



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111592174 B

(45) 授权公告日 2021.04.02

(21) 申请号 202010354309.6

C02F 101/20 (2006.01)

(22) 申请日 2020.04.29

审查员 蔡炜

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111592174 A

(43) 申请公布日 2020.08.28

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72) 发明人 董磊 陈银广 郑雄 张欣 陈嫣

崔贺 杨一烽

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通

合伙) 31219

代理人 夏苗苗

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

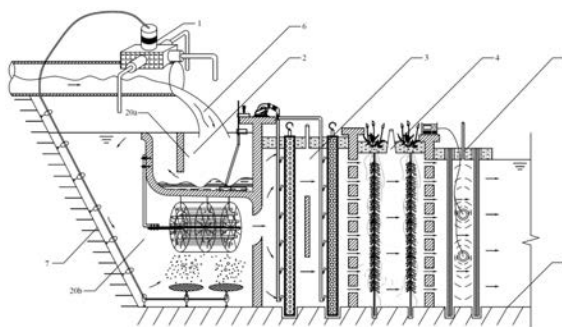
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

一种排放口净化系统及净化方法

(57) 摘要

本发明提出了一种排放口净化系统及其净化方法,所述净化系统搭载在污水的排放口处,所述污水经所述排放口净化系统的净化处理后排出,所述排放口净化系统包括加药段、预处理段、填料处理段、生化处理段、滤膜处理段。本系统利用排放口容纳水域空间进行改造,实现排放口出水的净化处理,具有适用性强、快捷高效、功能多样、操作灵活等特色。



1. 一种排放口净化系统,其特征在于,所述排放口净化系统搭载在污水的排放口处,所述污水经所述排放口净化系统的净化处理后排出,所述排放口净化系统包括:

加药段,设置于所述排放口,所述加药段用于向所述污水内添加药剂,所述药剂包括至少一种氧化剂;

预处理段,连接于所述加药段,所述预处理段包括紫外-光催化耦合单元;

填料处理段,连接于所述预处理段,所述填料处理段用于对经过预处理段预处理后的污水进一步去除所述排放口排出污水中的病毒和污染物;

生化处理段,连接于所述填料处理段,所述生化处理段用于吸收和同化所述预处理段和填料处理段灭活的病毒残体以及降解的小分子有机物;

滤膜处理段,连接于所述生化处理段,所述滤膜处理段通过多级膜组件实现所述排放口排出的污水的深度灭毒和净化;

所述排放口净化系统还包括检修平台,所述检修平台设置于所述排放口净化系统的顶部,用于检查和维修所述排放口净化系统;

其中,所述加药段包括:

药剂储罐,设置于所述排放口的上方,所述药剂储罐内设置第一储药室、第二储药室和第三储药室,分别储存有絮凝剂、双氧水和二氧化氯溶液;

第一投加器,连接所述第一储药室,所述第一投加器通过第一蠕动泵和第一输送弯管向所述预处理段输送絮凝剂;

第二投加器,连接所述第二储药室,所述第二投加器通过第二蠕动泵和第二输送弯管向所述预处理段输送双氧水;

第三投加器,连接所述第三储药室,所述第三投加器通过第三蠕动泵和第三输送弯管向所述预处理段输送二氧化氯溶液;

臭氧供给组件,所述臭氧供给组件用以向所述污水中释放臭氧;

所述预处理段包括:

第一预处理空间,设置于所述排放口,用于容纳所述排放口排放的污水和所述絮凝剂;

第二预处理空间,连通于所述第一预处理空间,用于接收所述第一预处理空间预处理后的污水、所述双氧水、和所述二氧化氯溶液;

所述紫外-光催化耦合单元位于所述第二预处理空间内;

所述第一预处理空间由以下组件构成:

围堰,设置于所述排放口,且所述围堰的下方贯通有出流孔;

底板,位于所述围堰内,其一侧与所述围堰垂直相连,另一侧靠近所述排放口;

溢流堰,位于所述围堰内,其一侧与所述底板垂直相连,另一侧靠近所述排放口,所述第一预处理空间,通过所述溢流堰连通于所述第二预处理空间;

所述填料处理段包括:

插槽;

第一填料插板,竖直插置于所述插槽内,所述第一填料插板容置有第一填料,所述第一填料具有2.5~3.5mm的孔径;

第二填料插板,竖直插置于所述插槽内,所述第二填料插板容置有第二填料,所述第二填料具有1.0~2.0 mm的孔径;

顶板,设置于所述第一填料插板和所述第二填料插板的上方;

鼓风机组件,设置于所述顶板上,所述鼓风机组件用于产生气流以吹脱堵塞在所述第一填料和/或所述第二填料的孔隙中的颗粒物。

2.如权利要求1所述的排放口净化系统,其特征在于,所述紫外-光催化耦合单元包括:

第一石墨烯网;

第二石墨烯网;

紫外灯,设置于所述第一石墨烯网和第二石墨烯网之间;

所述第一石墨烯网和所述第二石墨烯网为金属氧化物和石墨烯组成的复合材料,网孔密度为 $20\sim 80$ 孔/ cm^2 ,孔径为 $1\sim 3$ mm。

3.如权利要求1所述的排放口净化系统,其特征在于,所述生化处理段包括:

插杆组件;

生物膜载体,设置于所述插杆组件上;

种植基,设置于所述插杆组件的顶部,所述种植基上种植有水生生物,所述水生生物的根系穿过所述种植基伸入所述污水中,并缠绕于所述生物膜载体上。

4.如权利要求1所述的排放口净化系统,其特征在于,所述滤膜处理段包括:

凹槽;

第一膜组件,插置于所述凹槽内;

第二膜组件,插置于所述凹槽内;

围梁,设置于所述第一膜组件和所述第二膜组件的上方;

超声组件,设置于所述围梁上,并连接所述第一膜组件和所述第二膜组件,所述超声组件用于发射超声波以防止所述第一膜组件和所述第二膜组件堵塞。

5.一种排放口净化系统,其特征在于,所述排放口净化系统搭载在污水的排放口处,所述污水经所述排放口净化系统的净化处理后排出,所述排放口净化系统包括:

加药段,设置于所述排放口;

预处理段,连接于所述加药段,所述预处理段包括紫外-光催化耦合单元;

填料处理段,连接于所述预处理段,所述填料处理段用于对经过预处理段预处理后的污水进一步去除所述排放口排出污水中的病毒和污染物;

生化处理段,连接于所述填料处理段,所述生化处理段用于吸收和同化所述预处理段和填料处理段灭活的病毒残体以及降解的小分子有机物;

滤膜处理段,连接于所述生化处理段,所述滤膜处理段通过多级膜组件实现所述排放口排出的污水的深度灭毒和净化;

其中,所述加药段包括:

药剂储罐,设置于所述排放口的上方,所述药剂储罐内设置第一储药室、第二储药室和第三储药室,分别储存有絮凝剂、双氧水和二氧化氯溶液;

第一投加器,连接所述第一储药室;

第二投加器,连接所述第二储药室;

第三投加器,连接所述第三储药室;

臭氧发生加压器,设置于所述药剂储罐的上方,用于产生臭氧;

臭氧曝气盘,设置于所述污水中,所述臭氧曝气盘通过臭氧输送管组件连接所述臭氧

发生加压器,用以向所述污水中释放所述臭氧的气泡;

所述臭氧浓度为1~10 mg O_3 /L;

所述臭氧的气泡的直径为0.03~3 mm;

所述预处理段包括:

第一预处理空间,设置于所述排放口,用于容纳所述排放口排放的污水和所述絮凝剂;

第二预处理空间,连通于所述第一预处理空间,用于接收所述第一预处理空间预处理后的污水、所述双氧水、和所述二氧化氯溶液;

所述紫外-光催化耦合单元位于所述第二预处理空间内;

所述第一预处理空间由以下组件构成:

围堰,设置于所述排放口,且所述围堰的下方贯通有出流孔;

底板,位于所述围堰内,其一侧与所述围堰垂直相连,另一侧靠近所述排放口;

溢流堰,位于所述围堰内,其一侧与所述底板垂直相连,另一侧靠近所述排放口,所述第一预处理空间,通过所述溢流堰连通于所述第二预处理空间;

所述填料处理段包括:

插槽;

第一填料插板,竖直插置于所述插槽内,所述第一填料插板容置有第一填料,所述第一填料具有2.5~3.5mm的孔径;

第二填料插板,竖直插置于所述插槽内,所述第二填料插板容置有第二填料,所述第二填料具有1.0~2.0 mm的孔径;

顶板,设置于所述第一填料插板和所述第二填料插板的上方;

