

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日

2009年11月26日 (26.11.2009)

PCT

(10) 国际公布号

WO 2009/140892 A1

(51) 国际专利分类号:

C02F 3/12 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2009/071685

(22) 国际申请日:

2009年5月8日 (08.05.2009)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

200810111976.0 2008年5月20日 (20.05.2008) CN

(71) 申请人(对除美国外的所有指定国): 北京汉青天朗水处理科技有限公司 (BEIJING ECOJOY WATER TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门内大街177号三层, Beijing 100007 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人(仅对美国): 孙友峰 (SUN, Youfeng) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门内大街177号三层, Beijing 100007 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特广场7层, Beijing 100004 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: APPARATUS AND PROCESS FOR TREATING WASTEWATER

(54) 发明名称: 一种污水处理装置及工艺

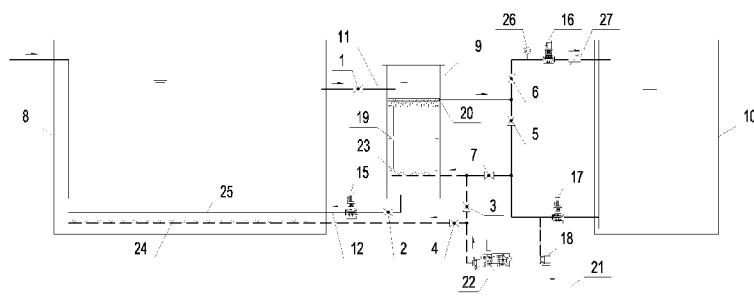


图1 / FIG. 1

(57) **Abstract:** An apparatus for treating wastewater is provided, which comprises a biological reaction tank (8) and a membrane separation device (19). The membrane separation device (19) is provided outside the biological reaction tank (8). A mixing device is provided inside the biological reaction tank (8) and an aeration device (23) is provided inside the membrane separation device (19) or inside a container for loading the membrane separation device (19). The biological reaction tank (8) is connected to the membrane separation device (19) or the container for loading the membrane separation device (19) through a pipeline. A process using the apparatus for treating wastewater is also provided.

[见续页]



(57) 摘要:

一种污水处理装置，包括生物反应池（8）和膜分离设备（19），该膜分离设备（19）设置于生物反应池（8）外部，所述生物反应池（8）内部有混合设备，所述膜分离设备（19）内部或者盛装膜分离设备（19）的容器内部有布气装置（23），所述膜分离设备（19）或者盛装膜分离设备（19）的容器和所述生物反应池（8）通过管路相连通。还提供一种使用该装置的污水处理工艺。

—1—

一种污水处理装置及工艺

本申请要求于 2008 年 5 月 20 日提交中国专利局、申请号为
5 200810111976.0、发明名称为“一种污水处理装置及工艺”的中国专利申请的
优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及一种污水处理装置和工艺，尤其涉及一种采用膜生物反应器工
10 艺的污水处理装置和工艺，属于水处理技术领域。

背景技术

膜生物反应器（Membrane Bioreactor，MBR）工艺是一种将膜分离技术与
传统生物处理技术有机结合的高效污水处理与回用技术。在膜生物反应器系统
15 中，污水中的各类污染物主要通过微生物的生物化学作用加以去除，但与传统
生物处理工艺不同的是，膜分离设备替代了二沉池以其高效分离作用使泥水彻
底分离，这使得 SRT（污泥停留时间或者称之为生物固体停留时间）和 HRT（水
力停留时间）可以相互独立控制，生化反应池中活性污泥浓度的增大和活性污
泥中特效菌的积累，提高了生化反应速率。微生物与水的分离不再通过重力沉
20 淀，而是在压力的驱动下，水分子和部分其他小分子物质能够透过膜，微生物
和大分子物质则被膜截留在反应池内，从而使系统获得了优良的出水水质。膜
生物反应器工艺基本解决了传统污水处理工艺普遍存在的出水水质不稳定、占
地面积大、工艺控制复杂等突出问题，是极具发展潜力的水处理工艺，尤其在
污水再生利用方面，膜生物反应器工艺可以将生活污水、城市污水或与之相近
25 的工业废水一步到位地处理成可以作为城市杂用水、工业循环冷却水等用途的
优质再生水，目前在全世界范围内正日益受到广泛的学术关注，大规模的工程
应用也逐渐增多。

根据膜分离设备的设置位置，膜生物反应器可分为外置式（或称分体式、
分置式）膜生物反应器和内置式（或称浸入式、一体式、浸没式）膜生物反应

—2—

器两大类。

外置式膜生物反应器是膜生物反应器工艺自二十世纪六七十年代诞生后的早期发展形式，是把膜分离设备和生物反应器分开放置，生物反应器中的混合液经循环泵增压后送至膜分离设备的过滤端，在压力作用下混合液中的液体5透过膜，成为系统处理出水，固体物、大分子物质等则被膜截留，随浓缩液回流到生物反应器内。外置式膜生物反应器的特点是运行稳定可靠，易于膜的清洗、更换及增设，而且膜通量普遍较大，但一般条件下，为减少污染物在膜表面的沉积，延长膜的清洗周期，需要用循环泵提供较高的膜面错流流速，致使循环泵的水流循环量和所需扬程增大，动力费用增高，吨水能耗高达10 $2\text{--}10\text{kWh/m}^3$ （千瓦时每立方米），并且泵的高速旋转产生的剪切力会使某些微生物菌体产生失活现象。

内置式膜生物反应器自二十世纪八十年代末发展起来并逐渐成为目前膜生物反应器工艺的主流形式，是把膜分离设备浸没于生物反应器的液位以下，原水进入膜生物反应器后，其中的大部分污染物被混合液中的活性污泥分解或15转化，再在抽吸泵提供的负压作用下或者在水位差的作用下由膜过滤出水，曝气系统设置在膜组件下方，一方面给微生物分解有机物提供了所必需的氧气，另一方面利用气提原理，使气水二相流对膜外表面进行水力冲刷，以此来抑制膜面污泥层的沉积。内置式膜生物反应器较之外置式膜生物反应器省去了混合液循环系统，结构更为紧凑，占地面积小，并且靠负压抽吸或者水位差出水，20吨水能耗相对较低，降至 $1\text{--}2.4\text{kWh/m}^3$ 。本发明中生物反应池也可以称为生物反应器。

尽管目前世界上已经投入使用的膜生物反应器实际工程当中，大多数都选用内置式膜生物反应器工艺。但内置式膜生物反应器仍然存在两个突出问题，一是膜分离设备的安装、检修、清洗很不方便，清洗劳动强度大，二是曝气量25偏高，气水比为 $30\text{--}40:1$ ，是目前较为成熟的其他污水生物处理工艺如传统活性污泥法、序批式活性污泥法等工艺的 $3\text{--}4$ 倍，这使得其吨水能耗仍然显著高于其他工艺。同时由于目前膜分离设备的造价又较高，这使得膜生物反应器工艺的基建投资也显著高于其他工艺。以上三个突出问题使得膜生物反应器工艺目前仍然难于替代现有技术而成为水处理领域的主流技术之一。

—3—

为了进一步降低内置式膜生物反应器的曝气能耗，并提高膜分离设备安装、检修和清洗的方便程度，近年出现了另外一种外置式膜生物反应器，例如中国专利及专利申请 01123900.X、200410039006.6、200510069410.2、200710064736.5。该种类型的膜生物反应器在构型上类似于常规外置式膜生物反应器，所选用的由帘式或束式中空纤维膜组件所组成的膜分离设备浸没于与生物反应器相独立的另外一个较小的专用于安装膜组件的膜滤池（箱）之内，或者仍然选用常规外置式膜生物反应器中常用的由柱式中空纤维膜组件或管式膜组件所组成并带有封闭外壳的膜分离设备，但与常规外置式膜生物反应器不同的是，系统处理出水不再由循环泵增压获得，而是由增设的抽吸泵提供的负压获得，这样循环泵的流量和扬程大幅降低。同时膜滤池（箱）或者带有封闭外壳的膜分离设备之内也设有曝气部件，由于膜组件排布的面积已较之常规内置式膜生物反应器大幅减小，所以气提断面也随之大幅缩小，因此以较小的曝气量就可以在膜组件所安装的区域中得到较高的曝气强度，使气水二相流对膜外表面具有更好的水力冲刷效果，可以较好地抑制膜污染的发展，在一定程度上节约了曝气能耗，这使得系统总体能耗低于常规内置式膜生物反应器，但采用了常规外置式膜生物反应器的外部形式，膜分离设备在生物反应器之外安装，避免了浸没于生物反应器液面以下安装时不易清洗和检修的问题，而且方便了对膜分离设备进行在线化学药剂浸泡清洗，相对于常规内置式膜生物反应器必须通过起吊设备将膜分离设备从生物反应器中吊出后放入外部的药液池进行离线化学药剂浸泡，不但劳动强度大幅降低，而且也能够将清洗药剂的用量降到较低的程度，避免了化学药剂的浪费和处置问题，因此在很大程度上提高了膜分离设备安装、检修和清洗的方便程度。可见，该种型式的膜生物反应器很好地将外置式和内置式两种型式的膜生物反应器有机地结合起来，取各自所长，补各自所短。相对于常规外置式膜生物反应器靠正压获得系统出水，这种新型的外置式膜生物反应器则靠负压获得系统出水，因此二者可以分别称为“正压外置式膜生物反应器”和“负压外置式膜生物反应器”加以区别。

尽管负压外置式膜生物反应器的气水比可以较之常规内置式膜生物反应器下降一半左右，即为 15-20: 1，但仍然高于传统活性污泥法等其他污水生物处理工艺的 7-10: 1，这主要是由于即便已在已大幅缩小了气提断面的膜滤

—4—

池(箱)或者带有封闭外壳的膜分离设备内部通过曝气为膜组件提供表面错流，相应的气水比通常也已高达 7-15: 1。由于作为去除有机污染物主要功能单元的生物反应器仍然需要与 5-10: 1 的气水比相对应的曝气量来完成碳氧化和硝化过程，并且生物反应器也需要曝气作为搅拌手段来实现污水、活性微生物以及氧的充分混合和接触，因此负压外置式膜生物反应器总的曝气量仍然居高不下，这使得其在吨水能耗方面仍然具有一定的劣势，尤其限制了其在大型污水处理工程中的推广应用。

发明内容

10 本发明的目的是提供一种污水处理装置，采用该种装置处理污水可以进一步降低膜生物反应器污水处理系统的运行能耗。

为了实现上述发明目的，本发明采用以下的技术方案：

一种污水处理装置，包括生物反应池和膜分离设备，所述膜分离设备设置于生物反应池外部，所述生物反应池内部有混合设备，所述膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部有曝气设备，所述膜分离设备或者盛装膜分离设备的容器和所述生物反应池通过管路相连通。

优选地，所述膜分离设备设置于与生物反应池相独立的膜滤池内部，所述膜滤池和所述生物反应池之间通过管路相连通。

优选地，所述膜分离设备带有封闭的外壳、料液进口和料液出口，所述料液进口和料液出口和所述生物反应池之间通过管路相连通。

优选地，所述管路有两个，其中一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池的上部，另一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池的下部。

优选地，所述管路有两个，其中一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池内水流方向的上游，另一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池内水流方向的下游。

