



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113072179 A

(43) 申请公布日 2021.07.06

(21) 申请号 202110268989.4

(22) 申请日 2021.03.12

(71) 申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路135号

(72) 发明人 孟凡刚 林启宁 徐荣华

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 颜希文 黄华莲

(51) Int. Cl.

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

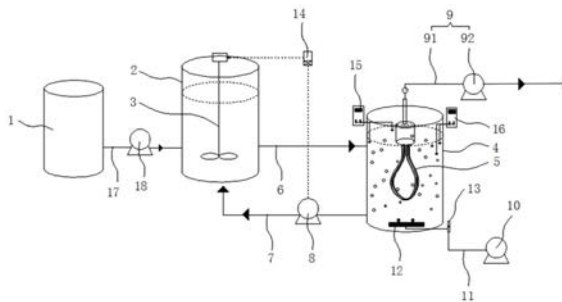
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种污水脱氮除磷装置及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种污水脱氮除磷装置,包括储水器、与所述储水器连通的缺氧池、安装在所述缺氧池内的搅拌器、好氧池、安装在所述好氧池内的膜组件、溢流管、回流管、安装在所述回流管上的回流泵,以及抽液器;所述缺氧池通过所述溢流管与所述好氧池连通,所述好氧池通过所述回流管与所述缺氧池连通,所述抽液器具有抽液端和排液端,所述抽液器的抽液端位于所述好氧池内,所述膜组件套在所述抽液器的抽液端上。本发明还公开了一种污水脱氮除磷方法。本发明通过缺氧池的间歇静置和间歇回流,实现缺氧池厌氧和缺氧状态的切换,大大节省了电耗,减少运行成本,属于废水生物处理装置的技术领域。



1. 一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:包括储水器、与所述储水器连通的缺氧池、安装在所述缺氧池内的搅拌器、好氧池、安装在所述好氧池内的膜组件、溢流管、回流管、安装在所述回流管上的回流泵,以及抽液器;所述缺氧池通过所述溢流管与所述好氧池连通,所述好氧池通过所述回流管与所述缺氧池连通,所述抽液器具有抽液端和排液端,所述抽液器的抽液端位于所述好氧池内,所述膜组件套在所述抽液器的抽液端上。

2. 根据权利要求1所述的一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:还包括气泵、与所述气泵的输出端连接的供气管、与所述供气管连接的曝气器;所述曝气器设置在所述好氧池内。

3. 根据权利要求2所述的一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:所述供气管上安装有气体流量计。

4. 根据权利要求1所述的一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:还包括继电器;所述回流泵和所述搅拌器均与所述继电器电性连接。

5. 根据权利要求1所述的一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:还包括用于检测所述好氧池内的液体的最高液位的第一液位器和用于检测所述好氧池内的液体的最低液位的第二液位器;所述第一液位器和所述第二液位器均与所述继电器电性连接。

6. 根据权利要求1所述的一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:还包括进液管、安装在所述进水管的进液泵;所述进液管的一端与所述储水器连通,所述进液管的另一端与所述缺氧池连通。

7. 根据权利要求1所述的一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:所述抽液器包括抽液管、安装在所述抽液管上的排水泵;所述抽液管具有用于排水的第一端和用于抽水的第二端,所述抽液管的第二端位于所述好氧池内,所述膜组件套设在所述抽液管的第二端上。

8. 根据权利要求7所述的一种污水脱氮除磷装置,其特征在于:还包括安装在所述抽液管上压力表,所述压力表位于所述排水泵与所述抽液管的第二端之间。

9. 一种污水脱氮除磷方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一:准备储水器、安装有搅拌器的缺氧池、好氧池、安装有膜组件的好氧池、安装有回流泵的溢流管、回流管,以及抽液器;

步骤二:将所述储水器与所述缺氧池连通,将所述缺氧池和所述好氧池通过所述溢流管和所述回流管形成循环回路,所述膜组件套在所述抽液器的抽液端并放在所述好氧池内;

步骤三:从污水处理厂的二沉池中取泥水混合液放在所述储液器中;

步骤四:将所述储液器中的泥水混合液注入所述缺氧池中,泥水混合液经过所述溢流管流入所述好氧池,所述好氧池中的泥水混合液到达指定液位时所述储液器停止向缺氧池供应泥水混合液;

