

(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206985837 U

(45)授权公告日 2018.02.09

(21)申请号 201720896102.5

C02F 101/16(2006.01)

(22)申请日 2017.07.24

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 中国科学院水生生物研究所

地址 430072 湖北省武汉市武昌区东湖南路7号

(72)发明人 贺锋 黄涛 吴振斌 张义
武俊梅 周巧红 徐栋(74)专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001
代理人 王敏锋

(51)Int.Cl.

C02F 3/30(2006.01)

C02F 3/32(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

C02F 3/00(2006.01)

C02F 101/10(2006.01)

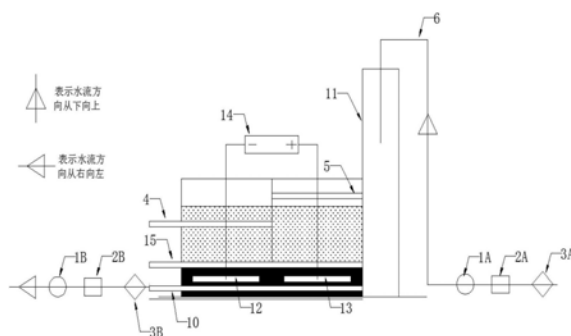
权利要求书1页 说明书10页 附图1页

(54)实用新型名称

一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置,复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地由下行池、上行池组成,在下行池、上行池中装有排空管,在下行池电解层电极和导电基质表面布设布水管,在上行池电解层电极和导电基质表面铺有集水管,上行池和下行池基质高度一致,通过布水管和集水管高度差,形成表面复氧层。管道增压泵分别与过滤器、电磁阀相连,进水管水流依次经过过滤器、管道增压泵和电磁阀。管道增压泵分别与过滤器、电磁阀相连,潮汐管依次与过滤器、管道增压泵、电磁阀相连。结构简单,使用方便。减少了温室气体的排放,提高了有机物氧化降解,强化了污染去除的效果,减少了堵塞,延长了使用寿命。



1. 一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置,它包括第一电磁阀(1A)、第一管道增压泵(2A)、第一过滤器(3A)、集水管(4)、布水管(5)、空气开关断路器(7)、排空管(10)、复合垂直流人工湿地(11)、下行池电解层电极和导电基质(12)、上行池电解层电极和导电基质(13)、潮汐管(15),其特征在于:复合垂直微生物人工湿地(11)由下行池、上行池组成,两个独立 $1\text{m}\times 1\text{m}\times 1\text{m}$ 带贮水箱的复合垂直流人工湿地(11)底部开孔,在下行池电解层电极和导电基质(12)、上行池电解层电极和导电基质(13)之间串有排空管(10),形成一个U型结构;在其上部铺设潮汐管(15),在下行池基质表面装有布水管(5),在上行池基质表面下 $8-12\text{cm}$ 装有集水管(4),进水管(6)分别与复合垂直流人工湿地(11)、第一DN2524V电磁阀(1A)相连,第一管道增压泵(2A)分别与第一过滤器(3A)、第一电磁阀(1A)相连;第二管道增压泵(2B)分别与第二过滤器(3B)、第二电磁阀(1B)相连,第二过滤器(3B)与潮汐管(15)相连,排空管(10)通过转换头与第二过滤器(3B)连接,外加电源(14)分别与上行池电解层电极和导电基质(13)、下行池电解层电极和导电基质(12)相连,第一管道增压泵(2A)、第二管道增压泵(2B)通过电线先后与微电脑时控开关(8)、空气开关断路器(7)串联。

2. 根据权利要求1所述的一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置,其特征在于:所述的第一电磁阀(1A)与电磁阀控制器(9)连接,排空管(10)依次与第二过滤器(3B)、第二管道增压泵(2B)、第二电磁阀(1B)相连。

3. 根据权利要求1所述的一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置,其特征在于:所述的第二过滤器(3B)、第二管道增压泵(2B)、第二电磁阀(1B)通过PVC管道连接。

一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及水环境治理技术领域,更具体涉及一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地的装置,适用于处理高污染负荷污水。

背景技术

[0002] 人工湿地作为一种新型的水处理工艺,自推广以来,在处理各种不同类型污水过程中得到了广泛应用;其由基质,植物和微生物三部分组成,并通过这三者共同作用,通过物理吸附,生化降解净化受污染的水体。对于不同类型污水,其净化效果都较好,但受到理化因素,如溶氧量,电子受体,水温,停留时间,植物类型等因素的限制,其净化效果会有所波动,甚至出水水质达不到预期要求。如何提高人工湿地净化效果,一直以来是业界研究的重点。

[0003] 而人工湿地作为一种兼顾工程和生态效益的工艺,在净化水质同时,植物和微生物在温室气体减排的作用,此前常被人们忽视。植物光合作用固定 CO_2 与微生物代谢释放 CO_2 ,微生物脱氮路径对 N_2O 生成,以及复氧水平对产甲烷菌代谢活性的影响,已成为业界新的研究热点。如何平衡人工湿地净化水质过程产生的温室效应,最大化其碳汇效应,已成为选择人工湿地工艺的首要考虑因素。

