



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102329672 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 25

(21) 申请号 201110262234. X

(22) 申请日 2011. 09. 06

(71) 申请人 北京昊业怡生科技有限公司

地址 100089 北京市海淀区四季青镇瀚河园  
11 楼 01 门

(72) 发明人 于景成 田丹 靳国良 丁雪梅  
田艺伟 张有 辛凯 桑力维

(51) Int. Cl.

C10L 3/10(2006. 01)

C01B 31/20(2006. 01)

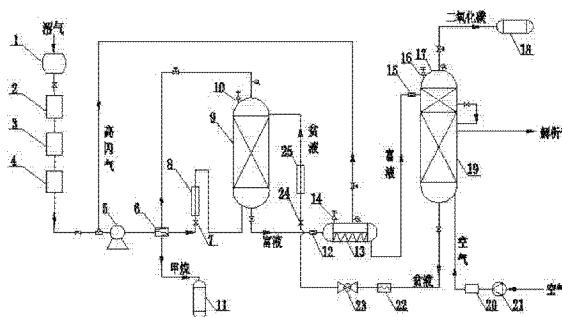
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

沼气中甲烷和二氧化碳的分离生产方法

(57) 摘要

本发明涉及环境保护及可再生能源回收利用领域。从沼气中分离生产甲烷和二氧化碳的方法，通过预处理、甲烷分离、富液闪蒸、回收二氧化碳和吸附剂再生五个步骤实现。分离出的甲烷体积比达 96% 以上，二氧化碳体积比达 98% 以上。本发明的特点是工艺简单，能耗低、无毒性、纯度高，过程安全。此发明既实现了低碳经济循环，又防止了环境污染。



1. 从沼气中分离生产甲烷和二氧化碳的方法,通过以下步骤实现:

(1) 预处理:垃圾填埋、有机废物厌氧消化等过程中产生的沼气通过脱硫塔中的铁氧化物脱硫、除尘装置中的海绵除尘和脱水装置中的硅胶和分子筛脱水后,使甲烷和二氧化碳的体积之和占沼气总体积的 97% 以上,经由压缩机的压缩,被送进吸收塔中进行甲烷的分离;

(2) 甲烷的分离:沼气从吸收塔底部进到塔内后,与从塔顶往下喷淋的吸附剂逆流接触,沼气中的二氧化碳及少量的甲烷、氮气和硫化氢等气体被吸附剂吸附,而沼气中的甲烷仍以气体留存,实现了甲烷的分离;分离后的甲烷由吸收塔顶部排出,经换热器换热后装入储气瓶外运利用;

(3) 富液闪蒸:吸附了二氧化碳及少量的甲烷、氮气等气体的吸附剂称为富液,富液送入高闪槽进行闪蒸,以除去吸附剂中吸附的少量的甲烷、氮气等气体;由于富液进入高闪槽后压力骤然下降,溶解度相对较低的甲烷、氮气等气体即从富液中闪蒸出来,闪蒸出来的气体统称为高闪气,高闪气由高闪槽顶部排出;为了降低处理过程中甲烷的损失量,将高闪气回流至压缩机前端的沼气管路中,增压后再次进入吸收塔中回收甲烷;高闪后的富液经过低闪减压阀减压后进入到低闪槽中,进行二氧化碳的回收;

(4) 二氧化碳的回收:二氧化碳的回收是在低闪槽中进行的,高闪后的富液进入到低闪槽后,压力骤然下降,二氧化碳气体就从富液中闪蒸出来,由低闪槽顶部排出,通过稳压阀装入二氧化碳储气瓶中储存外运,其二氧化碳体积占气体体积的 98% 以上;经低闪槽闪蒸出二氧化碳后的吸附剂溶液进入到再生塔中以除去残余的微量气体;