鼓风机组件,设置于所述顶板上,所述鼓风机组件用于产生气流以吹脱堵塞在所述第一填料和/或所述第二填料的孔隙中的颗粒物。

6.一种基于权利要求1-4任一所述排放口净化系统的净化方法,其特征在于,所述净化方法包括以下步骤:

提供一污水,所述污水经一排放口排出;

向所述污水添加药剂,并得到一加药后的污水,所述药剂包括至少一种氧化剂;

对所述加药后的污水进行紫外-光催化处理,得到一预处理后的污水;

对所述预处理后的污水进行填料过滤,得到一填料过滤后的污水;

对所述填料过滤后的污水进行生化过滤,得到一生化过滤后的污水;

对所述生化过滤后的污水进行滤膜过滤,净化所述污水。

一种排放口净化系统及净化方法

技术领域

[0001] 本发明属市政排水与公共卫生技术领域,涉及一种排放口净化系统及净化方法。

背景技术

[0002] 日益完善的城镇排水系统为城镇中各类废水的输送提供便利的同时,城镇排水系统在收集、输送及排放废水过程中产生的病菌传播、水体污染等问题也越发引起了社会各界的广泛关注。据报道,我国某些城市曾在排放口检测出霍乱等病毒或致病菌。相关研究表明,城镇排水系统是微生物重要的载体库,存在多种人类病毒和致病菌。

[0003] 目前,全世界广泛关注的新型冠状病毒肺炎病毒(2019-nCoV)已被证明具有“气溶胶传播”的可能性,引发了较大的社会隐忧。美国国家过敏和传染病研究所的最新研究表明,2019-nCoV病毒可以在气溶胶中存活数小时,并且可以在塑料、不锈钢、铜或纸板表面存活长达数天。这些传播形式均与超级传播事件有关,它们为病毒的大流行提供了可能。

[0004] 住房和城乡建设部水专项实施管理办公室及时编写并发布了《水专项技术成果专报第3期:新冠肺炎疫情期间加强城镇污水处理和水环境风险防范的若干建议》(以下简称《建议》)。在《建议》文稿形成过程中,编制专家组达成的基本共识和主要考虑为:在城镇污水与水环境系统中可能发生“粪-口”、“粪-呼吸”传播的可能性。2020年2月13日,国内若干权威研究团队明确宣布,新型冠状病毒肺炎患者的粪便样本中分离出活体2019-nCoV病毒,这表明2019-nCoV病毒可能存在从马桶到排水管网、再到排放口、最终进入地表水体的潜在传输与暴露路径。如果携带大量病毒或致病菌的废水通过排放口流入地表水体,易造成病毒扩散至水源地,进入饮用水处理与给水系统,危害公共卫生和人体健康。另外由于排放口存在落差、跌落或出流湍急等缘故,飞溅的水花易形成气溶胶,进而增加了周围居民或过往行人感染风险,甚至引发超级传播事件。

[0005] 活体病毒到达排放口的主要途径包括:①病毒感染者产生的生活污水进入合流制排水管网,雨天时病毒随之到达排放口并排入地表水体;②存在雨污混接的分流制雨水管道同样存在上述问题;③地表径流裹挟地表病毒进入分流制雨水管网;④病毒感染者在户外产生的痰液、飞沫、触摸品等,经雨水冲刷进入雨水口,继而进入排水系统;⑤排水管道中的沉积物为病毒繁殖、孳生提供了有利环境,雨天放江时携带病毒的沉积物经排放口排出。

[0006] 病毒具有多种进入排水管网的途径,其源头极为分散,故不易从排水系统的源头杜绝病毒的侵入和接种。但排水管网中的废水最终都将从排放口排出。排放口作为城镇排水系统的重要组成部分,承担着向地表水体排放雨水或经污水处理厂处理后进入地表水体等功能。相比之下,在排水系统末端的排放口进行病毒灭除更加具有可行性。

[0007] 综上,亟需研发一种针对排放口病毒防控的新型技术。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种排放口净化系统及净化方法。该系统在保证排放口正常

排水功能的基础上,将加药段、预处理段、填料处理段、生化处理段、滤膜处理段采用围堰形式集成构建,且可根据排放口的类型、受纳水体的地形条件、病毒防控和净水除臭的治理需求灵活调节本系统各区段的设置形式,并通过絮凝沉淀、氧化剂氧化、紫外辐照、光催化、生物膜法、水生植物及微孔滤膜等多种作用实现排放口出水的病毒阻断、淤泥去除、水质净化及恶臭处理。

[0009] 为了实现上述技术任务,本发明采用如下技术方案予以实现:

[0010] 本发明提出一种排放口净化系统,所述净化系统搭载在污水的排放口处,所述污水经所述排放口净化系统的净化处理后排出,所述净化系统包括:加药段,设置于所述排放口,所述加药段用于向所述污水内添加药剂,所述药剂包括至少一种氧化剂;预处理段,连接于所述加药段,所述预处理段包括紫外-光催化耦合单元;填料处理段,连接于所述预处理段;生化处理段,连接于所述填料处理段;滤膜处理段,连接于所述生化处理段。

[0011] 在一实施例中,所述加药段包括:药剂储罐,设置于所述排放口的上方,所述药剂储罐内设置第一储药室、第二储药室和第三储药室,分别储存有絮凝剂、双氧水和二氧化氯溶液;第一投加器,连接所述第一储药室,所述第一投加器通过第一蠕动泵和第一输送弯管向所述预处理段输送絮凝剂;第二投加器,连接所述第二储药室,所述第二投加器通过第二蠕动泵和第二输送弯管向所述预处理段输送双氧水;第三投加器,连接所述第三储药室,所述第三投加器通过第三蠕动泵和第三输送弯管向所述预处理段输送二氧化氯溶液;臭氧供给组件,所述臭氧供给组件用以向污水中释放臭氧。

[0012] 在一实施例中,所述紫外-光催化耦合单元包括:第一石墨烯网;第二石墨烯网;紫外灯,设置于所述第一石墨烯网和第二石墨烯网之间;所述第一石墨烯网和所述第二石墨烯网为金属氧化物和石墨烯组成的复合材料,网孔密度为 $20\sim 80$ 孔/ cm^2 ,孔径为 $1\sim 3\text{mm}$ 。

[0013] 在一实施例中,所述预处理段还包括:第一预处理空间,设置于所述排放口,用于容纳所述排放口排放的污水和所述絮凝剂;第二预处理空间,连通于所述第一预处理空间,用于接收所述第一预处理空间预处理后的污水、所述双氧水、和所述二氧化氯溶液;所述紫外-光催化耦合单元位于所述第二预处理空间内;其中,所述第一预处理空间由以下组件构成:围堰,设置于所述排放口,且所述围堰的下方贯通有出流孔;底板,位于所述围堰内,其一侧与所述围堰垂直相连,另一侧靠近所述排放口;溢流堰,位于所述围堰内,其一侧与所述底板垂直相连,另一侧靠近所述排放口,所述第一预处理空间,通过所述溢流堰连通于所述第二预处理空间。

[0014] 在一实施例中,所述填料处理段包括:插槽;第一填料插板,竖直插置于所述插槽内;所述第一填料插板容置有第一填料,所述第一填料具有 $2.5\sim 3.5\text{mm}$ 的孔径;第二填料插板,竖直插置于所述插槽内,所述第二填料插板容置有第二填料,所述第二填料具有 $1.0\sim 2.0\text{mm}$ 的孔径;顶板,设置于所述第一填料插板和所述第二填料插板的上方;鼓风组件,设置于所述顶板上,所述鼓风组件用于产生气流以吹脱堵塞在所述第一填料和/或所述第二填料的孔隙中的颗粒物。

[0015] 在一实施例中,所述生化处理段包括:插杆组件;生物膜载体,设置于所述插杆组件上;种植基,设置于所述插杆组件的顶部,所述种植基上种植有水生生物,所述水生生物的根系穿过所述种植基伸入所述污水中,并缠绕于所述生物膜载体上。

[0016] 在一实施例中,所述滤膜处理段包括:凹槽;第一膜组件,插置于所述凹槽内;第二

膜组件,插置于所述凹槽内;围梁,设置于所述第一膜组件和所述第二膜组件的上方;超声组件,设置于所述围梁上,并连接所述第一膜组件和所述第二膜组件,所述超声组件用于发射超声波以防止所述第一膜组件和所述第二膜组件堵塞。

