

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101314511 B

(45) 授权公告日 2011.09.14

(21) 申请号 200810027810.0

审查员 孙振军

(22) 申请日 2008.04.30

(73) 专利权人 华南农业大学

地址 510642 广东省广州市天河区石牌五山

(72) 发明人 崔理华 朱夕珍 杨蔚芝

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司

公司 44102

代理人 林丽明 任重

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 3/32 (2006.01)

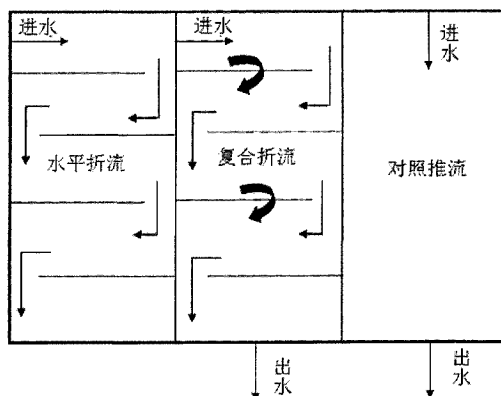
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 3 页

(54) 发明名称

折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法及其系统

(57) 摘要

本发明公开了一种折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法,化粪池出水首先经过沉淀池除去污水中的砂粒和悬浮颗粒物质,用水泵提升进入高位水箱,再沿着污水管进入水平潜流人工湿地处理后流出,其特征在于在水平潜流人工湿地设置挡板将湿地填料床分隔为隔室,水流沿挡板设置产生的方向流经各个隔室至出水口。本发明同时公开了实现所述方法的系统。本发明挡板的设计强化了污水净化效能,增加了流程和与基质的接触机会,尤其是采用复合折流的水流途径,使上下水层混合交换,同时使污水不断经历好氧区和厌氧区,可以提高对总氮的去除率;本发明还采用用高孔隙率的高炉渣和煤渣、碎石复合基质替代砾石填充床体,既使床体的孔隙率得到了提高,又提高了其对磷的去除效果。



1. 一种折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法,化粪池出水首先经过沉淀池除去污水中的砂粒和悬浮颗粒物质,用水泵提升进入高位水箱,再沿着污水管进入水平潜流人工湿地处理后流出,在水平潜流人工湿地设置挡板将湿地填料床分隔为隔室,水流沿挡板设置产生的方向流经各个隔室至出水口;其特征在于所述挡板上开孔,使水流既能沿水平方向又能沿垂直方向折流运动。

2. 根据权利要求1所述折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法,其特征在于所述湿地填料为高炉渣。

3. 根据权利要求1所述折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法,其特征在于所述湿地填料为煤渣、碎石和高炉渣复合基质。

4. 一种实现权利要求1所述折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法的系统,包括通过管道相连接的沉淀池、高位水箱和水平潜流人工湿地,其特征在于所述水平潜流人工湿地由一个或多个填料床和布水管组成,污水从一端水平流过填料床,床体填充基质,床底设有防渗层;所述折流型水平潜流人工湿地中设置有挡板;所述挡板长、宽尺寸分别相同、高度不同,排列顺序为低、高相间,低挡板安装于填料床一壁,高挡板安装于填料床另一壁;高挡板的下方等距设有若干个孔。

5. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于所述挡板为4~8块,把整个床体平均分为5~9个隔室。

6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于所述隔室的进水的的第一隔室内,沿水流方向依次填充煤渣、碎石和高炉渣;各隔室间折流拐弯处填充煤渣;其余隔室填充高炉渣。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于所述第一隔室内填充的煤渣、碎石和高炉渣的宽度分别为25cm、25cm和50cm。

8. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于所述水平潜流人工湿地最上层铺厚3cm细沙;所述水平潜流人工湿地池底为10cm厚的石灰岩,石灰岩直径为4cm;石灰岩上铺4cm厚的碎石,碎石直径为1cm。

9. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于所述水平潜流人工湿地表层种植黄色美人蕉,平均种植密度为每个隔室3株。

折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法及其系统

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,具体涉及一种折流型水平潜流人工湿地处理生活污水的方法及其系统。

背景技术

[0002] 传统的水平潜流人工湿地由一个或多个填料床组成,污水从一端水平流过填料床,床体填充基质,床底设有防渗层。水平潜流人工湿地对 BOD、COD、SS、重金属等污染指标的去除效果好,而且很少有恶臭和孳生蚊蝇现象。但是控制相对复杂。传统潜流湿地构型存在湿地床体利用率不高,去除氮、磷效率不高等的问题。因此近年来研究出现了新型的潜流湿地构造,以期达到提高处理效果的目的。

[0003] 波式潜流人工湿地 (Wavy Subsurface Flow Constructed Wetland, 简称 W-SFCW), 是一种在垂直方向折流型的工艺,其在污染物去除效果方面明显优于水平潜流(推流型)人工湿地 (Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland, 简称 SFCW), 在相同试验条件下 W-SFCW 出水 COD、NH₃-N 和 TP 浓度分别为 47.1、10.4 和 0.42mg/L, 去除率分别比 SFCW 提高 8.2、13.1 和 6.6%。但 W-SFCW 系统水流阻力大于 SFCW 系统,在该试验条件下,W-SFCW 湿地床体的水头损失为 220mm,而 SFCW 的水头损失为 70mm。

[0004] 在低、中、高水力负荷分别为 0.2、0.4、0.8m³/(m²·d) 下,研究波形潜流人工湿地对低浓度生活污水中有机物、氮和磷的去除效果及其影响因素表明:水力负荷对 COD_{Cr} 和 TP 的去除率有一定的影响,都是随着水力负荷的增大而下降;对 NH₃-N 和 TN 的去除效果几乎没有影响。

