(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 103435231 A
(43)申请公布日 2013.12.11

(21)申请号 201310398889.9
(22)申请日 2013.09.05
(71)申请人 中国水电顾问集团中南勘测设计研究院
地址 410014 湖南省长沙市雨花区香樟路 9 号
申请人 湖南郴州国水水处理有限公司
(72)发明人 徐巍 禹芝文 李勇 陈湘斌 贺前锋 熊道文
(74)专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责任公司 43113
代理人 卢宏 李发军
(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)

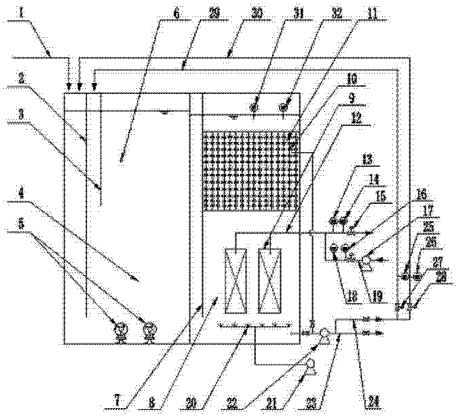
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置及污水处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置及污水处理方法，所述集约式脱氮除磷膜生物反应装置包括倒置的 A/A/O 反应池；所述倒置的 A/A/O 反应池包括缺氧厌氧池和 MBR 膜生物反应池，其中缺氧厌氧池内设有多块导流板，该缺氧厌氧池从下至上分为缺氧区和厌氧区；所述缺氧区与进水管连通，所述厌氧区与 MBR 膜生物反应池连通；所述 MBR 膜生物反应池内设有好氧区导流板、MBR 膜组件和填料；所述 MBR 膜生物反应池底部的出泥口和上部的混合液口混合后通过相应的支管分别与缺氧厌氧池的缺氧区和厌氧区连通；所述MBR膜组件的出水口与产水管连通。本发明的空间布置合理，可进一步降低能耗，尤其适用于城镇生活小区、宾馆、饭店、写字楼、商场等分散性污水的处理。



CN 103435231 A

1. 一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置，包括倒置的 A/A/O 反应池；其特征在于，所述倒置的 A/A/O 反应池包括缺氧厌氧池和 MBR 膜生物反应池，其中缺氧厌氧池内设有多块将进水导引至缺氧厌氧池池底的导流板（2,3），该缺氧厌氧池从下至上分为缺氧区（4）和厌氧区（6）；所述缺氧区（4）与进水管（1）连通，所述厌氧区（6）的出水口与 MBR 膜生物反应池连通；所述 MBR 膜生物反应池内设有将进水导引至 MBR 膜生物反应池池底的好氧区导流板（7），该 MBR 膜生物反应池内设有位于池下部的膜生物反应区（8）和位于池上部的接触氧化区（11）；所述膜生物反应区（8）内设有 MBR 膜组件（9），所述接触氧化区（11）内设有填料（10）；所述 MBR 膜生物反应池底部的出泥口和 MBR 膜生物反应池上部的混合液口均通过污泥 / 混合液回流泵（22）与一排泥管（23）相连，该排泥管（23）通过相应的支管（30,29）分别与缺氧厌氧池的缺氧区（4）和厌氧区（6）连通；所述 MBR 膜组件（9）的出水口与产水管（12）连通。

2. 根据权利要求 1 所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置，其特征在于，所述 MBR 膜生物反应池的上部设有 DO 在线检测仪（31）和液位传感器（32）。

3. 根据权利要求 1 所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置，其特征在于，所述产水管（12）上设有流量传感器（13）、压力传感器（14）和控制阀（15）；所述产水管（12）通过反洗管（19）与反洗水泵（17）相连，该反洗管（19）上设有流量传感器（18）、压力传感器（19）和控制阀；所述进水管（1）上装有流量传感器。