[0017] 在一实施例中,所述排放口净化系统还包括检修平台,所述检修平台设置于所述排放口净化系统的顶部,用于检查和维修所述净化系统。

[0018] 本发明还提供了一种排放口净化系统,所述净化系统搭载在污水的排放口处,所述污水经所述排放口净化系统的净化处理后排出,所述净化系统包括:加药段,设置于所述排放口;预处理段,连接于所述加药段,所述预处理段包括紫外-光催化耦合单元;填料处理段,连接于所述预处理段;生化处理段,连接于所述填料处理段;滤膜处理段,连接于所述生化处理段;其中,所述加药段包括:药剂储罐,设置于所述排放口的上方,所述药剂储罐内设置第一储药室、第二储药室和第三储药室,分别储存有絮凝剂、双氧水和二氧化氯溶液;第一投加器,连接所述第一储药室;第二投加器,连接所述第二储药室;第三投加器,连接所述第三储药室;臭氧发生加压器,设置于所述药剂储罐的上方,用于产生臭氧;臭氧曝气盘,设置于所述污水中,所述臭氧曝气盘通过臭氧输送管组件连接所述臭氧发生加压器,用以向所述污水中释放所述臭氧的气泡;所述臭氧浓度为 $1\sim 10\text{mg O}_3/\text{L}$;所述臭氧的气泡的直径为 $0.03\sim 3\text{mm}$ 。

[0019] 本发明还提供了一种排放口净化方法,所述净化方法包括以下步骤:提供一污水,所述污水经一排放口排出;向所述污水添加药剂,并得到一加药后的污水,所述药剂包括至少一种氧化剂;对所述加药后的污水进行紫外-光催化处理,得到一预处理后的污水;对所述预处理后的污水进行填料过滤,得到一填料过滤后的污水;对所述填料过滤后的污水进行生化过滤,得到一生化过滤后的污水;对所述生化过滤后的污水进行滤膜过滤,净化所述污水。

[0020] 本发明公开的净化系统充分利用排放口接纳水域空间,通过各区段的精巧设计与逐级搭配,实现排放口出水的病毒阻断、淤泥去除、水质净化及恶臭处理。

[0021] 在市场开拓方面,解决市政排水系统的排放口病毒防控问题,不仅具有重要的社会、环境和生态意义,还具有广阔的市场前景。本发明作为有效阻断病菌从排水系统向自然水环境传播的新技术,为社会公共卫生保障所必需,因此属于刚需;且由于我国城镇排水系统的日趋完善,排放口的数量和排放规模空前庞大,其市场需求量巨大。

[0022] 在工程建设方面,本发明仅利用接纳水体靠近排放口处的水域空间,通过适当的工程化改造和插槽式安装,实现不同型式排放口的病毒原位灭除,同时具有清除淤泥、深度净水和恶臭去除等功能,具有良好的社会、环境和经济效益。

[0023] 在专业发展方面,排放口病菌原位灭除是市政排水和公共卫生领域正在面临的新的时代问题。新型系统聚焦病毒传播途径防控、排放口污染治理、排放口空气质量改善等核心问题,可弥补专业技术在相关领域的空缺,有力推动专业发展。

[0024] 与同领域的现有技术相比,本发明:

[0025] 适用性强。通过加药段、预处理段、填料处理段、生化处理段、滤膜处理段的精巧设计与多级搭配,能够实现不同型式排放口的全方位、深层次、高效率病毒防控和水环境改善目标。

[0026] 快捷高效。各区段构成的多级处理系统具有比单一工艺更加快捷高效的处理效

果,排放口出水在本系统的多级处理中,病毒和污染物去除率得到了快捷而高效的去除。

[0027] 功能多样。具有快速灭除排放口病毒、清除排放口出水中的淤泥、深度净化氨氮和难降解有机物、去除恶臭气味物质、强化水体自净能力、提升景观美学价值等多种功能。

[0028] 操作灵活。本系统采用围堰式结构与插槽式插板设计,可方便地实现插板检修,并在某些插板或组件停运检修时单独运行其他插板或组件,维护灵活简便,且保障了特殊情形下的处理效果。

[0029] 综合收益高。能够有效阻断城镇排水系统末端的病毒传播途径,保障和维护公众健康与生态系统安全,改善水环境质量,增进人水亲近程度,从而产生良好的环境、生态、社会及经济收益。

附图说明

[0030] 图1为本发明一种排放口净化系统构造示意图;

[0031] 图2为图1的俯视平面图;

[0032] 图3为本发明系统的加药段构造示意图;

[0033] 图4为本发明系统的预处理段构造示意图;

[0034] 图5为本发明系统预处理段的紫外-石墨烯耦合单元的侧视图;

[0035] 图6为本发明系统的填料处理段构造示意图;

[0036] 图7为本发明系统填料处理段的插板式填料组件构造示意图;

[0037] 图8为本发明系统的生化处理段构造示意图;

[0038] 图9为本发明系统的滤膜处理段构造示意图;

[0039] 图10为本发明的净化方法的流程图示意图。

[0040] 图1~10中的编号含义为:

[0041] 1、加药段;11、药剂储罐;12、第一投加器;13、第二投加器;14、第三投加器;15、臭氧发生加压器;16、臭氧输送软管;17、臭氧输送硬管;18、防腐管卡;19、臭氧曝气盘;2、预处理段;20a、第一预处理空间;20b、第二预处理空间;21、围堰;22、刮渣除泥器;23、挡板;24、溢流堰;25、底板;26、L型托架;261、托架主臂;262、托架支臂;27、紫外-石墨烯耦合单元;271、第一石墨烯网;272、第二石墨烯网;28、出流孔;3、填料处理段;31、第一填料插板;311、功能填料;312、竖向托架;313、横向托架;314、内部撑架;315、底部承托;316、提拉杆;317、提拉钩;32、第二填料插板;33、插槽;34、顶板;35、鼓风机;36、气流喷嘴;37、分流板;38、透气管;39、第一穿孔花墙;4、生化处理段;41、生物膜载体;42、插杆;43、杆孔;44、种植基;45、水生植物;46、根系;47、排气筒;48、第二穿孔花墙;5、滤膜处理段;51、第一膜组件;52、第二膜组件;53、凹槽;54围梁;55、超声控制器;56、信号线;57、超声发射器;58、通气管;6、排放口出水;7、驳岸;8、河底;9、检修平台。

[0042] 注:本系统的市电电缆未在图1~9中体现,其具体实施时,可依据实际情况布设。

具体实施方式

[0043] 结合以下具体实施例和附图,对发明作进一步的详细说明。实施本发明的过程、条件、实验方法等,除以下专门提及的内容之外,均为本领域的普遍知识和公知常识,本发明没有特别限制内容。

[0044] 本发明提供的排放口净化系统,可以用于市政污水、工厂废水等,具体而言,例如可以将排放口净化系统搭载在污水的排放口处,采用絮凝沉淀、氧化剂氧化、紫外辐照、光催化、生物膜法、水生植物及微孔滤膜等多种作用实现排放口出水的病毒阻断、淤泥去除、水质净化及恶臭处理。

[0045] 基于排放口与受纳水体的环境生态敏感性的观点,本发明的氧化剂例如可以包括臭氧、双氧水、二氧化氯等,所述氧化剂无二次污染的环保型氧化剂,进一步地,联合紫外辐照或光催化工艺对排放口出水进行处理,对污水中的病毒灭除及污染物的去除效率,提高氧化速率和效率,实现有机物的完全矿化,避免了单一氧化剂难以将有机物彻底分解为 CO_2 和 H_2O 的问题,其中:

[0046] 所述臭氧和紫外联用的作用原理如反应式(1)~(3)所示,其中 O_3 表示臭氧,UV表示紫外辐射, $h\nu$ 表示光解, $\text{O}(^1\text{D})$ 表示激发态氧原子, $\cdot\text{OH}$ 表示羟基自由基, H_2O_2 表示双氧水。

[0047] $\text{O}_3 + \text{UV} (\text{或} h\nu, \lambda < 310\text{nm}) \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}(^1\text{D})$ (1)

[0048] $\text{O}(^1\text{D}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \cdot\text{OH} + \cdot\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 (\text{水中})$ (2)

[0049] $\text{O}(^1\text{D}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \cdot\text{OH} + \cdot\text{OH} (\text{潮湿空气})$ (3)

[0050] 臭氧和双氧水联用产生耦合作用,其反应原理如反应式(4)所示:

[0051] $2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \cdot\text{OH} + \cdot\text{OH} + 3\text{O}_2$ (4)

[0052] 二氧化氯和双氧水反应产生具有强氧化性的次氯酸,如反应式(5)所示:

[0053] $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HClO}_2 + \text{O}_2$ (5)

[0054] 双氧水和紫外联用亦具有耦合强化作用,如反应式(6)所示:

