



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109082316 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 01

(21) 申请号 201811090022.6

(22) 申请日 2018.09.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109082316 A

(43) 申请公布日 2018.12.25

(73) 专利权人 华中农业大学
地址 430070 湖北省武汉市洪山区狮子山街1号

(72) 发明人 晏水平 徐立强 贺清尧 崔秋芳
梁飞虹 涂特 刘硕 王明
梅道锋

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104
专利代理师 王和平 李满

(51) Int.Cl.

C10L 3/10 (2006.01)

C10L 3/08 (2006.01)

C02F 11/04 (2006.01)

C01C 1/02 (2006.01)

C05C 3/00 (2006.01)

C05D 7/00 (2006.01)

C12M 1/00 (2006.01)

C12M 1/02 (2006.01)

C02F 103/20 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 208980679 U, 2019.06.14

审查员 高秋菊

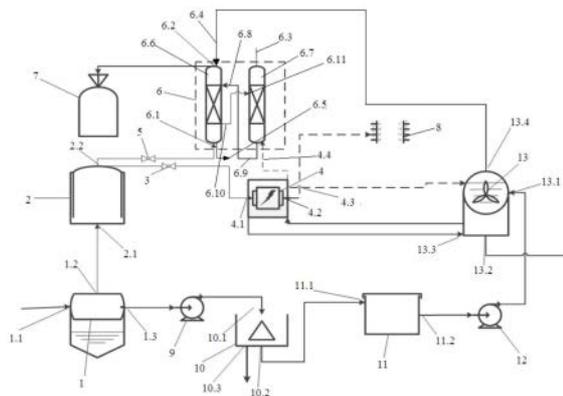
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统与方法

(57) 摘要

本发明所设计的一种应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,它包括厌氧发酵罐、沼气储气罐、第一阀门、沼气热电联产系统、第二阀门、沼气提纯设备、CH₄储气瓶、第一沼液输送泵、固液分离器、沼液储存设备、第二沼液输送泵和可再生氨水回收设备,本发明利用热电联产系统产生的热和电为驱动力实现沼液氨氮回收并获得可再生氨水,在降低氨氮对环境造成威胁的同时,也大幅降低沼气提纯过程中化学吸收剂的成本。



1. 一种应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,其特征在于:它包括厌氧发酵罐(1)、沼气储气罐(2)、第一阀门(3)、沼气热电联产系统(4)、第二阀门(5)、沼气提纯设备(6), CH_4 储气瓶(7)、第一沼液输送泵(9)、固液分离器(10)、沼液储存设备(11)、第二沼液输送泵(12)和可再生氨水回收设备(13),所述厌氧发酵罐(1)具有进料口(1.1),厌氧发酵罐(1)的沼气排气口(1.2)连接沼气储气罐(2)的沼气入口(2.1),所述沼气储气罐(2)的沼气出口(2.2)通过第一阀门(3)连接沼气热电联产系统(4)的沼气进口(4.1),所述沼气储气罐(2)的沼气出口(2.2)通过第二阀门(5)连接沼气提纯设备(6)的沼气进气口(6.1),沼气提纯设备(6)的生物甲烷出口(6.2)连接 CH_4 储气瓶(7),所述沼气提纯设备(6)上设有 CO_2 排气口(6.3)和碳酸氢铵溶液排出口(6.5),所述厌氧发酵罐(1)的粗滤沼液输出口(1.3)通过第一沼液输送泵(9)连接固液分离器(10)的混合液进口(10.1),所述固液分离器(10)的沼液排出口(10.2)连接沼液储存设备(11)的沼液进口(11.1),固液分离器(10)还设有沼渣排出口(10.3),所述沼液储存设备(11)的沼液排出口(11.2)通过第二沼液输送泵(12)连接可再生氨水回收设备(13)的沼液入口(13.1),所述可再生氨水回收设备(13)的可再生氨水排出口(13.4)连接沼气提纯设备(6)的可再生氨水进口(6.4),可再生氨水回收设备(13)的底部设有脱氨沼液排出口(13.2),所述沼气热电联产系统(4)的第一电能输出端(4.4)连接沼气提纯设备(6)的电源输入端,沼气热电联产系统(4)的第二电能输出端(4.3)连接可再生氨水回收设备(13)的电源输入端。

