

[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)

C05F 17/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810201394.1

[43] 公开日 2009 年 3 月 25 日

[11] 公开号 CN 101391855A

[22] 申请日 2008.10.20

[21] 申请号 200810201394.1

[71] 申请人 同济大学

地址 200092 上海市四平路 1239 号

[72] 发明人 杨 健 吴 敏 陆志波 王 凤
邢美燕 刘 静

[74] 专利代理机构 上海德昭知识产权代理有限公司

代理人 陈龙梅

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

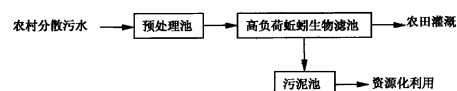
[54] 发明名称

利用高负荷蚯蚓生物滤池处理农村分散污水的方法

[57] 摘要

利用高负荷蚯蚓生物滤池处理农村分散污水的方法，涉及一种污水处理方法。先收集农村分散污水，通过预处理池去除悬浮物和漂浮物，并使 BOD_5 为 110 - 160mg/L，COD 为 120 - 150mg/L，SS 为 90 - 130mg/L。然后按水力负荷 $4 - 6m^3/(m^2 \cdot d)$ 泵入高负荷蚯蚓生物滤池，经该蚯蚓生物滤池的装填了直径为 3 - 7mm 轻质页岩球形陶粒(7)滤料和按每平方米滤料表面投加 15000 - 28000 条赤子爱胜蚯蚓(8)的第一蚯蚓生物滤层(3)和第二蚯蚓生物滤层(5)后从沉淀池(6)出来的水 $BOD_5 < 15mg/L$ ，COD $< 60mg/L$ ，SS $< 15mg/L$ ，达到国家农田灌溉水质标准(GB5084 - 2005)，沉淀池(6)收集的含有蚯蚓粪的少量剩余污泥用于改良土壤或用作农肥。本发明水力负荷大、占地小、不易堵塞，流程和操作简

单、出水水质好、工程造价和运行费用低，可广泛用于农村污水的处理。



1. 利用高负荷蚯蚓生物滤池处理农村分散污水的方法，其特征在于：

第一步，污水预处理

将农村居住区的分散污水就地收集并引入预处理池，通过预处理池进水口设置的格栅去除污水中悬浮物和漂浮物，预处理池内设置的纤维束填料初步降解污水中的有机污染物，并调节 BOD_5 为 110-160mg/L，COD 为 120-150mg/L，SS 为 90-130mg/L；

第二步，构建高负荷蚯蚓生物滤池

高负荷蚯蚓生物滤池为圆柱形结构，自上而下由进水管(1)、旋转布水器(2)、第一蚯蚓生物滤层(3)、间隔层(4)、第二蚯蚓生物滤层(5)、间隔层(4)和沉淀池(6)构成；每个蚯蚓生物滤层底部设有与滤池内壁固定连接的孔径为 6-12 目的格栅地板(10)，格栅地板(10)上放置孔径为 2mm-4mm 的滤网(9)，滤网(9)上面装填直径为 3mm-7mm，颗粒密度为 $1.56 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 的轻质页岩球形陶粒(7)作为滤料，滤料填装高度为 30cm-100cm；在装填轻质页岩球形陶粒(7)后，按每平方米滤料表面 15000-28000 条赤子爱胜蚯蚓(8)均匀接种在轻质页岩球形陶粒(7)中，每条蚯蚓重 0.3g；间隔层(4)设有与大气相通的通风口(11)；沉淀池上部有合格水的溢流水管(13)，底部有排泥管(12)；

第三步，利用高负荷蚯蚓生物滤池处理农村分散污水

将第一步预处理好的出水通过旋转布水器(2)，均匀喷洒在第一蚯蚓生物滤层(3)的上方，控制高负荷蚯蚓生物滤池进水水力负荷为 $4-6 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，污水流经蚯蚓生物滤层的滤料时，水中胶体态和溶解态有机物被滤料表面的生物膜消化降解，老化的生物膜又被蚯蚓作为营养源吸收和分解利用，在蚯蚓和微生物的协同作用下污水得以净化，污泥实现减量化和稳定化；最后通过第二蚯蚓生物滤层(5)和间隔层(4)下面的沉淀池(6)澄清处理，从溢流水管(13)排出的水的 $BOD_5 < 15 \text{mg/L}$ ， $\text{COD} < 60 \text{mg/L}$ ， $\text{SS} < 15 \text{mg/L}$ ，达到国家农田灌溉水质标准(GB5084-2005)，用于水、旱作物和蔬菜的灌溉用水；沉淀池(6)底部的排泥管(12)收集的含有蚯蚓粪的少量剩余污泥或施入田间改良土壤，或就地堆肥以作农肥利用。

