



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113371923 A

(43)申请公布日 2021.09.10

(21)申请号 202010162980.0

(22)申请日 2020.03.10

(71)申请人 上海唯辰环保科技有限公司

地址 201811 上海市嘉定区华亭镇浏翔公
路6899号2号楼259室

(72)发明人 李亚东

(74)专利代理机构 上海宏京知识产权代理事务
所(普通合伙) 31297

代理人 李昌霖

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

C02F 11/122(2019.01)

C02F 11/13(2019.01)

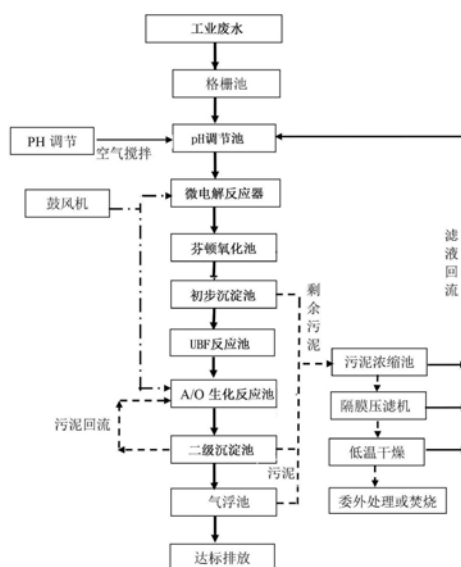
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种化工废水处理系统及处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种化工废水处理系统,包括依次连接的pH调节池、微电解反应器、芬顿氧化池、初级沉淀池、UBF反应池、A/O生化反应池、二级沉淀池和气浮池;微电解反应器为下部开设有进水口、上部开设有出水口的塔式反应器,微电解反应器内中部设有微电解填料,微电解填料下方和A/O生化反应池内底部均固定设置有与鼓风机相连通的曝气装置;微电解反应器出水进入至芬顿氧化池,通过加药装置向芬顿氧化池内添加药剂。其通过对废水进行梯级处理,实现化工废水的高效稳定处理,且运行费用较低。



1. 一种化工废水处理系统,其特征在于,包括依次连接的pH调节池、微电解反应器、芬顿氧化池、初级沉淀池、UBF反应池、A/O生化反应池、二级沉淀池和气浮池;所述微电解反应器为下部开设有进水口、上部开设有出水口的塔式反应器,所述微电解反应器内中部设有微电解填料,所述微电解填料为由质量比为1:1的铁和碳在1000℃的高温条件下烧结而成的铁碳球填料,其中,铁碳球填料的孔隙率为60-70%,比表面积为 $1.5-1.8\text{m}^2/\text{g}$,所述微电解填料下方和所述A/O生化反应池内底部均固定设置有与鼓风机相连通的曝气装置;所述微电解反应器出水进入至芬顿氧化池,通过加药装置向芬顿氧化池内添加药剂;所述A/O生化反应池内缺氧段的溶解氧为 $0.1-0.5\text{mg/L}$,好氧段的溶解氧为 $0.5\text{mg/L}-5.0\text{mg/L}$,A/O生化反应池内水力停留时间为18h-25h。

2. 根据权利要求1所述的化工废水处理系统,其特征在于,所述曝气装置包括进气管、多个直径依次减小的环状曝气管和两个呈十字交叉型结构的径向连通管,多个所述环状曝气管同圆心设置于同一水平面上,两个所述径向连通管分别与多个所述环状曝气管相连通,所述进气管一端与两个所述径向连通管相连通,所述进气管另一端与鼓风机相连通,所述环状曝气管和所述径向连通管上部均匀开设有多个曝气孔,位于最外侧的所述环状曝气管通过固定座固定安装在微电解反应器或A/O生化反应池内侧壁上。

3. 根据权利要求1或2所述的化工废水处理系统,其特征在于,所述UBF反应池包括反应容器,所述反应容器底部设置有与所述初级沉淀池相连通的布水器,所述反应容器内中部固定安装有三相分离器,所述三相分离器下方设有厌氧颗粒污泥膨胀床,所述三相分离器上方设有微生物填料,所述微生物填料表面吸附有厌氧微生物并形成生物膜,所述微生物填料上方设有沉淀区,所述沉淀区上方设有与所述A/O生化反应池相连通的出水口,其中所述微生物填料区底部和所述厌氧颗粒污泥膨胀床底部通过回流泵相连接。