2. 根据权利要求1所述应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,其特征在于:它还包括热水加热循环管道(13.3),所述热水加热循环管道(13.3)的被加热段位于沼气热电联产系统(4)中,所述热水加热循环管道(13.3)的热能提供段位于可再生氨水回收设备(13)中,沼气在沼气热电联产系统(4)中燃烧进而加热热水加热循环管道(13.3)中的水,热水加热循环管道(13.3)中的水为可再生氨水回收设备(13)的氨水回收提供热能。

3. 根据权利要求1所述应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,其特征在于:所述沼气热电联产系统(4)的第三电能输出端(4.2)接入电网(8)。

4. 根据权利要求1所述应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,其特征在于:所述沼气提纯设备(6)包括吸收塔(6.6)和再生塔(6.7),所述沼气进气口(6.1)和碳酸氢铵溶液排出口(6.5)位于吸收塔(6.6)的底部,生物甲烷出口(6.2)和可再生氨水进口(6.4)位于吸收塔(6.6)的顶部, CO_2 排气口(6.3)位于再生塔(6.7)的顶端,吸收塔(6.6)的二氧化碳贫液输入口(6.8)连接再生塔(6.7)的二氧化碳贫液输出口(6.9),吸收塔(6.6)的二氧化碳富液输出口(6.10)连接再生塔(6.7)的二氧化碳富液输入口(6.11)。

5. 根据权利要求1所述应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,其特征在于:所述厌氧发酵罐(1)内设有用于物料混合及沉淀的搅拌器。

6. 根据权利要求1所述应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,其特征在于:所述可再生氨水回收设备(13)的脱氨沼液排出口(13.2)和可再生氨水排出口(13.4)采用耐碱材料制成。

7. 根据权利要求1所述应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,其特征在于:可再生氨水回收设备(13)为真空膜蒸馏系统。

8. 一种权利要求1所述系统的沼气提纯及肥料生产一体化方法,其特征在于,它包括如下步骤:

步骤1:将家禽牲畜粪便通过进料口(1.1)加入厌氧发酵罐(1)中,并在厌氧密闭环境下搅拌,得到沼气和粗滤沼液;

步骤2:通过第一沼液输送泵(9)抽取厌氧发酵罐(1)里面的粗滤沼液,并由混合液进口(10.1)进入固液分离器(10)中依次进行粗滤和精滤,逐步脱除沼液中直径大于 $5\mu\text{m}$ 的悬浮颗粒物,悬浮颗粒物通过沼渣排出口(10.3)排出,精滤后的滤液进入沼液储存设备(11)中,沼液储存设备(11)中的沼液通过第二沼液输送泵(12)经过沼液进口(13.1)进入到可再生氨水回收设备(13)中;

步骤3:步骤1中所产生的沼气通过沼气进口(2.1)进入沼气储气罐(2)中,沼气储气罐(2)中10~30%的沼气流经第一阀门(3)进入沼气热电联产系统(4)中,沼气在沼气热电联产系统中充分燃烧,然后关闭第一阀门(3),沼气储气罐(2)中70~90%的沼气流经第二阀门(5)通过沼气进气口(6.1)进入沼气提纯设备(6)中,沼气在沼气热电联产系统(4)中燃烧进而对热水加热循环管道(13.3)中的水进行加热,通过热水把热量传递给可再生氨水回收设备(13),沼气热电联产系统(4)中产生的电能分别提供给沼气提纯设备(6)、可再生氨水回收设备(13)和电网(8);

步骤4:步骤2中,沼液通过第二沼液输送泵(12)经过沼液进口(13.1)进入到可再生氨水回收设备(13)中,由沼气热电联产系统(4)将热能和电能作用于可再生氨水回收设备(13),回收获得的可再生氨水通过可再生氨水排出口(13.4)排出,并由可再生氨水进口(6.4)进入沼气提纯设备(6)中,可再生氨水回收设备(13)中脱氨沼液由脱氨沼液排出口(13.2)排出;

