



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102701437 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201210212886. 7

(22) 申请日 2012. 06. 26

(71) 申请人 中国科学技术大学苏州研究院

地址 215123 江苏省苏州市工业园区仁爱路  
166 号亲民楼 305 室

(72) 发明人 李文卫 俞汉青 王云琦

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有  
限公司 32103

代理人 范晴

(51) Int. Cl.

C02F 3/02 (2006. 01)

C02F 3/00 (2006. 01)

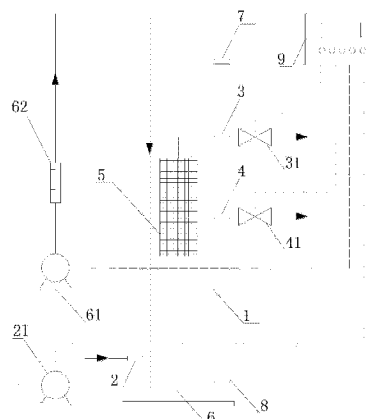
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

### (54) 发明名称

一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置

### (57) 摘要

本发明公开了一种一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,包括装有好氧颗粒污泥的膜生物反应器(1),其特征在于所述膜生物反应器设置有废水进水口(2)、过滤出水口(3)和直接出水口(4),所述膜生物反应器内设置膜组件(5),所述膜组件(5)内部为中空结构,膜组件(5)内通过过滤管路与过滤出水口(3)连通,且膜组件(5)的最高高度和直接出水口(4)的液面高度均低于过滤出水口(3)的液面高度,所述膜组件(5)下端设置微孔曝气器(6)。该装置进行污水处理经济、高效、稳定,并且反应器结构紧凑,所需占地面积小,操作灵活,适应范围广。



1. 一种一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,包括装有好氧颗粒污泥的膜生物反应器(1),其特征在于所述膜生物反应器设置有废水进水口(2)、过滤出水口(3)和直接出水口(4),所述膜生物反应器内设置膜组件(5),所述膜组件(5)内部为中空结构,膜组件(5)内通过过滤管路与过滤出水口(3)连通,且膜组件(5)的最高高度和直接出水口(4)的液面高度均低于过滤出水口(3)的液面高度,所述膜组件(5)下端设置微孔曝气器(6)。

2. 根据权利要求1所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述微孔曝气器(6)通过曝气管路与气泵(61)连接,所述曝气管路上设置气体流量计(62)。

3. 根据权利要求2所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述膜生物反应器(1)还设置有溢流口(7)和取样口(8)。

4. 根据权利要求3所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述膜生物反应器(1)距顶部 1/10 高度处设置溢流口;在距底部 3/4 反应器高度处为过滤出水口;距底部 1/2 高度设置直接出水口;距底部 1/10 高度处设置底部取样口。

5. 根据权利要求2所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述废水进水口(2)通过进水管路与进水泵(21)连接。

6. 根据权利要求5所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述装置还包括时间程序控制器(9),所述过滤管路上设置过滤出水控制电磁阀(31),所述直接出水口(4)的出水管路上设置直接出水控制电磁阀(41),所述时间程序控制器(9)分别与过滤出水控制电磁阀(31)、进水泵(21)、直接出水控制电磁阀(41)和气泵(61)连接控制启闭。

7. 根据权利要求5所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述膜生物反应器(1)为圆筒形,所述膜生物反应器(1)的高径比为 5:1~15:1。

8. 根据权利要求5所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述膜组件(5)由有机玻璃内框和覆盖在有机玻璃内框表面的膜材料构成,所述膜材料采用孔径为 50~200  $\mu\text{m}$  粗网。

9. 根据权利要求5所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,其特征在于所述微孔曝气器(6)设置在膜生物反应器(1)的底部,所述微孔曝气器(6)在膜生物反应器(1)的底部成环状分布。

10. 一种权利要求1所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置进行水处理的方法,其特征在于所述方法包括以下步骤:

(1) 废水通过废水进水口(2)进入膜生物反应器(1)内,在膜生物反应器(1)内废水与好氧颗粒污泥充分接触并且其中的污染物被生物降解;

(2) 处理后的水通过膜组件(5)表面的动态膜过滤后进入膜组件(5)内部排出,截留处理后的水中颗粒污泥到膜生物反应器(1)中;或者停止曝气后按照 SBR 运行方式直接排出膜生物反应器(1)。

## 一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,具体涉及一种一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置。

### 背景技术

[0002] 膜生物反应器(MBR)作为一种高效、紧凑的废水生物处理技术,近年来得到了迅速发展和广泛应用。然而,这一技术在实际应用中存在两个主要问题:高成本和膜污染。目前,国内外对MBR膜污染控制的研究主要集中在两个方面:对膜材料本身的优化以及对活性污泥体系的优化。

[0003] 在膜材料优化方面,近年来的一个重要发展方向是采用廉价的粗网膜材料(如尼龙网、钢丝网、无纺布等)来替代传统的微滤或超滤膜,这类MBR常被称为“动态膜生物反应器”。在运行过程中,粗网膜材料的表面会逐渐形成一层生物膜,作为系统中实际的过滤层。这种粗网膜材料的孔隙较大、过滤阻力较小,并且成本低廉。但该工艺目前存在的一个主要问题是出水中固体悬浮物质(SS)含量较高。尤其是在膜表面反冲洗结束后和新的生物膜形成前,反应器中的细碎污泥会直接穿过膜材料进入出水中,不仅会降低出水水质而且会引起膜组件内腔堵塞,减少实际的膜过滤面积。

[0004] 在活性污泥性质的优化方面,一个重要方向是采用好氧颗粒污泥来替代常规的絮体活性污泥。由于好氧颗粒污泥比絮体污泥具有更好的强度和抗压缩性能,因此其在膜表面形成的生物膜具有较高的孔隙率和较低的污染阻力。此外,由于好氧颗粒污泥内部存在一定的缺氧区,有利于反硝化细菌的生长,因此颗粒污泥-膜生物反应器体系的脱氮能力也优于普通MBR。然而,这种体系中膜材料成本较高和颗粒污泥的稳定性较差是两个主要的制约因素。目前,依然缺少真正高效、低成本、稳定的废水生物处理技术。

### 发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,解决了现有技术中污水缺乏高效、低成本、稳定的废水生物处理问题。

[0006] 为了解决现有技术中的这些问题,本发明提供的技术方案如下:

[0007] 一种一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,包括装有好氧颗粒污泥的膜生物反应器,其特征在于所述膜生物反应器设置有废水进水口、过滤出水口和直接出水口,所述膜生物反应器内设置膜组件,所述膜组件内部为中空结构,膜组件内通过过滤管路与过滤出水口连通,且膜组件的最高高度和直接出水口的液面高度均低于过滤出水口的液面高度,所述膜组件下端设置微孔曝气器。

[0008] 优选的,所述微孔曝气器通过曝气管路与气泵连接,所述曝气管路上设置气体流量计。

[0009] 优选的,所述膜生物反应器还设置有溢流口和取样口。

[0010] 优选的,所述膜生物反应器距顶部1/10高度处设置溢流口;在距底部3/4反应器

高度处为过滤出水口；距底部 1/2 高度设置直接出水口；距底部 1/10 高度处设置底部取样口。

[0011] 优选的，所述废水进水口通过进水管路与进水泵连接。

[0012] 优选的，所述装置还包括时间程序控制器，所述过滤管路上设置过滤出水控制电磁阀，所述直接出水口的出水管路上设置直接出水控制电磁阀，所述时间程序控制器分别与过滤出水控制电磁阀、进水泵、直接出水控制电磁阀和气泵连接控制启闭。

