



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 218879655 U

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202223167070.5

C02F 3/32 (2023.01)

(22) 申请日 2022.11.28

A01G 22/00 (2018.01)

A01G 31/02 (2006.01)

(73) 专利权人 浙江清华长三角研究院

A01K 63/00 (2017.01)

地址 314006 浙江省嘉兴市南湖区亚太路  
705号

C02F 1/52 (2023.01)

C02F 1/66 (2023.01)

专利权人 桐乡市水务集团有限公司  
光大水务(桐乡)有限公司

C02F 7/00 (2006.01)

C02F 1/36 (2023.01)

(72) 发明人 沈利清 张捷 朱强 王智勇  
翁利丰 魏捷 陆伟 严芳  
范举红

(74) 专利代理机构 杭州初尘专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 33514

专利代理师 万静

(51) Int. Cl.

C02F 9/00 (2023.01)

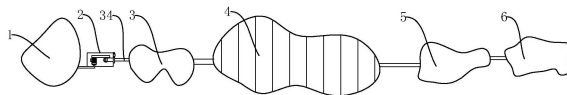
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统,包括:依次连通的前处理塘、沟渠-潜流床交替湿地生态净化区、后处理塘和取水区;沟渠-潜流床交替湿地生态净化区内设有依次连通的进水区、生态净化区和出水区;生态净化区从进水区至出水区由高到低呈现自然坡度,水流在水平方向上呈现平流、潜流交替流动,并从进水区直接穿过生态净化区流至出水区。本实用新型在采用“塘-湿地-塘”的复合净化模式对平原河网微污染水源进行处理的同时,利用“沟渠-潜流式生态净化床”的组合形成深度潜流湿地,抑制藻类在湿地的过度繁殖,处理后的出水,可作为城市供水常备水源或备用水源。



1. 一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,包括:依次连通的前处理塘、沟渠-潜流床交替湿地生态净化区、后处理塘和取水区;所述沟渠-潜流床交替湿地生态净化区内设有依次连通的进水区、生态净化区和出水区;

所述生态净化区从进水区至出水区由高到低呈现自然坡度,水流在水平方向上呈现平流、潜流交替流动,并从进水区直接穿过生态净化区流至出水区;所述生态净化区沿水流方向交替设置有沟渠和潜流生态净化床,沟渠分为深沟渠和浅沟渠,深浅沟渠交替设置;在与水流流向垂直的方向上,沟渠和潜流式生态净化床的两端均设有限制水流出入的堤坝。

2. 如权利要求1所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述前处理塘分为前塘深潭区和前塘浅滩区,前塘深潭区和前塘浅滩区之间的过渡区域设为用于人工增加溶解氧的曝气充氧区。

3. 如权利要求2所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述前塘深潭区与水位提升泵连接,前塘浅滩区与沟渠-潜流床交替湿地生态净化区的进水区连接;所述前塘浅滩区内堆砌有块石和砾石,水下土壤上插有若干根用于固定块石和砾石的限位木桩,水面上种植有浮水植物;在所述前塘浅滩区外周的水下缓坡处放置有强化基底的石灰石。

4. 如权利要求3所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述石灰石填充在石笼网箱内,并将石笼网箱放置于前塘浅滩区外周的水下缓坡处,石笼网箱的厚度为20~30cm,内部的石灰石粒径为6~8cm。

5. 如权利要求1所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述潜流生态净化床由上至下依次设有水生植物种植区、过水区和通气区;水生植物种植区填有透水性的硬质颗粒栽培基质,过水区内填有供水流通过的大颗粒净化床载体;所述通气区内设有若干根用于曝气的通气管路。

6. 如权利要求1所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述沟渠的水面上悬浮有由若干根纵横交错的带孔小管所形成的管网;所述带孔小管的两端密封,管内填充有沉水植物种子和用于种子生长的基质;在前处理塘下游的第一个深沟渠内,所述管网的正下方设有超声波发生管,超声波发生管通过耐腐蚀绳索悬挂于管网下方。

7. 如权利要求1所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述后处理塘分为后塘深潭区和后塘浅滩区;其中,后塘深潭区与所述出水区连通,后塘浅滩区与取水区连通;后塘深潭区内投放有水生动物。

8. 如权利要求7所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述后塘深潭区和后塘浅滩区内均设置潜水丁坝群;所述潜水丁坝群由3~5个潜水丁坝构成,每个潜水丁坝的坝顶长度为区域内水面宽度的10~60%,丁坝截面积为区域内水域面积的10~30%,坝顶淹没于常水位以下10~60cm,坝顶种植有水生植物。

