(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106830576 A
(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201710236730.5

(22)申请日 2017.04.12

(71)申请人 上海秦森园林股份有限公司
地址 200435 上海市闸北区共和新路4666弄11号六楼612室

(72)发明人 施朝阳

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
代理人 巩克栋

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
C02F 101/16(2006.01)

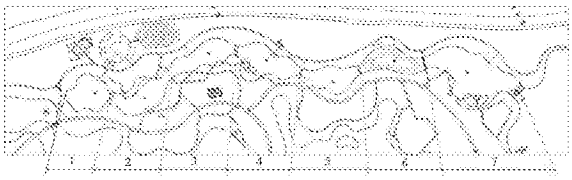
权利要求书5页 说明书16页 附图1页

(54)发明名称

一种湿地净化系统及其净化方法

(57)摘要

本发明提供了一种湿地净化系统及其净化方法，所述湿地净化系统包括依次连接的预处理系统、砾石植物净化系统、土壤生态净化系统、植物分段净化系统和水质稳定调节净化系统。本发明通过水生态工程集成技术，从湿地净化系统的适应性、多样性、净化性、安全性、景观性以及效益性等角度出发，在打造拟生态湿地的同时恢复其净化水质的生态功效，形成将Ⅴ类水净化为Ⅲ类水的水生态系统。



CN 106830576 A

1.一种湿地净化系统，其特征在于，所述湿地净化系统包括依次连接的预处理系统、砾石植物净化系统、土壤生态净化系统、植物分段净化系统和水质稳定调节净化系统。

2.根据权利要求1所述的湿地净化系统，其特征在于，所述预处理系统前设置动力输送装置；

优选地，所述动力输送装置后设过滤装置；

优选地，所述过滤装置为格栅和/或筛网；

优选地，所述预处理系统为预处理池；

优选地，所述预处理池的面积为600m^2～800m^2，平均覆水深度为2m～3m；

优选地，所述预处理池中种植浮床植物和/或设置生物膜；

优选地，所述生物膜中所含生物为食藻虫；

优选地，所述预处理系统中水力停留时间为1天～2天，优选为2天。

3.根据权利要求1或2所述的湿地净化系统，其特征在于，所述砾石植物净化系统为表面流型湿地；

优选地，所述砾石植物净化系统的长度为90m～110m，宽度为15m～25m，优选长度为100m，宽度为20m；

优选地，所述砾石植物净化系统中铺设砾石填料，所述砾石填料的铺设厚度为5cm～15cm，优选为10cm；

优选地，所述砾石植物净化系统的平均覆水深度为0.1m～0.4m，优选为0.2m；

优选地，所述砾石植物净化系统中水力停留时间为0.3天～0.5天；

优选地，所述砾石植物净化系统中种植水生植物；

优选地，所述种植方式为片植；

优选地，所述水生植物为挺水植物，优选为芦苇、石菖蒲、黄菖蒲或水葱中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述砾石植物净化系统中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.2kg/亩～1kg/亩，优选为0.6kg/亩；

优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合；

优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合；

优选地，所述预处理系统与砾石植物净化系统之间的跌落水深度为0.2～0.5m，优选为0.3m。

4.根据权利要求1-3任一项所述的湿地净化系统，其特征在于，所述土壤生态净化系统为垂直潜流型湿地；

优选地，所述土壤生态净化系统的长度为80m～120m，宽度为20m～40m，优选长度为100m，宽度为30m；

优选地，所述土壤生态净化系统的平均覆水深度为0.1m～0.4m，优选为0.2m；

优选地，所述土壤生态净化系统中水力停留时间为0.4天～0.7天；

优选地，所述砾石植物净化系统与土壤生态净化系统之间的跌落水深度为0.2m～0.5m，优选为0.3m；

优选地，所述土壤生态净化系统中包括土壤过滤层；

优选地，所述土壤过滤层的厚度为1m～1.5m，优选为1.2m；

优选地，所述土壤过滤层由上至下依次包括沙质土壤层、滤沙层、沸石层和砾石层；

优选地，所述沙质土壤层的厚度为30cm～40cm，优选为35cm；

优选地，所述滤沙层的厚度为25cm～35cm，优选为30cm；

优选地，所述滤沙层中颗粒粒径为0.06mm～2mm，优选为0.3mm；

优选地，所述沸石层的厚度为20cm～30cm，优选为25cm；

优选地，所述沸石层中颗粒粒径为2mm～4mm，优选为3mm；

优选地，所述砾石层的厚度为25cm～35cm，优选为30cm；

优选地，所述砾石层中颗粒粒径为2mm～8mm，优选为5mm；

优选地，所述土壤生态净化系统中在土壤过滤层表面设有布水管；

优选地，所述土壤生态净化系统中种植挺水植物；

优选地，所述种植方式为片植；

优选地，所述挺水植物为再力花、美人蕉或梭鱼草中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述土壤生态净化系统中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.2kg/亩～1kg/亩，优选为0.6kg/亩；

优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合；

优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合。

5.根据权利要求1-4任一项所述的湿地净化系统，其特征在于，所述植物分段净化系统为表面流型湿地；

优选地，所述植物分段净化系统的总长度为300m～400m，宽度为20～30m，优选总长度为350m，宽度为25m；

优选地，所述土壤生态净化系统与植物分段净化系统之间的跌落水深度为0.3m～0.7m，优选为0.5m；

优选地，所述植物分段净化系统包括重金属净化区、病原体净化区和营养物净化区；

优选地，所述重金属净化区中水力停留时间为1天～1.5天；

优选地，所述病原体净化器中水力停留时间为0.5天～1天；

优选地，所述营养物净化区中水力停留时间为0.8天～1.3天；

优选地，所述植物分段净化系统中各净化区之间的跌落水深度为0.2m～0.5m，优选为0.3m；

优选地，所述重金属净化区的长度为130m～150m，宽度为20m～30m，优选长度为140m，宽度为25m；

优选地，所述重金属净化区的平均覆水深度为0.2m～1.5m；

优选地，所述重金属净化区中主要种植沉水植物；

优选地，所述沉水植物为伊乐藻、轮叶黑藻、聚草或金鱼藻中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述重金属净化区中还种植挺水植物和/或浮水植物；

优选地，所述挺水植物为芦苇和/或香蒲；

优选地，所述浮水植物为水鳖；

优选地，所述重金属净化区中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.8kg/亩～1.8kg/亩，优选为1.3kg/亩；

优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合；

优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合。

6.根据权利要求5所述的湿地净化系统，其特征在于，所述病原体净化区的长度为80m～100m，宽度为20m～30m，优选长度为90m，宽度为25m；

优选地，所述病原体净化区的平均覆水深度为0.2m～1.5m；

优选地，所述病原体净化区中主要种植挺水植物；

优选地，所述挺水植物为密花千屈菜、小香蒲、花叶芦竹或水芹菜中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述病原体净化区中还种植浮水植物和/或沉水植物；

优选地，所述浮水植物为满江红；

优选地，所述沉水植物为伊乐藻、菹草或苦草中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述病原体净化区中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.8kg/亩～1.8kg/亩，优选为1.3kg/亩；

优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合；

优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合；

优选地，所述营养物净化区的长度为110m～130m，宽度为20m～30m，优选长度为120m，宽度为25m；

优选地，所述营养物净化区的平均覆水深度为0.2m～1.5m；

优选地，所述营养物净化区中主要种植挺水植物；

优选地，所述挺水植物为芦苇、黄菖蒲或美人蕉中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述营养物净化区中还种植漂浮植物和/或沉水植物；

优选地，所述漂浮植物为水鳖和/或满江红；

优选地，所述沉水植物为微齿眼子菜、伊乐藻或苦草中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述营养物净化区中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.5kg/亩～1.5kg/亩，优选为1kg/亩；

