



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110127959 B

(45)授权公告日 2020.06.19

(21)申请号 201910534680.8

审查员 臧静

(22)申请日 2019.06.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110127959 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(73)专利权人 北京市水科学技术研究院

地址 100048 北京市海淀区车公庄西路21号

(72)发明人 黄炳彬 胡晓静 李其军 常国梁 战楠

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 周淑歌

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

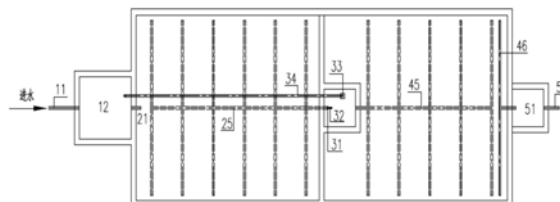
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种人工湿地水质净化方法

(57)摘要

本发明属于生活污水处理技术领域,具体涉及一种利用人工湿地的水质净化方法。该方法包括以下步骤:将待处理的污水送入下行流一级湿地进行处理,经一级湿地处理后水流继续进入上行流二级湿地处理,处理后的水体一部分由回流泵从二级湿地底部抽吸回流与所述进水调节池内待处理的污水混合,另一部分继续经上行流二级湿地进行处理外排。其中,所述下行流一级湿地进水为间歇进水,所述回流为间歇回流;所述下行流一级湿地保持连续出水本发明通过对间歇进水、间歇回流以及出水流量的调控,实现湿地内水位可控变动,形成周期性水位升降,进而可有效提高一级湿地和二级湿地的复氧效率,提升人工湿地的好氧降解能力,提高净化效率。



1. 一种人工湿地水质净化方法,其特征在于,包括以下步骤:

将待处理的污水送入下行流一级湿地进行处理,经一级湿地处理后水流继续进入上行流二级湿地处理,处理后的水体一部分由回流泵从二级湿地底部抽吸回流与所述待处理的污水混合,另一部分继续经上行流二级湿地进行处理;

其中,所述下行流一级湿地进水为间歇进水,所述回流为间歇回流;所述下行流一级湿地保持连续出水;

一级和二级湿地之间由不透水隔墙分隔,并在二级湿地侧设调节井,在一级湿地进水端设进水调节池;一级湿地出水进入调节井,调节井内设有水位调节管和出水控制阀,控制出水最高水位、最低水位和出水流量;

所述间歇进水和间歇回流的时间同步,所述间歇进水为每日3次,每次3h;所述间歇回流为每日3次,每次3h;

所述回流流量为进水流量的2倍;

所述下行流一级湿地与上行流二级湿地可实现1.0~1.5m的水位差。

2. 根据权利要求1所述的人工湿地水质净化方法,其特征在于,所述回流至下行流一级湿地的水体还包括经一级湿地处理后的水流。

3. 根据权利要求1所述的人工湿地水质净化方法,其特征在于,所述下行流一级湿地中填充填料的厚度为1.5~1.9m;

其中,底部填充粒径为10~20mm碎石,中部填充粒径为2~5mm碎石;上部填充粒径为5~10mm陶粒。

4. 根据权利要求1所述的人工湿地水质净化方法,其特征在于,所述上行流二级湿地中填充填料的厚度为1.0~1.4m;

其中,所述上行流二级湿地由下到上分为四层,底部填充粒径为10~20mm碎石,倒数第二层填充粒径为2~5mm碎石,倒数第三层填充粒径为0.2~2mm粗砂,上部填充粒径为5~10mm陶粒。

5. 根据权利要求1所述的人工湿地水质净化方法,其特征在于,所述待处理的污水预先经过沉淀和过滤处理。

一种人工湿地水质净化方法

技术领域

[0001] 本发明属于生活污水处理技术领域,具体涉及一种利用人工湿地的水质净化方法。

背景技术

[0002] 湿地是指陆地和水域的交汇处,水位接近或处于地表面,或有浅层积水,能维持大型水生植物的生长的生态系统。湿地包括自然湿地和人工湿地。自然湿地是在自然条件下形成的,因此在形成地点、形成面积、生物种类多样性等方面往往是一个不可控制的环境。人工湿地是根据自然湿地模拟的人工生态系统,其能够在人为的控制之下,使得湿地内部生态系统呈现多种多样的生物种类,目前在生活污废水处理领域应用较为广泛。

