



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104403710 A

(43) 申请公布日 2015.03.11

(21) 申请号 201410526096.5

C01B 31/20(2006.01)

(22) 申请日 2014.10.08

(71) 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工路  
2号

(72) 发明人 贺高红 陈博 阮雪华 肖武

(74) 专利代理机构 大连理工大学专利中心  
21200

代理人 李宝元 梅洪玉

(51) Int. Cl.

C10L 3/10(2006.01)

C10G 5/06(2006.01)

B01D 53/22(2006.01)

B01D 53/00(2006.01)

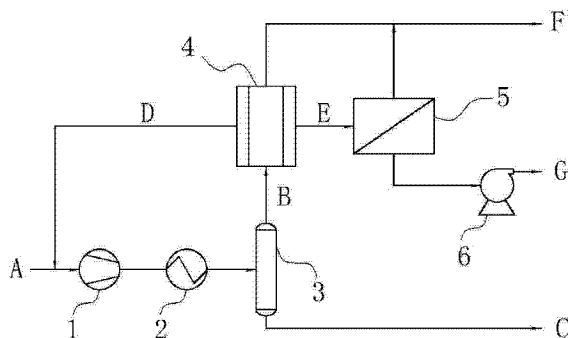
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的方法

(57) 摘要

一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的方法,属于化工技术领域。利用双膜分离器提高油气田伴生气的处理效率,并同时为油田驱油提供高效去油剂。其中双膜分离器分别对不凝气中轻烃和二氧化碳进行提纯,在同一装置内实现提高轻烃回收效率、降低二氧化碳带来的装置操作负荷和天然气实现脱碳三种作用,同时采用二氧化碳分离膜进一步提纯二氧化碳并作为油田驱油注入使用。该方法有效降低了二氧化碳对伴生气回收装置带来的影响,减少装置操作费用,轻烃收率可以达到30%以上,天然气二氧化碳浓度降至2%以下。该方法天然气损失率小于0.5%,装置简易且紧凑,适合在线生产,经济效益较高。



1. 一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的方法,其特征在于,

该提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的装置,结构如下:压缩机(1)的入口与油田伴生气管路连接,压缩机(1)出口连接冷凝器(2),经冷凝器(2)降温后,冷凝器(2)的出口与分液罐(3)入口连接,分液罐(3)液相出口连接界区外装置,分液罐(3)气相出口与双膜分离器(4)入口连接,双膜分离器(4)一端的渗透气出口与压缩机(1)入口连接,双膜分离器(4)另一端的渗透气出口与单膜分离器(5)入口连接,单膜分离器(5)渗余侧出口连接界区外天然气管网,单膜分离器(5)渗透侧出口连接真空泵(6)入口,真空泵(6)出口与界区外驱油装置连接,双膜分离器(4)渗余侧出口与界区外天然气管网连接;

具体步骤为:

(一)油田伴生气(A)经压缩机(1)增压至1.0~2.0MPa并由冷凝器(2)降温至-45~10℃后,由分液罐(3)将气液两相分离,得到不凝气(B)和轻烃(C),不凝气(B)进入双膜分离器(4),轻烃(C)输送到界区外装置;

(二)不凝气(B)进入双膜分离器(4)并被分为三股,分别为富烃气体(D)、富碳气体(E)和天然气(F),其中富烃气体(D)返回压缩机(1)入口,富碳气体(E)去单膜分离器(5)入口,天然气(F)离开界区;

(三)富碳气体(E)进入单膜分离器(5)并被分为两股,其中渗余侧流股与天然气(F)合并,渗透侧流股气体去真空泵(6);

(四)真空泵(6)出口气体为二氧化碳(G),进入界区外驱油装置。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述的双膜分离器(4)为中空纤维式膜分离组件,包含有两种中空纤维膜材料,一种中空纤维膜材料用于分离得到富烃气体(D);另一种中空纤维膜材料用于分离得到富碳气体(E)。

## 一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于化工技术领域,涉及到一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的装置及其方法,特别涉及到油田伴生气中轻烃回收、天然气脱碳的综合工艺。

