



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105219464 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201510698016. 9

B01D 45/16(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 10. 23

(71) 申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市黄岛区长江西路
66 号

(72) 发明人 张金弘 田原宇

(74) 专利代理机构 青岛联信知识产权代理事务
所 37227

代理人 徐艳艳 王月玲

(51) Int. Cl.

C10L 3/10(2006. 01)

B01D 46/00(2006. 01)

B01D 53/02(2006. 01)

B01D 53/00(2006. 01)

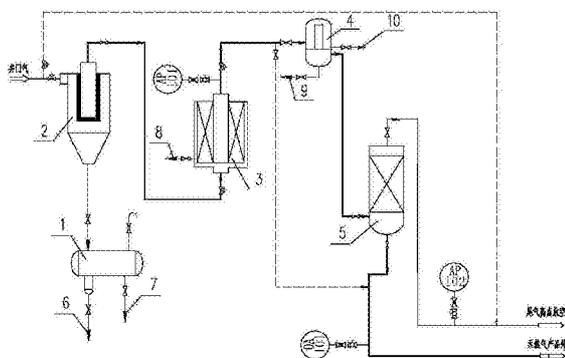
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置及工艺

(57) 摘要

本发明涉及一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置及工艺,所述撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分,脱液除渣部分包括液体收集罐和至少一台旋流聚结分离器,脱硫部分包括至少一台脱硫反应器,脱碳部分包括颗粒过滤器和至少一台膜分离器;旋流聚结分离器的气相出口管与脱硫反应器的进口管相连接,旋流聚结分离器的液固相出口管与液体收集罐的进口管相连接;脱硫反应器的出口管与颗粒过滤器的进口管相连接;颗粒过滤器的气体出口管与膜分离器的进口管相连接。本发明撬装装置结构简单,脱液除渣、脱硫、脱碳模块化设计,可灵活、机动组合,实现小型化、便携撬装化和无人值守化,适用于“枯井”、“小型井”、“零散气井”、“边缘井”的挖潜增效工作,同时解决了放烧造成的环境问题。



1. 一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:所述撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分,所述脱液除渣部分包括液体收集罐和至少一台旋流聚结分离器,所述脱硫部分包括至少一台脱硫反应器,所述脱碳部分包括颗粒过滤器和至少一台膜分离器;所述旋流聚结分离器的气相出口管与脱硫反应器的进口管相连接,旋流聚结分离器的液固相出口管与液体收集罐的进口管相连接;所述脱硫反应器的出口管与颗粒过滤器的进口管相连接;所述颗粒过滤器的气体出口管与膜分离器的进口管相连接。

2. 根据权利要求1所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:所述的旋流聚结分离器设有两台,每台旋流聚结分离器的外壁上均缠绕有电加热设备和吹扫气进出管线,两台旋流聚结分离器交替使用或并联使用,交替使用时,其中一台旋流聚结分离器处于工作状态,另一台旋流聚结分离器进行吸附剂再生工作。

3. 根据权利要求1或2任意一项所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:每台旋流聚结分离器均包括同向流旋风分离部分和并流聚结吸附分离部分。

4. 根据权利要求1所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:所述脱硫反应器为多台时,多台脱硫反应器的前后阀门采用手动和连锁自动控制相结合,实现多台脱硫反应器不同串并联结合方式的切换。

5. 根据权利要求1或4任意一项所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:所述脱硫反应器采用中心流道开孔率为5-50%、外流道开孔率为10-50%的径向床脱硫反应器。

6. 根据权利要求5所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:在所述径向床脱硫反应器的床层上设有催化剂封。

7. 根据权利要求5所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道开设有不均匀的孔或孔径大小不同的孔,在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道的内侧均设有不锈钢丝网。

8. 根据权利要求5任意一项所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:所述径向床脱硫反应器设有两台或三台,两台或三台径向床脱硫反应器采用串并联方式连接。

9. 根据权利要求1所述的天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,其特征在于:所述膜分离器设有两台或三台,两台或三台膜分离器采用并联方式连接。

10. 一种天然气脱液除渣脱酸性气工艺,其特征在于:含有以下步骤:

脱液除渣处理:夹带大液滴和固体颗粒的原料气沿切向进入旋流聚结分离器的同向流旋风分离部分,沿外壁由上向下旋转,并不断向内转变为沿轴线向上旋转,气流中的固体颗粒和大液滴在离心力的作用下被甩向同向流旋风分离部分的器壁,在重力和气流的带动作用下沿同向流旋风分离部分的器壁下落,气体进入并流聚结吸附分离部分,小液滴在并流聚结吸附分离部分的聚结层和吸附剂表面吸附聚结成液滴,气液并流流出并流聚结吸附分离部分时进行液体和气体的分离,脱除的液相和固相进入液体收集罐进行液固分离;

脱硫处理:经过脱液除渣处理的气体进入脱硫反应器,通过脱硫反应器中脱硫剂的吸附反应脱除气体中的 H_2S ;

脱碳处理:脱硫后的气体经过颗粒过滤器过滤后进入膜分离器进行干法脱 CO_2 ,获得净化后的天然气。

天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及天然气净化处理技术领域,具体地说,涉及一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置及工艺。

