



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109626775 A

(43)申请公布日 2019. 04. 16

(21)申请号 201811582631.3

(22)申请日 2018.12.24

(71)申请人 农业部沼气科学研究所

地址 610041 四川省成都市武侯区人民南路四段

(72)发明人 罗涛 梅自力 孔垂雪 李江  
李淑兰 席江 段奇武

(74)专利代理机构 成都玖和知识产权代理事务  
所(普通合伙) 51238

代理人 胡琳梅

(51)Int.Cl.

C02F 11/04(2006.01)

C02F 103/20(2006.01)

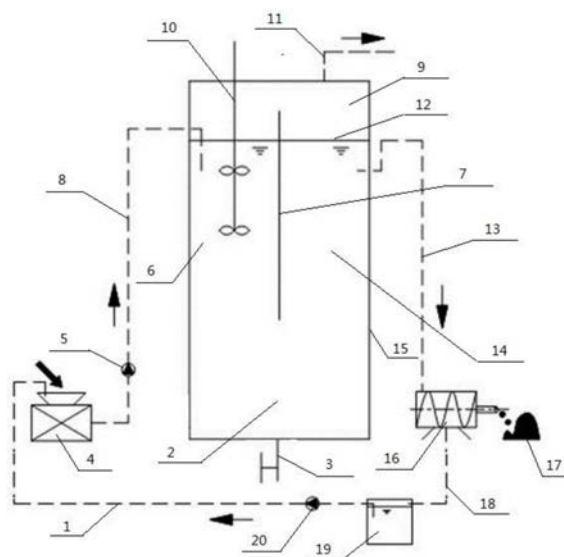
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

## (54)发明名称

一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置及方法

## (57)摘要

本发明公开了一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置及方法,属于发酵技术领域,利用分隔区域的发酵罐以及沼液回收系统,克服了现有技术中沼气发酵系统发酵物料浓度不高、沼液沼渣浓度低运输成本大、发酵过程能耗投入大、发酵罐自排渣管的泥沙排出率低等不足,提供的适于近干发酵的连续式沼气发酵装置与方法可有效的保证沼气池的发酵过程的稳定性,便于沼液的有效利用,提高能源产出效率,减少搅拌系统的投入与维护成本,延长发酵罐的整体清掏时间,操作维护简单,可靠性高,保证沼气工程长期稳定运行,适应了我国沼气工程的管理维护水平。



1. 一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置,其特征在于,包括进料系统、发酵系统、固液分离系统和沼液循环回收系统;

所述发酵系统包括发酵罐(15),所述发酵罐(15)中设置分隔板(7),所述分隔板(7)将所述发酵罐(15)内部分隔为上部的贮气区(9)、中部的一级发酵区(6)、中部的二级发酵区(14)和底部沉积区(2),所述一级发酵区(6)内设置搅拌器(10);

所述进料系统包括进料管(8)、进料混合器(4)和进料泵(5),所述一级发酵区(6)上部与所述进料管(8)一端连通,所述进料管(8)另一端连接进料混合器(4),所述进料管(8)上设置所述进料泵(5);

所述固液分离系统包括出料管(13)和固液分离机(16),所述二级发酵区(14)上部与所述出料管(13)一端连通,所述出料管(13)另一端连接固液分离机(16);

所述沼液循环回收系统包括用于收集所述固液分离机(16)分离出来的沼液的沼液池(19)、回流管(1)和循环泵(20),所述沼液池(19)通过所述回流管(1)与所述进料混合器(4)连通,所述回流管(1)上设置所述循环泵(20)。