[0004] 从机理角度综合考虑人工湿地工程效益和生态效应,寻求解决问题的方法。 CO_2 主要在有机物作为碳源,为微生物提供电子,由微生物代谢分解过程中产生; N_2O 主要在含氮有机物由硝化细菌还原为硝态氮过程,及硝态氮进一步通过反硝化细菌还原为氮气过程中产生;而 CH_4 则主要在有机物降解过程中,利用中间产物乙酸,或者厌氧酸性条件下利用氢气,作为底物由乙酸代谢型和嗜氢型产甲烷菌生成。而上述过程中,溶氧量和电子受体,是限制三种温室气体生成的关键因子;同时,也决定有机物降解去除效果。具体来讲,溶氧量和电子数量,决定微生物代谢反应类型,左右有机碳源分解利用程度,和 CO_2 释放量大小;溶氧量对产甲烷菌的抑制作用,可减少其代谢过程中产生的甲烷,并促使中间产物进一步氧化利用。 N_2O 来源于传统好氧硝化过程钟氨氮氧化,硝化细菌还原,以及厌氧反硝化过程中硝态氮被还原为 N_2O ,并进一步还原为 N_2 的过程;而溶氧量影响硝化反应程度,电子数量的不足,又往往导致 N_2O 无法彻底还原为 N_2 ,影响脱氮效果,并释放 N_2O 进入环境。人工湿地除磷途径,主要通过基质植物的物理吸附作用,以及聚磷菌“好氧吸磷,厌氧除磷”的生化作用,溶氧量通过影响聚磷菌代谢活动,从而决定除磷效果。经检索未发现一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地的方法及装置被公开或使用。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供了一种自动控制复合潮汐流微生物电解池耦合人工湿地的装置,结构简单,使用方便。复氧水平和电子含量的提高,实现的技术效果:1. 强化脱氮过程中 N_2O 的还原,减少中间产物 N_2O 的积累,使其更多还原为 N_2 进入环境;同时强化 CH_4 的氧化,从而减少了温室气体的排放;2. 并能提高了有机物氧化降解,以及脱氮除磷效

果,强化了污染去除的效果;3.同时减少了堵塞,延长了使用寿命。

[0006] 为了解决以上技术问题,本实用新型采用以下技术方案:

[0007] 其技术构思是:为提高人工湿地净化污染物效果,并从微生物层面,减少污水净化过程中释放的温室气体,考虑采用有利于复氧和增加电子数量的结构,以实现工程效益和生态效应的双赢,基于此,本实用新型提出一种更利于复氧的复合垂直潮汐流人工湿地,与增加电子数量的微生物电解池耦合工艺。

[0008] 垂直流人工湿地工艺相比水平流人工湿地有更好的复氧效果和净化效果,而本实用新型采用了更利于复氧的复合垂直流结构,并根据其上下行池U型结构所形成的“好氧-兼性-厌氧-厌氧-兼性-好氧”特点,将上下行池底部的“厌氧-厌氧”环境,分别铺设导电基质,并与外部电源连接改造为电解层;在电解层上部铺设潮汐管,通过电磁阀自动控制开闭,改造为潮汐层。通过电解层和潮汐层,形成独特“好氧-兼性-好氧-厌氧-缺氧-兼性”结构,相比于其他非动力运行下的人工湿地技术,其具有更强的复氧能力,以及提供电子能力,以强化相关反应完成程度。

[0009] 阳极电解生成的氧气,在下行池底部起到曝气作用,可提高下行池硝化反应程度,下行池有机物氧化分解程度,以及对含磷有机物的吸附效果。阴极电解形成的氢气,有利于上行池底部形成更严格的厌氧环境,利于进行以甲烷为反应底物,亚硝态氮为电子受体的厌氧甲烷氧化反应;而形成的有氧和缺氧交替环境,有利于以CO₂为碳源,亚硝态氮为电子受体,氨氮为反应底物的厌氧氨氧化菌落,作为主要的脱氮途径在系统中富集;这两个反应有别于传统硝化/反硝化反应地方在于,可将含氮有机物一步反应还原为氮气,不形成中间产物N₂O。电解层和潮汐层的复氧作用,与厌氧甲烷氧化菌及好氧甲烷氧化菌的作用,进一步促使甲烷氧化为二氧化碳(前者温室效应是后者19倍)的同时,同时强化了上行池中上部有机物的氧化分解,以及生物除磷的效果,另外处理污水过程中,电极具有从空气中捕获CO₂的能力,从而使整个系统在提高净化污染物去除效果的同时,从微生物角度,减少温室气体排放量,从而最大化其生态效应。

[0010] 一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地的方法,其步骤是:

[0011] A、一种复合垂直潮汐流微生物电解池人工湿地,自动控制进水和潮汐管出水的装置,需在湿地建立之初进行安装,将电磁阀分别接入进水管和潮汐管,再用电线与电磁阀控制器连接,通过控制器调节进出水时间。

[0012] B、第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀启动需要满足一定的水压(0.04~0.1Mpa,视具体电磁阀类型而定),为保证第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀能正常启动,在进水管应先接入第一DN25Y型过滤器,然后接入第一DN25280W管道增压泵,泵出水口位置接入第一DN2524V电磁阀,最后将第一DN2524V电磁阀接入进水管。而潮汐管应先接入第二DN25Y型过滤器,并定期清理管道过滤器,再接入第二DN25280W管道增压泵和第二DN2524V电磁阀,第二DN2524V电磁阀可直接作为出水口,不再接入管道。

