



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105923891 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(21)申请号 201610271824.1

(22)申请日 2016.04.27

(71)申请人 浙江工商职业技术学院

地址 315010 浙江省宁波市机场路1988号

(72)发明人 陶陪

(74)专利代理机构 杭州华鼎知识产权代理事务
所(普通合伙) 33217

代理人 胡根良

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

C02F 3/32(2006.01)

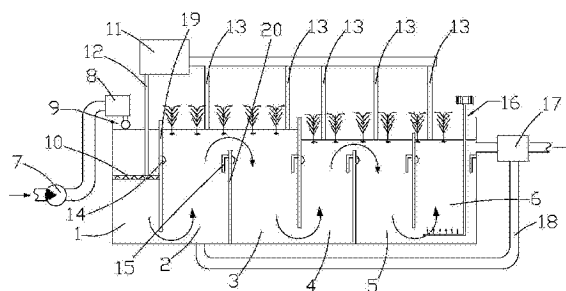
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,人工湿地系统设置为5个格室,在第一格的进水口处设置污水调配池,然后经外部抽水泵将污水吸附至分流室,并通过进水管输入污水调配池,污水经污水调配池沉淀后将污泥和初次污水进行分离,接着将初次污水分别引入上述的5个格室,5个格室内分别设置有水质污染物浓度检测器和水位计,经上述5个格室处理后的污水进入检测站,检测未达标准的水经地下管道流入第一格的上行池中继续循环,直至符合标准后排出。本发明结构简单,对污水的治理效果显著,不仅占地面积小,而且运行成本和投入成本低,适合于大规模运用,将污水进行循环处理,降低了“富营养化”污染等问题的出现。



1. 一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于包括如下步骤:

1)首先根据设计要求选定多级垂直流人工湿地系统的位置,人工湿地系统设置为5个格室,第一格为上行池、第二格为下行池,第三格为上行池,第四格为下行池,第五格为上行池,并在所述第一格的进水口处设置污水调配池,所述污水调配池内填有寸石,湿地内设有上导流隔墙和下导流隔墙,相邻的格室之间通过所述上导流隔墙和所述下导流隔墙进行分隔,所述上行池和所述下行池上均设有取水口,所述第五格上设有出水口,所述出水口距地面10cm,出水口连接检测站;

2)然后经外部抽水泵将污水吸附至分流室,并通过进水管输入污水调配池,污水经所述污水调配池沉淀后将污泥和初次污水进行分离,过滤网将污泥分隔在上层,并通过第一吸泥管抽回至净化池进行净化,使污泥中的污染物含量达到符合的标准,并将处理后的污泥通过第二吸泥管输入5个格室;

3)接着将初次污水分别引入上述的5个格室,5个格室内分别设置有水质污染物浓度检测器和水位计,初次污水经污水调配池进入第一格的所述上行池中,第一格内的水质污染物浓度检测器进行第一次检测,同时初次污水向上流动进入基层的微生物层,微生物层对初次污水中的有机物进行降解和转化,对污染物进行分解处理,植被将沉淀悬浮颗粒吸附在根系上,污水经第一格的上行池处理后进入第二格的下行池进行净化处理,处理后的污水继续进入第三格的上行池,重复第一格上行池的过程,经净化处理后进入第四格的下行池,最后进入第五格上行池中进行处理,进入每一格室时水质污染物浓度检测器都会记录一个数值,并将数值回馈至检测站,同时水位计可以实时对各个格室进行水位监测,当其中任何一个格室出现水位降低时,污水处理自动停止,同时抽水泵的输水效率提高,使污水持续流动;

4)经处理后的污水进入第五格的上行池中时,曝气装置根据水流的速度自动开启,将土壤上方的空气通过曝气装置后形成液氧溶解在水中,经上述5个格室处理后的污水进入检测站,通过检测后的水经排水沟流出,检测未达标准的水经地下管道重新流入第一格的上行池中继续循环,直至符合标准后排出;

5)工作人员定期对净化池中的污泥和吸泥管中的污泥进行清理,并检查污水调配池中过滤网的孔径,以保证将污泥进行过滤。

2. 根据权利要求1所述的一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于:步骤1)中的所述多级垂直流人工湿地系统的长、宽、高分别为200cm、80cm、50cm。

3. 根据权利要求1所述的一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于:步骤1)中的所述上行池和所述下行池的内填料下部为粒径3~8cm的寸石,中间为粒径1cm的火山岩,上部为粒径0.3~0.5cm的石英砂,所述寸石的底部设置有防渗层,所述防渗层为合成材料隔板,所述火山岩与所述寸石之间、所述石英砂与所述火山岩之间均设置有网格布。

4. 根据权利要求1所述的一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于:步骤1)中的所述下导流隔墙埋于地表以下10cm,所述上导流隔墙高出湿地表面10cm。

5. 根据权利要求1所述的一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于:步骤2)中的所述进水管包括衔接管和水平分布管,所述水平分布管通过所述衔接管固定连接所述分流室,所述水平分布管上设置有直径为10~15mm的漏水孔,所述漏水孔的