[0005] 采用复合塑料薄板胶合制成螺旋波式潜流人工湿地模型,模型为边长 40cm 的正方体型,对生活污水的 NH₃-N、NO₃-N、TN 的去除效果进行研究。试验通过对湿地土壤和水样中氮含量的测定分析,研究了螺旋波式潜流人工湿地模型主要组成部分截留氮的优势所在,为优化人工湿地模型内部构造及分析除氮机理提供了可靠的依据。

[0006] 现有技术存在的不足之处:(1) 布水分配点和出水收集点不多或者不均匀时容易出现死区;(2) 水流路途不长,只有床体的长度长;(3) 上下分层明显,上下层水体不进行混合与交换,即不能先后流经上层好氧区和底层厌氧区,从而导致对总氮的去除效果不佳;(4) 传统的碎石基质除磷效率不高。

发明内容

[0007] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种新型的折流型水平潜流湿地处理生活污水的方法,通过不同的折流挡板(水平折流、复合折流)设计,改变传统水平潜流湿地的水流条件,增加水流在其中流动的曲折性,延长污水所经路程,增加湿地床体的利用效率。

[0008] 本发明的另一个目的是提供实现所述方法的系统。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0010] 提供一种折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法,化粪池出水首先经过沉淀池除去污水中的砂粒和悬浮颗粒物质,用水泵提升进入高位水箱,再沿着污水管进入水平潜流人工湿地处理后流出,在水平潜流人工湿地设置挡板将湿地填料床分隔为隔室,水流沿挡板设置产生的方向流经各个隔室至出水口。

[0011] 在水平潜流人工湿地设置挡板,化粪池出水首先经过沉淀池除去污水中的砂粒和悬浮颗粒物质,用水泵提升进入高位水箱,再沿着污水管进入水平潜流人工湿地,水流沿挡板设置产生的方向流动至出水口。

[0012] 所述湿地填料为高炉渣或煤渣、碎石和高炉渣复合基质。

[0013] 本发明同时提供一种实现所述折流型水平潜流人工湿地处理生活污水方法的系统,包括通过管道相连接的沉淀池、高位水箱和水平潜流人工湿地,所述水平潜流人工湿地池由一个或多个填料床和布水管组成,污水从一端水平流过填料床,床体填充基质,床底设有防渗层,其特征在于在折流型湿地中设置有挡板。

[0014] 作为方案一,所述挡板为4~8块长、宽、高尺寸分别相同的挡板,依次安装于填料床相对的两壁,把整个床体平均分为5~9个隔室,挡板这样设置迫使水流沿挡板方向水平(左右)流动,为水平折流型。

[0015] 作为方案二,所述挡板为4~8块长、宽尺寸分别相同、高度不同的挡板,排列顺序为排列顺序为低-高-低-高,依次安装于填料床相对的两壁,把整个床体平均分为5~9个隔室;所述高挡板的下方等距设有若干个孔,孔的数量根据常规技术和具体需要进行选择,例如等距设有若干个孔,这样设置水流既有水平(左右)方向的流动,又有垂直(上下)方向的流动,为复合折流型。

[0016] 也可以采用方案一和方案二并行的设计。

[0017] 在进水的第一个隔室内,沿水流方向依次填充煤渣、碎石和高炉渣;各隔室间折流拐弯处填充煤渣;其余隔室都填充高炉渣。

[0018] 所述第一个隔室内填充的煤渣、碎石和高炉渣的宽度分别为25cm、25cm和50cm。

[0019] 所述水平潜流人工湿地最上层铺厚3cm细沙。池底为10cm厚的石灰岩,石灰岩直径d为4cm;石灰岩上铺4cm厚的碎石,碎石直径d为1cm。表层种植黄色美人蕉,平均种植密度为每个隔室3株。

[0020] 本发明方法设计思想:

[0021] (1) 增加导流的水平折流挡板,使污水沿着水平方向曲折流动,形成水平折流型湿地;另外,在水平折流挡板上再开孔,使水流既能沿水平方向又能沿垂直方向折流运动,形成复合折流型湿地。

[0022] (2) 因采用水平折流的水流途径,增加了流程和与基质的接触机会;

[0023] (3) 因采用复合折流的水流途径,使上下水层混合交换,同时使污水不断经历好氧区和厌氧区,可以提高对总氮的去除率;

[0024] (4) 用高孔隙率的高炉渣和煤渣、碎石复合基质替代砾石填充床体,即使床体的孔隙率得到了提高,又提高了其对磷的去除效果。

[0025] 按照不同的水力停留时间(Hydraulic Retention Time, HRT)运行,期间按照现有常规要求让系统适当地放干和恢复,进水时采用慢速进水,出水时采用快速排放方式。污水在进入人工湿地处理之前,先经沉淀池去除砂粒和较大颗粒的悬浮物,然后抽入高水位箱,

再自流进入人工湿地进行处理。

[0026] 折流型人工湿地去除有机物和氮污染物的方法是：污水进入湿地后，由于里面的挡板不同，会使污水历经不同的厌氧-兼氧-好氧基质层的变化，这正好有利于硝化和反硝化反应的进行，从而去除有机物和氮。

[0027] 折流型人工湿地去除磷的方法是：折流型湿地系统采用高效除磷基质高炉渣，能有效去除污水中的磷，同时湿地表层都种植美人蕉，也可去除部分的磷。

[0028] 本发明具有如下有益效果：

[0029] (1) 水平折流和复合折流对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率比现有不设挡板的对照水平推流分别高出 0.27 和 6.75%；复合折流对 TP 的去除率比对照水平推流高出 6.24%；水平折流和复合折流对 COD 的去除率比对照水平推流分别高出 3.72% 和 6.05%；复合折流对 BOD_5 的去除率比对照水平推流高出 8.67%。由以上结果可知，折流型的设计比传统水平推流在对污染物的去除上或多或少都有所增加，挡板的加入强化了污水净化效能。