[0013] 优选的，所述膜生物反应器为圆筒形，所述膜生物反应器的高径比为 5:1~15:1。

[0014] 优选的，所述膜组件由有机玻璃内框和覆盖在有机玻璃内框表面的膜材料构成，所述膜材料采用孔径为 50~200  $\mu\text{m}$  粗网。

[0015] 优选的，所述微孔曝气器设置在膜生物反应器的底部，所述微孔曝气器在膜生物反应器的底部成环状分布。

[0016] 本发明的另一目的在于提供一种所述的一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置进行水处理的方法，其特征在于所述方法包括以下步骤：

[0017] (1) 废水通过废水进水口进入膜生物反应器内，在膜生物反应器内废水与好氧颗粒污泥充分接触并且其中的污染物被生物降解；

[0018] (2) 处理后的水通过膜组件表面的动态膜过滤后进入膜组件内部排出，截留处理后的水中颗粒污泥到膜生物反应器中；或者停止曝气后按照 SBR 运行方式直接排出膜生物反应器。

[0019] 本发明是一种处理废水的新技术方案，结合好氧颗粒污泥和动态膜生物反应器各自的特点将两者有机耦合，通过对工艺和反应器进行优化设计，实现废水的高效、经济、稳定处理，属于废水生物处理技术领域。

[0020] 针对以上工艺技术的特点和各自存在的不足，本发明提出一种新的耦合处理装置——一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置，在显著降低处理成本的同时，实现废水的高效稳定处理。

[0021] 本发明技术方案中膜生物反应器为一体式高效反应器，通过设计独特的一体式高效反应器和优化运行方式和工艺条件，实现好氧颗粒污泥在反应内的稳定运行和膜污染的减轻，同时保证较好的出水水质。

[0022] 本发明技术方案采用高径比为 5:1~15:1 的圆筒形反应器。反应器侧面设有 1 处进水口和不少于 4 处出口，其中包括：距顶部约 1/10 高度处设置溢流口 7；在距底部约 3/4 反应器高度处为过滤出水口 3；距底部 1/2 高度为直接出水口 4；距底部约 1/10 高度处设置底部取样口 8；过滤出水口 3 与其他出口的区别在于，过滤出水口 3 通过管道直接与膜组件 5 相连接。

[0023] 膜组件 5 采用圆筒形结构，由有机玻璃内框和覆盖在表面的膜材料构成。膜组件置于反应器内，其高度应低于过滤出水口 3 的液面高度，以确保过滤过程中膜组件始终在液面以下。膜材料采用孔径为 50~200  $\mu\text{m}$  粗网材料（如钢丝网、尼龙网、无纺布等），要求材料成本较低并且具有较好的机械强度和耐腐蚀性；

[0024] 进水方式采用连续进水，水力停留时间为 6~10h，膜过滤通量为 20~80L/m<sup>2</sup>·h；出水采用过滤出水口 3 排水和直接出水口 4 排水相结合的方式。其中，过滤出水口 3 按照一定时间间隔反复出水和停止出水。直接出水口 4 在反应器停止曝气并沉降一段时间后出水，

每天 1~2 次(停止曝气的同时停止进水和过滤出水口 3 排水),具体步骤为:从刚停止曝气算起,经过 2~5min 静置沉降后,开启直接出水口 4 排水;10min 后关闭直接出水口 4,恢复正常进水和过滤出水口 3 排水。所有排水均采用重力自流的方式出水,无需额外施加压力或其他驱动力,并且通过电磁阀来控制通断。进出水和曝气时间全部通过时间编程控制器精确控制。

[0025] 通过反应器底部设置的环形曝气器均匀曝气,并通过调节曝气量以确保表面上升气体流速  $V$  在一定范围内:  $1\text{cm/s} < V < 4\text{cm/s}$ 。曝气量大小通过气体流量计调节。

[0026] 反应器中稳定存在有较大粒径和较致密结构的好氧颗粒污泥,这些颗粒污泥不容易穿过粗网膜材料,因此,出水中 SS 浓度较低。另外,膜材料表面形成的生物膜层具有较高的渗透性,其孔隙率可以达到传统絮体污泥 MBR 反应器中的 1.5 倍以上。

