



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109231464 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(21)申请号 201811090868.X

(22)申请日 2018.09.19

(71)申请人 河海大学

地址 211100 江苏省南京市江宁区佛城西路8号

(72)发明人 沈晓笑 马吴成 邵孝侯

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 曹翠珍

(51)Int.Cl.

C02F 3/32(2006.01)

C02F 3/30(2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统及其方法

(57)摘要

本发明公开了一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统及其方法,该系统包括依次连接的农田、S型反硝化净化系统、生态沟和梯级硝化系统。S型模块反硝化净化系统包括侧面挡板以及由中间隔板分隔成的反硝化净化区;生态沟包括植物净化区和端部设置的调节堰板;梯级硝化净化系统包括固定堰板和可更换堰板分隔的硝化净化区。农田排放含氮污水在梯级硝化净化系统将氨氮转化成硝酸盐氮和亚硝酸盐氮,在S型模块反硝化净化系统中将硝酸盐氮和亚硝酸盐氮转化成氮气。S型模块反硝化净化系统的数量和可更换堰板的数量可调。本发明因地制宜实现原位高效脱氮净化、稳定性高、运行灵活、投资少、运行成本低;工艺操作简单、生态环境效益好。



1. 一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,其特征在于,包括依次连接的农田、S型模块反硝化净化系统、生态沟和梯级硝化净化系统,梯级硝化净化系统的输出端经回流管道与S型模块反硝化净化系统的输入端连接;

其中S型模块反硝化净化系统包括侧面挡板、中间隔板和反硝化净化区;侧面挡板围成截面为S型的模块反硝化净化系统,多块中间隔板分割S型模块反硝化净化系统成多个反硝化净化区;S型模块反硝化净化系统包括垂直农田方向和顺水流方向两部分,截面呈“L”型,其中垂直农田1方向和顺水流方向长度比例1:1;

生态沟包括植物净化区和调节堰板,生态沟末端设置调节堰板,调节堰板宽度同植物净化区;植物净化区边坡种植挺水植物;

梯级硝化系统包括硝化净化区、固定堰板、可更换堰板;固定堰板将梯级硝化系统分隔为多个硝化净化区;梯级硝化系统的断面直径小于生态沟的断面直径。

2. 权利要求1所述的一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,其特征在于,S型模块反硝化净化系统的侧面挡板和中间隔板材质为原木木材,板厚8mm~12mm,中间隔板间隔0.6~0.8m,高度0.3~0.6m。

3. 权利要求1所述的一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,其特征在于S型模块反硝化净化系统的数量根据不同灌溉期总氮浓度设置,当 $TN < 25\text{mg/L}$ 时,采用S型模块反硝化净化系统1组; $25\text{mg/L} \leq TN < 35\text{mg/L}$,采用S型模块反硝化净化系统共2组; $35\text{mg/L} \leq TN < 40\text{mg/L}$,采用S型模块反硝化净化系统共3组; $TN \geq 40\text{mg/L}$ 以上,采用S型模块反硝化净化系统共4组以上。

4. 权利要求1所述的一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,其特征在于,生态沟的植物净化区宽度为4~8m,坡度1:1~1:2,边坡种植的挺水植物是芦苇或者鸢尾,种植密度 $20 \sim 30$ 株/ m^2 。

5. 权利要求1所述的一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,其特征在于梯级硝化系统的硝化净化区宽度为2~4m,坡度1:1~1:2,固定堰板和可更换堰板数量比例为1:1,按水流方向呈梯级排布,依次降低;可更换堰板的截面呈“凹”字型,固定堰板的截面呈哑铃型。

6. 基于权利要求1所述的模块化农田排水梯级净化总氮去除系统的总氮去除方法,包括以下步骤:

步骤1、农田排水首先进入S型模块反硝化净化系统,污水通过中间隔板延长停留时间,为反硝化菌提供基础,在反硝化净化区中得到充分反硝化;

步骤2、S型模块反硝化净化系统出水进入生态沟,在生态沟的植物净化区通过植物的吸收、转化降低排水中的氮素污染,同时通过调节堰板调节液位,提高停留时间;

步骤3、生态沟出水进入梯级硝化净化系统,在梯级硝化净化系统中过水断面缩小,增加过水流速,增加溶解氧,提高硝化净化区中硝化菌的脱氮;

步骤4、梯级硝化净化系统中,当出水TN浓度超过 20mg/L ,开始回流,回流比80%~200%。出水水质 $TN \leq 15\text{mg/L}$;控制梯级硝化系统中流速 $0.2 \sim 0.3\text{m/s}$,溶解氧 $DO_2 \sim 4\text{mg/L}$ 。