背景技术

[0002] 在天然气开采、输送、处理过程中随着温度和压力的变化,天然气中会含有一定量的凝析油、水、沙粒、焊渣、锈蚀等杂物,同时天然气中通常还含有 H_2S 、 CO_2 等酸性气,这些杂质会对后续的加工处理及使用产生重大影响。比如腐蚀设备和连接管路,增加压缩机功耗,影响发动机性能等。因此,天然气在进入管网、压缩机、发动机等之前都需要配备脱液除渣、脱酸性气净化系统,以保证下游设备的安全运行。

[0003] 公开号为 CN 104073310 A 的中国发明专利申请公开了一种天然气净化与干燥的装置和方法,该装置包括脱酸脱水床、脱重烃床、以及附属管道和控制阀门。其中,核心的工艺设备脱酸脱水床和脱重烃床均采用管壳式结构,管程内填装吸附剂作为吸附床层,壳程走热媒和冷媒。该方法加热再生吸附床层时将外部热媒或冷媒直接通入脱酸脱水床和脱重烃床进行加热和冷却,因而不需使用再生气,再生过程只需在管侧通入极少量的载气的情况下能保证吸附床层再生完全,解决了传统吸附床层加热再生时再生气消耗量过大的问题,减少原料天然气的消耗量,增加了产品液化天然气的液化率。该发明专利申请主要用于降低再生气消耗量,并未涉及天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置。

[0004] 公开号为 CN 103421564 A 的中国发明专利公开了一种天然气脱液脱硫装置及其脱硫工艺,属于化工技术领域。所述天然气脱液脱硫装置包括天然气输送管路、气液分离罐和脱硫设备,本发明通过在气液分离罐底部设置集液板和倒置 U 型管,将气液分离罐中分离出的液体通过倒置 U 型管缓慢滴入集液板上方的下部空腔内,然后通过将脱硫后的天然气返回至气液分离罐下方的下部空腔内,通过大流量的天然气将液体雾化并随脱硫后的天然气返回天然气主管道内。通过该发明所述的脱硫装置进行天然气脱硫处理时,具有脱硫装置成本低廉、脱硫工艺环保并且节约资源的优点。该发明主要用于天然气脱液脱硫,并未涉及天然气除渣及处理其他酸性气(如 CO_2)。

[0005] 目前国内 20 万方以上的油气田脱水、脱烃、脱硫及脱碳技术和设备较多,工业化应用也比较成熟,但针对小型井口气,如 1-5 万方/日,处理措施比较少,处理成本比较高,而大规模天然气净化处理技术也不适用于小规模处理装置。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术存在的上述缺陷和不足,提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置及工艺。

[0007] 根据本发明实施例,提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,所述撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分,所述脱液除渣部分包括一台液体收集罐和一台旋流聚结分离器,所述脱硫部分包括一台脱硫反应器,所述脱碳部分包括一台颗粒过滤

器和一台膜分离器；所述旋流聚结分离器的气相出口管与脱硫反应器的进口管相连接，旋流聚结分离器的液固相出口管与液体收集罐的进口管相连接；所述脱硫反应器的出口管与颗粒过滤器的进口管相连接；所述颗粒过滤器的气体出口管与膜分离器的进口管相连接。

[0008] 根据本发明实施例，提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置，所述撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分，所述脱液除渣部分包括一台液体收集罐和两台旋流聚结分离器，所述脱硫部分包括两台脱硫反应器，所述脱碳部分包括一台颗粒过滤器和两台膜分离器；所述旋流聚结分离器的气相出口管与脱硫反应器的进口管相连接，旋流聚结分离器的液固相出口管与液体收集罐的进口管相连接；所述脱硫反应器的出口管与颗粒过滤器的进口管相连接；所述颗粒过滤器的气体出口管与膜分离器的进口管相连接。

[0009] 根据本发明实施例，提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置，所述撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分，所述脱液除渣部分包括一台液体收集罐和两台旋流聚结分离器，所述脱硫部分包括三台脱硫反应器，所述脱碳部分包括一台颗粒过滤器和三台膜分离器；所述旋流聚结分离器的气相出口管与脱硫反应器的进口管相连接，旋流聚结分离器的液固相出口管与液体收集罐的进口管相连接；所述脱硫反应器的出口管与颗粒过滤器的进口管相连接；所述颗粒过滤器的气体出口管与膜分离器的进口管相连接。

[0010] 根据本发明实施例，提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气工艺，含有以下步骤：

[0011] 脱液除渣处理：夹带大液滴和固体颗粒的原料气沿切向进入旋流聚结分离器的同向流旋风分离部分，沿外壁由上向下旋转，并不断向内转变为沿轴线向上旋转，气流中的固体颗粒和大液滴在离心力的作用下被甩向同向流旋风分离部分的器壁，在重力和气流的带动作用作用下沿同向流旋风分离部分的器壁下落，气体进入并流聚结吸附分离部分，小液滴在并流聚结吸附分离部分的聚结层和吸附剂表面吸附聚结成液滴，气液并流流出并流聚结吸附分离部分 时进行液体和气体的分离，脱除的液相和固相进入液体收集罐进行液固分离；