[0027] 相对于现有技术中的方案,本发明的优点是:能实现经济、高效、稳定的废水处理,具有更好的实用性和操作灵活性。

[0028] 综上所述,本发明提出的一体式好氧颗粒污泥-动态膜生物反应器工艺是一种经济、高效、稳定的废水处理新技术,并且反应器结构紧凑,所需占地面积小,操作灵活,适应范围广。因此,本技术在实际生活污水和工业废水处理中都有很好的应用前景。不仅如此,本发明对于厌氧颗粒污泥-膜生物反应器技术的开发和应用也具有很好的参考价值。本发明首次实现在动态膜反应器系统中接种好氧颗粒污泥并通过这种半连续流运行方式维持其稳定运行,并通过这个耦合工艺实现污水处理。

## 附图说明

[0029] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述:

[0030] 图 1 为本发明实施例一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置的结构示意图。

[0031] 其中:1 为膜生物反应器;2 为进水口;3 为过滤出水口;4 为直接出水口;5 为膜组件;6 为微孔曝气器;7 为溢流口;8 为底部取样口;9 为时间程序控制器;21 为进水泵;61 为气泵;62 为气体流量计;31 为过滤出水控制电磁阀;41 为直接出水控制电磁阀。

## 具体实施方式

[0032] 以下结合具体实施例对上述方案做进一步说明。应理解,这些实施例是用于说明本发明而并不限于限制本发明的范围。实施例中采用的实施条件可以根据具体厂家的条件做进一步调整,未注明的实施条件通常为常规实验中的条件。

[0033] 实施例

[0034] 如图 1 所示,该一体式好氧颗粒污泥动态膜生物反应废水处理装置,包括装有好氧颗粒污泥的膜生物反应器 1,所述膜生物反应器设置有废水进水口 2、过滤出水口 3 和直接出水口 4,所述膜生物反应器内设置膜组件 5,所述膜组件 5 内部为中空结构,膜组件 5 内通过过滤管路与过滤出水口 3 连通,且膜组件 5 的最高高度和直接出水口 4 的液面高度均低于过滤出水口 3 的液面高度,所述膜组件 5 下端设置微孔曝气器 6。

[0035] 所述微孔曝气器 6 通过曝气管路与气泵 61 连接,所述曝气管路上设置气体流量计 62。所述膜生物反应器 1 还设置有溢流口 7 和取样口 8。

[0036] 所述膜生物反应器 1 距顶部 1/10 高度处设置溢流口 ;在距底部 3/4 反应器高度处为过滤出水口 ;距底部 1/2 高度设置直接出水口 ;距底部 1/10 高度处设置底部取样口。所述废水进水口 2 通过进水管路与进水泵 21 连接。所述装置还包括时间程序控制器 9,所述过滤管路上设置过滤出水控制电磁阀 31,所述直接出水口 4 的出水管路上设置直接出水控制电磁阀 41,所述时间程序控制器 9 分别与过滤出水控制电磁阀 31、进水泵 21、直接出水控制电磁阀 41 和气泵 61 连接控制启闭。

[0037] 所述膜生物反应器 1 为圆筒形,所述膜生物反应器 1 的高径比为 5:1~15:1。所述膜组件 5 由有机玻璃内框和覆盖在有机玻璃内框表面的膜材料构成,所述膜材料采用孔径为 50~200  $\mu\text{m}$  粗网。所述微孔曝气器 6 设置在膜生物反应器 1 的底部,所述微孔曝气器 6 在膜生物反应器 1 的底部成环状分布。