优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合；

优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合。

7.根据权利要求1-6任一项所述的湿地净化系统，其特征在于，所述水质稳定调节净化系统为表面流型湿地；

优选地，所述水质稳定调节净化系统长度为110m～150m，宽度为20m～30m，优选长度为130m，宽度为25m；

优选地，所述水质稳定调节净化系统的平均覆水深度为0.2m～2m；

优选地，所述水质稳定调节净化系统中水力停留时间为0.5天～1天；

优选地，所述植物分段净化系统与水质稳定调节净化系统之间的跌落水深度为0.3～0.6m，优选为0.5m；

优选地，所述水质稳定调节净化系统包括沿岸浅水区和中心区；

优选地，所述沿岸浅水区和中心区均种植挺水植物；

优选地，所述挺水植物为石菖蒲、金叶黄菖蒲、水生鸢尾或花叶水葱中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述中心区种植沉水植物；

优选地，所述沉水植物为轮叶黑藻和/或菹草；

优选地，所述水质稳定调节净化系统中种植浮水植物；

优选地，所述种植浮水植物为点缀性种植；

优选地，所述浮水植物为睡莲和/或王莲；

优选地，所述水质稳定调节净化系统中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.5kg/亩～1.5kg/亩，优选为1kg/亩；

优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合；

优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合。

8.根据权利要求1-7任一项所述的湿地净化系统，其特征在于，所述水质稳定调节净化系统的末端还包括生物沸石净化区；

优选地，所述生物沸石净化区的长度为40m～60m，宽度为20m～30m，优选长度为50m，宽度为25m；

优选地，所述生物沸石净化区的平均覆水深度为0.6m～1m，优选为0.8m；

优选地，所述生物沸石净化区中铺设厚度为20cm～30cm的沸石；

优选地，所述生物沸石净化区中水力停留时间为0.2天～0.5天；

优选地，所述水质稳定调节净化系统与湿地净化系统外部水面的跌落水深度为0.6m～1m，优选为0.8m。

9.根据权利要求1-8任一项所述的湿地净化系统的净化方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

待净化水体经预处理后依次经砾石植物净化、土壤生态净化、植物分段净化和水质稳定调节净化后，得到净化后水体。

10.根据权利要求9所述的净化方法，其特征在于，所述预处理包括重力沉淀和生物降解；

优选地，所述砾石植物净化包括介质过滤、水生植物净化和水生动物净化；

优选地，所述土壤生态净化包括土壤过滤、水生植物净化和水生动物净化；

优选地，所述植物分段净化包括重金属净化、病原体净化和营养物净化；

优选地，所述净化方法总处理时间为4～7天，优选为5～6天；

优选地，所述净化方法的净化水量为1000吨/天～2000吨/天，优选为1500吨/天。

一种湿地净化系统及其净化方法

技术领域

[0001] 本发明属于环境保护技术领域，涉及一种湿地净化系统及其净化方法，尤其涉及一种集生态水处理、科普教育和风景观赏三大职能于一体的湿地净化系统及其净化方法。

背景技术

[0002] 湿地公园是具有湿地保护与利用、科普教育、湿地研究、生态观光、休闲娱乐等多种功能的社会公益性生态公园。湿地公园在保护生物多样性，维持淡水资源，调节气候，降解污染物和为人类提供生产、生活资源，发展城市旅游业诸方面都发挥了重要作用。生态水净化技术在国外起步较早，技术也比较成熟，美国国家环境保护局目前正大力开发北美的生态水处理数据库和地方数据库，以减少重复劳动和改良传统的设计方法，北美湿地工程公司开发出了循环流湿地工艺和通风强化床工艺，并成功应用于数年前还被认为不适宜采用生态技术处理污水的地区，也即气候太冷或污水浓度太高的地区。

[0003] 生态水净化技术在我国起步较晚，但近年来发展迅速，相比传统污水处理厂，生态技术基建投资少、运行费用低、能耗少、操作简单，不仅适用于生活污水，对某些工业废水、农业废水、垃圾渗滤液等也有良好的净化效能。

[0004] 近年来，人们对亲水性生活环境有着较大需求，景观公园数量不断增加，然而普通单一的生态治理方法在应用到具体工程中时，存在着处理污水的效果不稳定，系统运行成本较高，缺乏运营管理等问题，而非生态的污水治理方法，由于只考虑如何处理污染物达到国家相关标准进行排放，缺乏在污染物处理过程中的景观构建和环境美化。

[0005] CN 101172714A公开了一种景观公园水系净化工艺，其将地表水流经沉砂池后进入填料氧化塘，后进入人工湿地，人工湿地出水经稳定塘稳流和沉淀后进入公园景观水体；采用提升设备将其提升至公园的河流湿地，再将河流湿地的水提升至滩涂湿地，让滩涂湿地的水自流返回公园景观水体；景观公园的生活污水经生物质能转化中心处理后再汇入填料氧化塘；生物质能转化工艺为：调节→隔油→厌氧→好氧→沉淀工艺；生物质能转化采用两级厌氧后和普通生活污水混合。然而上述净化工艺过程复杂，且涉及景观水体的问题，如水体水质、景观效果、系统运行成本以及后期管理等综合问题逐渐显露出来。

[0006] 因此，如何寻求一种集景观水体净化以及景观效果和低系统运行成本于一体的综合湿地净化系统，是需要解决的问题。

发明内容

[0007] 针对现有湿地净化技术中存在的工艺过程复杂，净化效果不理想，以及系统运行成本高等问题，本发明提供了一种湿地净化系统及其净化方法。本发明通过水生态工程集成技术，从湿地净化系统的适应性、多样性、净化性、安全性、景观性以及效益性等角度出发，在打造拟生态湿地的同时恢复其净化水质的生态功效，形成将Ⅴ类水净化为Ⅲ类水的水生态系统。

[0008] 为达此目的，本发明采用以下技术方案：

[0009] 第一方面，本发明提供了一种湿地净化系统，所述湿地净化系统包括依次连接的预处理系统、砾石植物净化系统、土壤生态净化系统、植物分段净化系统和水质稳定调节净化系统。

[0010] 本发明中，所述湿地净化系统中的各个系统之间串联，可增加湿地水与土壤间的接触面积，充分发挥湿地净化的边缘效应，在一个系统内未得到完全净化的水会流到下一个系统进一步发生净化，从而使得湿地的总净化率得以显著提升。

[0011] 本发明所述湿地净化系统处理后的清水进入蓄水装置中进行蓄水。

[0012] 以下作为本发明优选的技术方案，但不作为本发明提供的技术方案的限制，通过以下技术方案，可以更好地达到和实现本发明的技术目的和有益效果。

[0013] 作为本发明优选的技术方案，所述预处理系统前设置动力输送装置。所述动力输送装置可为水泵等设备，其目的在将水位提高，以进入预处理系统。

[0014] 优选地，所述动力输送装置后设过滤装置。

[0015] 优选地，所述过滤装置为格栅和/或筛网。

[0016] 优选地，所述预处理系统为预处理池。

[0017] 优选地，所述预处理池的面积为600m^2～800m^2，例如600m^2、630m^2、650m^2、670m^2、700m^2、730m^2、750m^2、770m^{2}或800m^{2}等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用；平均覆水深度为2m～3m，例如2m、2.2m、2.4m、2.6m、2.8m或3m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0018] 优选地，所述预处理池中种植浮床植物和/或设置生物膜。

[0019] 优选地，所述生物膜中所含生物为食藻虫。

[0020] 优选地，所述预处理系统中水力停留时间为1天～2天，例如1天、1.3天、1.5天、1.7天或2天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为2天。

[0021] 本发明所述预处理池中通过重力-沉淀，并种植浮床植物和/或设置生物膜使预处理池达到蓄水、沉淀、过滤和生物降解等作用。其中，沉淀池中科学配比土壤、沙以及碎石等基质，并布设浮床植物和生物膜可以构建厌氧环境，形成水面封氧效应，沉淀泥沙颗粒，去除蓝绿藻和有机腐屑，使水体澄清，污泥外运。

