

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101274798 B

(45) 授权公告日 2010.06.02

(21) 申请号 200810064525.6

(22) 申请日 2008.05.16

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 于水利 杨旭 修春海 张洪洋
暴瑞玲 左行涛

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 吴国清

(51) Int. Cl.

C02F 3/00 (2006.01)

C02F 3/32 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1923722 A, 2007.03.07, 全文.

CN 2844108 Y, 2006.12.06, 全文.

KR 100787149B B1, 2007.12.21, 全文.

CN 101113050 A, 2008.01.30, 全文.

CN 1475448 A, 2004.02.18, 全文.

CN 1546796 A, 2004.11.17, 全文.

US 2007199893 A1, 2007.08.30, 全文.

CN 1693231 A, 2005.11.09, 全文.

CN 1686860 A, 2005.10.26, 全文.

审查员 胡俊超

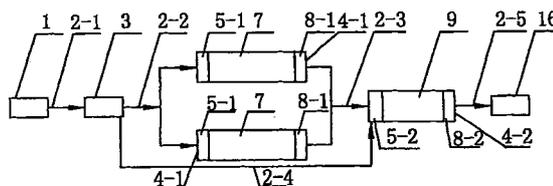
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

饮用水水源复合人工湿地系统及预处理方法

(57) 摘要

饮用水水源复合人工湿地系统及预处理方法,它涉及饮用水预处理系统及处理方法。它解决了现有原水中大量存在的微污染有机物、氨氮、生物毒素等物质去除效率低;由于深度处理成本较高,大规模进行深度处理仍有难度的问题。本发明的系统由原水、输水管路、沉砂池、上下折流潜流人工湿地和表流波形人工湿地连接而成。方法为:一、采用人工湿地预处理系统;二、湿地植物选择现有植物中 COD 和 TN 降解效率较高的水生植物花叶芦竹等;三、细菌均匀分布于填料层内;四、将沉砂池由部分出水输入表流波形人工湿地,经表流波形人工湿地处理后的出水输入储水池。本发明投资低、运行稳定、可靠、操作简单、维护和运行费用低。



1. 饮用水水源复合人工湿地系统,它由原水(1)、第一输水管路(2-1)、第二输水管路(2-2)、第三输水管路(2-3)、第四输水管路(2-4)、第五输水管路(2-5)、沉砂池(3)、两个第一池体(4-1)、第二池体(4-2)、第一进水集水池(5-1)、第二进水集水池(5-2)、第一导流板(6-1)、第二导流板(6-2)、两个上下折流潜流人工湿地(7)、第一出水集水池(8-1)、第二出水集水池(8-2)、表流波形人工湿地(9)和穿孔集水管(14)组成,在第一池体(4-1)的左端内设有第一进水集水池(5-1),在第一池体(4-1)的右端内设有第一出水集水池(8-1),在第一进水集水池(5-1)和第一出水集水池(8-1)之间设有上下折流潜流人工湿地(7),两个上下折流潜流人工湿地(7)并联设置,每个上下折流潜流人工湿地(7)的底层铺设大砾石和陶粒混合层(10),大砾石与陶粒的体积比为9:1,大砾石和陶粒混合层(10)的上层为小砾石和陶粒混合层(11),小砾石与陶粒的体积比为9:1,小砾石和陶粒混合层(11)的上层为土壤层(12),土壤层(12)的厚度为10~15cm,大砾石和陶粒混合层(10)与小砾石和陶粒混合层(11)的铺设厚度为25~35cm,第一导流板(6-1)上下交错左右互相平行垂直于大地设在上下折流潜流人工湿地(7)的大砾石和陶粒混合层(10)与小砾石和陶粒混合层(11)内,在第一进水集水池(5-1)与上下折流潜流人工湿地(7)相邻的池壁的下半部上均匀布有进水孔(13),在第一出水集水池(8-1)与上下折流潜流人工湿地(7)相邻的池壁的底部设有穿孔集水管(14),穿孔集水管(14)与第一出水集水池(8-1)连通,在第二池体(4-2)的左端内设有第二进水集水池(5-2),在第二池体(4-2)的右端内设有第二出水集水池(8-2),在表流波形人工湿地(9)两端相邻的第二进水集水池(5-2)和第二出水集水池(8-2)池壁的上端设有三角形水堰(15),在表流波形人工湿地(9)的上表面竖向设置第二导流板(6-2),原水(1)与第一输水管路(2-1)的一端连通,第一输水管路(2-1)的另一端与沉砂池(3)连通,第二输水管路(2-2)的一端与沉砂池(3)连通,第二输水管路(2-2)的另一端与两个第一池体(4-1)的第一进水集水池(5-1)连通,第三输水管路(2-3)的一端与第一出水集水池(8-1)连通,第三输水管路(2-3)的另一端与表流波形人工湿地(9)的第二进水集水池(5-2)连通,第四输水管路(2-4)的一端与沉砂池(3)连通,第四输水管路(2-4)的另一端与第二进水集水池(5-2)连通,第五输水管路(2-5)的一端与第二出水集水池(8-2)连通,第五输水管路(2-5)的另一端与储水池(16)连通。