[0030] (2) 在维持试验运行状况的条件下，选择复合折流系统为最佳的构型设计系统。运行的整个过程中，复合折流系统在 $\text{HRT} = 2\text{d}$ 的条件下，对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP、COD、 BOD_5 的平均去除率分别是 77.60、53.75、95.88、83.25、83.69%；平均出水浓度分别是 26.32、75.43、0.53、57.58、20.76mg/L。

[0031] (3) 在三个湿地系统中，各污染物平均浓度随沿程都呈下降规律，表明污水中的污染物随经过的湿地床的延长而减少。这三个系统 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、COD、 BOD_5 的平均出水浓度都达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 二级标准或优于二级标准。

[0032] (4) 各系统酶活性的空间变化表明，酶活性都是上层 > 中层 > 下层，随基质深度的增加而减弱。三个系统的磷酸酶活性与 TP、可溶性 TP、可溶性 IP 的去除率之间都不存在显著相关性；而脲酶活性与 TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率都存在显著正相关性。

附图说明

[0033] 图 1 本发明实施例系统示意图

[0034] 图 2 折流型水平潜流人工湿地平面图

[0035] 图 3 复合折流人工湿地基质填充剖面图

[0036] 图 4 水平折流人工湿地结构图（左，中，右各部分）

[0037] 图 5 图 4 所示水平折流人工湿地基质填充剖面图（左部分）

[0038] 图 6 图 4 所示水平折流人工湿地基质填充剖面图（中部分）

[0039] 图 7 图 4 所示水平折流人工湿地基质填充剖面图（右部分）

具体实施方式

[0040] 下面结合附图和具体实施例来进一步详细说明本发明。

[0041] 实施例 1

[0042] 折流型水平潜流人工湿地处理生活污水的方法，包括将污水经过两个不同的折流型，水平折流型和复合折流型人工湿地处理，同时与传统的水平潜流湿地（推流型）相比较，三个湿地内部都填充处理基质。在两种折流型湿地中，通过加设不同类型的挡板，对传统水平潜流的水流条件加以改进，增加水流的曲折性，延长污水所经路程，增加湿地床体的

利用效率,使污水多次经过湿地内部具有不同处理特性的构造层,以期达到增强污水处理效果的目的。比较高效除磷基质在三种水平潜流系统中不同的处理效果,探讨新型水平潜流构造湿地的运行参数及沿程各点污染物浓度变化规律,各湿地系统中酶活性的空间变化规律,以及酶活性与污水水质净化效果的相关关系。

[0043] 生活污水折流型水平潜流人工湿地处理系统中的沉淀池、水平折流、复合折流等单元结构是由管道连接而成的。化粪池出水首先经过沉淀池除去污水中的砂粒和悬浮颗粒物,然后用水泵提升进入高位水箱,再沿着污水管进入三个处理湿地,水流沿不同的挡板方向流动,然后出水。

[0044] 在本实施例中,污水同时进入三个湿地系统,见附图 1 所示。经过不同的水力停留时间后,排出系统,比较三个系统的出水水质的情况。

[0045] 在本实施例中,三个系统都种植黄色美人蕉,只是其中挡板的类型不同。

[0046] 在本实施例中,按照不同的水力停留时间 (Hydraulic Retention Time, HRT) 运行,期间按照现有常规要求让系统适当地放干和恢复,进水时采用慢速进水,出水时采用快速排放方式。污水在进入三个人工湿地处理之前,先经沉淀池去除砂粒和较大颗粒的悬浮物,然后抽入高水位箱,再自流进入三个人工湿地进行处理。

[0047] 折流型水平潜流湿地由床体和布水管组成。为三个相连的水泥试验池,长 \times 宽 \times 高为 $2\text{m}\times 1\text{m}\times 0.75\text{m}$ 。整个床体为水泥结构,三个池分别是水平折流、复合折流和对照水平推流,在前两个池内设置不同类型的挡板,分别把每个床体分为五个隔室,如附图 2 所示。水平折流人工湿地结构和基质填充示例如附图 4~附图 7 所示。

[0048] 池底为 10cm 厚的石灰岩($d=4\text{cm}$),其上铺 4cm 厚的碎石($d=1\text{cm}$)。在进水的每一格内,沿水流方向依次填充煤渣、碎石和高炉渣,三者的体积比优选为 $25\%:25\%:50\%$ 。在水平折流和复合折流中它们的宽度分别为 25cm 、 25cm 和 50cm ,对照推流中它们的宽度分别为 10cm 、 10cm 和 20cm 。在折流的拐弯处填充煤渣以防堵塞。其余隔室都填充高炉渣,见附图~7 所示。最后在湿地的最上层铺一层 3cm 的细沙。三个池的表层都种植黄色美人蕉,平均种植密度为每个隔室 3 株。

[0049] 如附图 2 所示,在水平折流中,设置四个尺寸相同的挡板,长 \times 宽 \times 高为 $0.88\text{m}\times 0.067\text{m}\times 0.69\text{m}$,挡板的具体位置见附图 2 所示,把整个床体平均分为五个隔室。迫使水流沿挡板方向水平(左右)流动。

[0050] 如附图 2 所示,在复合折流中,设置四个不同尺寸的挡板,排列顺序为低-高-低-高。低挡板的尺寸长 \times 宽 \times 高为 $0.88\text{m}\times 0.067\text{m}\times 0.65\text{m}$,高挡板的尺寸长 \times 宽 \times 高为 $0.88\text{m}\times 0.067\text{m}\times 0.70\text{m}$,在高挡板的下方等距设有六个钻孔。此复合折流中,水流既有水平(左右)方向的流动,又有垂直(上下)方向的流动。

