



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104193077 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201410357495. 3

(22) 申请日 2014. 07. 25

(73) 专利权人 中国环境科学研究院

地址 100012 北京市朝阳区安外北苑大羊坊
8号

(72) 发明人 王雷 席北斗 何小松 张列宇
常明 李曹乐 李一葳 郭可昕
王金生 徐剑锋

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

审查员 邹聪慧

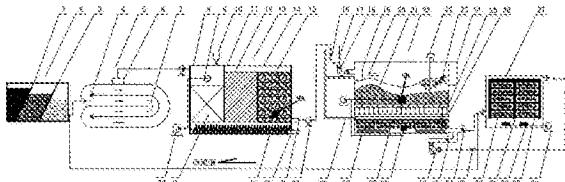
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置
及方法

(57) 摘要

一种 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置，主要由两段格栅机、carrousel 氧化沟、纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置和光催化降解反应装置组成。本发明还公开了利用上述装置进行污水处理的方法。本发明工艺流程简单、管理方便、投资省、运行费用低、工艺稳定性高，针对有机物含量高、色度高的硝基废水效果尤其明显。



1. 一种 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置, 主要由两段格栅机、carrousel 氧化沟、纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置和光催化降解反应装置组成; 其中:

两段格栅机, 框体内分别布设有粗筛网和细筛网两段筛网, 两段筛网与水平呈现 60 度夹角布设, 污水在重力作用下通过粗、细两段筛网, 拦截液体中的固态颗粒, 并连续清除流体中杂物的固液分离设备; 格栅机出水自流入 carrousel 氧化沟内;

carrousel 氧化沟由两个相同的椭圆形氧化沟上下排列而成, 上方氧化沟的上部沟渠和下方氧化沟的下部沟渠相连, 两个氧化沟的沟渠内均安装有曝气机; 上方氧化沟的上部沟渠设有出水堰, 所述出水堰的出水导至纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置内;

纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置底部设有螺旋输泥器和出泥口, 纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置连接三段式生物膜反应器出水口的一侧为主反应区, 该主反应区用于完成纳米气浮 - 凝聚过程, 相邻主反应区为絮体拦截区, 相邻絮体拦截区的为絮体二次拦截区; 主反应区内设有微涡流混凝器, 主反应区内部上方有通入 O_2 的纳米曝气头, 主反应区顶端设有用以添加混凝剂的加药装置; 絮体拦截区内铺设有用于絮体拦截沉淀的斜管; 絮体二次拦截区内部填充有聚丙烯的立体网状结构填料, 立体网状结构填料下方铺设一纳米曝气头, 絮体二次拦截区底部设置有出水口, 出水通过液压泵连接三级反冲筛滤装置的进水口;

三级反冲筛滤装置水池的进水口处设有一进水堰, 出水口处设有回流槽, 三级反冲筛滤装置内部由多孔网格分为上部的集水池和下部的分流仓两个部分, 分流仓为紧密排列的圆筒状; 多孔网格上方中央安放一纳米曝气头, 埋设在填充的筛滤填料中, 筛滤填料上方靠近进水堰处设有一阻流板, 靠近回流槽的一侧设有一通入 O_2 的曝气管, 曝气管设有多个细孔曝气孔, 曝气孔垂直向上, 筛滤填料安装有超声波发生仪; 分流仓的下方为储水箱, 储水箱外壁涂刷避光黑色涂料, 其内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂, 其底部安装有紫外灭菌灯, 且灭菌灯之间设置有通入 O_3 的纳米曝气头, 储水箱内剩余的空间填充有半导体负载填料; 三级反冲筛滤装置的出水直接导入光催化降解反应装置;

光催化降解反应装置内壁均匀负载一层非金属掺杂光催化剂, 底部开设有排泥口, 位于排泥口上方设置有纳米曝气盘, 纳米曝气盘上设置有低压紫外汞灯框架, 低压紫外汞灯框架上安装有低压紫外汞灯, 低压紫外汞灯设有防水套筒; 光催化降解反应装置内部剩余空间填充有半导体负载填料; 光催化降解反应装置的顶部设有遮光板。

2. 根据权利要求 1 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置, 其中, 两段格栅机内的粗、细筛网均为玻璃钢材质, 粗筛网孔径为 15mm, 细筛网孔径为 6mm。

3. 根据权利要求 1 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置, 其中, 纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝池内使用的混凝剂为聚合氯化铝 + 阳离子聚丙烯酰胺。

4. 根据权利要求 1 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置, 其中, 纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置内螺旋输送器转速不高于 30r/min。

5. 根据权利要求 1 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置, 其中, 三级反冲筛滤装置中的筛滤填料为改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物, 质量混合比例为 7:3, 过滤精度为 0.3-1.1mm。

6. 根据权利要求 1 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置, 其中, 纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置的反冲洗时纳米曝气头进气为 O_2 , 用于混凝搅拌和

