



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101423295 B

(45) 授权公告日 2010.09.08

(21) 申请号 200810226723.8

(22) 申请日 2008.11.21

(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

(72) 发明人 彭永臻 孙洪伟 时晓宁 王希宁

(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 3/30 (2006.01)

审查员 卢士燕

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

高氮垃圾渗滤液处理方法与装置

(57) 摘要

高氮垃圾渗滤液处理方法与装置属于污水生物处理技术领域。现有的处理技术无法同步、深度去除垃圾渗滤液的氨氮及有机物。本发明已实际垃圾渗滤液为对象,采用两级 UASB-SBR 生化系统进行处理,获得了较好效果。通过 SBR 反应器硝化液回流的方式,对原水既有一定的稀释作用,又可使富含 NO_3^- -N 的硝化液借助原水中丰富的有机碳源进行反硝化。垃圾渗滤液内大部分有机物在 UASB1 反应器内被去除, COD 去除率可达到 92.1%,最大有机负荷为 $13\text{kgCOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。UASB2 和 SBR 反应器实现了有机物的进一步去除。SBR 反应器内通过硝化作用将 NH_4^+ -N 几乎 100% 转化成 NO_3^- -N。采用 pH, ORP, DO 作为 SBR 系统生物脱氮过程的控制参数,可有效地防止了过曝气和过搅拌带来的能耗,节省了运行费用。

1. 一种应用高氮垃圾渗滤液处理装置进行高氮垃圾渗滤液处理方法,所述的高氮垃圾渗滤液处理装置由一体化水箱、UASB 反应器 1、UASB 反应器 2、中间水箱、SBR 反应器顺序串联组成;

UASB 反应器 1 和 UASB 反应器 2 均设有内循环回流管;

上述一体化水箱包括原渗滤液区,SBR 硝化液回流区;在 SBR 反应器和 SBR 硝化液回流区连接有 SBR 硝化液回流管;

原渗滤液区、SBR 硝化液回流区分别通过 UASB 反应器 1 渗滤液进水管和 UASB 反应器 1 硝化液进水管与 UASB 反应器 1 底部进水口连通,UASB 反应器 1 内设置三相分离器、通过 UASB 反应器 1 排气阀和 UASB 反应器 1 排气管与外置的碱液吸收瓶连通,碱液吸收瓶与气体流量计连接;UASB 反应器 1 侧壁上的 UASB 反应器 1 内循环出水阀通过 UASB 反应器 1 内循环水管连通底部进水口;UASB 反应器 1 通过 UASB 反应器 1 出水管连通 UASB 反应器 2 底部的进水口,UASB 反应器 2 内置三相分离器,通过 UASB 反应器 2 排气阀和 UASB 反应器 2 排气管与外置的碱液吸收瓶连通,碱液吸收瓶与气体流量计连接;UASB 反应器 2 侧壁上的 UASB 反应器 2 内循环出水阀与其底部的进水口通过 UASB 反应器 2 内循环水管连通,UASB 反应器 2 出水管连接中间水箱;SBR 反应器通过 SBR 进水管连通中间水箱,并与 SBR 排水阀连接;SBR 反应器内设有空气扩散器和机械搅拌装置,SBR 硝化液回流管与 SBR 硝化液回流区连通;

其特征在于,包括以下步骤:

(1) 渗滤液从一体化水箱通过 UASB 反应器 1 渗滤液进水泵与回流的 SBR 硝化上清液通过 UASB 反应器 1 硝化液进水泵一起进入 UASB 反应器 1,回流的 SBR 硝化上清液回流体积比 2 : 1;UASB 反应器 1 内的反硝化菌和厌氧产甲烷菌充分利用进水中丰富的有机物,进行缺氧反硝化和厌氧产甲烷反应,反硝化菌利用进水中丰富的有机碳源将 SBR 硝化液回流水中的 NO_3^- -N 还原为 N_2 ,完成氮的去除;同时 UASB 反应器 1 内产甲烷菌将有机物氧化成 CH_4 , H_2O 和 CO_2 ,实现有机物的去除;

(2) 上述 UASB 反应器 1 排出的上清液通过 UASB 反应器 1 出水管被 UASB 反应器 2 进水泵泵入 UASB 反应器 2,当进水从 UASB 反应器 2 自下向上流动过程中,与反应器内的微生物充分接触,发生厌氧产甲烷作用,UASB 反应器 2 内产甲烷菌将 UASB 反应器 1 出水中残余有机物进一步氧化成 CH_4 , H_2O 和 CO_2 ,实现有机物的进一步去除;

(3) UASB 反应器 2 的上清液通过 UASB 反应器 2 出水管依靠重力作用流入中间水箱;