[0051] 如附图 2 所示,在对照推流中,不设置任何的挡板,使水流沿床体呈推流形式前进。

[0052] 在进水口上安装污水管,在污水管上设有阀门和水表,以控制污水的进水速度。

[0053] 设计参数:

[0054] 格栅:采用 $2\text{cm}\times 2\text{cm}$ 铁丝网,直立于化粪池出水口与地下引水管相接的检查井中。

[0055] 沉淀池:设计尺寸为 $2.0\text{m}\times 1.8\text{m}\times 2.0\text{m}$,有效水深 1.0m ,有效容积 3.6m^3 ,砖结构

水泥抹面。

[0056] 整个池体长 × 宽 × 高为 2m × 1m × 0.75m, 池底为 10cm 厚的石灰岩 ($d = 4\text{cm}$), 其上铺 4cm 厚的碎石 ($d = 1\text{cm}$)。在进水的第 1 格内, 沿水流方向依次填充煤渣、碎石和高炉渣, 在水平折流和复合折流中它们的宽度分别为 25、25 和 50cm, 对照推流中它们的宽度分别为 10、10 和 20cm。在折流的拐弯处填充煤渣以防堵塞。其余隔室都填充高炉渣, 最后在湿地的最上层铺一层 3cm 的细沙。

[0057] 水平折流和复合折流中挡板的设计如上所述。

[0058] 运行方式: 按照不同的水力停留时间 ($\text{HRT} = 1、2、3\text{d}$) 运行, 期间让系统适当地放干和恢复, 进水时采用慢速进水, 出水时采用快速排放方式。每个季度收割一次植物。在水力停留时间为 2 天时, 从进水口到出水口 0、50、100、150、200cm 处分别打孔, 用虹吸方式取水, 监测了系统沿程变化情况; 同时监测了基质脲酶和磷酸酶活性与水质净化效率之间的相关关系。试验结束时, 在基质在各个系统中填料的上层 (0 ~ 10cm)、中层 (30 ~ 40cm)、下层 (60 ~ 70cm) 分别取样, 从进水口到出水口分三处取样 (每个样由三点所取的样均匀混合而成), 检测其磷酸酶和脲酶活性的空间变化。

[0059] 处理效果: 如表 1、表 2、表 3、表 4、表 5 所示。

[0060] 表 1 为城市污水经三个湿地处理后, 污水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况;

[0061] 表 2 为城市污水经三个湿地处理后, 污水中的 TN 浓度变化情况;

[0062] 表 3 为城市污水经三个湿地处理后, 污水中的 TP 浓度变化情况;

[0063] 表 4 为城市污水经三个湿地处理后, 污水中的 COD 浓度变化情况;

[0064] 表 5 为城市污水经三个湿地处理后, 污水中的 BOD_5 浓度变化情况;

[0065] 表 1 生活污水经三个湿地处理后, 污水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况

[0066]

停留时间	取样日期	入水浓度	水平折流		复合折流		对照水平推流	
			出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)
1d	05.03.23	177.975	145.425	18.29	138.07	22.42	145.425	18.29
	05.04.07	189	134.4	28.89	148.05	21.67	144.9	23.33
	05.06.11	202.125	41.475	79.48	61.95	69.35	73.5	63.64
	05.08.02	108.15	77.7	28.16	73.5	32.04	65.1	39.81
	05.09.04	34.65	7.35	77.57	6.825	57.94	12.6	21.50
	05.09.20	103.95	64.26	38.18	31.185	70	54.6525	47.42
	05.11.08	86.94	34.02	60.87	19.215	77.90	11.34	86.96
	05.12.04	108.675	51.345	52.75	38.745	64.35	61.425	43.48
	06.02.26	110.88	70.56	36.36	90.09	18.75	84.735	23.58
	06.03.13	225.54	75.285	66.62	86.94	61.45	65.835	70.81
	06.04.06	186.9	59.85	67.98	54.075	71.07	75.075	59.83
	06.05.20	165.9	32.445	80.44	38.745	76.65	81.585	50.82
06.06.04	119.7	10.395	91.32	40.32	66.32	18.27	84.74	
2d	05.03.12	136.5	105	31.50	106.575	29.93	113.4	23.10
	05.04.26	207.375	154.245	25.62	154.35	25.57	155.925	24.81
	05.06.26	133.35	42.525	68.11	52.92	60.31	44.1	66.93
	05.08.05	96.6	36.225	62.31	26.775	72.06	59.325	38.47
	05.08.15	59.325	41.475	30.09	39.375	33.63	38.325	35.40
	05.09.08	45.675	25.2	20.73	8.925	50.00	7.875	45.12
	05.09.24	96.39	70.245	27.12	31.5	67.32	45.36	52.94
	05.11.17	105.525	9.45	91.04	20.475	80.60	11.655	88.96
	05.12.08	116.865	66.465	43.13	71.505	38.81	47.25	59.57
	05.12.29	166.32	135.135	18.75	35.28	78.79	96.075	42.23
	06.03.03	125.37	45.675	63.57	65.52	47.74	70.56	43.72
	06.05.27	185.325	7.35	96.03	11.55	93.77	17.325	90.65
06.06.12	98.7525	7.0875	92.82	26.46	73.21	8.6625	91.23	
06.06.19	130.095	11.8125	90.92	25.83	80.15	5.985	95.40	
3d	05.03.18	165.375	129.15	21.90	106.05	35.87	100.8	39.05
	05.03.31	212.1	166.95	21.29	161.7	23.76	168.525	20.54
	05.04.16	172.2	139.65	18.90	106.05	38.41	115.5	32.93
	05.08.19	64.05	22.575	64.75	28.35	55.74	25.725	59.84
	05.09.15	80.955	44.1	45.53	11.4975	85.80	26.775	66.93
	05.09.29	119.7	63	47.37	36.855	69.21	57.96	51.58
	05.11.24	116.865	27.405	76.55	38.43	67.12	34.02	70.89
	06.01.02	187.425	170.73	8.91	72.135	61.51	161.28	13.95
	06.03.09	225.225	107.415	52.31	63.63	71.75	114.66	49.09
06.04.21	227.325	33.6	85.22	21	90.76	57.75	74.60	