7. 权利要求6所述的模块化农田排水梯级净化总氮去除方法,其特征在于,步骤1中,农田排水水质为pH 6~9,氨氮 $15 \sim 35\text{mg/L}$ 、 $TN \ 25\text{mg/L} \sim 50\text{mg/L}$,反硝化净化区停留时间4~6h,总氮去除率35~66%;步骤2中,植物净化区停留时间12~16h;硝化净化区停留时间8~

14h, 氨氮去除率55~75%。

一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于环保和水体修复领域,具体涉及一种模块化农田排水梯级净化总氮去除方法。

背景技术

[0002] 随着我国种植业飞速发展,农田种植业化肥施用用量不断增加,农田土壤中氮的含量和流失的氮不断增加,造成农田周边的水体污染加剧,导致水体富营养化。农田面源区域面积大、范围广、治理难度大、周期性长。在实际中,农户追求产量大,实施氮肥超出植物的生长实际需求,面源污染加剧。目前,农田面源主要采用水肥控制技术、生态拦截技术、化学处理技术等。这些技术存在实施难度大、费用高、缺乏针对性差,处理效果不稳定。

[0003] 申请号2017111460239.7稻田氮磷径流流失监测与预警装置及其使用方法,涉及环境监测技术领域。该装置由采样检测器1、监测传感器2、数据处理器3和用户终端4组成。本发明针对稻田氮磷径流流失发生的随机性和不确定性,克服了稻田排水中氮磷总氮、总磷监测困难的问题,直接测量稻田排水径流中的pH、溶解氧、氧化还原电位、温度、电导率、盐度、叶绿素和悬浮固体参数,间接测量总氮和总磷,并依据总氮、总磷浓度实时预警,实现了稻田排水水质的实时监测和氮磷流失风险预警,为环境管理者的决策提供科学依据,为农业面源污染防治提供装备支持。但该方法仅为氮磷径流流失监控方法,未有提出氮磷如何控制。

[0004] 申请号201711189976.8,一种农业面源污染物入河负荷削减系统。该系统包括:汇水沟、净化循环渠、沉淀塘、第一入河负荷监测装置、时间监控装置、第二入河负荷监测装置和远程终端。本发明通过环形净水循环渠中氮磷吸附装置和循环泵用于有效的对氮磷污染进行削减,净水循环渠和沉淀塘岸边和内部种植的各种植物可以有效削减重金属污染和其他污染,从而使得对进入受纳水体的农田排水污染进行了有针对性的有效削减;同时通过控制各闸门的工作情况和获取终端农业面源污染物入河负荷量,从而严控进入受纳水体的水质;进一步,根据氮磷负荷量的差值,重金属负荷量的差值,及其它污染物负荷量的差值,并结合沉淀时间,为本系统的合理调整提供了可靠依据。但该方法处理效果稳定性差、运行管理复杂等。

[0005] 申请号201611103198.1,一种基于土壤保墒原理的面源污染控制方法,包括顺着缓坡坡向做若干间距相同的等高线,在处于最顶部等高线上设置避免径流流量过大的截洪环槽,在垂直截洪环槽以下的缓坡等高线上种植若干作物,在间隔种植的作物之间均匀种植绿肥,在作物和绿肥间开设若干径流导排路径,在缓坡下设置与径流导排路径连通的,作为面污染处理缓冲带的果园,果园中均匀分布有若干径流导排路径,径流导排路径向外连通拦截固体杂质的预处理池,预处理池通过沉砂池与回收利用氮磷等营养元素的生态鱼塘连通。但该方法针对总氮去除效果差、稳定性不高、占地面积大。

[0006] 申请号201610704824.6,一种控制农业面源污染的多塘系统的构建方法,即在热带、亚热带地区构建多塘系统,该多塘系统包括多个农田水净化塘单元;每个农田水净化塘

单元包括农田、水质净化塘和泵站,其具体步骤包括:S1确定总库容,S2确定分区库容,S3构建分区内的多塘体系,S4连通各分区形成多塘系统。本发明具有雨季蓄水、净化,旱季减少提灌量并净化农田回水的优点。但该方法占地面积大、投资大、运行成本高、总氮去除效果低。

[0007] 申请号201610298724.8,一种利用生物炭垫层改良沿海滩涂盐碱地土壤的方法,公开了一种利用生物炭垫层改良沿海滩涂盐碱地土壤的方法,包括:规划改良单元和改良小区,开挖改良小区表层土壤至40~50cm,铺设10~20cm厚度的生物炭垫层,回填表土,自然降雨或淋洗排盐3~5次。本发明方法简便、改良周期短、效果稳定、无二次污染。在有效改良盐碱地土壤的同时,生物炭垫层使用还能同时有效控制农业面源污染,促进盐碱地土壤改良及农业生态的良性发展。本发明可应用于沿海滩涂盐碱地土壤的改良,改良后的土壤可用于种植水稻、小麦或盐碱资源植物等。但该方法占地面积大、投资大、运行成本高、对总氮去除缺乏针对性。

