

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 3/12 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820108557.7

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 201338965Y

[22] 申请日 2008.6.13

[21] 申请号 200820108557.7

[73] 专利权人 必德普(北京)环保科技有限公司

地址 100028 北京市朝阳区曙光西里甲六号

时间国际 A 座 3007 室

共同专利权人 邵 源 张 华

[72] 发明人 李建国 邵 源 张 华

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 逯长明

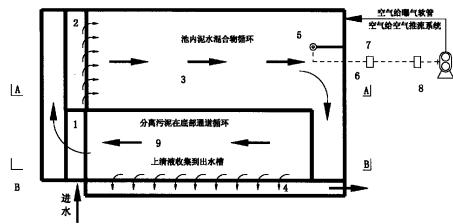
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

生物污水处理装置

[57] 摘要

本实用新型一种生物污水处理装置，在生物反应池的内部有泥水分离系统、推动泥水混合物循环的系统和曝气系统，曝气系统包括多根曝气管和鼓风装置，其特征在于，相邻曝气管之间的间距为 8 ~ 30cm。本实用新型提供的生物污水处理装置与现有技术相比，可以使得溶解氧含量控制在 0.1 ~ 0.5mg/L 之间，曝气池中溶解氧浓度值不超过这个范围，不仅对废水中有机物的去除有利，而且同时实现了同步硝化反硝化的脱氮过程，因此不需要再进行反硝化池的脱氮处理，节约了工艺步骤和设备，而且可以达到排放标准。



1、一种生物污水处理装置，在生物反应池的内部有泥水分离系统、推动泥水混合物循环的系统和曝气系统，曝气系统包括多根曝气管和鼓风装置，其特征在于，相邻曝气管之间的间距为8~30cm。

2、根据权利要求1所述的生物污水处理装置，其特征在于，所述相邻曝气管之间的间距为10~20cm。

3、根据权利要求1所述的生物污水处理装置，其特征在于，所述曝气管为曝气软管。

4、根据权利要求1所述的生物污水处理装置，其特征在于，所述泥水分离系统包括两个隔墙，隔墙之间设置填料。

5、根据权利要求1所述的生物污水处理装置，其特征在于，在所述曝气系统的一端有两个隔墙，所述两个隔墙之间有供气装置。

6、根据权利要求5所述的生物污水处理装置，其特征在于，所述两个隔墙中，临近曝气系统的隔墙为竖直隔墙，另外一个隔墙为向曝气系统倾斜的倾斜隔墙。

7、根据权利要求6所述的生物污水处理装置，其特征在于，所述供气装置靠近生物反应池的底部。

8、根据权利要求7所述的生物污水处理装置，其特征在于，所述供气装置为与鼓风装置连接的带孔管。

生物污水处理装置

技术领域

本实用新型涉及一种污水处理装置，尤其涉及一种生物污水处理装置，属于水处理领域。

背景技术

随着社会的发展，水资源紧缺的问题日益严重，水将成为制约社会发展的一项重要因素。人们也越来越重视水处理技术的开发和改进。

生物污水处理工艺是污水处理工艺中比较特殊的一种，又称为活性污泥法。活性污泥法可以分为好氧法和厌氧法等。在好氧生物污水处理系统中，微生物利用水中的溶解氧，氧化降解水中的有机污染物，然后进行微生物和水的分离操作，达到净化污水的目的。溶解氧英文名称为 Dissolved Oxygen，通常记作 DO，是指溶解在水里氧的含量，用每升水里氧气的毫克数表示，单位为 mg/L。水中溶解氧的多少是生物污水处理工艺中非常重要的一个指标。

为了使水中微生物获得足够的溶解氧，人们利用鼓风机压缩空气或者通过表面搅拌向水中进行充气。为微生物提供氧气的鼓气装置以及配套的管线、固定装置等，统称为曝气系统。曝气系统有盘式曝气系统、管式曝气系统、表曝系统等。

