



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215975168 U

(45) 授权公告日 2022.03.08

(21) 申请号 202121623013.6

(22) 申请日 2021.07.16

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区双清路30号清华大学

专利权人 成都市兴蓉环境股份有限公司

(72) 发明人 黄霞 刘艳臣 李思岐 郭瑜
张轩 徐婧 黄永辉 冯佳

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 张璐

(51) Int. Cl.

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

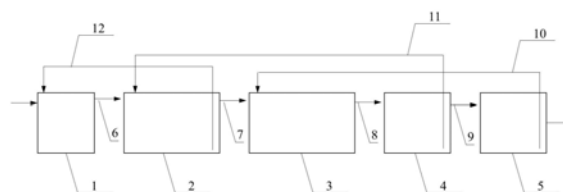
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

膜生物反应器耦合三段式内循环系统

(57) 摘要

本实用新型涉及污水处理技术领域,具体而言,本实用新型涉及膜生物反应器耦合三段式内循环系统。本实用新型提供的膜生物反应器耦合三段式内循环系统包括:依次连接的厌氧池、前缺氧池、好氧池、后缺氧池及膜池;以及包括第一回流管道,第二回流管道及第三回流管道;其中三段式内循环包括:第一段为膜池末端混合液回流至好氧池前端,第二段为后缺氧池末端混合液回流至前缺氧池前端,第三段为前缺氧池后端回流至厌氧池前端。该处理系统结构简单、成本低廉,不需要经过其他耗费能量的处理技术,大大节省了处理能耗和用地;该处理系统操作方便,效果稳定,可提升MBR工艺的氧气利用率,节约曝气成本,强化生物除磷,使系统出水稳定且水质达标。



1. 一种膜生物反应器耦合三段式内循环系统,其特征在于,包括依次连接的厌氧池、前缺氧池、好氧池、后缺氧池及膜池;

所述厌氧池的出水口与所述前缺氧池的进水口通过第一管道相连接;

所述前缺氧池的出水口与所述好氧池的进水口通过第二管道相连接;

所述好氧池的出水口与所述后缺氧池的进水口通过第三管道相连接;

所述后缺氧池的出水口与所述膜池的进水口通过第四管道相连接;

以及,所述膜生物反应器耦合三段式内循环系统还包括:第一回流管道,第二回流管道及第三回流管道;

所述第一回流管道与位于所述膜池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至所述好氧池的前端顶部;

所述第二回流管道与位于所述后缺氧池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至所述前缺氧池的前端顶部;

所述第三回流管道与位于所述前缺氧池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至所述厌氧池的前端顶部。

2. 根据权利要求1所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统,其特征在于,所述厌氧池的容积V1与所述前缺氧池的容积V2、所述好氧池的容积V3、所述后缺氧池的容积V4、所述膜池的容积V5得比例为1:(3~4):(3~5):(1~2):(2~3)。

3. 根据权利要求2所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统,其特征在于,所述厌氧池的容积V1与所述前缺氧池的容积V2、所述好氧池的容积V3、所述后缺氧池的容积V4、所述膜池的容积V5得比例为1:4:3:2:2。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统,其特征在于,所述第一管道的垂直位置位于所述厌氧池的顶部,与所述前缺氧池的进水口相连;

所述第二管道的垂直位置低于所述第一管道的位置;

所述第三管道的垂直位置低于所述第二管道的位置;

所述第四管道的垂直位置低于所述第三管道的位置。

5. 根据权利要求4所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统,其特征在于,所述厌氧池包括至少一个搅拌桨或者推流装置;

所述前缺氧池包括至少一个搅拌桨或者推流装置;

所述好氧池包括至少一个设置于好氧池底部的曝气装置;

所述后缺氧池包括至少一个搅拌桨或者推流装置;

所述膜池包括至少一个设置于膜池底部的曝气装置,以及至少一套置于膜池内的膜组件。

6. 根据权利要求5所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统,其特征在于,还包括液体流量计;

所述液体流量计安装于进水管道、出水管道、第一回流管道、第二回流管道及第三回流管道。

7. 根据权利要求6所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统,其特征在于,所述厌氧池内安装原位ORP测定仪;

