(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101934200 B
(45)授权公告日 2012.06.27

(21)申请号 201010296908.3

(22)申请日 2010.09.30

(66)本国优先权数据
200910259977.4 2009.12.24 CN

(73)专利权人 北京碧水源科技股份有限公司
地址 100097 北京市海淀区厂西门路 2 号吉友大厦 2 层
专利权人 清华大学

(72)发明人 文剑平 黄霞 关晶 夏俊林 雷霆 梁辉 俞开昌 文湘华 娄志颖

(74)专利代理机构 北京君智知识产权代理事务所 11305
代理人 邢大文

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

(56)对比文件
CN 101318738 A,2008.12.10,说明书具体实施方式,图 1-2.
CN 1440932 A,2003.09.10,说明书具体实施方式.
KR 2003-0077240 A,2003.10.01,第 3 页第 1 段至第 4 页第 1 段.
CN 201280453 Y,2009.07.29,说明书具体实施方式.

审查员 孟东

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54)发明名称

一种中空纤维膜的清洗方法

(57)摘要

本发明涉及一种中空纤维膜的清洗方法。该方法是在线清洗药剂从下端集水管进入,部分透过膜丝扩散到膜池,由清洗药剂回收管回收,回收再利用。膜组件下端集水管连接计量泵和反洗储药罐,上端集水管连接清洗药剂回收管路和清洗药剂回收罐,整个系统实现 PLC 自动控制。这样可以发挥清洗药剂的最大功效,提高清洗药剂利用率,节省清洗药剂的投入;循环清洗可使 20%清洗药剂重复利用,降低污水厂的运行费用。

CN 101934200 B

1. 一种用于清洗中空纤维膜的装置，其特征在于该装置由生物反应池 (1)、膜组件 (2)、第一气动阀 (3)、第二气动阀 (4)、清洗药剂储罐 (5)、清洗药剂泵 (6)、PLC 控制器 (7)、电脑 (8)、空气压缩机 (9)、上端集水管 (10) 和下端集水管 (11) 组成；所述的膜组件 (2) 置于所述的生物反应池 (1) 中，PLC 控制器 (7) 控制第一气动阀 (3) 与清洗药剂泵 (6)，适时地把清洗药剂储罐 (5) 中的清洗药剂经第一气动阀 (3) 与下端集水管 (11) 送到生物反应池 (1)，进入膜组件 (2)，未通过膜组件 (2) 的清洗药剂通过上端集水管 (10) 与第二气动阀 (4) 返回到清洗药剂储罐 (5)；PLC 控制器 (7) 通过空气压缩机 (9) 的压缩空气控制第一气动阀 (3) 与第二气动阀 (4) 开启与关闭，同时 PLC 控制器 (7) 将输送到第一气动阀 (3)、第二气动阀 (4)、空气压缩机 (9) 的控制信号同时输送到电脑 (8)，在其显示屏上显示该装置的工作状态。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于所述的膜组件 (2) 是中空纤维膜生物反应器或中空纤维膜。

3. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于所述压缩空气的压力是 1-10MPa。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于所述清洗药剂注入方式是脉冲式的。

5. 根据权利要求 4 所述的装置，其特征在于每次注入清洗药剂 5min，接着停止注入清洗药剂 5min。

6. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于所述的清洗药剂是 NaClO。

7. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于该装置适用于清洗浸没式中空纤维膜生物反应器或浸没式中空纤维膜。

8. 一种中空纤维膜的清洗方法，其特征在于所述方法使用权利要求 1 所述的装置，适用于在水处理技术中 MBR 膜污染的清洗，清洗使用主要由生物反应池、膜组件、进出水装置及控制系统、药剂清洗控制系统组成的装置，其特征在于生物反应池包括一套膜组件及对应的集水系统；进出水装置及控制系统包括进水泵、自吸式抽水泵、出水自控系统；药剂清洗控制系统包括反洗计量泵、反洗自动控制系统、药剂循环利用系统；

在线清洗药剂从下端集水管进入，部分透过膜丝扩散到膜池，部分未来得及扩散，由与上端集水管相连通的药剂回收管回收，实现药剂的回收再利用；膜组件下端集水管连接清洗药剂泵 (6) 和清洗药剂储罐 (5)，上端集水管连接药剂回收管路和清洗药剂储罐 (5)，整个系统实现 PLC 自动控制。