间距从水平分布管的中心向两边逐渐减小。

6.根据权利要求1所述的一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于:步骤4)中的所述曝气装置包括箱体,所述箱体的顶面上设置太阳能板和进气罩,所述进气罩通过进气管固定连接所述箱体,所述箱体的内部设置有空气压缩机,所述箱体的底部连接有固定管,所述固定管通过伸缩管连接有L形管,所述L形管上均匀设置有曝气管。

7.根据权利要求6所述的一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于:所述进气罩内设置有防尘网。

8.根据权利要求6所述的一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于:所述L形管的侧面上设置有水流检测装置。

一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法。

背景技术

[0002] 水资源是基础自然资源,是生态环境的控制性因素之一。随着全球经济社会的发展和人口的急剧增长,水资源短缺已成为世界备受关注的焦点,加之对水域的破坏性开采、不合理利用及大量污染物的排放,水质不断恶化,很多地方出现水资源严重短缺的危机。

[0003] 近年来,各种水处理技术在实际应用中取得了不断的发展,特别是二级处理的活性污泥法,其工艺相对成熟,但运行费用高,且主要以去除碳源污染物为目的,对氮、磷等营养物质的去除则微乎其微,经处理后的水排入水体后仍将引起“富营养化”等环境问题,三级处理虽可以解决上述问题,但因投资和运行费用昂贵而难以大面积推广。

发明内容

[0004] 本发明目的在于针对现有技术所存在的不足而提供一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法的技术方案,对污水的治理效果显著,不仅占地面积小,而且运行成本和投入成本低,适合于大规模运用,将污水进行循环处理,使其最终达到输出的标准,降低了“富营养化”污染等问题的出现。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,其特征在于包括如下步骤:

[0007] 1)首先根据设计要求选定多级垂直流人工湿地系统的位置,人工湿地系统设置为5个格室,第一格为上行池、第二格为下行池,第三格为上行池,第四格为下行池,第五格为上行池,并在第一格的进水口处设置污水调配池,所述污水调配池内填有寸石,以保证湿地均匀布水,湿地内设有上导流隔墙和下导流隔墙,相邻的格室之间通过上导流隔墙和下导流隔墙进行分隔,上行池和下行池上均设有取水口,第五格上设有出水口,出水口距地面10cm,出水口连接检测站;

[0008] 2)然后经外部抽水泵将污水吸附至分流室,并通过进水管输入污水调配池,污水经污水调配池沉淀后将污泥和初次污水进行分离,过滤网将污泥分隔在上层,并通过第一吸泥管抽回至净化池进行净化,使污泥中的污染物含量达到符合的标准,并将处理后的污泥通过第二吸泥管输入5个格室;

[0009] 3)接着将初次污水分别引入上述的5个格室,5个格室内分别设置有水质污染物浓度检测器和水位计,初次污水经污水调配池进入第一格的上行池中,第一格内的水质污染物浓度检测器进行第一次检测,同时初次污水向上流动进入基层的微生物层,微生物层对初次污水中的有机物进行降解和转化,对污染物进行分解处理,植被将沉淀悬浮颗粒吸附在根系上,为微生物的生长提供栖息环境,同时输送氧气到根区,提高水在土壤中的传导作用,经第一格的上行池处理后进入第二格的下行池进行净化处理,处理后的污水继续进入第三格的上行池,重复第一格上行池的过程,经净化处理后进入第四格的下行池,最后进入

第五格上行池中进行处理,进入每一格室时水质污染物浓度检测器都会记录一个数值,并将数值回馈至检测站,同时水位计可以实时对各个格室进行水位监测,当其中任何一个格室出现水位降低时,污水处理自动停止,同时抽水泵的输水效率提高,使污水持续流动;

[0010] 4)经处理后的污水进入第五格的上行池中时,曝气装置根据水流的速度自动开启,将土壤上方的空气通过曝气装置后形成液氧溶解在水中,经上述5个格室处理后的污水进入检测站,通过检测后的水经排水沟流出,检测未达标准的水经地下管道重新流入第一格的上行池中继续循环,直至符合标准后排出;

[0011] 5)工作人员定期对净化池中的污泥和吸泥管中的污泥进行清理,并检查污水调配池中过滤网的孔径,以保证将污泥进行过滤。

[0012] 进一步,步骤1)中的多级垂直流人工湿地系统的长、宽、高分别为200cm、80cm、50cm,不仅占地面积小,而且投入和运营成本大大降低。

[0013] 进一步,步骤1)中的上行池和下行池的内填料下部为粒径3~8cm的寸石,中间为粒径1cm的火山岩,上部为粒径0.3~0.5cm的石英砂,寸石的底部设置有防渗层,防渗层为合成材料隔板,火山岩与寸石之间、石英砂与火山岩之间均设置有网格布,防止各层填料混淆。

[0014] 进一步,步骤1)中的下导流隔墙埋于地表以下10cm,上导流隔墙高出湿地表面10cm。

[0015] 进一步,步骤1)中的进水管包括衔接管和水平分布管,水平分布管通过衔接管固定连接分流室,水平分布管上设置有直径为10~15mm的漏水孔,漏水孔的间距从水平分布管的中心向两边逐渐减小,以保证布水均匀,提高了污水的沉降效率。