2. 根据权利要求1所述的饮用水水源复合人工湿地系统,其特征在于上下折流潜流人工湿地(7)池体长、宽比为4:1,底坡控制在1~4%,水深为0.6~0.7m。

3. 根据权利要求1所述的饮用水水源复合人工湿地系统,其特征在于大砾石和陶粒混合层中的大砾石的直径为50~60mm,陶粒的直径为4~5mm。

4. 根据权利要求1所述的饮用水水源复合人工湿地系统,其特征在于小砾石和陶粒混合层中的小砾石的直径为20~30mm,陶粒的直径为3~3.5mm。

5. 饮用水水源复合人工湿地预处理方法,其特征在于该方法的步骤为:

步骤一、采用权利要求1所述的复合人工湿地系统;

步骤二、湿地植物选择现有植物中COD和TN降解效率较高、抗病虫害能力强、易管理、利用价值高的水生植物花叶芦竹、茭白、芦苇、三白草、菖蒲或蝴蝶花;

步骤三、在每个上下折流潜流人工湿地(7)的左部三分之一处种植芦苇、花叶芦竹,种植密度为15~20株/m²,每个上下折流潜流人工湿地(7)植物种植采用复合床,上下折流潜流人工湿地(7)的右端部三分之二种植茭白,种植密度为15~20株/m²,填料采用固定

有细菌的砾石和陶粒的混合填料；首先将砾石和陶粒的混合填料放入上下折流潜流人工湿地 (7) 池内,用原水进行浸泡,同时将富集培养的菌液进行复配,复配菌液在相同浓度下由硝化菌、反硝化菌和聚磷菌进行复配,其体积比例为 2 : 3 : 2 复配而成,将复配好的菌液投入到上下折流潜流人工湿地 (7) 的砾石和陶粒混合层内,使上下折流潜流人工湿地 (7) 池体内复合菌液初始菌浊度达到 0.30D 时,进行间歇式曝气,每周期曝气 6h,停曝 2h,当池体内细菌菌浊度达到 0.8 ~ 1.00D 时,则完成细菌固定,所述复合人工湿地系统就可以运行了;

步骤四、将每个上下折流潜流人工湿地 (7) 的出水输入到第二进水集水池 (5-2) 内,同时将沉砂池 (3) 的出水由第四输水管路 (2-4) 输入到第二进水集水池 (5-2) 内,进水量为上下折流潜流人工湿地 (7) 进水量的 1/10 ~ 1/5,作为表流波形人工湿地 (9) 的碳源,表流波形人工湿地 (9) 的左半种植芦苇与三白草,种植比例为 2 : 1,种植密度均为 20 株 /m²;右半部种植蒲子与蝴蝶花,种植比例为 3 : 1,经表流波形人工湿地 (9) 处理后的出水输入到储水池 (16)。

6. 根据权利要求 5 所述的饮用水水源复合人工湿地预处理方法,其特征在于两个上下折流潜流人工湿地 (7) 其池长均为 6.0m、宽为 1.5m、深为 0.6m,湿地底坡约为 1%,第一池体 (4-1) 底面以混凝土浇筑,周边砖砌砂浆抹面,每个池体内沿水流方向均匀埋设三块 0.5m 高 PVC 第一导流板 (6-1),湿地底部填充 15cm 厚的大砾石和陶粒混合填料层 (10),大砾石的直径为 50mm,陶粒直径 5mm;大砾石和陶粒混合填料层 (10) 上层填充 15cm 厚的小砾石和陶粒混合填料层 (11),小砾石的直径为 20 ~ 30mm,陶粒直径 3mm,在小砾石和陶粒混合填料层 (11) 的上层为 15cm 的土壤层,填料上固定菌种聚磷菌为 *Acinetobacter lwoffii*,硝化菌为硝化杆菌属 *Nitrobacter*,反硝化菌采用 *Pseudomonas*,日处理流量为 6m³/d,上下折流潜流人工湿地 (7) 左端三分之一种植花叶芦竹,种植密度为 20 株 /m²,上下折流潜流人工湿地 (7) 右端三分之二种植茭白,种植密度为 20 株 /m²,进、出水管均为 DN20,经第二输水管路 (2-2) 输入第一进水集水池 (5-1) 的进水流量为 5m³/d;表流波形人工湿地 (9) 的长度为 8m,宽为 2m,第二池体 (4-2) 底面以混凝土浇筑,周边砖砌砂浆抹面,填料采用当地耕地土壤,铺设厚度为 0.6m,在表流波形人工湿地 (9) 内沿水流方向 2m、4m、6m 处放置三块第二导流板 (6-2),平均水深为 0.3m,沉砂池 (3) 输入表流波形人工湿地 (9) 的流量为 1m³/d。

