



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104761057 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201510134441. 5

(22) 申请日 2015. 03. 25

(71) 申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923 号

(72) 发明人 张建 刘华清 安沫霖 胡振
张成禄

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 杨琪 崔苗苗

(51) Int. Cl.

C02F 3/32(2006. 01)

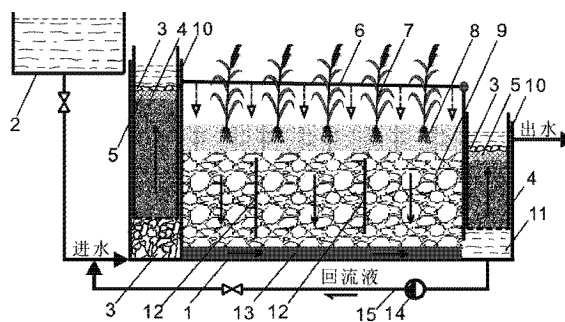
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统

(57) 摘要

本发明涉及一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统,包括湿地床体、进水槽、砾石层、模块化生物炭层、混合填料层、滤料层、湿地植物、回流装置和布水管。湿地运行时,进水经过缺氧的砾石层和生物炭层、好氧的混合填料层、缺氧的生物炭层和滤料层,并内设回流装置,通过过滤吸附沉淀作用、微生物转化作用、植物吸收作用去除污水中的污染物。本发明具有防堵塞、水力负荷高、氮磷去除效果好、运行稳定等优点。



1. 一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统,包括湿地床体、第一上行流池、第二上行流池、下行流池、进水管、回流管、布水管和出水管,其特征在于,所述第一上行流池和第二上行流池分别位于下行流池的左右两侧,第一上行流池通过上部设置的布水管与下行流池相连通,第一上行流池底部与进水管相连通,所述第二上行流池和下行流池在底部连通,第二上行流池上部与出水管相连通,所述第二上行流池的底部为蓄水池,所述蓄水池底部通过回流管与进水管相连。

2. 如权利要求 1 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述第一上行流池的下层为砾石层,上层为生物炭层,所述生物炭层上铺设有滤料层,滤料层上覆盖有砾石层。

3. 如权利要求 2 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述第一上行流池的下层为砾石层,砾石粒径为 10mm ~ 20mm,厚度为 200mm,上层为生物炭层,生物炭为条状,长为 10mm ~ 50mm,厚度为 600mm,所述生物炭层上铺设有厚度为 20mm 的无纺布针刺毡,上层为砾石层,粒径为 10mm ~ 20mm,厚度为 30mm。

4. 如权利要求 1 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述生物炭层为模块式,生物炭层模块为盒装、无盖,底部和一侧开有圆形穿孔,外壁厚 5mm,模块底部穿孔直径为 10mm,穿孔间距为 5mm ~ 10mm,穿孔与底面边缘间距为 5mm ~ 10mm,模块侧面穿孔直径为 30mm,穿孔间距为 30mm ~ 50mm,穿孔中心距模块顶部 100mm ~ 200mm。

5. 如权利要求 1 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述布水管一端密封,另一端与生物炭层模块侧面穿孔连接,与水平面呈 3° ~ 4° 的夹角,管外径为 30mm,管壁厚 2mm ~ 3mm,布水管侧面开有圆形穿孔,穿孔直径为 4 ~ 6mm,穿孔密度自高位端至低位端逐渐增加。

6. 如权利要求 1 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述下行流区域填料上层为石英砂和生物炭混合填料层,石英砂粒径为 2mm ~ 4mm,厚度为 200mm,下层为砾石和生物炭混合填料层,砾石粒径为 10mm ~ 30mm,厚度为 450mm。

7. 如权利要求 6 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述石英砂和生物炭混合填料层中生物炭投加体积比为 10% ~ 30%;所述砾石和生物炭混合填料层中生物炭投加体积比为 10% ~ 30%。

8. 如权利要求 1 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述第二上行流池底部为蓄水池,中层为生物炭层,所述生物炭层上铺设有滤料层,滤料层上覆盖有砾石层。

9. 如权利要求 1 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述下行流池中间竖直设置有挡水板,挡水板高为 250mm ~ 350mm,挡水板底部距离湿地床底 15mm ~ 20mm,并在此区间设置内部水槽。

