



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102583883 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201210035505. 2

(22) 申请日 2012. 02. 16

(71) 申请人 北京工业大学

地址 100022 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 彭永臻 唐晓雪 徐竹兵 王淑莹
马斌

(74) 专利代理机构 北京汇信合知识产权代理有
限公司 11335

代理人 王秀丽

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

C02F 3/30(2006. 01)

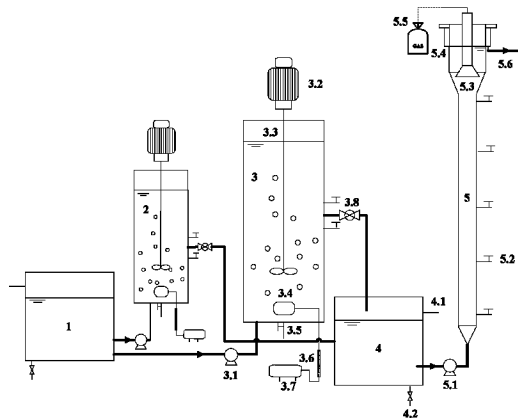
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法,属于污水生物处理技术领域,所述工艺包括:原水水箱、去除有机物 SBR 反应器、短程硝化 SBR 反应器、调节水箱和自养脱氮反应器;其中,原水水箱通过两台蠕动泵分别与去除有机物 SBR 反应器、短程硝化 SBR 反应器相连;去除有机物 SBR 反应器与短程硝化 SBR 反应器出水排入调节水箱,调节水箱中污水进入自养脱氮 UASB(Up-flow Anaerobic Sludge Bed/Blanket) 反应器实现氮的去除。硝化系统排水后添加生活污水进行后置反硝化有利于短程硝化的实现与稳定维持,去除有机物 SBR 反应器与短程硝化 SBR 反应器并联可灵活调控调节水箱内 NH_4^+-N , NO_2^--N 的浓度比例,将厌氧氨氧化技术成功应用在生活污水的深度脱氮处理中,实现了高效低能耗的污水处理。



1. 分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺,其特征在于,包括:原水水箱、去除有机物 SBR 反应器、短程硝化 SBR 反应器、调节水箱和自养脱氮反应器;其中,所述原水水箱通过进水泵与除有机物 SBR 反应器相连;同时原水水箱通过另一进水泵与短程硝化 SBR 反应器相连;短程硝化 SBR 反应器出水阀与调节水箱相连;去除有机物 SBR 反应器排水装置通过超越管与调节水箱相连;最终调节水箱中污水进入自养脱氮 UASB 反应器。

2. 根据权利要求 1 所述的分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺,其特征在于,所述去除有机物 SBR 反应器内置有搅拌装置、曝气头、气体流量计、曝气泵、出水管和出水阀门。

3. 根据权利要求 1 所述的分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺,其特征在于,所述短程硝化 SBR 反应器内置有搅拌装置、曝气头、气体流量计、曝气泵、出水管和出水阀门。

4. 根据权利要求 1 所述的分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺,其特征在于,所述调节水箱为封闭箱体,设有溢流管和放空管。

5. 根据权利要求 1 所述的分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺,其特征在于,所述原水水箱为封闭箱体,设有溢流管和放空管

6. 根据权利要求 1 所述的分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺,其特征在于,所述自养脱氮反应器设有三相分离器、排气管、溢流堰和出水管。

7. 分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的方法,其特征在于,包括:

将城市污水厂剩余污泥投加至除有机物 SBR 反应器,使反应器内污泥浓度 $MLSS = 2500-5000\text{mg/L}$;每周期曝气量恒定 $50 \sim 300\text{L/h}$,曝气搅拌 $30 \sim 60\text{min}$,沉淀排水,排水比为 $20 \sim 60\%$,当除有机物 SBR 反应器处理水 $\text{COD} < 80\text{mg/L}$,且硝化率 $< 5\%$ 时,完成除有机物 SBR 反应器的启动;出水排入调节水箱;

