



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104003832 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 27

(21) 申请号 201410219952. 2

(22) 申请日 2014. 05. 22

(71) 申请人 上海精腾新能源科技有限公司

地址 201801 上海市嘉定区马陆镇宝安公路
2968 号 5 幢 5015 室

(72) 发明人 周磊 石锦绣

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219

代理人 梁海莲

(51) Int. Cl.

C07C 9/04 (2006. 01)

C07C 7/00 (2006. 01)

C07C 7/144 (2006. 01)

C01B 31/20 (2006. 01)

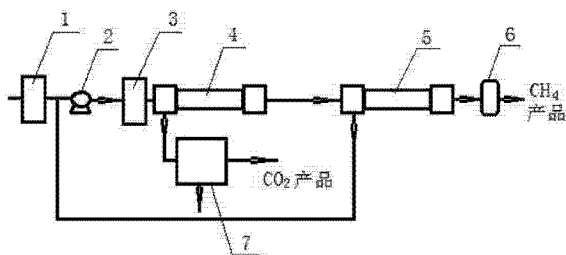
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种从沼气同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统及工艺

(57) 摘要

本发明涉及一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺及装置系统：沼气原料经压缩机 I 压缩增压后，进入预处理装置 I 进行预处理；然后进入第一级中空纤维膜分离出 CH₄粗品和 CO₂粗品；CH₄粗品再经第二级中空纤维膜进行深度提纯，分离得到满足车用燃气标准 GB18047-2000 的 CH₄产品；CO₂粗品再经 CO₂回收装置进行提纯，分离得到满足工业二氧化碳标准 GB/T6052-2011 的 CO₂产品；该工艺及装置系统具有工艺简单、设备结构紧凑、设备体积小，自动化程度高、操作方便，安全可靠，应用范围广的特点，通过尾气回流设计，可以实现“零排放”。



1. 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统,其特征在于,包括沼气脱硫脱水器(1)、压缩机 I (2)、预处理装置 I (3)、第一级中空纤维膜(4)、第二级中空纤维膜(5)和 CO₂回收装置(7);所述沼气脱硫脱水器(1)设有进口和出口;所述压缩机 I (2)设有进口和出口,所述预处理装置 I (3)设有进口和出口;所述第一级中空纤维膜(4)设有进口、非渗透气出口和渗透气出口;所述第二级中空纤维膜(5)设有进口、非渗透气出口和渗透气出口;所述 CO₂回收装置(7)设有进口、提纯气出口和尾气出口;其中,所述沼气脱硫脱水器(1)的进口与沼气源经管线连接,所述沼气脱硫脱水器(1)的出口与所述压缩机 I (2)的进口经管线连接;所述压缩机 I (2)的出口与所述预处理装置 I (3)的进口经管线连接;所述预处理装置 I (3)的出口与所述第一级中空纤维膜(4)的进口经管线连接;所述第一级中空纤维膜(4)的非渗透气出口与所述第二级中空纤维膜(5)的进口经管线连接,所述第一级中空纤维膜(4)的渗透气出口与所述 CO₂回收装置(7)的进口经管线连接;所述 CO₂回收装置(7)的尾气出口与所述压缩机 I (2)的进口经管线连接,所述 CO₂回收装置(7)的提纯气出口为 CO₂产品出口;所述第二级中空纤维膜(5)的渗透气出口与所述压缩机 I (2)进口经管线连接,所述第二级中空纤维膜(5)的非渗透气出口为 CH₄产品出口。

2. 如权利要求 1 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统,其特征在于,所述装置系统还包括压缩机 II (8)、预处理装置 II (9)和第三级中空纤维膜(10);所述压缩机 II (8)设有进口和出口;所述预处理装置 II (9)设有进口和出口;所述第三级中空纤维膜(10)设有进口、渗透气出口和非渗透气出口;所述第一级中空纤维膜(4)的渗透气出口与所述压缩机 II (8)的进口经管线连接;所述压缩机 II (8)的出口与所述预处理装置 II (9)的进口经管线连接;所述预处理装置 II (9)的出口与所述第三级中空纤维膜(10)的进口经管线连接;所述第三级中空纤维膜(10)的渗透气出口与所述 CO₂回收装置(7)的进口经管线连接;所述第三级中空纤维膜(10)的非渗透气出口与所述第一级中空纤维膜(4)的进口经管线连接。