4. 根据权利要求3所述的化工废水处理系统,其特征在于,所述UBF反应池内上升流量控制在 $60-70\text{m}^3/\text{h}$,上升流速控制在 $0.6-0.7\text{m/h}$,有机负荷控制在 5kg 以下。

5. 根据权利要求1所述的化工废水处理系统,其特征在于,所述初级沉淀池和所述二级沉淀池中均设有斜管组件,沉淀池底部设有用于收集污泥的泥斗,沉淀池上部出水口处设置有三角堰。

6. 根据权利要求1或5所述的化工废水处理系统,其特征在于,所述二级沉淀池底部通过污泥泵与所述A/O生化反应池相连通进行污泥回流,所述初步沉淀池、所述二级沉淀池和所述气浮池内的污泥通过管路输送至污泥浓缩池中进行浓缩,浓缩后的污泥进入隔膜压滤机中进行处理。

7. 一种化工废水处理方法,其特征在于,采用权利要求1所述的化工废水处理系统,包括以下步骤:

S1、待处理化工废水引入至pH调节池,在空气搅拌条件下调节pH在2-3之间,并调节水量,均匀水质;

S2、将调解pH值后的废水经提升泵引入至微电解反应器内进行反应,停留时间为3-5h;

S3、将微电解反应器出水引入至芬顿氧化池内,通过加药装置向芬顿氧化池内投加双氧水和硫酸亚铁进行芬顿氧化反应,并向芬顿氧化池末端投加PAM进行絮凝沉淀;

S4、将芬顿氧化池出水引入至初级沉淀池内进行沉淀处理,沉淀处理时间为6-10h,底部沉降污泥输送至污泥浓缩池;

S5、将初级沉淀池内经过沉降处理后的上清液经引入至UBF反应池进行厌氧反应,根据厌氧过程中产生的气泡数量调节布水器的进水量、并控制回流比在150-200%;

S6、UBF反应池出水引入至A/O生化反应池内,并依次进入到缺氧段和好氧段,进入缺氧段的溶解氧为0.1-0.5mg/L,好氧段的溶解氧为2mg/L-7mg/L,A/O生化反应池内的水力停留时间为18h-25h,污泥浓度为3000-5000mg/L;

S7、A/O生化反应池出水引入至二级沉淀池内进行沉淀处理,沉淀时间为4-6h,底部沉降污泥一部分输送至污泥浓缩池,一部分回流至A/O生化反应池中,其中污泥回流比控制在50%-200%之间;

S8、二级沉淀池中上清液进入至气浮池内,向混凝区内投加混凝剂,废水与混凝剂充分混合反应,而后进入至气浮区内进行固液分离,气浮区内气浮污泥排放至污泥浓缩池中,清水达标外排。

8.根据权利要求7所述的化工废水处理方法,其特征在于,污泥进入至污泥浓缩池内进行浓缩处理,然后由污泥螺杆泵打入至隔膜压滤机中进行脱水处理,滤液回流至pH调节池内,滤并经低温干燥箱脱水处理后进行委外处理或锅炉焚烧处理。

一种化工废水处理系统及处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业废水处理技术领域,具体涉及一种化工废水处理系统及处理方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着污废水排放的大量增加,水体污染日益严重,尤其是随着化工园区的涌现,产生了含有大量有毒有害物质的工业废水,这些废水直接或者较低标准的排放均会引起重大环境风险。而这些化工废水的水质成分复杂,副产物较多,水质及水量波动较大,而且由于化工行业生产过程使用的反应原料常为溶剂类物质或环状结构的化合物,未完全反应的原料及生产中使用的大量溶剂介质均直接进入废水体系,导致废水中有机污染物含量较高,有毒有害物质多,生物难降解物质多,增加了废水的处理难度,目前化工废水属于国内外难处理的工业废水之一。