所述好氧池和所述膜池内安装原位DO测定仪。

8. 根据权利要求7所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统, 其特征在于, 所述膜组件为浸没式膜组件;

所述浸没式膜组件采用的膜为超滤膜或者微滤膜。

膜生物反应器耦合三段式内循环系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及污水处理技术领域,具体而言,本实用新型涉及膜生物反应器耦合三段式内循环系统。

背景技术

[0002] 污水中氮磷排放是导致水体富营养化的主要原因,传统市政污水厂主要通过投加大量化学试剂对污水进行强化脱氮除磷处理,这一处理方式效果虽好,但提高了市政污水处理厂的运行成本,同时也给环境带来二次污染问题。

[0003] 膜生物反应器(MBR)作为新型污水处理工艺能够利用膜组件实现高效的固液分离,有效的提生污泥浓度,进而提高出水水质,同时减少了占地面积。

[0004] 当前MBR工艺被广泛使用于工业废水,垃圾渗滤液以及市政污水等。但是,MBR工艺同样面对着一系列的挑战,比如MBR工艺为了减轻膜污染需要保持较高的曝气量,导致曝气能耗较高,较高的曝气量又导致了回流至携带大量的溶解氧,使得微生物对磷的去除并不理想,最后需要依靠投加化学絮凝剂来对磷进行去除,但是投加化学絮凝剂又会导致膜污染加快。

[0005] 鉴于以上挑战和难点,在MBR技术的基础上进一步开发节约能耗,提升生物脱氮除磷效率的新工艺成为一种潜在的发展方向。

实用新型内容

[0006] 针对上述问题,本实用新型提出了一种膜生物反应器耦合三段式内循环系统。

[0007] 本实用新型提供的膜生物反应器耦合三段式内循环系统包括:依次连接的厌氧池、前缺氧池、好氧池、后缺氧池及膜池;

[0008] 所述厌氧池的出水口与所述前缺氧池的进水口通过第一管道相连接;

[0009] 所述前缺氧池的出水口与所述好氧池的进水口通过第二管道相连接;

[0010] 所述好氧池的出水口与所述后缺氧池的进水口通过第三管道相连接;

[0011] 所述后缺氧池的出水口与所述膜池的进水口通过第四管道相连接;

[0012] 以及,所述膜生物反应器耦合三段式内循环系统包括第一回流管道,第二回流管道及第三回流管道;其中:

[0013] 所述第一回流管道与位于所述膜池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至所述好氧池的前端顶部;

[0014] 所述第二回流管道与位于所述后缺氧池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至所述前缺氧池的前端顶部;

[0015] 所述第三回流管道与位于所述前缺氧池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至所述厌氧池的前端顶部。

[0016] 本实用新型基于特定的回流结构设计进行废水的强化生化处理过程与MBR的固液分离过程,既充分利用了从膜池至好氧池回流时所携带的溶解氧发生硝化反应,提升溶解

氧利用率,又利用从后缺氧池回流至前缺氧池,使混合液中的硝酸盐进行反硝化,同时避免了回流时携带大量的溶解氧,导致反硝化过程恶化;最后从前缺氧池回流至厌氧池,使得厌氧池处于绝对厌氧的状态,避免厌氧池中有过量的溶解氧或者氮氧化物,有利微生物的释磷/吸磷,通过MBR进行固液分离,进一步提升水质。

[0017] 研究发现,如果厌氧池和缺氧池体积相对过小,可能导致反硝化过程不充分,厌氧释磷不完全,总氮总磷的去除效果下降;如果厌氧池和缺氧池体积相对过大,可能会导致污泥浓度下降,微生物生化能力下降;如果好氧池体积相对过大,可能会导致碳源的浪费,以及曝气成本的上升。为此,本实用新型通过优化各处理单元的容积比例关系,进一步满足微生物脱氮除磷工艺中对厌氧过程,缺氧过程和好氧过程的环境需求。设厌氧池的容积为V1,前缺氧池的容积为V2,好氧池的容积为V3,后缺氧池的容积为V4,膜池的容积为V5,V1:V2:V3:V4:V5=1:(3~4):(3~5):(1~2):(2~3)。