4. 根据权利要求 1 所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置，其特征在于，所述支管（30,29）为厌氧回流支管（29）和缺氧回流支管（30）；所述厌氧回流支管（29）上装有流量传感器（25）和控制阀（27），所述缺氧回流支管（30）上装有流量传感器（26）和控制阀（28）。

5. 根据权利要求 1 所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置，其特征在于，所述缺氧厌氧池的缺氧区（4）底部设有潜水搅拌器（5）。

6. 根据权利要求 1 所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置，其特征在于，所述 MBR 膜生物反应池的底部设有与鼓风机（21）相连的曝气装置（20）。

7. 根据权利要求 1 所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置，其特征在于，所述填料（10）为弹性填料；所述 MBR 膜组件（9）为帘式中空纤维膜组件。

8. 根据权利要求 1 所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置，其特征在于，所述 MBR 膜组件（9）顶部之上的水位至少为 0.5m 时产水管（12）产水。

9. 一种利用权利要求 1~8 之一所述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置进行污水处理的方法，其特征在于，包括如下步骤：

1）污水在导流板（3）的导流下进入缺氧厌氧池底层的缺氧区（4），在缺氧区（4）内停留时间 3~4h 后上升至倒置的缺氧厌氧池上层的厌氧区（6）内，

2）污水在厌氧区（6）内停留时间 3~4h 后进入 MBR 膜生物反应池的膜生物反应区（8），并在膜生物反应区（8）内停留 6h~8h 后，所述膜生物反应区（8）内溶解氧的浓度为 2~4mg/L，进入 MBR 膜生物反应池的接触氧化区（11）并在接触氧化区（11）停留时间 5 h ~6h；

3）当 MBR 膜组件（9）顶部之上的水位至少为 0.5m 时产水管（12）产水，MBR 膜生物反应池内的污泥和混合液通过污泥 / 混合液回流泵（22）和相应的支管（30,29）送入缺氧厌氧池的缺氧区（4）和厌氧区（6）内。

10. 根据权利要求 9 所述的污水处理的方法，其特征在于，所述 MBR 膜生物反应池内的

污泥和混合液的回流总量与污水进水量之间的比例为 200%~300%，污泥龄为 8~20 日。

一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置及污水处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理技术领域，尤其涉及一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置及污水处理方法。

背景技术

[0002] 现有城市污水生化法脱氮除磷技术主要有以下三大类：A/A/O 工艺、氧化沟法和 SBR 法，城市污水一般通过生化脱氮除磷，再进行沉淀消毒后即可达标排放。随着水资源的日益紧张，将污水在达标排放的基础上进一步处理，从而实现中水回用渐渐成为一个发展的方向。各种生化处理 +MBR 膜生物反应器组合工艺应运而生。

[0003] 倒置 A/A/O 工艺是采用了缺氧—厌氧—好氧的工艺流程。与常规 A /A/O 工艺相比，倒置 A/A/O 工艺省去了混合液内回流，适当加大了污泥回流比。其具有以下特点：①缺氧区位于工艺前端，可以满足反硝化的碳源需求，强化了脱氮功能的同时省去了碳源的投加；②聚磷菌经过厌氧释磷后直接进入好氧环境，其在厌氧状态下形成的吸磷动力可以得到充分利用，提高了处理系统的除磷能力；③将常规 A/A/O 工艺的混合液回流系统与污泥回流系统合并成一个回流系统，简化了工艺流程，降低了运行成本。

[0004] 倒置 A/A/O 中前两个 A 分别表示缺氧池和厌氧池，后一个 O 表示好氧池。

[0005] MBR 膜生物反应器是将活性污泥法和膜分离技术相结合，以膜分离技术取代传统常规活性污泥法中二沉池的污水处理新方法。得益于膜的高截留率，使生物反应器内维持较高的污泥浓度，使出水的有机污染物含量降到最低，能有效地去除氨氮，对难降解的工业废水也非常有效。此外，还具有能获得高质量处理水质、占地面积小、易于安装，运行操作方便等许多优点。

