



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102653423 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 05

(21) 申请号 201210109862. 9

(22) 申请日 2012. 04. 16

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 王荣昌 司书鹏 欧阳琛

(74) 专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司
31200

代理人 张磊

(51) Int. Cl.

C02F 3/30 (2006. 01)

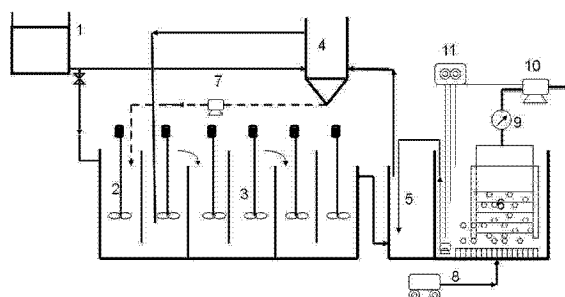
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理方法及设备

(57) 摘要

本发明涉及一种通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理方法及设备。部分污水由高压水箱进入厌氧池中,另一部分污水直接进入中间泥水分离器,厌氧池内污水进入缺氧池中,之后污水进入到好氧池,不进行曝气,污水最后流入到膜池中,膜池底部设有微孔曝气装置,进行曝气,最后处理后的水由抽吸泵从膜池中抽出,通过膜池中的膜过滤出水;为满足反应器的脱氮功能,首先混合液由膜池回流至好氧池,然后将好氧池的混合液回流至中间泥水分离器,经中间泥水分离器泥水分离后,上清液回流至缺氧池,污泥回流至厌氧池。本发明可应用于低 C/N、C/P 比城市污水的处理。通过对中间泥水分离器的设置,既能实现多点进水,又能减少溶解氧对厌氧池和缺氧池的干扰,实现工艺稳定高效脱氮除磷性能,并强化工艺反硝化除磷性能。



1. 一种通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理方法,其特征在于具体步骤如下:

部分污水由高压水箱 (1) 进入厌氧池 (2) 中,首先进行厌氧反应,污水中有机物作为厌氧释磷的碳源,另一部分污水直接进入中间泥水分离器 (4),污水中的有机物作为反硝化的碳源;二者实现多点进水,进入厌氧池 (2) 和进入中间泥水分离器 (4) 的污水流量比为 $3:1 \sim 4:1$;厌氧池 (2) 内污水进入缺氧池 (3) 中,缺氧池 (3) 主要进行反硝化脱氮反应,之后污水进入到好氧池 (5),控制好氧池 (5) 内溶解氧浓度为 $2 \sim 4 \text{mg/L}$,不进行曝气,溶解氧来源为膜池 (6) 的混合液回流中所带的溶解氧;污水最后流入到膜池 (6) 中,膜池 (6) 底部设有微孔曝气装置,进行曝气,曝气强度为 $3 \sim 4 \text{m}^3/(\text{m}^2 \text{膜面积} \cdot \text{h})$,实现硝化反应,去除污水中的氨氮,并分解有机污染物;最后处理后的水由抽吸泵 (10) 从膜池 (6) 中抽出,通过膜池中的膜过滤出水;为满足反应器的脱氮功能,设有回流泵 (7),首先混合液由膜池 (6) 回流至好氧池 (5),使溶解氧浓度有所降低,回流混合液量与进水流量比 R_1 为 $1:2 \sim 2:1$,然后将好氧池 (5) 的混合液回流至中间泥水分离器 (4),控制回流混合液量与进水流量比 R_1 为 $1:2 \sim 2:1$,经中间泥水分离器 (4) 泥水分离后,上清液回流至缺氧池 (3),污泥回流至厌氧池 (2)。

2. 一种如权利要求 1 所述的通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理方法使用的处理设备,其特征在于由高位水箱 (1)、厌氧池 (2)、缺氧池 (3)、中间泥水分离器 (4)、好氧池 (5)、膜池 (6)、内回流泵 (7)、空压机 (8)、抽吸泵 (10) 以及液位控制仪 (11) 组成,其中:厌氧池 (2) 和缺氧池 (3) 连接,高压水箱 (1) 底部一侧出水口分别通过管道连接厌氧池 (2) 顶部一侧进水口和中间泥水分离器 (4) 下部一侧进水口,中间泥水分离器 (4) 底部通过管道和内回流泵 (7) 连接厌氧池 (2) 顶部的进泥口,中间泥水分离器 (4) 顶部一侧出水口通过管道连接缺氧池 (3),缺氧池 (3) 顶部一侧出水口通过管道连接好氧池 (5) 下部一侧进水口,膜池 (6) 底部连接有空压机 (8),膜池 (6) 上部通过真空压力表 (9)、抽吸泵 (10) 和管道进行出水;膜池 (6) 和好氧池 (5) 之间设有液位控制仪 (11);好氧池 (5) 顶部出水口通过管道连接中间沉淀池 (4) 下部一侧进水口。

