(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 106542631 A
(43)申请公布日 2017.03.29

(21)申请号 201610941088.6

(22)申请日 2016.10.25

(71)申请人 深圳市康源环境纳米科技有限公司
地址 518000 广东省深圳市南山区科技园中区高新中三道国人通信大厦1302室
申请人 清华大学深圳研究生院

(72)发明人 张锡辉 唐升引 张正华 苏子杰

(74)专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有限公司 44223
代理人 王震宇

(51)Int.Cl.
C02F 3/12(2006.01)
B01D 65/02(2006.01)

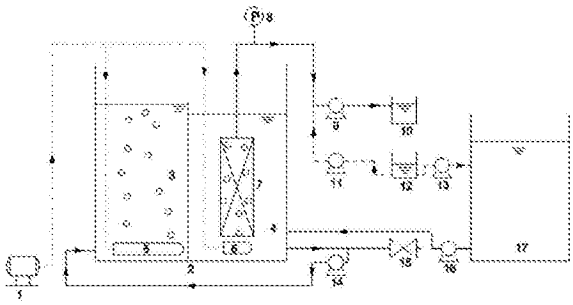
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种化学清洗陶瓷膜的系统和方法

(57)摘要

一种化学清洗陶瓷膜的系统和方法，用于清洗水处理系统中的陶瓷膜，所述化学清洗系统包括在线清洗部分，所述在线清洗部分包括加药泵和抽吸泵，所述加药泵通过管路耦合到位于膜池内的陶瓷膜上以向陶瓷膜内注入清洗液，所述抽吸泵通过管路耦合到所述陶瓷膜上以从陶瓷膜反吸膜出水，抽吸过程中将所述陶瓷膜上内的清洗液排出至所述膜池内。该系统和方法可用于解决水处理过程中陶瓷膜污染、膜清洗过程中清洗液产生二次污染物及膜清洗液二次处理等问题。



CN 106542631 A

1.一种化学清洗陶瓷膜的系统，用于清洗水处理系统中的陶瓷膜，其特征在于，所述化学清洗系统包括在线清洗部分，所述在线清洗部分包括加药泵和抽吸泵，所述加药泵通过管路耦合到位于膜池内的陶瓷膜上以向陶瓷膜内注入清洗液，所述抽吸泵通过管路耦合到所述陶瓷膜上以从陶瓷膜反吸膜出水，抽吸过程中将所述陶瓷膜上内的清洗液排出至所述膜池内。

2.如权利要求1所述的化学清洗系统，其特征在于，还包括压力监测器，所述压力监测器监测陶瓷膜运行过程中的跨膜压差，当跨膜压差达到预定值时，优选30-35kPa时，停止陶瓷膜运行并启动所述在线清洗部分完成在线清洗。

3.如权利要求1或2所述的化学清洗系统，其特征在于，还包括离线浸泡部分，所述离线浸泡部分包括药洗池和排液泵，所述药洗池通过所述排液泵连接所述膜池，所述药洗池内注有清洗液，用于对膜片进行离线浸泡清洗，离线浸泡所产生的膜污染物清洗液通过所述排液泵排入所述膜池。

4.如权利要求3所述的化学清洗系统，其特征在于，还包括跨膜压差恢复率监测单元，用于监测陶瓷膜的跨膜压差恢复率，当跨膜压差恢复率低于预定值时，优选低于50％时，陶瓷膜的清洗使用所述离线浸泡部分进行离线清洗。

5.如权利要求1至4任一项所述的化学清洗系统，其特征在于，还包括膜清洗液回流部分，所述膜清洗液回流部分包括回流泵，所述膜池通过所述回流泵连接生物处理池，以使所述膜池内的泥水混合物能够通过所述回流泵回流至所述生物处理池。

6.如权利要求1至5任一项所述的化学清洗系统，其特征在于，所述清洗液为H_2O_2，优选浓度低于1％。

7.一种化学清洗陶瓷膜的方法，其特征在于，使用如权利要求1至6任一项所述的化学清洗系统对水处理系统中的陶瓷膜进行化学清洗。

8.如权利要求7所述的化学清洗方法，其特征在于，实时监测膜片运行过程中的跨膜压差，当跨膜压差达到预定值时，优选30-35kPa时，停止膜片运行，启动在线清洗部分完成在线清洗；膜片重新运行后，监测跨膜压差变化并计算跨膜压差恢复率；当跨膜压差恢复率低于一定程度时，优选低于50％时，下一个清洗周期使用离线浸泡部分完成离线浸泡清洗。

