



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106830467 B

(45)授权公告日 2020.02.14

(21)申请号 201710044265.5

(22)申请日 2017.01.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106830467 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(73)专利权人 上海电气集团股份有限公司

地址 200050 上海市长宁区兴义路8号30层

(72)发明人 张丽丽 黄思远 强璐 石艳玲

唐琪玮 姚迎迎

(74)专利代理机构 上海申新律师事务所 31272

代理人 俞涤炯

(51)Int.Cl.

C02F 9/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 102642997 A,2012.08.22,

CN 104261622 A,2015.01.07,全文.

CN 105884091 A,2016.08.24,全文.

CN 105776783 A,2016.07.20,全文.

审查员 邹聪慧

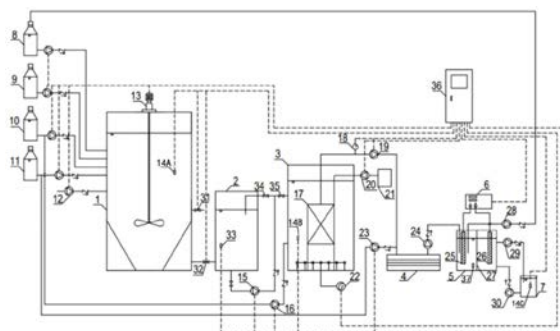
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

## (54)发明名称

一种基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置及其方法

## (57)摘要

本发明提供了一种用于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置及其方法,所述装置至少包括:依次连接的Fenton反应池(1),污泥储池(2),铁泥酸化反应池(3),紫外双氧水反应器(4)和电解反应池(5)。本发明提供的一种能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法首先实施Fenton处理,接着将铁泥排放到污泥储池(2),然后在铁泥酸化反应池(3)中充分进行酸化反应,并利用浸没式膜组件(17)过滤,降低有机物含量与悬浮物浓度,再使用紫外双氧水反应器(4)二次氧化,最后通过电解将 $Fe^{3+}$ 还原为 $Fe^{2+}$ ,获得再生的 $Fe^{2+}$ 催化剂;所述方法实现了Fenton铁泥的在线回用,减少Fenton铁泥排放70%以上,减少Fenton反应催化剂用量50%以上,因此,具有广阔的应用前景与潜在的市场价值。



1. 一种基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,其特征在于,在一体化的集装箱内至少包括:

依次连接的Fenton反应池(1),污泥储池(2),铁泥酸化反应池(3),紫外双氧水反应器(4)和电解反应池(5);

污水进水泵(12)通过进水管路连接至所述Fenton反应池(1);催化剂储槽(8)、碱液储槽(9)、酸液储槽(10)、双氧水储槽(11)分别通过各自的加药管路连接至所述Fenton反应池(1),并且,各条加药管路上均设置有一台加药泵;

Fenton反应池(1)的产水由产水阀(31)排放,Fenton反应池(1)中产生的铁泥由铁泥排放阀(32)排入污泥储池(2);所述污泥储池(2)的污泥出口连接污泥排放主管路,所述污泥排放主管路上设置有污泥排放泵(15),并且所述污泥排放主管路分支为两条污泥排放支管路,其中一条污泥排放支管路经设置于其上的污泥循环阀(34)连接至污泥储池(2)的污泥循环入口,其中另一条污泥排放支管路经设置于其上的污泥排放阀(35)连接至铁泥酸化反应池(3);

并且,加酸泵(16)连接酸液储槽(10)与铁泥酸化反应池(3);所述铁泥酸化反应池(3)中设置有浸没式膜组件(17),浸没式膜组件(17)的产水由抽吸泵(19)抽吸至紫外双氧水反应器(4);并且,双氧水加药泵(23)连接双氧水储槽(11)与紫外双氧水反应器(4);所述紫外双氧水反应器(4)的排水口经排水管连接至排水泵(24),所述排水泵(24)则经排水管连接至电解反应池(5)内的阴极室;

其中,所述电解反应池(5)内至少包括:阴极(25)、阳极(26)、阴离子交换膜(27)、电解槽;直流电源(6)电气连接阴极(25)与阳极(26);

所述阴离子交换膜(27)将电解槽分隔成阴极室与阳极室;所述阴极室的阴极液出口通过阴极液排出管路连接至阴极液输出泵(28),所述阴极液输出泵(28)则通过催化剂输入管路连接至催化剂储槽(8);所述阳极室的阳极液入口通过阳极液输入管路连接至阳极液输入泵(30),所述阳极液输入泵(30)则通过阳极液输入管路连接至阳极液储罐(7);所述阳极室的阳极液出口通过阳极液输出管路连接至阳极液输出泵(29),所述阳极液输出泵(29)则通过阳极液输出管路连接至阳极液储罐(7)。

