



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103936233 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201410183438. 8

(22) 申请日 2014. 05. 04

(73) 专利权人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

(72) 发明人 柴宏祥 何强 艾南平 廖宇

方俊华 康威

(74) 专利代理机构 重庆大学专利中心 50201

代理人 唐开平

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

C02F 3/32(2006. 01)

审查员 温媚

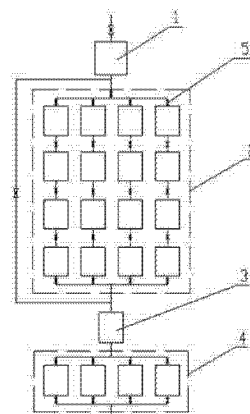
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统,它包括调节池、第一好氧人工湿地、缺氧池和第二好氧人工湿地,调节池的出水口经过管道和控制阀门连接第一好氧人工湿地顶部的进水口,第一好氧人工湿地为并列的四组序批式好氧人工湿地,在调节池与第一好氧人工湿地之间的管道上又设有分支管道和控制阀门,分支管道的出水口与第一好氧人工湿地的出水口结合,连接缺氧池底部的进水口,缺氧池上部侧壁的出水口经控制阀门连接第二好氧人工湿地的顶部的进水口,第二好氧人工湿地为并列的单级序批式好氧人工湿地,第二好氧人工湿地底部的出水管排出合格的处理水。本发明的优点是:能够减少 N₂O 的产生,同时提高 TN 去除率,且能降低能耗。



1. 序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统,其特征是:包括调节池(1)、第一好氧人工湿地(2)、缺氧池(3)和第二好氧人工湿地(4),调节池(1)的出水口经过管道和控制阀门连接第一好氧人工湿地(2)顶部的进水口,第一好氧人工湿地(2)为并列的序批式好氧人工湿地,在调节池(1)与第一好氧人工湿地(2)之间的管道上又设有分支管道和控制阀门,分支管道的出口与第一好氧人工湿地(2)的出水口结合,接入缺氧池(3)底部的进水口,缺氧池(3)为上向流生物滤池,缺氧池(3)上部侧壁的出水口经控制阀门连接第二好氧人工湿地(4)的顶部的进水口,第二好氧人工湿地(4)为并列的序批式好氧人工湿地,第二好氧人工湿地(4)底部的出水管排出合格的处理水。

2. 根据权利要求1所述的序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统,其特征是:所述的第一好氧人工湿地(2)有四组并列的序批式好氧人工湿地,每组好氧人工湿地具有四级阶梯式跌水的好氧人工湿地,上一级好氧人工湿地底部的出水口经过管道和控制阀门,连接下一级好氧人工湿地顶部的进水口,四组并列的最后一级好氧人工湿地底部的出水口合并一起。

3. 根据权利要求1所述的序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统,其特征是:所述的第二好氧人工湿地(4)有四个并列的单级序批式好氧人工湿地。

4. 根据权利要求1、2或3所述的序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统,其特征是:所述好氧人工湿地从下向上依次为粒径40-60mm的砾石(11),覆土层(12)和水生植物(13)。

5. 根据权利要求1、2或3所述的序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统,其特征是:缺氧池(3)的底部为砾石承托层(17),承托层(17)中埋有进水的配水管(19),池底面设有排泥管(18),承托层(17)之上为玻璃布蜂窝滤料(16),池体上部侧壁装有出水管(15),顶部加设有盖子(14)。

序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理、环境保护技术领域,具体涉及一种减排温室气体 N_2O 的强化生物脱氮的组合式人工湿地中水处理系统。

背景技术

[0002] 20 世纪 70 年代以来,世界范围内的水体富营养化问题日渐突现,这使得废水脱氮除磷问题成为水污染控制中广泛关注的热点。针对污水脱氮问题,研究者开展了生物脱氮的微生物学机理研究,产生了很多切实有效的工艺,其中包括传统的硝化反硝化工艺、短程硝化反硝化工艺以及厌氧氨氧化工艺等。随着研究的不断深入,研究者们发现在传统的污水生物脱氮处理工艺中不但会产生氮气,而且会产生气态氮氧化物一氧化二氮 (N_2O)。 N_2O 是一种强力的温室气体,大气中 N_2O 体积分数每增加一倍,将会使全球地表气温平均上升 $0.3^{\circ}C$,且 N_2O 的全球增温潜势,分别为 CO_2 的 320 倍、 CH_4 的 4-21 倍,对全球温室效应的贡献约占 5%-6%。所以,开发一种适用的能控制 N_2O 气体减排同时具有很好脱氮效果的污水处理技术对减少污水处理中温室气体的产生及缓解全球温室效应具有重大意义。

