



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103266136 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 28

(21) 申请号 201310179765. 1

(22) 申请日 2013. 05. 15

(71) 申请人 中国科学院广州能源研究所

地址 510640 广东省广州市天河区五山能源
路 2 号

(72) 发明人 陈新德 黄超 熊莲 陈雪芳
杨小燕 张海荣 罗峻 郭海军
李颖颖

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限
公司 44001

代理人 莫瑶江

(51) Int. Cl.

C12P 5/02 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

一种利用木质纤维素原料生产生物燃气的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种利用木质纤维素原料生产生物燃气的方法,采用稀酸水解方法对木质纤维素原料进行水解得到含有水溶性有机物的水解液,然后调节 pH5. 5 ~ 10. 0, 过滤, 得到水解液清液; 加水稀释, 加入氮源和磷源营养物质得到发酵原料; 在厌氧反应器中加入厌氧发酵菌株, 进行连续厌氧发酵, 发酵原料在厌氧反应器中停留时间为 3 ~ 20h, 发酵温度为 15 ~ 50℃。本发明采用稀酸对木质纤维素原料进行水解得到水溶性有机物, 大大提高产气速率和产气效率; 沼气发酵所用的进料方式为液体进料, 因此其发酵规模可以根据实际需要进行放大; 应用不限于农村, 可以在市镇、城市中进行规模化推广。

1. 一种利用木质纤维素原料生产生物燃气的方法,首先采用稀酸水解方法对木质纤维素原料进行水解,水解后过滤除去水解残渣,得到木质纤维素水解液,其特征在于还包括以下步骤:

a、在水解液中加入碱性物质调节水解液 pH 为 5.5 ~ 10.0 之间,过滤,得到水解液清液;

b、在水解液清液中加水稀释,使水解液清液的 COD 达到 2000 ~ 25000mg/L,加入氮源和磷源营养物质得到发酵原料;所述发酵原料中 C/N 质量比为 50-500:5, C/P 质量比为 50-500:1;

c、在厌氧反应器中加入占反应器体积 10% ~ 80% 的厌氧发酵菌株,然后将发酵原料连续送到厌氧反应器进行连续厌氧发酵,发酵原料在厌氧反应器中停留时间为 3 ~ 20h,发酵温度为 15 ~ 50°C。

2. 根据权利要求 1 所述的利用木质纤维素原料的水解液生产生物燃气的方法,其特征在于,所述木质纤维素原料选自稻草、玉米秸秆、玉米芯、甘蔗渣、木屑、稻壳、草本植物、硬木或软木。

3. 根据权利要求 1 所述的利用木质纤维素原料的水解液生产生物燃气的方法,其特征在于,所述稀酸水解方法以无机酸或有机酸或有机酸和无机酸的混合酸作为催化剂,酸质量分数为 0.05 ~ 5%,固液比为 2.5 ~ 15,反应温度为 80 ~ 210°C,反应时间为 10 ~ 300min。

4. 根据权利要求 1 所述的利用木质纤维素原料的水解液生产生物燃气的方法,其特征在于,所述碱性物质选自石灰、碳酸钙、氢氧化钠、氢氧化钾、碳酸钠、碳酸钾中的一种或一种以上。

5. 根据权利要求 1 所述的利用木质纤维素原料的水解液生产生物燃气的方法,其特征在于,所述氮源或磷源营养物质选自玉米浆、玉米粉、麸皮、米糠、酵母膏、蛋白胨、鱼粉、豆饼粉、酵母粉、豆饼、硫酸铵、氯化铵、碳酸铵、碳酸氢铵、尿素、磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、磷酸二氢钾、磷酸二氢钠、磷酸氢钾或磷酸氢钠中的一种或一种以上。

6. 根据权利要求 1 所述的利用木质纤维素原料的水解液生产生物燃气的方法,其特征在于,所述厌氧发酵菌株来源于厌氧活性污泥或厌氧颗粒污泥。

7. 根据权利要求 1 所述的利用木质纤维素原料的水解液生产生物燃气的方法,其特征在于,所述厌氧发酵器选自厌氧发酵罐、厌氧生物滤池、上流式厌氧污泥床反应器、厌氧颗粒污泥膨胀床反应器或内循环厌氧反应器。

一种利用木质纤维素原料生产生物燃气的方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种生物燃气的生产方法，具体涉及一种木质纤维素原料生产物燃气（沼气）的方法。

背景技术：

[0002] 生物燃气俗称沼气，是微生物群体在厌氧条件下协同发酵可降解有机废弃物的产物，传统能源供应的萎缩和增加可再生能源在能源消费中份额的需求使沼气的重要性越来越突出。传统上，广泛来源于自然界的木质纤维素原料包括工农废弃物、草本植物、硬木、软木等，尤其是各种工农废弃物如秸秆、甘蔗渣、玉米芯等被认为是沼气发酵的理想原料。

