



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104150658 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410360409. 4

(22) 申请日 2014. 07. 25

(71) 申请人 张列宇

地址 100012 北京市朝阳区大羊坊 8 号

(72) 发明人 张列宇 王雷 席北斗

(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 9/08 (2006. 01)

C02F 1/52 (2006. 01)

C02F 1/56 (2006. 01)

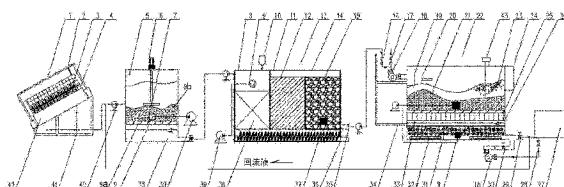
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置  
和方法

(57) 摘要

一种餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置，包括：一滚筒格栅机，经过滚筒格栅机处理的污水在进入扰流纳米曝气反冲筛滤池中；扰流纳米曝气反冲筛滤池中的储水箱通过液压泵连接纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置；纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置的出水口通过液压泵连接旋三级反冲筛滤装置；三级反冲筛滤装置的储水箱的出水口通过三通管连接至出水池。本发明还公开了利用上述装置降低餐厨垃圾渗滤液浊度的方法，达到生活污水程度而后可采取正常有机污水处理方式处理。



1. 一种餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置，包括：

一滚筒格栅机，用于截流餐厨垃圾渗滤液中的固体；

经过滚筒格栅机处理的污水在进入扰流纳米曝气反冲筛滤池中；

扰流纳米曝气反冲筛滤池由多孔板分为上、下两层，多孔板上方设有连接  $O_2$  纳米曝气机的纳米曝气头，纳米曝气头上铺设有复合填料，复合填料上方设置一搅拌机；多孔板的下方为储水箱，该储水箱通过液压泵连接纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置；

纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置的底部设有螺旋输泥器，螺旋输泥器的一端为出泥口；纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置的进水口处为主反应区，主反应区的上部设有添加混凝剂的加药装置，主反应区内设有微涡流混凝器，微涡流混凝器的上方设有连接  $O_2$  纳米曝气机的纳米曝气头，以完成纳米气浮 - 凝聚过程；主反应区的另一侧为絮体拦截区，絮体拦截区内安装多根用于拦截絮体并使其沉淀的斜管；絮体拦截区通过上部的水流通道连接絮体二次拦截区，絮体二次拦截区内填充有聚丙烯立体网状结构填料，立体网状结构填料下方设有连接  $O_2$  纳米曝气机的纳米曝气头，立体网状结构填料底部设有出水口，该出水口通过液压泵连接旋三级反冲筛滤装置；

三级反冲筛滤装置由多孔网格分为上、下两个部分，多孔网格的上方正中间设有连接  $O_3$  纳米曝气机的纳米曝气头，纳米曝气头上填充有用于筛滤的混合填料，混合填料上方设有一阻流板，阻流板对应的另一侧设有曝气管，曝气管设有多个细孔曝气孔，曝气孔垂直向上；在曝气管的一侧安装有超声波发生仪；三级反冲筛滤装置连接纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置出水口的一侧设有进水堰，与进水堰相对应的另一侧设有回流槽；

多孔网格的下方为储水箱，储水箱的外壁涂刷有避光黑色涂料，内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂，底部安装有紫外灭菌灯，且紫外灭菌灯之间设有连接  $O_3$  纳米曝气机的纳米曝气头，储水箱内部剩余空间填充有半导体负载填料，储水箱的一端连接一通气管，该通气管同时连接三级反冲筛滤装置的进水堰；

三级反冲筛滤装置的储水箱的出水口通过三通管连接至出水池，该三通管还连接出水池的出水口，作为对三级反冲筛滤装置进行反冲洗的用水通道。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，滚筒格栅机内设有由铁板卷成两个圆筒后中间夹着一段筛网板组成的滚筛，滚筛的下方为储水池；滚筒格栅机的外壳为半封闭式外壳，整体架设在支架上，针状清扫器固定在滚筛的一侧，且位于半封闭式外壳的上端。

3. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，扰流纳米曝气反冲筛滤池中和三级反冲筛滤装置中的多孔网格是由两层多孔板中间夹设一层不锈钢纱网所组成。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，三级反冲筛滤装置中的多孔网格和储水箱之间设有紧密排列的圆筒状分压仓以分割空间，防止局部压力过大冲破多孔网格。

5. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，三级反冲筛滤装置中储水箱内壁均匀负载的非金属掺杂的光催化剂为纳米  $TiO_2$  粉体，储水箱内部剩余空间填充的半导体负载填料为纳米  $TiO_2$  粉体负载在立体网状聚丙烯上的填料。

6. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，扰流纳米曝气反冲筛滤池中的复合填料和三级反冲筛滤装置中的混合填料是由石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物，混合比例为 6:1:0.5，粒径为 0.5–1.2 mm，不均匀系数为 2。

7. 利用权利要求 1 所述装置降低餐厨垃圾渗滤液浊度的方法，其过程为：

餐厨垃圾渗滤液自滚筒格栅机的孔隙流过直接跌入储水池内，餐厨垃圾渗滤液中的固体截流在滚筒格栅机的滚筛上，经过滚筒格栅机处理的污水在液压泵的作用下输入扰流纳米曝气反冲筛滤池中；

扰流纳米曝气反冲筛滤池中水流从复合填料的缝隙之间流过，污染物质停留在砂层的表层上，利用搅拌机的旋转扰动复合填料表层，防止污染物质堆积对水流的顺利通过形成阻力；同时利用纳米曝气水流、气泡的冲击力和剪切力对填料进行反冲洗；

扰流纳米曝气反冲筛滤池出水导入纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置进行处理；

在纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置中，污水进行三个处理过程：

1) 前期气浮过程，俘获污水中的微细污染物颗粒；

2) 中期加药混凝过程，促进胶体相互碰撞凝聚成絮体，打散包裹住混凝剂的胶体块，提高其分散程度；

3) 后期热断裂过程，断裂絮体薄弱处，进而重新形成更加稳固的絮体；

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导入三级反冲筛滤装置；

同时三级反冲筛滤装置的部分出水回流至扰流纳米曝气反冲筛滤池，使其具备高级氧化功能，大量氧化扰流纳米曝气反冲筛滤池填料表面的泥渣、油渣等有机污染物，预处理污水的同时对其进行提前消解，防止装置内大量存积有机污染物发臭腐烂，反而增大了进水污染度；

三级反冲筛滤装置中的储水箱内的 $O_3$ 纳米曝气头为间歇工作，空气自多孔板分割成微气泡，增加了气液接触面积和接触时间，利于臭氧溶于水中；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，提高氧化效果，可有效提高 $\cdot OH$ 产生率间歇冲散混合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。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，滚筒格栅机转速为 20-100r/min；三级反冲筛滤装置中紫外灭菌灯平均照射剂量在 300J/m<sup>2</sup> 以上。

9. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，混凝剂为聚合氯化铝+阳离子聚丙烯酰胺，其添加的重量比为 20:1，与污水比例为混凝剂:污水 = 1:100，并根据污水混凝情况调节添加量。

## 一种餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的组合工艺,具体地涉及一种去除污水中污染物质(如:颗粒有机物、微生物、病原菌悬浮杂质、胶体等)的装置。

[0002] 本发明还涉及利用上述装置降低餐厨垃圾渗滤液浊度的方法。

### 背景技术

[0003] 餐厨垃圾渗滤液作为一种高浓度的污染源,不仅处理技术难度大,而且处理成本高。常用的处理方法主要有3种:物理化学处理法、生物处理法和土地处理法。餐厨垃圾渗滤液具有成分复杂,水质水量变化大,有机物和氨氮浓度高,微生物营养元素比例失调等特点,其悬浮杂质分为以高分子脂类及其衍生物为主的油类和蔬菜碎粒、不溶性蛋白、纤维质态的非溶解性有机物两类。因此处理的餐厨垃圾渗滤液的关键在于除油和去除复杂杂质,为餐厨垃圾渗滤液的处理提供好的条件。餐厨垃圾渗滤液中污染物主要以胶体形式存在。胶体本身既具有巨大的表面自由能、有较大的吸附能力,又具有布朗运动的特性,可以粘附聚合成大的颗粒,受重力作用而下沉,处理效果优良。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置。

[0005] 本发明的又一目的在于提供一种利用上述装置降低餐厨垃圾渗滤液浊度的方法。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供的餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置,包括:

[0007] 一滚筒格栅机,用于截流餐厨垃圾渗滤液中的固体;