[0003] 目前,化工废水常用的处理方法包括物化处理法和生化处理法,物化处理法包括混凝沉淀法、吸附法以及氧化还原法,物化处理法具有处理效率高,停留时间短等特点,但是整体处理成本较高;生化处理法包括厌氧、缺氧、好氧等工艺,生化处理法具有处理水量大且较为经济等优点,但是化工废水处理的主要对象是不易生物降解或生物降解速度极慢的有机化学成分及有毒物质,单独采用生化处理法对化工废水的处理效率不高,出水水质不稳定。目前的化工废水处理系统大多采用多种处理工艺进行优化组合,但是其出水水质不稳定,无法使出水达到废水处理水质排放标准,且处理效率较低,整个处理过程能耗较高。

发明内容

[0004] 为了解决上述背景技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种化工废水处理系统,其通过对废水进行梯级处理,实现化工废水的高效稳定处理,且运行费用较低。此外,本发明还提供一种化工废水处理方法。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 本发明的第一方面,提供一种化工废水处理系统,包括依次连接的pH调节池、微电解反应器、芬顿氧化池、初级沉淀池、UBF反应池、A/O生化反应池、二级沉淀池和气浮池;所述微电解反应器为下部开设有进水口、上部开设有出水口的塔式反应器,所述微电解反应器内中部设有微电解填料,所述微电解填料为由质量比为1:1的铁和碳在1000℃的高温条件下烧结而成的铁碳球填料,其中,铁碳球填料的孔隙率为60-70%,比表面积为1.5-1.8m²/g,所述微电解填料下方和所述A/O生化反应池内底部均固定设置有与鼓风机相连通的曝气装置;所述微电解反应器出水进入至芬顿氧化池,通过加药装置向芬顿氧化池内添加药剂;所述A/O生化反应池内缺氧段的溶解氧为0.1-0.5mg/L,好氧段的溶解氧为2mg/L-7mg/L,A/O生化反应池内水力停留时间为18h-25h。

[0007] 进一步地改进在于,所述曝气装置包括进气管、多个直径依次减小的环状曝气管

和两个呈十字交叉型结构的径向连通管,多个所述环状曝气管同圆心设置于同一水平面上,两个所述径向连通管分别与多个所述环状曝气管相连通,所述进气管一端与两个所述径向连通管相连通,所述进气管另一端与鼓风机相连通,所述环状曝气管和所述径向连通管上部均匀开设有多个曝气孔,位于最外侧的所述环状曝气管通过固定座固定安装在微电解反应器或A/O生化反应池内侧壁上。采用上述曝气装置供氧,曝气系统均布池底,动力效率高,能耗低,且能够产生超微细气泡,气泡粒径在10-40 μm ,降低了微细气泡在水中浮起散发的速度,增加空气中氧气在废水中的停留时间,同时超微细气泡以巨大的比表面积与废水中的微生物产生巨大的氧气接触面,极高的氧推动力为微生物呼吸提供充足的氧气,加速微生物分解有机物,提高生物处理效率。

[0008] 进一步地改进在于,所述UBF反应池包括反应容器,所述反应容器底部设置有与所述初级沉淀池相连通的布水器,所述反应容器内中部固定安装有三相分离器,所述三相分离器下方设有厌氧颗粒污泥膨胀床,所述三相分离器上方设有微生物填料,所述微生物填料表面吸附有厌氧微生物并形成生物膜,所述微生物填料上方设有沉淀区,所述沉淀区上方设有与所述A/O生化反应池相连通的出水口,其中所述微生物填料区底部和所述厌氧颗粒污泥膨胀床底部通过回流泵相连接。废水经过布水其均匀分布到整个反应容器的底部,并产生一个均匀的上升流速,废水通过厌氧颗粒污泥膨胀床时,废水与颗粒污泥充分接触,强化了传质效果,大部分的有机物被降解,同时产生大量的沼气,通过三相分离器将沼气、污泥和废水进行有效的分离,使得污泥有效的持留在反应容器内,通过微生物填料区进一步对废水中的有机物进行去除,提高了废水的BOD/COD比,经过微生物填料区后的废水在沉淀区进一步进行沉淀,降低了出水的悬浮物含量。

[0009] 进一步地改进在于,所述UBF反应池内上升流量控制在60-70 m^3/h ,上升流速控制在0.6-0.7 m/h ,有机负荷控制在5 kg 以下。

[0010] 进一步地改进在于,所述初级沉淀池和所述二级沉淀池中部均设有斜管组件,沉淀池底部设有用于收集污泥的泥斗,沉淀池上部出水口处设置有三角堰。

[0011] 进一步地改进在于,所述二级沉淀池底部通过污泥泵与所述A/O生化反应池相连通进行污泥回流,所述初步沉淀池、所述二级沉淀池和所述气浮池内的污泥通过管路输送至污泥浓缩池中进行浓缩,浓缩后的污泥进入隔膜压滤机中进行处理。