3. 根据权利要求 2 所述的设备,其特征在于所述厌氧池 (2) 和缺氧池 (3) 内均设有搅拌器。

一种通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理方法及设备

技术领域

[0001] 本发明属于污水生物处理技术领域,具体涉及一种通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理方法及设备。

背景技术

[0002] 随着人类生活水平的不断提高和工业生产的快速发展,带来越来越严重的水质污染问题。目前,污水生物脱氮主要是通过硝化反硝化过程来实现的,而生物除磷则主要通过聚磷菌(Phosphorus Accumulating Organism,简称PAO)过量摄磷和排泥来实现。其反应过程主要是厌氧释磷和好氧(缺氧)吸磷两个过程,即:在厌氧条件下PAOs降解体内的聚磷颗粒(poly-P)产生能量,释放出磷酸盐,同时吸收水中的有机物,并将其转化为聚 β -羟基链烷酸盐(PHAs)贮存于细胞内;好氧或缺氧条件下,PAOs氧化分解体内PHAs,合成糖原,同时过量吸收水中的磷酸盐合成聚磷酸盐,从而达到去除水中磷的目的。尽管A²/O、UCT等传统的生物脱氮除磷工艺兼顾了除磷和脱氮作用,但由于存在碳源供求的矛盾和泥龄控制的问题,除磷过程和脱氮过程相互制约,实际的运行效果并不理想。近年来,国内外有不少学者对一体化生物脱氮除磷技术进行了深入的研究并却得了一些成果,如同步硝化反硝化、短程反硝化、反硝化除磷等。反硝化脱氮除磷技术是现阶段污水生物处理技术研究的热点问题。传统的生物除磷技术认为:由于反硝化细菌与聚磷菌进行碳源的竞争,从而影响聚磷菌对污水中磷的吸收。然而目前的研究表明自然界中存在着另一类反硝化除磷菌,即反硝化除磷菌(Denitrifying phosphate Removal Bacteria, DPB),这种细菌的发现很好地解决了传统生物脱氮除磷所存在的问题。反硝化除磷菌在缺氧条件下能够以硝酸盐和亚硝酸盐作为最终电子受体,实现水中磷的过量吸收。反硝化除磷突破了传统生物除磷工艺中厌氧释磷、好氧吸磷的机理,化解了反硝化菌和聚磷菌之间的矛盾。从而可以利用兼性厌氧反硝化菌在缺氧环境下以硝酸盐作为电子受体,在过量吸磷的同时实现反硝化脱氮。

[0003] 近年来,国内外对污泥的反硝化除磷机理和污泥特性进行了大量研究,如Hu J Y等人认为PAOs应该分为三类:一类只能以氧作为电子受体,第二类可以氧或NO₃⁻-N作为电子受体,第三类能以氧、NO₃⁻-N或NO₂⁻-N作为电子受体;Kuba等研究发现厌氧/缺氧驯化的聚磷菌缺氧吸磷速率基本等于好氧吸磷速率,在此基础上Wachteister等提出用缺氧吸磷速率与好氧吸磷速率的比值表征DPB占PAOs的相对百分比;哈尔滨工业大学彭永臻教授通过序批次实验对A²/O污泥的反硝化除磷特性进行了研究;张超等对不同溶解氧浓度下的污泥的释磷能力和吸磷能力也进行了研究。

[0004] 目前,反硝化除磷现象广泛存在于传统活性污泥法工艺,例如:厌氧/缺氧/好氧(A²/O)工艺,序批式反应器(SBR)、BCFS工艺、Dephanox工艺等,这些工艺由于采用重力式固液分离,由此带来一系列问题:由于二沉池固液分离效率不高,反应器内的微生物难以维持较高的浓度,致使处理装置容积负荷低、占地面积大;处理出水的水质不够理想且不稳定;传氧效率低,能耗高;过剩污泥产量大;管理操作复杂等。为了提高反应器处理效率,近