[0018] 优选地,V1:V2:V3:V4:V5=1:4:3:2:2。由此,可以进一步满足微生物脱氮除磷对于厌氧/缺氧/好氧环境交替的需求。

[0019] 本实用新型所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统中,所述第一管道的垂直位置位于厌氧池顶部,与前缺氧池的进水口相连;所述第二管道的垂直位置需略低于第一管道的位置;所述第三管道的垂直位置需略低于第二管道的位置;所述第四管道的垂直位置需略低于第三管道的位置。

[0020] 通过上述设计可利用水流的自由跌落,以跌水的方式,从厌氧池依次经过前缺氧池、好氧池、后缺氧池和膜池,进行脱氮除磷工艺后排出清水。

[0021] 本实用新型所述的膜生物反应器耦合三段式内循环系统中,所述厌氧池包括至少一个搅拌桨或者推流装置,用于进行污泥和污水的混匀;

[0022] 所述前缺氧池包括至少一个搅拌桨或者推流装置,用于进行污泥和污水的混匀;

[0023] 所述好氧池包括至少一个曝气装置,其设置于好氧池底部用于进行曝气;

[0024] 所述后缺氧池包括至少一个搅拌桨或者推流装置,用于进行污泥和污水的混匀;

[0025] 所述膜池包括至少一个曝气装置,其设置于膜池底部,用于进行曝气,以及包括至少一套膜组件,其置于膜池内进行泥水分离。

[0026] 所述膜生物反应器耦合三段式内循环系统还包括液体流量计;所述液体流量计需安装在进水管、出水管、第一回流管道、第二回流管道和第三回流管道;所述液体流量计用于计量市政污水处理系统进出水流量,以及所述三段式内循环系统回流比。

[0027] 可选地,所述膜生物反应器耦合三段式内循环系统还包括:所述厌氧池内安装原位ORP测定仪;所述好氧池和所述膜池内安装原位DO测定仪。

[0028] 可选地,所述膜组件为浸没式膜组件;所述浸没式膜组件采用的膜为超滤膜或者微滤膜。

[0029] 本实用新型的有益效果如下:

[0030] 本实用新型提供的三段式内循环系统用于膜生物反应器(MBR)工艺,能够有效降低厌氧池的氧化还原电位(ORP),提升MBR工艺的生物除磷效果。

[0031] 本实用新型所述的处理系统结构简单、成本低廉,不需要经过其他耗费能量的处理技术,大大节省了处理能耗和用地;该处理系统操作方便,效果稳定,可提升MBR工艺的氧气利用率,节约曝气成本,强化生物除磷,使系统出水稳定且水质达标。

附图说明

[0032] 图1是本实用新型实施例的膜生物反应器耦合三段式内循环系统的示意图。

[0033] 图2是后缺氧池内循环的结构示意图。

[0034] 图中：

[0035] 1-厌氧池,2-前缺氧池,3-好氧池,4-后缺氧池,5-膜池；

[0036] 6-第一管道,7-第二管道,8-第三管道,9-第四管道；

[0037] 10-第一回流管道,11-第二回流管道,12-第三回流管道；

[0038] 4-1-潜水泵,4-2-内循环液体流量计。

具体实施方式

[0039] 实施例

[0040] 本实施例提出了一种膜生物反应器耦合三段式内循环系统。参考图1~2,所述膜生物反应器耦合三段式内循环系统包括：

[0041] 厌氧池1包括至少一个搅拌桨或者推流装置进行污泥和污水的混匀,前缺氧池2包括至少一个搅拌桨或者推流装置进行污泥和污水的混匀,好氧池3包括至少一个曝气装置设置于好氧池3底部进行曝气,后缺氧池4包括至少一个搅拌桨或者推流装置进行污泥和污水的混匀,膜池5包括至少一个曝气装置设置于膜池5底部进行曝气,包括至少一套膜组件置于膜池内进行泥水分离；

[0042] 厌氧池1的出水口与前缺氧池2的进水口通过第一管道6相连接,前缺氧池2的出水口与好氧池3的进水口通过第二管道7相连接,好氧池3的出水口与后缺氧池4的进水口通过第三管道8相连接,后缺氧池4的出水口与膜池5的进水口通过第四管道9相连接。