[0013] C、第一DN25Y型过滤器、第二DN25Y型过滤器可过滤水中砂砾等杂质,避免水体所含杂质对第一DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵和第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀的损坏,确保水泵叶轮电机正常工作,电磁阀正常闭合。确保管道过滤器,管道增压泵,电磁阀正常安装后,方可通电运行。进水管和潮汐管所述各部分组件连接相同,但两者条件设置不同。

[0014] D. 第一DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵与时控开关连接,再接入漏宝空开开关并入电网,以保证不同工作环境的用电安全。第一DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵上接入水压调节器,以确保增压泵只有在电磁阀开启状态下启动,避免第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀失灵状态下,增压泵空转烧毁电机。

[0015] E. 对于潮汐管,第二DN25280W管道增压泵会在水压调节器控制下处于待机状态。根据水流量,计算出工作时间,通过电磁阀控制器开启第二DN2524V电磁阀,第二DN25280W管道增压泵会随之自动启动。工作时间结束后,第二DN2524V电磁阀关闭,第二DN25280W管道增压泵回到待机状态,管路停止供水。

[0016] F. 对于潮汐管,根据平均出水流量以及上下行池潮汐层水体体积,尽可能精确得出工作时间。电磁阀控制第二DN2524V电磁阀开闭,而第二DN2524V电磁阀在第二DN25280W管道增压泵作用下正常开启,整个潮汐层处于排水状态,为确保湿地干化,增压泵可适当比计算的工作时间延长1~2分钟;而由于电磁阀需要在一定水压(0.04MPa—4MPa)下工作,其在第二DN25280W管道增压泵停止后会随之关闭,整个潮汐层处于蓄水状态。

[0017] G. 复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地潮汐层干湿状态转换,通过机电设备对进水管和潮汐管的控制,实现自动化运行。相比于此运行方式,植物/基质对于人工湿地潮汐层复氧效果影响不大,因而本实用新型不具体讨论二者类型对其影响,下文中,所述植物默认为美人蕉,电解层基质为石墨,潮汐层基质为砾石,而构造为有利于复氧的复合垂直直流结构。

[0018] H. 需要在湿地建立之初安装的,除了潮汐管,还有电解层与阴阳电极,整个系统根据基质是否导电,分为电解层和潮汐层,电解层为上下行池的底部,通过铺设导电基质和电极,与外部电源连接,称为电解层。一般来说,导电基质可选石墨,铁渣等导电基质,铺设高度20cm-30cm,导电电极选用石墨等惰性电极,电极具体反应类型视水体PH酸碱性确定,但应都使用惰性电极确保阳极产氧,阴极产氢;电极不应使用金属电极,以避免经常破坏性开挖更换电极,以及发生金属的还原反应。

[0019] 电极与电线连接好后,预埋在导电基质中间,并与外部电源连接通电,实现微生物电解反应。整个电解层永远是饱水态,其上铺设不导电基质和潮汐管的部分,称之为潮汐层。

[0020] I. 本实用新型旨在调整湿地潮汐层干湿状态条件,以及惰性电极电解阳极产氧,阴极产氢,从而增加电子数量,形成好氧-兼性交替的环境,强化脱氮除磷,以及有机物分解转化,减少温室气体排放,延长了人工湿地使用寿命。

[0021] 通过以上技术措施,在设定条件下,模拟自然条件下涨潮与退潮,自动调节潮汐层进出水,实现复合垂直流湿地潮汐层饱水态和无水态切换,达到干湿状态转换目的;并通过电解层阳极在下行池底部产氧气,阴极在上行池底部产氢气,改变系统底部生境,以利于形成好氧缺氧交替环境,促使氨氮通过厌氧氨氧化反应和厌氧甲烷氧化反应,一步反应被还原为氮气,与此同时,增加电子数量和溶氧量,使 N_2O 被彻底还原为 N_2 。而潮汐层和电解层的强化复氧作用,增加了有机物氧化分解和生物除磷的效果,减少堵塞物质积累,减少温室气体排放(CO_2 为10%~30%, CH_4 为40%~60%, N_2O 为20%~50%,视具体设计参数而定),以实现提高水质去除率(总磷去除率提高40%~60%,总氮去除率提高30%~50%,化学需氧量30%~60%,视具体设计参数而定);减少有机物积累,提高湿地孔隙率,延长湿地服务年

限,取得工程效益与生态效应的双赢。

[0022] 一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置,它包括第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀、第一DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵、第一DN25Y型过滤器、第二DN25Y型过滤器、DN75集水管、DN75布水管、DN25进水管、2P10A空气开关断路器、220V微电脑时控开关、220V电磁阀控制器、DN50排空管、2m×1m×1m带贮水箱的复合垂直直流人工湿地、下行池电解层电极和导电基质、上行池电解层电极和导电基质、外加电源、DN50潮汐管。

[0023] 其特征在于:2m×1m×1m复合垂直直流人工湿地由下行池、上行池组成,在下行池、上行池中装有DN50排空管(DN50排空管串联),形成一个U型结构。下行池、上行池体根据水流方向,水流向下称为下行池(下行池电解层电极和导电基质),向上称为上行池(上行池电解层电极和导电基质);在下行池电解层电极和导电基质表面布设DN75布水管,在上行池电解层电极和导电基质表面下8—12cm铺有DN75集水管,上行池和下行池基质高度一致,通过DN75布水管和DN75集水管高度差,形成表面复氧层。沿进水方向,第一DN25280W管道增压泵分别与第一DN25Y型过滤器、第一DN2524V电磁阀相连,DN25进水管水流依次经过第一DN25Y型过滤器,第一DN25280W管道增压泵和第一DN2524V电磁阀。

