



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110668566 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 01

(21) 申请号 201910899715.8

C02F 101/16 (2006.01)

(22) 申请日 2019.09.23

C02F 101/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110668566 A

(56) 对比文件

CN 108585202 A, 2018.09.28

CN 104944582 A, 2015.09.30

(43) 申请公布日 2020.01.10

CN 108439593 A, 2018.08.24

(73) 专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

审查员 李哲

(72) 发明人 彭永臻 李雅楠 石亮亮 张琼

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 刘萍

(51) Int. Cl.

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

C02F 11/04 (2006.01)

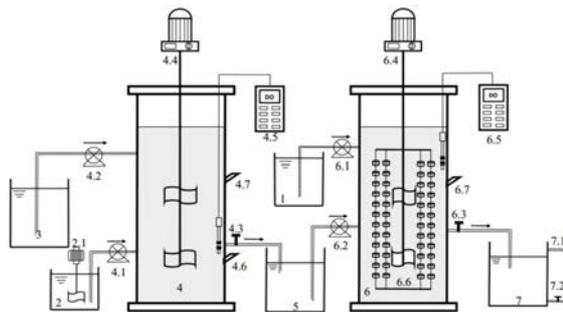
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化实现污泥减量与总氮去除的装置与方法

(57) 摘要

污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化实现污泥减量与总氮去除的装置与方法属污水生物处理领域。装置包括原水箱、污泥贮存罐、硝化液水箱、中间水箱、两个SBR反应器、出水箱。剩余污泥进入污泥发酵耦合短程反硝化反应器；通过发酵将污泥中的难降解有机物转化为易降解有机物；然后硝化液进入污泥发酵耦合短程反硝化反应器，以发酵产物为碳源反应，完成亚硝的积累；最后该反应器的出水与生活污水一同进入厌氧氨氧化生物膜反应器，实现总氮去除。该方法将污泥发酵耦合短程反硝化与厌氧氨氧化串联在一起，既降低污泥处置的费用又节约了碳源，同时为厌氧氨氧化菌提供更适宜的生存条件，从而实现污泥减量与总氮去除。



1. 污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化实现污泥减量与总氮去除的方法, 该方法所用装置包括城市污水原水水箱(1)、污泥混合液贮存罐(2)、硝化液水箱(3)、污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)、中间水箱(5)、厌氧氨氧化生物膜反应器(6)、出水水箱(7);

所述污泥混合液贮存罐(2)设有搅拌装置Ⅲ(2.1); 所述污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内置有进泥泵(4.1)、进水泵Ⅰ(4.2)、排水电动阀Ⅰ(4.3)、搅拌装置Ⅰ(4.4)、DO在线检测仪Ⅰ(4.5)、第一取样口(4.6)、第二取样口(4.7); 所述厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内置进水泵Ⅱ(6.1)、中间水箱水泵(6.2)、电动排水阀Ⅱ(6.3)、搅拌装置Ⅱ(6.4)、DO在线检测仪Ⅱ(6.5)、填料及填料架(6.6)、取样口(6.7); 所述出水水箱(7)设有溢流管(7.1)、排水管(7.2);

其中所述污泥混合液贮存罐(2)通过进泥泵(4.1)与污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)相连接; 硝化液水箱(3)通过进水泵Ⅰ(4.2)与污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)相连接; 污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)排水电动阀Ⅰ(4.3)与中间水箱(5)相连接; 中间水箱(5)通过中间水箱水泵(6.2)与厌氧氨氧化生物膜反应器(6)相连接; 城市污水原水水箱(1)通过进水泵Ⅱ(6.1)与厌氧氨氧化生物膜反应器(6)相连接; 厌氧氨氧化生物膜反应器(6)电动排水阀Ⅱ(6.3)与出水水箱(7)相连接;

其特征在于, 包括以下步骤:

1) 系统启动: 将水解酸化耦合短程反硝化污泥投加至污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内, 使接种后反应器内污泥浓度达到2000~6000mg/L; 将富集厌氧氨氧化菌的生物膜填料投加至厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内, 使厌氧氨氧化菌的生物膜填料占厌氧氨氧化生物膜反应器(6)有效体积的20%~80%;

