



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104045156 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 17

(21) 申请号 201410278194. 1

(22) 申请日 2014. 06. 20

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38 号

(72) 发明人 吴伟祥 康婷婷 孙法迁 胡健  
何洋洋

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公  
司 33200

代理人 韩介梅

(51) Int. Cl.

C02F 3/30 (2006. 01)

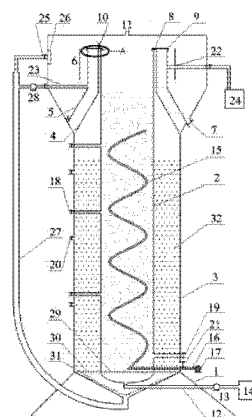
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一体式高效自养脱氮反应器

(57) 摘要

本发明公开的一体式高效自养脱氮反应器包括同轴线装置的内筒和外筒,在内筒的上部同轴线套置安装三相分离器和与外筒壁上部直径扩大处紧密连接的喇叭筒,利用喇叭筒将内筒和外筒所形成的空间分隔为厌氧区和沉淀区,内筒作为好氧区,内筒顶面有将沉淀区和厌氧区隔离的环形溢流堰,好氧反应区内接种短程硝化污泥,设有螺旋式微孔曝气管,厌氧反应区内接种厌氧氨氧化污泥并添加颗粒态竹炭填料作为污泥载体。本发明实现了单一反应器内不同功能微生物的单独培养,可满足短程硝化与厌氧氨氧化过程的关键操作需求,保证反应器的高效稳定运行,适用于高氨氮、低碳氮比废水的处理。



1. 一体式高效自养脱氮反应器,其特征在于包括同轴线固定于支架(1)上的内筒(2)和外筒(3),外筒(3)的上部直径扩大,在内筒(2)的上部同轴线套置安装三相分离器(4)和与外筒壁上部直径扩大处紧密连接的喇叭筒(5),喇叭筒(5)将内筒(2)和外筒(3)所形成的空间分隔为两部分,其中,喇叭筒的内侧介于内、外筒间的空间为厌氧区,喇叭筒的外侧为环形锥状沉淀区,内筒(2)作为好氧区,在沉淀区的上部设有垂直导流板(6),三相分离器(4)位于厌氧区内,在沉淀区的外筒壁上有排泥口(7),内筒顶面设有凹式卡槽(8),凹式卡槽(8)中卡入用于将沉淀区和厌氧区隔离的环形溢流堰(9),外筒顶盖与环形溢流堰(9)之间留有间距,环形溢流堰(9)上有排气软管(10),外筒顶盖上有总排气管(11),好氧区内有螺旋式微孔曝气管(15),螺旋式微孔曝气管(15)的下端与进气管(16)相连,进气管(16)延伸出外筒(3)与气泵(17)连接,内筒(2)的底部设有进水管(12),该进水管(12)经进水泵(13)与进水箱(14)相连,内筒的下部位于进水管(12)的上方水平安装好氧布水板(29),在好氧布水板(29)的上方设有延伸出外筒的好氧排泥口(19),内筒(2)壁上沿轴向均匀设置多个延伸出外筒的好氧取样口(18),外筒(3)壁上沿轴向均匀设置多个厌氧取样口(20),外筒的下部设有厌氧排泥口(21),喇叭筒(5)上设有延伸出外筒的出水管(22)和回流管(23),出水管(22)与出水箱(24)相连,在外筒的直径扩大处位于回流管(23)的上方有沉淀出水管(25),沉淀出水管(25)的管口有筛网(26),外筒(3)的底部呈倒锥状,锥顶连接厌氧进水管(27),厌氧进水管(27)与回流管(23)以及沉淀出水管(25)相通,回流管(23)上接有回流泵(28),在外筒(3)的底部水平安装厌氧布水板(30),沿外筒(3)底部的锥体内壁布置布水板(31),厌氧区内添加竹炭颗粒(32)。

2. 根据权利要求1所述的一体式高效自养脱氮反应器,其特征在于,所述的外筒的上部直径与下部直径之比为3:2。

3. 根据权利要求1所述的一体式高效自养脱氮反应器,其特征在于,所述的厌氧区与好氧区的体积比为 $3:1\sim 2:1$ ,所述的厌氧区的高度与内、外筒直径差的比为10:1,所述的好氧区的高径比为6:1。

