(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102173511 B
(45)授权公告日 2012.11.28

(21)申请号 201110009745.0

(22)申请日 2011.01.18

(73)专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72)发明人 李春杰 吴德意

(74)专利代理机构 上海交达专利事务所 31201
代理人 王锡麟 王桂忠

(51)Int.Cl.
C02F 3/32(2006.01)
C02F 3/34(2006.01)
C02F 3/30(2006.01)

(56)对比文件

CN 1597562 A,2005.03.23, 说明书第 2 页第 8 行 - 第 3 页第 5 行 .

CN 1686868 A,2005.10.26, 说明书第 3 页第 4 行 - 第 4 页第 3 行 .

CN 101186382 B,2010.06.02, 说明书第 1 页第 17 行 - 第 4 页第 15 行 .

JP 特开 2005-74407 A,2005.03.24, 说明书第 0010 段 - 第 0014 段,图 1.

吴俊明等 . 浅谈复合式山地湿地污水处理系统在三峡库区的应用 .《安全与环境工程》.2006, 第 13 卷 (第 03 期), 第 77 页左栏第 8 行 - 第 77 页结尾 .

审查员 崔晖

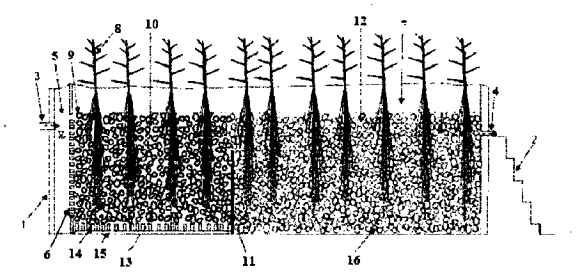
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54)发明名称

活性基质强化型人工潜流湿地装置

(57)摘要

一种环境保护技术领域的活性基质强化型人工潜流湿地装置,包括 :湿地槽和跌水曝气台阶,其中 :湿地槽的前端设有开口作为进水口,湿地槽的后端设有开口作为出水口,跌水曝气台阶的上端与湿地槽的出水口连接。在装置中分段设置不同的污染物净化功能区,在不同段填充不同的活性基质且配置相应的工艺条件,实现低污染水中污染物处理效能的全面大幅度提高。



CN 102173511 B

1. 一种活性基质强化型人工潜流湿地装置，包括：湿地槽和跌水曝气台阶，其中：湿地槽的前端设有开口作为进水口，湿地槽的后端设有开口作为出水口，跌水曝气台阶的上端与湿地槽的出水口连接，其特征在于：

所述的湿地槽经过防渗处理，包括：进水调节池、过滤格栅、土壤层、植物层、网层、好氧脱氨除磷单元、隔板和厌氧除磷单元，其中：进水调节池与进水口连接，过滤格栅位于进水调节池和好氧脱氨除磷单元之间，隔板垂直设置于好氧脱氨除磷单元和厌氧除磷单元之间，植物层、土壤层和网层由上而下依次覆盖于好氧脱氨除磷单元和厌氧除磷单元的上部，植物层种植于土壤层上且植物层的根系向下延伸并分别贯穿好氧脱氨除磷单元和厌氧除磷单元。

2. 根据权利要求 1 所述的活性基质强化型人工潜流湿地装置，其特征是，所述的植物层为挺水植物和 / 或湿生植物。

3. 根据权利要求 1 所述的活性基质强化型人工潜流湿地装置，其特征是，所述的好氧脱氨除磷单元包括：脱氨除磷活性基质、底部栅格和曝气管，其中：底部栅格设置于好氧脱氨除磷单元的下部，脱氮除磷基质填充于底部栅格以上的空间，曝气管设置在底部栅格的下面。

4. 根据权利要求 3 所述的活性基质强化型人工潜流湿地装置，其特征是，所述的脱氨除磷活性基质由天然沸石和方解石组成。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的活性基质强化型人工潜流湿地装置，其特征是，所述的脱氨除磷活性基质中天然沸石和方解石的质量比为 4 ： 1。

