



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103803770 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 21

(21) 申请号 201410067635. 3

(22) 申请日 2014. 02. 26

(71) 申请人 江苏理工学院

地址 213001 江苏省常州市钟楼区中吴大道
1801 号

(72) 发明人 程洁红 孔峰 高洋 戴雅

(74) 专利代理机构 常州市江海阳光知识产权代
理有限公司 32214

代理人 孙培英

(51) Int. Cl.

C02F 11/02(2006. 01)

C02F 11/04(2006. 01)

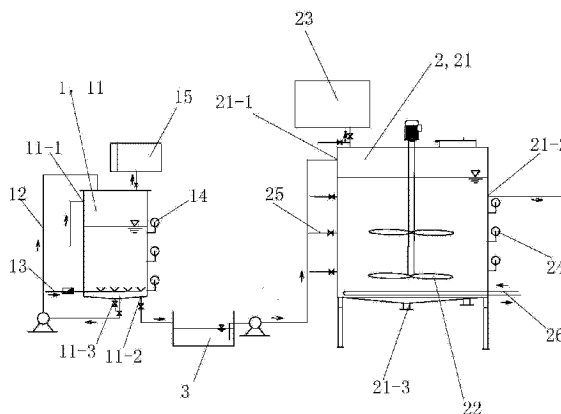
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置和方法,有机污泥首先进行高温微好氧消化过程,高温微好氧消化结束后,消化后的污泥从出料口通过管道进入 pH 值调节池,向 pH 值调节池中投入碱液调节池中物料的 pH,污泥在池中停留 3~5h 以释放污泥中的溶解氧;然后污泥由泵送入厌氧发酵反应器停留 6~20 天完成厌氧消化过程。本发明的有机污泥消化过程的前半段是自热式高温微好氧消化过程,而不是自热式高温好氧消化过程;自热式高温微好氧消化过程供给的空气量有限,在氧限制条件下,很容易产生 VFA,而 VFA 在厌氧条件下,很容易产甲烷;这样既利于后半段厌氧消化过程对污泥的进一步消化产生甲烷,又能减少曝气量,降低能耗。



1. 一种有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置,包括高温好氧反应器和厌氧发酵反应器(2),其特征在于:还包括 pH 值调节池(3);所述高温好氧反应器为自热式高温微好氧反应器(1);pH 值调节池(3)设置在高温微好氧反应器(1)和厌氧发酵反应器(2)之间,自热式高温微好氧反应器(1)的出料口通过管道与 pH 值调节池(3)相通,pH 值调节池(3)通过管道与泵与厌氧发酵反应器(2)的进料口相连通;

自热式高温微好氧反应器(1)包括反应罐(11)、污泥回流系统(12)、曝气系统(13)、温度传感器(14)和气体吸收处理装置(15);所述污泥回流系统(12)设置在反应罐(11)外部,包括下段管路、污泥回流泵和上段管路;下段管路、污泥回流泵、上段管路和反应罐形成一个相通的回路;曝气系统(13)包括有曝气管、曝气头、压力表,曝气管布置在反应罐(11)的底部;温度传感器(14)在反应罐(11)的上部、中部、下部各设置一个;气体吸收处理装置(15)设置在反应罐(11)的上方,通过管道与反应罐(11)的内部相通。

2. 根据权利要求 1 所述的有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置,其特征在于:厌氧发酵反应器(2)包括反应罐(21)、搅拌器(22)、气体收集过滤器(23)、温度传感器(24)、气体取样管(25)和循环水管路(26);

搅拌器(22)包括电机、杆轴和搅拌桨叶,电机固定设置在反应罐(21)的上方,杆轴从上向下穿入反应罐(21)内部,搅拌桨叶在杆轴上设置两层,其中下层的搅拌桨叶设置在反应罐(21)的底部,上层的搅拌桨叶设置在反应罐(21)内有效水深的中部;

循环水管路(26)设置在反应罐(21)底部,通过管道与锅炉连接,锅炉的燃气灶通过管道与气体收集过滤器(23)的出气口相连通。

3. 一种如权利要求 1 所述的有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置的消化方法,其特征在于包括以下步骤:

①菌种的驯化,菌种的驯化在自热式高温微好氧反应器(1)的反应罐(11)中进行,驯化得到的含有菌种的种泥留 1/4 ~ 1/2 在反应罐(11)内部;

②有机污泥的高温微好氧消化过程;打开污泥输送泵,向自热式高温微好氧反应器(1)的反应罐(11)中送入有机污泥,有机污泥的输送量为反应罐(11)的剩余有效体积;开启污泥回流系统(12)和曝气系统(13),有机污泥开始高温微好氧消化过程,污泥在自热式高温微好氧反应器中停留 2 ~ 3 天完成高温微好氧消化过程;消化温度维持在 45℃ ~ 65℃ 之间;