[0003] 人工湿地是由人工建造和控制运行的与沼泽地类似的地面,将污水、污泥有控制地投配到经人工建造的湿地上,污水与污泥在沿一定方向流动的过程中,利用土壤、人工介质、植物及微生物的物理、化学和生物三重协同作用,对污水和污泥进行处理的一种技术。人工湿地中水处理以其有机负荷高、投资少、不会产生污泥膨胀、氧传输效率高等优点受到人们的青睐,近年来以人工湿地为核心的中水处理工艺得到了广泛应用。

[0004] 污水脱氮处理中 N_2O 主要产生于微生物的硝化和反硝化阶段,硝化阶段溶解氧含量低,会促进氧饱和常数较低的氨氧化菌(AOB)的快速增长,从而使亚硝酸盐(NO_2^-)大量积累,使得 AOB 利用 NO_2^- 为电子受体产生 N_2O 。反硝化阶段溶解氧含量过高,反硝化菌优先利用 O_2 为电子受体进行呼吸,导致反硝化不彻底,反硝化最终产物为 N_2O ,而且 O_2 含量过高会抑制 N_2O 还原酶的活性,致使 N_2O 还原为 N_2 的过程受阻;由于反硝化过程中 N_2O 还原酶对有机电子供体的亲和力较其他反硝化还原酶低, COD/N 过低或碳源不足时, N_2O 还原酶无法竞争获得足够的电子供体而使得 N_2O 释放通量增加。

[0005] 中国专利文献 CN103214100A 于 2013 年 7 月 24 日公开了一种序批式运行的人工湿地中水处理系统,该技术只是单一控制硝化阶段的好氧条件,虽然可以有效地控制硝化阶段温室气体的产生,但是该工艺并没有设置缺氧段,所以对 TN 的去除率不高,并且该技术并没有提供控制缺氧段温室气体减排的方法。中国专利文献 CN102633366A 于 2012 年 8 月 15 日公开了一种“能控制甲烷排放的山地城市人工湿地污水处理系统”,该技术利用跌水曝气进行富氧控制甲烷排放,但是该工艺只是单一的控制甲烷的产生,并没有涉及到温室气体 N_2O 的减排,并没有设置缺氧段强化反硝化,对总氮(TN)的去除效果并不高。中国专利文献 CN102642990A 于 2012 年 8 月 22 日公开了人工湿地污水处理氧化亚氮排放控制系统,该技术整个过程为连续运行,通过人为调节 pH 和表面富氧来控制 N_2O 的产生,但是该技术第二段反硝化阶段没有进入原污水,碳源不足, TN 去除率不高,而且表面水平流富氧效

果并不明显, N_2O 减排量有限。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的问题, 本发明所要解决的技术问题就是提供一种序批式人工湿地污水处理脱氮过程氧化亚氮减排控制系统, 它在出水水质满足《城市污水再生利用—城市杂用水水质》(GB/T18920—2002) 标准的前提下, 能够减少 N_2O 的产生, 同时提高 TN 去除率, 且能降低能耗。

[0007] 为了解决的上述技术问题, 本发明包括调节池、第一好氧人工湿地、缺氧池和第二好氧人工湿地, 调节池的出水口经过管道和控制阀门连接第一好氧人工湿地顶部的进水口, 第一好氧人工湿地为并列的序批式好氧人工湿地, 在调节池与第一好氧人工湿地之间的管道上又设有分支管道和控制阀门, 分支管道的出水口与第一好氧人工湿地的出水口结合, 连接缺氧池底部的进水口, 缺氧池为上向流生物滤池, 缺氧池上部侧壁的出水口经控制阀门连接第二好氧人工湿地的顶部的进水口, 第二好氧人工湿地为并列的序批式好氧人工湿地, 第二好氧人工湿地底部的出水管排出合格的处理水。

