



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103626291 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201310625387. 5

(22) 申请日 2013. 11. 28

(71) 申请人 常州大学

地址 213164 江苏省常州市武进区滆湖路 1 号

(72) 发明人 王岚 潘繁荣 王龙耀

(51) Int. Cl.

C02F 3/28 (2006. 01)

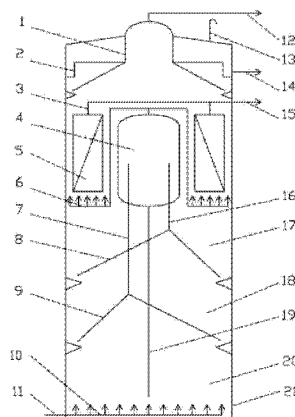
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

内循环式膜生物反应器

(57) 摘要

本发明涉及一种内循环式膜生物反应器,包括壳体、进水布水器、多级集气罩、气升式膜过滤组件、内置的三相分离器和自动曝气器,其特征在于可以利用集气罩所收集气体实现流体内循环和膜组件气升式过滤的自动曝气,兼具了内循环反应器和膜生物反应器两者的特点。与普通内循环反应器和膜生物反应器相比,本发明还具有以下优点:可作为厌氧反应器用于产气的反应过程;出水水质好,活性固形物组分基本不会流失;集气罩所收集气体可作为气升动力,无需另外提供气源;反应器为全封闭系统,无异味排放,气液传输可控;占地面积小,启动快。



1. 一种内循环式膜生物反应器,其特征在于由壳体(21)、多级集气罩、三相分离器(4)和气升式膜组件(5)组成,多级集气罩位于壳体(21)内,并将内部空间分隔成多个反应区,一级集气罩通过气体提升管同三相分离器(4)连接,中间各级集气罩通过集气管同三相分离器(4)连接;壳体底部设有进水布水器(10),上部设有溢流堰(2)和溢流出水管(14);三相分离器(4)内置于壳体(21)的上部,其周围分布有气升式膜过滤组件(5),并与渗透液收集管(3)连通,汇集到膜渗透出水管(15);自动曝气器(6)位于气升式膜过滤组件(5)下方;在最上一级集气罩的顶部设有气体输送管(12),以引出气体。

2. 根据权利要求1所述的反应器,其特征在于集气罩由2-4级组成,多级集气罩所收集的气体可作为气升式膜过滤的动力来源。

3. 根据权利要求1所述的反应器,其特征在于气升式膜过滤组件可以是微滤或超滤的中空纤维帘布式、平板式或管式膜组件。

4. 根据权利要求1所述的反应器,其特征在于膜过滤组件由1组或1组以上。

5. 根据权利要求1所述的反应器,其特征在于自动曝气器可根据内置三相分离器中气体供应情况自动调节曝气量。

6. 据权利要求1所述的反应器,其特征在于集气罩所收集气体可用于实现流体内循环和膜组件气升式过滤。

7. 据权利要求1所述的反应器,其特征在于壳体上部设有溢流堰(2)。

8. 据权利要求1所述的反应器,其特征在于当在溢流出水管(14)入水口设置栅板或筛网时,可不再设置溢流堰(2)。

内循环式膜生物反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种内循环式膜生物反应器,该内循环式膜生物反应器可作为厌氧反应器用于产气的反应过程。

背景技术

[0002] 内循环反应器(Internal Circulation Reactor, IC)是在升流式厌氧污泥床(Up-flow Anaerobic Sludge Bed, UASB)基础上发展起来的一种高效反应器。IC 反应器有两个区,实际上是由两个上下重叠的 UASB 反应器串联组成,生物降解在第一反应区(底部)处于高负荷,在第二反应区(顶部)处于低负荷。用下面第一个 UASB 反应器产生的沼气作为动力,实现了反应区料液的内循环,使废水获得强化的处理;上面的第二个 UASB 反应器对废水继续进行后处理,使出水可达到预期的处理效果。第二厌氧反应区处理后的泥水混合液在沉淀区进行固液分离,上清液由出水管排出,沉淀的污泥沉降到第二厌氧反应区。