[0067] 表 2 生活污水经三个湿地处理后,污水中的 TN 浓度变化情况

[0068]

停留时间	取样日期	入水浓度	水平折流		复合折流		对照水平推流	
			出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)
1d	05.03.23	176.558	145.543	17.57	146.739	16.89	158.478	10.24
	05.04.23	200.093	166.372	16.85	161.721	19.18	148.581	25.74
	05.06.11	185.326	93.747	49.41	62.274	66.40	109.326	41.01
	05.08.02	111.128	81.021	27.09	58.681	47.20	70.277	36.76
	05.08.12	77.326	55.949	27.65	65.152	15.74	56.457	26.99
	05.09.20	119.13	81.543	31.55	86.813	27.13	86.813	30.51
	05.12.04	121.233	66.790	44.91	84.070	30.65	86.050	29.02
	06.03.13	209.231	103.333	50.61	115.427	44.83	95.171	54.51
2d	05.03.12	155.220	121.805	21.53	131.683	15.16	129.122	16.81
	05.04.26	177.535	151.256	14.80	160.558	9.56	150.209	15.39
	05.08.05	100.524	57.190	43.11	67.190	33.16	75.290	25.11
	05.09.08	53.280	21.280	60.06	16.680	68.69	32.680	38.66
	05.09.24	181.216	97.196	46.36	88.742	51.03	121.320	33.05
	05.11.17	120.813	75.604	37.42	66.958	44.58	66.958	44.58
	05.12.08	133.437	73.710	44.76	83.480	37.44	57.290	57.07
	05.12.29	184.204	144.510	21.55	113.898	38.17	111.041	39.72
	06.03.18	234.241	157.253	32.83	172.193	26.45	117.735	49.71
	06.05.27	171.934	38.328	77.71	58.492	65.98	66.470	61.34
	06.06.19	114.000	33.123	70.94	101.632	10.85	54.263	52.40
06.06.25	172.470	61.182	64.53	88.682	48.58	98.682	42.78	
3d	05.03.18	190.120	158.715	16.52	133.494	29.78	128.273	32.53
	05.03.31	226.219	157.316	30.46	151.705	32.94	161.578	28.57
	05.04.16	178.776	150.338	15.91	143.333	19.83	122.236	31.63
	05.08.09	98.436	82.026	16.67	80.615	18.10	72.667	26.18
	05.08.19	52.461	29.580	43.61	31.127	40.67	19.127	63.54
	05.09.15	99.479	57.500	42.20	49.270	50.47	47.190	52.57
	05.09.29	128.295	114.611	10.67	84.189	34.38	106.786	16.77
	05.11.24	141.670	62.688	55.75	79.826	43.66	63.522	55.16
	06.01.02	204.494	190.560	6.81	134.532	34.21	179.438	12.25
	06.03.09	228.550	135.800	40.58	92.842	59.38	141.008	38.30

[0069] 表 3 生活污水经三个湿地处理后,污水中的 TP 浓度变化情况

[0070]

停留时间	取样日期	入水浓度	水平折流		复合折流		对照水平推流	
			出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)
1d	05.03.23	15.857	3.348	78.89	1.794	88.69	3.397	78.58
	05.04.23	17.494	4.556	73.96	2.821	83.88	2.039	88.34
	05.06.11	11.630	2.550	78.11	0.086	99.26	0.446	96.17
	05.08.02	6.327	1.183	81.30	0.210	99.66	0.280	95.73
	05.09.04	4.183	0.210	94.86	0.023	99.44	0.099	97.64
	05.09.20	9.146	1.647	82.00	0.099	98.92	0.694	92.41
	05.11.08	5.178	0.782	84.90	0.102	98.02	0.177	96.58
	05.12.18	9.688	2.486	74.34	0.184	98.10	2.905	70.02
	06.02.26	10.131	1.705	83.17	0.180	98.23	2.178	78.50
	06.03.13	14.415	1.336	90.73	0.595	95.87	1.510	89.52
	06.04.06	14.212	1.059	92.55	0.267	98.12	1.616	88.63
	06.05.20	13.269	2.039	84.63	0.254	98.09	1.952	85.29
	06.06.04	11.094	0.793	92.85	0.328	97.05	1.164	89.50
2d	05.03.12	10.779	1.737	83.89	0.982	90.89	1.365	87.33
	05.04.12	16.096	4.090	74.62	2.047	87.28	4.579	71.55
	05.04.26	18.989	5.234	72.43	1.326	93.01	1.752	90.77
	05.08.05	7.784	0.589	92.43	0.100	98.76	0.379	95.13
	05.09.08	3.885	0.969	75.06	0.042	98.92	0.140	96.39
	05.09.24	15.366	1.850	87.96	0.095	99.38	0.921	94.01
	05.11.17	7.905	0.092	98.84	0.078	99.01	0.100	98.68
	05.12.08	9.070	0.524	94.22	0.590	93.46	0.354	96.10
	06.03.03	10.322	0.873	91.54	0.281	97.28	0.926	91.03
	06.03.18	25.341	2.940	88.40	1.232	95.14	2.528	90.02
	06.05.27	13.306	0.689	94.82	0.206	98.45	0.909	93.17
	06.06.12	7.920	0.838	89.41	0.267	96.63	0.896	88.68
	06.06.19	10.801	0.928	91.41	0.316	97.07	0.870	91.95
06.06.25	13.520	0.755	94.42	0.229	98.31	0.889	93.42	
3d	05.03.31	15.674	4.717	69.90	2.575	83.57	5.296	66.21
	05.04.16	17.054	3.863	77.35	1.664	90.24	0.369	97.84
	05.05.13	8.155	0.700	91.38	0.130	98.46	0.350	95.68
	05.08.09	3.314	1.182	64.32	0.097	97.06	0.558	83.16
	05.08.19	4.129	0.541	86.89	0.095	97.69	0.357	91.36
	05.09.29	8.110	1.571	80.63	0.125	98.45	0.721	91.11
	05.11.24	8.435	0.086	98.99	0.083	99.02	0.503	94.04
	06.01.07	10.414	0.940	90.90	0.660	93.70	0.420	95.97
06.03.09	19.887	3.136	84.23	0.246	98.76	3.114	84.34	

