



(45) 授权公告日 2023.05.05

权利要求书2页 说明书12页 附图3页

1. 一种固定床重整产物处理系统,其特征在于,包括:

第一气液分离装置(1),具有第一进口、第一气相出口和第一液相出口,所述第一进口用于与固定床重整装置的物料出口连通,用于对所述固定床重整装置的产物进行气液分离,所述第一气液分离装置(1)为气液分离罐,所述第一进口处设置有入口挡板(9),所述入口挡板(9)的开口朝下,所述入口挡板(9)的顶部开设有通孔,所述气液分离罐的内部靠近顶部位置设置有网状除沫器(10);

气体压缩装置(2),与所述第一气相出口连通,用于对分离的气相加压以使得所述气相中包含的气化的轻组分液化;

冷却系统,所述气体压缩装置(2)的出口和所述第一液相出口均与所述冷却系统的进口连通,用于气液混合物的降温;

气液混合装置(3),所述第一液相出口和所述气体压缩装置(2)的出口均与所述气液混合装置(3)的进口连通,所述气液混合装置(3)的出口与所述冷却系统的进口连通;

第二气液分离装置(8),具有第二进口、第二气相出口和第二液相出口,所述冷却系统的出口与所述第二进口连通,用于气液分离,所述第二气液分离装置(8)为再接触罐,所述再接触罐内设置有网状除沫器(10);

其中,所述第二气相出口与所述冷却系统的气体冷却介质进口连通,用于将气相作为冷却介质;

和/或,所述第二液相出口与所述冷却系统的液体冷却介质进口连通,用于将液相作为冷却介质。

2. 根据权利要求1所述的固定床重整产物处理系统,其特征在于,所述冷却系统为多级冷却系统。

3. 根据权利要求2所述的固定床重整产物处理系统,其特征在于,所述多级冷却系统包括:

第一级换热器(4),所述气体压缩装置(2)的出口和所述第一液相出口均与所述第一级换热器(4)的进口连通;

第二级换热器(5),所述第二级换热器(5)的进口与所述第一级换热器(4)的出口连通;

第三级换热器(6),所述第三级换热器(6)的进口与所述第二级换热器(5)的出口连通;

制冷机(7),所述制冷机(7)的进口与所述第三级换热器(6)的出口连通,所述制冷机(7)的出口与所述第二进口连通。

4. 根据权利要求3所述的固定床重整产物处理系统,其特征在于,所述第二级换热器(5)的气相冷却介质进口与所述第二气相出口连通;

和/或所述第三级换热器(6)的液相冷却介质进口与所述第二液相出口连通。

5. 一种固定床重整产物处理方法,其特征在于,基于权利要求1-4任一项所述的固定床重整产物处理系统,包括以下步骤:

S100、将固定床重整装置的产物作为原料进行初步气液分离;

S200、将所述步骤S100中气液分离得到的气相进行加压以使得所述气相中包含的气化的轻组分液化;

S300、将所述步骤S100中气液分离得到的液相和所述步骤S200中加压后的气相混合后进行降温;

S400、将所述步骤S300中降温后的气液混合物进行二次气液分离,得到气相和液相;  
其中,所述步骤S300包括:

S301、将所述步骤S100中气液分离得到的液相和所述步骤S200中加压后的气相混合后进行第一级水冷降温;

S302、利用所述步骤S400中二次气液分离后得到的气相作为气相冷却介质对所述步骤S301中经过第一级水冷降温的气液混合物进行第二级降温,换热后的气相进行回收;

S303、利用所述步骤S400中二次气液分离后得到的液相作为液相冷却介质对所述步骤S302中经过第二级降温的气液混合物进行第三级降温,换热后的液相进行回收;

S304、利用丙烷制冷剂对所述步骤S303中经过第三级降温的气液混合物进行制冷。

## 一种固定床重整产物处理系统及处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及油气催化重整技术领域,特别涉及一种固定床重整产物处理系统。本发明还涉及一种固定床重整产物处理方法。

### 背景技术

[0002] 催化重整装置作为重要的芳烃、炼厂氢气生产装置,是现代石油炼厂和石油化工联合企业中最常见的装置之一,原油蒸馏所得的轻汽油馏分(或石脑油)在加热、氢压和催化剂存在的条件下,转变成富含芳烃的高辛烷值汽油(重整汽油),或者经芳烃抽提制取苯、甲苯和二甲苯,并副产液化石油气和氢气。

[0003] 催化重整装置所产氢气为炼厂各加氢装置提供廉价氢气,对整个炼厂的运行至关重要。目前各炼厂的固定床重整装置所产氢气中液化气组分携带量大,氢气外送纯度低,增加下游氢气回收装置的运行负荷及运行成本,同时造成装置液相收率偏低。提高所产氢气纯度、最大化回收液化气组分,对炼厂效益的提升具有明显的帮助。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种固定床重整产物处理系统,以提高氢气纯度,提高液相收率。

[0005] 本发明的另一个目的在于提供一种固定床重整产物处理方法,以提高氢气纯度,提高液相收率。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供以下技术方案:

[0007] 一种固定床重整产物处理系统,包括:

[0008] 第一气液分离装置,具有第一进口、第一气相出口和第一液相出口,所述第一进口用于与固定床重整装置的物料出口连通,用于所述固定床重整装置的产物进行气液分离;

[0009] 气体压缩装置,与所述第一气相出口连通,用于对分离的气相加压;