4. 根据权利要求1所述的一体式高效自养脱氮反应器,其特征在于,所述的环形锥状沉淀区与好氧区的体积比为1:5。

5. 根据权利要求1所述的一体式高效自养脱氮反应器,其特征在于,所述厌氧进水管(27)的内径与沉淀出水管(25)的内径比为2:1,厌氧进水管(27)的内径与回流管(23)的内径比为2:1,沉淀出水管(25)位于回流管(23)的上方5cm。

6. 根据权利要求1所述的一体式高效自养脱氮反应器,其特征在于,所述的竹炭颗粒(32)的直径为1-2mm,密度为 $750\text{ kg/m}^3$ ,添加量为 $10\text{ g L}^{-1}$ 。

7. 根据权利要求1所述的一体式高效自养脱氮反应器,其特征在于,所述的三相分离器(4)的锥体坡度为 $55\sim 60^\circ$ ,回流缝设为0.5cm,喇叭筒(5)的锥体与三相分离器(4)的锥体坡度相同。

## 一体式高效自养脱氮反应器

### 技术领域

[0001] 本发明属于污水生物脱氮处理技术领域,具体涉及一种一体式高效自养脱氮反应器。

### 技术背景

[0002] 我国水体氮素污染造成的环境危害日益严峻,氨氮是其中的主要污染物,其排放量远远超出受纳水体的环境容量,近几年成为我国七大水系的主要污染指标。生物脱氮工艺是脱除水体中氮素的主要方法,传统生物脱氮工艺多基于硝化—反硝化原理,工艺流程长,能耗高,而且反硝化过程需要大量碳源,在处理一些高浓度废水,如垃圾渗滤液、畜禽养殖废水等高氨氮、低碳氮比的废水中表现出很大的局限性。因此,寻求经济高效的新型生物脱氮方法,尤其是适用于低碳氮比废水的生物处理工艺,成为环境污染控制领域的重大任务。

[0003] 短程硝化—厌氧氨氧化工艺是一种新型自养脱氮生物处理工艺,该工艺较传统硝化反硝化生物脱氮工艺相比,可节约 62.5% 的氧气需求,极大降低了动力和能源消耗。且亚硝化细菌和厌氧氨氧化细菌均为自养型微生物,不需要添加有机碳源。然而亚硝化细菌与厌氧氨氧化菌生理特性各异,如何充分满足两种微生物的生理需求,实现亚硝化与厌氧氨氧化过程的衔接,保证工艺的高效稳定性成为该工艺推广应用的关键。

[0004] 目前应用的短程硝化—厌氧氨氧化联合脱氮工艺主要有两种类型:一种为单级工艺,即在同一反应器内实现两种微生物的混合培养;另一种为两级工艺,即实现两种微生物在两个反应器中的单独培养,通过串联实现联合脱氮。但两级工艺易在短程硝化阶段出现亚硝酸盐的累积现象而对微生物产生抑制作用,同时整个工艺的基建投资和占地面积也较大;单级工艺中由于专性厌氧的厌氧氨氧化细菌长期暴露于一定浓度的有氧环境中,会在一定程度上降低厌氧氨氧化菌的活性,且单独通过溶解氧控制难以维持短程硝化过程的稳定性,最终导致自养单级反应器内难以实现较高的氮素去除负荷。

[0005]

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提出一种可实现两种微生物在同一个反应器中单独培养,保证其微生物具有高效稳定性,工艺简单,操作维护方便的一体式高效自养脱氮反应器。

[0007] 为达到上述目的。本发明采用的技术方案是:

一体式高效自养脱氮反应器包括同轴线固定于支架上的内筒和外筒,外筒的上部直径扩大,在内筒的上部同轴线套置安装三相分离器和与外筒壁上部直径扩大处紧密连接的喇叭筒,喇叭筒将内筒和外筒所形成的空间分隔为两部分,其中,喇叭筒的内侧介于内、外筒间的空间为厌氧区,喇叭筒的外侧为环形锥状沉淀区,内筒作为好氧区,在沉淀区的上部设有垂直导流板,三相分离器位于厌氧区内,在沉淀区的外筒壁上有排泥口,内筒顶面设有凹式卡槽,凹式卡槽中卡入用于将沉淀区和厌氧区隔离的环形溢流堰,外筒顶盖与环形溢流