在污水净化过程中，除了要去除水中的有机物，另外还要去除污水中的含氮化合物。总氮是衡量水体中污染程度的一个重要指标，总氮英文名称为 total nitrogen，通常记作 TN，总氮包括水体中所有含氮化合物中的氮元素的总和。例如亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、无机盐氮以及有机含氮化合物等。水体中氮元素的去除是通过三个阶段完成的，首先将有机氮转化成氨氮，然后将氨氮氧化成硝态氮，最后将硝态氮还原为氮气或一氧化二氮释放到大气中。其中，将氨氮氧化为硝态氮的过程为硝化反应；将硝态氮还原为氮气或一氧化二氮的过程为反硝化反应，也就是脱氮过程。如果硝化反应和反硝化反应发生在同一生物反应池内，即为同步硝化反硝化。同步硝化反硝化可以分为短程同步硝化反硝化和全程同步硝化反硝化。生物反应池可以按照氨氮→亚

硝酸盐→氮气的过程实现短程硝化反硝化脱氮，即将氨氮氧化控制在亚硝化阶段，然后进行反硝化，这两阶段反应会同步发生，这种现象叫做短程同步硝化反硝化。传统的可以按照有机氮→氨氮→亚硝氮→硝氮→亚硝氮→氮气的过程实现全程硝化反硝化脱氮的现象，即氨氮氧化处在硝化阶段，然后进行反硝化，且两个阶段同步发生，这种现象叫做全程同步硝化反硝化。同步硝化反硝化的优点是显而易见的，可以简化工艺和节省空间占地。

传统的生物污水处理工艺中，曝气池溶解氧一般控制在 2mg/L 左右，而且认为溶解氧越高，越有利于废水中有机物的去除，但在提高溶解氧的同时，需要更大的曝气能耗，提高了生物污水处理工艺的运行成本，溶解氧越高，越不能实现同步硝化反硝化。

实用新型内容

本实用新型的一个目的是提供一种生物污水处理工艺，该生物污水处理工艺能够降低曝气能耗，实现同步硝化反硝化。

本实用新型的另一个目的是提供一种生物污水处理装置。

为了实现以上的实用新型目的，本实用新型提供以下技术方案：

一种生物污水处理工艺，包括如下步骤：

将污水通入生物反应池，所述生物反应池中的泥水混合物和通入的污水混合后，进入曝气区域，所述曝气区域的溶解氧为 0.1~0.5mg/L，将通过曝气区域的泥水混合物分离得到清水。所述曝气区域的溶解氧优选为 0.15~0.4mg/L，更优选为 0.25~0.35mg/L。

传统的生物污水处理工艺中，曝气池溶解氧一般控制在 2mg/L 左右，而且认为溶解氧的浓度越大越好，本设计人经过长期的摸索研究发现，如果曝气区域的溶解氧浓度为 0.1~0.5mg/L，曝气池中溶解氧浓度值不超过这个范围的话，不仅对废水中有机物的去除有利，而且同时实现了同步硝化反硝化的脱氮过程，因此不需要再进行反硝化池的脱氮处理，节约了工艺步骤和设备。

上述的生物污水处理工艺中，所述生物反应池中的泥水混合物和通入的污水混和后的 COD 值和所述清水的 COD 值之差优选小于 150mg/L，更优选小

于 100mg/L，最优先小于 50mg/L。

COD 值是生物污水处理中一个重要的指标，英文名称为 Chemical Oxygen Demand，即化学需氧量。COD 值是指在一定条件下，采用化学氧化剂氧化单位体积的水所消耗的氧量。它是表示水中还原性物质多少的一个指标。水中的还原性物质有各种有机物、亚硝酸盐、硫化物、亚铁盐等。但主要的是有机物。又往往作为衡量水中有机物质含量多少的指标。化学需氧量越大，说明水体受有机物的污染越严重。刚通入的污水通常 COD 值都较高，相对于工艺要求的出水或称清水的 COD 值要高很多，如果将通入的污水和生物反应池中的泥水混合物，可以对通入的污水有一个稀释作用，稀释得到的泥水混合物的 COD 值和出水的 COD 的值之差如果小于 150mg/L，那么整个生物反应池内部的污染物负荷比较均匀，变化梯度小，这样就避免了进水水质突然变化引起对微生物即活性污泥的冲击，增强了工艺的抗冲击负荷能力，并且和上述的溶解氧浓度搭配使用可以起到协同效果，对于同步硝化反硝化脱氮处理更加有效。更加优先稀释得到的泥水混合物的 COD 值和出水的 COD 的值之差小于 100mg/L，最优先为小于 50mg/L。