[0022] 所采用的食藻虫技术，利用经驯化的食藻虫清除微藻、食腐屑和噬菌等使水体快速变清，同时通过生物操纵调节食物链，将微藻蛋白和有机腐屑转为动物蛋白，形成水体自净，减轻后续生物处理的负担，对后续处理起一定的保护作用。

[0023] 作为本发明优选的技术方案，所述砾石植物净化系统为表面流型湿地。

[0024] 优选地，所述砾石植物净化系统的长度为90m～110m，例如90m、93m、95m、97m、100m、103m、105m、107m或110m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用；宽度为15m～25m，例如15m、17m、20m、23m或25m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选长度为100m，宽度为20m。

[0025] 优选地，所述砾石植物净化系统中铺设砾石填料，所述砾石填料的铺设厚度为5cm～15cm，例如5cm、7cm、9cm、10cm、11cm、13cm或15cm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为10cm。

[0026] 优选地，所述砾石植物净化系统的平均覆水深度为0.1m～0.4m，例如0.1m、0.15m、

0.2m、0.25m、0.3m、0.35m或0.4m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.2m。

[0027] 优选地，所述砾石植物净化系统中水力停留时间为0.3天～0.5天，例如0.3天、0.4天或0.5天，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0028] 优选地，所述砾石植物净化系统中种植水生植物。

[0029] 优选地，所述种植方式为片植。

[0030] 优选地，所述水生植物为挺水植物，优选为芦苇、石菖蒲、黄菖蒲或水葱中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：芦苇和石菖蒲的组合，石菖蒲和黄菖蒲的组合，黄菖蒲和水葱的组合，芦苇、石菖蒲和黄菖蒲的组合，石菖蒲、黄菖蒲和水葱的组合，芦苇、石菖蒲、黄菖蒲和水葱的组合等。

[0031] 优选地，所述砾石植物净化系统中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.2kg/亩～1kg/亩，例如0.2kg/亩、0.4kg/亩、0.6kg/亩、0.8kg/亩或1kg/亩等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.6kg/亩。

[0032] 优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实施例有：鱼类和底栖动物的组合，底栖动物和土著微生物的组合，鱼类、底栖动物和土著微生物的组合等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0033] 优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：鲢鱼和鳙鱼的组合，鳜鱼和鲴鱼的组合，鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼和鳜鱼的组合，鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼和鲴鱼的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合等。

[0034] 优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：青虾和蚬的组合，环棱螺和三角帆蚌的组合，三角帆蚌和螺蛳的组合，青虾、蚬和环棱螺的组合，蚬、环棱螺、三角帆蚌和螺蛳的组合。

[0035] 优选地，所述预处理系统与砾石植物净化系统之间的跌落水深度为0.2～0.5m，例如0.2m、0.25m、0.3m、0.35m、0.4m、0.45m或0.5m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.3m。

[0036] 本发明中，从预处理池中出来的水可利用复合湿地与水净化紧密结合的方式进行处理，充分利用砾石填料表面生长的生物膜、砾石植物净化系统中种植的丰富的植物根系及表层土增加水体硝化能力，有效去除水体氨氮，提高净化效率。立体式种植综合吸污能力较强的水生植物，并注重水生植物群落的完整性及净化能力在季节上的衔接，提高净化能力。

[0037] 作为本发明优选的技术方案，所述土壤生态净化系统为垂直潜流型湿地。

[0038] 优选地，所述土壤生态净化系统的长度为80m～120m，例如80m、85m、90m、95m、100m、105m、110m、115m或120m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用；宽度为20m～40m，例如20m、23m、25m、27m、30m、33m、35m、37m或40m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为长度为100m，宽度为30m。

[0039] 优选地，所述土壤生态净化系统的平均覆水深度为0.1m～0.4m，例如0.1m、0.15m、

0.2m、0.25m、0.3m、0.35m或0.4m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.2m。

[0040] 优选地，所述土壤生态净化系统中水力停留时间为0.4天～0.7天，例如0.4天、0.5天、0.6天或0.7天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0041] 优选地，所述砾石植物净化系统与土壤生态净化系统之间的跌落水深度为0.2～0.5m，例如0.2m、0.25m、0.3m、0.35m、0.4m、0.45m或0.5m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.3m。

[0042] 优选地，所述土壤生态净化系统中包括土壤过滤层。

[0043] 优选地，所述土壤过滤层的厚度为1m～1.5m，例如1m、1.1m、1.2m、1.3m、1.4m或1.5m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为1.2m。

[0044] 优选地，所述土壤过滤层由上至下依次包括沙质土壤层、滤沙层、沸石层和砾石层。

[0045] 优选地，所述沙质土壤层的厚度为30cm～40cm，例如30cm、31cm、32cm、33cm、34cm、35cm、36cm、37cm、38cm、39cm或40cm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为35cm。

[0046] 优选地，所述滤沙层的厚度为25cm～35cm，例如25cm、27cm、30cm、33cm或35cm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为30cm。

[0047] 优选地，所述滤沙层中颗粒粒径为0.06mm～2mm，例如0.06mm、0.1mm、0.3mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.3mm、1.5mm、1.7mm或2mm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.3mm。

[0048] 优选地，所述沸石层的厚度为20cm～30cm，例如20cm、22cm、24cm、26cm、28cm或30cm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为25cm。

[0049] 优选地，所述沸石层中颗粒粒径为2mm～4mm，例如2mm、2.3mm、2.5mm、2.7mm、3mm、3.3mm、3.5mm、3.7mm或4mm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为3mm。

[0050] 优选地，所述砾石层的厚度为25cm～35cm，25cm、27cm、30cm、33cm或35cm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为30cm。

[0051] 优选地，所述砾石层中颗粒粒径为2mm～8mm，例如2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、7mm或8mm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为5mm。

[0052] 优选地，所述土壤生态净化系统中在土壤过滤层表面设有布水管，其用于将待净化水体均匀分布于土壤过滤层。

[0053] 优选地，所述土壤生态净化系统中种植挺水植物。

[0054] 优选地，所述种植方式为片植。

[0055] 优选地，所述挺水植物为再力花、美人蕉或梭鱼草中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：再力花和美人蕉的组合，美人蕉和梭鱼草的组合，再力

花、美人蕉和梭鱼草的组合等。

[0056] 优选地，所述土壤生态净化系统中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.2kg/亩～1kg/亩，例如0.2kg/亩、0.3kg/亩、0.4kg/亩、0.5kg/亩、0.6kg/亩、0.7kg/亩、0.8kg/亩、0.9kg/亩或1kg/亩等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.6kg/亩。

[0057] 优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实施例有：鱼类和底栖动物的组合，底栖动物和土著微生物的组合，鱼类、底栖动物和土著微生物的组合等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0058] 优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：鲢鱼和鳙鱼的组合，鳜鱼和鲴鱼的组合，鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼和鳜鱼的组合，鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼和鲴鱼的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合等。

[0059] 优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：青虾和蚬的组合，环棱螺和三角帆蚌的组合，三角帆蚌和螺蛳的组合，青虾、蚬和环棱螺的组合，蚬、环棱螺、三角帆蚌和螺蛳的组合。

[0060] 本发明中，经过预处理系统和砾石植物净化系统处理后的污水中不易被植物吸收的有机组织体，通过土壤过滤被滞留在土壤中，通过土壤中好氧微生物的硝化反应过程与厌氧微生物的反硝化反应过程，将其分解为易被植物吸收的无机盐和气体，然后被植物吸收或者释放到空气中，从而除去水体中化学污染物。在土壤生态净化系统中，土壤配合植物根系进行协同净化，利用多层异质土壤对悬浮物进行拦截沉降。