9.如权利要求8所述的化学清洗方法，其特征在于，在线清洗时，向陶瓷膜内注入清洗液和从陶瓷膜内反吸清洗液的过程至少执行一次，每次清洗液在膜片内停留的时间至少为2h；离线清洗时，向药洗池内加清洗液浸泡清洗陶瓷膜和将药洗池内的膜污染物清洗液排至膜池的过程至少执行一次，每次浸泡时间至少6h。

10.如权利要求7至9任一项所述的化学清洗方法，其特征在于，使膜池内的泥水混合物定期通过回流泵回流至生物处理池。

一种化学清洗陶瓷膜的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种化学清洗陶瓷膜的系统和方法，适用于水和污水处理(以下简称为水处理)系统中平板陶瓷膜有机污染的清洗。

背景技术

[0002] 随着城市化进程的加快，水处理的标准日益提高，常规的处理技术方法已经不能有效满足相关的水质标准要求。为此，膜生物反应器(MBR)得到越来越广泛的应用，将生物处理技术与膜分离技术有效结合，形成了新型一体化的污水处理系统，具有水处理效率高、出水水质好、泥水分离率高、占地小、建设可行性强等优势。

[0003] 膜已经成为水处理工艺的核心技术，相比于有机膜，陶瓷膜具有更好的耐氧化、更强的耐酸碱腐蚀性、更高的机械强度及更长久的使用寿命等优点。平板陶瓷膜生物反应器近些年来在中国也被陆续应用于市政生活污水和工业废水的处理。然而，在污水处理应用中，平板陶瓷膜污染问题一直是制约陶瓷膜推广应用的一个瓶颈。

[0004] 平板陶瓷膜污染问题将导致膜通量减小、膜压差增长迅速，使得膜过滤性能降低、运行成本上升。然而，在应用过程中平板陶瓷膜污染不可避免，除了探究预防性减缓平板陶瓷膜污染的有效方法以外，如何高效地、无污染地清洗平板陶瓷膜污染是亟待解决的问题。

[0005] 目前最常用的膜化学清洗方法主要是利用氧化剂次氯酸钠对膜进行浸泡和清洗。然而，传统的膜化学清洗方式不仅涉及膜清洗液的二次处理问题，且清洗膜片过程中容易产生有毒有害的副产物，对水质造成二次污染，这意味着传统的化学清洗方法不仅耗费额外的物力和财力，还面临着对污水出水水质造成污染的风险。因此，探索一种氧化能力强、清洗效率高、无二次污染风险的新型膜污染清洗方法势在必行。

发明内容

[0006] 为解决水处理过程中陶瓷膜污染、膜清洗过程中清洗液产生二次污染物及膜清洗液二次处理等问题，本发明提出了一种化学清洗陶瓷膜的系统和方法，实现陶瓷膜清洗液无二次污染性且无需二次处理。

[0007] 为实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0008] 一种化学清洗陶瓷膜的系统，用于清洗水处理系统中的陶瓷膜，所述化学清洗系统包括在线清洗部分，所述在线清洗部分包括加药泵和抽吸泵，所述加药泵通过管路耦合到位于膜池内的陶瓷膜上以向陶瓷膜内注入清洗液，所述抽吸泵通过管路耦合到所述陶瓷膜上以从陶瓷膜反吸膜出水，抽吸过程中将所述陶瓷膜上内的清洗液排出至所述膜池内。

[0009] 进一步地：

[0010] 还包括压力监测器，所述压力监测器监测陶瓷膜运行过程中的跨膜压差，当跨膜压差达到预定值时，优选30-35kPa时，停止陶瓷膜运行并启动所述在线清洗部分完成在线清洗。

[0011] 还包括离线浸泡部分，所述离线浸泡部分包括药洗池和排液泵，所述药洗池通过

所述排液泵连接所述膜池，所述药洗池内注有清洗液，用于对膜片进行离线浸泡清洗，离线浸泡所产生的膜污染物清洗液通过所述排液泵排入所述膜池。

[0012] 还包括跨膜压差恢复率监测单元，用于监测陶瓷膜的跨膜压差恢复率，当跨膜压差恢复率低于预定值时，优选低于50％时，陶瓷膜的清洗使用所述离线浸泡部分进行离线清洗。

[0013] 还包括膜清洗液回流部分，所述膜清洗液回流部分包括回流泵，所述膜池通过所述回流泵连接生物处理池，以使所述膜池内的泥水混合物能够通过所述回流泵回流至所述生物处理池。