2) 剩余污泥、硝化液、原水与中间亚硝酸盐溶液进量的确定:

取剩余污泥在30摄氏度下进行发酵, 通过对SCOD浓度进行测定, 当SCOD浓度无增长趋势且20分钟内SCOD值不再增长时, 此时为该浓度下污泥发酵的最大潜力;

在污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内根据计算公式(1)(2)确定有机物与硝酸盐进量:

$$\frac{\text{SCOD} * V_1}{\text{NO}_3^- * V_2} = \text{C/N} \quad (1)$$

$$V_1 + V_2 = V * P_1 \quad (2)$$

注: 式中SCOD为该剩余污泥最大发酵潜力下的SCOD浓度;

V_1 、 V_2 、 V 分别为有机物进量、硝酸盐溶液进量与反应器有效体积

NO_3^- 为进水硝酸盐浓度;

C/N为设定值, 取值在3:1~6:1范围内任取;

P_1 为排水比, 设定值, 取60%;

在厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内根据计算公式(3)(4)确定原水与中间水箱水进量:

$$\frac{\text{NO}_2^- * V_3}{\text{NH}_4^+ * V_4} = \text{NO}_2^- / \text{NH}_4^+ \quad (3)$$

$$V_3 + V_4 = V * P_2 \quad (4)$$

注: 式中 NO_2^- 为中间水箱中 NO_2^- 浓度、 NH_4^+ 为原水 NH_4^+ 浓度;

V_3 、 V_4 、 V 分别为 NO_2^- 溶液进量、 NH_4^+ 溶液进量与反应器有效体积；

P_2 为排水比，设定值，为50%；

$\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ 为设定比值，取值在1.4:1~2:1范围内任取；

3) 运行时调节操作如下：

将剩余污泥投加至污泥混合液贮存罐(2)，每周期开始前启动搅拌器(1.1)使剩余污泥混合均匀，然后启动进泥泵(4.1)，在每周期开始时将 V_1 体积的剩余污泥混合液抽入污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内，进行污泥发酵；

污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)运行时，每周期先厌氧搅拌200~800min，SCOD值达最大发酵潜力的95%以上时结束厌氧搅拌；然后启动进水泵I(4.2)将硝化液水箱(3)中 V_2 体积的硝化液抽入污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内，使污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内硝酸盐氮浓度为设定浓度，设定浓度满足C/N在3:1~6:1；缺氧搅拌至亚硝酸盐转化率达80%以上或硝氮浓度小于3mg/L，然后停止搅拌开始沉淀排水10分钟，闲置后进入下一个周期；

在污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)排水结束后，启动中间水箱水泵(6.2)将中间水箱 V_3 体积的硝化液抽入厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内，同时启动进水泵II(6.1)将 V_4 体积的城市污水原水抽入厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内，使其中亚硝酸盐与氨氮的比值满足设定值，设定值在1.4:1~2:1范围内任取；缺氧搅拌至总无机氮浓度低于5mg/L，停止搅拌，沉淀排水10分钟，闲置后进入下一个周期。

污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化实现污泥减量 与总氮去除的装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化同步实现污泥减量与总氮去除的装置与方法,属于污水生物处理技术领域,是实现剩余污泥无害化减量同时实现总氮去除的试验装置和方法。

背景技术

[0002] 随着工业的发展,居民生活水平的提高,水体中氮磷等营养物质随之增多,富营养化问题频繁发生。水体中磷的去除可通过生物吸附、化学沉降等多种方法去除,而氮元素只能通过氮循环将化合态的氮氧化还原为氮气从而排除水体。所以探究新型的脱氮工艺尤为重要。

[0003] 其中,厌氧氨氧化工艺由于其高效性、经济型以及具有良好的节能效果,被多数学者青睐。与传统硝化反硝化相比,短程硝化耦合厌氧氨氧化可以节省58.6%的曝气与100%的碳源,而短程反硝化耦合厌氧氨氧化则可以节省44.9%的曝气与73%的碳源。

