用双阳极氧化废弃的高浓度氢氧化物制备高铁酸盐。

发明内容

[0010] 本发明对废弃高浓度氢氧化物进行处理,引入形稳性阳极电极与铁阳极组成双阳极。电化学法中由铁单质在电能的作用下经过几步反应生成高铁酸根,整个过程中产生少部分高铁酸根和大部分中间价态的含铁物质,利用形稳性阳极电极强氧化性将中间价态的铁氧化为高铁酸根,从而提高高铁酸盐的制备效率,又可以抑制高铁酸钠在电解液中的分解,从而制备高浓度的高铁酸盐。

[0011] 本发明采用的技术方案是：

[0012] 一种利用废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法与装置，其原理设置铁电极和形稳性阳极电极组成双阳极，铁阳极和阴极通过导线连接至直流电源；形稳性阳极电极和阴极通过导线连接至另一直流电源。设置惰性电极作为阴极，包括石墨、钛、铂等电极。采用连续流设计，设有进水口和溢流堰，进水口设有流量计，控制液位。内部设置搅拌装置。

[0013] 按照以下步骤进行：

[0014] 1) 将浓度为10-18mol/L的废弃氢氧化物溶液置于电解槽内，将阴极惰性电极和双阳极浸没在NaOH溶液中；

[0015] 2) 直流电源分别向形稳性阳极电极、铁电极、惰性电极供电，控制电流密度10-2-mA/cm²；

[0016] 本发明的方法具有以下优点：

[0017] 1、本发明通过双阳极制备高铁酸盐，利用氧化电极的强氧化性将电解产生的中间价态的铁转化为高铁酸根，有效提高了高铁酸盐的产量和电流效率；

[0018] 2、本发明制备采用废弃的氢氧化物(包括氢氧化钠和氢氧化钾等)作为原材料

[0019] 3、本电解设备为连续流设计，简化了投加氢氧化物溶液过程，实现了高铁酸盐的现场制备并投加。

附图说明

[0020] 图1为一种利用废弃氢氧化物双阳极原位电解制备高铁酸盐的方法与装置结构图；

[0021] 图2为双阳极原位电解制备与异位电解制备高铁酸盐对比图；

[0022] 图3为不同浓度废弃NaOH双阳极原位电解制备高铁酸盐效果图。

具体实施方式

[0023] 下面结合说明书附图对本发明进一步说明：

[0024] 废弃的高浓度氢氧化物储存液(1)，通过加压泵(2)，加压泵前后设置控制阀门和流量计F(3)，提升到电解槽(4)中；电解槽采用铁网(5)作为阳极一，采用网状形稳性阳极电极(6)作为阳极二分别和直流电源(7)阳极相连；直流电源阴极和惰性电极(8)相连，电解槽底部设搅拌装置(9)，形稳性阳极电极侧设流控制阀接排水(10)，电解槽(4)上部设有溢流阀(11)，电解槽(4)下部设放空阀(12)。

[0025] 本发明实施例中采用的铁阳极材质选用网状铁电极，形稳性阳极氧化阳极采用网状电极。惰性电极材质选用石墨极、钛电极或铂电极。

[0026] 本发明制备时间由水力停留时间控制，通过流量计3设置不同进水流量控制水力停留时间。

[0027] 本发明可实现高铁酸盐在线投加，可根据处理要求，向废水处理应用点直接添加高铁酸盐溶液并根据处理需求调整出水阀改变投加量，以获得最佳处理效果。

[0028] 实施例1

[0029] 取浓度为10mol/L的废弃NaOH溶液于双阳极极电解槽原位电解和两个不同的单阳

极电解槽异位电解,控制电流密度为 $10\text{mA}/\text{cm}^2$,不同时间内得到的高铁酸钠浓度情况如图2所示。原位电解制备的电流效率由始至终呈现先增加后减小的趋势,在 $60\sim 180\text{min}$ 时电解反应都保持在较高的电流效率的条件下进行,最高电流效率在 120min 时得到,为 21.72% 。 180min 后电流效率呈现阶段性下降趋势,总体下降速度较慢。电解 360min 后电流效率衰减至 18.17% ,仅仅比 240min 时电流效率衰减了 3.55% 。双阳极原位电解可在全程保持较高的电流效率。