9. 如权利要求1所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,所述生态净化区的水深范围为0.2~3.5m;其中,潜流生态净化床的标高高于常水位范围为0~50cm,深沟渠的水深范围为1.5m~3.5m,浅沟渠的水深范围为0.3m~1.4m;潜流生态净化床内水生植物种植区设于表层下方0~50cm,过水区设于表层下方55~150cm,设于表层下方通气区155~200cm。

10. 如权利要求1所述的仿生态自然塘-湿地复合净化系统,其特征在于,生态净化区

内,浅沟渠水域面积占生态净化区面积的5%~25%,深沟渠水域面积占生态净化区15%~40%,其余比例为潜流生态净化床所占面积。

## 一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及微污染源处理技术领域,尤其涉及一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统。

### 背景技术

[0002] 近年来,中国南方河网地区水环境污染和生态破坏的趋势仍没有得到有效遏制,水源水质恶化已经成为河网地区众多水厂面临的难题。饮用水水质安全保障的关键是水源保护和修复。饮用水源地保护对于减少饮用水处理成本和提高饮用水质量具有至关重要的作用。

[0003] 目前,授权公告号为CN1314601C,名为“分段式自由表面流人工湿地处理方法及系统”的实用新型专利公开了一种采用分段式自由表面流人工湿地净化河网地区富营养化水的面源污染治理方法和系统,其基于植物种类、填料类型、生态链和河床等特征因素的设计,将已有河道改造成分段式自由表面流人工湿地,使地表径流在流入河湖之前通过具有不同污染物去除倾向的自由表面流人工湿地模块,在微生物-填料-水生动物的联合作用下富营养化得到净化。该分段式自由表面流人工湿地不需建设处理构筑物或管网,不影响原有河网地区的泄洪作用,同时水流以重力自流方式流过人工湿地系统,没有动力消耗,适合在在广大河湖周边河网地区推广应用。

[0004] 申请公布号为CN102234165A,名为“一种使用人工湿地净化污水的系统和净化自来水厂污染源水的系统方法”,该方法在自来水厂进水口之前构建规模性的生态型水质净化湿地系统,包括预处理区、水位提升和曝气充氧区、湿地根孔生态净化区、深度净化区、达标引水区等多个功能区,其中在所述湿地根孔生态净化区中通过人工构筑湿地根孔的方法构建人造根孔与自然根孔相结合的净化系统。该方法日处理自来水厂源水20~24万吨,实现了主要水质指标提高一个等级的效果和多个方面的生态服务功能。

[0005] 虽然,上述方法在一定程度上改善了污染源的水质,但是其处理方式仍然停留在传统湿地植物净化去除有机污染、氮、磷等污染物,无法解决湿地带来的藻类过度繁殖,从而导致的异味问题;与此同时,并未考虑湿地对抗生素、卤代物等新型污染物的去除。

### 实用新型内容

[0006] 本实用新型提供了一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统,该复合净化系统不仅能够抑制藻类在湿地的过度繁殖,而且显著提高抗生素、卤代物等新型污染物的去除效果。

[0007] 具体技术方案如下:

[0008] 一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统,包括:依次连通的前处理塘、沟渠-潜流床交替湿地生态净化区、后处理塘和取水区;所述沟渠-潜流床交替湿地生态净化区内设有依次连通的进水区、生态净化区和出水区;

[0009] 所述生态净化区从进水区至出水区由高到低呈现自然坡度,水流在水平方向上呈现平流、潜流交替流动,并从进水区直接穿过生态净化区流至出水区;所述生态净化区沿水

流方向交替设置有沟渠和潜流生态净化床,沟渠分为深沟渠和浅沟渠,深浅沟渠交替设置;在与水流流向垂直的方向上,沟渠和潜流式生态净化床的两端均设有限制水流出入的堤坝。

[0010] 本实用新型在采用“塘-湿地-塘”的复合净化模式对平原河网微污染源进行处理的同时,利用“沟渠-潜流床”的组合形成深度潜流湿地,不仅能够抑制藻类在湿地的过度繁殖,而且显著提高抗生素、卤代物等新型污染物的去除效果。

[0011] 进一步地,前处理塘的上游设有水位提升泵,自然河、湖水源微污染源通过水位提升泵进入前处理塘。所述前处理塘分为前塘深潭区和前塘浅滩区,前塘深潭区和前塘浅滩区之间的过渡区域设为用于人工增加溶解氧的曝气充氧区。