[0008] 调节池存储污水有两支分流, 一支分流进入第一好氧人工湿地, 另一支分流向缺氧池; 第一好氧人工湿地由四组并排的人工湿地组成, 总体上连续进水连续出水, 每组好氧人工湿地由四级好氧人工湿地通过阶梯式跌水构成, 每级人工湿地采用序批式运行; 最后一级好氧人工湿地的出水与调节池的一部分原污水混合后, 从时间上连续进入缺氧池; 缺氧池为连续流运行, 缺氧池为上向流生物滤池, 混合液从底部进入, 从缺氧池顶部旁侧流出; 污水从缺氧池的出水管跌水进入第二好氧人工湿地, 处理后的合格水由出水管排出; 第二好氧人工湿地为并排的四组人工湿地组成整体上是连续进水、连续出水, 每组由一级人工湿地组成, 单级人工湿地为序批式运行。

[0009] 由于第一好氧人工湿地的进水采用跌水的方式, 跌水过程中增大了污水与空气接触面积, 污水携带空气进入好氧人工湿地, 且进水管与基质有一定距离, 可以起到水力曝气的作用; 好氧人工湿地采用序批式运行, 反应时间短, 当溶解氧(DO)含量降到 0.5mg/L 发生缺氧前, 开始排水, 进入下一级人工湿地, 排水过程中池内基质与大气全方位接触, 为下一次进水提供高的 DO。同时, 好氧人工湿地种植根系发达的水生植物, 可以向人工湿地输送 DO。缺氧池采用上向流生物滤池, 好氧人工湿地的出水与一部分原污水混合后从底部进入缺氧池, 缺氧池始终保持连续流状态, 不曝气, 用盖子罩住, 且缺氧池不种植水生植物, 富氧效果差, 保持为缺氧状态。调节池的原污水一部分与硝化液混合后进入缺氧池, 可以为缺氧池中的反硝化提供碳源, 既有利于提高脱氮效率, 也可以调节原污水与硝化液的比例控制 C/N 比在 5-10 之内, 从而减排 N_2O 的产生。

[0010] 所以本发明的技术效果是: 好氧人工湿地中保持高的溶解氧含量, 使得亚硝酸盐完全氧化为硝酸盐, 保证硝化过程彻底的进行, 减少 N_2O 的产生; 缺氧池保持为缺氧状态, 且碳源充足, 使得反硝化过程彻底进行, 反硝化最终产物为 N_2 , 从而减排 N_2O , 同时, 充足的碳源促进了反硝化效率, 提高 TN 去除率; 全过程为重力流, 降低了能耗。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明平面示意图;

[0012] 图 2 为本发明的立面图；

[0013] 图 3 为缺氧池的剖面图。

[0014] 图中：1. 调节池，2. 第一好氧人工湿地，3. 缺氧池，4. 第二好氧人工湿地，5. 控制阀门，11. 砾石，12. 覆土层，13. 水生植物，14. 盖子，15. 出水管，16. 玻璃布蜂窝滤料，17. 承托层，18. 排泥管，19. 配水管。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0016] 本发明的构思是：由序批式好氧人工湿地和连续流缺氧生物滤池组合而成，用于中水处理系统。

[0017] 如图 1 和图 2 所示，本发明包括调节池 1、第一好氧人工湿地 2、缺氧池 3 和第二好氧人工湿地 4，调节池 1 的出水口经过管道和控制阀门连接第一好氧人工湿地 2 顶部的进水口，第一好氧人工湿地 2 为并列的序批式好氧人工湿地，在调节池 1 与第一好氧人工湿地 2 之间的管道上又设有分支管道和控制阀门，分支管道的出口与第一好氧人工湿地 2 的出水口结合，接入缺氧池 3 底部的进水口，缺氧池 3 为上向流生物滤池，缺氧池 3 上部侧壁的出水口经控制阀门连接第二好氧人工湿地 4 的顶部的进水口，第二好氧人工湿地 4 为并列的序批式好氧人工湿地，第二好氧人工湿地 4 底部的出水管排出合格的处理水。

[0018] 所述的第一好氧人工湿地 2 有四组并列的序批式好氧人工湿地，每组好氧人工湿地具有四级阶梯式跌水的好氧人工湿地，上一级好氧人工湿地底部的出水口经过管道和控制阀门，连接下一级好氧人工湿地顶部的进水口，四组并列的最后一级好氧人工湿地底部的出水口合并一起。

[0019] 所述的第二好氧人工湿地 4 有四个并列的单级序批式好氧人工湿地。

[0020] 所述好氧人工湿地从下向上依次为粒径 40-60mm 的砾石 11，覆土层 12 和水生植物 13。水生植物 13 根系发达、输氧能力强，种植密度 15 株 /m²。

