



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110436623 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 15

(21) 申请号 201910701372.X

(22) 申请日 2019.07.31

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110436623 A

(43) 申请公布日 2019.11.12

(73) 专利权人 华南理工大学  
地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72) 发明人 雷利荣 李友明

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有  
限公司 44245

专利代理师 李斌

(51) Int. Cl.

C02F 3/30 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104140179 A, 2014.11.12

CN 203602403 U, 2014.05.21

CN 210795918 U, 2020.06.19

CN 101045582 A, 2007.10.03

CN 106698643 A, 2017.05.24

WO 9741074 A1, 1997.11.06

单爱琴等.《环境微生物学》.中国矿业大学  
出版社,2014,第212页.

审查员 丁予涵

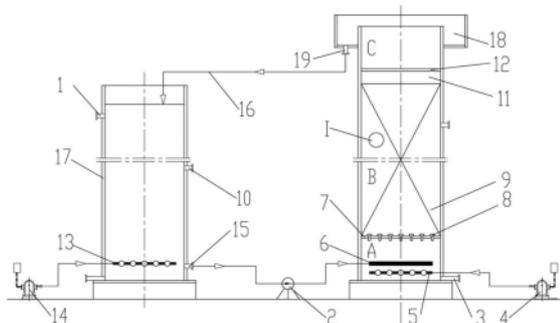
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

## (54) 发明名称

基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器  
及废水处理方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器及废水处理方法,该反应器依次设置有布水布气区、生物膜颗粒污泥反应区和循环回流区;循环回流区设置有独立的循环曝气池、出水槽、曝气系统和循环进水泵,曝气系统设置在循环曝气池内,循环曝气池的循环出水口与循环进水泵的进水口连接,循环进水泵的出水口与布水系统连接,出水槽的循环回流口与循环曝气池连接;布水布气区设置有布水系统、布气系统、布水器,布水器安装在支撑板上;生物膜颗粒污泥反应区设置有支撑板、生物载体床和限位板,生物载体床与限位板的间隔形成膨胀空间,生物载体床分散布置有生物载体。本发明显著提高了废水的处理效率,曝气系统单独设置,维护方便。



1. 一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,其特征在于,沿废水处理流向依次设置有布水布气区、生物膜颗粒污泥反应区和循环回流区;

所述循环回流区设置有独立的循环曝气池、出水槽、曝气系统和循环进水泵,所述曝气系统设置在循环曝气池内,所述循环曝气池设有循环出水口,所述循环出水口与循环进水泵的进水口连接,所述循环进水泵的出水口与布水系统连接,所述出水槽设置有循环回流口,所述循环回流口与循环曝气池连接;

所述布水布气区设置有布水系统、布气系统、布水器,所述布气系统位于布水系统一侧,所述布水器安装在支撑板上;

所述生物膜颗粒污泥反应区设置有支撑板、生物载体床和限位板,所述生物载体床设置在支撑板上,所述生物载体床与限位板的间隔形成膨胀空间,所述生物载体床分散布置有生物载体;

所述生物载体内圈设有颗粒污泥,外圈设有生物膜,内圈内设有分隔条;

所述生物载体采用密度小于 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 、比表面积大于 $500\text{m}^2/\text{m}^3$ 和孔隙率介于60%和85%之间的中空颗粒填料;

所述膨胀空间的容积设置为生物载体床容积的 $1/50-1/20$ ;

曝气系统对进入到循环回流区的废水进行均匀曝气,经过曝气后的废水经循环进水泵输送到布水布气区的布水系统,布水系统对进入到布水布气区的废水进行均匀分配;

布水布气区的废水通过布水器进入到生物膜颗粒污泥反应区的生物载体床,维持废水在生物载体床的流速,废水在生物载体床进行生物化学氧化处理后通过限位板进入循环回流区;

循环回流区的废水通过循环进水泵依次通过布水布气区、生物膜颗粒污泥反应区和循环回流区,进行废水的循环处理;

在设定的时间内,第二鼓风机停止向曝气系统供气,废水在缺氧状态下循环处理,在厌氧和好氧条件下交替运行;

维持废水以设定的流速通过生物载体床,使生物载体床中的生物载体处于微膨胀化状态,生物载体膨胀充满了包括生物载体床和膨胀空间的整个空间;

反应器同时形成了颗粒污泥和生物膜,颗粒污泥和生物膜同时存在好氧、兼氧和厌氧微生物群落;

当反应器污泥驯化完成后,生物载体中产生了颗粒污泥,而载体表面形成了生物膜。

2. 根据权利要求1所述的基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,其特征在于,所述循环回流区还设有进水泵和排水口,所述进水泵与循环进水泵配合调节废水流量,来自进水泵废水与来自循环进水泵的回流水混合输送到布水系统,一定比例废水通过所述排水口排出。

3. 根据权利要求1所述的基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,其特征在于,所述支撑板采用多孔板,所述支撑板的通孔上均匀分布设置布水器,废水经布水器后沿水流垂直的截面均匀分布并通过生物膜颗粒污泥反应区。

4. 根据权利要求1所述的基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,其特征在于,所述限位板采用多孔板,废水经限位板上的通孔从生物膜颗粒污泥反应区进入循环回流区,限位板上的通孔尺寸小于所述生物载体的尺寸。

5. 根据权利要求1-4任意一项所述的基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器的废水处理方法,其特征在于,包括下述步骤:

S1: 废水经过进水口进入基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,废水达到设定的水位后停止进水;

S2: 曝气系统对进入到循环回流区的废水进行均匀曝气,经过曝气后的废水经循环进水泵输送到布水布气区的布水系统,布水系统对进入到布水布气区的废水进行均匀分配;

S3: 布水布气区的废水通过布水器进入到生物膜颗粒污泥反应区的生物载体床,维持废水在生物载体床的流速,废水在生物载体床进行生物化学氧化处理后通过限位板进入循环回流区;

S4: 循环回流区的废水通过循环进水泵依次通过布水布气区、生物膜颗粒污泥反应区和循环回流区,进行废水的循环处理;

在设定的时间内,第二鼓风机停止向曝气系统供气,废水在缺氧状态下循环处理;

S5: 进行循环处理完毕后,停止循环进水泵和第二鼓风机,通过排水口将一定比例的废水排出反应器,返回执行步骤S1。

6. 根据权利要求5所述的废水处理方法,其特征还在于,还包括流量调节步骤,通过进水泵连续进水,通过调节循环进水泵的流量维持一定的回流比,通过排水口连续排水,进行废水的连续处理。

## 基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器及废水处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理技术领域,具体涉及一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器及废水处理方法。

### 背景技术

[0002] 生物处理技术已成为废水处理最重要的技术选择,现有的生物处理废水技术中,活性污泥法污泥浓度低、容积负荷低、耐冲击负荷较差、污泥沉淀性能不稳定、剩余污泥产率高,在废水处理过程中产生的剩余生物污泥造成了严重的二次污染,必须经过无害化、稳定化、减量化及资源化等处理和处置,剩余污泥的处理处置费用较高;以曝气生物滤池为代表的生物膜法的剩余污泥产率仍然较高(与活性污泥法相当),对进水水质要求高,且需要频繁进行反冲洗操作;传统序批式活性污泥法仍然具有活性污泥法的缺点,如污泥浓度低、容积负荷低、剩余污泥产率高等。另一方面,目前的活性污泥法废水处理技术,曝气装置均设置在反应器底部,深埋在活性污泥中,容易导致曝气装置堵塞,效率下降,且维修更换困难。

### 发明内容

[0003] 为了克服现有技术存在的缺陷与不足,本发明提供一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器及废水处理方法,本发明的反应器污泥浓度高、剩余污泥产率低、出水质量好、适应性强且简洁紧凑,同时,本发明解决了生物处理系统普遍存在的曝气系统容易堵塞的问题,且曝气系统维护方便,提高了废水处理效率。

[0004] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0005] 本发明提供一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,沿废水处理流向依次设置有布水布气区、生物膜颗粒污泥反应区和循环回流区;

[0006] 所述循环回流区设置有独立的循环曝气池、出水槽、曝气系统和循环进水泵,所述曝气系统设置在循环曝气池内,所述循环曝气池设有循环出水口,所述循环出水口与循环进水泵的进水口连接,所述循环进水泵的出水口与所述布水系统连接,所述出水槽设置有循环回流口,所述循环回流口与循环曝气池连接;

[0007] 所述布水布气区设置有布水系统、布气系统、布水器,所述布气系统位于布水系统一侧,所述布水器安装在支撑板上;

[0008] 所述生物膜颗粒污泥反应区设置有支撑板、生物载体床和限位板,所述生物载体床设置在支撑板上,所述生物载体床与限位板的间隔形成膨胀空间,所述生物载体床分散布置有生物载体。

[0009] 作为优选的技术方案,所述循环回流区还设有进水泵和排水口,所述进水泵与循环进水泵配合调节废水流量,来自进水泵废水与来自循环进水泵的回流水混合输送到布水系统,一定比例废水通过所述排水口排出。

[0010] 作为优选的技术方案,所述生物载体内圈设有颗粒污泥,外圈设有生物膜,内圈内

设有分隔条。

[0011] 作为优选的技术方案,所述生物载体采用密度小于 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 、比表面积大于 $500\text{m}^2/\text{m}^3$ 和孔隙率介于60%和85%之间的中空颗粒填料。

[0012] 作为优选的技术方案,所述膨胀空间的容积设置为生物载体床9容积的 $1/50$ - $1/20$ 。

[0013] 作为优选的技术方案,所述支撑板采用多孔板,所述支撑板的通孔上均匀分布设置布水器,废水经布水器后沿水流垂直的截面均匀分布并通过生物膜颗粒污泥反应区。

[0014] 作为优选的技术方案,所述限位板采用多孔板,废水经限位板上的通孔从生物膜颗粒污泥反应区进入循环回流区,限位板上的通孔尺寸小于所述生物载体的尺寸。

[0015] 本发明还提供一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器的废水处理方法,包括下述步骤:

[0016] S1:废水经过进水口进入基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,废水达到设定的水位后停止进水;

[0017] S2:曝气系统对进入到循环回流区的废水进行均匀曝气,经过曝气后的废水经循环进水泵输送到布水布气区的布水系统,布水系统对进入到布水布气区的废水进行均匀分配;

[0018] S3:布水布气区的废水通过布水器进入到生物膜颗粒污泥反应区的生物载体床,维持废水在生物载体床的流速,废水在生物载体床进行生物化学氧化处理后通过限位板进入循环回流区;

[0019] S4:循环回流区的废水通过循环进水泵依次通过布水布气区、生物膜颗粒污泥反应区和循环回流区,进行废水的循环处理;

