(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116621391 A
(43)申请公布日 2023.08.22

(21)申请号 202310841276.1

(22)申请日 2023.07.10

(71)申请人 北京坦思环保科技有限公司
地址 100081 北京市海淀区大柳树富海中心3号楼10层1003号

(72)发明人 杨岸明 田盛 何伟 孙维孟 孙绍斌 马占峰 王春苗

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
专利代理师 王爱涛

(51)Int.Cl.
C02F 9/00(2023.01)
C02F 3/30(2023.01)
C02F 1/20(2023.01)
C02F 1/00(2023.01)

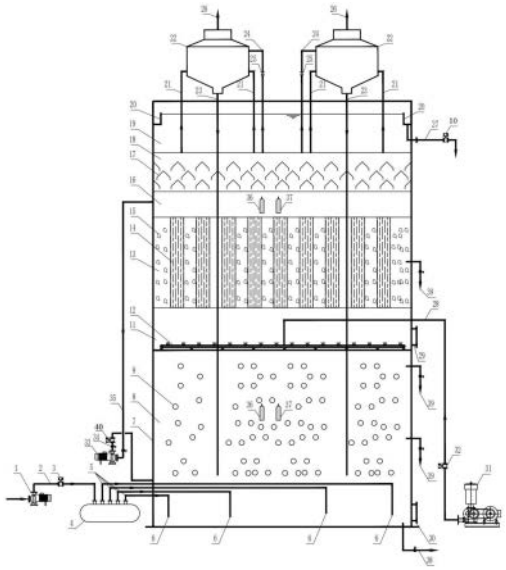
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

一种厌氧氨氧化反应器

(57)摘要

本发明公开一种厌氧氨氧化反应器，涉及水处理技术领域，系统包括：反应器本体、出水管路、低位气提管路、气液分离器、内循环管路及排气管路；反应器本体从下至上依次设置有缺氧-厌氧氨氧化反应区、中部曝气区、好氧-厌氧氨氧化反应区、混合反应区、气液分离区及澄清区。在结构上，充分利用了高度空间，节省了占地面积，减少了土地成本，从而降低了基建和运行成本；在技术上，通过在反应器本体内耦合填料技术、颗粒污泥技术、生物膜技术、气提循环技术、中部曝气技术以及气液分离技术，使得系统污泥沉降速度快、抗有机负荷冲击能力、脱氮负荷高、脱除总氮无需外加碳源，实现了脱氮的高效性及低能耗。



CN 116621391 A

1.一种厌氧氨氧化反应器，其特征在于，包括：反应器本体、出水管路、低位气提管路、气液分离器、内循环管路及排气管路；

所述反应器本体从下至上依次设置有缺氧-厌氧氨氧化反应区、中部曝气区、好氧-厌氧氨氧化反应区、混合反应区、气液分离区及澄清区；

所述缺氧-厌氧氨氧化反应区，内部填充有厌氧氨氧化颗粒污泥及生物絮体，用于将从外界输入的待处理水中的氨氮和所述缺氧-厌氧氨氧化反应区内的亚硝酸盐发生反应，生成第一氮气；

所述中部曝气区，设置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区的上部，用于通过从外界吸入空气进行曝气为从所述缺氧-厌氧氨氧化反应区排出的待处理水提供溶解氧，并向所述低位气提管路提供气提动力；

所述好氧-厌氧氨氧化反应区，设置于所述中部曝气区上部，且内部填充有填料组件及污泥絮体，用于将从所述中部曝气区排出的待处理水中的部分氨氮转化为亚硝酸盐，再将从所述中部曝气区排出的待处理水中的剩余部分氨氮和所述部分氨氮转化的亚硝酸盐发生反应，生成第二氮气；所述填料组件上附着有生物膜；

所述混合反应区，设置于所述好氧-厌氧氨氧化反应区上部，用于将所述好氧-厌氧氨氧化反应区排出的待处理水中的剩余部分氨氮和所述部分氨氮转化的亚硝酸盐继续反应，生成第三氮气；

所述气液分离区，设置于所述混合反应区上部，用于对所述混合反应区排出的待处理水进行脱气处理，将所述第一氮气、所述第二氮气、所述第三氮气及所述空气的混合气体从所述待处理水中分离出来；

所述澄清区，设置于所述气液分离区上部，用于将所述气液分离区排出的待处理水和污泥絮体进行分离，并将处理完成的待处理水通过所述出水管路排出；

所述低位气提管路的一端置于所述气液分离区顶部，所述低位气提管路的另一端与所述气液分离器连接，所述低位气提管路用于在所述气提动力的作用下，将含有混合气体的待处理水从所述气液分离区输送至所述气液分离器；

