(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 111499095 A
(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 202010294903.0

(22)申请日 2020.04.15

(71)申请人 东南大学
地址 211102 江苏省南京市江宁区东南大学路2号
申请人 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

(72)发明人 李先宁 冯羽中 金秋 张皓驰

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所（普通合伙）32204
代理人 柏尚春

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)
C02F 101/16(2006.01)
C02F 101/10(2006.01)

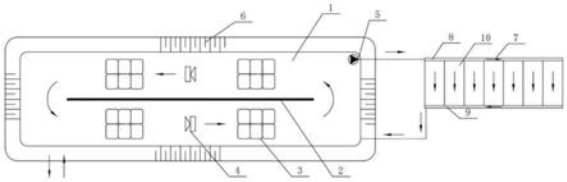
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种水产养殖尾水处理系统及其运行方法

(57)摘要

本发明公开了一种水产养殖尾水处理系统及其运行方法，该系统包括生态稳定塘及潜流式人工湿地，生态稳定塘包括围格、组合生态浮床、推流曝气机、水泵及生态岸坡，围格固定于生态稳定塘中央，围格与稳定塘长边平行设置，组合生态浮床和推流曝气机设置于围格两侧，水泵设置于靠近人工湿地侧；潜流式人工湿地包括进水渠、出水渠和湿地区域，进水渠与水泵相连，出水渠与进水渠分布于湿地区域两侧，出水渠渠底高度高于生态稳定塘最高水位；并提供该系统的运行方法，本发明可以同步实现水产养殖废水净化和资源回用、减少土地使用面积、降低运行成本、减少水资源消耗，是一种具有清洁生产功能的水产养殖尾水处理系统。



CN 111499095 A

1.一种水产养殖尾水处理系统,其特征在于:包括生态稳定塘(1)及潜流式人工湿地(7),所述生态稳定塘(1)包括围格(2)、组合生态浮床(3)、推流曝气机(4)、水泵(5)及生态岸坡(6),所述围格(2)通过固定桩固定于生态稳定塘(1)中央,围格(2)与稳定塘长边平行设置,组合生态浮床(3)和推流曝气机(4)固定于围格(2)两侧,水泵(5)设置于靠近人工湿地(7)侧;所述潜流式人工湿地(7)包括进水渠(8)、出水渠(9)和湿地区域(10),所述进水渠(8)与水泵(5)相连,所述出水渠(9)与进水渠(8)分布于湿地区域(10)两侧,所述出水渠(9)渠底高度高于生态稳定塘(1)最高水位。

2.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述生态稳定塘(1)长宽比为2～3:1,所述生态稳定塘(1)深度为2～3m,所述生态稳定塘(1)边坡坡度为1:2～3。

3.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述组合生态浮床(3)包括上层蔬菜种植区与下层絮状填料挂载区,所述组合生态浮床(3)的面积占生态稳定塘(1)面积的10～15%。

4.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述生态岸坡(6)最低水位下种植伊乐藻,最低水位与最高水位间的水面消落带种植湿生植物,最高水位以上种植低矮草本植物。

5.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述潜流式人工湿地(7)底部由防渗材料包裹,所述潜流式人工湿地(7)面积为生态稳定塘(1)面积的15～20%。

6.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述进水渠(8)底部铺设石膏碎块厚度为0.5～0.15m,所述进水渠(8)与湿地区域(10)通过穿孔花墙相连,所述穿孔花墙孔口面积占墙面总面积的15～20%。

7.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述湿地区域(10)由上到下依次由沙土层、土工网格和加气混凝土碎块垫层构成,所述沙土层上种植菖蒲和美人蕉作为湿地植物。

8.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述潜流式人工湿地(7)坡度为0.5～1%,所述潜流式人工湿地(7)采用穿孔花墙出水,,所述潜流式人工湿地(7)与出水管道连接处设置溢流堰。

