



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103435227 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 11

(21) 申请号 201310379640. 3

(22) 申请日 2013. 08. 27

(71) 申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 彭永臻 肖寒 刘牡 刘甜甜

王淑莹

(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 9/14 (2006. 01)

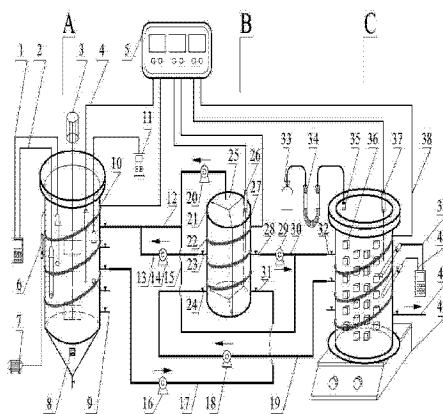
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

SBR 短程硝化 -SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮装置与方法

(57) 摘要

SBR 短程硝化 -SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮装置与方法属于污水生物脱氮技术领域,适用于高氨氮低碳氮比 (C/N) 的废水。本发明装置设有 SBR 和 SBBR。SBR 反应器主要进行短程硝化反应,以下简称 SBR_{SBNR}, SBBR 反应器主要进行厌氧氨氧化反应,以下简称 SBBR_{ANAMMOX}。渗滤液原液首先与 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流液混合后进入 SBR_{SBNR} 进行反硝化,既可以稀释渗滤液原液,又可以充分利用原水中的碳源去除出水中的部分硝态氮。然后 SBR_{SBNR} 的出水再与渗滤液原液混合进入 SBBR_{ANAMMOX} 进行厌氧氨氧化 - 反硝化同步脱氮反应,实现氮和 COD 的同步去除。系统 COD 去除率为 91%, TN 去除率大于 97. 5%, SBBR_{ANAMMOX} 的总氮负荷为 0. 7 Kg TN/m³左右。



1. 一种 SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮装置,其特征在于:由 SBR_{SBNR} (A)、一体化水箱 (B)、和 SBBR_{ANAMMOX} (C) 串联而成;

SBR_{SBNR} (A) 至上而下设有第一取样阀 (9),机械搅拌装置 (3) 和曝气头 (8),曝气头通过气体流量计 (6) 与曝气泵 (7) 相连;反应器内设置有第一温度传感器 (4),外围第一控温加热带 (10),与温控箱 (5) 相连;配有 DO 仪 (1)、第一 pH 仪 (2) 和第一 ORP 仪 (11);

一体化水箱 (B) 设有垃圾渗滤液原水箱 (25)、SBR_{SBNR} 出水箱 (27) 和 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱 (21),分别设置有 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱进水阀 (24)、SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱出水阀和 SBR_{SBNR} 出水箱进水阀 (31) 与 SBR_{SBNR} 出水箱出水阀 (28);水箱内设置有第二温度传感器 (26),外围第二控温加热带 (22),与温控箱 (5) 相连;

SBBR_{ANAMMOX} (C) 至上而下设有第二取样阀 (32),内部填充有海绵填料 (36),配有第二 ORP 仪 (39)、第二 pH 仪 (40);反应器顶部设有排气口 (35),经过干燥管 (34) 与集气袋 (33) 相连;内设置有第三温度传感器 (37),外围第三控温加热带 (38),与温控箱 (5) 相连,底部设置有磁力搅拌仪 (42);

一体化水箱的垃圾渗滤液原水箱 (25) 出水管通过垃圾渗滤液原水箱出水泵 (20) 分别与 SBR_{SBNR} 进水管 (12) 和 SBBR_{ANAMMOX} 进水管 (15) 相连,SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱出水管 (13) 通过 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱出水泵 (14) 也与 SBR_{SBNR} 进水管 (12) 相连;SBR_{SBNR} 出水管 (17) 通过 SBR_{SBNR} 出水泵 (16) 与 SBR_{SBNR} 出水箱进水阀 (31) 相连;SBR_{SBNR} 出水箱出水管 (30) 通过 SBR_{SBNR} 出水箱出水泵 (29) 与 SBBR_{ANAMMOX} 进水管 (15) 相连;SBBR_{ANAMMOX} 出水回流管 (19) 通过 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流泵 (18) 与 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱 (21) 相连;系统出水通过 SBBR_{ANAMMOX} 出水管 (41) 排出。