2. 根据权利要求1所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,其特征在于,所述Fenton反应池(1)内设置有搅拌器(13)和pH探头(14A);所述铁泥酸化反应池(3)内设置有pH探头(14B);所述阳极液储罐(7)内设置有pH探头(14C);所述阴极室内设置有ORP探头(37)。

3. 根据权利要求1所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,其特征在于,所述污泥储池(2)内设置有污泥浓度仪(33)。

4. 根据权利要求1所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,其特征在于,所述浸没式膜组件(17)为PVDF或PTFE超滤膜,且为平板膜组件或中空纤维膜组件。

5. 根据权利要求4所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,其特征在于,所述浸没式膜组件(17)下端集成设置曝气装置,所述曝气装置与设置在所述铁泥酸化反应池(3)外的鼓风机(22)相连;并且,所述浸没式膜组件(17)还通过反洗管路连接至反洗泵(20),而所述反洗泵(20)通过反洗管路与反洗水箱(21)相连接;所述抽吸泵(19)入口处设置跨膜压差表(18)。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,其特征在在于,还包括自动控制装置(36)。

7. 一种能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,其特征在在于,其使用根据权利要求1~6中任一项所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,并包括:

S1:以调酸、反应、调碱、沉淀四个阶段为一个周期,序批式运行所述Fenton反应池(1);Fenton处理完毕后,产水经产水阀(31)排放,铁泥经铁泥排放阀(32)排入污泥储池(2);

S2:开启污泥排放泵(15);首先,开启污泥循环阀(34),关闭污泥排放阀(35),使污泥储池(2)内的污泥自循环;然后,关闭污泥循环阀(34),并开启污泥排放阀(35),以将污泥排放至铁泥酸化反应池(3)中;

S3:连续式运行所述铁泥酸化反应池(3),由加酸泵(16)向所述铁泥酸化反应池(3)中输入酸液,进行酸化反应,并维持所述铁泥酸化反应池(3)中的溶液的pH值在0~2之间;利用浸没式膜组件(17)对酸化反应后的溶液进行过滤,并通过抽吸泵(19)抽吸至紫外双氧水反应器(4)内;并且,所述铁泥酸化反应池(3)的水力停留时间为0.5~1h;

S4:由双氧水加药泵(23)向所述紫外双氧水反应器(4)中输入双氧水,连续式运行所述紫外双氧水反应器(4),反应后的出水由排水泵(24)输送至电解反应池(5);并且,所述紫外双氧水反应器(4)的反应停留时间为0.5~2h;

S5:连续实施电解反应,电解反应池(5)中的阴极室内的 $\text{Fe}^{3+}$ 被还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,氧化还原反应后的阴极液被阴极液输出泵(28)输送至催化剂储槽(8),所述阴极室的水力停留时间为0.5~4h;在所述阳极室中使用稀硫酸作为电解液,pH值为3~4,析氧反应后的阳极液被阳极液输出泵(29)输送至阳极液储罐(7),而阳极液储罐(7)中的阳极液被阳极液输入泵(30)输送返回至所述阳极室中。

8. 根据权利要求7所述的能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,其特征在在于,所述阴极(25)的材质为钛极板或二氧化铅极板,所述阳极(26)的材质为钨铈极板或石墨极板。

9. 根据权利要求7所述的能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,其特征在在于,所述紫外双氧水反应器(4)中使用0.5kW~24kW的中压紫外灯管。

10. 根据权利要求7所述的能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,其特征在在于,所述浸没式膜组件(17)为PVDF或PTFE超滤膜,当其跨膜压差达到50kPa后,自动或手动使用反洗泵(20)抽吸反洗水箱(21)内的清水进行反冲洗。

11. 根据权利要求7所述的能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,其特征在在于,在所述阳极室中,当析氧反应使得阳极液的pH值降低至0~0.5时,将阳极液作为稀酸回收。

## 一种基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,涉及一种Fenton污水处理装置,尤其涉及一种基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,还涉及使用该装置的一种能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法。

### 背景技术

[0002] Fenton氧化法是一种有效的高级氧化工艺,由于其设备简单、氧化能力强、处理效率高,被广泛应用于处理各种难降解工业废水。Fenton氧化的机理是 $\text{Fe}^{2+}$ 和 $\text{H}_2\text{O}_2$ 组成Fenton试剂,其构成一个氧化体系,主要具有两方面作用:一方面,Fenton试剂产生大量的羟基自由基( $\cdot\text{OH}$ ),将污水中的难降解有机污染物氧化为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ,另一方面,Fenton试剂产生的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体具有絮凝、吸附作用,从而能够有效去除污水中部分的有机物。但Fenton氧化法会产生大量铁泥,若处理不当易产生二次污染,而且处理工业废水产生的含铁污泥大多被认定为危险废物,处置成本较高。