[0008] 经过滚筒格栅机处理的污水在进入扰流纳米曝气反冲筛滤池中;

[0009] 扰流纳米曝气反冲筛滤池由多孔板分为上、下两层,多孔板上方设有连接O<sub>2</sub>纳米曝气机的纳米曝气头,纳米曝气头上铺设有复合填料,复合填料上方设置一搅拌机;多孔板的下方为储水箱,该储水箱通过液压泵连接纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置;

[0010] 纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置的底部设有螺旋输泥器,螺旋输泥器的一端为出泥口;纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置的进水口处为主反应区,主反应区的上部设有添加混凝剂的加药装置,主反应区内设有微涡流混凝器,微涡流混凝器的上方设有连接O<sub>2</sub>纳米曝气机的纳米曝气头,以完成纳米气浮-凝聚过程;主反应区的另一侧为絮体拦截区,絮体拦截区内安装多根用于拦截絮体并使其沉淀的斜管;絮体拦截区通过上部的水流通道连接絮体二次拦截区,絮体二次拦截区内填充有立体网状结构填料,立体网状结构填料下方设有连接O<sub>2</sub>纳米曝气机的纳米曝气头,立体网状结构填料底部设有出水口,该出水口通过液压泵连接旋三级反冲筛滤装置;

[0011] 三级反冲筛滤装置由多孔网格分为上、下两个部分,多孔网格的上方正中间设有连接O<sub>3</sub>纳米曝气机的纳米曝气头,纳米曝气头上填充有用于筛滤的混合填料,混合填料上方设有一阻流板,阻流板对应的另一侧设有曝气管,曝气管设有多个细孔曝气孔,曝气孔垂直向上;在曝气管的一侧安装有超声波发生仪;三级反冲筛滤装置连接纳米曝气凝聚-微

涡流絮凝装置出水口的一侧设有进水堰，与进水堰相对应的另一侧设有回流槽；

[0012] 多孔网格的下方为储水箱，储水箱的外壁涂刷有避光黑色涂料，内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂，底部安装有紫外灭菌灯，且紫外灭菌灯之间设有连接 O<sub>3</sub> 纳米曝气机的纳米曝气头，储水箱内部剩余空间填充有半导体负载填料，储水箱的一端连接一通气管，该通气管同时连接三级反冲筛滤装置的进水堰；

[0013] 三级反冲筛滤装置的储水箱的出水口通过三通管连接至出水池，该三通管还连接出水池的出水口，作为对三级反冲筛滤装置进行反冲洗的用水通道。

[0014] 所述的装置中，滚筒格栅机内设有由铁板卷成两个圆筒后中间夹着一段筛网板组成的滚筛，滚筛的下方为储水池；滚筒格栅机的外壳为半封闭式外壳，整体架设在支架上，针状清扫器固定在滚筛的一侧，且位于半封闭式外壳的上端。

[0015] 所述的装置中，扰流纳米曝气反冲筛滤池中和三级反冲筛滤装置中的多孔网格是由两层多孔板中间夹设一层不锈钢纱网所组成。

[0016] 所述的装置中，三级反冲筛滤装置中的多孔网格和储水箱之间设有紧密排列的圆筒状分压仓以分割空间，防止局部压力过大冲破多孔网格。

[0017] 所述的装置中，三级反冲筛滤装置中储水箱内壁均匀负载的非金属掺杂的光催化剂为纳米 TiO<sub>2</sub> 粉体，储水箱内部剩余空间填充的半导体负载填料为纳米 TiO<sub>2</sub> 粉体负载在立体网状聚丙烯上的填料。

[0018] 所述的装置中，扰流纳米曝气反冲筛滤池中的复合填料和三级反冲筛滤装置中的混合填料是由石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物，粒径为 0.5-1.2 mm，不均匀系数为 2。

[0019] 本发明提供的利用上述装置降低餐厨垃圾渗滤液浊度的方法，其过程为：

[0020] 餐厨垃圾渗滤液自滚筒格栅机的孔隙流过直接跌入储水池内，餐厨垃圾渗滤液中的固体截流在滚筒格栅机的滚筛上，经过滚筒格栅机处理的污水在液压泵的作用下输入扰流纳米曝气反冲筛滤池中；