此方法可以通过调节生物反应池中的泥水混合物的循环量和污水的进水量来实现。对于不同的污水，稀释的倍数是不一样的。例如对于生活污水的处理，可以稀释 15~20 倍即可；而对于垃圾分离液的处理，稀释倍数则需要较大，有时候甚至可以达到 1000 倍的稀释倍数。例如，要处理的污水进水量为 $1\text{m}^3/\text{h}$ ，进水 COD 值为 1000mg/L，而出水要求 COD 值小于 100mg/L。通过设计计算，生物反应池的水力停留时间为 15 小时可以将水中污染物降解到 100mg/L 以下，也就是说，生物反应池循环末端的出水中 COD 值 < 100mg/L，而系统设计循环量为 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，也就是说稀释倍数为 20 倍，进水和循环泥水混合物混合后，COD 值经过计算小于 150mg/L。

优选地，所述生物反应池中的泥水混合物和通入的污水中提及的生物反应池中的泥水混合物，为刚经过分离得到的泥水混合物。在本实用新型所述的各个技术方案中，生物反应池中的泥水混合物经过分离得到两部分，一部分是清水，另一部分是泥水混合物，这部分泥水混合物在生物反应池内继续循环，刚经过分离得到的泥水混合物中 COD 值较低，生物反应池中泥水混合

物中 COD 最低的那部分泥水混合物，如果这部分泥水混合物去稀释刚通入的污水，那么可以达到生物反应池内各处污染物负荷较为平均的目的。

优选地，在曝气区域之前设置隔板，隔板的顶端低于水面，在隔板之前利用空气的上升流将泥水混合物推入曝气区域。这部分可以称之为空气推流系统。

一种生物污水处理装置，在生物反应池的内部有泥水分离系统、推动泥水混合物循环的系统和曝气系统，曝气系统包括多根曝气管和鼓风装置，相邻曝气管之间的间距为 8~30cm，优选地，曝气管之间的间距为 10~20cm。

利用此生物污水处理装置，可以实现本实用新型提供的生物污水处理工艺。

泥水分离系统用于分离通过曝气区域的泥水混合物。推动泥水混合物循环的系统为生物反应池中的水循环流动提供动力。

优选地，所述曝气管为曝气软管。曝气软管更加有利于安装和更换。

优选地，所述泥水分离系统包括两个隔墙，隔墙之间设置多个斜板或者沉淀填料。

优选地，在所述曝气系统的一端有两个隔墙，所述两个隔墙之间有供气装置。优选地，所述两个隔墙中，临近曝气系统隔墙为竖直隔墙，另外一个隔墙为向曝气系统倾斜的倾斜隔墙。优选地，所述供气装置靠近生物反应池的底部；更优选地，所述供气装置为与鼓风装置连接的带孔管。

本实用新型提供的生物污水处理工艺与现有技术相比，由于溶解氧含量控制在 0.1~0.5mg/L 之间，曝气池中溶解氧浓度值不超过这个范围的话，对废水中有机物的去除非常有利，而且同时实现了同步硝化反硝化的脱氮过程，因此不需要再进行反硝化池的脱氮处理，节约了工艺步骤和设备，而且可以达到排放标准。

本实用新型提供的生物污水处理装置与现有技术相比，能够实现本实用新型提供的生物污水处理工艺，可以在一个生物反应池内完成对污水的处理。

附图说明

图 1 是本实用新型的工艺流程图的一种具体的实施方式；

图 2 是本实用新型所提供的一种具体的实施方式的平面布置示意图；

图 3 是图 2 的 A-A 向剖面图；

图 4 是图 2 的 B-B 向剖面图。

图中各标记的含义是：

1——进水槽，2——空气推流系统，3——曝气区，4——出水槽，5——溶氧仪，6——变送器，7——PLC 变频控制柜，8——罗茨鼓风机，9——泥水分离系统，10——隔墙，11——隔墙，12——空气扩散器，13——开孔挡板，14——空气支管，15——卡箍，16——空气分配管，17——拉伸滚轴，18——平衡装置，19——曝气软管，20——拉伸滚轴，21——供风支管，22——隔墙，23——清水收集槽，24——隔墙，25——沉淀填料，26——污泥通道。