清洁填料；三级反冲筛滤装置的储水池及光催化降解反应装置纳米曝气头进气为 O_3 ，通过纳米曝气强化羟基自由基的产生过程。

7. 利用权利要求 1 所述 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置进行污水处理的方法：

由两段格栅机拦截液体中的固态颗粒，并连续清除流体中杂物的固液分离设备；格栅机出水自流入氧化沟内；

污水自上方氧化沟下部沟渠进入并推进，在导流墙导流作用下流动，留至下方氧化沟上部沟渠，在厌氧环境下进行处理，流至下方氧化沟左端，在纳米曝气器作用下充分提高污水中溶氧量，于下方氧化沟下部沟渠进行好氧处理，在两氧化沟相连的导流墙内导流至上方氧化沟上部沟渠，直至出水堰流出，出水导至纳米曝气凝聚—微涡流絮凝装置内的主反应区内进行纳米气浮—凝聚处理后，于微涡流混凝器再次凝聚—絮凝，而后自流至絮体拦截区，絮体在斜管的拦截作用下沉至反应器底部，定时在螺旋输送器的带动下自出泥口定期排出，澄清液溢流至絮体二次拦截区，在立体网状结构填料的作用下进行二次拦截，过滤后的清液自出水口排出进入三级反冲筛滤装置；

在三级反冲筛滤装置中，储水箱内纳米曝气头不连续工作，空气自多孔网格向上鼓起，分割成小气泡，间歇冲散筛滤填料上的污染物质层，污染物质层破碎成片状浮起，在曝气管的浮力以及进水冲击挡流板向右推力的协同作用下，溢流至回流槽，使筛滤填料截留的污染物集中排除装置外，与进水混合重新处理，以延长三级反冲筛滤装置使用寿命及反洗周期；

储水箱内的纳米曝气头采用 O_3 曝气，同时气泡在水中停留时间长，增加了气液接触面积、接触时间，利于臭氧溶于水中，克服了臭氧难溶于水的缺点；微气泡内部具有较大的压力且纳米气泡破裂时界面消失，周围环境剧烈改变产生的化学能促使产生更多的羟基自由基 $\cdot OH$ ，增强 O_3 氧化分解有机物的能力；且纳米级别 O_3 气泡与紫外灭菌灯、半导体负载填料共存于储水箱，提高高级氧化效果，提高 $\cdot OH$ 产生率，经三级反冲筛滤装置处理的污水进入光催化降解反应装置内进行光催化降解反应；

同时三级反冲筛滤装置的部分出水回流至 carrousel 氧化沟，调节水质并刺激微生物生理活动，筛选形成具有分子筛的离子交换功能的颗粒活性基团。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，carrousel 氧化沟内需定时清除淤泥，清除时亦须留存 30% 的淤泥用作接种。

9. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，三级反冲筛滤装置的储水池及光催化降解反应装置内紫外灭菌灯平均照射剂量在 $350J/m^2$ 以上。

一种 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种 carrousel 氧化沟降解高浓度有机废水的装置,具体地涉及一种降解高浓度有机废水的装置。

[0002] 本发明还涉及利用上述装置降解高浓度有机废水的具体方法。

背景技术

[0003] 氧化沟工艺是活性污泥法的一种变型,其曝气池呈封闭的沟渠型,所以在水力流态上不同于传统的活性污泥法,是一种首尾相连的循环流曝气沟渠,污水渗入其中得到净化。氧化沟技术发展的强势在于氧化沟的环流,由于这种环流,是造成氧化沟长久不衰的原因,或者说只要保持沟渠首尾相接,水流循环流动,选用的特定设计参数、沟型和运行方式,就会给运行者和设计者带来极大方便,其灵活性和适应性也非常强,有进一步研究、发展和应用的广阔空间。但经过氧化沟生物处理的污水存在毒性大、微生物多、残留有机物及病原菌含量较高等问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置。

[0005] 本发明的又一目的在于提供一种利用上述装置降解高浓度有机废水的具体方法。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置,主要由两段格栅机、carrousel 氧化沟、纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置和光催化降解反应装置组成;其中:

[0007] 两段格栅机,框体内分别布设有粗筛网和细筛网两段筛网,两段筛网与水平呈现 60 度夹角布设,污水在重力作用下通过粗、细两段筛网,拦截液体中的固态颗粒,并连续清除流体中杂物的固液分离设备;格栅机出水自流入氧化沟内;

[0008] carrousel 氧化沟由两个相同的椭圆形氧化沟上下排列而成,上方氧化沟的上部沟渠和下方氧化沟的下部沟渠相连,两个氧化沟的沟渠内均安装有曝气机;上方氧化沟的上部沟渠设有出水堰,所述出水堰的出水导至纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置内;

[0009] 纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置底部设有螺旋输泥器和出泥口,纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置连接三段式生物膜反应器出水口的一侧为主反应区,用于完成纳米气浮 - 凝聚过程,相邻主反应区为絮体拦截区,相邻絮体拦截区的为絮体二次拦截区;主反应区内设有微涡流混凝器,主反应区内部上方有通入 O₂ 的纳米曝气头,主反应区顶端设有用以添加混凝剂的加药装置;絮体拦截区内铺设有用于絮体拦截沉淀的斜管;絮体二次拦截区内部填充有聚丙烯的立体网状结构填料,立体网状结构填料下方铺设一纳米曝气头,絮体二次拦截区底部设置有出水口,出水通过液压泵连接旋三级反冲筛滤装置的进水口;