[0012] 本发明的第二方面,提供一种化工废水处理方法,采用上述化工废水处理系统,包括以下步骤:

[0013] S1、待处理化工废水引入至pH调节池,在空气搅拌条件下调节pH在2-3之间,并调节水量,均匀水质;

[0014] S2、将调解pH值后的废水经提升泵引入至微电解反应器内进行反应,停留时间为3-5h,其将废水中难降解的苯环、链状大分子化合物结构破坏,提高可生化性,同时产生 Fe^{2+} 以便絮凝溶解性有机物;

[0015] S3、将微电解反应器出水引入至芬顿氧化池内,通过加药装置向芬顿氧化池内投加双氧水和硫酸亚铁进行芬顿氧化反应,双氧水与 Fe^{2+} 形成高级氧化,高级氧化羟基能够快速高效的将大分子有机物氧化为易于降解的小分子有机物,从而便于后续的生化反应,并向芬顿氧化池末端投加PAM(聚丙烯酰胺)进行絮凝沉淀;

[0016] S4、将芬顿氧化池出水引入至初级沉淀池内进行沉淀处理,沉淀处理时间为6-

10h,底部沉降污泥输送至污泥浓缩池;

[0017] S5、将初级沉淀池内经过沉降处理后的上清液经引入至UBF反应池进行厌氧反应,根据厌氧过程中产生的气泡数量调节布水器的进水量、并控制回流比在150-200%;当观测到厌氧产生的气泡数量较少时,可以减少进水量,增加回流比,提高生化反应速度,同时增加回流量,提高水质处理效果,UBF反应池可将废水中残余的大分子有毒有害化合物降解为甲烷等气体和小分子易降解有机物,而UBF反应池出水中的小分子易降解有机物能够在A/O生化反应池内进行有效的生化降解,从而达到了COD的高效去除;

[0018] S6、UBF反应池出水引入至A/O生化反应池内,并依次进入到缺氧段和好氧段,进入缺氧段的溶解氧为0.1-0.5mg/L,好氧段的溶解氧为2mg/L-7mg/L,A/O生化反应池内的水力停留时间为18h-25h,污泥浓度为3000-5000mg/L;

[0019] S7、A/O生化反应池出水引入至二级沉淀池内进行沉淀处理,沉淀时间为4-6h,底部沉降污泥一部分输送至污泥浓缩池,一部分回流至A/O生化反应池中,其中污泥回流比控制在50%-200%之间;

[0020] S8、二级沉淀池中上清液进入至气浮池内,向混凝区内投加混凝剂,废水与混凝剂充分混合反应,而后进入至气浮区内进行固液分离,气浮区内气浮污泥排放至污泥浓缩池中,清水达标外排。

[0021] 其中,污泥进入至污泥浓缩池内进行浓缩处理,然后由污泥螺杆泵打入至隔膜压滤机中进行脱水处理,滤液回流至pH调节池内,滤液经低温干燥箱脱水处理后进行委外处理或锅炉焚烧处理。

[0022] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0023] 本发明综合多种废水处理技术,对废水进行梯级处理,通过pH调节池调节废水pH值,并调节水量,均匀水质,通过微电解反应器-芬顿氧化池能够很好将废水中的有毒有害的大分子化合物降解为小分子有机物,防止对续生化池内的微生物造成毒害,提高可生化性,便于后续生化系统的运行,UBF反应池可将废水中残余的大分子有毒有害化合物降解为甲烷等气体和小分子易降解有机物,提高了对高浓度化工废水的处理能力,而UBF反应池出水中的小分子易降解有机物能够在A/O生化反应池内进行有效的生化降解,从而达到了COD的高效去除,随后废水经过二级沉淀池和气浮池进行泥水分离,达到排放标准。本发明中化工废水处理系统及处理方法对化工废水具有很强的适应性,运行稳定,可满足出水要求,且能耗低,经济性较好。

附图说明

[0024] 下面结合附图与具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0025] 图1为本发明中工废水处理系统的结构框图;