具体实施方式

为了更好的理解本实用新型的技术方案，下面结合具体实施方式进行阐述：

请参见图 1，图 1 是本实用新型的工艺流程图的一种具体的实施方式。图 1 中虚线部分为在一座生物反应池或称池体内进行。待处理的污水，首先进入进水槽，和从泥水分离系统来的泥水混合物混合后进入空气推流系统，空气推流系统将泥水混合物推流至曝气区，经过曝气区的泥水混合物进入泥水分离系统，经过分离得到清水。另一部分泥水混合物继续和新进入的污水混合进入下一个循环。所述曝气区的溶解氧由溶氧仪来控制在 0.1 ~ 0.5mg/L。在此实施方式中，空气推流系统和曝气区的空气都由同一鼓风机房的鼓风机提供，优选的是将其设置为程控式的。也可以使用分别独立的鼓风机或者鼓风机房。

在曝气区，采用曝气软管作为空气扩散器，安装在曝气池底，每根之间间距为 10~20cm，尽量密集的敷设曝气软管，实现大面积曝气方式。在曝气过程中，控制较低的单位长度曝气软管的通气量，一般曝气软管的通气量不小于 3 m³ 空气/米曝气软管，或者更小，这样的曝气软管布置及通气量的控制方式，使得曝气池内曝气相对较均匀，池体任何角落都会有空气充入，不

出现曝气死角，同时由于通气量小，微孔曝气软管扩散出来的气泡上升速度小，在水中的停留时间长，使氧传递的效率大大提高，可以达到25%~35%左右，指的是在污水中，6米水深的情况下，而其他工艺在同等条件下的氧传递效率不高于15%。

请参见附图2~4，附图2是本实用新型所提供的一种具体的实施方式的平面布置示意图，图3是图2的A-A向剖面图，图4是图2的B-B向剖面图。经过预处理后的废水由泵或其他方式送至生物反应池的进水槽1，经过均匀布水后，进入池体内循环。进入池内循环后的废水，首先与从泥水分离系统9底部的污泥通道26循环液混合，被稀释后进入空气推流系统2，空气推流系统中隔墙10底部留有进水通道，循环液从底部进入空气推流系统，隔墙11顶部位于液位下，循环液从其上部流出，隔墙11下部有开孔挡板13，防止液体从此处回流，挡板上有预留孔，供曝气软管穿过。两隔墙之间设置空气扩散器12，由供风支管21鼓入空气，空气鼓入的同时，会造成隔墙区域内与外部的液位差，则推动液体流动，液体流动的量和速度均可以通过供气量来调节。

循环液进入曝气区3，曝气区底部密布着曝气软管19，相邻曝气软管之间的间距为10~20cm，空气从鼓风机8进入空气支管14，并由空气分配管16进入曝气软管，曝气软管19上开有微孔，空气通过微孔扩散到水中，产生大量的气泡，将氧提供给水中微生物降解污染物使用。循环液在流动的过程中，曝气区前段污染物负荷高，需氧量大，但曝气是相对均匀的，所以在前段表现出COD浓度高（用COD浓度代表污染物），DO浓度小。随着混合液的流动，COD浓度越来越低，随之变化的DO却越来越高，到曝气区末端时，工艺设置了溶氧仪5，若溶氧仪5探测到水中有溶解氧时，就说明水中的微生物不再需要如此多的空气量了，为了避免氧量（空气量）的浪费和不足，通过设定溶氧仪5的上下限，并结合变送器6与PLC变频控制柜7控制罗茨鼓风机8，根据溶氧仪5探测数据，来调整鼓风机的频率，增大或减少供风量的多少，溶氧浓度控制范围为0.25~0.35mg/L。

曝气软管由平衡装置18压平住并保证曝气软管的水平，曝气软管19的进气端有卡箍15与空气分配管16连接，另一端由尼龙拉绳拉起，拴在预埋挂钩上。在池底的两端，各有一排拉伸滚轴17，更换曝气软管时起到导向滑轮作用。

经过处理后的污水循环进入泥水分离系统9，在这里进行泥水分离，在隔墙24和隔墙22之间设置斜板或其他沉淀填料25，泥水混合物从填料25的底端缓缓进入填料，由于填料内部水流相对平缓，稳定，泥水在填料的表面进行分离，污泥沉降在填料的表面并由于重力原因重新滑落出填料，而分离后的清水上升的清水区，被清水收集槽23收集，并最终流入出水槽4中。

