(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117735718 A
(43)申请公布日 2024.03.22

(21)申请号 202311775635.4
(22)申请日 2023.12.21
(71)申请人 上海环境卫生工程设计院有限公司
地址 200232 上海市徐汇区石龙路345弄11号
申请人 上海市环境工程设计科学研究院有限公司
(72)发明人 宋立杰 郜俊 夏旻 贾川 曹瑞杰 何文远 刘惠 邹灿
(74)专利代理机构 北京盛询知识产权代理有限公司 11901
专利代理师 张永锋
(51)Int.Cl.
C02F 3/30(2023.01)
C02F 101/16(2006.01)
C02F 101/38(2006.01)

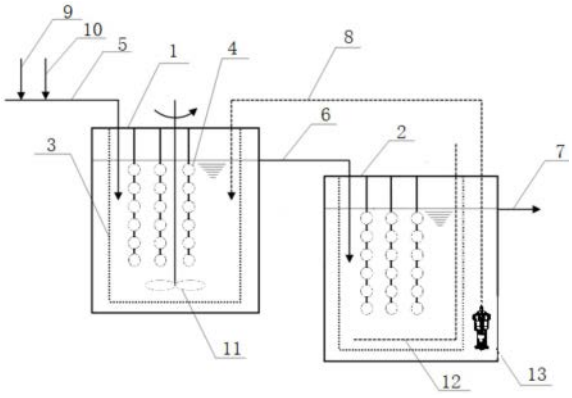
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置及方法

(57)摘要

本发明涉及污水处理技术领域,公开了一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置及方法,包括:缺氧无纺布MBR反应器和好氧无纺布MBR反应器,缺氧无纺布MBR反应器和好氧无纺布MBR反应器内均设置有无纺布膜和铁刨花填料;缺氧无纺布MBR反应器一侧设置有进水管,缺氧无纺布MBR反应器另一侧通过第一出水管与好氧无纺布MBR反应器连通,好氧无纺布MBR反应器上设置有第二出水管,好氧无纺布MBR反应器内的硝化液通过回流管回流至缺氧无纺布MBR反应器内的无纺布膜中。本发明将硫、铁自养反硝化组合,解决单一硫自养反硝化出水pH值低、硫酸盐高等问题;进一步将无纺布MBR与硫、铁协同自养反硝化组合,解决自养反硝化菌在污废水处理工艺中难以富集的问题。



CN 117735718 A

1.一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置,其特征在于,包括:

缺氧无纺布MBR反应器(1)和好氧无纺布MBR反应器(2),所述缺氧无纺布MBR反应器(1)和所述好氧无纺布MBR反应器(2)内均设置有无纺布膜(3)和铁刨花填料(4);

所述缺氧无纺布MBR反应器(1)一侧设置有进水管(5),所述缺氧无纺布MBR反应器(1)另一侧通过第一出水管(6)与所述好氧无纺布MBR反应器(2)连通,所述好氧无纺布MBR反应器(2)上设置有第二出水管(7),所述好氧无纺布MBR反应器(2)内的硝化液通过回流管(8)回流至所述缺氧无纺布MBR反应器(1)内的所述无纺布膜(3)中。

2.根据权利要求1所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置,其特征在于:所述进水管(5)上设置有碳源投加管(9)和硫源电子供体投加管(10)。

3.根据权利要求1所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置,其特征在于:所述缺氧无纺布MBR反应器(1)内设置有搅拌器(11)。

4.根据权利要求1所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置,其特征在于:所述无纺布膜(3)的孔径为10μm-200μm。

5.根据权利要求1所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置,其特征在于:所述铁刨花填料(4)由聚乙烯网袋包裹铁刨花制作,铁刨花填充密度为30kg/m^3-50kg/m^3。

6.一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法,适用于权利1-5任一所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置,其特征在于,包括以下步骤:

所述缺氧无纺布MBR反应器(1)和所述好氧无纺布MBR反应器(2)接种取自污水处理厂二沉池污泥,并通入污废水以小流量驯化一周;