[0020] 在设定的时间内,第二鼓风机停止向曝气系统供气,废水在缺氧状态下循环处理;

[0021] S5:进行循环处理完毕后,停止循环进水泵和第二鼓风机,通过排水口将一定比例的废水排出反应器,返回执行步骤S1。

[0022] 作为优选的技术方案,通过进水泵连续进水,通过调节循环进水泵的流量维持一定的回流比,通过排水口连续排水,进行废水的连续处理。

[0023] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0024] (1) 本发明将生物处理的曝气系统设置在单独的循环曝气池中,解决了生物处理系统普遍存在的曝气系统容易堵塞的问题,且曝气系统维护方便,同时,循环曝气池具有稀释、均衡水质的作用,有利于提高废水处理效率。

[0025] (2) 本发明的颗粒污泥膨胀床反应器污泥浓度高,生物载体床污泥浓度(TSS)达到 $20-45\text{g}/\text{L}$ ,高于目前常用的活性污泥法和生物膜法的污泥浓度,颗粒污泥膨胀床反应器中的高污泥浓度一方面保证废水处理获得良好的效果,同时也是废水处理过程污泥产率低的内在原因。

[0026] (3) 本发明的颗粒污泥膨胀床反应器同时形成了颗粒污泥和生物膜,生物载体内圈设有颗粒污泥,外圈设有生物膜,颗粒污泥的形成是反应器具有高污泥浓度的主要原因,颗粒污泥膨胀床反应器中高浓度的颗粒污泥和生物膜保证了良好的废水处理效果。

[0027] (4) 本发明的颗粒污泥膨胀床反应器污泥产率低,可减少反冲洗操作,颗粒污泥膨胀床反应器处理废水过程中剩余污泥产率少于 $0.15\text{kgTSS}/\text{kgCOD}$ ,比活性污泥法的剩余污

泥产率低60%以上,比常用的曝气生物滤池大大减少反冲洗操作频率。

[0028] (5) 本发明的颗粒污泥膨胀床反应器简洁紧凑、高效灵活、适应性强,同时,废水在通过生物载体床时,废水中的悬浮物被微生物吸附、截留,然后被分解、降解,因此,废水经处理后悬浮物浓度很低,出水质量稳定,不需要二沉池。

[0029] (6) 本发明的废水处理方法在厌氧和好氧条件下交替运行,发挥厌氧和好氧处理的协同作用,有效提高了废水的处理效果,同时具有脱氮、除磷效果,颗粒污泥膨胀床反应器中的颗粒污泥和生物膜同时存在好氧、兼氧和厌氧微生物群落;另一方面,颗粒污泥膨胀床反应器间歇周期性和/或曝气/缺氧交替的运行方式创造了好氧、缺氧交替的运行环境,使颗粒污泥膨胀床反应器具有良好的生物氧化降解效果以及脱氮、除磷效果。

[0030] (7) 本发明的颗粒污泥膨胀床反应器设置了膨胀空间,使废水处理过程中生物载体床中的生物载体处于微膨胀化状态,有效提高了废水处理的效率;首先,由于生物载体处于微膨胀化状态,有利于废水在生物膜颗粒污泥反应区的均匀分布,从而受到均匀的处理;其次,处于微膨胀化状态的生物载体之间存在微小的振动和摩擦,有利于较轻的絮状污泥排出反应区以及颗粒污泥和生物膜的生长繁殖;另一方面,膨胀空间使床层孔隙率增加,减小了废水流动阻力,因而有效提高了废水处理的效率和反应器的运行效率。

## 附图说明

[0031] 图1为本实施例1颗粒污泥膨胀床反应器的结构示意图;

[0032] 图2为本实施例2颗粒污泥膨胀床反应器的结构示意图;

[0033] 图3为图2中I处生物载体床的局部放大图;

[0034] 图4为本实施例2的颗粒污泥膨胀床反应器的生物载体结构示意图;

[0035] 图5为本实施例3颗粒污泥膨胀床反应器的结构示意图;

[0036] 图6为本实施例4颗粒污泥膨胀床反应器的结构示意图。

[0037] 其中,1-进水口,2-循环进水泵,3-反冲洗排水口,4-第一鼓风机,5-布气系统,6-布水系统,7-支撑板,8-布水器,9-生物载体床,10-排水口,11-膨胀空间,12-限位板,13-曝气系统,14-第二鼓风机,15-循环出水口,16-管道,17-循环曝气池,18-出水槽,19-循环回流口,20-颗粒污泥,21-生物膜,22-进水泵。

## 具体实施方式

[0038] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0039] 实施例1:

[0040] 如图1所示,本实施例提供一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,沿废水处理流向依次设置有布水布气区A、生物膜颗粒污泥反应区B和循环回流区C;

[0041] 在本实施例中,布水布气区A设置有布水系统6、布气系统5、安装在支撑板7上的布水器8,布气系统5通过管道和第一鼓风机4连接;

[0042] 在本实施例中,生物膜颗粒污泥反应区B包括支撑板7和设置在支撑板7上面的生物载体床9、限位板12和位于生物载体床9和限位板12之间的膨胀空间11,膨胀空间11的最

大容积是生物载体床9容积的1/10,本实施例优选设置膨胀空间11的容积是生物载体床9容积的1/50-1/20;