[0012] 脱硫处理：经过脱液除渣处理的气体进入脱硫反应器，通过脱硫反应器中脱硫剂的吸附反应脱除气体中的 H_2S ；

[0013] 脱碳处理：脱硫后的气体经过颗粒过滤器过滤后进入膜分离器进行干法脱 CO_2 ，获得净化后的天然气。

[0014] 本发明实施例提供的上述撬装装置结构简单，脱液除渣、脱硫、脱碳模块化设计，比如原料气无需脱硫时，可将脱液除渣部分直接与脱碳部分串接，原料气无需脱碳时，可将脱液除渣部分与脱硫部分串接，实现小型化、便携撬装化和无人值守化，非常适用于“枯井”、“小型井”、“零散气井”、“边缘井”的挖潜增效工作，为企业带来经济效益，同时解决了放烧造成的环境问题。本发明提供的上述天然气脱液除渣脱酸性气工艺，工艺简单，投资少，能耗低，通过该工艺净化后的天然气，固体杂质脱出率为 100%，粒径在 $1\ \mu m$ 以上液滴脱出率达到 99.9% 以上，硫化氢含量 $\leq 6\text{mg}/\text{m}^3$ ，二氧化碳含量 $\leq 2\%$ 。

附图说明

[0015] 附图 1 为本发明实施例 1 中天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置的结构示意图。

[0016] 附图 2 为本发明实施例 3 中天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置的结构示意图。

[0017] 附图 3 为本发明实施例 3 中脱硫装置的阀门控制图。

[0018] 附图 4 为本发明实施例 4 中天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置的结构示意图。

[0019] 图中,1、液体收集罐,2、旋流聚结分离器,3、脱硫反应器,4、颗粒过滤器,5、膜分离器,6、放净口,7、排液口,8、卸料口,9、放净口,10、排渣口。

具体实施方式

[0020] 以下结合附图对本发明实施例作进一步说明。

[0021] 实施例 1:如图 1 所示,一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,该撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分,所述脱液除渣部分包括一台液体收集罐 1 和一台旋流聚结分离器 2,所述脱硫部分包括一台脱硫反应器 3,所述脱碳部分包括一台颗粒过滤器 4 和一台膜分离器 5;所述旋流聚结分离器 2 的气相出口管与脱硫反应器 3 的进口管相连接,旋流聚结分离器 2 的液固相出口管与液体收集罐 1 的进口管相连接;所述脱硫反应器 3 的出口管与颗粒过滤器 4 的进口管相连接;所述颗粒过滤器 4 的气体出口管与膜分离器 5 的进口管相连接。

[0022] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,旋流聚结分离器 2 的外壁上均缠绕有电加热设备和吹扫气进出管线,可以通过电加热升温对旋流聚结分离器 2 内部的吸附剂进行再生,也可以通过吹扫气对旋流聚结分离器 2 内部的吸附剂进行再生;旋流聚结分离器 2 包括同向流旋风分离部分和并流聚结吸附分离部分,两部分采用灵活固定方式复合而成,体积小,便于撬装化,维护方便。

[0023] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,所述脱硫反应器 3 采用中心流道开孔率为 5-50%、外流道开孔率为 10-50%的径向床脱硫反应器,在所述径向床脱硫反应器的床层上设有催化剂封,防止由于催化剂床层沉降造成气体短路;在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道开设有均匀的孔或孔径大小不同的孔,使流体均匀分布;在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道的内侧均设有不锈钢丝网,防止脱硫剂被吹出。本实施例中脱硫反应器采用径向床脱硫反应器,解决了长周期切换的轴向固定床吸附工艺的高压降和撬装化安装难题。

[0024] 膜分离器脱碳针对中小型天然气脱碳,在本发明上述实施例提供的撬装装置中,膜分离器 5 采用无循环膜组件,高效体积小,便于撬装化安装。

[0025] 本实施例中,脱硫反应器和膜分离器均设有一台,适用于原料气量较小或原料气杂质含量较低时的天然气处理。

[0026] 实施例 2:本实施例提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气工艺,采用实施例 1 中所述的撬装装置,其具体步骤如下:

[0027] 脱液除渣处理:夹带大液滴和固体颗粒的原料气沿切向进入旋流聚结分离器的同向流旋风分离部分,沿外壁由上向下旋转,并不断向内转变为沿轴线向上旋转,气流中的固体颗粒和大液滴在离心力的作用下被甩向同向流旋风分离部分的器壁,在重力和气流的带动作用沿同向流旋风分离部分的器壁下落,气体进入并流聚结吸附分离部分,小液滴在并流聚结吸附分离部分的聚结层和吸附剂表面吸附聚结成液滴,气液并流流出并流聚结吸附分离部分时进行液体和气体的分离,脱除的液相和固相进入液体收集罐进行液固分离。

[0028] 脱硫处理:经过脱液除渣处理的气体进入径向床脱硫反应器,在径向床脱硫反应

器中装填脱硫剂,通过脱硫剂的吸附反应脱除气体中的 H_2S 。

[0029] 脱碳处理:脱硫后的气体经过颗粒过滤器过滤后进入膜分离器进行干法脱 CO_2 , 获得净化后的天然气。净化后的天然气产品外送,富 CO_2 尾气高点放空或火炬放烧。

[0030] 实施例 3:如图 2 所示,一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置,所述撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分,所述脱液除渣部分包括一台液体收集罐 1 和两台旋流聚结分离器 2,所述脱硫部分包括两台脱硫反应器 3,所述脱碳部分包括一台颗粒过滤器 4 和两台膜分离器 5;所述旋流聚结分离器 2 的气相出口管与脱硫反应器 3 的进口管相连接,旋流聚结分离器 3 的液固相出口管与液体收集罐 1 的进口管相连接;所述脱硫反应器 3 的出口管与颗粒过滤器 4 的进口管相连接;所述颗粒过滤器 4 的气体出口管与膜分离器 5 的进口管相连接。

