



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114921325 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 19

(21) 申请号 202210688965.9

C12M 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.06.17

(71) 申请人 深圳市钛和巴伦技术股份有限公司

地址 518053 广东省深圳市南山区沙河街
道沙河西路3011号白沙物流公司仓库
之二二楼B区

申请人 青海磐盈能源科技有限公司

(72) 发明人 齐昊 曲桂芬

(74) 专利代理机构 广州市诺丰知识产权代理事
务所(普通合伙) 44714

专利代理师 黄国亮

(51) Int. Cl.

C12M 1/107 (2006.01)

C12M 1/38 (2006.01)

C12M 1/34 (2006.01)

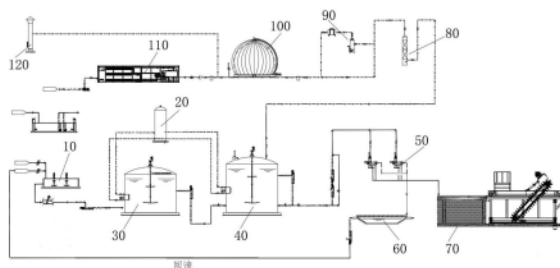
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

高温发酵的模块化生物天然气生产系统及
方法

(57) 摘要

本发明公开了高温发酵的模块化生物天然气生产系统及方法,高温发酵的模块化生物天然气生产系统,包括预处理池、模块化处理单元和加热系统,预处理池内设有搅拌机,用于对原料进行预处理;模块化处理单元包括水解酸化罐和厌氧消化罐,所述水解酸化罐与所述预处理池连;厌氧消化罐接收来自水解酸化罐的酸液并将酸液进行厌氧消化以产生沼气;沼气经沼气净化单元与沼气提纯单元处理后即为生物天然气;加热系统分别与水解酸化罐和厌氧消化罐连接,加热系统使得水解酸化罐内的温度处于 $39\sim 40.2^{\circ}\text{C}$,加热系统使得厌氧消化罐内的温度处于 $52\sim 53.2^{\circ}\text{C}$ 。根据原料量叠加N个($N\geq 1$)模块化处理单元,以使满足系统需求,便于系统的推广和维护。



1. 高温发酵的模块化生物天然气生产系统,其特征在于,包括:

预处理池,所述预处理池内置有搅拌机,用于对原料进行预处理;

模块化处理单元,模块化处理单元包括水解酸化罐和厌氧消化罐,所述水解酸化罐与所述预处理池连,所述水解酸化罐内涂有碳钢防腐涂层;所述厌氧消化罐接收来自水解酸化罐的酸液并将酸液进行厌氧消化以产生沼气,所述厌氧消化罐内涂有碳钢防腐涂层,各水解酸化罐和厌氧消化罐自底部至罐体三分之二高度处的外壁内表面设置有不锈钢加热盘管;

加热系统,所述加热系统分别与水解酸化罐和厌氧消化罐连接,加热系统使得水解酸化罐内的温度处于 $39\sim 40.2^{\circ}\text{C}$,加热系统使得厌氧消化罐内的温度处于 $52\sim 53.2^{\circ}\text{C}$;

固液分离器,所述固液分离器接收来自厌氧消化罐的料液并将从料液分离的沼液回流至预处理池;

储气罐,所述储气罐用于暂存厌氧消化罐产生的沼气;

沼气净化单元,所述沼气净化系统包括脱硫塔和脱水装置;

沼气提纯单元,所述沼气提纯单元将分离沼气中的二氧化碳气体,保留甲烷气体,形成生物天然气。

2. 根据权利要求1所述的高温发酵的模块化生物天然气生产系统,其特征在于,所述模块化处理单元为两组或者两组以上时,部分模块化处理单元共用一个预处理池,或/和,部分模块化处理单元共有用一个加热系统及沼气净化单元、沼气提纯单元。