[0014] 所述清洗液为H_2O_2，优选浓度低于1％。

[0015] 一种化学清洗陶瓷膜的方法，使用所述的化学清洗系统对水处理系统中的陶瓷膜进行化学清洗。

[0016] 进一步地：

[0017] 实时监测膜片运行过程中的跨膜压差，当跨膜压差达到预定值时，优选30-35kPa时，停止膜片运行，启动在线清洗部分完成在线清洗；膜片重新运行后，监测跨膜压差变化并计算跨膜压差恢复率；当跨膜压差恢复率低于一定程度时，优选低于50％时，下一个清洗周期使用离线浸泡部分完成离线浸泡清洗。

[0018] 在线清洗时，向陶瓷膜内注入清洗液和从陶瓷膜内反吸清洗液的过程至少执行一次，每次清洗液在膜片内停留的时间至少为2h；离线清洗时，向药洗池内加清洗液浸泡清洗陶瓷膜和将药洗池内的膜污染物清洗液排至膜池的过程至少执行一次，每次浸泡时间至少6h。

[0019] 使膜池内的泥水混合物定期通过回流泵回流至生物处理池。

[0020] 本发明的有益效果：

[0021] 本发明提出一种可以有效解决水处理过程中陶瓷膜污染、膜清洗过程中清洗液产生二次污染物及膜清洗液二次处理等问题的化学清洗系统和方法，该清洗方法包括对膜片进行在线反冲洗。优选实施例中，当陶瓷膜运行过程中跨膜压差增长到一定程度时，停止陶瓷膜运行(关闭水处理系统的抽吸泵和曝气泵)，同时通过加药泵向陶瓷膜内注入清洗液如H_2O_2清洗液，停留一段时间后，抽吸泵反吸膜出水。进一步优选地，还结合离线浸泡清洗部分，使用时将平板陶瓷膜片从膜池中转移至药洗池，注入一定浓度的H_2O_2清洗液，对膜片离线浸泡一段时间，达到清洗目的。本发明能够高效地去除平板陶瓷膜片上的有机污染物，有效地减少化学方法清洗平板陶瓷膜片过程中膜清洗液的用量和费用。优选实施例中，由于H_2O_2清洗液直接排到膜池内，H_2O_2能够将膜池内的有机物氧化分解脱落，将脱落的有机物回流至生物处理池中进行降解，以此促进膜池与生物处理池之间的物质循环，实现污泥减排的环保目标；H_2O_2氧化后形成H_2O和O_2，不会形成副产物，这是一种清洗高效、成本低廉、无二次污染的新型化学清洗技术，可广泛适用于清洗平板陶瓷膜有机污染。

[0022] 本发明优选实施例中，所用H_2O_2清洗液，氧化效率高，能够实现膜片的高效清洗，且氧化分解产物为H_2O和O_2，其应用过程安全、无污染性，不存在二次污染问题。H_2O_2清洗液回流过程，能够避免膜清洗液的二次处理问题，且能在保护生物处理系统活性菌种。

[0023] 本发明具有清洗效率高、无二次污染、无清洗液排放、大幅减少污泥排放、清洗成本低廉、操作简易、可行性强等优点，该清洗方法在未来膜法水处理行业必将得到广泛地应

用。

[0024] 本发明优选实施例有以下方面的具体优点：

[0025] (1)采用膜出水作为反冲用水，将膜片内的清洗液排出，这与普通化学清洗方式相比，这不仅节约了清洗液处理成本，还可借助反冲洗作用增强膜清洗效果；H_2O_2在膜孔内部氧化污染物过程中，分解产生氧气，能够加强陶瓷膜片清洗效率；在线清洗平板陶瓷膜片过程中关闭曝气装置，节约曝气成本。

[0026] (2)在线清洗或者离线浸泡所产生的陶瓷膜污染物清洗液都将进入膜池，清洗液中的剩余H_2O_2将膜池内难降解有机物氧化为生物可降解有机物，最后膜池内泥水混合物定期回流至生物处理池中，这不仅省去了化学清洗液的处理费用，且H_2O_2分解产生H_2O和O_2，不会对水质产生二次污染，该发明具有真正意义上的节能减排作用。

[0027] (3)将陶瓷膜清洗液排入膜池内，并回流至生物处理池内，可保证H_2O_2在膜池内与老化的活性污泥颗粒有足够的接触时间，使得残留的H_2O_2得到分解和利用，提高有机物的生物可降解率。如此循环，整个系统实现绿色循环，避免了污泥排放带来的资源耗损和环境二次污染等问题。