[0071] 表 4 生活污水经三个湿地处理后,污水中的 COD 浓度变化情况

[0072]

停留时间	取样日期	入水浓度	水平折流		复合折流		对照水平推流	
			出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)
1d	05.03.23	458.827	101.962	77.78	203.923	55.56	247.061	46.15
	05.04.23	289.763	188.980	34.78	188.976	34.78	220.472	23.91
	05.06.11	183.980	117.830	35.96	84.755	53.93	93.023	49.44
	05.08.02	142.222	90.256	36.54	86.154	39.42	113.504	20.19
	05.09.04	118.991	38.250	67.86	23.370	80.36	26.206	77.98
	05.09.20	191.076	54.590	71.43	33.600	82.42	44.094	76.92
	05.11.08	128.244	26.460	79.36	16.285	87.30	32.570	74.60
	05.12.04	188.680	43.922	76.72	70.590	62.59	47.060	75.06
	05.12.18	137.027	94.038	31.37	25.525	81.37	61.800	54.90
	06.02.26	301.109	63.986	78.75	41.403	86.25	57.713	80.83
	06.03.13	315.151	98.990	68.59	115.151	63.46	92.390	70.68
	06.05.20	244.941	57.943	76.34	55.309	77.42	106.668	56.45
2d	05.04.12	579.047	343.945	40.60	370.067	36.09	428.117	26.07
	05.04.26	793.699	121.365	84.71	182.677	76.98	228.871	71.16
	05.09.08	139.486	29.401	78.92	30.769	77.94	32.820	76.47
	05.09.24	172.662	34.530	80.00	34.530	80.00	46.043	73.33
	05.11.17	101.115	29.740	70.59	40.975	59.48	39.650	60.78
	05.12.29	327.963	117.410	64.20	43.780	86.65	83.583	74.51
	06.03.03	205.975	27.586	86.61	42.299	79.46	125.057	39.29
	06.04.21	318.465	23.022	62.77	30.695	90.36	101.679	68.07
	06.05.27	193.335	21.569	88.84	27.843	85.60	43.138	77.69
06.06.25	235.971	30.695	86.99	47.962	79.67	33.765	85.69	
3d	05.03.18	270.178	126.317	53.25	139.182	48.48	132.165	51.08
	05.05.13	300.251	84.281	71.93	127.738	57.46	165.928	44.74
	05.08.19	68.203	26.303	61.43	19.827	70.93	19.830	70.93
	05.09.15	120.635	48.680	59.65	25.397	78.95	25.400	78.95
	05.09.29	161.616	18.648	88.46	4.144	97.44	2.070	98.72
	05.11.24	103.817	20.356	80.39	46.819	54.90	38.680	62.75
	06.01.02	349.421	127.508	63.51	44.955	87.13	140.995	59.65
	06.01.07	231.887	61.134	73.64	122.268	47.27	46.377	80.00
	06.03.09	625.002	71.429	78.57	49.603	92.06	81.349	86.98

[0073] 表 5 生活污水经三个湿地处理后,污水中的 BOD₅ 浓度变化情况

[0074]

停留时间	取样日期	入水浓度	水平折流		复合折流		对照水平推流	
			出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)	出水浓度	去除率 (%)
1d	05.03.10	214.318	129.776	39.45	118.517	44.70	113.776	46.91
	05.03.23	98.943	91.622	7.40	57.677	41.71	67.503	31.78
	05.04.07	122.364	53.172	56.55	78.830	35.58	90.222	26.27
	05.06.11	64.031	57.522	10.16	14.268	77.72	5.829	90.90
	05.08.02	29.527	25.164	14.78	10.200	65.45	20.269	31.35
	05.09.04	70.614	24.393	65.46	11.616	83.55	18.004	74.50
	05.11.08	42.431	28.583	32.64	9.472	77.68	12.712	70.04
	05.12.04	78.946	14.202	82.01	34.541	56.25	15.764	80.03
	05.12.18	130.897	59.202	54.77	22.318	82.95	55.475	57.62
	06.02.26	118.859	29.528	75.16	19.083	83.94	30.652	74.21
	06.03.13	119.502	40.680	65.96	29.009	75.73	29.081	75.67
	06.06.04	50.768	6.060	88.06	32.539	35.91	48.121	5.21
2d	05.03.12	142.043	77.118	45.71	40.588	71.43	43.128	69.64
	05.08.05	24.917	3.940	84.19	15.716	36.93	12.744	48.86
	05.09.08	23.877	5.000	79.06	0.121	99.49	0.159	99.33
	05.11.17	27.503	3.660	86.69	7.004	74.53	2.590	90.58
	05.12.08	92.692	51.087	44.89	32.930	64.47	17.959	80.62
	05.12.29	168.107	45.359	73.02	2.457	98.54	30.120	82.08
	06.03.03	115.634	18.977	83.59	18.189	84.27	50.422	56.40
	06.03.18	171.805	73.408	57.27	103.029	40.03	72.303	57.92
	06.05.27	56.193	6.824	87.86	11.716	79.15	15.188	72.97
3d	05.03.18	186.525	76.575	58.95	92.612	50.35	85.295	54.27
	05.04.16	94.221	71.105	24.53	56.850	39.66	89.812	4.68
	05.09.15	32.244	3.612	88.80	1.217	96.23	8.342	74.13
	05.09.29	47.041	32.833	30.20	6.205	86.81	34.576	26.50
	05.11.24	40.538	3.070	92.43	0.915	97.74	4.953	87.78
	06.01.02	177.913	77.621	56.37	4.892	97.25	86.290	51.50
	06.01.07	142.975	45.354	68.28	75.409	47.26	31.039	78.29
	06.03.09	169.476	43.440	74.37	5.671	96.65	25.607	84.89
	06.03.28	89.495	43.126	51.81	49.095	45.14	2.914	96.74
06.04.21	138.470	15.725	88.64	3.877	97.20	130.938	5.44	