3. 根据权利要求1所述的高温发酵的模块化生物天然气生产系统,其特征在于,所述加热系统为储热罐循环水系统,储热罐循环水系统包括储热罐和用于输送储热罐中热水的储热罐循环水泵,所述储热罐循环水泵连接有循环水管,所述循环水管连接至水解酸化罐和厌氧消化罐。

4. 根据权利要求2所述的高温发酵的模块化生物天然气生产系统,其特征在于,当水解酸化罐内温度高于 40.2°C 时,关闭通向水解酸化罐的储热罐循环水泵;当水解酸化罐内温度低于 40.0°C 时,开启通向水解酸化罐的储热罐循环水泵,以控制水解酸化罐内温度不低于 39°C ;

当厌氧消化罐内温度高于 53.2°C 时,关闭通向厌氧消化罐的储热罐循环水泵;当厌氧消化罐内温度低于 53.0°C 时,开启通向厌氧消化罐的储热罐循环水泵,以控制厌氧消化罐内温度不低于 52.0°C ;

当厌氧消化罐处于 $52.9^{\circ}\text{C}-52.0^{\circ}\text{C}$ 范围内,储热罐循环水泵的电动调节阀的开启程度根据温度调节,其中,在 $52.9^{\circ}\text{C}-52.0^{\circ}\text{C}$ 范围内,温度越高对应的电动调节阀的开度越低。

5. 根据权利要求1或3所述的高温发酵的模块化生物天然气生产系统,其特征在于,所述模块化生物天然气生产系统外接储能系统,所述储能系统与电网系统、新能源电站中的至少一种连接。

6. 根据权利要求1所述的高温发酵的模块化生物天然气生产系统,其特征在于,所述脱硫塔及脱水装置设置所述储气罐和厌氧消化罐之间,所述固液分离器外接有机肥加工车间,有机肥加工车间接收来自固液分离器的残渣。

7. 根据权利要求1所述的高温发酵的模块化生物天然气生产系统,其特征在于,还包括传感器系统,所述传感器系统包括设置在预处理池中的第一温度传感器、第一酸碱度传感

器、第一氧化还原电位ORP传感器;设置在水解酸化罐中的第一液位传感器、第二温度传感器、第二酸碱度传感器、第二氧化还原电位ORP传感器;设置在厌氧消化罐中的第二液位传感器、第三温度传感器、第三酸碱度传感器、第三氧化还原电位ORP传感器。

8. 高温发酵的模块化生物天然气生产方法,其特征在于,预处理池中料液经24小时预处理后进入水解酸化罐,同时水解酸化罐中相同流量的料液进入厌氧消化罐进行厌氧消化,厌氧消化罐中相同流量料液进入沼液暂存池,加热系统使得水解酸化罐内的温度处于39~40.2℃,加热系统使得厌氧消化罐内的温度处于52~53.2℃;

沼液暂存池中沼液与新原料重新混入预处理池。

9. 根据权利要求8所述的高温发酵的模块化生物天然气生产方法,其特征在于,在厌氧消化过程中,制沼气的时间为14~21天。

高温发酵的模块化生物天然气生产系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于生物质能源生产技术领域,更具体而言,涉及一种高温发酵的模块化生物天然气生产系统及方法。

背景技术

[0002] 目前,利用秸秆、粪便等常见的农业废弃物制取生物质能源是环保技术发展的方向之一。目前大部分采用中温厌氧消化(30~40℃)这种工艺,中温厌氧消化具有甲烷性能稳定、运行成本低、投资省等优点,但是存在有机物降解率低、沼气产量低等缺点。而现有的高温厌氧消化具有水解速率高、反应速度快、有机物降解彻底等优点,但是目前高温厌氧消化系统存在工艺稳定性差、控制困难、对设备耐热性、保温性要求高等缺点。

发明内容

[0003] 本发明的主要目的在于提供一种高温发酵的模块化生物天然气生产系统及方法,其能设置N个($N \geq 1$)模块化处理单元,提高系统产能,结构灵活。

[0004] 根据本发明的第一方面,提供了高温发酵的模块化生物天然气生产系统,包括:

[0005] 预处理池,所述预处理池内置有搅拌机,用于对原料进行预处理;

[0006] 模块化处理单元,模块化处理单元包括水解酸化罐和厌氧消化罐,所述水解酸化罐与所述预处理池连,所述水解酸化罐内涂有碳钢防腐涂层;所述厌氧消化罐接收来自水解酸化罐的酸液并将酸液进行厌氧消化以产生沼气,所述厌氧消化罐内涂有碳钢防腐涂层,各水解酸化罐和厌氧消化罐自底部至罐体三分之二高度处的外壁内表面设置有不锈钢加热盘管;

[0007] 加热系统,所述加热系统分别与水解酸化罐和厌氧消化罐连接,加热系统使得水解酸化罐内的温度处于39~40.2℃,加热系统使得厌氧消化罐内的温度处于52~53.2℃;

[0008] 固液分离器,所述固液分离器接收来自厌氧消化罐的料液并将从料液分离的沼液回流至预处理池;

[0009] 储气罐,所述储气罐用于暂存厌氧消化罐产生的沼气;

[0010] 沼气净化单元,所述沼气净化系统包括脱硫塔和脱水装置;

[0011] 沼气提纯单元,所述沼气提纯单元将分离沼气中的二氧化碳气体,保留甲烷气体,形成生物天然气。

[0012] 本发明的一个特定的实施例中,所述模块化处理单元为两组或者两组以上时,部分模块化处理单元共用一个预处理池,或/和,部分模块化处理单元共有用一个加热系统及沼气净化单元、沼气提纯单元。

[0013] 本发明的一个特定的实施例中,所述加热系统为储热罐循环水系统,储热罐循环水系统包括储热罐和用于输送储热罐中热水的储热罐循环水泵,所述储热罐循环水泵连接有循环水管,所述循环水管连接至水解酸化罐和厌氧消化罐。

[0014] 本发明的一个特定的实施例中,当水解酸化罐内温度高于40.2℃时,关闭通向水

解酸化罐的储热罐循环水泵;当水解酸化罐内温度低于40.0℃时,开启通向水解酸化罐的储热罐循环水泵,以控制水解酸化罐内温度不低于39℃;

[0015] 当厌氧消化罐内温度高于53.2℃时,关闭通向厌氧消化罐的储热罐循环水泵;当厌氧消化罐内温度低于53.0℃时,开启通向厌氧消化罐的储热罐循环水泵,以控制厌氧消化罐内温度不低于52.0℃;

[0016] 当厌氧消化罐处于52.9℃-52.0℃范围内,储热罐循环水泵的电动调节阀的开启程度根据温度调节,其中,在52.9℃-52.0℃范围内,温度越高对应的电动调节阀的开度越低。

[0017] 本发明的一个特定的实施例中,所述模块化生物天然气生产系统外接储能系统,所述储能系统与电网系统、新能源电站中的至少一种连接。

[0018] 本发明的一个特定的实施例中,所述脱硫塔及脱水装置设置所述储气罐和厌氧消化罐之间,所述固液分离器外接有机肥加工车间,有机肥加工车间接收来自固液分离器的残渣。

[0019] 本发明的一个特定的实施例中,还包括传感器系统,所述传感器系统包括设置在预处理池中的第一温度传感器、第一酸碱度传感器、第一氧化还原电位ORP传感器;设置在水解酸化罐中的第一液位传感器、第二温度传感器、第二酸碱度传感器、第二氧化还原电位ORP传感器;设置在厌氧消化罐中的第二液位传感器、第三温度传感器、第三酸碱度传感器、第三氧化还原电位ORP传感器;设置在沼液暂存池中的第四温度传感器。

[0020] 根据本发明的第二方面,提供了高温发酵的模块化生物天然气生产方法,预处理池中料液经24小时预处理后进入水解酸化罐,同时水解酸化罐中相同流量的料液进入厌氧消化罐进行厌氧消化,厌氧消化罐中相同流量料液进入沼液暂存池,加热系统使得水解酸化罐内的温度处于39~40.2℃,加热系统使得厌氧消化罐内的温度处于52~53.2℃;沼液暂存池中沼液与新原料重新混入预处理池。