### 背景技术

[0002] 油田伴生气是随油气一同开采出的天然气,随着石油资源的日益枯竭,对其中高价值轻烃组分的回收和利用成为提高油田产值的重要手段。油田伴生气轻烃组分最常用的分离手段为压缩冷凝技术,通过增压提高伴生气露点,并降温实现气液分离从而将轻烃组分高效回收。在一定温度、压力条件下,伴生气由于受到气液平衡限制,部分轻烃组分无法冷凝。这部分轻烃可以采用近年来高速发展的膜分离技术进行处理。利用橡胶态膜对轻烃的高透过性将不凝气中轻烃组分在低压侧富集并返回压缩冷凝装置,实现提高伴生气中轻烃分压的效果。由于膜分离技术节能、装置简易,且可以提高的轻烃回收率,采用膜分离方法的伴生气回收装置具有更高的利润。

[0003] 近年来随着油气资源不断枯竭和二氧化碳注入技术的广泛应用,伴生气中的二氧化碳含量逐年增高,目前国内外伴生气的二氧化碳含量各异,从 10%到 30%以上均有报道。伴生气中含量巨大的二氧化碳对其脱碳处理造成了极大的压力,常用的氨溶液吸收法脱除二氧化碳负荷将大幅提高,溶液解吸的能量消耗和溶剂挥发损耗将极大地制约伴生气回收效益。此外,高浓度的二氧化碳也将极大地影响膜装置的效率。由于二氧化碳在膜材料中往往具有较高的渗透速率,采用膜分离技术的油田伴生气装置的渗透气(富集烃类)该股将含有较高浓度的二氧化碳。这部分二氧化碳被引回压缩机重新冷凝,提高了装置负荷,也降低了轻烃分压,不利于轻烃的回收。

[0004] 油田亟需注入高品味的驱油剂以满足产油需求,二氧化碳凭借其出色的溶解性能是驱油剂的首选。但二氧化碳的分离提纯和长程运输是一直以来工业应用的最大障碍。膜分离技术在二氧化碳提纯方面也有长足发展,但如何在实现低浓度的二氧化碳和轻烃高效综合分离回收的同时尽可能降低装置复杂程度,降低投资,提高产品附加值是膜分离方法面临的关键问题。

### 发明内容

[0005] 为解决采用气体注入技术油田伴生气回收效率不高的问题,本发明提供一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的方法,该方法的特点是对压缩冷凝产生的尾气(不凝气)在同一装置内同时分离轻烃和二氧化碳组分,并回流富烃该股、进一步提纯富碳该股,最终实现提高油田伴生气收率、降低天然气脱碳成本并同时回收二氧化碳并用作驱油气体。

[0006] 本发明所述的一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的装置,其装置连接方式如下:压缩机 1 的入口与油田伴生气管路连接,压缩机 1 出口连接冷凝器 2,经冷凝器 2 降温后,冷凝器 2 的出口与分液罐 3 入口连接,分液罐 3 液相出口连接界区外装置,分液罐 3

气相出口与双膜分离器 4 入口连接,双膜分离器 4 一端的渗透气出口与压缩机 1 入口连接,双膜分离器 4 另一端的渗透气出口与单膜分离器 5 入口连接,单膜分离器 5 渗余侧出口连接界区外天然气管网,单膜分离器 5 渗透侧出口连接真空泵 6 入口,真空泵 6 出口与界区外驱油装置连接,双膜分离器 4 渗余侧出口与界区外天然气管网连接。

[0007] 一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的方法所采用的技术方案是:

[0008] 1. 油田伴生气 A 经压缩机 1 增压至 1.0 ~ 2.0MPa 并由冷凝器 2 降温至 -45 ~ 10℃后,由分液罐 3 将气液两相分离,得到轻烃 B 和不凝气 C,不凝气 B 进入双膜分离器 4,轻烃 C 输送到界区外装置;

[0009] 2. 不凝气 C 进入双膜分离器 4 并被分为三股,分别为富烃气体 D、富碳气体 E 和天然气 F,其中富烃气体 D 返回压缩机 1 入口,富碳气体 E 去单膜分离器 5 入口,天然气 F 离开界区;

[0010] 3. 富碳气体 E 进入单膜分离器 5 并被分为两股,其中渗余侧流股与天然气 F 合并,渗透侧流股气体去真空泵 6;

