(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102451618 A
(43)申请公布日 2012.05.16

(21)申请号 201010525966.9

(22)申请日 2010.10.28

(71)申请人 绵阳美能材料科技有限公司
地址 621000 四川省绵阳市科创园创业大道中段 249 号

(72)发明人 葛海霖 常利军

(74)专利代理机构 广州三环专利代理有限公司 44202
代理人 郝传鑫

(51)Int.Cl.
B01D 65/02(2006.01)
B01D 69/08(2006.01)
C02F 1/44(2006.01)

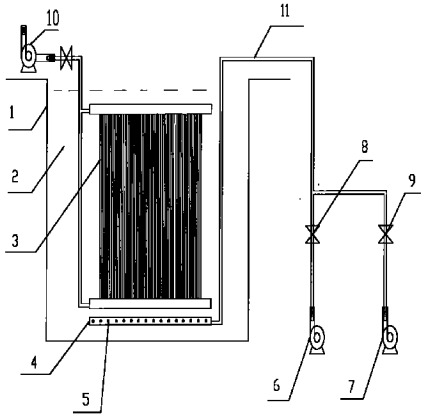
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54)发明名称

浸入式中空纤维膜气洗系统和方法

(57)摘要

本发明涉及一个浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其浸入式中空纤维膜装置被放置于膜池中，所述方法包括如下步骤，采用两路供气装置提供给浸入式中空纤维膜组件进行双阶段曝气，气量低的阶段性曝气，维持适量搅动，浸入式中空纤维膜组件正常产水，气量高的阶段性曝气，浸入式中空纤维膜组件停止产水，中空纤维膜得到有效清洗，不同阶段性曝气的交替产生，减少洗气的气量消耗，既在低能耗下减低中空纤维膜污染，又能有效清洗中空纤维膜，延长浸入式中空纤维膜装置的使用寿命。本发明同时涉及一个浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，适用于浸入式中空纤维膜装置的气洗。



CN 102451618 A

1. 一个浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，其浸入式中空纤维膜装置含有被放置于膜池中的浸入式中空纤维膜组件，所述气洗系统，其特征在于，包括：

曝气管，其上分布着曝气孔，被放置于膜池内的浸入式中空纤维膜组件的下方；

两路阶段性曝气风机，供气给曝气管；其中至少一个阶段性曝气的气量低，维持适量搅动；其中至少一个阶段性曝气的气量高，有效清洗中空纤维膜；

供气管，连接所述风机和曝气管；

曝气阀，放置于供气管，控制所述风机供气给曝气管的开启与气量；

在运作中，当阶段性曝气的气量低时，浸入式中空纤维膜组件正常产水，当阶段性曝气的气量高时，浸入式中空纤维膜组件停止产水，中空纤维膜得到有效清洗；不同阶段性曝气的交替产生，减少洗气的气量消耗，有效清洗中空纤维膜，延长浸入式中空纤维膜装置的使用寿命。

2. 如权利要求 1 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，其特征在于，所述阶段性曝气风机包括一个搅拌风机和一个清洗风机；所述搅拌风机用于气量低的阶段性曝气，维持适量搅动；所述清洗风机用于气量高的阶段性曝气，有效清洗中空纤维膜；在运作中，当所述清洗风机开启时，所述搅拌风机保持开启或关闭，因此高气量的阶段性曝气由搅拌和清洗风机共同提供或由清洗风机单独提供。

3. 如权利要求 2 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，其特征在于，所述曝气管包括一个曝气管；其由一个公用供气管连接到搅拌和清洗风机，同时搅拌风机和清洗风机被单独的曝气阀分别控制。

4. 如权利要求 2 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，其特征在于，所述曝气管包括两个曝气管；其一个曝气管由一个供气管连接到搅拌风机，其另一个曝气管由另一个供气管连接到清洗风机；不同曝气阀分别置于不同供气管而分别控制搅拌风机和清洗风机。