[0043] 本实施例维持废水通过生物载体床9时一定的流速,使生物载体床9中的生物载体处于微膨胀化状态,生物载体膨胀充满了包括生物载体床9和膨胀空间11的整个空间;

[0044] 本实施例设置废水在生物载体床9的上升流速为1.5-15mm/s;所述生物载体为密度小于 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 、比表面积大于 $500\text{m}^2/\text{m}^3$ 和孔隙率介于60%和85%之间的中空颗粒填料;

[0045] 在本实施例中,循环回流区C设置有曝气系统13、第二鼓风机14、循环进水泵2和循环出水口15,所述曝气系统13通过管道和第二鼓风机14连接,所述循环出水口15通过管道16与循环进水泵2的进水口连接,所述循环进水泵2的出水口与布水系统6连接;

[0046] 在本实施例中,颗粒污泥膨胀床反应器上还设置有进水口1、排水口10和反冲洗排水口3,本实施例进水口1设在循环回流区C,排水口10设在生物膜颗粒污泥反应区B,反冲洗排水口3设在布水布气区A;

[0047] 如图3所示,生物载体在废水处理过程中处于微膨胀化状态,无规律分布在生物膜颗粒污泥反应区B内;如图4所示,生物载体内圈设有颗粒污泥20,外圈设有生物膜21,内圈内设有分隔条,分隔条可以有多条,如3条或5条,可以呈交叉形,十字形等形状,反应器同时形成了颗粒污泥和生物膜,颗粒污泥和生物膜同时存在好氧、兼氧和厌氧微生物群落;当反应器污泥驯化完成后,生物载体中产生了颗粒污泥,而载体表面形成了生物膜,颗粒污泥的形成是反应器具有高污泥浓度的主要原因,反应器中高浓度的颗粒污泥和生物膜保证了良好的废水处理效果。

[0048] 本实施例的反应器污泥浓度高,驯化阶段完成之后反应器生物载体床污泥浓度(TSS)达到20-45g/L,高于目前常用的活性污泥法和生物膜法的污泥浓度,反应器中的高污泥浓度一方面保证废水处理获得良好的效果,同时也是废水处理过程污泥产率低的内在原因。

[0049] 在本实施例中,支撑板7采用多孔板,支撑板7的通孔上设置布水器8,使废水沿水流垂直的截面均匀分布并通过生物膜颗粒污泥反应区;限位板12采用多孔板,废水经限位板12上的通孔从生物膜颗粒污泥反应区进入循环回流区,限位板12上的通孔尺寸小于生物膜颗粒污泥反应区中的生物载体的尺寸。

[0050] 本实施例还提供一种基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器的废水处理方法,包括下述步骤:

[0051] (1) 进水:废水通过进水口1进入反应器,反应器中废水到达一定水位后停止进水,本实施例采用的废水为造纸涂布废水,废水COD为958mg/L,色度为210 C.U.,SS为45mg/L;

[0052] (2) 废水的处理和循环:启动第二鼓风机14通过曝气系统13对废水进行曝气,循环回流区C中的废水经过曝气后从循环出水口15经管道通过循环进水泵2输送到布水系统6,进入布水布气区A;

[0053] 布水布气区A的废水通过安装在支撑板7上的布水器8进入生物膜颗粒污泥反应区B的生物载体床9,废水在生物载体床9进行生物化学氧化处理,然后通过限位板12进入循环回流区C;

[0054] 循环回流区C的废水通过循环进水泵2依次通过布水布气区A、生物膜颗粒污泥反应区B和循环回流区C,进行废水的处理和循环;

[0055] 在本实施例中,膨胀空间11的容积为生物载体床9容积的1/50,废水在生物载体床9的流速为1.5mm/s,废水一个处理周期为8h,其中曝气运行时间为5h,缺氧运行时间为1h,曝气运行时生物膜颗粒污泥反应区B溶解氧浓度为4-5mg/L;

[0056] 本实施例在废水的处理和循环过程中,停止第二鼓风机14向反应器供气一段时间,使废水在反应器中在缺氧状态下处理和循环;

[0057] 本实施例在厌氧和好氧条件下交替运行,发挥厌氧和好氧处理的协同作用,有效提高了废水的处理效果,生物反应器中的颗粒污泥和生物膜同时存在好氧、兼氧和厌氧微生物群落,显著提高脱氮、除磷效果;另一方面,生物反应器间歇周期性和曝气/缺氧交替的运行方式创造了好氧、缺氧交替的运行环境,使反应器具有良好的生物氧化降解效果以及脱氮、除磷效果;

[0058] 本实施例在反应器处理废水一段时间后,可以通过第一鼓风机4和布气系统5对生物载体进行反冲洗,通过反冲洗排水口3将反应器反冲洗后的废水排出反应器;

[0059] 本实施例的反应器污泥产率低,反冲洗操作频率低,反应器处理废水过程中剩余污泥产率少于0.15kgTSS/kgCOD,比活性污泥法的剩余污泥产率低60%以上,反冲洗操作频率比常用的曝气生物滤池大大下降;

[0060] (3) 排水

[0061] 废水在反应器处理一定时间后,停止循环进水泵2和第二鼓风机14,通过排水口将30%的废水排出反应器,经处理后废水COD为113mg/L,色度为28 C.U.,SS为23mg/L。