2. 应用权利要求 1 所述装置进行 SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 启动 SBR_{SBNR}:SBR_{SBNR} 的接种污泥为城市污水处理厂的硝化污泥,以城市垃圾填埋场晚期渗滤液为原液作为反应器进水;在反应过程中,控制反应温度为 25° C,调节曝气量来控制反应器中 DO 浓度为 2mg/L,同时通过添加缓冲剂调节 pH 在 7~8.5 之间;在启动过程中,逐渐增加进水量,当反应器出水亚硝酸积累率达到 97% 以上后,则可认为 SBR_{SBNR} 启动成功;

(2) 启动 SBBR_{ANAMMOX}:以城市污水厌氧氨氧化反应器中的污泥为接种污泥,投加到加了海绵填料的 SBBR_{ANAMMOX} 中,填充比为 30%~50%;将 SBR_{SBNR} 启动成功后的出水与垃圾渗滤液混合后作为 SBBR_{ANAMMOX} 进水,保证进水混合液中 NH₄⁺-N/NO₂⁻-N 质量浓度比为 1:1.2~1.4;通过加热带控制 SBBR_{ANAMMOX} 温度稳定在 30° C,通过磁力搅拌仪进行厌氧搅拌;当生物膜挂膜成功且进水总氮 TN 浓度达到 450mg/L 以上、反应器出水的 NH₄⁺-N 与 NO₂⁻-N 浓度均小于 10mg/L 后,表明厌氧氨氧化反应器启动成功;

(3) SBR_{SBNR} 和 SBBR_{ANAMMOX} 分别完成启动后,将两反应器与一体化水箱串联运行,组成为 SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮装置:

①将一体化水箱中的垃圾渗滤液原水箱与 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱的出水管通过蠕动泵与 SBR_{SBNR} 进水管相连,使垃圾渗滤液与 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流液以 1:3.5~4.5 的体积比混合注入 SBR_{SBNR} 中;

②开启 SBR_{SBNR} 的温控装置和机械搅拌装置进行反硝化反应,控制反应器温度为 25° C;在此阶段,观察反应器中的氧化还原电位 ORP 和 pH 值的变化,当 ORP 逐渐下降到出现平

台, pH 值逐渐升高到不再变化时, 表明反硝化结束; 此时关闭 SBR_{SBNR} 的机械搅拌装置, 停止缺氧搅拌;

③开启 SBR_{SBNR} 的曝气装置和机械搅拌装置进行短程硝化反应; 在此阶段, 观察反应器中的 ORP、pH 值和 DO 浓度的变化, 当 ORP 值逐渐增大到出现平台, pH 值由逐渐降低转变为逐渐升高且 DO 浓度增大到 4mg/L 以上时, 表明硝化反应结束, 关闭气泵和机械搅拌装置, 停止曝气和搅拌; 静置沉淀后出水排入一体化水箱中的 SBR_{SBNR} 出水箱;

④将一体化水箱中的垃圾渗滤液原水箱与 SBR_{SBNR} 出水箱的出水管通过蠕动泵与 $SBBR_{ANAMMOX}$ 进水管相连, 使垃圾渗滤液与 SBR_{SBNR} 出水混合后注入 $SBBR_{ANAMMOX}$ 中, 保证混合液中 $NH_4^+-N/NO_2^- -N$ 质量浓度比为 1:1.2~1.4;

⑤开启 $SBBR_{ANAMMOX}$ 的温控装置和磁力搅拌仪进行厌氧氨氧化 - 反硝化同步脱氮反应, 控制反应器温度为 30° C; 反应结束后, 把出水部分回流到 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流箱中; 当 $SBBR_{ANAMMOX}$ 总氮负荷高于 0.5Kg TN/m³d, 并且系统出水总氮 TN 小于 50mg/L 后, 系统完成了垃圾渗滤液的全程自养脱氮过程。

SBR 短程硝化 -SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮装置与方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水生物脱氮技术领域,适用于处理晚期垃圾渗滤液等氨氮浓度高而 C/N 低的废水。具体有以下技术特点:(1) 通过回流适量 SBBR_{ANAMMOX} 出水至 SBR_{SBNR} 中,利用渗滤液中的有机碳源进行反硝化反应,在去除厌氧氨氧化反应器残留硝氮的同时去除了原水中的 COD,同时还为硝化反应提供一定碱度;(2) 通过动态控制来实现垃圾渗滤液短程硝化反应;(3) 通过生物膜系统实现厌氧氨氧化 - 反硝化同步反应,在脱氮的同时去除 COD。