[0006] 目前由于 MBR 膜生物反应器存在着能耗高等缺陷，大大限制了其应用空间。此外，虽然 MBR 取代了常规生化法中的二沉池，但对于适用于城镇生活小区、宾馆、饭店、写字楼、商场等分散性污水的一体化设备而言，占地面积仍然偏大。

发明内容

[0007] 针对上述生化处理 +MBR 膜生物反应器组合工艺存在的问题，本发明旨在提供一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置，该装置空间布置合理，可进一步降低能耗，尤其适用于城镇生活小区、宾馆、饭店、写字楼、商场等分散性污水的处理。

[0008] 为了实现上述目的，本发明所采用的技术方案是：

一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置，包括倒置的 A/A/O 反应池；其特征在于，所述倒置的 A/A/O 反应池包括缺氧厌氧池和 MBR 膜生物反应池，其中缺氧厌氧池内设有多块将进水导引至缺氧厌氧池池底的导流板，该缺氧厌氧池从下至上分为缺氧区和厌氧区；所述缺氧区与进水管连通，所述厌氧区的出水口与 MBR 膜生物反应池连通；所述 MBR 膜生物反应池内设有将进水导引至 MBR 膜生物反应池池底的好氧区导流板，该 MBR 膜生物反应池内设有位于池下部的膜生物反应区和位于池上部的接触氧化区；所述膜生物反应区内设有 MBR 膜

组件，所述接触氧化区内设有填料；所述MBR膜生物反应池底部的出泥口和MBR膜生物反应池上部的混合液口均通过污泥／混合液回流泵与一排泥管相连，该排泥管通过相应的支管分别与缺氧厌氧池的缺氧区和厌氧区连通；所述MBR膜组件的出水口与产水管连通。

[0009] 在本发明中，O即是MBR膜生物反应池，即，倒置A/A/O是整个设备的工艺，MBR膜生物反应池与缺氧池、厌氧池并列属于倒置A/A/O的一部分。

[0010] 由此，缺氧区、厌氧区、好氧区分别设置导流板，污水先进入底层缺氧区，再缓慢上升至厌氧区，由厌氧区自流入好氧区底层的膜生物反应区，最后进入上层接触氧化区。

[0011] 以下为本发明的进一步改进的技术方案：

为了方便控制产水，所述MBR膜生物反应池的上部设有DO在线检测仪和液位传感器。

[0012] 为了方便控制水压和流量，保证产水保持恒定流量运行，并且自动判断是否需要进行反洗，所述产水管上设有流量传感器、压力传感器和控制阀；所述产水管通过反洗管与反洗水泵相连，该反洗管上设有流量传感器、压力传感器和控制阀；所述进水管上装有流量传感器。由此，通过变频器调节进水管的流量，使进水管流量传感器与产水管流量传感器的流量保持一致，以保证MBR膜组件上方水位恒定。

[0013] 为了控制污泥和混合液的回流至厌氧区和缺氧区的量，所述支管为厌氧回流支管和缺氧回流支管；所述厌氧回流支管上装有流量传感器和控制阀，所述缺氧回流支管上装有流量传感器和控制阀。

[0014] 为了使污水与缺氧区内混合液、好氧区回流混合液及污泥充分混合，所述缺氧厌氧池的缺氧区底部设有潜水搅拌器。

[0015] 所述MBR膜生物反应池的底部设有与鼓风机相连的曝气装置，由鼓风机提供压缩空气，用于冲刷MBR膜表面黏附的活性污泥以及为顶层接触氧化区提供溶解氧。

[0016] 所述填料为弹性填料；所述MBR膜组件为帘式中空纤维膜组件。

[0017] 所述MBR膜组件顶部之上的水位至少为0.5m时产水管产水。所述的产水的动力来自于MBR膜组件顶部至少0.5m（优选值为2m）高的水位所产生的压力。

[0018] 本发明还提供了一种利用上述的集约式脱氮除磷膜生物反应装置进行污水处理的方法，其包括如下步骤：

1）污水在导流板的导流下进入缺氧厌氧池底层的缺氧区，在缺氧区内停留时间3~4h后上升至缺氧厌氧池上层的厌氧区内，

2）污水在厌氧区内停留时间3~4h后进入MBR膜生物反应池的膜生物反应区，并在膜生物反应区内停留6~8h后，所述膜生物反应区内溶解氧的浓度为2~4mg/L，进入MBR膜生物反应池的接触氧化区并在接触氧化区停留时间5~6h；