[0021] 如图 3 所示，缺氧池 3 的底部为砾石承托层 17，承托层 17 中埋有进水的配水管 19，池底面设有排泥管 18，承托层 17 之上为玻璃布蜂窝滤料 16，池体上部侧壁装有出水管 15，顶部加设有盖子 14。缺氧池 3 为上向流运行方式，污水从池底进入，通过承托层 17 中的配水管 19 均匀进水，向上流动通过玻璃布蜂窝滤料 16，处理水从池体上部的出水管 15，老化污泥定期从池底的排泥管 18 排出。

[0022] 第一好氧人工湿地 2 以四组好氧人工湿地为例，其具体进出水方式为：

[0023] 0—1h：第一组第一级人工湿地进水；

[0024] 1—2h：第二组第一级人工湿地进水；第一组第一级人工湿地反应；

[0025] 2—3h：第三组第一级人工湿地进水；第二组第一级人工湿地反应；第一组第一级人工湿地反应；

[0026] 3—4h：第四组第一级人工湿地进水；第三组第一级人工湿地反应；第二组第一级人工湿地反应；第一组第一级人工湿地反应排水，同时第一组第二级人工湿地进水；

[0027] 各级循环方式同第一组第一级人工湿地，相当于每级运行 4h，每组运行 13h 后，开始排水：

[0028] 12—13h，第一组第四级人工湿地排水进入缺氧池；

[0029] 13—14h, 第二组第四级人工湿地排水进入缺氧池 ;

[0030] 14—15h, 第三组第四级人工湿地排水进入缺氧池 ;

[0031] 15—16h, 第四组第四级人工湿地排水进入缺氧池 ;

[0032] 缺氧池为连续流运行方式, 各级人工湿地为序批式运行方式, 对整个反应系统而言为连续流运行。

[0033] 第四级好氧人工湿地出水硝化液与调节池 1 分流的原污水比为 100% ~ 300%。硝化液与原污水在缺氧池前充分混合后, 进入缺氧池。

[0034] 上述第一好氧人工湿地 2、第二好氧人工湿地 4 内均种植根系发达的水生植物, 用于向人工湿地内部输送氧气 ; 缺氧池 3 不种植植物, 同时加设盖子盖住。

[0035] 本发明的第一好氧人工湿地 2 工作过程是 :

[0036] 进水 : 调节池进水控制阀门 5 开启, 污水分别进入第一级好氧人工湿地, 经过反应后依次跌水进入下级人工湿地 ; 第一组第一级人工湿地进水 1h 后, 污水进入第二组第一级好氧人工湿地 ; 第二组第一级人工湿地进水 1h 后, 第三组第一级人工湿地开始进水 ; 第三组第一级人工湿地进水 1h 后, 第四组第一级人工湿地开始进水。每一组第四级人工湿地的排水在时间上间隔 1h, 连续进入缺氧池 3, 这样就保证缺氧池为连续流, 缺氧池的出水依次排入后面第二好氧人工湿地 4 的每个单级的好氧人工湿地。

[0037] 反应 : 污水由进水管进入下一级好氧人工湿地的过程中携带大量氧气, 同时, 在排水过程中池内介质与大气全方位接触, 保证湿地内部始终保持很高的 DO, 使硝化反应充分的进行, N_2O 通量减少, 污水在微生物的反应、填料和植物的吸附作用下, 得到净化。每组好氧人工湿地的出水通过时间间隔依次进入缺氧池, 缺氧池保持为连续流, 不曝气, 不种植植物, 上方用盖子盖住, 保证缺氧池的缺氧状态, 使反硝化的中间产物 N_2O 转化为最终产物为 N_2 ; 好氧硝化液和调节池的原污水混合后进入缺氧池, 原污水提供碳源作为电子供体, 硝化液为电子受体, 进行充分的反硝化, 提高 TN 的去除效率。

[0038] 排水 : 缺氧池前面的每组每一级人工湿地在反应 2h 后, 利用地形高差跌水进入下一级人工湿地。每组第四级人工湿地的出水从时间上连续进入缺氧池。缺氧池的出水跌水进入下一级好氧人工湿地。排水过程基质与大气全方位接触, 富氧效果好。

[0039] 与现有技术比较, 本发明具有以下优点如下 :

[0040] 1、好氧人工湿地采用序批式运行方式, 湿地干湿交替过程, 排水过程基质与大气全方位接触, 可以保障人工湿地内 DO 含量很高, 硝化过程完全氧化, 温室气体 N_2O 释放量少 ;