9.根据权利要求1所述的水产养殖尾水处理系统,其特征在于:所述潜流式人工湿地(7)出水管道出口与生态稳定塘(1)水泵(5)进水口位置间距大于20m。

10.一种权利要求1所述水产养殖尾水处理系统的运行方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一,冬季水产养殖结束后,将养殖塘中的水排入生态稳定塘(1),开启生态稳定塘(1)中的推流曝气机(4);潜流式人工湿地(7)水力负荷设置为0.1～0.15m3/m2·d;组合生态浮床(3)上补种水芹等冬季水培蔬菜;

步骤二,春季恢复养殖时,将生态稳定塘(1)中的水作为水源引入养殖塘,并从外界引水补充至生态稳定塘(1)达到最低水位,控制水深为2～2.2m;组合生态浮床(3)上补种空心菜等水培蔬菜;

步骤三,夏秋季,养殖塘需要换水时,先从生态稳定塘(1)中引水进入养殖塘,而后将养殖塘水排放至生态稳定塘(1)中;开启生态稳定塘(1)中的推流曝气机(4),持续5～7天;

步骤四,系统需要向外排水时,需通过潜流式生态湿地出水渠(9)道向外排水;系统需

要补水时,补充水直接引入生态稳定塘(1)中;

步骤五,季节更替时及时收割组合生态浮床(3)及潜流式人工湿地(7)中生长的植物,植物生长密度不足时进行补种。

一种水产养殖尾水处理系统及其运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种尾水处理系统及其运行方法，尤其涉及一种水产养殖尾水处理系统及其运行方法。

背景技术

[0002] 目前，淡水池塘养殖多为群众自发性养殖，大多为分散经营的小规模养殖户，在水产养殖废水治理中存在如下问题：部分个体养殖户对生态养殖理念的了解较少、管理模式过于粗放，仍采用传统养殖方式高频率换水维持养殖塘中的水质质量，产生了极大的养殖废水排放量及水资源消耗；部分养殖户过分追求经济利益，不愿对养殖过程中产生的废水进行处理，通过偷排废水、底泥的方式降低养殖废水处理成本，同时也存在过度使用药物、过量投放饵料的情况，进一步增大了养殖过程中产生的污染负荷；还有部分养殖户由于资金不足、技术水平不足、可用土地面积不足等因素，难以转变长期使用的传统养殖模型。多方原因导致了现今池塘养殖过程中存在的环境污染及资源浪费问题。

[0003] 相比于生活污水、工业废水，水产养殖废水存在污染物浓度低、废水总量大的特点。现有水产养殖废水净化技术大致可以分为物理净化、化学净化和生态净化三类：物理净化技术主要包括曝气增氧、过滤吸附等手段，能够有效的恢复水体溶氧，去除水中的悬浮物恢复水体透明度，但也存在着能耗较高的问题；化学净化技术主要包括絮凝沉淀、络合、化学中和、氧化消毒等手段，通过外加药物清除水体中的悬浮物、重金属、病害生物等有害物质，污染物去除效率较好，但外加药剂不仅成本较高，且存在产生二次污染的危险；生态净化技术主要包括生态浮床、生态沟渠、生态稳定塘、人工湿地等手段，利用水体的天然自净能力对污水进行处理，整体能源消耗较少，但存在占地面积大，单元处理效率较低的缺陷。

[0004] 目前存在的水产养殖尾水处理技术由于技术手段单一，难以实现低成本、高效率、高稳定性的养殖水净化效果，缺乏不同技术手段联合使用，存在建设运行成本高或维护管理复杂的缺陷，未能很好的在个体养殖户中普及。

发明内容

[0005] 发明目的：本发明的第一目的为提供一种同步实现水产养殖废水净化和资源回用、减少土地使用面积、降低运行成本、减少水资源消耗、产出水生植物饵料以及水培蔬菜、具有清洁生产功能的水产养殖尾水处理系统，本发明的第二目的为提供该系统的运行方法。