5. 如权利要求 1 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，其特征在于，当浸入式中空纤维膜装置含有多于一个浸入式中空纤维膜组件时，所述曝气管置于每个中空纤维膜组件的下方。

6. 如权利要求 1 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，其特征在于，气速在曝气孔处为 8-25m/s，在供气管内低于 8m/s。

7. 一个浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其浸入式中空纤维膜装置含有被放置于膜池中的浸入式中空纤维膜组件，所述气洗方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

提供给浸入式中空纤维膜组件气量低的阶段性曝气，维持适量搅动，浸入式中空纤维膜组件正常产水；

提供给浸入式中空纤维膜组件气量高的阶段性曝气，浸入式中空纤维膜组件停止产水，中空纤维膜得到有效清洗；

不同阶段性曝气的交替产生，减少洗气的气量消耗，有效清洗中空纤维膜，延长浸入式中空纤维膜装置的使用寿命。

8. 如权利要求 7 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其特征在于，所述不同阶段性曝气由一个浸入式中空纤维膜装置的气洗系统提供；所述浸入式中空纤维膜装置的气洗系统包括：

曝气管，其上分布着曝气孔，被放置于膜池内的浸入式中空纤维膜组件的下方；

阶段性曝气风机，供气给曝气管；其中至少一个阶段性曝气的气量低；其中至少一个阶段性曝气的气量高；

供气管，连接所述风机和曝气管；

曝气阀，放置于供气管，控制所述风机供气给曝气管的气量。

9. 如权利要求 8 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其特征在于，所述阶段性曝气风机包括一个搅拌风机和一个清洗风机；所述搅拌风机用于气量低的阶段性曝气，维持适量搅动；所述清洗风机用于气量高的阶段性曝气，有效清洗中空纤维膜；在运作中，当所述清洗风机开启时，所述搅拌风机保持开启或关闭，因此高气量的阶段性曝气由搅拌和清洗风机共同提供或由清洗风机单独提供。

10. 如权利要求 9 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其特征在于，所述曝气管包括一个曝气管；其由一个公用供气管连接到搅拌和清洗风机，同时搅拌风机和清洗风机被单独的曝气阀分别控制。

11. 如权利要求 9 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其特征在于，所述曝气管包括两个曝气管；其一个曝气管由一个供气管连接到搅拌风机，其另一个曝气管由另一个供气管连接到清洗风机；不同曝气阀分别置于不同供气管而分别控制搅拌风机和清洗风机。

12. 如权利要求 8 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其特征在于，当浸入式中空纤维膜装置含有多于一个浸入式中空纤维膜组件时，所述曝气管置于每个中空纤维膜组件的下方。

13. 如权利要求 8 所述的浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其特征在于，气速在曝气孔处为 8-25m/s，在供气管内低于 8m/s。

浸入式中空纤维膜气洗系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及浸入式中空纤维膜装置，更具体的涉及浸入式中空纤维膜装置的气洗系统和方法，用不同气体组合清洗中空纤维膜表面以防止膜污染，保持膜的通水量。

背景技术

[0002] 浸入式中空纤维膜在水中尤其在膜生物反应器中不仅易受水中的悬浮物如污泥的堵塞而且也会受水中的有机物污染，因而造成过滤通量的下降，严重情况下会导致膜系统的功能恶化．为了保持膜系统的过滤通量，一般可以通过曝气的方法避免膜污染。曝气可以采用连续的，也可采用间歇的。气泡使中空纤维互相摩擦并带走膜表面的污染物，清洗的效果取决于气量、气泡大小、气泡分布、中空纤维的密度与分布等。为了避免膜的污染，气量需很大，气洗的耗能相当大，在膜生物反应器中往往占了能量的大部分。

[0003] 膜的污染主要有两部分。一部分为大分子化合物，胶体类如微生物代谢物，多糖，蛋白质等；另一部分为悬浮固体。第一部分物质较均匀地分布在污水中，保持污水的搅动，控制过滤的压力能防止浓度极化。第二部分物质具有沉降性，容易沉积在膜表面造成污堵。一旦膜污染加剧，必须迅速清除表面污染物，以防止污染急速恶化。因此，如何提高气洗效率，以最低耗能达到最佳清洗效果是必须考虑的问题。