所述气液分离器，分别与所述低位气提管路及所述内循环管路的一端连接，用于对所述低位气提管路传输的待处理水进行气液分离；

所述排气管路，设置于所述气液分离器顶部，用于将所述气液分离器分离出的所述混合气体排放到外界大气中；

所述内循环管路的另一端至于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区的下部，用于将含有亚硝酸盐的所述气液分离器分离出的待处理水传输至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区。

2.根据权利要求1所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，还包括：出水槽；

所述出水槽，环形设置于所述澄清区，并与所述出水管路连接，用于收集所述处理完成的待处理水，并将所述处理完成的待处理水输出至所述出水管路。

3.根据权利要求1所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，所述缺氧-厌氧氨氧化反应区，还用于将回流至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区内的亚硝酸盐与所述从外界输入的待处理水中的氨氮发生反应，生成所述第一氮气。

4.根据权利要求3所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，还包括：进水泵、进水管路、分水器、进水支管路及布水器；

所述进水管路与所述进水泵连接，所述从外界输入的待处理水通过所述进水泵进入所述进水管路；

所述分水器，分别与所述进水管路及所述进水支管路连接，用于将所述进水管路输出的待处理水通过多个所述进水支管路输出；

多个所述布水器的一端分别与多个所述进水支管路一一对应连接，多个所述布水器的另一端置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区内，用于将所述分水器输出的待处理水均匀布水至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区。

5.根据权利要求4所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，还包括：第一液体流量计和第二液体流量计；

所述第一液体流量计，设置于所述进水管路上，用于检测并控制通过所述进水管路中的待处理水的流量；

所述第二液体流量计，设置于所述出水管路上，用于检测通过所述出水管路的所述处理完成的待处理水的流量。

6.根据权利要求3所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，所述生物膜具体包括：厌氧氨氧化菌及短程硝化菌；所述污泥絮体具体包括：厌氧氨氧化菌、短程硝化菌及好氧菌；所述厌氧氨氧化颗粒污泥具体包括：厌氧氨氧化菌、短程硝化菌、胞外聚合物及矿物质，所述厌氧氨氧化菌用于将所述氨氮和所述亚硝酸盐转化为所述氮气。

7.根据权利要求5所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，所述中部曝气区具体包括：曝气风机、曝气管路、曝气装置、第一检修孔及气体调节阀；

所述曝气风机，设置于所述反应器本体外部，用于从外界吸入所述空气；

所述曝气管路，分别与所述曝气风机和所述曝气装置连接，用于将所述空气从所述曝气风机传输至所述曝气装置；

所述曝气装置，设置于所述中部曝气区内部，用于向所述中部曝气区中的待处理水提供所述空气中的氧气；

所述气体调节阀，设置于所述曝气管路上，用于通过调节自身的开度，控制所述空气的流量；

所述第一检修孔，设置于所述中部曝气区所对应的所述反应器本体的侧壁上，用于取出和放入所述曝气装置。

8.根据权利要求7所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，所述气液分离区包括：脱气装置；

所述脱气装置，设置于气液分离区，用于对所述混合反应区排出的待处理水进行脱气处理，将所述混合气体分离出来。

9.根据权利要求1所述的厌氧氨氧化反应器，其特征在于，还包括：高位气提管路及第一阀门；

所述高位气提管路的一端置于所述气液分离区顶部，所述高位气提管路的另一端与所述气液分离器连接，所述高位气提管路用于在所述气提动力的作用下，将含有所述混合气体的待处理水从所述气液分离区输送至所述气液分离器；

所述第一阀门设置于所述高位气提管路上，用于通过调节所述高位气提管路传输的含有所述混合气体的待处理水的流量以调节进入所述内循环管路的待处理水的流量。

10.根据权利要求4所述的厌氧氨氧化反应器,其特征在于,还包括:外循环系统;

所述外循环系统包括外循环管、外循环泵、第二阀门及第三液体流量计;

所述外循环管的一端设置于所述混合反应区,所述外循环管的另一端设置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区,用于将所述混合反应区内的待处理水输送至所述缺氧-厌氧氮氧化反应区;

所述外循环泵,与所述外循环管连接,用于通过改变频率调节所述外循环管中的待处理水的流量;

所述第二阀门,设置于所述外循环管上,用于调节所述外循环管中的待处理水的流量;

所述第三液体流量计,设置于所述外循环管上,用于检测通过所述外循环管的待处理水的流量。

一种厌氧氨氧化反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及水处理技术领域，特别是涉及一种厌氧氨氧化反应器。