2. 根据权利要求1所述的发酵装置,其特征在于,所述分隔板(7)上端高于发酵液面(12) 20-40cm。

3. 根据权利要求2所述的发酵装置,其特征在于,所述分隔板(7)下端距离所述发酵罐(15)底部的距离为发酵罐(15)罐体高度 $1/4-1/2$ 。

4. 根据权利要求1所述的发酵装置,其特征在于,所述发酵罐(15)底部设置排渣管(3)。

5. 根据权利要求4所述的发酵装置,其特征在于,所述排渣管(3)设置在发酵罐(15)罐底圆心位置。

6. 根据权利要求1所述的发酵装置,其特征在于,所述发酵罐(15)顶部设置导气管(11)。

7. 基于权利要求1-6的任一项所述发酵装置的一种发酵方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1. 将待发酵的固态废弃物料投入到进料混合器(4),开启循环泵(20)添加定量沼液,混合物料至 $TS \leq 16\%$ ,得到发酵物料;

S2. 开启进料泵(5),将所述发酵物料泵入一级发酵区(6),并开启搅拌器(10),使所述发酵物料与所述发酵罐(15)内已有料液快速融合,同时,推动所述一级发酵区(6)的料液向底部沉积区(2)流动;

S3. 所述一级发酵区(6)内料液进入底部沉积区(2)后,TS浓度降低为10-12%,同时在搅拌器(10)的离心搅拌力和自身重力作用下,料液中不可溶物质沉积在底部沉积区(2)的底部,可溶物质经底部沉积区(2)进入二级发酵区(14),此时料液的TS约为4-10%;

S4. 经过所述二级发酵区(14)发酵完的料液经由出料管(13)自动溢流到固液分离机(16)进行固液分离,分离得到的沼液进入沼液池(19)暂存;

S5. 所述一级发酵区(6)和二级发酵区(14)发酵产生的沼气进入贮气区(9)汇集并由导气管(11)导出发酵罐(15)进行后端利用。

## 一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及发酵技术领域,具体涉及一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置及方法。

### 背景技术

[0002] 随着畜禽养殖规模的不断扩大,由畜禽粪污大量排放引起的环境污染问题日益严重,并引起了广泛关注,目前主要运用发酵技术进行可再生利用,既解决环境污染问题,又可提供可再生能源。

[0003] 现有畜禽粪污沼气工程主要采用湿发酵工艺——干物质质量含量(TS)  $\leq 10\%$ ,而采用干清粪工艺的畜禽粪便TS范围一般为 $18\% - 40\%$ ,这就造成了在发酵过程中,需要添加大量外来液体以降低发酵物料的进料浓度,造成发酵后沼液数量大幅增大,沼液肥效显著降低,严重影响了农业废弃物的有效治理和利用。而畜禽粪污的流动与不流动的拐点一般为TS =  $16\%$ 左右,即当TS  $\leq 16\%$ 时,物料具有较好的流动性,可通过液体泵进行输送;当TS  $> 16\%$ 时,物料流动性较差,应采用其它工艺进行物料输送,技术设备要求高。此外,现有技术关于干发酵工艺(TS  $\geq 20\%$ )研究未形成成熟的技术。因此现有技术还缺乏一种高效且节能的针对TS范围一般为 $18\% - 40\%$ 可发酵固体废弃物的发酵装置和方法。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明的目的在于提出一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置以及利用该装置进行的发酵方法,解决了现有技术中针对TS范围为 $18\% - 40\%$ 的可发酵的固体废弃物进行湿发酵工艺时,需要持续格外添加液体以降低发酵进料浓度,发酵产气效率不高,操作运行和增温能耗较高,发酵后沼液量大、肥效低的问题。

[0005] 为了达到上述的目的,本发明所采用的技术方案是:

[0006] 一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置,包括进料系统、发酵系统、固液分离系统和沼液循环回收系统;所述发酵系统包括发酵罐,所述发酵罐中设置分隔板,所述分隔板将所述发酵罐内部分隔为上部的贮气区、中部的一级发酵区、中部的二级发酵区和底部沉积区,所述一级发酵区内设置搅拌器;所述进料系统包括进料管、进料混合器和进料泵,所述一级发酵区上部与所述进料管一端连通,所述进料管另一端连接进料混合器,所述进料管上设置所述进料泵;所述固液分离系统包括出料管和固液分离机,所述二级发酵区上部与所述出料管一端连通,所述出料管另一端连接固液分离机;所述沼液循环回收系统包括用于收集所述固液分离机分离出来的沼液的沼液池、回流管和循环泵,所述沼液池通过所述回流管与所述进料混合器连通,所述回流管上设置所述循环泵。