3）当MBR膜组件顶部之上的水位至少为0.5m时产水管产水，MBR膜生物反应池内的污泥和混合液通过污泥／混合液回流泵和相应的支管送入缺氧厌氧池的缺氧区和厌氧区内。

[0019] MBR膜生物反应池内的污泥和混合液的回流总量与污水进水量之间的比例为200%~300%，污泥龄为8~20日。

[0020] 现有倒置A/A/O和MBR组合工艺工程应用较少，主要形式为按照工艺流程顺序水平布置各反应池，最终MBR出水采用产水泵作为抽吸动力，好氧池为单一的活性污泥法。本发明采用水平布置与纵向布置相结合的方式，节省了占地面积；出水以水位差为动力，降低了能耗；而且好氧池加装弹性填料，将活性污泥法和生物膜法相结合，在同一反应池制造两

种不同的微生物生长环境，有利于提高有机污染物的去除效率。

[0021] 藉由上述结构，本发明采用上下两层式倒置 A/A/O 工艺 +MBR 组合。污水首先通过导流区进入底层的缺氧区，缺氧区配有潜水搅拌器，使污水与缺氧区内混合液、好氧区回流混合液及污泥充分混合；然后缓慢上升至上层的厌氧区，厌氧区与缺氧区中间无明显的界线；厌氧区的污水自流入好氧区底部，好氧区底部为膜生物反应区，主要降解污水中的有机质并过量吸磷，顶部悬挂弹性填料，此时 BOD 大幅度降低，BOD / TKN 值较低利于硝化菌的生长，主要进行硝化反应。MBR 膜组件顶部水位至少为 0.5m 时（进一步确定一个优选值为 2m），通过高液位提供的压力使污水透过 MBR 膜，形成产水。MBR 膜组件底部进行曝气，防止活性污泥大量黏附在膜表面而使产水量下降过快，并且为顶部弹性填料区的好氧反应提供充足的溶解氧。好氧区配有污泥回流系统，可以分配进入缺氧区和厌氧区的污泥量。

[0022] 所述的倒置 A/A/O 工艺的特点是将污泥和混合液回流合并为一根污泥 / 混合液回流管，污泥 / 混合液回流泵进口分两根支管，通过手动阀门调节每根支管流量大小。污泥 / 混合液回流泵出口的污泥 / 混合液可以通过厌氧区回流支管进入厌氧区，也可以通过缺氧区回流支管进入缺氧区，支管上装有流量传感器和自动调节阀门，可以自动分配进入厌氧区和缺氧区污泥 / 混合液的流量。

[0023] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

本发明除具备常规 A/A/O+MBR 组合工艺的全部优点外还具有：

（1）将缺氧区、厌氧区、好氧区采用上下双层布置，进一步减少占地面积；

（2）产水不配产水泵、污泥回流管和混合液回流管合并为一根回流管道、膜生物反应区底部的曝气装置同时为底部 MBR 组件和顶部接触氧化区提供压缩空气，并且通过变频调节风机转速的方式优化曝气量，从而减少了能耗。

[0024] （3）充分利用各反应区和设备的特点，合理分配占地空间和最大限度的降低能耗，降耗率达 33% 左右，实现水处理设备的集约化。

[0025] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步阐述。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明一个实施例的结构原理图。