[0021] 扰流纳米曝气反冲筛滤池中水流从复合填料的缝隙之间流过，污染物质停留在砂层的表层上，利用搅拌机的旋转扰动复合填料表层，防止污染物质堆积对水流的顺利通过形成阻力；同时利用纳米曝气水流、气泡的冲击力和剪切力对填料进行反冲洗；

[0022] 扰流纳米曝气反冲筛滤池出水导入纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置进行处理；

[0023] 在纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置中，污水进行三个处理过程：

[0024] 1) 前期气浮过程，俘获污水中的微细污染物颗粒；

[0025] 2) 中期加药混凝过程，促进胶体相互碰撞凝聚成絮体，打散包裹住混凝剂的胶体块，提高其分散程度；

[0026] 3) 后期热断裂过程，断裂絮体薄弱处，进而重新形成更加稳固的絮体；

[0027] 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导入三级反冲筛滤装置；

[0028] 三级反冲筛滤装置中的储水箱内的 O<sub>3</sub> 纳米曝气头为间歇工作，空气自多孔板分割成微气泡，增加了气液接触面积和接触时间，利于臭氧溶于水中；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 $\cdot\text{OH}$ ,增强 $\text{O}_3$ 氧化分解有机物的能力;且纳米级别 $\text{O}_3$ 气泡与紫外灭菌灯、半导体负载填料共存于储水箱,提高氧化效果,可有效提高 $\cdot\text{OH}$ 产生率间歇冲散混合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。

[0029] 所述的方法中,滚筒格栅机转速为20~100r/min;三级反冲筛滤装置中紫外灭菌灯平均照射剂量在300J/m<sup>2</sup>以上。

[0030] 所述的方法中,混凝剂为聚合氯化铝+阳离子聚丙烯酰胺,其添加的重量比为20:1。

[0031] 本发明针对餐厨垃圾渗滤液的特性,公开了滚筒格栅机使用机械法完成污水的固液分离步骤,自动拦截、去除污水中漂浮的较大固体,相对现有格栅机具有格栅效果明显,无需反冲洗,不易堵塞,占地面积小,处理量迅速的优点。而后又采用纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置去除污水中细微悬浮物、胶体等污染物质,通过纳米曝气过程产生的纳米气泡进行混凝工艺,分别达成三段功效:前期气浮过程,俘获污水中的微细污染物颗粒;中期加药混凝过程,促进胶体相互碰撞凝聚成絮体,打散包裹住混凝剂的胶体块,提高其分散程度;后期热断裂过程,断裂絮体薄弱处,进而重新形成更加稳固的絮体。优化了混凝效能、降低了药耗、缩短反应时间。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,可以快速并深度去除污水中污染物质如:颗粒有机物、微生物、病原菌悬浮杂质、胶体等。

## 附图说明

[0032] 图1是本发明的装置结构示意图。

[0033] 附图中主要组件符号说明:

[0034] 1 滚筒格栅机;2 往复式清筛推板;3 针状清扫器;4 轴承;5 扰流纳米曝气反冲筛滤池;6 电机;7 叶轮;8 主反应区;9 纳米曝气头;9a 多孔板;9b 复合填料;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 混合填料;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 出水池;28 第三阀门;29 第一闸阀;30 第二闸阀;31 半导体负载填料;32 紫外灭菌灯;33 储水箱;34 通气管;35 出水口;36 出泥口;37 螺旋输送器;38 微涡流混凝器;39 纳米曝气机;40 液压泵;41 支架;42 半封闭式外壳;43 超声波发生仪。

## 具体实施方式

[0035] 本发明又设计两种筛滤装置分两次对污水进行过滤处理,深度去除水中的有机的悬浮物质和杂质,吸附过滤各种有害物质。其中三级反冲筛滤装置,在筛滤的同时采用紫外灯、半导体负载填料以及纳米曝气技术大量激发羟基自由基对出水进行高级氧化,深度去除其中污染物质,灭杀污水中的细菌,病原菌,并针对环境类激素(如激素类农药、抗生素、二恶英、雌激素以及人工合成激素等微量有害化学物质)的处理方面具有很大的优势,使

大分子难降解有机物氧化成低毒或无毒的小分子物质,提高了出水水质,使其达到国家回用标准。经过本工艺处理的出水透明度高、水质好,同时有效防止餐厨垃圾渗滤液发酵产生恶臭,对周边环境造成不良影响,并更好的达到了反冲洗作用,最大程度节省了水资源。