[0010] 冷却系统,所述气体压缩装置的出口和所述第一液相出口均与所述冷却系统的进口连通,用于气液混合物的降温;

[0011] 第二气液分离装置,具有第二进口、第二气相出口和第二液相出口,所述冷却系统的出口与所述第二进口连通,用于气液分离。

[0012] 优选地,在上述的固定床重整产物处理系统中,所述冷却系统为多级冷却系统。

[0013] 优选地,在上述的固定床重整产物处理系统中,所述第二气相出口与所述冷却系统的气体冷却介质进口连通,用于气相作为冷却介质;

[0014] 和/或所述第二液相出口与所述冷却系统的液体冷却介质进口连通,用于液相作为冷却介质。

[0015] 优选地,在上述的固定床重整产物处理系统中,所述多级冷却系统包括:

[0016] 第一级换热器,所述气体压缩装置的出口和所述第一液相出口均与所述第一级换热器的进口连通;

[0017] 第二级换热器,所述第二级换热器的进口与所述第一级换热器的出口连通;

[0018] 第三级换热器,所述第三级换热器的进口与所述第二级换热器的出口连通;

[0019] 制冷机,所述制冷机的进口与所述第三级换热器的出口连通,所述制冷机的出口与所第二进口连通。

[0020] 优选地,在上述的固定床重整产物处理系统中,所述第二级换热器的气相冷却介质进口与所述第二气相出口连通;

[0021] 和/或所述第三级换热器的液相冷却介质进口与所述第二液相出口连通。

[0022] 优选地,在上述的固定床重整产物处理系统中,还包括气液混合装置,所述第一液相出口和所述气体压缩装置的出口均与所述气液混合装置的进口连通,所述气液混合装置的出口与所述冷却系统的进口连通。

[0023] 优选地,在上述的固定床重整产物处理系统中,所述第一气液分离装置为气液分离罐,所述第一进口处设置有入口挡板,所述气液分离罐内设置有网状除沫器。

[0024] 优选地,在上述的固定床重整产物处理系统中,所述第二气液分离装置为再接触罐,所述再接触罐内设置有网状除沫器。

[0025] 本发明还提供了一种固定床重整产物处理方法,基于以上任一项所述的固定床重整产物处理系统,包括以下步骤:

[0026] S100、将固定床重整装置的产物作为原料进行初步气液分离;

[0027] S200、将所述步骤S100中气液分离得到的气相进行加压;

[0028] S300、将所述步骤S100中气液分离得到的液相和所述步骤S200中加压后的气相混合后进行降温;

[0029] S400、将所述步骤S300中降温后的气液混合物进行二次气液分离,得到气相和液相。

[0030] 优选地,在上述的固定床重整产物处理方法中,所述步骤S300包括:

[0031] S301、将所述步骤S100中气液分离得到的液相和所述步骤S200中加压后的气相混合后进行第一级水冷降温;

[0032] S302、利用所述步骤S400中二次气液分离后得到的气相作为气相冷却介质对所述步骤301中经过第一级水冷降温的气液混合物进行第二级降温,换热后的气相进行回收;

[0033] S303、利用所述步骤S400中二次气液分离后得到的液相作为气相冷却介质对所述步骤302中经过第二级降温的气液混合物进行第三级降温,换热后的液相进行回收;

[0034] S304、利用丙烷制冷剂对所述步骤S303中经过第三级降温的气液混合物进行制冷。

[0035] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0036] 本发明提供的固定床重整产物处理系统,包括第一气液分离装置、气体压缩装置、冷却系统和第二气液分离装置;其中,第一气液分离装置的第一进口用于与固定床重整装置的物料出口连通,对固定床重整装置的产物进行气液分离;气体压缩装置与第一气液分离装置的第一气相出口连通,用于对分离的气相加压;气体压缩装置的出口和第一气液分离装置的第一液相出口均与冷却系统的进口连通,用于对加压后的气相和液相的混合物进行降温;第二气液分离装置的第二进口与冷却系统的出口连通,用于再次气液分离,得到气相和液相。该固定床重整产物处理系统对固定床重整产物先进行气液分离,气相主要成分

为氢气,还包含气化的轻组分,加压后的气相,使得气化的轻组分液化,之后,再与分离后的液相混合,并进行降温,使得气相中的轻组分进一步液化,回到液相油品中,最后再次进行气液分离,得到纯度较高的氢气和收率较高的液相。通过加压和降温提高了固定床重整产物中氢气的纯度和液相收率。

### 附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0038] 图1为本发明实施例提供的一种固定床重整产物处理系统的原理结构图;

[0039] 图2为本发明实施例提供的一种固定床重整产物处理系统的气液分离罐的局部结构示意图;

[0040] 图3为本发明实施例提供的一种固定床重整产物处理系统的入口挡板的正视结构示意图;

[0041] 图4为图3中的入口挡板的俯视结构示意图。

[0042] 其中,图1为第一气液分离装置、2为气体压缩装置、3气相混合装置、4为第一级换热器、5为第二级换热器、6为第三级换热器、7为制冷机、8为第二气液分离装置、9为入口挡板、10为网状除沫器。