[0003] 人工湿地净化污废水的原理是:投放到人工湿地的污废水被水生植物根系吸收、微生物降解、基质吸附或矿化、物理截留,由于水生植物的根际和根面发生着丰富、多种多样的生物化学作用,能够将废水中的有机污染物降解、无机化,释放出二氧化碳,释放出的二氧化碳被植物吸收进行光合作用,在进行光合作用时,由水作供氢体,还原二氧化碳合成有机物,构成植物自身的细胞。光合作用放出的氧气不仅能供植物根系进行呼吸,而且还能供给好氧微生物进行有机物的分解。而有机物被好氧微生物分解、矿化成的无机物(如:氮和磷)为植物首要的营养元素,从而被植物根系吸收。因此,人工湿地实际是利用基质-微生物-植物的复合生态系统的物理、化学和生物的重重协调作用,共同使污废水高效净化。

[0004] 但随着人们对水生态环境质量要求的逐步提高,当前的人工湿地污水处理工艺还存在复氧能力弱、净化效率低等问题,严重阻碍了人工湿地污水处理工艺的推广应用。

发明内容

[0005] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的人工湿地污水处理工艺存在的复氧能力弱、净化效率低等缺陷,从而提供一种新型高效利用人工湿地进行水质净化的方法。

[0006] 本发明充分利用潜流湿地介质填料在水位升降变化的淹没、暴露过程中的复氧作用,并结合间歇回流设计,构建形成由两级潜流湿地单元和回流系统构成的强化复氧水质净化人工湿地,利用该湿地进行水质净化可有效提升湿地系统的复氧能力和水质净化效果。

[0007] 本发明提供了一种新型高效利用人工湿地进行水质净化的方法,采用由两级串联潜流湿地和回流系统构成,并通过间歇流运行,强化水位变动和回流,促进水质净化效率提升。

[0008] 具体地,为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0009] 一种人工湿地水质净化方法,包括以下步骤:

[0010] 将进水调节池内待处理的污水送入下行流一级湿地进行处理,经一级湿地处理后水流继续进入上行流二级湿地处理,处理后的水体一部分由回流泵从二级湿地底部抽吸回

流与所述待处理的污水混合,另一部分继续经上行流二级湿地进行处理;

[0011] 其中,所述下行流一级湿地进水为间歇进水,所述回流为间歇回流;所述下行流一级湿地保持连续出水。所述上行流二级湿地进水承接下行流一级湿地出水,上行流二级湿地出水受回流抽吸影响,为间歇出水。

[0012] 进一步地,所述间歇进水和间歇回流的时间同步。

[0013] 进一步地,所述间歇进水为每日3~5次,每次1~3h;

[0014] 所述间歇回流为每日3~5次,每次1~3h。

[0015] 进一步地,所述回流至下行流一级湿地的水体还包括经一级湿地处理后的水流。

[0016] 进一步地,所述回流流量为进水流量的1~3倍。有利于加速内部循环流动,并充分利用进水中的碳源促进硝酸盐氮的反硝化。

[0017] 进一步地,还包括通过水位调节管和出水流量调控湿地内水位。

[0018] 进一步地,所述下行流一级湿地与上行流二级湿地可实现1.0~1.5m的水位差。

[0019] 进一步地,所述下行流一级湿地中填充填料的厚度为1.5~1.9m;

[0020] 其中,底部填充粒径为10~20mm碎石,中部填充粒径为2~5mm碎石;上部填充粒径为5~10mm陶粒。

[0021] 进一步地,所述上行流二级湿地中填充填料的厚度为1.0~1.4m;

[0022] 其中,所述上行流二级湿地由下到上分为四层,底部填充粒径为10~20mm碎石,倒数第二层填充粒径为2~5mm碎石,倒数第三层填充粒径为0.2~2mm粗砂,上部填充粒径为5~10mm陶粒。

[0023] 进一步地,所述待处理的污水预先经过沉淀和过滤处理。

[0024] 本发明技术方案,具有如下优点:

[0025] 1. 本发明提供的人工湿地水质净化方法,包括以下步骤:将进水调节池内待处理的污水送入下行流一级湿地进行处理,经一级湿地处理后水流继续进入上行流二级湿地处理,处理后的水体一部分由回流泵从二级湿地底部抽吸回流与所述进水调节池内待处理的污水混合,另一部分继续经上行流二级湿地进行处理外排。其中,所述下行流一级湿地进水为间歇进水,所述回流为间歇回流;所述下行流一级湿地保持连续出水;所述上行流二级湿地进水承接下行流一级湿地出水,上行流二级湿地出水受回流抽吸影响,为间歇出水。本发明通过对间歇进水、间歇回流以及出水流量的调控,实现湿地内水位可控变动,形成周期性水位升降,进而可有效提高一级湿地和二级湿地的复氧效率,提升人工湿地的好氧降解能力,提高净化效率;该方法工艺设计中基于水位升降复氧,可在一级湿地和二级湿地中形成稳定的一级湿地上层好氧区—一级湿地下层和二级湿地下层兼氧区—二级湿地上层好氧区,可有效提高氮的硝化反硝化作用效果,以及BOD₅、COD的降解效率。

[0026] 2. 本发明提供的人工湿地水质净化方法,所述间歇进水和间歇回流的时间同步。优选的,所述间歇进水为每日3~5次,每次1~3h;所述间歇回流为每日3~5次,每次1~3h。其中,同步设置有利于使待处理污水与回流水充分混合,提升污水中的碳源利用和硝酸盐氮的反硝化作用效果,同时可加速水位变化,形成水位差。间歇进水和回流设置为每日3~5次,每次1~3h,具有减少前端预处理所需水量调蓄空间、增加污水在湿地内部循环净化次数、以及实现快进慢排延长污水与湿地填料接触时间等优点。

[0027] 3. 本发明提供的人工湿地水质净化方法,所述回流至下行流一级湿地的水体还包

括从上行流二级湿地底部抽出的水体。所述回流流量为进水流量的1~3倍。如此设置,有利于加速内部循环流动,加大湿地内水位变幅提升复氧能力,并充分利用进水中的碳源促进硝酸盐氮的反硝化。

[0028] 4. 本发明提供的人工湿地水质净化方法,通过对间歇进水、间歇回流以及出水流量的调控,可实现一级湿地与二级湿地1.0~1.5m的水位差,通过湿地内水位可控变动,有效提高一级湿地和二级湿地的复氧效率,提升人工湿地的好氧降解能力,湿地内溶解氧含量可由进水的0.2mg/L,提升到一级湿地上层的2.0mg/L,一级湿地底部溶解氧也能维持在0.2~0.4mg/L。在湿地系统内形成稳定的好氧—兼氧—好氧环境,可有效提高氮的硝化反硝化作用效果;湿地进水区溶解氧含量可达到2.0mg/L,水流中段溶解氧含量为0.15~0.25mg/L,湿地出水端溶解氧可恢复至2.0mg/L。

[0029] 5. 本发明提供的人工湿地水质净化方法,所述下行流一级湿地中填充填料的厚度为1.5~1.9m;其中,底部填充粒径为10~20mm碎石,中部填充粒径为2~5mm碎石;上部填充粒径为5~10mm陶粒。所述上行流二级湿地中填充填料的厚度为1.0~1.4m;其中,所述上行流二级湿地由下到上分为四层,底部填充粒径为10~20mm碎石,倒数第二层填充粒径为2~5mm碎石,倒数第三层填充粒径为0.2~2mm粗砂,上部填充粒径为5~10mm陶粒。通过对填料以及填料粒径的选择,保障湿地上表层(陶粒层)具有保温效果、底层较大粒径可避免布/系统堵塞、一级湿地的中间填料和二级湿地中倒数第二层填料起到截留净化作用、倒数第三层二级湿地填料采用粒径更细的粗砂则起到深度净化功能,各层之间配合作用,从而进一步提高污废水的净化效果。还可在出水端添加除磷填料,强化除磷效果,并可方便更换。

[0030] 6. 本发明提供的人工湿地水质净化方法,污水流动特征包含回流、上下升降、水平向往复进退、底层与上层水体交换等复杂流动,充分促进水流掺混,避免水流短路,同时有利于硝酸盐的回流,促进反硝化脱氮。其适宜表面水力负荷 $0.1\sim 0.2\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,出水污染物浓度为:TN 6mg/L~15mg/L、TP 0.2mg/L~0.5mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 0.5mg/L~2.5mg/L、 COD_{Cr} 18mg/L~40mg/L;对生活污水中主要污染物的去除效果为:TN平均去除率达69%,TP平均去除率达90%, $\text{NH}_3\text{-N}$ 平均去除率达96%, COD_{Cr} 平均去除率达84%。

