[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510011846.6

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100486681C

[22] 申请日 2005.6.2
[21] 申请号 200510011846.6
[73] 专利权人 中国科学院生态环境研究中心
地址 100085 北京市海淀区双清路 18 号
[72] 发明人 刘俊新 陈少华
[56] 参考文献
US5013331A 1991.5.7
JP6-226061A 1994.8.16
CN1609015A 2005.4.27
JP2004181372A 2004.7.2
JP11-319507A 1999.11.24
审查员 马彩霞

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 周国城

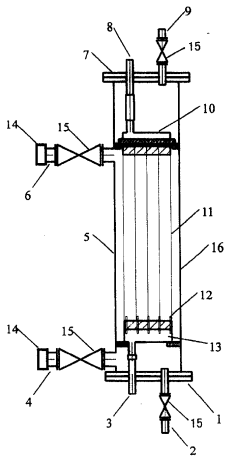
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

外置式气升循环膜分离设备

[57] 摘要

本发明涉及一种外置式气升循环膜分离设备，由膜丝、曝气器、清水收集流出单元、连接管和封装壳体组成。膜丝为中空纤维有机膜。曝气器位于膜丝的下端，由进气管、气腔和气体分布管或气体分布孔组成。清水收集单元由清水收集腔和清水排出管组成，位于膜丝的上端，或下端，或膜丝的两端。封装壳体的下端和上端，设有连接管，并通过连接管与生化反应器连通，连接管上装有阀门。本发明设备安装在生化反应器外侧，低于混合液液面一定高度，利用生化反应器内液位水头驱动出水，利用为生化反应器供氧的空气冲刷膜丝表面，降低膜污染。本发明维护简便，可进行在线清洗，大大简化了清洗维护膜分离设备的操作程序。



1、一种外置式气升循环膜分离设备，由膜丝、曝气器、清水收集流出单元、第一连接管、第二连接管和封装壳体组成，其中，封装壳体竖直设置，由筒体、法兰构成，筒体两端以法兰密封，上端法兰上固接有清洗液加入管，下端法兰上固接有排空管，筒体侧面下端接有第一连接管，上端接有第二连接管，在清洗液加入管、排空管、第一连接管和第二连接管上设有阀门；其特征是，在封装壳体内腔中设有曝气器、清水收集单元和膜丝，曝气器由气腔和进气管组成，两者相通，气腔固设于内腔下部，进气管一端固接于气腔上，另一端向下伸出下端法兰，且其外周圆与下端法兰密封连接；清水收集单元，由清水收集腔和清水排出管组成，两者相通，清水排出管一端固接于清水收集腔上，另一端伸出封装壳体外，且其外周圆与封装壳体密封连接；膜丝顺封装壳体的轴向设置，为中空纤维有机膜，位于曝气器的上方，与清水收集腔相通；

膜丝上端固接于设在其顶端的清水收集单元，膜丝下端固接于设在其底端的曝气器；膜丝、清水收集单元和曝气器组成独立的膜分离组件，使得膜丝与封装壳体不固接，清水管与进气管通过活结分别与上、下端法兰连接。

2．如权利要求 1 所述的外置式气升循环膜分离设备，其特征是，所述膜丝，其下端连于曝气器气腔上表面，其气腔上表面均匀设置多个气体分布管或气体分布孔，该管或孔位于膜丝外周缘附近；

清水收集单元，其清水收集腔固设于封装壳体内腔上部，与膜丝上端相连通，清水排出管伸出上端法兰外，膜丝下端封死，从上端经清水收集腔和清水排出管排出清水。

3． 如权利要求 1 所述的外置式气升循环膜分离设备，其特征是，所述清水收集单元为两个，其清水收集腔分别设于封装壳体内腔上、下部，各与膜丝端头相连通，两清水排出管分别伸出上、下端法兰外，膜丝两端均敞口，从上、下端经两清水收集腔和两清水排出管排出清水；

