



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104944590 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201510358513. 4

(22) 申请日 2015. 06. 24

(71) 申请人 浙江海洋学院

地址 316022 浙江省舟山市定海区临城街道  
海大南路1号

(72) 发明人 刘艳萍 刘先勇 陈庆国 穆军

(74) 专利代理机构 北京世誉鑫诚专利代理事务  
所(普通合伙) 11368

代理人 孙国栋

(51) Int. Cl.

C02F 3/32(2006. 01)

C02F 3/30(2006. 01)

C02F 3/34(2006. 01)

C02F 9/14(2006. 01)

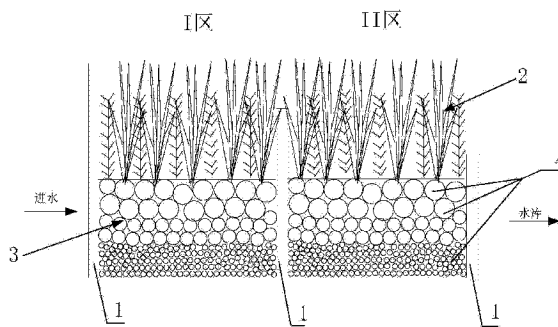
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种处理农村面源污水的多层阶梯渗流渠及其面源污水处理工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种农村面源污水处理多层阶梯渗流渠及其面源污水处理工艺,该多层阶梯渗流渠包括格栅和设置在相邻格栅之间的生态沟渠,格栅为间隔设置的多层带孔墙体且沿水流方向带孔墙体高度和孔径依次递减,生态沟渠包括上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元,上层生物膜处理单元包括至少一种生物膜载体,下层生物膜处理单元包括至少一种生态滤料;该多层阶梯渗流渠的设计结构及处理工艺使面源污水在进入水坝之前的流向、纵深方向和沿渠道方向呈现三维化面源污水处理趋势,同时具有处理效率高和占地面积小、造价低廉的特点以及水利和生态景观价值。



1. 一种农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,包括格栅和设置在相邻格栅之间的生态沟渠,其特征在于,所述格栅为间隔设置的至少三层带孔墙体(1)且沿水流方向所述带孔墙体(1)高度和孔径依次递减,所述生态沟渠包括上层生物膜处理单元(2)和下层生物膜处理单元(3),所述上层生物膜处理单元(2)包括至少一种生物膜载体,所述下层生物膜处理单元(3)包括至少一种生态滤料。

2. 根据权利要求1所述的农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,其特征在于,所述下层生物膜处理单元(3)包括多层生态滤料(4)且多层滤料按从上至下粒径逐渐减小的顺序设置,所述生态滤料为生态砾石或者生态混凝土。

3. 根据权利要求2所述的农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,其特征在于,所述上层生物膜处理单元(2)的生物膜载体为纤维草填料、挺水植物中的至少一种,所述生物膜载体种植在所述生态滤料上表面。

4. 根据权利要求3所述的农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,其特征在于,所述带孔墙体(1)为三层,所述带孔墙体(1)由穿孔花墙、开孔砖或渗流墙形成。

5. 根据权利要求4所述的农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,其特征在于,所述生态沟渠还包括至少一个氮磷过滤箱,所述氮磷过滤箱设置在所述生态沟渠的所述带孔墙体(1)的边壁处。

6. 根据权利要求5所述的农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,其特征在于,所述氮磷过滤箱为金属土工格网箱,所述金属土工格网箱内填充有质量比1:1:1的钢渣、蛭石和粉煤灰的混合物。

7. 一种根据权利要求6所述的农村面源污水处理多层阶梯渗流渠的农村面源污水处理工艺,其特征在于,所述处理工艺包括如下步骤:

(i) 汇集面源污水并通过第一道带孔墙体对面源污水中的大粒径的碎石和泥沙进行拦截,去除碎石和泥沙的面源污水流入生态沟渠 I 区;