将短程硝化污泥或城市污水厂剩余污泥投加至短程硝化 SBR 反应器,控制反应器内污泥浓度为 $MLSS = 2500-5000\text{mg/L}$,每周期曝气搅拌,控制反应器内溶解氧为 $0.5 \sim 2\text{mg/L}$,曝气 $1.5\text{h} \sim 3\text{h}$,沉淀排水,排水比为 $20 \sim 60\%$,排水后添加生活污水,通过反硝化作用消耗反应器内残余 $\text{NO}_2^- \text{N}$,当短程硝化 SBR 反应器处理水 $\text{NH}_4^+ \text{-N} < 2\text{mg/L}$, $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 累计率 $> 75\%$,完成短程硝化 SBR 反应器的启动;出水排入调节水箱;

将厌氧氨氧化颗粒污泥或絮状污泥投入 UASB 反应器,通过厌氧氨氧化作用将进水中的 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 与 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 转化为 N_2 排出系统,当 UASB 反应器处理水 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 浓度 $< 1\text{mg/L}$,或 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 浓度 $< 1\text{mg/L}$,完成 UASB 反应器的启动调试;

三段反应器分别启动成功后,系统正式运行, $60\% \sim 80\%$ 的原水进入短程硝化 SBR 反应器,实现污水的短程硝化,处理水排入调节水箱后,向短程硝化 SBR 反应器内添加生活污水,通过反硝化作用将反应器内残留的亚硝去除,与此同时 $20\% \sim 40\%$ 的原水进入除有机物 SBR 反应器实现有机物的去除,处理水排入调节水箱,通过控制除有机物 SBR 反应器排水比及反应周期数,调节厌氧氨氧化进水水箱即调节水箱中 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$, $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 的浓度,使二者比例维持在 $1 : 1 \sim 1 : 1.3$ 之间,最终污水进入 UASB 反应器实现厌氧氨氧化,去除污水中总氮。

分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水生物处理技术领域,尤其涉及一种分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法。

背景技术

[0002] 日益加剧的水体富营养化问题使得氮素污染的控制与治理成为水处理技术研究的重点难点之一。传统的脱氮工艺在不外加碳源的情况下,很难保证低碳氮比城市污水总氮的去除率,因此,在如何降低造价的同时,提高总氮去除率成为低碳氮比污水处理面临的主要问题。

[0003] 随着新型生物脱氮途径的发现,厌氧氨氧化技术作为高效低耗的生物脱氮工艺之一逐步得到开发应用。厌氧氨氧化技术无需外加碳源作为电子供体,在节约成本的同时防止了投加碳源产生的二次污染;与传统工艺相比节约 60% 的供氧动力消耗;反应过程消耗 CO_2 , 不产生 N_2O , 降低了温室气体的排放量;无需中和剂,进一步节约成本;系统产泥量明显降低,减轻污泥消化处理的负担。目前厌氧氨氧化污水自养脱氮工艺的研究,已经成功应用于高氨氮废水处理,而对低氨氮废水自养脱氮工艺的研究相对较少。如果可以发挥厌氧氨氧化技术高效节能的潜力并将该技术应用于工程实践,必将促进我国的节能减排工作。

[0004] 因此,当下需要迫切解决的一个技术问题就是:如何能够提出一种有效的措施,以解决现有技术中存在的问题,通过分段并联厌氧氨氧化处理城市污水,使厌氧氨氧化技术成功应用在生活污水的深度脱氮处理中,具有低耗氧量,无需外加碳源,无需中和剂等诸多优点。在硝化结束后添加生活污水进行反硝化,消耗反应器内 NOB 生长的底物亚硝,使硝化系统更易稳定维持短程。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法,实现将厌氧氨氧化技术应于生活污水的深度脱氮处理中,使耗氧量与传统脱氮方式相比降低,并无需外加碳源,无需中和剂。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺,包括:原水水箱、去除有机物 SBR 反应器、短程硝化 SBR 反应器、调节水箱和自养脱氮反应器;其中,所述原水水箱通过进水泵与除有机物 SBR 反应器相连;同时原水水箱通过另一进水泵与短程硝化 SBR 反应器相连;短程硝化 SBR 反应器出水阀与调节水箱相连;去除有机物 SBR 反应器排水装置通过超越管与调节水箱相连;最终调节水箱中污水进入自养脱氮 UASB 反应器。