背景技术

[0002] 近年来,随着我国城市发展加快,城市生活垃圾产量也不断增加,卫生填埋法成了主要的垃圾处理和处置方法。卫生填埋会产生填埋气和渗滤液,其中渗滤液因水质水量变化大、有机物和氨氮浓度高、营养元素比例失调等水质特点,使现有的垃圾渗滤液的处理方法效率低且成本高。因此,需要提出更加经济有效的脱氮装置和方法。

[0003] 传统的生物脱氮工艺主要是由有机氮氨化、硝化和反硝化来实现的。在硝化阶段, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 先在氨氧化菌 (AOB) 作用下转化为 $\text{NO}_2^-\text{-N}$, 然后在亚硝氧化菌 (NOB) 的作用下转化为 $\text{NO}_3^-\text{-N}$, 此阶段要消耗大量氧气; 在反硝化阶段, 反硝化菌以 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 为电子受体, 有机物作为电子供体, 将硝氮转化为氮气完成生物脱氮, 此阶段需要消耗大量有机物。

[0004] 对于高氨氮、低碳氮比 (C/N 比仅在 1 左右) 的晚期垃圾渗滤液而言, 因其有机碳源严重不足, 使得传统生物脱氮效率只能达到 10% 左右, 处理能耗大。近年来, 为了提高垃圾渗滤液的脱氮效率, 很多新的生物脱氮技术应运而生, 其中, 短程硝化 - 厌氧氨氧化组合工艺成了研究热点之一。短程硝化技术, 是将生物硝化过程控制在氨氧化阶段, 使 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 在转化为 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 后不再转变为 $\text{NO}_3^-\text{-N}$; 厌氧氨氧化技术是将 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 直接转化为氮气的生物反应技术。而短程硝化 - 厌氧氨氧化组合工艺则结合了两种技术的优点, 相对于传统工艺来说, 大大减少了耗氧量、不需要投加外碳源、剩余污泥产量少且提高了脱氮效率。为维持短程硝化, 必须降低亚硝酸盐氧化速率, 提高氨氧化速率, 其影响因素包括: pH、溶解氧、温度、污泥停留时间、游离氨 (FA) 和游离亚硝酸 (FNA), 其中 FA 是重要的影响因素。FA 对硝化反应速率的影响是通过 AOB 和 NOB 的选择性抑制实现的。已有研究表明, FA 对 NOB 的抑制浓度为 $0.1 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 对 AOB 的抑制浓度为 $10 \sim 150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。而因垃圾渗滤液氨氮浓度很高, 从而使得通过控制 FA 浓度实现短程硝化的可行性很高, 但短程硝化 - 厌氧氨氧化组合工艺在处理垃圾渗滤液时仍有很多技术难点: (1) 短程硝化结束时间难以控制, 过曝气不但浪费能源, 还会破坏短程效果; (2) 厌氧氨氧化菌倍增时间长 ($11 \sim 14$ 天), 细胞产率低, 导致厌氧氨氧化工艺启动时间长, 且对环境条件敏感, 难以稳定运行; (3) 厌氧氨氧化反应所需 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 与 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 比例为 1:1.32, 通常有两种方法实现: 一是半短程, 即在短程硝化反应进行到 $\text{NH}_4^+\text{-N}/\text{NO}_2^-\text{-N}$ 比为 1:1.32 时, 停止曝气搅拌, 但由于垃圾渗滤液水质波动较大, 半短程极难控制; 二是全短程, 即使反应器中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 完全硝化成为 $\text{NO}_2^-\text{-N}$, 再与渗滤液原液混合, 使混合液中 $\text{NH}_4^+\text{-N}/\text{NO}_2^-\text{-N}$ 比例为 1:1.32, 但由于垃圾渗滤液往往碱度不够, 使得

渗滤液中的 NH_4^+-N 难以完全短程硝化为 NO_2^--N 。(4) 厌氧氨氧化反应会产生一定量的硝态氮,从而导致出水总氮相对较高。

[0005] SBBR 反应器是通过在 SBR 反应器中引入生物膜而形成的一种改良工艺。SBBR 工艺用于培养厌氧氨氧化菌有以下优点:(1) 生物膜系统具有较长的污泥停留时间,适合于培养生长速率较慢的厌氧氨氧化菌;(2) 生物膜系统中菌种繁多,反硝化菌和厌氧氨氧化菌互利共生,能为厌氧氨氧化菌提供良好的厌氧环境;生物膜表层生长的反硝化菌可利用水中的 COD 进行反硝化反应,并为生长于里层的厌氧氨氧化菌提供一定量的 NO_2^--N ;(3) 生物膜系统具有良好的耐冲击性能,有利于厌氧氨氧化反应器的长期稳定运行。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为了解决上述问题,提供了一种垃圾渗滤液短程硝化-厌氧氨氧化生物脱氮的装置与方法,解决垃圾渗滤液因高氨氮、低 C/N 比难处理的问题,并解决了垃圾渗滤液实现全短程时碱度不足以及厌氧氨氧化处理出水中残留硝态氮较高的问题,提高了 TN 去除率。

