



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102910789 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201210460460. 3

CN 102120672 A, 2011. 07. 13,

(22) 申请日 2012. 11. 15

审查员 狄华娟

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 陈雪初 安阳 何圣兵 张月平

戴雅奇

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 林君如

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1673122 A, 2005. 09. 28,

JP 5154498 A, 1993. 06. 22,

JP 58000295 A, 1983. 01. 05,

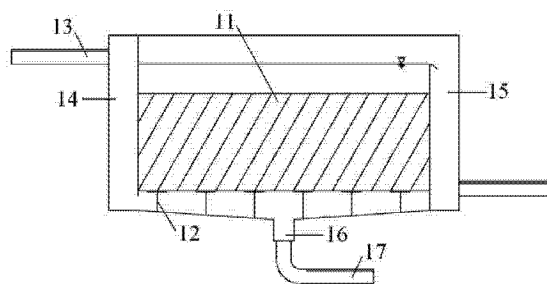
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

海水养殖用水复合循环净化系统

(57) 摘要

本发明涉及海水养殖用水复合循环净化系统,包括初沉淀单元、接触氧化单元、贝类生态塘单元和推流式人工湿地单元,海水养殖出水进入初沉淀单元后沉淀去除大量的悬浮物,初沉淀单元通过微生物作用实现氨化、硝化反应,贝类生态塘单元对接触氧化单元出水进行调理,推流式人工湿地单元填充的基质可以吸收富集水中氮磷污染物,经过上述循环处理后的水重新流回海水养殖塘。该海水水质处理系统通过耦合集成生物处理技术、生态修复技术、生态处理技术,可充分发挥上述三类技术的各自优势,达成复合净化效果,并促成综合效益最大化。



1. 海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,该循环净化系统包括依次串联连接的初沉淀单元、接触氧化单元、贝类生态塘单元及推流式人工湿地单元,其中,

初沉淀单元:养殖塘出水先流入初沉淀单元,沉淀去除大量的悬浮物,同时去除部分的颗粒态总氮和总磷;

接触氧化单元:通过微生物作用实现氨化、硝化反应将氨氮、亚硝氮转变为对海水养殖相对无害的硝酸盐氮;

贝类生态塘单元:对接触氧化单元出水进行调理,利用贝类摄食悬浮物质,沉水植物和浮游植物吸收氮磷污染物,风力和人工扰动对水体进行复氧;

推流式人工湿地单元:填充基质及植物,所述的基质吸收富集水中氮磷污染物,所述的植物吸收经过富集的氮磷污染物同时通过根系泌氧作用和湿地内管道曝气一起进一步增加水中溶解氧。

2. 根据权利要求1所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的初沉淀单元内安放聚乙烯材质沉淀斜管,同时设置进水堰和出水堰,水从进水堰下部开口进入初沉淀单元,向上通过沉淀斜管后从上部经出水堰流出。

3. 根据权利要求1所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的接触氧化单元顶部设置悬挂架,该悬挂架上固定有弹性挂膜填料并垂至水底,提供微生物生长环境。

4. 根据权利要求3所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的弹性挂膜填料为直径100~200mm、长1~1.5m的弹性立体填料,该填料将聚烯烃类和聚酰胺为材料的丝条穿插固着在中心绳上,丝条呈立体均匀排列辐射状态,使气水与生物膜得到充分接触。

5. 根据权利要求1所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的贝类生态塘单元以2~10kg/m²的密度吊养贝类提高水体可见度,促进沉水植物和浮游植物的生长从而去除氮磷污染物。

6. 根据权利要求5所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的贝类为滤食性贝类。

7. 根据权利要求1所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的推流式人工湿地单元内的基质填充方式为按3:1的长度比例将人工湿地分为前后两段,前段填充除氨填料,后段填充除磷填料。

8. 根据权利要求1所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的推流式人工湿地单元内种植耐盐海水植物吸收富集的氮磷。