高温微好氧消化结束后,消化后的污泥从出料口通过管道进入 pH 值调节池(3),向 pH 值调节池(3)中投入碱液,将 pH 值调节池(3)中的物料的 pH 值调到 6.8 ~ 7.2 之间,pH 值调节完毕后的污泥在池中停留 3 ~ 5h 以释放污泥中的溶解氧;

③有机污泥的厌氧消化过程;步骤②释放溶解氧的经过高温微好氧消化的污泥由泵送入厌氧发酵反应器(2)停留 6 ~ 20 天完成厌氧消化过程,排出泥经机械脱水后直接农用。

4. 根据权利要求 3 所述的有机污泥高温微好氧-厌氧消化方法,其特征在于:步骤②有机污泥的高温微好氧消化过程中,自热式高温微好氧反应器(1)的反应罐(11)中的氧化还原电位 ORP 为 0 ~ -100mv。

5. 根据权利要求 3 所述的有机污泥高温微好氧-厌氧消化方法,其特征在于:步骤③有机污泥的厌氧消化过程为中温厌氧消化过程;中温厌氧温度是 33℃ ~ 35℃,污泥在厌氧发酵反应器(2)中停留 10 ~ 20 天完成厌氧消化过程。

6. 根据权利要求 5 所述的有机污泥高温微好氧 - 厌氧消化方法,其特征在于:若自热式高温微好氧消化后流出的污泥温度超过 60℃,将高温微好氧消化后的污泥在 pH 值调节池(3)中停留时间延长 0 ~ 40min 散热至中温厌氧温度范围;若厌氧池温度达不到中温厌氧温度范围,则减少高温微好氧消化的曝气量、加大污泥回流给机械热量,使得高温微好氧消化温度达到 50℃ ~ 60℃,保证厌氧池的中温。

7. 根据权利要求 3 所述的有机污泥高温微好氧 - 厌氧消化方法,其特征在于:步骤③有机污泥的厌氧消化过程为高温厌氧消化过程;高温厌氧消化的温度为 50℃ ~ 55℃,污泥在厌氧发酵反应器(2)中停留 6 ~ 10 天完成厌氧消化过程。

8. 根据权利要求 7 所述的有机污泥高温微好氧 - 厌氧消化方法,其特征在于:高温厌氧消化过程产生的甲烷气体收集并后燃烧产生蒸汽或热水对厌氧发酵反应器(2)供热以维持 50℃ ~ 55℃的高温,将甲烷燃烧产生的蒸汽或热水通过厌氧发酵反应器(2)底部的循环水管路(26)对反应罐(21)供热,同时打开反应罐(21)的搅拌器。

9. 根据权利要求 3 所述的有机污泥高温微好氧 - 厌氧消化方法,其特征在于:步骤②中的有机污泥为含固率在 4% ~ 7%,挥发性有机固体浓度占 60% ~ 90%的液态有机固体废弃物。

有机污泥高温微好氧 - 厌氧消化装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及固体废弃物的处理领域,具体涉及一种有机污泥高温微好氧 - 厌氧消化装置和方法。

背景技术

[0002] 随着我国社会经济和城市化的发展,城市污水的数量在不断增长。据预测,2010年我国城市污水排放量将达到 440 亿 m^3/d ;2020 年将达到 536 亿 m^3/d 。目前我国污水处理量和处理率虽然不高,但城市污水处理厂每年排放干污泥大约 30 万吨,而且还以每年 10% 的速度增长^[2]。我国现有污水处理厂,存在重水轻泥现象,有很大一部分污泥没有稳定化处理和无害化处理,污泥处理设施也没有有效运行,污泥没有得到妥善处置,导致环境污染,抑制了城市污水厂的长期可持续发展。目前,如何有效处理城市污泥是国际范围内污(废)水处理领域中所面临的最为重要而复杂的问题。

[0003] 污泥消化技术通过微生物对有机物进行降解达到污泥的稳定化和无害化。现有的污泥消化工艺主要有传统好氧消化工艺、常规中温厌氧消化工艺、两级厌氧消化工艺、缺氧/好氧消化工艺、自热高温好氧消化工艺、两段高温好氧/中温厌氧消化工艺。