[0024] 潮汐出水方向,进水管分别与复合垂直直流人工湿地、第一DN2524V电磁阀相连,第二DN25280W管道增压泵分别与第二DN25Y型过滤器、第二DN2524V电磁阀依次相连,其中第二DN25Y型过滤器与DN50潮汐管相连,DN50潮汐管依次与第二DN25Y型过滤器、第二DN25280W管道增压泵、第二DN2524V电磁阀相连,其中DN50潮汐管先通过50×25转换头与第二DN25Y型过滤器连接,并且出水依次流经第二DN25Y型过滤器、第二DN25280W管道增压泵、第二DN2524V电磁阀;而三者通过DN25PVC管道(图中连接线)连接。

[0025] 机电控制部分:外加电源分别与上行池电解层电极和导电基质、下行池电解层电极和导电基质相连;第一DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵通过电线先后与220V微电脑时控开关,2P10A空气开关断路器串联,再并入电路;第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀与220V电磁阀控制器连接并入电路。

[0026] 2m×1m×1m复合垂直直流人工湿地通过底部排空管联通,在上下行池底部作为电解层铺设导电基质和电极,下行池与阳极连接,上行池与阴极连接;而其上部作为潮汐层,基质选用非导电基质,并在导电基质和非导电基质之间铺设潮汐管。污水进入系统,流经下行池,经由下行池底部进入上行池底部,经历“好氧-兼性-好氧-厌氧-缺氧-兼性”六个阶段,最后由上行池(4)DN75集水管排出系统。

[0027] 所述的DN75布水管, DN75集水管, DN50排空管, DN50潮汐管, DN25进水管均为PVC材质,其中DN25进水管不开孔, DN50排空管, DN50潮汐管, DN75布水管和 DN75集水管按梅花布点打孔,小孔均匀布满筒体,其孔径根据需求确定,便于装置透水。一般情况,筒壁均匀间隔0.9~1.1cm开孔,孔径4~8mm;长度根据需要确定,一般为1m~2m。复合潮汐流人工湿地下行池基质填充高度为80cm, DN75布水管在其表面铺设;上行池基质填充高度为80cm, DN75集水管在上行池距表面10cm处铺设,两个管路形成10cm高度差。而DN50排空管在池体底部铺设,通过穿过墙孔,方便水从下行池穿过再到上行池; DN50潮汐管预先铺设在导电层上部,以排空其上部潮汐层的水体。而DN25进水管则与贮水箱连接,控制进入人工湿地的水量。

[0028] 所述的220V电磁阀控制器、第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀,第一

DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵,水泵水压调节器(管道泵自带)和第一DN25Y型过滤器、第二DN25Y型过滤器、通过DN25PVC管道与DN25外丝接头连接,并用PVC胶水固定,避免漏水。第一DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵通过电线,与220V微电脑时控开关和2P 10A空气开关断路器串联,然后并入电路。

[0029] 所述的220V电磁阀控制器、220V微电脑时控开关,分别为市购的控件部分。分别控制第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀和第一DN25280W管道增压泵、第二DN25280W管道增压泵的启动与工作时间,确保第一DN2524V电磁阀、第二DN2524V电磁阀在较小水压(不足0.1Mpa)下,通过水泵增压,仍能够正常启动,从而保证自动进水/出水功能良好运行。而水泵自带的水压调节器,使水泵随电磁阀状态工作,水压不够时,随电磁阀启动补充水压,直到电磁阀关闭而关闭;而在水压足够时,水泵处于待机状态,避免了电力浪费。二者均由各自控制器,精确工作时间,实现人工湿地干湿状态转换。

[0030] 所述的导电层一般选用石墨,铁渣等导电性良好的基质,铺设高度一般为20cm~30cm,其上部铺设潮汐管并与电磁阀链接;而导电层上部基质一般选用砾石,陶粒,火山岩等非导电性基质,铺设高度一般为50cm~60cm,其所含水体通过潮汐管收集并排空。导电层预埋的电极与外部电源连接,下行池连接阳极,上行池链接阴极。

[0031] 本实用新型与现有技术相比,具有以下优点和效果:

[0032] 该装置在垂直流基础上,采用更有利于脱氮除磷的复合垂直流结构;同时加入机电部分自动控制人工湿地进水出水,模拟自然潮汐涨落,实现人工湿地潮汐层干湿状态切换,提高其复氧水平,有利于累积物质的分解,避免堵塞;同时,通过阴阳电机的电解作用,分别在下行池强化富氧效果,在上行池营造更为严格的厌氧环境,使整个系统进入下行池后,沿水流方向,形成好氧-缺氧交替的兼性条件,以此抑制产甲烷菌代谢活动,减少 CH_4 排放;使脱氮反应向有利于一步还原为氮气的反应进行,并减少反硝化中间产物的积累,减少 N_2O 排放。从而在提高脱氮除磷,有机物降解效果同时,减少温室气体排放。