[0007] 搅拌器根据一级发酵区中物料的可流动性和TS浓度进行配置,以能推动物料旋转下移为准。

[0008] 进一步的,所述分隔板上端高于发酵液面20-40cm。发酵液面与出料管的最高点持平。

[0009] 进一步的,所述分隔板下端距离所述发酵罐底部的距离为发酵罐罐体高度 $1/4-1/2$ 。

[0010] 进一步的,所述发酵罐底部设置排渣管。用于排出废渣。

[0011] 进一步的,所述排渣管设置在发酵罐罐底圆心位置。更利于排出固体废弃物。

[0012] 进一步的,所述发酵罐顶部设置导气管。用于收集沼气。

[0013] 一种发酵方法,包括以下步骤:

[0014] S1.将待发酵的固态废弃物料投入到进料混合器,开启循环泵添加定量沼液,混合物料至 $TS \leq 16\%$ ,得到发酵物料;

[0015] S2.开启进料泵,将所述发酵物料泵入一级发酵区,并开启搅拌器,使所述发酵物料与所述发酵罐内已有料液快速融合,同时,推动所述一级发酵区的料液向底部沉积区流动;

[0016] S3.所述一级发酵区内料液进入底部沉积区后, $TS$ 浓度降低为 $10-12\%$ ,同时在搅拌器的离心搅拌力和自身重力作用下,料液中不可溶物质沉积在底部沉积区的底部,可溶物质经底部沉积区进入二级发酵区,此时料液的 $TS$ 为 $4-10\%$ ;

[0017] S4.经过所述二级发酵区发酵完的料液经由出料管自动溢流到固液分离机进行固液分离,分离得到的沼液进入沼液池暂存;

[0018] S5.所述一级发酵区和二级发酵区发酵产生的沼气进入贮气区汇集并由导气管导出发酵罐进行后端利用。

[0019] 本发明的原理解释如下:

[0020] 针对 $TS$ 范围为 $18\%-40\%$ 的可发酵的固体废弃物,由于干发酵工艺尚未成熟,目前主要运用湿发酵方法。然而,对于传统湿发酵方法,为了满足需要再混合物料时持续的添加外来液体,比如水,这会造成发酵后沼液数量大幅增大,沼液肥效显著降低,运输成本增大,也会造成水资源浪费;而即使混合达到了湿发酵要求,传统的在发酵罐里进行整体发酵方法,由于搅拌混合的达不到充分的地步,所以其发酵效率势必低,且能耗高。

[0021] 本发明的方法,巧妙的将发酵罐分割成四个区域,且利用沼液循环回收系统与待发酵的固态废弃物料进行混合,以降低 $TS$ 。具体的,只要在发酵开始阶段补充水或其他液体,建立起发酵循环后,即不再添加水或其他外来液体,利用自产的沼液进行混料,由于沼液里本身含有接种物和热量,可使混合料混料在进入发酵罐后发酵反应更充分,这样不仅发酵效果更好,而且沼液肥效更高,后期运输成本更低。

