



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105016462 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201510393165. 4

(22) 申请日 2015. 07. 07

(71) 申请人 中国石油天然气集团公司  
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号

申请人 中国昆仑工程公司

(72) 发明人 周华堂 许贤文 陈扬 陶卫克  
杨笛 李树伟 杨帆 张超

(74) 专利代理机构 北京市卓华知识产权代理有限公司 11299

代理人 周瑞艳

(51) Int. Cl.  
C02F 3/12(2006. 01)

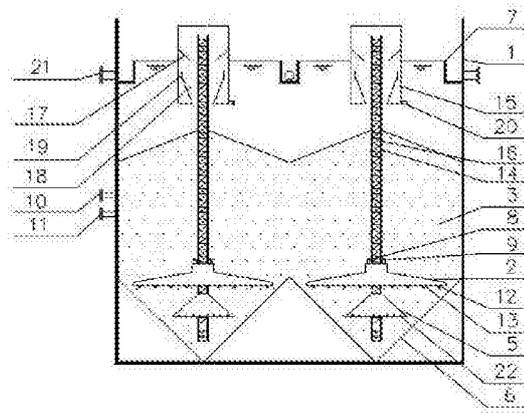
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

滤料自动连续清洗的曝气生物滤池

(57) 摘要

本发明涉及一种滤料自动连续清洗的曝气生物滤池,包括池体,所述池体内设有一个或多个立式的滤料循环器,所述滤料循环器主要由滤料清洗器和清洗水导流器构成,所述滤料清洗器包括提升管,所述提升管的管内设有水流扰动结构,所述清洗水导流器内设有导流板和溢流槽,所述池体的底部设有与所述提升管对应的滤料导流斗,所述提升管的下端口位于所述滤料导流斗内,所述提升管的外侧套设有中心筒,所述滤料导流斗内还设有一体化气水分布器和设有滤料分配器。本发明实现了对滤料的自动清洗,结构简单,操作方便,动力消耗少,制造和维护费用低。



1. 一种滤料自动连续清洗的曝气生物滤池,包括池体,所述池体内设有一个或多个立式的滤料循环器,所述滤料循环器主要由滤料清洗器和清洗水导流器构成,所述滤料清洗器包括提升管,所述提升管的上、下端均敞口,其下端口位于所述池体内的滤料层下部,上端口位于所述清洗水导流器内,所述提升管的管内设有水流扰动结构,所述提升管的中部设有提升管进气口,所述提升管进气口连接提升气供气管,所述清洗水导流器包括导流器壳体,所述导流器壳体呈与所述提升管同轴的筒形,内设导流板,所述导流板呈上大下小的与所述导流器壳体同轴的锥筒形,所述导流板的上端周边与所述导流器壳体的内壁连接,所述导流板的下端口边缘与所述提升管之间留有环形间距,所述导流器壳体下部的内侧设有溢流槽,所述溢流槽与所述导流器壳体同轴,所述溢流槽的外壁直接采用所述导流器壳体或者贴合在所述导流器壳体上,所述溢流槽的内壁呈上大下小的与所述导流器壳体同轴的锥筒形且其上端口大于所述导流板的下端口,所述溢流槽内壁的顶部为清洗水溢流堰,所述溢流槽的底部设有清洗水排放管。

2. 如权利要求 1 所述的滤池,其特征在于所述池体的底部设有与所述提升管对应的滤料导流斗,所述滤料导流斗与所述提升管同轴,所述提升管的下端口位于所述滤料导流斗内。

3. 如权利要求 2 所述的滤池,其特征在于所述提升管的外侧套设有中心筒。

4. 如权利要求 3 所述的滤池,其特征在于所述滤料层的下部设有一体化气水分布器,所述一体化气水分布器上设有若干布气口、若干布水口以及进气管接口和进水管接口,所述一体化气水分布器内设有连通所述进气管接口和布气口的气流通道以及连通进水管接口和布水口的水流通道,所述布气口和布水口交错均匀布置。