3. 如权利要求 2 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统,其特征在于,所述预处理装置 I (3)包括冷干机 I (11)、过滤器组 I (12)和加热器 I (13);所述冷干机 I (11)设有进口和出口;所述过滤器组 I (12)设有进口和出口;所述加热器 I (13)设有进口和出口;所述压缩机 I (2)的出口与所述冷干机 I (11)的进口经管线连接;所述冷干机 I (11)的出口与所述过滤器组 I (12)的进口经管线连接;所述过滤器组 I (12)的出口与所述加热器 I (13)的进口经管线连接;所述加热器 I (13)的出口与所述第一级中空纤维膜(4)的进口经管线连接;

所述预处理装置 II (9)包括冷干机 II、过滤器组 II 和加热器 II;所述冷干机 II 设有进口和出口;所述过滤器组 II 设有进口和出口;所述加热器 II 设有进口和出口;所述压缩机 II (8)的出口与所述冷干机 II 的进口经管线连接;所述冷干机 II 的出口与所述过滤器组 II 的进口经管线连接;所述过滤器组 II 的出口与所述加热器 II 的进口经管线连接;所述加热器 I (13)的出口与所述第三级中空纤维膜(10)的进口经管线连接。

4. 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,包括以下步骤;

(1) 来自沼气源的原料沼气经沼气脱硫脱水器(1)的处理后,经压缩机 I (2)压缩增压,然后进入预处理装置进行预处理;

(2) 经预处理后的沼气然后进入第一级中空纤维膜(4)分离出 CH₄粗品和 CO₂粗品;

(3) 经第一级中空纤维膜(4)分离出的 CH_4 粗品再经第二级中空纤维膜(5)进行深度提纯,分离出的渗透气循环至压缩机 I (2)继续处理,分离出的非渗透气为满足车用燃气标准 GB18047-2000 的 CH_4 产品;

(4) 经第一级中空纤维膜(4)分离出的 CO_2 粗品再经 CO_2 回收装置(7)进行提纯,分离出的尾气与循环至压缩机 I (2)继续处理,分离出的提纯气为满足工业二氧化碳标准 GB/T6052-2011 的 CO_2 产品。

5. 如权利要求 4 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 来自沼气源的原料沼气经沼气脱硫脱水器(1)的处理后,经压缩机 I (2)压缩增压,然后进入预处理装置 I (3)进行预处理;

(2) 经预处理后的沼气然后进入第一级中空纤维膜(4)分离出 CH_4 粗品和 CO_2 粗品;

(3) 第一级中空纤维膜(4)分离出 CH_4 粗品进入第二级中空纤维膜(5)深度提纯,第二级中空纤维膜(5)的非渗透气出口得到满足车用燃气标准(GB18047-2000)的 CH_4 ,第二级中空纤维膜(5)的渗透气循环至压缩机 I (2)继续处理;

(4) 第一级中空纤维膜(4)分离出 CO_2 粗品经压缩机 II(8)增压,再经预处理装置 II(9)处理后,进入第三级中空纤维膜(10);

(5) 第三级中空纤维膜(10)的非渗透气循环至第一级中空纤维膜(4)继续处理;第三级中空纤维膜(10)的渗透气进入 CO_2 回收装置(7), CO_2 回收装置(7)分离出的尾气循环至压缩机 I (2)继续处理,分离出的提纯气为满足工业二氧化碳标准 GB/T6052-2011 的 CO_2 产品。

6. 如权利要求 4 或 5 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,其特征在于,所述压缩机 I (2)的出口压力为 0.3-1.6MPa;所述压缩机 II(8)的出口压力为 0.3-1.6MPa。

7. 如权利要求 4 或 5 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,其特征在于,所述预处理装置 I (3)包括依次串联连接的冷干机 I (11)、过滤器组 I (12)和加热器 I (13);所述预处理装置 II(9)包括依次串联连接的冷干机 II、过滤器组 II 和加热器 II。