[0028] (4)根据大量试验的结果，对清洗液的浓度、清洗时间及清洗频率进行优化控制，使得陶瓷膜片清洗低成本、高效率。清洗液浓度控制在优选范围内，不仅节约成本还能够避免清洗液浓度过高引起的膜片二次污染；清洗时间控制在优选范围内，能够确保清洗液与膜污染物的充分反应时间，提高清洗效率；清洗频率依据膜压差变化而确定，避免了清洗的盲目性和滞后性。

附图说明

[0029] 图1为本发明一种实施例的清洗系统实例示意图。

[0030] 图中标识为：1曝气机，2陶瓷膜一体化反应池，3生物处理池，4膜池，5曝气棒，6曝气棒，7陶瓷膜，8压力监测器，9抽吸泵，10陶瓷膜出水池，11加药泵，12加药箱，13加药泵，14回流泵，15排泥阀，16排液泵，17药洗池

具体实施方式

[0031] 以下对本发明的实施方式作详细说明。应该强调的是，下述说明仅仅是示例性的，而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0032] 参阅图1，在一种实施例中，一种化学清洗陶瓷膜的系统，用于清洗水处理系统中的陶瓷膜7，所述化学清洗系统包括在线清洗部分，所述在线清洗部分包括加药泵11和抽吸泵9，所述加药泵11通过管路耦合到位于膜池4内的陶瓷膜7上以向陶瓷膜7内注入清洗液，所述抽吸泵9通过管路(可与前述管路部分共用)耦合到所述陶瓷膜7上以从陶瓷膜7反吸膜出水，抽吸时所述陶瓷膜7内的清洗液排出至所述膜池4内。

[0033] 在优选的实施例中，化学清洗系统还包括压力监测器8，所述压力监测器8监测陶瓷膜7运行过程中的跨膜压差，当跨膜压差达到预定值时，优选30-35kPa时，停止陶瓷膜7运行并启动所述在线清洗部分完成在线清洗。

[0034] 在优选的实施例中，化学清洗系统还包括离线浸泡部分，所述离线浸泡部分包括药洗池17和排液泵，所述药洗池17通过所述排液泵16连接所述膜池，所述药洗池17内注有

清洗液，用于对膜片进行离线浸泡清洗，离线浸泡所产生的膜污染物清洗液通过所述排液泵16排入所述膜池4。

[0035] 在优选的实施例中，化学清洗系统还包括跨膜压差恢复率监测单元，用于监测陶瓷膜的跨膜压差恢复率，当跨膜压差恢复率低于预定值时，优选低于50％时，陶瓷膜的清洗使用所述离线浸泡部分进行离线清洗。

[0036] 在优选的实施例中，化学清洗系统还包括膜清洗液回流部分，所述膜清洗液回流部分包括回流泵14，所述膜池4通过所述回流泵14连接生物处理池3(处理池3与膜池4共同组成陶瓷膜一体化反应池2)，以使所述膜池4内的泥水混合物能够通过所述回流泵14回流至所述生物处理池3。

[0037] 在优选的实施例中，所述清洗液为H_2O_2，优选浓度低于1％。

[0038] 在一种实施例中，一种化学清洗陶瓷膜的方法，使用前述任一种实施例的化学清洗系统对水处理系统中的陶瓷膜进行化学清洗。

[0039] 以下结合附图进一步描述本发明的具体实施例及其优点。

[0040] 如图1，在一种优选实施例中，一种用于污水处理中陶瓷膜生物反应器中平板陶瓷膜的化学清洗系统，包括在线清洗部分、离线浸泡部分和膜清洗液回流部分。在线清洗部分包括加药泵11、加药箱12、抽吸泵9、陶瓷膜出水池10，在线清洗产生的膜清洗液直接排入膜池4内，由抽吸泵9反吸膜出水，将清洗液反冲排到膜池4，将膜池4内的水抽吸至陶瓷膜出水池10；离线浸泡系统包括加药箱12(也可以不与在线清洗部分共用加药箱)、加药泵13、药洗池17和排液泵16构成；膜清洗液回流系统通过包括回流泵14，回流泵14将经H_2O_2氧化后的膜池4内的泥水混合物回流至生物处理池3。

