



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104404087 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201410697140. 9

(22) 申请日 2014. 11. 27

(71) 申请人 辽宁省能源研究所

地址 115004 辽宁省营口市西市区银泉街
65 号

(72) 发明人 寇巍 邵正日 于美玲 曲静霞
闫昌国 曹焱鑫 邵丽杰 张大雷

(74) 专利代理机构 沈阳优普达知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 21234

代理人 张志伟

(51) Int. Cl.

C12P 5/02(2006. 01)

C12M 1/107(2006. 01)

C12M 1/02(2006. 01)

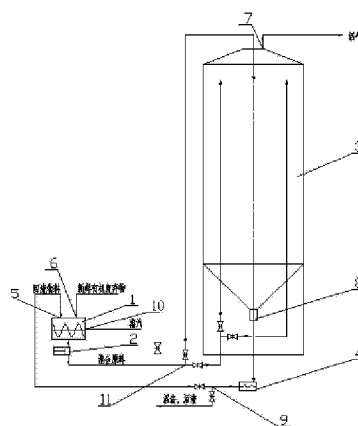
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种利用高浓度有机废弃物制取生物燃气的
工艺方法及其发酵系统

(57) 摘要

本发明涉及一种制备生物燃气的系统及工
艺,属于生物能源开发与环境保护技术领域,更具
体地说,是涉及一种利用高浓度有机废弃物制取
生物燃气的工艺方法及其发酵系统。包括以下
步骤:1、发酵原料的混合升温;2、多点分布式进
料;3、高浓度有机原料的厌氧发酵;4、熟料的回
流。本发明将搅拌升温调节过程、熟料回流混合过
程和立式厌氧发酵过程有机结合。形成高处理效
率、低排放量、低能耗的生物燃气生产系统。实现
水分的零添加、发酵罐内无需增温与搅拌、发酵系
统全天都可以连续运行的生物燃气制取方法。



1. 一种利用高浓度有机废弃物制取生物燃气的工艺方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 发酵原料的混合升温

将经过分选、粉碎后的有机废弃物输送到搅拌升温调节罐中,同时按照其质量的 5 ~ 10 倍比例将发酵后沼液输送到搅拌升温调节罐中,通过搅拌升温调节罐内的蒸汽盘管与搅拌装置对罐内物料进行混合升温调节至 40℃ ~ 55℃;

(2) 多点分布式进料

通过进料泵将步骤(1)处理后的物料打入输送管路中,

a. 始进料阶段,通过立式发酵罐顶部的三个进料管路同时进料,输送接种物;

b. 稳定运行阶段,利用控制阀门控制立式发酵罐顶部三个进料口与顶部中心进料口的进料时间比为 1.2 ~ 1.5:1;

(3) 高浓度有机原料的厌氧发酵

立式发酵罐内的原料停留时间为 15 ~ 30d;

(4) 熟料的回流

通过第一调节控制阀,将发酵后的熟料作为接种物回流到搅拌升温调节罐中,与新进原料以 5 ~ 10:1 的质量比进行混合,进行新的厌氧发酵循环。

2. 根据权利要求 1 所述的一种利用高浓度有机废弃物制取生物燃气的工艺方法,其特征在于,步骤(1)中,物料混合后的粘度为 $1.8 \times 10^4 \text{ mPa} \cdot \text{S} \sim 3.4 \times 10^4 \text{ mPa} \cdot \text{S}$ 。

3. 一种利用高浓度有机废弃物制取生物燃气的发酵系统,其特征在于,包括搅拌升温调节罐、进料泵、立式厌氧发酵罐和出料泵,搅拌升温调节罐上端设置了回流进料口和新鲜有机废弃物进料口,搅拌升温调节罐底部通过进料泵与立式厌氧发酵罐连接,立式厌氧发酵罐顶部设有沼气出气口,与沼气管道连接;立式厌氧发酵罐底部设有排渣口,排渣口流出的沼渣、沼液通过出料泵和第一调节控制阀分成两路,一路与搅拌升温调节罐的回流进料口相连接,形成回路,一路为沼渣的出口,与排渣管路连接。