[0003] 目前国内常用的铁泥处置方法有脱水干燥后进行填埋、焚烧处理以及资源化处理等。其中填埋处理会占用大量土地且浪费了大量铁元素,而且污泥中的有毒有害物质会进一步污染土壤、地下水等,甚至造成严重的环境污染。焚烧处理成本较高,焚烧过程中产生的气体若控制不当,同样易产生二次污染。关于Fenton铁泥资源化的方法,现有技术中,主要包括将铁泥资源化为硫酸亚铁产品和将铁泥资源化为Fenton催化剂两种途径。例如,公开号为CN103252340B、CN105016589A和CN105836987A的三篇中国专利分别公开了三种将铁泥资源化为硫酸亚铁晶体的方法,然而,由于废水中污染物种类不同,铁泥中携带的有机物或重金属种类不同,导致资源化后产生的硫酸亚铁产品的质量得不到保证,因此,产品的最终用途不能明确;此外,将硫酸亚铁溶液结晶为硫酸亚铁晶体需要消耗大量的能源。

[0004] 又如,公开号为CN102642997A、CN105621740A、CN105668759A和CN105776783A的四篇中国专利分别公开了四种技术方案,用于将Fenton污泥资源化后作为Fenton催化剂直接回用于Fenton反应中。其中,CN102642997A利用铁泥加酸溶解后产生的 $\text{Fe}^{3+}$ 直接作为Fenton反应的催化剂,然而,由于Fenton试剂体系中 $\text{Fe}^{3+}$ 作为催化剂时反应效率会受到严重影响,所以此种铁泥回用方法对Fenton水处理效果的不利影响较大。其中,CN105621740A利用加热催化还原的方法将铁泥加热到 $180\sim 200^\circ\text{C}$ ,得到的固液混合物作为催化剂用于Fenton反应,众所周知,固液混合物催化剂可能会影响Fenton试剂的接触效果,从而不利于Fenton水处理效果。其中,CN105668759A利用紫外光催化将铁泥溶解后的 $\text{Fe}^{3+}$ 还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,并回用于Fenton反应中,其采用活性炭吸附铁泥溶解后的有机物,但是,活性炭吸附后产生的活性炭固废还需进一步处理,并没有实现有机物的彻底去除。其中,类似地,CN105776783A也利用紫外光催化将铁泥溶解后的 $\text{Fe}^{3+}$ 还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,成功回用于Fenton反应中,然而,该技术方案并没有提及铁泥溶解后有机物的处理,因此,容易导致再生催化剂中有机物进入Fenton水处理系统中,从而不利于Fenton水处理效果。

[0005] 此外,发明人发现,目前针对Fenton氧化工艺开发的设备主要是为强化Fenton法

的处理效果的,如CN203922899U提供了一种Fenton处理设备,主要提高了Fenton试剂与污水的接触效果;又如,CN105329988A利用Fenton法结合电解法来强化污水处理效果。因此,现有技术中对于含铁泥回用的Fenton污水处理设备的开发还较少。

[0006] 由此可见,在污水处理行业内,亟需研发出一种适用于难降解工业废水的Fenton污水处理的一体化装置,使其能够实现Fenton铁泥的就地回用,减少铁泥的排放,从而有效减少Fenton工艺催化剂的用量,与此同时,还能够彻底去除Fenton铁泥中有机物,最终减少并避免铁泥产生的二次污染。

## 发明内容

[0007] 本发明所提供的技术方案是为了解决现有技术中存在的上述技术问题,例如:某些铁泥资源化方法,将铁泥资源化为硫酸亚铁晶体,能耗高,而且因为污水来源不同导致硫酸亚铁质量不稳定等问题;某些Fenton氧化法去除有机物不彻底,导致产生的铁泥吸附了大量有机物,若在资源化过程中不考虑这部分有机物的去除,则易导致二次污染,若采用活性炭吸附的方式将有机物转移到活性炭中,还需额外考虑活性炭的处理与处置;Fenton铁泥再生为 $\text{Fe}^{2+}$ 溶液作为Fenton反应的催化剂时,若直接使用含泥的混合液将易导致Fenton反应效率降低,出水水质变差。针对此,发明人拟设计并制造出一种Fenton法污水处理一体化装置,旨在实现在线回用铁泥,节省加药成本,并避免环境污染。