8. 如权利要求 7 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,其特征在于,所述过滤器组 I (12)包括 4 级串联连接的过滤器,沼气原料经过 4 级过滤,达到以下精度:粉尘 $0.01 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$,残油 $0.01\text{mg}/\text{Nm}^3$,氨或胺小于 100ppm, H_2S 小于 15ppm;加热器 I (13)出口气体温度为 $25 \sim 50^\circ\text{C}$ 。

9. 如权利要求 7 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,其特征在于,所述过滤器组 II 包括 4 级串联连接的过滤器,所述第一级中空纤维膜(4)分离出 CO_2 粗品经过 4 级过滤,达到以下精度:粉尘 $0.01 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$,残油 $0.01\text{mg}/\text{Nm}^3$,氨或胺小于 100ppm, H_2S 小于 15ppm;所述加热器 II 的出口气体温度为 $25 \sim 50^\circ\text{C}$ 。

10. 如权利要求 4 或 5 所述的一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,其特征在于,所述第一级中空纤维膜(4)、第二级中空纤维膜(5)和第三级中空纤维膜(10)分别包括多个并联连接的中空纤维膜组件(14)。

一种从沼气同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统及工艺,具体涉及一种从沼气中提纯 CH_4 的同时回收高纯度 CO_2 的装置和工艺。

背景技术

[0002] 目前的沼气提纯工艺段中,尾气中 CO_2 的纯度都有 90% 以上,且尾气一般是直接排放到大气,排放气中大量的 CO_2 和少量的 CH_4 ,这部分气体的排放会影响环境、加剧温室效应。

[0003] 甲烷气体是影响温室效应的重要因素之一, CH_4 气体比 CO_2 的实际影响要高 20 倍以上,必须逐步控制减少。甲烷气体只有进行分离和提纯才能有效地加以利用。且二氧化碳提纯后也可以生产干冰等化工原料。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现在的膜法沼气提纯工艺,对沼气中 CH_4 提纯的同时对系统的排放气中 CO_2 进行回收利用,可以实现沼气提纯系统的“零排放”。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统,包括沼气脱硫脱水器、压缩机 I、预处理装置 I、第一级中空纤维膜、第二级中空纤维膜和 CO_2 回收装置;所述沼气脱硫脱水器设有进口和出口;所述压缩机 I 设有进口和出口,所述预处理装置 I 设有进口和出口;所述第一级中空纤维膜设有进口、非渗透气出口和渗透气出口;所述第二级中空纤维膜设有进口、非渗透气出口和渗透气出口;所述 CO_2 回收装置设有进口、提纯气出口和尾气出口;其中,所述沼气脱硫脱水器的进口与沼气源经管线连接,所述沼气脱硫脱水器的出口与所述压缩机 I 的进口经管线连接;所述压缩机 I 的出口与所述预处理装置 I 的进口经管线连接;所述预处理装置 I 的出口与所述第一级中空纤维膜的进口经管线连接;所述第一级中空纤维膜的非渗透气出口与所述第二级中空纤维膜的进口经管线连接,所述第一级中空纤维膜的渗透气出口与所述 CO_2 回收装置的进口经管线连接;所述 CO_2 回收装置的尾气出口与所述压缩机 I 的进口经管线连接,所述 CO_2 回收装置的提纯气出口为 CO_2 产品出口;所述第二级中空纤维膜的渗透气出口与所述压缩机 I 进口经管线连接,所述第二级中空纤维膜的非渗透气出口为 CH_4 产品出口。

[0007] 优选的,所述预处理装置 I 包括冷干机 I、过滤器组 I 和加热器 I;所述冷干机 I 设有进口和出口;所述过滤器组 I 设有进口和出口;所述加热器 I 设有进口和出口;所述压缩机 I 的出口与所述冷干机 I 的进口经管线连接;所述冷干机 I 的出口与所述过滤器组 I 的进口经管线连接;所述过滤器组 I 的出口与所述加热器 I 的进口经管线连接;所述加热器 I 的出口与所述第一级中空纤维膜的进口经管线连接。