一种中空纤维膜的清洗方法

【技术领域】

[0001] 本发明属于废水处理技术领域。更具体地，本发明涉及一种中空纤维膜的清洗方法，以及实现所述清洗方法的一种高效经济的中空纤维膜清洗装置。

【背景技术】

[0002] 随着我国经济的快速发展，水资源的消耗成倍增加，一方面造成了水资源的紧缺，同时也增加了污水的产生，加大了社会和环境可持续发展的压力，为此有关方面投入大量资金对污水进行处理并使其资源化再利用，使污水处理技术有了长足发展。

[0003] 膜生物反应器工艺就是近年来开发出来的一种新型的水资源化方法。浸没式中空纤维膜生物反应器是将中空纤维微滤或超滤膜浸没在生物反应池中，依靠微滤或超滤的分离作用将泥水分离，通过抽吸泵将干净的水抽吸出来，达到泥水分离的作用。该工艺将膜分离技术与传统污水生物处理技术有机结合，用膜的高效分离作用取代传统的沉淀和过滤过程，相比传统的污水处理方法其占地面积小，出水水质好并且稳定性高，且能滤去绝大部分病原微生物。但是在膜分离过程中，膜污染也同时发生，当膜污染积累到一定程度后，就必须进行一次线清洗，以使已污染的膜恢复到初始状态。

[0004] 浸没式中空纤维膜的在线清洗方式是浸没式中空纤维膜最常用的膜清洗方式，其原理是：将清洗药剂按产水的方向逆向注入到中空纤维膜内，药剂再由膜内表面逐步扩散至外表面，确保清洗药剂均匀分布在膜组件内，清洗药剂静置于膜丝的内外表面，与膜表面的污染物充分接触，并发生化学反应，以达到膜清洗的目的。

[0005] 本发明的高效经济中空纤维膜清洗方法，主要是对原有的在线膜清洗方式的改进，通过从膜组器下端进药上端出药的方式实现清洗药剂部分回收，改善常规在线膜清洗方式的清洗药剂使用量大、清洗药剂在膜丝表面和内部分布极不均匀的状况。

【发明内容】

[0006] [要解决的技术问题]

[0007] 本发明的目的是提供一种用于清洗中空纤维膜的装置，以及使用该装置对中空纤维膜进行清洗的方法。

[0008] [技术方案]

[0009] 本发明是通过下述技术方案实现的。

[0010] 本发明涉及一种用于清洗中空纤维膜的装置。该装置由生物反应池 1、膜组件 2、气动阀 3、气动阀 4、清洗药剂储罐 5、清洗药剂泵 6、PLC 控制器 7、电脑 8、空气压缩机 9、上端集水管 10 和下端集水管 11 组成；所述的膜组件 2 置于所述的生物反应池 1 中，PLC 控制器 7 控制气动阀 3 与清洗药剂泵 6，适时地把清洗药剂储罐 5 中的清洗药剂经气动阀 3 与下端集水管 11 送到生物反应池 1，进入膜组件 2，未通过膜组件 2 的清洗药剂通过上端集水管 10 与气动阀 4 返回到清洗药剂储罐 5；PLC 控制器 7 通过空气压缩机 9 的压缩空气控制气动阀 3 与气动阀 4 开启与关闭，同时 PLC 控制器 7 将输送到气动阀 3、气动阀 4、空气压缩

机 9 的控制信号同时输送到电脑 8，在其显示屏上显示该装置的工作状态。

[0011] 根据本发明的一种优选实施方式，所述的膜组件 2 是中空纤维膜生物反应器或中空纤维膜。

[0012] 根据本发明的另一种优选实施方式，所述压缩空气的压力是 1-10MPa。

[0013] 根据本发明的另一种优选实施方式，所述清洗药剂注入方式是脉冲式的。

[0014] 根据本发明的另一种优选实施方式，每次注入清洗药剂 5min，接着停止注入清洗药剂 5min。

[0015] 根据本发明的另一种优选实施方式，所述的清洗药剂是 NaClO。

[0016] 根据本发明的另一种优选实施方式，该装置适用于清洗浸没式中空纤维膜生物反应器或浸没式中空纤维膜。

[0017] 本发明还提供一种中空纤维膜的清洗方法，该方法使用权利要求所述的装置，适用于在水处理技术中 MBR 膜污染的清洗，清洗使用主要由生物反应池、膜组件、进出水装置及控制系统、药剂清洗控制系统组成的装置，其特征在于生物反应池包括一套膜组件及对应的集水系统；进出水装置及控制系统包括进水泵、自吸式抽水泵、出水自控系统；药剂清洗控制系统包括反洗计量泵、反洗自动控制系统、药剂循环利用系统；