[0007] 本发明的技术方案, SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液脱氮装置与方法,其特征在于:

[0008] 一种 SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液脱氮装置,其特征在于:

[0009] 如图 1 所示,整个组合装置由 SBR_{SBNR} A、一体化水箱 B、和 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ C 串联而成;

[0010] SBR_{SBNR} A 至上而下设有第一取样阀 9,机械搅拌装置 3 和曝气头 8,曝气头通过气体流量计 6 与曝气泵 7 相连;反应器内设置有第一温度传感器 4,外围第一控温加热带 10,与温控箱 5 相连;配有 DO 仪 1、第一 pH 仪 2 和第一 ORP 仪 11;

[0011] 一体化水箱 B 设有垃圾渗滤液原水箱 25、 SBR_{SBNR} 出水箱 27 和 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱 21,分别设置有 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱进水阀 24、 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱出水阀和 SBR_{SBNR} 出水箱进水阀 31 与 SBR_{SBNR} 出水箱出水阀 28;水箱内设置有第二温度传感器 26,外围第二控温加热带 22,与温控箱 5 相连;

[0012] $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ C 至上而下设有第二取样阀 32,内部填充有海绵填料 36,配有第二 ORP 仪 39、第二 pH 仪 40;反应器顶部设有排气口 35,经过干燥管 34 与集气袋 33 相连;内设置有第三温度传感器 37,外围第三控温加热带 38,与温控箱 5 相连,底部设置有磁力搅拌仪 42;

[0013] 一体化水箱的垃圾渗滤液原水箱 25 出水管通过垃圾渗滤液原水箱出水泵 20 分别与 SBR_{SBNR} 进水管 12 和 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 进水管 15 相连, $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱出水管 13 通过 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱出水泵 14 也与 SBR_{SBNR} 进水管 12 相连; SBR_{SBNR} 出水管 17 通过 SBR_{SBNR} 出水泵 16 与 SBR_{SBNR} 出水箱进水阀 31 相连; SBR_{SBNR} 出水箱出水管 30 通过 SBR_{SBNR} 出水箱出水泵 29 与 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 进水管 15 相连; $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流管 19 通过 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流泵 18 与 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱 21 相连;系统出水通过 $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水管 41 排出。

[0014] 根据上述装置,实现晚期垃圾渗滤液的脱氮处理方法,包括以下步骤:

[0015] (1) 启动 SBR_{SBNR} : SBR_{SBNR} 的接种污泥为城市污水处理厂的硝化污泥,以城市垃圾填埋场晚期渗滤液为原液作为反应器进水。在反应过程中,控制反应温度为 25°C ,调节曝气量来控制反应器中 DO 浓度为 2mg/L ,同时通过添加缓冲剂调节 pH 在 $7\sim 8.5$ 之间。在启动过程中,逐渐增加进水量,保证反应器中的 FA 浓度高于 NOB 的抑制浓度而不抑制 AOB,同时

控制反应时间与反应器运行周期,当反应器出水亚硝酸积累率达到 97% 以上后,则可认为 SBR_{SBNR} 启动成功。

[0016] (2) 启动 $SBBR_{ANAMMOX}$:以城市污水厌氧氨氧化反应器中的污泥为接种污泥,投加到加了海绵填料的 $SBBR_{ANAMMOX}$ 中,填充比为 30%~50%。将 SBR_{SBNR} 启动成功后的出水与垃圾渗滤液混合后作为 $SBBR_{ANAMMOX}$ 进水,保证进水混合液中 $NH_4^+-N/NO_2^- -N$ 质量浓度比为 1:1.2~1.4。通过加热带控制 $SBBR_{ANAMMOX}$ 温度稳定在 30° C,通过磁力搅拌仪进行厌氧搅拌。当生物膜挂膜成功且进水总氮 TN 浓度达到 450mg/L 以上、反应器出水的 NH_4^+-N 与 $NO_2^- -N$ 浓度均小于 10mg/L 后,表明厌氧氨氧化反应器启动成功。

[0017] (3) SBR_{SBNR} 和 $SBBR_{ANAMMOX}$ 分别完成启动后,将两反应器与一体化水箱串联运行,组成为 SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮装置:

[0018] ①将一体化水箱中的垃圾渗滤液原水箱与 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流箱的出水管通过蠕动泵与 SBR_{SBNR} 进水管相连,使垃圾渗滤液与 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流液以 1:3.5~4.5 的体积比混合注入 SBR_{SBNR} 中,保证渗滤液原液中的有机碳源能在反硝化阶段全部去除,且 FA 浓度高于 NOB 的抑制浓度而不抑制 AOB。

[0019] ②开启 SBR_{SBNR} 的机械搅拌装置,从而利用原渗滤液中的碳源进行反硝化反应。这样既去除了渗滤液中的 COD,也能去除 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水中的残留 $NO_3^- -N$ 及 SBR_{SBNR} 中未排出的 $NO_2^- -N$,在提高了 TN 去除率的同时,也为后续的短程硝化反应补充了一定量的碱度,利于实现全短程。开启 SBR_{SBNR} 的温控装置,使反应器温度为 25° C。在此阶段,通过观察反应器中的 ORP 和 pH 值的变化来判定反硝化终点。当 ORP 逐渐下降到出现平台,pH 值逐渐升高到不再变化时,表明反硝化结束。此时关闭 SBR_{SBNR} 的机械搅拌装置,停止缺氧搅拌。

[0020] ③开启 SBR_{SBNR} 的曝气装置和机械搅拌装置进行短程硝化反应。在此阶段,通过观察反应器中的 ORP、pH 值和 DO 浓度的变化来判定硝化终点。随着硝化反应时间增加,pH 值因产酸而逐渐降低,DO 浓度缓慢增加,ORP 值逐渐增大。当 NH_4^+-N 被消耗完时, $NO_2^- -N$ 浓度达到最大值,pH 因吹脱作用而增大,DO 浓度因反应结束而迅速增加到 4mg/L 以上,同时 ORP 值也出现平台不再增大。此时表明硝化反应结束,关闭气泵和机械搅拌装置,停止曝气和搅拌。静置沉淀后出水排入一体化水箱中的 SBR_{SBNR} 出水箱。

[0021] ④将一体化水箱中的垃圾渗滤液原水箱与 SBR_{SBNR} 出水箱的出水管通过蠕动泵与 $SBBR_{ANAMMOX}$ 进水管相连,使垃圾渗滤液与 SBR_{SBNR} 出水混合后注入 $SBBR_{ANAMMOX}$ 中,保证混合液中 $NH_4^+-N/NO_2^- -N$ 质量浓度比为 1:1.2~1.4。

[0022] ⑤开启 $SBBR_{ANAMMOX}$ 的温控装置和磁力搅拌仪进行反应,控制反应器温度为 30° C。因生物膜系统中反硝化菌与厌氧氨氧化菌同时存在,所以系统中存在反硝化反应和厌氧氨氧化反应。反应结束后,把出水部分回流到 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流箱中。当 $SBBR_{ANAMMOX}$ 总氮负荷高于 0.5Kg TN/m³d,并且系统出水中总氮 TN 小于 50mg/L N 后,系统完成了垃圾渗滤液的全程自养脱氮过程。

[0023] 本发明 SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液脱氮工艺的机理: SBR_{SBNR} 先后经过了反硝化和短程硝化两个阶段,在反硝化阶段,由于厌氧氨氧化反应器出水回流,使得渗滤液原液得到稀释,且同时去除了原液中的有机物、 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水中的 $NO_3^- -N$ 及 SBR_{SBNR} 中未排出的 $NO_2^- -N$,在提高了 TN 去除率的同时,也为后续的短程硝化反应补充了一定量的碱度,保证短程硝化反应完全进行。在硝化阶段,由于垃圾渗滤液中的 FA 和 FNA 对

NOB 的抑制作用,使得 NO_2^- -N 大量积累,实现短程硝化,为之后的厌氧氨氧化反应做准备。在 $\text{SBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 中,因生物膜系统中菌种繁多,反硝化菌和厌氧氨氧化菌互利共生,使得反应系统能同时进行反硝化和厌氧氨氧化反应, SBR_{SBNR} 出水与渗滤液原液混合,使得混合液中含有 COD、 NH_4^+ -N 和 NO_2^- -N,满足厌氧氨氧化反应的条件。

[0024] 本发明的有益效果在于:

[0025] (1) 短程硝化-厌氧氨氧化组合脱氮工艺,有别于传统的硝化-反硝化脱氮工艺,无需投加外加碳源,缩短了曝气时间和反应时间,减少了剩余污泥产量,大大节省了能耗及运行费用。