[0008] 因此,本发明的第一方面提供了一种基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,在一体化的集装箱内至少包括:

[0009] 依次连接的Fenton反应池1,污泥储池2,铁泥酸化反应池3,紫外双氧水反应器4和电解反应池5;

[0010] 污水进水泵12通过进水管路连接至所述Fenton反应池1;催化剂储槽8、碱液储槽9、酸液储槽10、双氧水储槽11分别通过各自的加药管路连接至所述Fenton反应池1,并且,各条加药管路上均设置有一台加药泵;

[0011] Fenton反应池1的产水由产水阀31排放,Fenton反应池1中产生的铁泥由铁泥排放阀32排入污泥储池2;所述污泥储池2的污泥出口连接污泥排放主管路,所述污泥排放主管路上设置有污泥排放泵15,并且所述污泥排放主管路分支为两条污泥排放支管路,其中一条污泥排放支管路经设置于其上的污泥循环阀34连接至污泥储池2的污泥循环入口,其中另一条污泥排放支管路经设置于其上的污泥排放阀35连接至铁泥酸化反应池3;

[0012] 并且,加酸泵16连接酸液储槽10与铁泥酸化反应池3;所述铁泥酸化反应池3中设置有浸没式膜组件17,浸没式膜组件17的产水由抽吸泵19抽吸至紫外双氧水反应器4;并且,双氧水加药泵23连接双氧水储槽11与紫外双氧水反应器4;所述紫外双氧水反应器4的排水口经排水管连接至排水泵24,所述排水泵24则经排水管连接至电解反应池5内的阴极室;

[0013] 其中,所述电解反应池5内至少包括:阴极25、阳极26、阴离子交换膜27、电解槽;直流电源6电气连接阴极25与阳极26;

[0014] 所述阴离子交换膜27将电解槽分隔成阴极室与阳极室;所述阴极室的阴极液出口通过阴极液排出管路连接至阴极液输出泵28,所述阴极液输出泵28则通过催化剂输入管路连接至催化剂储槽8;所述阳极室的阳极液入口通过阳极液输入管路连接至阳极液输入泵

30,所述阳极液输入泵30则通过阳极液输入管路连接至阳极液储罐7;所述阳极室的阳极液出口通过阳极液输出管路连接至阳极液输出泵29,所述阳极液输出泵29则通过阳极液输出管路连接至阳极液储罐7。

[0015] 优选地,在上述基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置中,所述Fenton反应池1内设置有搅拌器13和pH探头14A;所述铁泥酸化反应池3内设置有pH探头14B;所述阳极液储罐7内设置有pH探头14C;所述阴极室内设置有ORP探头37。

[0016] 优选地,在上述基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置中,所述污泥储池2内设置有污泥浓度仪33。

[0017] 优选地,在上述基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置中,所述浸没式膜组件17为PVDF或PTFE超滤膜,且为平板膜组件或中空纤维膜组件。

[0018] 进一步优选地,在上述基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置中,所述浸没式膜组件17下端集成设置曝气装置,所述曝气装置与设置在所述铁泥酸化反应池3外的鼓风机22相连;并且,所述浸没式膜组件17还通过反洗管路连接至反洗泵20,而所述反洗泵20通过反洗管路与反洗水箱21相连接;所述抽吸泵19入口处设置跨膜压差表18。

[0019] 更进一步优选地,上述基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置还包括自动控制装置36。

[0020] 本发明的第二方面还提供了一种能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,其使用本发明的第一方面所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,并包括:

[0021] S1:以调酸、反应、调碱、沉淀四个阶段为一个周期,序批式运行所述Fenton反应池1;Fenton处理完毕后,产水经产水阀31排放,铁泥经铁泥排放阀32排入污泥储池2;值得说明的是,调酸阶段的酸来自酸液储槽10,反应阶段的 $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分别来自催化剂储槽8和双氧水储槽11,而调碱阶段的碱则来自碱液储槽9。

[0022] S2:开启污泥排放泵15;首先,开启污泥循环阀34,关闭污泥排放阀35,使污泥储池2内的污泥自循环,从而使得污泥混合均匀,而不必额外设置搅拌器;然后,关闭污泥循环阀34,并开启污泥排放阀35,以将污泥排放至铁泥酸化反应池3中;

[0023] S3:连续式运行所述铁泥酸化反应池3,由加酸泵16向所述铁泥酸化反应池3中输入酸液,进行酸化反应,并维持所述铁泥酸化反应池3中的溶液的pH值在0~2之间;利用浸没式膜组件17对酸化反应后的溶液进行过滤,并通过抽吸泵19抽吸至紫外双氧水反应器4内;并且,所述铁泥酸化反应池3的水力停留时间为0.5~1h;