### 具体实施方式

[0043] 本发明的核心是提供了一种固定床重整产物处理系统,提高了固定床重整产物中的氢气纯度,提高了液相收率。

[0044] 本发明还提供一种固定床重整产物处理方法,提高了固定床重整产物中的氢气纯度,提高了液相收率。

[0045] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 请参考图1,本发明实施例提供了一种固定床重整产物处理系统,包括第一气液分离装置1、气体压缩装置2、冷却系统和第二气液分离装置8;其中,第一气液分离装置1具有第一进口、第一气相出口和第一液相出口,第一进口用于与固定床重整装置的物料出口连通,第一气相出口用于排出分离后的气相,第一液相出口用于排出分离后的液相,第一气液分离装置用于对固定床重整装置的产物进行气液分离;气体压缩装置2的进口与第一气相出口连通,用于对分离的气相加压;气体压缩装置2的出口和第一液相出口均与冷却系统的进口连通,用于对加压后的气相和液相的混合物进行降温;第二气液分离装置8具有第二进口、第二气相出口和第二液相出口,冷却系统的出口与第二进口连通,用于再次气液分离,得到气相和液相。

[0047] 该固定床重整产物处理系统工作时,固定床重整装置的产物从物料出口排出后,

通过第一进口进入第一气液分离装置1中进行气液分离,分离得到的气相通过第一气相出口排出,并进入气体压缩装置2中进行加压,通常由1.0~1.5Mpa增压至2.4~2.8Mpa,之后进入冷却系统,与此同时,分离得到的液相通过第一液相出口排出,并进入冷却系统,气相和液相混合并在冷却系统中降温,通常由80~90℃最终降低至0~5℃,使得气相中的轻组分在高压低温作用下液化,回到液相中,最后,将气液混合物通过第二进口进入第二气液分离装置8进行再次气液分离,得到气相和液相,其中,气相为纯度较高的氢气,液相较加压降温之前增多,收率提高。

[0048] 可见,该固定床重整产物处理系统对固定床重整产物先进行气液分离,气相主要成分为氢气,还包含气化的轻组分,加压后的气相,使得气化的轻组分液化,之后,再与分离后的液相混合,并进行降温,使得气相中的轻组分进一步液化,回到液相油品中,最后再次进行气液分离,得到纯度较高的氢气和收率较高的液相。通过加压和降温提高了固定床重整产物中氢气的纯度和液相收率。有效降低下游氢气回收装置的运行负荷及运行成本。

[0049] 进一步地,在本实施例中,冷却系统为多级冷却系统,通过多级冷却系统对气液混合物进行多级冷却降温,相较于由85℃左右直接降低至2℃左右,提高了换热效率,大大降低了能耗。

[0050] 更进一步地,在本实施例中,通过第二气液分离装置8最终分离得到的气相和液相依然保持较低的温度,可以作为冷却介质,因此,将第二气液分离装置8的第二气相出口与冷却系统的气体冷却介质进口连通,用于将低温气相作为冷却介质,对上游还在进行降温的气液混合物进行降温;

[0051] 和/或将第二气液分离装置8的第二液相出口与冷却系统的液体冷却介质进口连通,用于将低温液相作为冷却介质,对上游还在进行降温的气液混合物进行降温。

[0052] 即可以单独将低温气相或低温液相作为冷却介质返回到冷却系统中参与换热,也可以同时将低温气相和低温液相作为冷却介质返回冷却系统中参与换热,从而回收冷量,提高换热效率,进一步降低能耗。参与换热后的气相和液相可以回收后进入下游单元。

[0053] 如图1所示,本实施例对多及冷却系统进行优化,该多级冷却系统包括第一级换热器4、第二级换热器5、第三级换热器6和制冷机7;其中,气体压缩装置2的出口和第一液相出口均与第一级换热器4的进口连通;第二级换热器5的进口与第一级换热器4的出口连通;第三级换热器6的进口与第二级换热器5的出口连通;制冷机7的进口与第三级换热器6的出口连通,制冷机7的出口与第二气液分离装置8的第二进口连通。

[0054] 工作时,经过第一气液分离装置1分离后的气相经过加压后进入第一级换热器4,与此同时,分离后的液相也进入第一级换热器4,进行第一级降温,由85℃左右降温至40℃左右;之后进入第二级换热器5,进行第二级降温,由40℃左右降温至36℃左右;之后进入第三级换热器6,进行第三级降温,由36℃左右降温至22℃左右;最后进入制冷机7,利用制冷剂进行冷却降温,最终降温至2℃左右。每级冷却介质根据需要选择。

[0055] 通过分级冷却提高了换热效率,降低了能耗,且通过制冷机制冷,得到将气液混合物降低至较低温度,有利于气相中的轻组分液化回到液相中。

[0056] 当然,多级冷却系统还可以通过两级冷却、四级冷却等,只要能能够得到最终的低温气液混合物即可,并不局限于本实施例所列举的方式。

[0057] 进一步地,在本实施例中,第一级换热器4的冷却介质优选采用冷却水;第二级换

热器5的冷却介质采用低温气相,优选地,第二级换热器5的气相冷却介质进口与第二气液分离装置8的第二气相出口连通,将最终分离得到的低温气相,其主要包含氢气组分,作为第二级换热器5的冷却介质;第三级换热器6的冷却介质采用低温液相,优选地,第三级换热器6的液相冷却介质进口与第二气液分离装置8的第二液相出口连通,将最终分离得到的低温液相作为第三级换热器6的冷却介质。其中,分离得到的低温气相和低温液相可单独作为冷却介质对应参与第二级换热器5或第三级换热器6的降温,也可以同时作为冷却介质,分别参与第二级换热器5和第三级换热器6的降温,回收冷量,降低能耗。