优选地，所述混合设备为布水设备。

优选地，所述布水设备为由多个穿孔管组成的支状或环状布水管网。

优选地，所述布水设备位于生物反应池的下部。

—5—

优选地，所述混合设备为搅拌设备。

优选地，所述搅拌设备为潜水搅拌机或立式搅拌机。

优选地，所述混合设备为机械曝气设备。

优选地，所述机械曝气设备为转刷曝气机、转盘曝气机、立式表面曝气机

5 或潜水曝气机。

优选地，所述生物反应池内部有曝气设备。

优选地，生物反应池内部的曝气设备位于生物反应池的下部，从所述生物反应池内部的曝气设备出来的气体上升的直线距离大于生物反应池有效水深的1/2。

10 优选地，生物反应池内有一道或两隔墙将生物反应池分为两个或三个区域，所述混合设备和生物反应池内部的曝气设备在不同的区域内。

优选地，在所述管路上有循环泵。

优选地，在与所述膜分离设备的透过液出口相连的管路上有出水泵。

15 优选地，所述膜分离设备包括若干个中空纤维式膜组件、平板式膜组件或者管式膜组件。

优选地，所述膜组件为微滤膜、超滤膜或纳滤膜。

本发明还提供一种污水处理工艺，包括如下步骤：

a) 将待处理的污水引入生物反应池中，所述生物反应池中有活性微生物；

20 b) 将生物反应池中的污水与活性微生物组成的混合液引入到膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部，进行活性微生物与水的固液分离操作，在所述固液分离过程中，由设置在膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部的曝气设备对混合液进行曝气；

c) 将膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部固液分离过程中产生的浓缩液引入到生物反应池中，由设置在生物反应池内部的混合设备将浓缩液与生物反应池中的混合液进行均匀混合。

本发明与现有技术相比，生物反应池与膜分离设备或者盛装膜分离设备的容器之间形成混合液的循环流动，并且从膜分离设备或者盛装膜分离设备的容器回流入生物反应池的浓缩液在设置于生物反应池内部的混合设备的作用下，与生物反应池内的混合液充分相混合，这使得从膜分离设备或者盛装膜分离设

—6—

备的容器回流的溶解氧浓度较高(一般高达3~5mg/L)的浓缩液在一定程度上补充了生物反应池内的混合液中微生物生化反应所需要的氧气,相比之下,现有负压外置式膜生物反应器中该回流的浓缩液直接从膜分离设备的料液出口或者盛装膜分离设备的容器的上部靠残余水头或水位差跌落入生物反应池上部,与生物反应池下部的混合液无法充分混合,现有负压外置式膜生物反应器中另外的做法是在循环泵的作用下将输送该浓缩液的管道接至生物反应池的下部,但该做法也只能实现局部的不完全混合,尤其是在大型污水处理工程中,生物反应池为大尺度的敞口构筑物,在不设专用的混合设备的情况下无法实现该浓缩液中高浓度溶解氧的有效利用。本发明在生物反应池内部设有混合设备,使该浓缩液与生物反应池内的混合液充分相混合,从而避免了现有负压外置式膜生物反应器普遍存在的膜滤池内高强度曝气能耗的浪费现象,这样可以从总体上使得膜生物反应器的气水比下降至12:1甚至10:1以下,基本上接近传统活性污泥法等其他污水生物处理工艺,使污水处理系统的运行能耗能够维持在一个较低的水平。

15

附图说明

图1为本发明的实施例1所述的污水处理装置的工艺流程示意图。

图2为本发明的实施例2所述的污水处理装置的工艺流程示意图。

图3为本发明的实施例3所述的污水处理装置的工艺流程示意图。

20

图4为本发明的实施例1所述的污水处理装置的平面布置示意图。

图5为本发明的实施例2所述的污水处理装置的平面布置示意图。

图6为本发明的实施例3所述的污水处理装置的平面布置示意图。

图7为本发明的实施例1所述的污水处理装置的工艺运行过程示意图。

图8为本发明的实施例2所述的污水处理装置的工艺运行过程示意图。

25

图9为本发明的实施例3所述的污水处理装置的工艺运行过程示意图。

附图中各个标记的说明:

1——料液供给阀门; 2——料液回流阀门; 3——膜滤池供气阀门; 4——生物反应池供气阀门; 5——反向清洗阀门; 6——产水阀门; 7——正向清洗阀门; 8——生物反应池; 9——膜滤池; 10——产水贮存

—7—

池； 11——料液供给管； 12——料液回流管； 13——缺氧区； 14
——好氧区； 15——循环泵； 16——出水泵； 17——清洗泵； 18——加
药泵； 19——膜分离设备； 20——透过液出口； 21——贮药设备； 22——
鼓风机； 23——膜滤池内的布气装置； 24——生物反应池内的布气装置； 25
——布水装置； 26——压力计； 27——流量计； 28——隔墙。

具体实施方式

下面对上述技术方案进行详细的阐述和说明，并且对于其他涉及的技术细节进行详细的阐述和说明：

一种污水处理装置，包括生物反应池和膜分离设备，膜分离设备设置于生物反应池外部，生物反应池内部有混合设备，膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部有曝气设备，膜分离设备或者盛装膜分离设备的容器和生物反应池通过管路相连通。

所述膜分离设备内部具有一个或者一个以上的过滤单元。所述过滤单元是具有过滤作用的组件，可以是中空纤维束式膜组件、中空纤维帘式膜组件、板框式平板膜组件、毛细管式膜组件、管式膜组件以及微孔过滤管等水处理领域可以用到的各类过滤单元。

所述膜分离设备可以带有封闭的外壳，也可以不带有封闭的外壳。当膜分离设备带有封闭的外壳时，所述外壳上应有输送待过滤液体的料液进口和料液出口，所述料液进口和料液出口通过管路与生物反应池相连通。当膜分离设备不带有封闭的外壳时，所述过滤单元与待过滤液体相接触的表面为裸露状态，此时可以将膜分离设备放置于一个独立于生物反应池设置并且容积略大于膜分离设备自身体积的箱体或者小型的构筑物，即所谓膜滤池当中，这样使得所述膜分离设备不再像内置式膜生物反应器那样被放置在容积远大于其自身体积的生物反应池内，如此可以很方便地直接在膜滤池内对膜分离设备进行在线化学药剂浸泡清洗，以较为彻底地恢复膜分离设备的过滤单元的过滤性能。根据工程设计的具体需要，所述膜滤池可以与所述生物反应池共壁设置，也可以分开设置。

按照生物反应池内微生物的生长类型，所述生物反应池可以为悬浮生长型

—8—

的活性污泥反应器，也可以为附着生长型的生物膜反应器，也可以为既有悬浮生长型的活性污泥又有附着生长型的生物膜的复合反应器。作为优选，所述生物反应池为悬浮生长型的活性污泥反应器。按照反应器内的物料流态，所述生物反应池可以为推流反应器，也可以为完全混合反应器，也可以采用类似于氧化沟（Oxidation Ditch）那样既有推流流态又有完全混合流态的反应器设计。
5 按照反应器的进料方式，所述生物反应池可以为间歇式、半间歇式，也可以为连续式。

由于气水二相流在过滤单元表面错流（cross flow）流动时所形成的水力剪切力能够有效抑制污染物在过滤单元表面沉积，因此可以在膜分离设备内部
10 或者盛装膜分离设备的膜滤池内部设有曝气设备，并应用所述曝气设备为膜分离设备或膜滤池内部连续曝气，这样可以起到同时提供溶解氧和错流流速的作用。由于抑制污染物在过滤单元表面沉积对错流流速有最低值的要求，而提供
15 这个最小错流流速对膜滤池内的曝气强度同样有最低值的要求。所谓曝气强度是指膜分离设备在垂直于气水二相流的液流方向上的横断面内，单位面积上单
位时间内的曝气量。即便膜分离设备具有较高的空间利用率，即在垂直于气水二相流的液流方向上的横断面较小，但依据最小错流流速所计算的总曝气量也较大，由此膜分离设备或膜滤池内的混合液一般稳定地处于高溶解氧状态，D0
（溶解氧）浓度一般为3-4mg/L甚至更高。

所述生物反应池和所述膜分离设备或膜滤池之间由管路相连通，以实现混合液在两者之间的循环流动。一般可以设置两个连通的管路，本文将其中一个管路称为料液供给管，另一个管路称为料液回流管。料液供给管用于将生物反应池内的混合液导入到膜分离设备或膜滤池内，料液回流管则用于将膜分离设备或膜滤池内的浓缩液回流至生物反应池内，回流的浓缩液在设置于生物反应池内部的混合设备的作用下与生物反应池内的混合液充分相混合，这样可以使得从膜分离设备或膜滤池内回流的浓缩液中所携带的大量溶解氧被最大限度地补充到生物反应池，降低了生物反应池的曝气量。相比之下，现有的负压外置式膜生物反应器只能做到从膜分离设备或膜滤池内回流的浓缩液与生物反应池内局部的混合液的不完全混合，造成了膜分离设备或膜滤池内高强度曝气能耗的浪费现象，因此本发明可以从总体上进一步降低膜生物反应器的气水

—9—

比，使其运行能耗维持在较低的水平。

所述混合设备可以采用水处理领域三类设备，即布水设备、搅拌设备和机械曝气设备。所述布水设备可以为由穿孔管组成的支状或环状布水管网，也可以为其他各种专用的布水器。所述搅拌设备可以为安装于液下的潜水搅拌机，
5 也可以为轴垂直安装的立式搅拌器，也可以为其他各类的搅拌设备。所述机械曝气设备，可以为转刷曝气机或转盘曝气机等轴水平安装型的表面曝气机，也可以为轴垂直安装型的立式表面曝气机，也可以为潜水曝气机等各类水下曝气设备。

由于生物反应池一般按照HRT来设计池容的大小，而膜分离设备的容积或
10 膜滤池的池容要远小于生物反应池的池容，一般为后者的1/3-1/10。从膜分离设备或膜滤池回流的浓缩液的溶解氧浓度一般为2-4mg/L，与生物反应池内的混合液充分混合后，由此可以为生物反应池带来的溶解氧浓度一般可达到0.2-1.0mg/L，即便考虑到从膜分离设备或膜滤池回流的浓缩液在传输过程中会出现溶解氧的部分损耗，能为生物反应池带来的溶解氧浓度一般也可达到
15 0.1-0.5mg/L，而这样的溶解氧浓度正好是反硝化菌完成反硝化过程所需要的溶解氧状态，因此，可以将本发明提供的污水处理工艺和装置应用于要求具有反硝化过程的污水处理场合。

考虑到异氧微生物对含碳有机物好氧生物氧化要求生物反应池中DO浓度以3-4mg/L为宜，不应低于2mg/L，硝化菌完成硝化作用也要求生物反应池中DO浓度不应低于2mg/L。为了弥补碳氧化以及硝化作用对较高溶解氧的需求，可以在所述的生物反应池中增设曝气设备，也可以由一套曝气设备同时为所述膜分离设备或膜滤池和所述生物反应池提供氧气。

由于从容积较小的膜分离设备或膜滤池内回流的浓缩液就足以使生物反应池内保持反硝化过程所需的缺氧环境，因此，可以对生物反应池内的溶解氧分布进行阶段设计或者分区设计，阶段设计是在时间的序列上使溶解氧有所变化，分区设计则是在空间上使溶解氧有所变化，两者都可以创造出缺氧-好氧甚至缺氧-厌氧-好氧交替循环的溶解氧环境，而缺氧-好氧交替循环的溶解氧环境可以为生物脱氮创造适宜的条件，缺氧-厌氧-好氧交替循环的溶解氧环境则可以为生物同步脱氮除磷创造适宜的条件。

—10—

当所述生物反应池被曝气设备连续提供额外的氧气时，所述生物反应池内的混合液一般处于连续好氧状态，这样生物反应池内部主要发生有机物好氧生物氧化以及硝化作用，可以较好地对原污水中的有机物和氨氮进行去除。