9. 根据权利要求1所述的一种海水养殖用水复合循环净化系统,其特征在于,所述的推流式人工湿地单元的前端底部设置曝气管利用曝气供氧。

海水养殖用水复合循环净化系统

技术领域

[0001] 本发明涉及异位的海水养殖用水循环净化的方法及系统,尤指适用于高密度工厂化海水养殖系统的改造从而实现养殖用水循环使用的方法及系统。

背景技术

[0002] 海水养殖业在国民的经济发展中占据着重要地位。近年来,由于城市化建设的推进,滩涂养殖空间不足,工厂化海水养殖作为一种能满足集约化生产需求,符合可持续发展观点的精养高产的水产养殖技术,得到逐步推广。采用工厂化养殖,水质、水温、投饵量等均可人工控制,可以大幅度节约占地面积,具有养殖周期短、产量及产品价格高等优点。然而工厂化养殖过程中的水源供给、水质保护、废水处理等问题一直是制约该技术发展的瓶颈难题,另外,工厂化海水养殖废水的排放也使其成为周边海域重要的污染源。因此,对海水养殖水体有效处理及循环回用对于工厂化养殖技术的发展有重要的意义。

[0003] 目前主要沿用水处理领域常规生物处理技术净化海水养殖水体,降低养殖水体中的化学耗氧量、悬浮物、氨氮、硝酸盐、磷酸盐等,其优点在于系统占地面积小,处理效能高。但工厂化海水养殖水体能够提供给微生物生长的营养物含量较低,例如南美白对虾工厂化海水养殖水体一般氨氮不高于 0.5mg/L, COD 不高于 30mg/L,不利于生物挂膜;同时海水养殖废水与常见陆源污水还存在盐度效应的差异,这也增加了采用传统生物方法处理工厂化海水养殖废水的难度;此外,传统生物处理技术一般包括砂滤池、曝气池、生物过滤池、消毒池等,构筑物建设成本很高,运行能耗较大,并须专业操作维护,对养殖场经营者来说管理难度较大。

[0004] 近几年,新兴的生态修复技术也被引入到海水养殖系统之中,相关的研究和应用大多基于微生物、大型藻类、及滤食性贝类等的净化作用,其优点在于适应低营养水平的养殖海水;在净化水质的同时又能获得有经济价值的贝藻等养殖副产品;且技术实施和运行管理均较为简便,成本低廉。然而,从目前生态修复技术在海水养殖领域的应用状况来看,由于它主要依靠生物吸收作用净化水质,其净化效能较低。对于污染负荷较高的工厂化海水养殖水体而言,单纯依靠生态修复技术,往往难以维持水质安全。

[0005] 另一方面,值得借鉴的是,在污水及微污染水处理领域,以植物-碎石填料-附着微生物体系为核心的人工湿地技术被认为是一项环境和经济效益兼顾,极具应用价值的生态处理技术。人工湿地中根据处理污染物的不同而填有不同介质,种植不同种类的净化植物,通过基质、植物和微生物的协同作用完成净化过程。近年来,已出现一些将人工湿地循环处理工厂化海水养殖水体的报道,但现有的专利和相关应用大多单纯采用人工湿地处理养殖水体,与生物处理技术相比,它的水质净化效能相对低的多;同时由于养殖废水悬浮物质含量高,容易造成人工湿地系统的堵塞;此外此类方法以处理水达到养殖标准为单一目的,鲜有考虑如何回收养殖废水中的剩余能量。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种耦合集成生物处理技术、生态修复技术、生态处理技术,可充分发挥上述三类技术的各自优势,达成复合净化效果,并促成综合效益最大化的海水水质处理系统。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 海水养殖用水复合循环净化系统,包括依次串联连接的初沉淀单元、接触氧化单元、贝类生态塘单元及推流式人工湿地单元,其中,

[0009] 初沉淀单元:养殖塘出水先流入初沉淀单元,沉淀去除大量的悬浮物,同时去除部分的颗粒态总氮和总磷;

[0010] 接触氧化单元:通过微生物作用实现氨化、硝化反应将氨氮、亚硝氮转变为对海水养殖相对无害的硝酸盐氮;