[0024] S4:由双氧水加药泵23向所述紫外双氧水反应器4中输入双氧水,连续式运行所述紫外双氧水反应器4,反应后的出水由排水泵24输送至电解反应池5;并且,所述紫外双氧水反应器4的反应停留时间为0.5~2h;

[0025] S5:连续实施电解反应,电解反应池5中的阴极室内的 $\text{Fe}^{3+}$ 被还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,氧化还原反应后的阴极液被阴极液输出泵28输送至催化剂储槽8,从而完成铁泥的在线回用,获得再生的 $\text{Fe}^{2+}$ 催化剂;此外,所述阴极室的水力停留时间为0.5~4h;在所述阳极室中使用稀硫酸作为电解液,pH值为3~4,析氧反应后的阳极液被阳极液输出泵29输送至阳极液储罐7,而阳极液储罐7中的阳极液被阳极液输入泵30输送返回至所述阳极室中。

[0026] 优选地,在上述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法中,所述阴极25的材质为钛极板或二氧化铅极板,所述阳极26的材质为钎铍极板或石墨极板。

[0027] 优选地,在上述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法中,所述紫外双氧水反应器4中使用0.5kW~24kW的中压紫外灯管。

[0028] 优选地,在上述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法中,所述浸没式膜组件17为PVDF或PTFE超滤膜,当其跨膜压差达到50kPa后,自动或手动使用所述反洗泵20抽吸反洗水箱21内的清水进行反冲洗。值得一提的是,如有必要,例如出现膜孔堵塞严重的情况,也可针对性地在反洗水箱21中添加药剂,进行化学反冲洗。

[0029] 优选地,在上述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法中,在所述阳极室中,当析氧反应使得阳极液的pH值降低至0~0.5时,将阳极液作为稀酸回收。换言之,当检测到阳极液的pH值降低至0~0.5时,可以将适量的阳极液从所述阳极液储罐7中抽吸出来,输送至其它场地作为稀硫酸使用,或者输送回所述酸液储槽10中,循环利用于Fenton氧化处理工艺。

[0030] 值得说明的是,在上述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,一般采用PLC系统进行控制,在一个优选实施例中,所述自动控制装置36即为PLC系统,可切换自动和手动控制程序,并且,根据工程需要,在直流电源6、污水进水泵12、搅拌器13、pH探头14A、pH探头14B、pH探头14C、ORP探头37、污泥排放泵15、加酸泵16、跨膜压差表18、抽吸泵19、反洗泵20、鼓风机22、双氧水加药泵23、排水泵24、阴极液输出泵28、阳极液输入泵30、产水阀31、铁泥排放阀32、污泥浓度仪33、污泥循环阀34、污泥排放阀35、以及各台加药泵等设备上均设置有PLC控制点。因此,上述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法的自动化程度高,运行管理方便,处理效果稳定可靠,可适用于各种难降解工业废水。

[0031] 例如,在上述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法的一个优选实施例中,污泥储池2中污泥浓度仪33测得的污泥浓度数值可作为自动控制加酸泵16的控制信号,即时加入适量的酸液,从而使得铁泥酸化反应池3内铁泥中的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 转化为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,同时利用pH探头14B反馈溶液的pH值,从而通过调节酸液添加量维持所述铁泥酸化反应池3中的溶液的pH值在0~2之间;此外,污泥储池2中污泥浓度仪33测得的污泥浓度数值可作为自动控制双氧水加药泵23的控制信号,确保紫外双氧水反应器4中的反应能够充分进行。

[0032] 综上所述,相对于现有技术,本发明所提供的技术方案主要具有以下技术优势:a)所述基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,成功将Fenton水处理技术、铁泥回用技术集成于同一集装箱内,通过自动控制实现Fenton铁泥的就地回用和在线回用,无需进一步消耗大量能量制作为产品再销售,而且,其回用效率高。b)本发明所提供的方法在对Fenton铁泥酸化后,及时进行膜过滤,从而提前使后续生成的再生催化剂中悬浮物浓度显著降低,而在紫外双氧水反应器中将酸化液进行二次氧化,能够进一步降低有机物含量,从而提前使后续生成的再生催化剂中有机物含量下降,并有利于再生催化剂中 $\text{Fe}^{2+}$ 含量升高,从而使得再生的 $\text{Fe}^{2+}$ 催化剂获得更好的催化效果,同时减少甚至避免了铁泥产生的二次污染,因此适用于各种难降解工业废水Fenton处理工艺。c)本发明所提供的方法能够对铁泥酸化、氧化过程中的加酸量、加氧化剂量进行精确控制,同时对电解还原过程中的电流电压进行精确控制,从而实现加药量和电耗的优化。d)在电解过程中,所述能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,充分利用阴离子交换膜使得阴极室发生还原反应、阳极室发生氧化反应,当析氧反应使得阳极液的pH值降低至0~0.5时,阳极液可被作为稀酸产品回收,从而阳极室产生的稀酸与阴极室产生的再生的 $\text{Fe}^{2+}$ 催化剂可被分别得到应用。