(4) 开启 SBR 进水泵,中间水箱内的水通过 SBR 进水管进入 SBR 反应器,进水完成后,开启空气压缩机,空气通过气体管、气体流量计和空气扩散器向 SBR 反应器的微生物提供呼吸作用所需要的氧气,首先在异养菌的作用下,深度去除 UASB 反应器 2 出水中残余有机物,同时自养硝化菌以 NH_4^+ -N 为电子供体,氧气为电子受体,将 NH_4^+ -N 氧化为 NO_3^- -N,实现了氨氮的去除;

(5) 上述 SBR 反应器硝化结束时,静止沉淀 30 ~ 60 分钟后,在 SBR 硝化液回流泵的作用下,通过 SBR 硝化液回流管回流至 SBR 硝化液回流区,然后借助于 UASB 反应器 1 硝化液进水泵进入 UASB 反应器 1 进行反硝化;

(6) 上述 SBR 反应器回流结束后,投加碳源,使 COD/NO_3^- -N 控制在 4,开启机械搅拌装置,SBR 反应器内的反硝化菌在缺氧条件下,以碳源为电子供体, NO_3^- -N 为电子受体,将

NO_3^- -N 还原为 N_2 ;

(7) 上述 SBR 反应器反硝化完成后, 停止机械搅拌装置, 使 SBR 反应器的泥水混合液静止沉淀 30 ~ 60 分钟, 进行泥水分离, 然后上清液通过 SBR 排水阀直接溢流出系统。

高氮垃圾渗滤液处理方法与装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种污水生物处理方法与装置。

背景技术

[0002] 随着我国城市化进程的加快,城镇数目不断增加,城市规模日益扩大,人口急剧增长,直接导致城市固体废弃物(城市生活垃圾)大幅度提高。填埋作为一种城市固体废弃物处理方式已被国内外广泛采用,我国目前 90% 左右的城市固体废弃物是用填埋法处理。在城市垃圾(MSW)填埋过程中,由于压实和微生物的分解作用,垃圾中所含的污染物将随水份溶出,并与降雨、径流等一起形成垃圾渗滤液。作为垃圾处理过程中的副产品,渗滤液已严重影响到我国垃圾处理事业的健康发展。目前我国城市生活垃圾的新鲜渗滤液年产量约 2900 万吨。可控点源排放的渗滤液为 1515 万吨,如果加上填埋场/堆场历年垃圾产生的渗滤液,则其年产量估计为新鲜渗滤液的数倍,而 1 吨渗滤液约相当于 100 吨城市污水所含污染物的浓度。垃圾渗滤液问题已成为产业化进程的“瓶颈”,严重威胁了垃圾处理设施周围环境的安全及居民的健康生活。

[0003] 城市垃圾渗滤液是一种成份非常复杂的高浓度有机废水,呈黑褐色,强烈的刺激性以及大量的无机化合物均为渗滤液的处理带来困难。由于垃圾渗滤液氨氮含量高、水质十分复杂并且随填埋时间的变化而变化,早期渗滤液氨氮和 COD 均很高,晚期渗滤液氨氮含量增高,但 COD 浓度大幅度降低,导致碳氮比失调。使其与城市污水等其它废水相比有自己显著的特点。高氨氮废水的脱氮问题一直是国内外研究的重点和难点,以往垃圾处理所产生的渗滤液主要依靠地下水层来净化,但随着时间的延长和地址构造对污染物的去除容量的有限性,渗滤液会对地下水、地表水及垃圾填埋场周围环境造成污染,使地表水缺氧、水质恶化、富营养化,威胁饮用水和工农业用水水源,使地下水水质污染而丧失利用价值。同时,有机污染物进入食物链将直接威胁人类健康。垃圾渗滤液作为一种高浓度、多组分、易变化的污水,其难于处理的主要原因在于其特殊的水质特点,这就决定了常规的污水处理方法并不可行。鉴于上述原因,同步去除渗滤液内高浓度氨氮和有机物,研发适合垃圾渗滤液处理的方法与装置至关重要,也迫在眉睫。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种城市生活垃圾渗滤液处理方法与装置,解决高氨氮垃圾渗滤液难于生物处理的技术问题;并解决高浓度有机废水深度脱氮、深度去除有机物的问题。

[0005] 本发明的技术方案:

[0006] 高氮垃圾渗滤液处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0007] (1) 渗滤液从一体化水箱通过 UASB1 渗滤液进水泵与回流的 SBR 硝化上清液(回流体积比 2:1)通过 UASB1 硝化液进水泵一起进入 UASB1 反应器,UASB1 反应器内的反硝化菌和厌氧产甲烷菌充分利用进水中丰富的有机物,进行缺氧反硝化和厌氧产甲烷反应,反

硝化菌利用进水中丰富的有机碳源将 SBR 硝化液回流水中的 NO_3^- -N 还原为 N_2 , 完成氮的去除。同时 UASB1 反应器内产甲烷菌将有机物氧化成 CH_4 , H_2O 和 CO_2 , 实现有机物的去除;