[0004] 在工程中厌氧氨氧化的实现仍存在一定障碍,如厌氧氨氧化菌富集较为困难、厌氧氨氧化菌对亚硝酸盐的竞争力弱于NOB以及城市污水处理水量大等。相比于短程硝化工艺,短程反硝化避免了NOB竞争亚硝酸盐的情况,具有稳定性强,不易被破坏的优点。但是短程反硝化菌对碳源的选择性强,富集较为困难,且富集的短程反硝化菌可以利用易降解有机物,不能利用难降解有机物。通过研究表明,通过水解酸化技术可以实现难降解有机物向易降解有机物的转化的问题。

[0005] 各城市污水处理厂每天要排放大量的剩余污泥,其处理与处置费用高,同时如果处理不当将会成为另一种形式的污染。且目前城市污水多为低C/N,这使得传统的脱氮工艺中需投加碳源,而剩余污泥本就是一种复杂形式的碳源,可以将剩余污泥的水解产物作为有机碳源帮助实现脱氮过程,此法既实现了剩余污泥的减量同时又节省了碳源。

[0006] 剩余污泥中活性微生物的组成不同,对反应系统存在一定的影响,所以可以通过一定的技术手段进行预处理,降低剩余污泥活性,减少对短程反硝化的影响。目前污泥预处理的方法包括物理法和化学法两种,物理法包括超声、热水解、机械粉碎等,化学法主要以投加化学药品为主。相比于化学法,物理法更简单、安全且易控制。

[0007] 若基于以上手段的技术控制,则有望实现污泥发酵耦合短程反硝化从而实现污泥减量的转化和亚硝酸盐的稳定积累。

[0008] 反硝化菌的产率系数为 $0.3\text{g VSS/g NH}_4^+-\text{N}$,而厌氧氨氧化菌产率系数仅为 $0.066\text{g VSS/g NH}_4^+-\text{N}$,因此,反硝化菌生长速率远远高于厌氧氨氧化菌生长速率,同时两种菌均可利用亚硝酸盐为底物产生氮气,所以当系统中存在足量有机物与硝酸盐或亚硝酸盐时,反硝化菌逐渐成为优势菌,而厌氧氨氧化菌数量逐渐减少。两种菌种间的竞争可以通过分开工作的方式得以解决。

[0009] 污泥发酵耦合短程反硝化串联厌氧氨氧化工艺:一方面可以在一个SBR反应器内

实现污泥发酵耦合短程反硝化,在无外加碳源的基础上同时完成短程反硝化和污泥减量。通过向SBR反应器中投加水解酸化耦合短程反硝化的活性污泥,在反应过程中可以实现污泥发酵耦合短程反硝化工艺。在污泥发酵过程中,产生易降解有机物,为短程反硝化提供碳源,从而实现亚硝酸盐的积累。同时将剩余污泥的水解产物作为有机碳源帮助实现脱氮过程,此法既实现了剩余污泥的减量同时又节省了碳源。

[0010] 另一方面,在一个SBBR反应器内实现厌氧氨氧化脱氮。通过向SBBR反应器内投加富集厌氧氨氧化菌的生物膜填料,可实现厌氧氨氧化菌的附着生长,保持厌氧氨氧化菌的生物量。由SBR反应器的排水中的亚硝酸盐与生活污水中的氨氮进行厌氧氨氧化反应,剩余的亚硝酸盐可由生活污水携带的少量反硝化菌利用其中的有机物进行反硝化,综上可实现总氮的去除。

[0011] 本串联工艺不仅工艺简单,还具有厌氧氨氧化、污泥发酵、短程反硝化等工艺的各自优势,同时实现污泥减量和总氮的去除。

发明内容

[0012] 本发明所要解决的技术问题是提供一种一级污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化工艺的装置和方法,来通过污泥发酵提供碳源、产生并积累亚硝酸盐氮的积累,实现剩余污泥的减量以及节省碳源,然后串联厌氧氨氧化,实现总氮去除的问题。

[0013] 本发明的目的是通过以下技术方案来解决的:一级污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化实现污泥减量以及总氮去除的装置与方法,其特征在于,包括城市污水原水水箱(1)、污泥混合液贮存罐(2)、硝化液水箱(3)、污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)、中间水箱(5)、厌氧氨氧化生物膜反应器(6)、出水水箱(7)。