堰之间留有间距,环形溢流堰上有排气软管,外筒顶盖上有总排气管,好氧区内有螺旋式微孔曝气管,螺旋式微孔曝气管的下端与进气管相连,进气管延伸出外筒与气泵连接,内筒的底部设有进水管,该进水管经进水泵与进水箱相连,内筒的下部位于进水管的上方水平安装好氧布水板,在好氧布水板的上方设有延伸出外筒的好氧排泥口,内筒壁上沿轴向均匀设置多个延伸出外筒的好氧取样口,外筒壁上沿轴向均匀设置多个厌氧取样口,外筒的下部设有厌氧排泥口,喇叭筒上设有延伸出外筒的出水管和回流管,出水管与出水箱相连,在外筒的直径扩大处位于回流管的上方有沉淀出水管,沉淀出水管的管口有筛网,外筒的底部呈倒锥状,锥顶连接厌氧进水管,厌氧进水管与回流管以及沉淀出水管相连通,回流管上接有回流泵,在外筒的底部水平安装厌氧布水板,沿外筒底部的锥体内壁布置布水板,厌氧区内添加竹炭颗粒。

[0008] 本发明的进一步特征是,外筒的上部直径与下部直径之比为 3:2。

[0009] 本发明中,厌氧区与好氧区的体积比依据亚硝化能力和厌氧氨氧化能力的匹配确定,通过调节厌氧区回流量可使反应器更好地应对进水水质变化。通常,使厌氧区与好氧区的体积比为 3:1~2:1;厌氧区的高度与内、外筒直径差的比为 10:1;好氧区的高径比为 6:1。

[0010] 本发明的进一步特征是,所述的环形锥状沉淀区与好氧区的体积比为 1:5。

[0011] 为便于控制回流水进入厌氧进水管的流速,防止沉淀出水水流速度受回流水水流速度的影响,本发明的进一步特征是,所述厌氧进水管的内径与沉淀出水管的内径比为 2:1,厌氧进水管的内径与回流管的内径比为 2:1,沉淀出水管位于回流管的上方 5cm。

[0012] 上述技术方案中,所述的竹炭颗粒的直径为 1-2mm,密度为 750 kg/m<sup>3</sup>,添加量为 10g L<sup>-1</sup>。竹炭载体的添加可使微生物菌群附着在竹炭颗粒表面形成稳定的颗粒污泥,强化污泥沉降性能,提高污泥耐基质变化与水力冲击变化的能力。竹炭载体的添加可提高溶解性有机物的含量,通过促进厌氧氨氧化菌的异养硝酸盐还原产氨过程,可显著降低厌氧反应区内硝态氮的产生,实现氮素的完全去除而提高总氮去除负荷。

[0013] 上述技术方案中,所述的三相分离器的锥体坡度为 55~60°,回流缝设为 0.5cm,以获得良好的污泥截留能力并利于截留污泥的下滑。喇叭筒的锥体坡度与三相分离器的锥体坡度相同。

[0014] 与现有生物脱氮技术相比,本发明具有明显的优势:

1) 反应器将亚硝化过程与厌氧氨氧化过程集为一体,可实现一体式自养脱氮,厌氧区上部共壁式设置沉淀区,各单元衔接紧密,占地面积小,操作简单;

2) 沉淀区作为连接好氧区和厌氧区的中间区,通过对沉淀区底部定期排泥可维持短程硝化过程较短的水力停留时间,保持其高效稳定性;

3) 厌氧进水管以外扩管的形式作为沉淀池出水和厌氧回流水的混合管,可通过调节回流水流速调整厌氧进水水质,缓解 pH 及基质抑制作用对厌氧氨氧化菌的不利影响;

4) 添加竹炭的厌氧氨氧化污泥颗粒性较好,耐水力冲击和基质变化冲击的能力强,硝态氮产生比例小,氮素去除负荷高。

[0015] 5) 本发明在单一反应器内分区,分别实现半短程硝化以及厌氧氨氧化过程,保证了两个微生物的生长环境互不影响。反应器整体通过满足两种不同微生物的生理需求,缓解基质自抑制和产物抑制效应,保证了较高的氮素去除负荷,适用于高氨氮、低碳氮比废水