[0026] (2) 本发明在运行过程中,直接通过回流水稀释原液来保证 FA 浓度,不需要外加水稀释,且不需添加其他药剂,进一步节省了运行费用,流程简单,易于管理。

[0027] (3) SBR_{SBNR} 中先反硝化,同时去除了原液中的有机物、 $\text{SBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水中的 NO_3^- -N 及 SBR_{SBNR} 中部分未排出的 NO_2^- -N,提高了总氮去除率,同时还为后续的短程硝化反应补充了一定的碱度。

[0028] (4) 通过动态控制来实现垃圾渗滤液短程硝化反应,在线监测 ORP、pH 值和 DO 浓度的变化值,能快速了解反硝化和硝化反应的结束时间,节省了能耗,同时能确保维持较高的亚硝积累率。

[0029] (5) 用序批式生物膜反应器培养厌氧氨氧化菌,缩短了厌氧氨氧化反应器的启动时间;生物量高,提高了处理效率,且剩余污泥产量少;受外界环境及水质变化的影响小,有利于长期稳定运行。

[0030] (6) 生物膜系统中菌种繁多,反硝化菌和厌氧氨氧化菌互利共生,能为厌氧氨氧化菌提供一个良好的厌氧环境。反硝化菌可以利用渗滤液原液中的 COD,去除厌氧氨氧化反应产生的 NO_3^- -N。

附图说明

[0031] 图 1 是 SBR 短程硝化-SBBR 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液脱氮装置结构示意图。

[0032] A- SBR_{SBNR} 短程硝化反应器:1- DO 仪、2- 第一 pH 仪、3- 机械搅拌装置、4- 第一温度传感器、5- 温控箱、6- 气体流量计、7- 曝气泵、8- 曝气头、9- 第一取样阀、10- 第一控温加热带、11- 第一 ORP 仪、12- SBR_{SBNR} 进水管、16- SBR_{SBNR} 出水泵、17- SBR_{SBNR} 出水管;

[0033] B- 一体化水箱:13- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱出水管、14- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱出水泵、20- 垃圾渗滤液原水箱出水泵、21- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱、22- 第二控温加热带、23- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱出水阀、24- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流箱进水阀、25- 垃圾渗滤液原水箱、26- 第二温度传感器、27- SBR_{SBNR} 出水箱、28- SBR_{SBNR} 出水箱出水阀、29- SBR_{SBNR} 出水箱出水泵、30- SBR_{SBNR} 出水箱出水管、31- SBR_{SBNR} 出水箱进水阀;

[0034] C- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$:15- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 进水管、18- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流泵、19- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水回流管、32- 第二取样阀、33- 集气袋、34- 干燥管、35- 排气口、36- 海绵填料、37- 第三温度传感器、38- 第三控温加热带、39- 第二 ORP 仪、40- 第二 pH 仪、41- $\text{SBBR}_{\text{ANAMMOX}}$ 出水管、42- 磁力搅拌仪。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图及实施例详细说明本发明专利：

[0036] 本发明提供装置如图 1 所示,是由 SBR_{SBNR} (A)、一体化水箱 (B)、和 $SBBR_{ANAMMOX}$ (C) 串联而成。其中一体化水箱 (B) 分为垃圾渗滤液原水箱 (25)、 SBR_{SBNR} 出水箱 (27) 和 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流箱 (21), 体积分别为 20L、15L、15L。

[0037] SBR_{SBNR} (A) 内径为 10cm, 外径为 11cm, 高 70cm, 有效容积为 5 L。 $SBBR_{ANAMMOX}$ (C) 填充有海绵填料, 内径为 13cm, 外径为 14cm, 高 45cm, 有效容积为 5.5 L。应用本发明工艺进行垃圾渗滤液处理的具体步骤如下：

[0038] 以北京市某垃圾填埋场的晚期渗滤液为处理对象, 其 COD 浓度为 2200mg/L 左右, 氨氮浓度为 2000mg/L 左右, 氧化态氮 (NO_2^- 和 NO_3^-) 浓度为 5mg/L 以内。