[0008] 优选的,所述装置系统还包括压缩机 II、预处理装置 II 和第三级中空纤维膜;所述压缩机 II 设有进口和出口;所述预处理装置 II 设有进口和出口;所述第三级中空纤维

膜设有进口、渗透气出口和非渗透气出口；所述第一级中空纤维膜的渗透气出口与所述压缩机 II 的进口经管线连接；所述压缩机 II 的出口与所述预处理装置 II 的进口经管线连接；所述预处理装置 II 的出口与所述第三级中空纤维膜的进口经管线连接；所述第三级中空纤维膜的渗透气出口与所述 CO₂ 回收装置的进口经管线连接；所述第三级中空纤维膜的非渗透气出口与所述第一级中空纤维膜的进口经管线连接。

[0009] 优选的，所述预处理装置 II 包括冷干机 II、过滤器组 II 和加热器 II；所述冷干机 II 设有进口和出口；所述过滤器组 II 设有进口和出口；所述加热器 II 设有进口和出口；所述压缩机 II 的出口与所述冷干机 II 的进口经管线连接；所述冷干机 II 的出口与所述过滤器组 II 的进口经管线连接；所述过滤器组 II 的出口与所述加热器 II 的进口经管线连接；所述加热器 I 的出口与所述第三级中空纤维膜的进口经管线连接。

[0010] 优选的，所述过滤器组 I 包括依次串联连接的 4 级过滤器。

[0011] 优选的，所述过滤器组 II 包括依次串联连接的 4 级过滤器。

[0012] 优选的，所述第一级中空纤维膜、第二级中空纤维膜和第三级中空纤维膜分别包括多个并联连接的中空纤维膜组件。

[0013] 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺，包括以下步骤：

[0014] (1) 来自沼气源的原料沼气经沼气脱硫脱水器的处理后，经压缩机 I 压缩增压，然后进入预处理装置 I 进行预处理；

[0015] (2) 经预处理后的沼气然后进入第一级中空纤维膜分离出 CH₄ 粗品和 CO₂ 粗品；

[0016] (3) 经第一级中空纤维膜分离出的 CH₄ 粗品再经第二级中空纤维膜进行深度提纯，分离出的渗透气循环至压缩机 I 继续处理，分离出的非渗透气为满足车用燃气标准 GB18047-2000 的 CH₄ 产品；

[0017] (4) 经第一级中空纤维膜分离出的 CO₂ 粗品再经 CO₂ 回收装置进行提纯，分离出的尾气与循环至压缩机 I 继续处理，分离出的提纯气为满足工业二氧化碳标准 GB/T6052-2011 的 CO₂ 产品；

[0018] 其中，

[0019] 优选的，所述一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺，包括以下步骤：

[0020] (1) 来自沼气源的原料沼气经沼气脱硫脱水器的处理后，经压缩机 I 压缩增压，然后进入预处理装置 I 进行预处理；

[0021] (2) 经预处理后的沼气然后进入第一级中空纤维膜分离出 CH₄ 粗品和 CO₂ 粗品；

[0022] (3) 第一级中空纤维膜分离出 CH₄ 粗品进入第二级中空纤维膜深度提纯，第二级中空纤维膜的非渗透气出口得到满足车用燃气标准 (GB18047-2000) 的 CH₄，第二级中空纤维膜的渗透气循环至压缩机 I 继续处理；

[0023] (4) 第一级中空纤维膜分离出 CO₂ 粗品经压缩机 II 增压，再经预处理装置 II 处理后，进入第三级中空纤维膜；

[0024] (5) 第三级中空纤维膜的非渗透气循环至第一级中空纤维膜继续处理；第三级中空纤维膜的渗透气进入 CO₂ 回收装置，CO₂ 回收装置分离出的尾气循环至压缩机 I 继续处理，分离出的提纯气为满足工业二氧化碳标准 GB/T6052-2011 的 CO₂ 产品。