背景技术

[0002] 随着中国经济的快速发展，大量含氮工业废水排入水体，导致河流湖泊等水体富营养化严重，生态系统退化。目前，在新建项目或改造项目中，解决水体富营养化问题，广泛应用的技术是活性污泥法等传统脱氮技术，但是，采用传统脱氮技术的设备不仅由于占地面积大，导致基建和运行成本高，而且能耗高等问题，难以满足双碳背景下低碳、高效的技术要求及严格的废水排放要求。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种厌氧氨氧化反应器，以解决传统脱氮技术的设备占地面积大导致的基建和运行成本高，以及能耗高的问题。

[0004] 为实现上述目的，本发明提供了如下方案：

[0005] 一种厌氧氨氧化反应器，包括：

[0006] 反应器本体、出水管路、低位气提管路、气液分离器、内循环管路及排气管路；

[0007] 所述反应器本体从下至上依次设置有缺氧-厌氧氨氧化反应区、中部曝气区、好氧-厌氧氨氧化反应区、混合反应区、气液分离区及澄清区；

[0008] 所述缺氧-厌氧氨氧化反应区，内部填充有厌氧氨氧化颗粒污泥及生物絮体，用于将从外界输入的待处理水中的氨氮和所述缺氧-厌氧氨氧化反应区内的亚硝酸盐发生反应，生成第一氮气；

[0009] 所述中部曝气区，设置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区的上部，用于通过从外界吸入空气进行曝气为从所述缺氧-厌氧氨氧化反应区排出的待处理水提供溶解氧，并向所述低位气提管路提供气提动力；

[0010] 所述好氧-厌氧氨氧化反应区，设置于所述中部曝气区上部，且内部填充有填料组件及污泥絮体，用于将从所述中部曝气区排出的待处理水中的部分氨氮转化为亚硝酸盐，再将从所述中部曝气区排出的待处理水中的剩余部分氨氮和所述部分氨氮转化的亚硝酸盐发生反应，生成第二氮气；所述填料组件上附着有生物膜；

[0011] 所述混合反应区，设置于所述好氧-厌氧氨氧化反应区上部，用于将所述好氧-厌氧氨氧化反应区排出的待处理水中的剩余部分氨氮和所述部分氨氮转化的亚硝酸盐继续反应，生成第三氮气；

[0012] 所述气液分离区，设置于所述混合反应区上部，用于对所述混合反应区排出的待处理水进行脱气处理，将所述第一氮气、所述第二氮气、所述第三氮气及所述空气的混合气体从所述待处理水中分离出来；

[0013] 所述澄清区，设置于所述气液分离区上部，用于将所述气液分离区排出的待处理水和污泥絮体进行分离，并将处理完成的待处理水通过所述出水管路排出；

[0014] 所述低位气提管路的一端置于所述气液分离区顶部，所述低位气提管路的另一端与所述气液分离器连接，所述低位气提管路用于在所述气提动力的作用下，将含有混合气体的待处理水从所述气液分离区输送至所述气液分离器；

[0015] 所述气液分离器，分别与所述低位气提管路及所述内循环管路的一端连接，用于对所述低位气提管路传输的待处理水进行气液分离；

[0016] 所述排气管路，设置于所述气液分离器顶部，用于将所述气液分离器分离出的所述混合气体排放到外界大气中；

[0017] 所述内循环管路的另一端至于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区的下部，用于将含有亚硝酸盐的所述气液分离器分离出的待处理水传输至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区。

[0018] 可选地，还包括：出水槽；

[0019] 所述出水槽，环形设置于所述澄清区，并与所述出水管路连接，用于收集所述处理完成的待处理水，并将所述处理完成的待处理水输出至所述出水管路。

[0020] 可选地，所述缺氧-厌氧氨氧化反应区，还用于将回流至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区内的亚硝酸盐与所述从外界输入的待处理水中的氨氮发生反应，生成所述第一氮气。

[0021] 可选地，还包括：进水泵、进水管路、分水器、进水支管路及布水器；

[0022] 所述进水管路与所述进水泵连接，所述从外界输入的待处理水通过所述进水泵进入所述进水管路；

[0023] 所述分水器，分别与所述进水管路及所述进水支管路连接，用于将所述进水管路输出的待处理水通过多个所述进水支管路输出；

[0024] 多个所述布水器的一端分别与多个所述进水支管路一一对应连接，多个所述布水器的另一端置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区内，用于将所述分水器输出的待处理水均匀布水至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区。

[0025] 可选地，还包括：第一液体流量计和第二液体流量计；

[0026] 所述第一液体流量计，设置于所述进水管路上，用于检测并控制通过所述进水管路中的待处理水的流量；

[0027] 所述第二液体流量计，设置于所述出水管路上，用于检测通过所述出水管路的所述处理完成的待处理水的流量。

[0028] 可选地，所述生物膜具体包括：厌氧氨氧化菌及短程硝化菌；所述污泥絮体具体包括：厌氧氨氧化菌、短程硝化菌及好氧菌；所述厌氧氨氧化颗粒污泥具体包括：厌氧氨氧化菌、短程硝化菌、胞外聚合物及矿物质，所述厌氧氨氧化菌用于将所述氨氮和所述亚硝酸盐转化为所述氮气。

