(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 111762980 A
(43)申请公布日 2020.10.13

(21)申请号 202010687027.8

(22)申请日 2020.07.16

(71)申请人 光大水务科技发展(南京)有限公司
地址 210000 江苏省南京市江宁区苏源大道19号九龙湖国际企业总部园B3座第11层
申请人 光大水务(深圳)有限公司

(72)发明人 王冠平 郭骐铭 石伟 陈晶 李杰

(74)专利代理机构 江苏瑞途律师事务所 32346
代理人 吴雪健

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)

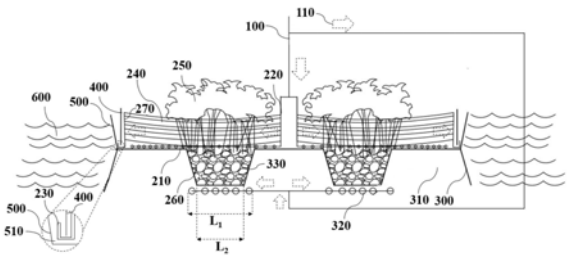
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种可强化处理的MABR人工湿地装置

(57)摘要

本发明属于污水处理领域,涉及一种可强化处理的MABR人工湿地装置。本发明包括水处理单元、供气管路和浮力单元;浮力单元为装置提供浮力,供气管路为水处理单元和浮力单元提供气体;本发明所使用的纤维膜丝的表皮层与中间层之间设置有具有一定厚度的渗透层I,大大提高了纤维膜丝的使用强度。本发明通过将MABR技术原理和人工湿地技术原理进行耦合改进,形成一种可强化处理能力的MABR人工湿地装置,提高了人工湿地系统处理效果,本发明的应用场景不仅限于湿地,配合气体气提技术,大大扩展了该装置的使用范围,解决了传统人工湿地系统应用局限、处理能力弱的问题。



CN 111762980 A

1.一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:包括进水口、水处理单元、供气管路(100)和浮力单元,所述进水口设置于水处理单元的下部;

所述水处理单元包括人工湿地模块、曝气管I(210)和膜反应器,所述膜反应器设置于曝气管I(210)上部;所述膜反应器包括进气管(220)和纤维膜丝(240),所述曝气管I(210)和进气管(220)与供气管路(100)相连通,所述纤维膜丝(240)一端的进气口与进气管(220)相连通,纤维膜丝(240)的另一端设置有出气口;

所述浮力单元包括集气箱(300);所述集气箱(300)设置于水处理单元下部,所述集气箱(300)设置有储气腔(310),所述供气管路(100)与储气腔(310)相连通。

2.根据权利要求1所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述人工湿地模块包括植物层(250)和填料层(260),所述植物层(250)设置于填料层(260)上部,所述进水口设置于填料层(260)底部。

3.根据权利要求1所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述纤维膜丝(240)包括由内到外依次设置的支撑层(241)、中间层(242)和表皮层(243);所述表皮层(243)与中间层(242)之间设置有渗透层I,所述渗透层I的厚度为H_1,表皮层(243)的厚度为H_2,$H_1:H_2=0.05-0.5$。

4.根据权利要求1所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述水处理单元的侧部设置有隔水堰板(400)和出水堰板(500);所述膜反应器设置有出气管(270),所述出气管(270)与纤维膜丝(240)的出气口相连通,且出气管(270)的气体出口(230)设置于隔水堰板(400)和出水堰板(500)之间,和/或

所述出水堰板(500)由底部向远离水处理单元的方向向上延伸。

5.根据权利要求1所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述集气箱(300)的横截面积由上至下逐渐递减。

6.根据权利要求2所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述集气箱(300)设置有槽体(330),进水口设置于槽体(330)底部,且进水口设置有滤网;所述填料层(260)设置于槽体(330)中。

7.根据权利要求3所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述纤维膜丝(240)的中间层(242)与支撑层(241)之间设置有渗透层Ⅱ(244),所述渗透层Ⅱ(244)的厚度为H_3,所述中间层(242)的厚度为H_4,$H_3:H_4=0.1-0.5$,和/或