[0041] 工作时，实时监测膜片运行过程中的跨膜压差，跨膜压差达到一定程度如35kPa时，停止运行，选择启动在线清洗系统，完成在线清洗后，膜片开始正常运行，监测跨膜压差变化，并自动计算跨膜压差恢复率；当跨膜压差恢复率低于一定程度如50％时，在下一个清洗周期到来时启动离线浸泡系统，完成离线浸泡后，膜片开始正常运行。如此循环，保证陶瓷膜处理工艺系统的长期稳定运行。在线清洗膜片过程不需要调出膜组件，不需要停止系统的生产运行。

[0042] 在线清洗和离线浸泡所产生的膜污染物清洗液都排入膜池，膜池内的泥水混合物定期通过回流泵回流至生物处理池，实现清洗液零排放和污泥减排的目标。

[0043] H_2O_2清洗液浓度低于1％，在线清洗时间至少2h，离线浸泡时间至少6h。

[0044] 该清洗方法包括以一定浓度的H_2O_2溶液对膜片在线反冲洗。这里的在线反冲洗是指，当平板陶瓷膜运行过程中跨膜压差增长到一定程度时，通过自动控制系统关闭抽吸泵和曝气泵，同时通过加药泵向平板陶瓷膜内注入H_2O_2清洗液，停留一段时间后，由抽吸泵反吸膜出水，将膜清洗液反冲排出。这里的离线浸泡清洗是指，将平板陶瓷膜片从膜池中转移至药洗池，注入一定浓度的H_2O_2清洗液，对膜片离线浸泡一段时间，达到清洗目的。本发明能够高效地去除平板陶瓷膜片上的有机污染物，有效地减少了化学方法清洗平板陶瓷膜片过程中膜清洗液的用量和费用。本发明将H_2O_2清洗液直接注入膜池内，H_2O_2能够将膜池内的有机物氧化分解脱落，并通过将脱落的有机物回流至生物处理池中进行降解，以此促进膜池与生物处理池之间的物质循环，实现污泥减排的环保目标，而H_2O_2氧化后形成H_2O和O_2，不会形成副产物。因此，这是一种清洗高效、成本低廉、无二次污染的化学清洗方法，可广泛适用

于清洗平板陶瓷膜有机污染。

[0045] 本发明中使用的过氧化氢(分子式为H_2O_2)，俗称双氧水，易溶于水且易分解成为H_2O和O_2，是公认的环境友好型绿色氧化剂。双氧水分解产生的新生态氧原子($H_2O_2 \rightarrow H_2O+[O]$)能够有效氧化有机物，进而控制膜污染。将$H_2O_2$作为陶瓷膜化学清洗的清洗液，不仅能够实现陶瓷膜有机污染的高效清洁，还能够避免清洗过程中造成的水质二次污染问题。本发明的清洗方法，将膜清洗液注入平板陶瓷膜中，同时定期将膜池内的泥水混合物回流至生物处理池中，这不仅能够解决传统的膜清洗液再处理问题，还能够解决MBR大量排泥，污泥难处理等问题，实现MBR污泥减排的目标。

[0046] 具体实施例的清洗方法包括以下步骤：

[0047] (1)采用恒通量方式运行平板陶瓷膜处理系统，实时监测膜片运行的跨膜压差变化。在恒通量条件下，膜片的跨膜压差随着运行时间的延长而逐渐增长，当跨膜压差增长至30-35kPa时，自动控制单元停止系统抽吸，开启在线清洗系统。

[0048] (2)在线化学清洗步骤：通过加药泵向平板陶瓷膜片内反冲加入一定量的H_2O_2清洗药剂，加药完成后，使药剂在膜片内停留一定时间，至少2小时。

[0049] (3)达到药剂停留时间后，采用抽吸泵将陶瓷膜内部水抽吸出来，反冲排除。

[0050] (4)药剂溶液排空后，重复(2)和(3)步骤至少1次。

[0051] (5)完成在线清洗后，陶瓷膜系统开始正常抽吸运行，同时监测膜压差变化情况并结合清洗前后的跨膜压差，并计算膜压差恢复率。

[0052] (6)当平板陶瓷膜的跨膜压差恢复率不低于50％时，系统正常运行，重复(1)-(5)步骤。而当平板陶瓷膜的跨膜压差恢复率低于50％时，启动离线浸泡清洗系统。

[0053] (7)离线浸泡清洗步骤：陶瓷膜系统停止抽吸后，将膜组件从膜池内部转移至药洗池内，通过加药泵将H_2O_2清洗药剂注入药洗池，直至药剂全部淹没膜组件，控制一定的浸泡时间，至少6小时。