[0058] 当然,第二级换热器5和第三级换热器6的冷却介质也可以专门获取,不采用分离得到的气相和液相,只是无法回收冷量。

[0059] 如图1所示,在本实施例中,固定床重整产物处理系统还包括气液混合装置3,第一液相出口和气体压缩装置2的出口均与气液混合装置3的进口连通,气液混合装置3的出口与冷却系统的进口连通。即第一气液分离装置1分离后的气相和液相,通过气液混合装置3充分混合后,再进入冷却系统,如此有利于降温以及气相中的轻组分液化回到液相中。具体地,气液混合装置3为管道混合器,即在气相和液相在交汇处的管道中设置管道混合器,气相和液相通过管道混合器后能够均匀地混合。

[0060] 如图2-图4所示,在本实施例中,第一气液分离装置1为气液分离罐,第一进口处设置有入口挡板9,气液分离罐内设置有网状除沫器10。具体地,可选用容积为 $52.4\text{m}^3$ 的气液分离罐,正常控制工艺液位在40%左右,罐顶压力控制在1.2Mpa左右,入口温度控制在 $45^\circ\text{C}$ 以内,入口挡板9设置于气液分离罐的内部且位于第一进口的位置,入口挡板9的开口朝下,入口挡板9的顶部开设有通孔,气液混合物通过第一进口进入后,被入口挡板阻挡,液相向下流通,气相可通过通孔向上流通,实现一定的气液分离效果。网状除沫器10设置于气液分离罐的内部靠近顶部位置,为多层网状结构,在气相向上通过网状除沫器10时,可以减小液相夹带,提高气液分离效果。

[0061] 进一步地,在本实施例中,第二气液分离装置8为再接触罐,再接触罐内设置有网状除沫器10。具体地,可选用容积为 $13.2\text{m}^3$ 的再接触罐,罐顶设置有网状除沫器10,正常控制工艺液位在45%左右,罐顶压力控制在2.5Mpa左右,入口温度控制在 $2^\circ\text{C}$ 左右。通过网状除沫器10减小液相夹带,提高气液分离效果。

[0062] 在本实施例中,气体压缩装置2为压缩机,具体为往复式压缩机,可设置两台压缩机,其中一台备用。压缩机将气相压力由1.2Mpa左右增压至2.6Mpa左右。

[0063] 本发明实施例还提供了一种固定床重整产物处理方法,基于以上任一实施例所描述的固定床重整产物处理系统,该方法包括以下步骤:

[0064] 步骤S100,将固定床重整装置的产物作为原料进行初步气液分离,得到气相和液相;

[0065] 步骤S200,将步骤S100中气液分离得到的气相进行加压,由 $1.0\sim 1.5\text{Mpa}$ 增压至 $2.4\sim 2.8\text{Mpa}$ ;

[0066] 步骤S300,将步骤S100中气液分离得到的液相和步骤S200中加压后的气相混合后进行降温,温度由 $80\sim 90^\circ\text{C}$ 最终降低至 $0\sim 5^\circ\text{C}$ ;

[0067] S400、将步骤S300中降温后的气液混合物进行二次气液分离,得到气相和液相。

[0068] 该方法将固定床重整产物在高压低温下,将气相中的轻组分液化回到液相中,使

得气相中的氢气组分纯度提高,同时提高了液相收率,有效降低下游氢气回收装置的运行负荷及运行成本。

[0069] 进一步地,在本实施例中,对步骤S300进行优化,步骤S300包括:

[0070] 步骤S301,将步骤S100中气液分离得到的液相和步骤S200中加压后的气相混合后进行第一级水冷降温,温度由85℃左右降温至40℃左右;

[0071] 步骤S302,利用步骤S400中二次气液分离后得到的气相作为气相冷却介质对步骤301中经过第一级水冷降温的气液混合物进行第二级降温,温度由40℃左右降温至36℃左右,换热后的气相进行回收,相应地,步骤S400中,二次气液分离后的气相温度较低,可作为冷却介质参与气液混合物的第二级降温,对其冷量进行回收;

[0072] 步骤S303,利用步骤S400中二次气液分离后得到的液相作为气相冷却介质对步骤302中经过第二级降温的气液混合物进行第三级降温,温度由36℃左右降温至22℃左右,换热后的液相进行回收,相应地,步骤S400中,二次气液分离后的液相温度较低,可作为冷却介质参与气液混合物的第三级降温,对其冷量进行回收;

[0073] 步骤S304,利用丙烷制冷剂对步骤S303中经过第三级降温的气液混合物进行制冷,温度由22℃降温至2℃左右。

[0074] 该方法采用多级冷却,且回收了二次气液分离后的低温气相和低温液相的冷量,从而提高了换热效率,且大大降低了能耗。

[0075] 其中,丙烷制冷剂如下表1所示,

[0076] 表1 HG/T 4632-2014--制冷剂用丙烷标准表

|        | 项目                 | 指标      |
|--------|--------------------|---------|
|        | 丙烷, w/%            | ≥99.5   |
|        | 水, w/%             | ≤0.001  |
| [0077] | 酸度(以HCl计), w/%     | ≤0.0001 |
|        | 蒸发残留物, w/%         | ≤0.01   |
|        | 气相中不凝性气体(25℃), V/% | ≤1.5    |
|        | 硫, w/(ug/mL)       | ≤1      |