所述纤维膜丝(240)的中间层(242)的厚度为H_4,$H_4=20-100\mu m$,所述表皮层(243)的厚度为H_2,$H_2=0.5-10\mu m$。

8.根据权利要求3所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述纤维膜丝(240)的中间层(242)远离支撑层(241)的一侧的平均孔径为P_1,中间层(242)与支撑层(241)相接触的一侧的平均孔径为P_2,$P_1<P_2$。

9.根据权利要求4所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述隔水堰板(400)的垂直高度大于出水堰板(500)的垂直高度。

10.根据权利要求6所述的一种可强化处理的MABR人工湿地装置,其特征在于:所述集气箱(300)设置有曝气管Ⅱ(320),曝气管Ⅱ(320)设置于槽体(330)下部,所述槽体(330)的宽度小于曝气管Ⅱ(320)的宽度。

一种可强化处理的MABR人工湿地装置

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理领域，更具体地说，涉及一种可强化处理的MABR人工湿地装置。

背景技术

[0002] 人工湿地是由天然湿地进化发展而形成的污水处理技术。人工湿地根据人们的需要和地势的实际情况进行设计和建造，利用自然生态系统中的物理，化学和生物多种原理协同作用，完成对微污染或轻污染水体的净化作用。一般湿地主要由滤水介质、植被、布水系统等组成。一般依靠滤水介质的过滤，截留，吸附能力，微生物和植被等生化作用，针对污水中的氨氮，总氮，总磷，COD等指标进行净化。该技术在实际应用中常常存在以下几种问题：(1)处理效果受温度和季节性影响大，如冬天温度较低时，湿地植被的生物活性趋于停止，使系统的处理能力大大降低；(2)受植物光合作用影响，在夜间和部分极端天气影响下，水体供氧能力不足，造成污染物去除能力下降；(3)湿地一般占地面积巨大，水流流速缓慢，滤水介质和植被需要布满整个区域，单位面积的处理能较低，投资大；(4)系统扛冲击负荷能力弱，上游如遇偷排或高浓度污水流入，超出系统运行负荷，系统将崩溃，较难恢复；(5)滤水介质堵塞，由于区域面积过大无法配备清洗系统。

[0003] 公开号为CN 109516549 A、申请日为2018年12月7日的发明专利公开了一种膜曝气生物膜反应器生态支架组合净化系统，包括MABR系统和生物浮床；MABR系统，包括依次连通的空气压缩机、压缩空气调压阀和膜组件，以及安装膜组件的安装支架；安装支架包括：均与岸堤固定连接的竖向支架和可伸缩的水平控制臂，与竖向支架上部铰接的上部支架，与竖向支架下部铰接的下部支架；上部支架和下部支架均与水平控制臂连接并受驱动在垂直于水流方向伸缩；膜组件，其顶部与上部支架固接，其底部与下部支架固接，生物浮床位于上部支架上方并与其连接。该装置需要安装一定数量的浮子产生浮力，且该装置属于开放性装置，受水质杂质影响，如河道中异物流动剐蹭等，内部膜丝极易损坏，膜丝在使用一段时间后会因为污堵肮脏丧失使用效果。

[0004] 综上所述，目前的人工湿地技术仍然存在许多问题亟待解决。

发明内容

[0005] 1.要解决的问题

[0006] 为了解决现有技术中的人工湿地系统处理效果差的问题，本发明提供了一种可强化处理的MABR人工湿地装置，包括水处理单元、供气管路和浮力单元；浮力单元为装置提供浮力，供气管路为水处理单元和浮力单元提供气体，进而可以加快水循环速度，并提高人工湿地系统的污水处理效果。

[0007] 更进一步地，本发明所使用的纤维膜丝的表皮层与中间层之间设置有具有一定厚度的渗透层I，大大提高了纤维膜丝的使用强度。本发明通过将MABR技术原理和人工湿地技术原理进行耦合改进，形成一种可强化处理能力的MABR人工湿地装置，提高了人工湿地系