[0011] 贝类生态塘单元:对接触氧化单元出水进行调理,利用贝类摄食悬浮物质,沉水植物和浮游植物吸收氮磷污染物,风力和人工扰动对水体进行复氧;

[0012] 推流式人工湿地单元:填充基质及植物,所述的基质吸收富集水中氮磷污染物,所述的植物吸收经过富集的氮磷污染物同时通过根系泌氧作用和湿地内管道曝气一起进一步增加水中溶解氧。

[0013] 所述的初沉淀单元内安放聚乙烯材质沉淀斜管,同时设置进水堰和出水堰,水从进水堰下部开口进入初沉淀单元,向上通过沉淀斜管后从上部经出水堰流出。

[0014] 所述的接触氧化单元顶部设置悬挂架,该悬挂架上固定有弹性挂膜填料并垂至水底,提供微生物生长环境。

[0015] 所述的弹性挂膜填料为直径 100~200mm、长 1~1.5m 的弹性立体填料,该填料将聚烯烃类和聚酰胺为材料的丝条穿插固着在中心绳上,丝条呈立体均匀排列辐射状态,使气水与生物膜得到充分接触。

[0016] 所述的贝类生态塘单元以 2~10kg/m² 的密度吊养贝类提高水体可见度,促进沉水植物和浮游植物的生长从而去除氮磷污染物。

[0017] 所述的贝类为滤食性贝类。

[0018] 所述的推流式人工湿地单元内的基质填充方式为按 3:1 的长度比例将人工湿地分为前后两段,前段填充除氮填料,后段填充除磷填料。

[0019] 所述的推流式人工湿地单元内种植耐盐海水植物吸收富集的氮磷。

[0020] 所述的推流式人工湿地单元的前端底部设置曝气管利用曝气供气。

[0021] 本发明在工厂化海水养殖塘周边选择合适位置,构建初沉淀单元、接触氧化单元、贝类生态塘单元、推流式人工湿地单元,并通过管道将各个单元连接,形成复合生物-生态循环净化系统,启动水泵使养殖用水在各个单元内得到循环净化。其构建方法简述如下:

[0022] 根据海水养殖塘水量和养殖密度,设定合适的循环比例,计算需要处理的循环水量。

[0023] 设定每个处理单元的水力停留时间、长宽高比,根据第一步中得到的循环处理水量即可得到各个处理单元长宽及水深。保留必要的水头损失余量后确定各单元池底标高。根据建设现场土地情况和处理流程,合理排布并建设各处理单元。并在各单元间埋设管道。

[0024] 在初沉淀单元安装沉淀斜管。

[0025] 在接触氧化单元内按照合适的密度悬挂生物挂膜填料。

[0026] 在贝类生态塘单元按照合适的密度吊养或放养贝类。

[0027] 在推流式人工湿地内加入合适的除氨、除磷基质,并适量种植湿地植物。

[0028] 本发明提供的系统中,其水质净化功能是通过以下方式实现的:

[0029] 1) 按照设计流量,利用潜水泵提升养殖塘内水体,流入初沉淀单元,来水中的污染物质主要为悬浮物质、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮,以及总磷、总氮等;来水通过底部管道进入初沉淀单元,自下而上流动,通过初沉淀单元内沉淀斜管结构去除水中大颗粒悬浮物质,削减约 50-70% 的悬浮物质,同时也能去除部分的颗粒态总氮、总磷;初沉淀单元连续运行 2 ~ 5d 后,打开底部阀门,排除底部污泥;

[0030] 2) 初沉池单元出水溢流进入接触氧化单元,来水与挂膜填料充分接触,挂膜填料上生长的生物膜能够将来水中 60% 以上的氨氮、亚硝酸盐氮转化为硝酸盐氮;