[0033] 具体来说,主要有以下几点:

[0034] 1、复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地采用复合垂直流结构,在已有好氧-兼性-厌氧基础上,进一步提高湿地复氧水平(20%~70%,随干湿间隔时间变化)。

[0035] 2、对于提高脱氮效果(20%~50%,随停留时间变化)。在下行池复氧水平的提高,强化硝化作用,在其表层使更多氨氧化物转化为硝态氮,并在中下部兼性和缺氧条件下,由厌氧氨氧化细菌,厌氧甲烷氧化菌,反硝化细菌被还原为氮气。而没来得及氧化的氨氧化物,继续在下行池底部阳极被转化为硝态氮,并进一步通过厌氧氨氧化反应被还原为氮气。水流进入上行池底部阴极后,由于阴极产氢气,形成更严格的厌氧条件,未被还原的硝态氮通过反硝化细菌,厌氧甲烷氧化菌作用,及上行池中上层被好氧反硝化作用还原为氮气。潮汐层和电解层共同作用,提高了整个系统脱氮效果,并减少此过程 N_2O 的积累。

[0036] 3、对于提高除磷效果(30%~60%,随停留时间变化),根据好氧吸磷,厌氧释磷原理,溶氧量提高,强化上下行池聚磷菌的活性,有利于吸附含磷物质,提高生物除磷效率,降解水体中总磷含量。而对于一般有机物,溶氧量也是限制其降解的关键因素。

[0037] 4、复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地通过提高复氧水平,有利于分解基质中淤积的有机物,减少堵塞,提高人工湿地的渗透率(30%~50%,视堵塞程度而定),从而延长人工湿地服务年限,创造更大的工程与环境价值。

[0038] 5、复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地通过改变其干湿状态,以及提高复氧水平,改变了产甲烷菌正常代谢所需的厌氧生境,抑制产甲烷菌代谢(效果视交替间隔时间而定),可减少其在净化水质过程中产生的甲烷;增加厌氧甲烷氧化菌活性,将其作为碳源将亚硝态氮直接还原为氮气,实现甲烷资源化,达到人工湿地减排的目的。

[0039] 6、对于人工湿地干湿交替条件实现,以往多通过蠕动泵实现,由于蠕动泵处理水量小,且易被砂砾堵塞,故常见用于柱状系统模拟人工湿地干湿交替实验。此技术方法,不仅适用于柱状模拟系统,以及复合垂直潮汐流人工湿地,也适用于各种大规模尺度人工湿地干湿交替实际应用。而微生物电解池净化水质过程中产氧产氢,往往由于收集难度大,这一部分能源并没有充分利用,此技术方法,将下行池底部电解层作为阳极,上行池底部电解层作为阴极,分别产氧产氢,原位利用,分别作为曝气和嗜氢型甲烷反应底物,以及营造更严格厌氧条件作用,进而在下行池中形成好氧-兼性-好氧的环境,在上行池形成有利于厌氧甲烷氧化菌形成的厌氧-缺氧-兼性环境。

[0040] 7、选用惰性电极,在上行池阳极生成氧气,下行池阴极生成氢气,分别形成更富氧和更厌氧的环境,有利于氮素彻底硝化为硝态氮,以及反硝化还原为氮气,提高脱氮效果。此过程中,电极还可以提供电子,强化反硝化过程中间产物 N_2O 的还原,减少其向环境中释放量;以及作为 CO_2 捕获器,通过电极和环境的界面作用,固定 CO_2 ,减少向环境释放的 CO_2 ,从而减少温室气体释放量。

附图说明

[0041] 图1为一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置的结构示意图。

[0042] 图2为一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置电磁阀于水泵接线示意图。

[0043] 其中:1A—第一DN2524V电磁阀、1B—第二DN2524V电磁阀、2A—第一DN25280W 管道增压泵、2B—第二DN25280W管道增压泵、3A—第一DN25Y型过滤器、3B—第二 DN25Y型过滤器、4-DN75集水管、5-DN75布水管、6-DN25进水管、7-2P 10A空气开关断路器、8-220V微电脑时控开关(DeLix KG316T)、9-220V电磁阀控制器(Rain Bird,RZX8-230)、10-DN50排空管,11-2m×1m×1m带贮水箱的复合垂直流人工湿地、12-下行池电解层电极和导电基质、13-上行池电解层电极和导电基质、14-外加电源、15-DN50潮汐管。

具体实施方式

[0044] 实施例1:

[0045] 一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地的方法,其步骤是:

[0046] A.一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地自动控制进出水装置需在湿地建立与(之初)安装,将第一DN2524V电磁阀1A、第二DN2524V电磁阀1B分别接入进水管6和潮汐管15,再用电线与电磁阀控制器连接,通过控制器调节进出水时间。

[0047] B.电磁阀启动需要满足一定的水压(0.04~0.1Mpa),为保证第一DN2524V电磁阀1A能正常启动,进水管6应先接入第一DN25Y型过滤器3A,然后接入第一DN25280W 管道增压泵2A,第一DN25280W管道增压泵2A再接入第一DN2524V电磁阀1A,最后将第一DN2524V电磁阀1A接入进水管。而潮汐管15应先接入第二DN25Y型过滤器3B,并定期清理管道过滤器