统处理效果，解决了现有技术中的人工湿地系统处理效果差的问题。

[0008] 2.技术方案

[0009] 为了解决上述问题，本发明所采用的技术方案如下：

[0010] 本发明的一种可强化处理的MABR人工湿地装置，包括进水口、水处理单元、供气管路和浮力单元，进水口设置于水处理单元的下部；水处理单元包括人工湿地模块、曝气管I和膜反应器，膜反应器设置于曝气管I上部；膜反应器包括进气管和纤维膜丝，曝气管I和进气管与供气管路相连通，纤维膜丝一端的进气口与进气管相连通，纤维膜丝的另一端设置有出气口；浮力单元包括集气箱；集气箱设置于水处理单元下部，集气箱设置有储气腔，供气管路与储气腔相连通。

[0011] 优选地，人工湿地模块包括植物层和填料层，植物层设置于填料层上部，进水口设置于填料层底部。

[0012] 优选地，纤维膜丝包括由内到外依次设置的支撑层、中间层和表皮层；表皮层与中间层之间设置有渗透层I，渗透层I的厚度为H_1，表皮层的厚度为H_2，$H_1:H_2=0.05-0.5$。

[0013] 优选地，水处理单元的侧部设置有隔水堰板和出水堰板；膜反应器设置有出气管，出气管与纤维膜丝的出气口相连通，且出气管的气体出口设置于隔水堰板和出水堰板之间。

[0014] 优选地，出水堰板由底部向远离水处理单元的方向向上延伸。

[0015] 优选地，集气箱的横截面积由上至下逐渐递减。

[0016] 优选地，集气箱设置有槽体，进水口设置于槽体底部，且进水口设置有滤网；填料层设置于槽体中。

[0017] 优选地，纤维膜丝的中间层与支撑层之间设置有渗透层Ⅱ，渗透层Ⅱ的厚度为H_3，中间层的厚度为H_4，$H_3:H_4=0.1-0.5$。

[0018] 优选地，纤维膜丝的中间层的厚度为H_4，$H_4=20-100\mu m$，表皮层的厚度为H_2，$H_2=0.5-10\mu m$。

[0019] 优选地，纤维膜丝的中间层远离支撑层的一侧的平均孔径为P_1，中间层与支撑层相接触的一侧的平均孔径为P_2，$P_1<P_2$。

[0020] 优选地，隔水堰板的垂直高度大于出水堰板的垂直高度。

[0021] 优选地，集气箱设置有曝气管Ⅱ，曝气管Ⅱ设置于槽体下部，槽体的宽度小于曝气管Ⅱ的宽度。

[0022] 3.有益效果

[0023] 相比于现有技术，本发明的有益效果为：

[0024] (1)本发明的一种可强化处理的MABR人工湿地装置，包括进水口、水处理单元、供气管路和浮力单元；浮力单元为装置提供浮力，供气管路为水处理单元和浮力单元提供运行过程中所需要的气体，进而可以加快水循环速度，并提高人工湿地系统的污水处理效果；本发明通过结合MABR技术，提高装置抗污染物冲击负荷能力；同时提高了单位面积的处理能力；本发明的应用场景不仅限于湿地，配合气体气提技术，大大扩展了该装置的使用范围，解决了传统人工湿地系统应用局限、处理能力弱的问题。

[0025] (3)本发明的一种可强化处理的MABR人工湿地装置，污水由填料层的滤料底部的筛网进入装置，首先经过滤料的过滤，拦截掉污水中的大型杂质以免进入系统伤害膜丝，如

树枝、树叶、植物根茎、垃圾等，同时滤料也对污染物起到一定的吸附作用；滤料表面会附着一定量的微生物，微生物可以进行生物生化反应，去除水中污染物质。

[0026] (3)本发明的一种可强化处理的MABR人工湿地装置，表皮层的厚度决定了复合膜的传氧渗透通量；中间层相对于支撑层具有一定的渗透厚度，增强了复合膜的机械强度，避免中间层脱落，提高了两层之间的结合强度，避免在实际使用过程会出现剥离、脱落行为，增强了复合膜使用性能，延长使用寿命。