曝气器气腔置于下清水收集腔上方，其气腔上表面均匀设置的多个气

体分布管或气体分布孔位于膜丝下端外周缘附近。

# 外置式气升循环膜分离设备

## 技术领域

本发明涉及环保技术领域，属于利用生化技术和膜分离技术处理污水的设备，特别是一种外置式气升循环膜分离设备，安装在膜生物反应器上，用于活性污泥混合液的固液分离。

## 背景技术

膜生物反应器是一种由生化处理单元和膜分离单元组合而成的污水处理设备。传统活性污泥法的一个主要问题是依靠污泥沉降进行泥水分离，因此需要设立大体积的沉淀池。如果污泥沉降性能变差，将会导致出水水质差。而由于膜可把固体及胶体物质截留在生化反应器内，省去了沉淀池的建设，节省了占地面积，并使得出水可直接排入地表水或回用于冷却水、冲厕水、绿化用水，进一步处理后可作为工业用水。膜的高效截留作用使微生物完全截留在反应器内，实现了反应器水力停留时间和污泥停留时间的完全分离。这样可以分别控制水力停留时间和污泥停留时间，有利于增殖缓慢的微生物（如硝化菌或产甲烷菌）的生长，防止反应器中的高效菌或优势菌的流失。膜生物反应器不需二沉池和回用时通常必需的一些深度处理装置，而且可在很高的污泥浓度下运行，污泥膨胀现象不会对其运行带来影响。因此它可以有很高的容积负荷，其占地面积较普通的活性污泥法大为减小。由于膜的高效截留作用使得难降解的高分子化合物在生化反应器内有足够的停留时间，因此大大提高了难降解有机物的降解效率。膜生物反应器的污泥负荷低，导致其污泥产率低，剩余污泥排放量少。因此膜生物反应器具有广阔的应用前景。

在膜生物反应器中，膜分离设备有两种放置方式。一种是将膜分离装置放在生化反应器外面，利用循环泵使混合液在膜组件的膜表面快速流

动，由此产生剪切力或湍流以减轻膜污染。为了维持稳定的透水率，膜面流速一般大于 2m/s，这就需要较高的循环水量，造成较高的单位产水能耗。另一种是将膜分离设备直接浸没在生化反应器内的混合液中，通过真空泵或其他类型泵的抽吸，得到过滤液。膜表面的错流由空气搅动产生，曝气器设置在膜组件的正下方；混合液随气流向上流动，在膜表面产生剪切力，在剪切力的作用下，减少污泥悬浮颗粒在膜表面的附着，让水透过。

这两种放置方式各有其优缺点。将膜分离设备放置在生化反应器外面利用循环泵循环混合液的方式，膜通量较大，膜组件清洗维护方便，但能耗高；而将膜分离设备浸没在生化反应器混合液中的方式，能耗低，但由于膜组件淹没在混合液中，清洗维护困难。

为了综合这两种放置方式的优点，克服二者存在的缺陷，提出外置式气升循环膜分离装置。将膜分离装置安装在生化反应器的外面，但不使用循环泵或抽吸泵，而是利用重力水头驱动过滤出水。利用鼓入的空气或氧气冲刷膜表面，使膜丝摆动，并通过气体在膜分离设备中的上升力带动混合液在膜分离设备和生化反应器之间循环。将膜分离设备安装在生化反应器的外面，可以大大简化膜分离设备的清洗和维护。

## 发明内容

本发明的目的在于提供一种放置于膜生物反应器生化反应区外面，无需循环泵回流活性污泥混合液，或抽吸泵抽吸过滤出水，并能在线清洗维护的膜分离设备。

为达到上述目的，本发明的技术解决方案是提供一种外置式气升循环膜分离设备，由膜丝、曝气器、清水收集流出单元、第一连接管、第二连接管和封装壳体组成，其中，封装壳体竖直设置，由筒体、法兰构成，筒体两端以法兰密封，上端法兰上固接有清洗液加入管，下端法兰上固接有排空管，筒体侧面下端接有第一连接管，上端接有第二连接管，在清洗液加入管、排空管、第一连接管和第二连接管上设有阀门；其在封装壳体内腔中设有曝气器、清水收集单元和膜丝，曝气器由气腔和进气管组成，两者相通，气腔固设于内腔下部，进气管一端固接于气腔上，另一端向下伸出下端法兰，且其外周圆与下端法兰密封连接；清水收集单元，由清水收