[0078] 表1中,w%表示质量百分比,V%表示体积百分比。

[0079] 采用本申请的方法前后,第二气液分离装置的温度变化数据如下表2所示

[0080] 表2

[0081]

| 日期 | 实施前第二气液分离装置温度 (°C) | 实施后第二气液分离装置温度 (°C) |
|----|--------------------|--------------------|
| 1  | 34.0               | 1.4                |
| 2  | 35.1               | 1.5                |
| 3  | 35.0               | 2.0                |
| 4  | 34.5               | 2.4                |
| 5  | 35.7               | 2.6                |
| 6  | 37.1               | 3.0                |
| 7  | 37.4               | 2.4                |
| 8  | 39.9               | 2.4                |
| 9  | 41.3               | 2.7                |
| 10 | 39.4               | 2.2                |
| 11 | 35.3               | 2.1                |
| 12 | 35.7               | 2.4                |
| 13 | 37.0               | 3.2                |
| 14 | 33.5               | 3.0                |

|        |    |      |     |
|--------|----|------|-----|
| [0082] | 15 | 32.9 | 3.2 |
|        | 16 | 34.3 | 5.4 |
|        | 17 | 34.5 | 5.0 |
|        | 18 | 32.8 | 5.9 |
|        | 19 | 38.8 | 5.2 |
|        | 20 | 36.3 | 5.7 |
|        | 21 | 36.0 | 7.1 |
|        | 22 | 39.6 | 5.4 |
|        | 23 | 43.0 | 4.2 |
|        | 24 | 40.0 | 4.2 |
|        | 25 | 39.6 | 4.4 |
|        | 26 | 39.1 | 3.6 |
|        | 27 | 35.8 | 3.3 |
|        | 28 | 34.7 | 4.5 |
|        | 29 | 32.0 | 4.2 |
|        | 30 | 39.7 | 1.4 |
|        | 31 | 39.6 | 2.5 |
|        | 32 | 39.6 | 2.4 |

[0083] 可见,经过多级冷却后,最终分离的气相和液相的温度明显降低,在低温下,能够更好地将气相中的轻组分液化回到液相,提高氢气纯度和液相收率。

[0084] 采用本申请的方法前,外送氢气组分数据如下表3所示

[0085] 表3

| [0086] | 日期 | H2     | C1    | C2    | C3    | C4    | C5    | C6及以上 | 求和      |
|--------|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|        | 1  | 83.16% | 7.86% | 3.98% | 2.72% | 1.36% | 0.37% | 0.54% | 100.00% |
|        | 2  | 80.79% | 8.30% | 3.80% | 4.30% | 1.58% | 0.60% | 0.63% | 100.00% |
|        | 3  | 84.17% | 7.53% | 3.76% | 2.52% | 1.25% | 0.33% | 0.45% | 100.00% |
|        | 4  | 83.98% | 7.53% | 3.80% | 2.59% | 1.28% | 0.34% | 0.47% | 100.00% |

|        |    |        |       |       |       |       |       |       |         |
|--------|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| [0087] | 5  | 84.55% | 7.31% | 3.65% | 2.48% | 1.22% | 0.33% | 0.45% | 100.00% |
|        | 6  | 84.45% | 7.43% | 3.67% | 2.49% | 1.21% | 0.32% | 0.44% | 100.00% |
|        | 7  | 84.37% | 7.35% | 3.67% | 2.53% | 1.24% | 0.35% | 0.49% | 100.00% |
|        | 8  | 83.81% | 7.48% | 3.76% | 2.68% | 1.36% | 0.36% | 0.55% | 100.00% |
|        | 9  | 81.54% | 8.80% | 4.39% | 3.03% | 1.43% | 0.39% | 0.42% | 100.00% |
|        | 10 | 82.55% | 8.12% | 4.15% | 2.89% | 1.43% | 0.38% | 0.49% | 100.00% |
|        | 11 | 81.49% | 8.59% | 4.42% | 3.05% | 1.51% | 0.40% | 0.53% | 100.00% |
|        | 12 | 83.27% | 7.94% | 4.00% | 2.68% | 1.29% | 0.34% | 0.49% | 100.00% |
|        | 13 | 82.73% | 8.07% | 4.09% | 2.84% | 1.42% | 0.37% | 0.48% | 100.00% |
|        | 14 | 81.23% | 8.81% | 4.50% | 3.07% | 1.49% | 0.39% | 0.51% | 100.00% |
|        | 15 | 81.18% | 9.14% | 4.45% | 2.96% | 1.41% | 0.36% | 0.49% | 100.00% |
|        | 16 | 82.23% | 8.45% | 4.23% | 2.90% | 1.41% | 0.38% | 0.41% | 100.00% |
|        | 17 | 82.71% | 8.47% | 4.11% | 2.72% | 1.28% | 0.34% | 0.38% | 100.00% |
|        | 18 | 81.58% | 8.79% | 4.39% | 3.02% | 1.42% | 0.37% | 0.42% | 100.00% |
|        | 19 | 81.93% | 8.66% | 4.24% | 2.93% | 1.39% | 0.38% | 0.48% | 100.00% |
|        | 20 | 81.06% | 9.28% | 4.51% | 3.01% | 1.41% | 0.36% | 0.37% | 100.00% |
|        | 21 | 82.47% | 8.58% | 4.18% | 2.79% | 1.31% | 0.34% | 0.34% | 100.00% |
|        | 22 | 82.74% | 8.42% | 4.13% | 2.77% | 1.28% | 0.33% | 0.33% | 100.00% |
|        | 23 | 82.41% | 8.52% | 4.21% | 2.83% | 1.35% | 0.33% | 0.35% | 100.00% |
|        | 24 | 83.43% | 7.94% | 3.98% | 2.69% | 1.30% | 0.33% | 0.34% | 100.00% |
|        | 25 | 82.33% | 8.35% | 4.31% | 2.90% | 1.40% | 0.35% | 0.37% | 100.00% |
|        | 26 | 82.43% | 8.35% | 4.31% | 2.88% | 1.35% | 0.34% | 0.34% | 100.00% |
|        | 27 | 83.02% | 8.12% | 4.06% | 2.76% | 1.31% | 0.33% | 0.40% | 100.00% |
|        | 28 | 82.38% | 8.32% | 4.23% | 2.93% | 1.40% | 0.37% | 0.37% | 100.00% |
|        | 29 | 83.58% | 7.61% | 3.92% | 2.84% | 1.36% | 0.36% | 0.33% | 100.00% |

