



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108706738 A

(43)申请公布日 2018. 10. 26

(21)申请号 201810767137.8

(22)申请日 2018.07.12

(71)申请人 东华大学

地址 200050 上海市长宁区延安西路1882号

(72)发明人 王宇晖 司志浩 宋新山 雷晓辉 徐欢欢 田海莹 赵雨枫

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司 31001

代理人 翁若莹 柏子冀

(51)Int.Cl.

C02F 3/32(2006.01)

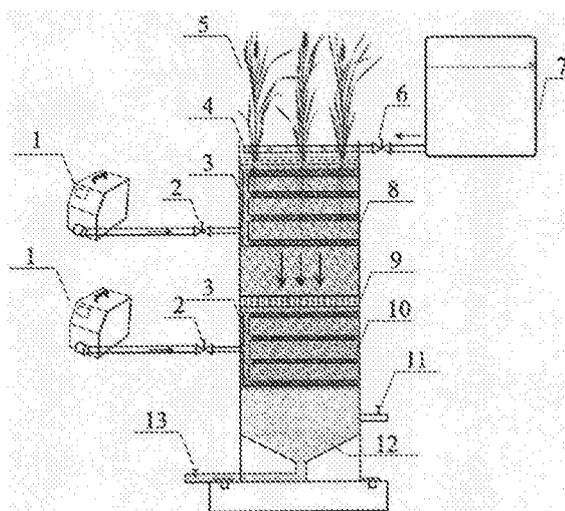
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统

(57)摘要

本发明涉及一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,由多孔挡板将湿地床体分为上、下两层,上层以比表面积和孔隙度大的颗粒作为填料,下层填充密度小于水的人工填料。在湿地床体上层和下层布置耙齿形曝气管,当湿地床体的水力传导能力显著下降时,通过外部的鼓风机在湿地上层和下层有限的空间内进行高强度短时间曝气,利用气流扰动使填料疏松,曝气的同时在污水中添加溶脱剂,使沉积于填料上多余的固体悬浮物、难降解有机物和微生物及其胞外聚合物脱落后由湿地下端污泥排放口排出,恢复湿地床体的水力传导性能。本发明工程难度低且运行管理方便,既保证了污水的处理效果、又解决了垂直流人工湿地长时间连续运行易堵塞的难题。



CN 108706738 A

1. 一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,所述人工湿地为垂直下行流人工湿地,包括湿地床体,其特征在于,所述污水处理系统包括设于湿地床体内的多孔隔板,多孔隔板将湿地床体分为上、下两层,上层包括上填料层,上填料层内填充有比表面积和孔隙度大的填料,下层包括下填料层及位于下填料层下方的污泥排放区,下填料层内填充有密度小于水的填料;

在上填料层及下填料层内分别设有耙齿形曝气管,耙齿形曝气管与位于湿地床体外的鼓气泵相连,当湿地床体的水力传导能力显著下降时,通过鼓气泵经由耙齿形曝气管在湿地床体的上层和下层进行较高强度短时间曝气,利用气流扰动使上填料层及下填料层的填料疏松,曝气的同时在污水中添加溶脱剂,使沉积于填料上多余的固体悬浮物、难降解有机物和微生物及其胞外聚合物坠落后由污泥排放区排出,恢复湿地床体的水力传导性能。

2. 如权利要求1所述的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,其特征在于,所述上填料层的填料为粒径6-8mm的陶粒或火山岩颗粒;所述下填料层的填料为人工填料。

3. 如权利要求2所述的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,其特征在于,所述人工填料为维纶醛化纤维的聚丙烯多孔悬浮球形填料,直径为80-100mm,密度小于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4. 如权利要求1所述的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,其特征在于,所述多孔隔板为玻璃钢材质,厚度为3-5cm,孔径为3-5mm,孔洞率不小于70%。

5. 如权利要求1所述的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,其特征在于,所述湿地床体的顶部设有PVC布水管,PVC布水管与外置的水箱相连,布水管为多方向打孔的耙齿形结构;在所述湿地床体的底部设有有人工湿地出水口,人工湿地出水口高于所述污泥排放区的污泥排放口15-10cm。

6. 如权利要求1所述的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,其特征在于,所述湿地床体顶部种植有净水能力强的挺水植物。

7. 如权利要求1所述的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,其特征在于,所述耙齿形曝气管由两组平行排列的耙齿形PVC导气管并联而成,两组耙齿形PVC导气管连接同一所述鼓气泵;两组耙齿形PVC导气管所在平面的间的垂直距离为20-30cm,每组耙齿形PVC导气管中相邻两管的间距为10-15cm,导气管孔径2-5mm,孔洞率不小于70%,每组耙齿形PVC导气管中的每根导气管外均套有微孔曝气管,气孔密度1000-1200个/m。