5. 如权利要求 4 所述的滤池,其特征在于所述一体化气水分布器上的布气口和布水口的方向朝下。

6. 如权利要求 5 所述的滤池,其特征在于所述一体化气水分布器的数量与所述提升管的数量相等且一一对应,所述一体化气水分布器位于所述滤料导流斗内空间的上部。

7. 如权利要求 6 所述的滤池,其特征在于所述一体化气水分布器呈主体部分旋转对称的多爪形,所述多爪形的一体化气水分布器的中央设有竖向通孔并通过该竖向通孔套在相应的中心筒上。

8. 如权利要求 1、2、3、4、5、6 或 7 所述的滤池,其特征在于所述滤料导流斗内设有滤料分配器,所述滤料分配器呈与相应滤料导流斗同轴的伞状,其外边缘与所述滤料导流斗之间留有间距,当所述提升管外套有中心筒时,所述滤料分配器的中央设有竖向通孔并通过该竖向通孔套在相应的中心筒上。

9. 如权利要求 8 所述的滤池,其特征在于所述滤料分配器位于相应一体式气水分布器的下方。

10. 如权利要求 9 所述的滤池,其特征在于所述滤料分配器的边缘部位沿圆周规则分布有若干空气喷嘴,所述空气喷嘴连接压缩空气供气管,以便在必要时喷射压缩空气,形成爆破效应,破坏滤料的板结和架空结构。

## 滤料自动连续清洗的曝气生物滤池

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种滤料自动连续清洗曝气生物滤池,属于污水处理技术领域。

### 背景技术

[0002] 曝气生物滤池是一种生物膜处理工艺,广泛应用于市政污水处理和工业污水处理中。其处理原理是污水在通过滤池床层时,水中有机污染物被附着在床层滤料上的微生物吸附、消化分解和去除,使污水得到净化;微生物分解去除污染物的同时,自身不断地增长繁殖,生物膜会不断加厚,并造成滤床的堵塞和滤料的相互粘连“板结”等问题,故需要设置反清洗系统定期清洗,以维持滤料上合适的生物膜厚度。曝气生物滤池一般由滤料床、布水系统,曝气系统,反清洗系统组成,目前的生物滤池采用的大都是固定床定期间断反清洗的模式,由此造成设备管路配置复杂、投资大、自控要求高,维护工作量大、占地多和运行效果不稳定等缺点,一直困扰着生物滤池的应用。有些采用移动床的生物滤池,由于难于控制和限制生物膜的过度增长,生物膜使滤料相互粘连,会出现滤床局部“板结”,形成“架空”现象而无法实现滤床的有效移动和生物膜更新。

### 发明内容

[0003] 为了克服现有技术的上述缺陷,本发明提供了一种滤料自动连续清洗曝气生物滤池,以简化结构,减少占地面积,减低成本,方便操作。

[0004] 本发明所采用的技术方案:一种滤料自动连续清洗的曝气生物滤池,包括池体,所述池体内设有一个或多个立式的滤料循环器,所述滤料循环器主要由滤料清洗器和清洗水导流器构成,所述滤料清洗器包括提升管,所述提升管的上、下两端均敞口,其下端口位于所述池体内的滤料层下部,上端口位于所述清洗水导流器内,所述提升管的管内设有水流扰动结构,所述提升管的中部设有提升管进气口,所述提升管进气口连接提升气供气管,所述清洗水导流器包括导流器壳体,所述导流器壳体呈与所述提升管同轴的筒形(所称同轴是指两个件的中心轴线相互重叠或位于同一直线上),内设导流板,所述导流板呈上大下小的与所述导流器壳体同轴的锥筒形,所述导流板的上端周边与所述导流器壳体的内壁连接,所述导流板的下端口边缘与所述提升管之间留有环形间距,所述导流器壳体下部的内侧设有溢流槽,所述溢流槽与所述导流器壳体同轴,所述溢流槽的外壁直接采用所述导流器壳体或者贴合在所述导流器壳体上,所述溢流槽的内壁呈上大下小的与所述导流器壳体同轴的锥筒形且其上端口大于所述导流板的下端口,所述溢流槽内壁的顶部为清洗水溢流堰,所述溢流槽的底部设有清洗水排放管,用于将槽内溢流水引出。