[0031] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,每台旋流聚结分离器的外壁上均缠绕有电加热设备和吹扫气进出管线,可以通过电加热升温对旋流聚结分离器内部的吸附剂进行再生,也可以通过吹扫气对旋流聚结分离器 2 部的吸附剂进行再生;两台旋流聚结分离器交替使用或并联使用,交替使用时,其中一台旋流聚结分离器处于工作状态,另一台旋流聚结分离器进行吸附剂再生工作。旋流聚结分离器包括同向流旋风分离部分和并流聚结吸附分离部分,两部分采用灵活固定方式复合而成,体积小,便于撬装化,维护方便。

[0032] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,所述脱硫反应器采用中心流道开孔率为 5-50%、外流道开孔率为 10-50% 的径向床脱硫反应器,在所述径向床脱硫反应器的床层上设有催化剂封,防止由于催化剂床层沉降造成气体短路;在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道开设有不均匀的孔或孔径大小不同的孔,使流体均匀分布;在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道的内侧均设有不锈钢丝网,防止脱硫剂被吹出。本实施例中脱硫反应器采用径向床脱硫反应器,解决了长周期切换的轴向固定床吸附工艺的高压降和撬装化安装难题。

[0033] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,两台径向床脱硫反应器采用串并联方式连接,既可以单独使用、并联使用,也可以串联使用,通常情况下采用串联操作。本实施中设在脱硫反应器前后的阀门采用手动和连锁自动控制相结合,实现不同串并联结合方式的切换。如图 3 所示,不同工况下阀门的操作如下:

[0034] (1) 径向床脱硫反应器 A 单独使用:阀门①、②开,其余关闭。原料气流经阀门①进入第一台吸附床,经阀门②进入到下一单元,AP-101 采样可分析脱硫效果;

[0035] (2) 径向床脱硫反应器 B 单独使用:阀门⑦、⑧开,其余关闭。原料气流经阀门⑦进入第一台吸附床,经阀门⑧进入到下一单元,AP-102 采样可分析脱硫效果;

[0036] (3) 径向床脱硫反应器 A-B 串联使用:阀门①、④、⑤、⑧开,其余关闭。原料气流经阀门①进入径向床脱硫反应器 A,经阀门④、⑤进入径向床脱硫反应器 B,经阀门⑧进入到下一单元,AP-102 采样可分析脱硫效果;

[0037] (4) 径向床脱硫反应器 B-A 串联使用:阀门⑦、⑥、③、②开,其余关闭。原料气流经阀门⑦进入径向床脱硫反应器 B,经阀门⑥、③进入径向床脱硫反应器 A,经阀门②进入到下一单元,AP-101 采样可分析脱硫效果;

[0038] (5) 更换径向床脱硫反应器 A 脱硫剂工况(径向床脱硫反应器 B 单独使用):阀门⑦、⑧开,其余关闭。原料气流经阀门⑦进入径向床脱硫反应器 B,经阀门⑧进入到下一单

元；

[0039] (6) 更换径向床脱硫反应器 B 脱硫剂工况（径向床脱硫反应器 A 单独使用）：阀门①、②开，其余关闭。原料气流经阀门①进入径向床脱硫反应器 A，经阀门②进入到下一单元；

[0040] (7) 无需脱硫工况：当井口气硫含量较低时，打开阀门①、③、⑥、⑧，连锁关闭阀门②、④、⑤、⑦，原料气流经阀门①、③、⑥、⑧直接进行下一单元，AP-102 采样可分析脱硫效果。

[0041] 膜分离器脱碳针对中小型天然气脱碳，在本发明上述实施例提供的撬装装置中，膜分离器采用无循环膜组件，高效体积小，便于撬装化安装；两台膜分离器采用并联方式，可以提高处理能力，降低单台膜分离器的尺寸，便于撬装化安装。

[0042] 本实施例中，脱硫反应器和膜分离器均设有二台，适用于原料气量较大或杂质含量较高时的天然气处理。

[0043] 实施例 4：本实施例提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气工艺，采用实施例 3 中所述的撬装装置，其具体步骤如下：

[0044] 脱液除渣处理：两台旋流聚结分离器交替使用，夹带大液滴和固体颗粒的原料气沿切向进入第一旋流聚结分离器的同向流旋风分离部分，沿外壁由上向下旋转，并不断向内转变为沿轴线向上旋转，气流中的固体颗粒和大液滴在离心力的作用下被甩向同向流旋风分离部分的器壁，在重力和气流的带动作用沿同向流旋风分离部分的器壁下落，气体进入并流聚结吸附分离部分，小液滴在并流聚结吸附分离部分的聚结层和吸附剂表面吸附聚结成液滴，气液并流流出并流聚结吸附分离部分时进行液体和气体的分离，脱除的液相和固相进入液体收集罐进行液固分离。当第一旋流聚结分离器中吸附剂吸附饱和后，切换至第二旋流聚结分离器，通过电加热或通热气吹扫对第一旋流聚结分离器中的吸附剂进行再生，如此循环，实现连续生产；当原料气量较大时，两台旋流聚结分离器并联操作。在通过通热气吹扫对第一旋流聚结分离器中的吸附剂进行再生时，热气由设置在旋流聚结分离器上部的进气管进入，并通过设置在旋流聚结分离器下部的出气管排出，从而实现第一旋流聚结分离器中的吸附剂再生。