[0033] 此外,使用本发明所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置及其方法,成功实现了Fenton铁泥的就地回用与在线回用,减少Fenton铁泥排放70%以上,并最终减少Fenton反应催化剂用量50%以上。因此,本发明所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置及其方法具有广阔的应用前景与潜在的市场价值。

### 附图说明

[0034] 图1为本发明的一个实施例中所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置的结构示意图;其中:1-Fenton反应池,2-污泥储池,3-铁泥酸化反应池,4-紫外双氧水反应器,5-电解反应池,6-直流电源,7-阳极液储罐,8-催化剂储槽,9-碱液储槽,10-酸液储槽,11-双氧水储槽,12-污水进水泵,13-搅拌器,14A-pH探头,14B-pH探头,14C-pH探头,15-污泥排放泵,16-加酸泵,17-浸没式膜组件,18-跨膜压差表,19-抽吸泵,20-反洗泵,21-反洗水箱,22-鼓风机,23-双氧水加药泵,24-排水泵,25-阴极,26-阳极,27-阴离子交换膜,28-阴极液输出泵,29-阳极液输出泵,30-阳极液输入泵,31-产水阀,32-铁泥排放阀,33-污泥浓度仪,34-污泥循环阀,35-污泥排放阀,36-自动控制装置,37-ORP探头。

### 具体实施方式

[0035] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步阐述,但本发明并不限于以下实施方式。

[0036] 第一方面,提供了一种基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,在一体化的集装箱内至少包括:

[0037] 依次连接的Fenton反应池1,污泥储池2,铁泥酸化反应池3,紫外双氧水反应器4和电解反应池5;

[0038] 污水进水泵12通过进水管路连接至所述Fenton反应池1;催化剂储槽8、碱液储槽9、酸液储槽10、双氧水储槽11分别通过各自的加药管路连接至所述Fenton反应池1,并且,各条加药管路上均设置有一台加药泵;

[0039] Fenton反应池1的产水由产水阀31排放,Fenton反应池1中产生的铁泥由铁泥排放阀32排入污泥储池2;所述污泥储池2的污泥出口连接污泥排放主管路,所述污泥排放主管路上设置有污泥排放泵15,并且所述污泥排放主管路分支为两条污泥排放支管路,其中一条污泥排放支管路经设置于其上的污泥循环阀34连接至污泥储池2的污泥循环入口,其中另一条污泥排放支管路经设置于其上的污泥排放阀35连接至铁泥酸化反应池3;

[0040] 并且,加酸泵16连接酸液储槽10与铁泥酸化反应池3;所述铁泥酸化反应池3中设置有浸没式膜组件17,浸没式膜组件17的产水由抽吸泵19抽吸至紫外双氧水反应器4;并且,双氧水加药泵23连接双氧水储槽11与紫外双氧水反应器4;所述紫外双氧水反应器4的排水口经排水管连接至排水泵24,所述排水泵24则经排水管连接至电解反应池5内的阴极室;

[0041] 其中,所述电解反应池5内至少包括:阴极25、阳极26、阴离子交换膜27、电解槽;直流电源6电气连接阴极25与阳极26;

[0042] 所述阴离子交换膜27将电解槽分隔成阴极室与阳极室;所述阴极室的阴极液出口通过阴极液排出管路连接至阴极液输出泵28,所述阴极液输出泵28则通过催化剂输入管路



连接至催化剂储槽8;所述阳极室的阳极液入口通过阳极液输入管路连接至阳极液输入泵30,所述阳极液输入泵30则通过阳极液输入管路连接至阳极液储罐7;所述阳极室的阳极液出口通过阳极液输出管路连接至阳极液输出泵29,所述阳极液输出泵29则通过阳极液输出管路连接至阳极液储罐7。

[0043] 在一个优选实施例中,所述Fenton反应池1内设置有搅拌器13和pH探头14A;所述铁泥酸化反应池3内设置有pH探头14B;所述阳极液储罐7内设置有pH探头14C;所述阴极室内设置有ORP探头37。