[0005] 优选的,所述池体的底部设有与所述提升管对应的斗形结构,可称为滤料导流斗,所述滤料导流斗与所述提升管同轴,所述提升管的下端口位于所述滤料导流斗内,由此,可以使滤料平稳顺序地进入滤料导流斗并被提升管抽取,避免出现清洗死角,也有利于防止板结和架空。

[0006] 优选的,所述提升管的外侧套设有中心筒,以方便提升管的插入和取出,同时还可

以用作其他部件的支撑或辅助安装固定。

[0007] 优选的,所述滤料层的下部设有一体化气水分布器,所述一体化气水分布器上设有若干布气口、若干布水口以及进气管接口和进水管接口,所述一体化气水分布器内设有连通所述进气管接口和布气口的气流通道以及连通进水管接口和布水口的水流通道,所述布气口和布水口交错均匀布置,以优化微观上的气水匹配,提高均匀分配效果。

[0008] 优选的,所述一体化气水分布器上的布气口和布水口的方向朝下。

[0009] 优选的,所述一体化气水分布器的数量与所述提升管的数量相等且一一对应,当所述池体底部设有滤料导流斗时,所述一体化气水分布器位于所述滤料导流斗内空间的上部。

[0010] 优选的,所述一体化气水分布器呈主体部分旋转对称的多爪形,例如,八爪形,所述多爪形的一体化气水分布器的中央设有竖向通孔并通过该竖向通孔套在相应的中心筒上。

[0011] 优选的,所述一体化气水分布器设有用于在池底安装的支脚。

[0012] 优选的,所述滤料导流斗内设有滤料分配器,所述滤料分配器呈与相应滤料导流斗同轴的伞状,其外边缘与所述滤料导流斗之间留有间距,以供滤料通过。

[0013] 优选的,所述滤料分配器的中央设有通孔并通过该通孔套在相应的中心筒上。

[0014] 优选的,所述滤料分配器位于相应一体式气水分布器的下方。

[0015] 优选的,所述滤料分配器的边缘部位沿圆周规则分布有若干空气喷嘴,所述空气喷嘴连接压缩空气供气管,以便在必要时喷射压缩空气,形成爆破效应,破坏滤料的板结和架空结构。

[0016] 本发明清洗过程为:通过提升气供气管将压缩空气送入提升管,压缩空气在提升管内带动水及水中滤料一同向上流动,在向上流动的过程中,水流因水流扰动结构的影响紊乱,滤料之间以及滤料和导流管之间产生激烈的碰撞,同时还有水流气流的冲击,使滤料上生物膜(污泥)从滤料上脱离,悬浮在水中,水流从提升管上端口进入清洗水导流器后,由于溢流槽内的水不断被清洗水排放管以一定的流量引出,清洗水将携带悬浮的污泥不断从溢流堰进入溢流槽,而滤料则在重力以及导流板的作用下在提升管周边下沉,穿过导流板下端口和溢流槽内壁下端口落入池体内的滤料层的上表面,由于位于滤料层底部的滤料不断地被提升管抽提出来进行清洗,而清洗后的滤料不断返回滤料层的上表面,实现了在工作过程中滤料的自动清洗。

[0017] 本发明实现了对滤料的自动清洗,并且不需要设置复杂的反冲洗装置,结构简单,操作方便,可靠性好,设备寿命长,维护方便,动力消耗仅为少量的压缩空气,不干扰正常的水处理过程,滤料清洗的污泥通过清洗水排放管引入,不影响出水水质。

## 附图说明

[0018] 图 1 是本发明的结构示意图;

图 2 是本发明在俯视方向上的示意图;