发明内容

[0004] 本发明的一个目的是提供一个适用于浸入式中空纤维膜装置的气洗系统和方法，迅速清除膜表面的污染。本系统和方法减少了使用气量，提高了气洗效率，以最低耗能达到最佳清洗效果。

[0005] 发明人从浸入式膜污染过程研究中了解到，膜污染的过程是渐进的。通常膜的清洗采用连续的气洗保持膜长期连续运行，如气量为 $90m^3/hr/m^2$ 膜池。一般讲维持膜在一定阶段不受浓差极化与污染所需的气量不同于清除污染无所需的气量，采用连续曝气或是耗能太高或是清洗强度不够。采用双阶段曝气既能在低气量是降低污染，又能在高气量时清除污染。因此在产水操作中，低气量例如 $60m^3/hr/m^2$ 膜池用于减缓膜的污染。尽管如此，过低的气量任会造成膜的污染物逐步累积。要有效地去除这些污染物，必须定时地以较大气量清洗，例如 $120m^3/hr/m^2$ 膜池。

[0006] 发明人经研究发现，如果采用两阶段曝气，可以避免长期大量的曝气浪费能源，同时可以保证清洗时的大气量，有效地去除膜表面的污染物，从而延长浸入式中空纤维膜装置的使用寿命。举例，前 9 分钟为 $60m^3/hr/m^2$ 膜池，1 分钟为 $120m^3/hr/m^2$ 膜池，平均气量则为 $(60\times9+120\times1)\div10 = 66m^3/hr/m^2$ 膜池，与连续的 $90m^3/hr/m^2$ 膜池气量相比，前 9 分钟气量小 50％，后 1 分钟气量大 50％，总气量减少了约 36％．

[0007] 本发明提供一个浸入式中空纤维膜装置的气洗系统，其浸入式中空纤维膜装置含有被放置于膜池中的浸入式中空纤维膜组件。所述气洗系统，其特包括：曝气管，其上分布着曝气孔，被放置于膜池内的浸入式中空纤维膜组件的下方；阶段性曝气风机，供气给曝气

管；其中至少一个阶段性曝气的气量低，维持适量搅动；其中至少一个阶段性曝气的气量高，有效清洗中空纤维膜；供气管，连接所述风机和曝气管；曝气阀，放置于供气管，控制所述风机供气给曝气管的气量；在运作中，当阶段性曝气的气量低时，浸入式中空纤维膜组件正常产水，当阶段性曝气的气量高时，浸入式中空纤维膜组件停止产水，中空纤维膜得到有效清洗；不同阶段性曝气的交替产生，减少洗气的气量消耗，有效清洗中空纤维膜，延长浸入式中空纤维膜装置的使用寿命。

[0008] 优选地，所述阶段性曝气风机包括一个搅拌风机和一个清洗风机；所述搅拌风机用于气量低的阶段性曝气，维持适量搅动；所述清洗风机用于气量高的阶段性曝气，有效清洗中空纤维膜；在运作中，当所述清洗风机开启时，所述搅拌风机保持开启或关闭，因此高气量的阶段性曝气由搅拌和清洗风机共同提供或由清洗风机单独提供。

[0009] 优选地，所述曝气管包括一个曝气管；其由一个公用供气管连接到搅拌和清洗风机，同时搅拌风机和清洗风机被单独的曝气阀分别控制。

[0010] 优选地，所述曝气管包括两个曝气管；其一个曝气管由一个供气管连接到搅拌风机，其另一个曝气管由另一个供气管连接到清洗风机；不同曝气阀分别置于不同供气管而分别控制搅拌风机和清洗风机。