步骤5:步骤4中可再生氨水进入沼气提纯设备(6)后,氨水在沼气提纯设备(6)内进行喷淋,并于由经过第二阀门(5)进入沼气提纯设备(6)的沼气逆向接触反应,从而脱除沼气中全部的硫化氢和90%以上的 CO_2 ,形成的氨水富液将进入沼气提纯设备(6)的再生塔(6.7)脱碳变成贫液循环使用,循环1~5次后从沼气提纯设备(6)中吸收塔(6.6)的碳酸氢铵溶液排出口(6.5)排出碳酸氢铵溶液,同时从可再生氨水进口(6.4)添加可再生氨水进入沼气提纯设备(6), CO_2 气体由沼气提纯设备(6)的 CO_2 排气口(6.3)排入冷凝装置中,沼气提纯设备(6)中经过脱硫脱碳的净化气经过除雾后从生物甲烷出口(6.2)排出到 CH_4 储气瓶(7)中,达到应用可再生氨水沼气提纯及肥料生产一体化的目的。

9.根据权利要求8所述的沼气提纯及肥料生产一体化方法,其特征在于:它包括如下步骤:所述步骤5中,经冷凝后的气体作为温室大棚的 CO_2 气肥进行利用。

10.根据权利要求8所述的沼气提纯及肥料生产一体化方法,其特征在于:所述步骤4中,在可再生氨水回收设备(13)中,通过在加热和减压条件、或在加热和吹脱条件下实现对氨氮的分离,随后对分离出的氨氮和水蒸气在冷凝条件下实现回收,回收获得的液体即为可再生氨水。

应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及设施农业气体环境调控技术领域,具体地指一种应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统与方法。

技术背景

[0002] 厌氧消化技术已广泛应用于将有机废弃物转化为沼气(典型为50~70%CH₄和20~40%CO₂),此法除了有助于降低有机废弃物对环境带来的风险外,还可产生可再生能源,并减少温室气体排放。如果对沼气中的CO₂进行分离、储存和利用,不仅可获得生物甲烷,用于缓解天然气的供需矛盾问题,还可以实现CO₂的负排放。以沼气为原料制备生物天然气的关键在于如何从沼气中分离CO₂,同时减少对环境的影响。

[0003] 常用的沼气提纯方法,主要包括水洗、变压吸附、化学吸收和膜分离等。相比之下,化学吸收法因CO₂和CH₄在吸收剂中显著的溶解度差异,从而使得其在沼气提纯时CH₄损失可忽略(<0.1%),且可收获更高纯度的CH₄。然而,化学吸收法工艺的主要问题在于系统能耗巨大,尤其是吸收剂富CO₂溶液需要消耗大量的高品位热能(一般使用超过140°C的饱和蒸汽)来用于CO₂的再生。其次,由于现有常用吸收剂的挥发特性、热降解与氧化降解特性,吸收剂的损失不可忽略,从而导致在运行中需要补充大量的新鲜吸收剂,这将会增加运行成本,同时因常用吸收剂均为化工产品,其工业化生产过程中的耗能将会导致CO₂排放,因而从全寿命周期角度还可能会造成沼气提纯设备碳减排能力的下降。例如,一乙醇胺(MEA)和氨(NH₃)生产中的能量消耗分别为88.4MJ/kg和52.8MJ/kg,其导致的CO₂排放量分别为5.78kgCO₂/kgMEA和3.45kgCO₂/kgNH₃。

[0004] 因此,需要开发一套新的沼气提纯系统,其可以有效降低系统能耗,同时还能减少对化学吸收剂这一商品的依赖。厌氧发酵过程中除产生沼气作为生物能源外,超过90%的总物质仍然留在发酵剩余物中,如何开发厌氧发酵剩余物的有效价值对提升沼气工程整个经济性能至关重要。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是要提供一种应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统与方法,本发明利用热电联产系统产生的热和电为驱动力实现沼液中氨氮回收并获得可再生氨水,在降低氨氮对环境造成威胁的同时,也大幅降低沼气提纯过程中化学吸收剂的补充成本。

[0006] 为实现此目的,本发明所设计的一种应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,它包括厌氧发酵罐、沼气储气罐、第一阀门、沼气热电联产系统、第二阀门、沼气提纯设备、CH₄储气瓶、第一沼液输送泵、固液分离器、沼液储存设备、第二沼液输送泵和可再生氨水回收设备,所述厌氧发酵罐具有进料口,厌氧发酵罐的沼气排气口连接沼气储气罐的沼气进口,所述沼气储气罐的沼气出口通过第一阀门连接沼气热电联产系统的沼气进口,所述沼气储气罐的沼气出口通过第二阀门连接沼气提纯设备的沼气进口,沼气提纯