[0061] 作为本发明优选的技术方案，所述植物分段净化系统为表面流型湿地。

[0062] 优选地，所述植物分段净化系统的总长度为300m～400m，例如300m、320m、340m、360m、380m或400m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，宽度为20～30m，例如20m、22m、24m、26m、28m或30m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选总长度为350m，宽度为25m。

[0063] 优选地，所述与土壤生态净化系统与植物分段净化系统之间的跌落水深度为0.3m～0.7m，例如0.3m、0.4m、0.5m、0.6m或0.7m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.5m。

[0064] 优选地，所述植物分段净化系统包括重金属净化区、病原体净化区和营养物净化区。

[0065] 本发明中，所述净化系统中各个区的设置顺序可以随意组合，以重金属净化区、病原体净化区和营养物净化区依次设置所达到的净化效果最优。

[0066] 优选地，所述重金属净化区中水力停留时间为1天～1.5天，例如1天、1.1天、1.2天、1.3天、1.4天或1.5天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0067] 优选地，所述病原体净化器中水力停留时间为0.5天～1天，例如0.5天、0.6天、0.7天、0.8天、0.9天或1天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0068] 优选地，所述营养物净化区中水力停留时间为0.8天～1.3天，例如0.8天、0.9天、1天、1.1天、1.2天或1.3天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0069] 优选地，所述植物分段净化系统中各净化区之间的跌落水深度为0.2m～0.5m，例如0.2m、0.3m、0.4m或0.5m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.3m。

[0070] 优选地，所述重金属净化区的长度为130m～150m，例如130m、133m、135m、137m、140m、143m、145m、147m或150m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用；宽度为20m～30m，例如20m、23m、25m、27m或30m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选长度为140m，宽度为25m。

[0071] 优选地，所述重金属净化区的平均覆水深度为0.2m～1.5m，例如0.2m、0.4m、0.6m、0.8m、1m、1.3m或1.5m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0072] 优选地，所述重金属净化区中主要种植沉水植物。

[0073] 优选地，所述沉水植物为伊乐藻、轮叶黑藻、聚草或金鱼藻中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：伊乐藻和轮叶黑藻的组合，聚草和金鱼藻的组合，伊乐藻、轮叶黑藻和聚草的组合，伊乐藻、轮叶黑藻、聚草和金鱼藻的组合等。

[0074] 优选地，所述重金属净化区中还种植挺水植物和/或浮水植物。

[0075] 优选地，所述挺水植物为芦苇和/或香蒲。

[0076] 优选地，所述浮水植物为水鳖，但并不仅限于水鳖，所述浮水植物需有阻根措施。

[0077] 所述重金属净化区种植的植物主要以沉水植物为主，搭配挺水植物植物，以发挥不同植物的不同吸附能力。

[0078] 优选地，所述重金属净化区中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.8kg/亩～1.8kg/亩，例如0.8kg/亩、0.9kg/亩、1kg/亩、1.1kg/亩、1.2kg/亩、1.3kg/亩、1.4kg/亩、1.5kg/亩、1.6kg/亩、1.7kg/亩或1.8kg/亩等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为1.3kg/亩。

[0079] 优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实施例有：鱼类和底栖动物的组合，底栖动物和土著微生物的组合，鱼类、底栖动物和土著微生物的组合等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0080] 优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：鲢鱼和鳙鱼的组合，鳜鱼和鲴鱼的组合，鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼和鳜鱼的组合，鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼和鲴鱼的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合等。

[0081] 优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：青虾和蚬的组合，环棱螺和三角帆蚌的组合，三角帆蚌和螺蛳的组合，青虾、蚬和环棱螺的组合，蚬、环棱螺、三角帆蚌和螺蛳的组合。

[0082] 本发明中，所述重金属净化区主要利用水生植物能吸附和富集一些有毒有害物质，如重金属铅、镉、汞和砷等。所用水生植物的吸收积累能力为：沉水植物>漂浮植物>挺水

植物;不同部位富集作用也不同,一般为:根>茎>叶。同时还通过土壤吸附和沉降重金属离子。

[0083] 同时,所述重金属净化区利用鱼类、虾类、螺类以及贝类等底栖生物降解重金属离子,并制造湿地底部微地形和水面栽种形式,增加种植面积和延长水流程,防止二次污染。

[0084] 作为本发明优选的技术方案,所述病原体净化区的长度为80m～100m,例如80m、83m、85m、87m、90m、93m、95m、97m或100m等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用;宽度为20m～30m,例如20m、23m、25m、27m或30m等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用,优选长度为90m,宽度为25m。

[0085] 优选地,所述病原体净化区的平均覆水深度为0.2m～1.5m,例如0.2m、0.3m、0.5m、0.7m、1m、1.3m或1.5m等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0086] 优选地,所述病原体净化区中主要种植挺水植物。

[0087] 优选地,所述挺水植物为密花千屈菜、小香蒲、花叶芦竹或水芹菜中任意一种或至少两种的组合,所述组合典型但非限制性实例有:密花千屈菜和小香蒲的组合,花叶芦竹和水芹菜的组合,密花千屈菜、小香蒲和花叶芦竹的组合,密花千屈菜、小香蒲、花叶芦竹和水芹菜的组合等。

[0088] 优选地,所述病原体净化区中还种植浮水植物和/或沉水植物。

[0089] 优选地,所述浮水植物为满江红,但并不仅限于满江红,所述浮水植物需有阻根措施。

[0090] 优选地,所述沉水植物为伊乐藻、菹草或苦草中任意一种或至少两种的组合,所述组合典型但非限制性实例有:伊乐藻和菹草的组合,菹草和苦草的组合,伊乐藻、菹草和苦草的组合等。

[0091] 优选地,所述病原体净化区中放养水生动物,所述水生动物的放养密度为0.8kg/亩～1.8kg/亩,例如0.8kg/亩、0.9kg/亩、1kg/亩、1.1kg/亩、1.2kg/亩、1.3kg/亩、1.4kg/亩、1.5kg/亩、1.6kg/亩、1.7kg/亩或1.8kg/亩等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用,优选为1.3kg/亩。

[0092] 优选地,所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合,所述组合典型但非限制性实施例有:鱼类和底栖动物的组合,底栖动物和土著微生物的组合,鱼类、底栖动物和土著微生物的组合等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0093] 优选地,所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合,所述组合典型但非限制性实例有:鲢鱼和鳙鱼的组合,鳜鱼和鲴鱼的组合,鲴鱼和锦鲤的组合,鲢鱼、鳙鱼和鳜鱼的组合,鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合,鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼和鲴鱼的组合,鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合等。

[0094] 优选地,所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合,所述组合典型但非限制性实例有:青虾和蚬的组合,环棱螺和三角帆蚌的组合,三角帆蚌和螺蛳的组合,青虾、蚬和环棱螺的组合,蚬、环棱螺、三角帆蚌和螺蛳的组合。

[0095] 本发明中,所述病原体净化区利用一些水生植物可以从根部释放抗生素,当污水经过这些水生植物时,一系列病原体如大肠杆菌、沙门氏菌属和肠球菌等将被去除。这些植

物主要以挺水植物为主，作用主要来自其根系所分泌的抗生素；并且，土壤也为植物根系和微生物提供大面积接触沉降病原体的机会。

[0096] 同时，所述病原体净化区还采用驯化的食藻虫等水生动物促进沉水植被生长和生态修复，并利用本身土壤表层沉淀吸收病原体。

[0097] 优选地，所述营养物净化区的长度为110m～130m，例如110m、113m、115m、117m、120m、123m、125m、127m或130m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用；宽度为20m～30m，例如20m、23m、25m、27m或30m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选长度为120m，宽度为25m。

[0098] 优选地，所述营养物净化区的平均覆水深度为0.2m～1.5m，例如0.2m、0.3m、0.5m、0.7m、1m、1.3m或1.5m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0099] 优选地，所述营养物净化区中主要种植挺水植物。