[0022] 在整个发酵过程中,首先将收集的待发酵的固态废弃物(干清粪工艺畜禽粪便 $TS$ 范围一般为 $18\%-40\%$ )直接投入到进料混合器,开启循环泵添加定量沼液,混合物料至 $TS \leq 16\%$ ,此时发酵物料即具有较好的流动性,开启进料泵,把调质好的发酵物料泵入一级发酵区,并开启搅拌器,使速融合,与此同时,推动一级发酵区的料液向底部沉积区,在厌氧消化的自生降解作用下,料液的 $TS$ 浓度也逐渐降低。当料液的进入底部沉积区后, $TS$ 浓度已经大幅降低,同时在搅拌器的离心搅拌力和自身重力作用下,泥沙等不可溶物质可较好的沉积在底部沉积区底部,再通过排渣管排出发酵罐,可溶物质经底部沉积区进入二级发酵区,此时发酵液的 $TS$ 已处于较低水平(一般条件下沼气发酵的 $TS$ 去除率为 $50\%$ ),此时在二级发酵区不设置搅拌设施也能较好的保证发酵产气效果,同时较好的保证所有的新鲜发酵物料在发酵罐内进行充分发酵。一级发酵区和二级发酵区产生的沼气进入贮气区汇集并暂存

后,由导气管导出发酵罐进行后端利用。发酵完的料液经由出料管自动溢流到固液分离机进行固液分离,分离完的沼渣可作为固态有机肥使用,沼液进入沼液池暂存,以备后续混料使用,或作为农肥使用。

[0023] 在本发明的发酵装置中,由于发酵罐被分隔成一级发酵区和二级发酵区,一级发酵区和二级发酵区与底部沉积区形成U型流动通道,并在一级发酵区设置一个相对小功率(相对于整体搅拌所使用的搅拌器)的搅拌器,搅拌器运行,可使U型通道的两端产生压差,使发酵罐内的发酵液整体成从一级发酵区向二级发酵区流动的趋势,在流动过程中,由于重力、推力、离心力等作用下实现均匀传质,并使回流沼液中的发酵微生物与新鲜物料充分混合等的综合作用使发酵更充分,发酵效率更高。

[0024] 本发明的有益效果包括但不限于:

[0025] (1) 本发明设置发酵区分隔板,同根据物料的可流动性和TS浓度,配置搅拌器,在保证必要的搅拌效果同时,大大降低了传质过程能耗投入量。

[0026] (2) 本发明采用回收沼液与新鲜物料进行混料至近干发酵浓度(TS=16%),在不增加设备通入的前提下,可大大降低水的带入,避免造成发酵后沼液数量大幅增大,沼液肥效显著降低,运输成本增大,也会造成水资源浪费,同时回收沼液里面的热量和菌种,可明显提高后续沼肥的肥效和肥料运输费用。

[0027] (3) 本发明通过不同发酵区域的设置,使得物料能够在发酵罐内进行充分发酵,尤其是二级发酵区后半段,基本处于推流发酵过程,避免了全混合厌氧反应器(CSTR)的新鲜物料损失的不足。

[0028] (4) 本发明设置底部沉积区,料液在折流过程中,使得泥沙等不可溶物质较好的汇集于底部沉积区某一点,再根据改点位置设置排渣口,可大幅提高泥沙的排出率,延长整个发酵罐的整体清掏周期。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明的发酵装置结构示意图;

[0030] 图中:1-回流管,2-底部沉积区,3-排渣管,4-进料混合器,5-进料泵,6-一级发酵区,7-分隔板,8-进料管,9-贮气区,10-搅拌器,11-导气管,12-发酵液面,13-出料管,14-二级发酵区,15-发酵罐,16-固液分离机,17-沼渣,18-沼液管,19-沼液池,20-循环泵。

## 具体实施方式

[0031] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合实施例对本发明作进一步阐述,但并不是对本发明保护范围的限制。在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0032] 实施例1:

[0033] 在本实施例中,如图1所示,一种用于近干发酵的连续式沼气发酵装置,包括进料系统、发酵系统、固液分离系统和沼液循环回收系统;所述发酵系统包括发酵罐15,所述发