[0010] 三级反冲筛滤装置水池的进水口处设有一进水堰,出水口处设有回流槽,三级反冲筛滤装置内部由多孔网格分为上部的集水池和下部的分流仓两个部分,分流仓为紧密排列的圆筒状;多孔网格上方中央安放一纳米曝气头,埋设在填充的筛滤填料中,筛滤填料上

方靠近进水堰处设有一阻流板，靠近回流槽的一侧设有一通入 O_2 的曝气管，曝气管设有多个细孔曝气孔，曝气孔垂直向上，筛滤填料安装有超声波发生仪；分流仓的下方为储水箱，储水箱外壁涂刷避光黑色涂料，其内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂，其底部安装有紫外灭菌灯，且灭菌灯之间设置有通入 O_3 的曝气纳米曝气头，储水箱内剩余的空间填充有半导体负载填料；三级反冲筛滤装置的出水直接导入光催化降解反应装置；

[0011] 光催化降解反应装置内壁均匀负载一层非金属掺杂光催化剂，底部开设有排泥口，位于排泥口上方设置有纳米曝气盘，纳米曝气盘上设置有低压紫外汞灯框架，低压紫外汞灯框架上安装有低压紫外汞灯，低压紫外汞灯设有防水套筒。光催化降解反应装置内部剩余空间填充有半导体负载填料；光催化降解反应装置的顶部设有遮光板。

[0012] 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置中，两段格栅机内的粗、细筛网均为玻璃钢材质，粗筛网孔径为 15mm，细筛网孔径为 6mm。

[0013] 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置中，纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝池内使用的混凝剂为聚合氯化铝 (PAC) + 阳离子聚丙烯酰胺 (CPAM)。

[0014] 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置中，纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置内螺旋输送器转速不高于 30r/min；

[0015] 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置中，三级反冲筛滤装置中的筛滤填料为改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物，混合比例为 7:3，过滤精度为 0.3-1.1mm。

[0016] 所述的 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置中，纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置的反冲洗时纳米曝气头进气为 O_2 ，用于混凝搅拌和清洁填料；三级反冲筛滤装置的储水池及光催化降解反应装置纳米曝气头进气为 O_3 ，通过纳米曝气强化羟基自由基的产生过程。

[0017] 本发明提供的利用上述 carrousel 氧化沟降解有机废水的装置进行污水处理的方法：

[0018] 由两段格栅机拦截液体中的固态颗粒，并连续清除流体中杂物的固液分离设备；格栅机出水自流入氧化沟内；

[0019] 污水自上方氧化沟 (A) 隔墙下沟渠进入并推进，在导流墙导流作用下流动，留至下方氧化沟 (B) 上部沟渠，在厌氧环境下进行处理，流至下方氧化沟 (B) 左端，在纳米曝气器作用下充分提高污水中溶氧量，于下方氧化沟 (B) 下部沟渠进行好氧处理，在两氧化沟相连的导流墙内导流至 A 氧化沟隔墙上沟渠，直至出水堰流出，carrousel 氧化沟内需定时清除淤泥，清除时亦须留存 30% 的淤泥用作接种。出水导至纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置内的主反应区内进行纳米气浮 - 凝聚处理后，于微涡流混凝器再次凝聚 - 絮凝，而后自流至絮体拦截区，絮体在斜管的拦截作用下沉至反应器底部，定时在螺旋输送器的带动下自出泥口定期排出，澄清液溢流至絮体二次拦截区，在立体网状结构填料的作用下进行二次拦截，过滤后的清液自出水口排出进入三级反冲筛滤装置；

[0020] 在三级反冲筛滤装置中，储水箱内纳米曝气头不连续工作，空气自多孔网格向上鼓起，分割成小气泡，间歇冲散筛滤填料上的致密污物层，污染物质层破碎成片状浮起，在曝气管的浮力以及进水冲击挡流板向右推力的协同作用下，溢流至回流槽，使筛滤填料截留的污染物集中排除装置外，与进水混合重新处理，以延长三级反冲筛滤装置使用寿命及反洗周期；而且三级反冲筛滤装置中纳米二氧化钛晶体作为光触媒在紫外灯照射下激发极

具氧化力的自由负离子,同时在纳米曝气过程中以及超声波发生过程激发的能量亦可发生并加强自由负离子的产生,达成光催化效果;而自由负离子以及其摆脱共价键的束缚后留下空位,与纳米气泡表面带有的电荷同时产生微电解效果。

[0021] 储水箱内的纳米曝气头采用 O_3 曝气,由于纳米气泡具有庞大的数量、比表面积、缓慢的上升速度等特性,同时气泡在水中停留时间长,增加了气液接触面积、接触时间,利于臭氧溶于水中,克服了臭氧难溶于水的缺点;微气泡内部具有较大的压力且纳米气泡破裂时界面消失,周围环境剧烈改变产生的化学能促使产生更多的羟基自由基 $\cdot OH$,增强 O_3 氧化分解有机物的能力;且纳米级别 O_3 气泡与紫外灭菌灯、半导体负载填料共存于储水箱,提高高级氧化效果,可有效提高 $\cdot OH$ 产生率,经三级反冲筛滤装置处理的污水进入光催化降解反应装置内进行光催化降解反应。