[0029] 可选地，所述中部曝气区具体包括：曝气风机、曝气管路、曝气装置、第一检修孔及气体调节阀；

[0030] 所述曝气风机，设置于所述反应器本体外部，用于从外界吸入所述空气；

[0031] 所述曝气管路，分别与所述曝气风机和所述曝气装置连接，用于将所述空气从所述曝气风机传输至所述曝气装置；

[0032] 所述曝气装置，设置于所述中部曝气区内部，用于向所述中部曝气区中的待处理水提供所述空气中的氧气；

[0033] 所述气体调节阀，设置于所述曝气管路上，用于通过调节自身的开度，控制所述空

气的流量；

[0034] 所述第一检修孔，设置于所述中部曝气区所对应的所述反应器本体的侧壁上，用于取出和放入所述曝气装置。

[0035] 可选地，所述气液分离区包括：脱气装置；

[0036] 所述脱气装置，设置于气液分离区，用于对所述混合反应区排出的待处理水进行脱气处理，将所述混合气体分离出来。

[0037] 可选地，还包括：高位气提管路及第一阀门；

[0038] 所述高位气提管路的一端置于所述气液分离区顶部，所述高位气提管路的另一端与所述气液分离器连接，所述高位气提管路用于在所述气提动力的作用下，将含有所述混合气体的待处理水从所述气液分离区输送至所述气液分离器；

[0039] 所述第一阀门设置于所述高位气提管路上，用于通过调节所述高位气提管路传输的含有所述混合气体的待处理水的流量以调节进入所述内循环管路的待处理水的流量。

[0040] 可选地，还包括：外循环系统；

[0041] 所述外循环系统包括外循环管、外循环泵、第二阀门及第三液体流量计；

[0042] 所述外循环管的一端设置于所述混合反应区，所述外循环管的另一端设置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区，用于将所述混合反应区内的待处理水输送至所述缺氧-厌氧氮氧化反应区；

[0043] 所述外循环泵，与所述外循环管连接，用于通过改变频率调节所述外循环管中的待处理水的流量；

[0044] 所述第二阀门，设置于所述外循环管上，用于调节所述外循环管中的待处理水的流量；

[0045] 所述第三液体流量计，设置于所述外循环管上，用于检测通过所述外循环管的待处理水的流量。

[0046] 根据本发明提供的具体实施例，本发明公开了以下技术效果：

[0047] 1.在结构上，本发明提供的厌氧氨氧化反应器，通过采用罐体形式，反应器本体从下至上依次设置有缺氧-厌氧氨氧化反应区、中部曝气区、好氧-厌氧氨氧化反应区、混合反应区、气液分离区及澄清区，充分利用了高度空间，节省了占地面积，减少了土地成本，从而降低了基建和运行成本。

[0048] 2.在技术上，本发明提供的厌氧氨氧化反应器，通过在反应器本体内耦合填料技术、颗粒污泥技术、生物膜技术、气提循环技术、中部曝气技术以及气液分离技术，具体的，缺氧-厌氧氨氧化反应区设置在好氧-厌氧氨氧化反应区下部，采用气提循环技术将好氧-厌氧氨氧化反应区产生的亚硝酸盐大比例回流至缺氧-厌氧氨氧化反应区，亚硝酸盐与外界输入至缺氧-厌氧氨氧化反应区内的待处理水中的氨氮反应，转化为氮气，实现了经济、高效、环境友好的可持续发展污水脱氮。

[0049] 3.在工艺技术上，本发明提供的厌氧氨氧化反应器，通过反应器本体结合污泥絮体、生物絮体、生物膜、厌氧氨氧化颗粒污泥等生物菌形态，使得系统污泥沉降速度快、抗有机负荷冲击能力、脱氮负荷高、脱除总氮无需外加碳源，实现了脱氮的高效性及低能耗。

[0050] 此外，本发明还可实现装配化预制形式、装备化集成形式，从而缩短现场施工时间。

附图说明

[0051] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0052] 图1为本发明所提供的厌氧氨氧化反应器的结构示意图。

[0053] 符号说明：

[0054] 进水泵—1，进水管路—2，第一液体流量计—3，分水器—4，进水支管路—5，布水器—6，反应器本体—7，缺氧-厌氧氨氧化反应区—8，厌氧氨氧化颗粒污泥—9，第二液体流量计—10，中部曝气区—11，曝气装置—12，好氧-厌氧氨氧化反应区—13，填料组件—14，污泥絮体—15，混合反应区—16，脱气装置—17，气液分离区—18，澄清区—19，出水槽—20，低位气提管路—21，气液分离器—22，内循环管路—23，高位气提管路—24，第一阀门—25，排气管路—26，出水管路—27，曝气管路—28，第一检修孔—29，第二检修孔—30，曝气风机—31，气体调节阀—32，外循环泵—33，第二阀门—34，外循环管—35，溶解氧检测仪—36，氨氮/亚硝检测仪—37，排泥管路—38，取样管路—39，第三液体流量计—40。