7. 根据权利要求 5 所述的饮用水水源复合人工湿地预处理方法,其特征在于硝化细菌培养基的成份为:

NaNO ₂	1.0g	Na ₂ CO ₃	1.0g
NaH ₂ PO ₄	0.25g	CaCO ₃	1.0g
K ₂ HPO ₄	0.75g	MnSO ₄	0.01g
MgSO ₄ · 4H ₂ O	0.03g	蒸馏水	1000mL
pH	7.2		

8. 根据权利要求 5 所述的饮用水水源复合人工湿地预处理方法,其特征在于反硝化细菌培养基的成份为:

柠檬酸钠	5.0g	KNO ₃	2.0g
K ₂ HPO ₄	0.5g	KH ₂ PO ₄	1.0g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.2g	蒸馏水	1000mL

pH 7.2

9. 根据权利要求 5 所述的饮用水水源复合人工湿地预处理方法,其特征在於聚磷菌培养基的成份为:

CH ₃ COONa	3.68g	Na ₂ HPO ₄ · 2H ₂ O	28.73mg
NH ₄ Cl	57.27mg	MgSO ₄ · 7H ₂ O	131.82mg
K ₂ SO ₄	26.74mg	CaCl ₂ · 2H ₂ O	17.2mg
HEPES	12g	蒸馏水	1000mL
pH 值	7.2		

饮用水水源复合人工湿地系统及预处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及饮用水预处理系统及处理方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济持续快速发展,人们生活水平的迅速提高及城市化进程的加速,在生产和生活过程中产生了大量的污水、废水排入河流中,致使水环境污染日益严重,水源地水质恶化,有些水源地水质已经呈现微污染状态,这对饮用水厂的净化设施造成了巨大的压力。目前我国水厂普遍采用常规水处理工艺,对于原水中大量存在的微污染有机物、氨氮、生物毒素等物质去除效率低。深度水处理虽然可以有效地提高出厂水的水质,但由于深度处理成本较高。目前,我国仍处于发展阶段,在全国范围内大规模上深度处理有一定的经济困难。从污染控制的原理来说,前端处理比末端处理效率高、成本低、处理过程二次污染少。因此,经济、高效、适合我国国情的预处理技术对于在现有饮用水源水质情况下提高出厂水的水质、保障饮用水安全十分必要。

发明内容

[0003] 本发明为了解决现有水厂普遍采用常规水处理工艺,对于原水中大量存在的微污染有机物、氨氮、生物毒素等物质去除效率低;深度处理虽然可以有效地提高出厂水的水质,但由于深度水处理成本较高,大规模进行深度处理仍有难度的问题,提供了一种饮用水水源复合人工湿地系统及预处理方法,解决上述问题的具体技术方案如下:

[0004] 本发明的人工湿地预处理系统,由原水、第一输水管路、第二输水管路、第三输水管路、第四输水管路、第五输水管路、沉砂池、两个第一池体、第二池体、第一进水集水池、第二进水集水池、第一导流板、第二导流板、两个上下折流潜流人工湿地、第一出水集水池、第二出水集水池、表流波形人工湿地和穿孔集水管组成,在第一池体的左端内设有第一进水集水池,在第一池体的右端内设有第一出水集水池,在第一进水集水池和第一出水集水池之间设有上下折流潜流人工湿地,两个上下折流潜流人工湿地并联设置,每个上下折流潜流人工湿地的底层铺设大砾石和陶粒混合层,大砾石与陶粒的体积比为 9 : 1,大砾石和陶粒混合层的上层为小砾石和陶粒混合层,小砾石与陶粒的体积比为 9 : 1,小砾石和陶粒混合层的上层为土壤层,土壤层的厚度为 10 ~ 15cm,大砾石和陶粒混合层与小砾石和陶粒混合层的铺设厚度分别为 25 ~ 35cm,第一导流板上下交错左右互相平行垂直于大地设在上下折流潜流人工湿地的大砾石和陶粒混合层与小砾石和陶粒混合层内,在第一进水集水池与上下折流潜流人工湿地相邻的池壁的下半部上均匀布有进水孔,在第一出水集水池与上下折流潜流人工湿地相邻的池壁的底部设有穿孔集水管,穿孔集水管与第一出水集水池连通,在第二池体的左端内设有第二进水集水池,在第二池体的右端内设有第二出水集水池,在表流波形人工湿地两端相邻的第二进水集水池和第二出水集水池池壁的上端设有三角形水堰,在表流波形人工湿地的上表面竖向设置第二导流板,原水与第一输水管路的一端连通,第一输水管路的另一端与沉砂池连通,第二输水管路的一端与沉砂池连通,第二输水

