



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110697896 A

(43)申请公布日 2020.01.17

(21)申请号 201911116933.6

(22)申请日 2019.11.15

(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 杜睿 李翔晨 王锦程
范泽里

(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)

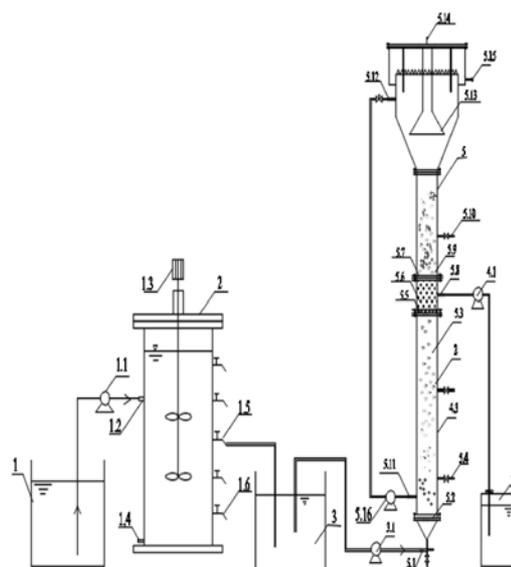
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

短程硝化联合多段进水反硝化氨氧化工艺深度处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置和方法

(57)摘要

短程硝化联合多段进水反硝化氨氧化工艺深度处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置和方法属于污水生物处理领域。该装置采用序批式SBR反应器与升流式厌氧污泥床(UASB)反应器联合运行。采用序批式SBR进行污泥厌氧消化液的短程硝化过程,其出水由底部进入UASB反应器,该反应器自下而上分为厌氧氨氧化区、中间混合区、短程反硝化耦合厌氧氨氧化区。城市污水由中部进水口进入UASB反应器,短程反硝化反应利用城市污水中有机碳源将厌氧氨氧化过程产生的硝酸盐还原为亚硝酸盐,与城市污水中的氨氮通过厌氧氨氧化作用去除,实现污泥厌氧消化液与城市污水的同步高效处理。本方法具有脱氮效率高、节省曝气能耗、降低有机碳源耗量的优势。



1. 一种短程硝化联合多段进水短程反硝化耦合厌氧氨氧化工艺处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置,其特征在于:包括污泥厌氧消化液储备箱(1)、短程硝化SBR反应器(2)、中间水箱(3)、城市污水箱(4)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器(5);短程硝化SBR反应器设有进水口(1.2)、搅拌器(1.3)、放空管(1.4)、排水口(1.5)、排泥口(1.6);污泥厌氧消化液储备箱(1)通过第一蠕动泵(1.1)与短程硝化SBR反应器进水口(1.2)相连;短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器自下而上设有第一进水口(5.1)、布水器(5.2)、厌氧氨氧化反应区(5.3)、第一排泥口(5.4)、承托板(5.5)、中间混合区(5.6)、挡板(5.7)、第二进水口(5.8)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区(5.9)、第二排泥口(5.10)、第一回流口(5.11)、第二回流口(5.12)、三相分离器(5.13)、排气口(5.14)、出水口(5.15);布水器(5.2)设有直径为2~6mm的圆形小孔;承托板(5.5)设有分布均匀的直径为2~4mm的圆形小孔;挡板(5.7)设有分布均匀的直径为3~5mm的圆形小孔;污泥厌氧消化液储备箱(1)通过第一蠕动泵(1.1)与短程硝化SBR反应区第一进水口(1.2)相连;短程硝化SBR反应器排水口(1.5)与中间水箱(3)相连;中间水箱(3)通过第二蠕动泵(3.1)与短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器(5)底部第一进水口(5.1)相连;城市污水箱(4)通过第三蠕动泵(4.1)与短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器的第二进水口(5.8)相连;短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器的第一回流口(5.11)通过第四蠕动泵(5.16)与第二回流口(5.12)相连。