4. 根据权利要求 3 所述的发酵系统,其特征在于,所述的搅拌升温调节罐侧面连接有蒸汽通入口;用于混合物料的升温。

5. 根据权利要求 3 所述的发酵系统,其特征在于,所述的立式厌氧发酵罐罐顶设置四个进料口,一个为中心进料口,三个为四周进料口,三个四周进料口距罐横截面中心距离为罐半径的 0.677 ~ 0.688 倍,且呈等边三角形布置。

6. 根据权利要求 3 所述的发酵系统,其特征在于,所述的立式厌氧发酵罐的罐体呈圆柱形,发酵罐底部锥角度为 $60^\circ \sim 90^\circ$ 。

7. 根据权利要求 3 所述的发酵系统,其特征在于,所述的搅拌升温调节罐与立式厌氧发酵罐的体积比为 1:150 ~ 200。

一种利用高浓度有机废弃物制取生物燃气的工艺方法及其发酵系统

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种制备生物燃气的系统及工艺,属于生物能源开发与环境保护技术领域,更具体地说,是涉及一种利用高浓度有机废弃物制取生物燃气的工艺方法及其发酵系统。

背景技术：

[0002] 随着我国城市化进程的加快和工业的高速发展,我国城市有机废弃物和工业源废弃物产量迅速增长。这些有机垃圾的传统处理方式包括填埋、堆肥、焚烧和废置处理,无害化处理效率较低,有的处理方式甚至伴有二次污染的危险。如果不改变垃圾的处理方式,按如此发展下去,广泛出现的“垃圾围城”现象将会愈演愈烈。为实现我国经济的可持续发展,节能环保的有机废弃物处理方式迫在眉睫。

[0003] 沼气发酵以有机垃圾作为原料,通过微生物降解有机物的过程,发酵的产物——沼气是清洁能源,降解的残余物可作为有机肥料。既保护了环境,解决“垃圾围城”现象,又生成了能源,为可持续发展贡献力量。

[0004] 目前,沼气发酵技术多采用的湿法液体厌氧发酵工艺在发酵后会有大量沼渣、沼液产生,大量发酵剩余物无法实现很好的还田等利用,无形中增添沼液污水治理的负担,造成二次污染和沼气工程的运行成本;而车库式干发酵工艺的密封技术要求很高,厌氧处理过程的保温和输送运行成本高。

发明内容：

[0005] 本发明正是针对上述问题,提供了一种高浓度有机废弃物制取生物燃气的工艺方法及其发酵系统,可实现沼气工程的快速启动、厌氧反应器内无需搅拌与加热、且不另外消耗水分,节能,节水,减少沼液沼渣的排放量,保护环境,降低成本。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案,工艺方法包括以下步骤：

[0007] 1、发酵原料的混合升温

[0008] 将经过分选、粉碎后的有机废弃物输送到搅拌升温调节罐中,同时按照其质量的5~10倍比例将发酵后沼液输送到搅拌升温调节罐中,通过搅拌升温调节罐内的蒸汽盘管与搅拌装置对罐内物料进行混合升温调节至40℃~55℃;

[0009] 2、多点分布式进料

[0010] 通过进料泵将步骤(1)处理后的物料打入输送管路中,

[0011] a. 始进料阶段,通过立式发酵罐顶部的三个进料管路同时进料,输送接种物;

[0012] b. 稳定运行阶段,利用控制阀门控制立式发酵罐顶部三个进料口与顶部中心进料口的进料时间比为1.2~1.5:1;

[0013] 3、高浓度有机原料的厌氧发酵

[0014] 有机废弃物在厌氧过程中生物降解的作用下,有机废弃物的物料粘度和干物质浓

度都呈现下降趋势,该趋势会在发酵罐内垂直方向至上而下逐渐增加、水平方向从四周到中心逐渐增加,利用物料的自身重力和立式发酵罐具有的锥角,经过厌氧消化的有机废弃物可从发酵罐锥底利用出料泵排出,根据不同种类有机物的物料特性,控制立式发酵罐内的原料停留时间为 15 ~ 30d ;