利用高负荷蚯蚓生物滤池处理农村分散污水的方法

技术领域

利用高负荷蚯蚓生物滤池处理农村分散污水的方法，涉及一种污水处理方法。具体是采用由预处理池和高负荷蚯蚓生物滤池两部分组成的装置处理农村分散污水。属于污水处理技术领域。

背景技术

随着我国经济发展和人民生活水平的提高，农村水环境污染问题也日益受到关注。农村地区居住分散、生活污水量少，缺少与给水管道相配套的排水系统，因此，农村污水往往不经任何处理，就近排入附近的水塘或河道，给河道密集，湖泊密布的平原河网地区造成水体污染，对人体健康造成严重危害。

目前应用于农村的污水处理工艺主要有活性污泥法、氧化塘、人工湿地和地下渗滤技术等。活性污泥法在污水水质水量变化较大的中小型污水处理方面存在能耗高、运行不稳定的问题。氧化塘和人工湿地可以充分利用地形，基建和维护费用低，并能实现污水的资源化，但占地面积大，处理效果易受气候影响。地下渗滤系统不影响地面景观、基建及运行管理费用低、处理出水水质好，但是同时也具有水力负荷低、占地面积大、易堵塞等缺点。近年来，生态处理技术的科学应用得到新的发展，其中蚯蚓生物滤池是在普通生物滤池的基础上引入蚯蚓等物种，利用微生物和蚯蚓的协同共生作用使污水得以净化，形成以蚯蚓粪为主的少量稳定污泥，同步实现污泥的减量化与稳定化，其处理效率比常规生物滤池提高了数倍以上，基建费用和运行费用与常规生物滤池相比大幅度减少。经对现有技术的检索发现，已有的用蚯蚓生物滤池处理污水的技术如中国发明专利（专利号 ZL00115433.8）提供了一种由格栅、曝气沉砂池、微生物—蚯蚓滤池和布水装置组成的生活污水的微生物—蚯蚓生态滤池处理系统，滤池填料采用纤维类物质、动物粪便、木屑或泥炭的混合物，水力负荷低于 $2\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，蚯蚓投加量为每平方米 1000-2000 条。由于填料的原因导致污水水力负荷高于 $2\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 时会产生积水现象，影响出水水质。中国发明专利“一种利用生态滤池进行污水处理的方法及蚯蚓塔式生态滤池（专利号 ZL200410014641.9），处理工艺包括格栅预

处理、沉淀池预处理和生态滤池处理三个步骤,采用方形三层蚯蚓生态滤池相叠加的构造,滤料采用土壤、木屑或是泥炭,承托层采用沙层、小鹅卵石和大鹅卵石。中国发明专利:使用蚯蚓生物滤池处理和循环利用养猪场污水的方法(专利号 ZL200610025219.2),是将冲洗猪圈后的污水收集到一个污水池中,然后泵出,用滤筛过滤后再用泵打入蚯蚓生物滤池进行处理净化,净化后的污水收集在贮水池中用于对猪圈的下次冲洗,采用计算程序控制污水收集池和贮存池中的敏感元件和水泵。中国发明专利:应用蚯蚓生物滤池处理工业废水的方法(专利号 ZL200710171219.8),将格栅过滤后的废水由进水管流入布水装置,向蚯蚓生物滤池布水,废水顺序经过由木屑、谷壳、蚯蚓组成的蚯蚓层、煤渣层后直接出水,该方法的最大进水水力负荷为 $2.3\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

上述蚯蚓生物滤池在实际应用中存在以下局限性和不足:

1. 水力负荷较低,在 $2.3\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 以下。水力负荷过低会增大蚯蚓生物滤池的占地面积,易于堵塞,在使用推广上受到限制。

2. 滤料选取不合适,不仅影响蚯蚓的适应和生长环境,增加填料层重量,还会发生堵塞现象,导致填料频繁更换,造成滤池内部污水处理系统瘫痪,严重影响污水处理效果,致使蚯蚓生物滤池难以长期稳定运行。

3. 池体构造复杂,填料层数偏多,填料重量偏大,增加了建设和施工难度,致使基建和运行管理费用增加,影响了蚯蚓生物滤池在资金有限的农村开展推广和使用。

发明内容

本发明的目的是针对现有农村分散生活污水处理技术中存在的水力负荷较低、填料构造复杂、易堵塞积水、难以长期稳定运行等不足,提供一种可大幅度提高水力负荷和污水处理能力,并具有优异的抗堵塞性能,可持久稳定运行,出水水质好、流程简单、投资运行费用低、占地面积少以及资源化程度高的生物滤池处理农村分散生活污水的方法。该方法为经济承受力较差、污水管网不完备的农村提供了适当的污水处理装置,能够针对我国广大农村的水体污染和污染型缺水问题提供切实可行的解决方案。