[0011] 4. 真空泵 6 出口气体为二氧化碳 G,进入界区外驱油装置。

[0012] 本发明技术方案中所述的双膜分离器 4 为中空纤维式膜分离组件,包含两种中空纤维膜材料,一种中空纤维膜材料用于分离得到富烃气体 D;另一种中空纤维膜材料用于分离得到富碳气体 E。双膜分离器 4 的主要作用为同时移除轻烃和二氧化碳组分,提高轻烃的回收效率,并降低装置中二氧化碳循环量,同时产出二氧化碳驱油气体。双膜分离器 4 为中空纤维式膜分离组件,包含两种中空纤维膜材料,一种膜透过轻烃组分的能力高于甲烷和二氧化碳(如 PDMS 等膜材料),负责分离得到富烃气体 D;另一种膜透过二氧化碳组分的能力高于甲烷和轻烃(如 PI、PEI 等材料),负责分离得到富碳气体 E;两种膜分离材料同时装填于同一膜组件壳体之中,共同对一股原料气进行分离,但两种膜的渗透气有独立管道,不发生返混。

[0013] 本发明技术方案中所述的分液罐 3 底部液体轻烃 C 进入其他轻烃分离装置;顶部不凝气 B 进入双膜分离器 4 之前需经过过滤、预热等预处理,预热后温度为 10 ~ 40℃,且高于露点 5 ~ 10℃,以保证双膜分离器 4 和单膜分离器 5 可以在无凝液的情况下进行分离操作。

[0014] 本发明技术方案中双膜分离器 4 的渗余气为脱碳后天然气,进入天然气管道或其他设施。本发明技术方案中单膜分离器 5 渗透侧可由真空泵制造真空度以提高分离效率,真空泵 5 出口气体为二氧化碳驱油气,二氧化碳浓度为 90 ~ 99%。

[0015] 本发明的效果和益处是:一种提高油田伴生气分离效率并回收二氧化碳的方法,该方法可以同时伴生气中轻烃和二氧化碳进行回收,以提高轻烃回收率并对天然气进行脱碳处理。分离过程连续稳定,可将脱除二氧化碳提纯并作为驱油气注入油田,提高原油产量。该方法可降低压缩冷凝装置处理负荷 5 ~ 15%,提高轻烃收率 10 ~ 40%,产出二氧化碳纯度高于 90%,经济效益显著。

#### 附图说明

[0016] 附图是本发明的工艺流程图。

[0017] 图中:1 压缩机;2 冷凝器;3 分液罐;4 双膜分离器;5 单膜分离器;

[0018] 6 真空泵 ;A 油田伴生气 ;B 不凝气 ;C 轻烃 ;D 富烃气体 ;

[0019] E 富碳气体 ;F 天然气 ;G 二氧化碳。

### 具体实施方式

[0020] 以下结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施方式,下述的实施例将更加有助于对本发明的理解,但并不构成对本发明内容的限制。

[0021] 实施例 1

[0022] 请结合附图 1,本实施例中双膜分离器 4 膜材料分别采用 PEI 和 PDMS。油田伴生气 A 压力为 150kPa,经压缩机 1 增压至 1500kPa 并由冷凝器 2 降温至  $-30^{\circ}\text{C}$  后,由分液罐 3 将气液两相分离,得到轻烃 B 和不凝气 C。不凝气 C 经过预处理后进入双膜分离器 4 并得到的富烃气体 D、富碳气体 E 和天然气 F。富烃气体 D 压力为 150kPa,被打回压缩冷凝系统 1 提高轻烃收率 ;富碳气体 E 压力为 150kPa,进入单膜分离器 5。单膜分离器 5 对富集的二氧化碳进行进一步提纯,其渗余气与天然气 F 合并。真空泵 6 的入口气体压力为 10kPa。本实施例轻烃回收率为 58%,生产驱油气体 1197kg/h,其中二氧化碳纯度达到 99%。

[0023] 表 1 实施例 1 物料平衡

[0024]

	A	B	C	D	E	F	G
温度 $^{\circ}\text{C}$	50	-30	-30	20	30	20	23
压力 kPa	150	1500	1500	150	150	100	100
流量 kg/h	3441	3963	328	786	1328	1197	1979
甲烷	66%	67%	9%	56%	12%	1%	87%
乙烷	1%	2%	2%	4%	0%	0%	1%
C3+	6%	4%	70%	12%	0%	0%	3%
二氧化碳	27%	28%	18%	28%	87%	99%	8%

[0025] 实施例 2

[0026] 请结合附图 1,操作流程和操作条件同实施例 1。本实施例中双膜分离器 4 膜材料分别采用 PI 和 PTMS。本实施例轻烃回收率为 60%,生产驱油气体 1379kg/h,二氧化碳纯度达到 99%。

[0027] 表 2 实施例 2 物料平衡

[0028]

