



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103693745 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201410017044. 5

CN 103145295 A, 2013. 06. 12,

(22) 申请日 2014. 01. 13

CN 103274529 A, 2013. 09. 04,

(73) 专利权人 中国科学院水生生物研究所

CN 1333190 A, 2002. 01. 30,

地址 430072 湖北省武汉市武昌区东湖南路
7号

US 8252182 B1, 2012. 08. 28,

张晟等. 八种不同工艺组合人工湿地系统除磷效果研究. 《长江流域资源与环境》. 2008, 第17卷(第2期), 第295-300页.

(72) 发明人 吴振斌 郭伟杰 成水平 贺锋
徐栋 周巧红

审查员 尚媛媛

(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 3/32(2006. 01)

C02F 3/30(2006. 01)

C02F 9/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101120661 A, 2008. 02. 13,

CN 101386451 A, 2009. 03. 18,

CN 102153234 A, 2011. 08. 17,

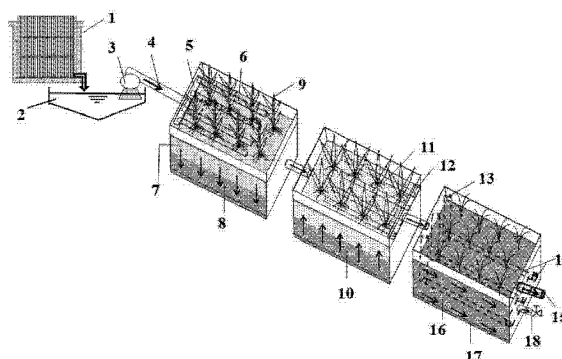
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,该处理方法作为一种构造简单、处理费用低且净化和景观效果好的污水处理技术,在径流污水流入水体之前进行拦截和净化,可以有效的缓解和控制当前河湖受面源污染严重的问题,还公开了一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法的装置,该装置将不同流态单元串联组合而成,且级配不同的湿地填料,综合了不同湿地类型的优点,营造出了不同的厌氧和富氧区域,且占地面积小、建造灵活、处理效果好,适用于大部分农村、小城镇和未改造城中村等缺乏甚至没有排水系统的地区。



1. 一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,其实现装置包括:进水格栅(1)、沉砂池(2)、下行流单元(8)、上行流单元(10)、推流型潜流单元(16)、底部防渗层(17)、进水管(4)、出水管(15)、通气管(13)、排空管(14)、排空管出水阀门(18)以及湿地填料(7)和湿地植物(9),下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)中填充湿地填料(7),湿地填料(7)中种植湿地植物(9),其特征在于:进水格栅(1)与沉砂池(2)串联,且栅距不大于40 mm,沉砂池(2)与下行流单元间设置提升泵(3),下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)依次串联,提升泵(3)连接进水管(4),进水管(4)穿过下行流单元(8)墙体连接主布水管,主布水管(5)连接分布水管(6),分布水管沿竖向管轴斜向下45度交错开孔,孔径不大于5 mm,分布水管铺设间距不大于50 cm;主布水管(5)和分布水管(6)均敷设于下行流单元(8)中湿地填料(7)的表面,或者部分,或者全部埋设于湿地填料(7)之中,或者利用管道支墩架空于湿地填料(7)之上,下行流单元(8)与上行流单元(10)通过隔墙底部平行并列设置的孔洞相连通,上行流单元(10)的湿地填料(7)表层铺设分收水管(11),分收水管(11)连接主收水管(12),主收水管(12)穿过上行流单元(10)和推流型潜流单元(16)隔墙上部的孔洞进入推流型潜流单元(16),下行流单元(8)、上行流单元(10)以及推流型潜流单元(16)内均设置排空管(14)和通气管(13),排空管(14)贯穿下行流单元(8)、上行流单元(10)以及推流型潜流单元(16)底部铺设,通气管(13)与排空管(14)垂直相连,排空管出水阀门(18)位于推流型潜流单元(16)底部,出水管(15)位于推流型潜流单元墙体上部,在沉砂池(2)、下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)底部设置防渗层(17);

其处理步骤是:

A、被截留的入河径流污水经过栅距不大于40 mm的格栅和沉砂池进行预处理;

B、经过步骤A处理的污水,通过主布水管分流至分布水管,经分布水管均匀布水进入下行流单元,大部分有机物和悬浮颗粒被去除;