[0100] 优选地，所述挺水植物为芦苇、黄菖蒲或美人蕉中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：芦苇和黄菖蒲的组合，黄菖蒲和美人蕉的组合，芦苇、黄菖蒲和美人蕉的组合等。

[0101] 优选地，所述营养物净化区中还种植漂浮植物和/或沉水植物。

[0102] 优选地，所述漂浮植物为水鳖和/或满江红，但并不仅限于水鳖和/或满江红，所述浮水植物需有阻根措施。

[0103] 优选地，所述沉水植物为微齿眼子菜、伊乐藻或苦草中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：微齿眼子菜和伊乐藻的组合，伊乐藻和苦草的组合，微齿眼子菜、伊乐藻和苦草的组合等。

[0104] 本发明中，受污水体中含大量的无机氮和磷等营养物质导致水体的富营养化。在营养物净化区，利用植物吸收水中无机磷和氨氮，转化为植物的蛋白质、有机氮、ATP以及PNA等有机成分，通过水生食物链调节和植物收割得以去除。其它不易被植物吸收的大部分氮通过水和土壤中微生物的降解，一部分释放空气中，一部分被植物吸收。生根植物直接从土壤中去除氮磷等营养物质，而浮水植物则在水中去除营养物质。冬季冷水性沉水植物是维持冬天水体自净的主体，也是促进来年春天和夏天水生植物自动调节生态系统，并维持平衡的主要生态因子。

[0105] 植物侧重对水体中TN以及TP含量的降低，漂浮植物对N的吸收率高，浮水植物则偏重于P的吸收，而挺水植物则对二者均有较高的吸收率。

[0106] 优选地，所述营养物净化区中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.5kg/亩～1.5kg/亩，例如0.5kg/亩、0.6kg/亩、0.7kg/亩、0.8kg/亩、0.9kg/亩、1kg/亩、1.1kg/亩、1.2kg/亩、1.3kg/亩、1.4kg/亩或1.5kg/亩等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为1kg/亩。

[0107] 优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实施例有：鱼类和底栖动物的组合，底栖动物和土著微生物的组合，鱼类、底栖动物和土著微生物的组合等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0108] 优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合，所述组合典

型但非限制性实例有：鲢鱼和鳙鱼的组合，鳜鱼和鲴鱼的组合，鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼和鳜鱼的组合，鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼和鲴鱼的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合等。

[0109] 优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：青虾和蚬的组合，环棱螺和三角帆蚌的组合，三角帆蚌和螺蛳的组合，青虾、蚬和环棱螺的组合，蚬、环棱螺、三角帆蚌和螺蛳的组合。

[0110] 作为本发明优选的技术方案，所述水质稳定调节净化系统为表面流型湿地。

[0111] 优选地，所述水质稳定调节净化系统长度为110m～150m，例如110m、115m、120m、125m、130m、135m、140m、145m或150m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用；宽度为20m～30m，例如20m、22m、24m、26m、28m或30m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选长度为130m，宽度为25m。

[0112] 优选地，所述水质稳定调节净化系统的平均覆水深度为0.2m～2m，例如0.2m、0.4m、0.6m、0.8m、1m、1.2m、1.4m、1.6m、1.8m或2m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0113] 优选地，所述水质稳定调节净化系统中水力停留时间为0.5天～1天，例如0.5天、0.6天、0.7天、0.8天、0.9天或1天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0114] 优选地，所述植物分段净化系统与水质稳定调节净化系统之间的跌落水深度为0.3～0.6m，例如0.3m、0.4m、0.5m或0.6m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.5m。

[0115] 优选地，所述水质稳定调节净化系统包括沿岸浅水区和中心区。

[0116] 优选地，所述沿岸浅水区和中心区均种植挺水植物。

[0117] 优选地，所述挺水植物为石菖蒲、金叶黄菖蒲、水生鸢尾或花叶水葱中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例：石菖蒲和金叶黄菖蒲的组合，水生鸢尾和花叶水葱的组合，金叶黄菖蒲和水生鸢尾的组合，石菖蒲、金叶黄菖蒲和水生鸢尾的组合，石菖蒲、金叶黄菖蒲、水生鸢尾和花叶水葱的组合等。

[0118] 优选地，所述中心区种植沉水植物。

[0119] 优选地，所述沉水植物为轮叶黑藻和/或菹草。

[0120] 优选地，所述水质稳定调节净化系统中种植浮水植物。

[0121] 优选地，所述种植浮水植物为点缀性种植，即仅在围隔限制区域种植。

[0122] 优选地，所述浮水植物为睡莲和/或王莲。

[0123] 优选地，所述水质稳定调节净化系统中放养水生动物，所述水生动物的放养密度为0.5kg/亩～1.5kg/亩，例如0.5kg/亩、0.6kg/亩、0.7kg/亩、0.8kg/亩、0.9kg/亩、1kg/亩、1.1kg/亩、1.2kg/亩、1.3kg/亩、1.4kg/亩或1.5kg/亩等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为1kg/亩。

[0124] 优选地，所述水生动物种类为鱼类、底栖动物或土著微生物中任意一种或至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实施例有：鱼类和底栖动物的组合，底栖动物和土著微生物的组合，鱼类、底栖动物和土著微生物的组合等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0125] 优选地，所述鱼类为鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼或锦鲤中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：鲢鱼和鳙鱼的组合，鳜鱼和鲴鱼的组合，鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼和鳜鱼的组合，鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼和鲴鱼的组合，鲢鱼、鳙鱼、鳜鱼、鲴鱼和锦鲤的组合等。

[0126] 优选地，所述底栖动物为青虾、蚬、环棱螺、三角帆蚌或螺蛳中至少两种的组合，所述组合典型但非限制性实例有：青虾和蚬的组合，环棱螺和三角帆蚌的组合，三角帆蚌和螺蛳的组合，青虾、蚬和环棱螺的组合，蚬、环棱螺、三角帆蚌和螺蛳的组合。

[0127] 本发明中，经过预处理系统、砾石植物净化系统、土壤生态净化系统、以及植物净化系统过滤净化后的水，水质基本达到使用要求，也为水生动植物生存提供了良好的栖息环境。在水质稳定调节净化系统中，充分利用水生植物群落综合水质调节作用，但同植物净化系统相比则更侧重于景观性。

[0128] 同时，水质稳定调节净化系统中结合土著性的、生态安全性的鱼类、虾类、螺类以及贝类等底栖生物及指示生物维持生物群落食物链的稳定性。

[0129] 作为本发明优选的技术方案，所述水质稳定调节净化系统的末端还包括生物沸石净化区。

[0130] 优选地，所述生物沸石净化区的长度为40m～60m，例如40m、45m、50m、55m或60m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用；宽度为20m～30m，例如20m、22m、24m、26m、28m或30m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选长度为50m，宽度为25m。

[0131] 优选地，所述生物沸石净化区的平均覆水深度为0.6m～1m，例如0.6m、0.7m、0.8m、0.9m或1m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.8m。

[0132] 优选地，所述生物沸石净化区中铺设厚度为30cm～40cm的沸石，其中沸石的厚度为30cm、32cm、34cm、36cm、38cm或40cm等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0133] 优选地，所述生物沸石净化区中水力停留时间为0.2天～0.5天，例如0.2天、0.3天、0.4天或0.5天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0134] 优选地，所述水质稳定调节净化系统与湿地净化系统外部水面的跌落水深度为0.6m～1m，例如0.6m、0.7m、0.8m、0.9m或1m等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为0.8m。

[0135] 本发明中，通过前几个净化系统的净化，基本去除大部分有机物、无机氮、无机磷、重金属及有害病原体。在生物沸石净化区中，采用天然沸石滩区石头孔隙及间隙微生物形成的生物膜作为水系净化的最后一道工艺，水质已达到标准，不会存在杂质堵塞问题。