2. 一种短程硝化联合多段进水短程反硝化耦合厌氧氨氧化工艺处理污泥厌氧消化液与城市污水的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 短程硝化SBR启动与运行:接种污水处理厂硝化污泥于短程硝化SBR反应器,接种后污泥浓度为2.0~5.0g/L,污泥厌氧消化液通过第一蠕动泵进入短程硝化SBR反应器,污泥厌氧消化液中氨氮浓度为200~800mg/L,控制短程硝化SBR反应器内溶解氧浓度为1.0~2.0mg/L,利用污泥厌氧消化液中游离氨抑制作用和溶解氧浓度控制实现短程硝化过程,将氨氮氧化为亚硝酸盐,曝气并搅拌4~7h,沉淀0.5~1.0h,排出上清液至中间水箱,排水比为40~60%;当出水亚硝酸盐氮与氨氮质量浓度比为1.0~1.5时,短程硝化启动成功;

(2) 短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器启动与运行:短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器的厌氧氨氧化反应区接种培养成熟的厌氧氨氧化颗粒污泥,接种后污泥浓度为3.0~6.0g/L;短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区接种培养成熟的短程反硝化耦合厌氧氨氧化颗粒污泥,其硝酸盐转化为亚硝酸盐的转化率大于70%,接种后污泥浓度为3.0~6.0g/L;中间水箱中混合液通过蠕动泵由底部第一进水口进入短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器,城市污水由第二进水口进入短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器中间混合区,控制中间混合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比为1.0~1.5;短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器水力停留时间为2.0~6.0h;回流比为1.0~3.0;

所述的步骤(1)中短程硝化SBR反应器污泥龄控制为10~15天;

所述的步骤(1)中短程硝化SBR反应器出水亚硝酸盐与氨氮质量浓度比大于1.5时,减少曝气时间;当出水亚硝酸盐与氨氮质量浓度比小于1.0时,延长曝气时间;

所述的步骤(2)中的厌氧氨氧化反应区与短程反硝化耦合厌氧反应区的体积比为2.0~4.0,厌氧氨氧化反应区与中间过渡区的体积比为5.0~8.0;

所述的步骤(2)中间水箱混合液与城市污水的进水流量比为1.0~5.0;当中间混合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比小于1.0时,减少城市污水进水流量;当中间混合区硝酸盐氮与

氨氮质量浓度比大于5.0时,增加城市污水进水流量;

所述的步骤(2)中短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区污泥浓度大于6.0g/L时,打开第二排泥口进行排泥。

短程硝化联合多段进水反硝化氨氧化工艺深度处理污泥厌氧 消化液与城市污水的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种短程硝化联合多段进水连续流短程反硝化耦合厌氧氨氧化工艺处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置与方法,属于废水生物脱氮技术领域,具体采用序批式SBR反应器进行污泥厌氧消化液的短程硝化,采用的多段进水连续流短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器,自下而上将其分为厌氧氨氧化反应区、中间混合区、短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区,污泥厌氧消化液出水中氨氮和亚硝酸盐在厌氧氨氧化反应区去除并产生硝酸盐,城市污水与硝酸盐在中间过渡区混合并进入短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区进行脱氮,实现污泥消化液和城市污水的同步处理。

背景技术

[0002] 随着我国污水的处理效率逐渐提高,全国城镇污水处理厂6900余座,设计处理能力达到1.9亿吨/天,全国污水处理量达到532.3亿吨,处理率达到90%以上。随之而来的是大量剩余污泥产生。2015年,我国污水处理厂的污泥产生量达到3015.9万吨。污泥稳定化和资源化处理是污水处理过程中的重要环节。厌氧发酵我国处理城市剩余污泥的主要技术,其具有回收能源、污泥减量化和无害化的优点。但是,在污泥厌氧处理过程中会有大量的污泥消化液生成,污泥消化液呈现低碳高氮的特点,传统的生物脱氮技术不能对其进行有效的处理。厌氧氨氧化技术是目前国内外普遍认可的高效、低能耗的生物处理技术。该过程在缺氧条件下,将氨氮和亚硝酸盐直接转化为氮气,并产生11%氮素为硝酸盐氮。与传统脱氮工艺相比,该工艺能够节省50%曝气能耗和70%污泥产量,并且具有较高脱氮负荷。厌氧氨氧化工艺已经在高氨氮废水处理中实现工程化应用。然而,该过程中产生硝酸盐氮往往导致出水总氮浓度高,不能直接排放,需要进一步脱氮处理。传统反硝化方法需要消耗大量外加碳源,并且增加剩余污泥产量,单独设置反硝化单元增加了工艺运行操作的复杂程度。目前尚未见经济高效的污泥消化液深度脱氮有效工艺与方法。