[0008] (2) 上述 UASB1 反应器排出的上清液通过 UASB1 出水管被 UASB2 进水泵泵入 UASB2 反应器, 当进水从 UASB2 反应器自下向上流动过程中, 与反应器内的微生物充分接触, 发生厌氧产甲烷作用, UASB2 反应器内产甲烷菌将 UASB1 反应器出水中残余有机物进一步氧化成 CH_4 , H_2O 和 CO_2 , 实现有机物的进一步去除;

[0009] (3) UASB2 反应器的上清液通过 UASB2 出水管依靠重力作用流入中间水箱;

[0010] (4) 开启 SBR 进水泵, 中间水箱内的水通过 SBR 进水管进入 SBR 反应器, 进水完成后, 开启空气压缩机, 空气通过气体管、气体流量计和空气扩散器向 SBR 反应器的微生物提供呼吸作用所需要的氧气, 首先在异养菌的作用下, 深度去除 UASB2 反应器出水中残余有机物, 同时自养的硝化菌以 NH_4^+ -N 为电子供体, 氧气为电子受体, 将 NH_4^+ -N 氧化为 NO_3^- -N, 实现了氨氮的去除;

[0011] (5) 上述 SBR 反应器硝化结束时, 静止沉淀 30 ~ 60 分钟后, 在 SBR 硝化液回流泵的作用下, 通过 SBR 硝化液回流管回流至 SBR 硝化液回流区, 然后借助于 UASB1 硝化液进水泵进入 UASB1 反应器进行反硝化;

[0012] (6) 上述 SBR 反应器回流结束后, 投加碳源, 使 COD/NO_3^- -N 控制在 4, 开启机械搅拌装置, SBR 反应器内的反硝化菌在缺氧条件下, 以碳源为电子供体, NO_3^- -N 为电子受体, 将 NO_3^- -N 还原为 N_2 ;

[0013] (7) 上述 SBR 反应器反硝化完成后, 停止机械搅拌装置, 使 SBR 反应器的泥水混合液静止沉淀 30 ~ 60 分钟, 进行泥水分离, 然后上清液通过 SBR 排水阀直接溢流出系统。

[0014] 高氮垃圾渗滤液处理装置, 其特征在于:

[0015] 由一体化水箱、UASB1 (一级 UASB) 反应器、UASB2 (二级 UASB) 反应器、中间水箱、SBR 反应器顺序串联组成;

[0016] UASB1 和 UASB2 反应器均设有内循环回流管;

[0017] 上述一体化水箱包括原渗滤液区, SBR 硝化液回流区; 在 SBR 反应器和 SBR 硝化液回流区连接有 SBR 硝化液回流管;

[0018] 原渗滤液区, SBR 硝化液回流区分别通过 UASB1 渗滤液进水管和 UASB1 硝化液进水管与 UASB1 反应器底部进水口连通, UASB1 反应器内设置三相分离器、通过 UASB1 排气阀和 UASB1 排气管与外置的碱液吸收瓶连通, 碱液吸收瓶与气体流量计连接。UASB1 反应器侧壁上的 UASB1 内循环出水阀通过 UASB1 内循环水管连通底部进水口。UASB1 反应器通过 UASB1 出水管连通 UASB2 反应器底部的进水口, UASB2 反应器内置三相分离器, 通过 UASB2 排气阀和 UASB2 排气管与外置的碱液吸收瓶连通, 碱液吸收瓶与气体流量计连接。UASB2 反应器侧壁上的 UASB2 内循环出水阀与其底部的进水口通过 UASB2 内循环水管连通, UASB2 出水管连接中间水箱。SBR 反应器通过 SBR 进水管连通中间水箱, 并与 SBR 排水阀连接。SBR 反应器内设有空气扩散器和机械搅拌装置, SBR 硝化液回流管与 SBR 硝化液回流区连通。

[0019] 本发明高氮垃圾渗滤液处理工艺的机理: 采用两级 up-flow sludgebed (UASB) 反应器通过反硝化 (denitrification) 作用和产甲烷 (methanogenesis) 作用实现有机物的去除, 反硝化作用去除有机物是反硝化菌将 NO_3^- -N 还原成氮气时利用有机物作为电子供体, 产甲烷作用是产甲烷菌在厌氧条件下, 可将有机物氧化 CH_4 , H_2O 和 CO_2 , 从而实现有机物

的去除。UASB1 反应器和 UASB2 反应器出水中有机物通过 SBR 反应器的好氧生物降解作用实现进一步去除,在 SBR 反应器中,好氧微生物利用系统提供的溶解氧进行好氧呼吸,将有机物氧化成 H_2O 和 CO_2 。