[0014] 所述污泥混合液贮存罐(2)设有搅拌装置Ⅲ(2.1);所述污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内置有进泥泵(4.1)、进水泵I(4.2)、排水电动阀I(4.3)、搅拌装置I(4.4)、DO在线检测仪I(4.5)、第一取样口(4.6)、第二取样口(4.7);所述厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内置进水泵Ⅱ(6.1)、中间水箱水泵(6.2)、电动排水阀Ⅱ(6.3)、搅拌装置Ⅱ(6.4)、DO在线检测仪Ⅱ(6.5)、填料及填料架(6.6)、取样口(6.7);所述出水水箱(7)设有溢流管(7.1)、排水管(7.2)。

[0015] 其中所述污泥混合液贮存罐(2)通过进泥泵(4.1)与污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)相连接;硝化液水箱(3)通过进水泵I(4.2)与污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)相连接;污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)排水电动阀I(4.3)与中间水箱(5)相连接;中间水箱(5)通过中间水箱水泵(6.2)与厌氧氨氧化生物膜反应器(6)相连接;城市污水原水水箱(1)通过进水泵Ⅱ(6.1)与厌氧氨氧化生物膜反应器(6)相连接;厌氧氨氧化生物膜反应器(6)电动排水阀Ⅱ(6.3)与出水水箱(7)相连接。

[0016] 本发明还提供了一种一级污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化的方法,其具体启动及调控步骤如下:

[0017] 1) 系统启动:将水解酸化耦合短程反硝化污泥投加至污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内,使接种后反应器内污泥浓度达到2000~6000mg/L(以反应器有效容积计);将富集厌氧氨氧化菌的生物膜填料投加至厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内,使厌氧氨氧化菌的生物膜填料占厌氧氨氧化生物膜反应器(6)有效体积的20%~80%。

[0018] 2) 剩余污泥、硝化液、原水与中间亚硝酸盐溶液进量的确定:

[0019] 取剩余污泥在30摄氏度下使其进行发酵,通过对SCOD浓度进行测定,当SCOD浓度无增长趋势且20分钟内SCOD值不再增长时,此时为该浓度下污泥发酵的最大潜力。

[0020] 在污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内根据计算公式(1)(2)确定有机物与硝酸盐进量:

$$[0021] \quad \frac{\text{SCOD} * V_1}{\text{NO}_3^- * V_2} = \text{C/N} \quad (1)$$

$$[0022] \quad V_1 + V_2 = V * P_1 \quad (2)$$

[0023] 注:式中SCOD为该剩余污泥最大发酵潜力下的SCOD浓度;

[0024] V_1 、 V_2 、 V 分别为有机物进量、硝酸盐溶液进量与反应器有效体积

[0025] NO_3^- 为进水硝酸盐浓度;

[0026] C/N为设定值,取值在3:1~6:1范围内任取;

[0027] P_1 为排水比,设定值,取60%。

[0028] 在厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内根据计算公式(3)(4)确定原水与中间水箱水进量:

$$[0029] \quad \frac{\text{NO}_2^- * V_3}{\text{NH}_4^+ * V_4} = \text{NO}_2^- / \text{NH}_4^+ \quad (3)$$

$$[0030] \quad V_3 + V_4 = V * P_2 \quad (4)$$

[0031] 注:式中 NO_2^- 为中间水箱中 NO_2^- 浓度、 NH_4^+ 为原水 NH_4^+ 浓度;

[0032] V_3 、 V_4 、 V 分别为 NO_2^- 溶液进量、 NH_4^+ 溶液进量与反应器有效体积;

[0033] P_2 为排水比,设定值,为50%;

[0034] $\text{NO}_2^- / \text{NH}_4^+$ 为设定比值,取值在1.4:1~2:1范围内任取。

[0035] 3) 运行时调节操作如下:

[0036] 将剩余污泥投加至污泥混合液贮存罐(1),每周期开始前启动搅拌器(1.1)使剩余污泥混合均匀,然后启动进泥泵(4.1),在每周期开始时将 V_1 体积的剩余污泥混合液抽入污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内,进行污泥发酵;