[0004] 其中的两段高温好氧/中温厌氧消化工艺将自热高温好氧消化工艺与中温厌氧消化工艺相结合,先以一段高负荷自热高温好氧消化工艺系统对污泥进行预处理后再进入中温厌氧反应器。该工艺可显著提高对病原菌的去除率和后续中温厌氧消化运行的稳定性,但是该工艺尚处在实验阶段。

[0005] 例如中国专利文献 CN 100486722C (申请号 200610087577.6)公开了一种两阶段半固态有机废物消化制肥制气工艺,把半固态有机废物在串联的高温微好氧和中温厌氧条件下消化,高温阶段杀灭致病菌、预分解废物,中温阶段主分解废物、产生沼气,最终产物富含腐殖酸、氮、磷、钾;具体步骤是首先半固态有机废物进入高温微好氧消化单元,向高温微好氧消化单元内通入空气,维持高温微好氧消化单元内半固态废物的溶解氧浓度在 0.1 ~ 0.8mg/L,半固态有机废物再微生物作用下开始分解、消耗氧气并释放反应热,消化液温度可达 55℃ 以上,维持消化液温度 55℃ ~ 70℃ 并保持 1 ~ 3 天;从高温微好氧消化单元排出的高温流体经换热器降温后进入第二阶段的中温厌氧消化单元,换热器回收的废热以循环水为载体对中温厌氧消化单元进行保温;中温厌氧消化单元温度维持在 35℃ ~ 40℃,pH 值维持在 6.5 ~ 8,消化液中的易降解物质不断转化为沼气,第二阶段经过 15 ~ 20 天后,消化最终产物从中温厌氧消化单元排出,进入沉淀贮存器备用或销售。

[0006] 该制备工艺的高温微好氧阶段存在充氧困难的问题,实际作业中,55℃ ~ 70℃ 的高温条件下,溶解氧浓度很低,而半固体的物质氧传质效率低,充氧非常有限,因此该方法按照文本公开的内容难以达到好氧状态,而无法达到好氧条件的话,第一阶段无法释放足够热量,有机固体容易厌氧酸化,从第一阶段流出的污泥 pH 值较低,导致第二阶段厌氧消化过程无法产沼气,并且厌氧消化停留时间长;另外按照该方法目前公开的内容,中温厌氧消化温度较难控制到目标温度,这是因为换热器回收的废热量低(即 55℃ ~ 70℃ 到 35℃ ~

40℃的温差热量很少),难以达到保温作用;厌氧池由于停留时间长,体积庞大,在冬季通过换热器达到保温作用效果就更低。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是提供一种有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置和方法。

[0008] 实现本发明目的的技术方案是一种有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置,包括高温好氧反应器和厌氧发酵反应器,还包括 pH 值调节池;所述高温好氧反应器为自热式高温微好氧反应器;pH 值调节池设置在高温微好氧反应器和厌氧发酵反应器之间,自热式高温微好氧反应器的出料口通过管道与 pH 值调节池相通,pH 值调节池通过管道与泵与厌氧发酵反应器的进料口相连通。

[0009] 自热式高温微好氧反应器包括反应罐、污泥回流系统、曝气系统、温度传感器和气体吸收处理装置;所述污泥回流系统设置在反应罐外部,包括下段管路、污泥回流泵和上段管路;下段管路、污泥回流泵、上段管路和反应罐形成一个相通的回路;曝气系统包括有曝气管、曝气头、压力表,曝气管布置在反应罐的底部;温度传感器在反应罐的上部、中部、下部各设置一个;气体吸收处理装置设置在反应罐的上方,通过管道与反应罐的内部相通。

[0010] 所述厌氧发酵反应器包括反应罐、搅拌器、气体收集过滤器、温度传感器、气体取样管和循环水管路。搅拌器包括电机、杆轴和搅拌桨叶,电机固定设置在反应罐的上方,杆轴从上向下穿入反应罐内部,搅拌桨叶在杆轴上设置两层,其中下层的搅拌桨叶设置在反应罐的底部,上层的搅拌桨叶设置在反应罐内有效水深的中部。

[0011] 循环水管路设置在反应罐底部,通过管道与锅炉连接,锅炉的燃气灶通过管道与气体收集过滤器的出气口相连通。

[0012] 一种如上所述的有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置的消化方法,包括以下步骤:

①菌种的驯化,菌种的驯化在自热式高温微好氧反应器的反应罐中进行,驯化得到的含有菌种的种泥留 1/4 ~ 1/2 在反应罐内部。

[0013] ②有机污泥的高温微好氧消化过程;打开污泥输送泵,向自热式高温微好氧反应器的反应罐中送入有机污泥,有机污泥的输送量为反应罐的剩余有效体积;开启污泥回流系统和曝气系统,有机污泥开始高温微好氧消化过程,污泥在自热式高温微好氧反应器中停留 2 ~ 3 天完成高温微好氧消化过程;消化温度维持在 45℃ ~ 65℃ 之间。