(5) 吸附剂再生:吸附剂溶剂从再生塔顶部自上向下喷淋,鼓风机从再生塔底部鼓入空气,在鼓风机鼓入的气流作用下,吸附剂溶剂中所包含的残余气体的分压降低,便从溶剂中解析出来,和过剩的空气一起从再生塔顶部排出,使得吸附剂溶液中的残余气体含量降到 0.05% (体积比) 以下,吸附剂得到了再生。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤(1)中,沼气经过和塔中铁氧化物接触反应后,沼气中的硫化氢含量降低至  $20\text{mg}/\text{m}^3$  以下,沼气通过硅胶和分子筛脱水后,沼气中的含水量降低到  $20\text{mg}/\text{m}^3$  以下。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤(2)中吸收塔内的压力控制在 2—5MPa,温度控制为 1—10℃。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于:所述步骤(2)中吸收塔内的压力控制在 2.5MPa,温度控制在 4℃。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤(2)中吸附剂为聚乙二醇二甲醚、碳酸丙烯酯、甲醇、N-甲基吡咯烷酮或多乙二醇甲基丙烯酸酯等溶液。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤(2)中,沼气与吸附剂溶液逆流接触时间是 100—800 秒钟,沼气中留存的甲烷体积占总气体体积的 96% 以上。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤(3)中,高闪槽的压力为 0.8MPa。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤(4)中,低闪槽内的压力为 0.05MPa。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤(5)中,所述吸附剂得到了再生

的再生液称为贫液,通过再生塔底部流出,经冷凝至 1—4℃后,由高压泵输送到吸收塔中,继续用于沼气中甲烷的分离。

## 沼气中甲烷和二氧化碳的分离生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环境保护及可再生能源回收利用领域。特别涉及一种从垃圾填埋、有机废物厌氧消化(处理)等过程中产生的沼气中分离生产甲烷和二氧化碳的方法。

### 背景技术

[0002] 垃圾填埋、有机废物厌氧消化过程中可以产生大量的沼气。沼气的主要成分为甲烷和二氧化碳,还含有少量的氧气、氮气、硫化氢、水分等物质。产生沼气的原料不同,沼气中的甲烷和二氧化碳的含量有所不同。如城市生活垃圾填埋场产生的沼气中甲烷约占 50%~60%,二氧化碳约占 32%~40%;高浓度有机废水产生的沼气中甲烷含量较高,约占 60%~78%,二氧化碳约占 18%~35%。我国对沼气的后续应用工程技术停留在一种低效利用状态,大都被直接排放或被收集后,利用火炬形式燃烧排放。少量的收集起来供自己烧水做饭或进行发电自用,没有发挥更大的经济效益。沼气通过净化除去二氧化碳等惰性气体后,热值大幅度提高,可作为清洁能源,用作汽车燃料,热电联产等高端应用,发挥更大的经济价值。同时,二氧化碳是一种重要的化工原料,从能源利用的角度出发,能够将二氧化碳从沼气中分离出来,具有一举两得的效果。

[0003] 因此,如何将沼气中的甲烷和二氧化碳进行分离,使其成为可持续利用的二次能源,是值得关注和研究的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明针对上述背景技术,提供了一种从沼气中分离甲烷( $\text{CH}_4$ )和二氧化碳( $\text{CO}_2$ )的生产方法,提高了沼气和二氧化碳的利用效率,实现了可再生能源的持续利用。沼气经分离后,其甲烷含量提高,热值增加,可代替天然气用于城市燃气、车用燃料、燃料电池等多个领域;二氧化碳可用做化工原料。

[0005] 本发明利用吸附剂对气体有选择性吸附作用的特性和特点进行沼气中甲烷和二氧化碳的分离。吸附剂溶液极易吸附二氧化碳气体,而对甲烷的吸附力极弱。本发明的工艺步骤如下所述。

[0006] (1)预处理:垃圾填埋、有机废物厌氧消化等过程中产生的沼气通过脱硫塔中的铁氧化物脱硫、除尘装置中的海绵除尘和脱水装置中的硅胶和分子筛脱水后,使甲烷和二氧化碳的体积之和占沼气总体积的 97% 以上,经由压缩机的压缩,被送进吸收塔中进行甲烷的分离。