[0018] 在线清洗药剂从下端集水管进入，部分透过膜丝扩散到膜池，部分未来得及扩散，由与上端集水管相连通的药剂回收管回收，实现药剂的回收再利用。膜组件下端集水管连接清洗药剂泵 6 和清洗药剂储罐 5，上端集水管连接药剂回收管路和清洗药剂储罐 5，整个系统实现 PLC 自动控制。

[0019] 优选地，所述浸没式膜有上下两端集水管，并且下端集水管与在线清洗进药管连接，上端集水管与药剂回收管连接；集水管与药剂管上均连有阀门，通过 PLC 控制系统，可以实现联动控制。

[0020] 优选地，药剂从膜组器的集水管下端进入到膜丝内部，药剂在膜丝内分布均匀后，从膜丝上端通过循环药剂管再回流到清洗药剂储罐中。

[0021] 本发明的装置适用于在水处理技术中产生的污染 MBR（膜生物反应器）膜的清洗。在线清洗药剂从下端集水管进入，部分透过膜丝扩散到膜池，部分未来得及扩散，由与上端集水管相连通的清洗药剂回收管回收，实现清洗药剂的回收再利用。膜组件下端集水管连接计量泵和反洗储药罐，上端集水管连接清洗药剂回收管路和清洗药剂回收罐，整个系统实现 PLC 自动控制。

[0022] PLC 控制器 (Programmable logic Controller) 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 的特点是可靠性高，抗干扰能力强；配套齐全，功能完善，适用性强；维护方便，容易改造；体积小，重量轻，能耗低，因此是实现机电一体化的理想控制设备。

[0023] 本发明使用的 PLC 控制器是目前市场上销售的产品，例如上海以得自动化系统工程有限公司销售的欧姆龙可编程序控制器 CPM1A、CPM2A 等系列产品。

[0024] 在本发明中，所述的膜组件应该理解是中空纤维微滤膜或超滤膜组合成一个整体的组件。

[0025] 在本发明中，所述的气动阀是气动调节阀，就是以压缩空气为动力源，以气缸为执行器，并借助于电气阀门定位器、转换器、电磁阀、保位阀等附件去驱动阀门，实现开关量或比例式调节，接收工业自动化控制系统的控制信号来完成调节管道介质的。气动调节阀的特点就是控制简单，反应快速，且本质安全，不需另外再采取防爆措施。

[0026] 本发明使用的气动阀是目前市场上销售的气动阀，例如上海明精防腐阀门制造有限公司生产的气动阀。

[0027] 在本发明中，所使用的计量泵亦称比例泵、定量泵或可控容积泵，是液体输送流量调节压力、压力控制的多功能组合体，该泵应该绝对不泄漏，安全性能高、计量输送精确，流量可从零到最大额定值范围内任意调节，压力可从常压到最大允许范围内任意选择。本发明使用的计量泵是目前市场上销售的计量泵，例如淮安市淮海工业泵厂生产的计量泵。

[0028] 在本发明中，所使用的空气压缩机和电脑都是目前市场上广泛销售的产品。

[0029] 根据本发明的另一种优选实施方式，清洗药剂从膜组器的集水管下端进入到膜丝内部，清洗药剂在膜丝内分布均匀后，从膜丝上端通过循环清洗药剂管再回流到清洗药剂储罐中。

[0030] 根据本发明的另一种优选实施方式，使用本发明装置的在线清洗周期为 7d。

[0031] 根据本发明的另一种优选实施方式，清洗药剂注入方式为脉冲式。一次清洗时间为 30min。每次注入清洗药剂 5min，接着停止注入清洗药剂 5min，如此往复 3 次。

[0032] 根据本发明的另一种优选实施方式，所述的清洗药剂是 NaClO。当然，根据膜组器与废水的情况也可以选用其它的清洗药剂。

[0033] 清洗药剂使用参数如下表所示：

[0034]

温度（℃）	药剂浓度（mg/L）	清洗频率	清洗药剂注入方式	进药速度	进药总量
10-25	500	每次 7d	进药 5min,停 5min，反复 3 次，浸泡 90min	12L/m^2·h	2L/m^2

[0035] 根据本发明，该方法适用于浸没式中空纤维膜生物反应器或浸没式中空纤维膜的清洗。

[0036] 附图 1 为清洗清洗药剂在中空纤维膜中的流动方向。图 1(a) 为现有技术在线清洗的清洗药剂进药方式，即两端进药；图 1(b) 为本发明的清洗药剂清洗方式，清洗药剂流向从下到上，下端进清洗药剂，上端进行清洗药剂回收。中空纤维膜片下端与集水管相连的清洗药剂管为进药管，而其上端与集水管相连的为清洗药剂回收管。