(如30天),再依次接入第二DN25280W管道增压泵2B和第二 DN2524V电磁阀1B,第二DN2524V电磁阀1B可直接作为出水口,不再接入管道。

[0048] C. 第一DN25Y型过滤器3A、第二DN25Y型过滤器3B可过滤水中砂砾等杂质,避免水体所含杂质对第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B和第一DN2524V电磁阀1A、第二DN2524V电磁阀1B的损坏,确保水泵叶轮电机正常工作,以及第一DN2524V电磁阀1A、第二DN2524V电磁阀1B正常启动。确保第一DN25Y型过滤器3A、第二DN25Y型过滤器3B,第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B,电磁阀正常安装后,方可通电运行。

[0049] 进水管和潮汐管所述各部分组件连接相同,但两者条件设置不同;

[0050] D. 第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B与微电脑时控开关8连接,再接入空气开关断路器7并入电网,以保证不同工作环境的用电安全。第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B自带水压调节器,以确保第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B只有在电磁阀开启状态下启动,避免第一DN2524V电磁阀1A、第二DN2524V电磁阀1B失灵状态下,增压泵空转烧毁电机。

[0051] E. 对于进水管6,第一DN25280W管道增压泵2A会在水压调节器控制下处于待机状态。根据水流量,计算好工作时间,通过电磁阀控制器开启第一DN2524V电磁阀1A,(2A)DN25280W增压泵会随之自动启动。工作时间结束后,第一DN2524V电磁阀1A关闭,增压泵回到待机状态,管路停止供水。

[0052] F、对于潮汐管15,根据平均出水流量以及湿地水体体积,尽可能精确得出工作时间。电磁阀控制控制第二DN2524V电磁阀1B开闭,而第二DN2524V电磁阀1B在第二 DN25280W管道增压泵2B作用下正常开启,整个湿地潮汐层处于排水状态,为确保湿地干化,第二DN25280W管道增压泵2B可适当比计算的工作时间延长1~2分钟;而由于第二DN2524V电磁阀1B需要在一定水压下工作,其在第二DN25280W管道增压泵 2B停止后会随之关闭,整个湿地潮汐层处于蓄水状态;而电解层一直是饱水态。

[0053] G、复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地潮汐层干湿状态转换,通过机电设备对进水管和潮汐管的控制,实现自动化运行。相比于此运行方式,植物/基质对于人工湿地潮汐层复氧效果影响不大,因而本专利不具体讨论二者类型对其影响,下文中,所述植物默为美人蕉,电解层基质为石墨,潮汐层基质为砾石,而构造为有利于复氧的符合垂直流结构。

[0054] H、需要在湿地建立之初安装的,除了潮汐管,还有电解层与阴阳电极,整个系统根据基质是否导电,分为电解层和潮汐层,电解层为上下行池的底部,通过铺设导电基质和电极,与外部电源连接,称为电解层。一般来说,导电基质可选石墨,铁渣等导电基质,铺设高度20cm-30cm,导电电极选用石墨等惰性电极,预埋在导电基质中间,并与外部电源链接,实现微生物电解反应。整个电解层永远是饱水态,其上铺设不导电基质和潮汐管的部分,称之为潮汐层。

[0055] I、旨在调整湿地潮汐层干湿状态条件,增加电子数量,形成好氧-兼性交替的环境,强化脱氮除磷,以及有机物分解转化,减少温室气体排放,延长人工湿地使用寿命的技术效果。

[0056] 实施例2:

[0057] 一种复合垂直潮汐流微生物电解池耦合人工湿地装置,由第一DN2524V电磁阀1A、第二DN2524V电磁阀1B、第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B、第一DN25Y型过滤器3A、第二DN25Y型过滤器3B、DN75集水管4、DN75布水管5、DN25进水管6、2P10A空气开关断路器7、220V微电脑时控开关8、220V电磁阀控制器9、DN50排空管10、2m×1m×1m带贮水箱的复合垂直人工湿地11、下行池电解层电极和导电基质12、上行池电解层电极和导电基质13、外加电源14、DN50潮汐管15组成。

[0058] 其特征在于:2m×1m×1m复合垂直人工湿地11由下行池、上行池组成,两个独立1m×1m×1m带贮水箱的复合垂直人工湿地11底部开孔,在下行池电解层电极和导电基质12、上行池电解层电极和导电基质13之间串有DN50排空管10,形成一个U型结构;而在其上部铺设潮汐管15。在下行池基质表面装有DN75布水管5,在上行池基质表面下8—12cm装有DN75集水管4,上行池和下行池基质高度一致,通过DN75布水管5和DN75集水管4的高度差,形成表面复氧层。

[0059] 进水管机电安装:进水管6分别与复合垂直人工湿地11、第一DN2524V电磁阀1A相连,第一DN25280W管道增压泵2A分别与第一DN25Y型过滤器3A、第一DN2524V电磁阀1A相连;加上DN25进水管6与第一DN2524V电磁阀1A,形成自动进水系统。进水水流依次流经第一DN25Y型过滤器3A,第一DN25280W管道增压泵2A、第一DN2524V电磁阀1A。