[0003] 短程反硝化耦合厌氧氨氧化是污水高效脱氮的新技术。该工艺能够将硝酸盐同步高效转化为亚硝酸盐,其与氨氮通过厌氧氨氧化过程同步去除,无需曝气,有机碳源需求量大大降低,同时将厌氧氨氧化过程产生硝酸盐氮原位还原,因此,该工艺在处理厌氧氨氧化工艺出水及城市污水方面具有重要应用潜力。但现有工艺均为厌氧氨氧化过程与后续处理过程在不同系统分别进行,本方法在现有工艺基础上,采用多段进水的厌氧氨氧化和短程反硝化耦合厌氧氨氧化一体化形式,不仅同时去除厌氧氨氧化过程产生的硝酸盐,同时将城市污水高效脱氮,避免了传统短程硝化-厌氧氨氧化工艺需要严格进水基质比例及出水硝酸盐浓度过高的问题,无需设置完全反硝化处理,简化运行操作,脱氮效率和稳定性进一步提高,在高氨氮废水及城市污水深度脱氮方面具有重要优势。

发明内容

[0004] 本发明基于短程硝化技术、厌氧氨氧化技术、短程反硝化技术,提供了一种在多段

进水连续流升流式污泥床反应器中实现深度处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置和方法。

[0005] 本发明的目的通过以下技术方案来实现：

[0006] 一种短程硝化联合多段进水短程反硝化耦合厌氧氨氧化工艺处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置，其特征在于：包括污泥厌氧消化液储备箱(1)、短程硝化SBR反应器(2)、中间水箱(3)、城市污水箱(4)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器(5)；SBR反应器设有进水口(1.2)、搅拌器(1.3)、放空管(1.4)、排水口(1.5)、排泥口(1.6)；污泥厌氧消化液储备箱(1)通过第一蠕动泵(1.1)与SBR反应器进水口(1.2)相连；短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器自下而上设有第一进水口(5.1)、布水器(5.2)、厌氧氨氧化反应区(5.3)、第一排泥口(5.4)、承托板(5.5)、中间混合区(5.6)、挡板(5.7)、第二进水口(5.8)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区(5.9)、第二排泥口(5.10)、第一回流口(5.11)、第二回流口(5.12)、三相分离器(5.13)、排气口(5.14)、出水口(5.15)；布水器(5.2)设有直径为2~6mm的圆形小孔；承托板(5.5)设有分布均匀的直径为2~4mm的圆形小孔；挡板(5.7)设有分布均匀的直径为3~5mm的圆形小孔；污泥厌氧消化液储备箱(1)通过第一蠕动泵(1.1)与短程硝化SBR反应区第一进水口(1.2)相连；SBR反应器排水口(1.5)与中间水箱(3)相连；中间水箱(3)通过第二蠕动泵(3.1)与短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器(5)底部第一进水口(5.1)相连；城市污水箱(4)通过第三蠕动泵(4.1)与UASB反应器第二进水口(5.8)相连；UASB反应器第一回流口(5.11)通过第四蠕动泵(5.16)与第二回流口(5.12)相连。

[0007] 一种短程硝化联合多段进水短程反硝化耦合厌氧氨氧化工艺处理污泥厌氧消化液与城市污水的方法，其特征在于，包括以下步骤：

[0008] (1) 短程硝化SBR启动与运行：接种污水处理厂硝化污泥于SBR反应器，接种后污泥浓度为2.0~5.0g/L，污泥厌氧消化液通过第一蠕动泵进入SBR反应器，消化液中氨氮浓度为200~800mg/L，控制反应器内溶解氧浓度为1.0~2.0mg/L，利用污泥厌氧消化液中游离氨抑制作用和溶解氧浓度控制实现短程硝化过程，将氨氮氧化为亚硝酸盐，曝气并搅拌4~7h，沉淀0.5~1.0h，排出上清液至中间水箱，排水比为40~60%；当出水亚硝酸盐氮与氨氮质量浓度比为1.0~1.5时，短程硝化启动成功；