[0038] 采用有效体积为 4L 的一体式高效反应器 1,直接接种颗粒污泥,用于人工模拟废水的处理。反应器装置基本结构及流程如图 1 所示。反应器 1 为有机玻璃筒状结构,筒体总高度 70cm,内径 4.5cm。膜组件 5 放置在反应器内部,采用尼龙网膜材料,平均孔径 70  $\mu\text{m}$ ,膜面积 0.02m<sup>2</sup>。反应器 1 侧面设一个进水口 2 和四个出水口,每个出水口距反应器底部的距离依次为 :65cm, 50cm, 35cm, 5cm。反应器运行过程中,废水通过进水泵 21 从进水口 2 进入反应器 1。大部分处理后的废水在反应器 1 内先通过膜组件 5,再经与之相连的过滤出水口 3 流出。出水口 3 的排水由电磁阀 31 控制,采用通 10min- 断 10min 的方式运行,实现间歇出水。少量处理后的废水通过直接出水口 4 定时排出,每天排水 1 次,排水前静置沉降时间为 2min,排水时间 8min,由电磁阀 41 控制。曝气由气泵 61 经安装在反应器底部的微孔曝气头 6 提供,曝气量由气体流量计 62 控制在约 300L/h,其对应表面上升气体流速  $V=1.3\text{cm/s}$ 。

[0039] 进水采用乙酸钠为碳源配制人工废水,进水 COD 为 400mg/L,运行过程中控制 HRT 为 6.7h。接种颗粒污泥平均粒径约为 0.8mm,接种污泥浓度为 5g/L。经过运行约 10 天后,系统达到稳定状态。COD 和  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$  平均去除率分别达到 91% 和 95% 以上,出水清澈,颗粒污泥平均粒径略有减小并维持在约 0.5mm。与常规的基于絮体污泥的动态膜生物反应器相比,在同样的运行工况下,膜污染速率显著减缓,运行期间内所需反冲洗次数比对照反应器减少一半,并且出水中含 SS 很少。

[0040] 工艺流程 :废水通过水泵 21 和进水口 2,进入到膜生物反应器 1 ;在膜生物反应器 1 内废水与好氧颗粒污泥充分接触并且其中的污染物被生物降解 ;经过生物处理后的废水通过两种方式排出反应器(两种排水方式相结合) :

[0041] 方式一 :经处理后的水通过膜组件 5 表面的动态膜过滤后进入膜组件 5 内部,而颗粒污泥被动态膜截留下来返回到膜生物反应器 1 中 ;进入膜组件 5 内的出水经过滤管路通过过滤出水口 3 排出。过滤出水口 3 排水通过时间程序控制器 9 和电磁阀 31 控制实现间歇排水,即以电磁阀 31 通断各 1 次作为一个运行周期,每个周期内电磁阀 31 通 10~30min,断 10~30min。每个周期结束后立即进入下一个周期,连续不断。

[0042] 方式二 :经处理后的水按照 SBR 运行方式排出反应器,具体步骤为 :每天在固定的时间(1~2 次 / 天),通过时间程序控制器 9 的时间设定,同时停止进水泵 21 进水和过滤出水口 3 排水 ;从刚停止曝气算起,经过 2~5min 静置沉降后,通过时间程序控制器 9 开启直接出水口 4 排水 ;10min 后关闭直接出水口 4,恢复进水泵 21 正常进水和过滤出水口 3 排水。

[0043] 时间编程：本工艺中所有时间序列操作（包括电磁阀和气泵、水泵的启闭）全部由时间程序控制器通过一系列时间点的设定进行控制。具体控制方式参见以上描述。

[0044] 处理效果：与常规的活性污泥法相比，由于采用紧凑型结构并且综合了颗粒污泥和膜生物反应器的优点，该工艺单位反应器体积处理能力能提高约 50% 以上，并且可以无需调节池和二沉池，反应器占地面积减少 50% 以上，也无需进行污泥回流，因此大大减少投资和运行成本，经过该工艺处理后的废水基本可以达到我国城市生活污水综合排放标准的相关要求。与常规膜生物反应器工艺相比，动态膜的采用不仅大大节约了投资，并且由于采用重力自流过滤方式替代了压力型的过滤方式，也进一步降低了运行成本，在达到与膜生物反应器类似处理效果的同时，每吨水的处理总成本可以减少约 40% 以上。

[0045] 上述实例只为说明本发明的技术构思及特点，其目的在于让熟悉此项技术的人是能够了解本发明的内容并据以实施，并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所做的等效变换或修饰，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