[0041] 2、好氧人工湿地采用跌水进水的方式, 跌水过程增加污水与空气的接触面积, 同时起到水力曝气的作用, 可以提高好氧人工湿地 DO 含量, 促使硝化反应彻底, N_2O 释放量低 ;

[0042] 3、缺氧池前面的第一好氧人工湿地 2 的四组好氧人工湿地采用并列运行, 四组好氧人工湿地进水时间间隔 1h, 出水时间也间隔 1h, 所以四组好氧人工湿地的出水从时间上连续进入缺氧池, 保证缺氧池为连续流, 防止大气富氧, 保持缺氧池为缺氧状态, 使得反硝化过程释放的 N_2O 通量降低 ;

[0043] 4、调节池的一部分源污水与好氧人工湿地的硝化液充分混合后进入缺氧池, 原污水提供的碳源作为电子供体, 使反硝化过程反应彻底, 提高 TN 去除率 ;

- [0044] 5、该装置的运行过程为重力流,无需污水提升设备,可以降低能耗。
- [0045] 第二好氧人工湿地的并排的单级人工湿地主要是处理缺氧池出水,因为缺氧池出水不能直接排出。
- [0046] 该实施例的主要技术参数为:
- [0047] 水力负荷: $0.6 \sim 1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$
- [0048] 水力停留时间:好氧人工湿地的 HRT 为 2h,缺氧池的 HRT 为 1h
- [0049] 进水时间、排水时间:序批式人工湿地进水时间为 1h,排水时间为 1h
- [0050] 溶解氧:缺氧池为 $0.5 \sim 1.0 \text{ mg/L}$,好氧人工湿地为 $2 \sim 3 \text{ mg/L}$ 。
- [0051] 构造参数:
- [0052] 人工湿地长宽比大于 1:1
- [0053] 覆土层高度为 0.1m
- [0054] 出水管管径为 30mm
- [0055] 好氧人工湿地进水管距离覆土层为 0.2m
- [0056] 缺氧池高度为 3 ~ 4 m,玻璃布蜂窝滤料层高为 2.5 ~ 3 m。
- [0057] 所述人工湿地出水水质满足《城市污水再生利用 - 城市杂用水水质》(GB/T18920—2002) 的标准。
- [0058] 该实施例在最佳水力负荷时,相对于常规脱氮除磷工艺,本发明的 N_2O 减排量提高 5% ~ 10%,与现有的单一序批式好氧人工湿地相比,其 TN 去除效果更佳。