[0015] 4、熟料的回流

[0016] 通过第一调节控制阀,将发酵后的熟料作为接种物回流到搅拌升温调节罐中,与新进原料以 5 ~ 10 :1 的质量比进行混合,进行新的厌氧发酵循环。

[0017] 步骤 1 中,物料混合后的粘度为 $1.8 \times 104 \text{mPa} \cdot \text{S} \sim 3.4 \times 104 \text{mPa} \cdot \text{S}$ 。

[0018] 发酵系统包括搅拌升温调节罐、进料泵、立式厌氧发酵罐和出料泵,搅拌升温调节罐上端设置了回流进料口和新鲜有机废弃物进料口,搅拌升温调节罐底部通过进料泵与立式厌氧发酵罐连接,立式厌氧发酵罐顶部设有沼气出气口,与沼气管道连接;立式厌氧发酵罐底部设有排渣口,排渣口流出的沼渣、沼液通过出料泵和第一调节控制阀分成两路,一路与搅拌升温调节罐的回流进料口相连接,形成回路,一路为沼渣的出口,与排渣管路连接。

[0019] 所述的搅拌升温调节罐侧面连接有蒸汽通入口;用于混合物料的升温。

[0020] 所述的立式厌氧发酵罐罐顶设置四个进料口,一个为中心进料口,三个为四周进料口,三个四周进料口距罐横截面中心距离为罐半径的 0.677 ~ 0.688 倍,且呈等边三角形布置。

[0021] 所述的立式厌氧发酵罐的罐体呈圆柱形,发酵罐底部锥角度为 $60^\circ \sim 90^\circ$ 。

[0022] 所述的搅拌升温调节罐与立式厌氧发酵罐的体积比为 1:150 ~ 200。

[0023] 本发明的有益效果:

[0024] 本发明将搅拌升温调节过程、熟料回流混合过程和立式厌氧发酵过程有机结合。形成高处理效率、低排放量、低能耗的生物燃气生产系统。实现水分的零添加、发酵罐内无需增温与搅拌、发酵系统全天都可以连续运行的生物燃气制取方法。

[0025] 本发明的立式厌氧发酵罐采用顶端内部多点进料的方式,一方面减小进料泵所需要的扬程,有利于进料泵的选型,且减少建设及运行成本;另一方面减少了物料的热量损失,且使待发酵原料的布料更均匀。

[0026] 本发明的立式厌氧发酵罐内不含搅拌与加温装置,其内部温度是由连续进出经过加热后的反应原料来维持的,立式厌氧发酵罐底部锥角度在 $60^\circ \sim 90^\circ$ 之间,有利于反应器中物料利用重力自然沉降排出。

附图说明:

[0027] 图 1 为本发明的结构示意图。

[0028] 图 1 中,1- 搅拌升温调节罐;2- 进料泵;3- 立式厌氧发酵罐;4- 出料泵;5- 回流进料口;6- 新鲜有机废弃物进料口;7- 沼气出气口;8- 排渣口;9- 第一调节控制阀;10- 蒸汽通入口;11- 第二调节控制阀。

[0029] 图 2 为图 1 的立式厌氧发酵罐顶部进料口分布示意图。

[0030] 其中,12- 中心进料口;13、14、15- 四周进料口;R- 发酵罐半径。

具体实施方式:

[0031] 以下是对本发明的进一步说明,而不是对本发明的限制。

[0032] 下面结合附图对本发明实施例进行详细描述。

[0033] 由图 1-2 可知,本发明包括搅拌升温调节罐、进料泵、立式厌氧发酵罐和出料泵,搅拌升温调节罐上端设置了回流进料口和新鲜有机废弃物进料口,搅拌升温调节罐底部通过进料泵与立式厌氧发酵罐连接,立式厌氧发酵罐顶部设有沼气出气口,与沼气管道连接;立式厌氧发酵罐底部设有排渣口,排渣口流出的沼渣、沼液通过出料泵和第一调节控制阀分成两路,一路与搅拌升温调节罐的回流进料口相连接,形成回路,一路为沼渣的出口,与排渣管路连接。