图 3 是本发明工艺流程示意图。

## 具体实施方式

[0019] 本发明是一种可以控制滤料板结并连续、自动进行滤料清洗的新型污水处理装置,属于生物膜滤池反应器,其核心功能是由负载在滤料上的生物膜进行生化反应来去除污水中的污染物,采取了与传统生物滤池不同的运行模式,可以实现滤料的连续自动清洗和设备的不间断连续运行。主要特点在于:一是设置了可以实现滤料自动连续清洗的紊流摩擦和气体摩擦清洗、提升除膜一体化的滤料循环器,使滤料可以在床层中循环移动;二是设置了可以自动定时进行压缩空气“爆破”的滤料分配器,利用短时间产生的巨大震动,控制和防止滤料发生局部粘连“板结”和“架空”问题,确保滤料在床层能够实现有效循环移动;三是设置了一体化交错均匀补水补气的气水分布器,使微观上进气量与污染物负载量相适应,使生物膜得到充分的供氧,并使供氧得到充分的利用。

[0020] 该滤池主要由池体 1、一体化气水分布器 2、滤料层 3、滤料循环器、滤料分配器 5 和滤料导流斗 6 构成,其中滤料导流斗属于池体的底部斗形结构。

[0021] 通常情况下,池体 1 的池深可为 8m-10m,一般使用钢砼结构,当规模较小时也可以采用钢制结构。滤池采用单元格设计,可根据处理水量不同,采用多单元组合,每个单元设一体化气水分布器 2、滤料循环器、滤料分配器 5 各一台,滤料导流斗在池底统一布置,各单元之间互相联通,不采用池壁分隔,池体的顶部设统一的溢流堰 7,出水进入溢流堰 7 后经出水管 21 排出。

[0022] 一体化气水分布器 2 的形状可以为八爪型,其顶部设有进水管接口 8 和进气管接口 9,分别连接在相应的进水管 10 和进气管 11 上。一体化气水分布器 2 的底部设有布水口 12 和布气口 13,布水口 12 和布气口 13 交错均匀布置,负责将污水和空气同时均匀分布到滤池底部,一体化气水分布器利用支脚固定在滤料导流斗 6 上部,底面位于滤料导流斗 6 顶部偏下 100mm。

[0023] 滤料层 3 中采用颗粒均匀的具有大比表面积的滤料作为生物的载体,通过生物挂膜,形成生物滤料,在其上发生的生化反应可以分解有机物污染物,同时滤料具有一定的刚性和耐磨性以经受频繁摩擦清洗,滤料层高度为 4m-6m,针对不同的污水种类或水质,可以选用不同比重、粒径、孔径等规格的滤料。

[0024] 滤料循环器是由滤料清洗器 14、清洗水导流器 15 和中心筒 16 构成,滤料清洗器 14 主要包括提升管,提升管是一根贯通滤池顶部至滤池底部的管状件,压缩空气由位于提升管中部的进气口进入提升管,在提升管内水、气混合,与外部形成比重差,其作用会使滤池中的水携带滤料一起从底部吸入提升管内,并一直上升到滤池顶部,在上升过程中,由提升管内设置的水流扰动结构的扰动和 / 或导流作用,使气流和水流产生紊流扰动,提升管内的水、气和滤料会形成剧烈的混合、碰撞、摩擦,使得滤料上附着的大部分老化生物膜脱落,所述提升管内的水流扰动结构可以采用任意适宜的现有技术,例如,沿轴向离散分布的若干旋流导流板或连续分布的螺旋结构,以便对上升的水流形成足够的扰动作用,可以在一个直杆上设置若干能够扰动或引导水流的叶片并插入提升管中形成所述的水流扰动结构,以便于安装和维护。

[0025] 水和滤料沿提升管到达滤池顶部后,进入清洗水导流器 15,清洗水导流器 15 中部设有导流板 17,下部设有沉淀区 18 和清洗水溢流堰 19,清洗水溢流堰 19 的位置比滤池液面略低,在内外液位差的作用下,清洗水不会进入滤池,而是携带脱落的生物膜经清洗水溢流堰 19 进入溢流槽,然后由溢流槽底部的清洗水排放管 20 排出,清洗后的滤料则经由滤料