具体实施方式

[0055] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0056] 本发明的目的是提供一种厌氧氨氧化反应器，通过在结构上采用罐体形式，充分利用了高度空间，节省了占地面积，减少了土地成本，从而降低了基建和运行成本；在技术上在反应器本体内耦合填料技术、颗粒污泥技术、生物膜技术、气提循环技术、中部曝气技术以及气液分离技术，实现了经济、高效、环境友好的可持续发展污水脱氮；在工艺技术上，反应器本体结合污泥絮体、生物絮体、生物膜、厌氧氨氧化颗粒污泥等生物菌形态，使得系统污泥沉降速度快、抗有机负荷冲击能力、脱氮负荷高、脱除总氮无需外加碳源，实现了脱氮的高效性及低能耗。

[0057] 此外，本发明还可实现装配化预制形式、装备化集成形式，从而缩短现场施工时间。

[0058] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0059] 如图1所示，本发明提供一种厌氧氨氧化反应器，主要包括：进水泵1、进水管路2、第一液体流量计3、分水器4、进水支管路5、布水器6、反应器本体7、缺氧-厌氧氨氧化反应区8、厌氧氨氧化颗粒污泥9、第二液体流量计10、中部曝气区11、曝气装置12、好氧-厌氧氨氧化反应区13、填料组件14、污泥絮体15、混合反应区16、脱气装置17、气液分离区18、澄清区19、出水槽20、低位气提管路21、气液分离器22、内循环管路23、高位气提管路24、第一阀门25、排气管路26、出水管路27、曝气管路28、第一检修孔29、第二检修孔30、曝气风机31、气体调节阀32、外循环泵33、第二阀门34、外循环管35、溶解氧检测仪36、氨氮/亚硝检测仪37、排

泥管路38、取样管路39及第三液体流量计40。

[0060] 所述反应器本体7从下至上依次设置有缺氧-厌氧氨氧化反应区8、中部曝气区11、好氧-厌氧氨氧化反应区13、混合反应区16、气液分离区18及澄清区19。

[0061] 所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8，内部填充有厌氧氨氧化颗粒污泥9及生物絮体，用于将从外界输入的待处理水中的氨氮和所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内的亚硝酸盐发生反应，生成第一氮气。其中，所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8的高度可以设置为3m-10m。

[0062] 所述中部曝气区11，设置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8的上部，用于通过从外界吸入空气进行曝气为从所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8排出的待处理水提供溶解氧，并向所述低位气提管路21提供气提动力。

[0063] 所述好氧-厌氧氨氧化反应区13，设置于所述中部曝气区11上部，且内部填充有填料组件14及污泥絮体15，用于将从所述中部曝气区11排出的待处理水中的部分氨氮转化为亚硝酸盐，再将从所述中部曝气区11排出的待处理水中的剩余部分氨氮和所述部分氨氮转化的亚硝酸盐发生反应，生成第二氮气；所述填料组件14上附着有生物膜。其中，所述好氧-厌氧氨氧化反应区13的高度可以设置为3m-10m。

[0064] 具体的，中部曝气区11为好氧-厌氧氨氧化反应区13提供溶解氧，所述好氧-厌氧氨氧化反应区13的溶解氧控制在0.5mg/L-1mg/L，废水在好氧-厌氧氨氧化反应区13中的微生物作用下，将部分氨氮转化为亚硝酸盐，并将氨氮和亚硝酸盐转化为第二氮气，从而去除氨氮和总氮，以及去除部分化学需氧量(COD)。

[0065] 所述混合反应区16，设置于所述好氧-厌氧氨氧化反应区13上部，用于将所述好氧-厌氧氨氧化反应区排出的待处理水中的剩余部分氨氮和所述部分氨氮转化的亚硝酸盐继续反应，生成第三氮气，之后，所述待处理水，混合着所述污泥絮体15经所述混合反应区16进入所述气液分离区18。

[0066] 所述气液分离区18，设置于所述混合反应区16上部，用于对所述混合反应区16排出的待处理水进行脱气处理，将所述第一氮气、所述第二氮气、所述第三氮气及所述空气的混合气体从所述待处理水中分离出来，经脱气处理后的待处理水进入澄清区19。具体的，所述气液分离区18包括：脱气装置17。所述脱气装置17，安装于气液分离区18内部，用于对所述混合反应区16排出的待处理水进行脱气处理。经脱气装置17脱气后的污泥絮体15沉入混合反应区16，之后，再进入好氧-厌氧氨氧化反应区13。

