



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101885565 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 17

(21) 申请号 201010233038. 5

(22) 申请日 2010. 07. 21

(71) 申请人 河海大学

地址 211100 江苏省南京市江宁开发区佛城
西路 8 号

(72) 发明人 胡芬娟 陈鸣钊 周涛 周晓军
樊俊晓 李康 郝文彬 吴建成

(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 楼高潮

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006. 01)

C02F 3/32 (2006. 01)

C02F 3/34 (2006. 01)

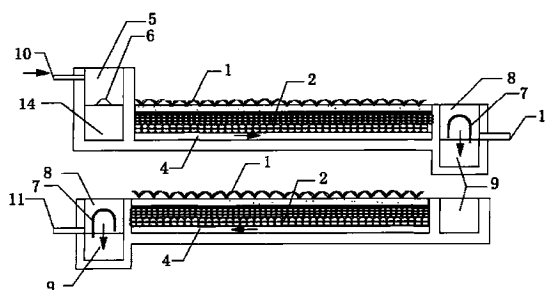
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

水力增氧人工湿地

(57) 摘要

本发明涉及一种水力增氧人工湿地,属于人工湿地技术、水体生态修复和污水处理技术领域。本发明由若干层水力增氧人工湿地单层模块呈阶梯状构建。其每一级人工湿地由三部分组成——进水装置、湿地主体和出水装置。相邻两层湿地通过进出水衔接装置联系,从而保证被处理水体逐次流经第 1、2...n 级水力增氧人工湿地、经 n 级处理后排水。本发明解决人工湿地基质溶氧水平低、基质淤堵、运行不稳定等问题,提高床体微生物活性,形成一种高效、稳定、节能、可常年运行的新型污水处理技术。本发明适用于分散式生活污水处理、面源控制、污水厂尾水处理、水体生态修复工程及生态护坡方向。



1. 一种水力增氧人工湿地,外观为阶梯状的多级人工湿地,其特征是:其每一级人工湿地由进水装置、湿地主体和出水装置三部分组成,三者具有相同宽度,按序并排呈矩形布置,相邻两级湿地通过进出水衔接装置相联系;

所述的每一级进水装置由进水箱(5)、配水箱(14)和间歇进水控制装置(6)组成,配水箱与湿地主体及出水箱(8)连通,非首级湿地进水装置与前一级湿地模块出水装置构成进出水衔接装置,承接上一级增氧机出水;

所述的湿地主体包括湿地植物(1)、床体填料(2)和集配水干管(4)三部分,床体填料(2)分为上下两层填料区,上层填料区填充约100mm厚土壤并在其上种植湿地植物,下层填料用砂石按反滤层分层铺砌,或选择渗透性较好的净化填料,所述的净化填料包括pvc花球、沸石、砾石、卵石、陶粒,并在上下层填料间铺设防止上层土下漏的隔层,集配水干管(4)上布置四排直径为10mm小孔用于均匀配水和高速集水,集配水干管末端连接出水箱(8);

所述的出水装置由出水箱(8)、增氧机(7)和放空管(11)构成,集配水干管(4)连通出水箱(8),保证出水箱(8)中水位与湿地主体水位保持一致,增氧机(7)主体为虹吸装置,最末级人工湿地出水箱(8)直接连接出水口(12);

所述的进出水衔接装置由上一级出水装置和后续级进配水箱(9)构成,出水箱(8)和后续级进配水箱(9)用隔板隔开,增氧机(7)出水部分嵌入隔板,出水进入后续级进配水箱(9)。

2. 如权利要求书1所述的水力增氧人工湿地,其特征是:其所述的间歇进水控制装置(6)包括狗皮阀、电子定时开关、延时缓闭阀。

3. 如权利要求书1所述的水力增氧人工湿地,其特征是:其所述的床体填料下层部分铺填一种实现方案为,最底部为3cm厚水泥砂浆上嵌砌级配为粒径5cm~7cm的卵石,将填料沿横向嵌砌成排,每两排间隔1cm形成集水细沟,通到纵向的集配水干管(4),向上再铺砌填料,填料按反滤层分层铺砌,即填料粒径从底部开始沿高度逐渐减小,且上一层填料粒径大于下一层填料间隙最大距离。