设备的生物甲烷出口连接CH₄储气瓶,所述沼气提纯设备上设有CO₂排气口和碳酸氢铵溶液排出口,所述厌氧发酵罐的粗滤沼液输出口通过第一沼液输送泵连接固液分离器的混合液进口,所述固液分离器的沼液排出口连接沼液储存设备的沼液进口,固液分离器还设有沼渣排出口,所述沼液储存设备的沼液排出口通过第二沼液输送泵连接可再生氨水回收设备的沼液进口,所述可再生氨水回收设备的可再生氨水排出口连接沼气提纯设备的可再生氨水进口,可再生氨水回收设备的底部设有脱氨沼液排出口,所述沼气热电联产系统的第一电能输出端连接沼气提纯设备的电源输入端,沼气热电联产系统的第二电能输出端连接可再生氨水回收设备的电源输入端。

[0007] 本发明中,有机废弃物(如畜禽粪污、餐厨垃圾等)首先在厌氧发酵产沼气系统中生产初级可再生能源(沼气),并对沼气进行脱硫后进行储存。随后,部分沼气在热电联产系统中进行热电联产,其生产的电能和热能主要用于可再生氨水的回收及沼气提纯。在可再生氨水回收设备中,厌氧发酵后产生的副产物沼液与沼渣首先经过固液分离后,对液相进行氨氮分离,并对以氨气形式分离的氨氮进行冷凝回收,获得高浓度的可再生氨水。回收的可再生氨水将在沼气提纯设备中用作CO₂吸收剂进行沼气提纯,沼气提纯过程中的电能需求主要来源于热电联产系统中生产的电能,热能需求来源于燃烧部分生物甲烷后产生的热。由于热电联产系统中沼气消耗量主要由可再生氨回收系统中的热需求来确定,因而在满足热能供应的前提下,热电联产系统所产生的电能量将超过可再生氨回收系统和沼气提纯设备所需要的电能需求,差额部分可用于沼气工程自用或上网。通过沼气提纯设备,可生产出较高浓度碳酸氢铵溶液作为肥料,产生的CO₂气体则可供温室大棚充当气肥,生物天然气则可并入天然气管网。本发明完全依靠低品位能源,达到低成本提纯沼气和肥料生产的目的。

[0008] 厌氧发酵后沼液中的氨氮可以回收作为CO₂分离的吸收剂,且目前工业上的氨法脱碳技术也日趋成熟。利用从沼液回收的氨为吸收剂,以沼气为能源驱动氨基沼气提纯技术,则可在不消耗任何外部资源条件下实现沼气提纯。该过程更加有利于资源的合理利用,增加产品种类和质量,在现有经济条件下增加沼气工程的盈利。

[0009] 一种上述系统的沼气提纯及肥料生产一体化方法,它包括如下步骤:

[0010] 步骤1:将家禽牲畜粪便通过进料口加入厌氧发酵罐中,并在厌氧密闭环境下搅拌发酵,得到沼气和粗滤沼液;

[0011] 步骤2:通过第一沼液输送泵抽取厌氧发酵罐里面的粗滤沼液,并由混合液进口进入固液分离器中依次进行粗滤和精滤,逐步脱除沼液中直径大于5 μ m的悬浮颗粒物,悬浮颗粒物通过沼渣排出口排出,精滤后的滤液进入沼液储存设备中,沼液储存设备中的沼液通过第二沼液输送泵经过沼液进口进入到可再生氨水回收设备中;

[0012] 步骤3:步骤1中所产生的沼气通过沼气进口进入沼气储气罐中,储气罐2中10~30%的沼气流经第一阀门进入沼气热电联产系统中,沼气在沼气热电联产系统中充分燃烧,然后关闭第一阀门,沼气储气罐中70~90%的沼气流经第二阀门通过沼气进气口进入沼气提纯设备中,沼气在沼气热电联产系统中燃烧进而对热水加热循环管道中的水进行加热,通过热水把热量传递给可再生氨水回收设备,沼气热电联产系统中产生的电能分别提供给沼气提纯设备、可再生氨水回收设备和电网;

[0013] 步骤4:步骤2中,沼液通过第二沼液输送泵经过沼液进口进入到可再生氨水回

收设备中,由沼气热电联产系统将热能和电能作用于可再生氨水回收设备,回收获得的可再生氨水通过可再生氨水排出口排出,并由可再生氨水进口进入沼气提纯设备中,可再生氨水回收设备中脱氨沼液由脱氨沼液排出口排出;在可再生氨水回收设备中,通过在加热和减压条件、或在加热和吹脱条件下实现对氨氮的分离,随后对分离出的氨氮和水蒸气在冷凝条件下实现回收,回收获得的液体即为可再生氨水;可再生氨水中氨氮浓度为20~100g-N/L;