8. 如权利要求1所述的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,其特征在于,当湿地床体正常运行时,通过所述鼓气泵经由所述耙齿形曝气管在湿地床体的上层和下层进行间歇曝气,促进湿地进水中有机物染污的降解,减缓湿地堵塞,同时促进污水中总氮的去除。

9. 一种基于权利要求1所述的污水处理系统恢复湿地床体的水力传导性能的方法,其特征在于,包括以下步骤:

第一步,停止湿地床体的进水并由位于湿地床体下层的人工湿地出水口将湿地床体中存留的污水排出后,关闭人工湿地出水口的阀门;

第二步,向用于给湿地床体供水的水箱的污水中投加溶脱剂 $\text{NaClO}_3$ ,随后利用水箱中的污水继续向湿地床体供水,至污水的高度高于上填料层2-3cm;

第三步,同时打开与上填料层及下填料层内的耙齿形曝气管相连的鼓气泵,对上填料

层及下填料层进行高强度曝气；

第四步,污水在湿地床体停留30分钟后,通过污泥排放区的污泥排放口,使得填料表面脱落的污泥流出。

## 一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,具体涉及一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统。

### 背景技术

[0002] 垂直流人工湿地是一种占地面积小,处理效率高的污水净化系统,能有效去除污水中的固体悬浮物、有机污染物、总氮、总磷及重金属等,其最常见的形式为垂直下行流人工湿地,即污水从湿地表面流入湿地系统,经过湿地填料渗流到底部。湿地床体良好的水力传导性能是保证垂直流人工湿地高效净水的重要前提,但是长时间连续运行往往会导致湿地堵塞,堵塞后填料的渗透系数减小,污水的渗透速度减缓,容易引起水流不畅甚至造成填料表层严重积水,最终使湿地的净水能力下降,同时也严重影响了人工湿地的正常使用寿命。

[0003] 人工湿地基质堵塞可分为三个阶段,第一阶段发生在在湿地的运行初期,此时湿地基质的渗透缓慢的下降,但并未出现明显的堵塞现象。在第二阶段,湿地填料的渗透速率稳定下降,湿地的污水净化能力逐渐衰减,至出现湿地基质表面持续积水则为第三阶段。污水中的固体悬浮物以及难降解有机物的积累是湿地基质堵塞的主要原因,此外湿地中微生物及其胞外聚合物在湿地基质孔隙中的蓄积也加速了湿地的堵塞。

[0004] 目前,利用废水预处理、更换湿填料、停床休作与轮休等手段虽然可以减缓湿地的堵塞,但在实际应用中存在成本较高和操作复杂等缺点。因此,通过合理的结构设计和运行优化预防湿地堵塞的发生。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为人工湿地的长期运行提供一种低投入、易操作且高效率的堵塞解决方案。

[0006] 为了达到上述目的,本发明的技术方案是提供了一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统,所述人工湿地为垂直下行流人工湿地,包括湿地床体,其特征在于,所述污水处理系统包括设于湿地床体内的多孔隔板,多孔隔板将湿地床体分为上、下两层,上层包括上填料层,上填料层内填充有比表面积和孔隙度大的填料,下层包括下填料层及位于下填料层下方的污泥排放区,下填料层内填充有密度小于水的填料;

[0007] 在上填料层及下填料层内分别设有耙齿形曝气管,耙齿形曝气管与位于湿地床体外的鼓气泵相连,当湿地床体的水力传导能力显著下降时,通过鼓气泵经由耙齿形曝气管在湿地床体的上层和下层进行较高强度短时间曝气,利用气流扰动使上填料层及下填料层的填料疏松,曝气的同时在污水中添加溶脱剂,使沉积于填料上多余的固体悬浮物、难降解有机物和微生物及其胞外聚合物坠落后由污泥排放区排出,恢复湿地床体的水力传导性能。

[0008] 优选地,所述上填料层的填料为粒径6-8mm的陶粒或火山岩颗粒;所述下填料层的

填料为人工填料。

[0009] 优选地,所述人工填料为维纶醛化纤维的聚丙烯多孔悬浮球形填料,直径为80-100mm,密度小于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0010] 优选地,所述多孔隔板为玻璃钢材质,厚度为3-5cm,孔径为3-5mm,孔洞率不小于70%。