[0055] $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV} (\text{或} h\nu, \lambda \approx 200 \sim 280\text{nm}) \rightarrow \cdot\text{OH} + \cdot\text{OH}$ (6)

[0056] 二氧化氯溶液和紫外联用(R表示有机反应物, R^* 表示有机反应产物),如反应式(7)~(8)所示:

[0057] $\text{R} + \text{ClO}_2 \rightarrow \text{R}^* + \text{ClO}_2^-$ (7)

[0058] $\text{ClO}_2^- + h\nu (\lambda < 300\text{nm}) \rightarrow 2\text{O}(^1\text{D}) + \text{Cl}^-$ (8)

[0059] 基于提高净化效率的观点,在联合多元氧化剂和紫外工艺的基础上附加石墨烯光催化材料,可充分催化降解有机物、还原重金属阳离子以及净化水,还可以杀死污水中的细菌和病毒,进一步提升排放口出水的病毒灭活和水质净化效果。

[0060] 本发明采用生物处理工艺对污水中病毒的Log去除率(其中,Log去除率=Log(污水处理前的病毒浓度/污水处理后的病毒浓度))可达3.4~6.8,进一步地经过废水经铝盐或铁盐的絮凝沉淀作用后,基于病毒表面带负电荷、易附着于固体颗粒表面的特点,达到1.0~2.9的Log去除率。

[0061] 本发明采用所述微生物的转化作用、植物根系的吸收作用、功能填料的吸附作用、滤膜的截留作用均能有效去除水中的病毒。特别是活性炭、分子筛、滤膜等材料的使用,为污水处理中的病毒防控和难降解污染物的高效去除提供了新的途径。

[0062] 如图1至图9所示,本发明示出了排放口净化系统的一具体实施方式的结构示意图。所述排放口净化系统包括加药段1、预处理段2、填料处理段3、生化处理段4、滤膜处理段5,其搭载在污水的排放口6处,所述排放口出水6依次经过加药段1、预处理段2、填料处理段3、生化处理段4、滤膜处理段5的多级处理后排入受纳水体,其水力停留时间为0.5-

3h,例如0.5h、2h、3h,所述预处理段2与受纳水体的水位差为0.5-3m,例如1m、1.5m、2m、3m。所述排放口净化系统将絮凝沉淀、生物膜法、水生植物及微孔滤膜等工艺与上述多种氧化剂和紫外光催化工艺联用,形成用于排放口的多级处理系统,不仅可实现排放口出水的病毒防控,还能有效清除排放口淤泥、降解排放口出水中的多种难降解有机物,氧化氨氮、硫化物等还原性恶臭物质,去除水中多种营养盐和重金属及美化环境,取得病毒防控、水质净化、空气改善、景观提升等综合收益。

[0063] 如图1至图3所示,所述加药段1设置于所述排放口6,所述加药段1包括药剂储罐11、第一投加器12、第二投加器13、第三投加器14、臭氧发生加压器15、臭氧输送软管16、臭氧输送硬管17、防腐管卡18及臭氧曝气盘19。所述加药段1用于为所述预处理段2提供双氧水、二氧化氯溶液和臭氧气泡。

[0064] 如图1至图3所示,所述药剂储罐11设置于所述排放口6的上方,所述药剂储罐11内设置第一储药室(图中未示出)、第二储药室(图中未示出)和第三储药室(图中未示出),所述第一储药室、第二储药室和第三储药室彼此独立,并分别储存絮凝剂、双氧水和二氧化氯溶液。

[0065] 如图1至图3所示,第一投加器12、第二投加器13、第三投加器14分别连接所述第一储药室、第二储药室和第三储药室,并例如通过蠕动泵(图中未示出)和输送弯管(图中未示出),用于向所述预处理段2分别投放絮凝剂、双氧水和二氧化氯溶液。

[0066] 如图2所示,所述第一投加器12、第二投加器13、第三投加器14从所述药剂储罐11的不同侧部伸出,从而可以将所述第一储药室、第二储药室和第三储药室的药剂分别输送至不同的方位处的区域,从而可以在每个区域内独立添加药剂和发挥作用,基于提高净化效果,所述第一投加器12将所述第一储药室内的絮凝剂输送至所述预处理段2的第一预处理空间20a,该第一预处理空间20a接受来自排放口所述直接排放的污水,经絮凝剂絮凝处理后,流至所述预处理段2的第二预处理空间20b,以分别进行双氧水的氧化处理和二氧化氯的氧化处理。

[0067] 如图2和图3所示,臭氧发生加压器15设置于药剂储罐11上方,用于制备臭氧并将所述臭氧和空气加压输送至臭氧输送软管16,所述臭氧输送软管16的两端分别与臭氧发生加压器15和臭氧输送硬管17相连,所述臭氧输送硬管17通过所述防腐管卡18固定于驳岸7,并与所述臭氧曝气盘19相连,进一步地,所述臭氧输送硬管17还可以通过软管连接所述臭氧曝气盘19,所述臭氧曝气盘19设置于所述预处理段2中第二预处理空间20b内,进一步地固定于地面,例如河底8,从而向所述第二预处理空间20b内的污水中释放臭氧气泡。

[0068] 所述第一储药室、第二储药室和第三储药室的药剂储量密度区间为 $10\sim 100\text{L}/\text{m}^3$,例如 $30\text{L}/\text{m}^3$ 、 $50\text{L}/\text{m}^3$ 、 $70\text{L}/\text{m}^3$ 、 $90\text{L}/\text{m}^3$ 、 $100\text{L}/\text{m}^3$,进一步地,其充满度为 $20\%\sim 100\%$,例如 30% 、 50% 、 80% 。所述絮凝剂例如可以选自硫酸铝、氯化铝、硫酸铁、氯化铁或有机高分子絮凝剂等,例如硫酸铁。所述双氧水纯度为 $20\%\sim 80\%$,例如 20% 、 32% 、 40% 、 60% 。所述二氧化氯溶液浓度为 $50\sim 500\text{mg ClO}_2/\text{L}$,例如 $50\text{mg ClO}_2/\text{L}$ 、 $500\text{mg ClO}_2/\text{L}$ 。所述臭氧发生加压器15的臭氧制备能力为 $5\sim 50\text{kg}/\text{h}$,例如为 $5\text{kg}/\text{h}$ 、 $10\text{kg}/\text{h}$ 、 $20\text{kg}/\text{h}$ 、 $30\text{kg}/\text{h}$ 、 $40\text{kg}/\text{h}$ 、 $50\text{kg}/\text{h}$,其加压输出的气体压强为 $1.5\sim 10\text{atm}$,例如 1.5atm 、 2atm 、 3atm 、 5atm 、 8atm 、 10atm ,其产生的臭氧浓度为 $1\sim 10\text{mg O}_3/\text{L}$,例如 $1\text{mg O}_3/\text{L}$ 、 $2\text{mg O}_3/\text{L}$ 、 $4\text{mg O}_3/\text{L}$ 、 $5\text{mg O}_3/\text{L}$ 、 $6\text{mg O}_3/\text{L}$ 、 $8\text{mg O}_3/\text{L}$ 、 $10\text{mg O}_3/\text{L}$ 。所述臭氧输送软管16的例如可以选自为聚四氟乙烯、乙烯

丙烯二烯 单体或含氟橡胶等的材料。所述臭氧输送硬管17和所述防腐管卡18例如可以选自SS316L 或防腐钛合金材料。所述臭氧曝气盘19例如可以为微孔钛板,进一步地,所述臭氧曝气盘 19的数量为1~8个,例如1个、4个、8个,经过所述臭氧曝气盘19向污水中释放的气泡直径为0.03~3mm,进一步地例如0.03mm、0.1mm、3mm,在1~3mm的范围内,所述臭氧的气泡直径在上述范围内时,可以将所述污水充分的进行臭氧氧化。

[0069] 如图1、图2和图4所示,所述预处理段2设置于所述排放口6,接收所述排放口6排放的污水,通过絮凝沉淀、氧化剂氧化及紫外光催化的联合作用,实现快速灭活所述排放口出水中的病毒、清除淤泥和降解大分子有机物。所述预处理段2包括围堰21,刮渣除泥器22、挡板23、溢流堰24、底板25、托架26、紫外-石墨烯耦合单元27、出流孔28。所述围堰21、溢流堰24、底板25形成第一的预处理空间20a,第一的预处理空间20a外形成第二预处理空间20b,第一的预处理空间20a通过所述溢流堰24连通所述第二预处理空间20b。