[0088] 采用本申请的方法后,外送氢气组分数据如下表4所示,表4

[0089]

| 日期 | H2     | C1    | C2    | C3    | C4    | C5    | C6及以上 | 求和      |
|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 1  | 88.90% | 7.44% | 2.32% | 0.91% | 0.30% | 0.06% | 0.07% | 100.00% |
| 2  | 88.77% | 7.44% | 2.40% | 0.95% | 0.31% | 0.06% | 0.07% | 100.00% |
| 3  | 88.74% | 7.24% | 2.50% | 1.01% | 0.35% | 0.07% | 0.09% | 100.00% |
| 4  | 86.29% | 8.59% | 3.11% | 1.33% | 0.48% | 0.10% | 0.10% | 100.00% |
| 5  | 87.67% | 7.39% | 2.99% | 1.27% | 0.46% | 0.09% | 0.13% | 100.00% |
| 6  | 86.75% | 7.70% | 3.39% | 1.38% | 0.48% | 0.10% | 0.20% | 100.00% |
| 7  | 85.82% | 7.83% | 3.48% | 1.44% | 0.50% | 0.10% | 0.83% | 100.00% |
| 8  | 87.83% | 7.22% | 3.05% | 1.27% | 0.45% | 0.09% | 0.10% | 100.00% |
| 9  | 88.23% | 7.29% | 2.84% | 1.11% | 0.37% | 0.07% | 0.09% | 100.00% |
| 10 | 89.33% | 7.09% | 2.34% | 0.83% | 0.26% | 0.05% | 0.10% | 100.00% |
| 11 | 89.11% | 6.93% | 2.52% | 0.94% | 0.33% | 0.06% | 0.11% | 100.00% |
| 12 | 89.62% | 6.90% | 2.23% | 0.82% | 0.28% | 0.05% | 0.10% | 100.00% |
| 13 | 88.97% | 7.19% | 2.42% | 0.90% | 0.30% | 0.06% | 0.16% | 100.00% |
| 14 | 89.36% | 7.01% | 2.31% | 0.88% | 0.30% | 0.06% | 0.08% | 100.00% |
| 15 | 88.60% | 7.41% | 2.49% | 0.98% | 0.35% | 0.07% | 0.10% | 100.00% |
| 16 | 88.45% | 7.36% | 2.64% | 1.01% | 0.36% | 0.07% | 0.11% | 100.00% |
| 17 | 88.84% | 7.39% | 2.35% | 0.90% | 0.34% | 0.06% | 0.12% | 100.00% |
| 18 | 88.34% | 7.44% | 2.64% | 1.03% | 0.37% | 0.07% | 0.11% | 100.00% |
| 19 | 87.73% | 7.88% | 2.73% | 1.11% | 0.38% | 0.08% | 0.09% | 100.00% |
| 20 | 87.20% | 8.25% | 2.82% | 1.15% | 0.40% | 0.08% | 0.10% | 100.00% |
| 21 | 85.41% | 8.25% | 2.96% | 1.22% | 1.99% | 0.08% | 0.09% | 100.00% |
| 22 | 87.59% | 7.94% | 2.79% | 1.11% | 0.38% | 0.07% | 0.11% | 100.00% |
| 23 | 86.97% | 8.00% | 3.00% | 1.32% | 0.47% | 0.10% | 0.14% | 100.00% |
| 24 | 87.55% | 7.64% | 2.85% | 1.21% | 0.42% | 0.09% | 0.24% | 100.00% |
| 25 | 87.28% | 8.10% | 2.87% | 1.16% | 0.40% | 0.08% | 0.11% | 100.00% |
| 26 | 87.20% | 7.86% | 3.05% | 1.24% | 0.43% | 0.09% | 0.13% | 100.00% |
| 27 | 86.97% | 8.00% | 3.09% | 1.28% | 0.45% | 0.09% | 0.12% | 100.00% |
|    |        |       |       |       |       |       |       |         |
| 28 | 87.53% | 7.69% | 2.96% | 1.20% | 0.41% | 0.08% | 0.13% | 100.00% |
| 29 | 87.21% | 8.06% | 2.90% | 1.19% | 0.41% | 0.08% | 0.15% | 100.00% |

[0090]