[0034] 所述的搅拌升温调节罐侧面连接有蒸汽通入口;用于混合物料的升温。

[0035] 所述的立式厌氧发酵罐罐顶设置四个进料口,一个为中心进料口,三个为四周进料口,三个四周进料口距罐横截面中心距离为罐半径的 0.677 ~ 0.688 倍,且呈等边三角形布置。

[0036] 所述的立式厌氧发酵罐的罐体呈圆柱形,发酵罐底部锥角度为 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

[0037] 所述的搅拌升温调节罐与立式厌氧发酵罐的体积比为 1:150 ~ 200。

[0038] 实施例 1

[0039] 以猪粪和玉米秸秆作为发酵原料进行立式厌氧干发酵。

[0040] 通过立式发酵罐顶部周围的三个四周进料口同时进料,输送 1/4 发酵罐体积的猪粪,使甲烷菌大量生长;

[0041] 将玉米秸秆经粉碎机粉碎至粒径在 5mm ~ 8mm 之间,猪粪和秸秆输送至搅拌升温调节罐内进行混合升温调节,通过第一调节控制阀按照新进物料质量的 6 倍比例将发酵后的沼液输送到搅拌升温调节罐中,通过搅拌升温调节罐内的蒸汽盘管与搅拌装置对罐内物料进行混合升温调节至 45°C ;

[0042] 通过进料泵将搅拌升温调节罐中经混合升温后的秸秆猪粪混合原料打入输送管路中,利用第二调节控制阀控制立式发酵罐顶部三个四周进料口与中心进料口的进料时间比控制在 1.2:1;

[0043] 根据秸秆与猪粪混合物的物料特性,控制立式发酵罐内的原料停留时间在 30d;

[0044] 通过第一调节控制阀,将发酵后的部分沼液按照第 1 步中与秸秆与猪粪混合原料 6 倍的质量比例进行回流混合,进行新的厌氧发酵循环。

[0045] 沼气产生情况见下表 1。

[0046] 表 1

[0047]

发酵原料	甲烷产量	沼气产量
	($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)	($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)
猪粪 40°C 干发酵 (对比)	0.67	1.21
秸秆 40°C 干发酵 (对比)	0.84	1.3
猪粪+秸秆 40°C 干发酵 (采用本工艺)	0.92	1.54

[0048] 由表 1 可以看出,采用实施例 1 的工艺与系统发酵后的猪粪与秸秆混合原料,分别比猪粪和秸秆经普通干发酵工艺后沼气容积产气量提高了 27.3%、18.5%,分别比猪粪和秸秆经普通干发酵工艺后甲烷容积产气量提高了 37.3%、9.5%。说明采用实施例 1 的工艺与系统进行混合干发酵可明显提高厌氧发酵的产气效果。

[0049] 实施例 2

[0050] 以牛粪作为发酵原料进行立式厌氧干发酵。

[0051] 以其他沼气池中的沼液作为接种物经过搅拌升温调节罐由进料泵和第二调节控制阀经过顶部三个四周进料口同时进料,输送 1/4 发酵罐体积的沼液;

[0052] 将牛粪输送至搅拌升温调节罐内进行混合升温调节,通过第一调节控制阀的控制,按照新进物料质量的 5 倍比例将发酵后的沼液输送到搅拌升温调节罐中,通过搅拌升温调节罐内的蒸汽盘管与搅拌装置对罐内物料进行混合升温调节至 45℃;

[0053] 通过进料泵将搅拌升温调节罐中经混合升温后的牛粪输送进料,利用第二调节控制阀控制立式发酵罐顶部三个四周进料口与顶部中心进料口的进料时间比控制在 1.3:1;

[0054] 根据秸秆与猪粪混合物的物料特性,控制物料在立式厌氧发酵罐内的原料停留时间在 20d;