[0025] 优选的，所述压缩机 I 的出口压力为 0.3-1.6MPa。

[0026] 优选的，所述压缩机 II 的出口压力为 0.3-1.6MPa。

[0027] 优选的,所述预处理装置 I 包括依次串联连接的冷干机 I、过滤器组 I 和加热器 I。

[0028] 优选的,所述预处理装置 II 包括依次串联连接的冷干机 II、过滤器组 II 和加热器 II。

[0029] 优选的,所述过滤器组 I 包括 4 级串联连接的过滤器,沼气原料经过 4 级过滤,达到以下精度:粉尘 $0.01 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$,残油 $0.01\text{mg}/\text{Nm}^3$,氨或胺小于 100ppm, H_2S 小于 15ppm。

[0030] 优选的,所述加热器 I 出口气体温度为 $25 \sim 50^\circ\text{C}$ 。

[0031] 优选的,所述过滤器组 II 包括 4 级串联连接的过滤器,所述第一级中空纤维膜分离出 CO_2 粗品经过 4 级过滤,达到以下精度:粉尘 $0.01 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$,残油 $0.01\text{mg}/\text{Nm}^3$,氨或胺小于 100ppm, H_2S 小于 15ppm。

[0032] 优选的,所述加热器 II 的出口气体温度为 $25 \sim 50^\circ\text{C}$ 。

[0033] 优选的,所述第一级中空纤维膜、第二级中空纤维膜和第三级中空纤维膜分别包括多个并联连接的中空纤维膜组件。

[0034] 本发明的技术效果及优点在于:

[0035] 本发明提纯工艺可以得到 CO_2 和 CH_4 两种高纯度的产品气,充分的利用能源,防止尾气排放大气内导致环境污染和温室效应;由于使用了膜法提纯工艺,工艺简单、设备结构紧凑、设备体积小,自动化程度高、操作方便,安全可靠,应用范围广。本发明的工艺和装置中设计的尾气回流工艺,实现系统的“零排放”。

附图说明

[0036] 图 1 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统(两级膜分离)

[0037] 图 2 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统(三级膜分离)

[0038] 图 3 预处理装置 I 结构示意图

[0039] 图 4 中空纤维膜结构示意图

[0040] 附图标记:

[0041] 1,沼气脱硫脱水器;2,压缩机 I;3,预处理装置 I;4,第一级中空纤维膜;5,第二级中空纤维膜;6, CH_4 储罐;7, CO_2 回收装置;8,压缩机 II;9,预处理装置 II;10,第三级中空纤维膜;11,冷干机 I;12,过滤器组 I;13,加热器 I;14,中空纤维膜组件。

具体实施方式

[0042] 以下通过特定的具体实例说明本发明的技术方案。应理解,本发明提到的一个或多个方法步骤并不排斥在所述组合步骤前后还存在其他方法步骤或在这些明确提到的步骤之间还可以插入其他方法步骤;还应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。而且,除非另有说明,各方法步骤的编号仅为鉴别各方法步骤的便利工具,而非为限制各方法步骤的排列次序或限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容的前提下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0043] 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的装置系统,如图 1 所示,包括沼气脱硫脱水器 1、压缩机 I 2、预处理装置 I 3、第一级中空纤维膜 4、第二级中空纤维膜 5 和 CO_2 回收装置 7;所述沼气脱硫脱水器 1 设有进口和出口;所述压缩机 I 2 设有进口和出口,所述

预处理装置 I 3 设有进口和出口 ;所述第一级中空纤维膜 4 设有进口、非渗透气出口和渗透气出口 ;所述第二级中空纤维膜 5 设有进口、非渗透气出口和渗透气出口 ;所述 CO₂ 回收装置 7 设有进口、提纯气出口和尾气出口 ;其中,所述沼气脱硫脱水器 1 的进口与沼气源经管线连接,所述沼气脱硫脱水器 1 的出口与所述压缩机 I 2 的进口经管线连接 ;所述压缩机 I 2 的出口与所述预处理装置 I 3 的进口经管线连接 ;所述预处理装置 I 3 的出口与所述第一级中空纤维膜 4 的进口经管线连接 ;所述第一级中空纤维膜 4 的非渗透气出口与所述第二级中空纤维膜 5 的进口经管线连接,所述第一级中空纤维膜 4 的渗透气出口与所述 CO₂ 回收装置 7 的进口经管线连接 ;所述 CO₂ 回收装置 7 的尾气出口与所述压缩机 I 2 的进口经管线连接,所述 CO₂ 回收装置 7 的提纯气出口为 CO₂ 产品出口 ;所述第二级中空纤维膜 5 的渗透气出口与所述压缩机 I 2 进口经管线连接,所述第二级中空纤维膜 5 的非渗透气出口为 CH₄ 产品出口。