[0070] 如图1和图4所示,所述围堰21围绕排放口6布置,其横断面例如呈弧形,所述围堰21的下方贯通有出流孔28,所述围堰21的靠近所述排放口6的一侧设置底板25,所述底板25一侧与所述围堰21垂直相连,另一侧靠近所述排放口6,所述底板25靠近所述排放口6 的一侧设置溢流堰24,所述溢流堰24的一侧与所述底板25垂直相连,另一侧靠近所述排放口6,所述溢流堰24的纵断面为S形,以利于所述加药段1向污水释放的臭氧易于向上逸散;所述底板25具有坡度,所述底板25靠近所述溢流堰24的一侧高于所述底板25靠近所述围堰21的一侧。所述刮渣除泥器22置于所述围堰21、溢流堰24及底板25构成第一的预处理空间20a内,用于清除该第一的预处理空间20a内絮凝沉淀的淤泥或漂浮的浮渣,所述挡板 23竖向设置于所述围堰21与溢流堰24之间,且其下部与所述底板25具有一定间隙,以让絮凝沉淀后的排口出水从该间隙流向溢流堰24,进而经所述溢流堰24流至所述第二预处理空间20b内。所述托架26例如为L型托架,其包括托架主臂261和托架支臂262,所述托架主臂261通过膨胀螺栓固定于所述溢流堰24外壁,所述托架支臂262连接所述紫外-石墨烯耦合单元27。

[0071] 如图4和图5所示,所述紫外-石墨烯耦合单元27包括第一石墨烯网271和第二石墨烯网272,所述第一石墨烯网271和第二石墨烯网272分别连接所述托架支臂262,所述第一石墨烯网271和第二石墨烯网272之间设置紫外灯(图中未示出);所述紫外灯(图中未示出)通过防腐灯架(图中未示出)固定于所述底板25下方,用于通过紫外辐照以及紫外-臭氧、紫外-双氧水、紫外-二氧化氯、紫外-石墨烯的耦合作用对排放口出水6进行病毒灭活、水质净化及恶臭物质去除。

[0072] 如图1所示,所述围堰21的顶部高出预处理段水位0.3~1.0m,例如0.3m、0.5m、0.8m、1m,所述底板25的坡度为0.01~0.1,例如0.01、0.03、0.05、0.08、0.1。所述刮渣除泥器21 清理该第一的预处理空间20a内的淤泥和浮渣的频率为0.5~6次/天,例如0.5次/天、1次/天、2次/天、3次/天、6次/天。所述托架26、所述紫外-石墨烯耦合单元27位于所述第二预处理空间20b内,对絮凝沉淀后的污水进行快速灭活和降解。所述托架26例如可以为SS316L 或防腐钛合金材料。其中,基于获得预期的净化效果的观点,所述第一石墨烯网271和第二石墨烯网272为金属氧化物和石墨烯的复合材料,其网孔密度为20~80孔/cm²,例如20孔/cm²、40孔/cm²、60孔/cm²、80孔/cm²,孔径为1~3mm,例如1mm、2mm、3mm;所述紫外灯辐照的紫外线波长是185~254nm,例如185nm、210nm、254nm,辐照强度是10~50mJ/cm²例如

10mJ/cm²、20mJ/cm²、30mJ/cm²、50mJ/cm²；所述防腐灯架为SS316L或防腐钛合金材料。

[0073] 如图1、图2和图6所示，所述填料处理段3连接所述预处理段2，用于对经过预处理段2预处理后的污水进一步地进行填料过滤，即，进一步去除所述排放口6排出污水中的病毒和污染物。所述包括第一填料插板31、第二填料插板32、插槽33、顶板34、鼓风机35、气流喷嘴36、分流板37、透气管38、第一穿孔花墙39。

[0074] 如图1和图6所示，所述第一填料插板31和第二填料插板32的底部均可插入河底8的所述插槽33，其顶部则固定于所述顶板34中；所述鼓风机35置于所述顶板34上方，用于通过所述气流喷嘴36对所述第一填料插板31和第二填料插板32表面产生切向气流，来吹脱堵塞在防止填料堵塞孔隙中的颗粒物；所述分流板37竖向布置于填料处理段3中部，其横截面呈弧形，使得自所述预处理段2的出流孔28流入填料处理段3的水流更加均匀的分布；所述透气管38位于所述顶板34中央，用于排出填料处理段3积存的气体；所述第一穿孔花墙39位于填料处理段3的出口，用于将水流均匀分配至所述生化处理段4。

[0075] 如图6和图7所示，所述第一填料插板31和所述第二填料插板32例如具有相同的构造。所述第一填料插板31包括第一填料311、竖向托架312、横向托架313、内部撑架314、底部承托315、提拉杆316及提拉钩317。所述竖向托架312、横向托架313、内部撑架314、底部承托315相互配合组成一个空腔插板，所述第一填料311填充于所述空腔插板内，进一步地，填充于所述竖向托架312和所述横向托架313内，所述提拉杆316位于所述空腔插板内，并连接所述内部撑架314和所述底部承托315，用于分层承托第一填料311，所述提拉钩317固定设置于提拉杆316的上端，用于方便对第一填料插板31的安置与提拉。

[0076] 如图6和图7所示，第一填料插板31内的第一填料311和所述第二填料插板32内的第二填料的类型，可以相同或当然也可以不同，其具体的例子可以包括蜂窝式活性炭、分子筛、改性沸石或改性陶粒，所述第一填料插板31中的第一填料311孔径为2.5~3.5mm，例如2.5mm、3mm、3.2mm、3.5mm，所述第二填料插板32中的第二填料的孔径为1.0~2.0mm，例如1mm、1.5mm、2mm。所述气流喷嘴36的数量为2~20个，例如2个、10个、20个，单个所述气流喷嘴36的喷射气量为0.1~5m³/h，例如0.1m³/h、1m³/h、2m³/h、4m³/h、5m³/h。

[0077] 如图1、图2和图8所示，所述生化处理段4连接所述填料处理段3，用于吸收和同化所述预处理段2和填料处理段3灭活的病毒残体以及降解的小分子有机物。所述生化处理段4包括生物膜载体41、插杆42、杆孔43、种植基44、水生植物45、排气筒47、分流板37及第二穿孔花墙48。

[0078] 如图8所示，所述生物膜载体41固定于所述插杆42上，具有强化截留效果、避免微生物流失、增加微生物的固体停留时间等功能；所述插杆42的底部可插入位于河底8的所述杆孔43中，所述插杆42的顶部固定于所述种植基44中；所述水生植物45种植于所述种植基44中，其根系46穿过种植基44伸入污水中，并缠绕于所述生物膜载体41；所述排气筒47位于所述种植基44中央，用于排出生化处理段4内积存的气体；所述第二穿孔花墙48竖向设置于生化处理段4的出口，用于将水流均匀分配至所述滤膜处理段5。

[0079] 如图8所示，所述生物膜载体41的类型为绒状纤维填料，其构成的孔隙孔径为20~50μm，例如20μm、25μm、30μm、40μm、50μm；所述插杆42例如为SS304、PVC或UPVC材料。所述种植基44的材质为陶粒、蛭石、生物炭、棕丝或毛毡。所述水生植物45的种类包括香蒲、菖蒲、水葱、千屈菜、空心菜或水芹菜，其根系均较发达且能够有效吸收水中的污染物，进一

步地,例如可以选择水葱和千屈菜,其根系较发达且能够有效吸收水中的氮磷营养盐和重金属等污染物,所述水生植物45的种植密度为 $10\sim 30$ 株/ m^2 ,例如 10 株/ m^2 、 20 株/ m^2 、 30 株/ m^2 。

[0080] 如图1、图2和图9所示,所述滤膜处理段5连接所述填料处理段4,所述滤膜处理段5包括第一膜组件51、第二膜组件52、凹槽53、围梁54、超声控制器55、信号线56、超声发射器57、通气管58,其通过多级膜组件实现所述排放口6排出的污水的深度灭毒和净化。

[0081] 如图9所示,所述第一膜组件51和第二膜组件52的底部均可插入河底8的所述凹槽53,其顶部则固定于所述围梁54中;所述超声控制器55置于所述围梁54上方,用于通过所述信号线56和所述超声发射器57对所述第一膜组件51和第二膜组件52表面发射超声波,来防止滤膜堵塞;所述通气管58位于所述顶板34中央,用于排出所述滤膜处理段5内积存的气体。