[0055] 通过第一调节控制阀,将发酵后的部分沼液按照第 1 步中与秸秆与猪粪混合原料 5 倍的质量比例进行回流混合,进行新的厌氧发酵循环。

[0056] 沼气产生情况见表 2。

[0057] 表 2

[0058]

发酵原料	甲烷产量 ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)	沼气产量 ($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)
牛粪 40℃干发酵 (对比)	0.8	1.42
牛粪 40℃干发酵 (采用本工艺)	1.09	1.81

[0059] 由表 2 可以看出,采用实施例 2 的工艺与系统发酵后的牛粪原料,比牛粪经普通干发酵工艺后沼气容积产气量提高了 27.5%,比牛粪经普通干发酵工艺后甲烷容积产气量提高了 36.2%。说明采用实施例 2 的工艺与系统对牛粪进行干发酵可明显提高厌氧发酵的产气效果。

[0060] 实施例 3:

[0061] 以有机生活垃圾作为发酵原料进行立式厌氧干发酵。

[0062] 经第二调节控制阀将立式发酵罐顶部的三个四周进料口同时进料,输送 1/3 发酵罐体积的污泥,使甲烷菌大量生长。

[0063] 有机生活垃圾输送至搅拌升温调节罐内进行混合升温调节,通过第一调节控制阀按照新进物料质量的 7 倍比例将发酵后的沼液输送到搅拌升温调节罐中,通过搅拌升温调节罐内的蒸汽盘管与搅拌装置对罐内物料进行混合升温调节至 45℃。

[0064] 通过进料泵将搅拌升温调节罐中经混合升温后的牛粪输送进料,利用第二调节控制阀控制立式发酵罐顶部三个四周进料口与顶部中心进料口的进料时间比控制在 1.5:1。

[0065] 根据秸秆与猪粪混合物的物料特性,控制立式厌氧发酵罐内的原料停留时间在 25d。

[0066] 通过第一调节控制阀,将发酵后的部分沼液按照第 1 步中与秸秆与猪粪混合原料 7 倍的质量比例进行回流混合,进行新的厌氧发酵循环。

[0067] 沼气产生情况见下表 3。

[0068] 表 3

[0069]

发酵原料	甲烷产量 ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)	沼气产量 ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)
有机生活垃圾 40℃干发酵 (对比)	1.31	2.12
有机生活垃圾干发酵 (40℃发酵,采用本工艺)	1.63	2.59

[0070] 由表 3 可以看出,采用实施例 3 的工艺与系统发酵后的有机生活垃圾原料,比有机生活垃圾经普通干发酵工艺后沼气容积产气量提高了 22.2%,比有机生活垃圾经普通干发酵工艺后甲烷容积产气量提高了 24.4%。说明采用实施例 3 的工艺与系统对有机生活垃圾进行干发酵可明显提高厌氧发酵的产气效果。