[0030] 实施例2

[0031] 取浓度为 $14\text{mol}/\text{L}$ 废弃 NaOH 溶液至于电解槽中,控制电流密度为 $14\text{mA}/\text{cm}^2$,不同时间内得到的高铁酸钠浓度情况如图3所示,使用 $14\text{mol}/\text{L}$ 的 NaOH 溶液制备的高铁酸钠浓度可达 $0.0145\text{mol}/\text{L}$ 。

[0032] 实施例3

[0033] 取浓度为 $18\text{mol}/\text{L}$ 的废弃 NaOH 溶液至于电解槽中,控制电流密度为 $20\text{mA}/\text{cm}^2$,不同时间内得到的高铁酸钠浓度情况如图3所示,制备的高铁酸钠浓度可达 $0.0157\text{mol}/\text{L}$ 。

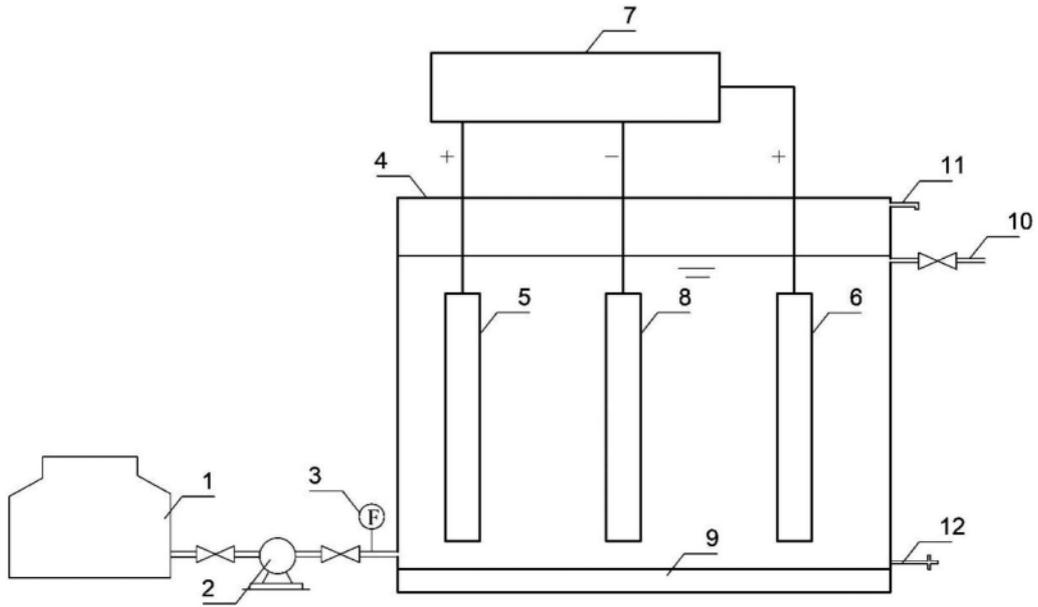


图1

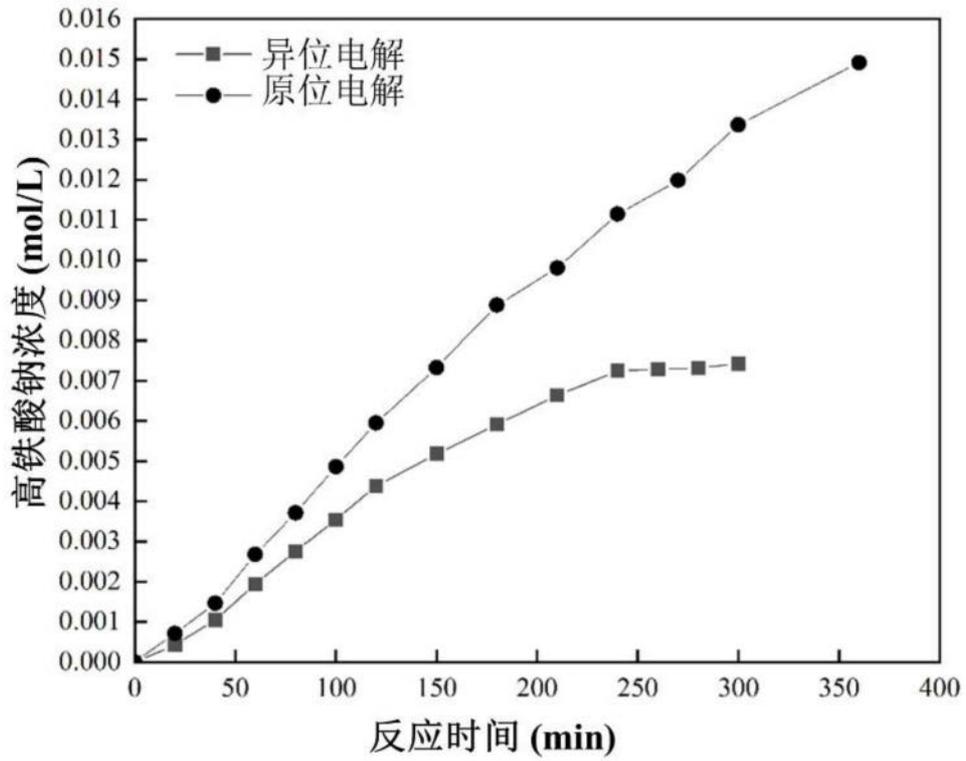


图2

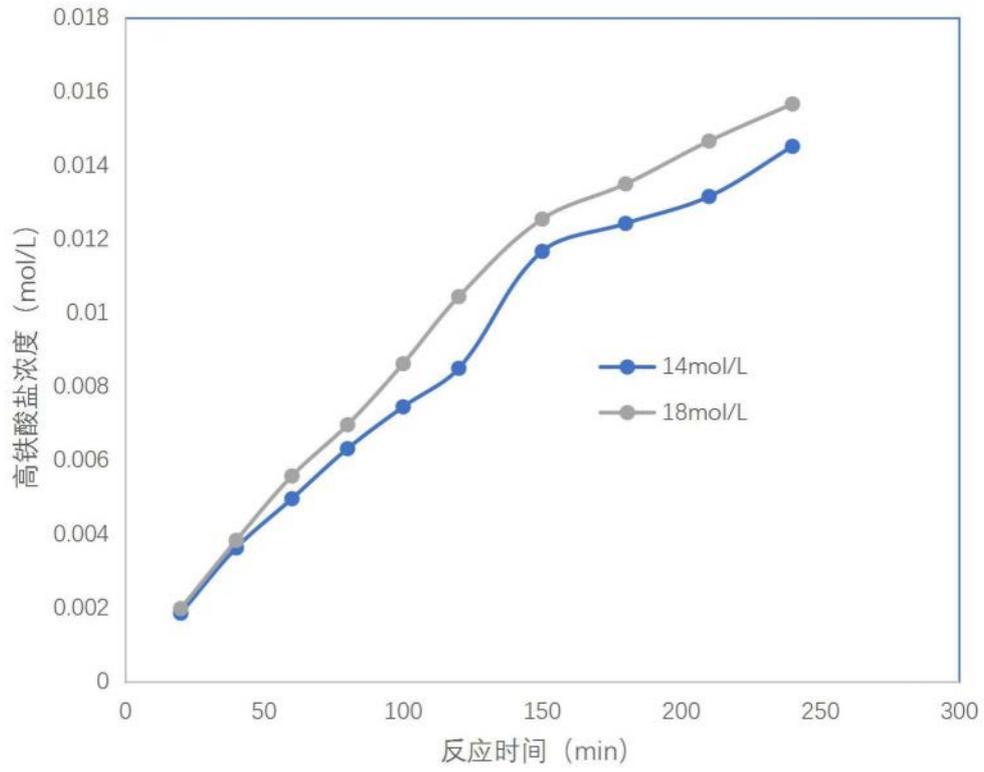


图3