水力增氧人工湿地

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水力增氧人工湿地,属于人工湿地技术、水体生态修复和污水处理技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国经济发展和人民生活水平的提高,日常生活和工业生产对水体的污染正逐步恶化和扩展。同时,随着社会主义精神文明的发展以及国家社会主义新农村建设的开展,人们对环境质量尤其是水环境质量的要求越来越高。一系列天然河流、城市内河、天然湖泊和城市公园内湖的水质改善问题正亟待解决,农村面源污染也急需得到控制。人工湿地作为一种生态污水处理技术以其污水处理、美化环境、改善生态等多重功能深受现代社会青睐,针对以上这些水体修复和污水治理问题具有独到之处。人工湿地是一项以植物为污水处理核心的生态处理技术,克服了传统工艺 N/P 去除率低、工艺复杂、造价高昂和运行维护复杂等不足,构建“植物-基质-微生物”系统,利用植物吸收、基质吸附、微生物降解以及硝化反硝化等作用处理污水。但是由于植物吸附过程根区吸收和微生物降解等生化过程都需要溶氧,而目前国内外人工湿地污水处理技术中,污水在湿地中水力停留时间长、水流较为平稳、植物根系和填料长期浸泡在水中,导致人工湿地基质溶氧水平低,限制了湿地污水处理的效果。同时,人工湿地的淤堵问题也成了限制人工湿地发展的重要因素之一。

发明内容

[0003] 水力增氧人工湿地方法,结合人工湿地技术和水力增氧技术,形成一种高效、稳定、节能、可常年运行的新型人工湿地污水处理技术。本发明充分发挥人工湿地技术生态型、美观性优点,并引入水利增氧方法对基质进行大气复氧,提高基质溶氧水平,促进基质微生物活性,提高基质污水处理效率。同时通过改善水力增氧人工湿地进出水布置、管路布置和填料铺填方式,使水力增氧人工湿地实施更为简便、运行更加稳定。本发明可对受污染的天然水体进行生态修复,可逐渐净化天然水体,改善水质,提高水体自净能力。本发明可直接用于生活污水处理,由于经多级处理,出水可达较高标准。本发明可用于面源控制,在岸坡处构建水力增氧人工湿地,可截留面源污染物、净化径流。

[0004] 本发明的技术解决方案是:一种水力增氧人工湿地,外观为阶梯状的多级人工湿地,其特征是结合人工湿地技术和水力增氧技术,其每一级人工湿地由三部分组成——进水装置、湿地主体和出水装置,三者具有相同宽度,按序并排呈矩形布置,相邻两级湿地通过进出水衔接装置相联系,从而保证被处理水体逐次流经第 1、2...n 级水力增氧人工湿地、经 n 级处理后排水。每一级进水装置由进水箱 (5)、配水箱 (14) 和间歇进水控制装置 (6) 组成,进水箱接受连续或间歇进入的污水,由间歇进水控制装置 (6) 控制污水以单次定量的方式进入配水箱 (14),配水箱与湿地主体及出水箱 (8) 连通,非首级湿地进水装置与前一级湿地模块出水装置构成进出水衔接装置,承接上一级增氧机出水。湿地主体包括三部分——湿地植物 (1)、床体填料 (2) 和集配水干管 (4),床体填料 (2) 分为上下两层填料区,

上层填料区填充约 100mm 厚土壤并在其上种植湿地植物,下层填料可用砂石按反滤层分层铺砌,也可选择渗透性较好的净化填料,所述净化填料可为 pvc 花球、沸石、砾石、卵石、陶粒等,并在上下层填料间铺设防止上层土壤下漏的隔层,集配水干管 (4) 上布置四排直径为 10mm 小孔用于均匀配水和高速集水,集配水干管末端连接出水箱 (8)。

[0005] 出水装置由出水箱 (8)、增氧机 (7) 和放空管 (11) 构成,集配水干管 (4) 连通出水箱 (8),保证出水箱 (8) 中水位与湿地主体水位保持一致,增氧机 (7) 核心为虹吸装置,当出水箱 (8) 中水位满足虹吸要求则其瞬间收集本级湿地模块污水并排入下一级湿地进配水箱,最末级人工湿地出水箱 (8) 直接连接出水口 (12),出水口 (12) 接入受纳水体。进出水衔接装置由上一级出水装置和后续级进配水箱 (9) 构成,出水箱 (8) 和后续级进配水箱 (9) 用隔板隔开,增氧机 (7) 出水部分嵌入隔板,出水进入后续级进配水箱 (9)。可根据水量变化调节单层人工湿地规模,可根据出水要求增减人工湿地级数,级数增加则出水水质变好。