步骤五:同时启动所述搅拌器与所述回流泵一段时间,然后同时关闭所述搅拌器与所述回流泵一段时间,不断重复所述搅拌器与所述回流泵的同时开启和同时关闭过程;一直开启所述抽液器进行排水,所述储液器按照排水量重新开始向所述缺氧池供应泥水混合液。

10. 根据权利要求9所述的一种污水脱氮除磷方法,其特征在于:在所述步骤三中,所述搅拌器与所述回流泵同时启动一小时,然后同时关闭半小时,不断重复搅拌器与回流泵的同时开启一小时、搅拌器与回流泵同时关闭半小时的过程。

一种污水脱氮除磷装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水生物处理装置的技术领域,特别是涉及一种污水脱氮除磷装置及其方法。

背景技术

[0002] 随着城市的发展逐渐加快,人口的激增,城市的废水排放总量也与日俱增;同时,由于生活环境质量的下降和人们对高质量生活水平的需求提高,国家对污水排放标准的设定日益严格。目前,我国大多数城市污水处理厂主要以A2O、A0等传统活性污泥法运行,面临的主要问题是低碳源、高氨氮、高磷等问题,导致了出水水质较差,甚至无法达标。在某些水厂实际运行过程中,经常需要投加大量的补充碳源,以使出水水质达标,但这却与可持续发展战略理念相背离。此外,二沉池的使用极大地增加了占地面积,导致基建费用增加;污水厂处理设备长年累月不间断运行不仅增加了设备损耗,也增加了电耗成本。

发明内容

[0003] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明的目的是:提供一种污水脱氮除磷装置及其方法,本发明通过缺氧池的间歇静置和间歇回流,实现缺氧池厌氧和缺氧状态的切换,不仅大大节省了电耗,减少运行成本,而且强化了碳源利用过程,实现了更优异且稳定的脱氮和除磷性能。

[0004] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种污水脱氮除磷装置,包括储水器、与所述储水器连通的缺氧池、安装在所述缺氧池内的搅拌器、好氧池、安装在所述好氧池内的膜组件、溢流管、回流管、安装在所述回流管上的回流泵,以及抽液器;所述缺氧池通过所述溢流管与所述好氧池连通,所述好氧池通过所述回流管与所述缺氧池连通,所述抽液器具有抽液端和排液端,所述抽液器的抽液端位于所述好氧池内,所述膜组件套在所述抽液器的抽液端上。

[0006] 进一步的是,污水脱氮除磷装置还包括气泵、与所述气泵的输出端连接的供气管、与所述供气管连接的曝气器;所述曝气器设置在所述好氧池内。

[0007] 进一步的是,所述供气管上安装有气体流量计。

[0008] 进一步的是,污水脱氮除磷装置还包括继电器;所述回流泵和所述搅拌器均与所述继电器电性连接。

[0009] 进一步的是,污水脱氮除磷装置还包括用于检测所述好氧池内的液体的最高液位的第一液位器和用于检测所述好氧池内的液体的最低液位的第二液位器;所述第一液位器和所述第二液位器均与所述继电器电性连接。

[0010] 进一步的是,污水脱氮除磷装置还包括进液管、安装在所述进水管的进液泵;所述进液管的一端与所述储水器连通,所述进液管的另一端与所述缺氧池连通。

[0011] 进一步的是,所述抽液器包括抽液管、安装在所述抽液管上的排水泵;所述抽液管具有用于排水的第一端和用于抽水的第二端,所述抽液管的第二端位于所述好氧池内,所

述膜组件套设在所述抽液管的第二端上。

[0012] 进一步的是,污水脱氮除磷装置还包括安装在所述抽液管上压力表,所述压力表位于所述排水泵与所述抽液管的第二端之间。

[0013] 一种污水脱氮除磷方法,包括如下步骤:

[0014] 步骤一:准备储水器、安装有搅拌器的缺氧池、好氧池、安装有膜组件的好氧池、安装有回流泵的溢流管、回流管,以及抽液器;

[0015] 步骤二:将所述储水器与所述缺氧池连通,将所述缺氧池和所述好氧池通过所述溢流管和所述回流管形成循环回路,所述膜组件套在所述抽液器的抽液端并放在所述好氧池内;

[0016] 步骤三:从污水处理厂的二沉池中取泥水混合液放在所述储液器中;

[0017] 步骤四:将所述储液器中的泥水混合液注入所述缺氧池中,泥水混合液经过所述溢流管流入所述好氧池,所述好氧池中的泥水混合液到达指定液位时所述储液器停止向缺氧池供应泥水混合液;