C、经过下行流单元处理后的污水通过下行流单元和上行流单元的隔墙底部的孔洞进入上行流单元,进行二次净化;

D、步骤C处理后的污水再经分收水管收入主收水管,通过上行流与推流型潜流单元隔墙上部的孔洞进入推流型潜流单元得到进一步的净化;

E、最后,经步骤D处理后的水由推流型潜流单元墙体上部的出水管直接排入受纳水体;所述下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元依地形高差灵活建立,湿地进水依据地形通过自重力流或动力泵提升来实现,整个装置的运行方式为间歇式运行。

2. 根据权利要求1所述的一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,其特征在于:所述下行流单元(8)与上行流单元(10)各自的长宽比不大于2:1,推流型潜流单元(16)长宽比不小于2:1且不大于10:1,下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)的面积相同。

3. 根据权利要求1所述的一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,其特征在于:所述的下行流单元(8)和上行流单元(10)的湿地填料(7)包括上层基质和下层基质,上层基质为钢渣、沸石、无烟煤、陶粒中的一种,下层基质为碎石或砾石中的一种;所述的推流型潜流单元(16)湿地填料(7)基质为碎石或砾石中的一种;所述的钢渣、沸石、无烟煤、陶粒粒径不大于15 mm,碎石或砾石粒径不小于20 mm。

4. 根据权利要求 3 所述的一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,其特征在於:所述的湿地填料(7)的深度不小于 40 cm 且不大于 100 cm,上层基质层与下层基质层深度比不小于 1:1 且不大于 3:1,下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)中湿地填料的深度为下行流 $>$ 上行流 \geq 推流型潜流。

5. 根据权利要求 1 所述的一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,其特征在於:湿地植物(9)为美人蕉、花叶芦竹、灯芯草、再力花、梭鱼草、石菖蒲和黄花鸢尾其中的一种或两种以上任意组合。

一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及复合人工湿地处理面源污染的技术领域,具体涉及一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,同时还涉及一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法的装置,适用于大部分农村、小城镇和未改造城中村等缺乏甚至没有排水系统的地区。

背景技术

[0002] 面源污染,作为典型的非点源污染,是指在降雨过程中雨水及其形成的径流流经地面,聚集一系列污染物质,随之进入水体,污染以河湖为主的地表水以及地下水,具有地域范围广、随机性强、成因复杂等特点,径流污染的控制是当前水环境研究的重点之一。随着我国经济水平的提高,城市排水管网系统和污水处理厂在不断建造或升级,此部分径流污染得到了一定程度的控制。然而,大部分的农村、小城镇和未改造城中村缺少甚至没有排水系统。在旱季,没有排水系统的地区,大部分生活污水通过明渠直接排入附近的河流和湖泊;在雨季,即使中等强度的降雨,大量混杂生活污水的径流污染会超过管道的截留和输送能力,或是在缺少管道系统时通过径流干沟直接流入受纳水体。这些入河径流污染携带大量的固体颗粒,有机物和氮磷等营养盐,造成受纳水体富营养化,从而导致生态系统的恶化。

[0003] 近年来,对受径流污染而至富营养化的水体采取的一系列生态修复工程和技术,如河道曝气、人工浮岛、底泥钝化、生态调水以及用于处理富营养化水体的旁道生态滤床等得到了越来越多的应用。然而,这些措施均为在水体受到一系列污染以后的应急和补救措施,如何对其在排入水体之前进行有效处理和控制在解决当前河湖污染问题的关键,人工湿地作为一种构造简单、处理费用低且具景观效果的污水处理技术,得到了广泛的推广和应用,尤其适合排水管网和污水处理厂缺乏或不完善的国家和地区。

[0004] 以水流方式人工湿地处理系统可分为表面流湿地和潜流湿地,潜流型湿地又分为水平流和垂直流,其中垂直流人工湿地又可分为下行流和上行流人工湿地两类。不同类型湿地各有优缺,针对不同类型的处理对象,在构建湿地时,如何进行不同流态的优化组合和适当的后期管理运行,使其兼具优良的景观效果和效率,是问题的关键所在。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对上述技术和应用上存在的问题,提供了一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,该处理方法作为一种构造简单、处理费用低且净化和景观效果好的污水处理技术,在径流污水流入水体之前进行拦截和净化,可以有效的缓解和控制当前河湖受面源污染严重的问题。