[0021] 本发明的一个特定的实施例中,在厌氧消化过程中,制沼气的时间为14~21天。

[0022] 本发明上述技术方案中的一个技术方案至少具有如下优点或有益效果之一:本发明通过设置模块化处理单元,模块化处理单元包括水解酸化罐和厌氧消化罐,根据原料量叠加N个($N \geq 1$)模块化处理单元,以使满足系统需求,便于系统的推广和维护。本发明采用两级厌氧消化,使得两段内的细菌均能发挥最大的活性,提高整个系统的运行稳定性。本发明的系统处理效率高、结构紧凑,相互配合运作,运行稳定,适用于大中小规模场景的推广应用。

附图说明

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明进一步地说明;

[0024] 图1是本发明一个实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面详细描述本发明的实施方式,实施方式的示例在附图中示出,其中相同或类似的标号自始至终表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0026] 在本发明的描述中,需要理解的是,涉及到方位描述,例如上、下、前、后、左、右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。

[0027] 在本发明的描述中,若干的含义是一个或者多个,多个的含义是两个以上,大于、小于、超过等理解为不包括本数,以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

[0028] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”以及“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个特征。

[0029] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接或活动连接,也可以是可拆卸连接或不可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接或可以相互通信;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通、间接连通或两个元件的相互作用关系。

[0030] 下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本发明的不同方案。

[0031] 参照图1所示,高温发酵的模块化生物天然气生产系统,包括预处理池10、模块化处理单元、加热系统20、固液分离器50、储气罐100和传感器系统,所述预处理池10内置有搅拌机,用于对原料进行预处理。预处理池10中的第一温度传感器、第一酸碱度传感器、第一氧化还原电位ORP传感器。通过设置传感器可以使得控制器感知池内的物理状态。氧化还原电位(简称ORP),反映溶液宏观的氧化-还原性。氧化还原电位越高,氧化性越强,电位越低,氧化性越弱,ORP的测量原理与pH类似。传感器系统用于采集预处理池10、水解酸化罐、厌氧消化罐、沼液暂存池之中的酸碱度、温度、液位、流量和氧化还原电位中的一种或者多种。

[0032] 模块化处理单元包括水解酸化罐30和厌氧消化罐40,所述水解酸化罐30与所述预处理池10连,所述水解酸化罐内涂有碳钢防腐涂层,水解酸化罐30中的第一液位传感器、第二温度传感器、第二酸碱度传感器、第二氧化还原电位ORP传感器;所述厌氧消化罐40接收来自水解酸化罐30的酸液并将酸液进行厌氧消化以产生沼气,所述厌氧消化罐40内涂有碳钢防腐涂层,各水解酸化罐30和厌氧消化罐40自底部至罐体三分之二高度处的外壁内表面设置有不锈加热盘管,水解酸化罐30依靠加热系统20输送的热水维持池内温度;厌氧消化罐40中的第二液位传感器、第三温度传感器、第三酸碱度传感器、第三氧化还原电位ORP传感器。采用碳钢防腐涂层能够在本酸化环境下良好地对抗腐蚀,增加设备寿命。

[0033] 所述水解酸化罐30、厌氧消化罐40沿内侧壁的纵向方向设置多个传感器监测点,各监测点在罐底上方0.5米到罐顶下方0.5米均匀分布,其中,每个传感器监测点均布置有液位传感器、酸碱度传感器、氧化还原电位ORP传感器。通过这样设置传感器,可以在液位不同的情况下准确检测到罐内数据。其中,pH值、温度值、ORP值的确定方法为:5个测量值,两两之间做差值,去掉最大差值的两个测量值,剩下三个测量值再取均值作为罐体的监测参数。

[0034] 所述加热系统20分别与水解酸化罐30和厌氧消化罐40连接,加热系统20使得水解酸化罐30内的温度处于39~40.2℃,加热系统20使得厌氧消化罐40内的温度处于52~53.2