[0037] 污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)运行时,每周期先厌氧搅拌200~800min,SCOD值达最大发酵潜力的95%以上时结束厌氧搅拌;然后启动进水泵I(4.2)将硝化液水箱(3)中 V_2 体积的硝化液抽入污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内,使污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内硝酸盐氮浓度为设定浓度,设定浓度满足C/N在3:1~6:1;缺氧搅拌至亚硝酸盐转化率达80%以上或硝氮浓度小于3mg/L,然后停止搅拌开始沉淀排水10分钟,闲置后进入下一个周期。

[0038] 在污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)排水结束后,启动中间水箱水泵(6.2)将中间水箱 V_3 体积的硝化液抽入厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内,同时启动水泵II(6.1)将 V_4 体积的城市污水原水抽入厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内,使其中亚硝酸盐与氨氮的比值满足设定值,设定值在1.4:1~2:1范围内任取;缺氧搅拌至总无机氮浓度低于5mg/L,停止搅拌,沉淀排水10分钟,闲置后进入下一个周期。

[0039] 本发明的污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化实现污泥减量与总氮去

除的装置与方法,具有以下优点:

[0040] 1) 通过污泥发酵技术,实现了剩余活性污泥的减量,并将剩余污泥资源化,减少外碳源的投加,节约了污泥处置的费用。

[0041] 2) 通过条件控制,实现稳定的亚硝酸盐的积累,可为二级厌氧氨氧化工艺提供底物来源,为短程反硝化工艺的实现以及过程控制提供良好的借鉴思路。

[0042] 3) 在同一反应器内实现污泥发酵耦合短程反硝化,在实现剩余污泥的易降解,将其转化为易降解有机物,为短程反硝化菌提供易降解碳源,在无外加碳源的情况下实现短程反硝化中的亚硝酸盐的积累,节约能源。

[0043] 4) 本工艺装置为二级串联装置,一级反应器进行污泥发酵与短程反硝化,二级反应器进行厌氧氨氧化,此设计避免了反硝化菌与厌氧氨氧化菌竞争底物的情况,同时可以为厌氧氨氧化菌提供更优质的反应条件,更有利于厌氧氨氧化反应的发生。

附图说明

[0044] 图1为本污泥发酵耦合短程反硝化串联二级厌氧氨氧化实现污泥减量与总氮去除装置的结构示意图。

[0045] 图中1为城市污水原水水箱,2为污泥混合液贮存罐,3为硝化液水箱,4为污泥发酵耦合短程反硝化反应器,5为中间水箱,6为厌氧氨氧化生物膜反应器,7为出水水箱;2.1为搅拌装置Ⅲ;4.1为进泥泵,4.2为进水泵I,4.3为排水电动阀I,4.4为搅拌装置I,4.5为DO在线检测仪I,4.6为第一取样口,4.7为第二取样口;6.1为进水泵Ⅱ,6.2为中间水箱水泵,6.3为电动排水阀Ⅱ,6.4为搅拌装置Ⅱ,6.5为DO在线检测仪Ⅱ,6.6为填料及填料架,6.7为取样口;7.1为出水水箱溢流管、7.2为出水水箱排水管。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明:如图1所示,单污泥发酵耦合短程反硝化实现颗粒难降解有机物的转化和亚硝酸盐的积累的装置与方法,其特征在于,包括城市污水原水水箱(1)、污泥混合液贮存罐(2)、硝化液水箱(3)、污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)、中间水箱(5)、厌氧氨氧化生物膜反应器(6)、出水水箱(7)。

[0047] 所述污泥混合液贮存罐(2)设有搅拌装置Ⅲ(2.1);所述污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内置有进泥泵(4.1)、进水泵I(4.2)、排水电动阀I(4.3)、搅拌装置I(4.4)、DO在线检测仪I(4.5)、第一取样口(4.6)、第二取样口(4.7);所述厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内置进水泵Ⅱ(6.1)、中间水箱水泵(6.2)、电动排水阀Ⅱ(6.3)、搅拌装置Ⅱ(6.4)、DO在线检测仪Ⅱ(6.5)、填料及填料架(6.6)、取样口(6.7);所述出水水箱(7)设有溢流管(7.1)、排水管(7.2)。