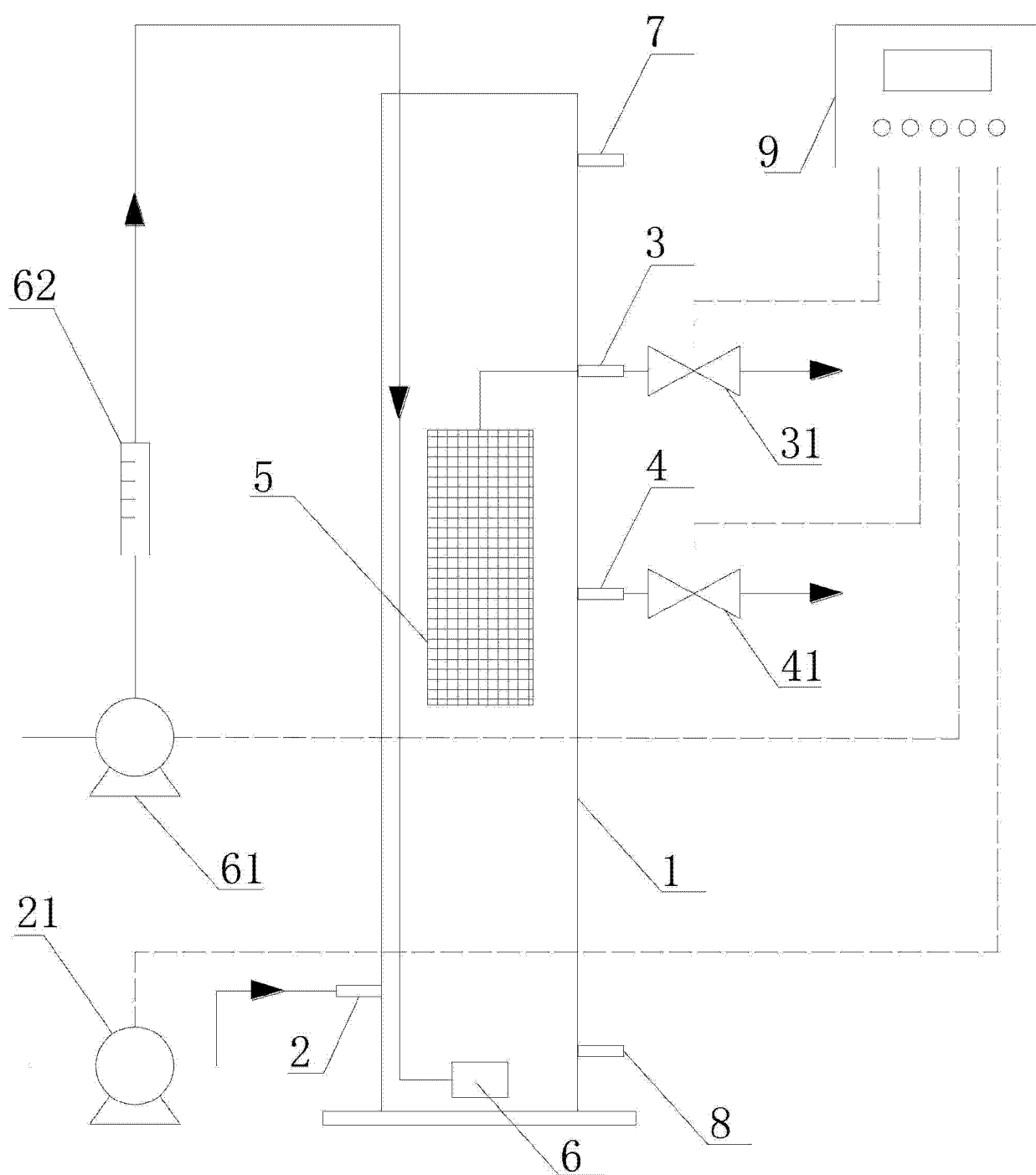


图 1