[0026] 图2为本发明中微电解反应器的结构示意图;

[0027] 图3为本发明中曝气装置的结构示意图;

[0028] 图4为本发明中初级沉淀池的结构示意图;

[0029] 图5为本发明中UBF反应池的结构示意图;

[0030] 图6为本发明中工废水处理方法的工艺流程图;

[0031] 其中,附图标记为:格栅池1,pH调节池2,微电解反应器3,塔式反应器31,微电解填

料32,曝气装置33,进气管34,环状曝气管35,径向连通管36,鼓风机37,芬顿氧化池4,初级沉淀池5,三角堰51,斜管组件52,泥斗53,UBF反应池6,反应容器61,布水器62,厌氧颗粒污泥膨胀床63,三相分离器64,微生物填料65,沉淀区66,回流泵67,A/O生化反应池7,二级沉淀池8,气浮池9。

具体实施方式

[0032] 本实施例中化工废水处理系统,如图1所示,包括依次连接的格栅池1、pH调节池2、微电解反应器3、芬顿氧化池4、初级沉淀池5、UBF反应池6、A/O生化反应池7、二级沉淀池8和气浮池9;如图2所示,微电解反应器3为下部开设有进水口、上部开设有出水口的塔式反应器31,微电解反应器3内中部设有微电解填料32,微电解填料32为由质量比为1:1的铁和碳在1000℃的高温条件下烧结而成的铁碳球填料,其中,铁碳球填料的孔隙率为60-70%,比表面积为1.5-1.8m²/g,微电解填料32下方和A/O生化反应池7内底部均固定设置有与鼓风机37相连通的曝气装置33;微电解反应器3出水进入至芬顿氧化池4,通过加药装置向芬顿氧化池4内添加药剂;A/O生化反应池7内缺氧段的溶解氧为0.1-0.5mg/L,好氧段的溶解氧为2mg/L-7mg/L,A/O生化反应池7内水力停留时间为18h-25h。

[0033] 其中,如图3所示,曝气装置33包括进气管34、多个直径依次减小的环状曝气管35和两个呈十字交叉型结构的径向连通管36,多个环状曝气管35同圆心设置于同一水平面上,两个径向连通管36分别与多个环状曝气管35相连通,进气管34一端与两个径向连通管36相连通,进气管34另一端与鼓风机37相连通,环状曝气管35和径向连通管36上部均匀开设有多个曝气孔,位于最外侧的环状曝气管35通过固定座固定安装在微电解反应器3或A/O生化反应池7内侧壁上。

[0034] 其中,如图5所示,UBF反应池6包括反应容器61,反应容器61底部设置有与初级沉淀池5相连通的布水器62,反应容器61内中部固定安装有三相分离器64,三相分离器64下方设有厌氧颗粒污泥膨胀床63,三相分离器64上方设有微生物填料65,微生物填料65表面吸附有厌氧微生物并形成生物膜,微生物填料65上方设有沉淀区66,沉淀区66上方设有与A/O生化反应池7相连通的出水口,其中微生物填料65区底部和厌氧颗粒污泥膨胀床63底部通过回流泵67相连接。UBF反应池6内上升流量控制在60-70m³/h,上升流速控制在0.6-0.7m/h,有机负荷控制在5kg以下。

[0035] 其中,如图4所示,初级沉淀池5和二级沉淀池8中部均设有斜管组件52,沉淀池底部设有用于收集污泥的泥斗53,沉淀池上部出水口处设置有三角堰51。

[0036] 二级沉淀池8底部通过污泥泵与A/O生化反应池7相连通进行污泥回流,初步沉淀池、二级沉淀池8和气浮池9内的污泥通过管路输送至污泥浓缩池中进行浓缩,浓缩后的污泥进入隔膜压滤机中进行处理。

[0037] 上述化工废水处理方法,如图6所示,具体步骤为:

[0038] S1、将待处理化工废水收集至格栅池1内,并经过粗细两道格栅,去除较大悬浮物,然后引入至格栅池1内至pH调节池2,在空气搅拌条件下调节pH在2-3之间,并调节水量,均匀水质;

[0039] S2、将调解pH值后的废水经提升泵引入至微电解反应器3内进行反应,停留时间为3-5h,其将废水中难降解的苯环、链状大分子化合物结构破坏,提高可生化性,同时产生Fe²⁺