[0027] 在图中

1- 进水管；2- 缺氧区导流板；3- 厌氧区导流板；4- 缺氧区；5- 潜水搅拌器；6- 厌氧区；7- 好氧区导流板；8- 膜生物反应区；9-MBR 膜组件；10- 弹性填料；11- 接触氧化区；12- 产水管；13- 产水流量传感器；14- 产水压力传感器；15- 产水自动控制阀；16- 反洗压力传感器；17- 反洗水泵；18- 反洗流量传感器；19- 反洗管；20- 曝气装置；21- 鼓风机；22- 污泥 / 混合液回流泵；23- 排泥管；24- 污泥 / 混合液回流管；25- 厌氧回流流量传感器；26- 缺氧回流流量传感器；27- 厌氧回流自动阀；28- 缺氧回流自动阀；29- 厌氧回流支管；30- 缺氧回流支管；31-DO 在线监测仪；32- 液位传感器。

具体实施方式

[0028] 一种集约式脱氮除磷膜生物反应装置，如图 1 所示，采用上下两层式倒置 A/A/O +MBR 组合工艺双层布置，污水首先通过导流区进入底层的缺氧区 4，缺氧区 4 配有潜水搅拌

器 5，使污水与缺氧区内混合液、好氧区回流混合液及污泥充分混合；然后缓慢上升至上层的厌氧区 6，厌氧区 6 与缺氧区 4 中间无明显的界线；厌氧区 6 的污水自流入好氧区底部，好氧区底部为设置 MBR 膜组件 9 的膜生物反应区，主要降解污水中的有机质并过量吸磷，顶部悬挂弹性填料，此时 BOD 大幅度降低，BOD / TKN 值较低利于硝化菌的生长，主要进行硝化反应。MBR 膜组件顶部水位为 1.5m 时，通过高液位提供的压力使污水透过 MBR 膜，形成产水。MBR 膜组件底部进行曝气，防止活性污泥大量黏附在膜表面而使产水量下降过快，并且为顶部弹性填料区的好氧反应提供充足的溶解氧。好氧区配有污泥回流系统，可以分配进入缺氧区和厌氧区的污泥量。

[0029] 缺氧区 4 设置导流板 2，厌氧区 6 设置导流板 3，好氧区设置导流板 7；好氧区底部放置，好氧区顶部悬挂弹性填料 10。

[0030] 产水的动力来自于 MBR 膜组件 9 顶部至少 0.5m 高的水位所产生的压力。产水管 12 上配有流量传感器 13、压力传感器 14 以及自动控制阀门 15，可以使产水流量可调，并且自动判断是否需要进行反洗。

[0031] 进入该反应装置的进水管需要配置流量传感器，通过变频器调节原水泵的流量，使进水管流量传感器与产水管流量传感器的流量保持一致。以保证 MBR 膜组件上方水位恒定。

[0032] 根据倒置 A/A/O 工艺的特点将污泥和混合液回流合并为一根污泥 / 混合液回流管 24，污泥 / 混合液回流泵 22 进口分两根支管，通过手动阀门调节每根支管流量大小。污泥 / 混合液回流泵 22 出口的污泥 / 混合液可以通过厌氧区回流支管 29 进入厌氧区 6，也可以通过缺氧区回流支管 30 进入缺氧区 4，每根支管上装有流量传感器 25、26 和自动调节阀门 27、28，可以自动分配进入厌氧区和缺氧区污泥 / 混合液的流量。

[0033] 污水首先进入缺氧区 4，微生物利用进水中有机物为碳源，使得回流混合液 / 污泥带来的硝态氮反硝化，形成 N_2 或 N_xO_y 逸至大气中，达到脱氮目的，缺氧区底部配有潜水搅拌器 5，使污水与缺氧区内混合液、好氧区回流混合液及污泥充分混合，然后缓慢上升至上层的厌氧区 6。在厌氧区 6 中，水中溶解氧和硝态氮结合氧均已消耗完毕处于厌氧状态，聚磷微生物利用胞内聚磷分解产生的能量吸收污水中的易降解 COD，同时释放磷酸盐，经过厌氧反应的污水自流进入好氧区底部的膜生物反应区 8，主要降解污水中的有机质并过量吸磷；到好氧区顶部的接触氧化区 11 则 BOD 大幅度降低，BOD / TKN 值较低利于硝化菌的生长，主要进行硝化反应。缺氧区 4、厌氧区 6 并无严格的界限，主要取决于工艺构筑物采用的形式和前置反硝化的效果。

