[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 9/14 (2006.01)
C02F 3/32 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810018775.6

[43] 公开日 2008 年 8 月 27 日

[11] 公开号 CN 101250014A

[22] 申请日 2008.1.23
[21] 申请号 200810018775.6
[71] 申请人 南京大学
地址 210093 江苏省南京市汉口路 22 号南京大学科技处
[72] 发明人 郑 正 李军状 罗兴章 杨世关 张继彪 李继红 申荣艳 冯景伟 李培培 陈广银 方彩霞 王为平 邹星星

[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所
代理人 黄嘉栋

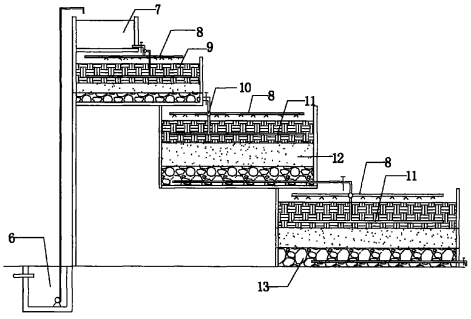
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称

塔式蚯蚓生态滤池系统

[57] 摘要

一种塔式蚯蚓生态滤池系统，它由水解酸化池和多级塔式蚯蚓生态滤池组成，水解酸化池为埋地池，塔式蚯蚓生态滤池采用模块化结构、梯度塔层设计、多级单元串联的方式，塔层采取楼梯型或回转型模式组合；在蚯蚓床中增设内层布水管以布水均匀；采取跌水曝气技术和淋水技术增加污水中溶解氧浓度。 塔式蚯蚓生态滤池系统能够有效提高对污水冲击负荷，表面水力负荷可达 $1m^3/(m^2 \cdot d)$；较大的提高系统的脱氮、除磷能力，经测试系统总氮去除效率可达 80％以上，总磷去除效率可达 90％以上，出水可以达到《GB8978－1996 国家污水排放标准》要求。 本系统工程成本和运行成本低，占地面积少，可实现运行自动控制，适用于村镇、旅游景区排放相对集中的生活污水处理。



1. 一种塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：它由水解酸化池（6）和多级塔式蚯蚓生态滤池组成，水解酸化池（6）为一有进出口和检查口（2）的埋地池，出水通过潜水泵（5）投配到塔式蚯蚓生态滤池上方的高位配水槽（7）中；塔式蚯蚓生态滤池，采用模块化结构、梯度塔层设计、多级单元串联处理的方式，每一层塔为一个处理单元，其为方形、矩形或圆形，塔层采取楼梯型或回转型模式组合，便于维修和填料更换。塔式蚯蚓生态滤池每一层填料设置基本一致，填料上层由添加碳素的壤土组成，该层由于有蚯蚓活动所以称之为蚯蚓床（8），蚯蚓床（9）的厚度为 30~40cm；中间层（12）由细砂、3～20mm 碎石分层填充，下层（13）由粒径 10～50mm 卵石组成，蚯蚓床（9）中投放蚯蚓，蚯蚓密度为 8g~12g(蚯蚓)/(L 填料)，塔式蚯蚓生态滤池系统，在每一级处理单元，表面布水的同时，在蚯蚓床（9）人工土填料中设有内层布水管（11），内层布水管（11）为双排孔的 PVC 布水管，布水孔的直径为 6mm～12mm，相连布水孔的间距为 35~40mm，内层布水管（11）的埋设深度为填料内 25-30cm 处，材质为 PVC 管材；内层布水管（11）周围是用土工布包裹的的青石子，土工布外层即是特殊配制的人工土组成的特殊土壤渗滤层，人工土填料由当地适宜壤土、木屑或稻壳、砂子组成，按体积比 6：2：1～9：3：1 的比例混合。在布水管的主进水管上安装有球门阀，在进水管的分枝处安装有旁通阀通过控制球门阀，使污水经由旁通阀分别流入表面布水管（8）和内层布水管（11）。

2. 根据权利要求 1 所述的塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：所述的水解酸化池（6）内设有砖混结构的挡板（5）。

3. 根据权利要求 1 所述的塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：所述的每一级处理单元的滤池采取砖抹结构，用砖砌筑二四墙，池体采取钢筋预制件结构，预制件边缘超出墙体 5mm；池体内抹 20mm 防水砂浆，高位配水槽的槽底采取预制件结构，预制件边缘超出墙体 5mm。