[0018] 步骤五:同时启动所述搅拌器与所述回流泵一段时间,然后同时关闭所述搅拌器与所述回流泵一段时间,不断重复所述搅拌器与所述回流泵的同时开启和同时关闭过程;一直开启所述抽液器进行排水,所述储液器按照排水量重新开始向所述缺氧池供应泥水混合液。

[0019] 进一步的是,在所述步骤三中,所述搅拌器与所述回流泵同时启动一小时,然后同时关闭半小时,不断重复搅拌器与回流泵的同时开启一小时、搅拌器与回流泵同时关闭半小时的过程。

[0020] 本发明与现有技术相比,其有益效果在于:本发明的搅拌器以及回流泵通过同一个继电器控制,以一小时开启,半小时关闭的方式循环运行,使得缺氧池能够间歇静置和间歇回流,实现缺氧池在厌氧和缺氧两种状态之间的切换,不仅大大节省了电耗,减少运行成本,而且强化了碳源利用过程,实现了更优异且稳定的脱氮和除磷性能。在缺氧池采用间歇静置和间歇回流的方式时,本装置的出水中的含氮量比持续搅拌和持续回流的方式低,且脱氮效率提高15%-35%,同时采用间歇静置和间歇回流的方式,出水总磷也相对较低,除磷效率提高10-30%。

附图说明

[0021] 图1是污水脱氮除磷装置的结构示意图。

[0022] 图中,1为储水器,2为缺氧池,3为搅拌器,4为好氧池,5为膜组件,6为溢流管,7为回流管,8为回流泵,9为抽液器,10为气泵,11为供气管,12为曝气器,13为气体流量计,14为继电器,15为第一液位器,16为第二液位器,17为进液管,18为进液泵,91为抽液管,92为排水泵。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0024] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相

连”、“连接”、“连通”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0025] 为叙述方便,除另有说明外,下文所说的上下方向与图1本身的上下方向一致,下文所说的左右方向与图1本身的左右方向一致。

[0026] 如图1所示,本实施例提供一种污水脱氮除磷装置,包括储水器1、与储水器1连通的缺氧池2、安装在缺氧池2内的搅拌器3、好氧池4、安装在好氧池4内的膜组件5、溢流管6、回流管7、安装在回流管7上的回流泵8,以及抽液器9;缺氧池2通过溢流管6和好氧池4连通,好氧池4通过回流管7与缺氧池2连通,缺氧池2、溢流管6、好氧池4、回流管7依次连接形成循环回路。膜组件5由PVDF(聚偏氟乙烯)制造,以膜组件5代替沉淀池,以实现泥水分离。缺氧池2设有用于搅拌缺氧池2内的泥水混合物的搅拌器3,以实现污泥均匀混合。缺氧池2的顶部通过溢流管6与好氧池4连通,缺氧池2中的泥水混合物到达一定高度之后从溢流管6流到好氧池4,好氧池4内的泥水混合物通过好氧池4底部的回流管7从缺氧池2的底部回到缺氧池2。好氧池4的混合液经过回流泵8回流到缺氧池2的量与抽液器9的抽水量的比为5:2。抽液器9具有抽液端和排液端,抽液器9的抽液端位于好氧池4内,膜组件5套在抽液器9的抽液端上,泥水混合物中的水透过膜组件5从抽液器9的抽液端被抽出去。本发明装置通过缺氧池2的间歇搅拌和间歇回流(搅拌和回流同时进行,或者静置与停止回流同时进行),实现缺氧池2厌氧和缺氧状态的切换,不仅大大节省了电耗,减少运行成本,而且强化了碳源利用过程,实现了更优异且稳定的脱氮和除磷性能。

[0027] 具体的,在一个实施例中,污水脱氮除磷装置还包括气泵10、与气泵10输出端连接的供气管11、与供气管11连接的曝气器12;曝气器12设置在好氧池4内。好氧池4中的曝气石可以通过喷出空气或者氧气从而使得泥水混合物中产生气泡,以控制污泥混合液溶解氧在1.0-2.5mg/L,同时曝气石产生的气泡也可以使得好氧池4中产生水流,水流可以冲刷膜组件5,以延缓膜组件的污染。