集腔和清水排出管组成，两者相通，清水排出管一端固接于清水收集腔上，另一端伸出封装壳体外，且其外周圆与封装壳体密封连接；膜丝顺封装壳体的轴向设置，为中空纤维有机膜，位于曝气器的上方，与清水收集腔相连通；

膜丝上端固接于设在其顶端的清水收集单元，膜丝下端固接于设在其底端的曝气器；膜丝、清水收集单元和曝气器组成独立的膜分离组件，使得膜丝与封装壳体不固接，清水管与进气管通过活结分别与上、下端法兰连接。

所述的外置式气升循环膜分离设备，其所述膜丝，其下端连于曝气器气腔上表面，其气腔上表面均匀设置多个气体分布管或气体分布孔，该管或孔位于膜丝外周缘附近；

清水收集单元，其清水收集腔固设于封装壳体内腔上部，与膜丝上端相连通，清水排出管伸出上端法兰外，膜丝下端封死，从上端经清水收集腔和清水排出管排出清水。

所述的外置式气升循环膜分离设备，其所述膜丝，其上端固设于封装壳体内腔上部支架，清水收集单元的清水收集腔固设于封装壳体内腔下部，与膜丝下端相连通，清水排出管伸出下端法兰外，膜丝上端封死，从下端经清水收集腔和清水排出管排出清水；

曝气器气腔置于清水收集腔上方，其气腔上表面均匀设置的多个气体分布管或气体分布孔位于膜丝外周缘附近。

所述的外置式气升循环膜分离设备，其所述清水收集单元为两个，其清水收集腔分别设于封装壳体内腔上、下部，各与膜丝端头相连通，两清水排出管分别伸出上、下端法兰外，膜丝两端均敞口，从上、下端经两清水收集腔和两清水排出管排出清水；

曝气器气腔置于下清水收集腔上方，其气腔上表面均匀设置的多个气体分布管或气体分布孔位于膜丝下端外周缘附近。

所述的外置式气升循环膜分离设备，其所述膜丝，其材料为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏氟乙烯或聚砜等高分子聚合物其中的一种。

所述的外置式气升循环膜分离设备，安装在气升式生化反应器的外

面，低于气升式生化反应器内混合液液面一定高度处，即组成膜生物反应器污水处理设备；其是将第一连接管的自由端，通过接口与生化反应器下端的侧壁口相连，使封装壳体内腔与生化反应器的侧壁和中心管之间的空隙连通，将第二连接管的自由端，通过接口与生化反应器上端的侧壁口相连，使封装壳体内腔与生化反应器的中心管连通。

所述的外置式气升循环膜分离设备，其所述接口，为可拆卸连接件，如法兰、活接、螺纹接口、卡套或管箍。

所述的外置式气升循环膜分离设备，其工作流程如下：当从进气管向外置式气升循环膜分离设备的曝气器气腔鼓入空气或氧气时，空气或氧气通过气体分布管或气体分布孔形成气泡沿着膜丝向上运动，冲刷膜丝表面，并引起膜丝摆动，使得污泥难以附着在膜丝表面；空气或氧气挟带着混合液浓缩液沿着第二连接管进入膜生物反应器生化反应区的中心管，气体沿中心管上升带动中心管内外的混合液循环流动；

城市生活污水或工业废水经进水口进入膜生物反应器的生化反应区，与活性污泥充分混合，污染物在生化反应区被分解和去除，同时，部分混合液通过第一连接管进入所述的外置式气升循环膜分离设备，与进水等量的液体在重力水头驱动下，经膜丝过滤连续出水，清水由清水收集腔收集后通过清水排出管排出外置式气升循环膜分离设备；被分离的污泥浓缩液则在气体的携带作用下，通过第二连接管进入生化反应区的中心管，如此往复循环，废水得以净化。

所述的设备，需清洗膜分离设备时，关闭第一连接管和第二连接管的阀门，打开排空管的阀门排出膜分离设备中的混合液，然后关闭排空管的阀门，通过清洗液加入管往膜分离设备中加入清水或化学清洗液清洗膜丝，然后通过排空管排出清洗液，关闭排空管和清洗液加入管的阀门，打开两个连接管的阀门，即可正常运行。