分离后的污泥下沉到填料底部污泥通道26内，跟随循环液与进水混合后，重新进入循环。

对于上述的具体的实施方式中的空气推流系统2，主要作用是推动池体内泥水混合物循环，使曝气区内污染物浓度相对均衡，就是曝气区前端与后端的污染物浓度差尽量的小，这样曝气区内任何区域的COD浓度就会相差很小，在整个曝气区任何区域内的需氧量相对均衡，在曝气的过程中，不会出现局部由于COD浓度高低区别较大，而造成局部严重供氧不足或过剩，造成池体内溶解氧条件变化较大。池体内污染物浓度相对均衡是溶解氧稳定控制的关键条件之一。本实用新型应用空气推流系统，推动曝气池内混合液在池体内进行循环，实现了整个池体内部没有较高的浓度梯度差，同时，根据进水浓度的变化，空气推流系统的空气量也与曝气区空气量联动微调，调整循环比倍，目的就是池体内的污染物负荷相对均匀，曝气区各个部分的需氧量相对均衡。

对于上述的具体的实施方式中的曝气软管的敷设方式和曝气方式，曝气软管的密集敷设的布置方式与低通气量的控制使得曝气池内曝气相对较均匀，池体任何角落都会有空气充入，不出现曝气死角，也不会造成局部曝气量大或小，保证空气扩散的均匀性也是均匀控制溶解氧的关键。曝气管的密集敷设可以减小曝气气泡的直径，增大曝气气泡的比表面积，曝气气泡和污水的接触面也相应的增大，能够提高氧气的溶解效率，增大空气的利用率，从而节省能耗，提高溶解氧气的溶解均匀性和效率。

在上述具体实施方式中，在曝气与空气推流技术的基础上，保证池体内部的污染物浓度梯度差较小，曝气区曝气均匀，但是要控制池体内的溶解氧在0.1~0.3mg/L（举例说明）左右仍不容易，原因是废水进水水质的变化，如进水COD浓度增高后，池体内的总体负荷就会升高，需氧量也会升高，这

就需要提高供风量，反之，要降低供风量。从图 2~4 上可以看出，在曝气区末端安装了一台溶氧仪，溶氧仪通过 PLC 与鼓风机（一般选择罗茨鼓风机，并配有变频器）连接起来，溶氧仪探测水中溶解氧的浓度，通过变送器将浓度信号转化为电信号让 PLC 进行识别，PLC 程序中控制溶解氧浓度范围为 0.1 ~ 0.3mg/L，也就是说，如果溶氧仪测到水中溶解氧浓度高于 0.3mg/L，PLC 得到的电信号就会高于它的设定上限，经过运算后，PLC 将信号传输给变频器，通过变频器调低鼓风机的频率，降低供风量；反之，提高供风量。同时，前面提到，空气推流系统的空气量是与曝气区的空气量是联动变化的，溶氧仪-风机变频控制系统的调节同时也调节了空气推流系统的循环量，更有利于均衡污染物负荷，有利于溶氧的控制，功能是相辅相承的。实际工艺运行过程中，把每次风机频率升高或降低的频率数定为 0.3 ~ 0.5Hz，这样既可以达到调整的目的，也不会造成过量调整，造成超调。

有了自控调节后，工艺在运行过程中的溶解氧控制就可以和实际进水水质变化挂钩，随时调整鼓风机的频率，满足池体内的风量的需求，也不会造成浪费。

利用上述的系统进行实际的水处理试验，具体实施例为：

实施例 1

某化纤厂废水，以甲苯为原料，生产己内酰胺单体，废水中 COD、氨氮浓度较高，原有工艺为 SBR 工艺，应用本实用新型提供的生物处理技术进行改造，溶解氧浓度控制在 0.25 ~ 0.35mg/L，相邻曝气软管之间的间隔为 15cm，改造后工艺流程为：隔油池+调节池+生物反应池+出水，系统运行良好，运行成本比原有工艺降低了一半，各项出水指标如表 1 所示：

表 1 某化纤厂废水经生物处理技术处理前后的指标值

| 生物反应池 | COD (mg/L) | NH ₃ -N (mg/L) | TN (mg/L) |
|-------|-------------|---------------------------|-----------|
| 进水 | 6000 ~ 8000 | 300 ~ 500 | 2000 |
| 改造前出水 | 200 ~ 300 | 50 | 400 ~ 800 |
| 改造后出水 | 70 ~ 150 | <10 | <100 |