[0020] 对于渗滤液内高氨氮的去除,由于回流水的稀释作用,UASB1 反应器的进水较原液实现了一定程度的降低,然后借助于 SBR 反应器的硝化作用实现氮形态的转化,即在 SBR 反应器内自养硝化菌的作用下, NH_4^+-N 被氧化成硝态氮 NO_3^--N ,而这一步仅是氮形态的转变,并为实现氮的真正去除。而后分别借助于 SBR 反应器的缺氧段及 UASB1 反应器来完成真正脱氮的反硝化作用,在 SBR 反应器缺氧段,异养反硝化菌可利用外加碳源作为电子供体,以硝态氮 NO_3^--N 为电子受体,将 NO_3^--N 还原为氮气,在 UASB1 反应器内,反硝化菌可充分利用原水中丰富的有机物作为反硝化碳源,将回流水中 NO_3^--N 还原为氮气,从而实现氮的真正去除。

[0021] 有益效果:

[0022] 本发明工艺以城市生活垃圾渗滤液为处理对象,采用 SBR 硝化液回流的方式,提高污水中有机物及氮的去除效率,在保证出水水质的前提下,达到低能耗。解决高氨氮垃圾渗滤液难于生物处理的技术问题;并解决高浓度有机废水深度脱氮、深度去除有机物的问题;还解决方便实验应用和控制技术参数的问题。采用 UASB 反应器处理高浓度废水中的有机物,具有能耗低,污泥产量少,负荷高等优点,因而可避免直接采用好氧生物法处理造成的能耗大,剩余污泥量大等弊端。此外,采用 SBR 工艺作为氮去除的主要构筑物,充分利用了 SBR 法具有工艺简单,节省费用;理想的推流过程使生化反应推动力大效率高;运行方式灵活,脱氮除磷效果好;防止污泥膨胀和耐冲击负荷、处理效率高等优点。

[0023] 本发明高氮垃圾渗滤液处理方法与装置的优点:

[0024] (1) 垃圾渗滤液内大部分有机物在 UASB1 反应器内被去除,COD 去除率可达到 92.1%,最大有机负荷为 $13kgCOD/m^3 \cdot d$,最大有机物去除速率为 $12.4kgCOD/m^3 \cdot d$ 。同时,在 UASB1 反应器内获得了 94.9%以上的反硝化率,因此在单一的 UASB1 反应器内实现了缺氧反硝化和厌氧降解有机物反应双重功效。UASB2 反应器实现了有机物的深度去除,这为后续 SBR 反应器内自养硝化菌的增殖创造了良好的生存环境,使 NH_4^+-N 在 SBR 反应器内通过硝化作用几乎 100%的被转化成 NO_3^--N ,这样 SBR 反应器硝化结束时回流至 UASB1 反应器内的硝化液大幅度稀释了原渗滤液的高浓度氨氮,从而大大减弱了高浓度氨氮所形成的游离氨 (FA) 对后续 SBR 反应器内硝化菌的抑制作用,使硝化、反硝化作用顺利完成,获得了氮的深度去除;

[0025] (2) 采取 SBR 反应器内硝化液回流的方式,对原水既有一定的稀释作用,又可使富含 NO_3^--N 的硝化液借助原水中丰富的有机碳源进行反硝化,实现“以废治废”的废水处理理念,从而获得了生物脱氮及降解有机物的双重目的。

[0026] (3) 在 UASB1 反应器内进行反硝化作用可产生大量的碱度,将这些碱度回用于后续 SBR 硝化过程,即可保证硝化作用的顺利完成,又大大节省了 SBR 硝化阶段的投碱量。

[0027] (4) 本发明工艺中,采用 pH, ORP, DO 作为 SBR 系统生物脱氮过程的控制参数。整个生物脱氮过程中,系统内三氮 (NH_4^+-N , NO_3^--N , NO_2^--N) 的变化规律与 pH, ORP, DO 的变化具有很好的相关性,硝化过程中,由于生化系统内产生 H^+ ,系统内 pH 值逐渐降低,硝化结束时降至最低,ORP, DO 值则出现突越。反硝化过程中,由于系统内产生碱度,pH 值逐渐升高,

ORP 逐渐降低,反硝化结束时 pH 达到最大值并出现拐点, ORP 逐渐降低也出现拐点。因此,当 pH 值降至最低点和升至最高点时,分别指示硝化和反硝化反应结束,可立即停止曝气和缺氧搅拌,从而有效地防止了过曝气和过搅拌带来的能耗,节省了运行费用。

附图说明

[0028] 图 1 是高氮垃圾渗滤液处理方法与装置示意图;

[0029] 图 2 是 COD 在两级 UASB-SBR 生化系统内的浓度变化图;

[0030] 图 3 是 NH_4^+-N 在两级 UASB-SBR 生化系统内的浓度变化图。

[0031] 图 1 中:

[0032] A-一体化水箱:1-原渗滤液区、2-SBR 硝化液回流区;

[0033] B-UASB1 反应器:3-渗滤液出水阀、4-UASB1 渗滤液进水泵、5-UASB1 渗滤液进水管、6-硝化液出水阀、7-UASB1 硝化液进水泵、8-UASB1 硝化液进水管、9-UASB1 内循环出水阀、10-UASB1 内循环水管、11-UASB1 内循环泵、12-三相分离器、13-UASB1 排气阀、14-UASB1 排气管、15-碱液吸收瓶、16-气体流量计、17-UASB1 出水管;