所述的设备，需修补或封闭破损的膜丝时，关闭两个连接管的阀门，拆开两个连接管的接口，拆下膜分离装置。拆开封装壳体两端的法兰，即可拔出膜丝进行维护。

本发明的设备具有如下优点：

1．膜分离设备安装在生化反应器的外面，通过连接管与生化反应器

连通，而且在连接管上设置阀门和接口，使得膜分离设备的安装和拆卸非常简便，有利于膜的维护和清洗。

2．往生化反应区鼓入微生物生长所必需的空气或氧气时，气体首先集中地冲刷膜丝表面，使得污泥难以在膜丝表面附着，降低了膜污染。同时由于气体的挟带作用，带动混合液在生化反应器中心管的内外侧以及生化反应器与膜分离设备之间循环。省略了混合液循环泵，降低了运行能耗。

3．膜分离设备安装在生化反应器的外面，通过连接管与生化反应器连通，而且在连接管上设置阀门和接口，使得膜分离设备的安装和拆卸非常简便，有利于膜的维护和清洗。

## 附图说明

图 1．本发明设备上端排出清水的结构示意图；

图 2．本发明设备下端排出清水的结构示意图；

图 3．本发明设备两端排出清水的结构示意图；

图 4．本发明设备与膜生物反应器的装配及流程示意图。

## 具体实施方式

一种外置式气升循环膜分离设备，安装在气升式生化反应器的外面，与其组成膜生物反应器污水处理设备。

见图 1、图 2、图 3，本发明的外置式气升循环膜分离设备，由膜丝 11、曝气器、清水收集流出单元、第一连接管 4、第二连接管 6 和封装壳体 16 组成，其中，封装壳体 16 竖直设置，由筒体 5、法兰构成，筒体 5 两端以法兰密封，上端法兰 7 上固接有清洗液加入管 9，下端法兰 1 上固接有排空管 2，筒体 5 侧面下端接有第一连接管 4，上端接有第二连接管 6，在清洗液加入管 9、排空管 2、第一连接管 4 和第二连接管 6 上设有阀门 15；其在封装壳体 16 内腔中设有曝气器、清水收集单元和膜丝 11，曝气器由气腔 13 和进气管 3 组成，两者相通，气腔 13 固设于内腔下部，进气管 3 一端固接于气腔 13 上，另一端向下伸出下端法兰 1，且其外周圆与下端法兰 1 密封连接；清水收集单元，由清水收集腔 10 和清水排出管 8 组成，两者相通，清水排出管 8 一端固接于清水收集腔 10 上，另一端

伸出封装壳体 16 外，且其外周圆与封装壳体 16 密封连接；膜丝 11 顺封装壳体 16 的轴向设置，为中空纤维有机膜，位于曝气器的上方，与清水收集腔 10 相通。

其膜丝 11 下端连于曝气器气腔 13 上表面，其气腔 13 上表面均匀设置多个气体分布管或气体分布孔 12，该管或孔 12 位于膜丝 11 外周缘附近。

清水收集单元，其清水收集腔 10 固设于封装壳体 16 内腔上部，与膜丝 11 上端相连通，清水排出管 8 伸出上端法兰 7 外，膜丝 11 下端封死，从上端经清水收集腔 10 和清水排出管 8 排出清水，如图 1 所示。

其膜丝 11，其上端固设于封装壳体 16 内腔上部支架 21，清水收集单元的清水收集腔 10 固设于封装壳体 16 内腔下部，与膜丝 11 下端相连通，清水排出管 8 伸出下端法兰 1 外，膜丝 11 上端封死，从下端经清水收集腔 10 和清水排出管 8 排出清水；

曝气器气腔置于清水收集腔 10 上方，其气腔 13 上表面均匀设置的多个气体分布管或气体分布孔 12 位于膜丝 11 外周缘附近，如图 2 所示。

本发明的外置式气升循环膜分离设备，其所述清水收集单元为两个，其清水收集腔 10a、10b 分别设于封装壳体 16 内腔上、下部，各与膜丝 11 端头相连通，两清水排出管 8a、8b 分别伸出上、下端法兰 7、1 外，膜丝 11 两端均敞口，从上、下端经清水收集腔 10a、10b 和清水排出管 8a、8b 排出清水；