酵罐15中设置分隔板7,所述分隔板7将所述发酵罐15内部分隔为上部的贮气区9、中部的一级发酵区6、中部的二级发酵区14和底部沉积区2,所述一级发酵区6内设置搅拌器10;所述进料系统包括进料管8、进料混合器4和进料泵5,所述一级发酵区6上部与所述进料管8一端连通,所述进料管8另一端连接进料混合器4,所述进料管8上设置所述进料泵5;所述固液分离系统包括出料管13和固液分离机16,所述二级发酵区14上部与所述出料管13一端连通,所述出料管13另一端连接固液分离机16;所述沼液循环回收系统包括用于收集所述固液分离机16分离出来的沼液的沼液池19、回流管1和循环泵20,所述沼液池19通过所述回流管1与所述进料混合器4连通,所述回流管1上设置所述循环泵20。

[0034] 所述分隔板7上端高于发酵液面20-40cm。

[0035] 所述分隔板7下端距离所述发酵罐15底部的距离为发酵罐罐体高度1/4-1/2。

[0036] 所述发酵罐15底部设置排渣管3,所述排渣管设置在发酵罐罐底圆心位置。

[0037] 所述发酵罐15顶部设置导气管11。

[0038] 实施例2

[0039] 一种利用实施例1的发酵装置实现的一种发酵方法,包括以下步骤:

[0040] S1.将待发酵的固态废弃物料投入到进料混合器4,开启循环泵20添加定量沼液,混合物料至TS=16%,得到发酵物料;

[0041] S2.开启进料泵5,将所述发酵物料泵入一级发酵区6,并开启搅拌器10,使所述发酵物料与所述发酵罐15内已有料液快速融合,同时,推动所述一级发酵区6的料液向底部沉积区2流动;

[0042] S3.所述一级发酵区6内料液进入底部沉积区2后,TS浓度降低为12%,同时在搅拌器10的离心搅拌力和自身重力作用下,料液中不可溶物质沉积在底部沉积区2的底部,可溶物质经底部沉积区2进入二级发酵区14,此时料液的TS为8%;

[0043] S4.经过所述二级发酵区14发酵完的料液经由出料管13自动溢流到固液分离机16进行固液分离,分离得到的沼液进入沼液池19暂存;

[0044] S5.所述一级发酵区6和二级发酵区14发酵产生的沼气进入贮气区9汇集并由导气管11导出发酵罐15进行后端利用。

[0045] 实施例3

[0046] 一种利用实施例1的发酵装置实现的一种发酵方法,包括以下步骤:

[0047] S1.将待发酵的固态废弃物料投入到进料混合器4,开启循环泵20添加定量沼液,混合物料至TS=14%,得到发酵物料;

[0048] S2.开启进料泵5,将所述发酵物料泵入一级发酵区6,并开启搅拌器10,使所述发酵物料与所述发酵罐15内已有料液快速融合,同时,推动所述一级发酵区6的料液向底部沉积区2流动;

[0049] S3.所述一级发酵区6内料液进入底部沉积区2后,TS浓度降低为10%,同时在搅拌器10的离心搅拌力和自身重力作用下,料液中不可溶物质沉积在底部沉积区2的底部,可溶物质经底部沉积区2进入二级发酵区14,此时料液的TS为4%;

[0050] S4.经过所述二级发酵区14发酵完的料液经由出料管13自动溢流到固液分离机16进行固液分离,分离得到的沼液进入沼液池19暂存;

[0051] S5.所述一级发酵区6和二级发酵区14发酵产生的沼气进入贮气区9汇集并由导气

管11导出发酵罐15进行后端利用。

[0052] 本发明的装置和方法克服了现有技术中沼气发酵系统发酵物料浓度不高、沼液沼渣浓度低运输成本大、发酵过程能耗投入大、发酵罐自排渣管的泥沙排出率低等不足,提供的适于近干发酵的连续式沼气发酵装置及方法可有效的保证沼气池的发酵过程的稳定性,便于沼液的有效利用,提高能源产出效率,减少搅拌系统的投入与维护成本,延长发酵罐的整体清掏时间,操作维护简单,可靠性高,保证沼气工程长期稳定运行,适应了我国沼气工程的管理维护水平。