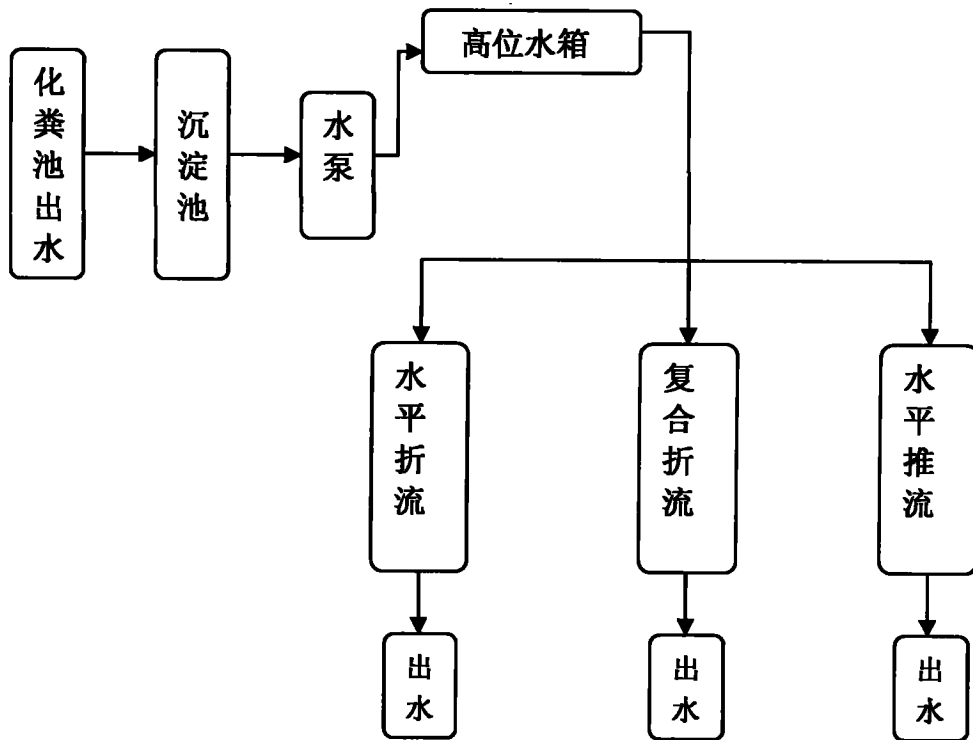


图 1

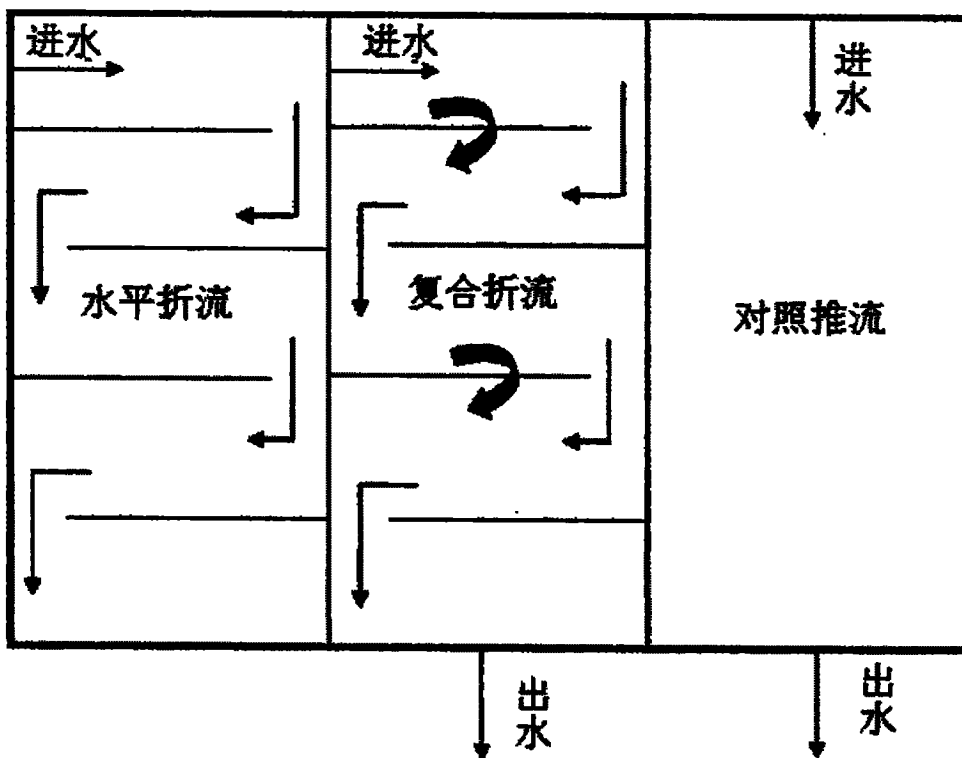


图 2

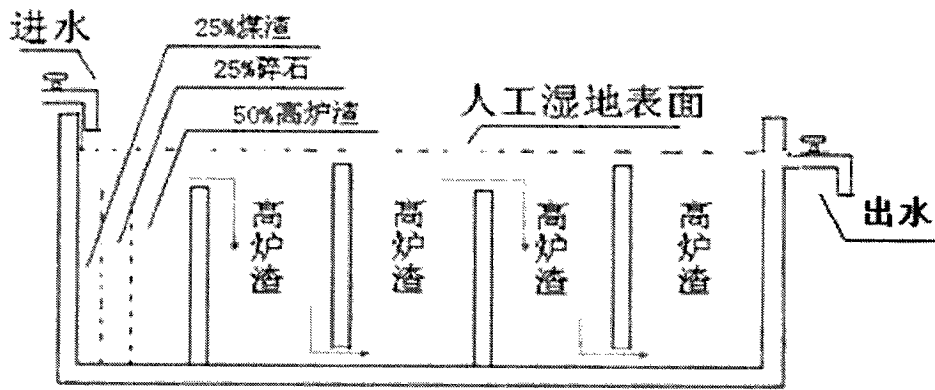


图 3

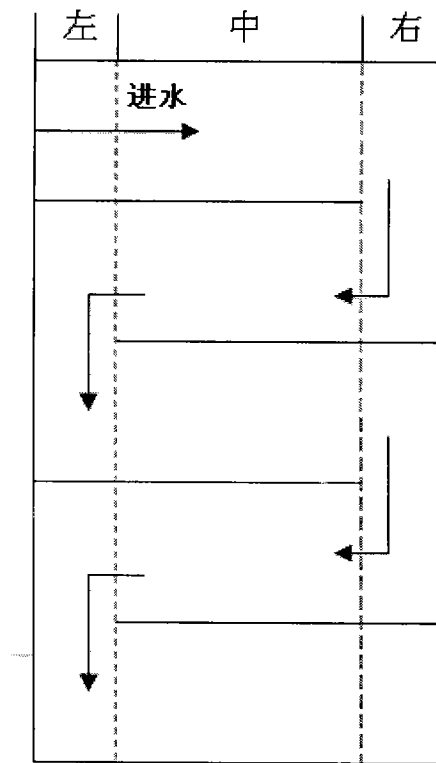