[0039] (1) 启动 SBR_{SBNR} (A) : SBR_{SBNR} (A) 的接种污泥为城市污水处理厂的硝化污泥, 污泥浓度为 5000kg MLSS/ m^3 左右。反应器运行步骤是进水后先缺氧搅拌进行反硝化, 再曝气搅拌进行硝化反应, 进水体积由 0.2L 逐渐增加到 1L。在曝气搅拌阶段, 调节曝气量使反应器中溶解氧浓度维持在 2mg/L。在反应过程中通过加热带控制反应温度稳定在 25° C, 同时应注意监测反应器中 DO 浓度、pH 值及 ORP 值, 在反应结束就停止曝气搅拌。按照上述步骤稳定运行多个周期, 当反应器出水亚硝酸积累率达到 97% 以上后, 则可认为 SBR_{SBNR} 启动成功。

[0040] (2) 启动 $SBBR_{ANAMMOX}$ (C) : 以城市污水厌氧氨氧化反应器中的污泥为接种污泥, $SBBR_{ANAMMOX}$ (C) 中的海绵填料填充比为 35%。将 SBR_{SBNR} (A) 启动成功后的出水与垃圾渗滤液以 8.8:1 混合, 保证混合液中 $NH_4^+-N/NO_2^- -N$ 质量浓度比为 1:1.2~1.4。在启动培养过程中, 逐渐增加进水 TN 浓度到 450mg/L 左右。通过加热带控制 $SBBR_{ANAMMOX}$ 温度稳定在 30° C, 通过磁力搅拌仪进行厌氧搅拌, 同时合理控制反应时间与反应周期, 当生物膜挂膜成功且反应器出水的 NH_4^+-N 与 $NO_2^- -N$ 浓度均小于 10mg/L 后, 即可认定厌氧氨氧化反应启动成功。

[0041] (3) SBR_{SBNR} (A) 和 $SBBR_{ANAMMOX}$ (C) 分别完成启动后, 将两反应器与一体化水箱 (B) 串联运行, 组成为 SBR 短程硝化 - $SBBR$ 厌氧氨氧化组合垃圾渗滤液生物脱氮装置：

[0042] ①将一体化水箱中的垃圾渗滤液原水箱 25 与 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流箱 21 的出水管 13 通过 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流箱出水泵 14 与 SBR_{SBNR} 进水管 12 相连, 使垃圾渗滤液与 $SBBR_{ANAMMOX}$ 出水回流液以 1:4 混合注入 SBR_{SBNR} 中, 以保证碳源足够进行反硝化, 进水体积为 4L。

[0043] ②开启 SBR_{SBNR} 的第一机械搅拌装置 3, 从而利于原水中的碳源进行反硝化反应。在此阶段, 观察反应器中的 ORP 和 pH 值。当 ORP 逐渐下降到出现平台, 同时 pH 值上升到最高点不再变化时, 表明反硝化结束。此时关闭 SBR_{SBNR} 的第一机械搅拌装置 3, 停止缺氧搅拌。

[0044] ③开启 SBR_{SBNR} 的曝气泵 7 和第一机械搅拌装置 3 进行硝化反应。在此阶段, 观察反应器中的 ORP、pH 值和 DO 浓度。随着硝化反应时间增加, pH 值因产酸而逐渐降低, DO 浓度缓慢增加, ORP 值逐渐增大。当 NH_4^+-N 被消耗完时, $NO_2^- -N$ 浓度达到最大值, pH 会因吹脱作用而增大, DO 浓度因反应结束而迅速增加, 同时 ORP 值也出现平台不在增大。此时表明硝化反应结束, 关闭曝气泵 7 和第一机械搅拌装置 3, 停止曝气和搅拌。静置沉淀后出水排入一体化水箱中 B 的 SBR_{SBNR} 出水箱 27, 排水体积为 4L。

[0045] ④将一体化水箱中的垃圾渗滤液原水箱 25 与 SBR_{SBNR} 出水箱 27 的出水管 30 通过 SBR_{SBNR} 出水箱出水泵 29 与 $SBBR_{ANAMMOX}$ 进水管 15 相连, 使垃圾渗滤液与 SBR_{SBNR} 出水以 1:8.8 混合注入 $SBBR_{ANAMMOX}$ 中, 使混合液中 $NH_4^+-N/NO_2^- -N$ 质量浓度比为 1:1.2~1.4。进水体积为 4.4L。

[0046] ⑤开启 SBBR_{ANAMMOX} 的温控装置 5 和磁力搅拌仪 42 进行厌氧氨氧化反应, 温度控制在 30° C。当反应结束后, 排水 4.4L, 同时回流 72% 的出水到 SBBR_{ANAMMOX} 出水回流箱中。当厌氧氨氧化反应器总氮负荷达到 0.7kg TN/m³ d, 并且系统出水总氮 TN 小于 50mg/L 时, 系统实现了垃圾渗滤液的全程自养脱氮过程。