[0012] 进一步地,所述前处理塘分为前塘深潭区和前塘浅滩区,前塘深潭区与所述水位提升泵连接,前塘浅滩区与沟渠-潜流床交替湿地生态净化区的进水区连接。

[0013] 更进一步地,前塘深潭区和前塘浅滩区之间的过渡区域设为用于人工增加溶解氧的曝气充氧区。

[0014] 更进一步地,所述前塘浅滩区内堆积有块石和砾石,水下土壤上插有若干根用于固定块石和砾石的限位木桩,水面上种植有浮水植物;在所述前塘浅滩区外周的水下缓坡处放置有强化基底的石灰石;石灰石缓释的钙离子有助于水中胶粒絮凝,沉淀磷酸盐,从而降浊除磷,并缓冲调节水体pH值,抑制藻类的生长。

[0015] 为了实现更好的水质接触交换效果和防止石块滚落,作为优选,将石灰石填装在石笼网箱内,并将石笼网箱放置于前塘浅滩区外周的水下缓坡处,石笼网箱的厚度为20~30cm,内部的石灰石粒径为6~8cm。

[0016] 作为优选,所述前处理塘上游设有100~1000m长度的前处理河道或前处理渠道;该河道或渠道可以消减微污染源中的悬浮颗粒物及附载的各类污染物。

[0017] 更进一步地,所述前处理塘可以是由多级塘组合而成。

[0018] 进一步地,所述出水区设有与生态净化区内水流末端的浅沟渠连通的出水口。

[0019] 进一步地,潜流生态净化床由上至下依次设有水生植物种植区、过水区和通气区;所述水生植物种植区填有透水性的硬质颗粒栽培基质,过水区内填有供水流通过的大颗粒净化床载体,通气区内设有若干根用于曝气的通气管路。

[0020] 进一步地,所述水生植物种植区填有透水性的硬质颗粒栽培基质,过水区内填有供水流通过的大颗粒净化床载体,通气区内设有若干根用于曝气的通气管路。

[0021] 进一步地,所述沟渠的水面上悬浮有由若干根纵横交错的带孔小管所形成的管网;所述带孔小管的两端密封,管内填装有沉水植物种子和用于种子生长的基质。

[0022] 更进一步地,在前处理塘下游的第一个深沟渠内,所述管网的正下方设有超声波发生管,超声波发生管通过耐腐蚀绳索悬挂于管网下方。

[0023] 进一步地,以沟渠底部至湿地表面的距离作为沟渠深度,所述深沟渠与浅沟渠的深度比为1.0~10:1,宽度比0.5~5.0:1;所述生态净化区内设有护坡对深浅沟渠进行保护。

[0024] 浅沟渠水域面积占生态净化区5%~25%,深沟渠水域面积占生态净化区15%~40%,其余比例为潜流生态净化床所占面积。

[0025] 后处理塘的面积、深度和蓄水量均较大,可用于贮存较多已净化好的原水,满足后续取水或应急备用供水的需求。进一步地,所述后处理塘分为后塘深潭区和后塘浅滩区;其

中,后塘深潭区与所述出水区连通,后塘浅滩区与取水区连通。可以采用多级塘组合的形式。

[0026] 在后塘深潭区可以适当、适量的投放水生动物,如螺蚌、鱼类,投放的鱼类宜以滤食性鱼类为主;边缘浅水区域可适量引种沉水植物;来加强水体循环流动、减少死水区,防控藻类水化爆发。在后塘浅滩区周边的边坡台地和接近出水口的沟通渠道等部位可以铺设鹅卵石或碎石基底,进一步强化后处理塘对水体的净化和对水质的稳定效果。

[0027] 进一步地,所述后塘深潭区和后塘浅滩区内均设置潜水丁坝群;所述潜水丁坝群由3~5个以上的潜水丁坝构成,每个潜水丁坝的坝顶长度为区域内水面宽度的10~60%,丁坝截面积为区域内水域面积的10~30%设计,丁坝的坝顶淹没于常水位以下10~60cm,坝顶种植有常青水生乔木或水生植物。

[0028] 进一步地,所述生态净化区的水深范围为0.2~3.5m;其中,潜流生态净化床的标高高于常水位范围为0~50cm,深沟渠的水深范围为1.5m~3.5m,浅沟渠的水深范围为0.3m~1.4m;潜流生态净化床内水生植物种植区设于表层下方0~50cm,过水区设于表层下方55~150cm,通气区设于表层下方通气区155~200cm。

[0029] 进一步地,所述过水区由下层碎石区和上层鹅卵石区组成;所述水生植物种植区内填有基质,基质上种植有根系发达的水生植物。

[0030] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益效果:

[0031] 本实用新型在采用“塘-湿地-塘”的复合净化模式对平原河网微污染水源进行处理的同时,利用“沟渠-潜流式生态净化床”的组合形成深度潜流湿地,抑制藻类在湿地的过度繁殖,处理后的出水,可作为城市供水常备水源或备用水源,DO值 $\geq 5.0\text{mg/L}$ ,化学需氧量 $\leq 20\text{mg/L}$ ,氨氮 $\leq 4.0\text{mg/L}$ ,总磷 $\leq 0.2\text{mg/L}$ ,藻类计数小于5000万个/升,并对抗生素、卤代物等污染有不同程度的去除效果。

## 附图说明

[0032] 图1为仿生态自然塘-湿地复合净化系统的结构示意图。

[0033] 图2为仿生态自然塘-湿地复合净化系统中沟渠-潜流床交替湿地生态净化区的主视图结构示意图。

[0034] 图3为仿生态自然塘-湿地复合净化系统中沟渠-潜流床交替湿地生态净化区的俯视结构示意图。

[0035] 图4为图2的A处放大图。

[0036] 图5为仿生态自然塘-湿地复合净化系统中前处理塘的主视图结构示意图。

[0037] 图6为仿生态自然塘-湿地复合净化系统中后处理塘的主视图结构示意图。

[0038] 图中,1为自然河、湖水源,2为水位提升泵,3为前处理塘,4为沟渠-潜流床交替湿地生态净化区,5为后处理塘,6为取水区,31为前塘深潭区,32为前塘浅滩区,321为块石,322为砾石,323为限位木桩,324为浮水植物,325为石笼网箱,33为曝气充氧区,34为前处理河道,41为进水区,42为生态净化区,43为出水区,421为沟渠,422为潜流生态净化床,4211为深沟渠,4212为浅沟渠,4221为水生植物种植区,4222为过水区,4223为通气区,423为堤坝,431为出水口,4222-1为下层碎石区,4222-2为上层鹅卵石区,4221-1为基质,4221-2为水生植物,4213为带孔小管,4214为管网,4215为沉水植物种子和用于种子生长的基质,4216为超声波发生管,51为后塘深潭区,52为后塘浅滩区,53为潜水丁坝。

## 具体实施方式

[0039] 下面结合具体实施例对本实用新型作进一步描述,以下列举的仅是本实用新型的具体实施例,但本实用新型的保护范围不仅限于此。

[0040] 下列应用例中涉及的各项指标测定方法,如下:溶解氧含量(DO)采用便携式溶解氧仪、化学需氧量(COD<sub>Cr</sub>)采用重铬酸钾法、高锰酸盐指数(COD<sub>Mn</sub>)采用酸性发、氨氮(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)采用纳氏试剂光度法、总磷(TP)采用钼酸铵分光光度法,藻类计数采用浮游生物定量方法。

[0041] 实施例1仿生态自然塘-湿地复合净化系统

[0042] 如图1~4所示,一种仿生态自然塘-湿地复合净化系统,该系统包括依次连通的自然河、湖水源1、水位提升泵2、前处理塘3、沟渠-潜流床交替湿地生态净化区4、后处理塘5和取水区6。

[0043] 其中,前处理塘3,塘内设有曝气充氧区,可根据湿地空间分布及水质进程变化等,在溶解氧较低、需补充曝气的部位设置曝气充氧区。在曝气充氧区的平台处设置石笼接触过滤系统,成为石笼坝,实现激流增氧,减缓水流,降低浊度,除磷和氨氮,以及吸附置换削弱其他污染因子。石笼坝上端通常露出水面20~50cm,可以设置成多层多排的布设格局。石笼单体外覆石笼格宾网,在石笼网内部装填砾石、沸石、方解石、火山石等常用石料,石料粒径范围为5~10cm。

[0044] 水位提升泵2进水端与自然河、湖水源1连通,出水端与前处理塘3连通,可以将前处理塘3的水位提升,经过曝气充氧后,前处理塘3出水的DO值 $\geq 5.0$ mg/L,可以进而提高水体的自净能力。

[0045] 前处理塘3分为前塘深潭区31和前塘浅滩区32,前塘深潭区31和前塘浅滩区32的过度区域为曝气充氧区33,前塘深潭区31与水位提升泵2连通,前塘浅滩区32与沟渠-潜流床交替湿地生态净化区4的进水区41连接。前塘浅滩区32内堆砌有块石321和砾石322,水下土壤上插有若干根用于固定块石321和砾石322的限位木桩323,水面上种植有浮水植物324;在前塘浅滩区32外周的水下缓坡处放置有强化基底的石灰石324;石灰石缓释的钙离子有助于水中胶粒絮凝,沉淀磷酸盐,从而降浊除磷,并缓冲调节水体pH值,抑制藻类的生长。为了实现更好的水质接触交换效果和防止石块滚落,将石灰石填装在石笼网箱325内,并将石笼网箱325放置于前塘浅滩区32外周的水下缓坡处,石笼网箱的厚度为20~30cm,内部的石灰石粒径为6~8cm。前处理塘3上游设有100~1000m长度的前处理河道33;前处理河道33可以消减微污染源中的悬浮颗粒物及附载的各类污染物。