(ii) 所述生态沟渠 I 区包括上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元,面源污水通过所述上层生物膜处理单元中种植的纤维草填料和/或挺水植物进行拦挡和黏滞,面源污水流动缓慢和均匀,挺水植物和依附其生长的根际生物圈通过根系吸附、协同作用吸附水中的含氮污染物和部分含磷污染物,并分别通过硝化反应、反硝化反应、吸磷释磷反应转化为氮气和有机磷完成去除,与此同时,部分面源污水自然沉降并下渗进入所述下层生物膜处理单元中的生态砾石和/或者生态混凝土的间隙,污水中的悬浮物、有机污染物、寄生虫卵等沉淀、凝聚在间隙处或渠底,间隙处或渠底的活性菌胶团、水栖微生物吸附悬浮物、有机污染物并通过新陈代谢将有机污染物吸收、转化;

(iii) 对经生态沟渠 I 区处理过的面源污水通过第二道带孔墙体进行小粒径泥沙和悬浮物的过滤,去除泥沙和悬浮物的面源污水流入生态沟渠 II 区;

(iv) 所述生态沟渠 II 区包括与所述生态沟渠 I 区相同的上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元,对流入生态沟渠 II 区的面源污水进行第二次处理;

(v) 经生态沟渠 II 区第二次处理的面源污水通过第三道带孔墙体渗流排入进入水库中。

## 一种处理农村面源污水的多层阶梯渗流渠及其面源污水处理工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及农业水土工程和污水处理技术领域,具体而言,涉及一种处理农村面源污水的多层阶梯渗流渠及面源污水处理工艺。

### 背景技术

[0002] 水环境质量恶化态势的加剧,对污水处理率及处理程度提出了更高的标准;与此同时,随着城市化进程的加快,对污水处理程度、处理设施的用地、及其建成后对周边环境的不利影响都提出了更为严格的要求。

[0003] 其中,面源污水其具有排放分散、总量巨大、情况复杂的典型特点。在大量的研究和试点中,面源污水收集技术主要包括硬化沟渠、生态草沟和其他沟渠管路;面源污水处理工艺则包括生态塘、人工湿地、土地渗滤、生态滴滤和生态沟渠等;氮磷拦截方面则扩展出生态透水坝和前置库等技术。这些技术共同构成了我国的面源污水控制技术体系。

[0004] 在现有面源污水防治技术中,生态塘和人工湿地处理效率较高但占地面积较大,且对氮、磷拦截能力不突出,造价相对较高;土地渗滤技术处理能力虽然较强,氮磷拦截效果出色但易堵塞且寿命短;生物滴滤效果优良但是建设耗资大、运行成本高,性价低,不适宜推广;而生态沟渠不仅具有处理效率高和占地面积小、造价低廉的特点,还兼具水利和生态景观价值,相对于其他技术具有良好的拓展和研究前景。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种有效处理面源水污染的的面源水污染处理工艺。

[0006] 本发明的另一个目的是提供一种不仅具有处理效率高和占地面积小、造价低廉的特点,还兼具水利和生态景观价值的农村面源污水处理多层阶梯渗流渠。

[0007] 为此,本发明的技术方案如下:

[0008] 一种农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,包括格栅和设置在相邻格栅之间的生态沟渠,所述格栅为间隔设置的多层带孔墙体且沿水流方向所述带孔墙体高度和孔径依次递减,所述生态沟渠包括上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元,所述上层生物膜处理单元包括至少一种生物膜载体,所述下层生物膜处理单元包括至少一种生态滤料。

[0009] 所述下层生物膜处理单元包括多层生态滤料且多层滤料按从上至下粒径逐渐减小的顺序设置,所述生态滤料为生态砾石或者生态混凝土。

[0010] 所述下层生物膜处理系统是通过开挖基坑,放入生态砾石或者生态混凝土,作为生物膜附着的载体。对汇集的面源污水中的氮磷以及有机物进行预处理。

[0011] 所述上层生物膜处理单元的生物膜载体为纤维草填料、挺水植物中的至少一种,所述生物膜载体种植在所述生态滤料上表面。

[0012] 所述上层生物膜处理单元优选为纤维草填料和挺水植物组合。初始流入生态沟渠的面源污水中,氮磷以较高浓度的有机态形式存在,挺水植物和依附其生长的根际生物圈