[0062] 本实施例处理的废水也可以采用二次纤维造纸废水,废水COD为 $4250 \pm 40$ mg/L,色度为 $110 \pm 15$  C.U.,SS为 $30 \pm 6$ mg/L;将膨胀空间11的容积设置为生物载体床9容积的1/40,废水在生物载体床9的流速为7mm/s,废水一个处理周期为8h,其中曝气运行时间为3h,缺氧运行时间为3h,曝气运行时生物膜颗粒污泥反应区B溶解氧浓度为4-5mg/L,经处理后废水COD为 $220 \pm 40$ mg/L,色度为 $25 \pm 5$  C.U.,SS为 $10 \pm 4$ mg/L。

[0063] 本实施例的废水在通过生物载体床的过程中,废水中的悬浮物被微生物吸附、截留,然后被分解、降解,因此,废水经处理后悬浮物浓度很低,出水质量稳定,不需要二沉池。

[0064] 实施例2:

[0065] 本实施例2的技术方案除了下述技术特征外,其它技术方案与实施例1相同:如图2所示,本实施例提供的基于独立曝气池的颗粒污泥膨胀床反应器,单独设置了循环曝气池17,将循环回流区C中的曝气系统13设置在循环曝气池17内;

[0066] 循环回流区C设置有出水槽18,出水槽18设置有循环回流口19,循环回流口19通过管道与循环曝气池连接,循环曝气池设置有曝气系统13和循环出水口15,曝气系统13通过管道和第二鼓风机14连接,循环出水口15通过管道与循环进水泵2的进水口连接,循环进水泵2的出水口与布水系统6连接;

[0067] 本实施例颗粒污泥膨胀床反应器还设置有反冲洗排水口3、进水口1和排水口10,进水口1和排水口10设置在循环回流区C中的循环曝气池上;

[0068] 本实施例提供一种颗粒污泥膨胀床反应器的废水处理方法,包括下述步骤:

[0069] (1) 进水:废水通过进水口1进入循环曝气池17,同时启动循环进水泵2,循环曝气池17中的废水通过循环出水口15经循环进水泵2输送到布水系统6进入生物膜颗粒污泥反应器,当生物膜颗粒污泥反应器充满废水且循环曝气池中废水到达一定水位后停止进水;

[0070] 本实施例采用的废水为造纸涂布废水,废水COD为958mg/L,色度为210 C.U.,SS为45mg/L;

[0071] (2) 废水的处理和循环:进水完成后启动第二鼓风机14通过曝气系统13对循环曝气池17中的废水进行曝气;

[0072] 同时,启动循环进水泵2,循环曝气池中的废水通过循环出水口15经循环进水泵2输送到生物膜颗粒污泥反应器的布水布气区A的布水系统6,进入布水布气区A,布水布气区A的废水通过支撑板7上的布水器8,进入生物膜颗粒污泥反应器的生物载体床9,废水在生物载体床9进行生物化学氧化处理,然后通过限位板12进入循环回流区C;

[0073] 循环回流区C中的废水通过设置在出水槽18的循环回流口19经管道16进入循环曝气池17,循环曝气池17中的废水再次经循环进水泵2依次通过生物膜颗粒污泥反应器的布水布气区A、生物膜颗粒污泥反应区B和循环回流区C,进行废水的处理和循环;

[0074] 在本实施例中,生物膜颗粒污泥反应器膨胀空间11的容积为生物载体床9容积的1/20,废水在生物膜颗粒污泥反应器的流速为15mm/s,废水一个处理周期为8h,其中曝气运行时间为5h,缺氧运行时间为1h,曝气运行时生物膜颗粒污泥反应区B溶解氧浓度为4-5mg/L;

[0075] (3) 排水

[0076] 废水在反应器处理一定时间后,停止循环进水泵2和第二鼓风机14运行,通过排水口将生物膜颗粒污泥反应器和循环曝气池17中废水总量的30%排出反应器,经处理后废水COD为98mg/L,色度为19 C.U.,SS为16mg/L。

[0077] 本实施例将生物处理的曝气系统设置在单独的循环曝气池中,解决了生物处理系统普遍存在的曝气系统容易堵塞的问题,且曝气系统维护方便,同时,循环曝气池具有稀释、均衡水质的作用,有利于提高废水处理效率。

[0078] 实施例3:

[0079] 本实施例3的技术方案除了下述技术特征外,其它技术方案与实施例1相同:如图5所示,本实施例提供的颗粒污泥膨胀床反应器的循环回流区设置有出水槽18,循环出水口15和排水口10均设置在出水槽18上,循环出水口15与循环进水泵2的进水口连接;本实施例提供的颗粒污泥膨胀床反应器还设置有进水泵22,进水泵22的出水口与布水系统6连接;

[0080] 本实施例提供一种颗粒污泥膨胀床反应器的废水处理方法,废水通过进水泵22与来自循环进水泵2的回流水混合并连续输送到布水系统6,同时通过排水口10连续排水,回流比(回流量与进水量之比)调节为9,废水在生物载体床9的流速为1.5mm/s,曝气运行时生物膜颗粒污泥反应区B溶解氧浓度为4-5mg/L,经处理后废水COD为109mg/L,色度为24 C.U.,SS为19mg/L。

[0081] 实施例4:

[0082] 本实施例4的技术方案除了下述技术特征外,其它技术方案与实施例2相同:如图6所示,本实施例提供的颗粒污泥膨胀床反应器设置有进水泵22,进水泵22的出水口与循环曝气池17的进水口1连接;