[0006] 本发明的另一个目的是在于提供了一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法的装置,该装置将不同流态单元串联组合而成,且级配不同的湿地填料,综合了不同湿地类型的优点,营造出了不同的厌氧和富氧区域,且占地面积小、建造灵活、处理效果好。

[0007] 为了实现上述的目的,本发明采用以下技术措施:

[0008] 一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,其步骤是:

[0009] A、被截留的入河径流污水经过格栅和沉砂池进行预处理;

[0010] B、经过步骤 A 处理的污水,通过主布水管分流至分布水管,经分布水管均匀布水的进入下行流单元,大部分有机物和悬浮颗粒被去除;

[0011] C、经过下行流单元处理后的污水通过下行流单元和上行流单元的隔墙底部的孔洞进入上行流单元,进行二次净化;

[0012] D、步骤 C 处理后的污水再经分收水管收入主收水管,通过上行流与推流型潜流单元墙体上部的孔洞进入推流型潜流单元得到进一步的净化;

[0013] E、最后,经步骤 D 处理后的水由推流型潜流单元墙体上部的出水管直接排入受纳水体。

[0014] 一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法的装置,包括进水格栅、沉砂池、下行流单元、上行流单元、推流型潜流单元、底部防渗层、进水管、布水管、收水管、排空管、通气管、排空管出水阀门、出水管以及不同填料和湿生植物。其连接关系是:下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元中填充湿地填料,湿地填料中种植湿地植物,

[0015] 进水格栅与沉砂池串联,沉砂池与下行流单元间设置提升泵,下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元依次串联,提升泵连接进水管,进水管穿过下行流单元墙体连接主布水管,主布水管连接分布水管,主布水管和分布水管均敷设于下行流单元中湿地填料的表面,或者部分,或者全部埋设于湿地填料中,或者利用管道支墩架空于湿地填料之上,下行流单元与上行流单元通过隔墙下部管孔相连通,上行流单元的湿地填料表层铺设分收水管,分收水管连接主收水管,主收水管穿过上行流单元和推流型潜流单元隔墙上部的管孔进入推流型潜流单元,下行流单元、上行流单元以及推流型潜流单元内均设置排空管和通气管,排空管贯穿下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元底部铺设,通气管与排空管垂直相连,排空管出水阀门位于推流型潜流单元底部,出水管位于推流型潜流单元墙体上部,在沉砂池、下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元底部设置防渗层。

[0016] 下行流单元与上行流单元的隔墙下部有多个管孔平行并列设置。

[0017] 下行流单元和上行流单元内湿地填料包括上层基质层和下层基质层,上层基质层为钢渣、沸石、无烟煤、陶粒的一种,下层基质层为碎石或砾石,推流型潜流单元内湿地填料为碎石或砾石。

[0018] 钢渣、沸石、无烟煤、陶粒的粒径不大于 15 mm,碎石或砾石粒径不小于 20 mm。

[0019] 湿地填料的深度不小于 40 cm 且不大于 100 cm,上层基质层与下层基质层深度比不小于 1:1 且不大于 3:1,下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元中湿地填料的深度为下行流 > 上行流 ≥ 推流型潜流。

[0020] 湿生植物为美人蕉、花叶芦竹、灯芯草、再力花、梭鱼草、石菖蒲和黄花鸢尾、菖蒲其中的一种或两种以上任意组合。

[0021] 下行流单元和上行流单元的长宽比不大于 2:1,推流型潜流单元长宽比不小于 2:1 且不大于 10:1,可根据不同地质、地形和用地情况灵活设计,但底坡坡度不大于 10%,下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元的面积相同。

[0022] 其中,格栅栅距不大于 40 mm,沉砂池设计流量不小于最大初期入河径流污水流量,底部防渗层为钢筋混凝土或依据不同地形灵活使用膨润土防水毯或土工布等整体构

架,亦可采用粘土或原状土压实,防渗系数 $\leq 10^{-8}$ cm/s,布水管沿竖向管轴斜向下45度交错开孔,孔径不大于5 mm,管间铺设间距不大于50 cm,所用管道均为UPVC管。

[0023] 本发明的有益效果和优点在于:

[0024] 1、本发明装置的结构特点使得污水在湿地中有更多的流态,分布更均匀,与基质和植物根系接触更充分,去除效果更佳;

[0025] 2、本发明装置中不同的流态单元串联,在系统中营造出不同的厌氧和好氧区域,对污水中氮的去除效果明显;