曝气器气腔 13 置于下清水收集腔 10a 上方，其气腔 13 上表面均匀设置的多个气体分布管或气体分布孔 12 位于膜丝 11 下端外周缘附近，如图 3 所示。

膜丝 11，其材料为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏氟乙烯或聚砜等高分子聚合物其中的一种。

本发明的外置式气升循环膜分离设备，安装在气升式生化反应器的外面，即组成膜生物反应器污水处理设备；其是将第一连接管 4 的自由端，通过接口 14 与生化反应器下端的侧壁口相连，使封装壳体 16 内腔与生化反应器的侧壁和中心管之间的空隙 20 连通，将第二连接管 6 的自由端，通过接口 14 与生化反应器上端的侧壁口相连，使封装壳体 16 内腔与生化

反应器的中心管 19 连通。

其接口 14，为可拆卸连接件，如法兰、活接、螺纹接口、卡套或管箍等。

见图 4，所述的气升式生化反应器 17 为生化反应区，生化反应区中安装有一个或多个中心管 19，中心管 19 与生化反应区 17 内壁之间有空隙 20。中心管 19 内的水为上向流，管外的水为下向流，混合液在中心管 19 内外循环流动。生化反应区 17 的上部侧壁开有进水口 18。

所述的外置式气升循环膜分离设备为固液分离设备，安装在生化反应区 17 的外面低于混合液液面一定高度处。外置式气升循环膜分离设备主要由膜丝 11、曝气器、清水收集流出单元、第一连接管 4、第二连接管 6 和封装壳体 16 组成。曝气器位于膜丝 11 的下端，由进气管 3、气腔 13 和气体分布管或气体分布孔 12 组成。清水收集单元由清水收集腔 10 和清水排出管 8 组成。清水收集单元可以安装在膜丝 11 的上端，也可以安装在膜丝 11 的下端，或者安装在膜丝 11 的两端。第一连接管 4 装有阀门 15，一端与封装壳体 16 的下端连通，另一端通过接口 14 与气升式生化反应器 17 的侧壁和中心管 19 之间的空隙 20 连通。第二连接管 6 也装有阀门 15，一端与封装壳体 16 的上端连通，一端通过接口 14 与气升式生化反应器 17 的中心管 19 连通。当从进气管 3 鼓入空气或氧气时，由于气体的提升作用，使得生化反应区中的混合液通过第一连接管 4 进入所述的外置式气升循环膜分离设备。膜丝 11 的底部布设有气体分布管或气体分布孔 12，用以冲刷膜表面，混合液在重力水头驱动下连续过滤出水，省去传统分体式膜生物反应器的混合液循环泵和一体式膜生物反应器的出水抽吸泵与间歇出水的控制单元。清水通过清水收集单元流出膜分离设备，浓缩液通过第二连接管 6 进入生化反应器 17 的中心管 19，再循环工作。

当膜丝 11 的通量下降到一定程度需要在线清洗时，关闭第一连接管 4 和第二连接管 6 的阀门 15，打开排空管 2 的阀门 15 排出膜分离设备中的混合液，然后关闭排空管 2 的阀门 15，通过清洗液加入管 9 往膜分离设备中加入清水或化学清洗液清洗膜丝 11，然后通过排空管 2 排出清洗液，关闭排空管 2 和清洗液加入管 9 的阀门 15，打开两个连接管 4、6 的阀门

15，即可正常运行。

当膜丝 11 损坏需要维修、更换时，关闭两个连接管 4、6 的阀门 15，拆开两个接口 14，即可以取下膜分离设备。拆开封装壳体 16 两端的法兰 1、7，即可拔出膜丝 11 进行维护。

实施例 1：

将外置式气升循环膜分离设备与气升式生化反应器按图 4 所示的方式相连，组成气升循环重力出流膜生物反应器，反应器有效容积为 80L。将含有 COD 为 200-600 mg/L，氨氮为 50-100 mg/L，SS 为 100-200 mg/L 的生活污水由进水口 18 进入膜生物反应器，污泥浓度为 2000-5000mg/L，水温为 10-30 ℃。出水的 COD 为 20-60 mg/L， 氨氮 0.5-15 mg/L，SS 未检出。