[0060] 潮汐管机电安装:第二DN25280W管道增压泵2B分别与第二DN25Y型过滤器3B、第二DN2524V电磁阀1B相连,第二DN25Y型过滤器3B与DN50潮汐管15相连,其中DN50排空管10先通过50×25转换头与第二DN25Y型过滤器3B连接。潮汐管出水依次流经第二DN25Y型过滤器3B,第二DN25280W管道增压泵2B,第二DN2524V电磁阀1B。三者通过DN25PVC管道连接,形成自动排空系统。

[0061] 微生物电解池系统为:外加电源14分别与上行池电解层电极和导电基质13、下行池电解层电极和导电基质12相连,第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B通过电线先后与220V微电脑时控开关8、2P10A空气开关断路器7串联,并入电路;第一DN2524V电磁阀1A与220V电磁阀控制器9连接并入电路。DN50排空管10依次与第二DN25Y型过滤器3B、第二DN25280W管道增压泵2B、第二DN2524V电磁阀1B相连,其中DN50排空管10先通过50×25转换头与第二DN25Y型过滤器3B连接;第二DN25Y型过滤器3B、第二DN25280W管道增压泵2B、第二DN2524V电磁阀1B通过DN25PVC管道(图中连接线)连接。

[0062] 所述的2m×1m×1m复合垂直人工湿地通过底部排空管联通,在上下行池底部作为电解层铺设导电基质和电极,下行池与阳极连接,上行池与阴极连接;而其上部作为潮汐层,基质选用非导电基质,并在导电基质和非导电基质之间铺设潮汐管。污水进入系统,流经下行池上行池,经历“好氧-兼性-好氧-厌氧-缺氧-兼性”六个阶段,最后由上行池DN75集水管4排出系统。

[0063] 所述的DN75布水管5, DN75集水管4, DN50排空管10, DN50潮汐管15, DN25进水管6均为PVC材质,其中DN25进水管不开孔, DN50排空管, DN50潮汐管, DN75布水管和DN75集水管按梅花布点打孔,小孔均匀布满筒体,其孔径根据需求确定,便于装置透水。一般情况,筒壁均匀间隔0.9~1.1cm开孔,孔径4~8mm;长度根据需求确定,一般为1m~2m。复合潮汐流人工湿地下行池基质填充高度为80cm, DN75布水管在其表面铺设;上行池基质填充高度为80cm, DN75集水管在上行池距表面10cm处铺设,两个管路形成10cm高度差。而DN50排空管在

池体底部铺设,通过穿过墙孔,方便水从下行池穿过再到上行池;DN50潮汐管预先铺设在导电层上部,以排空其上部潮汐层的水体。而DN25进水管则与贮水箱连接,控制进入人工湿地的水量。

[0064] 所述的220V电磁阀控制器9、第一DN2524V电磁阀1A、第二DN2524V电磁阀1B、第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B、水泵水压调节器(管道泵自带)、和第一DN25Y型过滤器3A、第二DN25Y型过滤器3B通过DN25PVC管道与DN25外丝接头连接,并用PVC胶水固定,避免漏水。第一DN25280W管道增压泵2A、第二DN25280W管道增压泵2B通过电线,与220V微电脑时控开关8和2P 10A空气开关断路器7串联,然后并入电路。

[0065] 所述的220V电磁阀控制器9、220V微电脑时控开关8,分别为市购的控件部分。分别控制电磁阀和水泵的启动与工作时间,确保电磁阀在较小水压(不足0.1Mpa)下,通过水泵增压,仍能够正常启动,从而保证自动进水/出水功能良好运行。而水泵自带的水压调节器,使水泵随电磁阀状态工作,水压不够时,随电磁阀启动补充水压,直到电磁阀关闭而关闭;而在水压足够时,水泵处于待机状态,避免了电力浪费。这二者均由各自控制器,精确工作时间,实现人工湿地干湿状态转换。

[0066] 所述的导电层一般选用石墨,铁渣等导电性良好的基质,铺设高度一般为20cm~30cm,其上部铺设潮汐管并与电磁阀链接;而导电层上部基质一般选用砾石,陶粒,火山岩等非导电性基质,铺设高度一般为50cm~60cm,其所含水体通过潮汐管收集并排空。导电层预埋的电极与外部电源连接,下行池连接阳极,上行池链接阴极。

[0067] 实施例3:

[0068] 将实施例2中的装置,按照干湿时间比为A.0h:24h;B.6h:18h;C.12h:12h 分别运行电解层基质填充高度为100cm×100cm×25cm,潮汐层基质填充高度为100cm×100cm×55cm的小试复合潮汐流微生物电解耦合人工湿地,电解层电压为15V,进水水质为COD1500mg/L,TN60mg/L,TP15mg/L,日处理量为800L。运行稳定后进行样品收集分析,监测数据如下:

[0069]

位点	总氮去除率	COD去除率	总磷去除率	溶解氧(mg/L)	孔隙率(%)	过滤速率(cm/s)	温室气体减排
A	平行1	60%	70%	72%	3.0	31.85	0.109
	平行2	62%	71%	73%	2.8	33.42	0.133
	平行3	64%	73%	77%	3.3	38.52	0.142
B	平行1	70%	80%	80%	3.8	41.27	0.176
	平行2	75%	81%	81%	3.7	48.35	0.197
	平行3	76%	85%	87%	4.2	50.54	0.230
C	平行1	79%	88%	88%	4.4	42.63	0.209
	平行2	82%	89%	89%	4.3	48.82	0.242
	平行3	85%	86%	91%	4.6	51.73	0.269