[0016] 进一步,步骤4)中的曝气装置包括箱体,箱体的顶面上设置太阳能板和进气罩,进气罩通过进气管固定连接箱体,箱体的内部设置有空气压缩机,箱体的底部连接有固定管,固定管通过伸缩管连接有L形管,L形管上均匀设置有曝气管,太阳能板可以实现自己供电,不需要外接电源,以保证空气压缩机的长时间运行,空气从进气罩和进气管进入曝气装置内,在空气压缩机的作用下压入L形管内,在曝气管的作用下实现曝气,L形管可以根据实际湿地的深度通过伸缩管进行调节,以提高曝气装置的曝气效果。

[0017] 进一步,进气罩内设置有防尘网,防尘网可以有效防止树叶等杂质堵塞进气罩,进而影响曝气装置的正常工作。

[0018] 进一步,L形管的侧面上设置有水流检测装置,通过水流检测装置可以对上行池进行实时监测,当水的流动速度小于水流检测装置时,曝气装置自动启动,通过空气压缩机进行曝气操作,提高了水流速度,同时增大了水中的含氧量。

[0019] 本发明由于采用了上述技术方案,具有以下有益效果:

[0020] 1、与现有技术中的人工湿地系统相比,不仅可以实现对污水中的有机物和有害物质进行降解和转化,而且可以将污水中的污泥进行分离,经处理后重新作用于湿地的植被上,提高了植被的存活率;

[0021] 2、经过五个格室的循环处理,有效降低了污水中的有机物和有害物质,使最终输出的水符合标准,各个格室内的水质污染物浓度检测器实时对相应的格室进行监测,提高了污水的治理效果;

[0022] 3、曝气装置可以对经过处理的污水进行曝气作业,以增大水中的溶解氧含量,同

时提高了湿地中植物的存活率。

[0023] 本发明结构简单,对污水的治理效果显著,不仅占地面积小,而且运行成本和投入成本低,适合于大规模运用,将污水进行循环处理,使其最终达到输出的标准,降低了“富营养化”污染等问题的出现。

附图说明

[0024] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0025] 图1为本发明一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法中人工湿地系统的结构示意图;

[0026] 图2为本发明中进水管的结构示意图;

[0027] 图3为本发明中曝气装置的结构示意图;

[0028] 图4为本发明中湿地各个格室对COD去除率的效果图;

[0029] 图5为本发明中湿地各个格室对COD浓度变化的效果图;

[0030] 图6为本发明中湿地各个格室对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率的效果图;

[0031] 图7为本发明中湿地各个格室对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化的效果图;

[0032] 图8为本发明中湿地各个格室对TN去除率的效果图;

[0033] 图9为本发明中湿地各个格室对TN浓度变化的效果图;

[0034] 图10为本发明中湿地各个格室对TP去除率的效果图;

[0035] 图11为本发明中湿地各个格室对TP浓度变化的效果图。

[0036] 图中:1-污水调配池;2-第一格;3-第二格;4-第三格;5-第四格;6-第五格;7-抽水泵;8-分流室;9-进水管;10-过滤网;11-净化池;12-第一吸泥管;13-第二吸泥管;14-水质污染物浓度检测器;15-水位计;16-曝气装置;17-检测站;18-地下管道;19-上导流隔墙;20-下导流隔墙;21-衔接管;22-水平分布管;23-漏水孔;24-箱体;25-空气压缩机;26-太阳能板;27-进气罩;28-进气管;29-防尘网;30-固定管;31-伸缩管;32-L形管;33-水流检测装置;34-曝气管。

具体实施方式

[0037] 如图1至图3所示,为本发明一种基于多级垂直流人工湿地系统的污水处理方法,包括如下步骤:

[0038] 1)首先根据设计要求选定多级垂直流人工湿地系统的位置,多级垂直流人工湿地系统的长、宽、高分别为200cm、80cm、50cm,不仅占地面积小,而且投入和运营成本大大降低,人工湿地系统设置为5个格室,第一格2为上行池、第二格3为下行池,第三格4为上行池,第四格5为下行池,第五格6为上行池,并在第一格2的进水口处设置污水调配池1,所述污水调配池1内填有寸石,以保证湿地均匀布水,湿地内设有上导流隔墙19和下导流隔墙20,相邻的格室之间通过上导流隔墙19和下导流隔墙20进行分隔,下导流隔墙20埋于地表以下10cm,上导流隔墙19高出湿地表面10cm,上行池和下行池上均设有取水口,第五格6上设有出水口,出水口距地面10cm,出水口连接检测站17上行池和下行池的内填料下部为粒径3~8cm的寸石,中间为粒径1cm的火山岩,上部为粒径0.3~0.5cm的石英砂,寸石的底部设置有防渗层,防渗层为合成材料隔板,火山岩与寸石之间、石英砂与火山岩之间均设置有网格

布,防止各层填料混淆;

[0039] 垂直流人工湿地中湿地的表面积为

[0040] $A_s = [Q(\ln C_0 - \ln C_e)] / (K_T D n)$

[0041] 式中: C_0 ——出水COD(mg/L);

[0042] C_e ——入水COD(mg/L);

[0043] K_T ——与温度有关的反应速率常数(d^{-1});

[0044] Q ——系统平均流量(m^3/d);

[0045] D ——格室深度(m);