年来国内外进行了大量的研究,所做的努力集中于:一是通过投加生物载体以提高生物反应器内的污泥浓度;二是用高效膜分离技术代替传统生物处理中的二沉池,以提高固液分离效率。作为一种新型高效的污水处理技术,膜生物反应器日益受到各国研究者的关注。与传统生物处理技术相比,MBR 工艺具有出水水质好、出水可直接回用、设备占地面积小、便于自控、活性污泥浓度高和剩余活性污泥产量低等优点,正日益受到国内外水处理技术研究者的关注。经过几十年的发展,MBR 已在城市污水和工业废水的处理与回用方面成为一种很有吸引力和竞争力的选择,并被视为“最佳实用技术”。

[0005] 污水处理中的膜生物反应器 (MBR) 是指将膜分离技术中的超、微滤膜组件与污水生物处理工程中的生物反应器相结合而成的一个新系统,它把膜分离技术与生物处理技术的优点结合起来,以超、微滤膜组件代替了传统生物处理系统的二沉池,从而得到高效的固液分离效果。MBR 工艺是将现代膜分离技术与生物处理技术有机结合起来的一种新型高效污水处理及回用工艺,对有机物以及氨氮拥有较好的处理效果,又因其特有的高污泥浓度和生物种群多样性的特征,在提高生物脱氮除磷效率方面具有较大潜力。

[0006] MBR 脱氮除磷工艺与传统脱氮除磷工艺相比虽然发展时间较短,但它可以通过膜的截留作用,使硝化菌长期停留在好氧池内,在不增加池容的前提下延长了污泥龄,既满足了硝化菌的生长,又减少了硝化菌的流失。同时,在 MBR 中还发现存在反硝化聚磷菌,在脱氮的同时也能有效地去除磷。因此,尽管现有的 MBR 在脱氮除磷上还无法达到最佳效果,但其具有足够的潜力去发展以便运用到实际的污水处理中。MBR 脱氮除磷工艺可分为单一形式的 MBR 工艺和组合形式的 MBR 工艺两大类。单一形式的 MBR 工艺具有结构简单、占地面积小、活性污泥浓度高等优点,但对氮、磷的去除率并不高,自身脱氮率仅为 40%~60%,在除磷方面效果也不是很理想,很难满足愈来愈严格的排放要求,而组合形式的 MBR 工艺由于处理效果较好,目前应用比较普遍,具有很好的发展前景及拓展空间。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提出一种通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器工艺污水处理方法及设备。

[0008] 本发明提出的一种通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理方法,具体步骤如下:

部分污水由高压水箱 1 进入厌氧池 2 中,首先进行厌氧反应,污水中有机物作为厌氧释磷的碳源,另一部分污水直接进入中间泥水分离器 4,污水中的有机物作为反硝化的碳源;二者实现该发明工艺的多点进水,进入厌氧池 2 和进入中间泥水分离器 4 的污水流量比为 3:1~4:1;厌氧池 2 内污水进入缺氧池 3 中,缺氧池 3 主要进行反硝化脱氮反应,之后污水进入到好氧池 5,控制好氧池 5 内溶解氧浓度为 2~4mg/L,不进行曝气,溶解氧来源为膜池 6 的混合液回流中所带的溶解氧;污水最后流入到膜池 6 中,膜池 6 底部设有微孔曝气装置,进行曝气,曝气强度为 $3\sim 4\text{m}^3/(\text{m}^2\text{膜面积}\cdot\text{h})$,实现硝化反应,去除污水中的氨氮,并分解有机污染物;最后处理后的水由抽吸泵 10 从膜池中抽出,通过膜池中的膜过滤出水;为满足反应器的脱氮功能,设有回流泵 7,首先混合液由膜池 6 回流至好氧池 5,使溶解氧浓度有所降低,回流混合液量与进水流量比(R_1)为 1:2~2:1,然后将好氧池 5 的混合液回流至中间泥水分离器 4,控制回流混合液量与进水流量比(R_1)为 1:2~2:1,经中间泥水分离器 4 泥水分离