[0026] 3、本发明装置结构紧凑、可进行模块化设计和根据具体情况自由建造组合,且建设成本低、建造时间短、耐径流污水冲击性强、易操作、运行稳定;

[0027] 4、本发明将复合人工湿地引入到如农村、小城镇以及未改造的城中村等缺少甚至没有排水系统的地区,在径流污水通过冲刷干沟或是管道溢流进入受纳水体前进行拦截和净化,而非用于对已经受到污染而至富营养化水体的净化,更具有“治本”的作用和意义;

[0028] 5、对于农村、小城镇以及未改造的城中村等这些地区,兴建污水处理厂以及进行排水系统建设或升级改造需要大量的金钱和时间,而复合人工湿地投资省、处理效果好。

附图说明

[0029] 图1为一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法的流程布置图;

[0030] 其中: 1—进水格栅,2—沉砂池,3—提升泵,4—进水管,5—主布水管(DN100),6—分布水管(DN75),7—湿地填料,8—下行流单元,9—湿地植物,10—上行流单元,11—分收水管(DN75,均匀开孔),12—主收水管(DN100),13—通气管,14—排空管,15—出水管,16—推流型潜流单元,17—底部防渗层,18—排空管出水阀门。

[0031] 图2为一种下行流单元和上行流单元的隔墙开孔剖面图;

[0032] 图3为一种上行流单元和推流型潜流单元的隔墙开孔剖面图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0034] 实施例1:

[0035] 本发明的一种入河径流污染的复合人工湿地处理装置建在有面源污染汇入口的河岸带附近,处理对象为入河径流污水。本发明装置充分利用了不同流态人工湿地各自的优势,并将其引入到缺少甚至没有排水系统的地区,在径流污水流入受纳水体前进行拦截和净化,既节省成本又具有“治本”之效。

[0036] 参照图1一种入河径流污染的复合人工湿地处理方法,面源污水从进水到出水整个流程为预处理后到下行流单元处理,然后进入上行流单元后到推流型潜流单元处理,最后出水。其具体步骤是:

[0037] A、被截留的入河径流污水通过管道或沟渠流经格栅,粒径较大的悬浮固体被去除,然后进入沉砂池,粒径较小固体颗粒被截留,在不影响后续处理设备运行的前提下进入下步处理;

[0038] B、经过步骤A处理的污水,通过提升泵或污水自重力流经进水管至主布水管,然后分流至分布水管,通过分布水管上的孔洞均匀布水进入下行流单元,大部分有机物和悬

浮颗粒被表层填料截留,污水进一步下渗,通过填料吸附,微生物分解、硝化作用和植物直接吸收等作用,部分污染物被去除;

[0039] C、经过下行流单元处理后的污水通过下行流单元和上行流单元隔墙底部的孔洞进入上行流单元,上行流池的不同区域形成厌氧和富氧的微环境,促成了硝化和反硝化作用的发生,明显提高系统对污水中氮的去除效果,经微生物作用以及上行流表层湿地植物的吸收作用,污染物得到进一步去除;

[0040] D、步骤C处理后的污水再经分收水管收集进入主收水管,通过上行流单元与推流型潜流单元墙体上部的孔洞进入推流型潜流单元,通过植物吸收和基质吸附得到更进一步的净化,另外大气复氧作用可以增加出水溶氧;

[0041] E、步骤D处理后的污水基本达到《城镇污水处理厂综合排放标准》一级A标准,由推流型潜流单元墙体上部的出水管排出人工湿地,最后流入接纳水体。

[0042] 如图1所示,一种实现入河径流污染的复合人工湿地处理方法的装置,包括进水格栅(1)、沉砂池(2)、提升泵(3)、进水管(4)、主布水管(5)、分布水管(6)、湿地填料(7)下行流单元(8)、湿地植物(9)、上行流单元(10)、分收水管(11)、主收水管(12)、通气管(13)、排空管(14)、出水管(15)、推流型潜流单元(16)和底部防渗层(17)、排空管出水阀门(18)。其连接关系是:

[0043] 进水格栅(1)与沉砂池(2)串联,沉砂池(2)与下行流单元间设置提升泵(3),下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)依次串联,提升泵(3)连接进水管(4),进水管(4)穿过下行流单元(8)墙体连接主布水管(5),主布水管(5)连接分布水管(6),主布水管(5)和分布水管(6)敷设于下行流单元(8)中湿地填料(7)表面,下行流单元(8)与上行流单元(10)通过隔墙底部管孔(图2)相连通;