则通过根系吸附、协同作用吸附水中的含氮污染物和部分含磷污染物，并分别通过硝化反应、反硝化反应、吸磷释磷反应转化为氮气和有机磷完成去除。

[0013] 所述挺水植物包括但不限于美人蕉、芦苇或菖蒲等大型挺水植物。

[0014] 所述带孔墙体至少为三层，所述带孔墙体由穿孔花墙、开孔砖或渗流墙形成。所述首层带孔墙体用于拦截大粒径碎石和泥沙，中间的带孔墙体用于拦截小粒径悬浮物、泥沙和有机物质，最后一层带孔墙体用于渗流和再过滤，水流速度减慢，使生态渠蓄水。多层带孔墙体的孔径依次递减形成多道拦截的同时生态渠道内密植型大型挺水植物墙和 / 或纤维草填料相当于又增加两道防护林，有效防治水土泥沙流失。

[0015] 所述生态沟渠还包括氮磷过滤箱，所述氮磷过滤箱设置在所述带孔墙体的边壁处。所述氮磷过滤箱为内部填充有质量比 1:1:1 的钢渣、蛭石和粉煤灰的混合物的金属土工格网箱。首先通过钢渣、蛭石和粉煤灰的多孔结构吸附污水中的小颗粒污染物，再通过混合物中大量的氧化钙、氧化铝和氧化铁等活性成分快速完成强化除磷的化学过程，当附饱和后，过滤箱仍可作为生物滤料通过微生物附着完成污水黏滞和处理，同时表面沉积大量磷化物有助于生物稳定生长和繁盛。

[0016] 该层阶梯渗流渠的农村面源污水处理工艺包括如下步骤：

[0017] (i) 汇集面源污水并通过第一道带孔墙体对面源污水中的大粒径的碎石和泥沙进行拦截，去除碎石和泥沙的面源污水流入生态沟渠 I 区；

[0018] (ii) 所述生态沟渠 I 区包括上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元，面源污水通过所述上层生物膜处理单元中种植的纤维草填料和 / 或挺水植物进行拦挡和黏滞，面源污水流动缓慢和均匀，挺水植物和依附其生长的根际生物圈通过根系吸附、协同作用吸附水中的含氮污染物和部分含磷污染物，并分别通过硝化反应、反硝化反应、吸磷释磷反应转化为氮气和有机磷完成去除，与此同时，部分面源污水自然沉降并下渗进入所述下层生物膜处理单元中的生态砾石和 / 或者生态混凝土的间隙，污水中的悬浮物、有机污染物、寄生虫卵等沉淀、凝聚在间隙处或渠底，间隙处或渠底的活性菌胶团、水栖微生物吸附悬浮物、有机污染物并通过新陈代谢将有机污染物吸收、转化；

[0019] (iii) 对经生态沟渠 I 区处理过的面源污水通过第二道带孔墙体进行小粒径泥沙和悬浮物的过滤，去除泥沙和悬浮物的面源污水流入生态沟渠 II 区；

[0020] (iv) 所述生态沟渠 II 区包括与所述生态沟渠 I 区相同的上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元，对流入生态沟渠 II 区的面源污水进行第二次处理；

[0021] (v) 经生态沟渠 II 区第二次处理的面源污水通过第三道带孔墙体渗流排入进入水库中

[0022] 与现有技术相比，该处理农村面源污水的多层阶梯渗流渠及其面源污水处理工艺：

[0023] (1) 通过带孔墙体高度依次阶梯状递减，产生不同梯度的水跃，增强系统抗冲击负荷能力，对于暴雨期可以保证后续工艺；而所述带孔墙体孔径依次递减形成对悬浮物和泥沙的多道拦截，有效防治水土泥沙流失；