[0008] 申请号201610259032.2一种农业面源污染高效截流系统及控制方法,公开了一种农业面源污染高效截流系统及控制方法,截流系统包括用于开闭截流口的闸门、控制闸门开闭的启闭机、超声明渠流量计和控制单元。超声明渠流量计设置在截流井内用于测量截流井中水的流量,其输出接控制单元;控制单元输出端与启闭机连接,以根据超声明渠流量计检测到的流量通过启闭机控制闸门的启闭,结构简单,能够通过流量差变化进行截流。根据农灌沟渠径流量与DTP浓度的相关性和浓度峰值的出现规律,采用流量和时间组合控制方式,实现对农业面源污水的截流,可以最大程度上在相同截留水量的情况下截留更多的污染物,比现有的截流技术更加简便高效。但该方法仅对流量进行控制,未有涉及污染物去除,对于面源污染总氮的去除更未有涉及。

[0009] 申请号201610237195.0,一种强力风送远程施药装备,涉及一种强力风送远程施药装备,属于农业机械技术领域。该装备包括支撑在具有牵引轮的机架上的药液箱,机架的一端安置动力源于牵引机的传动轴,另一端安置叶轮轴铰支在机架上的离心风机;风机蜗壳的出风口装有导流风筒,导流风筒的出口上部安装可调角度的导流罩,导流罩外端的上侧和下侧分别装有喷射部件;药液箱经泵增压管路接喷射部件,传动轴经联轴器与风机叶轮传动连接;风机处的机架铰装有转位液压缸,液压缸的活塞杆外端与风机蜗壳铰接。但该方法仅对施药装备进行设计,并未涉及污染物控制,更未有涉及总氮的控制方法。

[0010] 申请号201610152812.7,一种低山丘陵区农业面源污染治理的方法,提供了一种低山丘陵区农业面源污染治理的体系方法,将丘陵坡地开垦为反坡梯地,每行梯地保持等高水平,不同行梯地相互平行并垂直于上坡地的倾斜方向;所述的体系方法包括:源头减量,所述的源头减量为替代与减量化学农药和减量化肥的使用;径流阻截,所述的径流阻截为在反坡梯地外坡面种植植物篱,在坡面、背沟和梯壁种植地表覆盖植物;过程控制,所述的过程控制设置截洪沟、排水纵沟、背沟、沉砂池和集水井和初期雨水收集装置,并形成网络;养分利用,所述的养分利用包括预处理单元和主体处理单元。但该方法占地面积大、投资大、运行成本高、缺乏对总氮的控制。

[0011] 申请号201610019955.0,一种水稻种植区农业面源污染生态治理方法,公开了一种水稻种植区农业面源污染生态治理方法,从农业面源污染流出农田到进入下游受纳水体的整个过程入手,提出三道防线的具体减污技术,以田间节水灌溉与水肥综合调控减少农

业面源污染排放的源头控制为第一道防线,生态沟对农业面源污染的去污净化为第二道防线,塘堰湿地对农业面源污染的去污净化为第三道防线,三道防线之间为串联关系,即首端为第一道防线,其次联接到第二道防线,最后联接到第三道防线。本发明方法对农业面源污染中的氮磷排放净化效果好,提高了氮磷利用率,建设成本和运行成本均较低廉,丰富了水稻灌区植物多样性,适合在南方种植水稻的地区进行推广。但该方法占地面积大、投资大、稳定差、缺乏对总氮的去除。

[0012] 申请号201510843816.5,一种用于收集农业面源污染径流样品的采样器及其方法,公开了一种用于收集农业面源污染径流样品的采样器及其方法,包括进水口、外壳、底板、弹簧和隔板,进水口设置与外壳上,外壳底部设有底板,用于使外壳内部形成不透水的密闭空间;底板由凸形密封板和延伸片组成,凸形密封板上固定有多片延伸片,延伸片插入隔板内,延伸片与隔板的接触面密闭不透水的配合;外壳内部设有多条中空的隔板将外壳平均分割成多个等体积的空间。弹簧在装置内没有水的情况下,使装置保持密闭,而装置内水位上升到一定高度时,打开装置进行排水,并将进水均分为若干等份,由此达到既减少径流体积,又能保证获取正常降雨的径流混合样本的目的,从而大大减少了径流收集过程中需要建造的径流收集池大小,降低了成本和占地面积。但该方法仅涉及农业面源采集器及其方法,对于农业面源的控制并未有涉及,尤其是总氮的控制缺乏针对性。