[0082] 所述超声波的振频为 $20\sim 30\text{KHz}$,例如 20KHz 、 25KHz 、 30KHz ,声波强度为 $0.1\sim 5\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{h}$,例如 $0.1\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、 $1\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、 $2\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、 $3\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、 $5\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。所述第一膜组件51和所述第二膜组件52中装载的滤膜的类型均为大通量低压膜,用于截留和吸附水流中的病毒和污染物。所述第一膜组件51中的滤膜孔径为 $10\sim 20\mu\text{m}$,例如 $10\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$,所述第二膜组件52中的滤膜孔径为 $1\sim 10\mu\text{m}$,例如 $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 。

[0083] 如图1和图2所示,本发明的排放口净化系统还可以包括检修平台9,所述检修平台9设置在所述净化系统的顶部,用于检查和维修所述净化系统。

[0084] 如图10所示,本发明还提供了一种排放口净化方法,所述净化方法包括以下步骤:

[0085] -S1提供一污水,所述污水经一排放口排出;

[0086] -S2向所述污水添加药剂,并得到一加药后的污水,所述药剂包括至少一种氧化剂;

[0087] -S3对所述加药后的污水进行紫外-光催化处理,得到一预处理后的污水;

[0088] -S4对所述预处理后的污水进行填料过滤,得到一填料过滤后的污水;

[0089] -S5对所述填料过滤后的污水进行生化过滤,得到一生化过滤后的污水;

[0090] -S6对所述生化过滤后的污水进行滤膜过滤,净化所述污水。

[0091] 在如上的步骤S1-S6的过程例如可以通过如上所述的排放口净化系统实现所述净化过程,具体而言,可以在例如河道排放口附近搭载所述排放口净化系统,例如可以事先构筑临时性工程围栏,然后排出该临时性工程围栏内的河水,接着于该临时性工程围栏内,建造所述加药段1、预处理段2、填料处理段3、生化处理段4、滤膜处理段5,并在建造完成后拆除该临时性工程围栏,让其内部和外部的水体连通,并实现系统的供电,以保证系统的正常运行。

[0092] 接着将加药段1的第一投加器12向预处理段2的围堰21、溢流堰24及底板25构成的第一预处理空间20a内投加絮凝剂,使得流入第一预处理空间20a内的排放口出水6中的悬浮性颗粒物或胶体得以沉淀,絮凝沉淀的淤泥或上浮的浮渣被刮渣除泥器22定期清除。

[0093] 接着将加药段1的第二投加器13和第三投加器14向预处理段2的溢流堰24流出的水中加入双氧水和二氧化氯溶液,同时加药段1的臭氧发生加压器15通过臭氧输送软管16、臭氧输送硬管17及臭氧曝气盘19向水中释放臭氧气泡,结合预处理段2底板25下方的紫外灯辐照与石墨烯光催化的耦合作用,使得排放口出水6中的病毒和污染物得以高效去

除。

[0094] 接着将填料处理段3受纳预处理段2的出流孔28流出的水流后,结合分流板37的导流和布水作用,通过第一填料插板31和第二填料插板32中的功能填料311的截留和吸附作用,进一步去除排放口出水6的病毒和污染物;鼓风机35定期通过气流喷嘴36对第一填料插板31和第二填料插板32进行清洗,清洗频率为0.5~3次/天,例如0.5次/天、2次/天、3次/天,清洗时长为0.5~2h/次,例如0.5h/次、1h/次、2h/次。

[0095] 接着将生化处理段4受纳填料处理段3的第一穿孔花墙39均匀分配的水流后,通过生物膜载体41的截留、吸附和微生物转化作用,以及缠绕于生物膜载体41表面的植物根系46的吸附和吸收作用,深度去除排放口出水6中的病毒和污染物。

[0096] 接着将滤膜处理段5通过第一膜组件51和第二膜组件52中滤膜的截留和吸附作用,最终保障排放口出水6中病毒和污染物的去除效果;超声控制器55定期通过信号线56和超声发射器57对第一膜组件51和第二膜组件52进行清洗,清洗频率为0.5~3次/天,例如0.5次/天、2次/天、3次/天,清洗时长为0.5~2h/次,例如0.5h/次、1h/次、2h/次。

[0097] 进一步的,当系统出现局部堵塞、排水不畅的现象时,通过起吊机将检修区域的填料插板、生物膜插杆42或膜组件竖直向上提拉出来,然后对其进行清洗、再生或更换,最后重新插入对应区段的插槽33、杆孔或凹槽53中,完成检修。

[0098] 本发明的保护内容不局限于以上实施例。在不背离发明构思的精神和实质下,本领域技术人员能够想到的变化和优点都被包括在本发明中,并且以所附的权利要求书为保护。