[0031] 3) 接触氧化单元出水自流进入贝类生态塘单元,在贝类生态塘中主要存在以下净化作用:在较长停留时间通过自然沉淀作用,进一步去除水中的悬浮物质;塘内养殖的贝类以水中碎屑为食,一方面可以进一步去除水中微小的悬浮物质,另一方面可以去除接触氧化单元中带出的老化脱落的生物膜;由于悬浮物质含量较低,塘内水体可见度较高,促进了沉水植物和浮游植物的自然生长,这些植物也会吸收一定的氨氮和硝酸盐氮;贝类生态塘较大的水面面积使其通过自然复氧可以有效的提高水中溶解氧含量;

[0032] 4) 贝类生态塘单元出水自流进入推流式人工湿地单元,湿地内的除磷基质可以有效的吸附去除水中的溶解态磷酸盐,而除氨基质可以吸附水中的氨氮;湿地内种植的植物一方面可以吸收除氨基质富集的氨氮,另一方面可以通过根系泌氧增加水中的溶解氧;池底铺设的曝气管可以对水体进行曝气进一步提高水体溶解氧;

[0033] 5) 推流式人工湿地单元的出水自流或通过潜水泵提升后返回海水养殖塘,完成一整个循环处理过程。

[0034] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0035] 1) 通过初沉淀单元和接触氧化单元可以在较短的停留时间内高效去除大颗粒悬浮物质、氨氮、亚硝酸盐,显著降低进入贝类生态塘的水体的毒性,并提高透明度;

[0036] 2) 在贝类生态塘单元中利用贝类进一步吸收了以残饵、脱落生物膜为主的小颗粒有机悬浮物质,并利用其合成自身生物量,从而能充分利用投入系统的饵料;同时由于在贝类生态塘中透明度较高,藻类生长迅速,也可为贝类提供充足饵料,并起到吸收水中营养盐,补充溶解氧的作用;此外,经过贝类生态塘之后水体中悬浮物质浓度已较低,大大降低了后续推流式人工湿地的堵塞几率;

[0037] 3) 推流式人工湿地单元中除氨填料、除磷填料可以进一步吸附降解来水中溶解性营养盐、有机物,优化水质;同时由于填料间隙较大,溶解氧充足,可作为水体中微小动物如枝角类浮游动物的栖息繁殖场所,大量生长的浮游动物随出水进入养殖塘,又可作为虾类饵料利用。

附图说明

[0038] 图 1 为初沉淀单元的结构示意图;

[0039] 图 2 为接触氧化单元的结构示意图;

[0040] 图 3 为贝类生态塘单元的结构示意图;

[0041] 图 4 为推流式人工湿地单元的结构示意图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0043] 实施例 1

[0044] 根据海水养殖塘水量和养殖密度,设定合适的日循环比例 r ,计算循环处理水量,循环处理水量按 $r \times$ 养殖塘水量 (M) 计算;对于通常的养殖塘,日循环比例 r 可以设定为 $20\% \sim 40\% d^{-1}$ 。

[0045] 本系统主要功能单元依次为初沉淀单元 1、接触氧化单元 2、贝类生态塘单元 3、推流式人工湿地单元 4。按公式:面积 (S) = 流量 (V) \times 停留时间 (T) \div 深度 (H) 计算各单元面积,再根据合适的长宽比 (L : B) 计算各单元长、宽。其中初沉淀单元 1 长宽比 1 : 2 ~ 2 : 1,水深 1 ~ 1.5m,停留时间 1 ~ 2h;接触氧化单元长宽比 1 : 1 ~ 3 : 1,水深 1 ~ 1.5m,停留时间 4 ~ 8h;贝类生态塘单元长宽比 1 : 1,水深 1 ~ 2m,停留时间 0.5 ~ 2d;推流式人工湿地长宽比 1 : 1 ~ 5 : 1,水深 0.5 ~ 1m,停留时间 8 ~ 10h。

[0046] 初沉淀单元 1 的结构如图 1 所示,初沉淀单元 1 内安装沉淀斜管 11,沉淀斜管 11 为聚乙烯材质,呈蜂窝状,孔径为 20cm,高度 1m,与水平方向呈 60 度夹角。沉淀斜管 11 安装在池底上方 0.2m 处,通过池底的支撑部件 12 保证高度。进水通过进水管 13 流入进水堰 14,从底部进入初沉淀单元 1,向上流过沉淀斜管 11 同时大颗粒悬浮物质向下沉淀分离,水流从上方进入出水堰 15 通过管道流入接触氧化单元。单元底部设置泥斗 16,泥斗 16 内收集一定沉淀悬浮物后周期性的从排泥管 17 排出。