[0014] 步骤5:步骤4中可再生氨水进入沼气提纯设备后,氨水在沼气提纯设备内进行喷淋,并于由经过第二阀门进入沼气提纯设备的沼气逆向接触反应,从而脱除沼气中全部的硫化氢和90%以上的CO₂,形成的氨水富液将进入沼气提纯设备的再生塔脱碳变成贫液循环使用,循环1~5次后从沼气提纯设备中吸收塔的碳酸氢铵溶液排出口排出碳酸氢铵溶液,同时从可再生氨水进口添加新鲜的氨水进入沼气提纯设备,CO₂气体由沼气提纯设备的CO₂排气口排入冷凝装置中,沼气提纯设备中经过脱硫脱碳的净化气经过除雾后从生物甲烷出口排出到CH₄储气瓶中,达到应用可再生氨水沼气提纯及肥料生产一体化的目的。

[0015] 本发明可在不消耗任何外部资源条件下实现沼气提纯,实现沼气利用过程的负二氧化碳排放。应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化的系统包括四个主要部分,如厌氧发酵产沼气系统、可再生氨回收系统、沼气热电联产系统和沼气提纯设备。在该系统中,有机废弃物(如畜禽粪污、餐厨垃圾)首先在厌氧发酵产沼气系统中生产初级可再生能源(沼气),并对沼气进行脱硫后进行储存。随后,部分沼气在热电联产系统中进行热电联产,其生产的电能和热能主要用于可再生氨水的回收及沼气提纯。在可再生氨水回收设备中,厌氧发酵后产生的副产物沼液与沼渣首先经过固液分离后,对液相进行氨氮分离,并对以氨气形式分离的氨氮进行冷凝回收,获得高浓度的可再生氨水。回收的可再生氨水将在沼气提纯设备中用作CO₂吸收剂进行沼气提纯,沼气提纯过程中的电能需求主要来源于热电联产系统中生产的电能,热能需求来源于燃烧部分生物甲烷后产生的热。由于热电联产系统中沼气消耗量主要由可再生氨回收系统中的热需求来确定,因而在满足热能供应的前提下,热电联产系统所产生的电能量将超过可再生氨回收系统和沼气提纯设备所需要的电能需求,差额部分可用于沼气工程自用或上网。通过沼气提纯设备,可生产出较高浓度碳酸氢铵溶液作为肥料,产生的CO₂气体则可供温室大棚充当气肥,生物天然气则可并入天然气管网。相比于现有的沼气提纯技术及直接利用沼气进行热电联产利用,应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化的系统无需消耗外部资源,丰富了产品的多样性,即可实现沼气利用环节的碳负排放,也可增加沼气工程的利润。同时,由于沼液氨氮被回收用作可再生氨水,降低了沼液施用过程可能对环境造成的危害。

[0016] 本发明所构思的以上技术方案和现有技术相比,可能带来以下

[0017] 有益效果:

[0018] 1、利用热电联产系统产生的热和电为驱动力实现沼液氨氮回收并获得可再生氨水,在降低氨氮对环境造成威胁的同时,也大幅降低沼气提纯过程中化学吸收剂的成本。

[0019] 2、该系统使用氨法脱碳技术,使用源于沼气的能量和源于沼液的可再生氨水为吸收剂,可大幅降低对外来资源的消耗,降低沼气提纯的成本并产生更多的产品。

[0020] 3、通过在植物生长过程中使用源于沼气的CO₂,可实现沼气利用过程中的碳负排放。热电联产过程所产电能大部分可输送至电网,少部分用于系统内部功能。

附图说明

[0021] 图1为本发明的结构示意图;