$\text{NH}_3\text{-N}$ 代表水中的氨氮，氨氮指以氨或铵离子形式存在的化合氮。氨氮是水体中的营养素，可导致水富营养化现象产生，是水体中的主要耗氧污染物，对鱼类及某些水生生物有毒害。

实施例 2

某丙烯腈厂废水，工厂排除废水中主要污染物为：氰化物、甲醛、辛醇、苯酚、有机酸、石油类及硫化物等等，直接造成废水中 COD_{cr} 、氨氮浓度较高，有毒性，原有工艺为SBR工艺，主要问题在于出水氨氮高出进水氨氮3至4倍，原因在于废水含有较多的含氮有机物，在曝气过程中转化为氨氮。应用本实用新型具体实施方法中的生物处理技术进行改造，改造后工艺流程为：隔油池+调节池+生物反应池+出水，溶解氧浓度控制在 $0.25 \sim 0.35\text{mg/L}$ ，相邻曝气软管之间的间隔为 15cm ，系统运行良好，运行成本比原有工艺降低了30%左右，出水彻底达标，各项出水指标如表2所示：

表2 某丙烯腈厂废水经生物处理技术处理前后的指标值

| 生物反应池 | $\text{COD} (\text{mg/L})$ | $\text{NH}_3\text{-N} (\text{mg/L})$ | $\text{TN} (\text{mg/L})$ |
|-------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 进水 | $800 \sim 1200$ | $30 \sim 60$ | $120 \sim 180$ |
| 改造前出水 | $300 \sim 500$ | $80 \sim 120$ | $120 \sim 150$ |
| 改造后出水 | $40 \sim 120$ | <20 | <35 |

实施例 3

某市政污水处理厂，应用本实用新型提供的生物处理技术进行设计，工艺流程为：粗格栅+进水泵房+细隔栅+沉沙池+本实用新型提供的生物反应池+消毒+出水，溶解氧浓度控制在 $0.25 \sim 0.35\text{mg/L}$ ，相邻曝气软管之间的间隔为 15cm ，系统运行良好，各项出水指标如表3所示：

表3 某市政污水经生物处理技术处理前后的指标值

| 生物反应池 | $\text{COD} (\text{mg/L})$ | $\text{NH}_3\text{-N} (\text{mg/L})$ | $\text{TN} (\text{mg/L})$ | $\text{TP} (\text{mg/L})$ |
|-------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 进水 | $300 \sim 600$ | 40 | 50 | $10 \sim 15$ |
| 出水 | <50 | <5 | <10 | <1 |

从上述的污水处理效果可以看出，本实用新型提供的生物污水处理工艺和装置，运行能耗更节省，可实现同步硝化反硝化，不用另建反硝化池，减少占地，低溶氧下获得较好COD出水效果，工艺的整体出水指标更优良。

以上所述仅是本实用新型的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本实用新型原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