[0007] (2)甲烷的分离:沼气从吸收塔底部进到塔内后,与从塔顶往下喷淋的吸附剂逆流接触,沼气中的二氧化碳及少量的甲烷、氮气和硫化氢等气体被吸附剂吸附,而沼气中的甲烷仍以气体留存,实现了甲烷的分离。分离后的甲烷由吸收塔顶部排出,经换热器换热后装入储气瓶外运利用。

[0008] (3)富液闪蒸:吸附了二氧化碳及少量的甲烷、氮气等气体的吸附剂称为富液,富液送入高闪槽进行闪蒸,以除去吸附剂中吸附的少量的甲烷、氮气等气体。由于富液进入高

闪槽后压力骤然下降,溶解度相对较低的甲烷、氮气等气体即从富液中闪蒸出来,闪蒸出来的气体统称为高闪气,高闪气由高闪槽顶部排出。为了降低处理过程中甲烷的损失量,将高闪气回流至压缩机前端的沼气管路中,增压后再次进入吸收塔中回收甲烷。高闪后的富液经过低闪减压阀减压后进入到低闪槽中,进行二氧化碳的回收。

[0009] (4)二氧化碳的回收:二氧化碳的回收是在低闪槽中进行的,高闪后的富液进入到低闪槽后,压力骤然下降,二氧化碳气体就从富液中闪蒸出来,由低闪槽顶部排出,通过稳压阀装入二氧化碳储气瓶中储存外运,其二氧化碳体积占气体体积的 98% 以上。

[0010] 经低闪槽闪蒸出二氧化碳后的吸附剂溶液进入到再生塔中以除去残余的微量气体。

[0011] (5)吸附剂再生:吸附剂溶剂从再生塔顶部自上向下喷淋,鼓风机从再生塔底部鼓入空气。在鼓风机鼓入的气流作用下,吸附剂溶剂中所包含的残余气体的分压降低,便从溶剂中解析出来,和过剩的空气一起从再生塔顶部排出,使得吸附剂溶液中的残余气体含量降到 0.05% (体积比) 以下,吸附剂得到了再生。

[0012] 本发明的特点是工艺简单,能耗低、无毒性、沼气净化度高,溶剂稳定、安全。此生产方法既实现了低碳经济循环,又防止了环境污染。

## 附图说明

[0013] 附图为本发明的生产方法流程图

图中:1. 储气袋、2. 脱硫塔、3. 除尘装置、4. 脱水装置、5. 压缩机、6. 1# 换热器、7. 气体流量控制阀门、8. 气体流量计、9. 吸收塔、10. 泄压阀、11. 甲烷储气瓶、12. 高闪减压阀、13. 高闪槽、14. 高闪槽泄压阀、15. 低闪减压阀、16. 低闪槽泄压阀、17. 低闪槽、18. 二氧化碳储气瓶、19. 再生塔、20. 预处理装置、21. 风机、22. 冷却器、23. 高压泵、24. 液体流量控制阀门、25. 流量计。

## 具体实施方式

[0014] 参见附图,本发明的生产方法是按如下步骤进行的。

[0015] 1、预处理,为了从沼气中分离出高纯度的甲烷和二氧化碳,同时保护吸附剂不受污染。在分离之前需要对沼气进行预处理,除去沼气中的硫化氢、水蒸气和粉尘等低含量的杂质。使甲烷和二氧化碳的体积之和占沼气总体积的 97% 以上。本发明采用铁氧化物脱除硫化氢,采用海绵脱除粉尘,采用硅胶和分子筛脱除水分。