[0007] 进一步地,所述去除有机物 SBR 反应器内置有搅拌装置、曝气头、气体流量计、曝气泵、出水管和出水阀门。

[0008] 进一步地,所述短程硝化 SBR 反应器内置有搅拌装置、曝气头、气体流量计、曝气泵、出水管和出水阀门。

- [0009] 进一步地,所述调节水箱为封闭箱体,设有溢流管和放空管。
- [0010] 进一步地,所述原水水箱为封闭箱体,设有溢流管和放空管
- [0011] 进一步地,所述自养脱氮反应器设有三相分离器、排气管、溢流堰和出水管。
- [0012] 本发明还提供了一种分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的方法,包括:
- [0013] 将城市污水厂剩余污泥投加至除有机物 SBR 反应器,使反应器内污泥浓度 MLSS = 2500-5000mg/L;每周期曝气量恒定 50 ~ 300L/h,曝气搅拌 30 ~ 60min,沉淀排水,排水比为 20 ~ 60%,当除有机物 SBR 反应器处理水 COD < 80mg/L,且硝化率 < 5%时,完成除有机物 SBR 反应器的启动;出水排入调节水箱;
- [0014] 将短程硝化污泥或城市污水厂剩余污泥投加至短程硝化 SBR 反应器,控制反应器内污泥浓度为 MLSS = 2500-5000mg/L,每周期曝气搅拌,控制反应器内溶解氧为 0.5 ~ 2mg/L,曝气 1.5h ~ 3h,沉淀排水,排水比为 20 ~ 60%,排水后添加生活污水,通过反硝化作用消耗反应器内残余 NO_2^- -N,当短程硝化 SBR 反应器处理水 NH_4^+ -N < 2mg/L, NO_2^- -N 累计率 > 75%,完成短程硝化 SBR 反应器的启动;出水排入调节水箱;
- [0015] 将厌氧氨氧化颗粒污泥或絮状污泥投入 UASB 反应器,通过厌氧氨氧化作用将进水中的 NH_4^+ -N 与 NO_2^- -N 转化为 N_2 排出系统,当 UASB 反应器处理水 NH_4^+ -N 浓度 < 1mg/L,或 NO_2^- -N 浓度 < 1mg/L,完成 UASB 反应器的启动调试;
- [0016] 三段反应器分别启动成功后,系统正式运行,60% ~ 80%的原水进入短程硝化 SBR 反应器,实现污水的短程硝化,处理水排入调节水箱后,向短程硝化 SBR 反应器内添加生活污水,通过反硝化作用将反应器内残留的亚硝去除,与此同时 20% ~ 40%的原水进入除有机物 SBR 反应器实现有机物的去除,处理水排入调节水箱,通过控制除有机物 SBR 反应器排水比及反应周期数,调节厌氧氨氧化进水水箱及调节水箱中 NH_4^+ -N, NO_2^- -N 的浓度,使二者比例维持在 1 : 1 ~ 1 : 1.3 之间,最终污水进入 UASB 反应器实现厌氧氨氧化,去除污水中总氮。
- [0017] 综上,本发明提供的一种分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法,将厌氧氨氧化技术应于生活污水的深度脱氮处理中,使耗氧量与传统脱氮方式相比降低 60%,并无需外加碳源,无需中和剂。
- [0018] 将氨氧化菌与厌氧氨氧化菌分开于两个独立的系统中,利于各系统的高效运行,将污泥按污泥龄分开,保证各个系统运行的稳定性,将好氧菌与厌氧菌分开避免了氧对厌氧氨氧化菌的抑制作用,进而保证厌氧菌的高效性。
- [0019] 硝化系统排水后添加生活污水进行后置反硝化,消除了 NOB 生长的底物,有利于短程硝化的实现,短程硝化系统无须在线监测装置及反馈装置,反应器结构简单。
- [0020] 通过去除有机物 SBR 反应器灵活调控调节水箱内 NH_4^+ -N, NO_2^- -N 的浓度比例,使该系统可控性较强,易保证自养厌氧氨氧化 UASB 反应器的稳定运行。
- [0021] 采用 UASB 反应器培养厌氧氨氧化菌易于形成颗粒污泥,保证系统具有较强的生物持留能力,提高系统抗冲击性能。