当所述生物反应池被曝气设备间歇提供额外的氧气时，所述生物反应池内的混合液一般处于好氧、缺氧交替循环的状态，这样生物反应池内部主要发生有机物好氧生物氧化、硝化作用以及反硝化作用，这样不但可以较好地对原污水中的有机物和氨氮进行去除，也可以较好地去除原污水中的总氮。

当所述生物反应池具有较大的有效水深时，所述混合设备可以采用由穿孔管组成支状或环状布水管网的布水设备，并且将所述布水设备设置于生物反应池的底部，所述曝气设备只为生物反应池上部连续提供氧气，被提供氧气的区域的水深不小于生物反应池有效水深的1/2，这样，在生物反应池内部从池底到液面的纵向方向上出现了缺氧区和好氧区的两段纵向分区，而且好氧区和缺氧区的容积比值不小于1，这样在生物反应池内可以同时发生硝化作用和反硝化作用，可以较好地对原污水中的有机物、氨氮和总氮进行去除。当所述生物反应池具有更大的有效水深时，在生物反应池内部从池底到液面的纵向方向上可以出现缺氧区、厌氧区和好氧区的三段纵向分区，这样在生物反应池内除了可以同时发生硝化作用和反硝化作用之外，还可以同时发生聚磷菌(Phosphate Accumulating Organisms, PAOs)的厌氧释磷和好氧吸磷过程，这样不但可以较好地对原污水中的有机物、氨氮和总氮进行去除，而且可以通过排除好氧区或者膜滤池内的富磷污泥以对原污水中的总磷进行去除。

当所述的生物反应池有效水深较浅时，所述混合设备可以采用由穿孔管组成支状或环状布水管网的布水设备，也可以采用搅拌设备或机械曝气设备，同时在所述的生物反应池内设有一道隔墙，所述隔墙将生物反应池内部从水流的上游到下游顺次分隔成缺氧区和好氧区两个部分，所述混合设备位于缺氧区，所述曝气设备只为好氧区提供氧气，所述缺氧区中的混合液可以通过隔墙顶部跌落入好氧区，也可以从隔墙上设置的导流孔洞进入好氧区，并与好氧区内的混合液相混合，好氧区内含有硝酸盐的混合液则通过膜分离设备或膜滤池回流至缺氧区，这样，所述缺氧区作为前置反硝化段主要通过反硝化作用完成对总氮的去除，所述好氧区主要通过有机物好氧生物氧化和硝化作用完成对有机物

—11—

和氨氮的去除，整个装置可以较好地对原污水中的有机物、氨氮和总氮进行去除。也可以在所述的生物反应池内设有两道隔墙，所述隔墙将生物反应池内部从水流的上游到下游顺次分隔成缺氧区、厌氧区和好氧区三个部分，所述混合设备位于缺氧区，所述曝气设备只为好氧区提供氧气，所述缺氧区中的混合液可以通过第一道隔墙顶部跌落入厌氧区，也可以从第一道隔墙上设置的导流孔洞进入厌氧区，并与厌氧区内的混合液相混合，同样，所述厌氧区中的混合液可以通过第二道隔墙顶部跌落入好氧区，也可以从第二道隔墙上设置的导流孔洞进入好氧区，并与好氧区内的混合液相混合，好氧区内含有硝酸盐的混合液则通过膜分离设备或膜滤池回流至缺氧区，这样，整个生物反应池成为倒置A²/O系统，所述缺氧区主要通过反硝化作用完成对总氮的去除，所述厌氧区主要完成聚磷菌释磷过程，所述好氧区主要通过有机物好氧生物氧化和硝化作用完成对有机物和氨氮的去除，同时完成聚磷菌好氧吸磷过程，通过排除好氧区或者膜滤池内的富磷污泥可以对原污水中的总磷进行去除，整个装置可以较好地对原污水中的有机物、氨氮、总氮及总磷进行去除。

为了更好的实现混合液在所述生物反应池和所述膜分离设备或膜滤池之间的循环流动，可以在所述管路上安装循环泵。所述循环泵可以安装在料液供给管上，也可以安装在料液回流管上。当所述循环泵安装在料液供给管上时，所述膜分离设备或膜滤池内的液位应高于生物反应池内的液位，这样可以使得膜分离设备或膜滤池中的浓缩液通过重力自流回生物反应池，所述生物反应池内的混合液则通过循环泵增压后进入膜分离设备或膜滤池内。当所述循环泵安装在料液回流管上时，所述膜分离设备或膜滤池内的液位应低于生物反应池内的液位，这样可以使得生物反应池中的混合液通过重力自流进入膜分离设备或膜滤池内，而膜分离设备或膜滤池内的浓缩液则通过循环泵增压后进入生物反应池内。作为优选，所述循环泵安装在料液回流管上。这样当需要对膜分离设备进行在线药剂浸泡清洗时，可以直接利用循环泵将膜分离设备或膜滤池内的浓缩液快速排至生物反应池内，既避免了活性微生物的流失，又缩短了完成清洗所需要的时间，这一点对于大型污水处理工程中尤为重要。

当所述膜分离设备放置于所述膜滤池内部时，所述料液供给管与所述膜滤池相连通的位置可以处于膜滤池的上部，也可以处于膜滤池的下部。当所述料

—12—

液供给管与所述膜滤池相连通的位置处于膜滤池的上部时，所述料液回流管与所述膜滤池相连通的位置处于膜滤池的下部，此时，所述膜滤池内的混合液为下向流。当所述料液供给管与所述膜滤池相连通的位置处于膜滤池的下部时，所述料液回流管通过两个支路与所述膜滤池相连通，其中一个支路与所述膜滤池相连通的位置处于膜滤池的上部，另一个支路与所述膜滤池相连通的位置处于膜滤池的下部，两个支路上均设有阀门以实现相互切换，正常工作时所述膜滤池内的混合液为上向流，与膜滤池下部相连通的支路上的阀门为关闭状态。

所述膜分离设备可以利用其内部或膜滤池内部的液面与其透过液出口之间的液位差实现自流出水，也可以在与其透过液出口相连通的出水泵提供的负压的作用下抽吸出水。作为优选，所述的膜分离设备在与其透过液出口相连通的出水泵提供的负压的作用下抽吸出水。这样当贮存系统最终处理出水的产水贮存池内的液面高于所述生物处理池内的液面或者低于后者的高度差不足以使透过液自流排出时，出水泵可以使得膜分离设备的产水流量更为稳定。作为更优选，连接所述膜分离设备的透过液出口与产水贮存池的管路分为两个支路，其中一个支路与所述出水泵的进水口相连，所述出水泵的出水口通过管路与产水贮存池相连，另一个支路直接与产水贮存池相连。这样两个支路为并联关系，二者之间通过阀门的控制可以相互替换使用。

为所述膜分离设备或膜滤池提供氧气的曝气设备可以为由鼓风机和布气装置组成的鼓风曝气系统，也可以为射流式潜水曝气机等机械曝气设备。作为优选，所述的为膜分离设备或膜滤池提供氧气的曝气设备为由鼓风机和布气装置组成的鼓风曝气系统。生物反应池内部的曝气设备可以为由鼓风机和布气装置组成的鼓风曝气系统，也可以为潜水曝气机、表面曝气机等各类机械曝气设备。

所述生物反应池或所述膜滤池平行于水平面的横断面可以为矩形，也可以为圆形、椭圆形或其他任一形状。

在所述污水处理装置的前段可以设有预处理装置，所述预处理装置由格栅、筛网、毛发聚集器、沉砂池、初沉池、调节池、隔油池、pH调整设备、离子交换设备、吸附设备、絮凝沉淀设备、气浮设备、厌氧反应设备（包括但不限于水解酸化、升流式厌氧污泥床、颗粒状厌氧污泥膨胀床、内循环反应器等）、

—13—

高级氧化设备（包括但不限于常温催化氧化、高温催化氧化、光催化氧化、高温湿式氧化等）、电解设备、微波设备之中的任何一个或两个以上构成，用以除去污水中的大块漂浮物、悬浮物、长纤维物质、泥砂、油脂、对微生物有害的重金属以及微生物难以降解的有机污染物，使预处理后的水温保持在10-40
5 °C之间，pH值保持在6-9之间，BOD₅（五日生化需氧量）与COD（化学需氧量）的比值保持在0.3以上。预处理后的污水进入生物反应池。

在所述污水处理装置的后段可以设有后处理装置，所述后处理装置由氯化消毒设备（消毒剂包括但不限于氯气、次氯酸钠、二氧化氯等）、紫外线消毒设备、臭氧设备、离子交换设备、吸附设备、絮凝沉淀设备、絮凝过滤设备、
10 活性炭设备（活性炭为颗粒状或粉末状）、超滤膜、纳滤膜、反渗透膜之中的任何一个或两个以上构成，用以对膜分离所获得的产水进行进一步的消毒、脱色，或者进一步去除产水中仍然残留的小分子有机物和无机盐。后处理后的产水进入产水贮存池。

优选地，在所述污水处理装置的前段和后段可以同时设有所述的预处理装
15 置和后处理装置。

所述曝气设备可以连续工作，也可以间歇工作。当所述曝气设备连续工作时，可以通过实时监测生物反应池或膜滤池内的DO浓度或氧化还原电位(ORP)来动态调整所述曝气设备的频率或其输出的气量，这样可以进一步节省能耗。

上述阐述的本发明的污水处理装置的原理和变化，同样适用于本发明提供的
20 污水处理工艺，也可以说本发明的污水处理工艺和污水处理装置是相辅相成的，两者配合使用相得益彰，能够获得较好的污水处理效果。

下面结合附图和实施例，对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

实施例 1

如图1、图4所示，一种污水处理装置，包括生物反应池8，与生物反应池8相独立并共壁设置的膜滤池9，安装在膜滤池内的膜分离设备19，用于贮存膜分离设备透过液的产水贮存池10，将生物反应池8中的活性污泥混合液输送至膜滤池9中的料液供给管11以及其上安装的料液供给阀门1，料液供给管11穿过生物反应池8的侧壁的位置位于其侧壁的上部但管顶低于其内水面400mm(毫米)，穿过膜滤池9的侧壁的位置位于其侧壁的上部但管顶低于

—14—

其内水面 200mm 并位于膜分离设备 19 的上方，将膜滤池 9 中的浓缩液输送回生物反应池 8 中的料液回流管 12，安装在料液回流管 12 上的循环泵 15，与循环泵 15 的吸水口相连的管道通向膜滤池 9 的底部并位于膜分离设备 19 下方，在与循环泵 15 的吸水口相连的管道上安装有料液回流阀门 2，安装在生物反
5 应池 8 的底部的布水装置 25 为由穿孔管组成的支状管网，布水装置 25 通过料液回流管 12 与循环泵 15 的出水口相连，为膜分离设备 19 提供负压的出水泵 16，其吸水口通过设有产水阀门 6 的管路与膜分离设备 19 的透过液出口 20 相连接，出水口通过管路与产水贮存池 10 相连，该管路上安装有压力计 26 和流量计 27，作为气源的鼓风机 22，与其出气口相连的管路分为两个支路，
10 一个支路与安装在膜滤池 9 内的布气装置 23 相连，其上设有膜滤池供气阀门 3，另一个支路与安装在生物反应池 8 内的布气装置 24 相连，其上设有生物反
应池供气阀门 4，清洗泵 17 的吸水口通过管路与产水贮存池 10 相连，与出水口相连的管路分为两个支路，一个支路与连接透过液出口 20 和出水泵 16 的吸
15 水口的管路相连，其上设有反向清洗阀门 5，另一个支路与连接鼓风机 22 和膜滤池 9 内的布气装置 23 的管路相连，其上设有正向清洗阀门 7，在外形为圆桶并设置在产水贮存池 10 旁边的贮药设备 21 的正上方安装有加药泵 18，与加药泵 18 的出口相连的管道连接至清洗泵 17 出水口上的管道，连接点位于反向清洗阀门 5 及正向清洗阀门 7 之前的母管上。