沉淀区 18 回落到滤料层表面,清洗水溢流堰 19 可以调整高度以控制清洗水排放量。通过调整清洗气量,可以改变滤料清洗速度并控制循环周期。

[0026] 中心筒 16 套在提升管的外侧,自上而下分别穿过清洗水导流器 15、一体化气水分布器 2 和滤料分配器 5,并且提供与上述各设备的连接,而且为滤料清洗器 14 提供了支撑与定位。中心筒 16 的内径比提升管大,底部距池底留有空隙,提升管和进气用的软管则从中心筒的顶部装入,而滤料不容易进入中心筒 16,一旦提升管发生堵塞时,可以更容易抽出检修,检修完成后的提升管也能轻易装回中心筒 16 内。

[0027] 所述的滤料分配器 5 呈伞状,位于一体化气水分布器 2 下方,其特征是投影面积为滤池池底面积的一半,而斜面角度与滤料导流斗 6 角度保持一致,其外缘与滤料导流斗 6 之间留有合理的缝隙,缝隙大小由采用的滤料种类和性状(粒径、比重等)决定。另外,滤料分配器边缘区域设有一圈空气喷嘴 22,这些空气喷嘴通过相应的管道与压缩空气储罐相连,在滤料发生板结时,可以观察到滤池滤料顶部出现分布不均匀现象,此时将压缩空气通入空气喷嘴 22,形成短时压缩空气“爆破”,高流速气体对滤料进行抖动、冲刷和松动,以消除滤料局部粘连“板结”现象。通过上述作用使滤池中的滤料均匀的进入滤池底部滤料导流斗 6,避免滤料循环过程中出现短流现象。

[0028] 滤料导流斗 6 位于滤池的底部,呈斗形(倒置的棱锥面形),角度为  $45^{\circ}$  - $60^{\circ}$ ,使得滤池截面在滤料清洗器入口处缩小至一定范围,其作用是和滤料分配器同时作用,保证在一个清洗周期中所有的滤料能依次进入滤池底部清洗器 14 入口,避免出现短流现象。

[0029] 这种生物滤池可以采用单元格设计,根据不同的处理水量,可以设单个单元或者多个单元,每个单元处理量可以为  $10\text{m}^3/\text{h}$ - $30\text{m}^3/\text{h}$ ,如采用 4 个单元构成,则滤池最大处理量为  $120\text{m}^3/\text{h}$ ,采用 9 个单元构成,则处理量可达到  $360\text{m}^3/\text{h}$ 。

[0030] 这种生物滤池可用于对二级生化处理出水进行深度处理,也可用于回用水预处理以及直接处理低浓度有机废水。需处理的原水进入进水水池,由进水提升泵和曝气风机向一体化气水分布器 2 进行均匀的布气布水,生物滤池中装填一定高度的生物滤料层 3,曝气风机向位于池体底部的曝气器进行空气曝气,进行好氧生物反应使原水中的有机物得到降解。处理后的出水经出水堰 7 溢流到出水管 21 排放。

[0031] 自动清洗可以连续进行,也可以根据清洗需要间歇进行,气提风机向滤料清洗器提供清洗用气源,池体底部生物膜较厚的滤料被提升并同时进行清洗,使滤料上附着的生物膜脱落,滤料经过清洗后进入滤池上部清洗水导流器 15 中落至滤料层 3 顶部,由此不断循环。脱落的生物膜随清洗水由清洗水排放管 20 排放至固液分离池沉淀后,上清液排至进水池继续处理,污泥排放至污泥处理单元。

[0032] 本发明具有下列优点:

(1)滤池保持连续运行状态,不再需要间歇停机进行反清洗。滤料被连续清洗并不断循环,底部生物膜较厚的滤料经过清洗后,多余的生物膜随清洗水排放,清洗后的滤料回到滤料层顶部从而进行循环;