10. 如如权利要求 1 所述的复合垂直流人工湿地系统,其特征在于,所述进水管、回流管、布水管、出口管均为 PVC 管。

一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统

技术领域

[0001] 本发明属于生态水处理领域,涉及一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统。

背景技术

[0002] 由于集中式污水处理在农村和中小城镇地区的局限性,这些地区的污水通常采用分散式处理系统进行净化,其中人工湿地具有结构简单、投资小、运行维护方便且费用低等优点,实用性非常强。

[0003] 人工湿地系统中污水处理是在植物、微生物和填料的共同作用下完成的,通过人工湿地处理污水被越来越广泛的投入到应用中。垂直潜流人工湿地以其独特的结构和水流方式不仅能减小季节影响、减缓蚊蝇滋生,还能提高污水处理能力,但也存在易堵塞和氮磷等污染物去除能力有限的问题。

[0004] 湿地填料是湿地系统中重要的组成部分,在污水净化中填料不仅为微生物提供附着表面,其吸附、离子交换等功能也发挥着重要的作用,通常情况下湿地系统运行初期,湿地填料的吸附作用和离子交换能力较强,污水处理能力较高,但随着运行时间的增加,这种优势逐渐减弱,污水处理能力也随之降低。目前使用较多的填料有沸石、砾石、石英砂等。

[0005] 生物炭是热解生物质后得到的一种高含碳固体残渣,它具有固碳作用,能有效减少 CO_2 气体的排放,生物炭保留了原有生物质的良好孔隙结构,具有较大的孔隙度和比表面积,生物炭表面还有大量羧基、羰基、酮基等官能团,具有较强的离子交换能力。生物炭的添加能显著提高对有机物、氮、磷等植物所需营养物质的捕捉能力,增强了植物对它们的吸收,显著促进湿地植物的增长,间接强化对污染物的去除能力。

[0006] 湿地植物在去除污染物的同时也产生了大量的生物质,枯萎腐烂的秸秆重新进入系统,造成二次污染,因此必须及时清理枯萎的生物质。清理得到的生物质通常采用焚烧处理,不仅浪费资源,还造成了大气污染,将生物质热解为生物炭并再次运用在湿地系统中,能有效解决以上问题。

发明内容

[0007] 本发明为克服上述垂直流人工湿地技术的不足,提供一种不易堵塞、氮磷等污染物去除效果好的一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统。

[0008] 本发明采用下述技术方案得以实现:

[0009] 一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统,包括湿地床体、第一上行流池、第二上行流池、下行流池、进水管、回流管、布水管和出水管,所述第一上行流池和第二上行流池分别位于下行流池的左右两侧,第一上行流池通过上部设置的布水管与下行流池相连通,第一上行流池底部与进水管相连通,所述第二上行流池和下行流池在底部连通,第二上行流池上部与出水管相连通,所述第二上行流池的底部为蓄水池,所述蓄水池底部通过回流管与进水管相连。

[0010] 进一步地,所述第一上行流池的下层为砾石层,上层为生物炭层,所述生物炭层上

铺设有滤料层,滤料层上覆盖有砾石层。

[0011] 进一步地,所述第一上行流池的下层为砾石层,砾石粒径为 10mm ~ 20mm,厚度为 200mm,上层为生物炭层,生物炭为条状,长为 10mm ~ 50mm,厚度为 600mm,所述生物炭层上铺设有厚度为 20mm 的无纺布针刺毡,上层为砾石层,粒径为 10mm ~ 20mm,厚度为 30mm。

[0012] 进一步地,所述生物炭层为模块式,生物炭层模块为盒装、无盖,底部和一侧开有圆形穿孔,外壁厚 5mm,模块底部穿孔直径为 10mm,穿孔间距为 5mm ~ 10mm,穿孔与底面边缘间距为 5mm ~ 10mm,模块侧面穿孔直径为 30mm,穿孔间距为 30mm ~ 50mm,穿孔中心距模块顶部 100mm ~ 200mm。

[0013] 进一步地,所述布水管一端密封,另一端与生物炭层模块侧面穿孔连接,与水平面呈 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 的夹角,管外径为 30mm,管壁厚 2mm ~ 3mm,布水管侧面开有圆形穿孔,穿孔直径为 4mm ~ 6mm,穿孔密度自高位端至低位端逐渐增加。

[0014] 进一步地,所述下行流区域填料上层为石英砂和生物炭混合填料层,石英砂粒径为 2mm ~ 4mm,厚度为 200mm,下层为砾石和生物炭混合填料层,砾石粒径为 10mm ~ 30mm,厚度为 450mm。