[0045] 脱硫处理：经过脱液除渣处理的气体进入第一径向床脱硫反应器，通过第一径向床脱硫反应器中脱硫剂的吸附反应脱除气体中大部分的 H_2S ，再经过第二径向床脱硫反应器脱除剩余的 H_2S ，随着吸附时间的延长，第一径向床脱硫反应器的脱硫剂逐渐失效，当第一径向床脱硫反应器的脱硫剂完全失效后，切换至第二径向床脱硫反应器单独使用，待第一径向床脱硫反应器更换完脱硫剂，切换为串联模式，使原料气先经过第二径向床脱硫反应器脱除大部分的 H_2S ，再经过第一脱硫塔脱除剩余的 H_2S ，如此循环使用可以充分发挥脱硫剂吸附容量。

[0046] 脱碳处理：脱硫后的气体经过颗粒过滤器过滤后进入两台并联的膜分离器进行干法脱 CO_2 ，获得净化后的天然气。净化后的天然气产品外送，富 CO_2 尾气高点放空或火炬放烧。

[0047] 实施例 5：如图 4 所示，一种天然气脱液除渣脱酸性气撬装装置，该撬装装置包括脱液除渣部分、脱硫部分和脱碳部分，所述脱液除渣部分包括一台液体收集罐 1 和两台旋流聚结分离器 2，所述脱硫部分包括三台脱硫反应器 3，所述脱碳部分包括一台颗粒过滤器

4和三台膜分离器5;所述旋流聚结分离器2的气相出口管与脱硫反应器3的进口管相连接,旋流聚结分离器2的液固相出口管与液体收集罐1的进口管相连接;所述脱硫反应器3的出口管与颗粒过滤器4的进口管相连接;所述颗粒过滤器4的气体出口管与膜分离器5的进口管相连接。

[0048] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,每台旋流聚结分离器的外壁上均缠绕有电加热设备和吹扫气进出管线,可以通过电加热升温对旋流聚结分离器内部的吸附剂进行再生,也可以通过吹扫气对旋流聚结分离器内部的吸附剂进行再生;两台旋流聚结分离器交替使用或并联使用,交替使用时,其中一台旋流聚结分离器处于工作状态,另一台旋流聚结分离器进行吸附剂再生工作。旋流聚结分离器包括同向流旋风分离部分和并流聚结吸附分离部分,两部分采用灵活固定方式复合而成,体积小,便于撬装化,维护方便。

[0049] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,所述脱硫反应器采用中心流道开孔率为5-50%、外流道开孔率为10-50%的径向床脱硫反应器,在所述径向床脱硫反应器的床层上设有催化剂封,防止由于催化剂床层沉降造成气体短路;在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道开设有不均匀的孔或孔径大小不同的孔,使流体均匀分布;在所述径向床脱硫反应器的分流流道及集流流道的内侧均设有不锈钢丝网,防止脱硫剂被吹出。本实施例中脱硫反应器采用径向床脱硫反应器,解决了长周期切换的轴向固定床吸附工艺的高压降和撬装化安装难题。

[0050] 在本发明上述实施例提供的撬装装置中,三台径向床脱硫反应器采用串并联方式连接,既可以单独使用、并联使用,也可以串联使用,通常情况下采用两台串联操作。本实施中设在脱硫反应器前后的阀门采用手动和连锁自动控制相结合,实现不同串并联结合方式的切换。

[0051] 膜分离器脱碳针对中小型天然气脱碳,在本发明上述实施例提供的撬装装置中,膜分离器采用无循环膜组件,高效体积小,便于撬装化安装;三台膜分离器采用并联方式,可以提高处理能力,降低单台膜分离器的尺寸,便于撬装化安装。

[0052] 本实施例中,脱硫反应器和膜分离器均设有三台,适用于原料气量大或杂质含量高时的天然气处理。

[0053] 实施例6:本实施例提供了一种天然气脱液除渣脱酸性气工艺,其特征在于:含有以下步骤:

[0054] 脱液除渣处理:两台旋流聚结分离器交替使用,夹带大液滴和固体颗粒的原料气沿切向进入第一旋流聚结分离器的同向流旋风分离部分,沿外壁由上向下旋转,并不断向内转变为沿轴线向上旋转,气流中的固体颗粒和大液滴在离心力的作用下被甩向同向流旋风分离部分的器壁,在重力和气流的带动作用沿同向流旋风分离部分的器壁下落,气体进入并流聚结吸附分离部分,小液滴在并流聚结吸附分离部分的聚结层和吸附剂表面吸附聚结成液滴,气液并流流出并流聚结吸附分离部分时进行液体和气体的分离,脱除的液相和固相进入液体收集罐进行液固分离。当第一旋流聚结分离器中吸附剂吸附饱和后,切换至第二旋流聚结分离器,通过电加热或通热气吹扫对第一旋流聚结分离器中的吸附剂进行再生,如此循环,实现连续生产;当原料气量较大时,两台旋流聚结分离器并联操作。在通过通热气吹扫对第一旋流聚结分离器中的吸附剂进行再生时,热气由设置在旋流聚结分离器上部的进气管进入,并通过设置在旋流聚结分离器下部的出气管排出,从而实现对第一