实施例 2：

将外置式气升循环膜分离设备与气升式生化反应器按图 4 所示的方式相连，组成气升循环重力出流膜生物反应器，反应器有效容积为 80L。将含有 COD 为 6000-18000 mg/L，氨氮为 1400-2000 mg/L 的垃圾渗滤液先经有效容积为 63L 的厌氧滤池处理后，再由进水口 18 进入膜生物反应器，污泥浓度为 4000-10000mg/L，水温为 15-30 ℃。出水的 COD 为 700-1000 mg/L， 氨氮 6-25 mg/L，SS 未检出。连续过滤出水 90 天，膜丝 11 通量维持在 5 $L/m^2 \cdot h$ 以上。

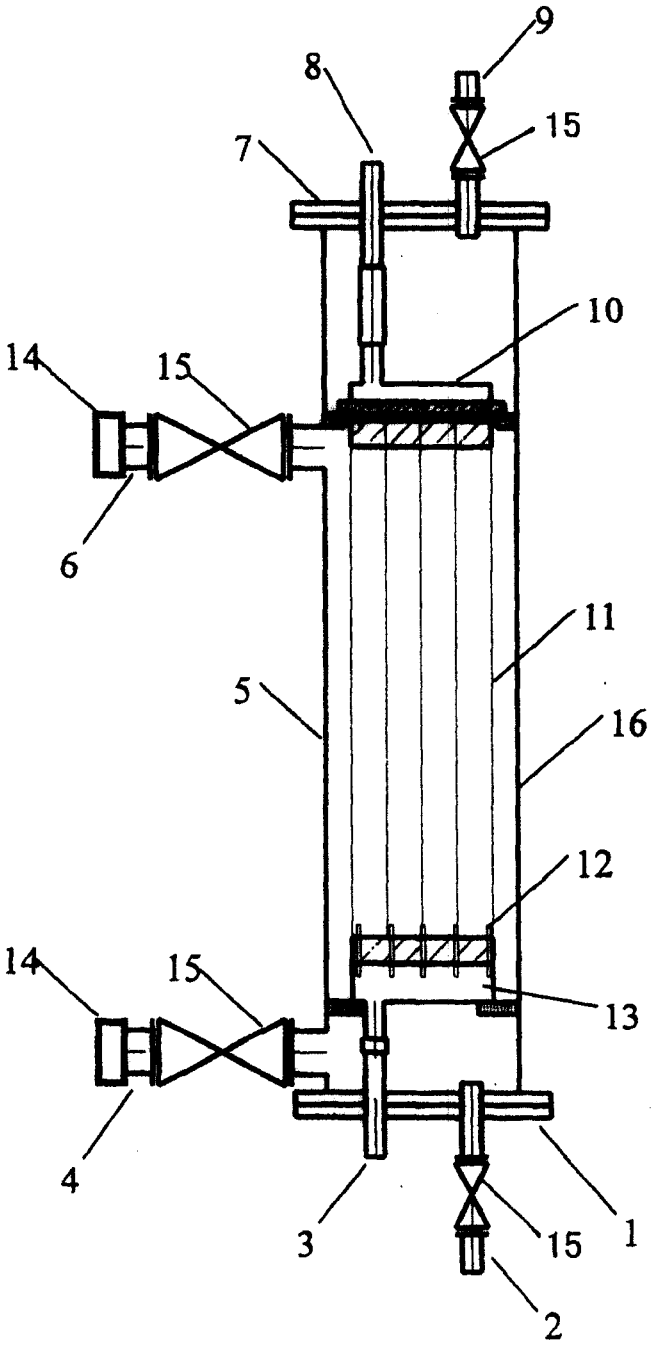