[0136] 同时，生物沸石净化系统作为水质净化末端展示区，对景观美感要求高，种植观赏价值高，稳定水质的挺水及沉水植物，投放清水鱼类，利用生物操作，实现生态系统平衡。

[0137] 第二方面，本发明提供了上述湿地净化系统的净化方法，所述方法包括以下步骤：

[0138] 待净化水体经预处理后依次经砾石植物净化、土壤生态净化、植物分段净化和水质稳定调节净化后，得到净化后水体。

[0139] 作为本发明优选的技术方案，所述预处理包括重力沉淀和生物降解。

[0140] 优选地，所述砾石植物净化包括介质过滤、水生植物净化和水生动物净化。

[0141] 优选地，所述土壤生态净化包括土壤过滤、水生植物净化和水生动物净化。

[0142] 优选地，所述植物分段净化包括重金属净化、病原体净化和营养物净化。

[0143] 优选地，所述净化方法总处理时间为4～7天，例如4天、5天、6天或7天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为5～6天。

[0144] 优选地，所述净化方法的净化水量为1000吨/天～2000吨/天，例如1000吨/天、1300吨/天、1500吨/天、1700吨/天或2000吨/天等，但并不仅限于所列举的数值，该数值范围内其他未列举的数值同样适用，优选为1500吨/天。

[0145] 本发明中，所述湿地净化系统中的各个系统之间设置一定的跌水高度，可通过自然混流，增加气水接触面，充分增氧，加速水体复氧过程，以提高水体的溶氧水平，恢复水体中好氧微生物的活力，使水体自净能力增强。

[0146] 跌水卵石床形成苔藓生物膜，藻类和好氧微生物的作用，使简单分子有机物转为无机物，有利于下单元各类植物吸收。

[0147] 本发明中，所述湿地净化系统中各系统中沉水植物的种植面积按以下公式进行计算：

[0148] $S=Q\times D\times N\times r/k$

[0149] 其中，S：沉水植物种植面积(m^2)；Q：设计日净化水量(m^3/天)；D：设计运行天数(天)；N：每立方米水进出净化系统后总氮去除量(g/m^3) r：沉水植物系统对水体氮的同化率(10％)；k：每平方米沉水植物转化氮系数(12.192g/m^3)。

[0150] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0151] 本发明所述系统采用提升水位及渗滤的技术方案，先经预处理系统的蓄水沉淀及生物降解，再渗滤流经各个功能侧重点不同的净化系统，在打造拟生态湿地的同时恢复其净化水质的生态功效。各个处理系统之间相互配合，协同作用，可将劣Ⅴ-Ⅴ类的进水水质指标提高至Ⅲ类水标准，同时可提供约为1000吨/天～2000吨/天的水资源，展示水资源循环利用和生态型城市的发展理念。

[0152] 同时，本发明所述系统是集生态水处理、科普教育和风景观赏三大职能于一体的湿地景观，解决了工艺过程复杂，净化效果不理想，以及系统运行成本高等问题。

附图说明

[0153] 图1是本发明实施例1中湿地净化系统应用于南昌象湖湿地公园的示意图；

[0154] 其中，1-预处理系统，2-砾石植物净化系统，3-土壤生态净化系统，4-重金属净化区，5-病原体净化区，6-营养物净化区，7-水质稳定调节净化系统。

具体实施方式

[0155] 为更好地说明本发明，便于理解本发明的技术方案，下面对本发明进一步详细说明。但下述的实施例仅仅是本发明的简易例子，并不代表或限制本发明的权利保护范围，本发明保护范围以权利要求书为准。

[0156] 本发明具体实施例部分提供了一种湿地净化系统及其净化方法，所述湿地净化系

统包括依次连接的预处理系统、砾石植物净化系统、土壤生态净化系统、植物分段净化系统、水质稳定调节净化系统。

[0157] 其净化方法为：

[0158] 待净化水体经预处理后依次经砾石植物净化、土壤生态净化、植物分段净化、水质稳定调节净化后，得到净化后水体。

[0159] 以下为本发明所述典型但非限制性实施例：

[0160] 实施例1：

[0161] 本实施例提供了一种湿地净化系统，所述湿地净化系统应用于南昌象湖湿地公园，如图1所示。

[0162] 所述湿地净化系统包括依次连接的预处理系统1、砾石植物净化系统2、土壤生态净化系统3、植物分段净化系统(包括重金属净化区4、病原体净化区5和营养物净化区6)、水质稳定调节净化系统7。

[0163] 其中，预处理系统1前设置动力输送装置，动力输送装置后设筛网，预处理系统为预处理池，预处理池的面积为700m^2，平均覆水深度为2.5m，池底标高为18.7m，预处理池中种植浮床植物并设置生物膜，生物膜中所含生物为食藻虫，预处理系统的水力停留时间为2天。

[0164] 所述砾石植物净化系统2为表面流型湿地，其长度为100m，宽度为20m；砾石植物净化系统2中铺设厚度为10cm的砾石填料，其平均覆水深度为0.2m，水力停留时间为0.48天；砾石植物净化系统2中片植挺水植物芦苇、石菖蒲、黄菖蒲和水葱；砾石植物净化系统2中放养水生生物鲢鱼、鳙鱼、青虾、螺蛳及土著微生物，其放养密度为0.6kg/亩，所述预处理系统1和砾石植物净化系统2的总长度为100m。

[0165] 所述土壤生态净化系统3为垂直潜流型湿地，其长度为100m，宽度为30m，平均覆水深度为0.2m，水力停留时间为0.64天；土壤生态净化系统3中包括土壤过滤层，土壤过滤层的厚度为1.2m，土壤过滤层由上至下依次包括厚度为35cm的沙质土壤层、厚度为30cm的滤沙层、厚度为25cm的沸石层和厚度为30cm的砾石层，滤沙层中颗粒粒径为1mm～1.2mm，砾石层中颗粒粒径为4mm～5mm；土壤生态净化系统3中在土壤过滤层表面设有布水管；土壤生态净化系统中片植挺水植物再力花、美人蕉和梭鱼草，所述土壤生态净化系统3中放养水生动物鲢鱼、鳜鱼、青虾、环棱螺及土著微生物，其放养密度为0.6kg/亩。

[0166] 所述植物分段净化系统为表面流型湿地，重金属净化区4中水力停留时间为1.17天，病原体净化区5中水力停留时间为0.75天，营养物净化区6中水力停留时间为1天；重金属净化区4的长度为140m，宽度为25m，平均覆水深度为1m，重金属净化区4中主要种植沉水植物伊乐藻、轮叶黑藻、聚草和金鱼藻，还种植挺水植物芦苇和香蒲以及浮水植物水鳖，重金属净化区4中放养水生动物鳙鱼、鲴鱼、蚬、三角帆蚌及土著微生物，其放养密度为1.3kg/亩；所述病原体净化区5的长度为90m，宽度为25m，平均覆水深度为1m；病原体净化区5中主要种植挺水植物密花千屈菜、小香蒲、花叶芦竹和水芹菜，还种植浮水植物满江红和沉水植物伊乐藻、菹草和苦草，病原体净化区中放养水生动物鲢鱼、鳜鱼、青虾、螺蛳及土著微生物，其放养密度为1.3kg/亩；所述营养物净化区6的长度为120m，宽度为25m，平均覆水深度为1m；营养物净化区6中主要种植挺水植物芦苇、黄菖蒲和美人蕉，还种植漂浮植物水鳖和满江红以及沉水植物微齿眼子菜、伊乐藻和苦草，营养物净化区6中放养水生动物鲢鱼、锦