[0022] 所述的方法中,三级反冲筛滤装置的储水池及光催化降解反应装置内紫外灭菌灯平均照射剂量在 $350J/m^2$ 以上。

[0023] 本发明使用 carrousel 氧化沟,使污水在充分曝气的条件下,微生物得到足够的溶解氧来去除 BOD,同时混合液处于有氧状态,氨也被氧化成硝酸盐和亚硝酸盐;在曝气机下游,活性污泥处于悬浮状态,水流由曝气区的湍流状态变成之后的平流状态,微生物的氧化过程消耗了水中溶解氧,呈缺氧状态,此时污水中的硝酸盐及亚硝酸盐进行反硝化作用,完成氮素的脱除。该 carrousel 氧化沟中,连续降解污水中 BOD,并在不同处理区内,间断性发生硝化反应和反硝化反应。随后采用纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置进行污水三级处理,降低污水中悬浮物与 SS 含量,并使用两级高级氧化技术进行深度处理,对出水进行灭菌消毒处理。三级反冲筛滤装置中纳米二氧化钛晶体作为光触媒在紫外灯照射下激发极具氧化力的自由负离子,同时在纳米曝气过程中以及超声波发生过程激发的能量亦可发生并加强自由负离子的产生,达成光催化效果;而自由负离子以及其摆脱共价键的束缚后留下空位,与纳米气泡表面带有的电荷同时产生微电解效果,分解其中残留的少量难降解有机化合物。本发明工艺流程简单、管理方便、投资省、运行费用低、工艺稳定性高。

附图说明

[0024] 图 1 是本发明的 carrousel 氧化沟降解高浓度有机废水的装置的结构示意图。

[0025] 附图中主要组件符号说明:

[0026] 1 粗筛网;2 两段格栅机;3 细筛网;4 纳米曝气器;5 carrousel 氧化沟;A 上方氧化沟;B 下方氧化沟;6 出水堰;7 导流墙;8 主反应区;9、9A、9B、9C 纳米曝气头;10 加药装置;11 絮体拦截区;12 斜管;13 纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置;14 絮体二次拦截区;15 立体网状结构填料;16 第一阀门;17 第二阀门;18 增压泵;19 进水堰;20 阻流板;21 筛滤填料;22 三级反冲筛滤装置;23 曝气管;24 回流槽;25 多孔网格;26 分流仓;27 光催化降解反应装置;28 纳米曝气机;29 半导体负载填料;30 纳米曝气盘;31 低压紫外汞灯框架;32 紫外灭菌灯;33 第三阀门;34 第一闸阀;35 第二闸阀;36 通气管;37 液压泵;38 出水口;39 出泥口;40 螺旋输送器;41 微涡流混凝器;42 超声波发生仪。

具体实施方式

[0027] 本发明提供了一种 carrousel 氧化沟降解高浓度有机废水的装置,可以高效降解高浓度有机废水 (COD 浓度超过 50000mg/L 污水)。

[0028] 请参阅图。本发明的主要结构包括：

[0029] 两段格栅机 2,框体内分别布设有粗筛网 1 和细筛网 3 两段玻璃钢材质的筛网,两段格栅机内的粗筛网孔径为 15mm,细筛网孔径为 6mm。两段筛网与水平呈现 60 度夹角布设,污水在重力作用下通过粗、细两段筛网,拦截液体中的固态颗粒,并连续清除流体中杂物的固液分离设备;格栅机出水自流入氧化沟 5 内。

[0030] carrousel 氧化沟 5,由两个基本的椭圆形氧化沟上下排列,其一端相连,污水自上方氧化沟 A 隔墙的下沟渠进入并在导流墙 7 导流作用下流动,留至下方氧化沟 B 隔墙的上部沟渠,在厌氧环境下进行处理后流至下方氧化沟 B 左端,在纳米曝气器 4 作用下充分提高污水中溶氧量,于下方氧化沟 B 下部沟渠进行好氧处理,在上方氧化沟 A 和下方氧化沟 B 相连的导流墙 7 内导流至上方氧化沟 A 隔墙上沟渠,直至出水堰 6 流出,出水导至纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置 13。

[0031] 纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置 13 分为左、中、右三个部分(按图面所示方向),底部设有螺旋输泥器 40。纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置 13 的左边(即连接生物膜反应器 4 一端)为主反应区 8,用于完成纳米气浮 - 凝聚过程,中央为絮体拦截区 11,右边为絮体二次拦截区 14。主反应区 8 内填充微涡流混凝器 41,其内部上方有纳米曝气头 9,纳米曝气头 9 用有机玻璃固定;在主反应区 8 的顶端有加药装置 10 用以添加混凝剂,混凝剂为聚合氯化铝 (PAC)+ 阳离子聚丙烯酰胺 (CPAM)。位于中间段的絮体拦截区 11 铺设有斜管 12 用于絮体拦截沉淀;位于右边段的絮体二次拦截区 14 内部填充有聚丙烯的立体网状结构填料 15,立体网状结构填料 15 下方铺设一纳米曝气头 9A,立体网状结构填料 15 底部设置出水口 38,通过液压泵 37 连接旋三级反冲筛滤装置 22。