(2)目前有采用流砂过滤器洗砂器原理来进行滤料清洗的工艺,然而洗砂器的位置位于滤池上部并且接近滤池上部清水区,因此清洗持续时间短,效果不佳,清洗后脱落的生物膜容易进入清水区污染过滤产出水。本发明采用新型的贯穿滤池顶部至底部的滤料清洗器,滤料在提升的同时即进行清洗,使得滤料的清洗更加彻底,并且能显著减少清洗水的用

量,提高产水率,清洗脱落的生物膜在导流器中部即被清洗水带入清洗水排放管排出,因此大大降低了污染产出水的可能。另外本发明使用中心筒作为滤料清洗器的支撑和定位,使得滤料清洗器的检修和装配更简单易行。

[0033] (3) 采用一体化进水进气装置,在均匀布水的同时对滤池供氧,精简了移动床生物滤池的设备,并且集成化的一体化气水分布器有利于水和空气在滤池内的均匀分布,能显著提高处理效果和稳定性。

[0034] (4) 滤池底部设置了滤料分配器和滤料导流斗,通过两者的协同作用,使得滤料按序均匀的被清洗循环,大大降低了滤池内出现局部滤料板结的可能性;即使滤料局部出现板结,也可以由定时控制压缩空气从滤料分布器上的压缩空气喷嘴喷出形成“爆破”震动,松动滤料,消除滤料床层“板结”现象的发生。