[0031] 7. 本发明提供的人工湿地水质净化方法,无需复杂电气设备控制,工艺简单、运行管理方便、建设投资省、运行费低、水质净化效果良好,可因地制宜灵活布局,具有显著的经济、环境和生态效益。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0033] 图1为本发明实施例采用的人工湿地系统的平面图;

[0034] 图2为本发明实施例采用的人工湿地系统的纵剖图;

[0035] 附图标记说明:

[0036] 11为进水管,12为进水调节池;21为一级湿地进水管,22为一级湿地填料1(粒径5~10mm),23为一级湿地填料2(粒径2~5mm),24为一级湿地填料3(粒径10~20mm),25为一

级湿地集水花管;31为水位调节管,32为出水控制阀,33为回流泵,34为回流管道;41为二级湿地填料1(粒径5~10mm),42为二级湿地填料2(粒径0.2~2mm),43为二级湿地填料3(粒径2~5mm),44为二级湿地填料4(粒径10~20mm),45为二级湿地进水花管,46为二级湿地集水花管;51为退水井,52为退水管道。

具体实施方式

[0037] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0039] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0040] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0041] 实施例1

[0042] 本实施例提供一种人工湿地水质净化方法,采用如图1-2所示的人工湿地系统,其工艺流程为:

[0043] 待处理的污水经沉淀、拦污栅过滤后由进水管11和进水泵将污水提升至进水调节池12,与回流泵33从二级湿地底部抽回的水流混合,经管道自流进入一级湿地,由大块石形成的布水沟布水垂直下渗,经湿地介质填料渗滤净化,由布设于底部的一级湿地集水花管25收集,导流进入调节井,调节井内设水位调节管31和出水控制阀32,控制出水最高水位、最低水位和出水流量。

[0044] 一级湿地出水经调节井调控后进一步经布设于二级湿地底部的二级湿地进水花管45均匀布水,从底部垂直向上经湿地介质填料渗滤净化,最后由布设于填料上层的二级湿地集水花管46收集排放。

[0045] 具体实施步骤和注意事项为:

[0046] 1、根据污水水质、水量、用地条件,确定表面水力负荷,进水污染浓度高时选低水力负荷 $0.1\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,进水污染浓度低时可选高水力负荷 $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,本实施例中待处理的污水中各项污染物浓度为:TN 39mg/L、TP2.2mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 30mg/L、COD 130mg/L;水力负荷为 $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

[0047] 2、根据所选水力负荷和设计处理污水水量,确定湿地面积,本实施例中污水水量为 $30\text{m}^3/\text{d}$,湿地总面积为 150m^2 。

[0048] 3、明确湿地布局，一级湿地单元和二级湿地单元可独立布设或连体布设，各级湿地单元适宜的尺寸为不大于900平方米，本发明专利的湿地单元平面形态可结合地形条件适当变形，不严格要求正方形或矩形；当处理污水量较大时，需设置若干并联模块。在本实施例中，两个湿地单元的平面形态均为正方形，大小为75平方米，在本实施例中，一级潜流湿地介质填料厚1.7m，由下到上分为三层，底部为粒径10~20mm碎石层（一级湿地填料3, 24）厚300mm，中部为粒径2~5mm碎石层（一级湿地填料2, 23）厚1200mm，上部为5~10mm陶粒层（一级湿地填料1, 22）厚200mm，上表种植芦苇等挺水植物。二级潜流湿地介质填料厚1.2m，由下到上分为四层，底部为粒径10~20mm碎石层（二级湿地填料4, 44）厚300mm，倒数第二层为粒径2~5mm碎石层（二级湿地填料3, 43）300mm，中部为粒径0.2~2mm粗砂层（二级湿地填料2, 42）厚500mm，上部为5~10mm陶粒层（二级湿地填料1, 41）厚100mm，上表种植芦苇等挺水植物。

[0049] 一级和二级湿地之间由不透水隔墙分隔，并在二级湿地侧设调节井。在一级潜流湿地进水端设进水调节池12。

[0050] 回流系统由一级湿地进水管21、底层一级湿地集水花管25、一级湿地水位调节管31和出水控制阀32、二级湿地进水花管45、二级湿地集水花管46，以及设置于调节井内的回流泵33及由调节井至进水调节池的回流管道34构成。

[0051] 湿地运行采用周期性间歇进水运行方式，进水期间，短时段同步进水和回流，使一级湿地水位快速上升、同时二级湿地因回流抽水水位同步快速下降，形成水位差，之后由调节井内的水位调节管31和出水控制阀32控制一级湿地内的水流缓慢释放，达到水位差为零后，再开始下一周期进水。