[0024] (2) 通过生态沟渠内的上层生物膜系统和下层生物膜系统同步对初期有机态高浓度氮磷进行及时的植物吸收和降解，氮磷过滤箱有效对未吸收的氮磷进行再吸收，同时表面沉积大量磷化物有助于生物稳定生长和繁盛。

[0025] 综上所述,该农村面源污水处理多层阶梯渗流渠及其处理工艺同时具有处理效率高和占地面积小、造价低廉的特点以及水利和生态景观价值。

## 附图说明

[0026] 图 1 是本发明农村面源污水处理多层阶梯渗流渠的结构示意图。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0028] 如图 1 所示,该农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,包括格栅和设置在相邻格栅之间的生态沟渠,所述格栅为间隔设置的多层带孔墙体且沿水流方向所述带孔墙体高度和孔径依次递减,所述生态沟渠包括上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元,所述上层生物膜处理单元包括至少一种生物膜载体,所述下层生物膜处理单元包括至少一种生态滤料。所述下层生物膜处理单元包括多层生态滤料且多层滤料按从上至下粒径逐渐减小的顺序设置,所述生态滤料为生态砾石或者生态混凝土;所述上层生物膜处理单元的生物膜载体为纤维草填料、挺水植物中的至少一种,所述生物膜载体种植在所述生态滤料上表面;所述带孔墙体由穿孔花墙、开孔砖或渗流墙形成。

[0029] 该农村面源污水处理涉及的处理工艺,包括如下步骤:

[0030] (i) 汇集面源污水并通过第一道带孔墙体对面源污水中的大粒径的碎石和泥沙进行拦截,去除碎石和泥沙的面源污水流入生态沟渠 I 区;

[0031] (ii) 所述生态沟渠 I 区包括上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元,面源污水通过所述上层生物膜处理单元中种植纤维草填料和 / 或挺水植物进行拦挡和黏滞,面源污水流动缓慢和均匀,挺水植物和依附其生长的根际生物圈通过根系吸附、协同作用吸附水中的含氮污染物和部分含磷污染物,并分别通过硝化反应、反硝化反应、吸磷释磷反应转化为氮气和有机磷完成去除,与此同时,部分面源污水自然沉降并下渗进入所述下层生物膜处理单元中的生态砾石和 / 或者生态混凝土的间隙,污水中的悬浮物、有机污染物、寄生虫卵等沉淀、凝聚在间隙处或渠底,间隙处或渠底的活性菌胶团、水栖微生物吸附悬浮物、有机污染物并通过新陈代谢将有机污染物吸收、转化;

[0032] (iii) 对经生态沟渠 I 区处理过的面源污水通过第二道带孔墙体进行小粒径泥沙和悬浮物的过滤,去除泥沙和悬浮物的面源污水流入生态沟渠 II 区;

[0033] (iv) 所述生态沟渠 II 区包括与所述生态沟渠 I 区相同的上层生物膜处理单元和下层生物膜处理单元,对流入生态沟渠 II 区的面源污水进行第二次处理;

[0034] (v) 经生态沟渠 II 区第二次处理的面源污水通过第三道带孔墙体渗流排入进入水库中

[0035] 以下为该农村面源污水处理多层阶梯渗流渠的一个具体实施方案:

[0036] 一种农村面源污水处理多层阶梯渗流渠,包括间隔设置的三层带孔墙体 1 和设置在相邻带孔墙体 1 之间的两个生态沟渠,沿水流方向所述带孔墙体 1 高度依次为 0.7m、0.5m 和 0.3m,形成阶梯状递减趋势,以产生不同梯度的水跃;所述三层带孔墙体 1 依次采用穿孔花墙、开孔砖和渗流墙砌成且所述三层带孔墙体 1 的孔径依次递减,分别用于拦截大粒径