后,上清液回流至缺氧池 3,污泥回流至厌氧池 2。

[0009] 本发明提出的通过泥水分离回流强化反硝化除磷的膜生物反应器污水处理设备,由高位水箱 1、厌氧池 2、缺氧池 3、中间泥水分离器 4、好氧池 5、膜池 6、内回流泵 7、空压机 8、抽吸泵 10 以及液位控制仪 11 组成,其中:厌氧池 2 和缺氧池 3 连接,高压水箱 1 底部一侧出水口分别通过管道连接厌氧池 2 顶部一侧进水口和中间泥水分离器 4 下部一侧进水口,中间泥水分离器 4 底部通过管道和内回流泵 7 连接厌氧池 2 顶部的进泥口,中间泥水分离器 4 顶部一侧出水口通过管道连接缺氧池 3,缺氧池 3 顶部一侧出水口通过管道连接好氧池 5 下部一侧进水口,膜池 6 底部连接有空压机 8,膜池 6 上部通过真空压力表 9、抽吸泵 10 和管道进行出水;膜池 6 和好氧池 5 之间设有液位控制仪 11;好氧池 5 顶部出水口通过管道连接中间沉淀池 4 下部一侧进水口。

[0010] 本发明中,所述厌氧池 2 和缺氧池 3 内均设有搅拌器搅拌,防止污泥沉淀。

[0011] 本发明的特征及优点在于:

(1) 本工艺将膜生物反应器与脱氮除磷活性污泥工艺有机结合,兼具两种工艺的优点。既能稳定的达到脱氮除磷效果,又具有污水处理能力大,剩余污泥少等优点。

[0012] (2) 本工艺可实现多点进水,同时可避免传统活性污泥工艺在多点进水运行模式下运行造成的污染物去除效果下降的问题。

[0013] (3) 本工艺对内回流的混合液进行了泥水分离,泥水分离后的污泥回流至厌氧池,减少混合液中的溶解氧和硝酸盐对厌氧池污泥厌氧释磷的影响。上清液回流至缺氧池,也可以减少溶解氧对缺氧池反硝化的影响,并将大部分的硝酸盐回流至缺氧池,保证工艺反硝化脱氮能力。

[0014] (4) 将传统活性污泥工艺的污泥回流与混合液回流合二为一,减少污泥回流的动力消耗。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明工艺原理及工艺流程示意图。

[0016] 图 2 为本发明工艺的泥水分离器装置图。

[0017] 图中标号:1 为高位水箱,2 为厌氧池,3 为缺氧池,4 为中间泥水分离器,5 为好氧池,6 为膜池,7 为内回流泵,8 为空压机,9 为真空压力表,10 为抽吸泵,11 为液位控制仪,12 为分段进水,13 为好氧池回流液,14 为上清液消化液回流,15 为污泥回流,16 为导流板,17 为泥水分离区,18 为污泥沉降区。

具体实施方式

[0018] 下面通过进一步说明本发明的实施方式。

[0019] 实施例 1:本发明设备如图 1 所示,主要由厌氧池、缺氧池、好氧池、膜池、中间泥水分离池及其他附属装置组成。具体组成为:高压水箱 1、厌氧池 2、缺氧池 3、中间泥水分离池 4、好氧池 5、膜池 6、内回流泵 7、空压机 8、真空压力表 9、抽吸泵 10 和液位控制仪 11 组成。该反应器的具体运行流程为:部分污水由高位水箱 1 进入到厌氧池 2 中,首先进行厌氧反应,污水中有机物作为厌氧释磷的碳源,其中另一部分污水直接进入到中间泥水分离器 4,污水中的有机物作为反硝化的碳源。污水流经厌氧池 2 进入到缺氧池 3 中,缺氧池 3 主

要进行反硝化脱氮反应,厌氧和缺氧的每个反应池均设有搅拌器搅拌,防止污泥沉淀;之后污水进入到好氧池 5,此好氧池 5 不进行曝气,主要溶解氧来源为膜池的混合液回流中所带的溶解氧;污水最后流入到膜池 6 中,膜池 6 底部设有微孔曝气装置,进行曝气,进行硝化反应,去除污水中的氨氮,并分解有机污染物;最后处理后的水由抽吸泵 10 从膜中抽出,膜过滤出水。为满足反应器的脱氮功能,内设有回流,首先混合液由膜池 6 回流至好氧池 5,使溶解氧浓度有所降低,然后将好氧池 5 的混合液回流至中间泥水分离器 4,经中间泥水分离器 4 泥水分离后,上清液回流至缺氧池 3,污泥回流至厌氧池 2。