管路的另一端与两个第一池体的第一进水集水池连通,第三输水管路的一端与第一出水集水池连通,第三输水管路的另一端与表流波形人工湿地的第二进水集水池连通,第四输水管路的一端与沉砂池 3 连通,第四输水管路的另一端与第二进水集水池连通,第五输水管路的一端与第二出水集水池连通,第五输水管路的另一端与储水池连通。

[0005] 本发明饮用水水源人工湿地预处理方法的步骤为:

[0006] 步骤一、采用本发明的人工湿地预处理系统;

[0007] 步骤二、湿地植物选择现有植物中 COD 和 TN 降解效率较高、抗病虫害能力强、易管理、利用价值高的水生植物花叶芦竹、茭白、芦苇、三白草、菖蒲或蝴蝶花;

[0008] 步骤三、在每个上下折流潜流人工湿地进水处降解 COD 效能最好,而芦苇传氧性能好便于 COD 降解,所以在每个上下折流潜流人工湿地 7 的左部三分之一处种植芦苇、花叶芦竹,种植密度为 $15 \sim 20$ 株 / m^2 ,TN 降解主要发生在上下折流潜流人工湿地的右端部三分之二处;每个上下折流潜流人工湿地植物种植采用复合床,上下折流潜流人工湿地的右端部三分之二种植茭白,种植密度为 $15 \sim 20$ 株 / m^2 ,填料采用固定有细菌的砾石和陶粒的混合填料;首先将砾石和陶粒的混合填料放入上下折流潜流人工湿地池内,用原水进行浸泡,同时将富集培养的菌液进行复配,复配菌液在相同浓度由硝化 (Nitrobacter)、反硝化菌 (Pseudomonas) 和聚磷菌 (Acinetobacter lwoffii) 进行复配,其体积比例为 2 : 3 : 2 复配而成,将复配好的菌液投入到上下折流潜流人工湿地 7 的砾石和陶粒混合层内,使上下折流潜流人工湿地池体内复合菌液初始菌浊度 (OD 值) 达到 0.30D 时,进行间歇式曝气,每周曝气 6h,停曝 2h,当池体内细菌菌浊度达到 0.8 ~ 1.00D 时,则完成细菌固定,所述人工湿地预处理系统就可以运行了;

[0009] 步骤四、将每个上下折流潜流人工湿地 7 的出水输入到第二进水集水池内,同时将沉砂池的出水由第四输水管路输入到第二进水集水池内,进水量为上下折流潜流人工湿地 7 进水量的 $1/10 \sim 1/5$,作为表流波形人工湿地的碳源,表流波形人工湿地的左半部种植芦苇与三白草,种植比例为 2 : 1,种植密度均为 20 株 / m^2 ;右半部种植蒲子与蝴蝶花,种植比例为 3 : 1,经表流波形人工湿地处理后的出水输入到储水池。

[0010] 本发明的优点:与传统水预处理技术相比,本发明人工湿地水预处理技术投资低、运行稳定、可靠、操作简单、维护和运行费用低,同时能绿化土地,改善生态环境;由于原水中的污染物浓度较低,所以饮用水源预处理系统处理的容量大,而且不易堵塞,需要的面积更小,运行时间更长;两个上下折流潜流人工湿地并联,交替进水,既保证原水处理的连续性,又保证了上下折流潜流人工湿地间歇性进水,间歇的投水方式有利于复氧,同时,适当的湿地干化期使系统避免堵塞;波形表流人工湿地,在湿地内部均匀置加导流板,既有利于复氧,又有利于提高曲折性,提高了硝化能力;上下折流潜流湿地内的填料采用了细菌固定,均匀分布于砾石和陶粒混合层内,大大的提高了系统的脱氮除磷与有机物的去除能力。

附图说明

[0011] 图 1 是本发明的湿地系统的结构示意图,图 2 是第一池体 4-1 和上下折流潜流人工湿地 7 的结构示意图,图 3 是在第一进水集水池 5-1 与每个上下折流潜流人工湿地 7 相邻的池壁的下半部上均匀布有进水孔 13 的结构示意图,图 4 是在第一出水集水池 8-1 与每个上下折流潜流人工湿地 7 相邻的池壁的底部设有穿孔集水管 14 的结构示意图,图 5 是第

二池体 4-2 和表流波形人工湿地 9 的结构示意图,图 6 是表流波形人工湿地 9 两端相邻的图 5 中第二进水集水池 5-2 和第二出水集水池 8-2 池壁的上端设有三角形水堰 15 的示意图。