[0014] 高温微好氧消化结束后,消化后的污泥从出料口通过管道进入 pH 值调节池,向 pH 值调节池中投入碱液,将 pH 值调节池中的物料的 pH 值调到 6.8 ~ 7.2 之间,pH 值调节完毕后的污泥在池中停留 3 ~ 5h 以释放污泥中的溶解氧。

[0015] ③有机污泥的厌氧消化过程;步骤②释放溶解氧的经过高温微好氧消化的污泥由泵送入厌氧发酵反应器停留 6 ~ 20 天完成厌氧消化过程,排出泥经机械脱水后直接农用。

[0016] 上述步骤②有机污泥的高温微好氧消化过程中,自热式高温微好氧反应器的反应罐中的氧化还原电位 ORP 为 0 ~ -100mv。

[0017] 上述步骤③有机污泥的厌氧消化过程为中温厌氧消化过程;中温厌氧温度是 33℃ ~ 35℃,污泥在厌氧发酵反应器中停留 10 ~ 20 天完成厌氧消化过程。

[0018] 进一步的,若自热式高温微好氧消化后流出的污泥温度超过 60℃,将高温微好氧消化后的污泥在 pH 值调节池中停留时间延长 0~40min 散热至中温厌氧温度范围;若厌氧池温度达不到中温厌氧温度范围,则减少高温微好氧消化的曝气量、加大污泥回流给机械热量,使得高温微好氧消化温度达到 50℃~60℃,保证厌氧池的中温。

[0019] 可选择的,步骤③有机污泥的厌氧消化过程为高温厌氧消化过程;高温厌氧消化的温度为 50℃~55℃,污泥在厌氧发酵反应器中停留 6~10 天完成厌氧消化过程。

[0020] 进一步的,高温厌氧消化过程产生的甲烷气体收集并后燃烧产生蒸汽或热水对厌氧发酵反应器供热以维持 50℃~55℃的高温,将甲烷燃烧产生的蒸汽或热水通过厌氧发酵反应器底部的循环水管路对反应罐供热,同时打开反应罐的搅拌器。

[0021] 步骤②中的有机污泥为含固率在 4%~7%,挥发性有机固体浓度占 60%~90%的液态有机固体废弃物。

[0022] 本发明具有积极的效果:(1)本发明的有机污泥自热式高温微好氧-厌氧消化装置由自热式高温微好氧反应器和厌氧发酵反应器串联而成。前段自热式高温微好氧反应器通过保温措施,将挥发性有机物好氧消化过程中释放的热量进行保温,加上机械产热,从而使得反应器达到自升温至 45℃~65℃,保证高温微好氧消化顺利进行。

[0023] 后段厌氧发酵反应器中可选择的进行中温消化或高温消化,其中中温厌氧消化利用了自热式高温微好氧反应器流出的污泥自带的热量,不需外加热源,节省成本;而高温厌氧消化的热源一部分来自前段的自热式高温微好氧流出的污泥自带的热量,另一部分热源的来源是燃烧高温厌氧消化产生的甲烷获得,同样不需外加热源,节省成本。厌氧发酵反应器能产生具有能源物质的甲烷气体,进行了资源化利用;并且消化后污泥保留了氮磷营养成分,经脱水后可以农用,解决污泥最终出路。

[0024] (2)本发明的自热式高温微好氧消化过程保证进泥的含固率为 4%~7%、反应器体积大于 10m³ 以上、并且设置适当的曝气量和提供良好的混合作用,同时消化过程中将好氧消化反应释放的热量保留下来,并通过污泥回流供给不超过 30% 的机械能,从而使得反应器达到并维持 45℃~65℃的高温状态,使得高温微好氧消化完成的更有效、彻底。由于是微好氧消化过程,曝气量相对于好氧消化少,反应器内污泥自升温很难达到 70 度以上;而对于有机污泥高温微好氧-厌氧消化过程,有研究表明,当自热式高温微好氧消化工艺的消化温度超过 65℃时,整个消化过程的效果变差,具体表现在 VSS 去除率较低,为 20%~30%。