所述布水装置 25 为由 16 根穿孔管对称地分布于一根总布水管两侧所组成的支状布水管网，穿孔管上设有孔径为 2-20mm 的布水孔，总布水管位于生物反应池 8 的中间，每一侧的 8 根穿孔管平行排列且距离相等，长度略小于生物反应池 8 的尺寸，这样可以在生物反应池 8 内全面的布水，并且互相连通，从膜滤池 9 回流的浓缩液分别进入 16 根穿孔管并从布水孔中流出。

膜分离设备 19 是由中空纤维帘式膜组件过滤单元组成的，共有 16 个，分
25 2 排放置，每排 8 个，每个膜分离设备 19 的外形尺寸均为 600mm(长) × 600mm(宽) × 1800mm(高)，内部集成 10 片中空纤维帘式膜组件，每片中空纤维帘式膜组件均由 398 根中空纤维膜丝组成，中空纤维膜丝的外径为 2.8mm，平均膜孔径为 0.4 μm，材质为聚偏氟乙烯，上端可以自由摆动，每根膜丝均呈闭孔状态，利用柔性环氧树脂封结，下端用环氧树脂浇铸汇集于端头之中，并且

—15—

用聚氨酯对其进行二次浇铸，以对膜丝根部进行保护。端头外部设有外径为Φ8mm（毫米）的产水管，所有产水管均并联至一根集水总管。

生物反应池8的内部净尺寸为5m（米）（宽）×6.5m（长）×3.5m（深），有效水深为3m，有效容积为97.5m³。膜滤池9的内部净尺寸为5m（宽）×1.5m（长）×3.5m（深），有效水深为2.8m，有效容积为21m³。产水贮存池10的内部净尺寸为5m（宽）×3m（长）×3.5m（深），有效水深为3m，有效容积为45m³。

循环泵15的流量为120m³/h（立方米每小时），扬程为11m，功率为5.5kW，出水泵16的流量为25m³/h，扬程为10m，功率为1.1kW，清洗泵17的流量为80m³/h，扬程为15m，功率5.5kW，加药泵18的流量为1.5m³/h，扬程为8m，功率为90w，鼓风机22的风量为3.86m³/min（立方米每分钟），风压为39.2kPa（千帕），功率为5.5kW，贮药设备21的外形尺寸为Φ1000mm×1500mm，有效容积为1000L。

料液供给管11和料液回流管12的内径均为200mm，料液供给阀门1、料15液回流阀门2、膜滤池供气阀门3、生物反应池供气阀门4、反向清洗阀门5、产水阀门6、正向清洗阀门7均为电动阀门。

当原水为一般的生活污水时，其主要水质指标为：pH=6-9，COD_{cr}=400-500mg/L，BOD₅=200-300mg/L，SS=100-300mg/L，氨氮=20-60mg/L，TN=20-80mg/L。可以选用过水能力为30m³/h、栅条间隙为2mm的回转式机械格20栅、有效容积为200m³的调节池、过水能力为30m³/h的毛发聚集器作为设置在本发明的污水处理装置的前段的预处理装置。

针对前述类型的原水，本发明的污水处理装置可以达到的处理能力为20.8m³/h，日处理规模为500m³/d（立方米每天），生物反应池8的水力停留时间约为4.7小时，MLSS（污泥浓度）为5-8g/L，容积负荷为251.0-1.5kg-BOD₅/（m³·d），污泥负荷为0.13-0.21kg-BOD₅/（kg-MLSS·d），膜滤池9的水力停留时间约为1h，生物反应池8和膜滤池9的总水力停留时间约为5.7h，产水贮存池10的水力停留时间约为2.2h。

如图7所示，本发明的污水处理装置运行时，系统为连续进水连续出水，生物反应池8内始终为好氧状态，曝气量为58.8m³/h，气水比为2.8:1，膜

—16—

滤池 9 内的曝气量为 $172.8\text{m}^3/\text{h}$, 气水比为 8.3: 1, 生物反应池 8 与膜滤池 9 的总曝气量为 $231.6\text{m}^3/\text{h}$, 总气水比为 11.1: 1。

污水首先进入生物反应池 8 的下部, 在布气装置 24 和布水装置 25 提供的紊流的作用下, 污水与活性污泥混合液充分接触, 好氧异养菌将对有机底物进行生物降解, 硝化菌则将污水中的氨氮转化成硝酸盐氮, 随后生物反应池 8 内的活性污泥混合液从其上部经由料液供给管 11 进入膜滤池 9, 活性污泥混合液在膜滤池 9 内由于膜分离设备 19 的高效分离作用而彻底实现固液分离, 透过膜形成的产水逐渐汇流到透过液出口 20, 然后由出水泵 16 输送至产水贮存池 10, 鼓风机 22 提供的压缩空气经膜滤池 9 内的布气装置 23 扩散出来, 直接冲刷中空纤维膜束的根部, 以此来有效防止膜束根部积泥以及抑制膜污染的发展在合适的水平, 膜滤池 9 内的浓缩液最后经由料液回流管 12 被循环泵 15 加压送入安装于生物反应池 8 底部的布水装置 25, 并由布水装置 25 的布水孔扩散出来, 重新与生物反应池 8 内的活性污泥混合液相混合, 同时也将膜滤池 9 内高强度曝气所形成的富氧水带回入生物反应池 8, 避免了浓缩液在膜滤池 9 顶部直接回流入生物反应池 8 顶部时所造成的损失溶解氧的问题。

经过本发明的污水处理装置处理后, 出水的主要水质指标可以达到: $\text{COD}_{\text{cr}} = 20\text{--}30\text{mg/L}$, $\text{BOD}_5 = 1\text{--}5\text{mg/L}$, $\text{SS} = 0\text{mg/L}$, 氨氮=0.1–1mg/L, 去除效率分别为: $\text{COD}_{\text{cr}} \geq 94\%$, $\text{BOD}_5 \geq 96\%$, $\text{SS} = 100\%$, 氨氮 $\geq 98\%$ 。

实施例 2

如图 2、图 5 所示, 一种污水处理装置, 大部分结构与实施例 1 相同, 所不同的是, 将生物反应池 8 中的活性污泥混合液输送至膜滤池 9 中的料液供给管 11 穿过生物反应池 8 的侧壁的位置位于其侧壁的上部但管顶低于其内水面 400mm, 穿过膜滤池 9 的侧壁的位置位于其侧壁的下部但管底高于其池底 100mm, 并位于膜分离设备 19 的下方, 将膜滤池 9 中的浓缩液输送回生物反应池 8 中的料液回流管 12 分为两个支路, 一个支路穿过膜滤池 9 的侧壁的位置位于其侧壁的上部但管顶低于其内水面 200mm, 另一个支路穿过膜滤池 9 的侧壁的位置位于其侧壁的下部但管底高于其池底 100mm, 并位于膜分离设备 19 的下方, 料液回流阀门 2 安装于此支路上, 循环泵 15 安装在两个支路汇连后的母管上, 安装在生物反应池 8 的底部的布水装置 25 与循环泵 15 的出水口相

—17—

连。膜分离设备 19 是由中空纤维束式膜组件过滤单元组成的，共有 16 个，分 2 排放置，每排 8 个，每个膜分离设备 19 的外形尺寸均为 500mm(长) × 500mm(宽) × 1800mm(高)，内部集成 25 束中空纤维束式膜组件，每束中空纤维束式膜组件均由 300 根中空纤维膜丝组成，中空纤维膜丝的外径为 1.35mm，平均膜孔径为 0.1 μm，材质为聚偏氟乙烯，上端可以自由摆动，每根膜丝均呈闭孔状态，利用柔性环氧树脂封结，下端用环氧树脂浇铸汇集于端头之中，并且用聚氨酯对其进行二次浇铸，以对膜丝根部进行保护。端头外部设有外径为 Φ8mm 的产水管，所有产水管均并联至集水管。鼓风机 22 的风量为 3.25m³/min，风压为 39.2kPa，功率为 4kW。

当原水为一般的生活污水时，其主要水质指标为： pH=6~9， COD_{cr} = 400~500mg/L， BOD₅ = 200~300mg/L， SS = 100~300mg/L， 氨氮=20~60mg/L， TN = 30~80mg/L。

针对前述类型的原水，本发明的污水处理装置可以达到的处理能力为 20.8m³/h，日处理规模为 500m³/d，生物反应池 8 的水力停留时间约为 4.7h，MLSS (污泥浓度) 为 5~8g/L，容积负荷为 1.0~1.5kg-BOD₅/ (m³ · d)，污泥负荷为 0.13~0.21 kg-BOD₅/ (kg-MLSS · d)，膜滤池 9 的水力停留时间约为 1h，生物反应池 8 和膜滤池 9 的总水力停留时间约为 5.7h，产水贮存池 10 的水力停留时间约为 2.2h。

如图 8 所示，本发明的污水处理装置运行时，系统为连续进水连续出水，生物反应池 8 内间隙曝气，交替出现好氧、缺氧状态，因此，是一个在时间上分割的缺氧-好氧 (A/O) 生物脱氮反应器，综合曝气量为 67.8m³/h，气水比为 3.3: 1，膜滤池 9 内连续曝气，曝气量为 127.2m³/h，气水比为 6.1: 1，生物反应池 8 与膜滤池 9 的总曝气量为 195m³/h，总气水比为 9.4: 1。

污水首先进入生物反应池 8 的下部，在布气装置 24 和布水装置 25 提供的紊流的作用下，污水与活性污泥混合液充分接触，在好氧期内，好氧异养菌将对有机底物进行生物降解，硝化菌则将污水中的氨氮转化成硝酸盐氮，在缺氧期内，反硝化菌将利用有机底物将污水中的硝酸盐氮进一步转化为氮气并从水中逸出，从而实现对总氮的去除，随后生物反应池 8 内的活性污泥混合液经由料液供给管 11 进入膜滤池 9，活性污泥混合液在膜滤池 9 内由于膜分离设备

—18—

19 的高效分离作用而彻底实现固液分离，透过膜形成的产水汇流到透过液出口 20，然后由出水泵 16 输送至产水贮存池 10，鼓风机 22 提供的压缩空气经膜滤池 9 内的布气装置 23 扩散出来，直接冲刷中空纤维膜束的根部，以此来有效防止膜束根部积泥并控制膜污染的发展在合适的水平，膜滤池 9 内的浓缩液最后经由料液回流管 12 被循环泵 15 加压送入安装于生物反应池 8 底部的布水装置 25，并由布水装置 25 的布水孔扩散出来，重新与生物反应池 8 内的活性污泥混合液相混合，同时也将膜滤池 9 内高强度曝气所形成的富氧水带回入生物反应池 8，避免了浓缩液在膜滤池 9 顶部直接回流入生物反应池 8 顶部时所造成的损失溶解氧的问题，生物反应池 8 的缺氧期内的溶解氧来源主要由自膜滤池 9 回流的浓缩液提供，缺氧期内生物反应池供气阀门 4 处于关闭状态，布气装置 24 不再向生物反应池 8 提供氧气。

经过本发明的污水处理装置处理后，出水的主要水质指标可以达到： $COD_{cr} = 20\text{--}30\text{mg/L}$ ， $BOD_5 = 1\text{--}5\text{mg/L}$ ， $SS = 0\text{mg/L}$ ，氨氮=0.1–1mg/L， $TN = 5\text{--}10\text{mg/L}$ ，去除效率分别为： $COD_{cr} \geq 94\%$ ， $BOD_5 \geq 96\%$ ， $SS = 100\%$ ，氨氮 $\geq 98\%$ ， $TN \geq 80\%$ 。