[0003] 与普通厌氧反应器相比,IC 反应器具有如下优点:(1)水力停留时间短,容积负荷高;(2)体积小,投资省,占地少;(3)系统抗冲击负荷能力强,运行稳定;(4)可处理高浓度废水以及含有毒物质的废水。

[0004] 但在应用过程中,IC 反应器的出水中含有很多的细微固体颗粒,这不仅加重了后续设备的负担,还带走了具有活性的污泥,使得 IC 反应器启动慢,运行不稳定,容积负荷变小。

[0005] 浸没式膜生物反应器(Submerged Membrane Bio-Reactor, SMBR)是一个把膜分离组件和生物反应器结合起来的装置。SMBR 利用浸于曝气池内的膜分离设备,通过工艺泵的负压抽吸作用得到膜过滤渗透液出水,将活性污泥和固形物截留,因此可提高系统内活性污泥浓度及污泥龄,减少相对水力停留时间(HRT),而难降解的大颗粒物质在处理池中亦可不断反应而降解。采用气升式膜组件作为固液分离单元,可以代替二次沉淀池,由于不需要错流过滤的循环系统,SMBR 能耗较低。同时,经膜超、微滤处理后,出水质量提高,且系统几乎不排剩余污泥,具有较高的抗冲击能力。

[0006] 在应用中,SMBR 反应器需要用压缩空气作为错流动力来源,使膜组件进行气升式错流过滤,因此其应用范围主要限于好氧反应。IC 反应器是针对厌氧反应设计的,其出水中含有很多的细微固体颗粒,由此在应用中产生很多的缺点。文献(内循环膜生物反应器处理啤酒废水. 化工进展,2005,24(09):1054~1058)报道了一种内循环膜生物反应器,该反应器通过在 IC 反应器的第二反应区设置中空纤维膜组件和穿孔曝气管,以外部提供的压缩空气作为气升式错流过滤的动力来源,使第二反应区成为一个 MBR 的好氧处理单元,其运行特征相当于升流式厌氧污泥床(UASB)和好氧膜生物反应器(MBR)的串联运行。但是,该反应器将厌氧区产生的沼气和好氧区曝入的空气都收集于同一个三相分离器中,由于沼气的中含有 70%(V/V)左右的甲烷,甲烷的爆炸极限为 5~15%(V/V),空气中含有约 21%的氧气,因此存在爆炸的安全隐患;另外,厌氧活性污泥会随上升流体从厌氧区(第一反应区)被夹带到好氧区(第二反应区),而好氧活性污泥会因重力作用从好氧区(第一反应区)沉降到

厌氧区(第二反应区),由于生存条件的不同,两种活性污泥都将失去活性,这不仅会加重两反应区的 COD 处理负担,还会影响到其活性污泥的保有量。

[0007] 因此,如何使 SMBR 中的气升式膜过滤组件能够用于厌氧反应,结合二者的优点,从而克服两种反应器的缺点,是一个亟待解决的问题。

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是:设计一种能够用于产气反应过程的内循环式膜生物反应器,从过程集成入手解决气升式膜过滤组件与生物反应器相耦合的问题。

[0009] 本发明的技术方案为:

[0010] 一种内循环式膜生物反应器,其特征在于由壳体(21)、多级集气罩、三相分离器(4)和气升式膜组件(5)组成,多级集气罩位于壳体(21)内,并将内部空间分隔成多个反应区,一级集气罩通过气体提升管同三相分离器(4)连接,中间各级集气罩通过集气管同三相分离器(4)连接;壳体底部设有进水布水器(10),上部设有溢流堰(2)和溢流出水管(14);三相分离器(4)内置于壳体(21)的上部,其周围分布有气升式膜过滤组件(5),并与渗透液收集管(3)连通,汇集到膜渗透出水管(15);自动曝气器(6)位于气升式膜过滤组件(5)下方;在最上一级集气罩的顶部设有气体输送管(12),以引出气体。