[0043] 第一管道6的垂直位置位于厌氧池顶部,与前缺氧池2的进水口相连,所述第二管道7的垂直位置需略低于第一管道6的位置,所述第三管道8的垂直位置需略低于第二管道7的位置,所述第四管道9的垂直位置需略低于第三管道8的位置,利用水流的自由跌落,以跌水的方式,混合液从厌氧池依次经过前缺氧池,好氧池,后缺氧池和膜池,进行脱氮除磷工艺,最后在膜池通过抽吸泵排出清水。

[0044] 所述系统还包括第一回流管道10,第二回流管道11,第三回流管道12；

[0045] 第一回流管道,所述第一回流管道与位于膜池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至好氧池的前端顶部。

[0046] 第二回流管道,所述第二回流管道与位于后缺氧池末端底部的潜水泵4-1连接,从液面上方回流至前缺氧池的前端顶部。

[0047] 第三回流管道。所述第三回流管道与位于前缺氧池末端底部的潜水泵连接,从液面上方回流至厌氧池的前端顶部。

[0048] 在本实用新型的一些实施例中,参考附图2,回流管道上装有液体流量计4-2,用于调整回流比,以控制厌氧池的ORP,强化生物脱氮除磷。

[0049] 设厌氧池的容积为V1,前缺氧池的容积为V2,好氧池的容积为V3,后缺氧池的容积为V4,膜池的容积为V5, $V1:V2:V3:V4:V5=1:(3\sim4):(3\sim5):(1\sim2):(2\sim3)$ 。

[0050] 由此,可以进一步满足微生物脱氮除磷工艺中对厌氧过程,缺氧过程和好氧过程的环境需求。如果厌氧池和缺氧池体积过小,可能导致反硝化过程不充分,厌氧释磷不完

全,总氮总磷的去除效果下降;如果厌氧池和缺氧池体积过大,可能会导致污泥浓度下降,微生物生化能力下降,如果好氧池体积过大,可能会导致碳源的浪费,以及曝气成本的上升。

[0051] 在本实施例中, $V1:V2:V3:V4:V5=1:4:3:2:2$ 。由此,可以进一步满足微生物脱氮除磷对于厌氧/缺氧/好氧环境交替的需求。

[0052] 在三段式内循环系统中,设膜池回流至好氧池的回流比为 $R1=200\%\sim 400\%$,后缺氧池回流至前缺氧池的回流比为 $R2=200\%\sim 400\%$,前缺氧池回流至好氧池的回流比为 $R3=100\%\sim 300\%$,其中回流比 R 为回流流量比进水流量。

[0053] 如膜池回流至好氧池回流比过小,会导致好氧池,缺氧池,厌氧池的污泥浓度不足,影响脱氮除磷,回流量过大则增加了运行成本,前缺氧池回流至厌氧池的回流比过小,会导致厌氧池的污泥浓度不足,恶化厌氧池功能,回流量过大则会携带更多的氮氧化物至厌氧池,影响厌氧池的ORP,恶化厌氧池功能。在本实施例中, $R1=300\%$, $R2=300\%$, $R3=100\%$ 。由此,可以进一步提升生物脱氮除磷效果。

[0054] 为了方便理解,下面对采用上述膜生物反应器耦合三段式内循环系统进行污水处理的方法进行详细描述,该方法通过将污水从厌氧池通入反应器后,经过多个前缺氧池,好氧池,后缺氧池进行处理,最后处理后的水从膜组件中汇集后流出,具体过程如下:

[0055] S1:将新进污水和上一段前缺氧池后端回流的混合液通入厌氧池混合,并在厌氧池发生微生物释磷的过程。

[0056] 在该步骤中具体反应如下,兼性菌将溶解性有机物转化成挥发性脂肪酸;聚磷菌把细胞内聚磷水解为正酸盐,并从中获得能量,吸收污水中的易降解的COD,同化成细胞内碳能源存贮物聚 β -羟基丁酸或 β -羟基戊酸等。