[0044] 上行流单元(10)的湿地填料(7)表层铺设分收水管(11),分收水管(11)连接主收水管(12),主收水管(12)穿过上行流单元(10)和推流型潜流单元(16)隔墙上部的管孔(图3)进入推流型潜流单元(16),下行流单元与上行流单元的隔墙下部有多个孔洞平行并列设置(图2);

[0045] 下行流单元(8)、上行流单元(10)以及推流型潜流单元(16)内均设置排空管(14)和通气管(13),排空管(14)贯穿下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)等整个湿地底部铺设,通气管(13)与排空管(14)垂直相连,排空管出水阀门(18)位于推流型潜流单元(16)墙体底部,出水管(15)位于推流型潜流单元(16)墙体上部,在沉砂池、下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)底部设置底部防渗层(17)。

[0046] 其中,格栅栅距不大于40 mm,沉砂池设计流量不小于最大初期入河径流污水流量,防渗层为钢筋混凝土,或使用防水毯或土工布等防渗材料,防渗系数 $\leq 10^{-8}$ cm/s,管道均采用UPVC管,使用粘连剂连接,主布水管(5)与主收水管(12)均为DN100,分布水管(DN75)(6)沿竖向管轴斜向下45度交错开孔,孔径3 mm管间铺设间距30 cm,分收水管(DN75)(11)均匀开孔,排空管(14)与通气管(13)的管径相同。

[0047] 下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)中填充湿地填料(7),湿地填料(7)中种植湿地植物(9)。下行流单元(8)面积50 m²,上层基质层深度30 cm,铺设粒径为5-25 mm钢渣,下层基质层深度40 cm,铺设粒径为10-30 mm碎石,种植密度为16株/m²的美人蕉;

[0048] 上行流单元(10)面积 50 m²,上层基质层深度 30 cm,铺设粒径为 5-15 mm 沸石,下层基质层深度 30 cm,铺设粒径为 10-30 mm 碎石,种植密度为 16 株 /m²的黄花鸢尾;

[0049] 推流型潜流单元(16)面积 50 m²,填料深度 60 cm,填充粒径为 10-30 mm 碎石,种植密度为 16 株 /m²的菖蒲。

[0050] 下行流单元(8)、上行流单元(10)及推流型潜流单元(16)串联而成。

[0051] 下行流单元(8)和上行流单元(10)各自的设计长宽比不大于 2:1,推流型潜流单元(16)长宽比不小于 2:1 且不大于 10:1,可根据不同地质、地形和用地情况灵活设计,但底坡坡度不大于 10%。

[0052] 进出水均由管道穿过湿地墙体来实现,四周边墙设计标准为砖混 370 墙,内花墙为砖混 240 墙,并采用厚度 15-20 mm 水泥砂浆抹面。

[0053] 本发明的湿地进水由动力泵提升来实现。

[0054] 运行方式:间歇运行,理论水力停留时间约为 53 h。

[0055] 将本发明复合人工湿地建在此污水泵站内闲置用地上,形状为长方形,占地面积 300 m²,两套依次串联的下行流单元、上行流单元及推流型潜流单元并联,应用于合肥市南淝河旁一污水泵站内,用于处理入河径流污染的复合人工湿地中试处理工程中,日处理水量 30 m³。该复合人工湿地处理装置建成后,连续运行 2 年的平均处理效果如表 1 所示。

[0056] 表 1 复合人工湿地处理装置连续 2 年水质运行状况对比表(平均值)

[0057]

水质参数	进水	出水	去除率 (%)
水温 (° C)	15.5±7.4	14.2±7.9	—
浊度 (NTU)	49.1±25.7	4.6±3.4	—
DO (mg/L)	2.5±1.4	0.6±0.2	—
pH	7.8±0.2	8.0±0.4	—
TP (mg/L)	2.0±1.6	0.3±0.2	70.3±24.4
TN (mg/L)	36.7±27.0	8.5±11.2	67.8±34.5
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	23.7±15.9	6.0±8.2	66.5±39.6
COD _{Cr} (mg/L)	186±143	29±14	76±16
TSS (mg/L)	92.0±119.7	4.8±6.6	91.9±37.7