[0011] 所说的多级集气罩可以有 2~4 级,其中一级位于壳体(21)的顶部,用于收集气升气体,然后通过气体输送管(12)输出至气体利用装置,其它集气罩位于反应器内部,所收集气体通过气体提升管(7)和集气管(16)被输送到三相分离器(4);一级集气罩(9)与壳体(21)底部之间的区域构成一级反应区(20),其它各层集气罩之间的区域为中间反应区,也可依次被称为 N 级反应区;最上一层集气罩和壳体(21)顶部之间设有溢流堰(2),溢出的流体通过壳体(21)上部的溢流出水管(14)被引出;

[0012] 所说的三相分离器(4)位内置于壳体(21)的上部,并有部分或全部浸没在料液中;其顶部与自动曝气器(6)连通,下部的气体提升管(7)与一级集气罩(9)的顶部连通,集气管(16)与二级集气罩(8)的顶部连通,泥水回流管(19)与一级反应区(20)连通并开口于该区下部的中间位置。

[0013] 该三相分离器可将从气体提升管(7)和集气管(16)来的多相流体分离,能够贮存所分离出的气体,缓冲并保持其压力,该气体可作为于气升式膜过滤的动力来源;从多相流体中分离出的固液相可通过泥水回流管(19)返回一级反应区(20),实现内循环。

[0014] 所说的气升式膜过滤组件(5)浸没在反应区料液中,该膜过滤组件可以是微滤或超滤的中空纤维帘布式、平板式或管式膜组件;其渗透侧采用负压抽吸出液,并与渗透液收集管(3)连通,最后汇集到膜渗透出水管(15);浓水侧用气升多相流实现错流;所使用的气升式膜过滤组件(5)可以有 1 组,也可以有 1 组以上;气升式膜过滤组件(5)可以在三相分离器(4)周围分散排布,也可以集中排布。

[0015] 所说的自动曝气器(6)位于气升式膜组件(5)下方,不高于三相分离器(4)的顶部,通过调节曝气器与三相分离器(4)的位置关系,可实现自动曝气,该曝气量能够根据三相分离器中气体供应情况自动调节。

[0016] 所说的壳体(21)有底和顶,形状可以为圆柱体、多边形体或圆柱体与多边形体的组合,顶部为可拆卸的密封结构,设有放空口(13);该可拆卸的顶部也可不用安装,即壳体

(21) 为开放的无顶有底筒。

[0017] 所说的溢流堰 (2) 低于壳体 (21) 外筒的上边缘, 高于溢流出水口, 当在溢流出水管 (14) 入水口设置栅板或筛网时, 可不再设置溢流堰 (2)。

[0018] 所说的布水器 (10) 位于壳体 (21) 底部, 通过进水口到达进水布水器, 在此被均匀分散至第一反应区; 出水口均匀分布于一级反应区 (20) 底部, 并与进水管 11 连通。

[0019] 由图 1 同时可见, 各级集气罩 (1, 8, 9) 上设有间隙, 以作为通道使流体通过, 在间隙下方设有导流板, 以便气体汇集; 三级集气罩 (1) 的顶部设有贮气包, 同时该包高出溢流堰 (2), 这样既可以贮存气体, 增大抗气体冲击能力, 又可以有效分离气液相, 避免液相流体进入气体输送管 (12)。

[0020] 在第一反应区 (20), 新鲜废水通过分布器 (10) 分布到料液中, 因此 COD 等可降解物质浓度较高。由于所产气体气升、内循环和进水等作用, 泥水混和较为均匀, 废水中 COD 等可降解物质与活性污泥 (微生物) 能充分接触, 这使得该区具有高的 COD 容积负荷和转化率。同时高的气体产量也促进了该区的内循环作用, 这有利于高浓废水的处理。