[0020] 将上述工艺应用于处理我国南方某市政污水的处理。本工艺运行参数为:水力停留时间为 11h,污泥龄为 25~30d,厌氧池 2,缺氧池 3 和好氧池 5 的容积比例为 2:4:5,污泥浓度 3000mg/L 左右,进水流量 60L/h。对于较低进水有机污染物的情况下,即进水 COD 为 100~200mg/L 时,中试系统对 COD、 NH_4^+-N 和 TN 和 TP 的去除率分别可以达到 85%、80%、53% 和 85%,平均出水 COD、 NH_4^+-N 和 TN 和 TP 分别为:29、3.7、12.1 和 0.31mg/L,出水水质能够稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准。通过对反应器污泥活性实验发现,工艺系统污泥反硝化速率为 $1.6 \text{ mgNO}_3^--\text{N}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,最大释磷速率为 $1.8 \text{ mgTP}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,最大好氧吸磷速率为 $1.38 \text{ mgTP}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,最大缺氧吸磷速率为 $0.55 \text{ mgTP}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,工艺反硝化除磷能力占总除磷能力的 39.7%,工艺实现了良好的反硝化除磷效果。

[0021] 实施例 2:将实施例 1 所述设备和工艺应用于较高的市政污水处理中试研究,具体参数为:水力停留时间为 11h,污泥龄为 25~30d,厌氧池,缺氧池和好氧池的容积比为 2:4:5,污泥浓度 3000mg/L 左右,进水流量 60L/h。在进水 COD 为 200~300mg/L 时,中试系统对 COD、 NH_4^+-N 和 TN 和 TP 的去除率分别可以达到 89%、90%、65% 和 85%,平均出水 COD、 NH_4^+-N 和 TN 和 TP 分别为:25mg/L、1.8mg/L、9.4 和 0.25mg/L,出水水质能够稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准。通过对反应器污泥活性实验发现,工艺系统污泥反硝化速率为 $5.25 \text{ mgNO}_3^--\text{N}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,最大释磷速率为 $1.18 \text{ mgTP}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,最大好氧吸磷速率为 $0.75 \text{ mgTP}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,最大缺氧吸磷速率为 $0.34 \text{ mgTP}/(\text{g MLSS} \cdot \text{h})$,工艺反硝化除磷能力占总除磷能力的 44.8%,具有良好的反硝化除磷效果。