[0025] (3)本发明的有机污泥消化过程的前半段是自热式高温微好氧消化过程,而不是自热式高温好氧消化过程;自热式高温微好氧消化过程供给的空气量有限,在氧限制条件下,很容易产生挥发性脂肪酸(以下简称 VFA),而 VFA 在厌氧条件下,很容易产甲烷;这样既利于后半段厌氧消化过程对污泥的进一步消化产生甲烷,又能减少曝气量,降低能耗。由于前半段时自热式高温微好氧消化过程,加快了厌氧消化进程,一般厌氧消化要达到 40 多天,或更长时间,但该工艺停留时间可以达到缩短到 20 天以内。

[0026] (4)本发明适用于含固率在 4%~7%,挥发性有机固体浓度占 60%~90%的液态有机固体废弃物,如城市污泥、家禽养殖厂排放的有机废弃物、厨余、牲口粪便等液态有机物。由于投入反应器内的污泥浓度高,粘度大,需氧量多,而传质进入反应器的氧量有限,因此在自热式高温微好氧反应器中是不完全好氧,即通过好氧菌、兼性菌、厌氧菌的共同作用将

挥发性有机物降解,然后进入厌氧反应器发酵产甲烷,消化后污泥经脱水,可作为肥料的有机固体,解决了有机污泥最终出路问题。

[0027] (5) 本发明自热式高温微好氧消化后的污泥在 pH 值调节池中调节 pH 值并释放溶解氧,由于自热式高温微好氧消化能产生大量 VFA,用于厌氧消化过程产甲烷,但 VFA 会导致 pH 值下降,所以,在进入厌氧池之前,要投加碱液,将厌氧消化池中的 pH 值调到 6.8 ~ 7.2 之间,不要超过 7.5。另外,混合池要停留一段时间,是因为从自热式高温微好氧消化池流出的污泥,带有些溶解氧,需要释放出来,不能带入到厌氧池,否则会杀死厌氧菌。pH 值调节池还起到调配池作用,便于泵将污泥从 pH 值调节池中取出,泵入到厌氧发酵反应器中。

[0028] (6) 本发明的消化装置结构紧凑、操作简单,即可建于地上,也可地理或半地理式,节约用地,美化环境。

附图说明

[0029] 图 1 为本发明的消化装置的结构示意图;

上述附图中的标记如下:

高温微好氧反应器 1,反应罐 11,进料口 11-1,出料口 11-2,放空口 11-3,污泥回流系统 12,曝气系统 13,温度传感器 14,气体吸收处理装置 15;

厌氧发酵反应器 2,反应罐 21,进料口 21-1,出料口 21-2,放空口 21-3, 搅拌器 22,气体收集过滤器 23,温度传感器 24,气体取样管 25,循环水管路 26;pH 值调节池 3。

具体实施方式

[0030] (实施例 1)

见图 1,本实施例的有机污泥高温微好氧-厌氧消化装置包括自热式高温微好氧反应器 1、厌氧发酵反应器 2 和 pH 值调节池 3。pH 值调节池 3 设置在高温微好氧反应器 1 和厌氧发酵反应器 2 之间,自热式高温微好氧反应器 1 的出料口通过管道与 pH 值调节池 3 相通,pH 值调节池 3 通过管道与泵与厌氧发酵反应器 2 的进料口相连通。

[0031] 自热式高温微好氧反应器 1 包括反应罐 11、污泥回流系统 12、曝气系统 13、温度传感器 14 和气体吸收处理装置 15。

[0032] 所述反应罐 11 的外周设有保温层,反应罐 11 设有进料口 11-1、出料口 11-2 和放空口 11-3。进料口 11-1 设置在反应罐 11 的上端,出料口 11-2 和放空口 11-3 设置在反应罐 11 的底部。反应罐 11 内部设有进料区、反应区和出料区,所述进料区在上部、反应区在中部、出料区在下部。

[0033] 污泥回流系统 12 在反应罐 11 外部,包括下段管路、污泥回流泵和上段管路,下段管路上设有止回阀。污泥回流系统 12 的下段管路与反应罐 11 的底部相连通,上段管路的出料端与反应罐 11 的顶部相连通。污泥回流泵设置在下段管路与上段管路之间,将污泥从反应罐 11 的底部抽出,然后从反应罐 11 的顶部重新进入反应罐 11 内部。

[0034] 所述曝气系统 13 包括有曝气管、曝气头、压力表;曝气管布置在反应罐 11 的底部;曝气头均匀分布在曝气管上并与曝气管相通。曝气头可提供微小气泡,以增加气液相的接触面积和接触时间,曝气头数量与其服务面积有关;压力表可以监测曝气头是否发生堵塞,以便及时疏通。本发明在反应初期,有机污泥需要氧量多,曝气量需加大;在反应后期,有机