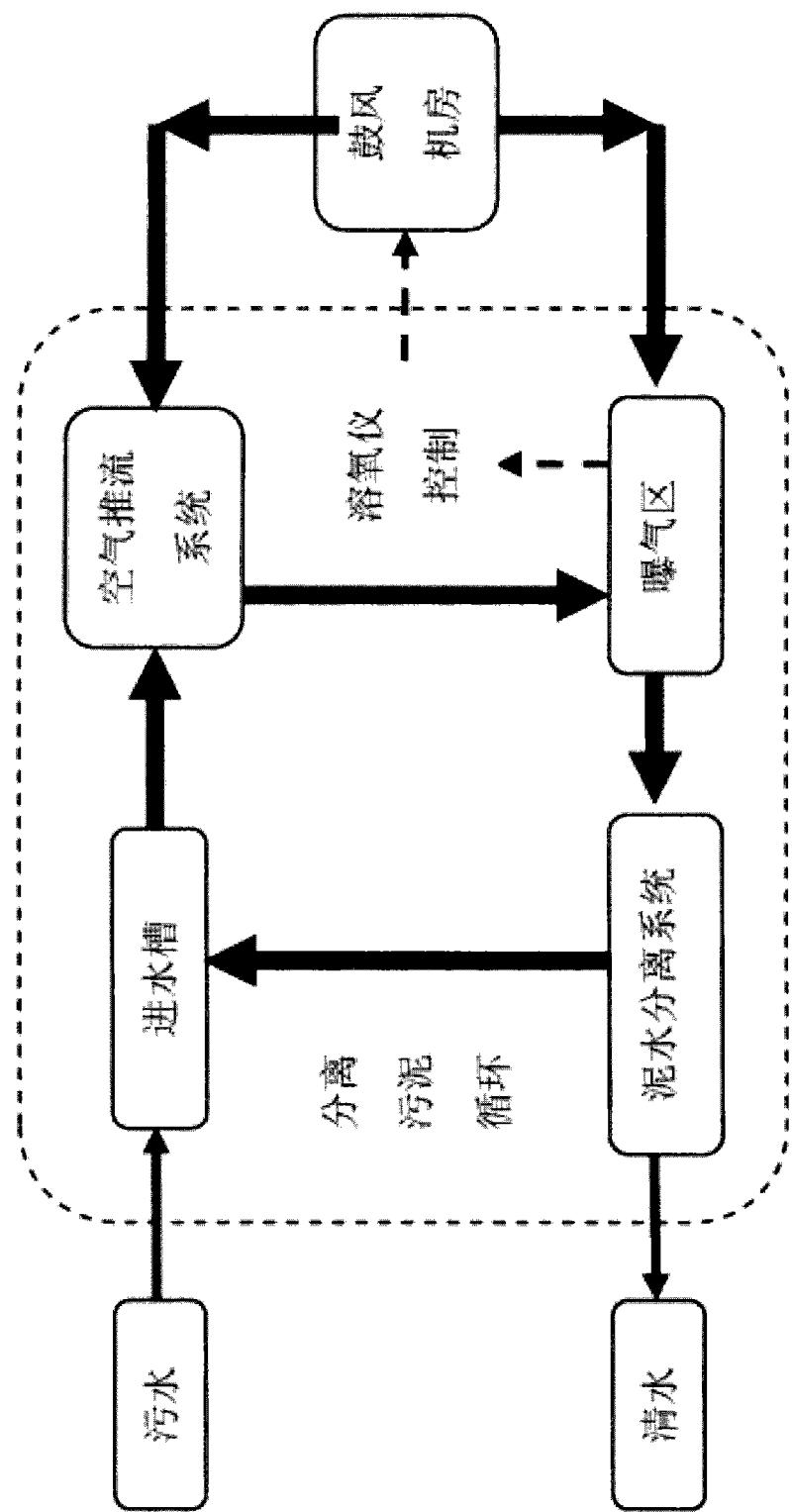


图 1

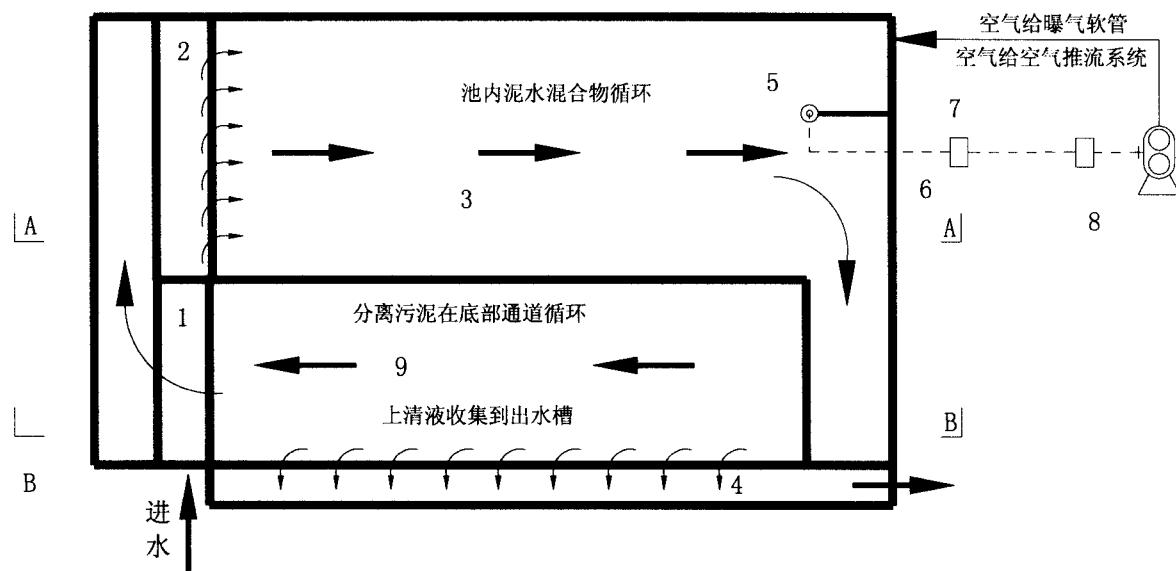


图 2