[0083] 本实施例提供一种颗粒污泥膨胀床反应器的废水处理方法,废水通过进水泵22经进水口1进入循环曝气池17,与循环回流口19回流的废水混合均匀,通过循环进水泵2输送进入生物膜颗粒污泥反应器进行处理,同时通过排水口10连续排水,回流比(回流量与进

水量之比)调节为9,废水在生物载体床9的流速为3mm/s,曝气运行时生物膜颗粒污泥反应区B溶解氧浓度为4-5mg/L;

[0084] 本实施例采用的废水为二次纤维造纸废水,废水COD为 $4250 \pm 40$ mg/L,色度为 $110 \pm 15$  C.U.,SS为 $30 \pm 6$ mg/L;经处理后废水COD为 $260 \pm 30$ mg/L,色度为 $27 \pm 6$  C.U.,SS为 $13 \pm 5$ mg/L。

[0085] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

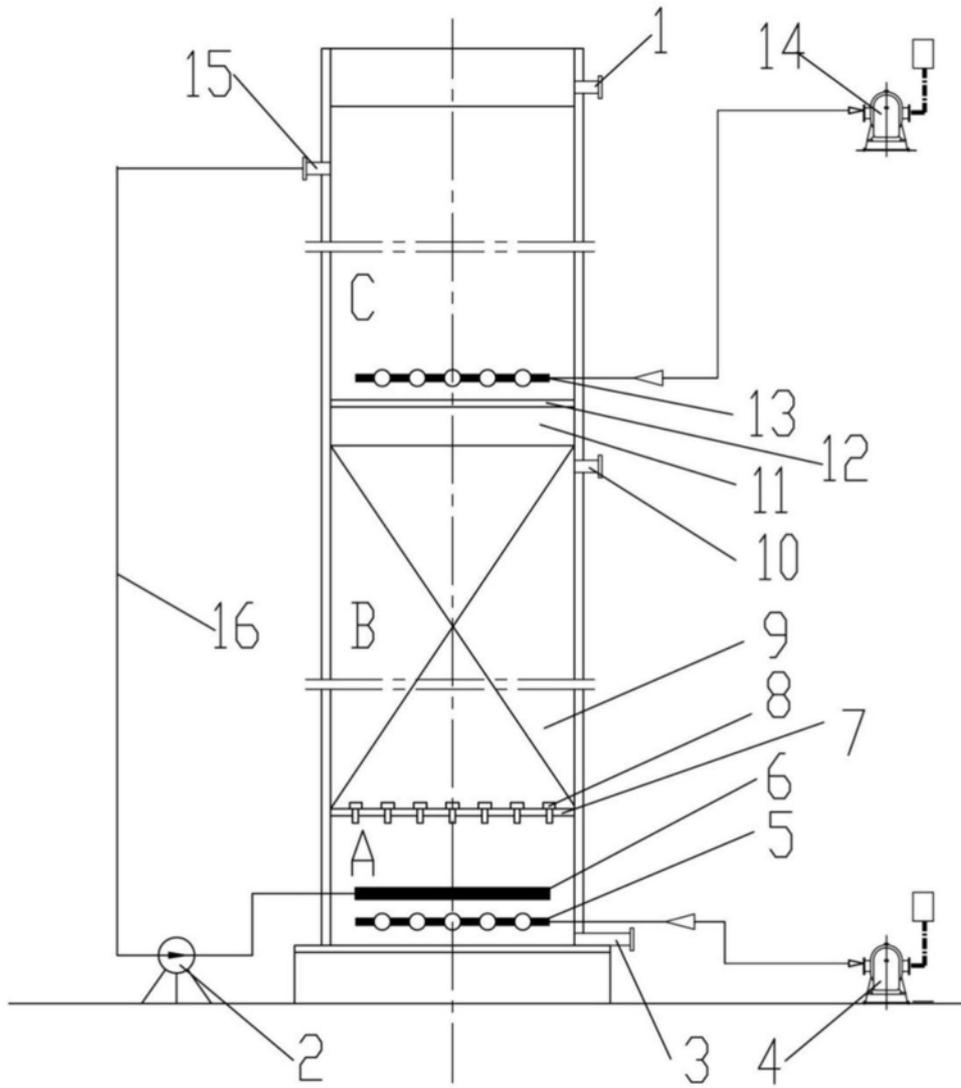


图1