[0046] n ——格室孔隙率;

[0047] A_s ——系统表面积(m^2)

[0048] 2)然后经外部抽水泵7将污水吸附至分流室8,并通过进水管9输入污水调配池1,进水管9包括衔接管21和水平分布管22,水平分布管22通过衔接管21固定连接分流室8,水平分布管22上设置有直径为10~15mm的漏水孔23,漏水孔23的间距从水平分布管22的中心向两边逐渐减小,以保证布水均匀,提高了污水的沉降效率,污水经污水调配池1沉淀后将污泥和初次污水进行分离,过滤网10将污泥分隔在上层,并通过第一吸泥管12抽回至净化池11进行净化,使污泥中的污染物含量达到符合的标准,并将处理后的污泥通过第二吸泥管13输入5个格室;

[0049] 3)接着将初次污水分别引入上述的5个格室,5个格室内分别设置有水质污染物浓度检测器14和水位计15,初次污水经污水调配池1进入第一格2的上行池中,第一格2内的水质污染物浓度检测器14进行第一次检测,同时初次污水向上流动进入基层的微生物层,微生物层对初次污水中的有机物进行降解和转化,对污染物进行分解处理,植被将沉淀悬浮颗粒吸附在根系上,为微生物的生长提供栖息环境,同时输送氧气到根区,提高水在土壤中的传导作用,经第一格2的上行池处理后进入第二格3的下行池进行净化处理,处理后的污水继续进入第三格4的上行池,重复第一格2上行池的过程,经净化处理后进入第四格5的下行池,最后进入第五格6上行池中进行处理,进入每一格室时水质污染物浓度检测器14都会记录一个数值,并将数值回馈至检测站17,同时水位计15可以实时对各个格室进行水位监测,当其中任何一个格室出现水位降低时,污水处理自动停止,同时抽水泵7的输水效率提高,使污水持续流动;

[0050] 污水的需氧量 R_0 和植物的供氧量 P_0 分别为

[0051] $R_0 = 1.5Q(C_0 - C_e)$

[0052] $P_0 = A_s T_0 / 1000$

[0053] 4)经处理后的污水进入第五格6的上行池中时,曝气装置16根据水流的速度自动开启,将土壤上方的空气通过曝气装置后形成液氧溶解在水中,经上述5个格室处理后的污水进入检测站17,通过检测后的水经排水沟流出,检测未达标准的水经地下管道18重新流入第一格2的上行池中继续循环,直至符合标准后排出;

[0054] 曝气装置16包括箱体24,箱体24的顶面上设置太阳能板26和进气罩27,进气罩27通过进气管28固定连接箱体24,箱体24的内部设置有空气压缩机25,箱体24的底部连接有固定管30,固定管30通过伸缩管31连接有L形管32,L形管32上均匀设置有曝气管34,太阳能板26可以实现自己供电,不需要外接电源,以保证空气压缩机25的长时间运行,空气从进气

罩27和进气管28进入曝气装置16内,在空气压缩机25的作用下压入L形管32内,在曝气管34的作用下实现曝气,L形管32可以根据实际湿地的深度通过伸缩管31进行调节,以提高曝气装置16的曝气效果,进气罩27内设置有防尘网29,防尘网29可以有效防止树叶等杂质堵塞进气罩27,进而影响曝气装置16的正常工作,L形管32的侧面上设置有水流检测装置33,通过水流检测装置33可以对上行池进行实时监测,当水的流动速度小于水流检测装置33时,曝气装置16自动启动,通过空气压缩机25进行曝气操作,提高了水流速度,同时增大了水中的含氧量。

[0055] 5)工作人员定期对净化池11中的污泥和吸泥管中的污泥进行清理,并检查污水调配池1中过滤网10的孔径,以保证将污泥进行过滤。

[0056] 湿地内种植芦苇以处理上行池和下行池中的有机物,如图4和图5所示,多级垂直流人工湿地处理系统对污水中的COD有较高的去除率,湿地最终出水COD的平均去除率为92.0%。在5月份,湿地中各个格室及最终出水中COD的去除率较4月份有明显增加,尤其以湿地前3个格室更为显著。这是由于在运行初期,湿地内的微生物处于培养阶段,芦苇还未生长成熟,此时对COD的去除主要是湿地基质的阻截和吸附。5月后,湿地基质上培育出大量微生物,且芦苇恢复生长,湿地对COD的去除率显著提高,表明湿地成功启动。多级垂直流人工湿地在冬季对COD的去除率在70.7%~83.1%之间,且最终出水中COD的浓度在27.83mg/L~59.81mg/L,而在夏季,湿地对COD的平均去除率在87.3%~96.1%之间,最终出水COD的平均浓度在7.36mg/L~22.96mg/L,在全年能达到GB18918-2002的一级B标准,且除12、1、2月外均能达到GB18918-2002的一级A标准。