[0052] 具体地，回流泵设时间控制器，间歇回流，每日3次，每次1~3小时，在本实施例中每次3h，回流流量为湿地总进水的2倍。

[0053] 湿地进水也由时间控制器控制，与回流时间同步，每日3次，每次1~3小时，在本实施例中每次3h。

[0054] 一级湿地出水设水位调节管31和出水控制阀32，实现连续出流，可有效提高一级湿地内污水的停留时间。

[0055] 4、湿地高程需确保进出水顺畅，尽量节约动力能耗。

[0056] 5、在本实施例中湿地前端需设置沉淀池、进水调节池、提升泵和控制柜，沉淀池蓄水容积的调蓄时间不小于12小时。

[0057] 6、湿地进水调节池12调节掺混进水和回流水，蓄水容积的调蓄时间不小于30分钟。

[0058] 7、人工湿地一级和二级湿地单元四周为混凝土挡墙或砖墙，可利用土地空间较大时也可以土堤/坡为边挡，透水底部及四周设土工膜防渗处理。

[0059] 8、土工膜底部应平整压实，无尖锐突出物，土壤以细粒土为佳，粗颗粒砂卵石基础应铺设一层100mm厚壤土压实层。

[0060] 9、调节井内的水位调节管31由活动直套管和短管节连接，无需胶粘，可更换短管节控制溢流高度；出水控制阀32采用100mm内径塑料蝶阀，固定安装。水位调节管应与管壁固定，避免晃动。

[0061] 10、回流泵33安装于水位调节井内，需固定，墙壁预留水、电管孔。

[0062] 11、一级湿地集水花管25、二级湿地进水花管45安装应避免受挤压损坏,管底齐平,孔眼采用3-5mm宽、50mm长垂直轴向的条型槽,双排交错布设。根据水力学孔口流出公式计算花管过流能力,水头损失控制在1cm以内,通过计算过流面积确定开孔间距。花管两端头应由管堵封闭。

[0063] 12、人工湿地填料规格中,粒径超逊径量不超过10%,含泥量不大于3%。

[0064] 13、人工湿地填料粒料安装应按附图2中的分层结构严格施工,确保各层水平,厚度误差不大于2cm。填料安装不得采用重型机械。管道部位应加强保护。

[0065] 14、湿地填料表层应水平,栽植水生植物前应先试水,确保结构不渗漏、水流通畅,以保障种植的安全。

[0066] 15、湿地水流控制由进水提升泵和湿地回流泵33根据时间控制器设定控制进水时间。进水提升泵和湿地回流泵各自独立控制。由回流泵经回流管道34将二级湿地底部水体抽回到进水调节池内,与进水提升泵来水混合。水历经混合后,进入一级湿地单元。

[0067] 具体地,污水经沉淀、拦污栅过滤后由进水泵将污水提升至进水调节池12,与回流泵33从二级湿地底部抽回的水流混合,经管道自流进入一级湿地,由大块石形成的布水沟布水垂直下渗,经一级湿地中填充的填料渗滤净化,由布设于底部的一级湿地集水花管25收集,导流进入调节井,调节井内设水位调节管31和出水控制阀32,控制出水最高水位、最低水位和出水流量。

[0068] 一级湿地出水经调节井调控后进一步经布设于二级湿地底部的二级湿地进水花管45均匀布水,从底部垂直向上经湿地介质填料渗滤净化,最后由布设于填料上层的二级湿地集水花管46收集排放。

[0069] 湿地回流泵33安置于调节井内,由回流管道13将二级湿地底部水体抽回到进水调节池12内,与进水管11来水混合。

[0070] 进水管11的进水通过进水泵控制,进水泵和回流泵由时间控制器控制起闭时间。回流泵设时间控制器,间歇回流,每日3次,每次3小时,回流流量为湿地总进水的2倍。湿地进水也由时间控制器控制,与回流时间同步,每日3次,每次3小时。

[0071] 该湿地系统无需复杂电气设备控制,工艺简单、运行管理方便、建设投资省、运行费低、水质净化效果良好,可因地制宜灵活布局,具有显著的经济、环境和生态效益,尤其适用于农村生活污水的处理。

[0072] 实验例

[0073] 将上述具体的湿地系统用于农村生活污水处理,具体操作参数:日处理流量30m³、湿地有效面积150m²,间歇运行周期为每日3次每次8小时,每次进水及同步回流时间为3小时。处理效果见下表:单位(mg/L),