15 实施例 3

如图 3、图 6 所示，一种污水处理装置，大部分结构与实施例 1 相同，所不同的是，生物反应池 8 内设有隔墙 28，隔墙 28 将生物反应池 8 分为仅通过隔墙 28 的顶部相连通的相互分隔的两个部分，即缺氧区 13 和好氧区 14，二者的容积比为 1: 3，隔墙 28 底部与生物反应池 8 的底板连为一体，墙上不设任何孔洞，顶部距离水面 200mm，安装在生物反应池 8 的底部的布水装置 25 只位于缺氧区 13 内，安装在生物反应池 8 内的布气装置 24 只位于好氧区 14 内，膜分离设备 19 和鼓风机 22 均与实施例 2 相同。

当原水为一般的生活污水时，其主要水质指标为： $pH=6\text{--}9$ ， $COD_{cr} = 400\text{--}500\text{mg/L}$ ， $BOD_5 = 200\text{--}300\text{mg/L}$ ， $SS = 100\text{--}300\text{mg/L}$ ，氨氮=20–60mg/L， $TN = 30\text{--}80\text{mg/L}$ 。

针对前述类型的原水，本发明的污水处理装置可以达到的处理能力为 $20.8\text{m}^3/\text{h}$ ，日处理规模为 $500\text{m}^3/\text{d}$ ，生物反应池 8 的水力停留时间约为 4.7h，MLSS（污泥浓度）为 5–8g/L，容积负荷为 $1.0\text{--}1.5\text{kg-BOD}_5/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ，污泥负荷为 $0.13\text{--}0.21\text{ kg-BOD}_5/(\text{kg-MLSS} \cdot \text{d})$ ，膜滤池 9 的水力停留时间约为 1h，生

—19—

物反应池 8 和膜滤池 9 的总水力停留时间约为 5.7h，产水贮存池 10 的水力停留时间约为 2.2h。

如图 8 所示，本发明的污水处理装置运行时，系统为连续进水连续出水，生物反应池 8 的缺氧区 13 内为缺氧状态，好氧区 14 内为好氧状态，因此，是一个在空间上分割的缺氧-好氧 (A/O) 生物脱氮反应器，曝气量为 $67.8\text{m}^3/\text{h}$ ，气水比为 3.3: 1，膜滤池 9 内连续曝气，曝气量为 $127.2\text{m}^3/\text{h}$ ，气水比为 6.1: 1，生物反应池 8 与膜滤池 9 的总曝气量为 $195\text{m}^3/\text{h}$ ，总气水比为 9.4: 1。

污水首先进入生物反应池 8 的缺氧区 13 的下部，在布水装置 25 提供的紊流的作用下，污水与活性污泥混合液充分接触，反硝化菌利用一部分有机底物将从膜滤池 9 回流的浓缩液中所带来的硝酸盐氮进一步转化为氮气并从水中逸出，从而实现系统对总氮的去除，一部分难降解有机物也在缺氧区 13 内得到了一定程度的水解，缺氧区 13 内的混合液在隔墙 28 的顶部跌落入好氧区 14 之内，在好氧区内，活性污泥混合液处于好氧状态，好氧异养菌将对有机底物进行进一步的生物降解，硝化菌则将污水中的氨氮转化成硝酸盐氮，随后好氧区 14 内的活性污泥混合液经由料液供给管 11 进入膜滤池 9，活性污泥混合液在膜滤池 9 内由于膜分离设备 19 的高效分离作用而彻底实现固液分离，透过膜形成的产水汇流到透过液出口 20，然后由出水泵 16 输送至产水贮存池 10，鼓风机 22 提供的压缩空气经膜滤池 9 内的布气装置 23 扩散出来，直接冲刷中空纤维膜束的根部，以此来有效防止膜束根部积泥并控制膜污染的发展在合适的水平，膜滤池 9 内的浓缩液最后经由料液回流管 12 被循环泵 15 加压送入安装于缺氧区 13 底部的布水装置 25，并由布水装置 25 的布水孔扩散出来，重新与缺氧区 13 内的活性污泥混合液相混合，同时也将膜滤池 9 内高强度曝气所形成的富氧水带回入缺氧区 13，避免了浓缩液在膜滤池 9 顶部直接回流入好氧区 14 顶部时所造成的损失溶解氧的问题，缺氧区 13 的溶解氧来源主要由自膜滤池 9 回流的浓缩液提供，生物反应池供气阀门 4 始终处于打开状态，布气装置 24 连续工作，但仅为生物反应池 8 的好氧区 14 提供氧气。

经过本发明的污水处理装置处理后，出水的主要水质指标可以达到： $\text{COD}_{\text{cr}} = 20\text{--}30\text{mg/L}$ ， $\text{BOD}_5 = 1\text{--}5\text{mg/L}$ ， $\text{SS} = 0\text{mg/L}$ ，氨氮= $0.1\text{--}1\text{mg/L}$ ， $\text{TN} = 5\text{--}10\text{mg/L}$ ，去除效率分别为： $\text{COD}_{\text{cr}} \geq 94\%$ ， $\text{BOD}_5 \geq 96\%$ ， $\text{SS} = 100\%$ ，氨氮 $\geq 98\%$ ， $\text{TN} \geq 80\%$ 。

—20—

以上对本发明所提供的污水处理设备进行了详细介绍。本说明书中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想在具体实施方式及应用范围上可能在实施过程中会有改变之处。因此，本说明书记载的内容不应理解为对本发明的限制。

权 利 要 求

1. 一种污水处理装置，包括生物反应池和膜分离设备，其特征在于，所述膜分离设备设置于生物反应池外部，所述生物反应池内部有混合设备，所述膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部有曝气设备，所述膜分离设备或者盛装膜分离设备的容器和所述生物反应池通过管路相连通。
5
2. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，所述膜分离设备设置于与生物反应池相独立的膜滤池内部，所述膜滤池和所述生物反应池之间通过管路相连通。
- 10 3. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，所述膜分离设备带有封闭的外壳、料液进口和料液出口，所述料液进口和料液出口和所述生物反应池之间通过管路相连通。
- 15 4. 根据权利要求1-3中任意一项所述的污水处理装置，其特征在于，所述管路有两个，其中一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池的上部，另一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池的下部。
5. 根据权利要求1-3中任意一项所述的污水处理装置，其特征在于，所述管路有两个，其中一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池内水流方向的上游，另一个管路与生物反应池相连通的位置处于生物反应池内水流方向的下游。
20
6. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，所述混合设备为布水设备。
7. 根据权利要求6所述的污水处理装置，其特征在于，所述布水设备为由多个穿孔管组成的支状或环状布水管网。
25
8. 根据权利要求6-7中任意一项所述的污水处理装置，其特征在于，所述布水设备位于生物反应池的下部。
9. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，所述混合设备为搅拌设备。
10. 根据权利要求9所述的污水处理装置，其特征在于，所述搅拌设备为潜水搅拌机。

—22—

11. 根据权利要求9所述的污水处理装置，其特征在于，所述搅拌设备为立式搅拌机。

12. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，所述混合设备为机械曝气设备。

5 13. 根据权利要求12所述的污水处理装置，其特征在于，所述机械曝气设备为转刷曝气机或转盘曝气机。

14. 根据权利要求12所述的污水处理装置，其特征在于，所述机械曝气设备为立式表面曝气机。

10 15. 根据权利要求12所述的污水处理装置，其特征在于，所述机械曝气设备为潜水曝气机。

16. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，所述生物反应池内部有曝气设备。

15 17. 根据权利要求16所述的污水处理装置，其特征在于，生物反应池内部的曝气设备位于生物反应池的下部，从所述生物反应池内部的曝气设备出来的气体上升的直线距离大于生物反应池有效水深的1/2。

18. 根据权利要求16所述的污水处理装置，其特征在于，生物反应池内有一道隔墙将生物反应池分为两个区域，所述混合设备和生物反应池内部的曝气设备在不同的区域内。

20 19. 根据权利要求16所述的污水处理装置，其特征在于，生物反应池内部设有两道隔墙将生物反应池分为三个区域，所述混合设备和生物反应池内部的曝气设备在不同的区域内。

20. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，在所述管路上有循环泵。

25 21. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，在与所述膜分离设备的透过液出口相连的管路上有出水泵。

22. 根据权利要求1所述的污水处理装置，其特征在于，所述膜分离设备包括若干个中空纤维式膜组件、平板式膜组件或者管式膜组件。

23. 根据权利要求22所述的污水处理装置，其特征在于，所述膜组件为微滤膜、超滤膜或纳滤膜。

—23—

24. 一种污水处理工艺，包括如下步骤：
- a) 将待处理的污水引入生物反应池中，所述生物反应池中有活性微生物；
 - b) 将生物反应池中的污水与活性微生物组成的混合液引入到膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部，进行活性微生物与水的固液分离操作，
5 在所述固液分离过程中，由设置在膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部的曝气设备对混合液进行曝气；
 - c) 将膜分离设备内部或者盛装膜分离设备的容器内部固液分离过程中产生的浓缩液引入到生物反应池中，由设置在生物反应池内部的混合设备将浓缩液与生物反应池中的混合液进行均匀混合。