[0048] 其中所述污泥混合液贮存罐(2)通过进泥泵(4.1)与污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)相连接;硝化液水箱(3)通过进水泵I(4.2)与污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)相连接;污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)排水电动阀I(4.3)与中间水箱(5)相连接;中间水箱(5)通过中间水箱水泵(6.2)与厌氧氨氧化生物膜反应器(6)相连接;城市污水原水水箱(1)通过进水泵Ⅱ(6.1)与厌氧氨氧化生物膜反应器(6)相连接;厌氧氨氧化生物膜反应器(6)电动排水阀Ⅱ(6.3)与出水水箱(7)相连接。

[0049] 试验过程中,具体实验用水以取自北京工业大学家属区生活污水与,具体水质如下:COD浓度为178~298mg/L, NH_4^+ -N浓度为45~71mg/L, NO_2^- -N浓度<1mg/L, NO_3^- -N浓度0.1~1.4mg/L, PO_4^{3-} -P浓度4.3~7.6mg/L,pH值为7.3~7.6。污泥发酵所述剩余污泥取自北京工业大学中试二沉池污泥,经物理方法灭活处理后投加至污泥贮存罐(1)。硝化液为实验室硝化反应器出水或硝酸盐废水,混匀后 NO_3^- -N浓度为10~50mg/L。试验系统如图1所示,反应器采用有机玻璃制作,污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)与厌氧氨氧化生物膜反应器(6)有效容积均为10L。

[0050] 具体运行操作如下:

[0051] 1) 系统启动:将水解酸化耦合短程反硝化污泥投加至污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内,使接种后反应器内污泥浓度达到2000~6000mg/L(以反应器有效容积计);将富集厌氧氨氧化菌的生物膜填料投加至厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内,使厌氧氨氧化菌的生物膜填料占厌氧氨氧化生物膜反应器(6)有效体积的20%~80%。

[0052] 2) 剩余污泥、硝化液、原水与中间亚硝酸盐溶液进量的确定:

[0053] 取剩余污泥在30摄氏度下使其进行发酵,通过对SCOD浓度进行测定,当SCOD浓度无增长趋势且20分钟内SCOD值不再增长时,此时为该浓度下污泥发酵的最大潜力。

[0054] 在污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内根据计算公式(1)(2)确定有机物与硝酸盐进量:

$$[0055] \quad \frac{\text{SCOD} * V_1}{\text{NO}_2^- * V_2} = \text{C/N} \quad (1)$$

$$[0056] \quad V_1 + V_2 = V * P_1 \quad (2)$$

[0057] 注:式中SCOD为该剩余污泥最大发酵潜力下的SCOD浓度;

[0058] V_1 、 V_2 、 V 分别为有机物进量、硝酸盐溶液进量与反应器有效体积

[0059] NO_3^- 为进水硝酸盐浓度;

[0060] C/N为设定值,取值在3:1~6:1范围内任取;

[0061] P_1 为排水比,设定值,取60%。

[0062] 在厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内根据计算公式(3)(4)确定原水与中间水箱水进量:

$$[0063] \quad \frac{\text{NO}_2^- * V_3}{\text{NH}_4^+ * V_4} = \text{NO}_2^- / \text{NH}_4^+ \quad (3)$$

$$[0064] \quad V_3 + V_4 = V * P_2 \quad (4)$$

[0065] 注:式中 NO_2^- 为中间水箱中 NO_2^- 浓度、 NH_4^+ 为原水 NH_4^+ 浓度;

[0066] V_3 、 V_4 、 V 分别为 NO_2^- 溶液进量、 NH_4^+ 溶液进量与反应器有效体积;

[0067] P_2 为排水比,设定值,为50%;

[0068] $\text{NO}_2^- / \text{NH}_4^+$ 为设定比值,取值在1.4:1~2:1范围内任取。

[0069] 3) 运行时调节操作如下:

[0070] 将剩余污泥投加至污泥混合液贮存罐(1),每周期开始前启动搅拌器(1.1)使剩余污泥混合均匀,然后启动进泥泵(4.1),在每周期开始时将 V_1 体积的剩余污泥混合液抽入污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内,进行污泥发酵;

[0071] 污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)运行时,每周期先厌氧搅拌200~800min,