4. 根据权利要求 3 所述的塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：每一级处理单元的滤池池体四角做水泥固封处理平面，结构阴阳角处，均应做成圆角，圆孤半径一般阴角为 50mm，阳角为 10mm。

5. 根据权利要求 1 所述的塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：所述的蚯蚓种分为表

层种和深层种，蚯蚓床 3～7cm 处投放大平 2 号蚯蚓，投放密度为 8g (蚯蚓)/(L 填料)；蚯蚓床 10～15cm 处投放威廉环毛蚯蚓，投放密度为 12g(蚯蚓)/(L 填料)。二者合理搭配确保蚯蚓生态作用的发挥。

6. 根据权利要求 1 所述的塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：投配到高位配水槽时采取跌水曝气技术，跌水级数可采用 2~3 级，每级跌水高度为 0.5m，污水经潜水泵抽取投放入高位配水槽时，即放置竖缝型跌水挡板以使污水冲击挡板后均匀分布，这样能达到较好的充氧效果；单宽流量为 20~50$m^3/(m^2 \cdot h)$。

7. 根据权利要求 1 所述的塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：每一级表层布水采用穿孔的穿孔管(8)布水，孔眼直径 6~12mm，孔眼流速为 1.5~2.5m/s，安装高度为 0.3~0.6m。

8. 根据权利要求 1 所述的塔式蚯蚓生态滤池系统，其特征是：在系统的底层增加了排水系统，将深度处理后的污水通过排水系统排出,排水系统设置在滤池底部的集水管采用波纹排水管，管材为 PVC 管材，排水管的间距约为 0.7~1m，集水管周围由鹅卵石组成的隔离层，鹅卵石的粒径不小于 10mm 且不大于 50mm；排水管坡度为 0.5%，卵石压实系数为 0.9，并不得破坏 PVC 导渗管。

塔式蚯蚓生态滤池系统

技术领域

本发明涉及污水处理，具体地说是一种高负荷的塔式蚯蚓生态滤池，可用于广大村镇和旅游景区相对集中排放生活污水的处理。

背景技术

目前在土地处理系统中应用强化生态技术成为国际上污水处理研究应用领域的热点，但总体上研究处于起步阶段。本发明所提到的塔式蚯蚓生态滤池系统就是一种应用强化生态技术的土地处理系统，它是根据蚯蚓具有吞食有机物、提高土壤通气透水性能和蚯蚓与微生物的协同作用等生态学功能而设计的一种多层多级布水的污水生态处理系统。该系统具有基建及运行管理费用低、氮磷去除能力强、处理出水水质好、无公共健康影响问题等优点。该系统核心工艺塔式蚯蚓生态滤池是一种生物技术和生态技术相结合的系统，克服了单纯采用生态处理技术土地条件不允许，而单纯采用生物技术又存在除磷脱氮工艺复杂、建设和运行费用较高的问题。对于我国污水大量无序排放而且技术水平相对落后的农村地区及部分居民点分布分散的村镇来说,塔式蚯蚓生态滤池是一种极具推广价值的污水处理技术。

目前塔式蚯蚓生态滤池系统存在的问题有结构优势没有充分发挥、系统的布水和排水设计比较简单等，具体为以下几个方面：

（1）滤池为竖直塔层结构，不便于填料更换、布水管维护、植物生长、蚯蚓移种等需要；

（2）系统设计时没有考虑村镇目前排水管网现实情况。目前村镇普遍的排水系统为混流式，即所有污水包括生活污水和部分雨水全部汇入同一管道网进行处理；同时村镇居民的生活特点造成污水排放具有日变化系数比较大，这必然造成系统进水水质波动较大。这就需要设计因地制宜的前处理工艺，使整个系统运行稳定、高效；

（3）布水单一，仅从填料表层上方布水管布水。这存在两个问题，一是当 PVC 布水管没有固定好，外加因素使放置坡度在 1%以下或者 5%以上时，布水管布水过于集中、不均匀；二是污水中的有机污染物容易被吸附截留在土壤填料表层，从而造成土壤填料内部脱氮缺乏碳素作为电子供体，同时填料中的蚯蚓缺乏有机食料；

