



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105755056 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(21)申请号 201610275437.5

(22)申请日 2016.04.29

(71)申请人 农业部南京农业机械化研究所  
地址 210014 江苏省南京市玄武区中山门外柳营100号

(72)发明人 曲浩丽 曹杰 王鹏军 陈明江  
李瑞容 韩柏和 朱德文 陈永生

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237  
代理人 杨文晰 孙忠浩

(51) Int. Cl.  
C12P 5/02(2006.01)  
C02F 11/04(2006.01)

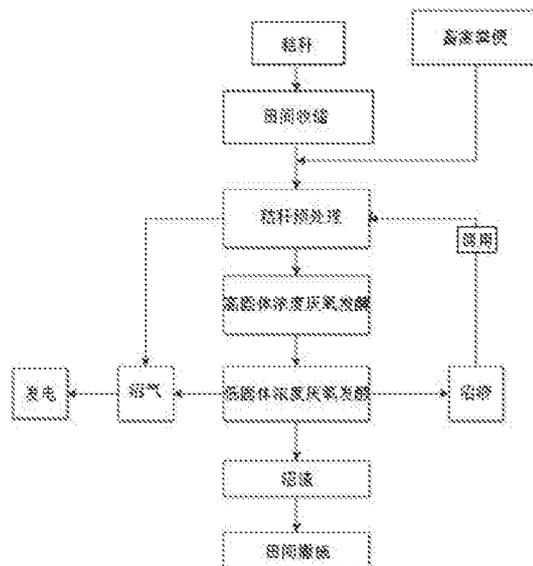
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方  
法

(57)摘要

本发明公开一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方  
法,具体为:A)秸秆收割后接种  
沼气发酵剂,打捆后交叠堆砌于反应器中,喷注  
畜禽粪便,好氧放置;B)密封反应器,接种沼液,  
发酵30-35天;C)注入沼液,发酵15-20天;本发明  
利用规模化打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气,解  
决了目前机械化收储后纤维质原料不能直接能  
源化处理的问题,降低能耗,节约成本,同时提高  
了厌氧反应器的容积产气率,相较于传统发酵工  
艺,整个发酵过程的累积产气量提高50%以上。



1. 一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法,其特征在于,具体步骤如下:

A) 秸秆预处理

秸秆收割后,收集秸秆,按照质量比2-3%接种沼气发酵剂,然后利用秸秆打捆机将秸秆压缩捆扎成方形草块,然后将方形草块交叠堆砌于反应器中,草块间草块间隔3-5cm,每堆砌一层草块,喷注一层畜禽粪便,如此向上堆砌;

向反应器内注入沼液或河沟水,调节物料含水量为60%-70%,好氧放置3-5天;前两天利用渗滤液回流喷淋,每天2次,每次1小时;

B) 高固体浓度厌氧发酵

密封反应器,按照体积比10%-20%向反应器内接种沼液,调节pH为6.5-7.5,物料含水率为70%-85%,于15-40℃发酵30-35天,发酵期间利用渗滤液回流喷淋,前十天每天喷淋1-2次,后续每2天喷淋一次,每次1小时;

C) 低固体浓度厌氧发酵

向反应器中注入沼液,调节物料固含率为8%-15%,pH为6.5-7.5,于15-40℃发酵15-20天;发酵期间每隔2天渗滤液回流喷淋一次,每次20min;

其中,所述沼液为湿式发酵产生的沼液,所述实施发酵处理底物为畜禽粪便或秸秆中的一种或两种。

2. 根据权利要求1所述一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法,其特征在于,步骤A)中,秸秆与畜禽粪便的干物质比为1:1,C/N比为30:1。

3. 根据权利要求1或2所述一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法,其特征在于,步骤A)所述方向草块体积 $\leq 1\text{m}^3$ 。

## 一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及再生能源技术领域,特别是一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法。

### 背景技术

[0002] 我国每年约产生7亿吨的农作物秸秆,目前,这些秸秆的利用率不足50%,如何有效利用这些秸秆资源,已经成为治理农村污染问题的难题。在传统的秸秆发酵制备沼气过程中,由于秸秆纤维素含量较高,需要首先进行粉碎处理,但是在目前农村劳动力短缺的情况下,秸秆的机械化收割、打捆已经成为田间处理秸秆的主要方式,直接将打捆秸秆为底物发酵产沼气对解决农业废弃物秸秆资源化具有重要意义。然而机械化收储后的秸秆的紧实度大幅增加,不适应传统的发酵方法,如果按照传统产沼气的要求,将打捆的秸秆粉碎后与物料混合搅拌均匀,无疑增加了更多的劳动及能耗,提高了预处理成本。