附图说明

- [0022] 图 1 是本发明分段并联厌氧氨氧化处理城市污水工艺的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 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。如图 1 所示结构图,1 为生活污水原水箱;2 为除有机物 SBR 反应器;3 为短程硝化 SBR 反应器;4 为调节水箱;5 为自养脱氮 UASB 反应器;其中 1.1 为生活污水原水箱溢流管,1.2 为放空管(调节水箱与原水箱结构相同);3.1 为进水泵,3.2 为搅拌器,3.3 为搅拌桨,3.4 为曝气头,3.5 为气体流量计,3.6 为气泵,3.7 为排泥放空管,3.8 为排水阀(短程硝化 SBR 反应器与除有机物 SBR 反应器结构相同);5.1 为自养脱氮反应器进水泵,5.2 为取样口,5.3 为三相分离器,5.4 为溢流堰,5.5 为排气管,5.6 为出水管。分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺包括原水箱、除有机物 SBR 反应器、短程硝化 SBR 反应器、调节水箱和自养脱氮反应器。其中去除有机物 SBR 反应器与短程硝化 SBR 反应器内均置有搅拌装置、曝气头、出水管(设置出水阀门);原水箱与调节水箱均为封闭箱体,设有溢流管、放空管;自养脱氮 UASB 反应器,设有三相分离器、排气管、溢流堰和出水管。

[0024] 其中,所述原水箱通过进水泵与除有机物 SBR 反应器相连;同时原水箱通过另一进水泵与短程硝化 SBR 反应器相连;短程硝化 SBR 反应器出水阀与调节水箱相连;去除有机物 SBR 反应器排水装置通过超越管与调节水箱相连并配有蠕动泵调节流量;最终调节水箱中污水进入自养脱氮 UASB 反应器。

[0025] 城市污水在此工艺中的处理流程为:污水分为两部分一部分进入去除有机物 SBR 反应器实现有机物的去除;另一部分进入短程硝化 SBR 反应器实现短程硝化,而后通过反硝化作用将反应器内残留的亚硝去除;自养脱氮 UASB 反应器的进水来自短程硝化系统及去除有机物反应器出水的混合物,该混合污水中 NH_4^+-N , NO_2^--N 的浓度比例为 1 : 1 ~ 1 : 1.3,通过厌氧氨氧化作用将水中的 NH_4^+-N , NO_2^--N 转化为 N_2 。

[0026] 污水处理方法具体包括以下步骤:

[0027] 将城市污水厂剩余污泥投加至除有机物 SBR 反应器,使反应器内污泥浓度 $\text{MLSS} = 2500\text{--}5000\text{mg/L}$;每周期曝气量恒定 $50 \sim 300\text{L/h}$,曝气搅拌 $30 \sim 60\text{min}$,沉淀排水,排水比为 $20 \sim 60\%$,当除有机物 SBR 反应器处理水 $\text{COD} < 80\text{mg/L}$,且硝化率 $< 5\%$ 时,完成 SBR 除有机物反应器的启动;出水排入调节水箱;

[0028] 将短程硝化污泥或城市污水厂剩余污泥投加至短程硝化 SBR 反应器,控制反应器内污泥浓度为 $\text{MLSS} = 2500\text{--}5000\text{mg/L}$,每周期曝气搅拌,控制反应器内溶解氧为 $0.5 \sim 2\text{mg/L}$,曝气 $1.5\text{h} \sim 3\text{h}$,沉淀排水,排水比为 $20 \sim 60\%$,排水后添加生活污水,通过反硝化作用消耗反应器内残余 NO_2^-N ,当短程硝化 SBR 反应器处理水 $\text{NH}_4^+-\text{N} < 2\text{mg/L}$, NO_2^--N 累计率 $> 75\%$,完成短程硝化 SBR 反应器的启动;出水排入调节水箱;