[0011] 优选地，当浸入式中空纤维膜装置含有多于一个浸入式中空纤维膜组件时，所述曝气管置于每个中空纤维膜组件的下方。

[0012] 优选地，气速在曝气孔处为 8-25m/s。在供气管内低于 8m/s。

[0013] 本发明同时提供一个浸入式中空纤维膜装置的气洗方法，其浸入式中空纤维膜装置含有被放置于膜池中的浸入式中空纤维膜组件。所述气洗方法包括如下步骤：提供给浸入式中空纤维膜组件气量低的阶段性曝气，维持适量搅动，浸入式中空纤维膜组件正常产水；提供给浸入式中空纤维膜组件气量高的阶段性曝气，浸入式中空纤维膜组件停止产水，中空纤维膜得到有效清洗；不同阶段性曝气的交替产生，减少洗气的气量消耗，有效清洗中空纤维膜，延长浸入式中空纤维膜装置的使用寿命。

[0014] 优选地，所述不同阶段性曝气由一个浸入式中空纤维膜装置的气洗系统提供；所述浸入式中空纤维膜装置的气洗系统包括：曝气管，其上分布着曝气孔，被放置于膜池内的浸入式中空纤维膜组件的下方；阶段性曝气风机，供气给曝气管；其中至少一个阶段性曝气的气量低；其中至少一个阶段性曝气的气量高；供气管，连接所述风机和曝气管；曝气阀，放置于供气管，控制所述风机供气给曝气管的气量。

附图说明

[0015] 图 1 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的一个实施例的功能模块示意图；

[0016] 图 2 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的另一个实施例的功能模块示意图；

[0017] 图 3 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的用于多个膜装置的一个实施例的功能模块示意图；

[0018] 图 4 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的用于多个膜装置的另一个实施例的功能模块示意图。

具体实施方式

[0019] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。

[0020] 图 1 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的一个实施例的功能模块示意图。如图 1 所示，该浸入式中空纤维膜气洗系统包括 :曝气管 4，曝气孔 5，搅拌风机 6，清洗风机 7，搅拌曝气阀 8，清洗曝气阀 9，和供气管 11。所述曝气孔 5 分布在曝气管 4 上 ;所述供气管 11 连接曝气管 4 至搅拌风机 6 和清洗风机 7，同时搅拌曝气阀 8 控制由搅拌风机 6 输出到曝气管的气量，清洗曝气阀 9 控制由清洗风机 7 输出到曝气管的气量。值得注意的是，不同风机和曝气阀的命名是为了叙述的方便。在实际应用中，搅拌风机和清洗风机可以相同，因而可以交替使用。

[0021] 在常见浸入式中空纤维膜污水处理中，浸入式中空纤维膜组件 3 浸在污水 2 内，被放置于膜池 1 中，过滤水由产水泵 10 排出。当所述浸入式中空纤维膜气洗系统应用于清洗中空纤维膜时，在浸入式中空纤维膜组件 3 下方安装所述曝气管 4，其上分布的曝气孔 5 导入来源于风机的供气于膜池 1 中。在运行时，产水泵 10 抽吸产水，搅拌风机 6 长期启动，搅拌曝气阀 8 开启连续供气产生搅拌作用。过了一定时间间隔如 9 分钟，产水泵 10 停止产水一段时间，如 1 分钟，此时清洗风机 7 启动，清洗曝气阀 9 开启大量供气清洗膜组件 3。供气管 11 与曝气孔 5 设计应满足一定的气速范围。优选地，气速在曝气孔处为 8-25m/s。在供气管内低于 8m/s。本方法只用一套曝气管与供气管和两台风机一起作用。。

[0022] 图 2 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的另一个实施例的功能模块示意图。如图 2 所示的浸入式中空纤维膜气洗系统与图 1 所示的区别在于两套曝气管与供气管，分开使用两台风机供气。如图 2 所示，曝气管 4B 由供气管 11 连接到搅拌风机 6，曝气管 4A 由供气管 12 连接到清洗风机 7，曝气孔 5A，5B 分别分布在曝气管 4B，4A 上。浸入式中空纤维膜组件 3 浸在污水 2 内，被放置于膜池 1 中，在膜组件下方安装有所述曝气管 4A 和 4B。在运行时产水泵 10 抽吸产水，搅拌风机 6 长期启动，搅拌曝气阀 8 开启连续供气产生搅拌作用。过了一定时间间隔如 9 分钟，产水泵 10 停止产水一段时间，如 1 分钟，此时清洗风机 7 启动，清洗曝气阀 9 开启大量供气清洗膜组件 3。供气管 11 和 12 与曝气孔 4B 和 5B 设计应满足一定的气速范围。优选地，气速在曝气孔处为 8-25m/s。在供气管内低于 8m/s。