（4）排水设计不严谨。没有铺设排水管道，也没有做边角水泥固封处理，这样就不仅

容易使出水沿池壁漏出，而且影响出水顺畅；

（5）结构设计中没有应用跌水曝气的优势。由于缺乏曝气装置，所以污水中溶解氧浓度低，对提高污染物去除效果不利。塔式结构便于达到跌水曝气的技术要求。

（6）缺少自动控制设计。塔式蚯蚓生态滤池系统高效运行，需要控制适宜的运行时间，以确保适宜的干湿投配比。如果人工控制，可能造成实际运行中系统干湿投配比的不准确。

这些问题使塔式蚯蚓生态滤池系统的水力负荷技术富余量减少，影响了系统去除氮、磷等营养物质的能力，成为制约塔式蚯蚓生态滤池技术推广与安全运行管理的难点。

发明内容

本发明针对塔式蚯蚓生态滤池系统存在的问题进行了改进，也是对本申请人的专利CN200410014641.9 的一种改进。首先它因地制宜采用水解酸化池作为前置的预处理技术，与塔式蚯蚓生态滤池形成组合工艺；其次，改进了塔式蚯蚓生态滤池的结构，采取梯度塔层设计，便于滤池的管理、维护；第三，采取填料表层布水与填料内部布水相结合、建立专门的排水系统、滤池底部坡度设计与边角水泥固封处理等措施，彻底解决系统布水不均匀、实际运行水力负荷偏低的问题，提高系统脱氮能力与排水能力；第四，采取跌水曝气技术来增加进水中溶解氧浓度。

本发明的技术方案如下：

一种塔式蚯蚓生态滤池系统，它由水解酸化池和多级塔式蚯蚓生态滤池组成，水解酸化池为一有进出口和检查口的埋地池，结构如图 1 所示。酸化池设有砖混结构的挡板，以防止发生短流。出水通过潜水电泵投配到塔式蚯蚓生态滤池上方的高位配水槽中。

水解酸化池容积设计主要根据污水量与污水水力停留时间。计算公式为：

$$V = Q \times T$$

其中 V 为酸化池体积；Q 为管网收集末端污水流量；T 为污水水力停留时间。

塔式蚯蚓生态滤池，结构见图 2 所示，采用模块化结构、梯度塔层设计、多级单元串联处理的方式，每一层塔为一个处理单元，可以是方形、矩形或圆形。在实际操作中，可以根据实际地形，采取不同的结构模式组合：楼梯型或回转型。楼梯型即塔层拾级而下，回转型是塔层结构回转，使得整体滤池占地面积集约化，同时便于滤池管理、维护。

采取梯度塔层设计后，光照面积增加，有助于滤池填料表面植物生长，强化其根部

对污水中污染物质的吸附转化及其根部泌氧作用。污水经过每一单元的吸附、转化后，流入下一单元进行净化。多单元串联处理设计大大提高了系统的去污能力。

塔式蚯蚓生态滤池每一层填料设置基本一致，填料上层是由当地适宜壤土中添加木屑、稻壳等含碳丰富有机物、细砂（壤土、木屑或稻壳、细砂按 6：2：1～9：3：1 的体积比混合）的人工土组成，这利于硝化细菌、反硝化细菌的保持较高数量和维持较高活性，该层由于有蚯蚓活动所以称之为蚯蚓床，蚯蚓床的厚度一般为 30~40cm；中间层由细砂、3～20mm 碎石分层填充，厚度分别为 10～15cm。这样一方面依托细砂和碎石的巨大表面积形成生物膜继续对污水中的污染物质进行吸附、降解，另一方面由于较大的渗透系数可以保证整个系统的水力负荷；下层由粒径 10～50mm、厚度为 20～25cm 的卵石组成，起到承托和排水的作用。蚯蚓床中投放一定数量、种类的蚯蚓，蚯蚓密度为 8g~12g(蚯蚓)/(L 填料)。蚓种分为表层种和深层种，表层种为大平 2 号蚯蚓，投放在 3~7cm 深度内；深层种为威廉环毛蚯蚓，投放在蚯蚓床 15～20cm 深度处。