[0029] 将厌氧氨氧化颗粒污泥或絮状污泥投入 UASB 反应器,通过厌氧氨氧化作用将进水中的 NH_4^+-N 与 NO_2^--N 转化为 N_2 排出系统,当 UASB 反应器处理水 NH_4^+-N 浓度 $< 1\text{mg/L}$,或 NO_2^--N 浓度 $< 1\text{mg/L}$,完成 UASB 反应器的启动调试。

[0030] 三段反应器分别启动成功后,系统正式运行, $60\% \sim 80\%$ 的原水进入短程硝化 SBR 反应器,实现污水的短程硝化,处理水排入调节水箱后,向短程硝化 SBR 反应器内添加生活污水,通过反硝化作用将反应器内残留的亚硝去除,与此同时 $20\% \sim 40\%$ 的原水进入除有机物 SBR 反应器实现有机物的去除,处理水排入调节水箱,通过控制除有机物 SBR 反应器排水比及反应周期数,调节厌氧氨氧化进水水箱即调节水箱中 NH_4^+-N , NO_2^--N 的浓度,使

二者比例维持在 1 : 1 ~ 1 : 1.3 之间,最终污水进入 UASB 反应器实现厌氧氨氧化,去除污水中总氮。

[0031] 具体试验用水取自北京工业大学家属区生活污水,其水质如下:COD190mg/L ~ 289mg/L; $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 50mg/L ~ 89mg/L; $\text{NO}_2^-\text{-N}$ < 1mg/L; $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 0.12mg/L ~ 1.0mg/L; P4mg/L ~ 7mg/L。试验系统如图 1 所示,自养脱氮 UASB 反应器采用有机玻璃制成,反应区内径为 7cm,有效容积为 3L;除有机物 SBR 反应器有效容积为 10L,短程硝化 SBR 反应器有效容积为 12L。

[0032] 具体运行操作如下:

[0033] 系统启动:

[0034] 1) 将城市污水厂剩余污泥投加至除有机物 SBR 反应器,使反应器内污泥浓度 MLSS = 3500-5000mg/L;每周期厌氧搅拌 20min,随后曝气搅拌 20min,曝气量恒定 300L/h,沉淀排水,排水比为 40%。每天运行 8 个周期,并按污泥浓度排泥。驯化 3 周后,除有机物 SBR 反应器处理水达到 COD < 90mg/L,且硝化率 < 3%,出水 P < 1mg/L,完成 SBR 除有机物反应器的启动;将出水排入调节水箱。

[0035] 2) 将短程硝化污泥投加至短程硝化 SBR 反应器,控制反应器内污泥浓度为 MLSS = 3500-4500mg/L,每周期曝气搅拌,控制反应器内溶解氧为 2.0mg/L,曝气 1.5h ~ 3h,沉淀排水,排水比为 40%,系统 SRT 为 18d。排水后添加生活污水,进行厌氧搅拌反硝化,消耗反应器内残余 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 。经过 30 天的驯化,短程硝化 SBR 反应器处理水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ < 2mg/L, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 累计率 > 75%,完成短程硝化 SBR 反应器的启动;出水排入调节水箱。

[0036] 3) 将厌氧氨氧化颗粒污泥及絮状污泥投入 UASB 反应器,通过厌氧氨氧化作用将进水中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 与 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 转化为 N_2 排出系统。当 UASB 反应器处理水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度 < 1mg/L,或 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 浓度 < 1mg/L,完成 UASB 反应器的启动调试。

[0037] 三段反应器分别启动成功后,系统正式运行,60% ~ 80% 的原水进入短程硝化 SBR 反应器,实现污水的短程硝化,处理水排入调节水箱后,向短程硝化 SBR 反应器内添加生活污水,通过反硝化作用将反应器内残留的亚硝去除,与此同时 20% ~ 40% 的原水进入除有机物 SBR 反应器实现有机物的去除,处理水排入调节水箱,通过控制除有机物 SBR 反应器排水比及反应周期数,调节厌氧氨氧化进水水箱即调节水箱中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 的浓度,使二者比例维持在 1 : 1 ~ 1 : 1.3 之间,最终污水进入 UASB 反应器实现厌氧氨氧化,去除污水中总氮。