[0023] 图 3 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的用于多个膜装置的一个实施例的功能模块示意图，为了突出发明原理，其中一些功能模块如曝气阀没有显示。如图 3 所示，此装置中每一个浸入式中空纤维膜组件下方安装一个曝气管，其中曝气管上分布着曝气孔，并经供气管与搅拌风机和清洗风机相连。在运行时产水泵抽吸产水，搅拌风机长期启动连续供气产生搅拌作用。过了一定时间间隔如 9 分钟，产水泵停止产水一段时间，如 1 分钟，此时清洗风机开启大量供气清洗膜装置。供气管与曝气孔设计应满足一定的气速范围。优选地，气速在曝气孔处为 8-25m/s。在供气管内低于 8m/s。。

[0024] 图 4 是本发明一种浸入式中空纤维膜气洗系统的用于多个膜装置的另一个实施例的功能模块示意图，为了突出发明原理，其中一些功能模块如曝气阀没有显示。如图 4 所示，此装置中每一个浸入式中空纤维膜组件下方安装两个曝气管，其中曝气管上分布着曝气孔，并经由分别的供气管与搅拌风机和清洗风机分开相连。在应用中，两套曝气管和供气管由搅拌或清洗风机分别供气。在运行时产水泵抽吸产水，搅拌风机长期启动连续供气产

生搅拌作用。过了一定时间间隔如 9 分钟，产水泵停止产水一段时间，如 1 分钟，此时清洗风机开启大量供气清洗膜装置。供气管与曝气孔设计应满足一定的气速范围。优选地，气速在曝气孔处为 8-25m/s。在供气管内低于 8m/s。。

具体实施方式

[0025] 实施例 1

[0026] 参照图 1，使用一片浸入式中空纤维膜组件 3，组件宽 571mm，高 815mm，有效膜面积为 10m^2，中空纤维膜丝采用外径 1.2mm，公称孔径 0.1μm 的聚偏氟乙烯 (PVDF) 中空纤维膜，将上述浸入式膜组件上下端部粘结固定住，放入竖直设置的膜池 1 中，膜池的有效水深为 1.1m，膜池中的水为生物处理好氧池中的污水，采用外部循环泵循环，在膜组件下部安装有曝气管 4，曝气管上分布有曝气孔 5，在恒产水流量 (200L/hr) 运行时产水泵 10 抽吸产水，风机 6 长期启动，搅拌曝气阀 8 开启连续供气产生搅拌作用，供气量为 2.5m^3/hr。过 9 分钟，产水泵 10 停止产水 1 分钟，此时风机 7 启动，清洗曝气阀 9 开启大量供气清洗膜组件 3，供气量为 5m^3/hr。此装置中供气时可交替使用两台风机供气，采用此种方式的膜气洗，膜系统能达到长期稳定的运行。

[0027] 实施例 2

[0028] 参照附图的图 2，使用一片浸入式中空纤维膜组件 3，组件宽 571mm，高 815mm，有效膜面积为 10m^2，中空纤维膜丝采用外径 1.2mm，公称孔径 0.1μm 的聚偏氟乙烯 (PVDF) 中空纤维膜，将上述浸入式膜组件上下端部粘结固定住，放入竖直设置的膜池 1 中，膜池的有效水深为 1.2m，膜池中的水为生物处理好氧池中的污水，采用外部循环泵循环，在膜组件下部安装有两根曝气管 4A 和 4B，曝气管上分布有曝气孔 5A 和 5B，曝气管分别采用两台风机供气。在恒产水流量 (200L/hr) 运行时产水泵 10 抽吸产水，风机 6 长期启动，搅拌曝气阀 8 开启连续供气产生搅拌作用，供气量为 3m^3/hr。过 9 分钟，产水泵 10 停止产水 1 分钟，此时风机 7 启动，清洗曝气阀 9 开启大量供气清洗膜组件 3，供气量为 6m^3/hr。此装置中供气时可交替使用两台风机供气。采用此种方式的膜气洗，膜系统能达到长期稳定的运行。