[0036] 本发明提供的餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置和方法,可以高效去除污水中污染物质如:颗粒有机物、微生物、病原菌悬浮杂质、胶体等。本发明提供的餐厨垃圾渗滤液预处理降低浊度的装置,其主要结构包括:

[0037] 滚筒格栅机1,由铁板卷成两个圆筒后中间夹着一段网板组成的滚筒、本封闭式外壳42、支架41及储水池组成,针状清扫器3固定在圆筒滚筛的一侧,在半封闭式外壳42上端。滚筒格栅机转速控制在20-100r/min,污水自格栅滚筒的孔隙流过,直接跌入储水池内;固体截流在滚筒筛网表面上,在滚筒倾斜的重力作用、滚筒转动的离心震荡作用及往复式清筛推板2的推动力下,掉落在格栅机1的左侧。在内部滚筒转动的过程中,针状清扫器3随之不断转动,防止筛孔被固体堵塞,堵塞筛孔的固体在针状清扫器3的作用下掉进滚筒内部,在滚筒转动的离心震荡作用下,掉落在格栅机1的左侧。经过格栅机1处理的污水在液压泵40的作用下输入扰流纳米曝气反冲筛滤池5中。

[0038] 扰流纳米曝气反冲筛滤池5由多孔板9a分为上、下两层,多孔板9a是由两层多孔板中间夹设一层不锈钢纱网所组成。多孔板9a上方设有连接纳米曝气机39的纳米曝气头9,纳米曝气头9上方铺设有复合填料9b,该复合填料9b是选取石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物,粒径为0.5-1.2mm,不均匀系数为2,是集过滤、吸附、离子交换、混凝及去除重金属为一体的多功能混合填料。复合填料9b上方设置一个由叶轮7和电机6组成搅拌机。多孔板9a的下方为储水箱33,该储水箱33通过液压泵连接纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置13。

[0039] 纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置13的底部设有螺旋输泥器37,螺旋输泥器37的一端为出泥口36。纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置13的进水口处为主反应区8,主反应区8的上部设有用以添加混凝剂的加药装置10,主反应区8内设有微涡流混凝器38,微涡流混凝器38的上方设有连接纳米曝气机39的纳米曝气头9,以完成纳米气浮-凝聚过程。主反应区8的一侧为絮体拦截区11,絮体拦截区11内安装多根用于拦截絮体并使其沉淀的斜管12。絮体拦截区11通过上部的水流通道11a连接絮体二次拦截区14,絮体二次拦截区14内填充有聚丙烯立体网状结构填料15,立体网状结构填料15下方设有连接纳米曝气机39的纳米曝气头9,立体网状结构填料15底部设有出水口,该出水口通过液压泵连接旋三级反冲筛滤装置22。

[0040] 主反应区8、絮体拦截区11两个区域上下通透,絮体二次拦截区14上部敞口,底部封死,污水在主反应区8自上向下流动,在絮体拦截区11自下向上流动,在絮体二次拦截区14在自上向下流动。

[0041] 三级反冲筛滤装置22由多孔网格25分为上、下两个部分,多孔网格25是由两层多孔板中间夹设一层不锈钢纱网所组成。

[0042] 多孔网格25的上方正中间设有连接纳米曝气机39的纳米曝气头9,纳米曝气头9是填充有用于筛滤的混合填料21,该混合填料21是选取石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物,粒径为0.5-1.2mm,不均匀系数为2,是集过滤、吸附、离子交换、混凝及去除重金属为一体的多功能混合填料。混合填料21上方设有一阻流板20,阻流板20对应的另一

侧设有曝气管 23，曝气管 23 设有多个细孔曝气孔，曝气孔垂直向上。在曝气管 23 的一侧安装有超声波发生仪 43。三级反冲筛滤装置 22 连接纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置 13 出水口 35 的一侧设有进水堰 19，与进水堰 19 相对应的另一侧设有回流槽 24。