[0067] 其中，所述第一氮气为在所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8中生成的氮气，所述第二氮气为在所述好氧-厌氧氨氧化反应区13中生成的氮气，所述第三氮气为在所述混合反应区16中生成的氮气，所述空气为在所述中部曝气区11中，从外界吸入的空气曝气后的空气。

[0068] 所述澄清区19，设置于所述气液分离区18上部，用于将所述气液分离区18排出的待处理水和脱气后的污泥絮体15进行分离，并将处理完成的待处理水通过所述出水管路27排出。

[0069] 所述出水槽20，环形设置于所述澄清区19，并与所述出水管路27连接，用于收集所述处理完成的待处理水，并将所述处理完成的待处理水输出至所述出水管路27。具体的，设置于所述出水管路27上的所述第二液体流量计10，用于检测通过所述出水管路27的所述处理完成的待处理水的流量。所述处理完成的待处理水经所述第二液体流量计10监测记录后排出所述反应器本体7。

[0070] 其中，随着所述气液分离区18排出的待处理水进入所述澄清区19的污泥絮体15，在所述澄清区19中，也沉入混合反应区16。

[0071] 所述低位气提管路21的一端置于所述气液分离区18顶部，所述低位气提管路21的另一端与所述气液分离器22连接，所述低位气提管路21用于在所述气提动力的作用下，将含有所述混合气体的待处理水从所述气液分离区18输送至所述气液分离器22。

[0072] 所述气液分离器22，分别与所述低位气提管路21及所述内循环管路23的一端连接，用于对所述低位气提管路21传输的所述混合气体和待处理水进行分离。

[0073] 所述排气管路26，设置于所述气液分离器22顶部，用于将所述气液分离器22分离出的所述混合气体排放到外界大气中。

[0074] 所述内循环管路23的另一端置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8的下部，用于将含有亚硝酸盐的所述气液分离器22分离出的待处理水传输至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8。

[0075] 进一步的，所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8，还用于将回流至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内的亚硝酸盐与所述从外界输入的待处理水中的氨氮发生反应，生成所述第一氮气。具体的，回流至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内的含有亚硝酸盐的所述气液分离器22分离出的待处理水与所述从外界输入的待处理水进行混合后再向上部流动。其中，通过内循环管路23回流的待处理水的流量与所述从外界输入的待处理水的流量比值在6-50倍之间，以保证所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内待处理水的上升流速在2m/h-8m/h，在该流速下，更容易形成厌氧氨氧化颗粒污泥9。回流的待处理水中含有的大量亚硝酸盐与所述从外界输入的待处理水中的氨氮在所述厌氧氨氧化颗粒污泥9的作用下转化为所述第一氮气，从而实现了氨氮和总氮的同步去除。

[0076] 为保证所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内待处理水的上升流速在2m/h-8m/h，如果通过气提后进入内循环管路23的待处理水的流量超出范围，可通过调节高位气提管路24上的第一阀门25来调节进入内循环管路23中的待处理水的流量。如果进入内循环管路23的待处理水的流量已经达到最大，但是，仍然无法达到所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内待处理水的上升流速范围，则需要开启外循环系统。

[0077] 具体的，所述外循环系统包括外循环管35、外循环泵33、第二阀门34及第三液体流量计40。

[0078] 所述外循环管35的一端设置于所述混合反应区16，所述外循环管35的另一端设置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8，用于将所述混合反应区16内的待处理水输送至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8。

[0079] 所述外循环泵33，与所述外循环管35连接，用于通过改变频率调节所述外循环管35中的待处理水的流量。

[0080] 所述第二阀门34，设置于所述外循环管35上，用于调节所述外循环管35中的待处理水的流量。

[0081] 所述第三液体流量计40，设置于所述外循环管35上，用于检测通过所述外循环管35的待处理水的流量。

[0082] 开启所述外循环系统后，可以通过调节所述外循环系统中的流量，以达到所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内的待处理水的上升流速。

[0083] 进一步的，所述进水管路2与所述进水泵1连接，所述从外界输入的待处理水通过

所述进水泵1进入所述进水管路2;所述分水器4,分别与所述进水管路2及所述进水支管路5连接,用于将所述进水管路2输出的待处理水通过多个所述进水支管路5输出;多个所述布水器6的一端分别与多个所述进水支管路5一一对应连接,多个所述布水器6的另一端置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内,用于将所述分水器4输出的待处理水均匀布水至所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8。