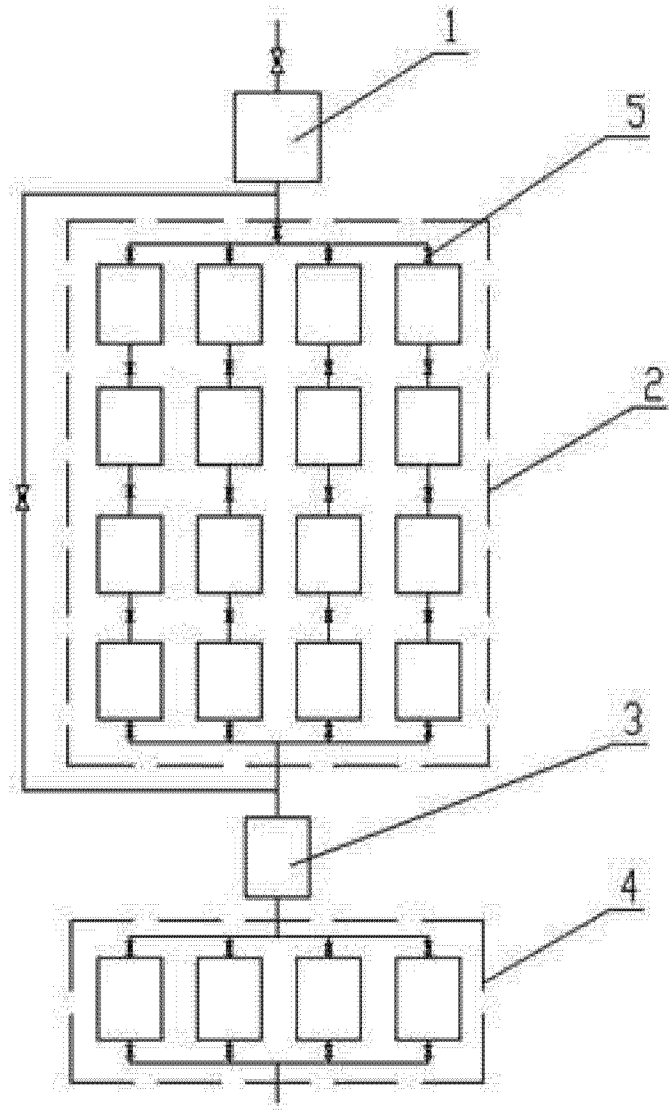


图 1

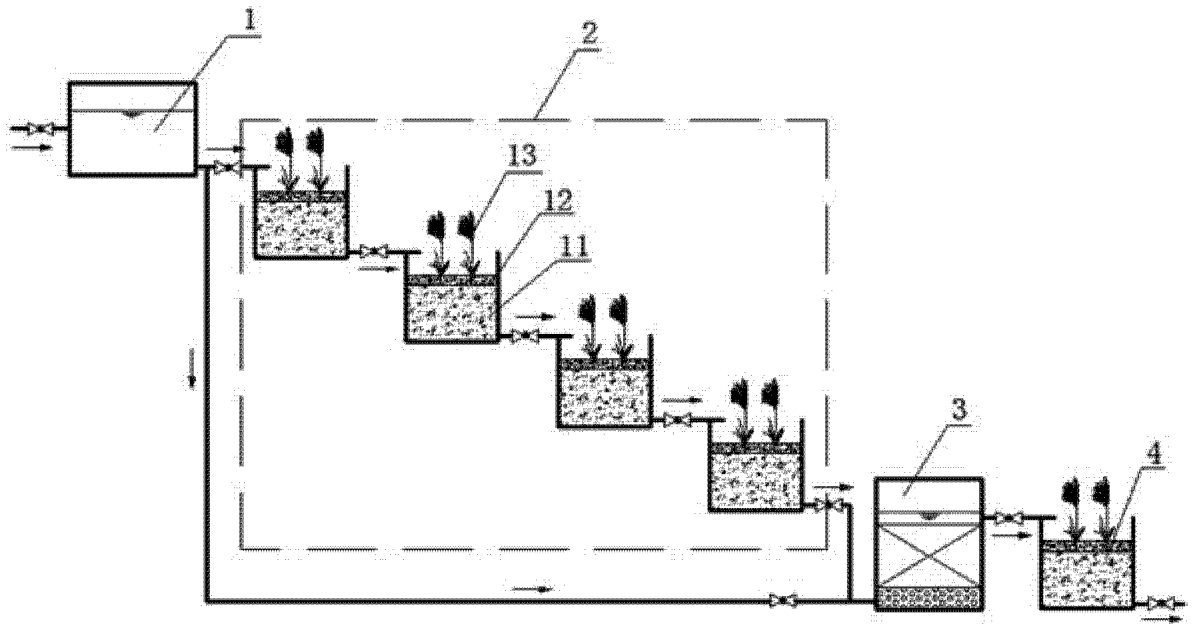


图 2

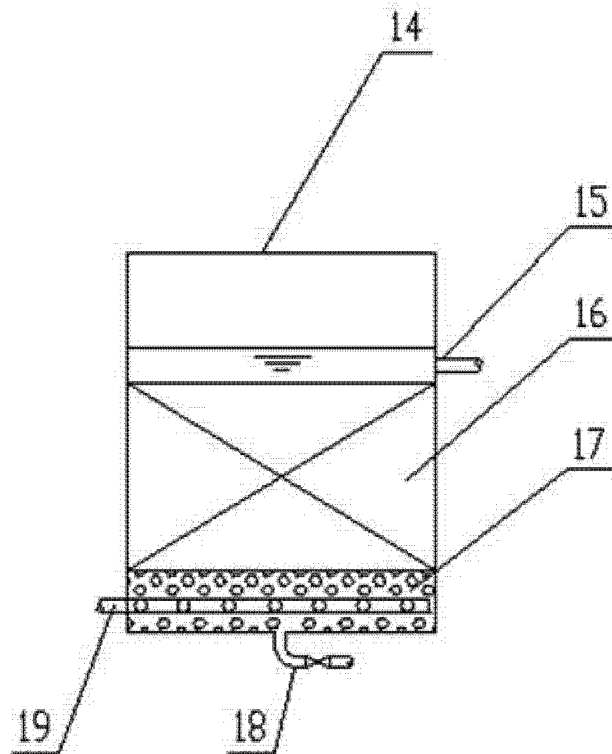


图 3