[0032] 本发明在纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置中,采用纳米曝气技术改进混凝工艺的凝聚过程,主要分为三个步骤:

[0033] (A) 微纳米曝气前期气浮过程:微纳米气泡传质过程中,污水中的微细污染物颗粒俘获在气泡表面或与气泡粘附在一起,在气泡上升过程中带动微细污染物颗粒上浮至水体表面,达成气浮作用从而实现清水与悬浮颗粒物、胶体的分离;

[0034] (B) 微纳米曝气中期加药混凝过程:利用微纳米气泡发生过程的强烈冲击力以及上浮过程中的气液两相相对运动、气泡爆炸时局部产生的高温高压状态和爆破力,对污水进行热补偿的同时施加强烈搅拌作用,迅速将混凝剂分散至待处理水体的各处,使混凝剂与污水快速均匀混合,打散包裹住混凝剂的胶体块,提高其分散程度,促进胶体相互碰撞凝聚成絮体。

[0035] 而当混凝剂被包裹形成絮体后,在纳米曝气下絮体成长质量更高,成长过大的絮体在纳米曝气的作用下会破碎成较小絮体从而恢复并保持絮凝能力(絮体过大会使总表面积减小,吸附能力下降),密实度较低的絮体在纳米曝气的剪切力作用下会破碎并重新絮凝成密实度较高的絮体,有利于沉淀分离。

[0036] (C) 微纳米曝气后期热断裂过程:利用微纳米曝气过程产生的以及气泡爆炸时局部产生的高温高压状态实现絮体薄弱处的断裂,进而重新撞击、吸附污水中胶体、悬浮物以形成更加稳固的絮体。

[0037] (D) 为了让形成的絮体更好的吸附脱稳胶体而成长的絮凝过程,本发明同时使用微涡流混凝器,涡流反应器形成的微涡旋流动能有效地促进水中微粒的扩散与碰撞。一方面,混凝剂水解形成胶体在微涡流作用下快速扩散并与水中胶体充分碰撞,使水中胶体快速脱稳;另一方面,水中脱稳胶体在微涡流作用下具有更多碰撞机会,因而具有更高的凝聚效率。

[0038] 污水经过纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置内的主反应区进行纳米气浮-凝聚处理后,于微涡流混凝器再次凝聚-絮凝,而后自流至中间絮体拦截区,絮体在斜管的拦截作用下沉至反应器底部,定时在螺旋输送器的带动下自出泥口定期排出,控制螺旋输送器的转速不高于30r/min;澄清液溢流至右侧絮体二次拦截区,在高密度立体网状结构填料的作用下进行二次拦截,过滤后的清液自出水口排出。二次拦截区填料定期清洗,清洗时同时开启填料底部纳米曝气头,利用纳米曝气技术冲击、氧化、气浮及高温作用协同清洗。出水通过液压泵导入三级反冲筛滤装置。

[0039] 三级反冲筛滤装置22的进水口处设有一进水堰19,出水口处设有回流槽24,三级反冲筛滤装置22内部由多孔网格25分为上部的水池和下部的集水池两个部分。三级反冲筛滤装置22内部的集水池与水池两部分连接一通气管36通往大气,以防止三级反冲筛滤装置内压力过高造成装置破裂甚至爆炸。

[0040] 多孔网格25为两层,中间铺设并固定一层不锈钢网,多孔网格25的下方设置有紧密排列的圆筒状的分流仓26分割空间,防止局部压力过大冲破多孔网格25。多孔网格25上方中央安放一纳米曝气头9B埋设在填充的筛滤填料21中,筛滤填料21选取改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物,混合比例为7:3,过滤精度为0.3-1.1mm。纳米曝气头9B通过流量计与一曝气机连接。筛滤填料21靠近进水堰19处设有一阻流板20,靠近回流槽24的一侧设有一曝气管23,曝气管23设有多个细孔曝气孔,曝气孔垂直向上。筛滤填料21中安装有超声波发生仪42。分流仓26的下方为集水池,集水池外壁涂刷避光黑色涂料,其内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂(如碳掺杂的纳米TiO₂粉体),其底部安装有紫外灭菌灯32,且紫外灭菌灯32之间设置有O₃的曝气纳米曝气头9C,集水池内剩余的空间填充有半导体负载填料29(如负载纳米TiO₂的立体网状聚丙烯填料),无需使用分散剂,并减少催化剂的流失现象。

[0041] 污水自三级反冲筛滤装置的进水堰进入,在进水堰的物理结构作用下由水平方向导为竖直向上,在重力作用下撞击在挡流板上,以防止水流直接撞击筛滤填料影响处理效果;污水经过筛滤填料的过滤,流至下方集水池,集水池内纳米曝气头的进气为O₃,通过纳米曝气大量获得羟基自由基,与紫外灭菌灯,半导体负载填料共同提高高级氧化效果,同时其中富含羟自由基的出水在装置进行反洗时,冲刷筛滤填料,较好的做到填料清洁与再生。