	A	B	C	D	E	F	G
温度 $^{\circ}\text{C}$	50	-30	-30	15	282	325	23

压力 kPa	150	1500	1500	150	150	100	100
流量 kg/h	3441	3671	331	501	1519	1379	1791
甲烷	66%	70%	10%	73%	11%	1%	91%
乙烷	1%	2%	2%	5%	0%	0%	1%
C3+	6%	4%	72%	16%	0%	0%	3%
二氧化碳	27%	25%	17%	6%	89%	99%	4%

[0029] 实施例 3

[0030] 请结合附图 1, 操作流程同实施例 1; 压缩机出口压力提升至 2000kPa, 其他操作条件同实施例 1。本实施例中双膜分离器 4 膜材料分别采用 PEI 和 PDMS。本实施例轻烃回收率为 69%, 生产驱油气体 1392kg/h, 二氧化碳纯度达到 99%。

[0031] 表 3 实施例 3 物料平衡

[0032]

	A	B	C	D	E	F	G
温度℃	50	-30	-30	-6	282	324	24
压力 kPa	150	2000	2000	150	150	100	100
流量 kg/h	3441	3630	405	496	1532	1392	1743
甲烷	66%	70%	13%	74%	11%	1%	92%
乙烷	1%	2%	3%	5%	0%	0%	1%
C3+	6%	4%	64%	15%	0%	0%	2%
二氧化碳	27%	25%	21%	6%	89%	99%	4%

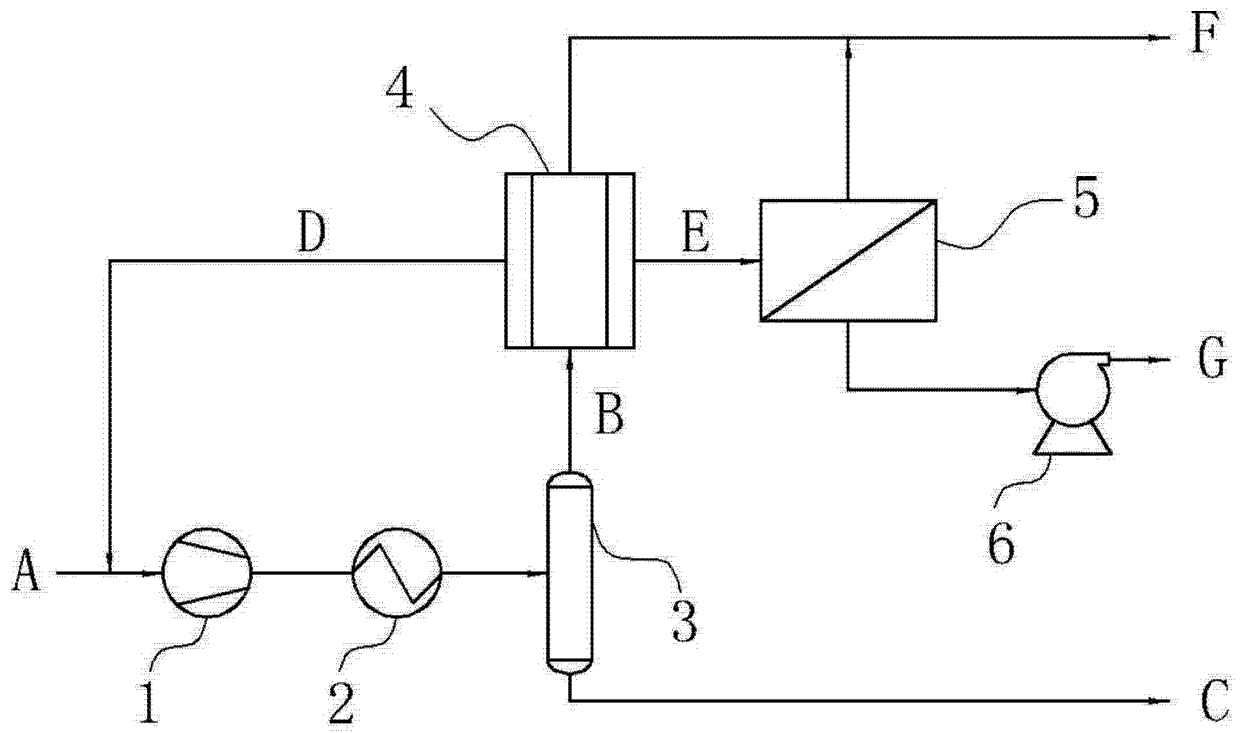


图 1