[0016] 预处理的方法是:将垃圾填埋、有机废物厌氧消化或高浓度有机废水厌氧处理等过程中产生的沼气通过管道送入储气袋 1 中;储气袋 1 中的沼气通过阀门流向脱硫塔 2,脱硫塔 2 中填装有铁氧化物,沼气从脱硫塔 2 下部的进口进入,上部的出口流出,经过和塔中铁氧化物接触反应后,沼气中的硫化氢含量可降低至  $20\text{mg}/\text{m}^3$  以下,通过管道进入除尘装置 3 中,通过除尘装置 3 中的海绵吸附掉沼气中细微的颗粒尘埃;除尘后的沼气进入脱水装置 4 中,脱水装置 4 中装有硅胶和分子筛,沼气通过硅胶和分子筛脱水后,含水量降低到  $20\text{mg}/\text{m}^3$  以下。然后进入压缩机 5,经由压缩机 5 的压缩,被送进吸收塔 9 中进行甲烷的分离。

[0017] 2、甲烷的分离,甲烷的分离是在吸收塔 9 中进行的,吸收塔 9 的压力可以控制为 2—5MPa,温度控制为 1—10℃。本实施例中,吸收塔 9 内的压力控制在 2.5MPa、温度控制在

4℃。吸附剂为聚乙二醇二甲醚(NHD)、碳酸丙烯酯、甲醇、N-甲基吡咯烷酮或多乙二醇甲基丙烯酸酯等溶液。沼气经由压缩机 5 增压后,在换热器 6 中与分离后的甲烷进行换热,以便降低温度,节约能源。沼气经换热后,通过气体流量控制阀门 7 和气体流量计 8 后,从吸收塔 9 的塔底进入吸收塔 9 中,连续供气,与从高压泵 23 送来的通过液体流量控制阀门 24 和流量计 25 调控的且从塔顶往下喷淋的吸附剂溶液逆流接触,接触时间是 100—800 秒钟。通过 100—800 秒钟接触,沼气中的二氧化碳及少量的甲烷、氮气和硫化氢等气体被吸附剂吸附,而沼气中的甲烷仍以气体留存,留存的甲烷体积占总气体体积的 96% 以上,实现了甲烷的分离。分离后的甲烷由吸收塔 9 顶部排出,经储气瓶 11 收集后外运利用。

[0018] 吸附了二氧化碳及少量的甲烷、氮气等气体气体的吸附剂溶液称为富液,富液经过高闪减压阀 12 减压后进入到高闪槽 13 进行富液闪蒸,以除去吸附剂溶液中吸附的少量的甲烷、氮气等气体。

[0019] 吸收塔 9 上设计有泄压阀 10,当吸收塔 9 内的压力高于设计压力(本实施例为 4.5MPa)时,泄压阀 10 开启,确保安全。

[0020] 3、富液闪蒸:高闪槽 13 的压力设定为 0.8MPa。由于富液进入高闪槽 13 后压力骤然下降至 0.8MPa,溶解度相对较低的甲烷、氮气等气体即从富液中闪蒸出来,称为高闪气,高闪气由高闪槽 13 顶部排出。为了降低处理过程中甲烷的损失量,可将高闪气回流至压缩机 5 前端的沼气管路中,增压后再次进入吸收塔 9 回收甲烷。高闪后的富液经过低闪减压阀 15 减压后进入到低闪槽 17,进行二氧化碳的回收。

[0021] 高闪槽 13 设计有高闪槽泄压阀 14,当高闪槽 13 内的压力高于设备的设计压力(本实施例为 1.5MPa)时,高闪槽泄压阀 14 开启,确保生产安全。

[0022] 4、回收二氧化碳,二氧化碳的回收是在低闪槽 17 中进行的,低闪槽 17 内的压力为 0.05MPa,高闪后的富液经减压阀减压进入到低闪槽 17 后,由于压力骤然下降,二氧化碳气体就从富液中闪蒸出来,由低闪槽 17 顶部排出,通过稳压阀装入二氧化碳储气瓶 18 中储存外运,其二氧化碳体积占气体体积的 98% 以上。经低闪槽 17 闪蒸出二氧化碳后的吸附剂溶液进入到再生塔 19 中除去残余的微量气体。再生塔 19 压力为常压。