[0042] 使用三级反冲筛滤装置时,集水池内的纳米曝气头不连续工作,空气自多孔网格向上鼓起,分割成小气泡,间歇冲散筛滤填料上的致密污物层,污染物质层破碎成片状浮起,在曝气管的浮力以及进水冲击挡流板向右推力的协同作用下,溢流至回流槽,使填料截留的污染物集中排除装置外,与进水混合重新处理。延长筛滤装置使用寿命及反洗周期,对于进水浊度较低的情况,甚至可以无需反冲洗,不断运行净化污水。

[0043] 集水池内纳米曝气头采用O₃曝气,由于纳米气泡具有庞大的数量、比表面积、缓慢的上升速度等特性,同时气泡在水中停留时间长,增加了气液接触面积、接触时间,利于臭

氧溶于水中,克服了臭氧难溶于水的缺点;微气泡内部具有较大的压力且纳米气泡破裂时界面消失,周围环境剧烈改变产生的化学能促使产生更多的羟基自由基·OH,增强O₃氧化分解有机物的能力;且纳米级别O₃气泡与紫外灭菌灯、半导体负载填料共存于集水池,提高高级氧化效果,可有效提高·OH产生率。

[0044] 三级反冲筛滤装置的出水直接导入光催化降解反应装置27,光催化降解反应装置27内壁均匀负载一层非金属掺杂光催化剂(如碳掺杂的纳米TiO₂粉体),底部开设有排泥口,位于排泥口上方设置有纳米曝气盘30,该纳米曝气盘30连接一纳米曝气机28,纳米曝气盘30上设置有低压紫外汞灯框架31,低压紫外汞灯框架31上安装有紫外灭菌灯32,紫外灭菌灯32设有防水套筒,紫外灭菌灯平均照射剂量在350J/m²以上。光催化降解反应装置17内部剩余空间填充有半导体负载填料29(如纳米TiO₂粉体负载在立体网状聚丙烯填料)。光催化降解反应装置27的出水口设置有筛网,光催化降解反应装置27的一端安装有液位仪,光催化降解反应装置27的顶部设有遮光板。本发明的光催化降解反应装置27增大了反应面,解决了常规光催化剂需要分散剂协同使用的弊端,减少了催化剂的流失现象,避免了反应结束后催化剂的分离步骤。处理后的水流经光催化降解反应装置27的出水口排出。

[0045] 本发明中的纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置的反冲洗时纳米曝气头进气为O₂,用于混凝搅拌和清洁填料;三级反冲筛滤装置的储水池及光催化降解反应装置纳米曝气头(盘)进气为O₃,通过纳米曝气强化羟基自由基的产生过程。

[0046] 本发明的污水处理方法,是使用carrousel氧化沟,污水在充分曝气的条件下,微生物得到足够的溶解氧来去除BOD,同时混合液处于有氧状态,氨也被氧化成硝酸盐和亚硝酸盐;在曝气机下游,活性污泥处于悬浮状态,水流由曝气区的湍流状态变成之后的平流状态,微生物的氧化过程消耗了水中溶解氧,呈缺氧状态,此时污水中的硝酸盐及亚硝酸盐进行反硝化作用,完成氮素的脱除。carrousel氧化沟中连续降解污水中BOD,并在不同处理区内,间断性发生硝化反应和反硝化反应。随后采用纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置、三级反冲筛滤装置进行污水三级处理,降低污水中悬浮物与SS含量,并使用两级高级氧化技术进行深度处理,对出水进行灭菌消毒处理,并分解其中残留的少量难降解有机化合物。

[0047] 污水经过纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置内主反应区进行纳米气浮-凝聚处理后,于微涡流混凝器再次凝聚-絮凝,而后自流至中间絮体拦截区,絮体在斜管的拦截作用下沉至反应器底部,定时在螺旋输送器的带动下自出泥口定期排出,澄清液溢流至右侧絮体二次拦截区,在高密度立体网状结构填料的作用下进行二次拦截,过滤后的清液自出水口排出。二次拦截区填料定期清洗,清洗时同时开启填料底部纳米曝气头,利用纳米曝气技术冲击、氧化、气浮及高温作用协同清洗。出水通过液压泵导入三级反冲筛滤装置。

[0048] 三级反冲筛滤装置在正常筛滤时,污水自进水堰进入,在进水堰的物理结构作用下由水平方向导为竖直向上,在重力作用下撞击在挡流板上,以防止水流直接撞击填料影响处理效果;污水经过填料的过滤,流至下方集水池,集水池内纳米曝气头的进气为O₃,通过纳米曝气大量获得羟基自由基,与紫外灭菌灯,半导体负载填料共同提高高级氧化效果,同时其中富含羟自由基的出水在装置进行反洗时,冲刷筛滤填料,较好的做到填料清洁与再生。