[0011] 优选地,所述湿地床体的顶部设有PVC布水管,PVC布水管与外置的水箱相连,布水管为多方向打孔的耙齿形结构;在所述湿地床体的底部设有有人工湿地出水口,人工湿地出水口高于所述污泥排放区的污泥排放口15-10cm。

[0012] 优选地,所述湿地床体顶部种植有净水能力强的挺水植物。

[0013] 优选地,所述耙齿形曝气管由两组平行排列的耙齿形PVC导气管并联而成,两组耙齿形PVC导气管连接同一所述鼓气泵;两组耙齿形PVC导气管所在平面的间的垂直距离为20-30cm,每组耙齿形PVC导气管中相邻两管的间距为10-15cm,导气管孔径2-5mm,孔洞率不小于70%,每组耙齿形PVC导气管中的每根导气管外均套有微孔曝气管,气孔密度1000-1200个/m。

[0014] 优选地,当湿地床体正常运行时,通过所述鼓气泵经由所述耙齿形曝气管在湿地床体的上层和下层进行间歇曝气,促进湿地进水中有机物染污的降解,减缓湿地堵塞,同时促进污水中总氮的去除。

[0015] 本发明的另一个技术方案是提供了一种基于上述的污水处理系统恢复湿地床体的水力传导性能的方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0016] 第一步,停止湿地床体的进水并由位于湿地床体下层的人工湿地出水口将湿地床体中存留的污水排出后,关闭人工湿地出水口的阀门;

[0017] 第二步,向用于给湿地床体供水的水箱的污水中投加溶脱剂 $\text{NaClO}_3$ ,随后利用水箱中的污水继续向湿地床体供水,至污水的高度高于上填料层2-3cm;

[0018] 第三步,同时打开与上填料层及下填料层内的耙齿形曝气管相连的鼓气泵,对上填料层及下填料层进行高强度曝气;

[0019] 第四步,污水在湿地床体停留30分钟后,通过污泥排放区的污泥排放口,使得填料表面脱落的污泥流出。

[0020] 本发明为垂直下行流人工湿地,由多孔挡板将湿地床体分为上、下两层分,上层以比表面积和孔隙度大的陶粒或火山岩颗粒作为填料保证污水的处理效果,下层填充密度小于水的人工填料使其浮于水上,并留有污泥排放区。在湿地床体上层和下层布置曝气管,当湿地床体的水力传导能力显著下降时,通过外部的鼓气泵在湿地上层和下层有限的空间内进行较高强度短时间曝气,利用气流扰动使填料疏松,曝气的同时在污水中添加溶脱剂,使沉积于填料上多余的固体悬浮物、难降解有机物和微生物及其胞外聚合物落后由湿地下端污泥排放口排出,恢复湿地床体的水力传导性能。

[0021] 本发明具有如下特点:

[0022] 1) 本发明通过合理的结构设计和运行优化在湿地上层使用比表面积和孔隙度大的填料保证污水处理效果;下层使用的人工轻质填料浮于水面之上,利用水流的搅动可以延缓湿地堵塞;下层底部设置的污泥回收区,可以实现湿地填料间隙中过量污泥的沉淀、收集和排放;

[0023] 2) 本发明通过曝气和溶脱剂的联合使用,可有效清除沉积于填料表面多余的固体悬浮物、难降解有机物和微生物及其胞外聚合物,在短时间内恢复垂直流湿地的水力传导性能。

### 附图说明

[0024] 图1是本发明的装置示意图;

[0025] 图2是本发明的俯视图;

[0026] 图3是本发明曝气管的示意图,图中:1、鼓气泵 2、气阀 3、曝气管 4、布水管 5、湿地植物 6、进水蝶阀 7、水箱 8、上填料层 9、多孔挡板 10、下填料层 11、出水口 12、污泥排放区 13、污泥排放口。

### 具体实施方式

[0027] 为使本发明更明显易懂,兹以优选实施例,并配合附图作详细说明如下。

[0028] 同时参看附图1-3,在本发明提供的一种高效防堵塞垂直流人工湿地污水处理系统的一个具体实施方式的装置中,人工湿地为垂直下行流人工湿地,包括湿地床体。由本发明的多孔挡板9将湿地床体分为上、下两层。多孔挡板9为玻璃钢材质,厚度3-5cm,孔径3mm,孔洞率为70%。上层包括上填料层8,上填料层8内填充有比表面积和孔隙度大的陶粒,陶粒的粒径为6-8mm。下层包括下填料层10及污泥排放区12。下填料层10内填充有密度小于水的人工轻质填料,使得下填料层10的填料浮于水上,在本实施例中,下填料层10的填料为维纶醛化纤维的聚丙烯多孔悬浮球形填料,直径80mm,填充率为80%。在上填料层8和下填料层10中布置耙齿形曝气管3。耙齿形曝气管3为两组平行排列的耙齿形PVC导气管并联而成,连接同一鼓气泵1。两组耙齿形PVC导气管所在平面的间的垂直距离为20cm,每组耙齿形PVC导气管中相邻两管的间距为10cm,导气管孔径2mm,孔洞率为70%,耙齿形PVC导气管中每根导气管外均套有微孔曝气管,气孔密度1000-1200个/m。