℃;

[0035] 所述固液分离器50接收来自厌氧消化罐40的料液并将从料液分离的沼液,分离的沼液储存在沼液暂存池60,根据生产需要,沼液暂存池60内沼液回流至预处理池10;沼液暂存池60采用砖混结构。结构简单,适合现场按需求搭建。设置有沼液暂存池60中的第四温度传感器。

[0036] 所述储气罐100用于暂存厌氧消化罐40产生的沼气,储气罐100可以采用独立式三层膜气柜,配套增压风机。增压风机采用三相,380V,50Hz电源。储气罐100连接有火炬设备120,火炬设备120用于燃烧过多的沼气。

[0037] 沼气净化单元,所述沼气净化系统包括脱硫塔80和脱水装置90;

[0038] 沼气提纯单元110,沼气提纯单元110与储气罐100连接,所述沼气提纯单元110将分离沼气中的二氧化碳气体,保留甲烷气体,形成生物天然气。

[0039] 根据生产需求,所述模块化处理单元为两组或者两组以上时,部分模块化处理单元共用一个预处理池10,或/和,部分模块化处理单元共有用一个加热系统20及沼气净化单元、沼气提纯单元110,在预处理池10和加热系统20之间灵活设置合适数量的模块化处理单元,可适用于大中小规模场景的推广应用,灵活方便。

[0040] 本发明的一个实施例中,所述加热系统20为储热罐循环水系统,储热罐循环水系统包括储热罐和用于输送储热罐中热水的储热罐循环水泵,所述储热罐循环水泵连接有循环水管,所述循环水管连接至水解酸化罐30和厌氧消化罐40。

[0041] 当然,储气罐100也能连接至加热系统20,通过燃烧沼气为加热系统20提供热能。

[0042] 在采用循环热水对水解酸化罐30和厌氧消化罐40进行温度控制时,包括以下步骤:

[0043] 1)、当水解酸化罐30内温度高于40.2℃时,关闭通向水解酸化罐30的储热罐循环水泵;当水解酸化罐30内温度低于40.0℃时,开启通向水解酸化罐30的储热罐循环水泵,以控制水解酸化罐30内温度不低于39℃。在本实施例中,实际上控制温度是40摄氏度,当超过40.2摄氏度时,通过关闭储热罐循环水泵来达到自然冷却的目的。当温度较低的时候,可以重新打开水泵来使得温度升高。

[0044] 2)、当厌氧消化罐40内温度高于53.2℃时,关闭通向厌氧消化罐40的储热罐循环水泵;当厌氧消化罐40内温度低于53.0℃时,开启通向厌氧消化罐40的储热罐循环水泵,以控制厌氧消化罐40内温度不低于52.0℃。在本步骤中原理类似,都是利用循环水泵输送储热罐的热水来控制温度恒定在53℃附近。

[0045] 当厌氧消化罐40处于52.9℃-52.0℃范围内,储热罐循环水泵的电动调节阀的开启程度按0.1℃对应10%的调节程度依次调节至100%阀门开度,其中,温度越高对应的电动调节阀的开度越低。本实施例将阀门的开度与温差做联动,可以以简单的方式实现自动化。具体地,52.9℃对应10%的开度,52.8℃对应20%开度,52.1℃对应90%开度,52℃对应100%开度。

[0046] 可以理解的是,采取上述的控制方法,可以实现自动化温控,温控精度在1℃以内,能够满足大规模生产的需求。

[0047] 本发明的一个实施例中,所述模块化生物天然气生产系统外接储能系统,所述储能系统与电网系统、新能源电站中的至少一种连接。

[0048] 具体的,本发明中的系统主要由电网系统供电,储能系统主要起削峰填谷作用,在电网低负荷时间段,生产用电由电网供给,并且储能系统进行充电;在电网高负荷时间段,生产用电主要由储能系统供给,电网进行辅助供电。