[0034] 膜生物反应区 8 底部配有曝气装置 20，由鼓风机 21 提供压缩空气，用于冲刷 MBR 膜表面黏附的活性污泥以及为顶层接触氧化区 11 提供溶解氧。

[0035] 膜生物反应区 8 较高的污泥浓度不仅从固定的生化反应池容积中争取到好氧池硝化所需要的反应容积，而且活性污泥絮体内部的缺氧微环境使得硝化和反硝化过程在曝气时段内就同步进行，从而为进一步提高系统的脱氮效率创造了条件。

[0036] 处理水量：某办公楼生活污水 $100m^3/d$。

[0037] 进水水质：COD：500~600mg/L，BOD：200~300mg/L，TN：50~60mg/L，TP：4~6mg/L，SS：200~300mg/L。

[0038] 设计参数及运行条件：缺氧区停留时间 3~4h，潜水搅拌机功率 $5w/m^2$；厌氧区停留

时间 3~4h ;膜生物反应区停留时间 6~8h,抽停比 8min/2min,MBR 膜组件采用帘式中空纤维膜组件,型号 FP — A Ⅳ ;接触氧化区停留时间 5~6 小时,弹性填料规格 :??150×1500 ;好氧区气水比 18:1,鼓风机功率 :2.2kw,好氧区溶解氧 2~4mg/L,污泥 / 混合液回流比 200~300%,污泥龄 8~20d。污泥 / 混合液回流泵功 0.55kw。

[0039] 出水水质 :COD ≤ 50mg/L,BOD ≤ 10mg/L,TN ≤ 15mg/L,TP ≤ 1mg/L,SS ≤ 10mg/L。

[0040] 占地面积 :本发明采用倒置 A/A/O+MBR 工艺按双层布置,较常规 A/A/O+MBR 工艺节省占地 30% 左右。

[0041] 电耗 :吨水的电耗最大值为 0.67kw.h/m^3,常规 A/A/O+MBR 吨水电耗约为 1 kw.h/m^3,节约电耗约 33%。

[0042] 自动控制说明 :设备运行过程包括进水、过滤、过滤停止、反洗、待机。运行过程中,除排空、排泥及 MBR 膜组件系统外浸渍清洗需要人工干预外,其他可自动运行,也可手动操作运行。操作界面采用触摸屏。

[0043] 进入该反应装置的进水管配置流量传感器,通过变频器调节原水泵的流量,使进水管流量传感器与产水管流量传感器的流量保持一致。以保证 MBR 膜组件上方水位在 0.5~2.5m 之间。

[0044] MBR 膜过滤采用连续曝气,间歇出水的方式,抽停比 8min/2min,产水管路安装流量传感器和自动控制阀门,实现定流量过滤。停止出水时进行自动清水反洗,反洗时间 30~60s。

[0045] 保证产水管压力 <50kpa,否则,产水管自动阀门关闭,人工决定是否进行在线药剂反洗。

[0046] 鼓风机为变频控制,可以根据溶解氧的变化适当减小或增加曝气量,但曝气量不能为 0。风机停止时会导致产水管自动阀门的关闭。

[0047] 上述实施例阐明的内容应当理解为这些实施例仅用于更清楚地说明本发明,而不用于限制本发明的范围,在阅读了本发明之后,本领域技术人员对本发明的各种等价形式的修改均落于本申请所附权利要求所限定的范围。