[0006] 本发明的进一步技术解决方案是:间歇进水控制装置 (6) 用于控制进水以间歇进水方式进入水力增氧人工湿地,其实现方案可用狗皮阀、电子定时开关、延时缓闭阀等。增氧机 (7) 主体为虹吸装置,由若干片 PVC 板经模具铸制成扁形弯管,在扁形弯管出水口的下部设有克服地转力的水轮机尾水装置,并可调整增氧机宽度适应不同水量要求,虹吸管吸水口距出水箱 (8) 底部 25mm,增氧机虹吸管顶部低于湿地表层土高度约 100mm。床体填料下层部分填料铺填的一种实现方案为,最底部为 3cm 厚水泥砂浆上嵌砌级配为粒径 5cm ~ 7cm 的卵石,将填料沿横向嵌砌成排,每两排间隔 1cm 形成集水细沟,通到纵向的集配水干管 (4),向上再铺砌填料,填料按反滤层分层铺砌,即填料粒径从底部开始沿高度逐渐减小,且上一层填料粒径大于下一层填料间隙最大距离。出水装置的放空管 (11) 用于事故排水。当第 n 级湿地发生事故,则可开启第 n-1 级和 n 级放空管截留进入第 n 级污水并放空第 n 级人工湿地中污水,进行事故维修。水力增氧人工湿地主体可位于地面线下,也可高出地面线构建,具体方案视岸坡地形而定。

[0007] 本发明中,污水在水力增氧人工湿地内流径如下:污水从进水口进入进水箱,通过间歇进水装置进入配水箱;污水由配水箱进入集配水干管,通过其上小孔再流经集水细沟进入填料层;污水在填料层中逐渐上升,当床体中污水达到一定量时,与床体连通的出水箱中水位上升至增氧机虹吸装置顶部,此时产生虹吸;虹吸产生大流量将湿地床体内污水瞬间排干,污水通过增氧机进入下一级进配水箱;污水由进配水箱进入下一级集配水干管;依次循环上述过程至最末级进配水箱,经出水口排入受纳水体。

[0008] 水力增氧人工湿地其增氧过程如下,当增氧机产生虹吸瞬间排干本级湿地污水时,其床体填料暴露于大气中,根据大气复氧双膜理论规律,填料表层水膜实现瞬间大气复氧,当后续污水再次浸没填料,水膜中氧分子瞬间扩散至水体,从而实现水力增氧过程。阶梯状多级人工湿地污水每向下一级传递一次,就发生一次上述增氧过程,因此污水中溶氧逐级递增,复氧效果十分明显。

[0009] 有益效果

[0010] 1、节能优势明显。水力增氧人工湿地技术中,水体处理全部能耗仅为水体泵入进水箱所耗电能。当来水从高处流入,则可直接接入进水箱,利用天然势能进行水体处理,实现零能耗。

[0011] 2、运行维护管理费用低。本发明工艺简单,全部自控无需专人管理。由于本发明

对水质、水量变化适应性大,可长期稳定运行。

[0012] 3、基质溶氧水平大大提高。水力增氧人工湿地充分利用了大气复氧双膜理论中的水中溶解氧增加率与比表面面积成正比的规律。通过间歇拉干基质中的水体形成基质表面水膜实现大气复氧,水膜与大气接触面积越大则溶氧越多。由于基质比表面积大,复氧效果十分明显。

[0013] 4、基质内微生物活性提高,水处理效果提高。由于基质内溶氧水平改善,基质内微生物活性提高,其生命活动活跃推动了微生物代谢功能,从而使污水处理效果优于传统人工湿地。

[0014] 5、对水质、水量变化适应性大。若出水水质要求提高,可垂向增加水力增氧人工湿地级数;若水量增大,可并联多个单级湿地或扩大单级湿地床体规模。

[0015] 6、本技术是一种生态型污水处理技术,无噪音,无泡沫,不投药,无二次污染,不堵塞,污泥量小。可抗冲击负荷,长期停运后也能很快恢复。

[0016] 7、美观大方,与周围景观保持和谐。由于人工湿地表层植物功能,水力增氧人工湿地成型后表层可根据园林设计需要栽种相关植物,或在表面栽种当地湿地植物恢复滨江带生态景观。

附图说明

[0017] 附图1为本发明俯视示意图(以四级为例),箭头表示水流流经。

[0018] 附图2为本发明构造剖面A-A示意图。

[0019] 附图3为本发明单级结构示意图(第一层和后续层)。

[0020] 附图4为本发明第n级出水和第n+1级进水衔接示意图。

[0021] 图中,1是湿地植物,2是填料,3是支撑墙,4是集配水干管,5是进水箱,6是间歇进水控制装置,7是增氧机,8是出水箱,9是后续级进配水箱,10是进水口,11是放空管,12是出水口,13是配水孔,14是配水箱。