[0037] 本发明人通过大量实验后发现，与现有技术采用两端进药相比，本发明采用一端进药因药剂被循环使用而具有节约药剂的优点。

[0038] 附图 2 表示本发明用于清洗中空纤维膜的装置。该装置由生物反应池 1、膜组件 2、气动阀 3、气动阀 4、清洗药剂储罐 5、清洗药剂泵 6、PLC 控制器 7、电脑 8、空气压缩机 9、上端集水管 10 和下端集水管 11 组成。

[0039] 当所述的膜组件在线清洗时，通过 PLC 控制系统，启动与膜组器相连的进药泵，从膜组器下端的集水管将清洗药剂注入膜丝内部；未扩散出膜丝的清洗药剂从下至上在膜丝

内流动，通过清洗药剂回收管流回储药罐。

[0040] 当所述的膜组件需要进行在线清洗时，上下两端集水管的阀门关闭，药剂泵 6 从清洗药剂储罐 5 吸药，气动阀 3 和 4 打开，通过在线清洗进药管向膜组器 2 注入所述的清洗药剂。气动阀 3 和 4 通过 PLC 控制，实现定时开关的非连续注药。所述清洗药剂回收管上的气动阀 3 和 4 打开，未扩散而停留在膜丝内部的多余清洗药剂，通过清洗药剂回收管被收集回收到清洗药剂储罐 5 中。本发明人经过大量试验证明，使用本发明的装置可以使浸没式中空纤维膜生物反应器在 25L/m^2.h 的通量下长期稳定运行，同时还由于膜丝清洗彻底而能有效预防所述膜组件受到污染，在保持膜组件高通量运行的同时还实现了清洗药剂回收达 20％，从而降低了 MBR 工程的运行成本。

[0041] ［有益效果］

[0042] 通过在线清洗试验证明，使用本发明的装置和方法可以使浸没式中空纤维膜生物反应器在 25L/m^2.h 的通量下长期稳定运行，有效防止膜组件受到污染，从而降低膜组件的更换频率。

[0043] 本方法提供的清洗方法根据 TMP（跨膜压差）的不同选择不同的清洗策略，可以发挥清洗药剂的最大功效，提高清洗药剂利用率，节省清洗药剂的投入；循环清洗可使 20％清洗药剂重复利用，降低污水厂的运行费用。

【附图说明】

[0044] 图 1 是所述清洗药剂在中空纤维膜中的流动方向；其中，左侧表示常规进药模式；右侧表示循环进药模式。

[0045] 图 2 表示一种用于清洗中空纤维膜的装置。

[0046] 1、膜池；2、膜组器；3、气动阀；4、气动阀；5、清洗药剂储罐；6 药剂泵；7、PLC 控制器；8、电脑；9、空气压缩机；10、上端集水管和 11、下端集水管。

【具体实施方式】

[0047] 实施例

[0048] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0049] 图 2 表示本发明的一种用于清洗中空纤维膜的装置。该装置由生物反应池 1、膜组件 2、气动阀 3、气动阀 4、清洗药剂储罐 5、清洗药剂泵 6、PLC 控制器 7、电脑 8、空气压缩机 9、上端集水管 10 和下端集水管 11 组成。所述的膜组件 2 置于所述的生物反应池 1 中，上海以得自动化系统工程有限公司销售的 PLC 控制器 7 控制上海明精防腐阀门制造有限公司生产的气动阀 3 与广州恩科塑料泵有限公司生产的清洗药剂泵 6，适时地把清洗药剂储罐 5 中的 NaClO 清洗药剂经所述的气动阀 3 与下端集水管 11 送到生物反应池 1，进入膜组件 2，未通过所述膜组件 2 的 NaClO 清洗药剂通过上端集水管 10 与上海明精防腐阀门制造有限公司生产的气动阀 4 返回到清洗药剂储罐 5；所述的 PLC 控制器 7 通过空气压缩机 9 的 1MPa 压缩空气控制所述的气动阀 3 与所述的气动阀 4 开启与关闭，同时所述的 PLC 控制器 7 将输送到所述气动阀 3、气动阀 4、空气压缩机 9 的控制信号同时输送到电脑 8，在其显示屏上显示该装置的工作状态。当所述的膜组件需要进行在线清洗时，上下两端集水管的阀门 10、11 关闭，淮安市淮海工业泵厂生产的清洗药剂泵 6 从清洗药剂储药罐 5 吸 NaClO 清