[0022] 1—厌氧发酵罐、1.1—进料口、1.2—沼气排气口、1.3—粗滤沼液输出口、2—沼气储气罐、2.1—沼气入口、2.2—沼气出口、3—第一阀门、4—沼气热电联产系统、4.1—沼气进口、4.2—第三电能输出端、4.3—第二电能输出端、4.4—第一电能输出端、5—第二阀门、6—沼气提纯设备、6.1—沼气进气口、6.2—生物甲烷出口、6.3—CO₂排气口、6.4—可再生氨水进口、6.5—碳酸氢铵溶液排出口、6.6—吸收塔、6.7—再生塔、6.8—二氧化碳贫液输入口、6.9—二氧化碳贫液输出口、6.10—二氧化碳富液输出口、6.11—二氧化碳富液输入口、7—CH₄储气瓶、8—电网、9—第一沼液输送泵、10—固液分离器、10.1—混合液进口、10.2—沼液排出口、10.3—沼渣排出口、11—沼液储存设备、11.1—沼液进口、11.2—沼液排出口、12—第二沼液输送泵、13—可再生氨水回收设备、13.1—沼液进口、13.2—脱氨沼液排出口、13.3—热水加热循环管道、13.4—可再生氨水排出口。

具体实施方式

[0023] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明:

[0024] 本发明涉及的一种应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化系统,它包括厌氧发酵罐1、沼气储气罐2、第一阀门3、沼气热电联产系统4、第二阀门5、沼气提纯设备6、CH₄储气瓶7、第一沼液输送泵9、固液分离器10、沼液储存设备11、第二沼液输送泵12和可再生氨水回收设备13,所述厌氧发酵罐1具有进料口1.1,厌氧发酵罐1的沼气排气口1.2连接沼气储气罐2的沼气入口2.1,所述沼气储气罐2的沼气出口2.2通过第一阀门3连接沼气热电联产系统4的沼气进口4.1,所述沼气储气罐2的沼气出口2.2通过第二阀门5连接沼气提纯设备6的沼气进气口6.1(通过控制第一阀门3和第二阀门5的开关时间来控制进入热电联产系统跟沼气提纯设备中沼气进量),沼气提纯设备6的生物甲烷出口6.2连接CH₄储气瓶7,所述沼气提纯设备6上设有CO₂排气口6.3和碳酸氢铵溶液排出口6.5,所述厌氧发酵罐1的粗滤沼液输出口1.3通过第一沼液输送泵9连接固液分离器10的混合液进口10.1,所述固液分离器10的沼液排出口10.2连接沼液储存设备11的沼液进口11.1,固液分离器10还设有沼渣排出口10.3,所述沼液储存设备11的沼液排出口11.2通过第二沼液输送泵12连接可再生氨水回收设备13的沼液进口13.1,所述可再生氨水回收设备13的可再生氨水排出口13.4连接沼气提纯设备6的可再生氨水进口6.4,可再生氨水回收设备13的底部设有脱氨沼液排出口13.2,所述沼气热电联产系统4的第一电能输出端4.4连接沼气提纯设备6的电源输入端(为沼气提纯设备6中再生塔的塔底加热器提供电能),沼气热电联产系统4的第二电能输出端4.3连接可再生氨水回收设备13的电源输入端(为可再生氨水回收设备13的搅拌和加热单元提供能量)。

[0025] 上述技术方案中,所述沼气提纯设备6包括吸收塔6.6和再生塔6.7,所述沼气进气口6.1和碳酸氢铵溶液排出口6.5位于吸收塔6.6的底部,生物甲烷出口6.2和可再生氨水进口6.4位于吸收塔6.6的顶部,CO₂排气口6.3位于再生塔6.7的顶端,吸收塔6.6的二氧化碳贫液输入口6.8连接再生塔6.7的二氧化碳贫液输出口6.9,吸收塔6.6的二氧化碳富液输出口6.10连接再生塔6.7的二氧化碳富液输入口6.11。沼气提纯设备6的提纯原理为沼气经过除尘、脱硫等前处理后,增压进入吸收塔底部,自下而上通过吸收塔,在塔内与从塔顶自上

往下喷射的吸收液逆流接触。沼气中的CO₂与吸收剂发生化学反应形成弱链接化合物。脱除了CO₂的纯化沼气从吸收塔顶端排出,而吸收了CO₂的富CO₂吸收液(简称富液)经富液泵从塔底部被抽出。富液在贫富液换热器中被高温贫CO₂吸收液(简称贫液)适当加热后进入再生塔,再在再生塔底部高温加热解吸再生。解吸出CO₂的富液获得再生成为贫液,通过贫液泵从再生塔底被抽出经过贫富液换热器换热、贫液冷却器冷凝,达到吸收所需温度后被重新送回吸收塔参与新的脱碳循环,而CO₂从再生塔顶排出后直接排空或进行冷凝干燥后压缩,便于储存和运输。