污水进入所述缺氧无纺布MBR反应器(1),同时投加硫自养反硝化电子供体$Na_2S_2O_3$,处理后的出水进入所述好氧无纺布MBR反应器(2)进一步处理,在所述好氧无纺布MBR反应器(2)中通过好氧菌的作用完成NH_4^+-N转化为NO_3^--N的过程,同时进行有机物降解作用,出水部分达标排放,部分含NO_3^--N的所述好氧无纺布MBR反应器(2)的出水回流至所述缺氧无纺布MBR反应器(1)。

7.根据权利要求6所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法,其特征在于:

在所述缺氧无纺布MBR反应器(1)中同时发生以$S_2O_3^{2-}$、Fe^0为电子供体的自养反硝化,以及以污废水中有机物或外加碳源为电子供体的异养反硝化;

自养反硝化过程为:

$S_2O_3^{2-}$自养反硝化:

$S_2O_3^{2-}+1.24NO_3^-+0.45HCO_3^-+0.09NH_4^+ \rightarrow 0.09C_5H_7O_2N+0.4H^++0.62N_2+2SO_4^{2-}$;

Fe^0自养反硝化:$Fe^0+0.4NO_3^-+1.2H_2O \rightarrow Fe^{2+}+0.2N_2+2.4OH^-$;

异养反硝化过程为:

$CH_3COO^-+1.18NO_3^-+2.18H^+ \rightarrow 0.12C_5H_7O_2N+1.4CO_2+2.5H_2O+0.53N_2$。

8.根据权利要求6所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法,其特征在于:所述缺氧无纺布MBR反应器(1)和所述好氧无纺布MBR反应器(2)中水力停留时间为4h-12h。

9.根据权利要求6所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法,其特征在

于:所述好氧无纺布MBR反应器(2)中溶解氧含量为2mg/L-4mg/L。

10.根据权利要求7所述的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法,其特征在于:所述外加碳源为乙酸钠或甲醇中的一种,进水COD/TN为1-3;

投加硫自养反硝化电子供体$Na_2S_2O_3$,进水S/N摩尔比为0.45-1.35。

一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理技术领域,特别是涉及一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置及方法。

背景技术

[0002] 由于污废水排放问题导致水体中氮素污染,是引起水体富营养化的重要原因。生物脱氮技术是污水处理厂削减氮素排放的常用技术。

[0003] 基于硝化、反硝化的AO异养反硝化脱氮需要充足的碳源方能获得较好的脱氮效果。然而,污废水经常呈现低C/N比的特征,碳源不足导致脱氮效率较低。为获得较高的脱氮效率,往往需要外加碳源,使运行成本大幅提升,剩余污泥产量也随之增高;同时,外加碳源被反硝化菌利用后又增加了CO_2温室气体的排放。

[0004] 为降低异养反硝化脱氮对碳源需求和温室气体CO_2的排放以还原型无机物作为反硝化脱氮电子供体的自养反硝化成为了现今研究的热点。其中,由于以低价态硫、铁为电子供体的自养反硝化易于工程化,已成为自养反硝化脱氮的主流研究方向。自养反硝化菌以CO_2、CO_3^-或HCO_3^-为碳源,以还原态无机硫(S^0、S^{2-}、$S_2O_3^{2-}$)和还原态铁(Fe、Fe^{2+})作为电子供体,将NO_3^-还原为N_2。用于低C/N比污废水脱氮可部分或完全替代有机碳源,降低碳源成本和污泥产量,并获得较高脱氮效率。以$S_2O_3^{2-}$为电子供体的自养反硝化,可规避单质硫(S^0,危险品)使用的安全性,以及S^{2-}易于产生H_2S的不足;同时,$S_2O_3^{2-}$可采用灵活调整投加量的液体投加方式,易于工程应用;但是,$S_2O_3^{2-}$反应过程产酸使出水pH降低、出水硫酸盐较高是其主要缺点。以Fe^0为电子供体的铁自养反硝化也可以获得较高的脱氮效率,但其在处理过程中产碱,且容易形成三价铁化合物附着于Fe^0及污泥的表面,从而降低反应效率。综合硫、铁自养反硝化的特性,硫、铁组合自养反硝化可规避单一使用的不足,实现反应过程中的酸碱中和、相互促进作用,并降低出水硫酸盐浓度。然而,以硫、铁为电子供体的自养反硝化脱氮面临自养反硝化菌生长速率慢的问题,而传统AO反应器构型无法维持较高的污泥浓度且存在污泥流失问题,使其难以高效富集自养反硝化菌。