[0006] 技术方案：本发明的水产养殖尾水处理系统，包括生态稳定塘及潜流式人工湿地，生态稳定塘包括围格、组合生态浮床、推流曝气机、水泵及生态岸坡，围格固定于生态稳定塘中央，围格与稳定塘长边平行设置，组合生态浮床和推流曝气机设置于围格两侧，水泵设置于靠近人工湿地侧；潜流式人工湿地包括进水渠、出水渠和湿地区域，进水渠与水泵相连，出水渠与进水渠分布于湿地区域两侧，出水渠渠底高度高于生态稳定塘最高水位。

[0007] 优选的，生态稳定塘面积等于服务区域中单个水产养殖塘面积的最大值，确保养

殖废水容纳量。

[0008] 进一步地,生态稳定塘长宽比为2～3:1,与当地常见风向平行设置,增强自然复氧能力;生态稳定塘深度为2～3m,生态稳定塘边坡坡度为1:2～3,增大生态岸坡浅水区面积,增加沉水植物种植面积。

[0009] 优选的,组合生态浮床在生态稳定塘中对称分布,提高生态净化塘中水质的均匀性。

[0010] 进一步地,组合生态浮床包括上层蔬菜种植区与下层絮状填料挂载区,提供对颗粒态污染物及微藻的吸附截留能力,防止藻类爆发形成水华;组合生态浮床的面积占生态稳定塘面积的10～15%,兼顾污水净化效果与建设成本。

[0011] 优选的,围格长度等于生态稳定塘长边宽度与短边宽度的差值,形成跑道式结构,增强导流作用,减少生态稳定塘所需推进能耗。

[0012] 进一步地,生态岸坡于最低水位下种植伊乐藻,最低水位与最高水位间的水面消落带种植湿生植物,最高水位以上种植低矮草本植物,多种植物交错种植,降低水位频繁变化对植物生长状况的影响。

[0013] 优选的,潜流式人工湿地底部由防渗材料包裹,防止漏水导致的水资源损失;潜流式人工湿地面积为生态稳定塘面积的15～20%,提供充足的污水净化效能,在春季恢复养殖前实现污水深度净化。

[0014] 优选的,进水渠底部铺设石膏碎块厚度为0.5～0.15m,通过化学方法增强潜流式人工湿地的除磷能力;进水渠宽度为1m,深度为1m,进水渠与湿地区域通过穿孔花墙相连,增强配水的均匀性,穿孔花墙孔口面积占墙面总面积的15～20%。

[0015] 进一步地,湿地区域由上到下依次由沙土层、土工网格和加气混凝土碎块垫层构成,沙土层上种植菖蒲和美人蕉作为湿地植物,提供一定的景观效益。

[0016] 进一步地,潜流式人工湿地坡度为0.5～1%,使得湿地中水流通常,潜流式人工湿地采用穿孔花墙出水,出水渠宽度为1m,深度为1m,与出水管道连接处设置溢流堰,保证湿地区域中的常驻水位,防止湿地干涸。

[0017] 进一步地,潜流式人工湿地出水管道出口与生态稳定塘水泵进水口位置间距大于20m,防止短流出现。

[0018] 本发明的水产养殖尾水处理系统的运行方法,包括如下步骤:

[0019] 步骤一,冬季水产养殖结束后,将养殖塘中的水排入生态稳定塘,开启生态稳定塘中的推流曝气机;潜流式人工湿地水力负荷设置为0.1～0.15$m^3/m^2 \cdot d$;组合生态浮床上补种水芹等冬季水培蔬菜;

[0020] 步骤二,春季恢复养殖时,将生态稳定塘中的水作为水源引入养殖塘,并从外界引水补充至生态稳定塘达到最低水位,控制水深为2～2.2m;组合生态浮床上补种空心菜等水培蔬菜;

[0021] 步骤三,夏秋季,养殖塘需要换水时,先从生态稳定塘中引水进入养殖塘,而后将养殖塘水排放至生态稳定塘中;开启生态稳定塘中的推流曝气机,持续5～7天,防止生态稳定塘中出现缺氧情况;

[0022] 步骤四,系统需要向外排水时,需通过潜流式生态湿地出水渠道向外排水;系统需要补水时,补充水直接引入生态稳定塘中;