[0029] 实施例 3

[0030] 使用平行的 4 套成套膜装置，每套膜装置中装有多片膜组件，参照附图的图 3，膜组件采用宽 571mm，高 815mm，有效膜面积为 10m^2 的浸入式帘式膜组件，膜丝采用外径 1.2mm，公称孔径 0.1μm 的聚偏氟乙烯 (PVDF) 中空纤维膜丝。将上述浸入式膜装置放入有效水深为 1.1m 的装有好氧池污水的膜池中，每套膜装置下部都安装有一套曝气管，在恒膜丝通量为 20L/m^2•hr 时运行，产水泵 10 抽吸产水，风机 6 长期启动连续供气产生搅拌作用，供气量为 2.5m^3/ 片膜 • hr。过 9 分钟，产水泵 10 停止产水 1 分钟，此时风机 7 启动大量供气清洗膜组件 3，供气量为 5m^3/ 片膜 •hr。此装置中供气时可交替使用两台风机供气，采用此种方式的膜气洗，膜系统能达到长期稳定的运行。

[0031] 实施例 4

[0032] 与实施例 3 不同，每套膜装置下部都安装有两套曝气管，分别采用两台风机由两套供气管供气。在恒膜丝通量为 20L/m^2 • hr 时运行，产水泵 10 抽吸产水，风机 6 长期启动连续供气产生搅拌作用，供气量为 3m^3/ 片膜 • hr。过 9 分钟，产水泵 10 停止产水 1 分钟，此时风机 7 启动大量供气清洗膜组件 3，供气量为 6m^3/ 片膜 •hr，供气时可交替使用两台风

机。采用此种方式的膜气洗，膜系统能达到长期稳定的运行。

[0033] 以上所述是本发明的优选实施方式，并不用以限制本发明。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