[0084] 进一步的,所述第一液体流量计3,设置于所述进水管路2上,用于检测并控制通过所述进水管路2中的待处理水的流量。

[0085] 具体的,所述生物膜具体包括:厌氧氨氧化菌及短程硝化菌;所述污泥絮体15具体包括:厌氧氨氧化菌、短程硝化菌及好氧菌;所述厌氧氨氧化颗粒污泥9具体包括:厌氧氨氧化菌、短程硝化菌、胞外聚合物及矿物质,所述厌氧氨氧化菌用于将所述氨氮和所述亚硝酸盐转化为所述氮气。

[0086] 进一步的,所述中部曝气区11具体包括:曝气风机31、曝气管路28、曝气装置12、第一检修孔29及气体调节阀32。所述曝气风机31,设置于所述反应器本体7外部,用于从外界吸入所述空气;所述曝气管路28,分别与所述曝气风机31和所述曝气装置12连接,用于将所述空气从所述曝气风机31传输至所述曝气装置12;所述曝气装置12,设置于所述中部曝气区11内部,用于向所述中部曝气区11中的待处理水提供所述空气中的氧气;所述气体调节阀32,设置于所述曝气管路28上,用于通过调节自身的开度,控制所述空气的流量;所述第一检修孔29,设置于所述中部曝气区11所对应的所述反应器本体7的侧壁上,用于取出和放入所述曝气装置12,便于维修。

[0087] 其中,所述曝气风机31配置有变频系统,中部曝气区11通过该区的各组成部分协调实现中部曝气区11内的气水比的范围为30:1至200:1。

[0088] 进一步的,所述高位气提管路24的一端置于所述气液分离区18顶部,所述高位气提管路24的另一端与所述气液分离器22连接,所述高位气提管路24用于在所述气提动力的作用下,将含有所述混合气体的待处理水的从所述气液分离区18输送至所述气液分离器22;所述第一阀门25设置于所述高位气提管路24上,用于通过调节所述高位气提管路24传输的含有所述混合气体的待处理水的流量以调节进入所述内循环管路23的待处理水的流量。

[0089] 进一步的,多个所述取样管路39分别设置于所述反应器本体7侧壁的不同高度处,用于对所述反应器本体7不同高度位置处的待处理水进行取样并化验,为智慧控制系统的调整提供数据参数。

[0090] 进一步的,所述溶解氧检测仪36及所述氨氮/亚硝检测仪37布置在所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内以及所述好氧-厌氧氨氧化反应区13内,用以监测溶解氧及氨氮/亚硝的浓度。

[0091] 通过智慧控制系统,根据溶解氧的浓度、氨氮的浓度及亚硝酸盐的浓度,自动调整所述曝气风机31的频率以及所述气体调节阀32的开度,实现内部溶解氧及氨氮/亚硝酸盐的浓度的控制。

[0092] 进一步的,通过排泥管路38以将厌氧氨氧化反应器内的污泥排出。

[0093] 进一步的,所述第二检修孔30设置于所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8所对应的所述反应器本体7的侧壁上,在本发明所提供的厌氧氨氧化反应器内的设备装置需要加工或检

修时，所述第二检修孔30用于技术工人进入反应器本体7内部。

[0094] 在具体实验中，参数可以设置如下：进水流量0.4m^3/h＝9.6m^3/d，进水中COD≤3000mg/L，氨氮含量指标(NH_3-N)≤3000mg/L，总氮(TN)≤3500mg/L，固体悬浮物浓度(SS)≤1000mg/L；反应器直径为2m，高度为13m，其中，整个生物反应区高度8.5m，反应区有效容积27m^3，气液分离区18的高度4.5m；TN去除率维持在85％以上，脱氮负荷维持在1.0kgTN/(m^3·d)；与传统工艺相比，可节省62.5％的曝气能耗，节省100％有机碳源消耗。

[0095] 所述缺氧-厌氧氨氧化反应区8内厌氧氨氧化颗粒污泥9运行稳定，无颗粒污泥解体现象；耐冲击负荷高，在具体实验中，可耐受COD≤3000mg/L，进水SS≤3000mg/L的进水不利条件。由曝气系统、脱气装置17、气提循环系统形成的系统内部液体循环以及外部循环系统的配合，为厌氧氨氧化反应器颗粒污泥反应区颗粒污泥的形成提供了有利的条件，包括，形成颗粒污泥形态必要的上升流速，厌氧氨氧化菌生长所需的底物浓度等。具体实验中，经过93d的培养形成了厌氧氨氧化颗粒污泥9形态，并且在160d的稳定运行中颗粒污泥浓度维持在3000-4000mg/L；在进水COD≤3000mg/L，进水SS≤3000mg/L不利条件下仍然可以维持高浓度的厌氧氨氧化颗粒污泥9形态，无颗粒污泥解体现象。