[0044] 优选情况下,如图 3 所示 :

[0045] 所述预处理装置 I 3 包括冷干机 I 11、过滤器组 I 12 和加热器 I 13 ;所述冷干机 I 11 设有进口和出口 ;所述过滤器组 I 12 设有进口和出口 ;所述加热器 I 13 设有进口和出口 ;所述压缩机 I 2 的出口与所述冷干机 I 11 的进口经管线连接 ;所述冷干机 I 11 的出口与所述过滤器组 I 12 的进口经管线连接 ;所述过滤器组 I 12 的出口与所述加热器 I 13 的进口经管线连接 ;所述加热器 I 13 的出口与所述第一级中空纤维膜 4 的进口经管线连接。

[0046] 所述过滤器组 I 12 包括依次串联连接的 4 级过滤器。

[0047] 另一优选情况下,如图 2 所示 :

[0048] 所述装置系统还包括压缩机 II8、预处理装置 II9 和第三级中空纤维膜 10 ;所述压缩机 II8 设有进口和出口 ;所述预处理装置 II9 设有进口和出口 ;所述第三级中空纤维膜 10 设有进口、渗透气出口和非渗透气出口 ;所述第一级中空纤维膜 4 的渗透气出口与所述压缩机 II8 的进口经管线连接 ;所述压缩机 II8 的出口与所述预处理装置 II9 的进口经管线连接 ;所述预处理装置 II9 的出口与所述第三级中空纤维膜 10 的进口经管线连接 ;所述第三级中空纤维膜 10 的渗透气出口与所述 CO₂ 回收装置 7 的进口经管线连接 ;所述第三级中空纤维膜 10 的非渗透气出口与所述第一级中空纤维膜 4 的进口经管线连接。

[0049] 所述预处理装置 II9 包括冷干机 II、过滤器组 II 和加热器 II ;所述冷干机 II 设有进口和出口 ;所述过滤器组 II 设有进口和出口 ;所述加热器 II 设有进口和出口 ;所述压缩机 II8 的出口与所述冷干机 II 的进口经管线连接 ;所述冷干机 II 的出口与所述过滤器组 II 的进口经管线连接 ;所述过滤器组 II 的出口与所述加热器 II 的进口经管线连接 ;所述加热器 I 13 的出口与所述第三级中空纤维膜 10 的进口经管线连接。

[0050] 所述过滤器组 II 包括依次串联连接的 4 级过滤器。

[0051] 另一优选情况下 :如图 4 所示,所述第一级中空纤维膜 4、第二级中空纤维膜 5 和第三级中空纤维膜 10 分别包括多个并联连接的中空纤维膜组件 14。

[0052] 实施例 1 :两级膜分离工艺

[0053] 一种从沼气中同时提纯甲烷和二氧化碳的工艺,包括以下步骤 :

[0054] (1) 沼气原料经过沼气脱硫脱水器 1 进行脱硫脱水后,经压缩机 I 2 压缩增压至 1.35MPa 后,进入预处理装置 I ,经冷干机 I 、过滤器组 I (包括串联连接的 4 级过滤器)处

理,过滤精度达到粉尘 $0.01 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$,残油 $0.01\text{mg}/\text{Nm}^3$,氨或胺小于 100ppm , H_2S 小于 15ppm ,然后经过加热器 I,温度达到 35°C ,进入第一级中空纤维膜 4 进行 CO_2 和 CH_4 的粗分离;

[0055] (2) 在第一级中空纤维膜 4 的渗透气出口得到 CO_2 粗品 (94% 的 CO_2 , 4v% 的 CH_4 , 其他为 O_2 、 N_2 等),非渗透气出口得到的 CH_4 粗品进入第二级中空纤维膜 5 深度提纯;