旋流聚结分离器中的吸附剂再生。

[0055] 脱硫处理：将两台径向床脱硫反应器串联操作，另一台径向床脱硫反应器备用，经过脱液除渣处理的气体进入第一径向床脱硫反应器，通过第一径向床脱硫反应器中脱硫剂的吸附反应脱除气体中大部分的 H_2S ，再经过第二径向床脱硫反应器脱除剩余的 H_2S ，随着吸附时间的延长，第一径向床脱硫反应器的脱硫剂逐渐失效，当第一径向床脱硫反应器的脱硫剂完全失效后，切换至第二径向床脱硫反应器与第三径向床脱硫反应器串联模式，使原料气先经过第二径向床脱硫反应器脱除大部分的 H_2S ，再经过第三脱硫塔脱除剩余的 H_2S ，期间对第一径向床脱硫反应器进行脱硫剂再生或更换完脱硫剂操作，以备下次使用，当第二径向床脱硫反应器的脱硫剂完全失效后，切换至第三径向床脱硫反应器与第一径向床脱硫反应器串联模式，使原料气先经过第三径向床脱硫反应器脱除大部分的 H_2S ，再经过第一脱硫塔脱除剩余的 H_2S ，期间对第二径向床脱硫反应器进行脱硫剂再生或更换完脱硫剂操作，以备下次使用，如此循环使用可以充分发挥脱硫剂吸附容量。

[0056] 脱碳处理：脱硫后的气体经过颗粒过滤器过滤后进入三台并联的膜分离器进行干法脱 CO_2 ，获得净化后的天然气。净化后的天然气产品外送，富 CO_2 尾气高点放空或火炬放烧。

[0057] 作为上述实施例的延伸，可以根据天然气原料气量和杂质含量选择旋流聚结分离器、选择脱硫反应器及膜分离器的个数，实现不同规模及杂质含量天然气的净化处理。当原料气含硫量较低无需脱硫时，原料气经脱液除渣处理后可不经脱硫反应器直接通过脱碳模块进行脱碳处理；同理，当原料气 CO_2 含量较低无需脱碳时可不经脱碳处理直接作为产品气输出装置。