— 1/9 —

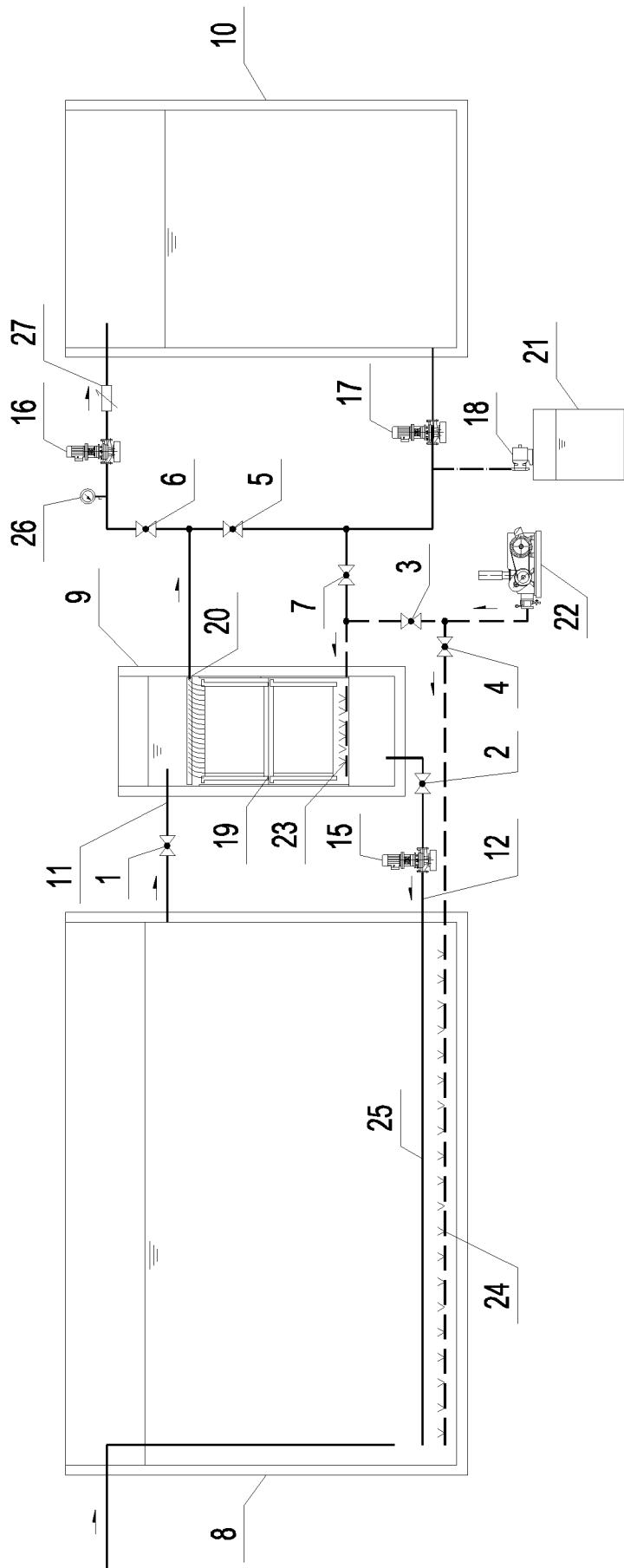


图 1

-2/9-

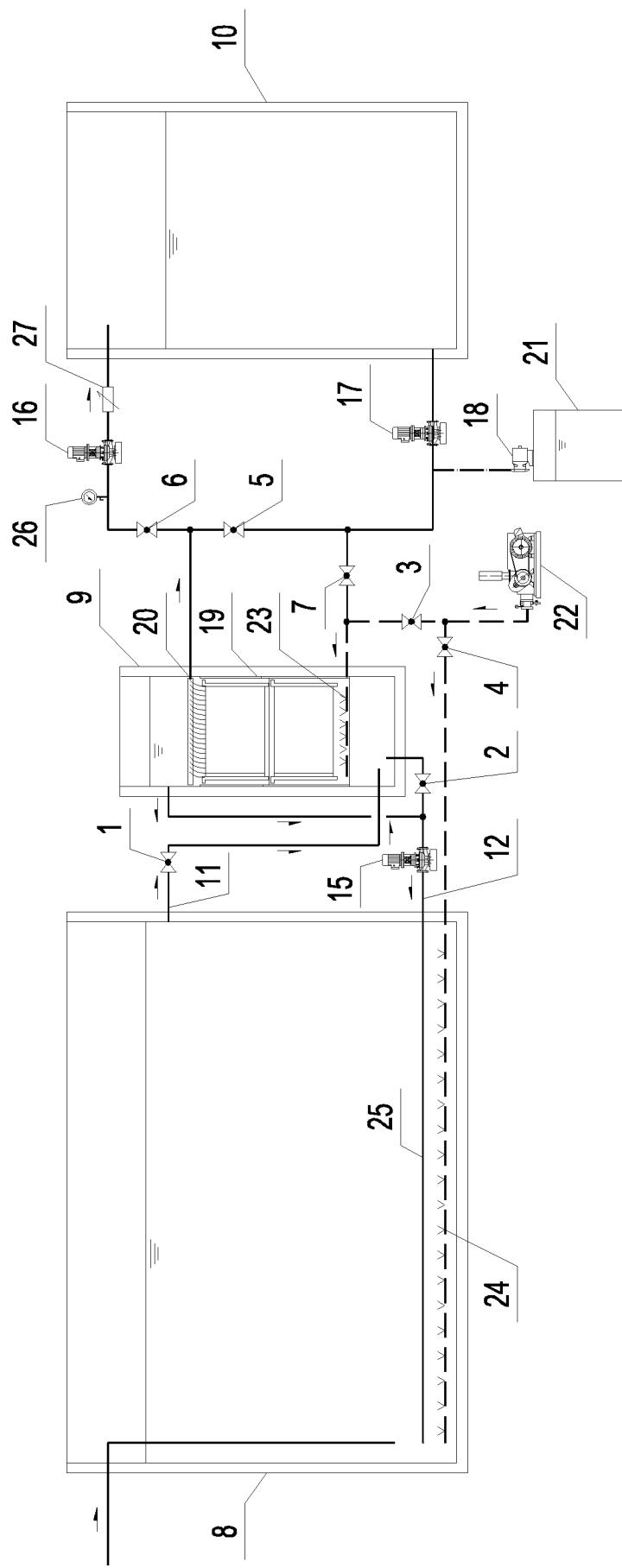


图 2

-3/9-

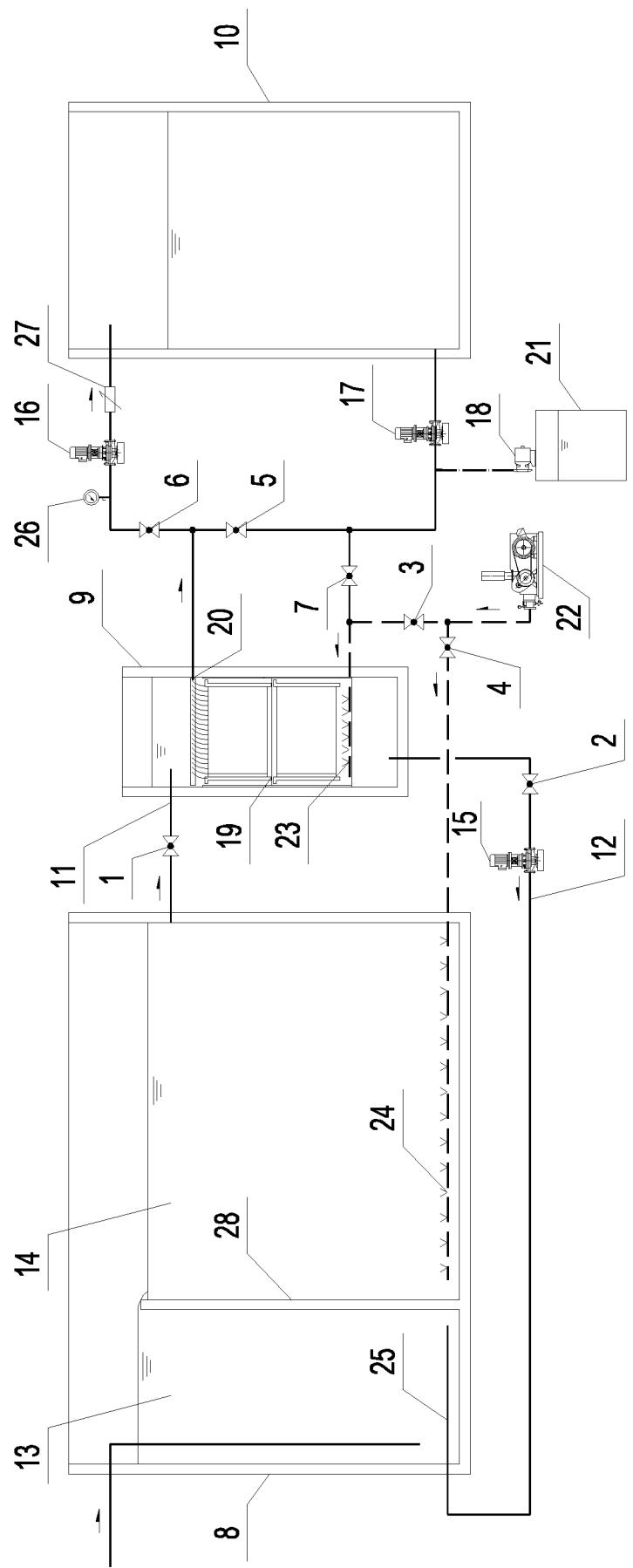


图 3

-4/9-

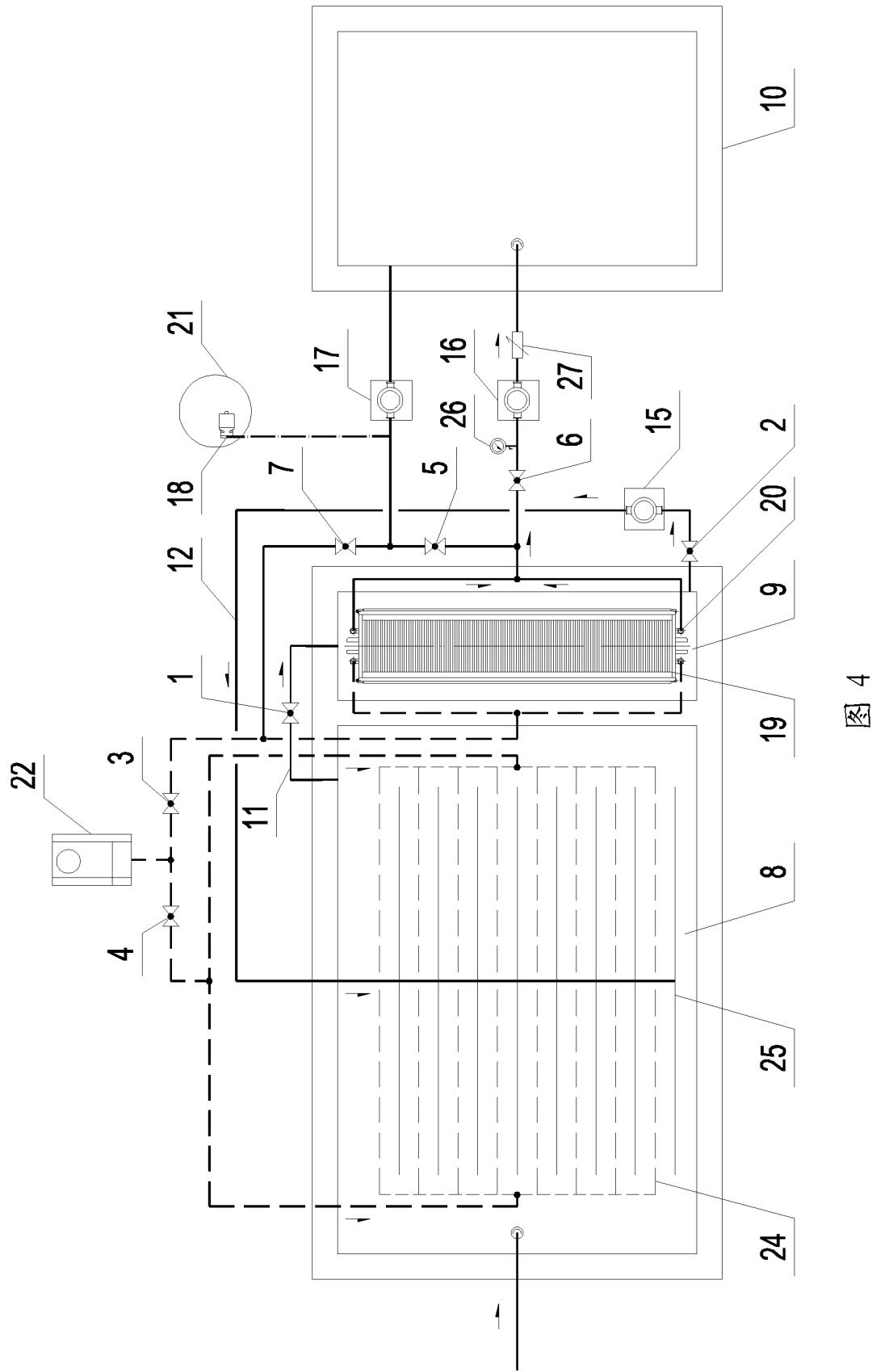


图 4

-5/9-

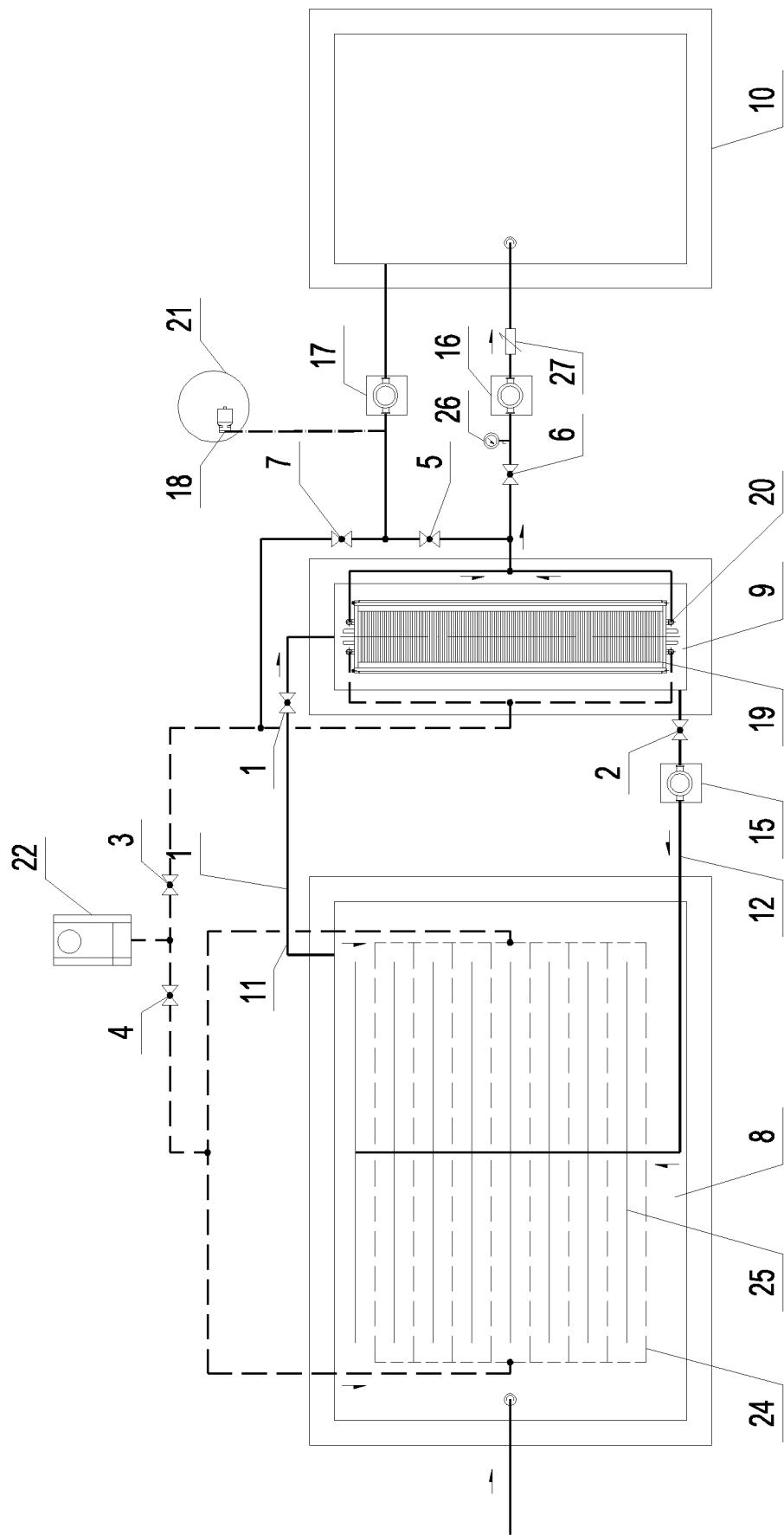


图 5

-6/9-

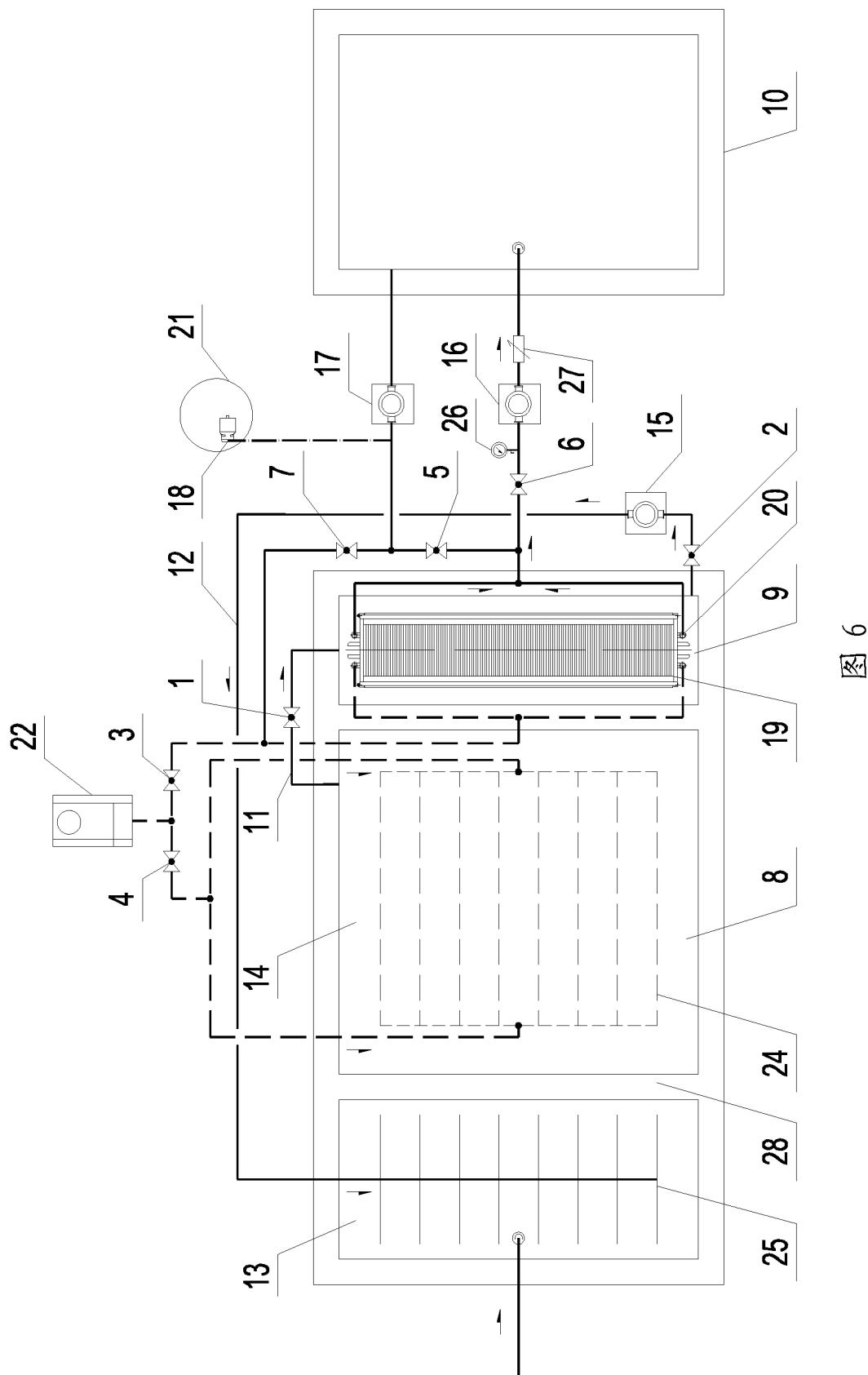


图 6

—7/9—

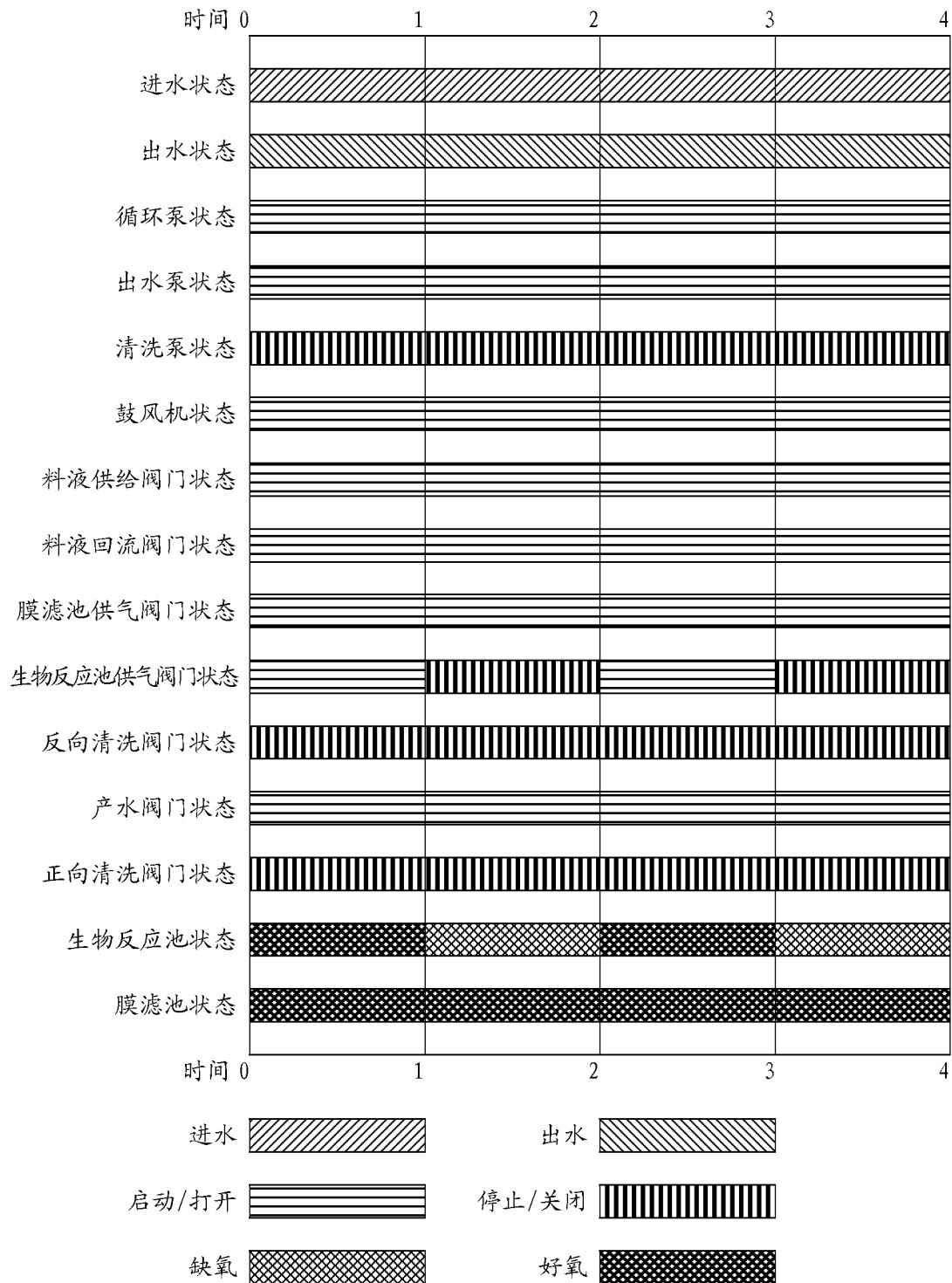


图 7

—8/9—

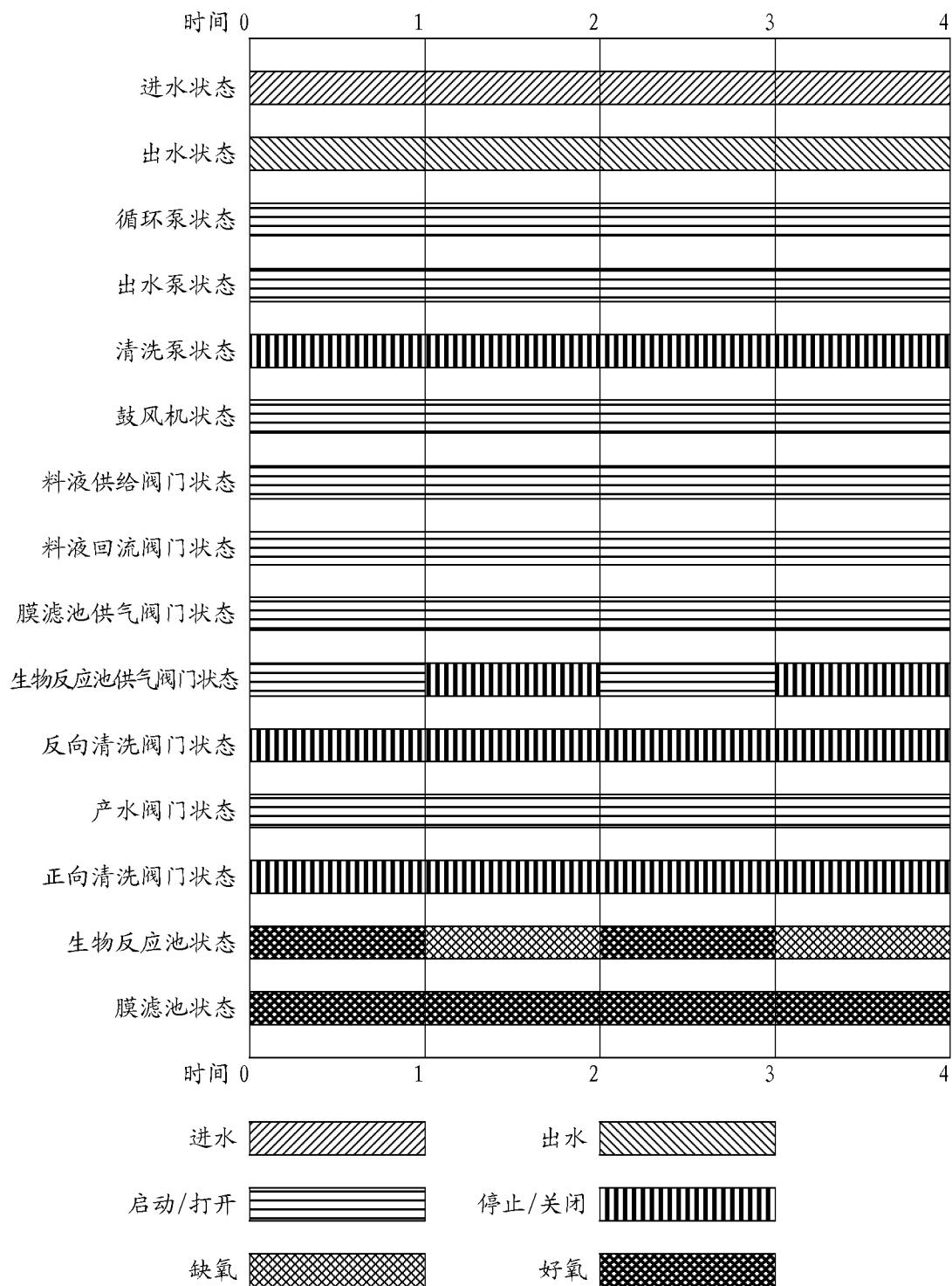


图 8

—9/9—

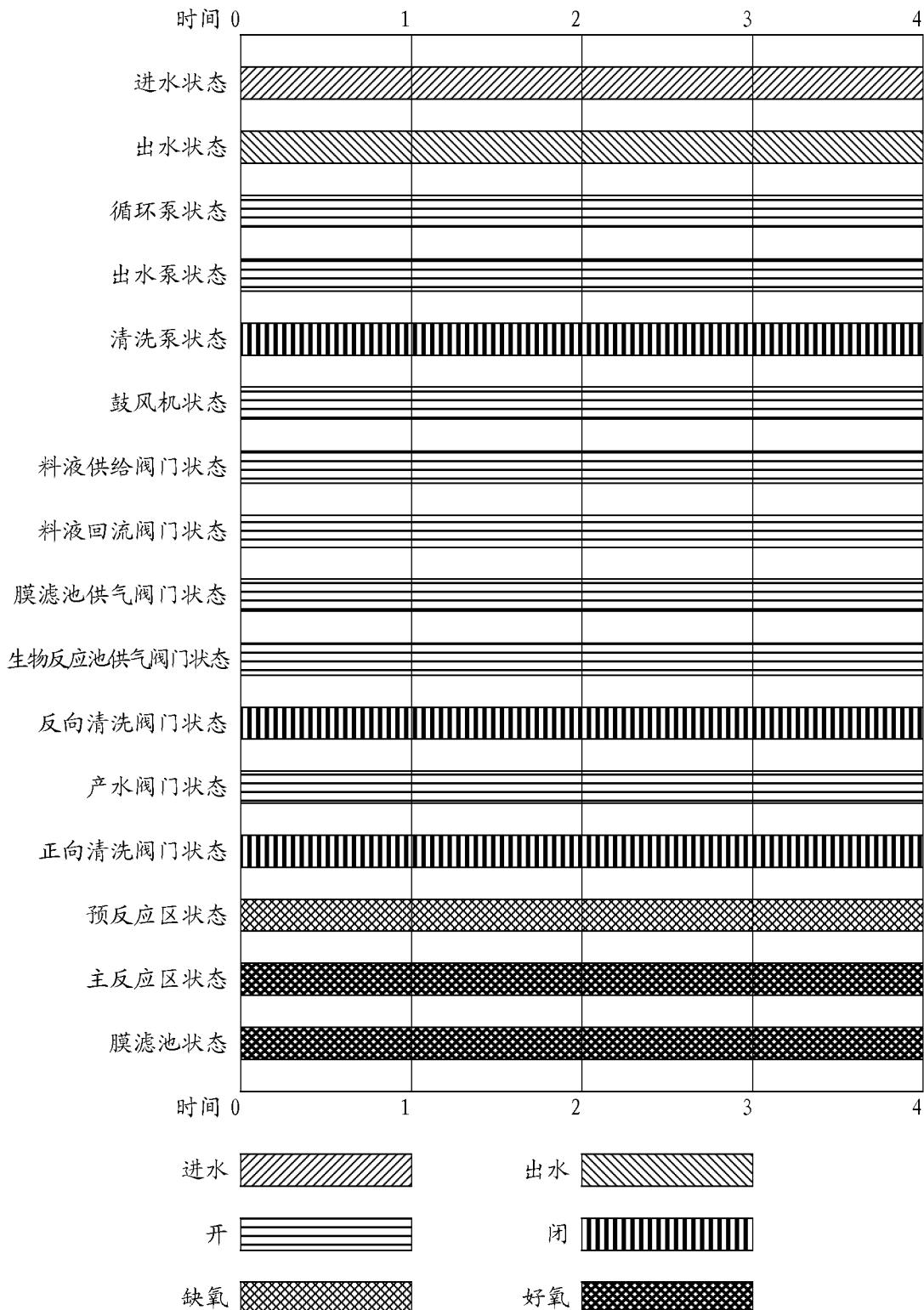


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/071685

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 3/12 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: C02F3, C02F9

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI,EPODOC,PAJ,CPRS,CNKI: membrane?,module?,external,out+,exterior.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP9-099294 A (KURITA WATER IND LTD) 15 Apr. 1997 (15.04.1997) Paragraph [0016]~[0021] in the description and figure 1	1-8, 12-17, 20-24
Y		9-11, 18, 19
Y	CN1449363 A (CH2M HILL INC) 15 Oct. 2003 (15.10.2003) Page 6 line 4 to page 7 line 22 in the description and figure 2	9-11, 18, 19
PX	CN101274810 A (BEIJING ECOJOY WATER TECHNOLOGY CO., LTD) 01 Oct. 2008 (01.10.2008) Claims 1-24	1-24
A	CN1358675 A (ECOLOGICAL ENVIRONMENT RES CENT CHINESE) 17 Jul. 2002 (17.07.2002) Whole document	1-24
A	WO03002468 A1 (ZENON ENVIRONMENTAL INC) 09 Jan. 2003 (09.01.2003) Whole document	1-24