[0043] 多孔网格 25 的下方设有紧密排列的圆筒状分压仓以分割空间，防止局部压力过大冲破多孔网格 25。分压仓下方为储水箱 33，储水箱 33 的外壁涂刷有避光黑色涂料，内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂（如纳米 TiO<sub>2</sub> 粉体），底部安装有紫外灭菌灯 32，且紫外灭菌灯 32 之间设有连接纳米曝气机的纳米曝气头 9，储水箱 33 内部剩余空间填充有半导体负载填料（如纳米 TiO<sub>2</sub> 粉体负载在立体网状聚丙烯上的填料）。储水箱 33 的一端连接一通气管 34，该通气管 34 同时连接三级反冲筛滤装置的进水堰 19。本发明将填料固定在载体上，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，无需使用分散剂，并减少催化剂的流失现象。

[0044] 三级反冲筛滤装置 22 的储水箱 33 的出水口通过三通管连接至出水池 27，该三通管还连接出水池 27 的出水口，作为对三级反冲筛滤装置 22 进行反冲洗的用水通道。

[0045] 本发明的装置在正常筛滤时，开启扰流纳米曝气反冲筛滤池 5 的搅拌机，其转速为 100r/min，并随着筛滤过程中由于污染物质堆积，水流不能顺利通过复合填料，液位不断增高的过程，不断提高搅拌机的转速，直至影响处理效果时进行反冲洗。在扰流纳米曝气反冲筛滤池 5 进行反冲洗时，开启搅拌机和纳米曝气机进行反冲洗，在搅拌机高速搅拌以及曝气时产生的高压水流和纳米气泡的作用下，所有复合填料呈现无规则高速运动状态，复合填料在水流旋涡的冲击力和气泡、叶轮的剪切力作用下相互摩擦，附着的有机污染物能够去除，得到较为纯净的填料。

[0046] 常规砂滤通常采用压实填料、增加水压、砂上附加网格等手段改进砂滤过程，通常不扰动砂层，使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。本发明则利用搅拌机的旋转扰动复合填料表层，防止污染物质堆积对水流的顺利通过形成阻力。同时利用纳米曝气水流、气泡的冲击力和剪切力对复合填料进行反冲洗。扰流纳米曝气反冲筛滤池出水直接导入纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置进行处理。

[0047] 纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置分为左、中、右三个部分，底部设有螺旋输泥器；左边为主反应区，完成纳米气浮 - 凝聚过程，中央为絮体拦截区，右边为絮体二次拦截区。左边主反应区内填充微涡流混凝器，其内部上方有纳米曝气头，使用有机玻璃固定，其顶端有加药装置用以添加混凝剂，采用的混凝剂为聚合氯化铝 (PAC) + 阳离子聚丙烯酰胺 (CPAM)，其添加比例约为 20:1。中间絮体拦截区铺设有斜管用于絮体拦截沉淀；右边絮体二次拦截区内部填充有聚丙烯立体网状结构填料，立体网状结构填料下方铺设一纳米曝气头，填料底部设置出水口，通过液压泵连接旋三级反冲筛滤装置。

[0048] 本发明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：

[0049] (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；

[0050] (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。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（絮体过大时会使总表面积减小，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。

[0051] (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。

[0052] 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。

[0053] 污水经过主反应区纳米气浮-凝聚处理后，于微涡流混凝器再次凝聚-絮凝，而后自流至位于中间的絮体拦截区，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。

[0054] 三级反冲筛滤装置进行筛滤时，储水箱内的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，间歇冲散混合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，使混合填料截留的污染物集中排出装置外，与进水混合重新处理。延长三级反冲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。

[0055] 三级反冲筛滤装置的储水箱内纳米曝气头采用  $O_3$  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（紫外灭菌灯平均照射剂量在  $300J/m^2$  以上）、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。

[0056] 综上所述，本发明采用滚筒格栅机使用机械法完成污水的固液分离步骤，自动拦截去除污水中漂浮的较大固体，相对现有格栅机具有格栅效果明显、无需反冲洗、不易堵塞、占地面积小、处理量迅速的优点。

[0057] 而后采用纳米曝气凝聚-微涡流絮凝装置去除污水中细微悬浮物、胶体等污染物质，通过纳米曝气过程产生的纳米气泡进行混凝工艺，优化了混凝效能、降低了药耗、缩短反应时间。

[0058] 本发明采用两种筛滤装置分两次对污水进行过滤处理，深度去除水中有机的悬浮物质和杂质，吸附过滤各种有害物质。

[0059] 污水经过纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置的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。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。