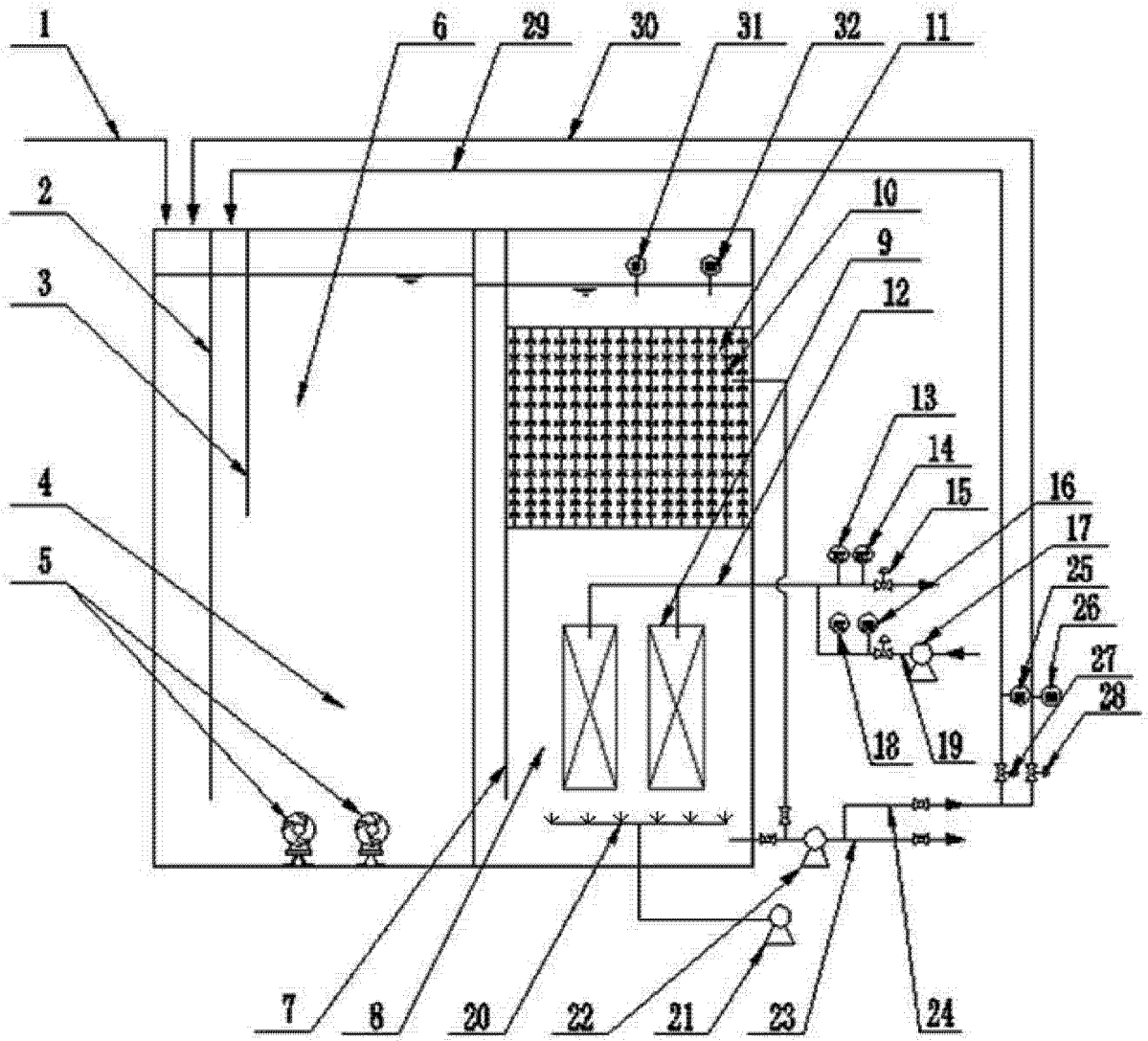

1
6
29
30
31
32
11
2
10
9
3
12
13
14
15
16
17
4
25
26
5
27
28
18
19
7
8
20
22
21
23
24

图 1