[0047] 经过上述实验步骤, 当整个反应系统达到稳定时, SBR_{SBNR} 出水的 NO₂⁻-N 累积率为 97% 以上, 系统出水的 COD 浓度为 180mg/L, NH₄⁺-N 小于 9mg/L, NO₂⁻-N 小于 12mg/L, NO₃⁻-N 小于 25mg/L, 总氮 TN 小于 50mg/L。系统 COD 去除率为 91%, TN 去除率大于 97.5%, SBBR_{ANAMMOX} 反应器的总氮负荷为 0.7 Kg TN/m³d 左右。

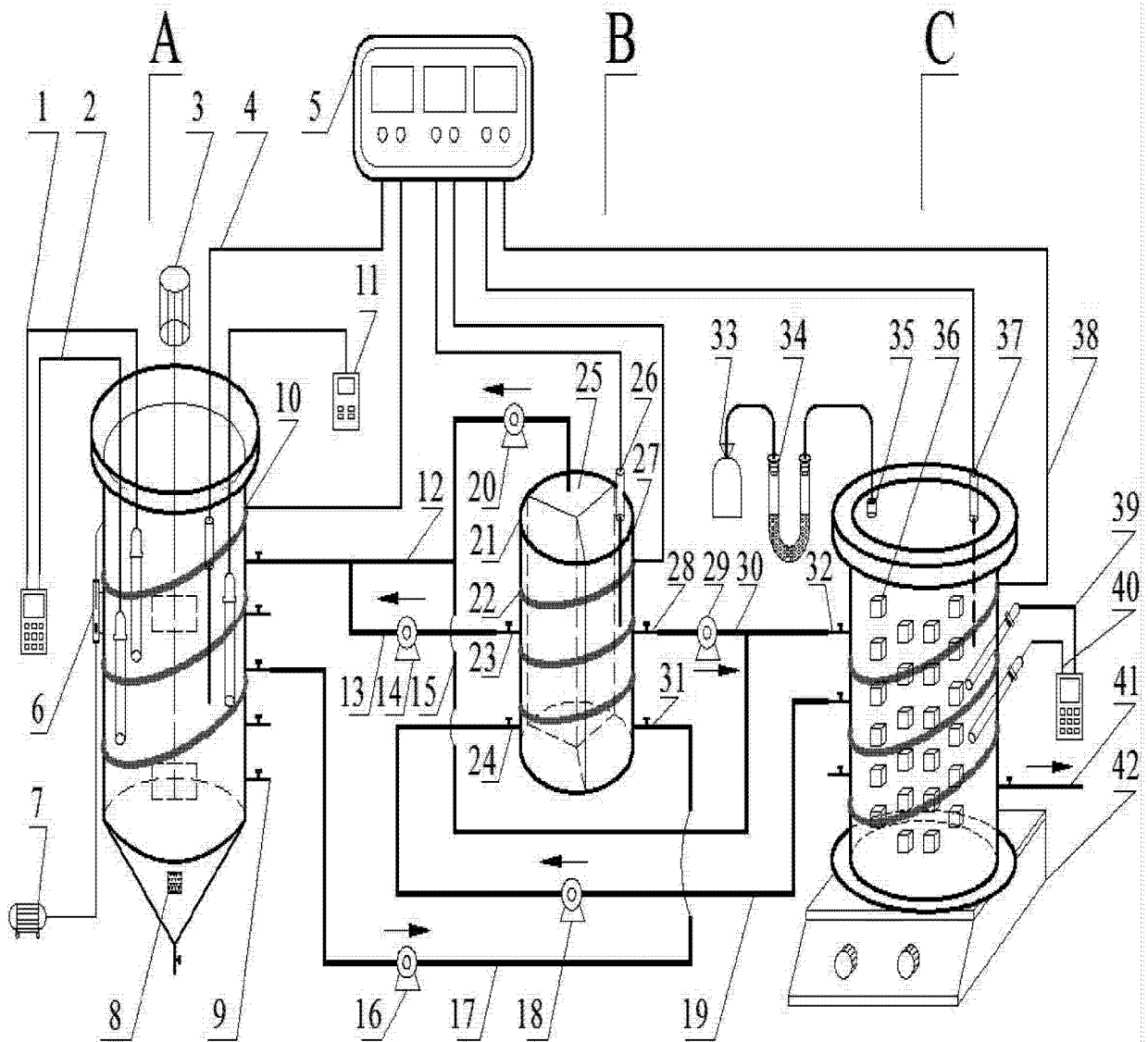


图 1