6. 根据权利要求 1 所述的活性基质强化型人工潜流湿地装置，其特征是，所述的厌氧除磷单元由方解石、活性氧化铝和水化硅酸钙组成。

7. 根据权利要求 1 或 6 所述的活性基质强化型人工潜流湿地装置，其特征是，所述的厌氧除磷单元中方解石、活性氧化铝和水化硅酸钙的质量比为 6 ： 1 ： 3。

活性基质强化型人工潜流湿地装置

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种环境保护技术领域的装置，具体是一种活性基质强化型人工潜流湿地装置。

背景技术

[0002] 随着我国社会经济的不断快速发展，环境问题日益严重，水环境保护和饮用水源地的安全保障在我国已经是一项十分紧迫的工作。在此背景下，目前环保部门要求各地污水处理厂升级改造到一级 A 标准，其处理后的尾水才能排放到非封闭型的水体中，如长江等。然而，即使达到一级 A 标准的尾水按照国家地表水标准衡量仍然属于劣五类水质，会造成封闭性水体的富营养化问题。事实上，我国水环境问题日益严峻，不仅存在污水处理厂的尾水问题，不少通向封闭性水体的河流，例如入湖河流也属于劣五类水质。因此，为了保护湖泊海湾，污水处理厂尾水及入湖河流河水等低污染水的深度处理技术亟待开发。

[0003] 污水处理厂经二级生化处理后的尾水及入湖河流等低污染水的主要污染指标为氨氮、总氮和总磷。这些污染指标均为生源物质，进入流动性差的水体时将导致富营养化问题，然而它们又是植物生长所必需的营养元素，因此特别适合采用水生植物人工湿地进行生态处理。

[0004] 人工湿地 (Constructed Wetland，CW) 是根据天然湿地净化污水的机理，由人工设计和建造一定长宽比并经过防渗处理的水池或湿地槽，并且填充一定深度的土壤或基质层，并且在表层土壤（基质）中种植一些水生植物的生态系统。人工湿地污水处理技术是将污水由湿地的一端通过布水管渠进入，以推流方式与湿地系统中布满生物膜的介质表面和溶解氧充分的植物根区接触，在物理、化学、生物共同作用下，通过过滤、吸附、沉淀、离子交换、植物吸收和微生物分解等来实现水质净化的生态处理技术。

[0005] 人工湿地有两种，一种是表面流湿地 (WFS 湿地)，另一种是潜流型湿地 (SF 湿地)。前者具有投资少、操作简单、运行费用低等优点。后者虽投资较高，但与污水接触的表面积大，占地面积小、污染物去除率高、冬季不影响运行，且没有臭味。目前发达国家的人工湿地污水处理系统主要为潜流式，占 90％以上。

[0006] 然而，尽管人工湿地系统具有良好的水质净化效能，针对污水处理厂尾水及入湖河流河水水量大，处理后需要达到的排放水质要求高，必须考虑建设成本问题和用地面积可获得性问题。尽管潜流湿地比表面流湿地水处理效果更好，但如果按照传统的潜流湿地工艺，仍需要大量建设用地。因此，传统的潜流湿地工艺很难实际用于低污染水的深度处理，迫切需要进行技术革新，开发具有更高处理效能的、符合污水处理厂尾水及低污染水体处理要求的新型潜流湿地。

[0007] 现有关于改进传统潜流湿地的技术主要涉及湿地床的构造和布局的改良，通过改进水流的流态和氧气供应状况等工艺条件以提高污染物处理效果。目前的技术广泛采用砾石，沙粒或煤渣等对营养盐几乎不具吸附性能的惰性基质，或者即使偶尔涉及针对污水中某种污染物的活性基质的采用，也没有全盘考虑在湿地系统中布局针对不同污染物的多种