SCOD值达最大发酵潜力的95%以上时结束厌氧搅拌;然后启动进水泵I(4.2)将硝化液水箱(3)中 V_2 体积的硝化液抽入污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内,使污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)内硝酸盐氮浓度为设定浓度,设定浓度满足C/N在3:1~6:1;缺氧搅拌至亚硝酸盐转化率达80%以上或硝氮浓度小于3mg/L,然后停止搅拌开始沉淀排水10分钟,闲置后进入下一个周期。

[0072] 在污泥发酵耦合短程反硝化反应器(4)排水结束后,启动中间水箱水泵(6.2)将中间水箱 V_3 体积的硝化液抽入厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内,同时启动水泵II(6.1)将 V_4 体积的城市污水原水抽入厌氧氨氧化生物膜反应器(6)内,使其中亚硝酸盐与氨氮的比值满足设定值,设定值在1.4:1~2:1范围内任取;缺氧搅拌至总无机氮浓度低于5mg/L,停止搅拌,沉淀排水10分钟,闲置后进入下一个周期。

[0073] 实验结果表明,预处理后剩余污泥在污泥发酵阶段可转化为易降解有机物,作为短程反硝化的碳源,其污泥减量效果可达50%~70%;反硝化阶段可以实现亚硝酸盐的积累,积累率达60%~80%,且出水硝氮浓度可忽略不计;厌氧氨氧化阶段厌氧氨氧化菌可将氨氮全部转化为氮气,剩余的亚硝可被反硝化细菌利用生活污水中的有机物还原为氮气,出水总氮均小于5mg/L。

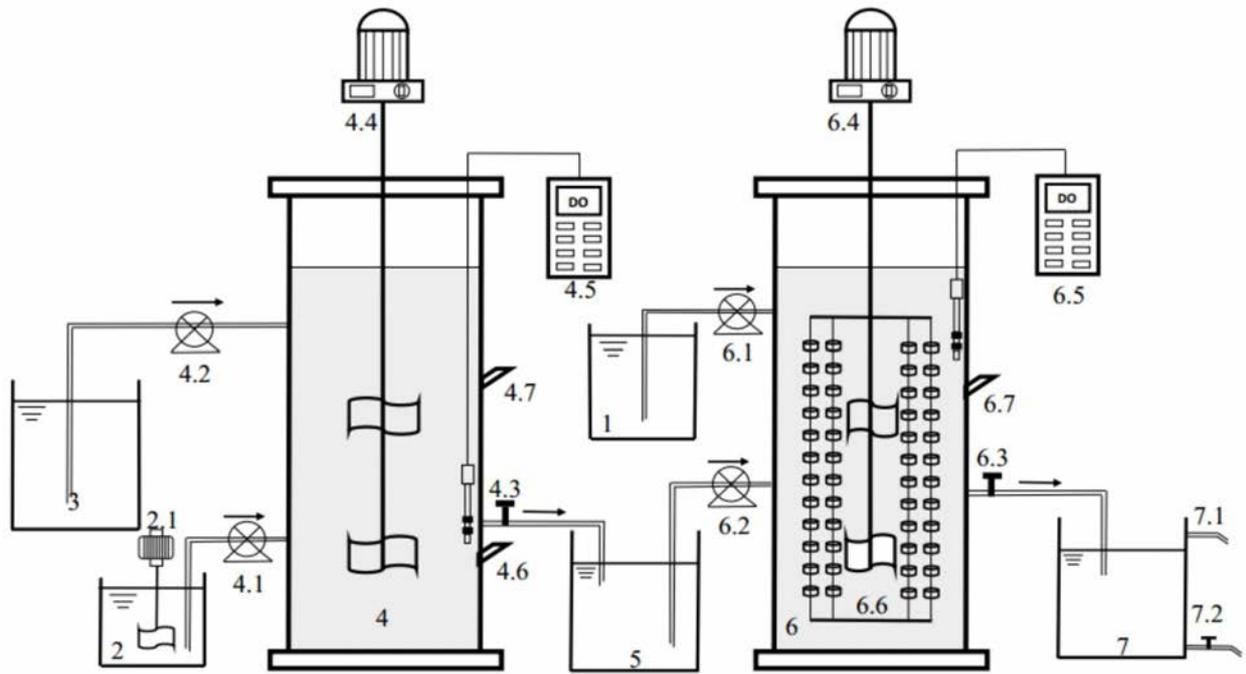


图1