[0060] 正常筛滤时,污水自纳米曝气凝聚 - 微涡流絮凝装置的进水堰进入三级反冲筛滤装置。三级反冲筛滤装置在筛滤的同时采用紫外灯、半导体负载填料以及纳米曝气技术大量激发羟基自由基对出水进行高级氧化,深度去除其中污染物质,灭杀污水中的细菌,病原菌,并针对环境类激素(如激素类农药、抗生素、二恶英、雌激素以及人工合成激素等微量有害化学物质)的处理方面具有很大的优势,使大分子难降解有机物氧化成低毒或无毒的小分子物质,提高了出水水质,使其达到国家回用标准。经过本发明处理的出水透明度高、水质好,同时有效防止餐厨垃圾渗滤液发酵产生恶臭,对周边环境造成不良影响,并更好的达到了反冲洗作用,最大程度节省了水资源。

[0061] 根据本发明的一个实施例,经本发明处理后的渗滤液浊度降低 95%,芳香性类富里酸物质降低 95%以上,污水浊度降低 99%,出水水质透明度高,可采取正常有机污水处理方式处理。

[0062] 本发明的三级反冲筛滤装置采用三级反冲洗技术进行反冲洗。

[0063] 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 9,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。

[0064] 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 29,开启第三阀门 28、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 9,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 9、第三阀门 28、第二阀门 17,开启第一阀门 16、第一闸阀 29,继续进行筛滤处理。

[0065] 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 29,开启第三阀门 28、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 9、超声波发生仪 43,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,空化气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。

[0066] 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。

[0067] 本发明的碳掺杂的纳米  $TiO_2$  粉体的制备:

[0068] 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,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。

[0069] 纳米  $TiO_2$  粉体负载在填料上的方法:

[0070] 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按体积比 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。

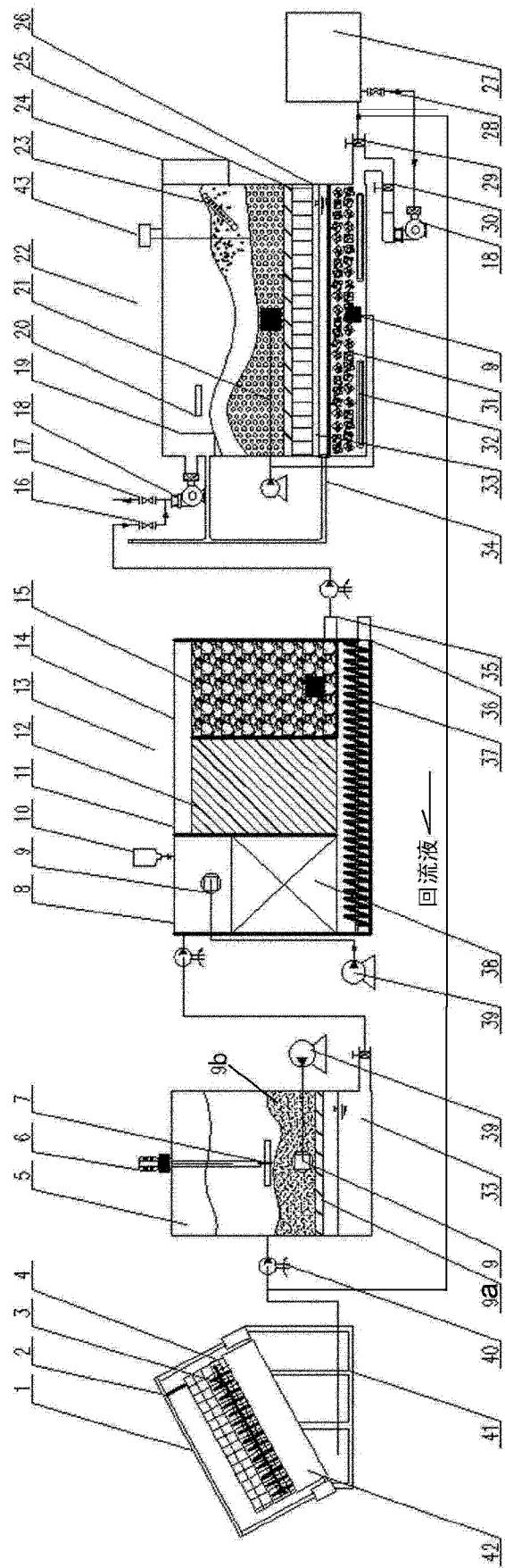


图 1