[0023] 步骤五，季节更替时及时收割组合生态浮床及潜流式人工湿地中生长的植物，防止植物枯萎腐败引起二次污染，植物生长密度不足时进行补种。

[0024] 有益效果：与现有技术相比，本发明具有如下显著优点：综合使用水产养殖废水物理、化学、生态处理方法，充分发挥了不同技术手段的优势，减少了土地使用面积，降低了运行成本，减少了养殖过程中水资源的消耗；且系统运行过程中能产出伊乐藻、苦草等水生植物饵料以及少量水培蔬菜；在处理水产养殖废水的同时能实现减少水产养殖资源消耗的清洁生产功能。

附图说明

[0025] 图1为本发明的水产养殖尾水处理系统的示意图；

[0026] 图2为本发明的生态稳定塘构造的示意图；

[0027] 图3为本发明的潜流式人工湿地构造的示意图。

[0028] 具体实施方法

[0029] 下面结合附图对和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0030] 如图1-3所示，同步实现废水净化和资源回用的水产养殖尾水处理系统包括生态稳定塘1、潜流式人工湿地7，生态稳定塘1包括围格2、组合生态浮床3、推流曝气机4、水泵5及生态岸坡6，围格2通过固定桩固定于生态稳定塘中央，围格2与生态稳定塘1长边平行，组合生态浮床3包括上层蔬菜种植区31与下层絮状填料挂载区32，组合生态浮床3固定于围格2两侧，推流曝气机4设置于围格2两侧，且在生态稳定塘1中对称分布，水泵5设置于生态稳定塘1岸坡靠近人工湿地侧，生态岸坡6种植有植物；潜流式人工湿地7底部由防渗材料包裹，潜流式人工湿地7包括进水渠8、出水渠9、湿地区域10，进水渠8位于潜流式人工湿地7一侧且与生态稳定塘水泵通过管道相连接，进水渠底部铺设石膏填料81，出水渠9位于潜流式人工湿地7另一侧，与进水渠8平行分布于潜流式人工湿地7两侧，且通过出水管道与生态稳定塘1相连，湿地区域10位于进水渠8与出水渠9之间，且与进水渠8及出水渠9通过穿孔花墙32相连，湿地区域10由上到下由沙土层101、土工网格102、加气混凝土碎块垫层103构成，潜流式人工湿地出水渠9水位高于生态稳定塘7最高水位。

[0031] 生态稳定塘1深度为3m，边坡坡度为1:2；围格2长度等于生态稳定塘长边宽度与短边宽度的差值；组合生态浮床的面积占生态稳定塘面积的10％；生态岸坡6于最低水位下种植伊乐藻，最低水位与最高水位间水面消落带种植湿生植物。

[0032] 潜流式人工湿地7，进水渠8宽度为1m，深度为1m，底部铺设石膏碎块81厚度为0.1m，穿孔花墙82孔口面积占墙面总面积的20％；潜流式人工湿地坡度为0.5％，砂土层101厚度为0.1m，加气混凝土碎块层103厚度为0.5m，沙土层101种植菖蒲、美人蕉等植物。

[0033] 同步实现废水净化和资源回用的水产养殖尾水处理系统在水产养殖的不同阶段有一下操作：

[0034] (1)冬季水产养殖结束后，将养殖塘中的水排入生态稳定塘，开启生态稳定塘中的推流曝气机；潜流式人工湿地水力负荷设置为0.1～0.15$m^3/m^2 \cdot d$；组合生态浮床上补种水芹等冬季水培蔬菜。

[0035] (2)春季恢复养殖时，将生态稳定塘中的水作为水源引入养殖塘，并从外界引水补充至生态稳定塘达到最低水位，控制水深为2～2.2m；组合生态浮床上补种空心菜等水培蔬