具体实施方式

[0022] 下面对照附图,对本技术具体运作方式作进一步说明:

[0023] 为验证本发明水处理效果,已实现两次实践应用。

[0024] 实施方式1:构建水力增氧人工湿地单级模型,即 $n=1$ 。该单级水力增氧人工湿地由三部分组成——进水装置、湿地主体和出水装置,三者宽度均为1m,按序并排呈矩形布置。进水装置由进水箱(5)、配水箱(14)和间歇进水控制装置(6)组成。间歇进水控制装置采用狗皮阀实现,当进水箱中水位到达狗皮阀顶部时瞬间放水,控制污水以单次定量的方式进入配水箱(14)。配水箱与湿地主体及出水箱(8)连通。湿地主体包括三部分——湿地植物(1)、床体填料(2)和集配水干管(4)。湿地植物选择灯心草,灯心草具有较为发达的根系和较好的脱氮除磷效果。床体填料(2)分为上下两层填料区,上层填料区填充约100mm厚土壤并在其上种植灯心草。下层填料用砂石按反滤层分层铺砌,最底部为3cm厚水泥砂浆上嵌砌级配为粒径5cm~7cm的卵石,将填料沿横向嵌砌成排,每两排间隔1cm形成集水细沟,通到纵向的集配水干管(4),向上再铺砌填料,填料按反滤层分层铺砌,即填料粒径从底部开始沿高度逐渐减小,且上一层填料粒径大于下一层填料间隙最大距离。在上下

层填料间铺设防止上层土壤下漏的隔层。集配水干管 (4) 上布置四排直径为 10mm 小孔用于均匀配水和高速集水,集配水干管末端连接出水箱 (8)。出水装置由出水箱 (8)、增氧机 (7) 和放空管 (11) 构成,集配水干管 (4) 连通出水箱 (8),保证出水箱 (8) 中水位与湿地主体水位保持一致,增氧机 (7) 主体为虹吸装置,当出水箱 (8) 中水位满足虹吸要求则其瞬间收集水力增氧人工湿地模块污水排入受纳水体。

[0025] 实施方式 1 工作工程为:用水泵将污水送入进水箱,经间歇进水控制装置进入配水箱,由配水箱进入集配水干管,通过其上小孔再流经集水细沟进入填料层。污水在填料层中逐渐上升,当床体中污水达到一定量时,与床体连通的出水箱中水位上升至增氧机虹吸装置顶部,此时产生虹吸,虹吸产生大流量污水排入受纳水体。

[0026] 实施方式 2:在景观水体岸坡处构建 4 级水力增氧人工湿地,即 $n = 4$ 。其每一级人工湿地由三部分组成——进水装置、湿地主体和出水装置。三者具有相同宽度,按序并排呈矩形布置。相邻两级湿地通过进出水衔接装置相联系,从而保证被处理水体逐次流经第 1、2、3、4 级水力增氧人工湿地、经 4 级处理后排水。每一级进水装置由进水箱 (5)、配水箱 (14) 和间歇进水控制装置 (6) 组成。进水箱接受连续或间歇进入的污水,由间歇进水控制装置 (6) 控制污水以单次定量的方式进入配水箱 (14)。配水箱与湿地主体及出水箱 (8) 连通。第 2 级湿地进水装置与第 1 级湿地出水装置、第 3 级湿地进水装置与第 2 级湿地出水装置、第 4 级湿地进水装置与第 3 级湿地出水装置各自构成进出水衔接装置。出水箱 (8) 和后续级进配水箱 (9) 用隔板隔开,增氧机 (7) 出水部分嵌入隔板,出水进入后续级进配水箱 (9)。湿地主体包括三部分——湿地植物 (1)、床体填料 (2) 和集配水干管 (4)。为满足景观要求,在 4 级人工湿地分别在中不同的湿地植物,第 1 级为黄花美人蕉,第 2 级为灯心草,第 3 级为菖蒲,第 4 级为芦苇。床体填料 (2) 分为上下两层填料区,上层填料区填充约 100mm 厚土壤并在其上种植湿地植物。下层填料用砂石按反滤层分层铺砌,最底部为 3cm 厚水泥砂浆上嵌砌级配为粒径 5cm ~ 7cm 的卵石,将填料沿横向嵌砌成排,每两排间隔 1cm 形成集水细沟,通到纵向的集配水干管 (4),向上再铺砌填料,填料按反滤层分层铺砌,即填料粒径从底部开始沿高度逐渐减小,且上一层填料粒径大于下一层填料间隙最大距离。在上下层填料间铺设防止上层土壤下漏的隔层。集配水干管 (4) 上布置四排直径为 10mm 小孔用于均匀配水和高速集水,集配水干管末端连接出水箱 (8)。出水装置由出水箱 (8)、增氧机 (7) 和放空管 (11) 构成。集配水干管 (4) 连通出水箱 (8),保证出水箱 (8) 中水位与湿地主体水位保持一致。增氧机 (7) 主体为虹吸装置,当出水箱 (8) 满足虹吸要求则其瞬间收集本级湿地污水并排入下一级进配水箱。第 4 级人工湿地出水箱 (8) 直接连接出水口 (12),出水口 (12) 排水进入受纳水体。