碎石和泥沙、过滤小粒径悬浮物和泥沙,以及小流速渗流以在生态沟渠进行蓄水;所述邻带孔墙体 1 之间的距离为 0.5 ~ 1m。

[0037] 所述生态沟渠包括上层生物膜处理单元 2 和下层生物膜处理单元 3。其中,所述下层生物膜处理系统是通过开挖基坑,放入生态砾石或者生态混凝土,作为生物膜附着的载体,所述生态砾石和 / 或者生态混凝土按从上至下粒径逐渐减小的顺序填充而成三层滤料,即生态砾石或者生态混凝土,且该三层滤料的粒径从上至下由 15mm 减小至 3mm。

[0038] 所述上层生物膜处理单元 2 由纤维草填料和挺水植物构成生物膜载体,所述生物膜载体种植在所述生态滤料上表面,其中,挺水植物包括芦苇、菖蒲、美人蕉等及当地土著植物,选种时尽量增加土著植物比例以避免破坏当地现有生态平衡,种植比例根据当地条件确定。

[0039] 在所述生态沟渠带孔墙体 1 的边壁处设置有氮磷过滤箱,所述氮磷过滤箱尺寸为 0.5m×0.5m×0.3m 的长方体结构。所述氮磷过滤箱为具有金属土工格网的箱体,其内部可填充有 174kg 质量比为 1:1:1 的钢渣、蛭石和混凝土的混合物。当所述钢渣、蛭石和混凝土的混合物达到吸附饱和量后应立即更换过滤箱,亦可使其沉滞水中作为生态填料作为微生物培养基使用。

[0040] 该农村面源污水处理多层阶梯渗流渠的污水处理原理:

[0041] 沿水流方向,即自面源污水流入至流入水坝方向,所述带孔墙体的高度依次阶梯状递减,对于大雨时候起到消能作用,首层带孔墙体用于拦截大粒径碎石和泥沙,中间的带孔墙体用于拦截小粒径悬浮物、泥沙和有机物质,最后一层带孔墙体用于渗流和再过滤,水流速度减慢,使生态渠大雨期间可以储备一些雨水,减轻后续工艺,特别是人工湿地工艺的水质水量冲击负荷;所述上层生物膜处理单元优选为纤维草填料和挺水植物组合。初始流入生态沟渠的面源污水中,氮磷以较高浓度的有机态形式存在,挺水植物和依附其生长的根际生物圈则通过根系吸附、协同作用吸附水中的含氮污染物和部分含磷污染物,并分别通过硝化反应、反硝化反应、吸磷释磷反应转化为氮气和有机磷完成去除;同时部分面源污水自然沉降并下渗进入所述下层生物膜处理单元中的生态砾石和 / 或者生态混凝土的间隙,污水中的悬浮物、有机污染物、寄生虫卵等沉淀、凝聚在间隙处或渠底,间隙处或渠底的活性菌胶团、水栖微生物吸附悬浮物、有机污染物并通过新陈代谢将有机污染物吸收、转化,可见,多层带孔墙体的孔径依次递减形成多道拦截,同时生态渠道内密植型大型挺水植物墙和 / 或纤维草填料相当于又增加两道防护林,有效防治水土泥沙流失。此外,设置在所述带孔墙体的边壁处的氮磷过滤箱内部填充有质量比 1:1:1 的钢渣、蛭石和粉煤灰的混合物,首先通过钢渣、蛭石和粉煤灰的混合物的多孔结构吸附污水中的小颗粒污染物,再通过其中钢渣中大量的氧化钙、氧化铝和氧化铁(等活性成分快速与污水中的无极磷形成羟基磷酸钙等稳定的磷化物并沉积于钢渣表面,仅需 15min 即可完成强化除磷的化学过程,在钢渣吸附饱和后,过滤箱仍旧保有较大的比表面积和多孔结构,仍可作为生物滤料通过微生物附着完成污水黏滞和处理,同时表面沉积大量磷化物有助于生物稳定生长和繁盛。