[0003] 传统发酵工艺一般可以分为低固体浓度发酵和高固体浓度发酵两种,低固体浓度发酵是指以有机废弃物为原料(干物质浓度在15%以下),利用水解产酸菌、产氢产乙酸细菌和产甲烷菌将其分解为 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 等气体的发酵工艺;高固体浓度发酵中有机废弃物干物质浓度则是在15%以上的发酵工艺。在传统的秸秆发酵过程中,由于秸秆容重小、流动性差、且有一定的韧性的特点,导致反应器的容重负荷量有限,因此低固体浓度发酵过程中容易上浮;而传统的高固体浓度发酵方法在高固体浓度发酵过程中容积产气率较低,原料转化率低。且单位体积处理能力有限,增加了工程投资和运营成本。此外,传统的厌氧消化工艺会产生大量的沼液沼渣,还需额外增加处理设备才能将沼液沼渣转化成有机肥料。

[0004] 此外,养殖污染目前已经成为农业面源污染的重要来源,养殖废水更是分散式养殖污染的主要污染物,若能将它们在农村就地进行转化利用,在解决由它们引起的水污染问题的同时,还能生产出优质的清洁能源,无疑满足的绿色农业的要求。申请号为201310025678.0的中国专利,即公开一种农作物秸秆与畜禽粪便联合固态发酵生产沼气的方法,该专利前期预处理复杂,预处理过程需揉搓粉碎,耗能较大,增加了沼气工程运行成本,且预处理处理过程需要物理预处理中采用 $\text{NaOH}$ 处理,预处理过程需较大的场地,消耗人力物力也较大,且处理过程增加了 $\text{NaOH}$ ,发酵产物不能直接利用,对环境有存在影响,限制该方法工业应用,也不利于农作物秸秆及畜禽粪便作为能源原料的大规模利用。

### 发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明提供一种规模化利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法,直接将秸秆直接机械化收储打捆,并与分散式的养殖废水处理相结合,增加沼气工程的环境效益,降低工程运行成本,本发明是这样实现的:

1、一种利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法,其具体步骤如下:

A) 秸秆预处理

秸秆收割后,收集秸秆,按照质量比2-3%接种沼气发酵剂,然后利用秸秆打捆机将秸

秆压缩捆扎成方形草块,然后将方形草块交叠堆砌于反应器中,草块间草块间隔3-5cm,每堆砌一层草块,喷注一层畜禽粪便,如此向上堆砌;

向反应器内注入沼液或河沟水,调节物料含水量为60%-70%,好氧放置3-5天;前两天利用渗滤液回流喷淋,每天2次,每次1小时,;

#### B)高固体浓度厌氧发酵

密封反应器,按照体积比10%-20%向反应器内接种沼液,调节pH为6.5-7.5,物料含水率为70%-85%,于15-40℃发酵30-35天,发酵期间利用渗滤液回流喷淋,前十天每天喷淋1-2次,后续每2天喷淋一次,每次1小时;

#### C)低固体浓度厌氧发酵

向反应器中注入沼液,调节物料固含率为8%-15%,pH为6.5-7.5,于15-40℃发酵15-20天;发酵期间每隔2天渗滤液回流喷淋一次,每次20min;

其中,所述沼液为湿式发酵产生的沼液,所述实施发酵处理底物为畜禽粪便或秸秆中的一种或两种。

[0006] 优选的,本发明所述利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法步骤A)中,秸秆与畜禽粪便的干物质比为1:1,C/N比为30:1。

[0007] 优选的,本发明所述利用打捆秸秆与畜禽粪便联合产沼气的方法步骤A)中,所述方向草块体积 $\leq 1\text{m}^3$ 。

[0008] 发酵后沼渣直接还田或者用于做基质,或者经机械脱水后做商品有机肥;而沼液循环利用用于步骤A)和B),沼气用于发电产能。

[0009] 本发明方法解决了目前机械化收储后纤维质原料不能直接能源化处理的问题,与传统秸秆发酵技术相比,本发明还具有以下有益效果:

1、工艺简单,适用于大规模处理,比传统发酵相比,不需要增加物理粉碎,能降低能耗,节约成本。

[0010] 2、同时提高了厌氧反应器处理能力,相比秸秆粉碎处理,处理能力提高了50%。

[0011] 3、提高了厌氧反应器的容积产气率,比单独的干发酵工艺提高50%以上,整个发酵过程的累积产气量提高50%以上。

[0012] 4、避免了纤维质物料发酵高固体浓度发酵易酸化,低固体浓度发酵易上浮,提高了系统的稳定性。

## 附图说明

[0013] 图1为本发明工艺流程示意图。

## 具体实施方式

[0014] 以下结合具体实施例,对本发明的技术方案进行进一步说明。

[0015] 以下实施例中所使用的反应器为ZL 201320716132.5“一种以秸秆为主的多元物料厌氧干发酵系统”实施例1所公开的发酵系统,有效容积 $75\text{m}^3$ ;

实施例中所使用沼液取自江苏某清洁能源工程-湿式沼气工程 CSTR反应器(处理底物为纯畜禽粪便),TS 为 3.78%,VS 为2.35%。

[0016] 实施例1

本实施例所使用反应器参数如下:所使用的反应器参数如下:

外观尺寸	个数	单个容 积 ( $m^3$ )	有效容积 ( $m^3$ )	渗滤液贮 存池容积 ( $m^3$ )	渗滤液循 环泵流量 ( $m^3/h$ )	反应区与 沼液贮池 池容积比
长方形 (单个长 8m×宽3m ×3.2m)	2单元	76.8	75	5.5	20	4.2: 1

发酵工艺流程如图1所示,具体步骤如下:

#### (1) 秸秆预处理

水稻秸秆收割后,收集秸秆,按照质量比2-3‰接种沼气发酵剂,利用秸秆打捆机,将秸秆压缩成方形草块后捆扎,草块体积 $\leq 1m^3$ ,密度为 $100kg/m^3$ ,测定含水率为12.29%;

将捆扎后的秸秆草块堆砌于反应器中,草块与草块之间错开放置,留有3-5公分空隙;按照每堆砌一层草块,喷注一层畜禽粪便的方式,向上堆砌,秸秆:新鲜猪粪干物质比1:1,C/N比为30:1,加石灰粉调节pH=7.0;

堆砌好后关闭反应器门,向反应器注入河沟水,使整个物料含水量在60%-70%,反应器上方不覆膜,库内好氧放置5天(具体操作时,可根据实际情况放置3-5天),温度可达到 $50^{\circ}C$ 以上;其中前2天连续进行渗滤液回流喷淋,2次/天,1h/次;

本实施例所使用的沼气发酵剂为专利201210021679.3实施例1所公开的复合菌,在具体实施过程中还可以使用其他市售沼气发酵剂(有效活菌数 $\geq$ 每克 2 亿),如绿秸灵,金葵子、禾竹牧宝等沼气发酵剂等。

[0017] 实施例中的沼液为CSTR所产生的沼液,具体实施过程中,还可以使用其他湿式发酵产生的沼液,发酵处理底物为纯畜禽粪便或纯秸秆类或他们的混合。

[0018] 本实施例中所使用的畜禽粪便为新鲜猪粪,在具体操作时,还可以使用新鲜牛粪、鸡粪、羊粪、等其他畜禽粪便。

[0019] 在具体操作过程中,也可以使用沼液代替河沟水。

#### [0020] B)高固体浓度厌氧发酵

好氧发酵结束后,将反应器覆膜,密封反应器,按照体积比10%-20%向反应器内接种沼液,调节pH=7.0,物料含水率为70%-85%,于 $15-40^{\circ}C$ 发酵30天,发酵期间利用渗滤液回流喷淋,前十天每天喷淋1-2次,1h/次;后续每2天喷淋一次,1h/次;常温下(本实施例中日均温度 $25^{\circ}C$ )进行厌氧产沼气;

具体实施过程中,该步骤发酵时间可以为30-35天。

#### [0021] C)低固体浓度厌氧发酵

在步骤B)产氧高峰(约30天)过后,向反应器中继续注入沼液,使物料固含率为8%-15%,pH为6.5-7.5,于15-40℃发酵15天;发酵期间,每隔2天渗滤液回流喷淋一次,每次20min。产沼气日均温度25℃.;