[0058] 上述实施例用来解释本发明，而不是对本发明进行限制，在本发明的精神和权利要求的保护范围内，对本发明做出的任何修改和改变，都落入本发明的保护范围。

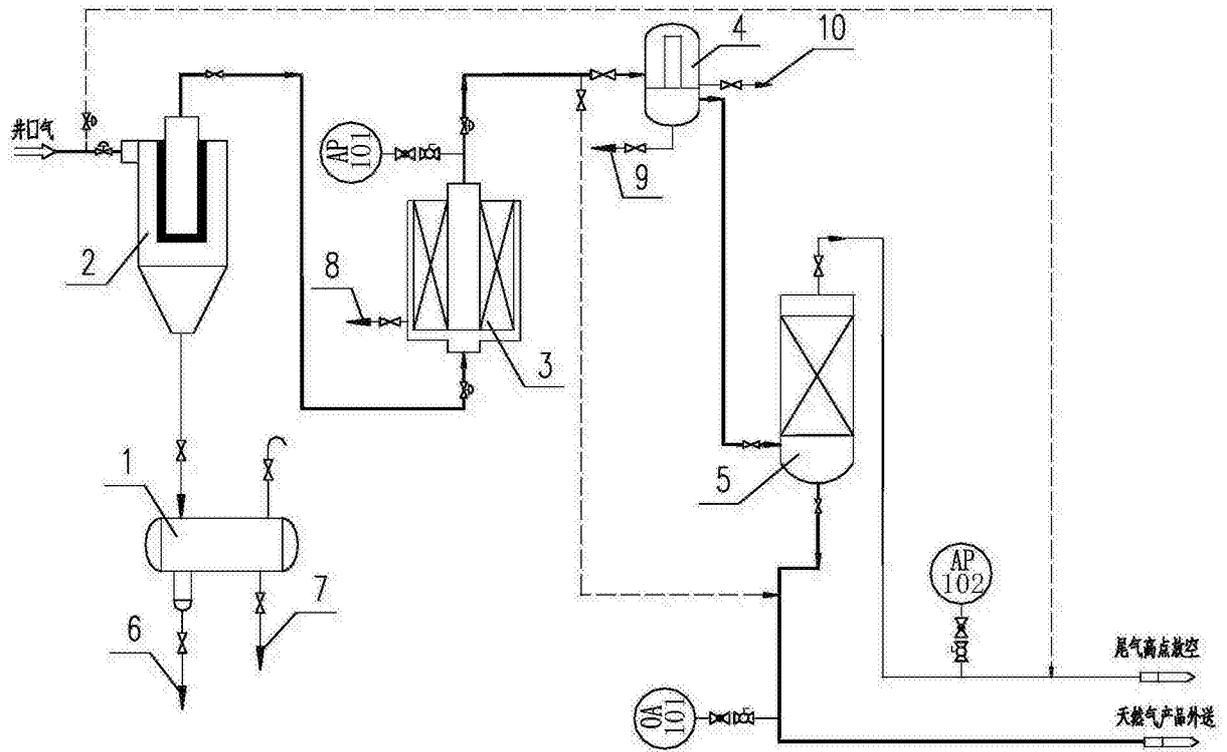


图 1