[0028] 具体的,在一个实施例中,供气管11上安装有气体流量计13。

[0029] 具体的,在一个实施例中,污水脱氮除磷装置还包括继电器14;回流泵8和搅拌器3均与继电器14电性连接。搅拌器3与回流泵8同时外接一个继电器14实现同步控制,继电器14以一小时开启,半小时关闭的方式交替运行,从而控制搅拌器3与回流泵8的能够同步启动或者同步关闭。

[0030] 具体的,在一个实施例中,污水脱氮除磷装置还包括用于检测好氧池4内的液体的最高液位的第一液位器15和用于检测好氧池4内的液体的最低液位的第二液位器16;第一液位器15和第二液位器16均与继电器14电性连接。通过第一液位器15和第二液位器16感应好氧池4内的液位,防止好氧池4液位过高而溢出或较低而导致抽干,第一液位器15和第二液位器16可以避免出现由于进水出水速度不一致而导致好氧池4液位过高或者过低而导致膜组件5外露的问题。

[0031] 具体的,在一个实施例中,污水脱氮除磷装置还包括进液管17、安装在进水管的进液泵18;进液管17的一端与储水器1连通,进液管17的另一端与缺氧池2连通。脱氮除磷过程中,储水器1向缺氧池2输送泥水混合液量与抽水器抽取的水量相等。

[0032] 具体的,在一个实施例中,抽液器9包括抽液管91、安装在抽液管91上的排水泵92;抽液管91具有用于排水的第一端和用于抽水的第二端,抽液管91的第二端位于好氧池4内,膜组件5套设在抽液管91的第二端上。

[0033] 具体的,在一个实施例中,污水脱氮除磷装置还包括安装在抽液管91上压力表,压力表位于排水泵92与抽液管91的第二端之间,当膜组件5被泥堵塞的时候,抽水泵抽水时,膜组件5受到的压力会发生变化,通过检测膜组件5的压力,通过压力表的读数变化可以得到膜污染的情况和快慢。

[0034] 一种污水脱氮除磷方法,包括如下步骤:

[0035] 步骤一:准备储水器、安装有搅拌器的缺氧池、好氧池、安装有膜组件的好氧池、安装有回流泵的溢流管、回流管,以及抽液器;

[0036] 步骤二:将储水器与缺氧池连通,将缺氧池和好氧池通过溢流管和回流管形成循环回路,膜组件套在抽液器的抽液端并放在好氧池内;相比传统的设置好氧池和膜池,本装置将好氧池和膜池(膜组件)合二为一,免去了二沉池的建设,极大地节省了基建费用。此外,由于缺氧池沉降污泥的水解发酵作用,增强了装置的反硝化与释磷,使得装置的脱氮除磷效果得到强化,同时又减少了电耗,在处理以低C/N为主的市政生活污水上具有良好的应用前景。

[0037] 步骤三:从污水处理厂的二沉池中取泥水混合液放在储液器中。

[0038] 步骤四:同时将储液器中的泥水混合液注入缺氧池中,泥水混合液经过溢流管流入好氧池,好氧池中的泥水混合液到达指定液位时储液器停止供应泥水混合液;泥水混合液从缺氧池进入到好氧池时,进水中的氨氮经过硝化作用转变为硝酸盐,同时,在缺氧池中释放出来的磷酸根进入到好氧池,好氧池中的聚磷菌利用氧气进行好氧吸磷。通过气体流量计控制好氧池溶解氧浓度为1.0-2.5mg/L,具体溶解氧浓度根据进水水质确定。控制整个工艺的水力停留时间HRT为11~13h,以减缓膜污染速度和强化脱氮除磷。

[0039] 步骤五:同时启动搅拌器与回流泵一段时间,经过充分搅拌,将回流的硝态氮经反硝化作用还原为氮气。微生物吸收部分小分子有机物储存为微生物的内碳源,缺氧池中的反硝化聚磷菌利用内碳源进行反硝化吸磷。在污泥沉降过程中部分微生物利用难降解有机物进行水解发酵,产生挥发性脂肪酸,用于强化反硝化过程和释磷过程。