图 4

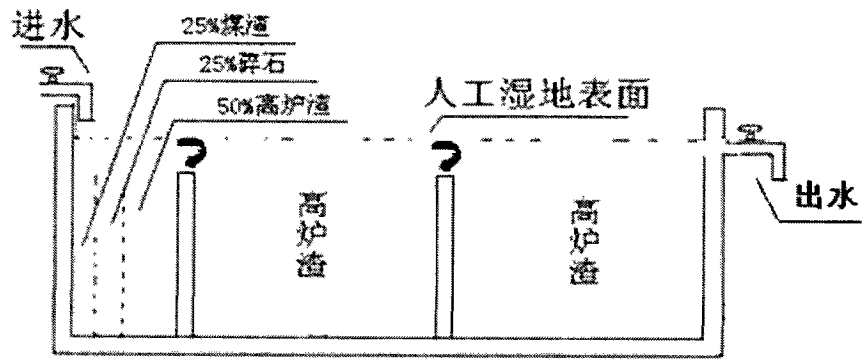


图 5

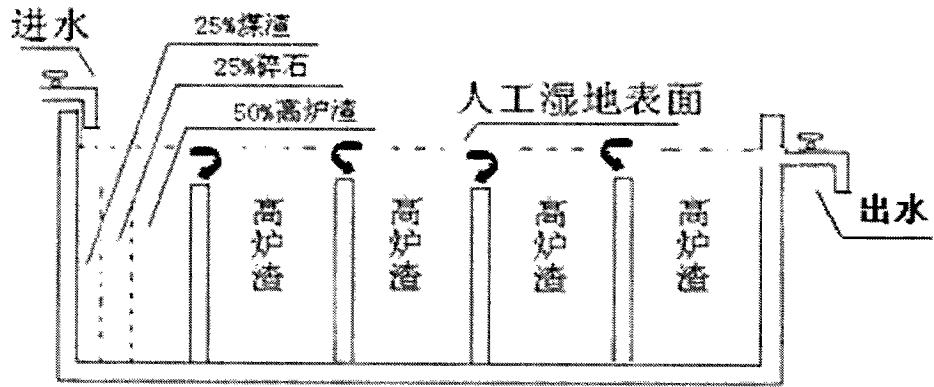


图 6

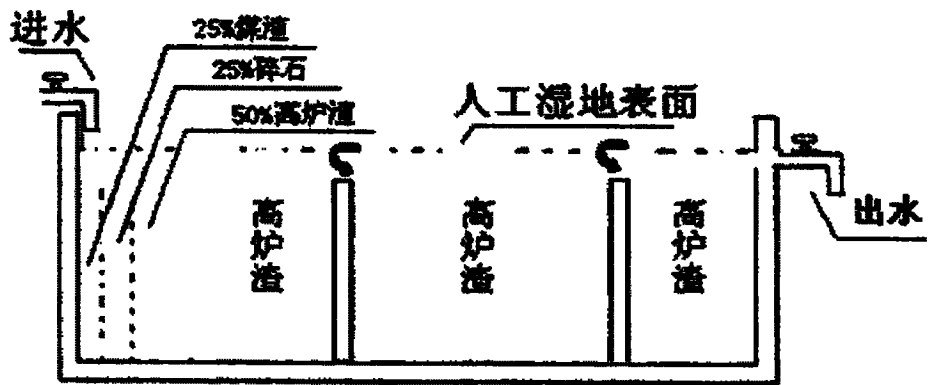


图 7