[0056] (3) 第二级中空纤维膜 5 渗透气出口气体与经过脱硫脱水后的原料沼气混合后进入压缩机 I 2 继续处理,第二级中空纤维膜 5 非渗透气出口得到 CH_4 产品,纯度达到 97% 以上,满足车用燃气 GB18047-2000 标准;

[0057] (4) 第一级中空纤维膜 4 分离出的 CO_2 粗品再经 CO_2 回收装置 7 进行低温提纯,分离出的回流气与沼气原料混合后进入压缩机 I 2 继续处理,分离出的 CO_2 纯度达到 99.9%,满足工业二氧化碳标准 GB/T6052-2011 的产品要求。

[0058] 实施例 2:三级膜分离工艺

[0059] (1) 沼气原料经过沼气脱硫脱水器 1 进行脱硫脱水后,经压缩机 I 2 压缩增压至 1.0MPa 后,然后进入预处理装置 I 3,经冷干机 I 11、过滤器组 I 12 (包括串联连接的 4 级过滤器) 和加热器 I 13 的预处理后,过滤精度达到粉尘 $0.01 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$,残油 $0.01\text{mg}/\text{Nm}^3$,氨或胺小于 100ppm , H_2S 小于 15ppm ,温度达到 40°C ,然后进入第一级中空纤维膜 4 进行 CO_2 和 CH_4 的粗分离;

[0060] (2) 在第一级中空纤维膜 4 的渗透气出口得到 CO_2 粗品 (90v% 的 CO_2 , 8v% 的 CH_4 , 其他为 O_2 、 N_2 等),经过压缩机 II 8,压缩至 1.1MPa ,进入预处理装置 II 9,经冷干机 II、过滤器组 II (包括串联连接的 4 级过滤器) 和加热器 II 的预处理后,过滤精度达到粉尘 $0.01 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$,残油 $0.01\text{mg}/\text{Nm}^3$,氨或胺小于 100ppm , H_2S 小于 15ppm ,温度达到 40°C ,然后进入第三级中空纤维膜 10;第一级中空纤维膜 4 的非渗透气出口得到的 CH_4 粗品进入第二级中空纤维膜 5 深度提纯;

[0061] (3) 第二级中空纤维膜 5 的非渗透气出口得到 CH_4 产品,纯度达到 97% 以上,满足车用燃气 GB18047-2000 标准;

[0062] (4) 第二级中空纤维膜 5 的渗透气与脱硫脱水的原料沼气混合进入压缩机 I 2 继续处理;

[0063] (5) 第三级中空纤维膜 10 的渗透气 (98v% CO_2 , 0.7v% CH_4 , 其他 O_2 、 N_2 等),经 CO_2 回收装置 7 进行低温提纯,分离出的尾气与经过脱硫脱水的原料沼气混合后再循环至压缩机 I 2 继续处理,分离出的 CO_2 纯度达到 99.9%,满足工业二氧化碳 GB/T6052-2011 标准;

[0064] (6) 第三级中空纤维膜 10 的非渗透气,循环至第一级中空纤维膜 4 的进口,与步骤 (1) 中预处理后的气体混合,然后进入第一级中空纤维膜 4 进行继续提纯。