[0040] 然后同时关闭搅拌器与回流泵一段时间,在搅拌器与回流泵同时关闭阶段,缺氧池中的搅拌器与回流泵同时停止运作,最大程度减少对缺氧池的剧烈扰动,让池内污泥自由静置沉淀,实现缺氧池的厌氧过程。本过程有效降低了污泥的氧化还原电位,氧化还原电位可以表征装置氧化性或还原性的相对程度。氧化还原电位不同,适宜生长的微生物就不同,得到的产物也不同。水解酸化菌对氧化还原电位的适应范围较广,可以在-100-100mV的条件下生存繁衍。因此,可以通过检测和控制氧化还原电位来增强水解发酵过程,提高VFAs的产量。此外,氧化还原电位可以作为调控目标发酵产物的指标,评价污泥厌氧发酵过程。降低污泥的氧化还原电位,可以有效增强了水解发酵活性,强化了颗粒和胶体态有机物向溶解态可利用小分子有机物的转化,并通过泥水混合物中的发酵细菌的胞内反应将小分子有机物转化为以挥发性脂肪酸为主的产物,一定程度上解决了城市生活污水因碳源不足而导致出水不达标等问题。此外,缺氧池中的搅拌器与回流泵的间歇式运行极大地降低了污水厂日常运营电耗。本装置的污水处理方法简单,适用性强,可操作性高,在节能降耗方面

具有明显优势。

[0041] 不断重复上述搅拌器与回流泵的开启和关闭过程；持续开启抽液器进行排水，储液器按照排水量重新开始持续向缺氧池供应泥水混合液。间歇静置与间歇污泥回流的目的是在一段合理的时间内，通过减少对缺氧池中水体的扰动，让污泥间歇性地静置沉降以取代持续完全混合，制造一个氧化还原电位更低的微生物生长环境，实现缺氧池厌氧和缺氧状态的切换，强化部分活性污泥 (RAS) 的缺氧水解发酵过程，将产生的溶解性有机物 (SCOD) 和挥发性脂肪酸 (VFAs) 提供给缺氧区的PAOs释磷过程和反硝化过程，进而强化装置整体的脱氮除磷性能。

[0042] 具体的，在一个实施例中，在步骤三中，搅拌器与回流泵同时启动一小时，同时关闭半小时，不断重复搅拌器与回流泵的同时开启、搅拌器与回流泵同时关闭过程。缺氧池的搅拌器与回流泵的间歇式运行极大地降低了污水厂日常运营电耗。本装置的污水处理方法简单，适用性强，可操作性高，在节能降耗方面具有明显优势。

[0043] 总的来说，本发明具有以下优点：本发明采用以一小时开启，半小时关闭的方式间歇搅拌和间歇污泥回流两者结合的周期运行方式运行A0-MBR工艺，理论上可以减少1/3的搅拌机和回流泵消耗电量，延长装置使用寿命，而且强化了工艺的脱氮除磷效果。

[0044] 本发明搅拌混合与静置沉淀交替的方式实现缺氧池厌氧和缺氧状态的切换，创造了更低的氧化还原电位环境，不仅强化了污泥厌氧水解发酵，产生更多的挥发性脂肪酸参与生化反应，而且提供了培养和驯化反硝化聚磷菌的潜在生长环境，促进了反硝化聚磷菌在缺氧条件下吸收VFAs (挥发性脂肪酸) 在体内合成PHA (聚羟基脂肪酸酯)，在缺氧条件下利用硝酸盐为电子受体分解体内PHA实现过量吸磷，实现一碳两用，从而达到增强同步脱氮除磷的效果。其中，反硝化除磷，是反硝化聚磷菌利用碳源将反硝化和吸磷两个过程合二为一，实现了一碳两用、同步脱氮除磷的过程，是一种新型高效的污水处理技术。一方面，水中的硝酸态氮经反硝化作用生成氮气而从系统逸出，另一方面，反硝化聚磷菌在缺氧条件下利用进水中的VFAs和污泥水解发酵产生的VFAs合成聚羟基脂肪酸酯 (PHAs)，并在缺氧条件下以硝酸盐为电子受体分解体内的PHAs实现过量吸磷。系统内一定丰度的反硝化聚磷菌的存在很大程度上缓解了碳源不足导致的脱氮除磷效果较差的问题。

[0045] 本发明的方法强化了剩余污泥的水解发酵过程，降低了污泥量的产生，提高了污水脱氮除磷效率，从而实现污泥和污水的共处理。本发明选用缺氧和好氧结合，相比于AAO (缺氧、无氧、好氧)，不仅大大减少了占地空间和降低了运营成本，而且适用范围更广，可操作性更强。