[0023] 低闪槽 17 上装有无闪槽泄压阀 16 的作用,当低闪槽 17 内的压力高于设备的设计压力(本实施例为 0.15MPa)时,低闪槽泄压阀 16 开启。

[0024] 5、吸附剂再生:吸附剂溶液从再生塔 19 顶部自上向下喷淋,鼓风机 21 将经过预处理装置 20 后的脱除空气中水分和粉尘后的洁净的、干燥的空气从再生塔 19 底部鼓入。在空气的作用下,残余的微量气体从吸附剂溶液中解析出来,解析气从再生塔 19 顶部排出,使得吸附剂溶液中的残余的各种微量气体的总含量降到 0.05% (体积比) 以下,吸附剂溶液得到了再生。再生液称为贫液,通过再生塔底部的阀门流出,进入到冷却器 22 中,经冷凝至 1—4℃ 后,由高压泵 23 通过液体流量控制阀门 24 和流量计 25 输送到吸收塔 9 中,继续用于沼气中甲烷的分离。

[0025] 以上实施例只是对本发明的解释,不是对发明的限定,在不违背本发明的精神的情况下,本发明可以作任何形式的修改。

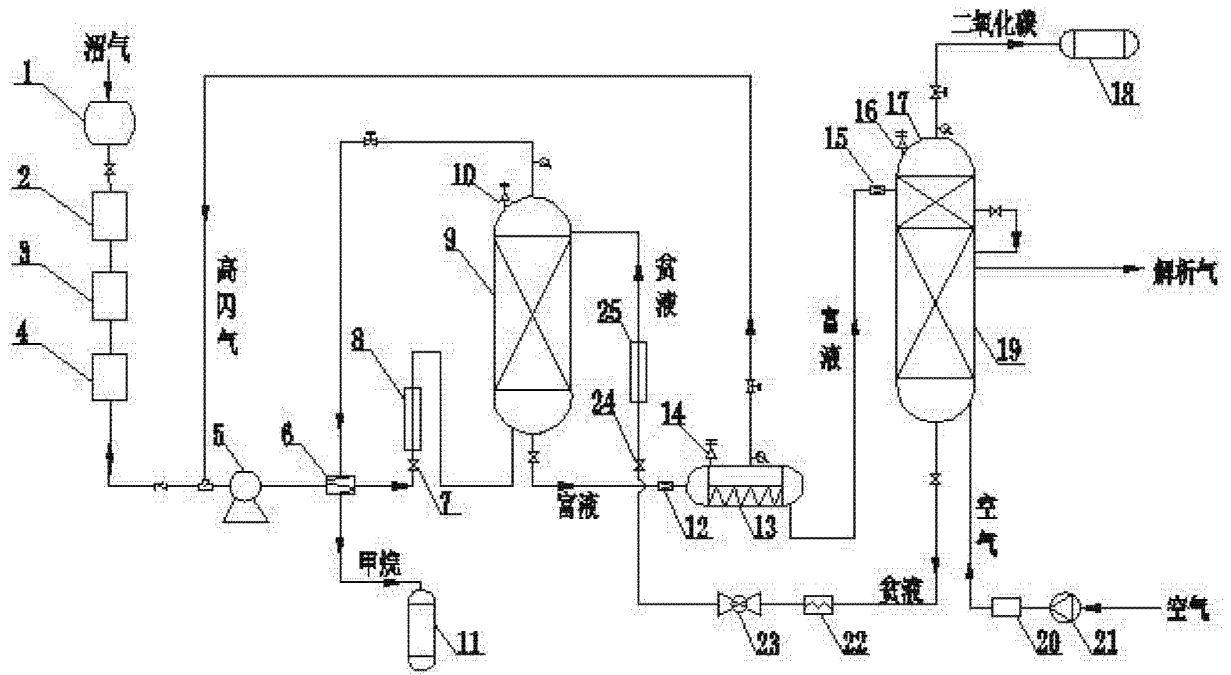


图 1