[0009] (2) 短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器启动与运行：UASB反应器厌氧氨氧化反应区接种培养成熟的厌氧氨氧化颗粒污泥，接种后污泥浓度为3.0~6.0g/L；短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区接种培养成熟的短程反硝化耦合厌氧氨氧化颗粒污泥，其硝酸盐转化为亚硝酸盐的转化率大于70%，接种后污泥浓度为3.0~6.0g/L；中间水箱中混合液通过蠕动泵由底部第一进水口进入UASB反应器，城市污水由第二进水口进入UASB反应器中间混合区，控制中间混合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比为1.0~1.5；UASB反应器水力停留时间为2.0~6.0h；回流比为1.0~3.0。

[0010] 所述的步骤(1)中SBR反应器污泥龄控制为10~15天；

[0011] 所述的步骤(1)中SBR反应器出水亚硝酸盐与氨氮质量浓度比大于1.5时，减少曝气时间；当出水亚硝酸盐与氨氮质量浓度比小于1.0时，延长曝气时间；

[0012] 所述的步骤(2)中的厌氧氨氧化反应区与短程反硝化耦合厌氧反应区的体积比为2.0~4.0，厌氧氨氧化反应区与中间过渡区的体积比为5.0~8.0；

[0013] 所述的步骤(2)中间水箱混合液与城市污水的进水流量比为1.0~5.0；当中间混

合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比小于1.0时,减少城市污水进水流量;当中间混合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比大于5.0时,增加城市污水进水流量;

[0014] 所述的步骤(2)中短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区污泥浓度大于6.0g/L时,打开第二排泥口进行排泥。

[0015] 本发明提供了一种短程硝化联合多段进水短程反硝化耦合厌氧氨氧化工艺处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置和方法,具有以下优势:

[0016] 1、无需严格控制污泥消化液短程硝化出水基质比例,其厌氧氨氧化处理过程中产生的硝酸盐通过短程反硝化耦合厌氧氨氧化过程得到原位去除,降低出水总氮浓度,大大提高高氨氮废水的脱氮效率。

[0017] 2、短程反硝化利用城市污水中可利用有机碳源将厌氧氨氧化反应区产生的硝酸盐原位还原为亚硝酸盐,减少外加碳源需求量;产生的亚硝酸盐和城市污水中氨氮通过厌氧氨氧化反应去除,无需曝气能耗,在城市污水处理过程中具有高效低碳的重要优势。

[0018] 3、厌氧氨氧化反应区与短程反硝化耦合厌氧氨氧化在一体化系统中同时进行,避免了单独设置反硝化处理,简化运行控制,通过调节水力停留时间和进水流量实现污水高效脱氮。

附图说明

[0019] 图1是本发明的装置示意图。

[0020] 其中:污泥厌氧消化液储备箱(1)、短程硝化SBR反应器(2)、中间水箱(3)、城市污水箱(4)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器(5);SBR反应器进水口(1.2)、搅拌器(1.3)、放空管(1.4)、排水口(1.5)、排泥口(1.6);第一蠕动泵(1.1);短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器第一进水口(5.1)、布水器(5.2)、厌氧氨氧化反应区(5.3)、第一排泥口(5.4)、承托板(5.5)、中间混合区(5.6)、挡板(5.7)、第二进水口(5.8)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区(5.9)、第二排泥口(5.10)、第一回流口(5.11)、第二回流口(5.12)、三相分离器(5.13)、排气口(5.14)、出水口(5.15);第二蠕动泵(3.1);城市污水箱(4);第三蠕动泵(4.1);短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器第二进水口(5.8);第一回流口(5.11);第二回流口(5.12);第四蠕动泵(5.16)。