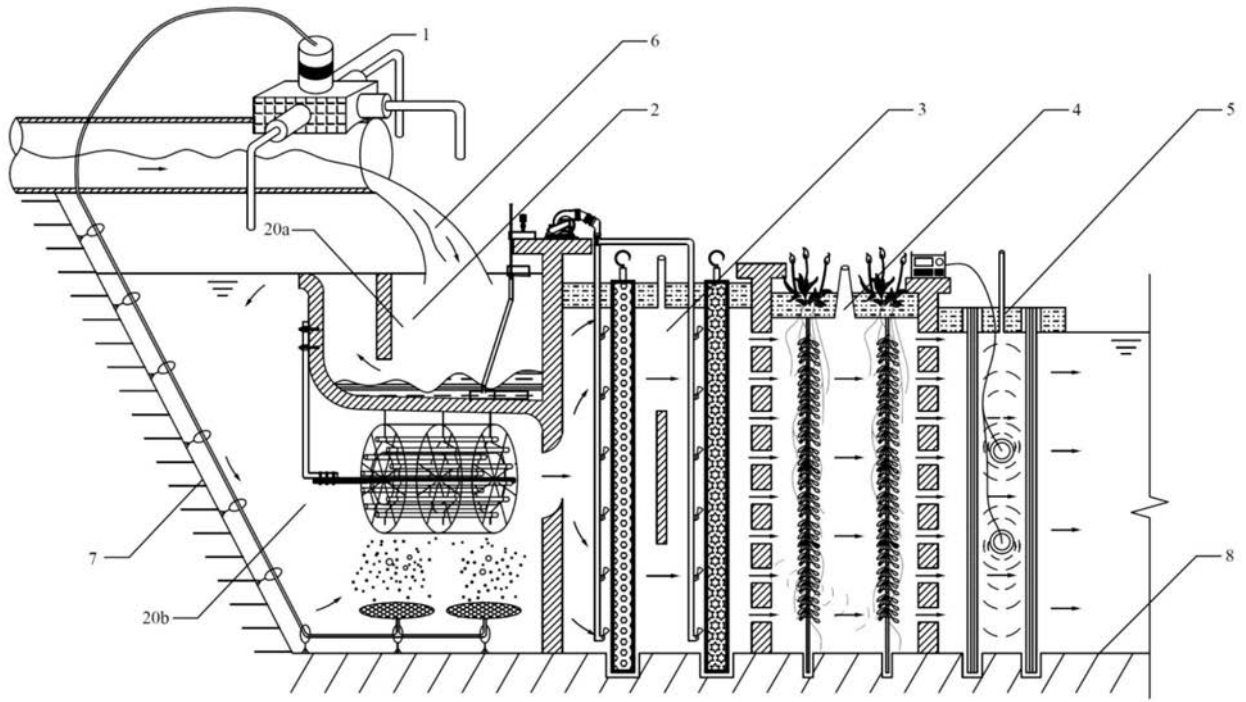


图1

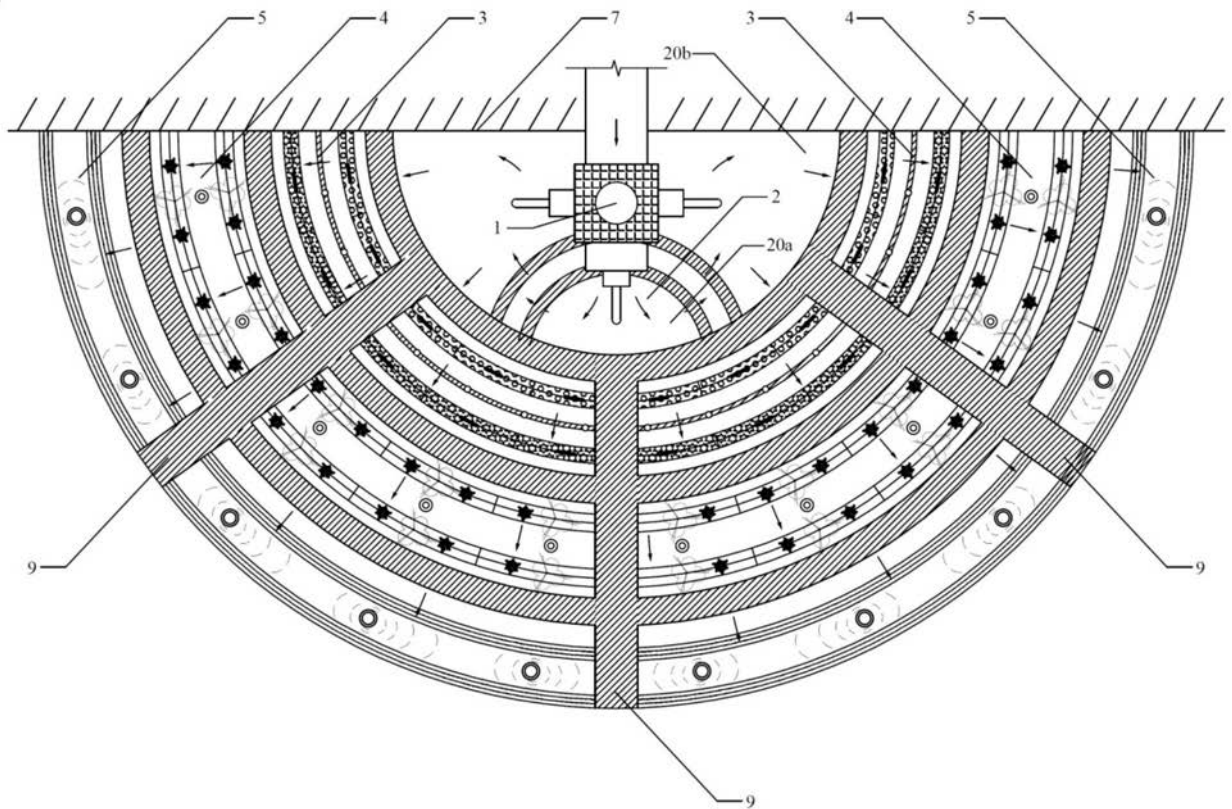


图2

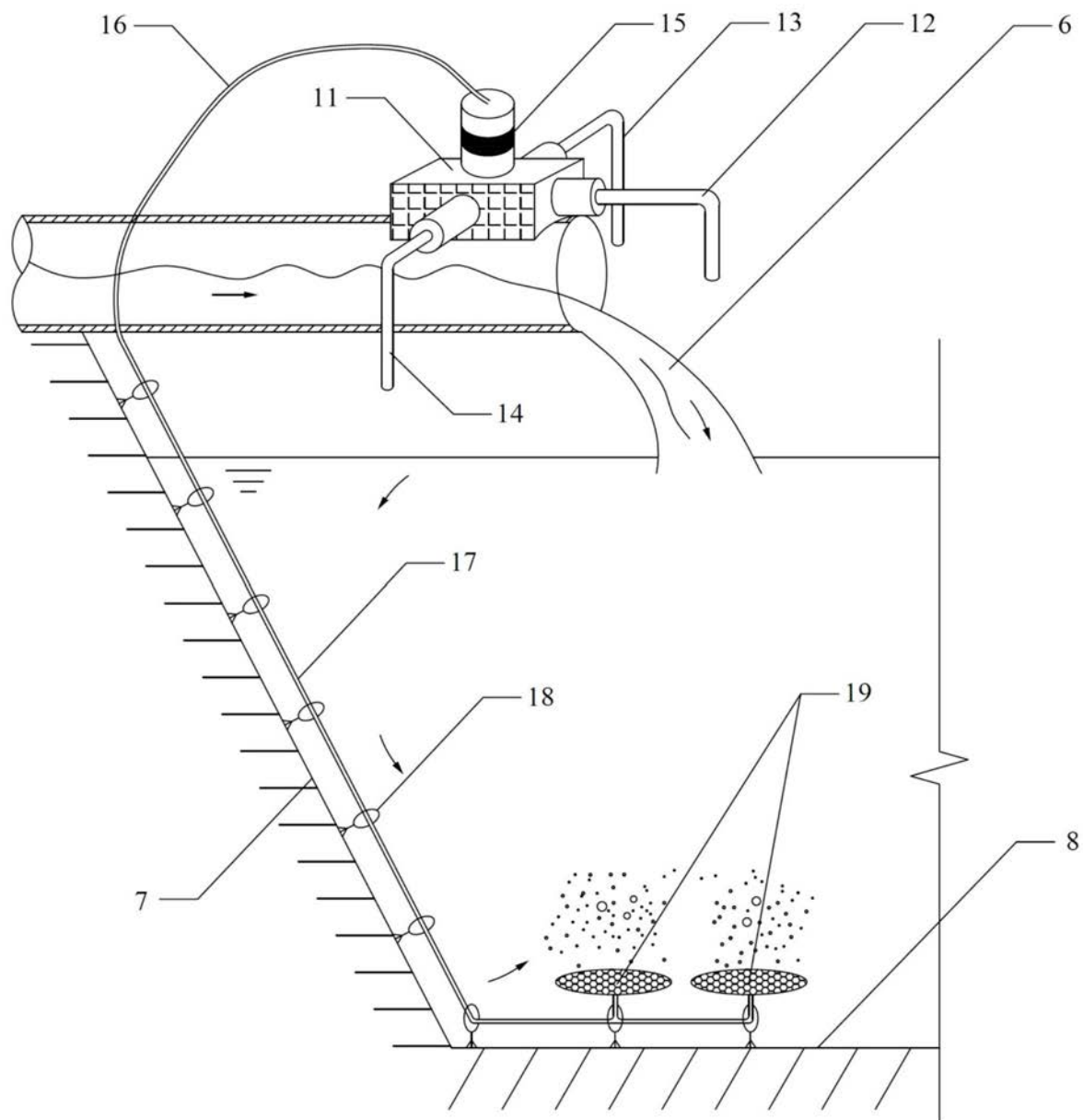


图3

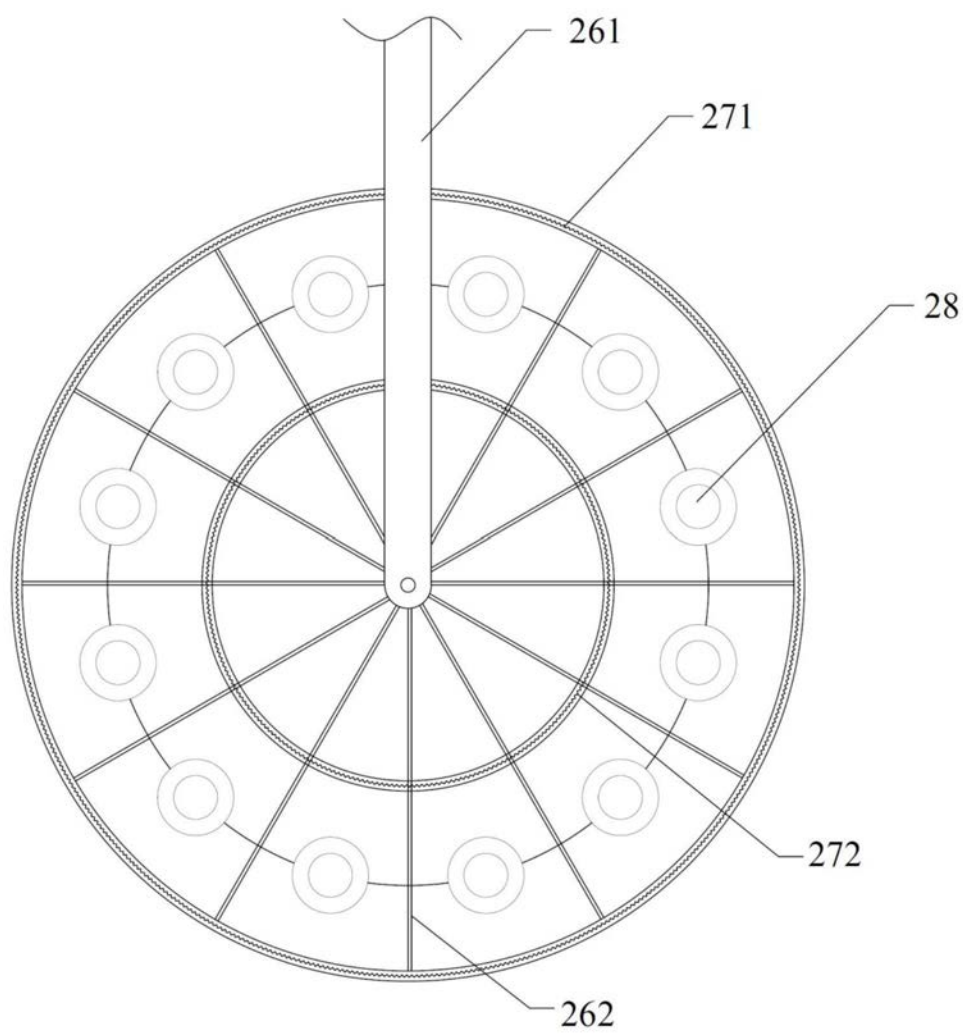


图5

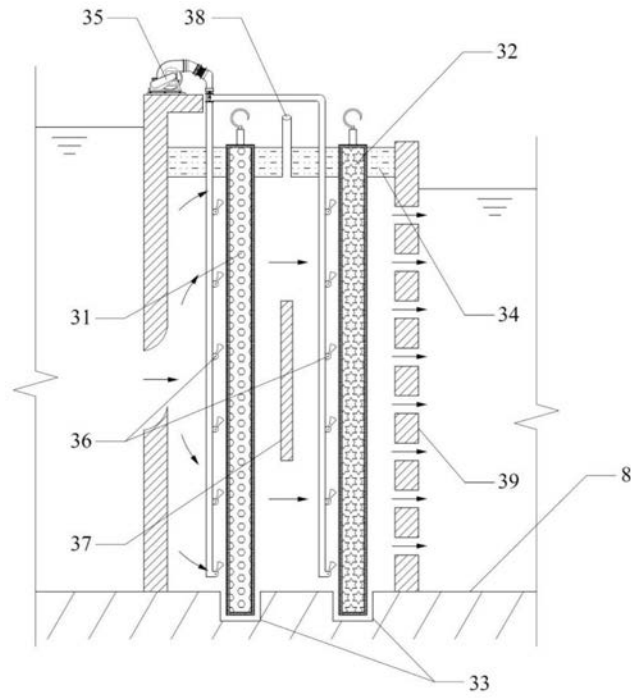