[0034] C-UASB2 反应器:18-UASB2 进水泵、19-三相分离器、20-UASB2 排气阀、21-UASB2 排气管、22-碱液吸收瓶、23-气体流量计、24-UASB2 内循环出水阀、25-UASB2 内循环水管、26-UASB2 内循环泵、27-UASB2 出水管、28-中间水箱、29-中间水箱出水阀;

[0035] D-SBR 反应器:30-SBR 进水管、31-SBR 进水泵、32-空气压缩机、33-气体管、34-气体流量计、35-空气扩散器、36-SBR 硝化液回流阀、37-SBR 硝化液回流泵、38-SBR 硝化液回流管、39-机械搅拌装置、40-SBR 排水阀、41-SBR 放空管和排泥管。

具体实施方式

[0036] 参见图 1,本发明进行垃圾渗滤液处理的具体流程为:

[0037] 渗滤液从原渗滤液区 1 通过 UASB1 渗滤液进水泵 4 与回流的 SBR 硝化上清液一起进入 UASB1 反应器 B,反应器内的反硝化菌和厌氧产甲烷菌充分利用进水中丰富的有机物,进行缺氧反硝化和厌氧产甲烷反应,使得有机物被充分降解。UASB1 反应器 B 的出水通过 UASB2 进水泵 18 从底部进入 UASB2 反应器 C,通过产甲烷菌的厌氧作用进一步去除 UASB1 反应器 C 出水中的剩余有机物。UASB2 反应器 C 出水依靠重力流向中间水箱 28。经过两级 UASB 处理的渗滤液进入 SBR 反应器 D,首先通过异养菌和硝化菌的好氧呼吸作用,完成 UASB2 反应器 C 出水中有机物的深度去除和氨氮的完全转化 ($\text{NH}_4^+-\text{N} \rightarrow \text{NO}_3^--\text{N}$),然后通过 SBR 的缺氧段,投加碳源作为电子供体,将混合液内的电子受体 NO_3^--N 完还原成氮气 N_2 ,从而完成了有机物和氮的同步深度去除。本研究采取 SBR 硝化出水回流的方式,对原水既有一定的稀释作用,又可使富含 NO_3^--N 的硝化液借助原水中丰富的有机碳源进行反硝化,实现生物脱氮及有机物降解的双重目的。

[0038] 应用本发明进行垃圾渗滤液处理的具体步骤如下:

[0039] (1) 开启渗滤液出水阀 3,启动 UASB1 渗滤液进水泵 C,同时开启硝化液出水阀 6,启动 UASB1 硝化液进水泵 7,渗滤液与 SBR 硝化液分别经过 UASB1 滤液进水管 5 和 UASB1 硝化液进水管 8 一同被泵入 UASB1 反应器 B。开启 UASB1 内循环出水阀 9,启动 UASB1 内循环泵 11,通过 UASB1 内循环水管 10 进行内循环,使得液体 UASB1 反应器 B 内向上流动,与反应

器内的微生物充分接触,进水混合液在 UASB1 反应器 B 内发生反硝化和产甲烷同步作用,反硝化菌利用进水中丰富的有机碳源将 SBR 硝化液回流水中的 NO_3^- -N 还原为 N_2 ,完成氮的去除。

[0040] (2) 上述 UASB1 反应器 B 内产甲烷菌将有机物氧化成 CH_4 , H_2O 和 CO_2 ,从而实现有机物的去除。UASB1 反应器 B 内产生的 N_2 和 CH_4 自下向上流动,在三相分离器 12 的作用下,实现了气体、液体和固体的分离,经 UASB1 排气阀 13 和 UASB1 排气管 24 进入碱液吸收瓶 15,在碱液吸收瓶 25 内,生物气中的 CO_2 被碱液吸收,而 N_2 和 CH_4 则通过气体流量计 16 计量后排放。

[0041] (3) 上述 UASB1 反应器 B 排出的上清液经过 UASB1 出水管 17,在 UASB2 进水泵 18 的作用下,被泵入 UASB2 反应器 C。开启 UASB2 内循环出水阀 24,上清液经 UASB2 内循环水管 25,在 UASB2 内循环泵 26 的作用下,进入 UASB2 反应器 C,使得液体在 UASB2 反应器 C 内向上流动。进水从 UASB2 反应器 C 自下向上流动过程中,与反应器内的微生物充分接触,发生产厌氧产甲烷作用,反应器内产甲烷菌将 UASB1 反应器 B 出水中残余有机物进一步氧化成 CH_4 , H_2O 和 CO_2 ,从而实现有机物的进一步去除。