塔式蚯蚓生态滤池系统，在每一级处理单元，在表面布水的同时，为增加布水均匀性，在特殊土壤填料中设有内层布水管。在布水管的主进水管上安装有球门阀，在进水管的分枝处安装有旁通阀。这样就可以通过控制球门阀，确保进水在表层布水管和深层布水管之间分配平衡。

每一级表层布水管为单排孔的 PVC 布水管，布水孔的直径为 8mm～12mm，相连布水孔的间距为 20~35mm；内层布水管为双排孔的 PVC 布水管，布水孔的直径为 6mm～12mm，相连布水孔的间距为 35~40mm，内层布水管的埋设深度为填料内 25-30cm 处，材质为 PVC 管材；内层布水管周围是用土工布包裹的的青石子，土工布外层即是特殊配制的人工土组成的特殊土壤渗滤层，特殊土壤填料由当地壤土、木屑、细沙组成，以 6：2：1～9：3：1 的比体积比混合。污水从布水管出来时，首先经过青石子上的生物膜净化；然后通过纤维织物和经人工配制的特殊土壤渗滤层的毛管浸润作用，缓慢的扩散入周围土壤。

在第一级处理单元的内层布水管的进水为水解酸化池的出水，其 COD 浓度一般为 200－500mg/L，这样就克服了由于完全表面布水带来的有机碳源被上层特殊土壤填料截留所引起下层人工土填料中后续的反硝化过程中碳源的不足，大大促进反硝化；下一级处理单元的内层布水管的进水为上一级处理单元的出水，如此，能有效缓解反硝化过程中碳源的不足的状况。

上述的塔式蚯蚓生态滤池系统，所述的每一级处理单元的滤池采取砖抹结构，用二

四墙砌筑，池体内抹 20mm 防水砂浆，池底采取钢筋混凝土预制件结构；高位配水槽的槽底采取预制件结构，预制件边缘超出墙体 5mm。

上述的塔式蚯蚓生态滤池系统，为防止边缝渗漏，每一级处理单元的滤池池体四角做水泥固封处理平面，结构阴阳角处，均应做成圆角，圆孤半径一般阴角为 50mm，阳角为 10mm。

上述的塔式蚯蚓生态滤池系统，在高位配水槽采取跌水曝气技术强化进水中溶解氧 DO 含量。跌水级数可采用 1~3 级，每级跌水高度为 0.5m。污水经潜水泵抽取投放入高位配水槽时，即放置竖缝型跌水挡板以使污水冲击挡板后均匀分布，这样能达到较好的充氧效果；设计单宽流量为 20~50$m^3/(m^2 \cdot h)$。高位配水槽出水经球门阀与下一级布水管接通。

上述的塔式蚯蚓生态滤池系统，每一级表层布水采取淋水装置，以提高一级处理单元和二级处理单元出水中的 DO 含量，即采用穿孔管布水，孔眼直径可采用 6~12mm，孔眼流速为 1.5~2.5m/s，安装高度为 0.3~0.6m。

上述的塔式蚯蚓生态滤池系统，在系统的底层增加了排水系统，将深度处理后的污水通过排水系统排出，从而增大系统处理污水能力。排水系统设置在滤池底部的集水管采用波纹排水管，管材为 4″ ,PVC 管材；考虑到排水效率，管网不宜过稀。排水管的间距为 0.7m 左右，集水管周围，由鹅卵石组成的隔离层，能防止渗滤层土壤堵塞集水管影响排水。该层填料为卵石层，为粒径不小于 20mm 且不大于 50mm 的卵石所填充；排水管坡度为 0.5%，卵石压实系数为 0.9，并不得破坏 PVC 导渗管。

上述的塔式蚯蚓生态滤池系统，使用定时器来控制潜水泵电源开关。将配水时间与系统落干时间比控制在 1：3～1：5 的范围内，将配水周期定为 1 天，可实现蚯蚓生态功能的最大化，实现反硝化好氧－缺氧环境的实现。

经过上述技术方案的实施，塔式蚯蚓生态滤池系统能够有效提高对污水冲击负荷，表面水力负荷可达 $1m^3/(m^2 \cdot d)$；进水溶解氧含量大幅提高，经跌水曝气后，进水中 DO 可由 0.3mg/L 提高到 6mg/L 以上；较大的提高系统的脱氮能力，在 10℃以上的环境中系统总氮去除效率达 80%以上；系统自然水力停留时间延长，可达 1.5 小时以上，这强化了污染物去除效果，COD_{Cr}、氮氮、总磷去除效率可达 90％以上。在目前村镇污水进水水质条件下，出水可以达到《GB8978-1996 国家污水排放标准》要求。