[0035] 本发明公开的各优选和可选的技术手段,除特别说明外及一个优选或可选技术手段为另一技术手段的进一步限定外,均可以任意组合,形成若干不同的技术方案。

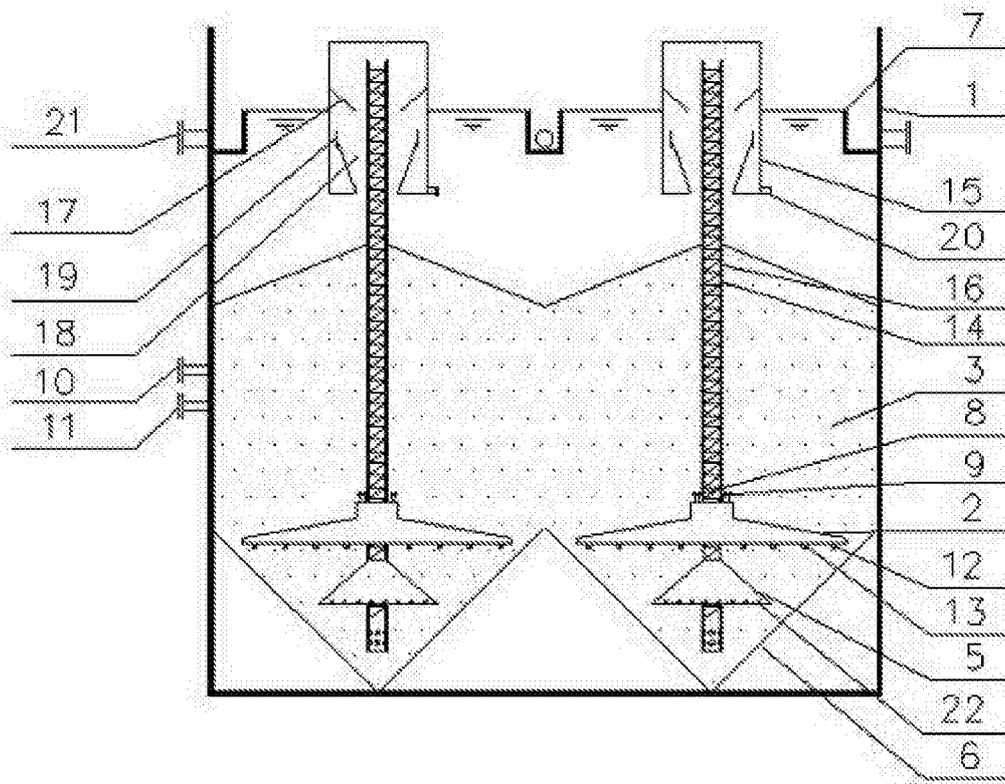


图 1

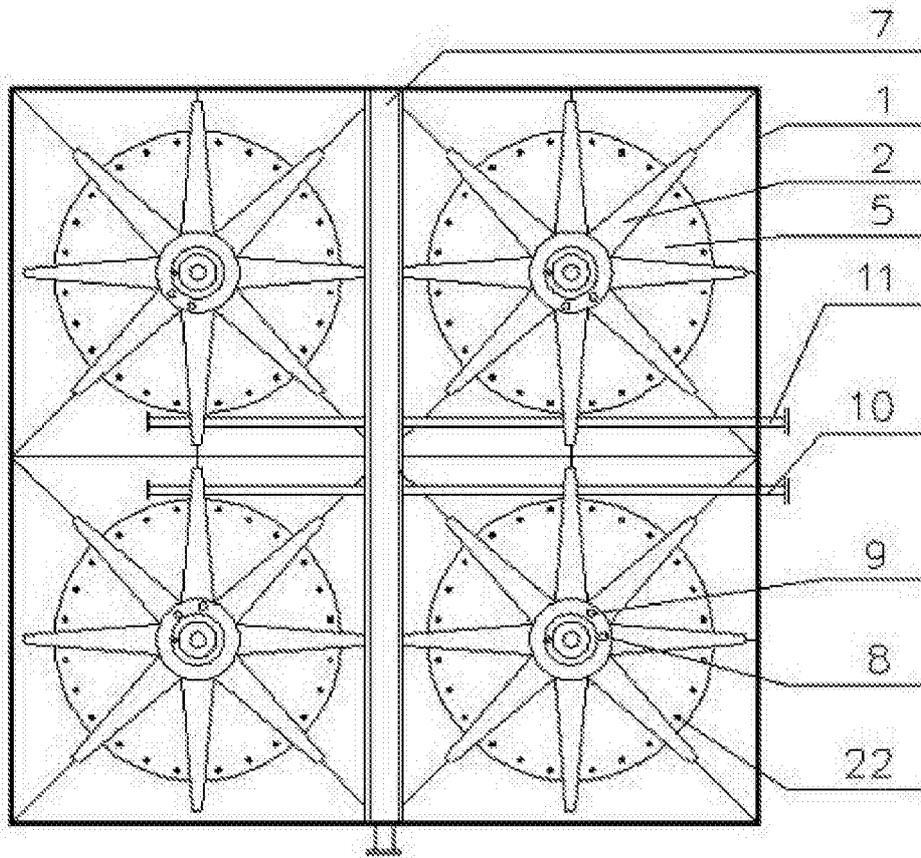


图 2

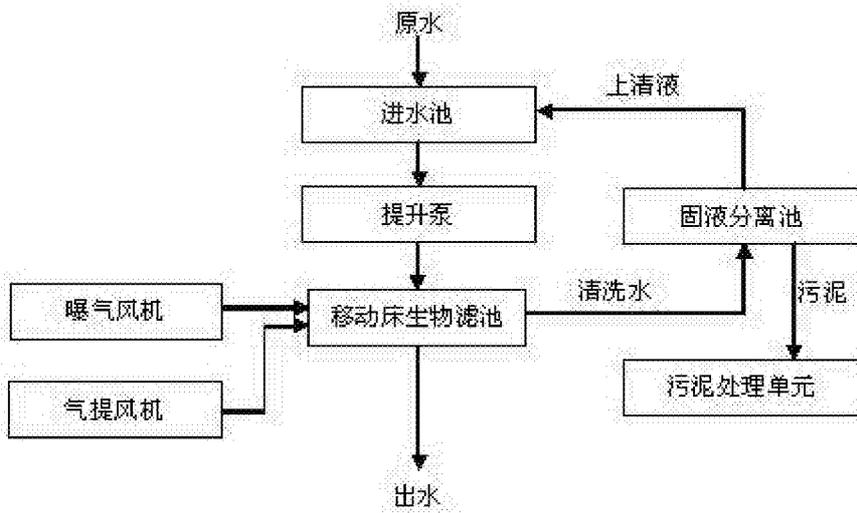


图 3