[0027] (4)本发明的一种可强化处理的MABR人工湿地装置，水处理单元的侧部设置有隔水堰板和出水堰板，膜反应器的出气口的尾气将带动装置内污水流到装置之外；由于此处会产生气体气提，使得出水堰和隔板内液体在气体带动下，源源不断的流向装置外，而造成该部分液位始终低于装置内部液位，在气压的作用下装置内液体也将源源不断流入此区域，进而使得装置外液位高度始终高于装置内；进一步地，在气压作用下由会使装置外污水从填料区域源源不断的流入装置；气体气提的设计保证装置即使在无水流流动的环境下，依然可实现装置内的水流循环，污水进，清水出，实现净化。

[0028] (5)本发明的一种可强化处理的MABR人工湿地装置，集气箱设置有曝气管Ⅱ，曝气管Ⅱ设置于槽体下部，槽体的宽度小于曝气管Ⅱ的宽度，通过向曝气管Ⅱ和曝气管Ⅰ中通入气体，形成气体气泡清洗系统，能够解决传统人工湿地的污堵问题，还能为MABR膜丝表面负载的高活性微生物提供氧气，大大提高了污水污染物去除能力，避免了因水质恶化或环境因素造成的处理能不足等问题。

附图说明

[0029] 图1为本发明的结构示意图；

[0030] 图2为本发明的纤维膜丝的结构示意图；

[0031] 图3为本发明的纤维膜丝的截面图。

[0032] 图中：100、供气管路；110、气体流动方向；

[0033] 210、曝气管Ⅰ；220、进气管；230、气体出口；240、纤维膜丝；241、支撑层；242、中间层；243、表皮层；244、渗透层Ⅱ；245、空腔；250、植物层；260、填料层；270、出气管；

[0034] 300、集气箱；310、储气腔；320、曝气管Ⅱ；330、槽体；

[0035] 400、隔水堰板；500、出水堰板；600、外部水体。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图对本发明进行进一步说明。下文中结合具体的示例性实施例详细描述了本发明。但是，应当理解，可在不脱离由所附权利要求限定的本发明的范围的情况下进行各种修改和变型。详细的描述和附图应仅被认为是说明性的，而不是限制性的，如果存在任何这样的修改和变型，那么它们都将落入在此描述的本发明的范围内。此外，背景技术旨在为了说明本技术的研发现状和意义，并不旨在限制本发明或本申请和本发明的应用领域。

[0037] 实施例1

[0038] 本发明的一种可强化处理的MABR人工湿地装置，包括进水口、水处理单元和供气管路100和浮力单元，进水口设置于水处理单元的下部。

[0039] 如图1所示，水处理单元包括人工湿地模块、曝气管I210和膜反应器，膜反应器设置于曝气管I210上部。人工湿地模块包括植物层250和填料层260，植物层250设置于填料层260上部。植物层250中的湿地植物种植于填料层260中，湿地植物可以为菖蒲，也可以是其他污染物吸收能力较强的水生植物。填料层260中所使用的填料可以为火山岩滤料，也可以是其他滤料，填料层260的滤料底部为大孔隙筛网。膜反应器包括进气管220和纤维膜丝240，曝气管I210和进气管220与供气管路100相连通，纤维膜丝240一端的进气口与进气管220相连通，纤维膜丝240的另一端设置有出气口。如图3所示，纤维膜丝240内部设置有空腔245，气体流动方向110为从进气管220流经纤维膜丝240的空腔245，再从出气口流出。膜丝尾端出气实现了气体气提技术，可以为装置提供较大的水力推动力，使得本发明不仅能应用于有流速的水体河道中，还能将装置应用在完全无流动的死水无湖泊、臭水沟等，扩大了装置的适用范围。