[0074]	COD	NH ₃ -N	TN	TP
进水	130	30	39	2.2
出水	20	1.1	12	0.22

[0075] 对比例

[0076] 将实验例的具体湿地系统应用于农村生活污水处理,与实验例的差别在于连续进水,不回流。具体处理效果见下表:单位(mg/L),

[0077]	COD	NH ₃ -N	TN	TP

进水	130	30	39	2.2
出水	40	8	20	0.8

[0078] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

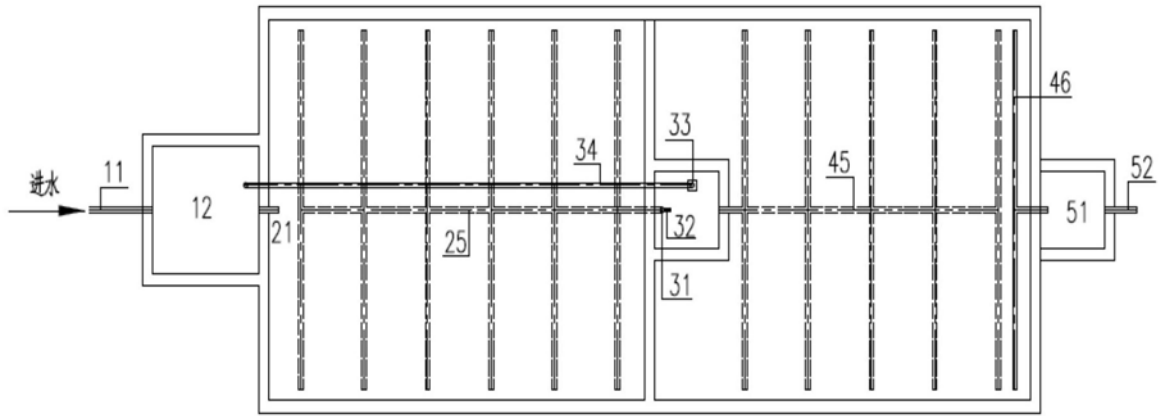


图1

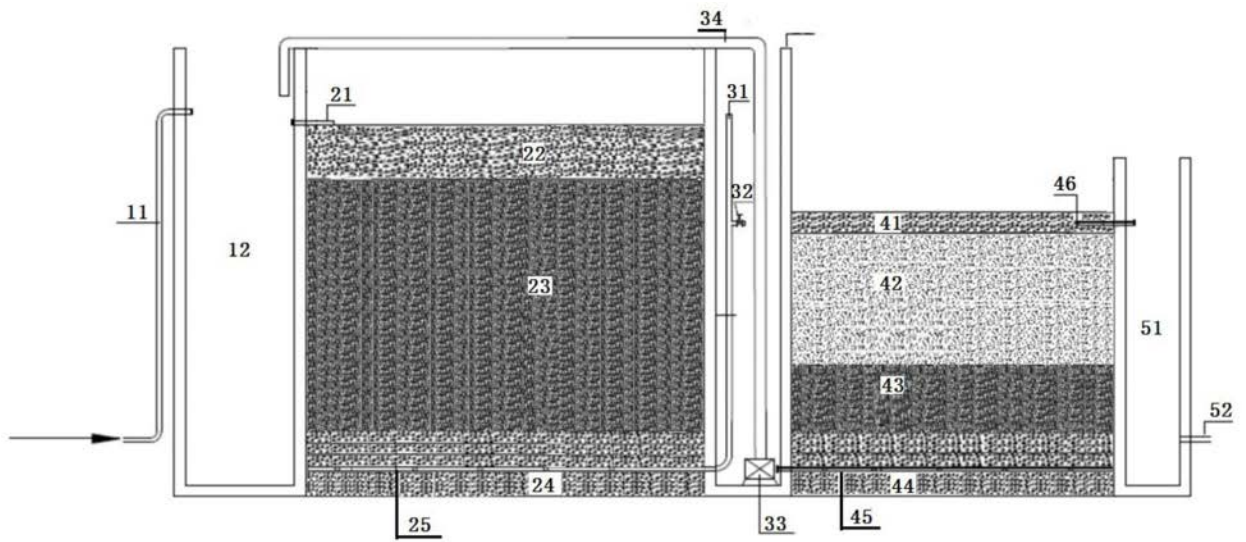


图2