具体实施方式

[0012] 具体实施方式一:结合图 1、图 2、图 3、图 5、图 6 描述本实施方式。本实施方式由原水 1、第一输水管路 2-1、第二输水管路 2-2、第三输水管路 2-3、第四输水管路 2-4、第五输水管路 2-5、沉砂池 3、两个第一池体 4-1、第二池体 4-2、第一进水集水池 5-1、第二进水集水池 5-2、第一导流板 6-1、第二导流板 6-2、两个上下折流潜流人工湿地 7、第一出水集水池 8-1、第二出水集水池 8-2、表流波形人工湿地 9 和穿孔集水管 14 组成,在第一池体 4-1 的左端内设有第一进水集水池 5-1,在第一池体 4-1 的右端内设有第一出水集水池 8-1,在第一进水集水池 5-1 和第一出水集水池 8-1 之间设有上下折流潜流人工湿地 7,两个上下折流潜流人工湿地 7 并联设置,每个上下折流潜流人工湿地 7 的底层铺设大砾石和陶粒混合层 10,大砾石与陶粒的体积比为 9 : 1,大砾石和陶粒混合层 10 的上层为小砾石和陶粒混合层 11,小砾石与陶粒的体积比为 9 : 1,小砾石和陶粒混合层 11 的上层为土壤层 12,土壤层 12 的厚度为 10 ~ 15cm,大砾石和陶粒混合层 10 与小砾石和陶粒混合层 11 的铺设厚度为 25 ~ 35cm,第一导流板 6-1 上下交错左右互相平行垂直于大地设在上下折流潜流人工湿地 7 的大砾石和陶粒混合层 10 与小砾石和陶粒混合层 11 内,在第一进水集水池 5-1 与上下折流潜流人工湿地 7 相邻的池壁的下半部上均匀布有进水孔 13,在第一出水集水池 8-1 与上下折流潜流人工湿地 7 相邻的池壁的底部设有穿孔集水管 14,穿孔集水管 14 与第一出水集水池 8-1 连通,在第二池体 4-2 的左端内设有第二进水集水池 5-2,在第二池体 4-2 的右端内设有第二出水集水池 8-2,在表流波形人工湿地 9 两端相邻的第二进水集水池 5-2 和第二出水集水池 8-2 池壁的上端设有三角形水堰 15,在表流波形人工湿地 9 的上表面竖向设置第二导流板 6-2,原水 1 与第一输水管路 2-1 的一端连通,第一输水管路 2-1 的另一端与沉砂池 3 连通,第二输水管路 2-2 的一端与沉砂池 3 连通,第二输水管路 2-2 的另一端与两个第一池体 4-1 的第一进水集水池 5-1 连通,第三输水管路 2-3 的一端与第一出水集水池 8-1 连通,第三输水管路 2-3 的另一端与表流波形人工湿地 9 的第二进水集水池 5-2 连通,第四输水管路 2-4 的一端与沉砂池 3 连通,第四输水管路 2-4 的另一端与第二进水集水池 5-2 连通,第五输水管路 2-5 的一端与第二出水集水池 8-2 连通,第五输水管路 2-5 的另一端与储水池 16 连通。

[0013] 上下折流潜流人工湿地 7 内设置导流板 6-1 使水流形成波浪形,便于复氧。

[0014] 具体实施方式二:本实施方式的上下折流潜流人工湿地池体长宽比为 4 : 1,底坡控制在 1 ~ 4% 以内,水深为 0.6 ~ 0.7m。

[0015] 具体实施方式三:本实施方式的大砾石、陶粒混合层中的大砾石直径为 50 ~ 60mm,陶粒直径为 4 ~ 5mm 小砾石、陶粒混合层中的小砾石直径为 20 ~ 30mm,陶粒直径为 3 ~ 3.5mm。

[0016] 具体实施方式四:本实施方式的方法的步骤如下:

[0017] 步骤一、采用本发明的人工湿地预处理系统;

[0018] 步骤二、湿地植物选择现有植物中 COD 和 TN 降解效率较高、抗病虫害能力强、易管

理、利用价值高的水生植物花叶芦竹、茭白、芦苇、三白草、菖蒲或蝴蝶花；

[0019] 步骤三、在每个上下折流潜流人工湿地进水处降解 COD 效能最好，而芦苇传氧性能好便于 COD 降解，所以在每个上下折流潜流人工湿地 7 的左部三分之一处种植芦苇、花叶芦竹等，种植密度为 $15 \sim 20$ 株 / m^2 ，TN 降解主要发生在上下折流潜流人工湿地 7 的右端部三分之二处；每个上下折流潜流人工湿地 7 植物种植采用复合床，上下折流潜流人工湿地 7 的右端部三分之二种植茭白，种植密度为 $15 \sim 20$ 株 / m^2 ，填料采用固定有细菌的砾石和陶粒的混合填料；首先将砾石和陶粒的混合填料放入上下折流潜流人工湿地池内，用原水进行浸泡，同时将富集培养的菌液进行复配，复配菌液在相同浓度下由硝化菌 (*Nitrobacter*)、反硝化菌 (*Pseudomonas*) 和聚磷菌 (*Acinetobacter lwoffii*) 进行复配，其体积比例为 2 : 3 : 2 复配而成，将复配好的菌液投入到上下折流潜流人工湿地 7 的砾石和陶粒混合层内，使上下折流潜流人工湿地池体内复合菌液初始菌浊度 (OD 值) 达到 0.30D 时，进行间歇式曝气，每周期曝气 6h，停曝 2h，当池体内细菌菌浊度达到 0.8 ~ 1.00D 时，则完成细菌固定，系统就可以运行了；