吸附基质，更没有涉及针对低污染水实际情况的多种活性基质的优化配置及与工艺条件的匹配，因此很难全面大幅度地提高潜流湿地的污水处理效能。

[0008] 经过对现有技术的检索发现，中国专利文献号 CN101007673 公开了一种多组份填料基质潜流湿地净化处理设备及潜流湿地净化方法，即在潜流湿地的中部设置分隔池壁从而将湿地床分隔成下行池和上行池，池内均匀组合充填不同粒径渗滤材料，使池内的沿程渗透系数不同，形成波浪式的水流运行形态，污水在净化处理过程中反复经过厌氧和好氧的过程，从而提高脱氮效果。填充基质层中揉入了高效去磷层以强化脱磷效果。该技术的不足之处在于：1) 填充基质层中没有吸附氮的活性基质，不能形成氮的高浓度区，因此氮去除速率慢；2) 尽管渗透系数高的粗粒径层易于形成好氧环境，而渗透系数低的中粒径层易于形成厌氧环境，但由于没有人工辅助下的供氧，位于中粒径层之后的粗粒径层事实上并不会呈现很好的好氧状态；3) 不同粒径和材料的基质层分层填充且采用不同形状（梯形和倒梯形）的填充方式给施工及施工后的维护带来不便；4) 尽管揉入了高效去磷层，但依靠其中含有的丰富铁离子和铝离子来促进污水中的磷形成絮凝沉淀，随着运行时间的推移该絮凝沉淀物必将很快引起堵塞问题。尤其在连通下行池和上行池的装置底部的狭窄通道更是如此。况且形成絮凝沉淀需要反应物浓度高，如果污水中磷浓度较低，但对于环境来说仍形成污染，除磷效果势必有限。

发明内容

[0009] 本发明针对现有技术存在的上述不足，提供一种活性基质强化型人工潜流湿地装置，在装置中分段设置不同的污染物净化功能区，在不同段填充不同的活性基质且配置相应的工艺条件，实现低污染水中污染物处理效能的全面大幅度提高。

[0010] 本发明是通过以下技术方案实现的，本发明包括：湿地槽和跌水曝气台阶，其中：湿地槽的前端设有开口作为进水口，湿地槽的后端设有开口作为出水口，跌水曝气台阶的上端与湿地槽的出水口连接。

[0011] 所述的湿地槽经过防渗处理，包括：进水调节池、过滤格栅、土壤层、植物层、网层、好氧脱氨除磷单元、隔板和厌氧除磷单元，其中：进水调节池与进水口连接，过滤格栅位于进水调节池和好氧脱氨除磷单元之间，隔板垂直设置于好氧脱氨除磷单元和厌氧除磷单元之间，植物层、土壤层和网层由上而下依次覆盖于好氧脱氨除磷单元和厌氧除磷单元的上部，植物层种植于土壤层上且植物层的根系向下延伸并分别贯穿好氧脱氨除磷单元和厌氧除磷单元。

[0012] 所述的植物层为挺水植物和 / 或湿生植物。

[0013] 所述的好氧脱氨除磷单元包括：脱氨除磷活性基质、底部栅格和曝气管，其中：底部栅格设置于好氧脱氨除磷单元的下部，脱氨除磷基质填充于底部栅格以上的空间，曝气管设置在底部栅格的下面。

[0014] 所述的脱氨除磷活性基质由天然沸石和方解石组成。

[0015] 所述的厌氧除磷单元由方解石、活性氧化铝和水化硅酸钙组成。

[0016] 本发明通过以下方式工作：尾水由进水口进入进水调节池；经过过滤格栅去除大型悬浮固体后，尾水进入好氧脱氨除磷单元，在此单元中，曝气管的曝气不仅保持单元的好氧状态，而且使得尾水的水流变成不规则的紊流，充分均匀地与脱氨除磷活性基质接触，天

然沸石吸附净化尾水中的氨氮，在好氧脱氨除磷单元中形成氨氮高浓区，硝化细菌在好氧状态下将氨氮氧化成硝酸盐氮，方解石吸附净化尾水中的磷，植物的根系吸收无机氮磷，微生物在好氧状态下先将有机氮化合物降解为氨氮，再将氨氮氧化成硝酸盐氮；接着尾水进入厌氧除磷单元，在好氧脱氨除磷单元形成的硝酸盐氮被脱氮菌还原成氮气和氧化氮气体除去，方解石、活性氧化铝和水化硅酸钙进一步吸附净化尾水中的磷；从厌氧除磷单元流出的尾水溶解氧含量低，由出水口到达跌水曝气台阶的上端，接着沿台阶向下流动，在流动的过程中通过大气复氧作用提高溶解氧含量，达到排放要求。