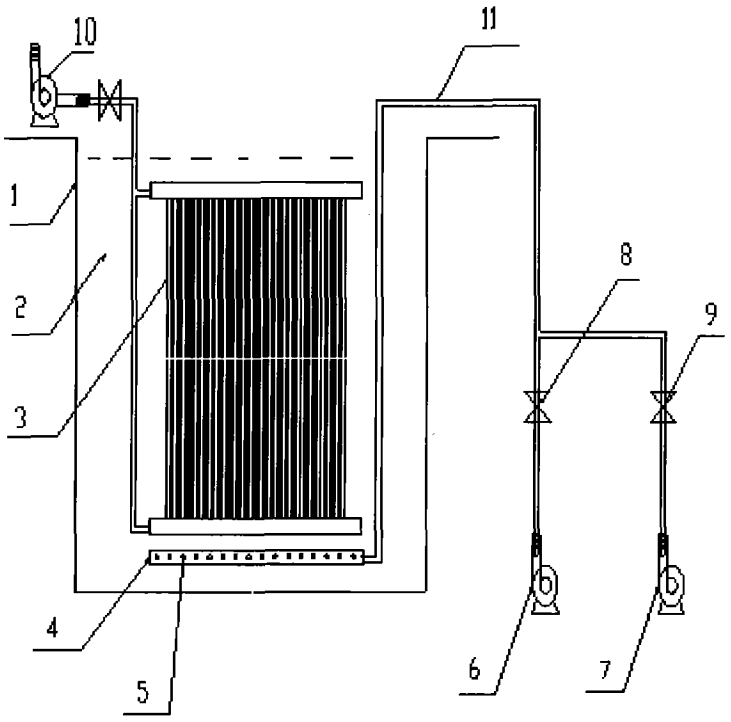


图 1

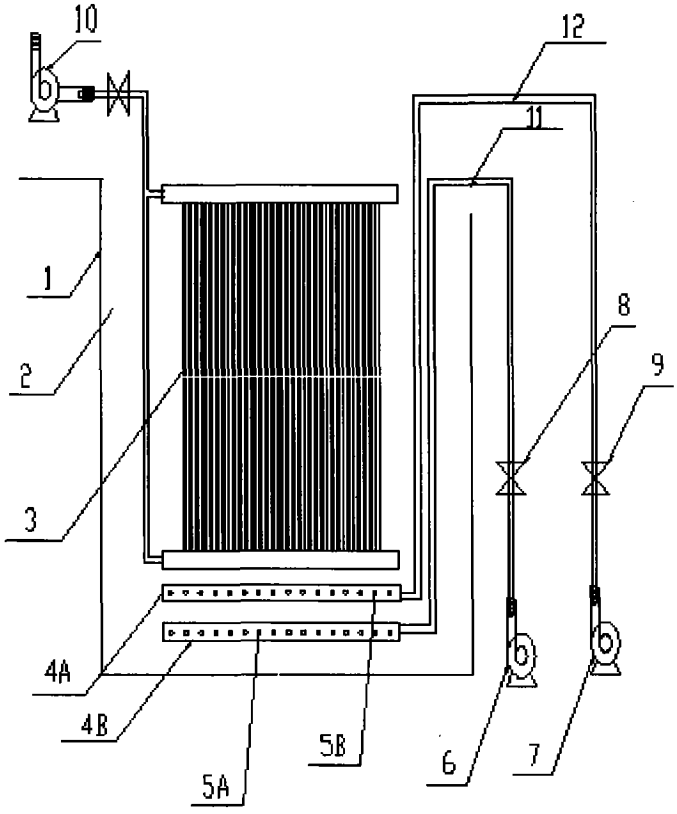


图 2