[0015] 进一步地,所述石英砂和生物炭混合填料层中生物炭投加体积比为 10% ~ 30%;所述砾石和生物炭混合填料层中生物炭投加体积比为 10% ~ 30%。

[0016] 进一步地,所述第二上行流池底部为蓄水池,中层为生物炭层,所述生物炭层上铺设有滤料层,滤料层上覆盖有砾石层。

[0017] 进一步地,所述下行流池中间竖直设置有挡水板,挡水板高为 250mm ~ 350mm,挡水板底部距离湿地床底 15mm ~ 20mm,并在此区间设置内部水槽。

[0018] 优选的是,所述进水管、回流管、布水管均为 PVC 管。

[0019] 湿地运行时,原始进水和回流液通过砾石层充分混合均匀,生物炭层将污水中颗粒物等杂质有效截留,水中的硝态氮以进水中有机物和生物炭缓慢释放碳为碳源进行反硝化反应,然后污水经过跌流过程,溶解氧含量增加,在长有湿地植物的好氧混合填料层,氨氮充分降解为硝态氮,随后污水再次流经生物炭层,利用生物炭缓慢释放碳为碳源进一步进行反硝化反应,最后经过无纺布针刺毡过滤后流出,回流过程提高了氮的去除效果。生物炭对磷的吸附保证了污水中磷的有效去除,回流速度和进水槽进水速度均有泵和水阀控制。

[0020] 本发明具有如下优点:

[0021] 所添加生物炭为系统中湿地植物秸秆热解循环产物;前端生物炭层能有效截留进水中的固体杂质,使湿地床不易被堵塞;生物炭能缓慢释放碳为反硝化过程提供碳源;生物炭对磷的吸附能力很强,污水中的磷可以被有效的去除;生物炭对营养物质有效捕捉对植物生长具有促进作用,进而增加污染物的植物吸收作用;生物炭添加和回流装置连用能大大增加氮去除效果;模块化生物炭填料方便更换和反冲洗生物炭层模块最上层均覆有砾石层,防止轻质生物炭或滤料上浮;高位布水管侧面穿孔密度由高到低逐渐增加既实现了有效增加氧含量的水滴跌流方式又保证了水的顺利流动;挡水板和内部水槽避免了中部下行流区域出现死水区,并保证水的顺利流动。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明生物炭模块化复合垂直流人工湿地剖面结构示意图。

[0023] 图 2 为本发明生物炭层模块示意图。

[0024] 图 3 为本发明高位布水管示意图。

[0025] 其中,1 为湿地床体,2 为进水槽,3 为砾石层,4 为生物炭层,5 为滤料层,6 为高位布水管,7 为湿地植物,8 为石英砂和生物炭混合填料层,9 为砾石和生物炭混合填料层,10 为生物炭层模块,11 为蓄水池,12 为挡水板,13 为内部水槽。14 为泵,15 为回流装置,16 为模块底面穿孔,17 为模块侧面穿孔,18 为高位布水管穿孔。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明进一步说明：

[0027] 实施例 1

[0028] 如图 1 所示,湿地床体 1 前端底层为砾石层 3,砾石粒径为 10mm ~ 20mm,厚度为 200mm,砾石层 3 上为生物炭层 4,生物炭为条状,长为 10mm ~ 50mm,厚度为 600mm,生物炭层 4 上为滤料层 5,滤料选用无纺布针刺毡,最上层覆有砾石层 3,砾石粒径为 10mm ~ 20mm,厚度为 30mm;湿地床体 1 中部下层为砾石和生物炭混合填料层 9,砾石粒径为 10mm ~ 30mm,厚度为 450mm,上层为石英砂和生物炭混合填料层 8,石英砂粒径为 2mm ~ 4mm,厚度为 200mm,生物炭投加体积比皆为 10% ~ 30%,石英砂和生物炭混合填料层 8 上种有湿地植物 7,此区域设置挡水板 12,高为 250mm ~ 350mm,挡水板 12 底部距离湿地床体 1 底 15mm ~ 20mm,并在此区间设置内部水槽 13;湿地床体 1 后端底层为蓄水池 11,高为 200mm ~ 250mm,蓄水池 11 上为生物炭层 4,生物炭为条状,长为 10mm ~ 50mm,厚度为 250mm,生物炭层 4 上为滤料层 5,滤料选用无纺布针刺毡,最上层覆有砾石层 3,砾石粒径为 10mm ~ 20mm,厚度为 30mm。