以便絮凝溶解性有机物；

[0040] S3、将微电解反应器3出水引入至芬顿氧化池4内，通过加药装置向芬顿氧化池4内投加双氧水和硫酸亚铁进行芬顿氧化反应，并向芬顿氧化池4末端投加PAM(聚丙烯酰胺)进行絮凝沉淀；

[0041] S4、将芬顿氧化池4出水引入至初级沉淀池5内进行沉淀处理，沉淀处理时间为6-10h，底部沉降污泥输送至污泥浓缩池；

[0042] S5、将初级沉淀池5内经过沉降处理后的上清液经引入至UBF反应池6进行厌氧反应，根据厌氧过程中产生的气泡数量调节布水器62的进水量、并控制回流比在150-200%；

[0043] S6、UBF反应池6出水引入至A/O生化反应池7内，并依次进入到缺氧段和好氧段，进入缺氧段的溶解氧为0.1-0.5mg/L，好氧段的溶解氧为2mg/L-7mg/L，A/O生化反应池7内的水力停留时间为18h-25h，污泥浓度为3000-5000mg/L；

[0044] S7、A/O生化反应池7出水引入至二级沉淀池8内进行沉淀处理，沉淀时间为4-6h，底部沉降污泥一部分输送至污泥浓缩池，一部分回流至A/O生化反应池7中，其中污泥回流比控制在50%-200%之间，污泥进入至污泥浓缩池内进行浓缩处理，然后由污泥螺杆泵打入至隔膜压滤机中进行脱水处理，滤液回流至pH调节池2内，滤液经低温干燥箱脱水处理后进行委外处理或锅炉焚烧处理；

[0045] S8、二级沉淀池8中上清液进入至气浮池9内，向混凝区内投加混凝剂，废水与混凝剂充分混合反应，而后进入至气浮区内进行固液分离，气浮区内气浮污泥排放至污泥浓缩池中，清水达标外排。

[0046] 应用实例

[0047] 某生产化工原料排放废水，水质如下：CODcr5514mg/L、氨氮值超过400mg/L，总磷为100mg/L、pH8.2。

[0048] 处理过程如下：首先将待处理化工废水收集至格栅池1内，并经过粗细两道格栅，去除较大悬浮物，然后将化工废水引入至pH调节池2，通过酸碱补加装置调节废水pH在2-3之间，并调节水量，均匀水质，水力停留时间8h，穿孔管曝气搅拌，气水比为2:1；然后将调解pH值后的废水经提升泵引入至微电解反应器3内进行反应，停留时间为3h；再将微电解反应器3出水引入至芬顿氧化池4内，通过加药装置向芬顿氧化池4内投加双氧水和硫酸亚铁进行芬顿氧化反应，并向芬顿氧化池4末端投加PAM(聚丙烯酰胺)进行絮凝沉淀；再将芬顿氧化池4出水引入至初级沉淀池5内进行沉淀处理，沉淀处理时间为8h，底部沉降污泥输送至污泥浓缩池；随后将初级沉淀池5内经过沉降处理后的上清液经引入至UBF反应池6进行厌氧反应，根据厌氧过程中产生的气泡数量调节布水器62的进水量、并控制回流比在150-200%，UBF反应池6内上升流量控制在62m³/h，上升流速控制在0.6m/h；UBF反应池6出水引入至A/O生化反应池7内，并依次进入到缺氧段和好氧段，进入缺氧段的溶解氧为0.15mg/L，好氧段的溶解氧为5mg/L，A/O生化反应池7内的水力停留时间为18h，污泥浓度为3800mg/L；再将A/O生化反应池7出水引入至二级沉淀池8内进行沉淀处理，沉淀时间为4h，底部沉降污泥一部分输送至污泥浓缩池，一部分回流至A/O生化反应池7中，其中污泥回流比控制在50%-200%之间，污泥进入至污泥浓缩池内进行浓缩处理，然后由污泥螺杆泵打入至隔膜压滤机中进行脱水处理，滤液回流至pH调节池2内，滤液经低温干燥箱脱水处理后进行委外处理或锅炉焚烧处理；二级沉淀池8中上清液进入至气浮池9内，向混凝区内投加混凝剂，废