具体实施方式

[0021] 结合附图和实施例对本发明做进一步说明,如图1所示,一种短程硝化联合多段进水短程反硝化耦合厌氧氨氧化工艺处理污泥厌氧消化液与城市污水的装置,其特征在于:包括污泥厌氧消化液储备箱(1)、短程硝化SBR反应器(2)、中间水箱(3)、城市污水箱(4)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器(5);SBR反应器设有进水口(1.2)、搅拌器(1.3)、放空管(1.4)、排水口(1.5)、排泥口(1.6);污泥厌氧消化液储备箱(1)通过第一蠕动泵(1.1)与SBR反应器进水口(1.2)相连;短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器自下而上设有第一进水口(5.1)、布水器(5.2)、厌氧氨氧化反应区(5.3)、第一排泥口(5.4)、承托板(5.5)、中间混合区(5.6)、挡板(5.7)、第二进水口(5.8)、短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区(5.9)、第二排泥口(5.10)、第一回流口(5.11)、第二回流口(5.12)、三相分离器(5.13)、排气口(5.14)、出水口(5.15);布水器(5.2)设有直径为2~6mm的圆形小孔;承托板(5.5)设有分布

均匀的直径为2~4mm的圆形小孔;挡板(5.7)设有分布均匀的直径为3~5mm的圆形小孔;污泥厌氧消化液储备箱(1)通过第一蠕动泵(1.1)与短程硝化SBR反应区第一进水口(1.2)相连;SBR反应器排水口(1.5)与中间水箱(3)相连;中间水箱(3)通过第二蠕动泵(3.1)与短程反硝化耦合厌氧氨氧化UASB反应器(5)底部第一进水口(5.1)相连;城市污水箱(4)通过第三蠕动泵(4.1)与UASB反应器第二进水口(5.8)相连;UASB反应器第一回流口(5.11)通过第四蠕动泵(5.16)与第二回流口(5.12)相连。

[0022] 接种污水处理厂硝化污泥于SBR反应器,接种后污泥浓度为4.0g/L,污泥厌氧消化液通过第一蠕动泵进入SBR反应器,消化液中氨氮浓度为400~600mg/L,控制反应器内溶解氧浓度为1.5mg/L,利用污泥厌氧消化液中游离氨抑制作用和溶解氧浓度控制实现短程硝化过程,将氨氮氧化为亚硝酸盐,曝气并搅拌5h,沉淀0.5h,排出上清液至中间水箱,排水比为50%;当出水亚硝酸盐氮与氨氮质量浓度比为1.0~1.5时,短程硝化启动成功;

[0023] UASB反应器厌氧氨氧化反应区接种培养成熟的厌氧氨氧化颗粒污泥,接种后污泥浓度为4.0g/L;短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区接种培养成熟的短程反硝化耦合厌氧氨氧化颗粒污泥,其硝酸盐转化为亚硝酸盐的转化率在80%以上,接种后污泥浓度为3.5g/L;中间水箱中混合液通过蠕动泵由底部第一进水口进入UASB反应器,城市污水由第二进水口进入UASB反应器中间混合区,控制中间混合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比为1.0~1.5;UASB反应器水力停留时间为4.0h;回流比为1.5。

[0024] 所述的步骤(1)中SBR反应器污泥龄控制为12天;

[0025] 所述的步骤(1)中SBR反应器出水亚硝酸盐与氨氮质量浓度比大于1.5时,减少曝气时间;当出水亚硝酸盐与氨氮质量浓度比小于1.0时,延长曝气时间;

[0026] 所述的步骤(2)中的厌氧氨氧化反应区与短程反硝化耦合厌氧反应区的体积比为2.0~4.0,厌氧氨氧化反应区与中间过渡区的体积比为5.0~8.0;

[0027] 所述的步骤(2)中间水箱混合液与城市污水的进水流量比为1.0~5.0;当中间混合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比小于1.0时,减少城市污水进水流量;当中间混合区硝酸盐氮与氨氮质量浓度比大于5.0时,增加城市污水进水流量;

[0028] 所述的步骤(2)中短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应区污泥浓度大于6.0g/L时,打开第二排泥口进行排泥。

[0029] 具体试验用水为实际城市生活污水和模拟高氨氮废水,生活污水平均氨氮质量浓度为52.5mg/L,平均有机物(COD)质量浓度为213.2mg/L;高氨氮废水中氨氮质量浓度为500mg/L。短程硝化SBR反应器启动17天后,出水达到亚硝酸盐与氨氮质量浓度比为1.3,短程硝化启动成功,并稳定运行。试验30天过程中,短程反硝化耦合厌氧氨氧化反应器出水平均氨氮质量浓度为8.9mg/L,硝酸盐氮质量浓度为5.2mg/L,总氮低于15mg/L,达到一级A排放标准,实现模拟污泥消化液和实际城市污水的深度脱氮。