[0040] 进一步说明，如图2所示，纤维膜丝240包括由内到外依次设置的支撑层241、中间层242和表皮层243，中间层242设置于支撑层241与表皮层243之间，用于解决表皮层243直接覆盖于支撑层241时易剥落的问题。支撑层241为大孔支撑基膜层，起机械支撑作用，避免使用过程中的断丝现象。中间层242为介孔膜过渡层，起中间过渡作用，牢固结合支撑层241和表皮层243，实现表皮层243的均匀无缺陷制备。表皮层243为致密功能层，起氧气传输和生物膜载体的作用，其致密结构防止MABR膜的润湿和污染。表皮层243与中间层242之间设置有渗透层I，渗透层I的厚度为H_1，表皮层243的厚度为H_2，$H_1:H_2=0.05-0.5$。渗透层的厚度限定了两层膜之间的连接形式，决定了两层之间的结合强度。如果无渗透层，则两层膜在实际使用过程中会出现剥离、脱落行为，影响复合膜的使用性能和寿命。纤维膜丝240的中间层242为不对称结构，中间层242远离支撑层241的一侧的平均孔径为P_1，中间层242与支撑层241相接触的一侧的平均孔径为P_2，$P_1<P_2$。纤维膜丝240的中间层242与支撑层241之间设置有渗透层Ⅱ244，渗透层Ⅱ244的厚度为H_3，中间层242的厚度为H_4，$H_3:H_4=0.1-0.5$。渗透层Ⅱ244为中间层242嵌入支撑层241的部分。渗透层Ⅱ244的厚度限定了两层膜之间的连接形式，决定了两层之间的结合强度。纤维膜丝240的中间层242的厚度为H_4，$H_4=20-100\mu m$，表皮层243的厚度为H_2，$H_2=0.5-10\mu m$。纤维膜丝240的材质为聚二甲基硅氧烷、聚四氟乙烯、聚砜、聚丙烯、聚偏氟乙烯、聚醚砜树脂、聚4-甲基戊烯中一种或几种，纤维膜丝240的物理性能出色，兼具强度和韧性，且透氧性能极强，可根据实际情况使用不同材质制成，能够满足不同造价和性能的需要。

[0041] 如图1所示，浮力单元包括集气箱300，集气箱300可以是装置外壳的一部分，起到了保护装置内部膜丝的作用，同时半封闭的外壳也是气体气提技术实现内外部水力大循环的关键，使装置有固定进出口，无短流及水流阻塞等情况出现。不仅如此，半封闭结构可保证进入内部的污水无异物影响，纤维膜丝240使用寿命可以达到最长。集气箱300设置于水处理单元下部，集气箱300下部开口，顶部和侧部形成储气腔310，供气管路100与储气腔310相连通，且集气箱300的横截面积由上至下逐渐递减。集气箱300设置有槽体330，进水口设置于槽体330底部，且进水口设置有滤网或过滤板，填料层260设置于槽体330中。滤网或过滤板能避免滤料落入装备外，且能对进水进行初次过滤。集气箱300设置有曝气管Ⅱ320，曝气管Ⅱ320设置于槽体330下部，槽体330的宽度小于曝气管Ⅱ320的宽度。曝气管Ⅱ320一般为普通pvc打孔管，不仅能为填料层260和膜反应器提供清洗功能，还可以为集气箱300提供

产生浮力所需的空气。

[0042] 如图1所示，水处理单元的侧部设置有隔水堰板400和出水堰板500，隔水堰板400用于将外部水体600与装置内部隔开。膜反应器设置有出气管270，出气管270与纤维膜丝240的出气口相连通，且出气管270的气体出口230设置于隔水堰板400和出水堰板500之间的引流槽510中。引流槽510可以使得水流通过，同时膜丝尾气需要经过引流槽510，引流槽510是实现气体气提内外部大循环的关键结构。出水堰板500由底部向远离水处理单元的方向向上延伸，且隔水堰板400的垂直高度大于出水堰板500的垂直高度，可以使得隔水堰板400和出水堰板500之间与装置内部形成液位差，使得内部水体向外流出，进而促进水流循环。