[0026] 上述技术方案中,它还包括热水加热循环管道13.3,所述热水加热循环管道13.3的被加热段位于沼气热电联产系统4中,所述热水加热循环管道13.3的热能提供段位于可再生氨水回收设备13中,沼气在沼气热电联产系统4中燃烧进而加热热水加热循环管道13.3中的水,热水加热循环管道13.3中的水为可再生氨水回收设备13的氨水回收提供热能。

[0027] 上述技术方案中,所述沼气热电联产系统4的第三电能输出端4.2接入电网8。

[0028] 上述技术方案中,所述厌氧发酵罐1内设有用于物料混合及沉淀的搅拌器,让发酵物跟微生物充分接触。

[0029] 上述技术方案中,所述可再生氨水回收设备13的脱氨沼液排出口13.2和可再生氨水排出口13.4采用耐碱材料制成,从而避免氨水造成的腐蚀性损害。

[0030] 上述技术方案中,可再生氨水回收设备13可为真空膜蒸馏系统(Vacuum membrane distillation,VMD),也可为其他可再生氨水回收设备。

[0031] 一种上述系统的沼气提纯及肥料生产一体化方法,它包括如下步骤:

[0032] 步骤1:将家禽牲畜粪便(100%化学能)通过进料口1.1加入厌氧发酵罐1中,并在厌氧密闭环境下搅拌,得到沼气(60%的化学能)和粗滤沼液;

[0033] 步骤2:通过第一沼液输送泵9抽取厌氧发酵罐1里面的粗滤沼液,并由混合液进口10.1进入固液分离器10中依次进行粗滤和精滤,逐步脱除沼液中直径大于5 μ m的悬浮颗粒物,悬浮颗粒物通过沼渣排出口10.3排出,精滤后的滤液进入沼液储存设备11中,沼液储存设备11中的沼液通过第二沼液输送泵12经过沼液进入口13.1进入到可再生氨水回收设备13中;

[0034] 步骤3:步骤1中所产生的沼气通过沼气进入口2.1进入沼气储气罐2中,储气罐2中10~30%的沼气流经第一阀门3进入沼气热电联产系统4中,沼气在沼气热电联产系统中充分燃烧,然后关闭第一阀门3,沼气储气罐2中70~90%的沼气流经第二阀门5通过沼气进气口6.1进入沼气提纯设备6中,沼气在沼气热电联产系统4中燃烧进而对热水加热循环管道13.3中的水进行加热,通过热水把热量传递给可再生氨水回收设备13,沼气热电联产系统4中产生的电能分别提供给沼气提纯设备6、可再生氨水回收设备13和电网8(10%左右的电能通过电线用于沼气提纯设备和可再生氨水回收设备中,热电联产系统所产生的电能90%左右用于上网);

[0035] 步骤4:步骤2中,沼液通过第二沼液输送泵12经过沼液进入口13.1进入到可再生氨水回收设备13中,由沼气热电联产系统4将热能(热水加热循环管道13.3中的热水)和电能作用于可再生氨水回收设备13,回收获得的可再生氨水通过可再生氨水排出口13.4排出,并由可再生氨水进口6.4进入沼气提纯设备6中,可再生氨水回收设备13中脱氨沼液由

脱氨沼液排出口13.2排出(并收集起来,进行农田肥料灌溉);

[0036] 步骤5:步骤4中可再生氨水进入沼气提纯设备6后,氨水在沼气提纯设备6内进行喷淋,并于由经过第二阀门5进入沼气提纯设备6的沼气逆向接触反应,从而脱除沼气中全部的硫化氢 H_2S 和90%以上的 CO_2 ,形成的氨水富液将进入沼气提纯设备6的再生塔6.7脱碳变成贫液循环使用,根据氨水吸收剂浓度的变化,循环1~5次后从沼气提纯设备6中吸收塔6.6的碳酸氢铵溶液排出口6.5排出碳酸氢铵溶液,同时从可再生氨水进口6.4添加新鲜的可再生氨水进入沼气提纯设备6, CO_2 气体由沼气提纯设备6的 CO_2 排气口6.3排入冷凝装置中,沼气提纯设备6中经过脱硫脱碳的净化气经过除雾后从生物甲烷出口6.2排出到 CH_4 储气瓶7中,达到应用可再生氨水沼气提纯及肥料生产一体化的目的。