[0057] 湿地在4月份开始(如图6至图9所示),各个格室对污水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与TN的去除率在30.1%~78.2%和29.2%~91.2%之间,出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与TN的平均浓度分别为5.87mg/L和8.445.87mg/L,湿地最后出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与TN的平均去除率分别为85.6%和88.07%,此时氮的去除主要是填料的吸附作用。湿地系统对氮的去除能力随着芦苇的增加而增大,同时系统中的微生物种类和数量也开始逐渐增多,具备了生物脱氮的硝化-反硝化过程的条件,即生活污水中含氮的有机物通过氨化过程分解,产生的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在硝化细菌的作用下转化为亚硝酸盐氮,再进一步转化为硝酸盐氮,而后由硝化细菌将硝酸盐氮转化为氮气,完成脱氮。冬季湿地对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与TN去除率分别在53.6%~75.3%和72.5%~84.9%之间,出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与TN平均浓度分别在5.87mg/L~24.16mg/L和4.13mg/L~23.13mg/L之间,4~9月份能达到GB18918-2002的一级B标准,其中7、8月份均能达到GB18918-2002的一级A标准。

[0058] 湿地各个格室对污水中TP的去除效果如图10和图11所示,在4月份湿地各个格室对TP的平均去除率在17.7%~90.7%之间,最后出水中TP的平均浓度为0.676mg/L,10月份之后湿地对TP的去除率逐渐降低,而出水中TP的平均浓度由1.81mg/L升至3.45mg/L,这是由于土壤及填料对磷的吸附量逐渐达到饱和,吸附作用减弱或消失,而湿地进入冬季,芦苇枯萎对磷不再吸收。多级垂直流人工湿地系统出水TP在4~9月份能达到GB18918-2002的一级B标准。

[0059] 综上所述,多级垂直流人工湿地系统出水在4~9月份能达到GB18918-2002的一级B标准,在10~3月份由于环境温度过低及湿地植物收割等影响,系统出水氮、磷超出GB18918-2002的一级B标准。