[0029] 如图 2 所示,生物炭层模块 10 为盒装、无盖,底部和一侧开有穿孔,外壁厚 5mm,模块底面穿孔 16 直径为 10mm,穿孔间距为 5mm ~ 10mm,穿孔与底面边缘间距为 5mm ~ 10mm,模块侧面穿孔 17 直径为 30mm,穿孔间距为 30mm ~ 50mm,穿孔中心距模块顶部 100mm ~ 200mm。

[0030] 如图 3 所示,高位布水管 6 一端密封,另一端与模块侧面穿孔 17 连接,位置较高,高位布水管 5 与水平面有 3° ~ 4° 的夹角,管外径为 30mm,管壁厚 2mm ~ 3mm,高位布水管穿孔 18 直径为 4mm ~ 6mm,穿孔密度自高位端至低位端逐渐增加。

[0031] 湿地床体 1 侧壁和底面添加防渗材料,进水槽 2 和回流装置 11 进水速度均由泵 14 和水阀控制。

[0032] 来自进水槽的污水经第一上行流池过滤后,由布水管以跌流的方式进入下行流池,下行流后污水部分回流至进水口,另一部分进入第二上行流池进行再次过滤处理,最后由出口管排出。

[0033] 本系统处理氮磷含量较高的城镇生活污水,在回流比为 75%,水力负荷为 40cm/d ~ 60cm/d 的条件下,对悬浮物总颗粒、COD、总氮和总磷的去除率分别达到了 100%、90%、95% 和 96%,并且持续高效。

[0034] 实施例 2

[0035] 一种生物炭模块化复合垂直流人工湿地系统,包括有湿地床体、进水槽、砾石层、模块化生物炭层、混合填料层、滤料层、湿地植物、回流装置和布水管,进水依次经过缺氧的砾石层和生物炭层、好氧的混合填料层、缺氧的生物炭层,并内设回流装置;所述生物炭层

为模块式,生物炭上为滤料层,滤料选用无纺布针刺毡,滤料层上覆有砾石层;前端生物炭层后水经高位布水管以跌流方式进入混合砂层和混合砾石层,此区域水为下行流;下行流后污水部分回流至进水口,另一部分经后端生物炭层流出;湿地床体侧壁和底面添加防渗材料。前端上行流下层为砾石层,砾石粒径为10mm~20mm,厚度为200mm,中间为生物炭层,生物炭为条状,长为10mm~50mm,厚度为600mm,生物炭层上无纺布针刺毡厚度为20mm,针刺毡上砾石粒径为10mm~20mm,厚度为30mm。生物炭层模块为盒装、无盖,底部和一侧开有圆形穿孔,外壁厚5mm,模块底部穿孔直径为10mm,穿孔间距为5mm~10mm,穿孔与底面边缘间距为5mm~10mm,模块侧面穿孔直径为30mm,穿孔间距为30mm~50mm,穿孔中心距模块顶部100mm~200mm。高位布水管一端密封,另一端与生物炭层模块侧面穿孔连接,位置较高,与水平面有 3° ~ 4° 的夹角,管外径为30mm,管壁厚2mm~3mm,布水管一侧开有穿孔,穿孔直径为4mm~6mm,穿孔密度自高位端至低位端逐渐增加。中部下行流区域填料上层为石英砂和生物炭混合填料层,石英砂粒径为2mm~4mm,厚度为200mm,下层为砾石和生物炭混合填料层,砾石粒径为10mm~30mm,厚度为450mm,生物炭投加体积比为10%~30%。后端上行流区域蓄水池高为200mm~250mm,生物炭层中生物炭为长条状,长为10mm~50mm,厚度为250mm,滤料层中无纺布针刺毡厚度为20mm,其上覆有砾石,粒径为10mm~20mm,厚度为30mm。中部下行流区域中间设置挡水板,挡水板高为250mm~350mm,挡水板底部距离湿地床底15mm~20mm,并在此区间设置内部水槽。进水管、回流管、布水管均为PVC管。

[0036] 湿地运行时,原始进水和回流液通过砾石层充分混合均匀,生物炭层将污水中颗粒物等杂质有效截留,水中的硝态氮以进水中有机物和生物炭缓慢释放碳为碳源进行反硝化反应,然后污水经过跌流过程,溶解氧含量增加,在长有湿地植物的好氧混合填料层,氨氮充分降解为硝态氮,随后污水再次流经生物炭层,利用生物炭缓慢释放碳为碳源进一步进行反硝化反应,最后经过无纺布针刺毡过滤后流出,回流过程提高了氮的去除效果。生物炭对磷的吸附保证了污水中磷的有效去除,回流速度和进水槽进水速度均有泵和水阀控制。