[0037] 所述步骤5中,经冷凝后的气体作为温室大棚的 CO_2 气肥进行利用。

[0038] 本发明所公开的应用可再生氨水的沼气提纯及肥料生产一体化的系统与amp;方法,首先将动物粪便等有机废弃物在厌氧发酵罐1中发酵以产生沼气和厌氧消化剩余物。部分沼气在沼气热电联产系统4中燃烧,以产生沼气提纯设备6和可再生氨水回收设备13所需的能量,大部分沼气在沼气提纯设备6中提纯获得生物天然气。沼液经过沼液输送泵输送到可再生氨水回收设备13中回收可再生氨水,通过使用可再生氨水来捕获 CO_2 来生成生物甲烷和 NH_4HCO_3 。使用可再生氨进行 CO_2 捕获不仅可以减少化学吸收剂的组成和沼气提纯过程中的能耗,还可以减少沼液直接施用到土壤中以减少温室气体(NH_3 和 N_2O)的排放。此外,由于本系统不需要消耗额外资源且产出了多种产品(生物天然气、电能、碳酸氢铵肥料),可以获得更多的系统收益。另外,本系统还能为有机废弃物资源回收及碳减排提供参考。

[0039] 本说明书未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

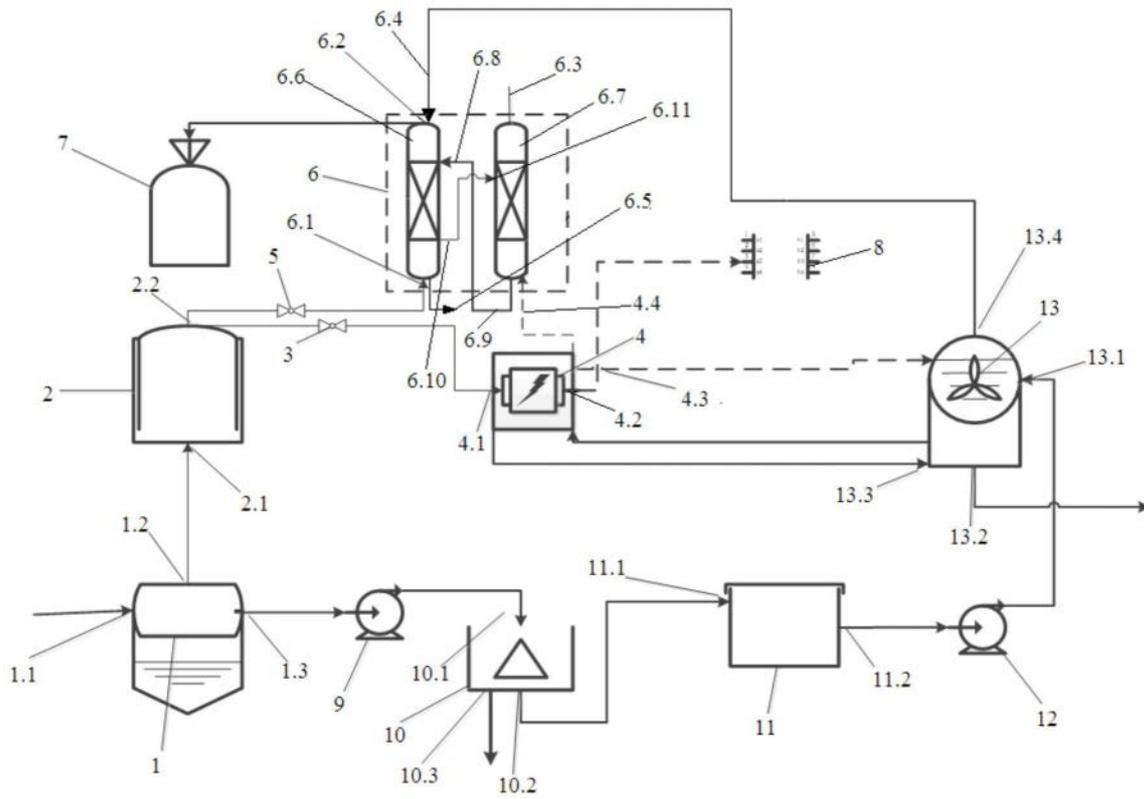


图1