[0060] 以上仅为本发明的具体实施例,但本发明的技术特征并不局限于此。任何以本发

明为基础,为实现基本相同的技术效果,所作出地简单变化、等同替换或者修饰等,皆涵盖于本发明的保护范围之内。

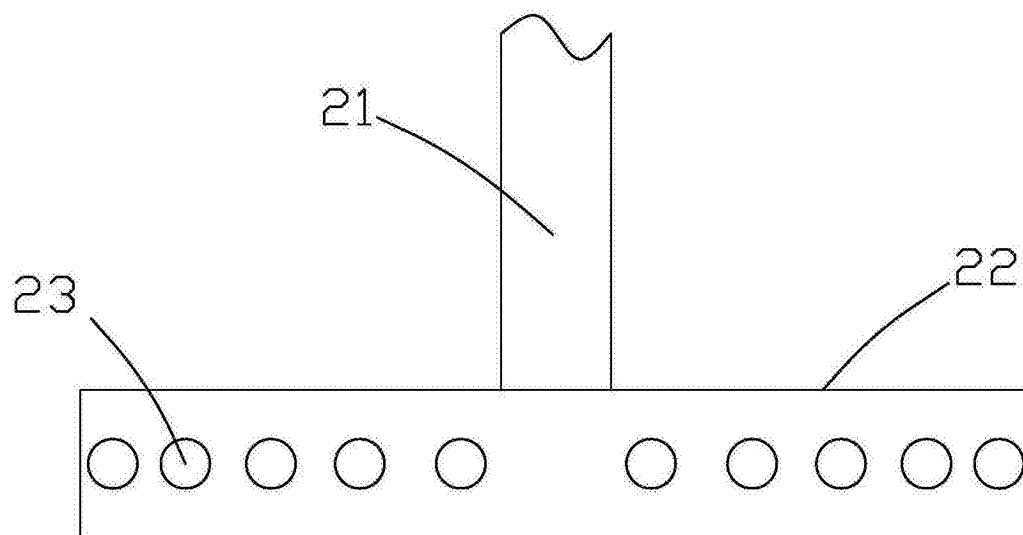


图2

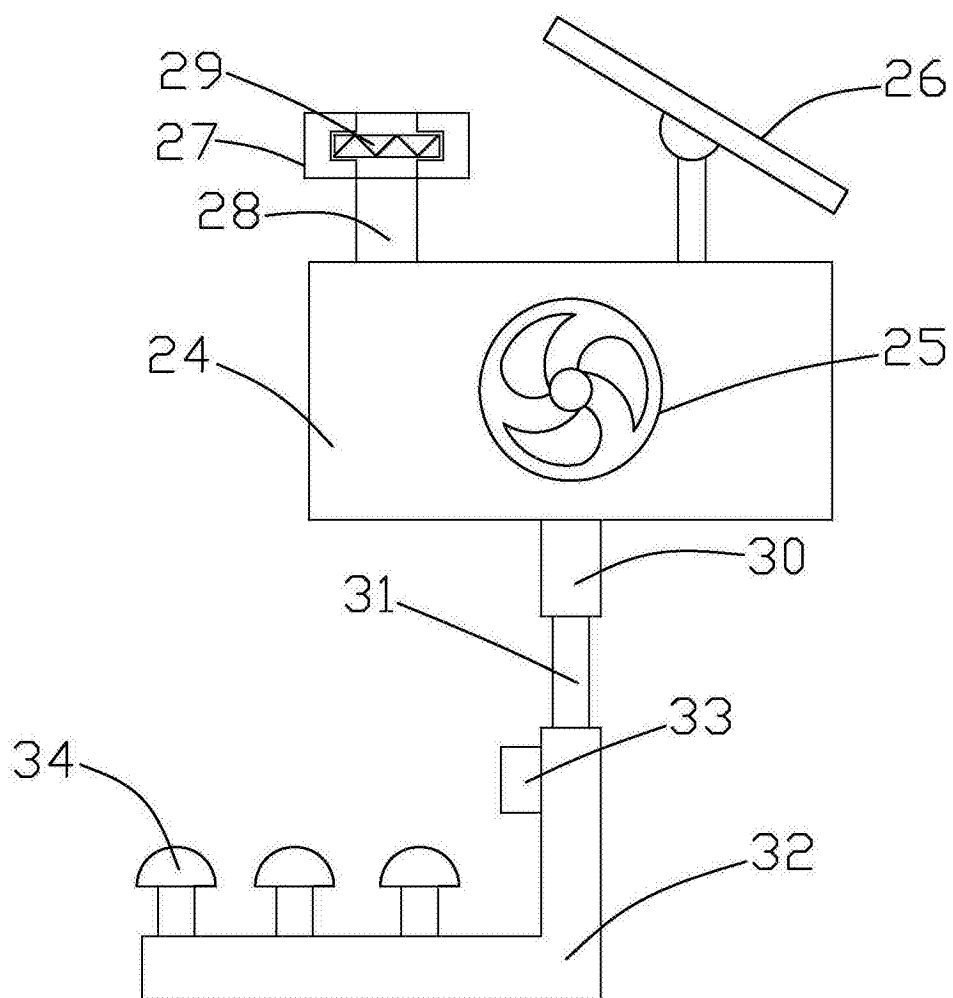