[0046] 前处理塘3可以是由多级塘组合而成;例如两级依次连通的前处理塘。

[0047] 沟渠-潜流床交替湿地生态净化区4,由依次连通的进水区41、生态净化区42和出水区43的构成,从进水区41至出水区43由高到低呈现自然坡度,水流在水平方向上呈现潜流床流动,并从进水区41直接穿过生态净化区42流至出水区43;生态净化区42沿水流方向交替设置有沟渠421和潜流生态净化床422,沟渠421分为深沟渠4211和浅沟渠4212,深浅沟渠交替设置;潜流生态净化床422由上至下依次设有水生植物种植区4221、过水区4222和通气区4223;过水区4222内填有供水流通过的大颗粒碎石、鹅卵石等净化床载体;通气区4223内设有若干根用于曝气的通气管路;在与水流流向垂直的方向上,沟渠421和潜流生态净化床422的两端均设有限制水流出入的堤坝423;出水区43设有与生态净化区42内水流末端的浅沟渠4212连通的出水口431。过水区4222由下层碎石区4222-1和上层鹅卵石区4222-2组

成;所述水生植物种植区4221内填有透水性的火山岩、瓜子片、陶粒等硬质颗粒构成的基质4221-1,基质4221-1上种植有根系发达的水生植物4221-2。

[0048] 沟渠421的水面上悬浮有由若干根纵横交错的带孔小管4213所形成的管网4214;所述带孔小管的两端密封,管内填装有沉水植物种子和用于种子生长的基质4215。生态净化区内第一组深沟渠内管网4214的正下方设有超声波发生管4216,超声波发生管4216通过耐腐蚀绳索悬挂于管网4214下方。以沟渠底部至湿地表面的距离作为沟渠深度,深沟渠与浅沟渠的深度比为2~10:1,宽度比1.5~5.0:1;生态净化区内设有护坡对深浅沟渠进行保护。

[0049] 浅沟渠水域面积占生态净化区面积的5%~25%,深沟渠水域面积占生态净化区面积的15%~40%,其余比例为潜流生态净化床所占面积。沟渠-潜流床交替湿地生态净化区的水深范围为0.2~3.5m;其中,潜流生态净化床的标高高于常水位0~50cm,深沟渠的水深范围为1.5m~3.5m,浅沟渠的水深范围为0.3m~1.4m;潜流生态净化床内水生植物种植区设于表层下方0~50cm,过水区设于表层下方55~150cm,设于表层下方通气区155~200cm。

[0050] 后处理塘5分为后塘深潭区51和后塘浅滩区52;其中,后塘深潭区51与出水区43连通,后塘浅滩区52与取水区6连通。可以采用多级塘组合的形式。后处理塘的面积、深度和蓄水量均较大,可用于贮存较多已净化好的原水,满足后续取水或应急备用供水的需求。在后塘浅滩区可以适当、适量的投放水生动物,如螺蚌、鱼类,投放的鱼类宜以滤食性鱼类为主;边缘浅水区域可适量引种沉水植物;来加强水体循环流动、减少死水区,防控藻类水化爆发。在后塘浅滩区周边的边坡台地和接近出水口的沟通渠道等部位可以铺设鹅卵石或碎石基底,进一步强化后处理塘对水体的净化和对水质的稳定效果。后塘深潭区与所述出水区连通,后塘浅滩区与取水区连通

[0051] 后塘深潭区51和后塘浅滩区52内均设置潜水丁坝群;潜水丁坝群由3~5个潜水丁坝53构成,每个潜水丁坝的坝顶长度为区域内水面宽度的10~60%,丁坝截面积为区域内水域面积的10~30%设计,丁坝的坝顶淹没于常水位以下10~60cm,坝顶种植有水生植物。

[0052] 应用例1

[0053] 以太湖流域地区的平原河网原水为研究对象,该地区水源的水质为DO为3.0~7.0mg/L,COD为10.0~25.0mg/L,氨氮为0.05~1.53mg/L,总磷为0.11~0.26mg/L;在该区域设置仿生态自然塘-湿地复合净化系统,并采用下列方法处理微污染水源。

[0054] 其中,在取水口出口末端设置前处理塘,在前处理塘末端设置沟渠-潜流床交替湿地生态净化区,在生态净化区末端设置后处理塘,并在后处理塘出水处设置取水区。

[0055] 具体方法为:

[0056] (1) 微污染水源通过水位提升泵进入前处理塘内,再经过前处理塘曝气充氧区充氧后,控制DO值 $\geq 5.0$ mg/L,控制SS值 $\leq 10.0$ mg/L,完成前处理;

[0057] (2) 经步骤(1)前处理后的水源,自流进入到沟渠-潜流生态净化床区,为沟渠和净化床交替设置的湿地生态净化区内,进行中处理;

[0058] (3) 经步骤(2)中处理后的水源进入后处理塘内,控制DO值 $\geq 5.0$ mg/L,藻类计数小于5000万个/升,经后处理,出水流入取水区内,得到净化后的水源。

[0059] 结果:经过约4~9d时间的处理后,出水水质指标达到以《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水质指标为主,并抑制了藻类的生长繁殖。

[0060] 表1-1应用例1的进水水质

进水								
时间 (d)	浑浊度	溶解氧 (mg/ L)	高锰酸 盐指数 (mg/L)	化学需 氧量 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总氮 (mg/L )	总磷 (mg/L)	藻类计数 万个/升
1	29.00	2.86	3.88	19.62	0.58	2.27	0.20	242
2	39.80	3.91	4.08	20.95	0.87	1.82	0.22	274
3	34.20	3.33	4.16	21.13	0.71	2.06	0.15	273
4	49.70	4.82	3.91	19.97	0.82	2.16	0.19	339
5	57.50	5.91	4.57	23.44	0.87	2.09	0.23	277
6	52.70	4.18	4.77	24.44	0.83	2.22	0.25	276
7	41.20	4.87	4.28	21.61	0.49	2.15	0.16	213
8	42.10	3.78	4.44	22.50	0.70	2.59	0.17	239
9	42.80	4.95	4.80	24.45	0.75	2.42	0.23	236
10	40.90	4.22	4.64	23.54	0.72	2.45	0.22	172
11	39.50	4.22	4.08	20.77	0.55	2.38	0.17	206
12	31.10	5.35	4.20	21.30	0.44	2.22	0.17	274
13	43.20	4.36	4.44	22.51	0.47	2.43	0.18	238
14	43.20	4.63	4.36	22.20	0.68	2.26	0.26	204
15	44.70	5.11	4.36	22.32	0.90	2.43	0.21	271
16	45.80	4.49	4.16	21.32	0.92	2.54	0.18	239
17	41.80	3.65	4.16	21.38	0.94	2.41	0.25	239
18	41.50	4.05	4.16	21.21	0.67	2.59	0.21	172
19	42.40	4.69	4.65	23.72	0.81	2.46	0.23	107
20	38.20	5.06	4.52	23.02	0.66	2.44	0.21	174
21	43.30	5.15	4.77	24.27	0.66	2.08	0.19	107
22	35.40	4.76	4.32	21.90	0.56	1.96	0.20	205
23	30.90	4.49	4.28	21.70	0.60	2.15	0.18	107
24	32.50	4.20	4.00	20.49	0.81	2.56	0.18	140
25	25.90	5.71	3.84	19.78	0.90	2.71	0.15	107

[0061]

[0062]

26	34.30	4.84	5.01	25.64	0.91	2.51	0.21	171
27	35.30	4.24	4.48	22.86	0.62	2.76	0.19	139
28	37.80	4.18	4.20	21.63	0.95	2.63	0.16	108
29	36.90	3.51	4.16	21.50	0.90	2.65	0.19	107
30	32.10	3.47	4.64	24.10	1.16	2.95	0.19	110

[0063] 表1-2应用例1的出水水质

[0064]

出水								
时间 (d)	浑浊度	溶解氧 (mg/L)	高锰酸盐 指数 (mg/L)	化学需氧 量(mg/L)	氨氮 (mg/L)	总氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	藻类计数 万个/升
1	9.11	3.65	4.36	17.57	0.07	0.93	0.06	68.0
2	8.94	3.70	4.24	17.11	0.06	1.00	0.07	36.0
3	9.40	3.85	4.02	16.24	0.05	1.03	0.08	44.0
4	7.09	3.20	4.36	17.58	0.05	0.93	0.07	40.0
5	6.05	4.98	4.16	16.71	0.06	0.90	0.07	52.0
6	16.80	4.88	3.86	15.61	0.05	0.93	0.07	56.0
7	8.26	5.02	3.88	15.59	0.06	0.95	0.06	48.0
8	8.98	5.05	3.68	14.82	0.05	1.00	0.05	32.0
9	6.71	5.67	3.88	15.60	0.04	1.03	0.06	36.0
10	6.56	5.71	3.96	15.94	0.04	1.00	0.07	40.0
11	5.10	5.60	3.84	15.44	0.06	0.98	0.06	52.0
12	6.55	4.99	3.56	14.31	0.07	0.98	0.07	48.0
13	6.73	5.05	3.76	15.12	0.06	1.03	0.06	40.0
14	7.73	4.12	3.60	14.47	0.07	1.03	0.05	32.0
15	7.40	4.70	3.20	12.89	0.05	1.00	0.06	36.0
16	8.89	4.80	3.68	14.80	0.09	1.03	0.08	32.0
17	8.64	4.85	3.52	14.16	0.05	0.95	0.07	40.0
18	7.90	5.06	3.68	14.79	0.09	0.88	0.07	36.0