[0005] 膜生物反应器(MBR)通过活性污泥与膜分离的有机组合,将水力停留时间与污泥龄完全分离,可避免污泥流失,有利于生物处理系统中富集生长速率慢、世代时间长的自养反硝化优势菌。目前工程应用中MBR的膜组件以有机膜为主,价格相对较高,而且存在膜污染,导致膜清洗成本较高,且使用寿命到期后需换膜。为降低MBR膜成本,以廉价粗孔微网材料替代MBR中膜组件实现泥水分离,不仅显著降低膜材料投资及更换费用,而且可降低过滤材料阻力,延长运行使用周期。

[0006] 以无纺布大孔材料替代MBR中的有机膜,同时将MBR与硫、铁协同自养反硝化进行组合,不仅可解决单一硫自养反硝化出水pH值低、硫酸盐高等问题,而且利用无纺布膜的截留作用,实现生长速率慢的自养反硝化菌的富集。

[0007] 因此,亟需一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置及方法,用来解决上述问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置及方法，以解决上述现有技术存在的问题。

[0009] 为实现上述目的，本发明提供了如下方案：本发明提供一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置，包括：

[0010] 缺氧无纺布MBR反应器和好氧无纺布MBR反应器，所述缺氧无纺布MBR反应器和所述好氧无纺布MBR反应器内均设置有无纺布膜和铁刨花填料；

[0011] 所述缺氧无纺布MBR反应器一侧设置有进水管，所述缺氧无纺布MBR反应器另一侧通过第一出水管与所述好氧无纺布MBR反应器连通，所述好氧无纺布MBR反应器上设置有第二出水管，所述好氧无纺布MBR反应器内的硝化液通过回流管回流至所述缺氧无纺布MBR反应器内的所述无纺布膜中。

[0012] 优选的，所述进水管上设置有碳源投加管和硫源电子供体投加管。

[0013] 优选的，所述缺氧无纺布MBR反应器内设置有搅拌器。

[0014] 优选的，所述无纺布膜的孔径为0μm-200μm。

[0015] 优选的，所述铁刨花填料由聚乙烯网袋包裹铁刨花制作，铁刨花填充密度为30kg/m3-50kg/m3。

[0016] 一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法，包括以下步骤：

[0017] 所述缺氧无纺布MBR反应器和所述好氧无纺布MBR反应器接种取自污水处理厂二沉池污泥，并通入污废水以小流量驯化一周；

[0018] 污水进入所述缺氧无纺布MBR反应器，同时投加硫自养反硝化电子供体Na2S2O3，处理后的出水进入所述好氧无纺布MBR反应器进一步处理，在所述好氧无纺布MBR反应器中通过好氧菌的作用完成NH4+-N转化为NO3--N的过程，同时进行有机物降解作用，出水部分达标排放，部分含NO3--N的所述好氧无纺布MBR反应器的出水回流至所述缺氧无纺布MBR反应器。

[0019] 优选的，

[0020] 在所述缺氧无纺布MBR反应器中同时发生以S2O32-、Fe0为电子供体的自养反硝化，以及以污废水中有机物或外加碳源为电子供体的异养反硝化；

[0021] 自养反硝化过程为：

[0022] $S_2O_3^{2-}$自养反硝化：

[0023] $S_2O_3^{2-}+1.24NO_3^-+0.45HCO_3^-+0.09NH_4^++0.11H_2O\rightarrow 0.09C_5H_7O_2N+0.4H^++0.62N_2+2SO_4^{2-}$；