污泥需氧量少,曝气量需求少。本反应器的曝气系统中还可增设流量计,用来调节曝气管的流量。

[0035] 温度传感器 14 在反应罐 11 的上部、中部、下部各设置一个,以检测反应罐 11 内污泥的温度。

[0036] 气体吸收处理装置 15 设置在反应罐 11 的上方,通过管道与反应罐 11 的内部相通。所述气体吸收处理装置 15 为生物膜吸收过滤装置,可以处理 H_2S 、 SO_2 等酸性气体。

[0037] 厌氧发酵反应器 2 包括反应罐 21、搅拌器 22、气体收集过滤器 23、温度传感器 24、气体取样管 25 和循环水管路 26。

[0038] 反应罐 21 设有进料口 21-1、出料口 21-2 和放空口 21-3,进料口设置在反应罐 21 的上部,出料口 21-2 设置在反应罐 21 的中部,放空口 21-3 设置在反应罐 21 的底部。

[0039] 反应罐 21 内设三个区域,依次分为进料区、反应区和出料区,进料区设在上部,反应区设在底部,出料区设在中部。

[0040] 搅拌器 22 包括电机、杆轴和搅拌桨叶,电机固定设置在反应罐 21 的上方,杆轴从上向下穿入反应罐 21 内部,搅拌桨叶在杆轴上设置两层,其中下层的搅拌桨叶距离反应罐 21 的底部 30cm,上层的搅拌桨叶设置在反应罐 21 内有效水深的中部,电机带动两层桨叶旋转对罐内污泥充分混合搅拌。搅拌器 22 并不是 24 小时一直开启,而是在对反应罐 21 进行供热时才开启,供热结束后亦停止搅拌。

[0041] 气体收集过滤器 23 设置在反应罐 21 的上方,通过管道与反应罐 21 的内部相通。气体收集过滤器 23 收集反应罐 21 内产生的甲烷气体,将其收集后贮存或燃烧对反应罐 21 供热。

[0042] 温度传感器 24 在反应罐 21 的上部、中部、下部各设置一个,以检测反应罐 11 内各区域的污泥的温度。

[0043] 气体取样管 25 在反应罐 21 的上部、中部、下部各设置一个,以检测反应罐 11 内各区域的气体成分。

[0044] 循环水管路 26 设置在反应罐 21 底部,通过管道与锅炉连接,锅炉的燃气灶通过管道与气体收集过滤器 23 的出气口相连通。

[0045] 使用上述消化装置对有机污泥进行高温微好氧-厌氧消化方法包括以下步骤:

①菌种的驯化。

[0046] 取含固率为 5%~7% 的城市污泥装入高温微好氧反应器 1 中,开启污泥回流系统 12 及曝气系统 13,好氧消化一段时间,待温度上升,并达到平衡后(即反应罐 11 内污泥温度不再上升),排放反应罐 11 内 1/2 污泥,再补充含固率为 5%~7% 的新鲜污泥,继续运行,重复上述步骤直至反应罐 11 内温度达到 50°C ~ 55°C 。待温度上升至 50°C 以上,停止曝气和污泥回流,驯化结束,排放一部分污泥,反应罐 11 内预留 1/3 污泥作为种泥。

[0047] ②有机污泥的高温微好氧消化过程。

[0048] 打开污泥输送泵,向自热式高温微好氧反应器 1 的反应罐 11 中送入反应罐 11 的 2/3 有效体积的有机污泥,有机污泥与预留的驯化后污泥装满反应器,达到有效体积,反应器有 0.5m 超高;有机污泥含固率在 4%~7%,挥发性有机固体浓度占 60%~80%;开启污泥回流系统 12 和曝气系统 13,曝气系统 13 的曝气量为 $10\sim 14\text{m}^3/\text{h}$,有机污泥开始高温微好氧消化过程。污泥在自热式高温微好氧反应器中停留 2~3 天进行高温微好氧消化过程。

高温微好氧消化过程中,氧化还原电位 ORP 为 $0 \sim -100\text{mv}$ 。

[0049] 在消化过程中,污泥好氧消化过程自放热,污泥回流供给不超过 30% 的机械能,同时由于自热式高温微好氧反应器 1 的反应器本体的外周设有保温层,使得消化温度无需外加热源,维持在 $45^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ 之间,在此高温下对有机污泥进行灭菌,实现消化后污泥无害化。若反应器温度上升到 65°C 以上,则加大曝气量,关闭污泥回流,使得散热增多,以实现降温。