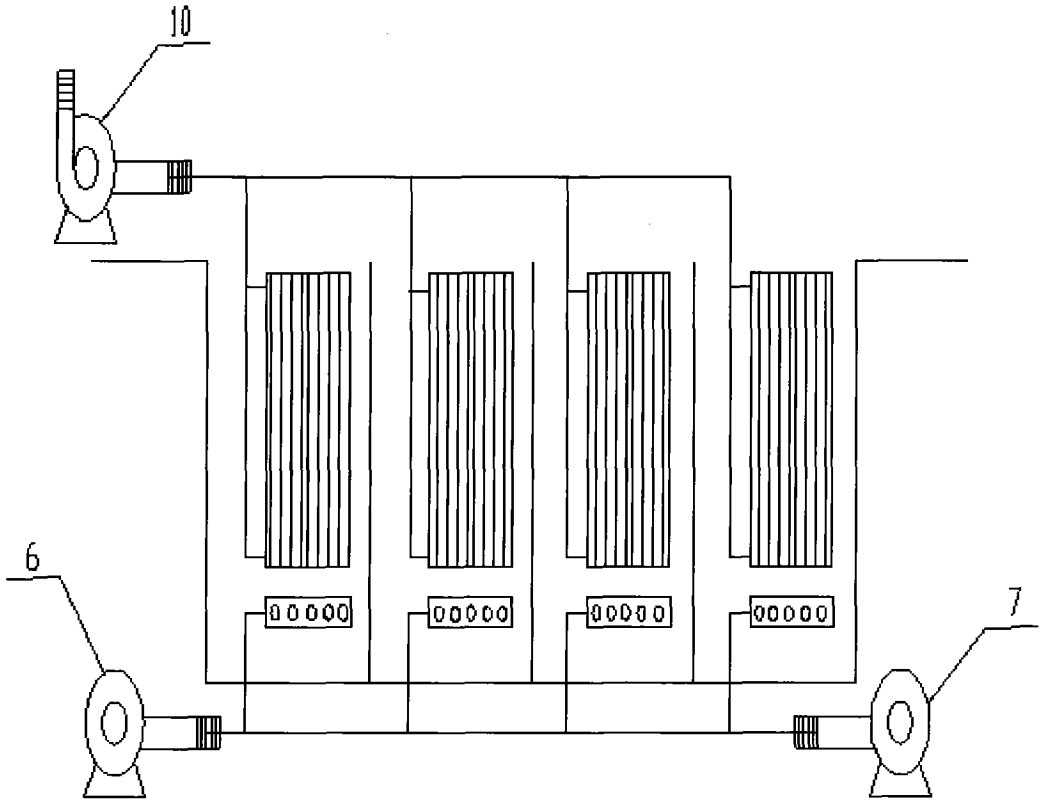


图 3

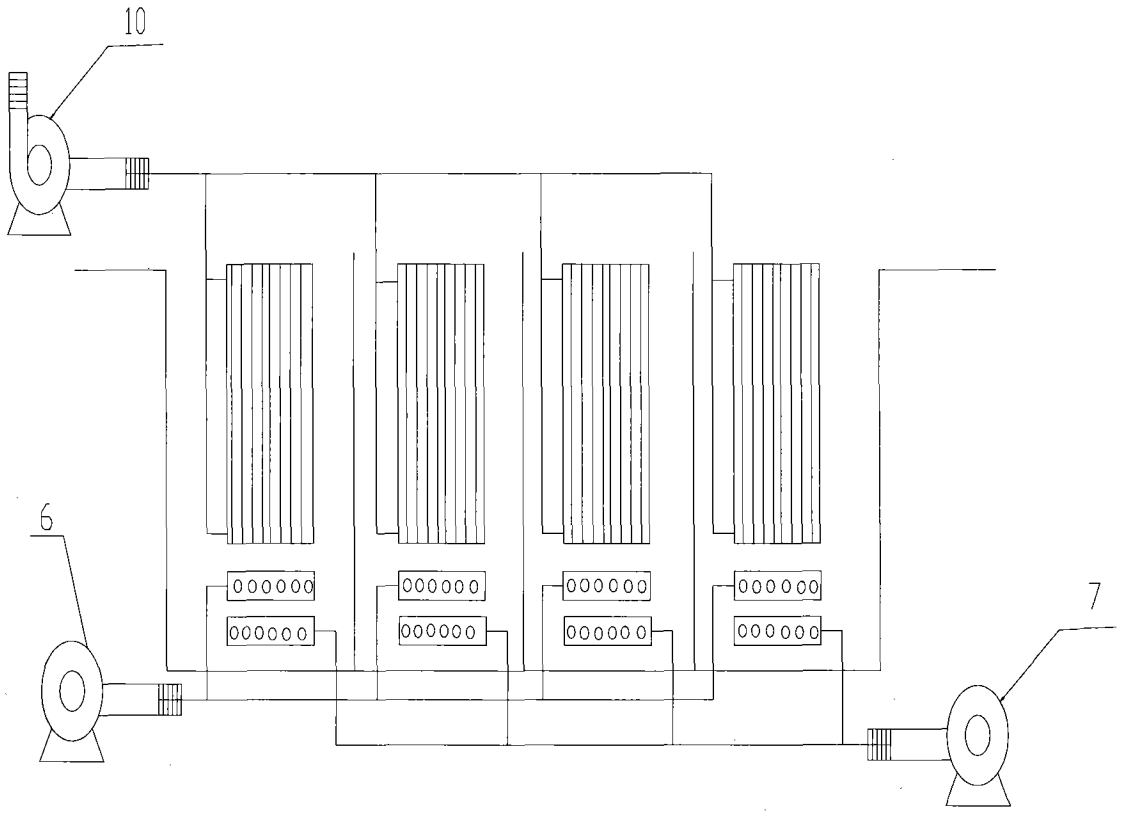


图 4