的处理。

### 附图说明

[0016] 图 1 是一体式高效自养脱氮反应器结构示意图；

图 2 是图 1 圈出部分 A 的结构放大图；

图中：1. 支架、2. 内筒、3. 外筒、4. 三相分离器、5. 喇叭筒、6. 垂直导流板、7. 排泥口、8. 凹式卡槽、9. 环形溢流堰、10. 排气软管、11. 总排气管、12. 进水管、13. 进水泵、14. 进水箱、15. 螺旋式微孔曝气管、16. 进气管、17. 气泵、18. 好氧取样口、19. 好氧排泥口、20. 厌氧取样口、21. 厌氧排泥口、22. 出水管、23. 回流管、24. 出水箱、25. 沉淀出水管、26. 筛网、27. 厌氧进水管、28. 回流泵、29. 好氧布水板、30. 厌氧布水板、31. 布水板、32. 竹炭颗粒。

[0017]

### 具体实施方式

[0018] 参照图 1、图 2，本发明的一体式高效自养脱氮反应器包括同轴线固定于支架 1 上的内筒 2 和外筒 3，外筒 3 的上部直径扩大，在内筒 2 的上部同轴线套置安装三相分离器 4 和与外筒壁上上部直径扩大处紧密连接的喇叭筒 5，喇叭筒 5 将内筒 2 和外筒 3 所形成的空间分隔为两部分，其中，喇叭筒的内侧介于内、外筒间的空间为厌氧区，喇叭筒的外侧为环形锥状沉淀区，内筒 2 作为好氧区，在沉淀区的上部设有垂直导流板 6，三相分离器 4 位于厌氧区内，在沉淀区的外筒壁上有排泥口 7，内筒顶面设有凹式卡槽 8，凹式卡槽 8 中卡入用于将沉淀区和厌氧区隔离的环形溢流堰 9，外筒顶盖与环形溢流堰 9 之间留有间距，环形溢流堰 9 上有排气软管 10，外筒顶盖上有总排气管 11，好氧区内有螺旋式微孔曝气管 15，螺旋式微孔曝气管 15 的下端与进气管 16 相连，进气管 16 延伸出外筒 3 与气泵 17 连接，内筒 2 的底部设有进水管 12，该进水管 12 经进水泵 13 与进水箱 14 相连，内筒的下部位于进水管 12 的上方水平安装好氧布水板 29，在好氧布水板 29 的上方设有延伸出外筒的好氧排泥口 19，内筒 2 壁上沿轴向均匀设置多个延伸出外筒的好氧取样口 18，外筒 3 壁上沿轴向均匀设置多个厌氧取样口 20，外筒的下部设有厌氧排泥口 21，喇叭筒 5 上设有延伸出外筒的出水管 22 和回流管 23，出水管 22 与出水箱 24 相连，在外筒的直径扩大处位于回流管 23 的上方有沉淀出水管 25，沉淀出水管 25 的管口有筛网 26，用于截留部分悬浮污泥，防止出水口堵塞。外筒 3 的底部呈倒锥状，锥顶连接厌氧进水管 27，厌氧进水管 27 与回流管 23 以及沉淀出水管 25 相连通，回流管 23 上接有回流泵 28，在外筒 3 的底部水平安装厌氧布水板 30，沿外筒 3 底部的锥体内壁布置布水板 31，厌氧区内添加竹炭颗粒 32。

[0019] 一体化高效自养脱氮反应器可用 PVC 板或钢板制作，使用时，首先利用进水泵 13 通过进水管 12 将高氨氮废水从进水箱 14 泵入一体化反应器装置，进水经好氧布水板 29 后进入好氧反应区，气泵 17 将空气通过进气管 16 泵入螺旋式微孔曝气管 15，微孔曝气管为好氧区微生物提供溶解氧，并使进水与好氧区短程硝化污泥得到充分混合。亚硝化细菌摄取液相主体中的溶解氧和氨氮，将部分氨氮氧化成亚硝酸盐，并将产物运输至液相主体。控制好氧区溶解氧控制在 0.5mg/L 左右，污泥停留时间为 1.5~2d。泥水混合物经好氧区顶部的环形溢流堰 9 由垂直导流板 6 导流进入沉淀区，泥水混合物在沉淀区内进行泥水分离。沉淀后的污泥在沉淀区锥体中存留并定期排出，沉淀后的上清液经沉淀出水管 25 自流进入