为达上述目的,本发明采用由预处理池和高负荷蚯蚓生物滤池两部分组成的装置,将收集后的农村分散生活污水,通过蚯蚓和滤料上的微生物的协同作用同

步处理,经沉淀,泥水分离后,出水达到国家农田灌溉水质标准(GB5084-2005)。

本发明工艺步骤如下:

第一步,污水预处理

将农村居住区的分散污水就地收集并引入预处理池,通过预处理池进水口设置的格栅,去除污水中悬浮物和漂浮物,预处理池内设置的纤维束填料初步降解污水中的有机污染物,并调节 BOD_5 为 110-160mg/L, COD 为 120-150mg/L, SS 为 90-130mg/L;

第二步,构建高负荷蚯蚓生物滤池

高负荷蚯蚓生物滤池为圆柱形结构,自上而下由进水管、旋转布水器、第一蚯蚓生物滤层、间隔层、第二蚯蚓生物滤层、间隔层和沉淀池构成;每个蚯蚓生物滤层底部设有与滤池内壁固定连接的孔径为 6-12 目的格栅地板,格栅地板上放置孔径为 2mm-4mm 的滤网,滤网上面装填直径为 3 mm -7mm,颗粒密度为 $1.56 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 的轻质页岩球形陶粒作为滤料,滤料填装高度为 30cm-100cm;在装填轻质页岩球形陶粒后,按每平方米滤料表面 15000-28000 条赤子爱胜蚯蚓均匀接种在轻质页岩球形陶粒中,每条蚯蚓重约 0.3g;间隔层设有与大气相通的通风口;沉淀池上部有合格水的溢流出水管,底部有排泥管;

第三步,利用高负荷蚯蚓生物滤池处理农村分散污水

将第一步预处理后的出水通过旋转布水器,以水力负荷为 $4-6 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 的进水条件,均匀喷洒在第一蚯蚓生物滤层的上方,污水流经滤料时,水中胶体态和溶解态有机物被滤料颗粒表面的生物膜消化降解,老化的生物膜又被蚯蚓作为营养源吸收和分解利用,在蚯蚓和微生物的协同作用下污水得以净化,污泥实现减量化和稳定化;最后通过第二蚯蚓生物滤层和间隔层下面的沉淀池澄清处理,从沉淀池的溢流出水管排出的水的 $BOD_5 < 15 \text{mg/L}$, $\text{COD} < 60 \text{mg/L}$, $\text{SS} < 15 \text{mg/L}$, 达到国家农田灌溉水质标准(GB5084-2005),可以用于水、旱作物和蔬菜的灌溉用水;沉淀池底部的排泥管收集的含有蚯蚓粪的少量剩余污泥,或施入田间改良土壤,或就地堆肥以作农肥利用。

本发明具有以下优点和突出效果:

1. 由于本发明采用了抗压耐磨,化学性质稳定,价格低廉,比表面积大,

具有优良的吸附性能的轻质页岩球形陶粒作为填料,它能适合各类微生物群落在其表面生长繁殖,形成稳定的高活性生物膜,污染物在蚯蚓和微生物群落的协同作用下得到了较好的降解效果,增强了污水处理能力,出水达到国家农田灌溉水质标准(GB5084-2005),实现了污水的资源化利用。

2. 由于本发明的陶粒中的蚯蚓利用自身丰富的酶系统(蛋白酶、脂肪酶、纤维酶、淀粉酶等)将有机污染物分解、转化成易于利用的营养物质,实现污泥的稳定化,形成以蚯蚓粪为主的少量稳定性剩余污泥,这些含有蚯蚓粪的剩余污泥可作为高效农肥和土壤改良剂使用,实现了污泥的资源化利用,污泥减量化与稳定化程度高。

3. 由于本发明采用的预处理池占地面积较小,能耗低,预处理池进水口设置格栅,预处理池内设置的纤维束填料,将两种处理构筑物合为一体,减少了工艺流程和占地面积;池内设置纤维束填料,采用生物处理法预处理污水,降低了动力消耗,消除了鼓风机等设备噪音,减少了对周边环境的不利影响。