[0043] 本发明在运行时，污水由填料层260的滤料底部的筛网进入装置，首先经过滤料的过滤，拦截掉污水中的大型杂质以免进入系统伤害膜丝，如树枝、树叶、植物根茎、垃圾等，同时滤料也对污染物起到一定的吸附作用；滤料表面会附着一定量的微生物，微生物可以进行生物生化反应，去除水中污染物质。然后污水向上流经植物层250，植物层250由常见湿地植物和藻类组成，主要针对水中污染物进行吸附，同时利用植物的光合作用向污水中补充氧气，防止水体黑臭现象；同时污水流经膜反应器，由于供气管路100向纤维膜丝240不断供气，膜丝表面也会负载高活性微生物，利用由纤维膜丝240内部传质的氧气进行硝化反应和好氧反应；不仅如此，对纤维膜丝240供气量和微生物挂膜量进行控制，可在纤维膜丝240周围发生缺氧反硝化反应等。纤维膜丝240的尾气通过出气口通入经过独特设计的隔水堰板400和出水堰板500之间，尾气将带动装置内污水流出装置。由于此处气体气提的设计，可以使隔水堰板400和出水堰板500内液体在气体带动下，源源不断地流向装置外，使得该部分液位始终低于装置内部液位，同时在气压的作用下装置内液体也将源源不断流入此区域。由于装置内液体在气提作用下源源不断流出装置，致使装置外液位始终高于装置内液位，在气压作用下由会使装置外污水从填料层260流入装置。气体气提的设计保证装置即使在无水流流动的环境下，依然可实现装置内的水流循环，污水进，清水出，实现净化。

[0044] 在本实施例中，将本发明应用于水深约1米的湿地中。填料层260的填料为火山岩，粒径为10mm-50mm；曝气管Ⅱ320为普通pvc打孔管；植物层250中的湿地植物为常见湿地水生植物菖蒲；由于水深约1米，装置可直接立于水底，无需计算廊道浮力与装置重量关系。其中，出水堰板500的垂直高度为0.5m，隔水堰板400的垂直高度为0.6m，装置底部支撑或集气箱300的有效高度为0.5m，集气箱300的宽度L_1为1m，纤维膜丝240装填长度为2m，装置底部曝气管Ⅱ320的布置宽度为1.2m，装置总有效宽度为4.5m。

[0045] 通过火山岩装填，满足装置总重量足够置于1米深湿地底部，不随水流移动即可。纤维膜丝240装填面积约300平米。纤维膜丝240供气风机按照最大0.01Nm^3/m^2h进行选型，需变频与流量计控制。

[0046] 本实施例中，装置放置于某水深为1米的自然水体中，该水体上游为某污水处理厂，经过该人工湿地处理，水质可达地表类IV类水水质，且总氮小于10mg/L，进水水质如表1所示。

[0047] 表1：进水水质

[0048]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	48	4.5	13	0.4

[0049] 在表1进水水质情况下，经由本发明处理，区域内治理后水质降低至如表2所示。

[0050] 表2：治理后水质

[0051]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	22	1.2	7	0.1

[0052] 对比例1

[0053] 本对比例的基本内容同实施例1中，但当流域内出现污水乱排，或污染物浓度超标的时候，如表3所示水质：

[0054] 表3

[0055]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	70	15	18	1

[0056] 当使用传统滤料和植物构成的人工湿地进行处理。当出现如表3所示污染物偷排乱排或高浓度冲击负荷时，区域内水质明显恶化，经检测水质恶化情况如表4所示：

[0057] 表4

[0058]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	55	12	15	0.8

[0059] 若使用本发明，在相同情况下对区域水质进行治理，可使所在区域内水质与高负荷污染物出现前区域水质保持一致，使区域水质不受流域内偷排乱排现象影响。经检测区域水质如表5所示：