[0091] 采用本申请的方法后,氢气纯度提升数据如下表5所示

[0092] 表5

| 日期  | 氢气纯度提升值 |
|-----|---------|
| 1   | 5.75%   |
| 2   | 7.97%   |
| 3   | 4.58%   |
| 4   | 2.32%   |
| 5   | 3.12%   |
| 6   | 2.31%   |
| 7   | 1.45%   |
| 8   | 4.01%   |
| 9   | 6.69%   |
| 10  | 6.78%   |
| 11  | 7.62%   |
| 12  | 6.35%   |
| 13  | 6.23%   |
| 14  | 8.13%   |
| 15  | 7.41%   |
| 16  | 6.22%   |
| 17  | 6.13%   |
| 18  | 6.75%   |
| 19  | 5.80%   |
| 20  | 6.14%   |
| 21  | 2.94%   |
| 22  | 4.86%   |
| 23  | 4.56%   |
| 24  | 4.12%   |
| 25  | 4.95%   |
| 26  | 4.77%   |
| 27  | 3.95%   |
| 28  | 5.14%   |
| 29  | 3.63%   |
| 平均值 | 5.20%   |

[0095] 通过表3-表5可知,氢气纯度得到显著提高,相应地,液相收率也提高了。

[0096] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他

实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0097] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