[0042] (4) 上述 UASB2 反应器 C 内产生的生物气自下向上流动,在三相分离器 19 的作用下,实现了气体、液体和固体的分离,经 UASB2 排气阀 20 和 UASB2 排气管 21 进入碱液吸收瓶 22,在碱液吸收瓶 22 内,生物气中的 CO_2 被碱液吸收,而 CH_4 则通过气体流量计 23 计量后排放。

[0043] (5) 上述 UASB2 反应器 C 的上清液通过 UASB2 出水管 27 靠重力流入到中间水箱 28,打开中间水箱出水阀 29,开启 SBR 进水泵 31,中间水箱 28 内的水被泵入 SBR 反应器 D。进水完成后,开启空气压缩机 32,空气压缩机 32 送出的气体通过气体管 33,气体流量计 34 和空气扩散器 35,向反应器的微生物提供呼吸作用所需要的氧气,并可使反应器内的微生物与液体充分混合。

[0044] (6) 上述进入 SBR 反应器 D 经 UASB1 反应器 B, UASB2 反应器 C 处理的垃圾渗滤液,首先在异养菌的作用下,深度去除出水中残余有机物,同时自养的反硝化菌以 NH_4^+ -N 为电子供体,氧气为电子受体,将 NH_4^+ -N 氧化为 NO_3^- -N,实现氨氮的去除。

[0045] (7) 上述 SBR 反应器 D 硝化结束时,静止沉淀 30 ~ 60 分钟后,开启 SBR 硝化液回流阀 36,启动 SBR 硝化液回流泵 37,将硝化上清液通过 SBR 硝化液回流管 38 回流至 SBR 硝化液回流区 2,被泵入 UASB1 反应器 B 内进行反硝化。

[0046] (8) 上述 SBR 回流结束后,加入碳源,使 COD/NO_3^- -N 控制在 4。开启机械搅拌装置 39,反硝化菌在缺氧条件下,以碳源为电子供体, NO_3^- -N 为电子受体,将 NO_3^- -N 还原为 N_2 。

[0047] (9) 上述 SBR 反硝化反应完成后,停止机械搅拌装置 39,使 D-SBR 反应器内的泥水混合液静止沉淀 30 ~ 60 分钟,进行泥水分离。泥水分离完成后,上清液通过 SBR 排水阀 40 直接排出系统。

[0048] 实验实例:以某垃圾填埋场的实际垃圾渗滤液为研究对象,试验结果表明:系统经过 116d 的连续运行,获得了稳定的工艺性能:

[0049] (1) COD 的去除性能:在进水 COD 平均为 11950.2mg/L 的条件下, UASB1, UASB2 和 SBR 出水 COD 分别为 939.5mg/L, 629.0mg/L 和 375mg/L,去除率分别为 95.3%, 30% 和 74.2%。SBR 出水即为系统的最终出水,因此整个系统获得了 96.7% 的 COD 去除效果。同

时缺氧 UASB1 反应器的最大 COD 负荷达到 $13\text{kgCOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$, 最大 COD 去除速率为 $12.4\text{kgCOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$;

[0050] (2) NH_4^+-N 去除性能: 在进水 NH_4^+-N 为 982.7mg/L 的条件下, UASB1, UASB2 和 SBR 出水 NH_4^+-N 分别为 300.5mg/L , 290.8mg/L 和 3.2mg/L , 去除率分别为 69.4% , 70.4% 和 98.8% 。SBR 出水即为系统的最终出水, 因此整个系统获得了 99.6% 的 NH_4^+-N 去除率;

[0051] (3) 系统的反硝化性能: 在 UASB1 反应器内, 借助于进水中丰富的有机碳源, 在进水 NO_3^--N 为 128.9mg/L 的条件下, 出水为 3.2mg/L , 反硝化率为 94.9% , 在 SBR 反应器的缺氧段, 按 $\text{COD}/\text{NO}_3^--\text{N} = 4$ 投加碳源, 在初始 NO_3^--N 浓度为 81.3mg/L 条件下, 反硝化结束时, 出水 NO_3^--N 浓度为 1.3mg/L , 获得了 98.2% 反硝化率, 因此实现了氮的真正、深度去除。

[0052] 在高氮垃圾渗滤液处理工艺中, 两级 UASB 反应器扮演有机物去除的主要角色, 而 SBR 反应器则扮演氮去除的主要角色, 因为生物脱氮 (硝化-反硝化作用) 是实现渗滤液中氮去除的经济、有效方式, 而非“污染转嫁”。本实验过程中, 充分利用了厌氧生物法处理高浓度有机物的优点, 实现了渗滤液内有机物深度去除, 同时选择运行方式灵活, 可深度脱氮的 SBR 反应器获得了氮的深度、真正去除。发生在 SBR 反应器缺氧段和 UASB1 内的彻底反硝化为后续 SBR 硝化阶段提供了充足的碱度, 从而保证了 SBR 系统硝化作用的顺利进行, 并获得了完全的硝化作用, 这样 SBR 硝化结束时回流至 UASB1 反应器内的硝化液大幅度稀释了原渗滤液的高浓度氨氮, 从而大大减弱了高浓度氨氮所形成的游离氨 (FA) 对后续 SBR 系统内硝化菌的抑制作用, 可见这两者是相互关联、相互制约的。