[0047] 接触氧化单元 2 的结构如图 2 所示,接触氧化单元 2 悬挂挂膜填料 2,挂膜填料 22 采用直径 100 ~ 200mm、长 1 ~ 1.5m 的弹性立体填料,该填料将聚烯烃类和聚酰胺为材料的丝条穿插固着在耐腐、高强度的中心绳上,丝条呈立体均匀排列辐射状态,使气水与生物膜得到充分接触;在接触氧化单元布置钢条间隔 0.1 ~ 0.3m 的悬挂架 21,挂膜填料 22 按照 0.1 ~ 0.3m 的间隔绑定在悬挂架钢条上垂至水底。接触氧化单元四周有宽度 0.1 ~ 0.3m 的进水堰 23,初沉淀单元 1 出水通过管道流入进水堰后从上方进入接触氧化单元 2,并从中部池底的出水管道 24 流出进入贝类生态塘单元 3。

[0048] 贝类生态塘单元 3 的结构如图 3 所示,贝类生态塘单元 3 内采用吊养方式养殖滤食性贝类,其投放密度为 $2 \sim 10\text{kg}/\text{m}^2$;并采用市售增氧机 31 对水体进行增氧,水流从贝类生态塘一端中央的进水口 32 进入贝类生态塘,并从另一端的中央的出水口 33 经过管道流出,进入推流式人工湿地单元 4;

[0049] 推流式人工湿地单元 4 的结构如图 4 所示,在推流式人工湿地单元 4 的前端铺设曝气系统,曝气系统包括空气压缩机 41、空气输送管 42、曝气管 43,曝气管铺设在湿地底部通过空气输送管与空气压缩机相连,空气输送管和曝气管采用 2 ~ 5cm 的聚乙烯塑料管,曝气管间隔 2m,曝气孔直径 2 ~ 5mm,间隔 0.2m;人工湿地内部填充深度为 0.5 ~ 0.8m 的基质,基质分为除氮基质 44 和除磷基质 45,比例为 3 : 1,即湿地分为两段:前段 $3/4$ 的长度底部填充除氮基质,后端 $1/4$ 的长度底部填充除磷基质。在基质上种植耐盐湿地植物 46,株间间隔 0.1 ~ 0.5m。在人工湿地单元前端和末端分别设置与湿地等深等宽、长为 0.5 ~ 2m 的进水井 47 和出水井 48,进水井和出水井与人工湿地间分别有穿孔隔板 49 隔断,保证

均匀进出水。出水井中出水经管道补充部分海水后回流入海水养殖塘。

[0050] 实施例 2

[0051] 本实施例针对的是一个面积 1000m², 水深 1.6m 的南美白对虾养殖塘, 循环比例为每天 20%, 即处理水量为 13.33m³/h。采用直径 300mm 的钢筋混凝土管道连接各个处理单元。各个处理单元构建情况如下:

[0052] 初沉淀单元: 深度 1.8m, 水深 1.5m, 长为 3m, 宽为 6m, 停留时间 2h。前端后端分别设置 0.3m 长的进出水堰, 进水堰底部与沉淀单元连通, 出水堰顶部与沉淀单元连通。初沉淀单元内间隔 0.5m 设置 7×13 个支撑, 支撑为铁质钢管上焊接直径为 0.4m 的铁质圆盘, 高度为 0.2m, 表面涂刷防锈漆。在支撑上方放置沉淀斜管, 沉淀斜管为聚乙烯材质, 呈蜂窝状, 孔径为 20cm, 高度 1m, 与水平方向呈 60 度夹角。池底坡度 5°, 池底中心设置长宽高各位 0.5m 的泥斗, 下端连接排泥管, 每 5 日排泥一次。