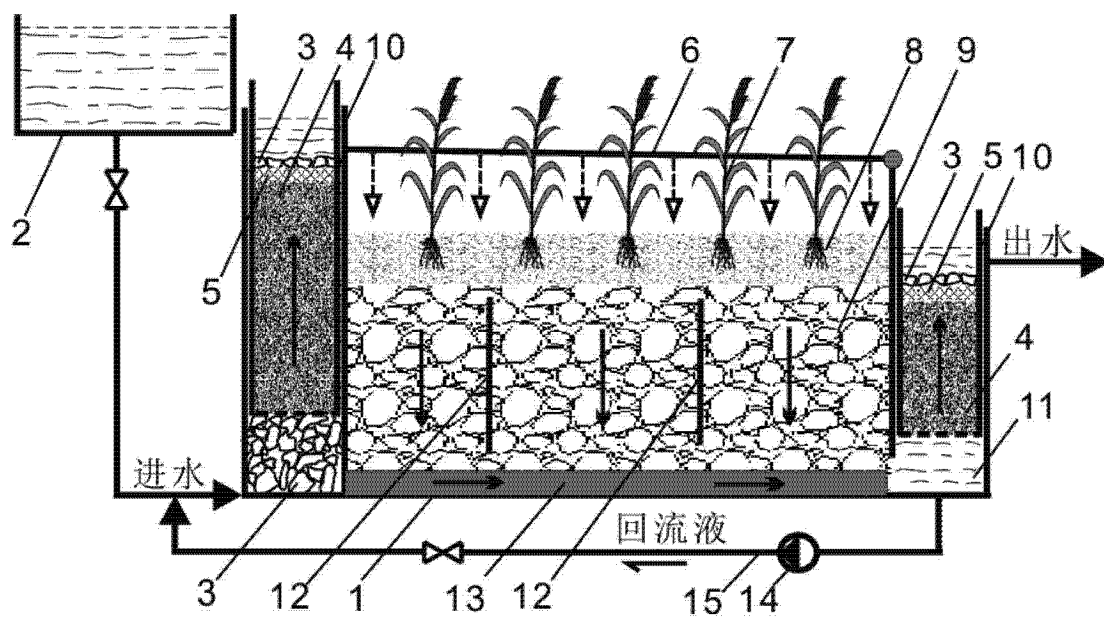


图 1

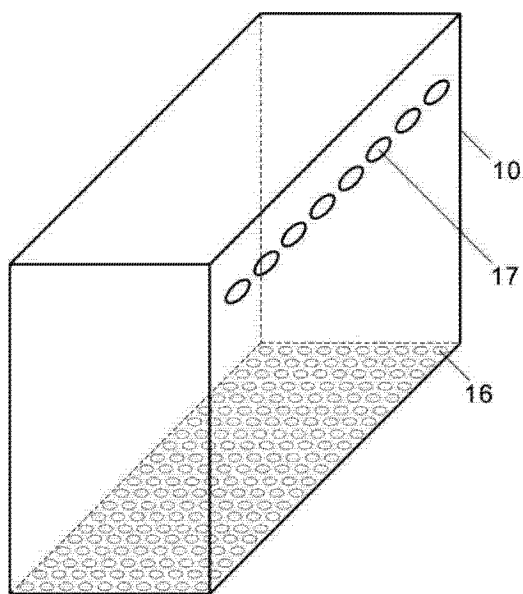


图 2

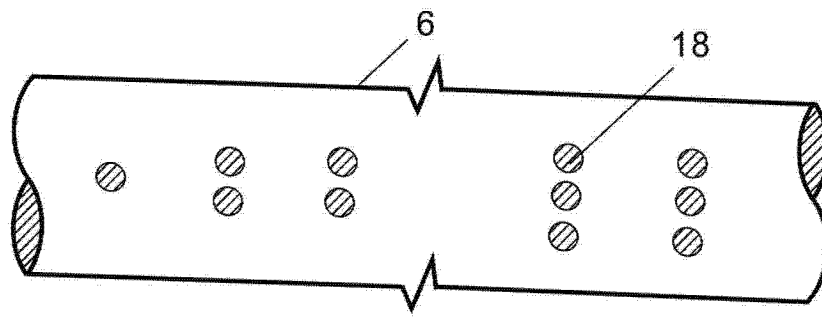


图 3