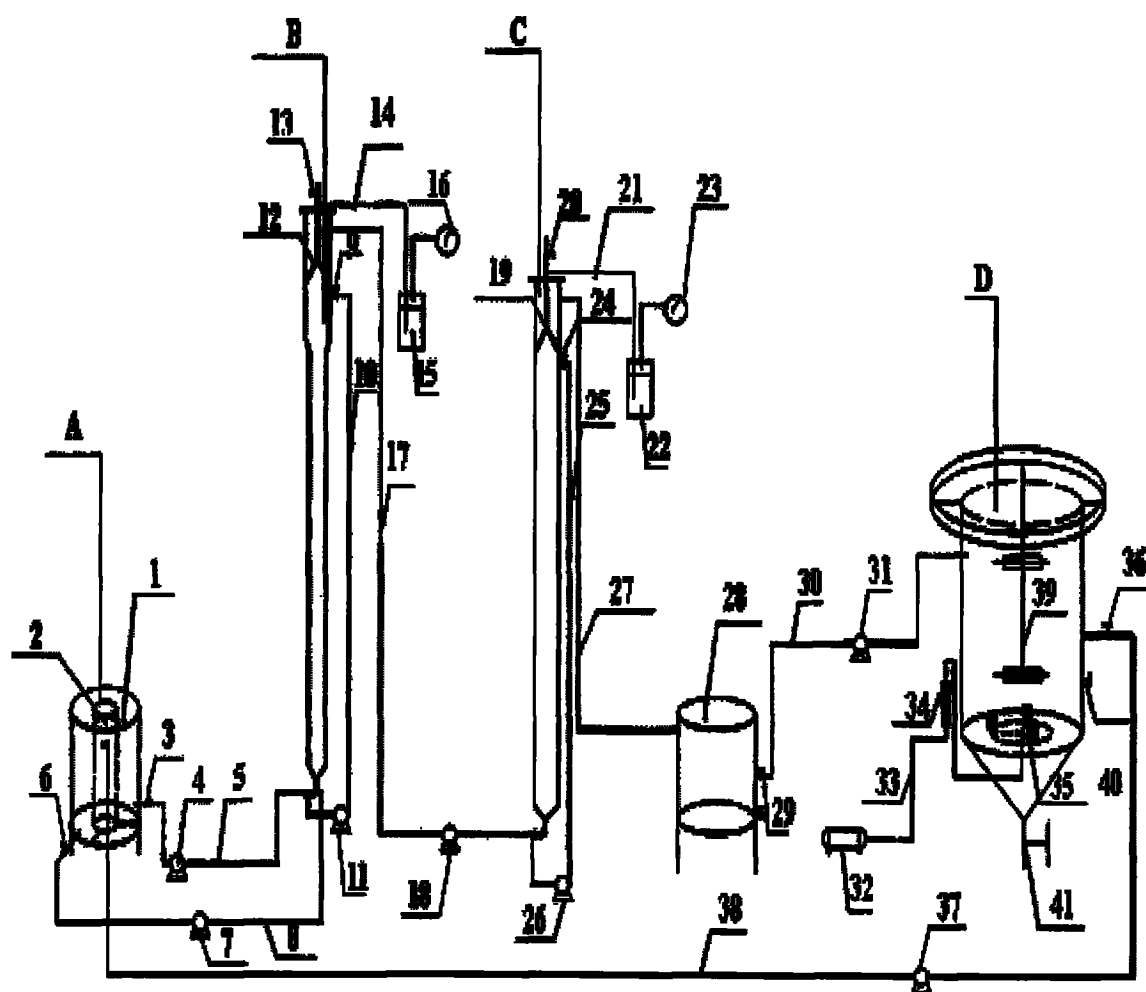


图 1

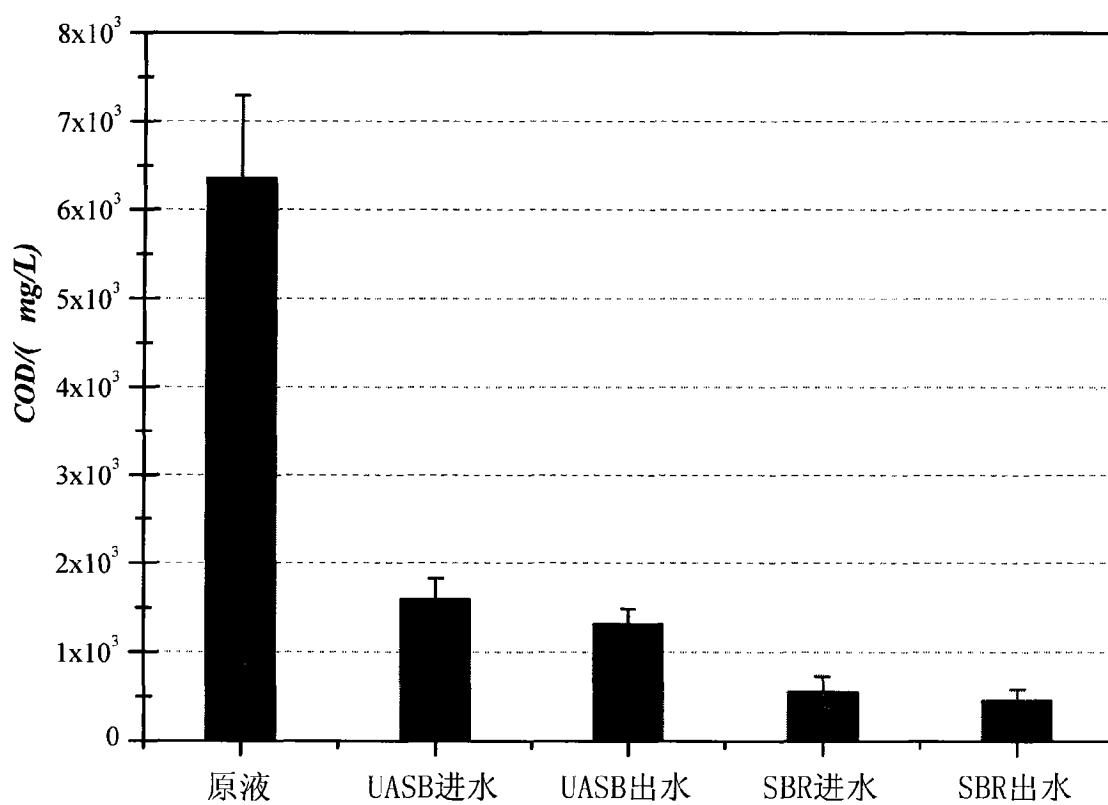