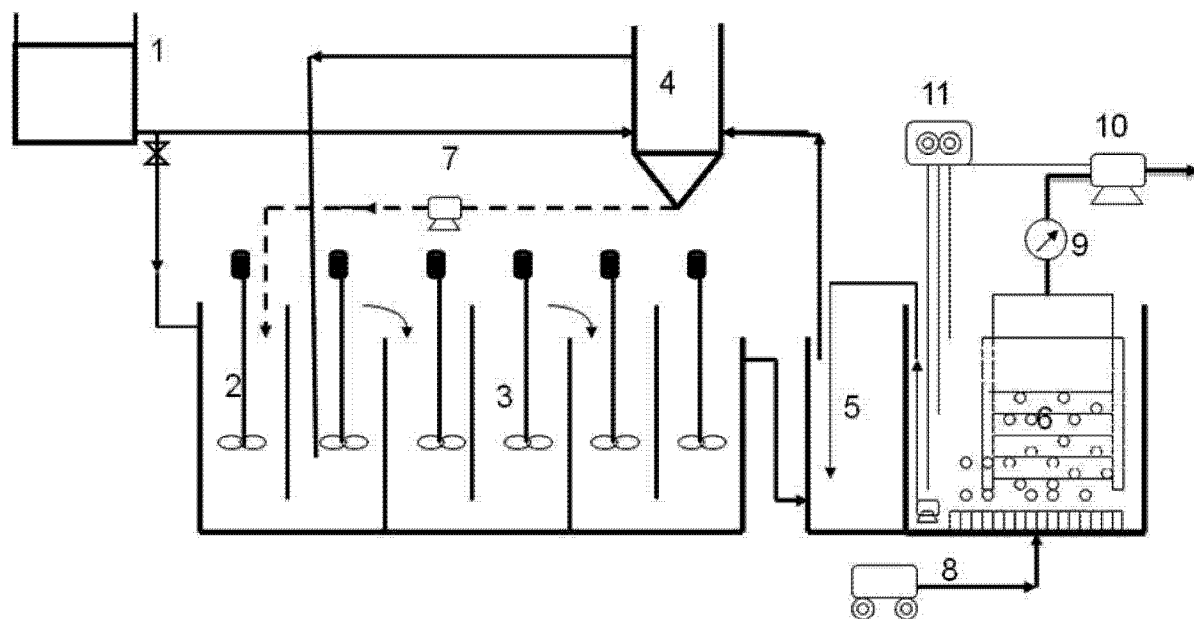


图 1

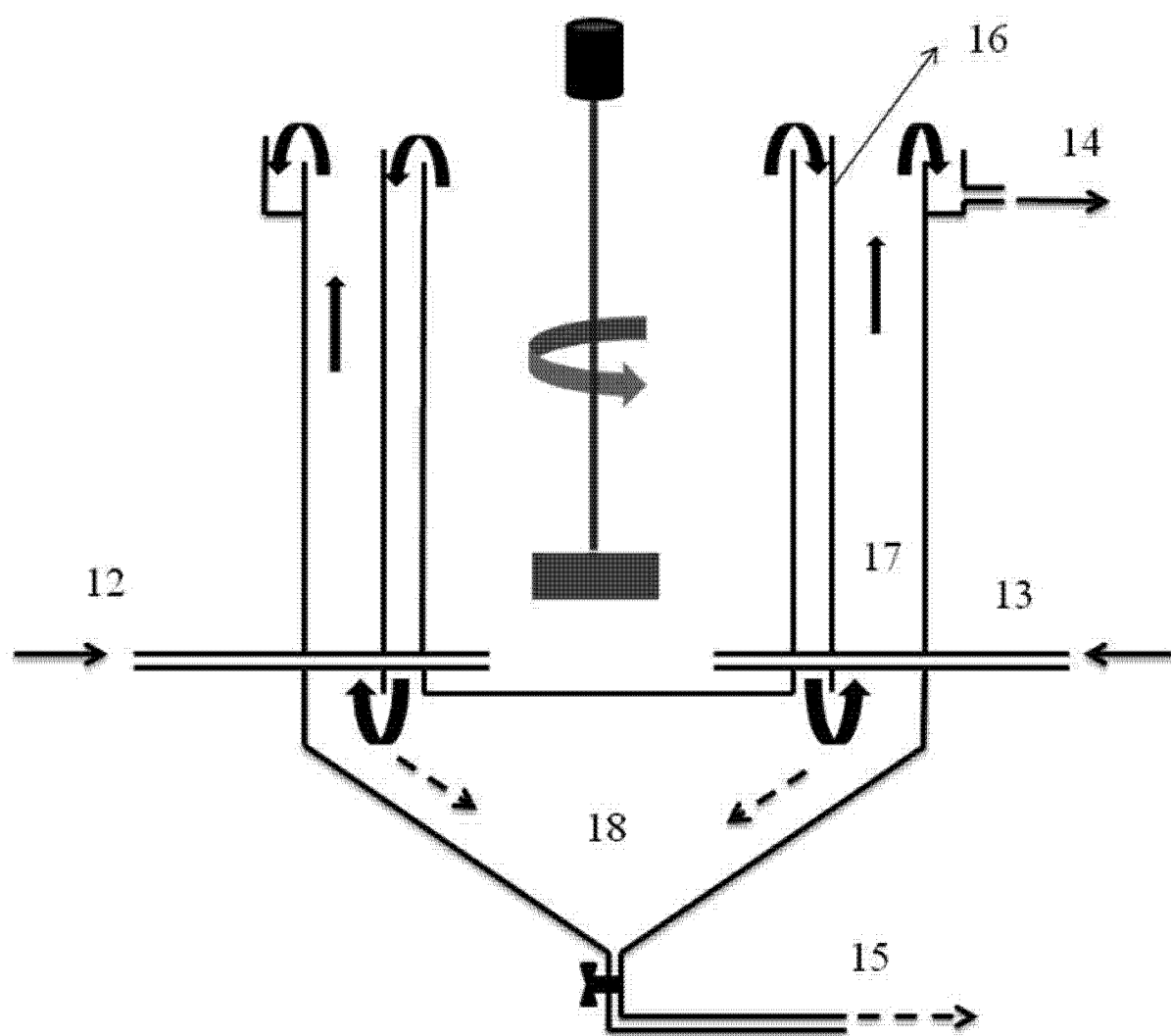


图 2