[0049] 根据本发明的一个实施例,经本发明处理COD高达50000mg/L的硝基废水30L,前

两小时在 carrousel 氧化沟内 COD 含量由 50000mg/L 迅速降低至 5000mg/L, 第三小时在纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置内废水的有机物含量减少了 95%、色度降低了 80%, 三级反冲筛滤装置仅仅使用 10-15min, 色度去除率达到 100%。

[0050] 本发明采用三级反冲洗技术进行反冲洗：

[0051] 一级反冲洗为曝气循环反冲洗, 由于污染物质在填料表面的堆积, 污水难以透过填料之间的空隙渗透下去, 在筛滤过程中进行反冲洗, 开启三级反冲筛滤装置 22 左上角增压泵 18、曝气管 23 并间歇开启多孔板上方纳米曝气头 9B, 集水池内纳米曝气头不连续工作, 空气自多孔板向上鼓起, 分割成小气泡, 间歇冲散筛滤填料上的致密污物层, 污染物质层破碎成片状浮起, 在曝气管的浮力以及进水冲击挡流板向右推力的协同作用下产生波轮效果, 大力清洗填料表层片状致密污染物, 溢流至回流槽, 使填料截留的污染物集中排除装置外, 与进水混合重新处理, 污水也可继续自分子筛空隙渗透下去; 一级反冲洗可延长筛滤装置使用寿命及反洗周期, 对于进水浊度较低的情况, 甚至可以无需反冲洗, 使装置不断运行净化污水。

[0052] 二级反冲洗为空气脉冲反冲洗, 由于污水浊度过高, 导致污染物质在填料表面的大量堆积, 仅仅靠一级反冲洗步骤仍不能达到继续筛滤的效果。关闭第一阀门 16、第一闸阀 34, 开启第三阀门 33、第二阀门 17, 启动三级反冲筛滤装置 22 右下角增压泵 18、曝气管 23 及两个纳米曝气机头 9B\9C, 将出水池内出水导入集水池中。在回水压力的作用下, 集水池中的全部空气受到快速挤压, 沿分压仓上细孔上升, 全部筛滤填料层在上升空气的强力搅拌, 曝气管气流及纳米曝气头的冲击力作用下旋转流动, 污染物质破碎浮起, 在曝气管的浮力以及进水冲击挡流板向右推力的协同作用下, 溢流至回流槽与初始进水混合, 待水面快速下降, 过滤速率重新稳定后, 关闭三级反冲筛滤装置 22 右下角增压泵 18、多孔板下方纳米曝气头 9C、第三阀门 33、第二阀门 17, 开启第一阀门 16、第一闸阀 34, 继续进行筛滤处理。

[0053] 三级反冲洗为曝气湍流反冲洗, 此时一、二级反冲洗已经不足以解决污染物质对填料的覆盖、阻塞问题, 污水大量积聚不得过滤。此时关闭第一阀门 16、第一闸阀 34, 开启第三阀门 33、第二阀门 17, 启动三级反冲筛滤装置 22 右下角增压泵 18、曝气管 23 及两个纳米曝气头 9B\9C、超声波发生仪 42, 将出水池内出水大量导入集水池中。(1)集水池内部空气沿多孔板细孔上升搅拌, 填料底部纳米曝气头开始曝气, 填料上方涡轮不断转动;(2)利用纳米曝气技术冲击、氧化、气浮及高温作用协同清洗, 上方填料呈现湍流状态, 进行无规则高速运动状态, 填料在水流旋涡的冲击力和气泡的剪切力作用下相互摩擦, 填料上附着的有机污染物能够去除, 得到较为纯净的填料;(3)利用超声波发生仪在液体介质中产生超声波, 在筛滤填料表面产生空化效应, 空化汽泡在闭合过程中破裂时形成的冲击波, 会在其周围产生上千个气压的冲击压力, 作用在填料表面上破坏污物之间粘性, 并使它们迅速分散在反洗液中, 从而达到填料表面洁净的效果。(4)空气排净后, 出水池的出水继续导入, 富含羟自由基的出水冲洗湍流状态的的填料颗粒表面及微孔, 剥离污染物质, 填料得到再生。(5)而污染物质在水流冲击力及右侧曝气管气浮作用下不断向上浮至水面, 自左端进水堰及右端回流槽流出与初始进水混合。经过三级反冲洗, 内部污染物被清洗排空殆尽。

[0054] 常规砂滤是在过滤过程中不扰动砂层, 使水流从砂子细小缝隙之间流过。通常采用不扰动砂层, 压实填料、增加水压、砂上附加网格等手段改进砂滤过程, 让水流从砂子细

小缝隙之间流过,而污染物质停留在砂层的表层上。本发明则是利用扰动填料表层,防止污染物质堆积对水流的顺利通过形成阻力,同时利用高级氧化、纳米曝气、气泡的冲击力和剪切力等手段改进装置,利用分子筛、锰砂等填料进行优化设计,最后使用三级反冲洗等改进处理过程。本装置对胶体、纤维、藻类等悬浮物的截留效果好,对于浊度较低水质甚至无需反冲洗,即可完成处理过程,同时具有去除臭味,灭杀细菌、病原菌等微生物,分解难降解的少量残留表面活化剂、多氯联苯等难降解有机化合物的功效。