鲤、环棱螺、螺蛳及土著微生物，其放养密度为1kg/亩。

[0167] 所述水质稳定调节净化系统7为表面流型湿地，其长度为130m，宽度为25m，平均覆水深度为1m，水力停留时间为0.6天；水质稳定调节净化系统7包括沿岸浅水区和中心区；沿岸浅水区和中心区均种植挺水植物石菖蒲、金叶黄菖蒲、水生鸢尾和花叶水葱，中心区还种植沉水植物轮叶黑藻和菹草，水质稳定调节净化系统7在围隔限制区域还点缀性种植浮水植物睡莲和王莲，水质稳定调节净化系统7中放养水生动物鳜鱼、锦鲤、青虾、蚬及土著微生物，其放养密度为1kg/亩。

[0168] 所述水质稳定调节净化系统7的末端还包括生物沸石净化区，长度为50m，宽度为25m，平均覆水深度为0.8m，水力停留时间为0.3天；生物沸石净化区中铺设厚度为30cm的沸石。

[0169] 所述预处理系统1与砾石植物净化系统2之间的跌落水深度为0.3m，砾石植物净化系统2与土壤生态净化系统3之间的跌落水深度为0.3m；土壤生态净3化系统与植物分段净化系统之间的跌落水深度为0.5m，植物分段净化系统中各净化区之间的跌落水深度为0.3m，植物分段净化系统与水质稳定调节净化系统6之间的跌落水深度为0.5m；水质稳定调节净化系统7与湿地净化系统外部水面的跌落水深度为0.8m。

[0170] 上述湿地净化系统的净化方法为：待净化水体经预处理系统1预处理后依次经砾石植物净化系统2、土壤生态净化系统3、植物分段净化系统4-6、水质稳定调节净化系统7，进行砾石植物净化、土壤生态净化、植物分段净化、水质稳定调节和生物沸石净化后，得到净化后水体。

[0171] 所述净化方法总处理时间为4～5天，净化水量为1500吨/天。

[0172] 本实施例所述湿地净化系统的不同净化系统的净化潜力如表1所示。

[0173] 表1：实施例1中湿地净化系统中不同净化系统的净化潜力表

[0174]

功能区	种植面积/㎡	年每hm^2N去除量/(kg/hm^2·a)	年每hm^2P去除量/(kg/hm^2·a)	年N去除量/(kg/a)	年P去除量/(kg/a)
砾石植物净化	2000	682.56	79.32	136.51	15.86

[0175]

系统					
土壤生态净化系统	3000	418.30	40.00	125.49	12.00
重金属净化区	2080	988.28	110.67	205.56	23.02
病原体净化区	1440	1735.10	199.46	249.85	28.72
营养物净化区	1380	968.58	108.55	133.66	14.98
水质稳定调节净化系统	2350	933.40	108.00	219.35	25.38

[0176] 本实施例中湿地净化系统净化年N去除总量为1070.42kg/a，年P去除总量为

119.96kg/a。

[0177] 实施例2：

[0178] 本实施例提供了一种湿地净化系统，所述湿地净化系统应用于长兴岛湿地公园。

[0179] 所述湿地净化系统包括依次连接的预处理系统、砾石植物净化系统、土壤生态净化系统、植物分段净化系统、水质稳定调节净化系统。

[0180] 其中，预处理系统前设置动力输送装置，动力输送装置后设格栅，预处理系统为预处理池，预处理池的面积为600m^2，平均覆水深度为2m，池底标高为15m，预处理池中种植浮床植物并设置生物膜，生物膜中所含生物为食藻虫，预处理系统的水力停留时间为1.5天。

[0181] 所述砾石植物净化系统为表面流型湿地，其长度为90m，宽度为15m；砾石植物净化系统中铺设厚度为5cm的砾石填料，其平均覆水深度为0.1m，水力停留时间为0.3天；砾石植物净化系统中片植挺水植物芦苇、石菖蒲和黄菖蒲；砾石植物净化系统2中放养水生生物鲢鱼、鳙鱼、青虾、螺蛳及土著微生物，其放养密度为0.4kg/亩。

[0182] 所述土壤生态净化系统为垂直潜流型湿地，其长度为80m，宽度为20m，平均覆水深度为0.1m，水力停留时间为0.4天；土壤生态净化系统中包括土壤过滤层，土壤过滤层的厚度为1m，土壤过滤层由上至下依次包括厚度为30cm的沙质土壤层、厚度为25cm的滤沙层、厚度为20cm的沸石层和厚度为25cm的砾石层，滤沙层中颗粒粒径为0.06mm～0.08mm，砾石层中颗粒粒径为2mm～3mm；土壤生态净化系统中片植挺水植物再力花和美人蕉，所述土壤生态净化系统3中放养水生动物鲢鱼、鳜鱼、青虾、环棱螺及土著微生物，其放养密度为0.4kg/亩。

[0183] 所述植物分段净化系统为表面流型湿地，所述植物分段净化系统包括重金属净化区、病原体净化区和营养物净化区，重金属净化区中水力停留时间为1天，病原体净化器中水力停留时间为0.5天，营养物净化区中水力停留时间为0.8天；重金属净化区的长度为130m，宽度为20m，平均覆水深度为0.2m，重金属净化区中主要种植沉水植物伊乐藻、轮叶黑藻和聚草，还种植挺水植物芦苇以及浮水植物水鳖，重金属净化区中放养水生动物鳙鱼、鲴鱼、蚬、三角帆蚌及土著微生物，其放养密度为1kg/亩；所述病原体净化区的长度为80m，宽度为20m，平均覆水深度为0.2m；病原体净化区中主要种植挺水植物密花千屈菜、小香蒲和花叶芦竹，还种植浮水植物满江红和沉水植物伊乐藻和菹草，病原体净化区中放养水生动物鲢鱼、鳜鱼、青虾、螺蛳及土著微生物，其放养密度为1.3kg/亩；所述营养物净化区的长度为110m，宽度为20m，平均覆水深度为0.2m；营养物净化区中主要种植挺水植物芦苇和黄菖蒲，还种植漂浮植物满江红以及沉水植物微齿眼子菜和伊乐藻，营养物净化区中放养水生动物鲢鱼、锦鲤、环棱螺、螺蛳及土著微生物，其放养密度为0.8kg/亩。

[0184] 所述水质稳定调节净化系统为表面流型湿地，其长度为110m，宽度为20m，平均覆水深度为0.2m，水力停留时间为0.5天；水质稳定调节净化系统包括沿岸浅水区和中心区；沿岸浅水区和中心区均种植挺水植物石菖蒲和金叶黄菖蒲，中心区还种植沉水植物轮叶黑藻，水质稳定调节净化系统在围隔限制区域还点缀性种植浮水植物睡莲，水质稳定调节净化系统中放养水生动物鳜鱼、锦鲤、青虾、蚬及土著微生物，其放养密度为0.8kg/亩。

[0185] 所述所述水质稳定调节净化系统7的末端还包括生物沸石净化区，长度为40m，宽度为20m，平均覆水深度为0.6m，水力停留时间为0.2天；生物沸石净化区中铺设厚度为25cm的沸石。

[0186] 所述预处理系统与砾石植物净化系统之间的跌落水深度为0.2m，砾石植物净化系统与土壤生态净化系统之间的跌落水深度为0.2m；土壤生态净化系统与植物分段净化系统之间的跌落水深度为0.3m，植物分段净化系统中各净化区之间的跌落水深度为0.2m，植物分段净化系统与水质稳定调节净化系统之间的跌落水深度为0.3m；水质稳定调节净化系统与湿地净化系统外部水面的跌落水深度为0.8m。