[0003] 目前，国内外通用的沼气发酵方式大部分为固体或半固体进料，也就是固体半固体木质纤维素原料直接堆埋在发酵罐或者反应器中，通过添加菌种以及其它配料（如氮源、磷源等）使之在发酵罐或者反应器中进行固体或者半固体的发酵。这种传统的沼气发酵方法的一个最大的缺点在于固体或者半固体发酵的周期较长、传质传热效率低下、沼气产率低、生产规模不能过大、发酵过程容易酸化导致沼气发酵失败等。因此，沼气发酵技术通常只能在农村或者小城镇中推广。与此同时，木质纤维素原料的收集及运输成本也是限制沼气发酵技术推广的问题之一。

发明内容：

[0004] 本发明的目的是提供一种利用木质纤维素原料通过水解、液体厌氧发酵生产生物燃气的方法。

[0005] 本发明是通过以下技术方案予以实现的：

[0006] 一种利用木质纤维素原料生产生物燃气（沼气）的方法，包括以下步骤：

[0007] 1) 将木质纤维素原料采用稀酸水解方法对木质纤维素原料中的半纤维素和纤维素进行水解，水解后过滤除去水解残渣，得到木质纤维素水解液（主要成分为水溶性有机物）；

[0008] 2) 水解液预处理：在水解液中加入碱性物质调节水解液 pH 为 5.5 ~ 10.0 之间，过滤，得到水解液清液；

[0009] 3) 在水解液清液中加水稀释，使水解液清液的 COD 达到 2000 ~ 25000mg/L，加入氮源和磷源营养物质得到发酵原料；所述发酵原料中 C/N 质量比为 50 ~ 500:5，C/P 质量比为 50 ~ 500:1；

[0010] 4) 首先在厌氧发酵器中加入占反应器体积 10% ~ 80% 的厌氧发酵菌株，然后将发酵原料连续送到厌氧反应器进行连续厌氧发酵，发酵原料在厌氧反应器中停留时间为 3 ~ 20h，发酵温度为 15 ~ 50℃，生物燃气（沼气）从发酵反应器顶部排出。

[0011] 步骤 1) 中，所述木质纤维素原料选自稻草、玉米秸秆、玉米芯、甘蔗渣、木屑、稻壳、草本植物、硬木或软木。

[0012] 所述稀酸水解方法以无机酸（硫酸、盐酸和亚硫酸等）或者有机酸（甲酸、乙酸

等) 或有机酸和无机酸的混合酸作为催化剂, 酸质量分数为 0.05 ~ 5%, 固液比为 2.5 ~ 15, 反应温度为 80 ~ 210°C, 反应时间为 10 ~ 300min。

[0013] 步骤 2) 中所述的碱性物质选自石灰、碳酸钙、氢氧化钠、氢氧化钾、碳酸钠、碳酸钾中的一种或一种以上。

[0014] 步骤 3) 中所述的氮源或磷源选自玉米浆、玉米粉、麸皮、米糠、酵母膏、蛋白胨、鱼粉、豆饼粉、酵母粉、豆饼、硫酸铵、氯化铵、碳酸铵、碳酸氢铵、尿素、磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、磷酸二氢钾、磷酸二氢钠、磷酸氢钾或磷酸氢钠中的一种或一种以上。

[0015] 步骤 4) 中所述的厌氧发酵菌株来源于厌氧活性污泥或厌氧颗粒污泥。

[0016] 所述的厌氧发酵器选自厌氧发酵罐、厌氧生物滤池、上流式厌氧污泥床反应器、厌氧颗粒污泥膨胀床反应器或内循环厌氧反应器等。

[0017] 本发明的有益效果是：

[0018] 1) 首先采用稀酸对木质纤维素原料进行水解得到水溶性有机物, 大大提高厌氧发酵过程中水解效率, 进而大大提高产气速率和产气效率；

[0019] 2) 沼气发酵所用的进料方式为液体进料, 避免了固体或者半固体发酵的周期较长、传质传热效率低、沼气产率低、生产规模不能过大、发酵过程容易酸化导致沼气发酵失败等问题, 因此其发酵规模可以根据实际需要进行放大；

[0020] 3) 本沼气发酵方法的应用不限于农村, 可以在市镇、城市中进行规模化推广, 实现可再生能源的革命突破。

具体实施方式：

[0021] 以下是对本发明的进一步说明, 而不是对本发明的限制。

[0022] 实施例 1：

[0023] 将玉米芯粉碎, 采用质量分数为 0.05% 稀硫酸、固液比 15, 反应温度为 210°C, 反应时间 10min 进行稀酸水解, 水解后过滤, 得到初始的玉米芯稀酸水解液。

[0024] 再用石灰把该水解液 pH 调至 10.0, 过滤, 中和后得到玉米芯稀酸水解液。

[0025] 所得玉米芯稀酸水解液加水稀释至初始 COD2000mg/L, 加入尿素与磷酸二氢钾分别调节稀释后的水解液 C/N 质量比为 50:5, C/P 质量比为 50:1。