4. 本发明采用球形陶粒作为填料,陶粒之间以点接触,间隙均匀,过滤阻力小,因此不仅使污泥和蚯蚓粪的混合物容易穿透滤层,克服了滤料堵塞问题,而且将传统蚯蚓生物滤池的水力负荷提高了3-4倍,达到 $4-6\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

5. 本发明的高负荷蚯蚓生物滤池采用旋转布水器,淋水周期短、布水均匀、水力冲刷作用强,不仅为滤池中蚯蚓和微生物的生长提供了适度的氧气和湿度,而且在布水时冲刷掉了部分老化生物膜,维持了滤料表层较薄的、活性更好的新鲜生物膜,同时解决了传统蚯蚓生物滤池滋生滤池蝇和产生臭味的环境影响问题,对周边环境影晌程度小。

6. 本发明采用的高负荷蚯蚓生物滤池,在相同污水处理量的条件下,滤池占地面积大幅度减小,节省了投资运行费用,而且大幅度减轻了滤层的重量,降低了材料和施工费用;抗堵塞积水,无需定期更换滤料可长期稳定运行,管理简单 降低了运行管理费用,使高负荷蚯蚓生物滤池可以在资金有限的广大农村推广使用。

附图说明

图1为本发明的工艺流程图。

图2为本发明的高负荷蚯蚓生物滤池结构示意图

其中,1—滤池进水管,2—旋转布水器,3—第一蚯蚓生物滤层,4—间隔层,5—第二蚯蚓生物滤层,6—沉淀池,7—轻质页岩球形陶粒,8—赤子爱胜蚯蚓,9—滤网,10—格栅地板,11—通风口,12—排泥管,13—溢流出水管。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作详细说明:

如图1、图2所示,本发明由预处理池和高负荷蚯蚓生物滤池两部分组成。高负荷蚯蚓生物滤池呈圆柱形结构,可以为砖结构、钢结构、钢筋混凝土结构或钢框架结构的混合结构。自上而下由进水管1、旋转布水器2、第一蚯蚓生物滤层3、间隔层4、第二蚯蚓生物滤层5、间隔层4和沉淀池6构成。每个蚯蚓生物滤层底部设有与滤池内壁固定连接的孔径为6-12目的格栅地板10,格栅地板10为市售的6-12目不锈钢格栅,格栅地板10上放置市售的质轻、耐腐蚀,孔径为2mm-4mm的合成材料制成起承托作用的滤网9。滤网9上面装填直径为3mm-7mm,颗粒密度为 $1.56 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 的页岩轻质球形陶粒7作为滤料,滤料填装高度为30cm-100cm。在装填轻质页岩球形陶粒7后,将价格低廉、易驯化、环境适应能力强的赤子爱胜蚯蚓8按每平方米滤料表面15000-28000条均匀接种在轻质页岩球形陶粒7中,每条蚯蚓重约0.3g。每层蚯蚓生物滤层下方的间隔层4的层高为30cm-50cm,中部围绕池体均匀开设6-8个长30cm-50cm、宽10cm-25cm的矩形通风口11,其中每个间隔层4上通风口11的有效面积占滤池面积的10%-15%,保证池体内部与外界空气对流交换,使其形成较强的拔风状态,解决了蚯蚓生物滤层中的供氧问题。沉淀池6高度为40cm-60cm,为了使池底污泥能滑入污泥斗,池底设有0.02-0.25的坡度,沉淀池6上部设有溢流出水管13,底部有排泥管12。

先将农村居住区分散污水就地收集后引入预处理池,通过预处理池入口处的格栅去除污水中悬浮物和漂浮物,污水流经池内填料时利用纤维束填料上附着的微生物对污水进行初步生物降解,减轻后续处理构筑物的负荷,经过预处理池处理的污水 BOD_5 为110-160mg/L, COD为120-150mg/L, SS为90-130mg/L,然后进入蚯蚓生物滤池。

然后,将预处理池出水通过进水管1流入旋转布水器2。旋转布水器2将污水均匀喷洒在第一蚯蚓生物滤层3上。采用24h连续投配方式进水,水力负荷为 $4-6\text{m}^3/(\text{m}^2\text{滤池中滤料表面积}\cdot\text{d})$,污水自上而下先后经第一蚯蚓生物滤层3和第二蚯蚓生物滤层5进行生物处理。第一蚯蚓生物滤层3的出水滴落至第二蚯蚓生物滤层5,来不及降解的污染物通过第二蚯蚓生物滤层5进一步降解去除,在蚯蚓生物滤池中,污水中的悬浮物和有机污染物被吸附性能良好的轻质页岩球形陶粒7截留,进一步被附着在滤料上的微生物群落所降解。赤子爱胜蚯蚓8在滤料中穿梭往来吞噬有机物污泥和老化生物膜的同时,不仅清通了滤料孔隙,增加了滤料的通透性,而且加速了微生物群落对有机质的分解,强化了污水的处理效果。并实现了污泥的减量化和稳定化。