[0013] 申请号201510821137.8,一种利用圩区沟塘生态系统净化圩区多重污水的方法,具体涉及一种利用圩区沟塘生态系统净化圩区多重污水的方法。工艺通过对圩区沟塘形态改造技术、圩区沟塘水系连通技术、基底修复改造技术、水生动植物恢复技术、水生植物浮床强化技术等生态修复组合技术的集成与优化,构建以水质改善为基础、以生态修复为核心、兼顾景观提升的圩区沟塘系统水质净化综合整治工程。但该方法占去除效果有限、占地面积大、投资大、运行成本高、缺乏对总氮的去除。

[0014] 申请号201510594040.8,一种阶梯式水平潜流人工湿地组合系统及其应用。涉及一种阶梯式水平潜流人工湿地组合系统及其应用,该组合系统依斜坡地形建造而成,包括多级依斜坡坡度由上而下呈阶梯状分布设置的水平潜流人工湿地单元以及将各级水平潜流人工湿地单元相连通的管网单元,水平潜流人工湿地单元采用侧面进水方式,并且水平潜流人工湿地单元中的水流沿水平潜流人工湿地单元的长度方向水平流动。与现有技术相比,该发明突破地形对人工湿地应用的限制,能充分利用坡地空间、结构简单、施工简便、成本低廉,可广泛应用于山地、丘陵、水体坡岸等斜坡地区的生活污水、市政污水、工业废水、畜牧业污水、农业面源污染、地表径流、污水处理厂尾水等各类污水处理,极大扩展了人工湿地的应用范围。但该方法人工湿地占地面积大、投资大、运行成本高、缺乏对总氮的去除的针对性。

发明内容

[0015] 针对农田氮素污染严重、变化大、分布广的特点,本发明提供了一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统及其方法。根据农田氮素污染强度大小,可灵活增加和减少模块化S型模块反硝化净化系统的数量,优化反硝化细菌种群结构。根据农田排水沟渠内水流流速大小,增加和减少硝化净化系统中可更换堰板4-3数量,延长停留时间、提高溶解氧和水动力条件,提高硝化效果。本发明强化了农田排水总氮的去除,处理效率高、稳定性好,运行

管理方便,占地面积小、投资成本低,生态环境好。

[0016] 技术方案:本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0017] 一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,包括依次连接的农田1、S型模块反硝化净化系统、生态沟和梯级硝化净化系统。

[0018] 其中S型模块反硝化净化系统包括侧面挡板、中间隔板和反硝化净化区;侧面挡板围成截面为S型的模块反硝化净化系统,多块中间隔板2-2分割S型模块反硝化净化系统成多个反硝化净化区2-3。S型模块反硝化净化系统截面呈“L”型(包括垂直农田方向和顺水流方向两部分),按水流方向呈梯级排布,依次降低。总长度6~8m,其中垂直农田1方向和顺水流方向长度比例1:1,宽度0.8~1.2m,排水方向坡度3%;深度0.5~0.8m。

[0019] 侧面挡板和中间隔板材质为原木木材,板厚8mm~12mm,中间隔板2-2间隔0.6~0.8m,高度0.3~0.6m,相邻中间隔板中间为反硝化净化区2-3。反硝化净化区停留时间4~6h,总氮去除率35~66%。

[0020] 可以根据不同灌溉期总氮浓度合理设置S型模块反硝化净化系统的数量,当 $TN < 25\text{mg/L}$ 时,采用S型模块反硝化净化系统1组; $25\text{mg/L} \leq TN < 35\text{mg/L}$,采用S型模块反硝化净化系统共2组; $35\text{mg/L} \leq TN < 40\text{mg/L}$,采用S型模块反硝化净化系统共3组; $TN \geq 40\text{mg/L}$ 以上,采用S型模块反硝化净化系统共4组以上。

[0021] 生态沟包括植物净化区和调节堰板,生态沟末端设置调节堰板,调节堰板宽度同植物净化区;植物净化区宽度为4~8m,坡度1:1~1:2,边坡种植芦苇、鸢尾等挺水植物,种植密度20~30株/ m^2 。植物净化区停留时间12~16h。

[0022] 梯级硝化系统的断面直径小于生态沟的断面直径。包括硝化净化区、固定堰板、可更换堰板;固定堰板将梯级硝化系统分隔为多个硝化净化区;硝化净化区宽度为2~4m,坡度1:1~1:2,硝化净化区通过固定堰板和可更换堰板隔开,固定堰板和可更换堰板比例为1:1,按水流方向呈梯级排布,依次降低。可更换堰板高度0.4~0.6m。硝化净化区停留时间8~14h,氨氮去除率55~75%。可以根据农田排水沟渠内水流流速大小,增加和减少硝化净化系统中可更换堰板数量,延长停留时间、提高溶解氧和水动力条件,提高硝化效果。可更换堰板的截面呈“凹”字型,固定堰板的截面呈哑铃型。