[0026] 把厌氧颗粒污泥装入厌氧发酵罐, 装泥量为反应器体积的 80%。

[0027] 利用泵把含氮源与磷源的玉米芯稀酸水解液打入厌氧发酵罐中进行连续发酵, 发酵原料在厌氧反应器中停留时间为 6h, 发酵温度为 35°C, 生物燃气 (沼气) 从发酵反应器顶部排出。当发酵反应器中原料液位达到一半时, 即自水解液进入反应器后 3 小时, 反应器顶部就有沼气产生, 大大提高了沼气产气速率, 常规的固体或半固体木质纤维素原料发酵产气时间需要两天以上才有沼气产生。

[0028] 实施例 2：

[0029] 以木屑为原料, 采用质量分数为 5% 稀盐酸、固液比为 2.5, 反应温度 80°C, 反应时间 300min 进行稀酸水解, 水解后过滤, 得到初始的木屑稀酸水解液。

[0030] 再用碳酸钙把该水解液 pH 调至 5.5, 过滤, 中和后得到木屑稀酸水解液。

[0031] 所得木屑稀酸水解液加水稀释至初始 COD10000mg/L, 加入酵母膏与磷酸二氢铵分别调节稀释后的水解液 C/N 质量比为 100:5, C/P 质量比为 200:1。

[0032] 把厌氧颗粒污泥装入上流式厌氧污泥床反应器,装泥量为反应器体积的 10%。

[0033] 利用泵把木屑稀酸水解液打入上流式厌氧污泥床反应器中进行连续发酵,发酵原料在厌氧反应器中停留时间为 20h,发酵温度为 15℃,自水解液进入反应器后 10 小时,反应器顶部就有沼气产生,生物燃气(沼气)从发酵反应器顶部排出。

[0034] 实施例 3:

[0035] 以甘蔗渣为原料,粉碎后采用质量分数为 3% 甲酸,固液比 10、反应温度 170℃,反应时间 200min 进行稀酸水解,水解后过滤,得到初始的甘蔗渣水解液。

[0036] 再用氢氧化钠把该水解液 pH 调至 7.5,过滤,中和后得到甘蔗渣酶水解液。

[0037] 所得甘蔗渣酶水解液加水稀释至初始 COD25000mg/L,加入蛋白胨与磷酸氢钾分别调节稀释后的水解液 C/N 质量比为 500:5, C/P 质量比为 500:1。

[0038] 把厌氧颗粒污泥装入厌氧颗粒污泥膨胀床反应器,装泥量为反应器体积的 60%。

[0039] 利用泵把甘蔗渣酶水解液打入厌氧颗粒污泥膨胀床反应器中进行连续发酵,发酵原料在厌氧反应器中停留时间为,3h,发酵温度为 50℃,生物燃气(沼气)从发酵反应器顶部排出。

[0040] 实施例 4:

[0041] 以橡树木为原料,粉碎后加入含有质量分数为 1% 乙酸以及 2% 硫酸的稀酸溶液,固液比为 8,反应温度 120℃,反应时间 150min 进行稀酸水解,水解后过滤,得到初始的橡树木酸水解液。

[0042] 再用碳酸钠把该水解液 pH 调至 7.5,过滤,中和后得到橡树木酸水解液。

[0043] 所得橡树木酸水解液加水稀释至初始 COD8000mg/L,加入玉米浆与磷酸氢钠分别调节稀释后的水解液 C/N 质量比为 180:5, C/P 质量比为 120:1。

[0044] 把厌氧活性污泥装入内循环厌氧反应器,装泥量为反应器体积的 55%。

[0045] 利用泵把橡树木酸水解液打入内循环厌氧反应器中进行连续发酵,发酵原料在厌氧反应器中停留时间为 12h,发酵温度为 40℃,生物燃气(沼气)从发酵反应器顶部排出。

[0046] 实施例 5:

[0047] 以白杨木为原料,粉碎后加入含有质量分数为 0.5% 的盐酸和 2% 的硫酸的稀酸溶液,固液比为 6,反应温度 180℃,反应时间 100min 进行水解,水解后过滤,得到初始的白杨木水解液。

[0048] 再用氢氧化钾把该水解液 pH 调至 9.5,过滤,中和后得到白杨木酶水解液。

[0049] 所得白杨木酶水解液加水稀释至初始 COD16000mg/L,加入硫酸铵与磷酸氢二铵分别调节稀释后的水解液 C/N 质量比为 160:5, C/P 质量比为 220:1。

[0050] 把厌氧活性污泥装入厌氧生物滤池,装泥量为反应器体积的 30%。

[0051] 利用泵把白杨木酶水解液打入厌氧生物滤池中进行连续发酵,发酵原料在厌氧反应器中停留时间为 8h,发酵温度为 30℃,生物燃气(沼气)从发酵反应器顶部排出。