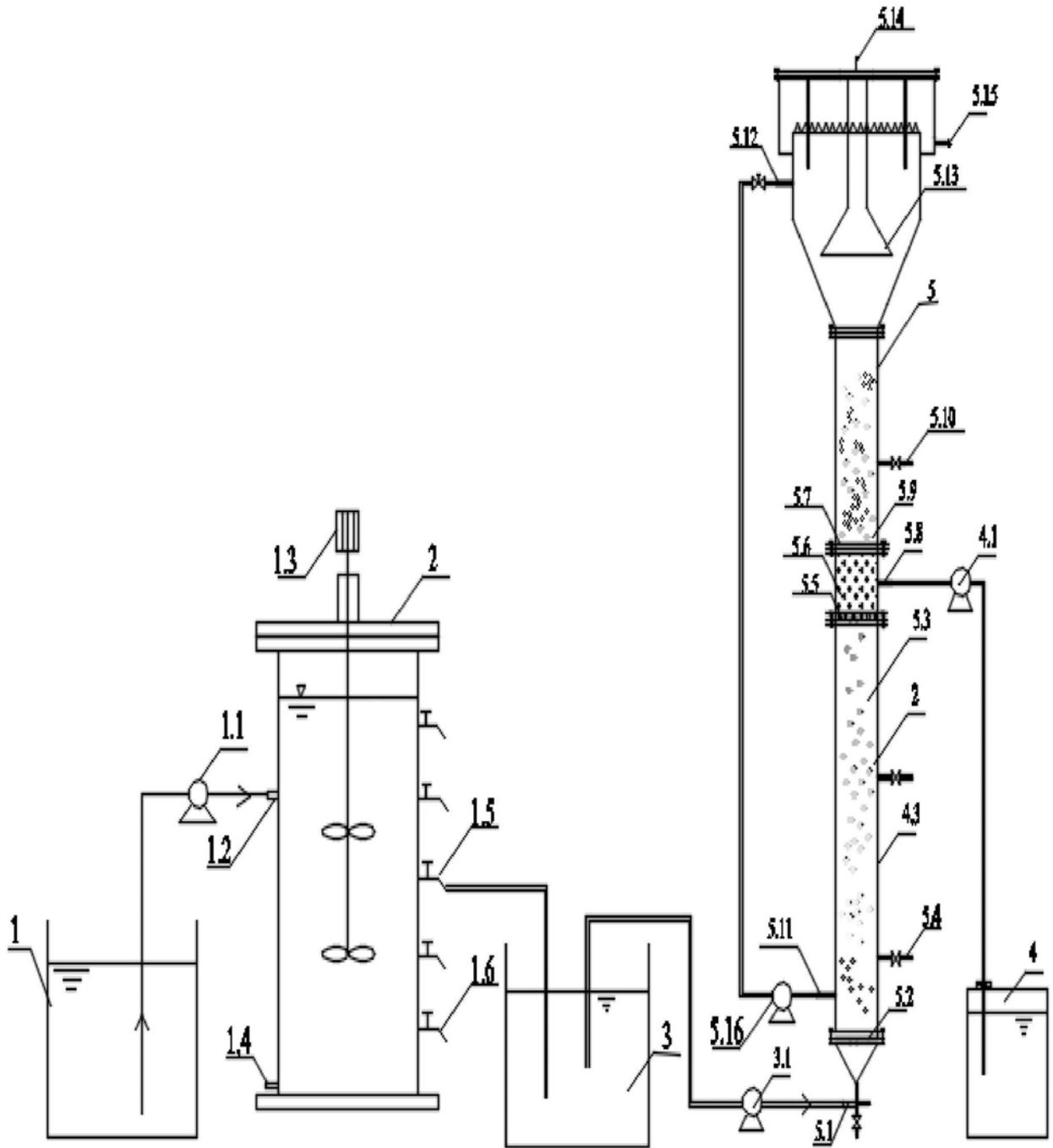


图1