[0029] 湿地床体的顶部布置有PVC布水管4,PVC布水管4与外置的水箱7相连。PVC布水管4为多方向打孔的耙齿形结构。污泥排放区12设置有污水出水口11及污泥排放口13,污水出水口11的高度高于污泥排放口13的高度5cm。湿地床体的顶部还种植净水能力强的芦苇作为湿地植物5。

[0030] 当湿地床体正常运行时,通过外部的鼓气泵1每天在湿地上层和下层曝气1小时,曝气强度 $600\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,促进湿地中有机物染污的降解,减缓湿地堵塞,同时可以促进污水中氨氮和总氮的去除。

[0031] 当湿地床体的水力传导能力显著下降时,通过鼓气泵1及耙齿形曝气管3在湿地床体的上层和下层有限的空间内进行 $1500\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 的高强度曝气,利用气流扰动使填料之间产生摩擦,沉积于填料表层多余的固体悬浮物、难降解有机物和微生物及其胞外聚合物因此脱落,并由污泥排放口13排出,在疏松填料的同时,达到恢复湿地床体的水力传导性能的目的。

[0032] 当人工湿地水力传导性能明显降低时,具体操作如下:

[0033] 第一步,停止进水并由出水口11将湿地中存留的污水排出后,关闭出水口11阀门。

[0034] 第二步,向水箱7的污水中投加溶脱剂 $\text{NaClO}_3$ 至浓度为6% (W/V),随后打开进水蝶

阀6继续进水,至污水高于上填料层3cm。

[0035] 第三步,同时打开与上填料层和下填料层内的耙齿形曝气管3相连的鼓气泵1,对上填料层和下填料层进行 $1500\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 的高强度曝气,曝气时间为1小时。