[0023] 一种模块化农田排水梯级净化总氮去除方法,包括以下步骤:

[0024] 步骤1、农田排水首先进入S型模块反硝化净化系统,污水通过中间隔板延长停留时间,为反硝化菌提供基础。在反硝化净化区中得到充分反硝化;农田排水水质为pH 6~9,氨氮15~35mg/L、TN 25mg/L~50mg/L。

[0025] 步骤2、S型模块反硝化净化系统出水进入生态沟,在生态沟的植物净化区通过植物的吸收、转化降低排水中的氮素污染,同时调节堰板调节液位,提高停留时间。

[0026] 步骤3、生态沟出水进入梯级硝化净化系统,在梯级硝化净化系统中通过缩小过水断面,增加过水流速,增加溶解氧,提高硝化净化区中硝化菌的脱氮。

[0027] 步骤4、梯级硝化净化系统中,当出水TN浓度超过20mg/L,开始回流,回流比80%~200%。出水水质 $TN \leq 15\text{mg/L}$ 。控制梯级硝化系统4中流速0.2~0.3m/s,溶解氧DO 2~4mg/L。

[0028] 相比于现有技术,本发明的优点在于:

[0029] 1、本发明以强化硝化菌和反硝化菌微生物去除总氮为核心。提高溶解氧浓度和改

善水力学条件,提高硝化效果。增加反硝化停留时间和模块化反硝化净化系统数量,提高反硝化效果。最终实现总氮的高效、稳定去除。

[0030] 2、占地面积小、投资和运行成本低、操作管理方便。本发明基于原位净化,设计了S型模块反硝化净化系统、生态沟和梯级硝化净化系统三个部分。根据排水中总氮的浓度设计不同数量的净化模块:可以根据农田氮素污染强度大小,灵活增加和减少模块化S型模块反硝化净化系统的数量,优化反硝化细菌种群结构。根据农田排水沟渠内水流流速大小,增加和减少硝化净化系统中可更换堰板4-3数量,延长停留时间、提高溶解氧和水动力条件,提高硝化效果。

[0031] 3、去除效果好,TN浓度 $\leq 15\text{mg/L}$,去除率总氮去除率35~66%。运行成本低于0.2元/吨。有效解决农田总氮污染控制问题。

附图说明

[0032] 图1为一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统的连接关系图;

[0033] 图2为一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统的平面布置图;

[0034] 图3为一种模块化农田排水梯级净化总氮去除方法A-A剖面图;

[0035] 图4为一种模块化农田排水梯级净化总氮去除方法B-B剖面图;

[0036] 图5为一种模块化农田排水梯级净化总氮去除方法C-C剖面图;

[0037] 图中:农田-1、S型模块反硝化净化系统-2、生态沟-3、梯级硝化净化系统-4;S型模块反硝化净化系统的侧面挡板:2-1、中间隔板:2-2和模块反硝化净化区:2-3;生态沟的植物净化区:3-1、调节堰板:3-2;梯级硝化净化系统的硝化净化区:4-1、固定堰板:4-2、可更换堰板:4-3。

具体实施方式

[0038] 通过下面具体实施例进一步介绍本发明的技术方案。

[0039] 实施例1

[0040] 参照图1-5,一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,包括依次连接的农田1、S型模块反硝化净化系统2、生态沟3和梯级硝化净化系统4。

[0041] 其中S型模块反硝化净化系统2包括侧面挡板2-1、中间隔板2-2和反硝化净化区2-3;侧面挡板2-1围成截面为S型的模块反硝化净化系统,多块中间隔板2-2分割S型模块反硝化净化系统成多个反硝化净化区2-3。S型模块反硝化净化系统截面呈“L”型(包括垂直农田方向和顺水流方向两部分),按水流方向呈梯级排布,依次降低。总长度6~8m,其中垂直农田1方向和顺水流方向长度比例1:1,宽度0.8~1.2m,排水方向坡度3%;深度0.5~0.8m。

[0042] 侧面挡板2-1和中间隔板2-2材质为原木木材,板厚8mm~12mm,中间隔板2-2间隔0.6~0.8m,高度0.3~0.6m,相邻中间隔板2-2中间为反硝化净化区2-3。反硝化净化区2-3停留时间4~6h,总氮去除率35~66%。