图 2

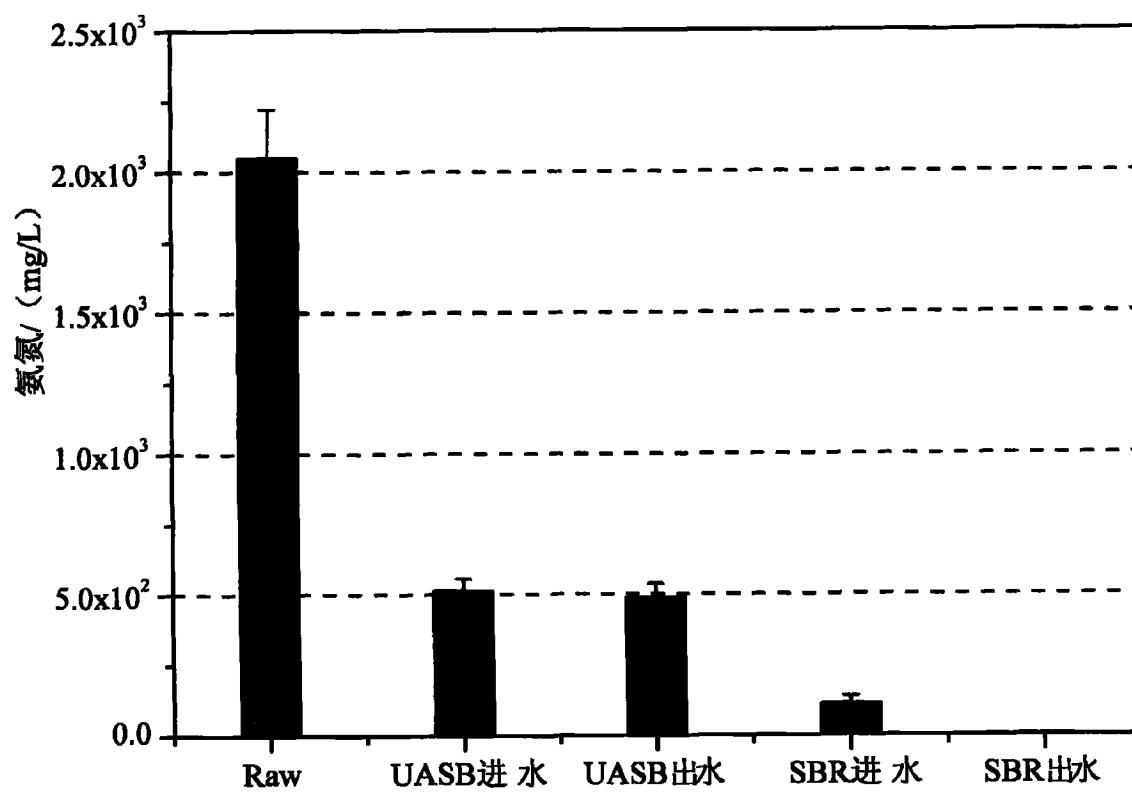


图 3