[0049] 本发明中的系统主要由新能源电站供电,储能系统主要起功率稳定作用。新能源电站因为光照和风速本身的不稳定性,在用于生产供电时,可能会因为光照或风速的突然下降,导致功率无法维持,利用储能系统快速响应的特点,可以迅速稳定功率,保证生产系统持续正常运行。当新能源电站采用光伏电站时,光伏电站在夜间无法发电,可以利用储能系统来提供夜间生产的能源,防止生物天然气的生产是不能中断的。

[0050] 本发明的一个实施例中,脱硫塔80和脱水装置90所述储气罐100和厌氧消化罐40之间,所述固液分离器50外接有机肥加工车间70,有机肥加工车间70接收来自固液分离器50的残渣。

[0051] 根据本发明的第二方面,提供了高温发酵的模块化生物天然气生产方法,预处理池10中料液经24小时预处理后进入水解酸化罐30,同时水解酸化罐30中相同流量的料液进入厌氧消化罐40进行厌氧消化,厌氧消化罐40中相同流量料液进入沼液暂存池60,加热系统20使得水解酸化罐30内的温度处于 $39\sim 40.2^{\circ}\text{C}$,加热系统20使得厌氧消化罐40内的温度处于 $52\sim 53.2^{\circ}\text{C}$;沼液暂存池60中沼液与新原料重新混入预处理池10。

[0052] 本发明中按高温厌氧消化工艺设计,温度为 53°C ,原料滞留期(水力停留时间)按19天计,即可分解消化原料总量的90%的干物质。

[0053] 由于高温条件下原料的分解效率更高,24天滞留期下的中温厌氧消化工艺的产气量约为19天滞留期下的高温厌氧消化工艺的产气量的96.95%,即总产气量上高温工艺约高3.5%。

[0054] 本发明的一个实施例中,在厌氧消化过程中,制沼气的时间为14~21天。

[0055] 以与牛粪原料类似的玉米秸秆相关研究表明:

[0056] 在发酵原料滞留期分别为14天、16天、19天时,高温厌氧消化(53°C)分别可达到全部原料80%、85%、90%的产气能力。

[0057] 尽管已经示出和描述了本发明的实施方式,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施方式进行了多种变化、修改、替换和变形,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

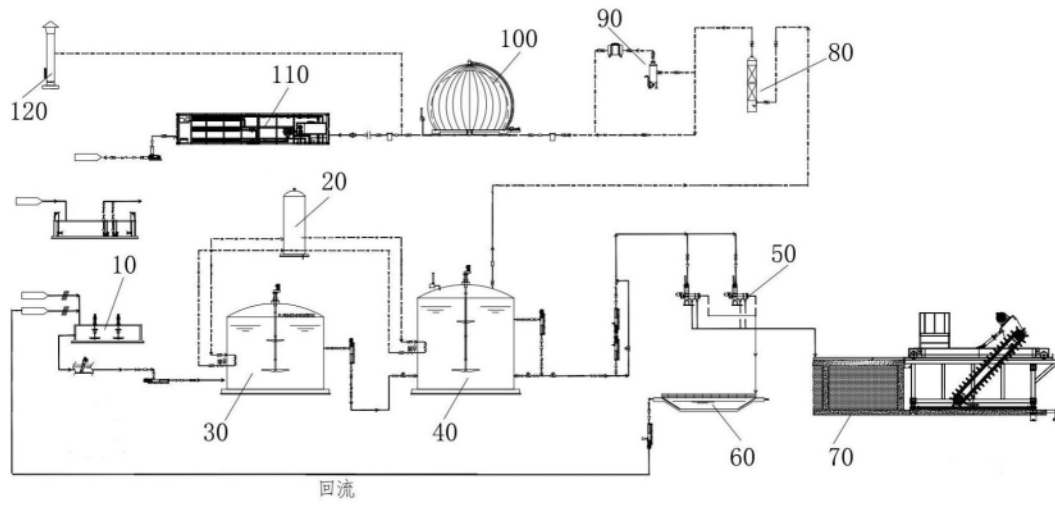


图1