[0043] 可以根据不同灌溉期总氮浓度合理设置S型模块反硝化净化系统的数量,当 $\text{TN} < 25\text{mg/L}$ 时,采用S型模块反硝化净化系统1组; $25\text{mg/L} \leq \text{TN} < 35\text{mg/L}$,采用S型模块反硝化净化系统共2组; $35\text{mg/L} \leq \text{TN} < 40\text{mg/L}$,采用S型模块反硝化净化系统共3组; $\text{TN} \geq 40\text{mg/L}$ 以上,采用S型模块反硝化净化系统共4组以上。

[0044] 生态沟3包括植物净化区3-1和调节堰板3-2,生态沟3末端设置调节堰板3-2,调节堰板宽度同植物净化区3-1;植物净化区3-1宽度为4~8m,坡度1:1~1:2,边坡种植芦苇、鸢尾等挺水植物,种植密度20~30株/m²。植物净化区3-1停留时间12~16h。

[0045] 梯级硝化系统4的断面直径小于生态沟3的断面直径。包括硝化净化区4-1、固定堰板4-2、可更换堰板4-3;固定堰板4-2将梯级硝化系统4分隔为多个硝化净化区4-1;硝化净化区4-1宽度为2~4m,坡度1:1~1:2,硝化净化区4-1通过固定堰板4-2和可更换堰板4-3隔开,固定堰板4-2和可更换堰板4-3比例为1:1,按水流方向呈梯级排布,依次降低。可更换堰板4-3高度0.4~0.6m。硝化净化区4-1停留时间8~14h,氨氮去除率55~75%。可以根据农田排水沟渠内水流流速大小,增加和减少硝化净化系统中可更换堰板4-3数量,延长停留时间、提高溶解氧和水动力条件,提高硝化效果。可更换堰板4-3的截面呈“凹”字型,固定堰板4-2的截面呈哑铃型。

[0046] 一种模块化农田排水梯级净化总氮去除方法,包括以下步骤:

[0047] 步骤1、农田1排水首先进入S型模块反硝化净化系统2,污水通过中间隔板2-2延长停留时间,为反硝化菌提供基础。在反硝化净化区2-3中得到充分反硝化;,农田1排水水质为pH 6~9,氨氮15~35mg/L、TN 25mg/L~50mg/L。

[0048] 步骤2、S型模块反硝化净化系统2出水进入生态沟3,在生态沟3的植物净化区3-1通过植物的吸收、转化降低排水中的氮素污染,同时在生态沟3设置的调节堰板3-2调节液位,提高停留时间。

[0049] 步骤3、生态沟3出水进入梯级硝化净化系统4,在梯级硝化净化系统4中通过缩小过水断面,增加过水流速,增加溶解氧,提高硝化净化区4-1中硝化菌的脱氮。

[0050] 步骤4、梯级硝化净化系统4中,当出水TN浓度超过20mg/L,开始回流,回流比80%~200%。出水水质TN≤15mg/L。控制梯级硝化系统4中流速0.2~0.3m/s,溶解氧DO 2~4mg/L。

[0051] 实施例1

[0052] 某农田面积15亩。

[0053] 一种模块化农田排水梯级净化总氮去除系统,包括依次连接的农田1、S型模块反硝化净化系统2、生态沟3和梯级硝化净化系统4。S型模块反硝化净化系统2成L型,按水流方向呈梯级排布,依次降低。总长度8m,其中垂直农田1方向和顺水流方向长度比例1:1,宽度1.0m,排水方向坡度3%;深度0.5m。侧面挡板2-1和中间隔板2-2材质为原木木材,板厚10mm,中间隔板2-2间隔0.8m,高度0.5m,中间隔板2-2中间为反硝化净化区2-3。反硝化净化区2-3停留时间5h。

[0054] 生态沟3中植物净化区3-1宽度为6m,坡度1:2,边坡种植芦苇、鸢尾等挺水植物,种植密度30株/m²。植物净化区3-1停留时间16h。生态沟3末端设置调节堰板3-2,调节堰板宽度同植物净化区3-1。

[0055] 梯级硝化净化系统4中硝化净化区4-1宽度为4m,坡度1:2,硝化净化区4-1通过固定堰板4-2和可更换堰板4-3隔开,固定堰板4-2和可更换堰板4-3比例为1:1,按水流方向呈梯级排布,依次降低。可更换堰板4-3高度0.5m。硝化净化区4-1停留时间12h。

[0056] 净化总氮包括以下步骤:

[0057] 步骤1、农田1排水首先进入S型模块反硝化净化系统2,污水通过中间隔板2-2延长

停留时间,为反硝化菌提供基础。在反硝化净化区2-3中得到充分反硝化。

[0058] 步骤2、S型模块反硝化净化系统2出水进入生态沟3,在生态沟3中植物净化区3-1通过植物的吸收、转化降低排水中的氮素污染,同时在生态沟3设置的调节堰板3-2调节液位,提高停留时间。