[0042] 该多层阶梯渗流渠的设计结构使面源污水在进入水坝之前的流向呈现三维化趋势:在径流方向上,经过多层带孔墙体的拦截、过滤、渗透,以及渠内密植植物形成的墙,仍可以保持一定的渗水量,该水流经过预处理,进入水库,对水体的影响可以接受;在纵深方向上,部分面源污水下渗进入生态砾石或者生态混凝土生物膜填料区中,被微生物降解;沿

渠道方向,还未处理的部分污水汇集经过密植植物墙和纤维草填料区,密植植物墙和纤维草填料区对水中有机态氮磷进行继续降解。因此,该多层阶梯渗流渠的流态三维化趋势特点大大增强渠道自身的抗冲击负荷能力,且无论是小水量,还是暴雨期都具有优势。

[0043] 综上所述,本发明的内容并不局限在上述的实施例中,本领域的技术人员可以在本发明的技术指导思想之内提出其他的实施例,但这种实施例都包括在本发明的范围之内。

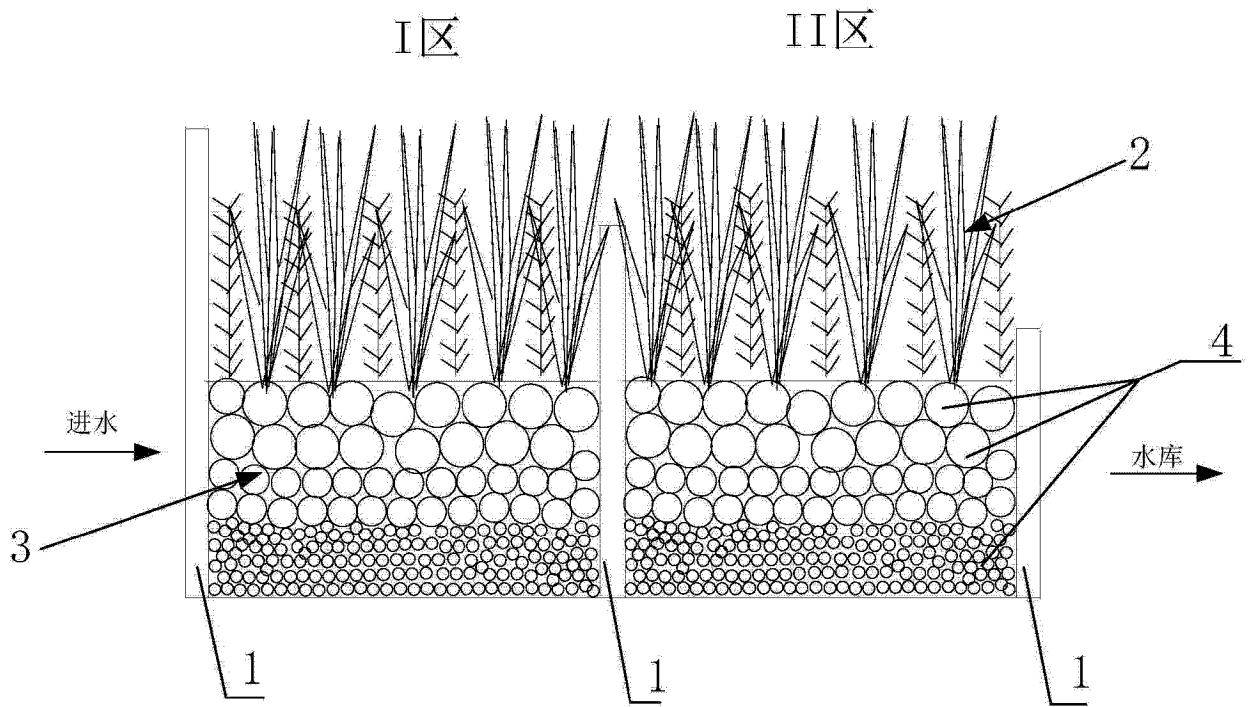


图 1