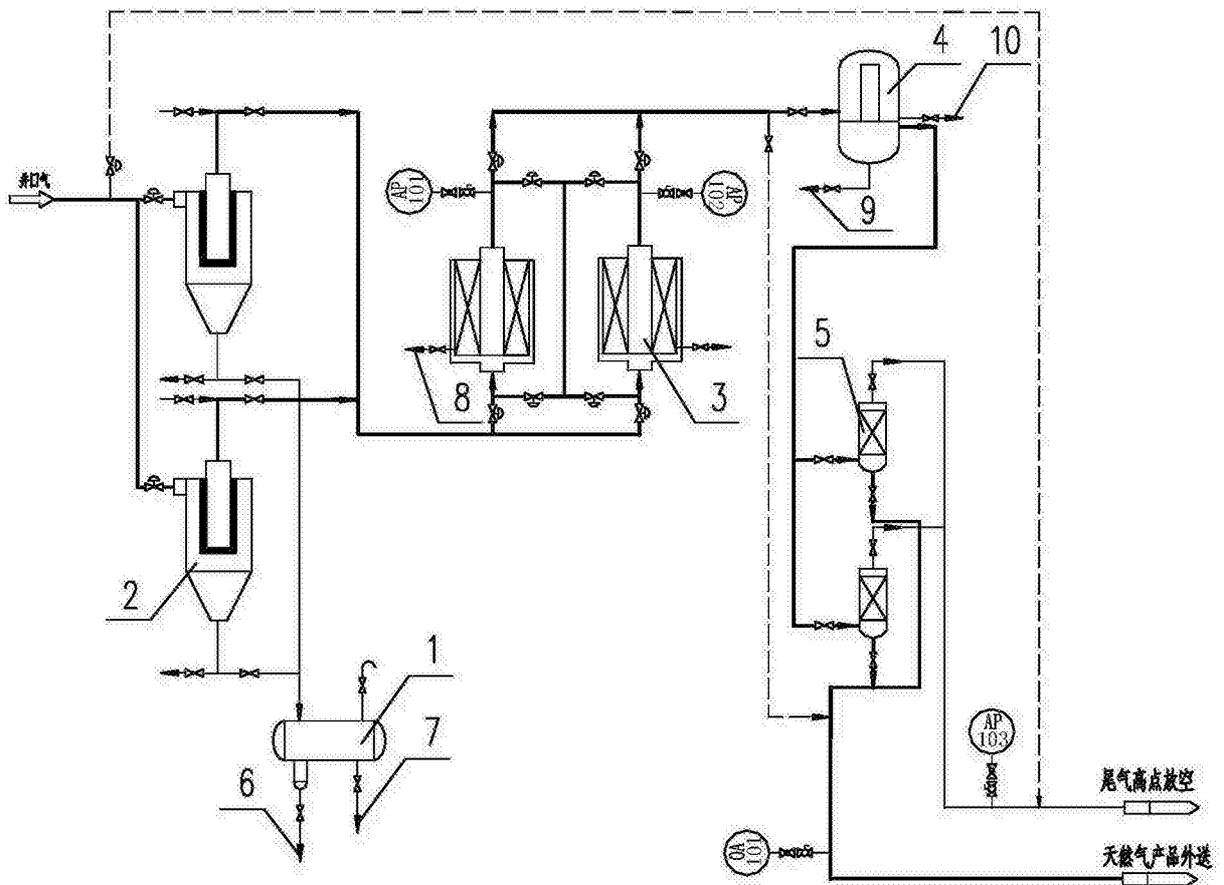


图 2

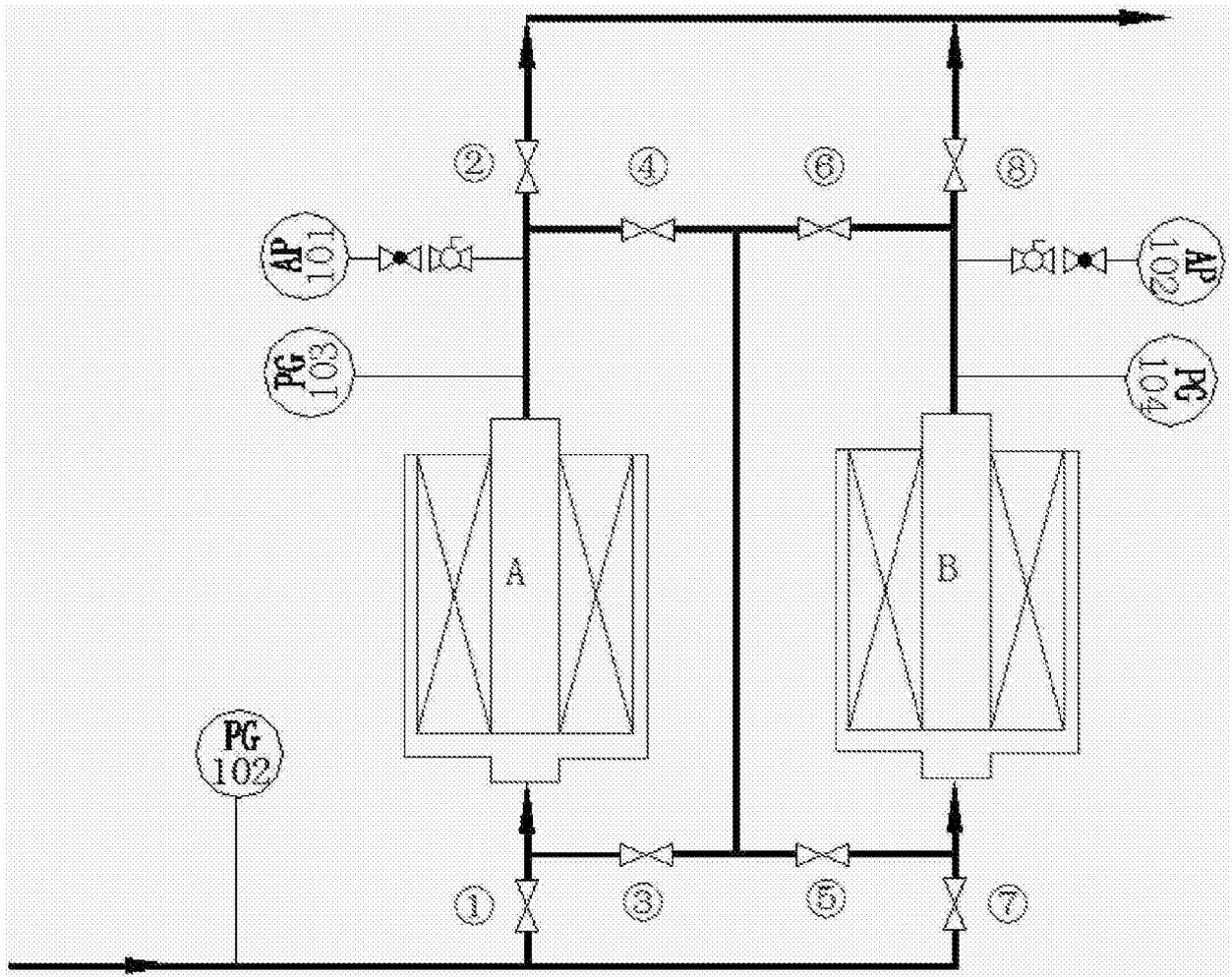


图 3

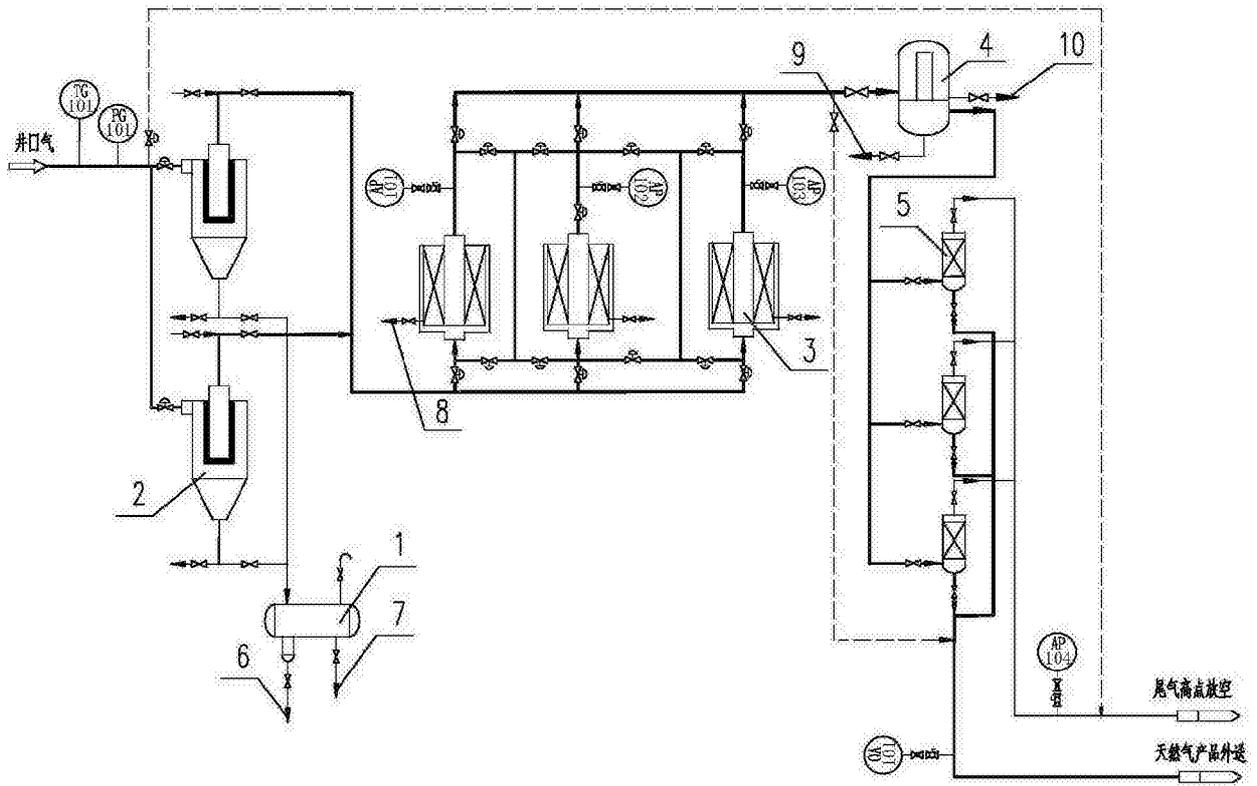


图 4