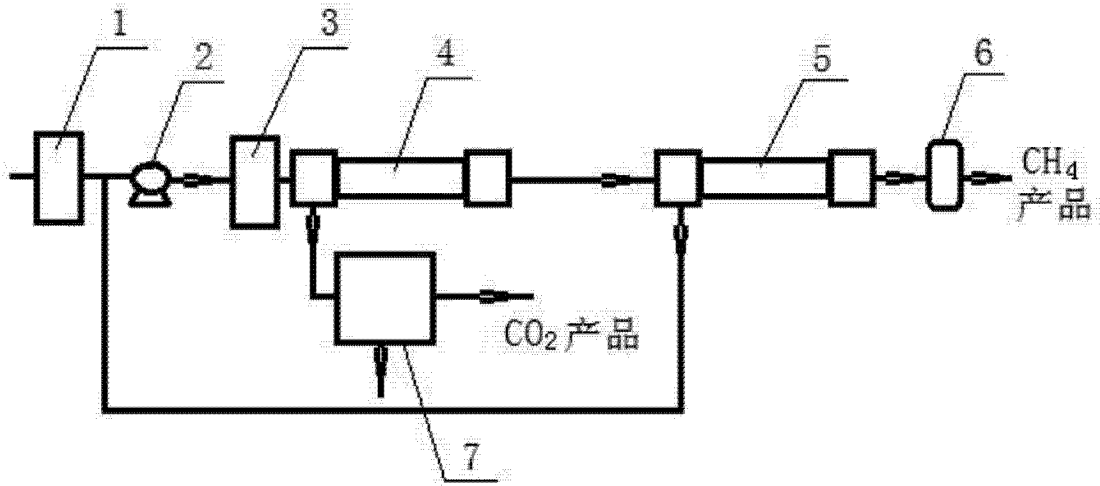


图 1

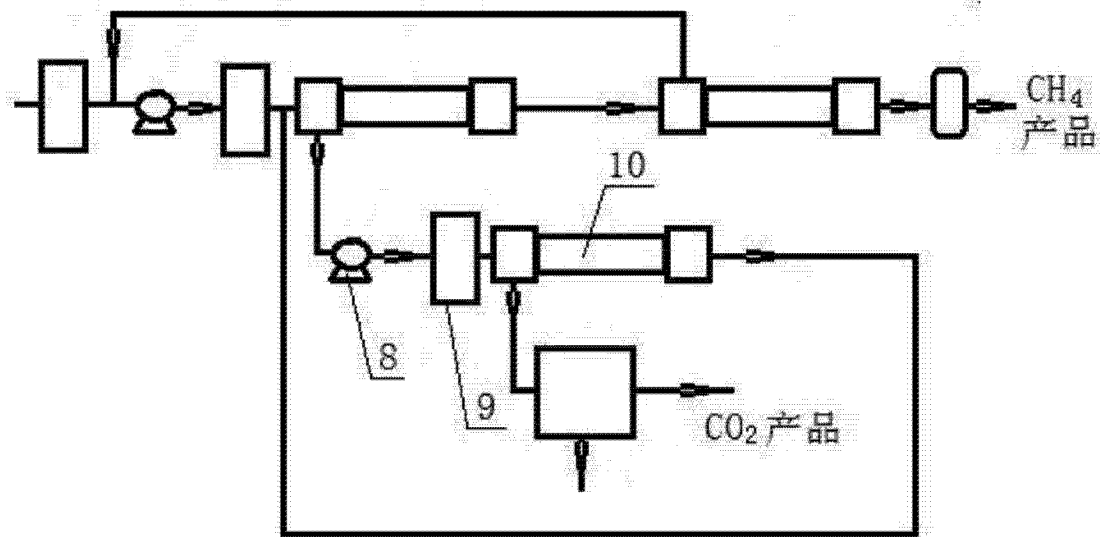


图 2

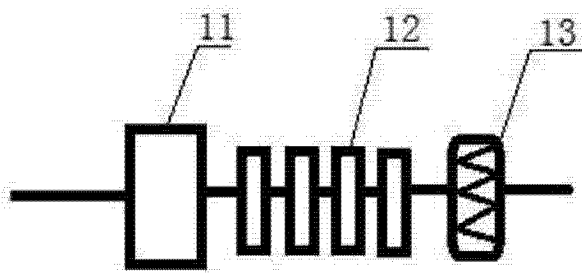


图 3

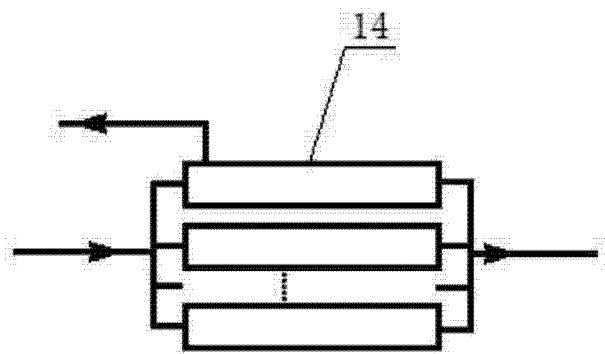


图 4