[0070] 根据三套装置堵塞物降解,孔隙率及过滤速率的监测数据(样品为预埋后收集),认为第一套人工湿地表层可能存在堵塞现象,而第一套A是未采用干湿状态切换运行的复合垂直流人工湿地。

[0071] 温室气体减排率,是以A装置(潮汐层和电解层都不允许)为对照,以其排放量为基准1所设定。在此条件下,A装置的温室气体释放量和出水总氮高于BC(高30%~50%),出水

总磷明显高于BC (50%~90%)。说明在干湿条件下运行的复合潮汐流微生物电解池耦合人工湿地 (TF-MEC-IVCW) 出水水质优于非干湿条件和无电解作用下运行的复合潮汐流,对CO₂,CH₄,N₂O等温室气体有减排效果;同时,其溶氧量,孔隙率更大,出现堵塞的可能性低于A装置。说明干湿条件下运行的复合潮汐流人工湿地有更高的复氧水平,净化效果,生态效益;更低堵塞的可能性,能更长久稳定的运行。

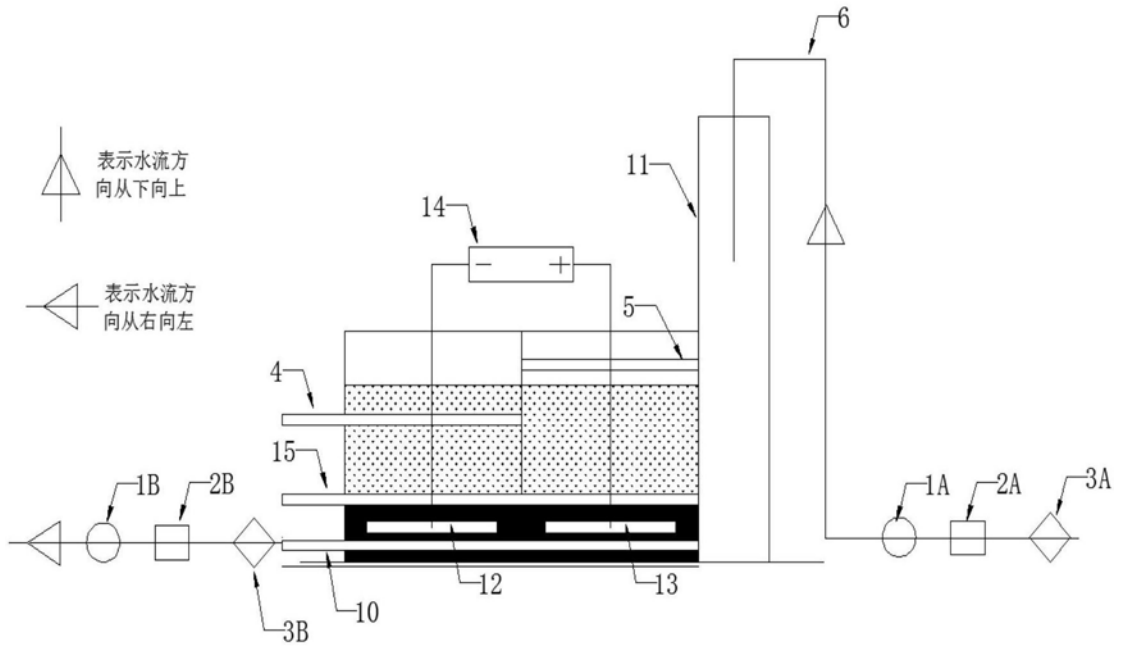


图1

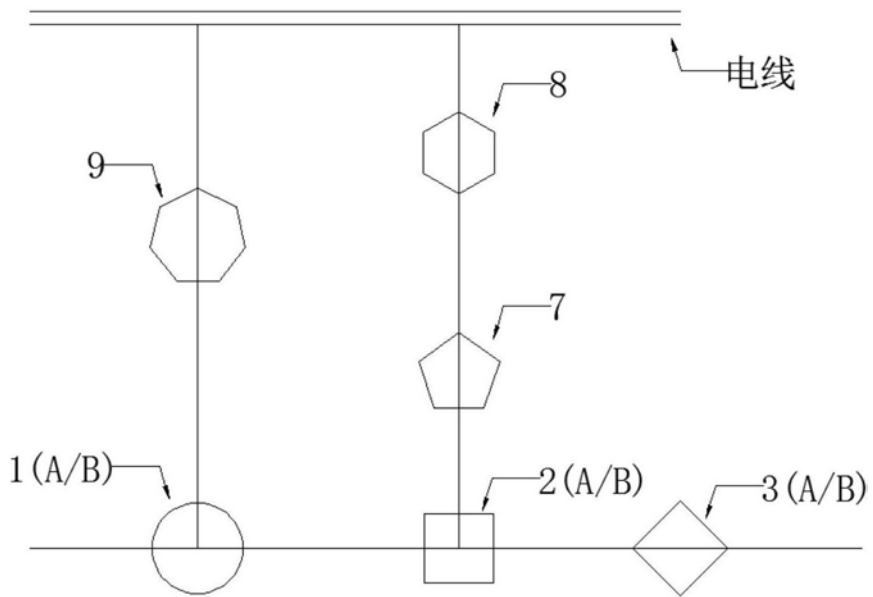


图2