[0044] 在一个优选实施例中,所述污泥储池2内设置有污泥浓度仪33。

[0045] 在一个优选实施例中,所述浸没式膜组件17为PVDF或PTFE超滤膜,且为平板膜组件或中空纤维膜组件。

[0046] 在一个进一步优选的实施例中,所述浸没式膜组件17下端集成设置曝气装置,所述曝气装置与设置在所述铁泥酸化反应池3外的鼓风机22相连;并且,所述浸没式膜组件17还通过反洗管路连接至反洗泵20,而所述反洗泵20通过反洗管路与反水箱21相连接;所述抽吸泵19入口处设置跨膜压差表18。

[0047] 在一个更进一步优选的实施例中,所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置还包括自动控制装置36。

[0048] 第二方面,提供了一种能在线回用铁泥的Fenton法污水处理方法,其使用第一方面所述的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置,并包括:

[0049] S1:以调酸、反应、调碱、沉淀四个阶段为一个周期,序批式运行所述Fenton反应池1;Fenton处理完毕后,产水经产水阀31排放,铁泥经铁泥排放阀32排入污泥储池2;

[0050] S2:开启污泥排放泵15;首先,开启污泥循环阀34,关闭污泥排放阀35,使污泥储池2内的污泥自循环;然后,关闭污泥循环阀34,并开启污泥排放阀35,以将污泥排放至铁泥酸化反应池3中;

[0051] S3:连续式运行所述铁泥酸化反应池3,由加酸泵16向所述铁泥酸化反应池3中输入酸液,进行酸化反应,并维持所述铁泥酸化反应池3中的溶液的pH值在0~2之间;利用浸没式膜组件17对酸化反应后的溶液进行过滤,并通过抽吸泵19抽吸至紫外双氧水反应器4内;并且,所述铁泥酸化反应池3的水力停留时间为0.5~1h;

[0052] S4:由双氧水加药泵23向所述紫外双氧水反应器4中输入双氧水,连续式运行所述紫外双氧水反应器4,反应后的出水由排水泵24输送至电解反应池5;并且,所述紫外双氧水反应器4的反应停留时间为0.5~2h;

[0053] S5:连续实施电解反应,电解反应池5中的阴极室内的 $\text{Fe}^{3+}$ 被还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,氧化还原反应后的阴极液被阴极液输出泵28输送至催化剂储槽8,所述阴极室的水力停留时间为0.5~4h;在所述阳极室中使用稀硫酸作为电解液,pH值为3~4,析氧反应后的阳极液被阳极液输出泵29输送至阳极液储罐7,而阳极液储罐7中的阳极液被阳极液输入泵30输送返回至所述阳极室中。

[0054] 在一个优选实施例中,所述阴极25的材质为钛极板或二氧化铅极板,所述阳极26的材质为钎铈极板或石墨极板。

[0055] 在一个优选实施例中,所述紫外双氧水反应器4中使用0.5kW~24kW的中压紫外灯管。

[0056] 在一个优选实施例中,所述浸没式膜组件17为PVDF或PTFE超滤膜,当其跨膜压差达到50kPa后,自动或手动使用所述反洗泵20抽吸反洗水箱21内的清水进行反冲洗。

[0057] 在一个优选实施例中,在所述阳极室中,当析氧反应使得阳极液的pH值降低至0~0.5时,将阳极液作为稀酸回收。

[0058] 实施例1

[0059] 发明人采用如图1所示的基于铁泥回用的Fenton法污水处理一体化装置对某种医药中间体生产污水进行Fenton工艺处理,该医药中间体生产污水经生化工艺处理后的出水作为Fenton工艺处理的原水,其平均COD为800mg/L,要求进一步深度处理后达到COD≤500mg/L的纳管排放标准;该Fenton工艺处理的主要步骤为:

[0060] 1) Fenton工艺处理的原水首先被污水进水泵12泵入Fenton反应池1,进行序批式运行,调酸、反应、调碱、沉淀的时间分别为0.5h、1.5h、0.5h和0.5h,其中,使用自动控制装置36控制进水量、各药剂的加入量、搅拌与静沉时间、pH条件(调酸和调碱阶段的pH分别控制为3~4、6~8)以及排水排泥量,Fenton处理完毕后,产水经产水阀31排放,确保测得的产水COD≤500mg/L;铁泥经铁泥排放阀32排入污泥储池2。

[0061] 2) 开启污泥排放泵15;首先,开启污泥循环阀34,关闭污泥排放阀35,使污泥储池2内的污泥自循环;然后,关闭污泥循环阀34,并开启污泥排放阀35,以将污泥排放至铁泥酸化反应池3中;与此同时,利用污泥浓度仪33测得铁泥的浓度,反馈到自动控制装置36,以确定后续铁泥酸化反应需要的加酸量以及紫外双氧水氧化需要加入的双氧水量。