图3

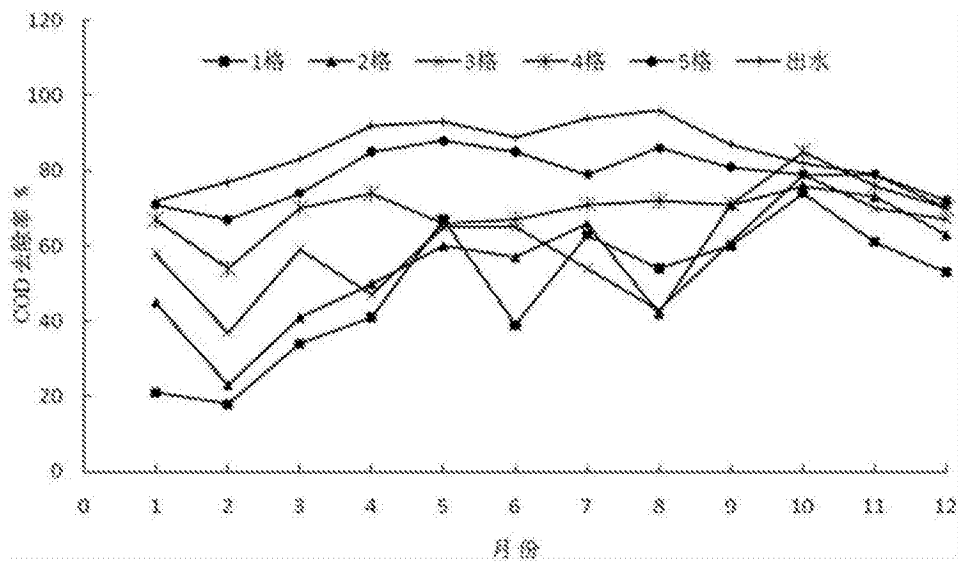


图4

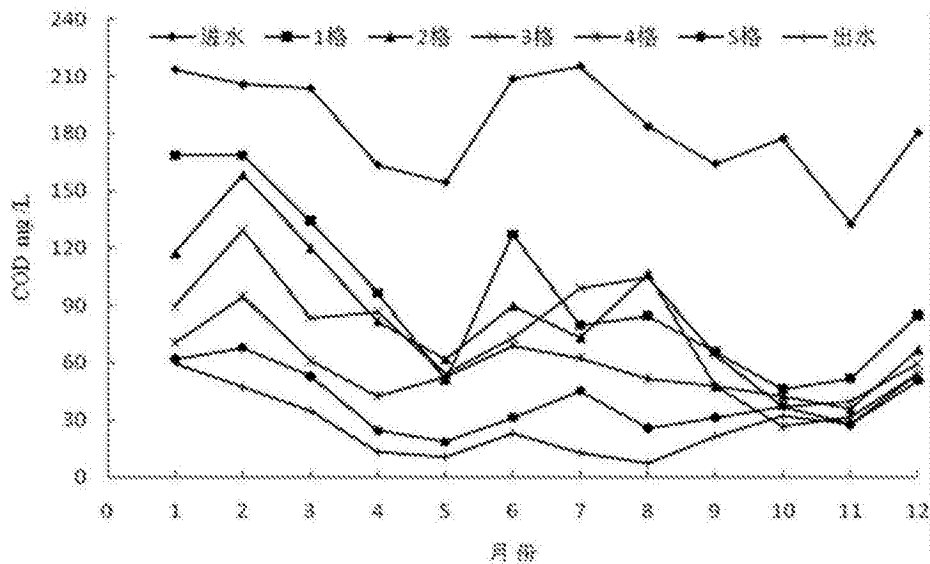


图5

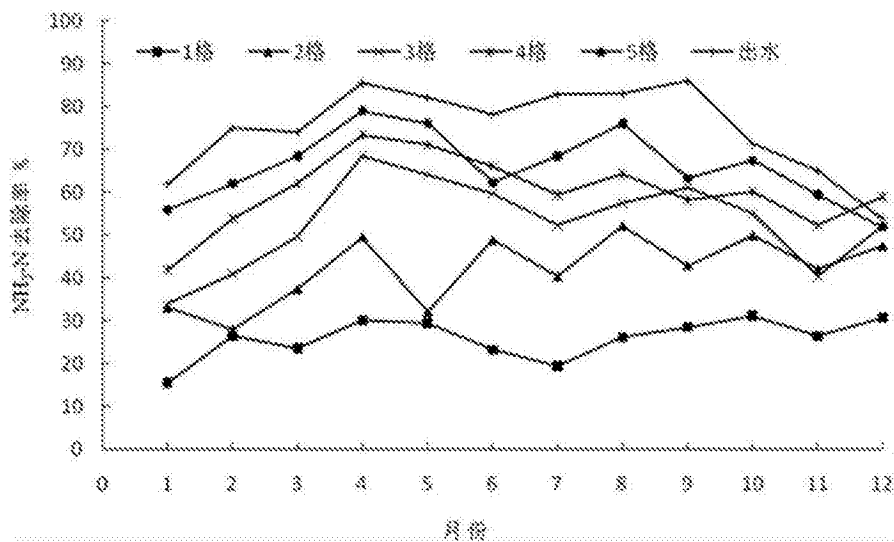


图6

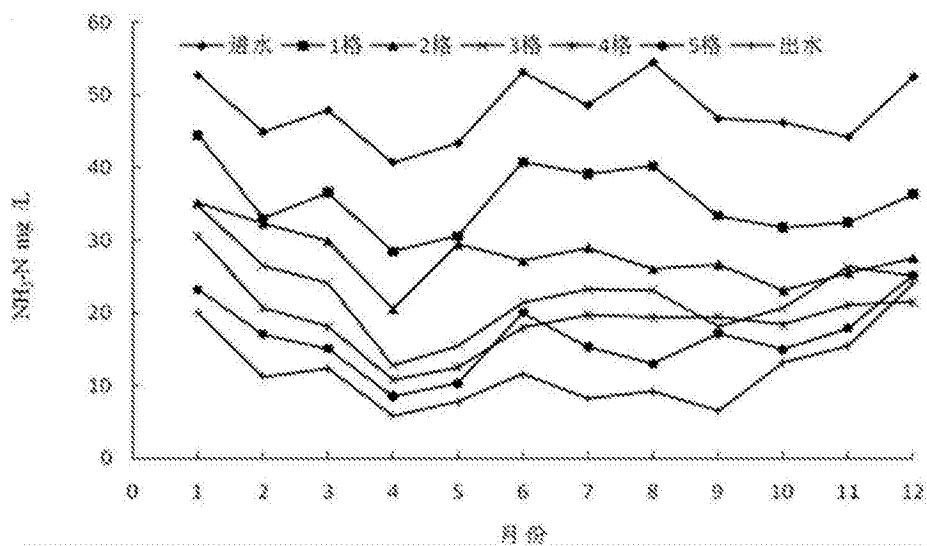


图7