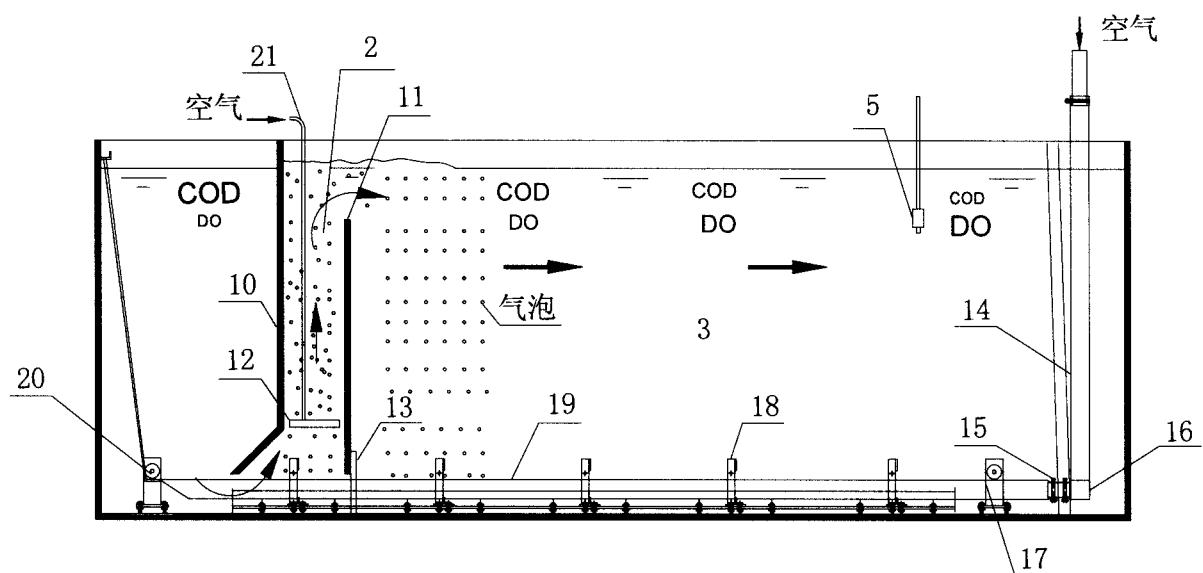


图 3

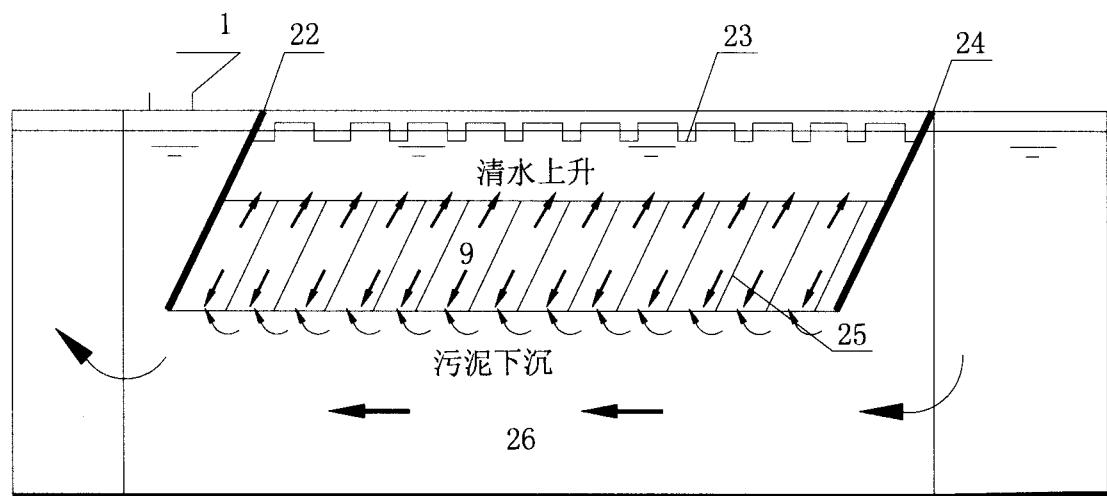


图 4