[0020] 步骤四、将每个上下折流潜流人工湿地 7 的出水输入到第二进水集水池 5-2 内，同时将沉砂池 3 的出水由第五输水管路 2-5 输入到第二进水集水池 5-2 内，进水量为上下折流潜流人工湿地 7 进水量的 $1/10 \sim 1/5$ ，作为表流波形人工湿地 9 的碳源，表流波形人工湿地 9 的左半部种植芦苇与三白草，种植比例为 2 : 1，种植密度均为 20 株 / m^2 ；右半部种植蒲子与蝴蝶花，种植比例为 3 : 1，经表流波形人工湿地 9 处理后的出水输入到储水池 16。

[0021] 具体实施方式五：本实施方式的两个上下折流潜流人工湿地 7 其池长均为 6.0m、宽为 1.5m、深为 0.6m，湿地底坡约为 1%，（不含集水池）两个上下折流潜流人工湿地 7 第一池体 4-1 底面以混凝土浇注，周边砖砌砂浆抹面，每个池体内沿水流方向均匀埋设三块 0.5m 高 PVC 第一导流板 6-1，湿地的底部填充 15cm 厚的大砾石和陶粒混合层，大砾石的直径为 50mm，陶粒的直径为 5mm；大砾石和陶粒混合层 10 的上层填充 15cm 厚的小砾石和陶粒混合层 11，小砾石的直径为 30mm，陶粒直径 3mm，在小砾石和陶粒混合层 11 的上层为 15cm 的土壤层，（见图 2），填料上固定菌种聚磷菌为 *Acinetobacter lwoffii*，硝化菌为硝化杆菌属 *Nitrobacter*，反硝化菌采用 *Pseudomonas*，日处理流量为 $6m^3/d$ ，经过沉砂池的处理后的原水水质情况见表 1，根据地《表水环境质量标准》(GB3838-2002)，进水水质中 COD 平均含量为地表水 4 类水质的含量，TP 平均含量为地表水 2 类水质的含量，TN 平均含量超过地表水 5 类水质的含量， NH_4^+-N 平均含量为地表水 2 类水质的含量数据见表 1，上下折流潜流人工湿地 7 左端三分之一种植花叶芦竹，种植密度为 20 株 / m^2 ，上下折流潜流人工湿地 7 右端三分之二种植茭白，种植密度为 20 株 / m^2 ，进、出水管均为 DN20，经第二输水管路 2-2 输入第一进水集水池 5-1 的进水流量为 $5m^3/d$ ；表流波形人工湿地 9 的长度为 8m，宽为 2m（不含集水池），第二池体 4-2 底面以混凝土浇注，周边砖砌砂浆抹面，填料采用当地耕地土壤，铺设厚度为 0.6m，在表流波形人工湿地 9 沿水流方向 2m、4m、6m 处放置三块第二导流板 6-2，平均水深为 0.3m，沉砂池 3 输入表流波形人工湿地 9 的流量为 $1m^3/d$ ，其它步骤与具体实施方式四相同。

[0022] 具体实施方式六：本实施方式的砾石与陶粒混合而成，其砾石与陶粒的体积比为 9 : 1，陶粒的粒径为 3 ~ 5mm。采用砾石是因为砾石具有好的输水性，采用陶粒是为了便于细菌固定，提高效率。

[0023] 具体实施方式七:本实施方式硝化细菌培养基的成份为:

[0024]	NaNO ₂	1.0g	Na ₂ CO ₃	1.0g
[0025]	NaH ₂ PO ₄	0.25g	CaCO ₃	1.0g
[0026]	K ₂ HPO ₄	0.75g	MnSO ₄	0.01g
[0027]	MgSO ₄ · 4H ₂ O	0.03g	蒸馏水	1000mL
[0028]	pH	7.2		

[0029] 具体实施方式八:本实施方式反硝化细菌培养基的成份为:

[0030]	柠檬酸钠	5.0g	KNO ₃	2.0g
[0031]	K ₂ HPO ₄	0.5g	KH ₂ PO ₄	1.0g
[0032]	MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.2g	蒸馏水	1000mL
[0033]	pH	7.2		

[0034] 具体实施方式九:本实施方式聚磷菌培养基的成份为:

[0035]	CH ₃ COONa	3.68g	Na ₂ HPO ₄ · 2H ₂ O	28.73mg
[0036]	NH ₄ Cl	57.27mg	MgSO ₄ · 7H ₂ O	131.82mg
[0037]	K ₂ SO ₄	26.74mg	CaCl ₂ · 2H ₂ O	17.2mg
[0038]	HEPES	12g	蒸馏水	1000mL
[0039]	pH 值	7.2		

[0040] 上述实施方式,2006年6月开始试运行,经过一年的运行,2007年6月,湿地处理系统稳定后进行监测,2007年6至11月湿地预处理系统处理后的水质根据《表水环境质量标准》(GB3838-2002),出水COD最差也达到为地表水3类水质的含量,平均含量达到地表水1类水质的含量;出水TP最差也达到为地表水2类水质的含量,平均含量达到地表水1类水质的含量;出水TN最差为地表水5类水质的含量,但平均含量达到地表水3类水质的含量;出水NH₄⁺-N最差为地表水2类水质的含量,但平均含量达到地表水1类水质的含量。本实施方式处理的出水水质及去除率参数见表2。

[0041] 原水在上下折流潜流人工湿地7内流动经不同的构造层,由于基质的吸附作用、基质上固化的菌种的生物作用和植物根系的摄取作用完成对有机物的大部分去除和完全硝化,上下折流潜流人工湿地7的出水经过输水管进入表流波形人工湿地9的第二进水集水池5-2内,再经过布水堰15均匀进入表流波形人工湿地9第二进水集水池5-2内,利用表流波形人工湿地9的土壤基质的吸附作用及植物根系摄取作用去除原水中的COD和部分硝酸盐。

[0042] 人工湿地处理系统(Westland Treatment System)是将水有效地投配到土壤经常处于饱和状态、长有挺水植物(如有芦苇、菖蒲等)的沼土质上,水在按一定方式在系统中流动过程中,在耐水植物和土壤联合作用下得到净化的一种土地处理系统。微生物是人工湿地集水池处理系统中净化水的核心。人工湿地为好氧、兼性厌氧及厌氧微生物的同时生存提供了有利环境。例如,芦苇的根茎上,好氧微生物占优势,芦苇根系区好氧与兼性微生物均有活动,而远离根系区则为厌氧微生物的主要活动场所。各种微生物利用不同有机污染物为营养源进行生长繁殖,从而实现了对污染物的有效降解和去除。

[0043] 表1进水水质情况(平均信±标准差)

[0044]

项目	COD/(mg/L)	TP/(mg/L)	TN/(mg/L)	NH ₄ ⁺ -N/(mg/L)
范围	4.9 ~ 39.9	0.0047 ~ 0.1554	1.5232 ~ 7.6446	0.0215 ~ 0.7435
平均值	28.3243 ± 7.5518	0.0393 ± 0.0342	3.4015 ± 1.2358	0.4399 ± 0.1854

[0045] 表 2 出水水质及去除率情况 (平均值 ± 标准差)

[0046]

项目	COD/(mg/L)	TP/(mg/L)	TN/(mg/L)	NH ₄ ⁺ -N/(mg/L)
范围	1.8 ~ 16.3	0.0011 ~ 0.0565	0.3924 ~ 2.9083	0.0049 ~ 0.2915
平均值	6.5231 ± 1.8725	0.0087 ± 0.0086	0.6697 ± 0.3483	0.1023 ± 0.0892
平均去除率	76.97%	77.94%	80.31%	76.75%