厌氧区的厌氧进水管 27 中。厌氧区回流液通过回流管 23 在厌氧进水管侧面泵入,通过调节回流泵 28 可调节厌氧反应区回流水水量。沉淀区出水与厌氧回流液在厌氧进水管中得到充分混合,经布水板 31 和厌氧布水板 30 布水后进入厌氧反应区。在较快的进水流速下,厌氧区泥水得到充分混合,在厌氧反应区中下部呈现悬浮流动污泥床状态,而在厌氧反应区上部则由于颗粒污泥的沉降而使混合液中的污泥大量减少。厌氧区泥水混合液经过三相分离器 4 后,气、水继续向上流动而颗粒污泥被截留沉降。厌氧出水经出水管 22 流入出水箱 24 中,气体则经顶部的排气软管 10 和好氧区气体共同经反应器顶部总排气管 11 排出。

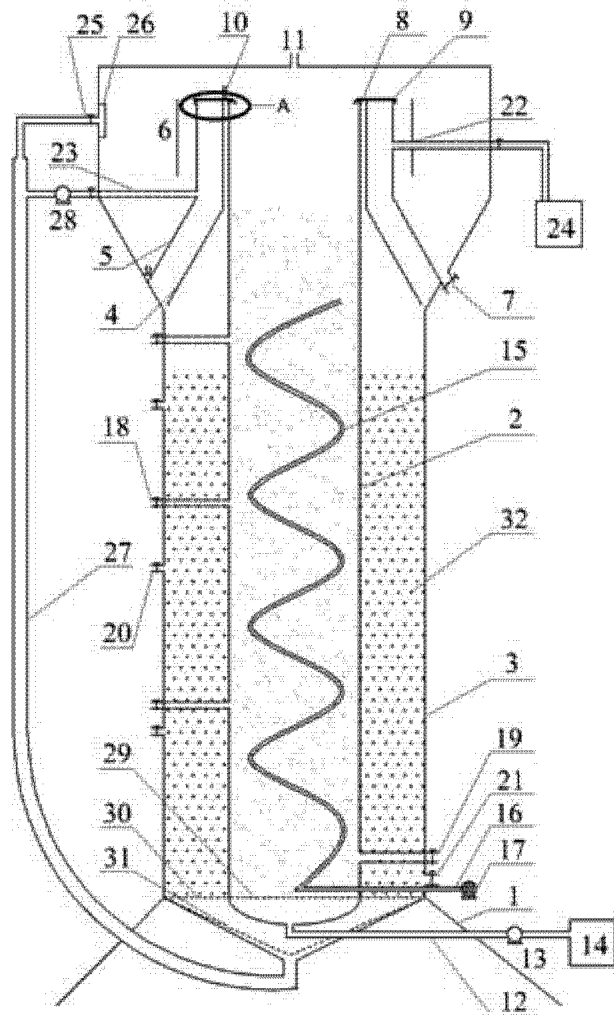


图 1

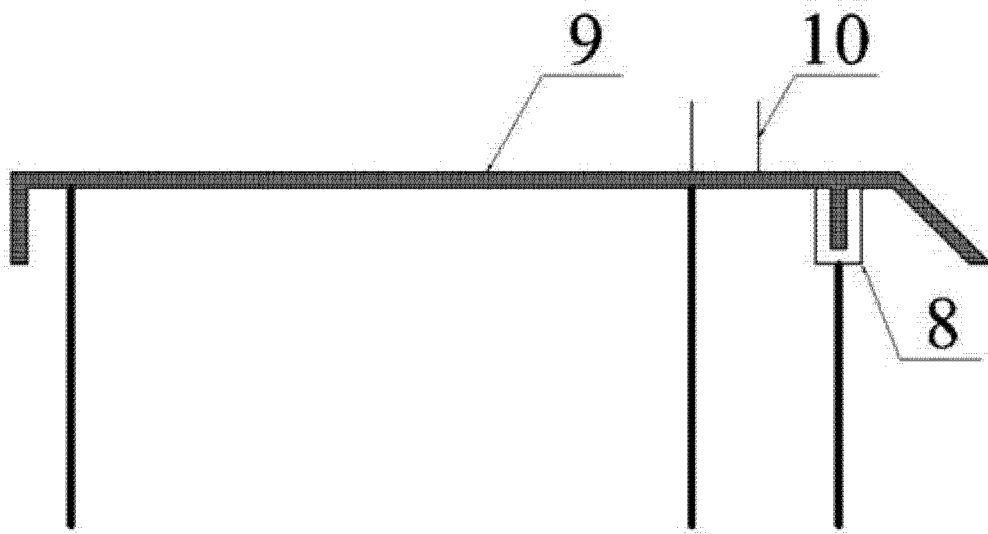


图 2