附图说明

图 1 为水解酸化池结构示意图，其中：1 为进水管；2 为检查口；3 为安全管；4 为砖混挡板；5 为潜水泵。

图 2 为塔式蚯蚓生态滤池系统装置示意图，其中：6 为水解酸化池；7 为高位配水槽；8 为表面布水管；9 为蚯蚓床；10 为旁通阀；11 为内层布水管；12 为砂石层； 13 为卵石层。

具体实施方式

实施例一：日处理能力为 10t 的塔式蚯蚓生态滤池系统示范工程。

设计处理水量：Q＝10t/d。

水解酸化池长 4 米，宽 3 米，有效深度为 1.2m，超高 0.3m，总深度为 1.5m，为地下一层，顶板面标高为-0.00，板厚 20mm。进水管嵌入位置距池墙基部高度 25cm 处，与池墙夹角成 40°向下，管口下沿与池墙内壁齐。出水通过潜水电泵投配到塔式蚯蚓生态滤池上方的高位配水槽中。嵌入口用细石混凝土填塞密实。池子安装采取地埋式，池体采取砖抹结构。

塔式蚯蚓生态滤池部分总占地面积为 30 m^2，整体结构采取砖混结构，

高位配水槽内侧尺寸 4×3×1m，底板为预制件结构，其四周伸出侧壁 5mm；放置 2 级竖缝型跌水挡板以达到的充氧效果，单宽流量为 25$m^3/(m^2 \cdot h)$。

一级处理单元滤池总体积 12m^3 ，表面积 A= 12m^2。取长为 4m，宽为 3m，高为 1m,超高 0.2m。池底设有一定坡度 1%；

二级处理单元滤池总体积 13m^3 ，表面积 A=13 m^2。取长为 4.3m，宽为 3m，高为 1m,超高 0.2m。池底设有一定坡度 1%；

三级处理滤池单元总体积 15m^3 ，表面积 A= 15m^2。取长为 5m，宽为 3m，高为 1m,超高 0.2m。池底设有一定坡度 1%；

每一级表层布水管为单排孔的 PVC 布水管，布水孔的直径为 8mm，相连布水孔的间距为 35mm；内层布水管为双排孔的 PVC 布水管，布水孔的直径为 10mm，相连布水孔的间距为 30mm，内层布水管的埋设深度为填料内 30cm 处，材质为 PVC 管材。内层布水管周围是用土工布包裹的的青石子，土工布外层即是特殊配制的人工土组成的特殊土壤渗滤层。

排水系统设置在滤池底部，排水管采用波纹排水管，管材为 4″ ,PVC 管材；排水管的间距为 0.6m，集水管周围，由鹅卵石组成的隔离层，为粒径不小于 10mm 且不大于

50mm 的卵石所填充；排水管坡度为 0.5%，卵石压实系数为 0.9，并不得破坏 PVC 导渗管。

每一处理单元填料上层为 45cm 厚度的人工土填料层，中间为 20cm 厚细纱层、20cm 厚碎石层、15cm 厚的卵石层。人工土填料由当地适宜壤土、木屑、砂子组成，按体积比 6：2：1 的比例混合。

第一级处理单元蚯蚓床体内 3～7cm 处投放大平 2 号蚯蚓，投放密度为 10g (蚯蚓)/(L 填料)；蚯蚓床 10～15cm 处投放威廉环毛蚯蚓，投放密度为 14g(蚯蚓)/(L 填料)。第二级处理单元蚯蚓床体内 3～7cm 处投放大平 2 号蚯蚓，投放密度为 8g (蚯蚓)/(L 填料)；蚯蚓床 10～15cm 处投放威廉环毛蚯蚓，投放密度为 12g(蚯蚓)/(L 填料)。第三级处理单元蚯蚓床体内 3～7cm 处投放大平 2 号蚯蚓，投放密度为 8g (蚯蚓)/(L 填料)；蚯蚓床 10～15cm 处投放威廉环毛蚯蚓，投放密度为 10g(蚯蚓)/(L 填料)。