[0060] 表5

[0061]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	23	1.4	9	0.1

[0062] 由此可知在利用本发明处理针对区域内出现的高浓度污染物冲击负荷时有较好的处理效果，并使区域内不会出现因高污染物冲击负荷而造成的水质恶化。

[0063] 实施例2

[0064] 本实施例的基本内容同实施例1，其不同之处在于，将本发明应用于一处无流出、但有污染源持续流入的小湖泊中，认为该湖泊为无流动死水环境，且该湖泊水深超过4米。

[0065] 在本实施例中，填料层260的填料为火山岩，粒径为10mm-50mm；曝气管Ⅱ320为普通pvc打孔管；植物层250中的湿地植物为常见湿地水生植物菖蒲；由于水深超过4米，装置需漂浮于水面，并计算廊道浮力与装置重量关系，使装置总质量$m<\rho_{水}*V_{廊道体积}$。其中，出水堰板500的垂直高度为0.5m，隔水堰板400的垂直高度为0.6m，装置底部支撑或集气箱300的有效高度为0.5m，集气箱300的宽度L_1为0.2m，纤维膜丝240装填长度为0.5m，装置底部曝气管Ⅱ320的布置宽度为0.4m，装置总有效宽度为1.3m。

[0066] 通过火山岩装填，在满足装置总质量不高于3600kg情况下，装置可浮于水面。纤维膜丝240装填面积约200平米。纤维膜丝240供气风机按照最大0.01Nm^3/m^2h进行选型，需变频与流量计控制。该污染湖泊水质如下表6所示：

[0067] 表6

[0068]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	43	6	8	0.8

[0069] 将本发明置于该无流动小湖泊中对水质进行处理，在外界污水偷排不间断的情况

下，最后可将水质净化至如表7所示：

[0070] 表7

[0071]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	15	0.5	3	0.3

[0072] 对比例2

[0073] 本实施例的基本内容同实施例1，污水场景与实施例2中保持一致。将本发明应用于有污水源流入，且无流出的小湖泊中，认为该湖泊为无流动死水环境，水深超过4米。水质如实施例2中表6所示。

[0074] 使用无MABR膜强化，同时无气体气提增强循环的普通滤料植物人工湿地装置，置于该环境。在经过足够长的时间对水质进行净化后，水质如表8所示：

[0075] 表8

[0076]

指标	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度（mg/L）	27	5.5	6	0.6

[0077] 对比实施例2中表7的水质数据，可见传统人工湿地装置针对此类无明显水流流动的水体处理效果较差，氨氮与总氮基本无明显去除。水利流动严重影响了装置处理效果。但本发明装置使用气体气提设计，装置内外循环流速大大提高，配合MABR膜技术，强化了处理效果。

[0078] 更具体地，尽管在此已经描述了本发明的示例性实施例，但是本发明并不局限于这些实施例，而是包括本领域技术人员根据前面的详细描述可认识到的经过修改、省略、例如各个实施例之间的组合、适应性改变和/或替换的任何和全部实施例。权利要求中的限定可根据权利要求中使用的语言而进行广泛的解释，且不限于在前述详细描述中或在实施该申请期间描述的示例，这些示例应被认为是非排他性的。在任何方法或过程权利要求中列举的任何步骤可以以任何顺序执行并且不限于权利要求中提出的顺序。因此，本发明的范围应当仅由所附权利要求及其合法等同物来确定，而不是由上文给出的说明和示例来确定。