[0036] 第四步,污水在湿地床体中停留30分钟后,顺序打开污泥排放口13和布水管4的蝶阀6,将填料表面脱落的污泥流出。

[0037] 上述描述仅作为本发明可实施的技术方案提出,不作为对其技术方案本身的单一限制条件。

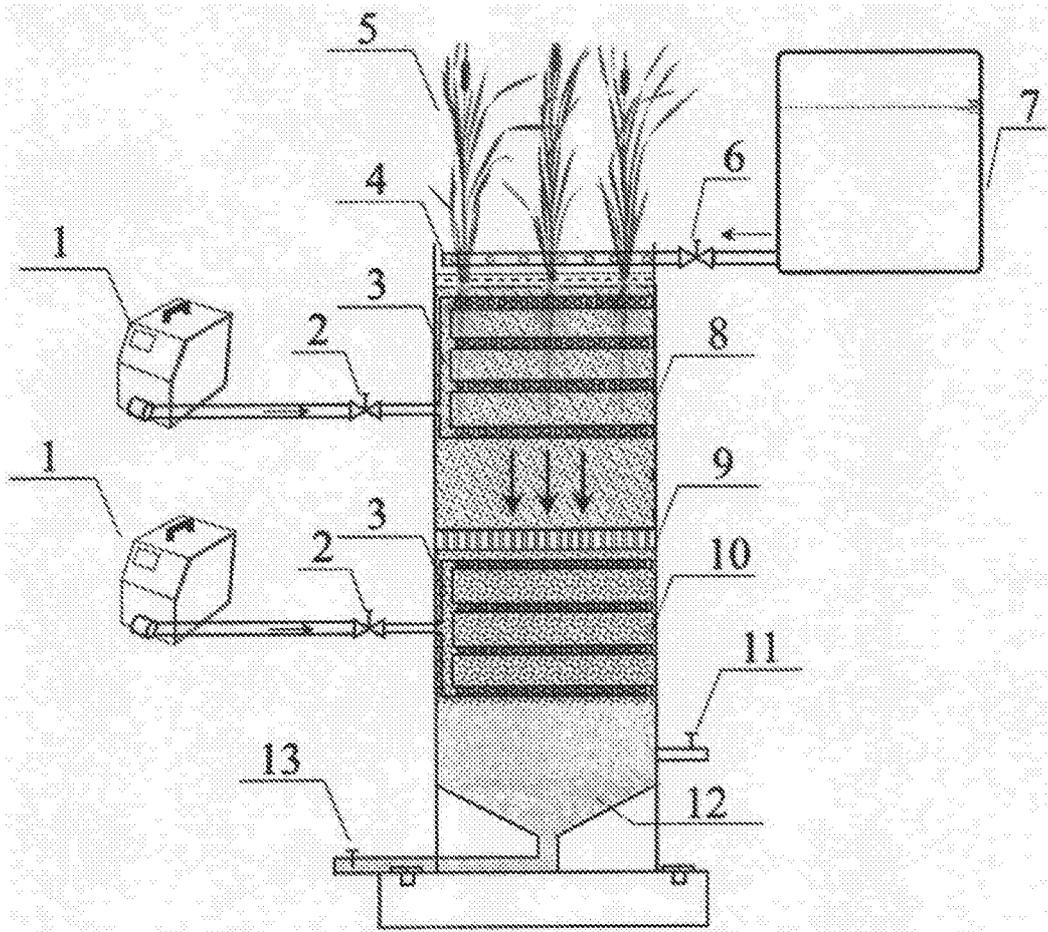


图1

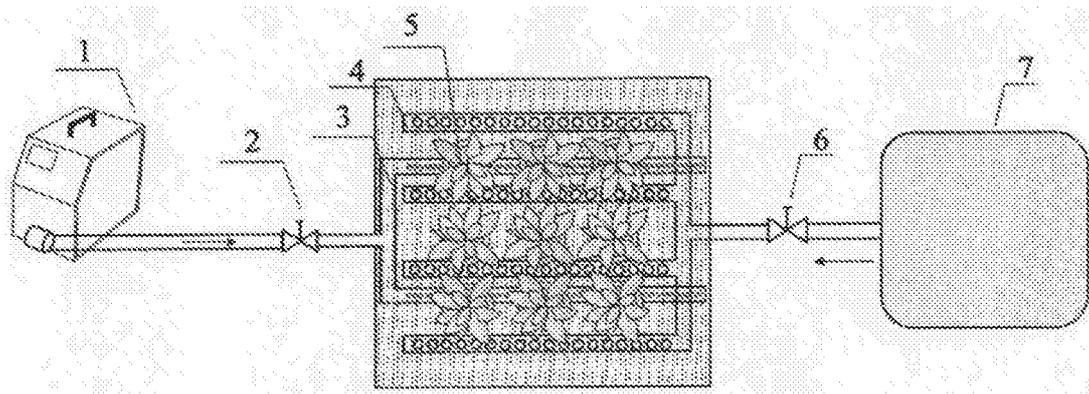


图2

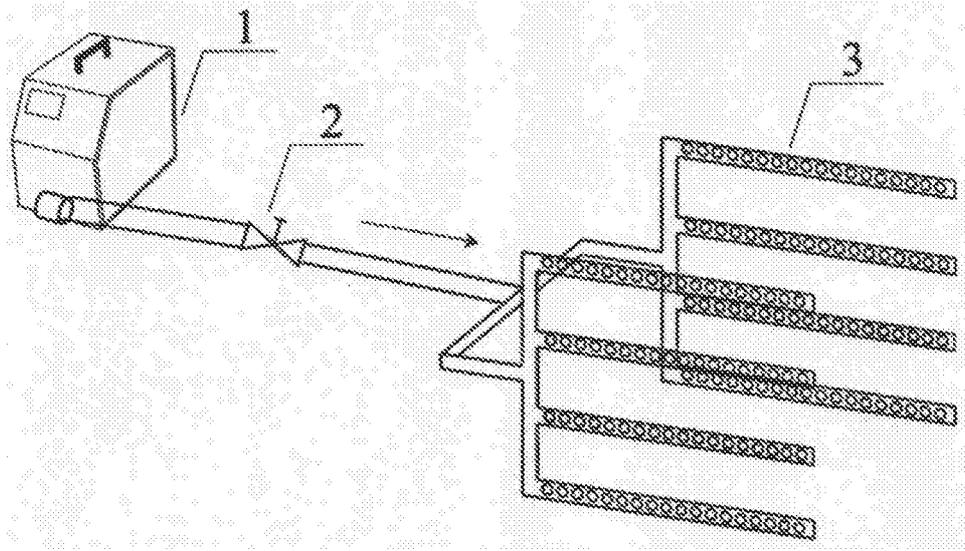


图3