[0021] 在其它各级反应区, 由于沉降作用, 微生物浓度逐级降低, 这与逐级降低的 COD 浓度相适应, 废水在这里以平推流形式得到有效的处理, 可降解 COD 几乎被完全除去。在这几个区污泥等固形物得以沉降, 从而使升入最上一级反应区的料液含有尽可能少的污染物, 以保证膜过滤的有效利用。

[0022] 在最上一层反应区, 气升式膜过滤装置将夹带和气浮来的活性污泥和未降解 COD 物质等固形物有效截留下来, 从而避免了活性成分流失, 保证了出水质量, 降低了下游工序的处理负担。

[0023] 有益效果:

[0024] 由于可以利用集气罩所收集气体实现流体内循环和气升式膜过滤的自动曝气, 该内循环膜生物反应器兼具内循环反应器和膜生物反应器两者的特点。与普通内循环反应器和膜生物反应器相比, 本发明具有以下优点: 可作为厌氧反应器用于产气的反应过程; 出水水质好, 活性固形物组分基本不会流失; 集气罩所收集气体可作为气升动力, 无需另外提供气源; 反应器为全封闭系统, 无异味排放, 气液传输可控; 占地面积小, 启动快。

附图说明

[0025] 图 1 内循环式膜生物反应器示意图

[0026] 其中 1- 三级集气罩; 2- 溢流堰; 3- 渗透液收集管; 4- 三相分离器; 5- 气升式膜组件; 6- 自动曝气器; 7- 气体提升管; 8- 二级集气罩; 9- 一级集气罩; 10- 布水器; 11- 进水管; 12- 气体输送管; 13- 放空口; 14- 溢流出水管; 15- 膜渗透出水管; 16- 集气管; 17- 三级反应区; 18- 二级反应区; 19- 泥水回流管; 20- 一级反应区; 21- 壳体。

[0027] 图 2 图 1 中 I-I 方向截面图 (气升式膜组件在三相分离器周围分散排布)

[0028] 图 3 图 1 中 I-I 方向截面图 (气升式膜组件在三相分离器周围集中排布)

具体实施方式

[0029] 下面结合附图说明本发明的实施方式

[0030] 实施例 1

[0031] 待处理的废水用泵打入进水布水器(10)(需稀释的高浓废水可先与回流液混和,进行稀释),均匀分散于反应器底部的第一反应区(20),与活性污泥均匀混和,大部分 COD 在这里被降解为沼气。产生的沼气上升,被第一反应区顶部的集气罩(9)收集,并通过气体提升管(7)被输送到三相分离器(4)。其中由于夹带了大量液体和污泥形成多相流,该多相流在三相分离器(4)被分离,气体被储存在三相分离器上部,并通过自动曝气器(6)排出;泥水相通过三相分离器底部的泥水回流管(19)返回第一级反应区(20),与该区料液混和,形成泥水内循环。

[0032] 进水布水器来水进入第一反应区后,会将相应体积的料液从第一反应区顶出。该出水可从第一级集气罩的边隙进入第二反应区(18),被再次处理,产生的沼气被第二级集气罩(8)收集并输送到三相分离器,同时与进水体积相同的料液会从第二反应区离开,通过第二级集气罩的边隙进入上一反应区。

[0033] 中间各反应区的运行情况与第二反应区的情况类似。由于不象第一反应区那样有泥水内循环的混和作用,其中活性污泥等固形物沉降较为明显,从而从下到上、从低级反应区到高级反应区构成平推流反应区,废水中的 COD 等污染物从下到上被逐级降解处理。

[0034] 在最上一级反应区(17),气升式膜组件(5)分布在三相分离器周围。从自动曝气器(6)来的多相流在膜表面形成错流扰动,然后被顶部的集气罩收集(1),经过气体输送管(12)被输送到气体利用装置。从下一级来的料液通过膜过滤变成渗透液,经渗透液收集管(3)排出反应器到下一工序;多出的料液会从溢流堰溢(2)出,被溢流槽收集,通过溢流排水管(14)排出反应器到下一工序,或作为回流液返回到进水口,以稀释待处理的废水。