[0187] 上述湿地净化系统的净化方法与实施例1中相同，所述净化方法总处理时间为5～6天，净化水量为1000吨/天。

[0188] 本实施例中湿地净化系统净化年N去除总量为856.34kg/a，年P去除总量为95.97kg/a。

[0189] 实施例3：

[0190] 本实施例提供了一种湿地净化系统，所述湿地净化系统应用于昌南大道以南湿地生态保护建设工程。

[0191] 所述湿地净化系统除了以下条件外，其他均与实施例1中相同：

[0192] 预处理系统为预处理池，预处理池的面积为800m^2，平均覆水深度为3m，池底标高为20m。

[0193] 砾石植物净化系统为表面流型湿地，其长度为110m，宽度为25m；砾石植物净化系统中铺设厚度为15cm的砾石填料，其平均覆水深度为0.4m，水力停留时间为0.5天；所述预处理系统和砾石植物净化系统的总长度为120m。

[0194] 所述土壤生态净化系统为垂直潜流型湿地，其长度为120m，宽度为40m，平均覆水深度为0.4m，水力停留时间为0.7天；土壤过滤层的厚度为1.5m，土壤过滤层由上至下依次包括厚度为40cm的沙质土壤层、厚度为35cm的滤沙层、厚度为30cm的沸石层和厚度为35cm的砾石层，滤沙层中颗粒粒径为1.8mm～2mm，砾石层中颗粒粒径为6mm～8mm。

[0195] 所述植物分段净化系统中重金属净化区中水力停留时间为1.5天，病原体净化器中水力停留时间为1天，营养物净化区中水力停留时间为1.3天；重金属净化区的长度为150m，宽度为30m，平均覆水深度为1.5m；所述病原体净化区的长度为100m，宽度为30m，平均覆水深度为1.5m；所述营养物净化区的长度为130m，宽度为30m，平均覆水深度为1.5m。

[0196] 所述水质稳定调节净化系统长度为150m，宽度为30m，平均覆水深度为2m，水力停留时间为0.6天。

[0197] 所述生物沸石净化区长度为60m，宽度为30m，平均覆水深度为1m，水力停留时间为0.5天；生物沸石净化系统中铺设厚度为30cm的沸石。

[0198] 所述预处理系统与砾石植物净化系统之间的跌落水深度为0.5m，砾石植物净化系统与土壤生态净化系统之间的跌落水深度为0.5m；土壤生态净化系统与植物分段净化系统之间的跌落水深度为0.7m，植物分段净化系统中各净化区之间的跌落水深度为0.5m，植物分段净化系统与水质稳定调节净化系统之间的跌落水深度为0.6m；水质稳定调节净化系统与湿地净化系统外部水面的跌落水深度为1m。

[0199] 上述湿地净化系统的净化方法与实施例1中相同，所述净化方法总处理时间为6～7天，净化水量为1000吨/天。

[0200] 本实施例中湿地净化系统净化年N去除总量为1284.52kg/a，年P去除总量为155.95kg/a。

[0201] 对比例1：

[0202] 本对比例提供了一种湿地净化系统，所述湿地净化系统应用于南昌象湖湿地公园，所述湿地净化系统除了不包括砾石植物净化系统外，其他结构与处理方法均与实施例1中相同。

[0203] 本实施例中湿地净化系统净化年N去除总量为933.91kg/a，年P去除总量为104.1kg/a。

[0204] 本对比例由于不设置砾石植物净化系统，会使后续各系统去除水体氨氮的负担增加，影响净化作用的全面性，需增加水体硝化能力以提高净化效率。

[0205] 对比例2：

[0206] 本对比例提供了一种湿地净化系统，所述湿地净化系统应用于南昌象湖湿地公园，所述湿地净化系统除了不包括土壤生态净化系统外，其他结构与处理方法均与实施例1中相同。

[0207] 本实施例中湿地净化系统净化年N去除总量为944.93kg/a，年P去除总量为107.96kg/a。

[0208] 本对比例由于不设置土壤生态净化系统，污水中不易被植物吸收的有机组织体将不能通过协同净化被滞留在土壤中，悬浮物无法进一步被拦截沉降，也影响净化作用的全面性。

[0209] 对比例3：

[0210] 本对比例提供了一种湿地净化系统，所述湿地净化系统应用于南昌象湖湿地公园，所述湿地净化系统除了不包括植物分段净化系统外，其他结构与处理方法均与实施例1中相同。

[0211] 本实施例中湿地净化系统净化年N去除总量为481.35kg/a，年P去除总量为53.24kg/a。

[0212] 本对比例由于不设置植物分段净化系统，会严重影响净化系统对水体总N和总P的去除，也影响植物和土壤对重金属及病原体的去除，不利于水质的充分净化及稳定调节。

[0213] 综合实施例1-3和对比例1-3的结果可以看出，本发明所述系统采用提升水位及渗滤的技术方案，先经预处理系统的蓄水沉淀及生物降解，再渗滤流经各个功能侧重点不同的净化系统，在打造拟生态湿地的同时恢复其净化水质的生态功效。各个处理系统之间相互配合，协同作用，可将劣Ⅴ-Ⅴ类的进水水质指标提高至Ⅲ类水标准，同时可提供约为1000吨/天～2000吨/天的水资源，展示水资源循环利用和生态型城市的发展理念。

[0214] 同时，本发明所述系统是集生态水处理、科普教育和风景观赏三大职能于一体的湿地景观，解决了工艺过程复杂，净化效果不理想，以及系统运行成本高等问题。

[0215] 申请人声明，本发明通过上述实施例来说明本发明的详细工艺设备和工艺流程，但本发明并不局限于上述详细工艺设备和工艺流程，即不意味着本发明必须依赖上述详细工艺设备和工艺流程才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了，对本发明的任何改进，对本发明产品各原料的等效替换及辅助成分的添加、具体方式的选择等，均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

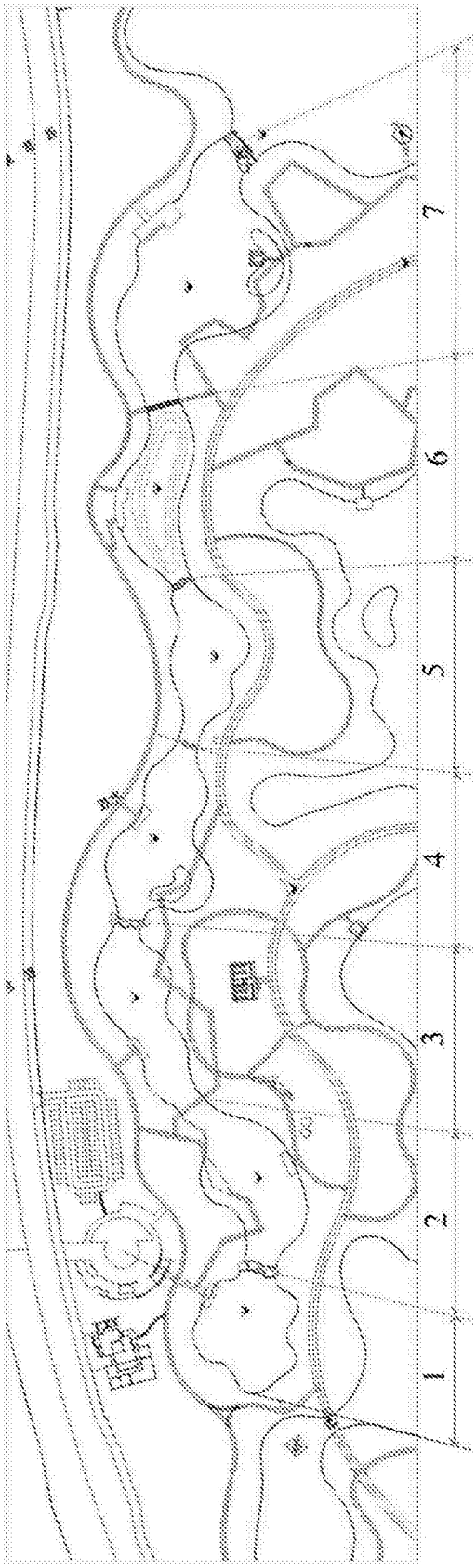


图1