[0055] 本发明中的碳掺杂的纳米 TiO_2 粉体的制备:采用均匀沉淀法和水热法两步过程制备碳掺杂的纳米 TiO_2 。以硫酸钛和尿素为前驱,葡萄糖为碳源,具体制备过程如下:取 6.48g 27 硫酸钛和 3.24g 54 尿素(硫酸钛与尿素的摩尔比为 1:2)溶于去离子水中,再加入适量的葡萄糖 0.6 搅拌均匀,1:2:0.023 在 90℃ 的条件下反应 2h。待反应结束后取出反应物干燥、反复水洗至中性,再次干燥,用球磨机研磨得到碳掺杂的纳米 TiO_2 粉体。

[0056] 本发明中的纳米 TiO_2 粉体负载在填料上的方法:采用聚丙烯材质的立体网状结构填料,将纳米 TiO_2 粉体与去离子水(粉体与水的质量比为 1:20)混合,用超声波超声成乳浊液,将洁净的立体网状结构填料浸入与乙醇 1:1 混合的钛酸酯偶联剂,缓慢搅拌一段时间,然后将填料取出放入 TiO_2 乳浊液中继续搅拌一段时间,取出后放入烘箱中干燥(85℃以下)2h,即制得负载纳米 TiO_2 的聚丙烯悬浮填料,其外观呈淡黄色,膜层较均匀。

[0057] 本发明提供的组合装置从根本上解决了以下问题:

[0058] 1、污泥膨胀问题

[0059] 微生物的负荷高,细菌吸取了大量营养物质,由于温度低,代谢速度较慢,积贮起大量高粘性的多糖类物质,使活性污泥的表面附着水大大增加,本发明通过回流处理的相互作用以及氧化沟后续装置相互结合的方法很好的解决了此类问题,利用活性基团较好的控制了污水负荷强度、含油量、泡沫问题以及污泥膨胀问题,其除油效果达到 99.8%,肉眼不见明显泡沫。

[0060] 2、导致有较多的大肠杆菌散发到空气中以及对于 BOD 较小的水质完全没有处理能力,本发明利用三级反冲筛滤装置较好的解决了这一问题,整个处理过程无任何臭味散发,对于大肠杆菌病原菌灭除率达到 100%,COD 去除率以及痕量有机物去除率均达到 100%。

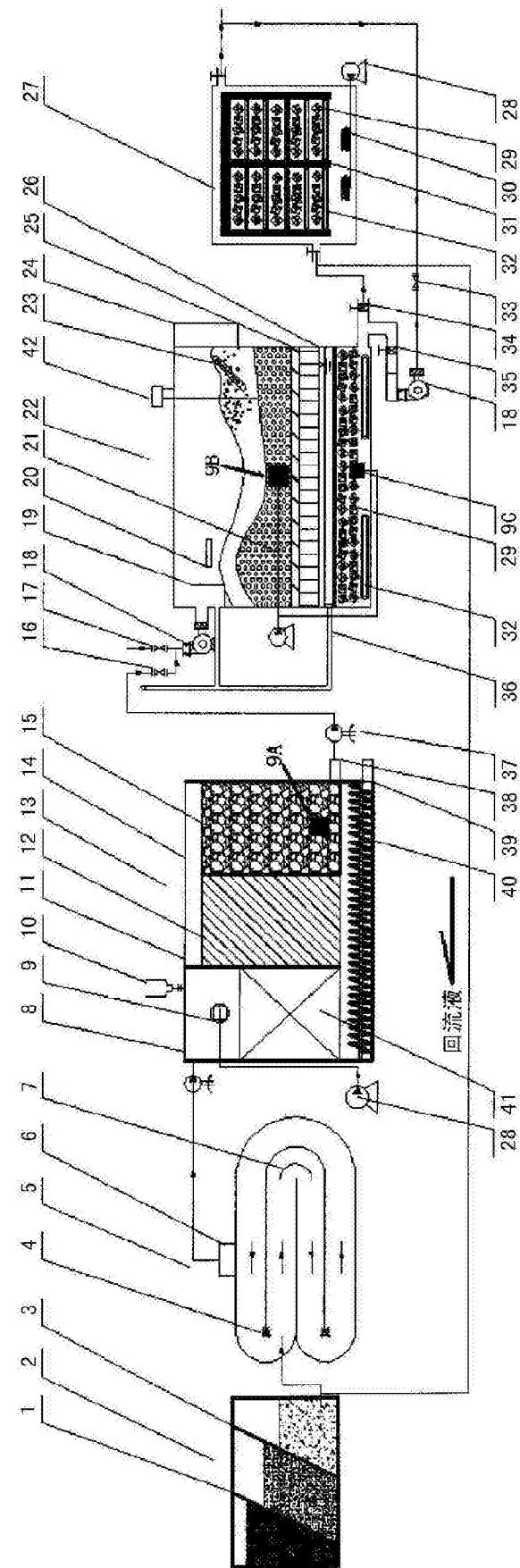


图 1