[0050] 由于投入反应器内的污泥浓度高,粘度大,需氧量多,而传质进入反应器的氧量有限,因此在自热式高温微好氧反应器中是不完全好氧,即通过好氧菌、兼性菌、厌氧菌的共同作用将挥发性有机物降解,很容易产生挥发性脂肪酸(VFA),而 VFA 在厌氧条件下,很容易产甲烷,因此有机污泥的高温微好氧消化过程利于后段有机污泥的厌氧消化过程。

[0051] 高温微好氧消化结束后,消化后的污泥从出料口通过管道进入 pH 值调节池 3,向 pH 值调节池 3 中投入氢氧化钠溶液,将 pH 值调节池 3 中的物料的 pH 值调到 $6.8 \sim 7.2$ 之间。pH 值调节完毕后的污泥在池中停留 $3\text{h} \sim 5\text{h}$ 以释放污泥中的溶解氧。

[0052] ③有机污泥的中温厌氧消化。

[0053] 打开污泥泵,步骤②释放溶解氧的经过高温微好氧消化的污泥由泵送入厌氧发酵反应器 2 中。污泥在厌氧发酵反应器 2 中停留 $10 \sim 20$ 天完成厌氧消化过程,无需外加热源,中温厌氧温度是 $33^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$,排出泥经机械脱水后直接农用。

[0054] 若自热式高温微好氧消化后流出的污泥温度过高,超过 60°C ,将高温微好氧消化后的污泥在 pH 值调节池 3 中多停留几个小时散热。若厌氧池温度达不到中温范围,可将自热式高温微好氧消化的污泥温度尽量提高,通过减少曝气量、加大污泥回流给机械热量,使得高温微好氧消化温度达到 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$,保证厌氧池的中温。

[0055] 本发明的消化装置属于两级串联反应器,自热式高温微好氧反应器通过污泥回流进行搅拌混合,混合无死角,达到污泥悬浮作用,促进微生物生化反应,使微生物自身氧化反应完全,在自热式高温微好氧反应器中,经过微好氧消化释放足够热量,确保微好氧反应器的高温状态和厌氧发酵反应器内污泥的中温状态。

[0056] 实际运行时,采用半连续式进料排料方式。本实施例中自热式高温微好氧消化污泥停留时间是 2 天,厌氧消化污泥停留 12 天。

[0057] 设自热式高温微好氧消化反应器有效体积为 V ,第一天进泥量为 $V/2$,停留两天,第三天进泥 $V/2$,排泥 $V/2$ 。即隔天进泥和排泥。从自热式高温微好氧消化反应器,每天排出泥 V ,进入厌氧消化池,厌氧消化池体积为 $12V$,所以,污泥停留时间为 12 天。厌氧消化池每天排泥量 V 。这样进泥和排泥相等。

[0058] 对于自热式高温微好氧消化,由于是自热式,温度上升不容易,所以本实施例中的反应器体积为 10m^3 。本实施例的自热式高温微好氧消化阶段温度可达到 $45^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ 之间,冬季虽会偏低,但由于反应器体积大最低能维持在 50°C 。

[0059] 本发明的有机污泥高温微好氧-厌氧消化方法的利用了自热式高温微好氧消化能自己产热的优点,不需外加热源,节省成本。

[0060] 本发明的消化装置的厌氧发酵为中温消化,利用了自热式高温微好氧中污泥自带的热量,不需外加热源,节省成本。厌氧发酵反应器能产具有能源物质的甲烷气体,进行了资源化利用;并且消化后污泥保留了氮磷营养成分,经脱水后可以农用,解决污泥最终出

路。

[0061] (实施例 2)

本实施例的有机污泥高温微好氧-厌氧消化方法其余与实施例 1 相同,不同之处在于:

步骤③有机污泥进行高温厌氧消化。

[0062] 打开连接管道的阀门,步骤②释放溶解氧的经过高温微好氧消化的污泥由泵送入厌氧发酵反应器 2 中。污泥在厌氧发酵反应器 2 中停留 6~10 天完成厌氧消化过程,高温厌氧消化的温度为 50℃~55℃,排出泥经机械脱水后直接农用。

[0063] 高温厌氧消化可以使得反应速度加快。高温厌氧消化的热源一部分来自前段的自热式高温微好氧流出的污泥自带的热量,另一部分热源的来源是将高温厌氧消化产生的甲烷收集后燃烧水得到的蒸汽或热水通过厌氧发酵反应器 2 内的循环水管路 26 对反应罐 21 内的污泥供热以维持 50℃~55℃的高温。

[0064] 当厌氧发酵反应器 2 的温度下降时,向循环水管路 26 内输送蒸汽或热水以对反应罐 21 内的污泥供热,循环水管路 26 供热的同时打开搅拌器 22 使热量分散均匀,供热结束停止搅拌。