[0046] 以处理某城市的市政污水为例，每个装置的总体积为6.5L，其中缺氧池3L，好氧池3.5L，日处理量13L，进水采用市政生活污水，污水通过进水泵进入缺氧池，水力停留时间 (HRT) 约为12h，污泥停留时间 (SRT) 约为25-30d。装置MLSS (混合液悬浮固体浓度) 在5000-7000mg/L，水体温度在22℃左右，好氧池溶解氧浓度在1.0-2.5mg/L左右，缺氧池溶解氧浓度低于0.02mg/L，反应池pH约为6-8。

[0047] 进水为实际生活污水，COD含量130-400mg/L， $\text{NH}_4^+ \text{N}$ 含量15-30mg/L，TN含量20-40mg/L，TP含量1.5-7mg/L。

[0048] 持续搅拌的污水脱氮除磷装置的脱氮除磷情况如下表所示：

[0049]

	TN	TP	$\text{NH}_4^+ \text{N}$	COD

进水 (mg/L)	29	4.8	22.4	210
出水 (mg/L)	14	1.02	0.06	11.27
去除率	51.7%	78.7%	99.9%	99%

[0050] 其中, TN是指总氮, TP是指总磷, $\text{NH}_4^+ \text{N}$ 是指铵态氮, COD是指化学需氧量, 装置运行90天。

[0051] 间歇搅拌和间接回流的污水脱氮除磷装置的脱氮除磷情况如下表所示:

	TN	TP	$\text{NH}_4^+ \text{N}$	COD
进水 (mg/L)	29	4.8	22.4	210
出水 (mg/L)	7	0.52	0.07	10.62
去除率	75.9%	89.2%	99.9%	99%

[0053] 其中, TN是指总氮, TP是指总磷, $\text{NH}_4^+ \text{N}$ 是指铵态氮, COD是指化学需氧量, 装置运行90天。

[0054] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和替换, 这些改进和替换也应视为本发明的保护范围。

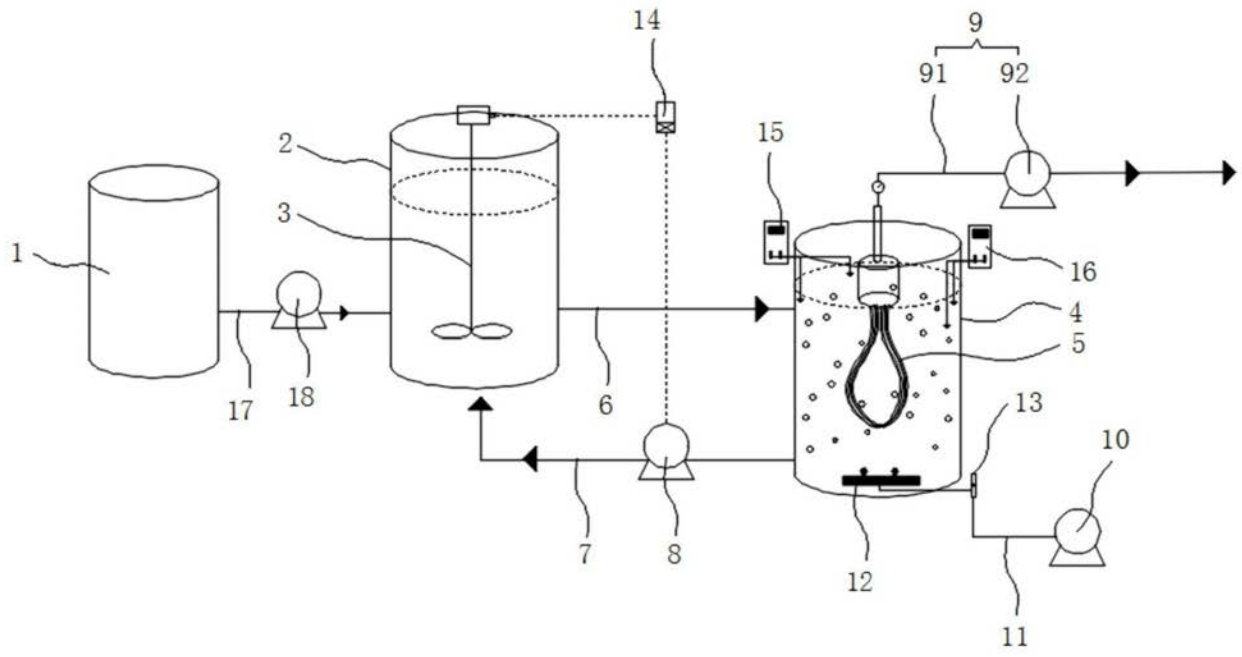


图1