[0059] 步骤3、生态沟3出水进入梯级硝化净化系统4,在梯级硝化净化系统4中通过缩小过水断面,增加过水流速,增加溶解氧,提高硝化净化区4-1中硝化菌的脱氮。

[0060] 步骤4、梯级硝化净化系统4当出水TN浓度超过20mg/L,开始回流,回流比80%~200%。控制梯级硝化系统4中流速0.2~0.3m/s,溶解氧DO₂~4mg/L。

[0061] 当TN<25mg/L时,采用1组S型模块反硝化净化系统2共;

[0062] 该方法治理前后的水质情况见表1。

[0063] 表1实施例1治理前后水质情况

[0064]

指标	pH	总氮含量TN (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
治理前	6~9	22	15.6
治理后	6~9	10.8	3.5
去除率	-	74.6%	70%

[0065] 实施例2

[0066] 其他同实施例1。

[0067] 25mg/L≤TN<35mg/L,采用S型模块反硝化净化系统2共2组;治理前后的水质情况见表2。

[0068] 表2实施例2治理前后水质情况

[0069]

指标	pH	总氮含量TN (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
治理前	6~9	22	15.6
治理后	6~9	10.8	3.5
去除率	-	74.6%	70%

[0070] 实施例3

[0071] 其他同实施例1。

[0072] 35mg/L≤TN<40mg/L,采用S型模块反硝化净化系统2共3组;治理前后的水质情况见表3。

[0073] 表3实施例3治理前后水质情况

[0074]

指标	pH	总氮含量 TN (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
治理前	6~9	22	15.6

[0075]

治理后	6~9	10.8	3.5
去除率	-	74.6%	70%

[0076] 实施例4

[0077] 其他同实施例1。

[0078] TN \geq 40mg/L以上,采用S型模块反硝化净化系统2共4组以上。治理前后的水质情况见表4。

[0079] 表4实施例4治理前后水质情况

[0080]

指标	pH	总氮含量TN (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
治理前	6~9	44.6	20.7
治理后	6~9	10.8	3.5
去除率	-	74.6%	70%