[0035] 使用 3 级集气罩的内循环膜生物反应器,气升式膜组件为孔径 100nm 的帘布式中空纤维膜组件,处理 $\text{COD}_{\text{Cr}} 5000 \sim 7000\text{mg/L}$ 的酿造废水,按上述实施方式操作,回流液与膜出液比 2:1,控制中温(35℃左右),有效水力停留时间 15h。处理后的出水 COD_{Cr} 去除率 >90%,浊度 <3NTU, $\text{SS} < 10\text{mg/L}$ 。

[0036] 实施实例 2

[0037] 使用 2 级集气罩的内循环膜生物反应器,气升式膜组件为孔径 200nm 的管式陶瓷膜组件,处理 $\text{COD}_{\text{Cr}} 8000 \sim 10000\text{mg/L}$ 的酿造废水,按实施例 1 所述实施方式操作,回流液与膜出液比 3:1,控制中温(35℃左右),有效水力停留时间 20h。处理后的出水 COD_{Cr} 去除率 >90%,浊度 <3NTU, $\text{SS} < 10\text{mg/L}$ 。

[0038] 实施实例 3

[0039] 使用 4 级集气罩的内循环膜生物反应器,气升式膜组件为孔径 300nm 的平板式膜组件,处理 $\text{COD}_{\text{Cr}} 50000 \sim 60000\text{mg/L}$ 的酿造废水,按实施例 1 所述实施方式操作,回流液与膜出液比 5:1,控制中温(35℃左右),有效水力停留时间 80h。处理后的出水 COD_{Cr} 去除率 >90%,浊度 <3NTU, $\text{SS} < 10\text{mg/L}$ 。