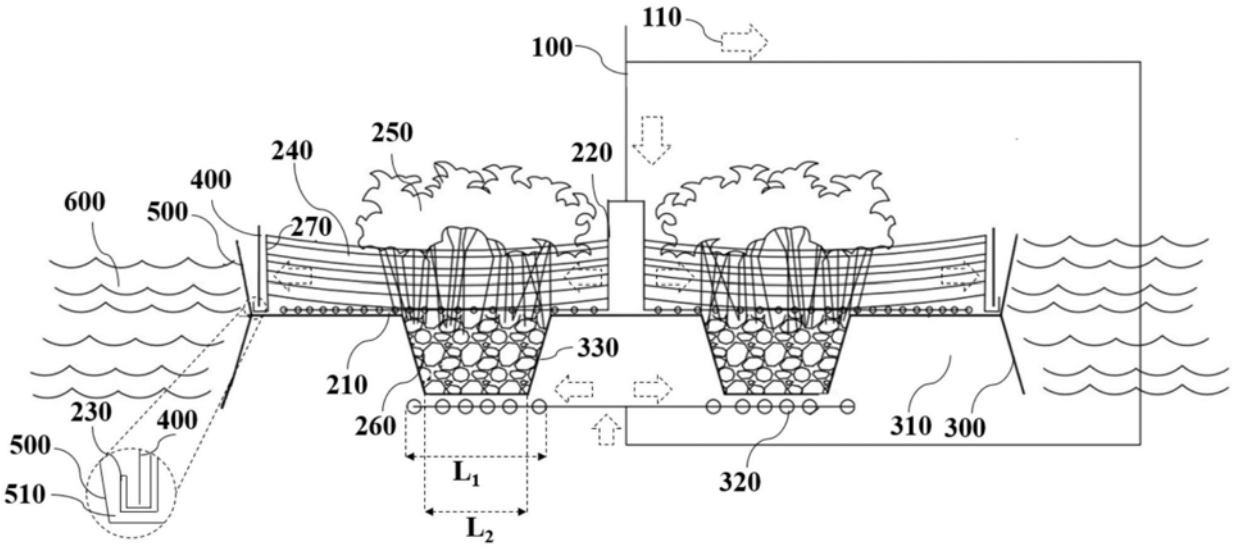

110
100
250
240
220
400
600
500
270
330
210
230
400
500
260
310
300
510
320
L_1
L_2

图1

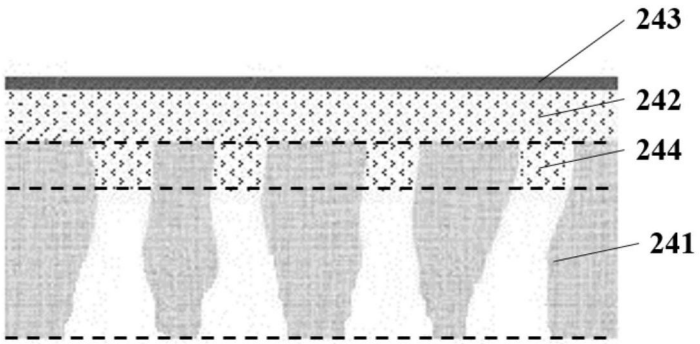

243
242
244
241

图2

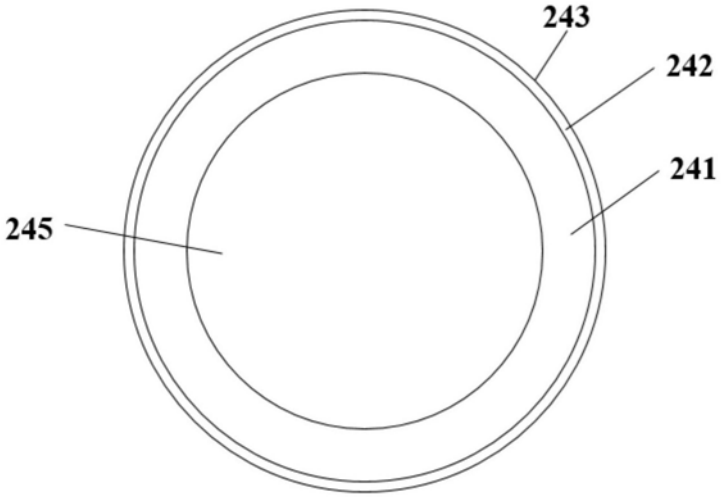

243
242
241
245

图3