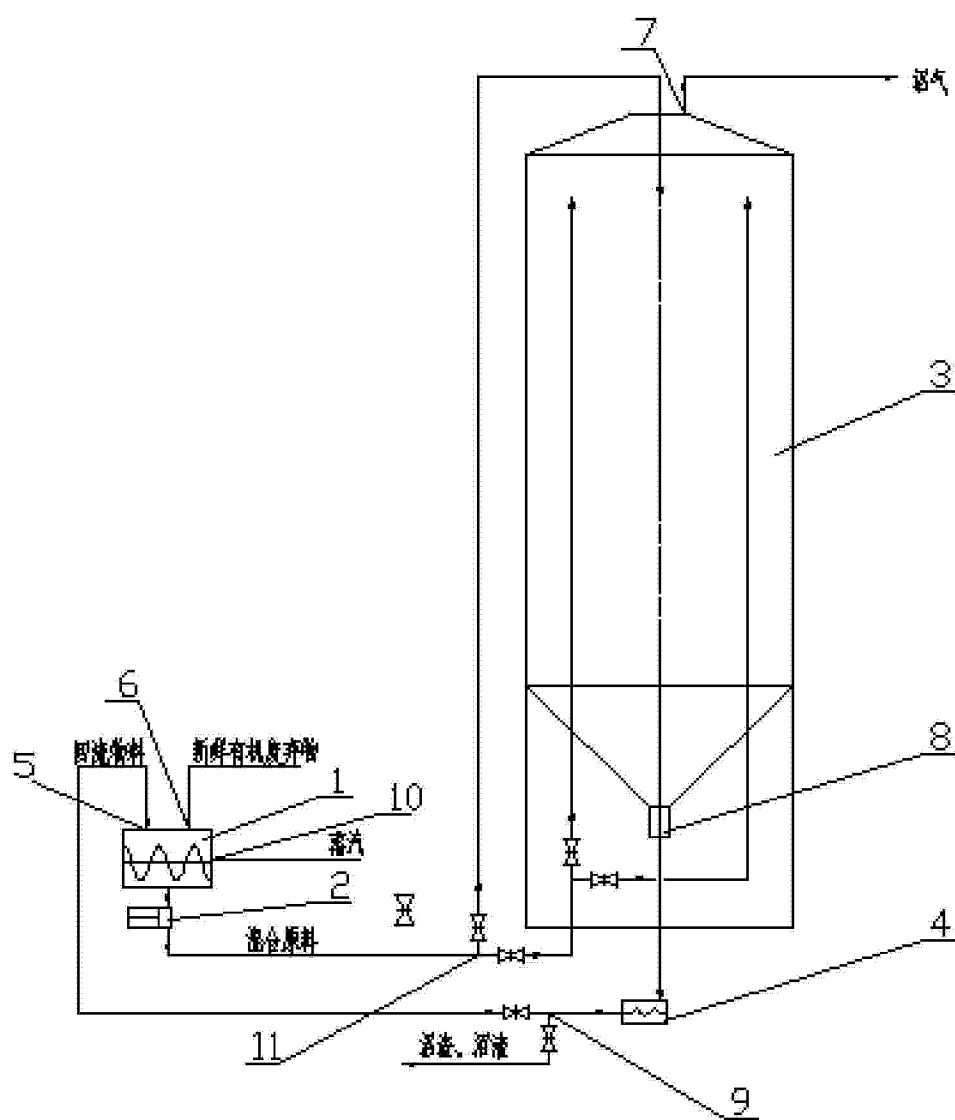


图 1

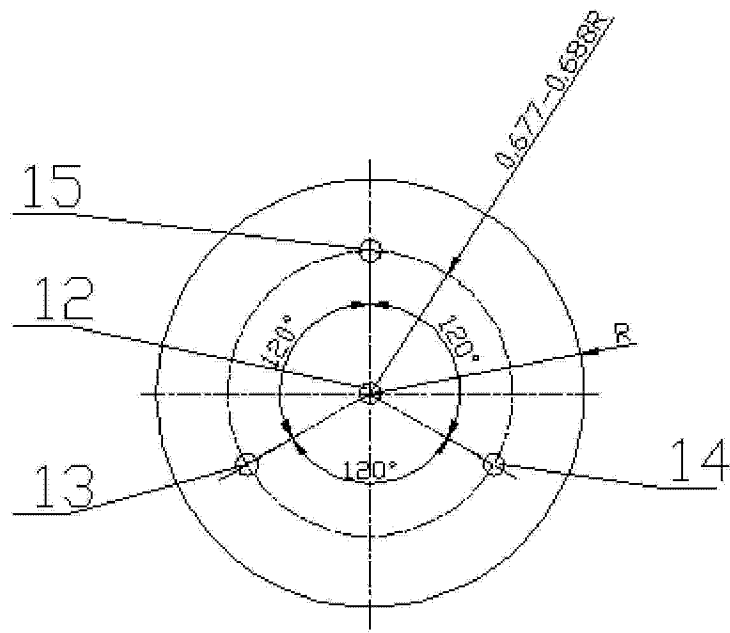


图 2