[0024] Fe^0自养反硝化：$Fe^0+0.4NO_3^-+1.2H_2O\rightarrow Fe^{2+}+0.2N_2+2.4OH^-$；

[0025] 异养反硝化过程为：

[0026] $CH_3COO^-+1.18NO_3^-+2.18H^+\rightarrow 0.12C_5H_7O_2N+1.4CO_2+2.5H_2O+0.53N_2$。

[0027] 优选的，所述缺氧无纺布MBR反应器和所述好氧无纺布MBR反应器中水力停留时间为4h-2h。

[0028] 优选的，所述好氧无纺布MBR反应器中溶解氧含量为2mg/L-4mg/L。

[0029] 优选的，所述外加碳源为乙酸钠或甲醇中的一种，进水COD/TN为1-3；投加硫自养反硝化电子供体$Na_2S_2O_3$，进水S/N摩尔比为0.45-1.35。

[0030] 与现有技术相比,本发明具有如下优点和技术效果:

[0031] 1、本发明提供的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置及方法,通过设置的缺氧无纺布MBR反应器和好氧无纺布MBR反应器,针对低C/N比污废水脱氮问题,以低价态硫、铁替代或部分替代外加碳源,可降低碳源投加成本及CO_2温室气体排放。

[0032] 2、针对自养反硝化菌生长速率慢、难以富集的问题,采用大孔无纺布MBR与自养反硝化组合,以解决传统生物反应器自养反硝化菌易于流失的问题。

[0033] 3、与传统A/O脱氮装置相比,本发明提出的一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法及装置具有易于操作、运行管理成本低等优点,在提高脱氮效率的同时又降低了污泥产量和膜污染。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图:

[0035] 图1为本发明整体结构示意图;

[0036] 其中,1、缺氧无纺布MBR反应器;2、好氧无纺布MBR反应器;3、无纺布膜;4、铁刨花填料;5、进水管;6、第一出水管;7、第二出水管;8、回流管;9、碳源投加管;10、硫源电子供体投加管;11、搅拌器;12、曝气管;13、泵体。

具体实施方式

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,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。

[0039] 参照图1,本发明提供一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮装置,包括:

[0040] 缺氧无纺布MBR反应器1和好氧无纺布MBR反应器2,缺氧无纺布MBR反应器1和好氧无纺布MBR反应器2内均设置有无纺布膜3和铁刨花填料4;

[0041] 缺氧无纺布MBR反应器1一侧设置有进水管5,缺氧无纺布MBR反应器1另一侧通过第一出水管6与好氧无纺布MBR反应器2连通,好氧无纺布MBR反应器2上设置有第二出水管7,好氧无纺布MBR反应器2内的硝化液通过回流管8回流至缺氧无纺布MBR反应器1内的无纺布膜3中。

[0042] 进一步优化方案,进水管5上设置有碳源投加管9和硫源电子供体投加管10。

[0043] 碳源投加管9用于投放有机碳源,硫源电子供体投加管10用于投加硫自养反硝化电子供体$Na_2S_2O_3$。

[0044] 保证均相的电子供体进入缺氧无纺布MBR反应器1内。

[0045] 进一步优化方案,缺氧无纺布MBR反应器1内设置有搅拌器11。

[0046] 搅拌器11通过电机带动对缺氧无纺布MBR反应器1内的水体进行搅拌,用于维持反应器内泥水混合均匀。

[0047] 进一步优化方案,无纺布膜3的孔径为10μm-200μm。

[0048] 用于截留污泥悬浮液并过滤出水流出系统外。

[0049] 进一步优化方案,铁刨花填料4由聚乙烯网袋包裹铁刨花制作,铁刨花填充密度为30kg/m^3-50kg/m^3。

[0050] 以提高污水处理效果并降低无纺布膜3污染速率,达到长期稳定的运行效果。

[0051] 一种无纺布MBR耦合硫铁协同自养反硝化脱氮方法,包括以下步骤:

[0052] 缺氧无纺布MBR反应器1和好氧无纺布MBR反应器2接种取自污水处理厂二沉池污泥,并通入污废水以小流量驯化一周;

[0053] 以使污泥更快适应新的水质环境,接种污泥后反应器中的污泥浓度范围为2000mg/L-4000mg/L。

[0054] 污水进入缺氧无纺布MBR反应器1,同时投加硫自养反硝化电子供体$Na_2S_2O_3$,处理后的出水进入好氧无纺布MBR反应器2进一步处理,在好氧无纺布MBR反应器2中通过好氧菌的作用完成NH_4^+-N转化为NO_3^--N的过程,同时进行有机物降解作用,出水部分达标排放,部分含NO_3^--N的好氧无纺布MBR反应器2的出水回流至缺氧无纺布MBR反应器1。

[0055] 保证回流至缺氧无纺布MBR反应器1的硝化液通过反硝化作用被还原为氮气,达到脱氮的目的。

[0056] 进一步优化方案,

[0057] 在缺氧无纺布MBR反应器1中同时发生以$S_2O_3^{2-}$、Fe^0为电子供体的自养反硝化,以及以污废水中有机物或外加碳源为电子供体的异养反硝化;

[0058] $S_2O_3^{2-}$自养反硝化:

[0059] $S_2O_3^{2-}+1.24NO_3^-+0.45HCO_3^-+0.09NH_4^++0.11H_2O\rightarrow 0.09C_5H_7O_2N+0.4H^++0.62N_2+2SO_4^{2-}$;

[0060] Fe^0自养反硝化:$Fe^0+0.4NO_3^-+1.2H_2O\rightarrow Fe^{2+}+0.2N_2+2.4OH^-$;

[0061] 异养反硝化过程为:

[0062] $CH_3COO^-+1.18NO_3^-+2.18H^+\rightarrow 0.12C_5H_7O_2N+1.4CO_2+2.5H_2O+0.53N_2$。

[0063] 进一步优化方案,缺氧无纺布MBR反应器1和好氧无纺布MBR反应器2中水力停留时间为4h-12h。

[0064] 保证装置运行稳定性和处理效果。

[0065] 进一步优化方案,好氧无纺布MBR反应器2中溶解氧含量为2mg/L-4mg/L。

[0066] 保证出水氨氮浓度低于5mg/L。

[0067] 进一步优化方案,外加碳源为乙酸钠或甲醇中的一种,进水COD/TN为1-3;投加硫自养反硝化电子供体$Na_2S_2O_3$,进水S/N摩尔比为0.45-1.35。

[0068] 保证回流至缺氧池中的硝态氮被完全还原,出水TN浓度低于14mg/L。

[0069] 本实施例中进水采用人工配水模拟低C/N比污水,进水氨氮由氯化铵配制,质量浓度控制在34mg/L-42mg/L。配水中包括以下矿物质$NaHCO_3$(0.8g/L),KH_2PO_4(0.025g/L),$MgSO_4\cdot 7H_2O$(0.2g/L),$CaCl_2$(0.3g/L)和1mL/L的微量元素以满足微生物的基本生长。反硝化电子供体为铁刨花(30-50g/L)、硫代硫酸钠($Na_2S_2O_3\cdot 5H_2O$)和无水乙酸钠(CH_3COONa),

COD浓度为20mg/L-130mg/L,进水S/N摩尔比为0.45-1.35。

[0070] 表1不同处理工艺对生活污水处理的效果对比

[0071]

	C/N	进水 TN(mg/L)	出水 TN(mg/L)	脱氮效率	SRT（d）
本发明	1-3	34-42	5.03-12.00	83%	无限长
A/O-MBR	5-6	34-42	8.71-13.32	74.39%	无限长
A/O	4-5	34-42	12.17-20.40	56.31	10-30