[0017] 本发明与现有技术相比，在装置中分段设置不同的污染物净化功能区，在不同段填充不同的活性基质且配置相应的工艺条件，实现低污染水中污染物处理效能的全面大幅度提高。在湿地槽全程形成磷的高浓度区，有利于植物的生长以及植物对营养盐污染负荷的吸收作用，且通过植物收割可以将营养盐带出系统之外；湿地槽中，水面设置在网层以下，存在着未浸入水中的脱氨除磷活性基质和除磷活性基质，该活性基质部分空气循环好，维持着适当的温湿度，是适合生物生长的最佳场所；生长旺盛的植物为反硝化菌供给更丰富的有机碳源，促进厌氧除磷单元的脱氮作用进行；含有丰富多彩的微生物和动物群落的土壤层与湿地槽内直接进行净化作用的活性基质及植物根系在生物活动方面处于连续的系统，土壤层可反复为活性基质层提供生物“源”的功能，使得系统生物活动和生命力旺盛，水质净化效果更好。土壤层是良好的隔热材料，能防止气温低时污水处理性能下降，因而本技术易在寒冷地区推广。臭气在通过覆盖土壤的过程中，土壤粒子可以吸附臭气，土壤中的微生物可将恶臭物质转化为无臭味的物质。因此本技术装置设置在生活区也容易被居民接受。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面对本发明的实施例作详细说明，本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0020] 如图 1 所示，本实施例装置包括：湿地槽 1 和跌水曝气台阶 2，其中：湿地槽 1 的前端设有开口作为进水口 3，湿地槽的后端设有开口作为出水口 4，跌水曝气台阶 2 的上端与湿地槽的出水口 4 连接。

[0021] 所述的湿地槽 1 经过防渗处理，包括：进水调节池 5、过滤格栅 6、土壤层 7、植物层 8、网层 9、好氧脱氨除磷单元 10、隔板 11 和厌氧除磷单元 12，其中：进水调节池 5 与进水口 3 连接，过滤格栅 6 位于进水调节池 5 和好氧脱氨除磷单元 10 之间，隔板 11 垂直设置于好氧脱氨除磷单元 10 和厌氧除磷单元 12 之间，植物层 8、土壤层 7 以及网层 9 依次由上而下覆盖于好氧脱氨除磷单元 10 和厌氧除磷单元 12 的上部，植物层 8 的根系向下延伸并分别贯穿好氧脱氨除磷单元 10 和厌氧除磷单元 12 垂直方向的大部分。

[0022] 所述的过滤格栅 6 用于防止大型悬浮固体进入好氧脱氨除磷单元 10 引起的堵塞问题。

[0023] 所述的网层9用于阻止土壤粒子进入好氧脱氨除磷单元10和厌氧除磷单元12，而不阻止植物层8的根系、土壤动物、土壤微生物、空气和水的通过。

[0024] 所述的植物层8具体为挺水植物和/或湿生植物。

[0025] 所述的好氧脱氨除磷单元10包括：脱氨除磷活性基质13、底部栅格14和曝气管15，其中：底部栅格14设置于好氧脱氨除磷单元10的下部，脱氨除磷活性基质13填充于底部栅格14以上的空间，曝气管15设置在底部栅格14的下面。