[0054] (8)浸泡结束后，将清洗液通过排液泵直接排至膜池，重新加药浸泡清洗膜片，控制一定的浸泡时间，至少不低于6小时，重复至少一次。

[0055] 在一定时间后将膜池内泥水混合物回流至生物处理池中进行处理。

[0056] (10)清洗完成后，恢复平板陶瓷膜系统抽吸运行，并同步检测膜压差动态变化，保证系统长期稳定运行。

[0057] 下面结合试验实例对本发明的实施方式及清洗效果作进一步说明。

[0058] [实例1]

[0059] 将平板陶瓷膜应用于污水处理A^2O工艺的好氧生物处理。膜池污泥浓度MLSS＝5g/L，膜片过滤临界通量为30LMH，采用次临界通量20LMH启动膜池抽吸系统进行恒通量稳定运行，当跨膜压差(TMP)增长至30-35kPa时，停止抽吸，启动在线清洗系统。多次试验结果表明，经一定量的H_2O_2在线清洗后，陶瓷平板膜的跨膜压差恢复率均不低于93％，具体试验效果见下表1。

[0060] 表1 H_2O_2在线清洗平板陶瓷膜试验效果

[0061]

试验编号	洗前ΔTMP(kPa)	洗后ΔTMP(kPa)	TMP恢复率(％)
1	32.6	2.10	93.55

2	31.4	1.66	94.71
3	33.5	1.95	94.17

[0062] [实例2]

[0063] 相同试验条件下，对污染的陶瓷膜片进行H_2O_2离线浸泡清洗，多次试验结果表明，经一定量的H_2O_2离线浸泡后，陶瓷平板膜的跨膜压差恢复率均不低于98％，具体试验效果见下表2。

[0064] 表2 H_2O_2离线浸泡清洗平板陶瓷膜试验效果

[0065]

试验编号	洗前ΔTMP(kPa)	洗后ΔTMP(kPa)	TMP恢复率(％)
1	35.4	0.43	98.78
2	34.2	0.40	98.83
3	34.7	0.38	98.90

[0066] 试验过程中，对微生物活性进行测定，结果表明将膜池内被氧化后的泥水混合物回流至生物处理池中，不会影响生物处理池中微生物的活性。

[0067] 本发明确有清洗效率高、清洗成本低廉、操作简易、可行性强等优点，该清洗方法在陶瓷膜处理水和污水行业具有重大的应用价值。

[0068] 以上内容是结合具体/优选的实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，其还可以对这些已描述的实施方式做出若干替代或变型，而这些替代或变型方式都应当视为属于本发明的保护范围。

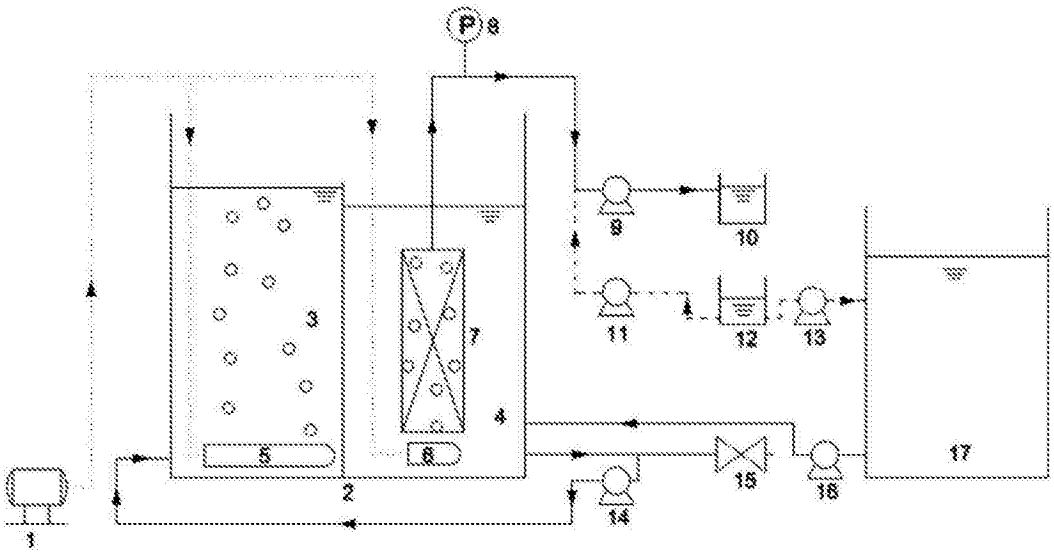


图1