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 Jul. 2009(31.07.2009)

Date of mailing of the international search report
13 Aug. 2009 (13.08.2009)

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

LIU, Changqing

Telephone No. (86-10)62084991

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2009/071685
--

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP9-099294 A	15 Apr. 1997	None	
CN1449363 A	15 Oct. 2003	WO0210077 A1 AU8076601 A US6517723 B1 EP1313669 A1 US2003159988 A1 US6863818 B2 AU2001280766 B2 CN1232450 C HK1057532 A AT417809 T	07 Feb. 2002 13 Feb. 2002 11 Feb. 2003 28 May 2003 28 Aug. 2003 08 Mar. 2005 21 Jul. 2005 21 Dec. 2005 07 Apr. 2006 15 Jan. 2009
CN101274810 A	01 Oct. 2008	None	
CN1358675 A	17 Jul. 2002	CN1156410 C	07 Jul. 2004
WO03002468 A1	09 Jan. 2003	US2003006200 A1 AU2001270406 A1 US6814868 B2	09 Jan. 2003 03 Mar. 2003 09 Nov. 2004

A. 主题的分类

C02F 3/12 (2006.01) i

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: C02F3, C02F9

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

WPI,EPODOC,PAJ,CPRS,CNKI: 膜,膜组件,膜滤,膜生物反应,外,membrane?,module?,external,out+,exterior.

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	JP9-099294 A (KURITA WATER IND LTD) 15.4 月 1997 (15.04.1997) 说明书第【0016】~【0021】段及附图 1	1-8, 12-17, 20-24
Y		9-11, 18, 19