最后,经过滤料层处理后的水进入高负荷蚯蚓生物滤池下方的沉淀池6,经沉淀池6中泥水分离后,通过溢流水管13流出,用于农田灌溉,沉淀下来的含有蚯蚓粪的少量稳定污泥由排泥管12定期排入污泥池。沉淀池6收集到的含有蚯蚓粪的剩余污泥富含氮、磷、钾等营养物质,可作为高效农肥和土壤改良剂使用,实现了污水和污泥的资源化利用。

通常情况下生活污水水温稳定在 $8^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C}$,高负荷蚯蚓生物滤池中蚯蚓和微生物的整体活性受季节影响不是特别明显。蚯蚓在蚯蚓生物滤池中的增殖数目与死亡数目在长期过程中基本保持动态平衡,无需额外人工清除和管理。处理效果:经过蚯蚓生物滤池处理后,出水各项指标的平均浓度为: BOD_5 为 13mg/L , COD 为 54.8mg/L , SS 为 3.17mg/L ,出水水质达到国家农田灌溉水质标准(GB5084-2005),可以用于水作、旱作和蔬菜的灌溉用水,沉淀池沉淀下来的少量污泥和蚯蚓粪,收集后可以施入田间改良土壤,或就地堆肥以作农肥利用,实现了污水和污泥的资源化利用。

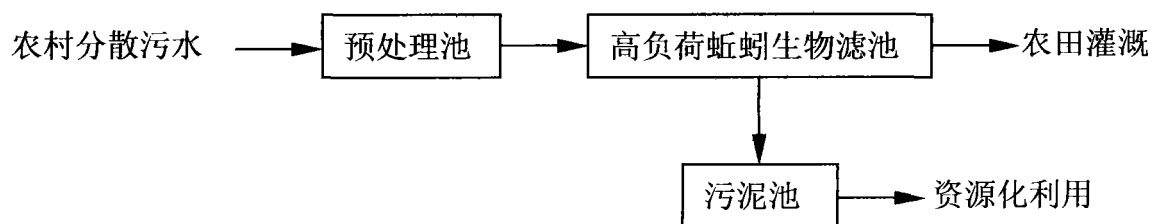


图 1

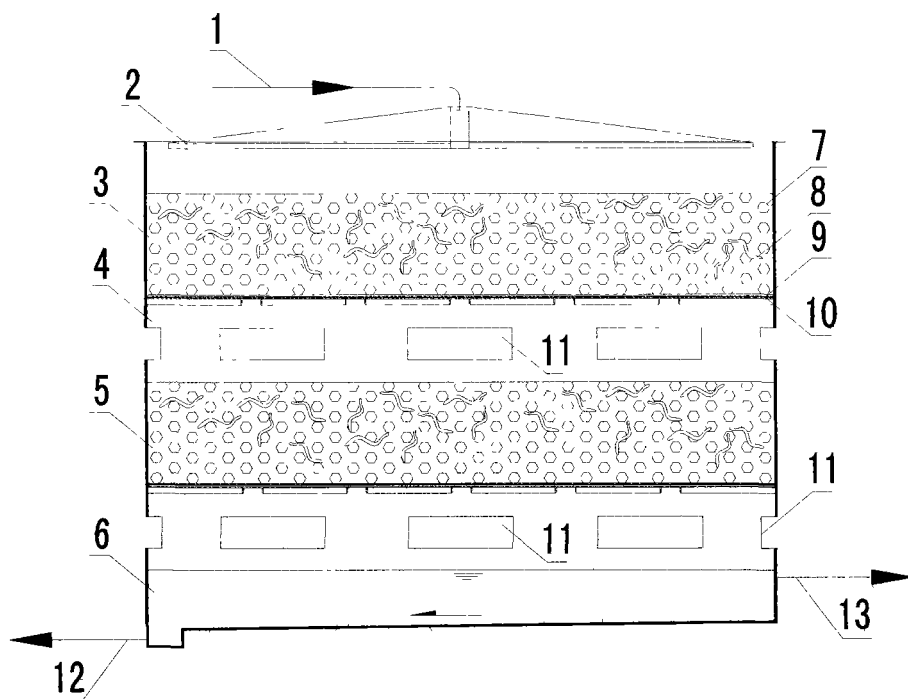


图 2