[0053] 接触氧化单元: 深度 1.8m, 水深 1.5m, 长宽都为 7.3m, 停留时间 6h。在单元上端安装钢条间隔为 0.3m 的悬挂架, 在钢条上间隔 0.3m 绑定挂膜填料。挂膜填料采用直径 150mm、长 1.5m 的弹性立体填料, 顶端固定于悬挂绳, 底端捆绑小砖块保证填料垂至池底。接触氧化单元四周为宽度为 0.2m 的进水堰, 在接触氧化单元的中心底部有出水口, 初沉淀单元出水从管道流入进水堰后从上方均匀的进入接触氧化单元, 从底部出水口经管道流入贝类生态塘。

[0054] 贝类生态塘单元: 深度 2.2m, 水深 2m, 长宽都为 18m, 停留时间 2d。贝类生态塘单元靠近接触氧化单元池壁中间设置进水口, 相对的池壁中间设置出水口, 分别连接进水管和出水管。塘内均匀分布 2 个市售 500W 增氧机。塘内以吊养方式养殖 380kg 滤食性贝类。

[0055] 推流式人工湿地单元: 深度 1.4m, 其中基质高度 0.5m, 有效水深 0.5m, 长 18m, 宽 14m, 停留时间 10h。湿地前后分别设置长为 0.5m 的进出水井, 与湿地通过孔径 10m, 间隔 0.15m 的穿孔隔板隔断。在人工湿地前端 18m 内布置 10 根曝气管, 间隔 2m, 曝气管铺设在湿地底部, 连接同一根空气输送管, 空气输送管中间连接空气压缩机, 空气压缩机为排气量在 18m³/h, 功率为 2.5kw, 放置在岸上的空气压缩机站房中; 空气输送管和曝气管采用 3cm 的聚乙烯塑料管, 曝气孔直径 5mm, 间隔 0.2m。曝气管上方填充深度为 0.5m 的基质, 前端 24m 填充沸石, 后端 8m 填充水化硅酸钙, 基质选用 5-8cm 左右的粒径, 填充时控制孔隙率在 20% -40%。在基质上种植红树林植物秋茄幼苗, 植株间隔 0.5m。

[0056] 系统在 5 月份开始运行, 在养殖期间虾池水体固体悬浮物低于 30mg/L, 氨氮低于 0.4mg/L, 亚硝酸盐低于 0.3mg/L, 硝酸盐低于 0.8mg/L; 虾苗投放密度为 400 尾 /m, 经过 93 天后虾平均重量达到 10.3g, 单位面积产量为每平方米 5.4 公斤, 总虾收获量为 5405 公斤, 同时贝类生态塘中总贝类收获达到 683kg。