菜；

[0036] (3)夏秋季，养殖塘需要换水时，先从生态稳定塘中引水进入养殖塘，而后将养殖塘水排放至生态净化塘中；开启生态稳定塘中的推流曝气机，持续七天；

[0037] (4)系统需要向外排水时，需通过潜流式生态湿地出水渠道向外排水；系统需要补水时，补充水需直接引入生态稳定塘中；

[0038] (5)季节更替时需及时收割组合生态浮床及潜流式人工湿地中生长的植物，植物生长密度不足时需进行补种。

[0039] 考虑到冬季水产养殖塘排空晒塘的需求，系统中给出的生态稳定塘1面积为服务区域中单个养殖塘面积的最大值，可容纳单个养殖塘排放的水量。清空一个养殖塘后可通过轮流晒塘的方式完成冬春季晒塘工作，设置生态稳定塘1可大幅削减晒塘期间养殖塘外排水量。正常养殖过程中，传统水产养殖塘需要周期性换水，废水产生时间分布较为集中，属于冲击性负荷，生态稳定塘1中的长期存留水能产生缓冲作用，减轻其对废水处理效果的影响，提高系统对污染物的整体去除效率。生态稳定塘1技术以太阳能为初始能源，整体运行消耗较少，但是污染处理效率较低，系统中与潜流式人工湿地7联合使用可有效减少生态稳定塘1所需设计面积，提高净化后水质质量，实现养殖废水向清洁水源的转变。

[0040] 生态稳定塘1与潜流式人工湿地7通过管道连接，设计时应劲量靠近，降低水泵所需功率。生态稳定塘1面积由服务区域内单个水产养殖塘的最大面积决定；长宽比接近3:1，朝向与当地常见风向平行，增强自然复氧能力。潜流式人工湿地7，进水通过水泵5完成，出水渠底部高于生态稳定塘1最高水位，进水经过湿地净化后重力自流回生态稳定塘。

[0041] 生态稳定塘1深度为3m，边坡坡度为1:2。围格2通过固定桩固定于生态稳定塘中央，围格高度为3m，上端装有浮球控制高度，为防止被推流曝气机4搅入，可使用石块等重物压住其下端提高稳定性。设置围格可控制生态稳定塘中的流态，防止死水区的出现，减少所需推流曝气机4功率，降低运行成本。

[0042] 组合生态浮床3上层为水培蔬菜种植区31，种植应季蔬菜，通过植物根系对氮、磷营养盐的吸收作用将水产养殖废水中的污染物转化为供给蔬菜生长的营养物质，实现了资源的循环利用，在改善水质的同时产出了新鲜蔬菜。下层为絮状填料挂载区32，通过絮状填料的拦截吸附作用增强组合生态浮床对颗粒态污染物和微藻的截留能力，增强植物吸收作用对水质的净化效果。生态浮床不仅可以实现水质净化，也能在改善水质的同时产出了新鲜蔬菜，实现资源的循环利用。另外，随生态浮床面积占比的增大，水质净化能力的增长速度逐渐减小，当生态浮床面积占比为10％时水质净化能力与建设成本达到平衡状态，性价比较高。

[0043] 所述推流曝气机4固定于生态稳定塘水面，设计功率视生态稳定塘容积确定。于水产养殖废水排入后开启，增强生态稳定塘的复氧能力，防止水体缺氧导致的水质恶化；推动水体，使水流不断经过组合生态浮床区域，增强组合生态浮床3对水体污染物的去除效果。

[0044] 生态岸坡6存在水面消落带，于生态稳定塘最高水位及最低水位间选择种植美人蕉、菖蒲、鸢尾花等湿生植物，固坡护坡防止水土流失岸坡垮塌；于最低水位下课选择种植伊乐藻、苦草、轮叶黑藻等沉水植物，利用植物吸收和附着的微生物作用去除水中的氮磷营养盐。通过不同植物搭配种植，可减轻水位变化对植物生长的影响，并产生一定的景观效益。此外，需要加强管理，及时收割，防止植物因枯萎腐败引起二次污染。