图6

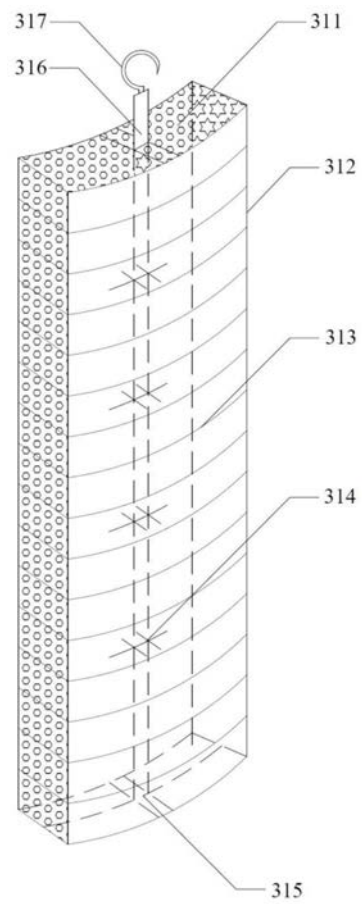


图7

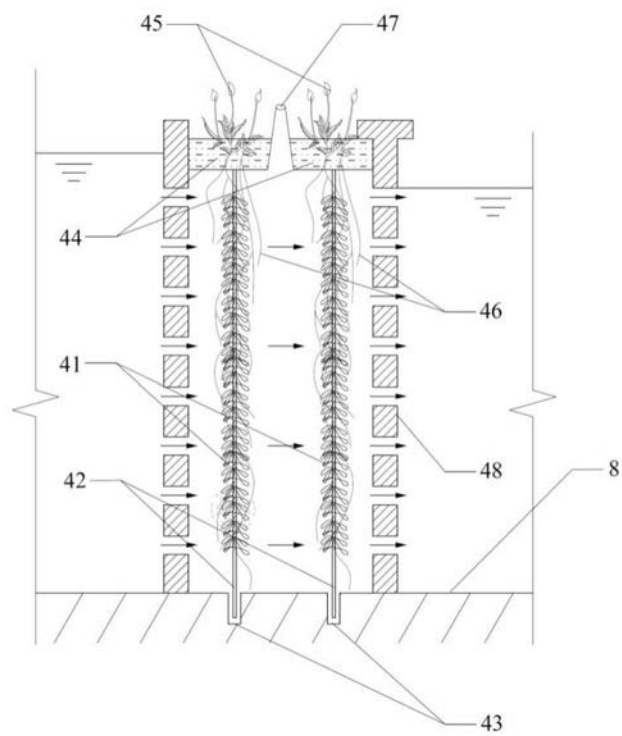


图8

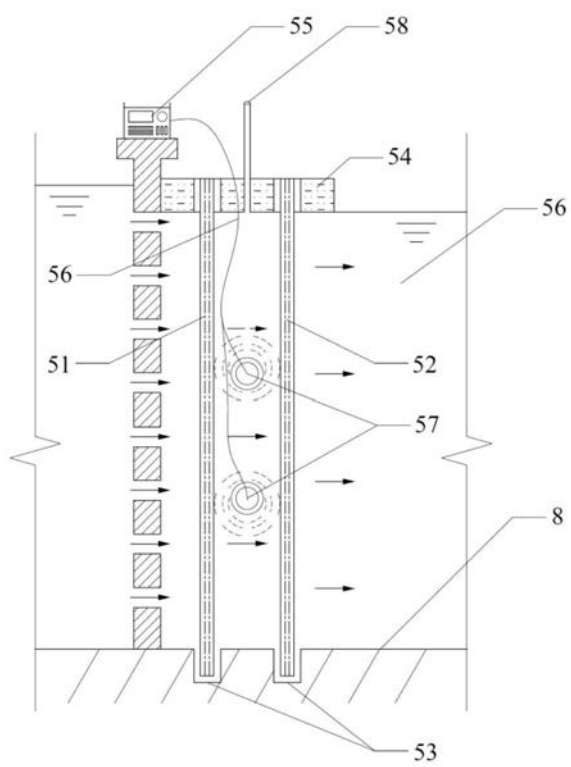


图9

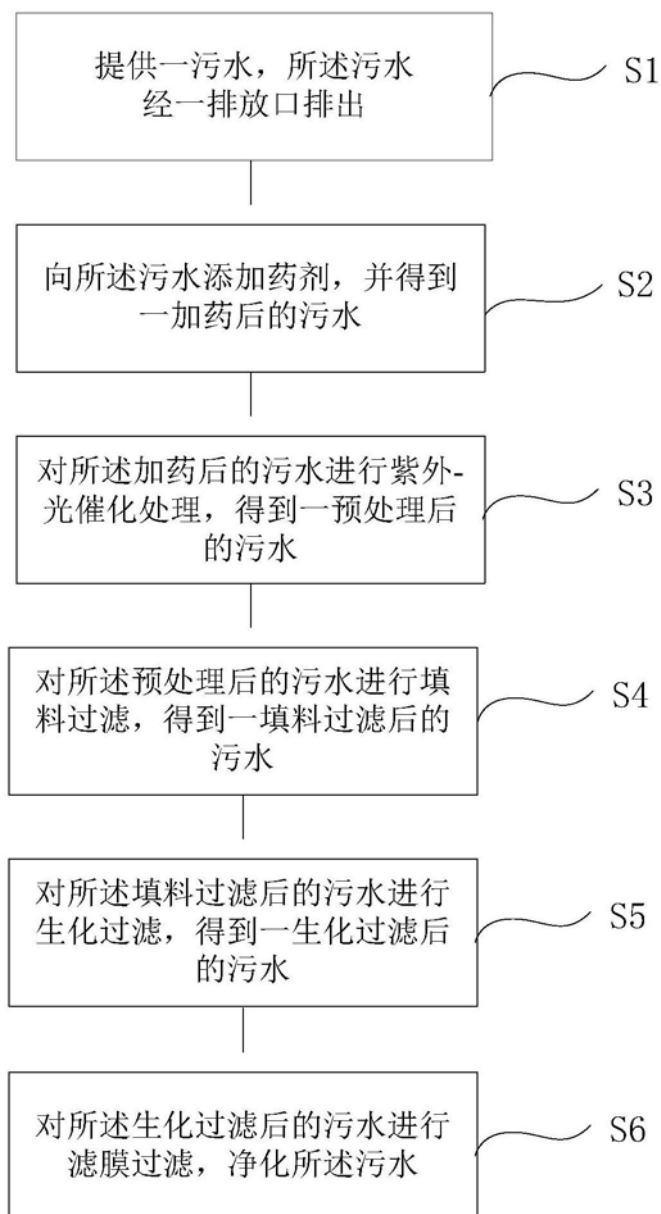


图10