[0096] 此外，本发明配套有智慧控制系统、配套溶解氧检测仪36及氨氮/亚硝检测仪37，能够自适应进水水量及水质变化，可自动调节曝气强度，维持系统所需溶解氧浓度，保证系统出水达标，避免系统过曝气或曝气强度不足导致系统出水指标不达标。厌氧氨氧化反应器所需曝气量可以经过人为计算或智慧控制系统自动计算，智慧控制系统内部植入计算程序，可根据系统进出水COD浓度、氨氮浓度、总氮浓度以及系统所需维持溶解氧浓度，自动计算曝气量，以调整曝气风机31的曝气强度。

[0097] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0098] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的结构及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

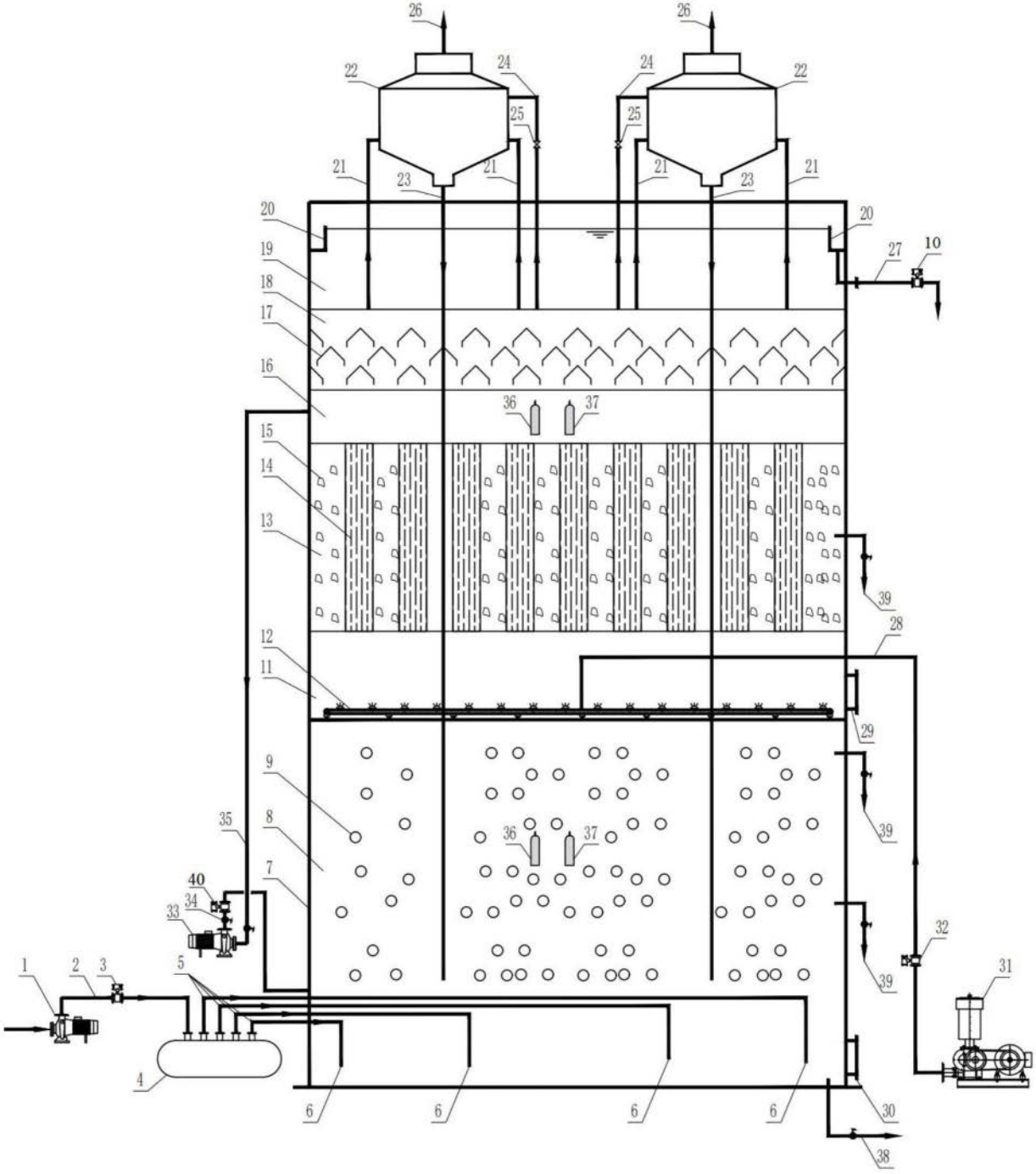

26
22
24
25
21
23
20
19
18
17
16
36
37
15
14
13
39
28
12
11
29
9
35
8
7
40
34
33
1
2
3
5
4
6
32
31
30
38
27
10

图1