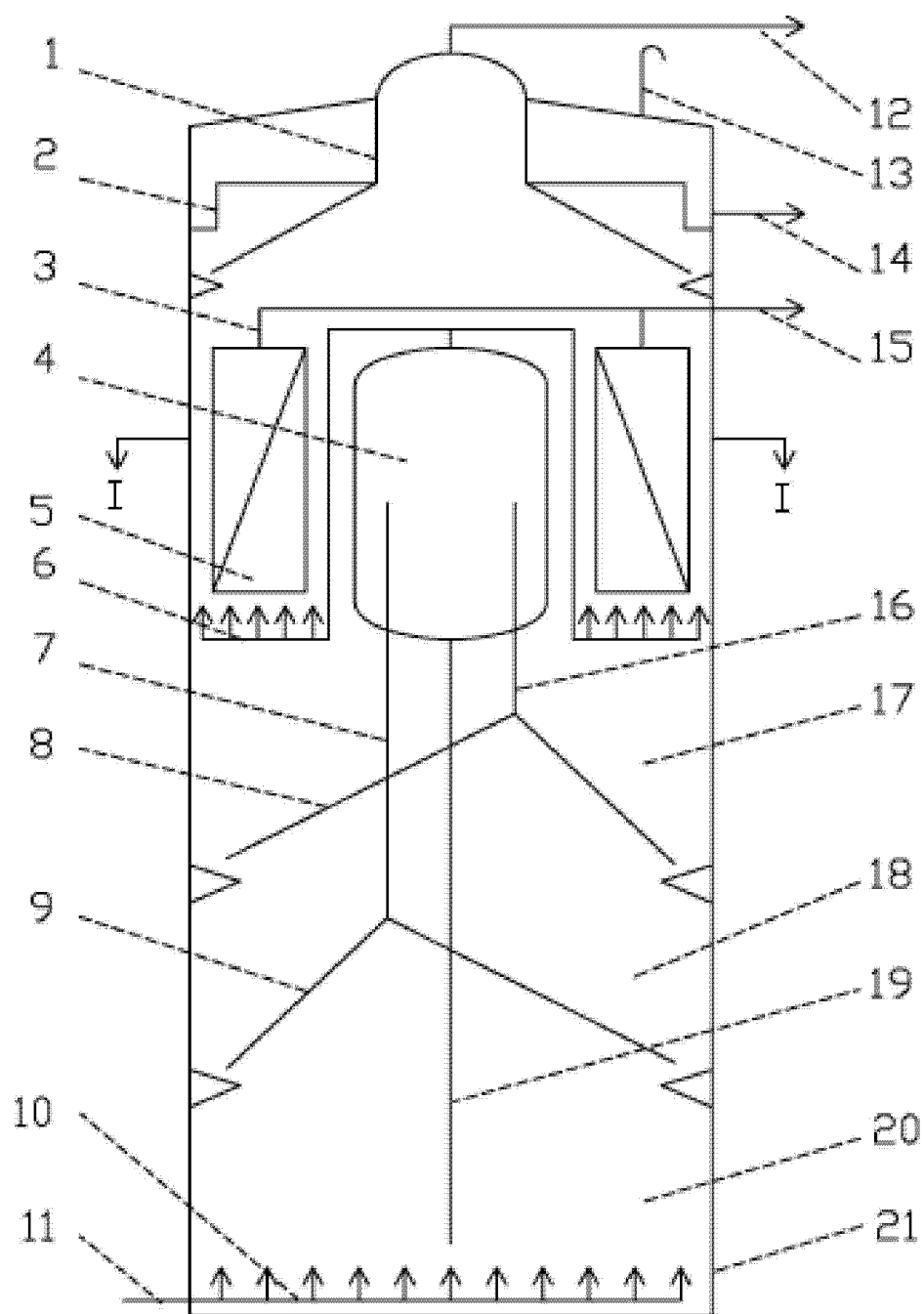


图 1

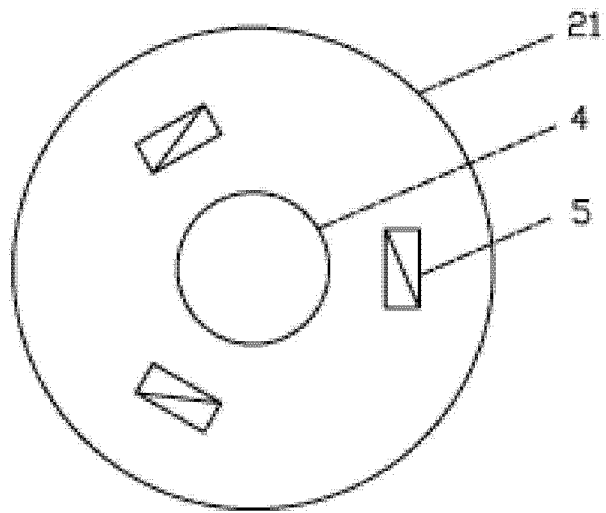
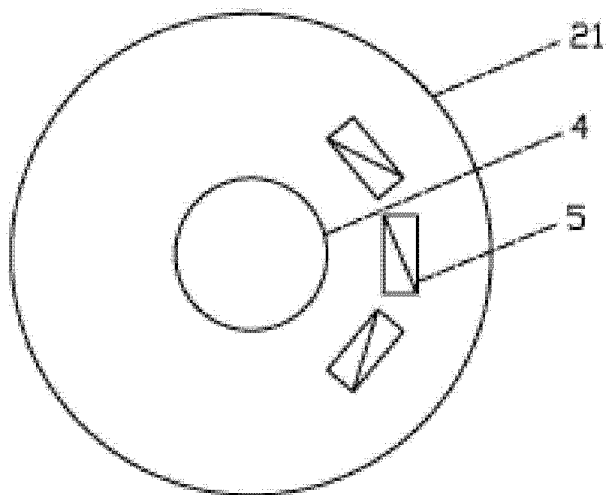


图 2



I-I

图 3