实施例二：日处理能力为 7t 的塔式蚯蚓生态滤池系统示范工程。

设计处理水量：Q＝7t/d。

水解酸化池有效深度为 1.2m，超高 0.3m，总深度为 1.5m；长 H＝3m，宽 L＝2m；池子安装采取地埋式，顶板面标高为-0.00，板厚 20mm。进水管嵌入位置距池墙基部高度 25cm，与池墙夹角成 30°向下。出水通过潜水电泵投配到塔式蚯蚓生态滤池上方的高位配水槽中。嵌入口用细石混凝土填塞密实。池子安装采取地埋式，池体采取砖抹结构。池体采取砖抹结构。

塔式蚯蚓生态滤池部分总占地面积为 24 m^2：

高位配水槽内侧尺寸 2.5×1.5×1m，底板为预制件结构，其四周伸出侧壁 5mm；放置 2 级竖缝型跌水挡板以达到的充氧效果，单宽流量为 30m^3/(m^2·h)。

滤池一级单元总体积 9m^3 ，表面积 A= 9m^2。取长为 3m，宽为 3m，高为 1m,超高 0.2m。池底设有一定坡度 1%;

滤池二级单元总体积 10.5m^3 ，表面积 A=10.5 m^2。取长为 3.5m，宽为 3m，高为 1m，超高 0.2m。池底设有一定坡度 1%;

滤池三级单元总体积 12m^3 ，表面积 A= 12m^2。取长为 4m，宽为 3m，高为 1m，超高 0.2m。池底设有一定坡度 1%;

每一级表层布水管为单排孔的 PVC 布水管，布水孔的直径为 8mm，相连布水孔的间距为 35mm；内层布水管为双排孔的 PVC 布水管，布水孔的直径为 10mm，相连布水

孔的间距为25mm，内层布水管的埋设深度为填料内25－30cm处，材质为PVC管材。内层布水管周围是用土工布包裹的的青石子，土工布外层即是特殊配制的人工土组成的特殊土壤渗滤层。

排水系统设置在滤池底部，集水管采用波纹排水管，管材为4″,PVC管材；排水管的间距为0.8m，集水管周围，由鹅卵石组成的隔离层，为粒径不小于10mm且不大于50mm的卵石所填充；排水管坡度为0.5%，卵石压实系数为0.9，并不得破坏PVC导渗管。

每一处理单元填料上层为45cm厚度的人工土填料层，中间为20cm厚细纱层、20cm厚碎石层、15cm厚的卵石层。人工土填料由当地适宜壤土、稻壳、砂子组成，按体积比6：2：1的比例混合。

第一级处理单元蚯蚓床体内3～7cm处投放大平2号蚯蚓，投放密度为10g(蚯蚓)/(L填料)；蚯蚓床10～15cm处投放威廉环毛蚯蚓，投放密度为14g(蚯蚓)/(L填料)。第二级处理单元蚯蚓床体内3～7cm处投放大平2号蚯蚓，投放密度为8g(蚯蚓)/(L填料)；蚯蚓床10～15cm处投放威廉环毛蚯蚓，投放密度为12g(蚯蚓)/(L填料)。第三级处理单元蚯蚓床体内3～7cm处投放大平2号蚯蚓，投放密度为8g(蚯蚓)/(L填料)；蚯蚓床10～15cm处投放威廉环毛蚯蚓，投放密度为10g(蚯蚓)/(L填料)。

实施例三：实例1中水解酸化池的稳定功能。

在环境温度为21℃时，在酸化池前端入口处，连续一周测其中水质指标，监测其水质波动情况；同时在配水池取水，分别在该周周一、周四、周天测其水质指标，分析水质稳定情况。

测试指标	入口处连续测试结果（mg/L）						出水测试结果（mg/L）			
COD_{Cr}	368	352	373	391	326	365	370	353	357	356
BOD_5	238	236	256	248	219	245	251	266	272	274
TN	26.5	28.9	30.1	39.8	35.6	29.6	38.0	28.2	28.5	28.9
NH_4^+-N	19.3	22.1	22.6	21.3	20.6	20.6	22.9	19.5	21.6	20.7
NO_3^--N	0.14	0.13	0.12	0.15	0.18	0.12	0.11	0.21	0.27	0.33
TP	3.23	2.91	2.95	3.03	3.15	2.92	3.18	3.11	2.92	2.97