水与混凝剂充分混合反应,而后进入至气浮区内进行固液分离,气浮区内气浮污泥排放至污泥浓缩池中,气浮池9中出水的COD_{Cr}值为96mg/L、氨氮值为30g/L,总磷为5mg/L、pH6.3,符合废水综合排放标准。

[0049] 以上应用了具体个例对本发明进行阐述,只是用于帮助理解本发明,并不用以限制本发明。对于本发明所属技术领域的技术人员,依据本发明的思想,还可以做出若干简单推演、变形或替换。

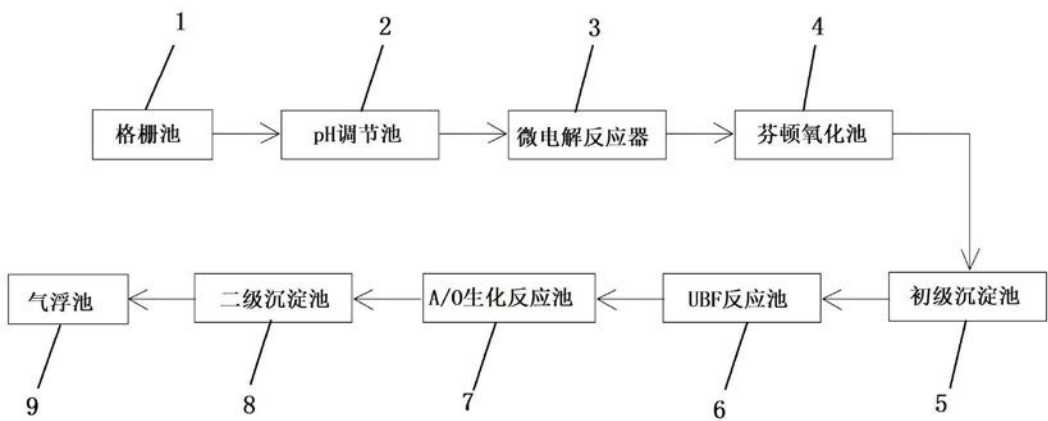