[0026] 所述的脱氨除磷活性基质13由天然沸石和方解石组成，其中：天然沸石和方解石的质量比为4：1。

[0027] 所述的厌氧除磷单元12由除磷活性基质16填充而成。

[0028] 所述的除磷活性基质16由方解石、活性氧化铝和水化硅酸钙组成，其中：方解石、活性氧化铝和水化硅酸钙的质量比为6：1：3。

[0029] 本发明通过以下方式工作：尾水由进水口3进入进水调节池5；经过过滤格栅6去除大型悬浮固体后，尾水进入好氧脱氨除磷单元10，在此单元中，曝气管15的曝气不仅保持单元的好氧状态，而且使得尾水的水流变成不规则的紊流，充分均匀地与脱氨除磷活性基质13接触，脱氨除磷活性基质13中的天然沸石吸附净化尾水中的氨氮，在好氧脱氨除磷单元10中形成氨氮高浓区，硝化细菌在好氧状态下将氨氮氧化成硝酸盐氮，脱氨除磷活性基质13中的方解石吸附净化尾水中的磷，植物层8的根系吸收无机氮磷，微生物在好氧状态下先将有机氮化合物降解为氨氮，再将氨氮氧化成硝酸盐氮；接着尾水进入厌氧除磷单元12，在好氧脱氨除磷单元10形成的硝酸盐氮被脱氮菌还原成氮气和氧化氮气体除去，除磷活性基质16中的方解石、活性氧化铝和水化硅酸钙进一步吸附净化尾水中的磷；从厌氧除磷单元12流出的尾水溶解氧含量低，由出水口4到达跌水曝气台阶2的上端，接着沿台阶向下流动，在流动的过程中通过大气复氧作用提高溶解氧含量，达到排放要求。

[0030] 本实施例实施的尾水在处理前虽达到国家污水排放标准，但按地表水标准衡量仍为劣Ⅴ类水，主要污染指标为总氮15mg/L，氨氮4mg/L，总磷0.8mg/L，COD60mg/L。尾水经过本发明装置的处理后，实际的检测的结果为：总氮的去除率达到80％，氨氮去除率达到98％，总磷去除率可达到90％，COD去除率可达到65％，实现了对污染物的处理效能全面大幅度提高。

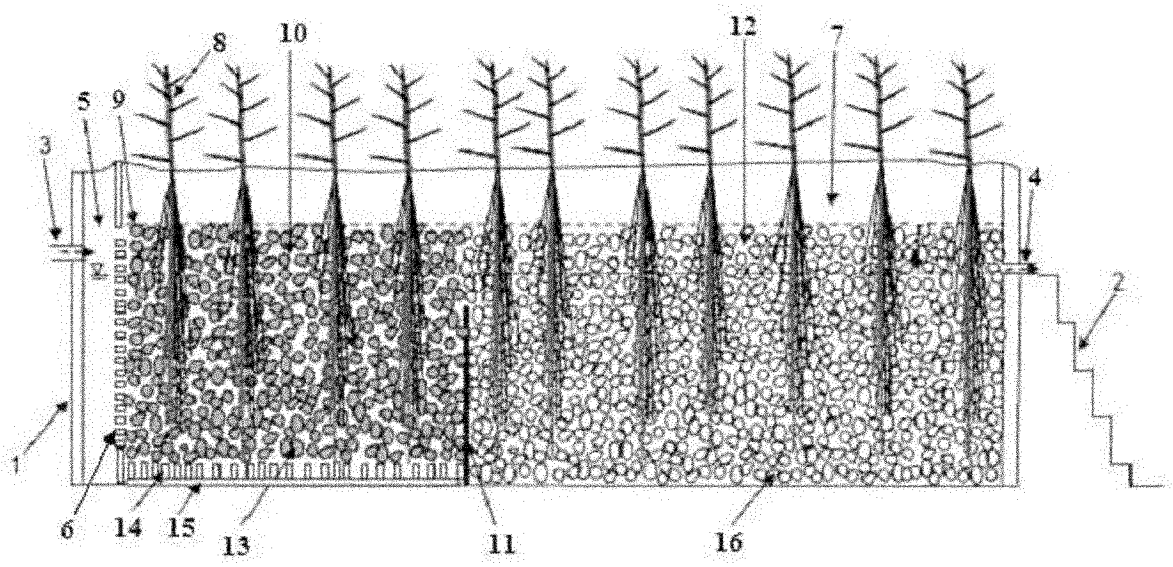


图 1