[0062] 3) 连续式运行所述铁泥酸化反应池3,由自动控制装置36控制加酸泵16的流量、鼓风机22的风量以及抽吸泵19的流量,使铁泥在所述铁泥酸化反应池3的停留时间维持在0.5h,并维持所述铁泥酸化反应池3中的溶液的pH值在0~2之间,溶液的具体pH值通过pH探头14B反馈到自动控制装置36,浸没式膜组件17的跨膜压差通过跨膜压差表18反馈到自动控制装置36,当检测到跨膜压差超过50kPa时,自动反冲洗;其中,所述浸没式膜组件17为PVDF超滤膜,利用其对酸化反应后的溶液(可称为酸化液)进行过滤,并通过抽吸泵19抽吸至紫外双氧水反应器4内;

[0063] 4) 由双氧水加药泵23向所述紫外双氧水反应器4中输入双氧水,连续式运行所述紫外双氧水反应器4,反应后的出水由排水泵24输送至电解反应池5;在此过程中,使酸化液在紫外双氧水反应器4内的反应停留时间维持在0.5h;其中,使用0.5kW的中压紫外灯管;二次氧化反应后酸化液中有机物的去除率达到90%。

[0064] 5) 排水泵24将去除有机物的酸化液泵入电解反应池5内的阴极室;在直流电源6控制电流为0.2A条件下电解0.5h,以二氧化铅极板为阴极,使酸化液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 被还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,同时以钎铈极板为阳极,采用pH为4的稀硫酸作为电解液,在阳极发生析氧反应,当阳极液的pH值降低至0~0.5时作为稀酸回收,重新配置稀硫酸作为电解液;所述阴极室的水力停留时间为0.5h,阴极室内,氧化还原反应后的阴极液被阴极液输出泵28输送至催化剂储槽8,作为Fenton反应的催化剂进行循环利用,再生的 $\text{Fe}^{2+}$ 催化剂的加入量则根据其中的 $\text{Fe}^{2+}$ 含量按比例投加,以维持Fenton反应产水COD≤500mg/L,持续稳定达到纳管排放标准。

[0065] 以上对本发明的具体实施例进行了详细描述,但其只是作为范例,本发明并不限制于以上描述的具体实施例。对于本领域技术人员而言,任何对本发明进行的等同修改和替代也都在本发明的范畴之中。因此,在不脱离本发明的精神和范围下所作的均等变换和

修改,都应涵盖在本发明的范围内。

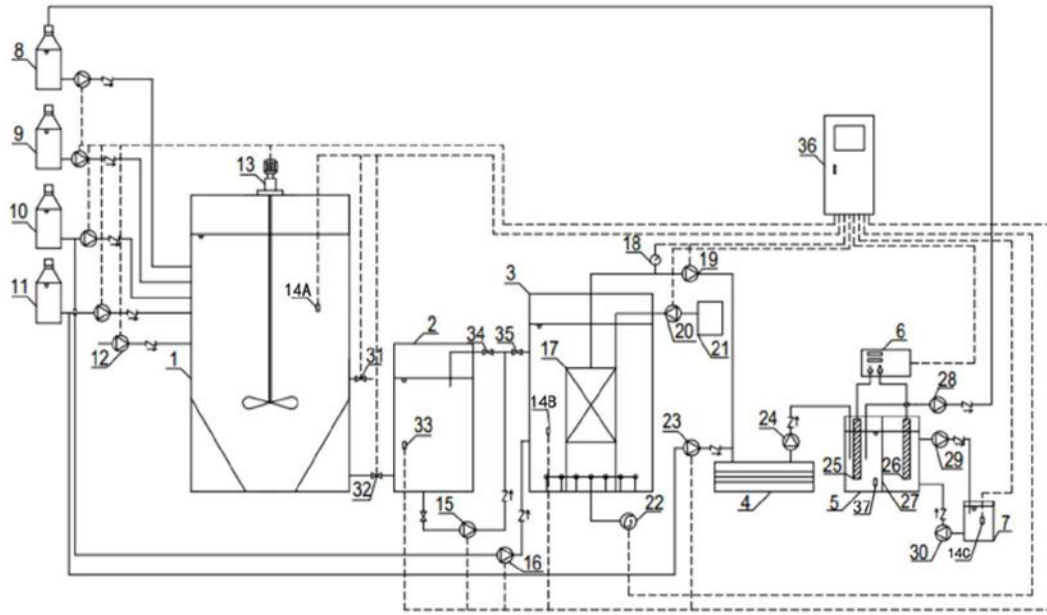


图1