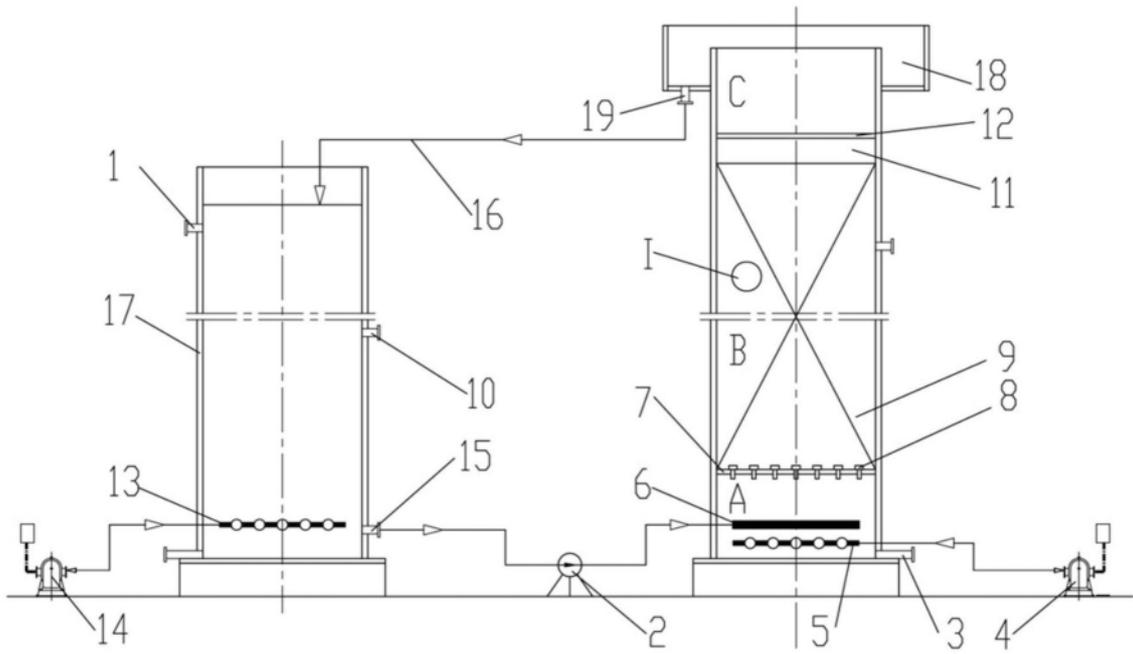


图2

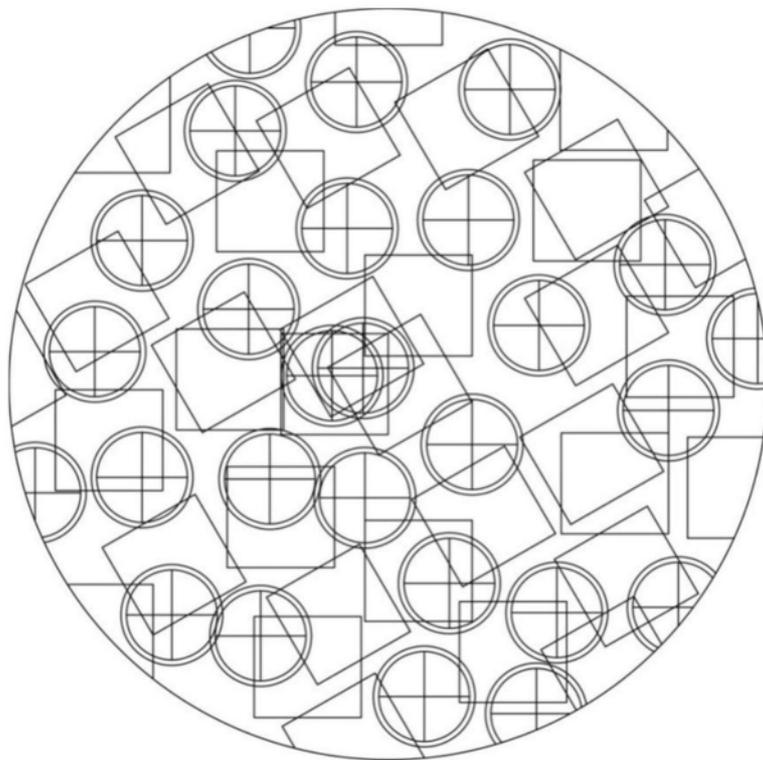


图3

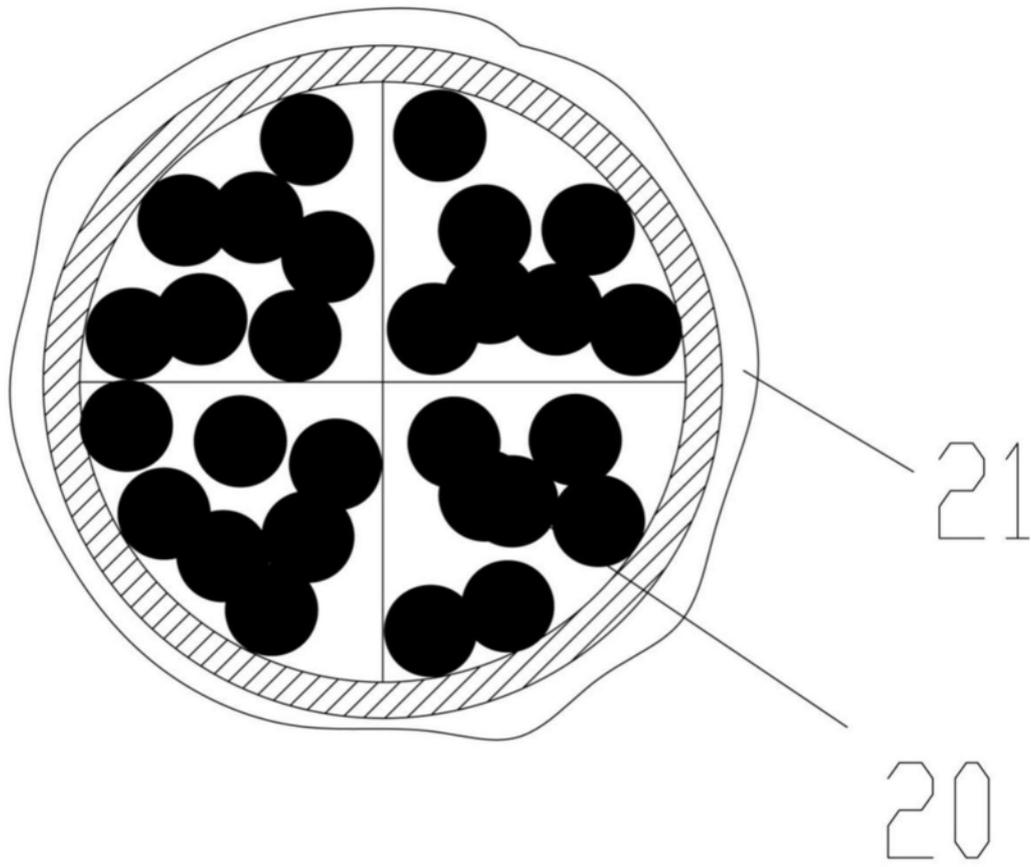


图4

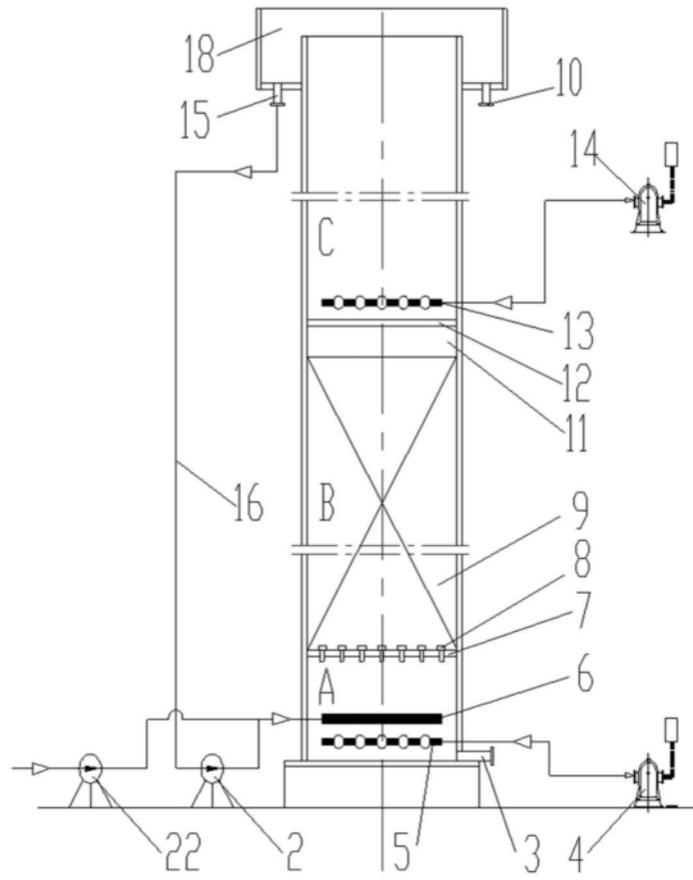


图5

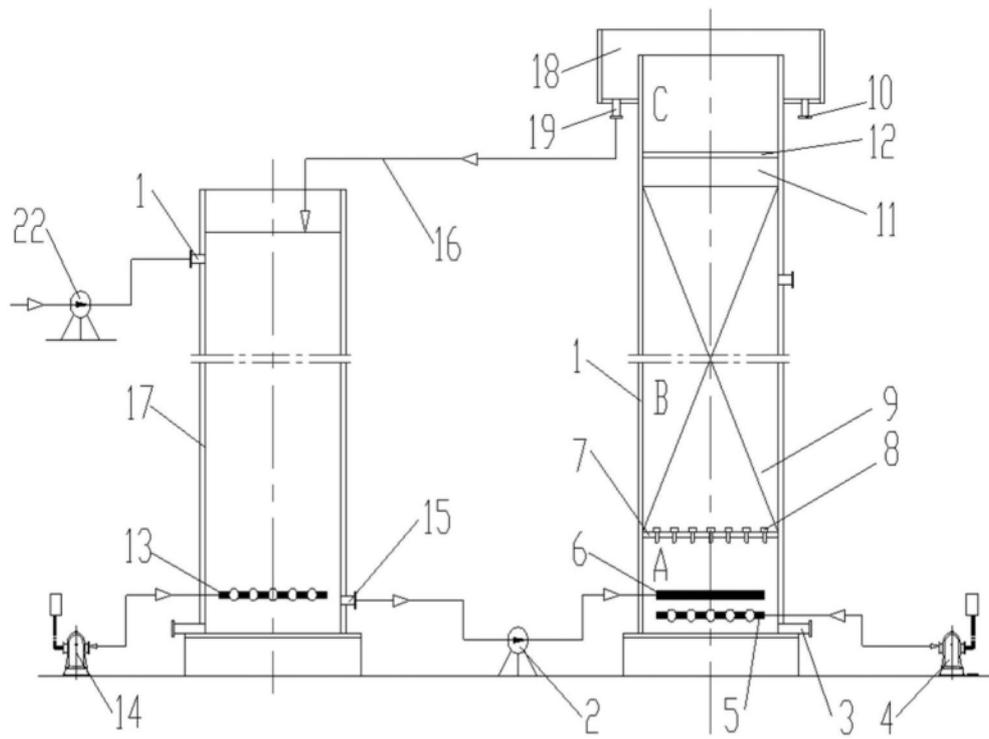


图6