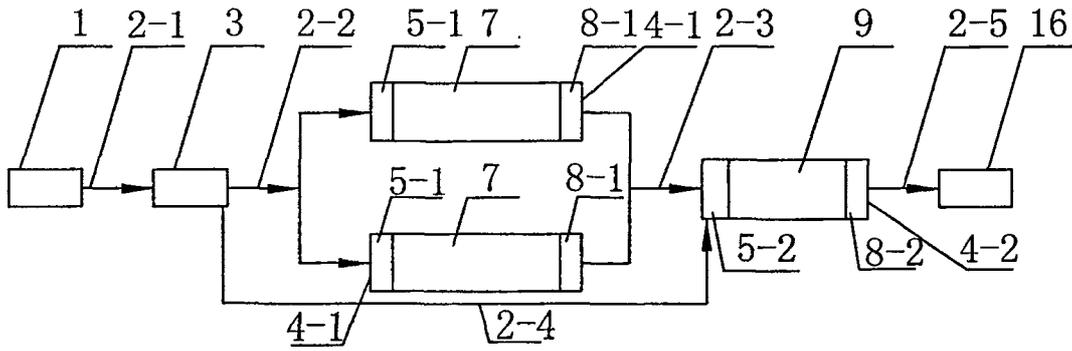


图 1

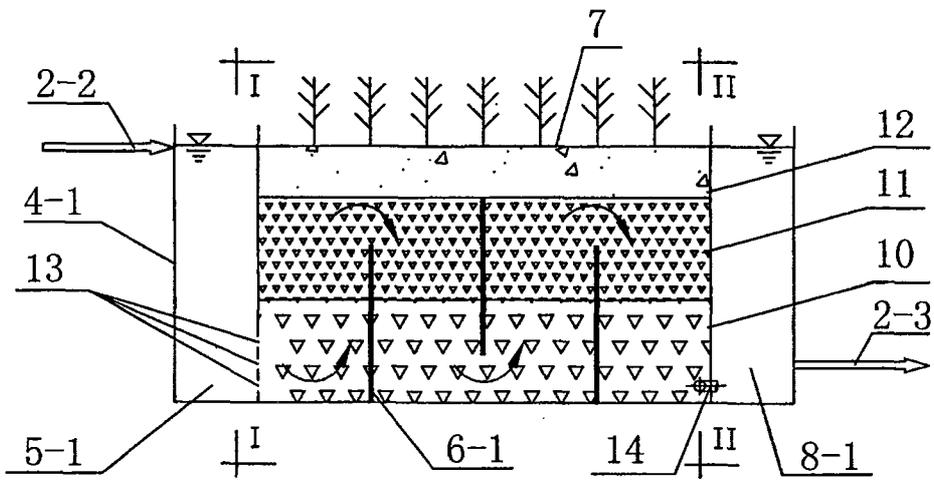


图 2

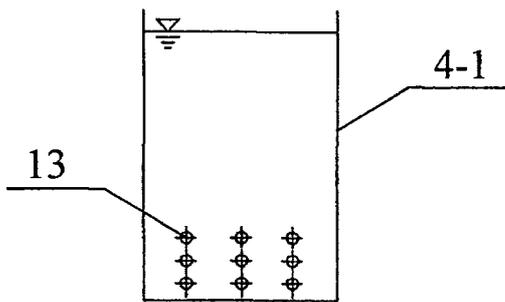


图 3

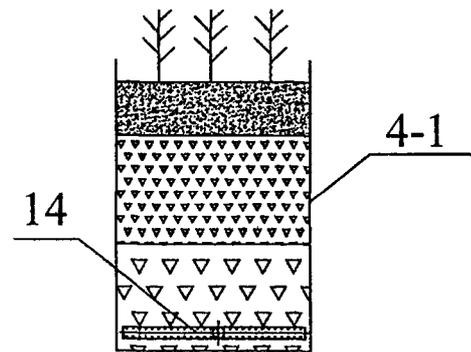


图 4

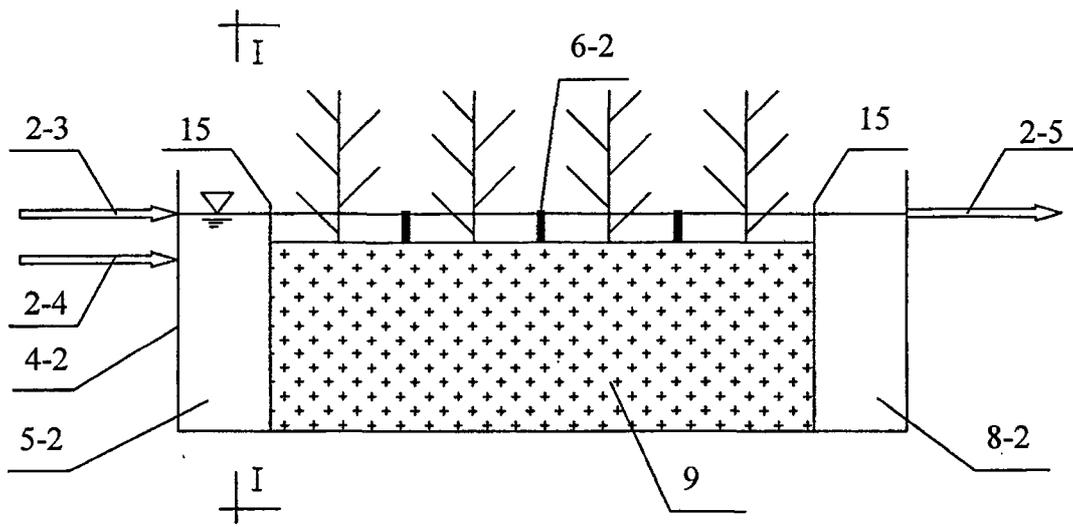


图 5

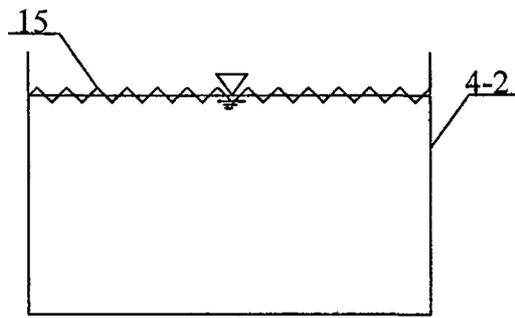


图 6