Y	CN1449363 A (CH2M 希尔公司) 15.10 月 2003 (15.10.2003) 说明书第 6 页第 4 行至第 7 页第 22 行及附图 2	9-11, 18, 19
PX	CN101274810 A (北京汉青天朗水处理科技有限公司) 01.10 月 2008 (01.10.2008) 权利要求 1-24	1-24
A	CN1358675 A (中国科学院生态环境研究中心) 17.7 月 2002 (17.07.2002) 全文	1-24
A	WO03002468 A1 (ZENON ENVIRONMENTAL INC) 09.1 月 2003 (09.01.2003) 全文	1-24

 其余文件在 C 栏的续页中列出。 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引
用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权目的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了

理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的

发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,
要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期 31.7 月 2009(31.07.2009)	国际检索报告邮寄日期 13.8 月 2009 (13.08.2009)
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	受权官员 刘长青 电话号码: (86-10) 62084991

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2009/071685

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
JP9-099294 A	15.4 月 1997	无	
CN1449363 A	15.10 月 2003	WO0210077 A1 AU8076601 A US6517723 B1 EP1313669 A1 US2003159988 A1 US6863818 B2 AU2001280766 B2 CN1232450 C HK1057532 A AT417809 T	07.2 月 2002 13.2 月 2002 11.2 月 2003 28.5 月 2003 28.8 月 2003 08.3 月 2005 21.7 月 2005 21.12 月 2005 07.4 月 2006 15.1 月 2009
CN101274810 A	01.10 月 2008	无	
CN1358675 A	17.7 月 2002	CN1156410 C	07.7 月 2004
WO03002468 A1	09.1 月 2003	US2003006200 A1 AU2001270406 A1 US6814868 B2	09.1 月 2003 03.3 月 2003 09.11 月 2004