由上表可以得知，经过酸化池的稳定、降解，污水中各类污染物质浓度均趋于稳定，这提高了系统污染冲击负荷；NH_4^+-N 浓度有一定升高（达 10～15%），COD_{Cr} 浓度下降达 8～13%，表明经过酸化池发生了一定量的氨化反应/稳定化反应，为系统后续处理能力的提高提供了基础。

实施例四：实例 2 中水解酸化池的稳定功能。

在环境温度为 10℃时，在酸化池前端入口处，连续一周测其中水质指标测其中水质指标，监测其水质波动情况；同时在配水池取水，在该周周一、周四、周天测其水质指标，分析水质稳定情况。

测试指标	入口处连续测试结果（mg/L）						出水测试结果（mg/L）			
COD_{Cr}	355	372	353	390	389	373	367	383	387	376
BOD_5	214	254	242	261	233	250	235	296	292	294
TN	29.2	23.4	25.5	27.6	31.6	32.7	33.6	27.2	26.5	28.9
NH_4^+-N	19.9	18.2	16.3	18.5	19.2	18.9	19.0	22.5	25.7	24.4
NO_3^--N	0.18	0.13	0.12	0.11	0.13	0.15	0.13	0.27	0.39	0.35
TP	2.82	3.23	2.94	2.43	3.87	3.09	2.96	3.13	2.97	3.05

经过酸化池的稳定、降解，污水中各类污染物质浓度变化幅度减小，这提高了整个系统污染冲击负荷；NH_4^+-N 浓度有一定升高（达 10～13%），COD_{Cr} 浓度下降达 8～15%，表明经过在酸化池内实现固液分离与厌氧发酵；经过一定的停留时间后，酸化池内的污泥和悬浮浮渣中细菌对污水进行了降解和稳定。

实施例五：实施例 1 中组合工艺的整体去除污染能力测试。

在环境温度为 21℃时，进行了组合工艺系统总体去除污染能力测试，试验条件为：塔式蚯蚓生态滤池单级水力负荷为 $0.8m^3/m^2 \cdot d$，干湿投配时间比为 4：1，采用定时器来控制配水时间。蚯蚓床中蚯蚓密度为 10g(蚯蚓)/(L 填料)。结果如下：

项目	COD_{Cr}	BOD_5	TN	NH_4^+-N	TP
管网末端浓度 mg/L	353	242	28.7	20.7	3.05
系统出水浓度 mg/L	34	17.9	2.84	1.86	0.12
去除效率 （%）	90	92.6	87	91	96

塔式蚯蚓生态滤池在运行中自然水力停留时间为 175 分钟左右；系统总氮去除能力有了较大幅度的提高，为 87%，说明系统的反硝化能力得到很好的强化；系统的其他物质去除率均在 90%以上，表现了很好的去除效果。

实施例六：实施例 2 中组合工艺的整体去污能力测试。

在环境温度为 10℃时，进行了组合工艺系统总体去除污染能力测试，试验条件为：水力负荷为 0.76 $m^3/m^2 \cdot d$, 干湿投配时间比为 4：1，采用定时器来控制配水时间。结果如下：

项目	COD_{Cr}	BOD_5	TN	NH_4^+-N	TP
管网末端浓度 mg/L	383	272	28.9	23.7	3.12
系统出水浓度 mg/L	38	19.02	4.05	1.64	0.19
去除效率 （%）	90	93	86	93	94