图 1

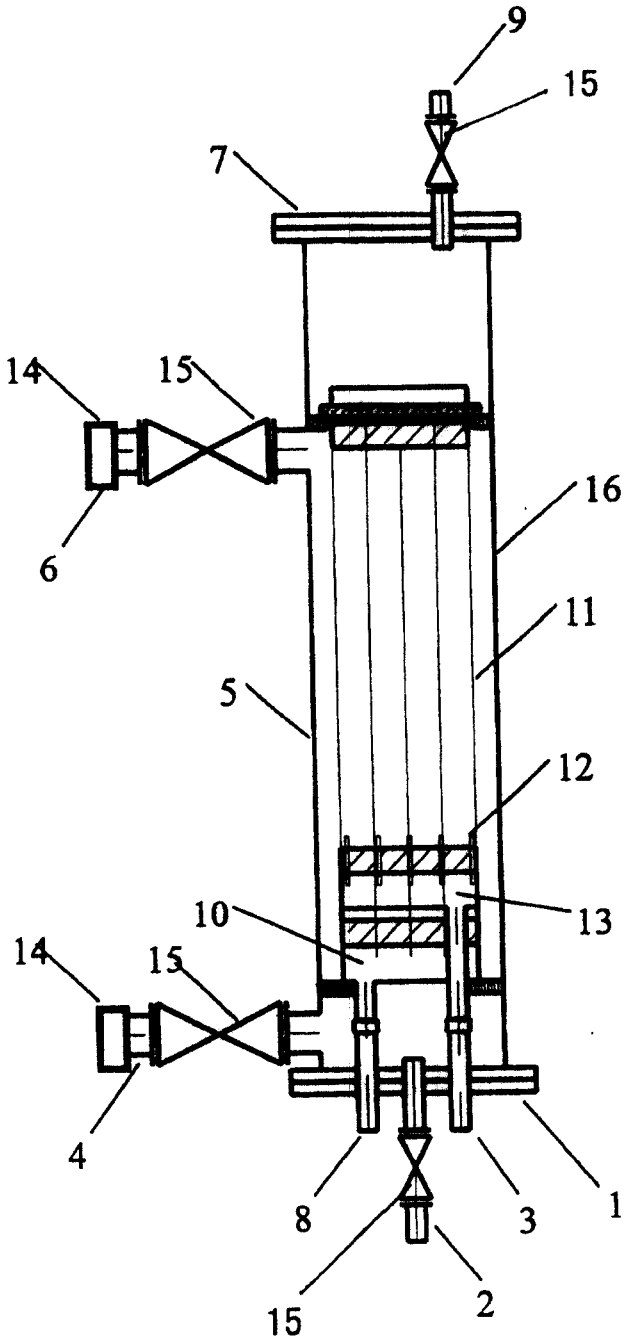



图 2

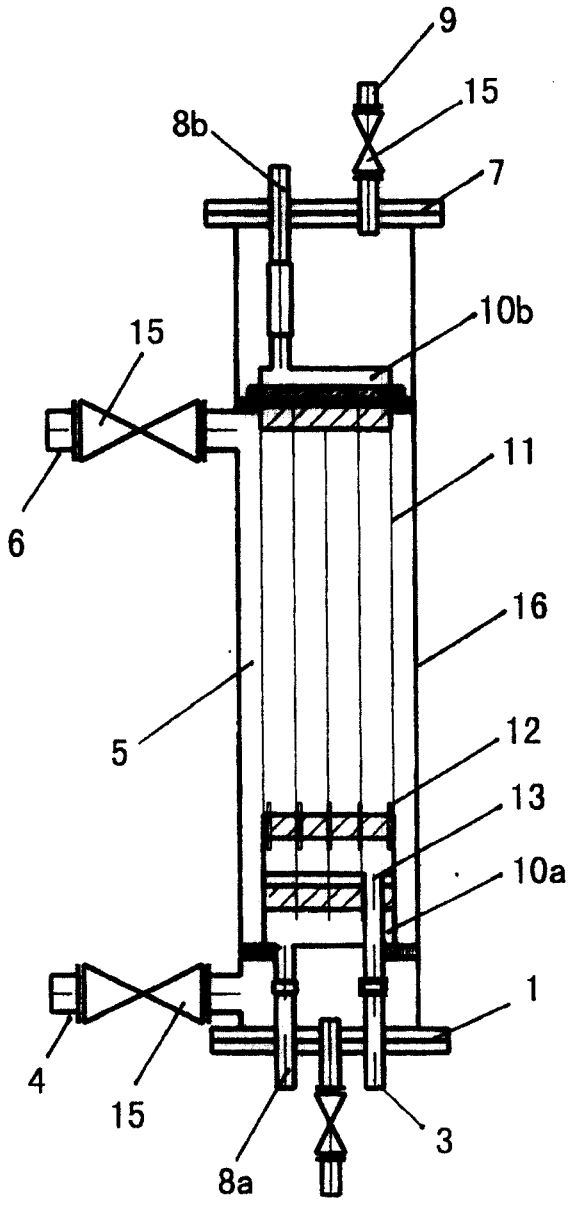



图 3

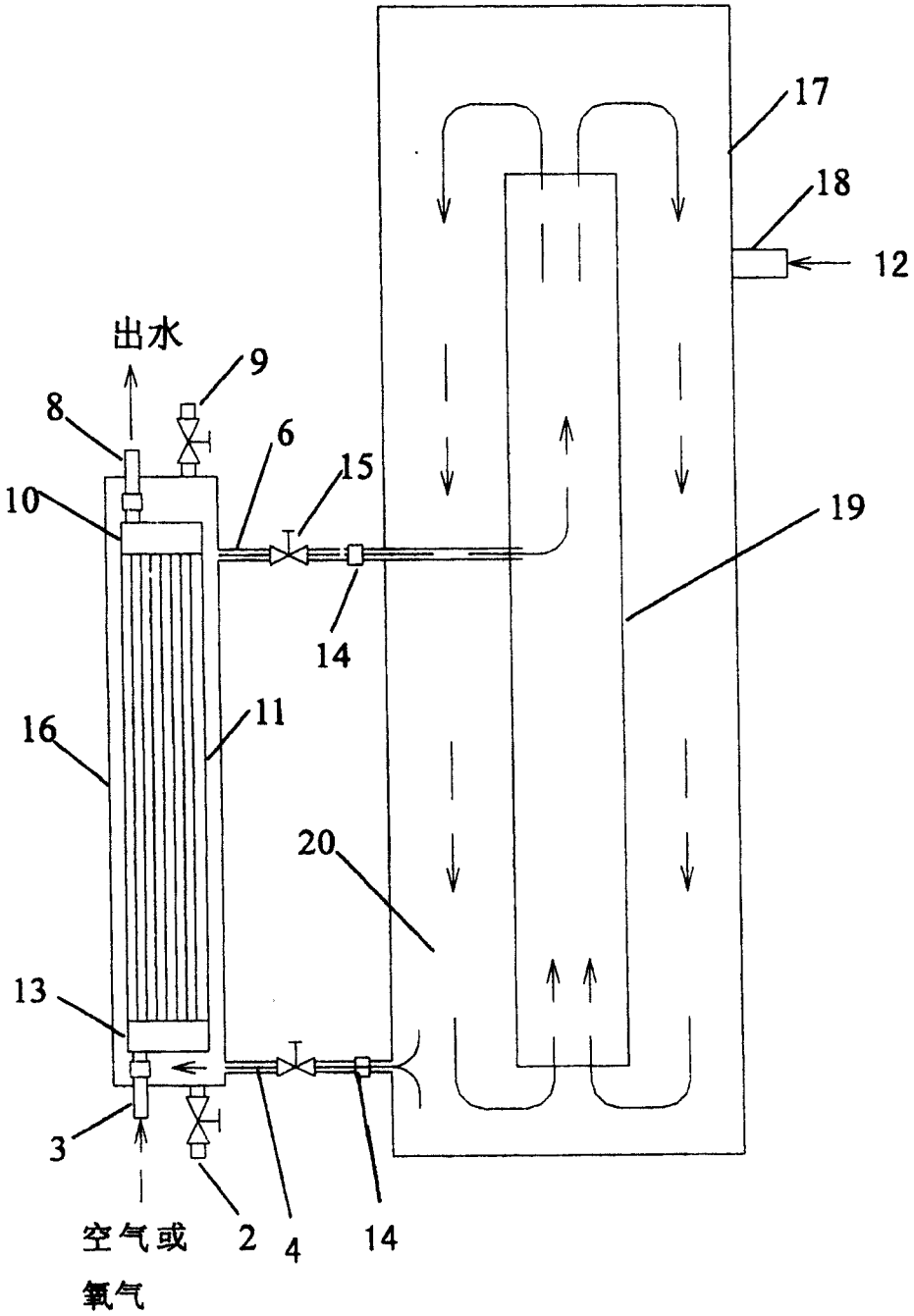



图 4