图1

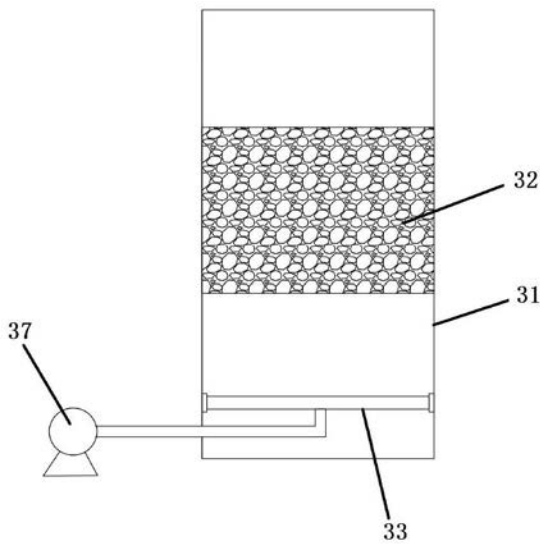


图2

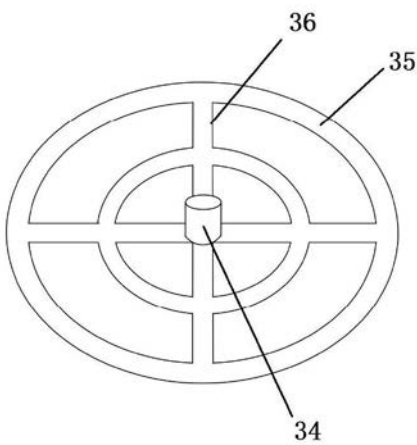


图3

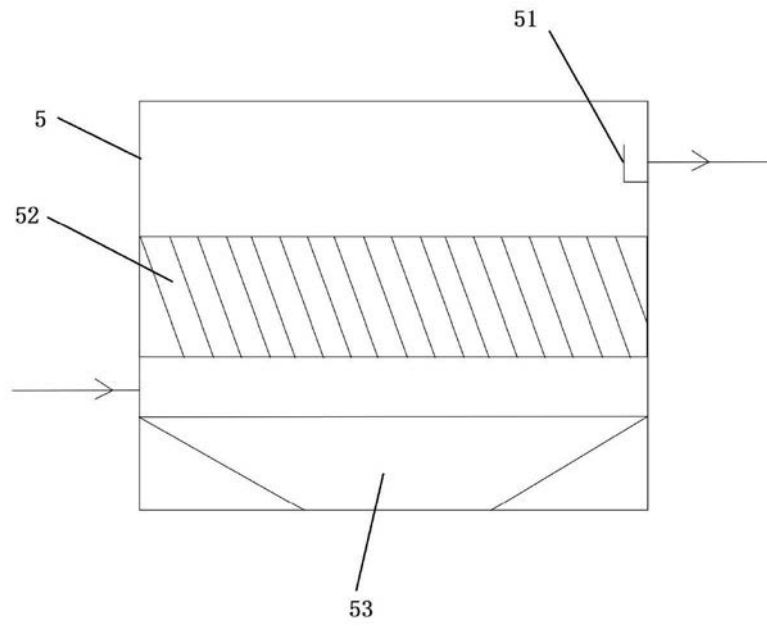


图4

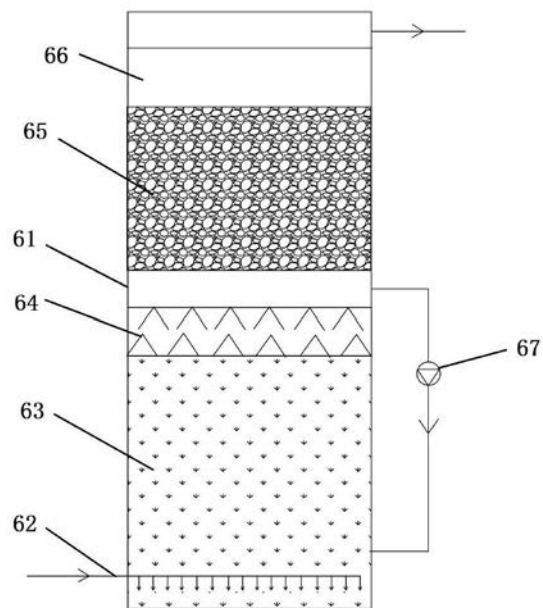


图5

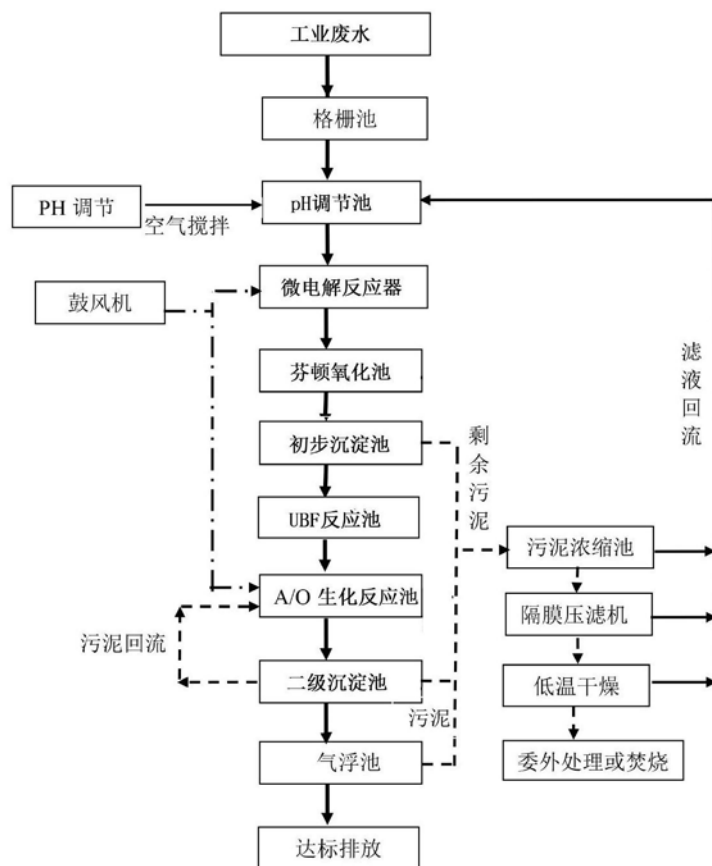


图6