此运行条件下，系统自然水力停留时间为 160 分钟左右；系统的总氮去除仍然保持在 86%；系统的其他物质去除率均在 90%左右，表现了很好的去除效果。

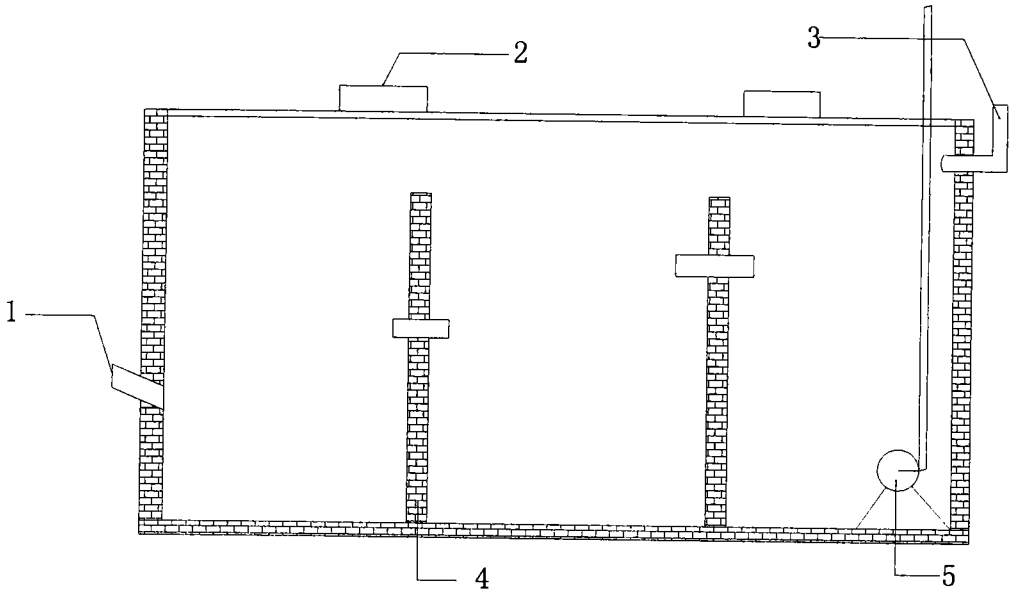


图 1

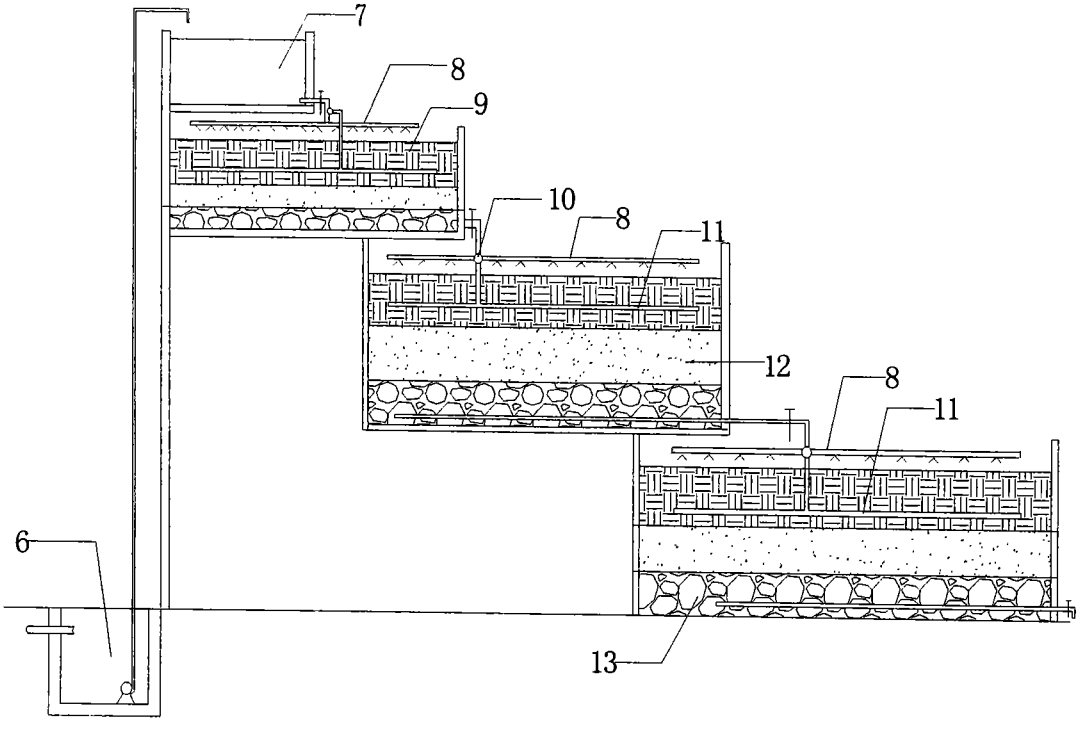


图 2