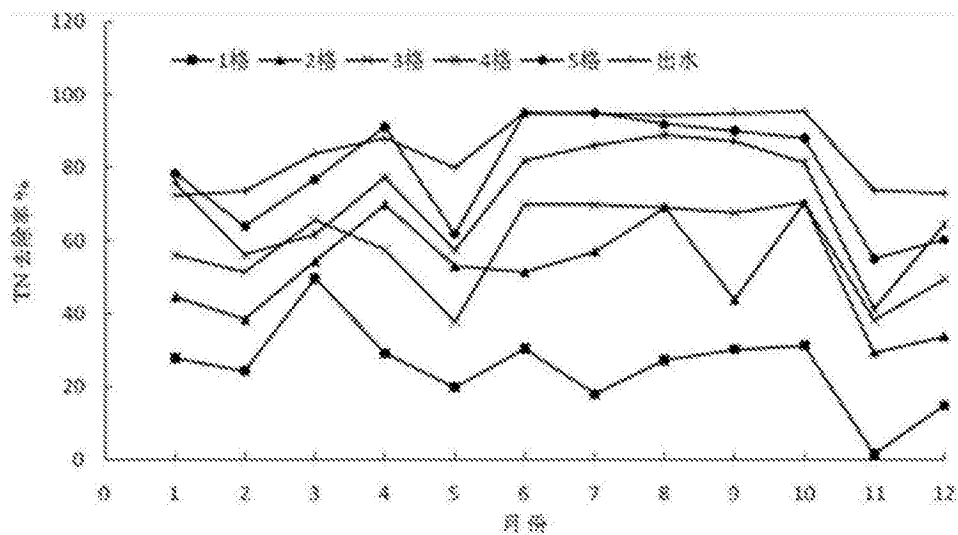


图8

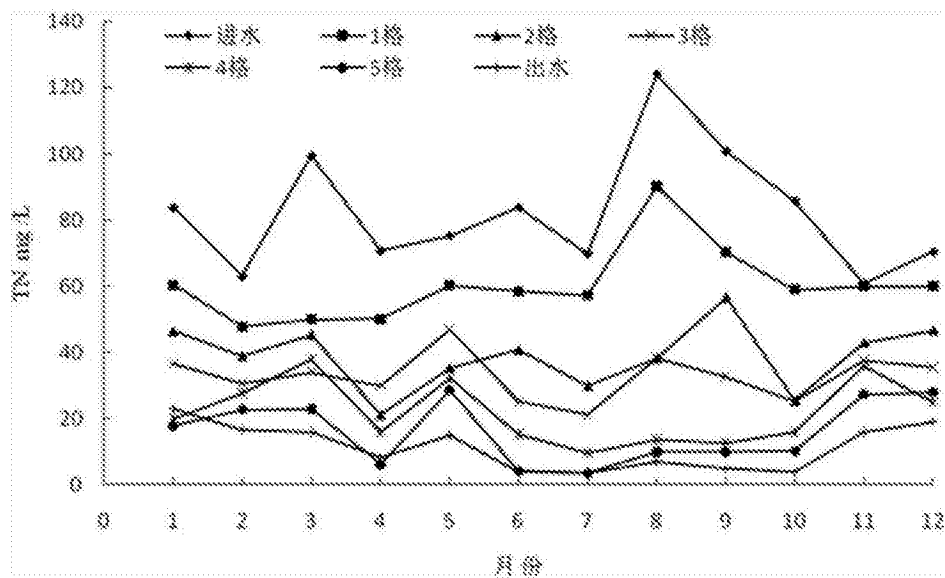


图9

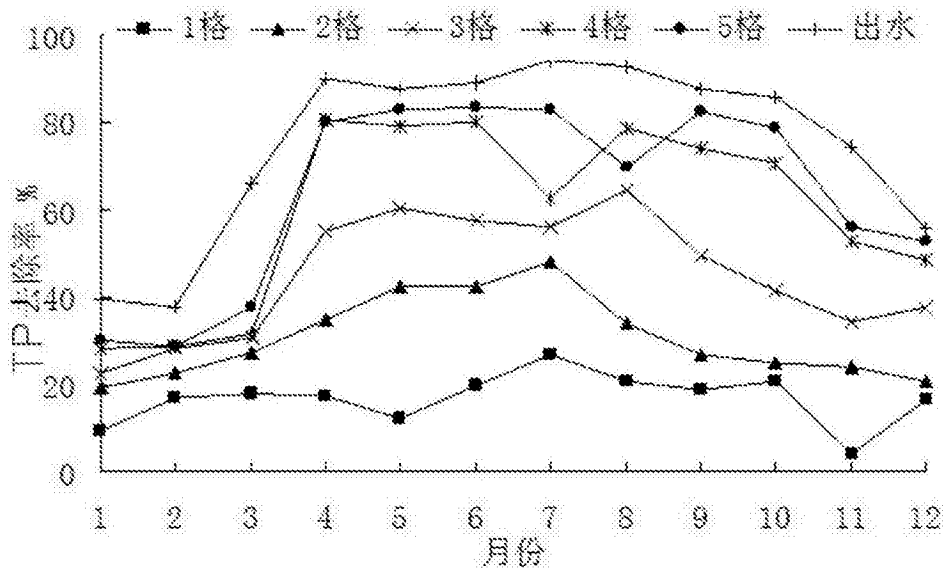


图10

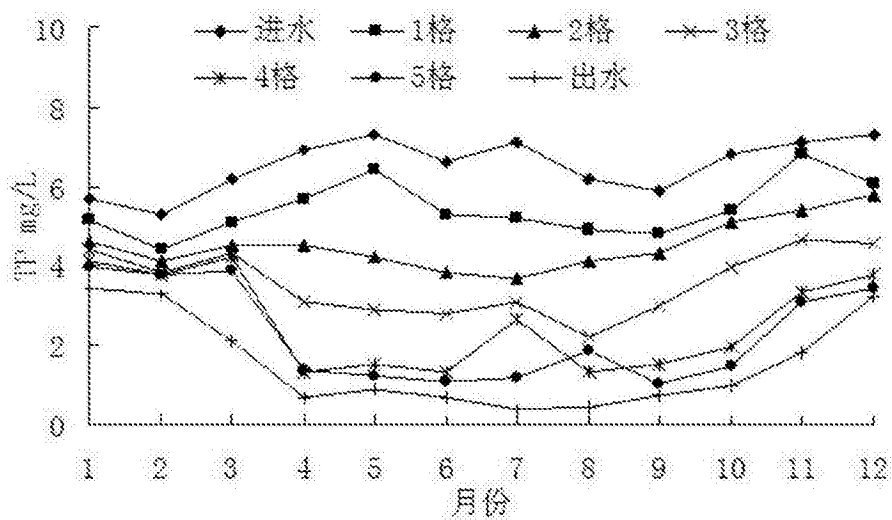


图11