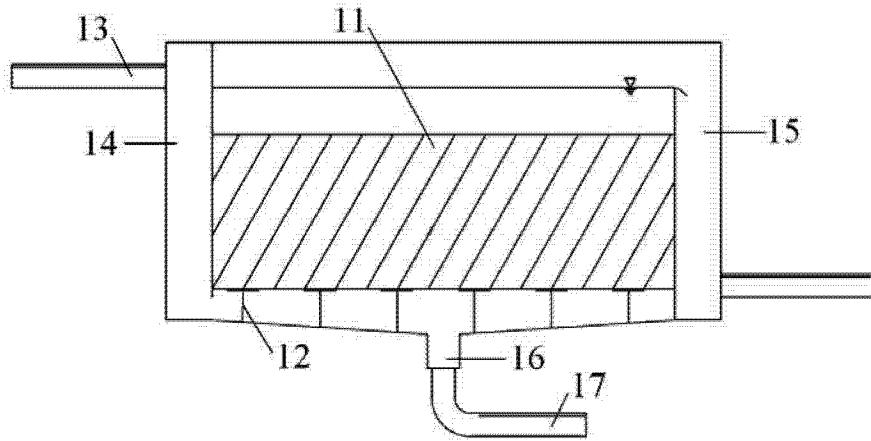


图 1

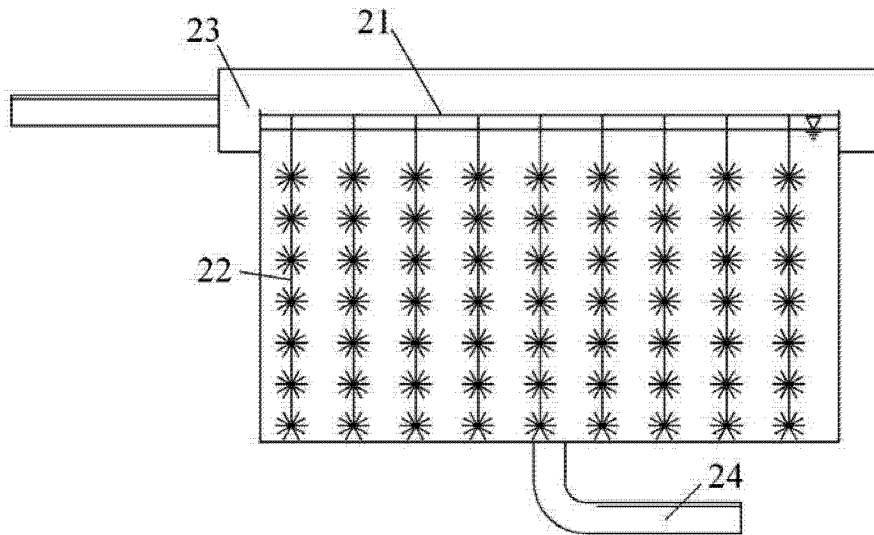


图 2

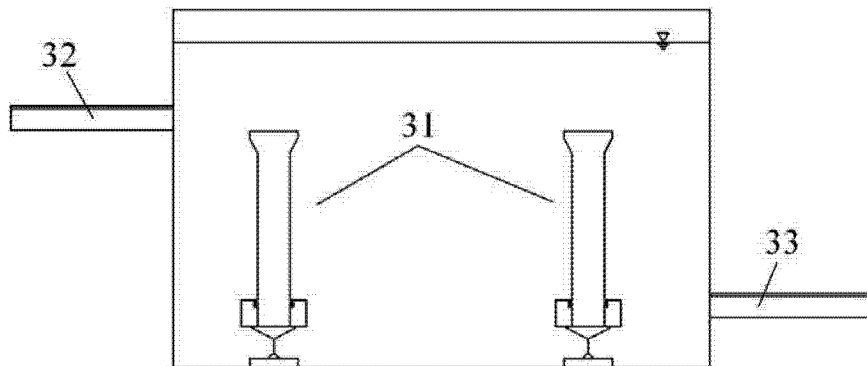


图 3

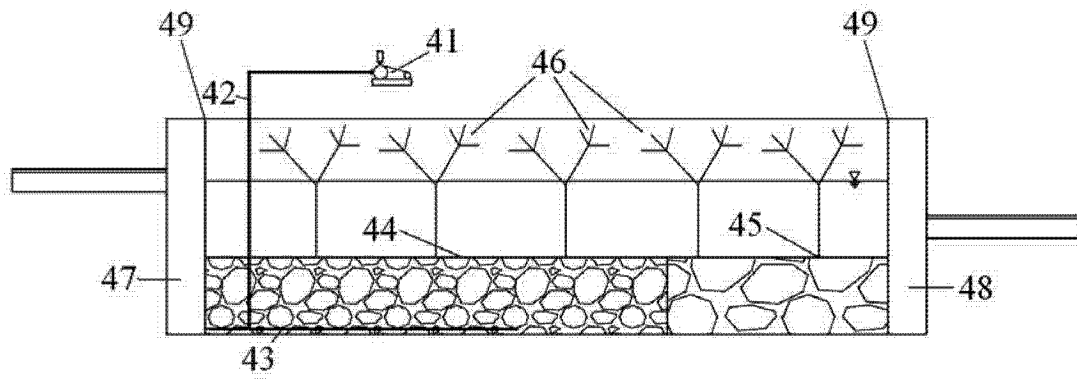


图 4