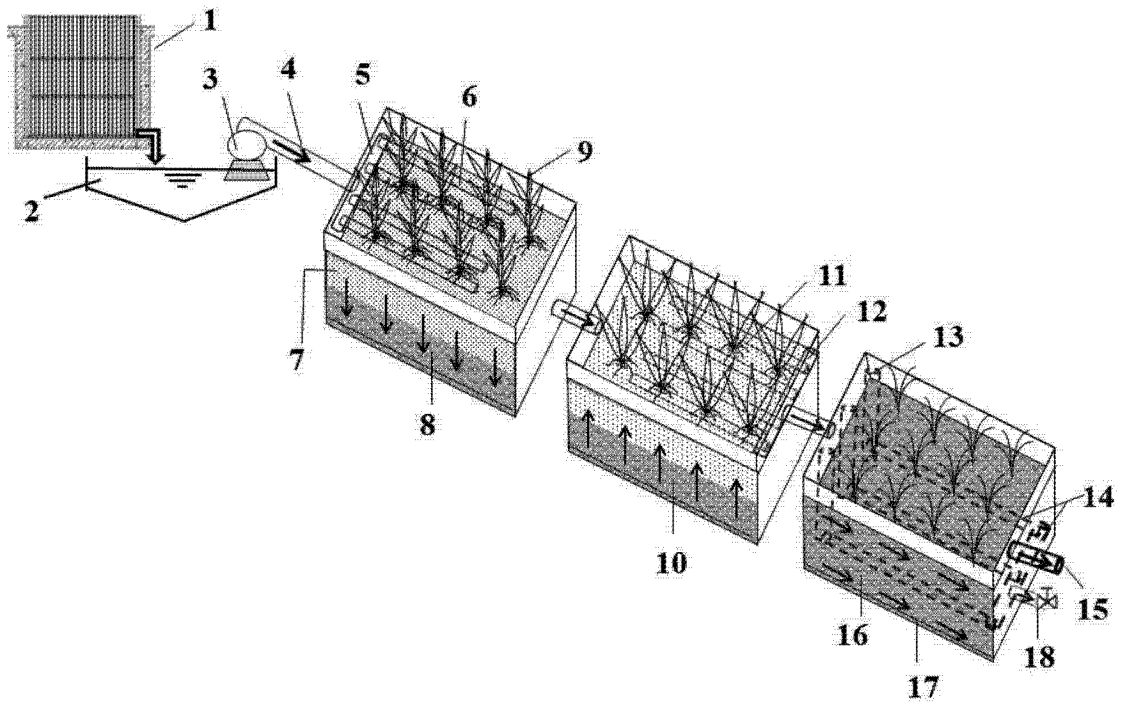


图 1

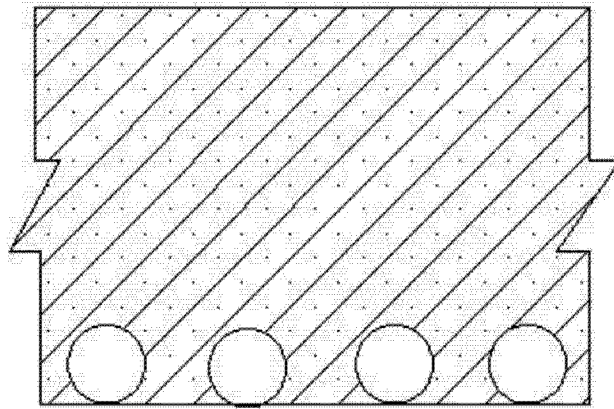


图 2

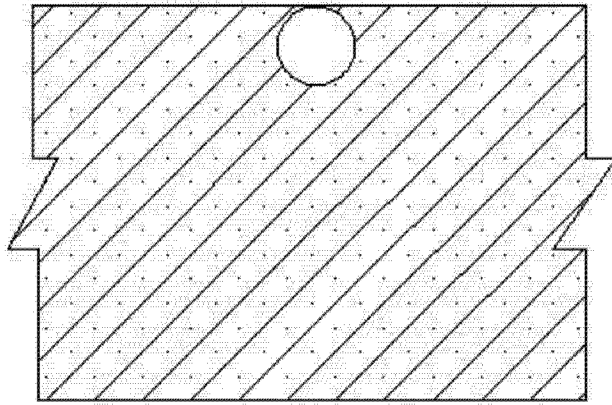


图 3