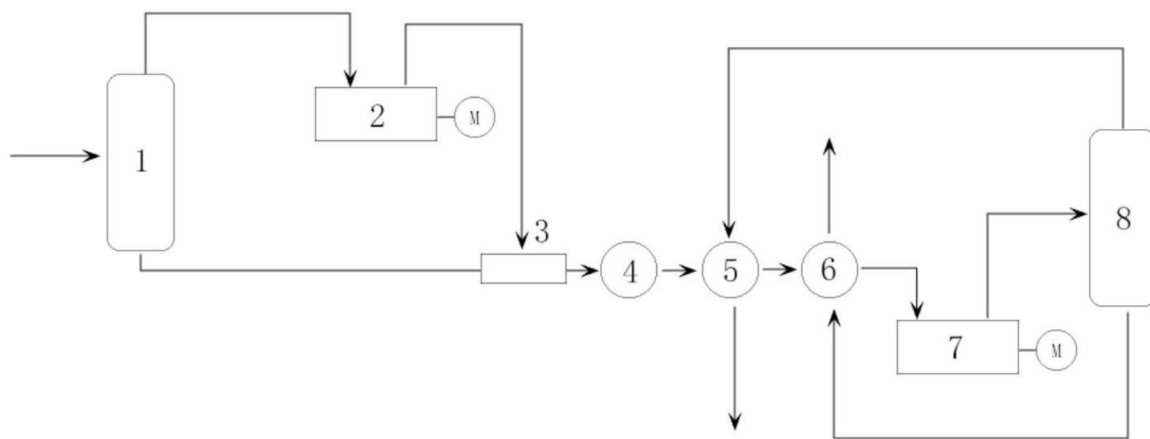


图1

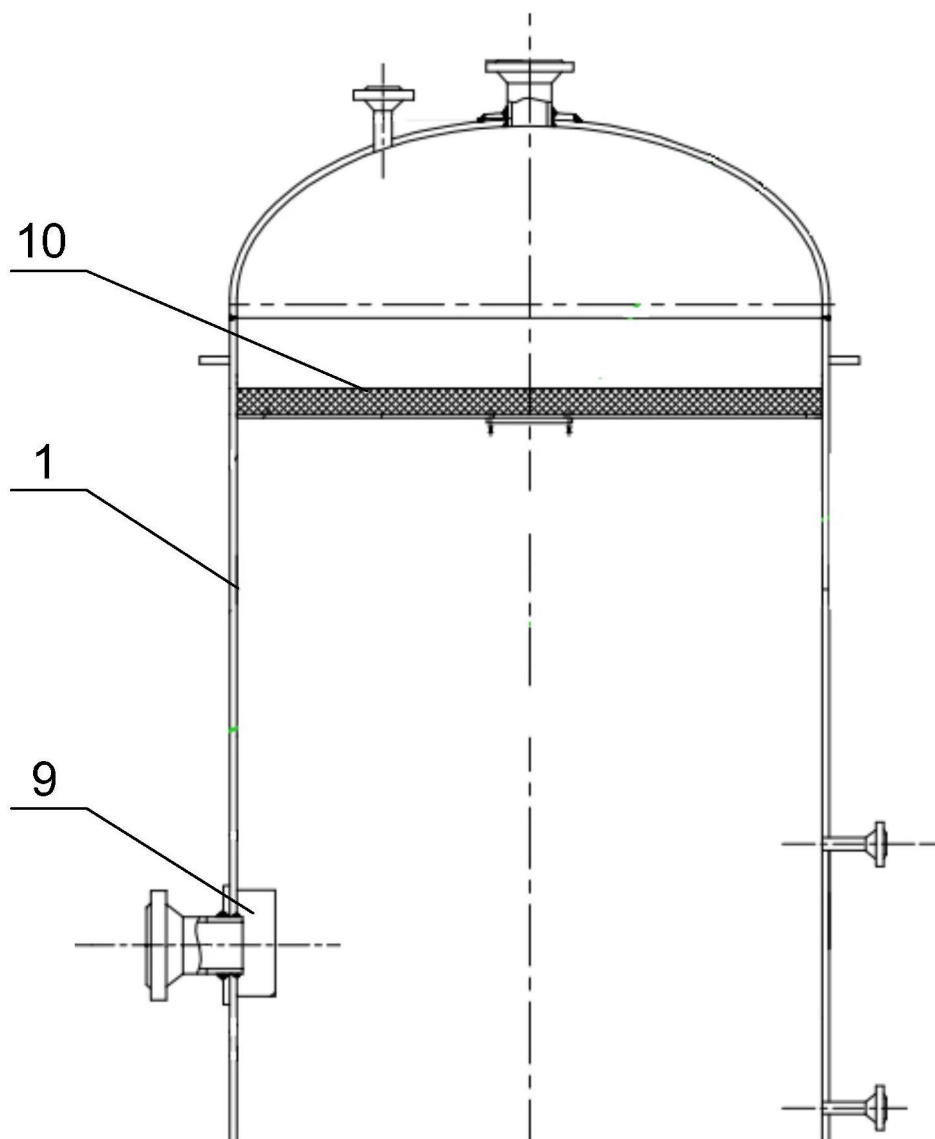


图2

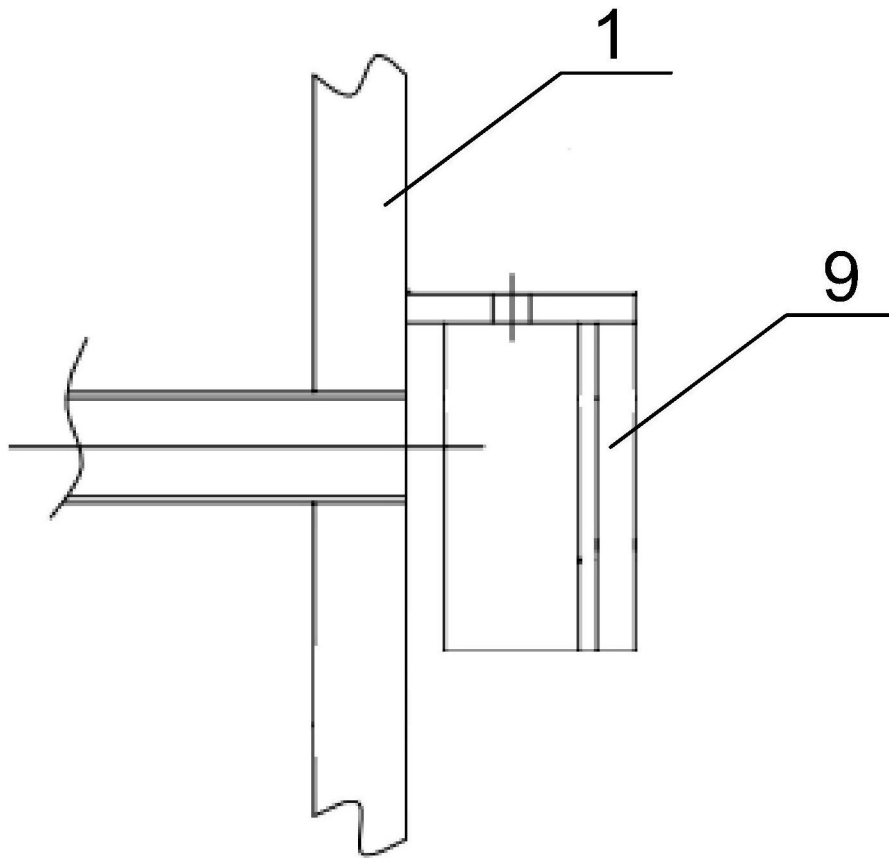


图3

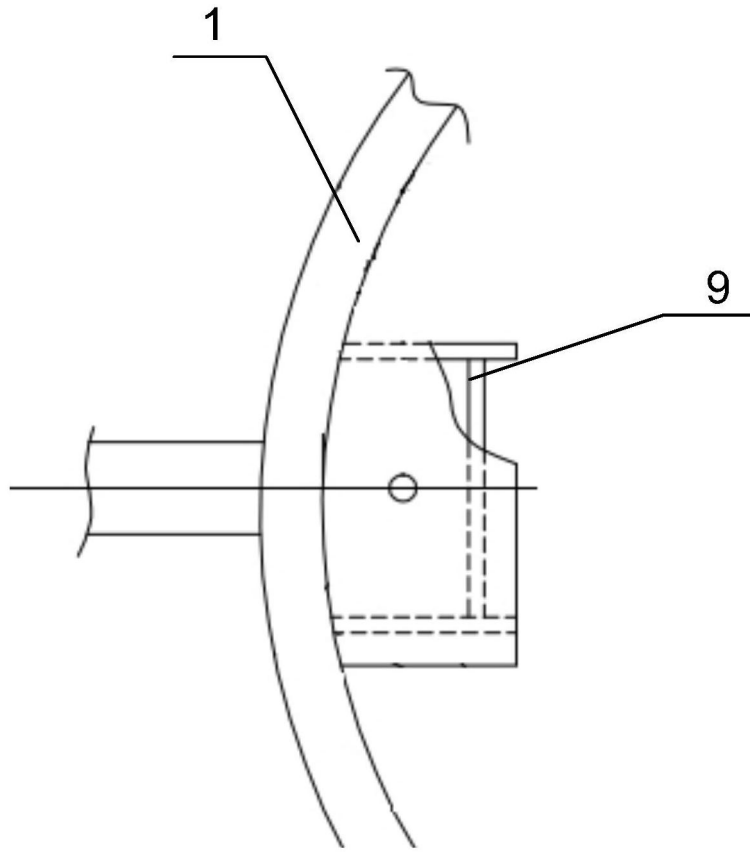


图4