具体实施过程中,该步骤发酵时间可以为15-20天。

[0022] 本实施例中,整个反应器运行时间为50天,预处理阶段5天,高固体浓度干式厌氧阶段30天,低固体浓度湿式厌氧阶段15天。平均容积产气率 $0.76\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 。产气平均产甲烷含量52%,单位体积处理物料能力为 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 。适合规模化处理以秸秆粪便为主要原料的废弃物,且发酵过程沼液循环利用,无污染,发酵产物直接利用还田或者生产有机肥撒施,减少化肥施用,同时减少秸秆直接还田带来的农药使用增加。

[0023] 本实施例中使用的是水稻秸秆,在具体实施过程中,还可以使用小麦秸秆、油菜秸秆、玉米秸秆、棉花秸秆。

[0024] 本实施例中,步骤C)发酵后沼渣直接还田或者用于做基质,或者经机械脱水后做商品有机肥,而沼液循环利用用于步骤A)和B),沼气用于发电产能。

[0025] 对照例1

对照试验在相同反应器中同步进行,发酵温度常温下进行,日均温度25℃,试验用的稻秸同实施例一。

[0026] 将所用的稻秸同实施案例一,采用传统的干发酵方式同步进行发酵,具体步骤为:秸秆机械粉碎至5-10cm,与新鲜猪粪按照质量比1:2混合后,调节pH=7.0,秸秆:猪粪干物质比1:1,C/N比30:1。注入新鲜的沼液启动反应,物料含水率调节为75%。产气高峰过后不再对物料进行处理,产气周期以50天计算,

在该对照实施例中,整个反应器运行50天,平均容积产气率 $0.43\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ,产气平均产甲烷含量为51%,秸秆机械粉碎耗电量30度/吨。实施例1与对照例1产气结果对比如表1所示:

表1 实施例与对照例产气结果对比

组别	容积产气率 ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	单位体积处理物 料能力 $\text{kg}/\text{m}^3$ )	每吨秸秆粉碎节 能(度/吨)
实施例1	0.76	100	30
对照例1	0.43	50	0

由表1可见,实施例1容积产气率与单位体积处理物料能力大幅提高,适合规模化处理秸秆与粪便的农业有机废弃物,同时减少了物理预处理机械粉碎的能源消耗,节约了运行成本。

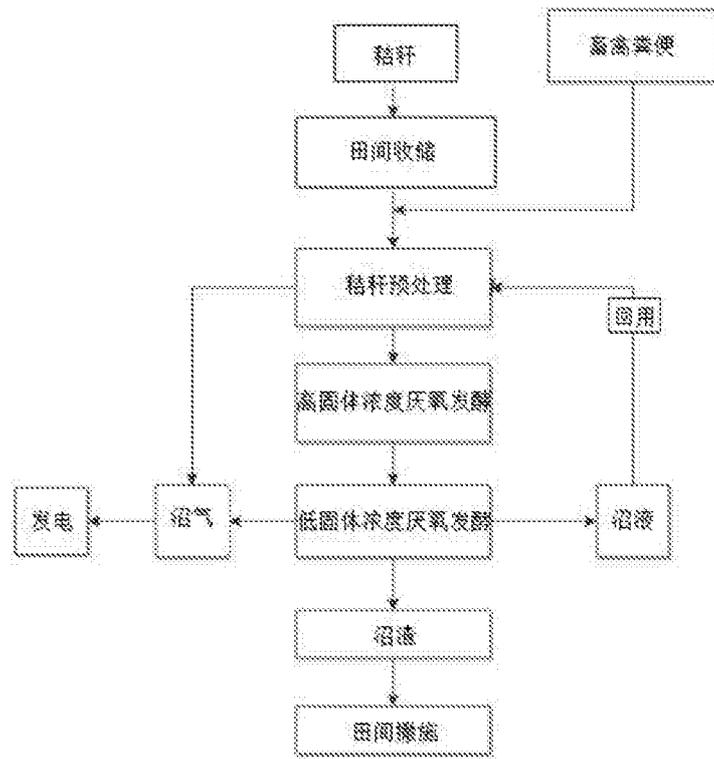


图1