[0065]

19	8.54	6.16	3.67	14.73	0.10	0.95	0.04	32.0
20	9.56	6.03	3.64	14.66	0.09	0.90	0.06	64.0
21	8.04	6.19	3.95	15.87	0.25	1.00	0.06	44.0
22	10.00	6.25	3.47	13.93	0.16	1.15	0.06	32.0
23	7.99	5.33	3.68	14.78	0.10	1.20	0.04	40.0
24	9.52	5.52	3.60	14.48	0.13	0.93	0.06	32.0
25	8.32	5.42	3.76	15.10	0.14	1.10	0.06	44.0
26	7.43	5.49	3.55	14.28	0.24	1.15	0.06	40.0
27	8.22	5.55	3.76	15.09	0.13	1.20	0.07	40.0
28	8.60	4.84	3.59	14.42	0.04	1.38	0.07	52.0
29	8.36	4.90	3.66	14.69	0.05	1.00	0.06	36.0
30	7.79	4.56	3.76	15.09	0.05	1.03	0.05	32.0

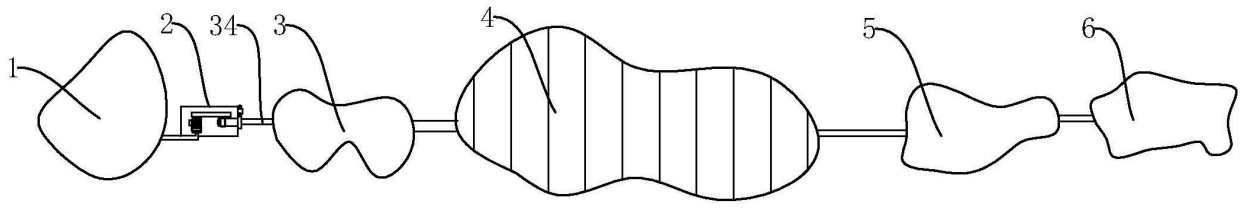


图1

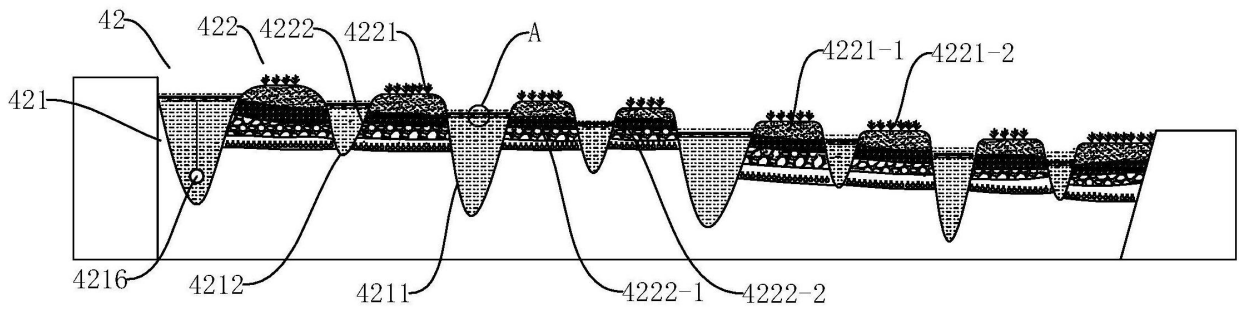


图2

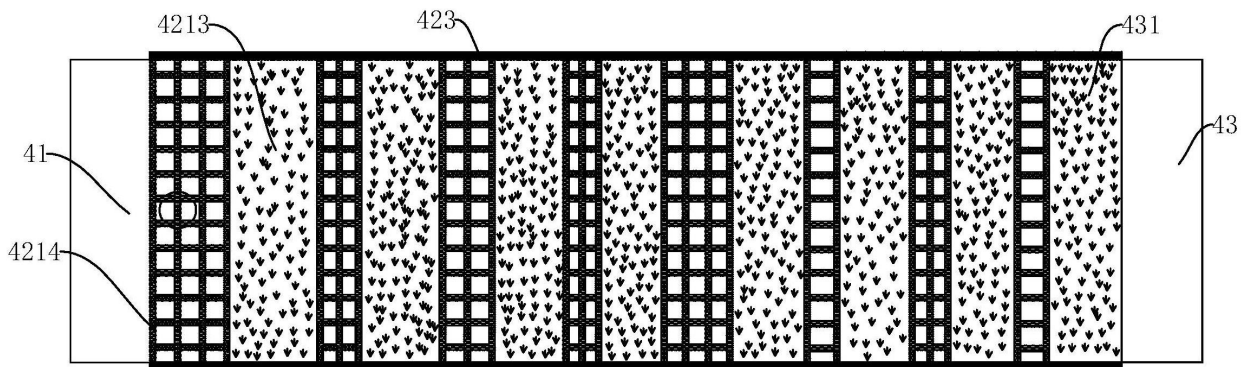


图3

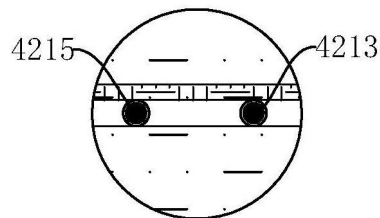


图4

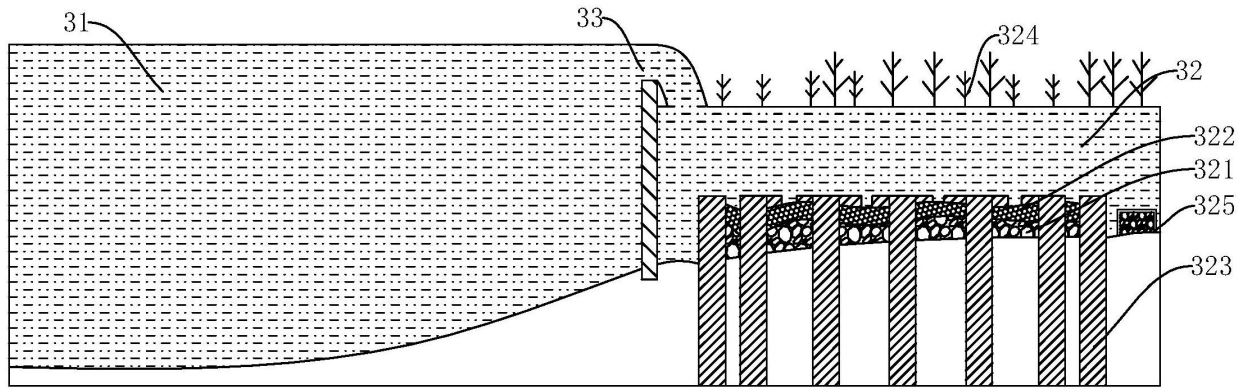


图5

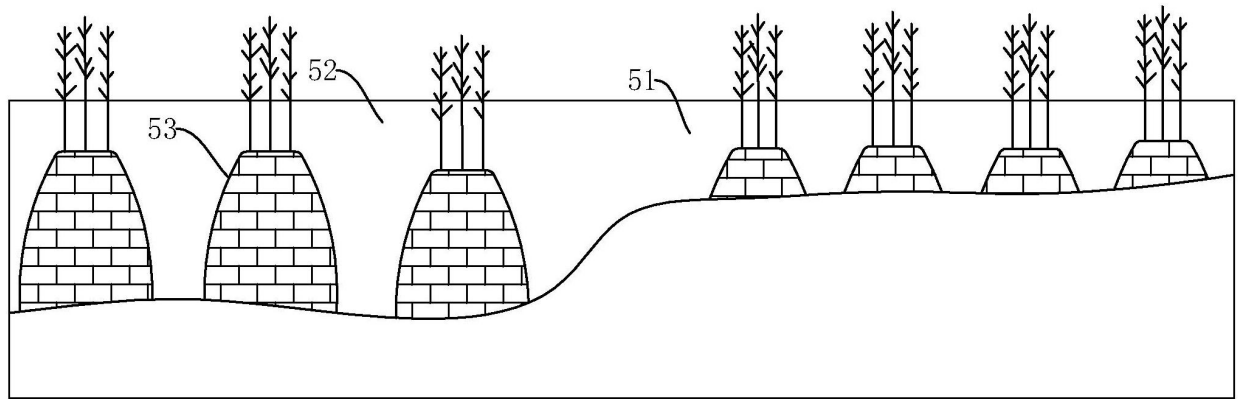


图6