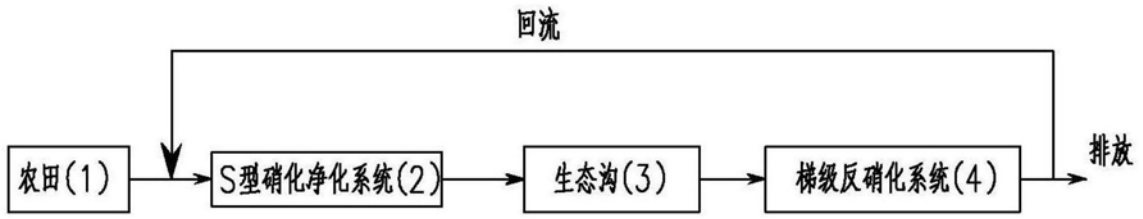


图1

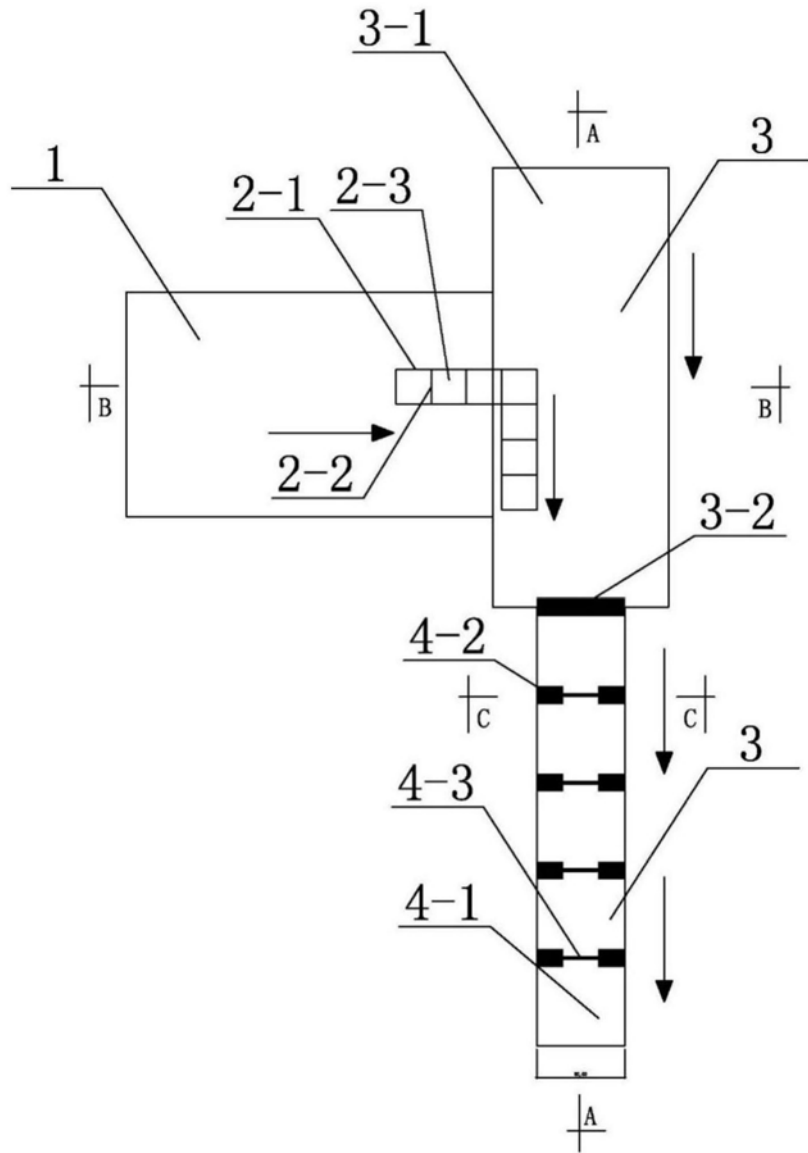


图2

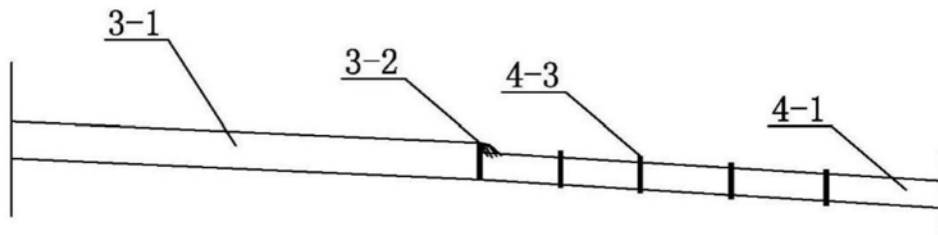


图3

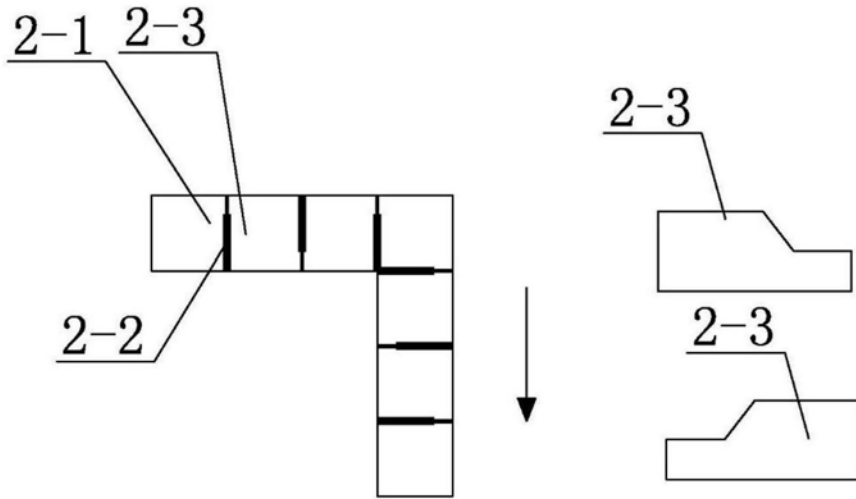


图4

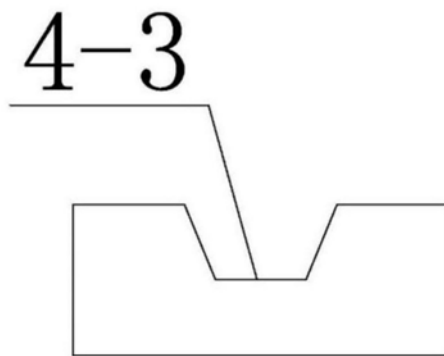
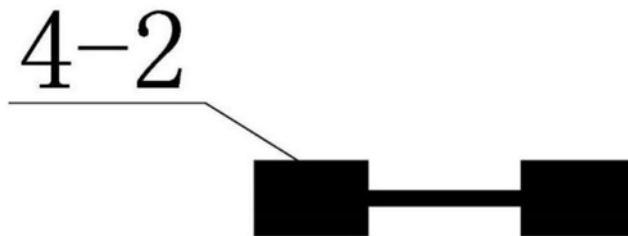


图5