[0045] 潜流式人工湿地7，进水渠8中铺设有石膏碎块，通过吸附、化学置换作用去除水中的含磷污染物，强化潜流式人工湿地的除磷能力。将石膏碎块设置在进水渠8中，能有效避免残留石膏碎屑对稳定塘水质的影响。湿地区域10上层为沙土层101，用于种植湿生植物，也能有效的防止湿地拥塞时出现的溢流短流现象。砂土层101上种植菖蒲、美人蕉，通过植物根系的固定作用防止沙土层塌陷。湿地植物能通过根部吸收作用去除水体中的营养盐，也能通过根部泌氧作用为根际微生物提供氧气，产生的细胞组织脱落物和根系分泌物为根际微生物提供了丰富的营养和能量，产生根际效应，提高湿地中氮的去除效果。下层为加气混凝土碎块层103，其上附着微生物膜，通过填料的过滤吸附作用和微生物作用，去除水体中的氮、磷、有机物等污染物质。此外，夏季植物生长较快时以及秋冬季植物衰亡时，应及时收割，防止二次污染的产生。

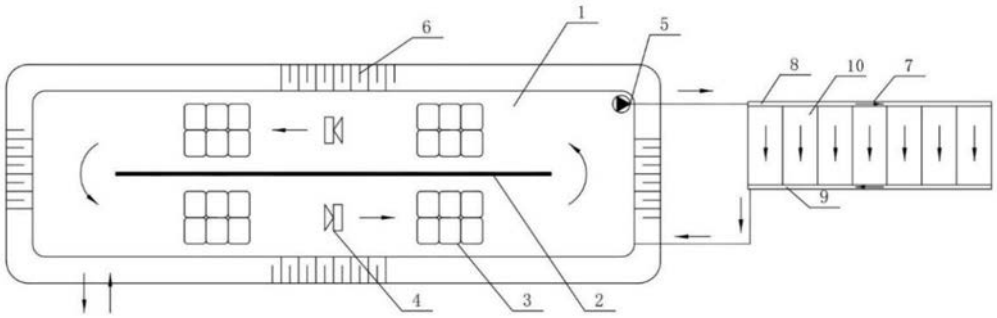


图1

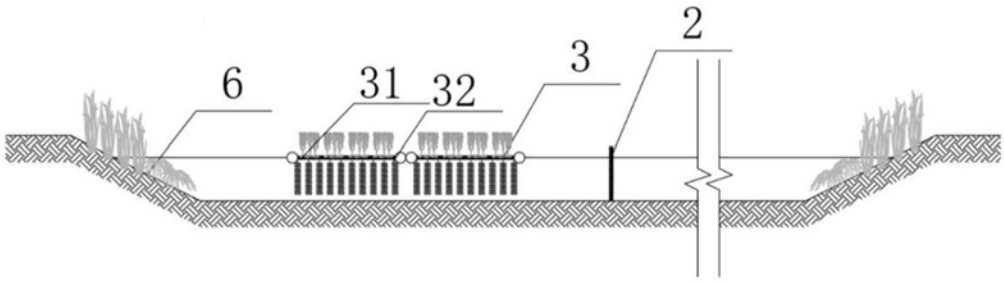


图2

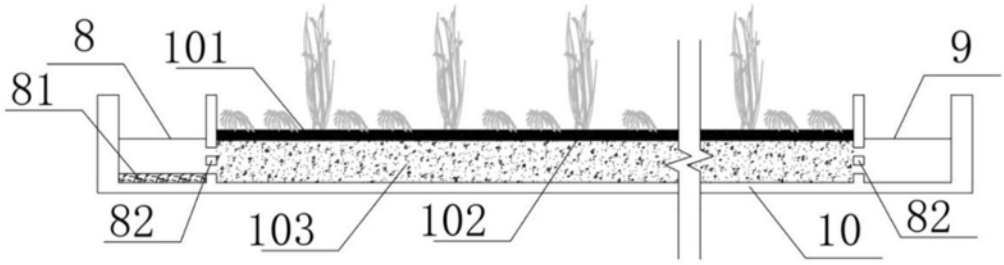


图3