[0038] 试验结果表明:运行稳定后,自养脱氮 UASB 反应器最大氮去除速率约为 1.0kgN/m³ · d,处理水 COD 为 35-50mg/L, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ < 3mg/L, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ < 1mg/L。

[0039] 本发明分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法可广泛用于城市污水及其他低氨氮有机工业废水处理。

[0040] 以上对本发明所提供的分段并联厌氧氨氧化处理城市污水的工艺和方法进行了详细介绍,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方法及其核心思想;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。

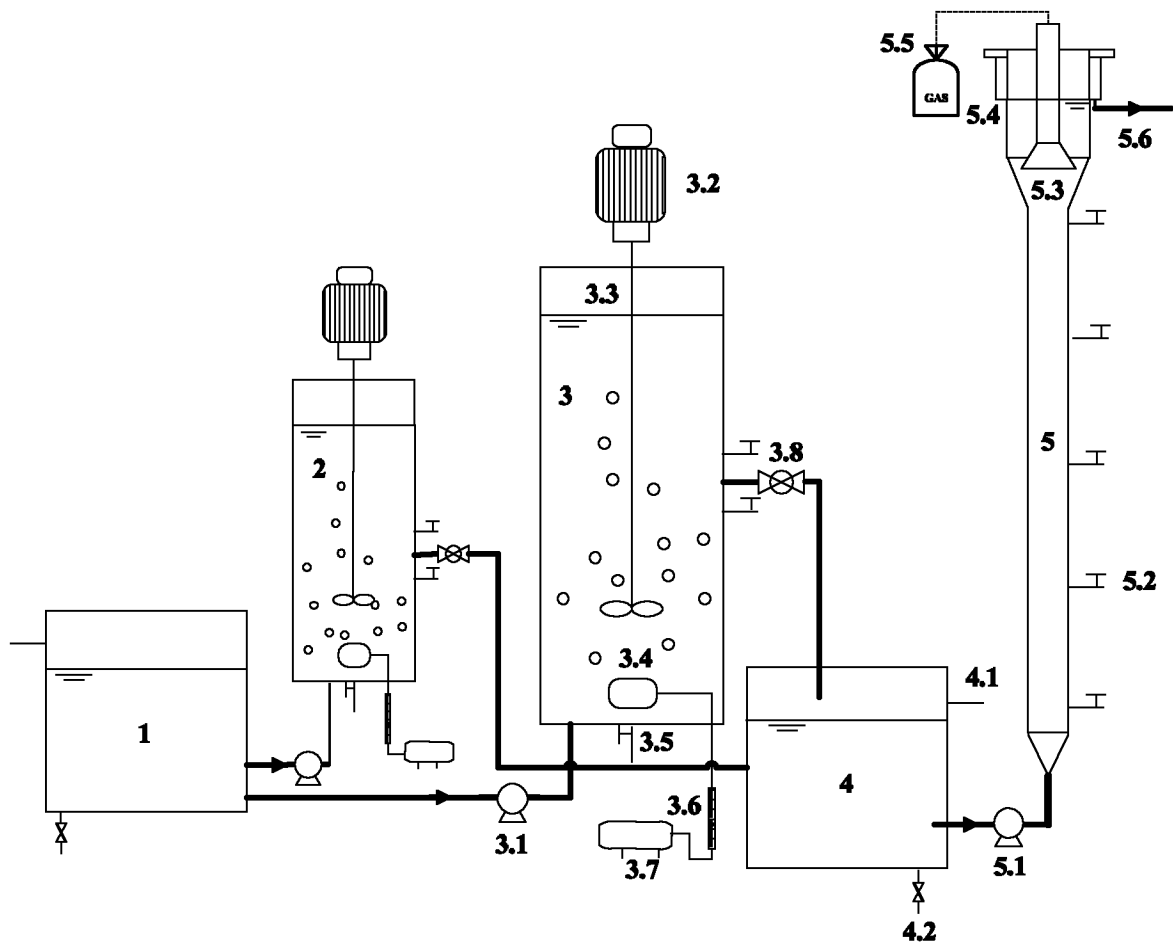


图 1