[0057] S2:步骤S1厌氧池的混合液和后缺氧池的回流混合液进入前缺氧池,在前缺氧池发生反硝化脱氮除磷。

[0058] 在该步骤中具体反应如下,在前缺氧池中反硝化除磷菌以硝态氮作为氧化PHB的电子受体,降解PHB产生的能量(ATP)被用于聚磷菌的生长,在细胞体内以聚磷酸盐的形式贮存磷和合成糖原,从而达到脱氮除磷的目的。

[0059] S3:步骤S2中前缺氧池的混合液和膜池的回流混合液进入好氧池,在好氧池发生氨氧化反应,使进水中的氨氮氧化为硝态氮,同时进一步吸磷。

[0060] 在该步骤中具体反应如下,在好氧池中硝化细菌利用氧气将氨氮氧化为硝态氮,聚磷菌以氧气为电子受体,氧化代谢内贮物质PHB或PHV等,并产生能量,过量地从污水中摄取磷酸盐,能量以高能物质ATP的形式存贮,其中一部分有转化为聚磷,作为能量贮于胞内。

[0061] S4:在步骤S3中好氧池的混合液进入后缺氧池,此时磷酸盐已经被摄取完成,剩余一小部分硝态氮,在没有外源COD的缺氧条件下,发生内源反硝化,进步脱氮。

[0062] 在该步骤中具体反应如下,一部分异养菌在厌氧段吸收了VFAs贮存在细胞内形成内碳源,在没有外界碳源的情况下,细菌消耗自身碳源作为电子供体,硝态氮作为电子受体,进行内源反硝化进一步脱氮。

[0063] S5:在步骤S4中的后缺氧池的混合液进去膜池,主要进行泥水分离,以及进一步氧化残留的氨氮,提升出水水质。

[0064] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本实用新型作了详尽的描述,

但在本实用新型基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本实用新型精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本实用新型要求保护的范围。

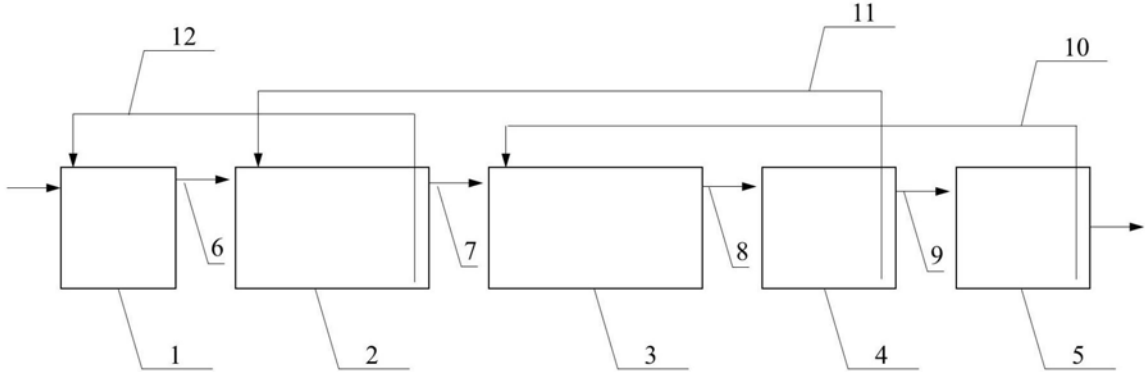


图1

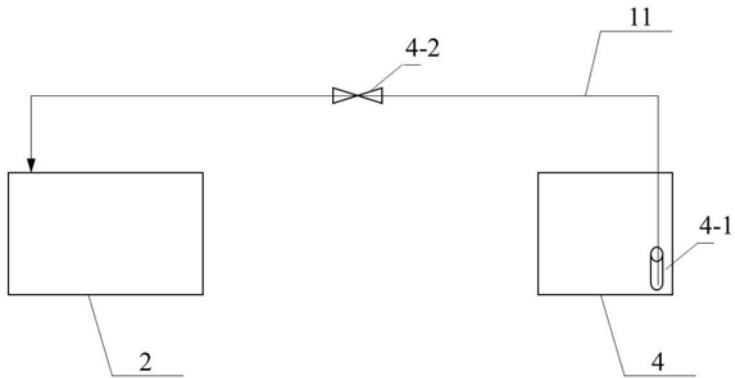


图2