[0053] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

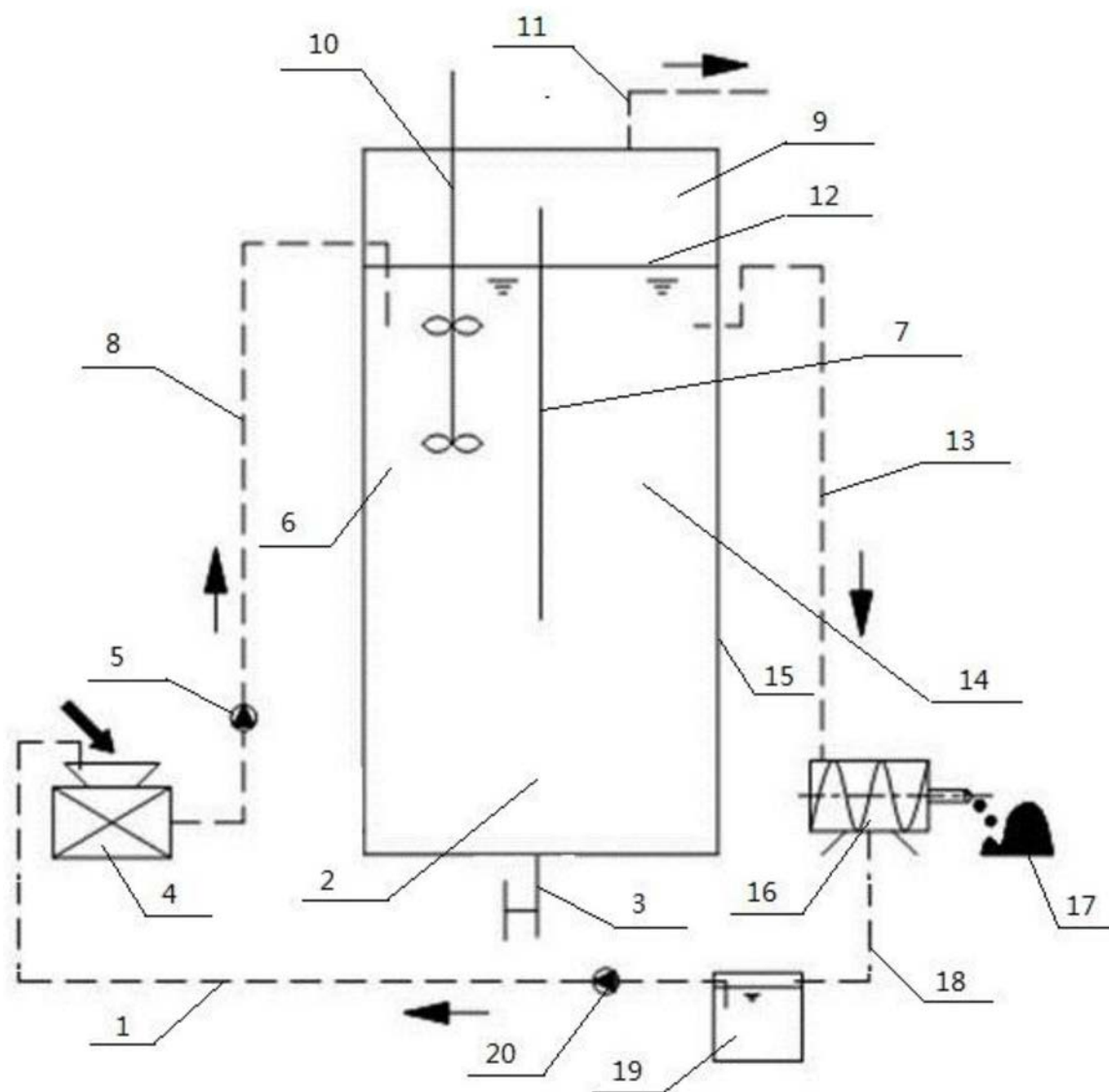


图1