[0027] 实施方式 2 工作过程为:污水来自该景观水体周边生活污水,生活污水排口高于水力增氧人工湿地第一级进水箱顶部。故直接接管生活污水,污水依靠重力流进入进水箱。经间歇进水控制装置进入配水箱,由配水箱进入集配水干管,通过其上小孔再流经集水细沟进入填料层。污水在填料层中逐渐上升,当床体中污水达到一定量时,与床体连通的出水箱中水位上升至增氧机虹吸装置顶部,此时产生虹吸,虹吸出水通过增氧机进入第 2 级进配水箱 (9)。污水由进配水箱 (9) 进入第 2 级人工湿地的集配水干管 (4)。依次循环上述过程至第 4 级出水箱,第 4 级出水箱直接连接出水口,排水进入该景观水体。

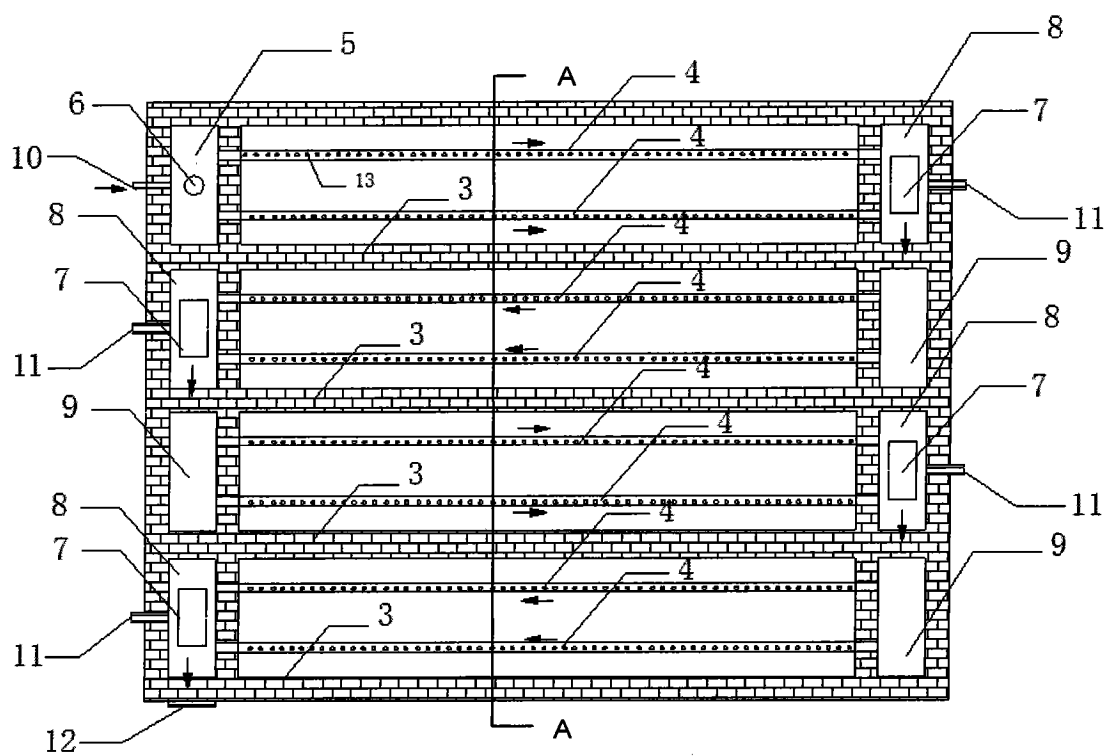


图 1

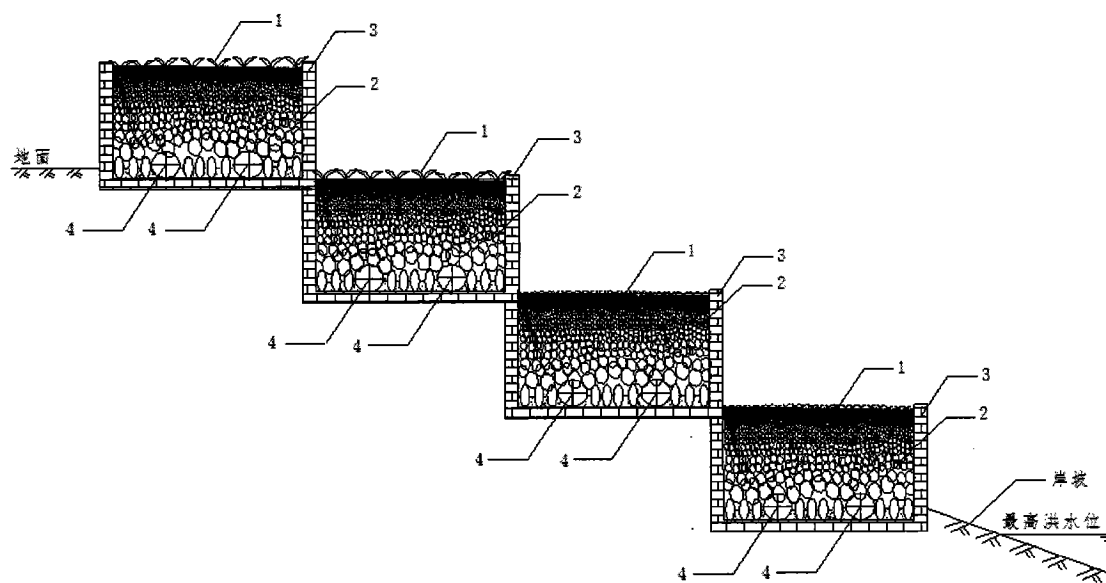


图 2

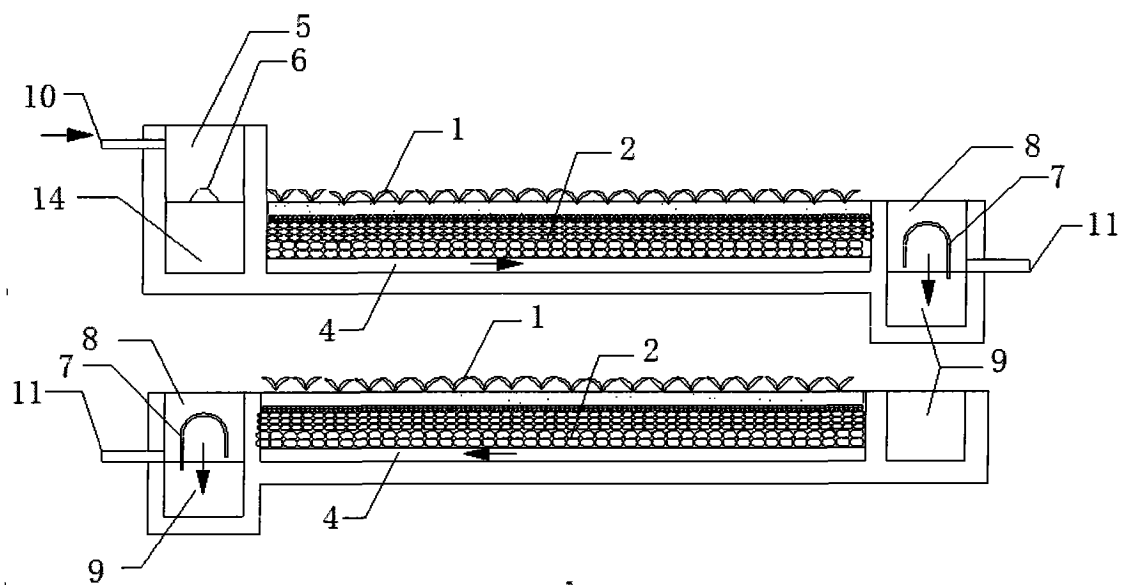


图 3

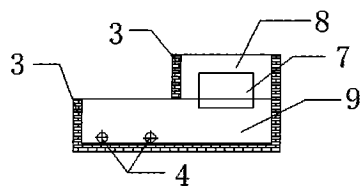


图 4