[0065] (实施例 3)

本实施例的有机污泥高温微好氧-厌氧消化方法其余与实施例 1 相同,不同之处在于:

自热式高温微好氧反应器 1 还包括消泡系统,所述消泡系统包括空气消泡管、喷射口;所述空气消泡管布置在反应罐 11 的上部,管壁上均匀开有小孔;所述喷射口安装在反应器本体的顶端。本消泡系统工作时,通过空气消泡管管壁上的小孔吹出的气体将泡沫打碎;喷射口可喷射消泡剂,消泡剂喷射到反应器内,通过搅拌器的搅拌均匀分布在整个液面上,起消泡作用。

[0066] 消化方法的步骤②有机污泥的高温微好氧消化过程中,消泡系统向反应罐内送入空气将反应罐内产生的气泡打破,使得消化过程顺利进行。

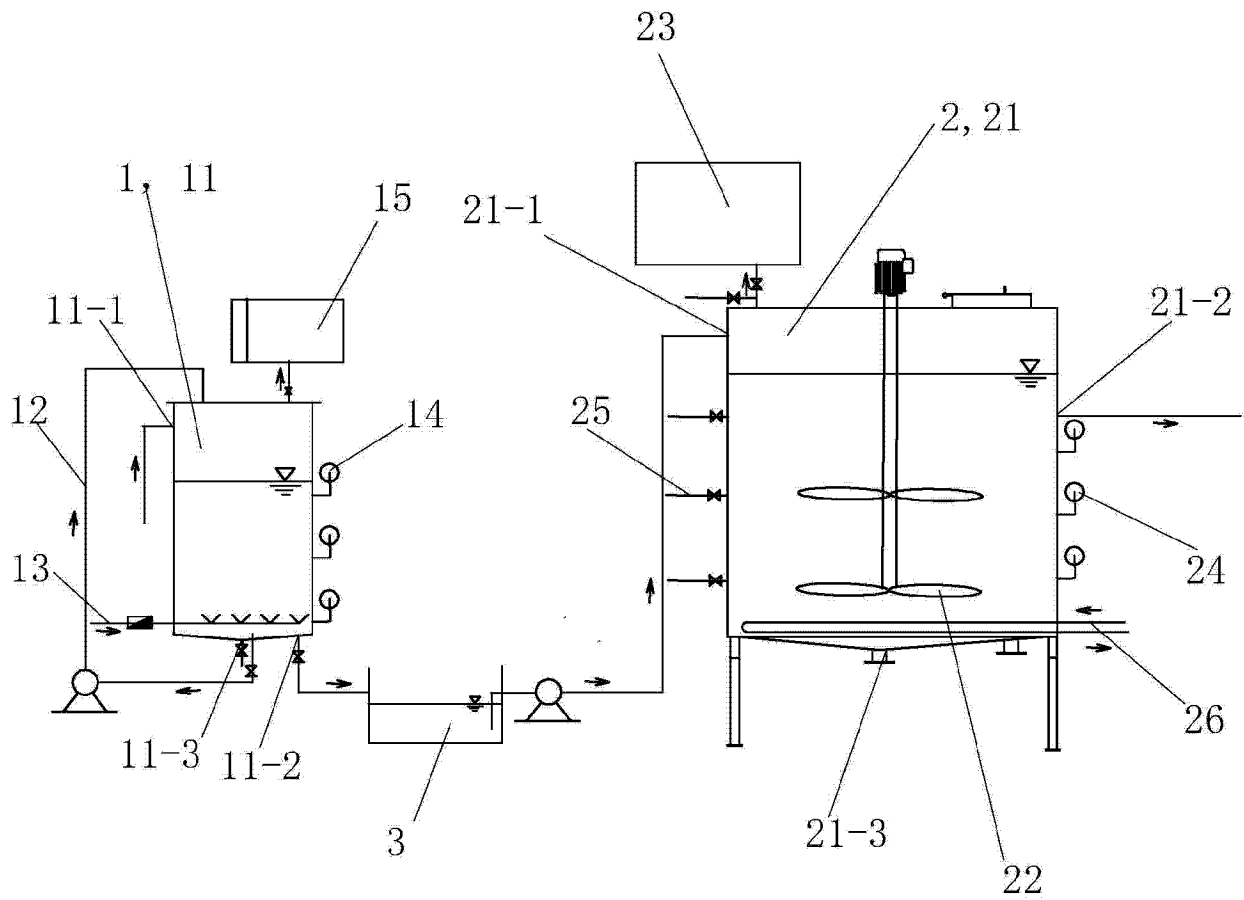


图 1