洗药剂，所述气动阀 3 和 4 打开，通过在线清洗进药管向膜组器 2 注入清洗药剂。所述的气动阀 3 和 4 通过 PLC 控制，实现定时开关的非连续注药。清洗药剂回收管上的气动阀 3 和 4 打开，未扩散而停留在膜丝内部的多余清洗药剂，通过清洗药剂回收管被收集到 NaClO 回收罐 5 中。

[0050] 试验结果表明，未清洗中空纤维膜比通量为 1.3LMH/kPa；使用本发明的装置清洗后，所述中空纤维膜达到比通量为 5.3LMH/kPa。清洗中空纤维膜没有严重污染。

[0051] 同时，使用现有技术设备清洗同样的中空纤维膜，所述中空纤维膜比通量达到 2.1LMH/kPa；清洗中空纤维膜有较严重污染。

[0052] 试验结果还表明，与使用现有技术设备清洗相比，使用本发明的装置清洗可以节约清洗药剂达 20％，从而显著降低 MBR 工程的运行成本。

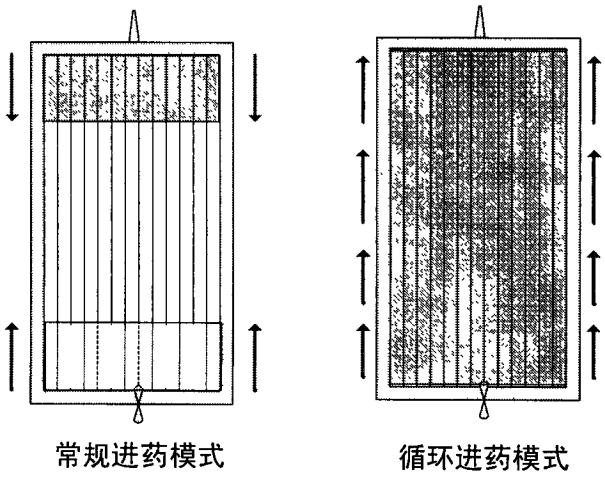

图 1

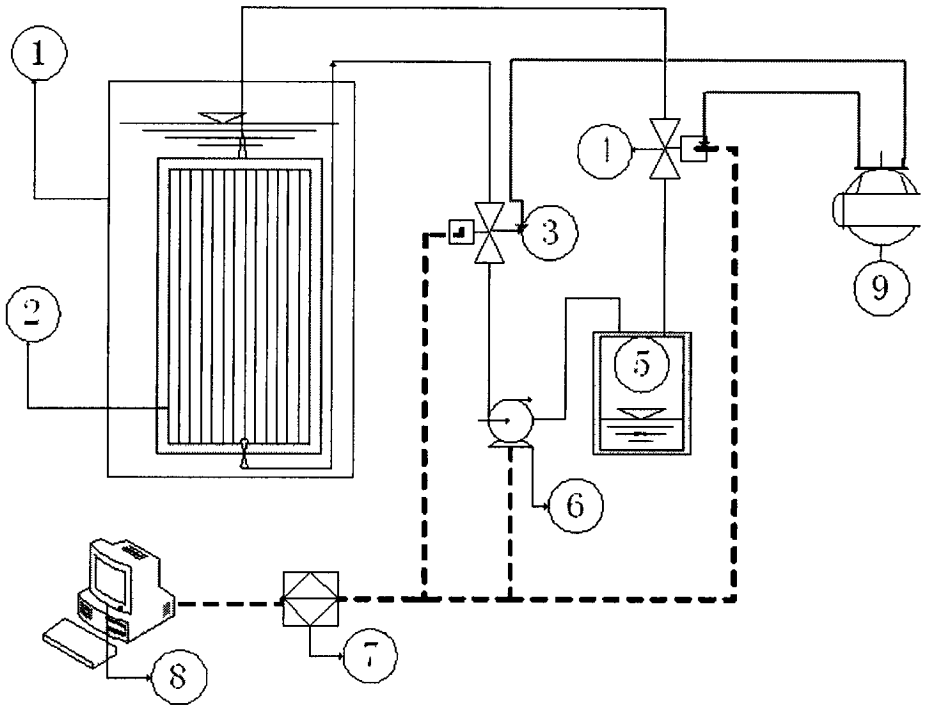

图 2