[0072] 由上表可见,本发明在较低的C/N比条件下获得了较高的脱氮效率,且优于其他A/O工艺。出水TN浓度低于城镇污水处理厂污染物排放标准一级A标准,对于水体环境质量提升和富营养化水体的防治具有较高的实用价值和应用前景。针对目前污水处理厂面临的污泥处理问题,本发明不需要排泥,减少了污泥处理成本。此外,本发明中的大孔无纺布采用重力出水,减少了能耗,降低运营成本。

[0073] 经上述方法和装置处理后,系统出水COD≤25.0mg/L,$NH4^{+}$-N＝1mg/L-5mg/L,NO_2^{-}-N＝0-5.1mg/L,NO_3^{-}-N＝0-10.8mg/L;TN≤14.0mg/L。出水可稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)》一级A标准。

[0074] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0075] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

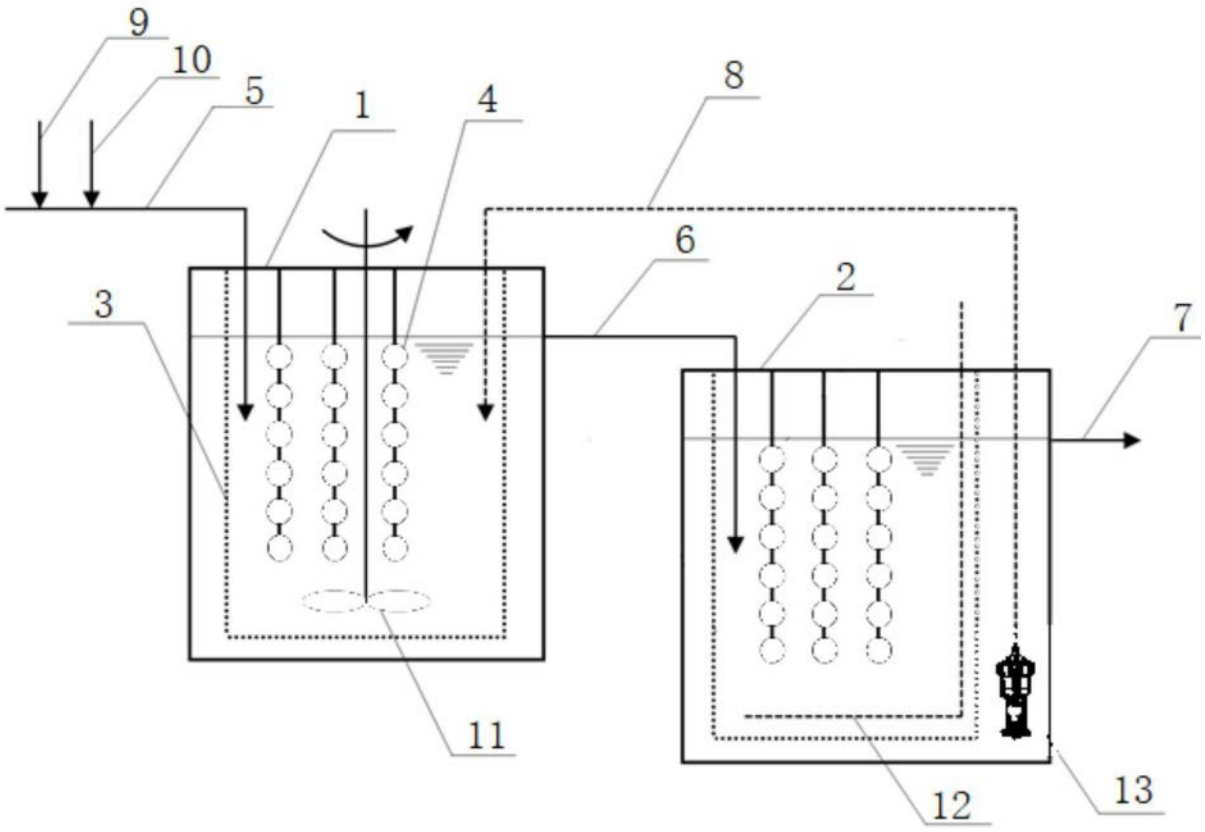


图1