

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 8 月 7 日 (07.08.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/117633 A1

(51) 国际专利分类号:

C10G 53/02 (2006.01) B01D 45/14 (2006.01)
C01B 3/50 (2006.01) B01D 45/16 (2006.01)
C01B 3/00 (2006.01) B01D 50/00 (2006.01)
B01D 3/16 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/000029

(22) 国际申请日: 2014 年 1 月 10 日 (10.01.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201310037577.5 2013 年 1 月 30 日 (30.01.2013) CN
201310239487.4 2013 年 6 月 17 日 (17.06.2013) CN

(71) 申请人: 华东理工大学 (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN];
中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。

(72) 发明人: 杨强 (YANG, Qiang); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 许萧 (XU,

Xiao); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 卢浩 (LU, Hao); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 王朝阳 (WANG, Chaoyang); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。

(74) 代理人: 上海新天专利代理有限公司 (SHANGHAI XIN TIAN PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国上海市南昌路 59 号 1606 室, Shanghai 200020 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR IMPROVING HYDROGEN UTILIZATION RATE OF HYDROGENATION APPARATUS

(54) 发明名称: 提高加氢装置氢气利用率的方法及装置

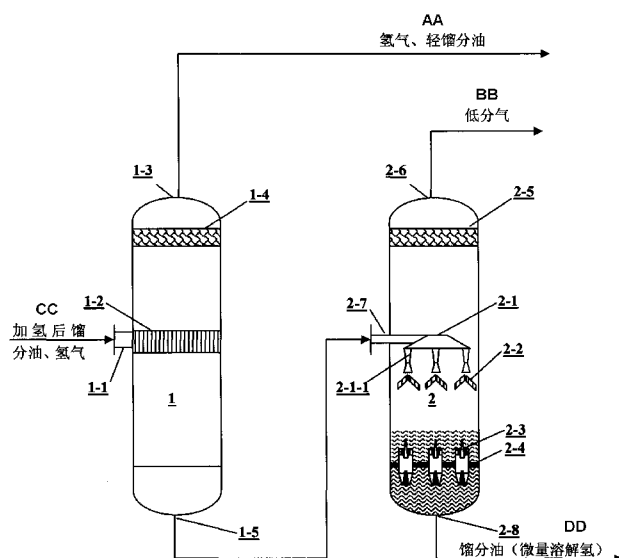


图 3 / FIG.3

AA Hydrogen and light distillate oil
BB Low-pressure separated gas
CC Hydrogenated distillate oil and hydrogen
DD Distillate oil (with a small amount of dissolved hydrogen)

(57) Abstract: A method and an apparatus for improving a hydrogen utilization rate in a hydrogenation hot high-pressure separation process. Hydrogenated distillate oil, a gas product and hydrogen pass through an inertia separation distributor (1-2) arranged in an inlet (1-1) of a hot high-pressure separator (1) under high pressure for preliminary gas-liquid separation, and a gas phase goes to a subsequent system; a liquid phase goes into a hot low-pressure separator (2), releases a part of low-pressure separated gas (mainly hydrogen) after preliminary separation through an injection flash separator (2-1) in the hot low-pressure separator (2), and is divided into a gas phase and a liquid phase based on gravitational settling; hydrogen and some micro bubbles that are still dissolved in hot low-pressure separated oil under the pressure are separated from the oil through a centrifugal degassing device (2-3); the gas phase exits from the apparatus after carried liquid droplets are removed completely through swirling flow separation or coalescence separation, and distillate oil goes to a subsequent facility.

(57) 摘要:

[见续页]



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种提高加氢热高分流程中氢气利用率的方法及装置。加氢后馏分油、气体产物与氢气首先在高压下通过热高压分离器(1)入口(1-1)设置的惯性分离分布器(1-2)进行初步的气液分离,气相去后续系统;液相进入热低压分离器(2),在热低压分离器(2)内经喷射闪蒸分离器(2-1)初步分离释放出一部分低分气(主要为氢气),依靠重力沉降分为气相及液相;在该压力下依然溶解于热低分油的氢气及部分微小气泡通过离心脱气设备(2-3)进行分离;气相部分通过旋流分离或聚结分离将携带的液滴脱除干净后出装置,馏分油去后续设施。

提高加氢装置氢气利用率的方法及装置

技术领域

本发明涉及用氢精制烃油领域，尤其涉及一种利用惯性分离分布技术、喷射闪蒸及离心脱气组合技术提高加氢装置氢气利用率的方法及装置。

发明背景

随着原油资源的日益短缺和重质化、劣质化发展，馏分油加氢工艺在清洁燃料生产中获得了广泛应用。另外，在目前页岩气、天然气及煤化工中，也广泛采用馏分油加氢工艺，以得到清洁的燃料。

传统烃油加氢过程反应系统需要大量的氢气保证一定的氢分压，其中小部分氢气通过加氢化学反应消耗掉，大部分由循环氢压缩机升压后循环使用。常规渣油加氢、加氢裂化、加氢处理、加氢改质、加氢精制等中高压加氢工艺反应产物的分离流程通常有冷高分流程和热高分流程。通常全部反应产物经过空冷器后进行气液分离的流程称为冷高分流程；而全部反应产物在某温度下先进行一次气液分离，闪蒸出的油气再经换热和空冷后进行二次分离的流程，称为热高分流程。冷高分和热高分流程已经被广泛地应用于国内外加氢装置中。冷高分和热高分流程的选择的核心问题是如何对两种流程进行经济性比较。热高分流程的优点是：降低装置能耗，减少冷换面积；对于高寒地区可以减少空冷器凝冻现象的发生；对于全循环流程，有利于防止稠环芳烃的积累而堵塞高压空冷器。但其缺点是：增加高温油气分离系统，并且氢气损失较大，循环氢的浓度也略低于冷高分流程，造成整个反应系统的压力略有增加。采用热高分流程的前提条件就是低分气中含有的氢气必须得到有效地回收，溶解在冷低分油和热低分油中的氢气通常认为是氢气损失的一部分。

目前热高分流程中，氢气与加氢后馏分油在热高压分离器特定温度和压力下进行气液相分离，该分离采用重力沉降分离；热高压分离器气相经循环氢压缩机升压返回反应系统，热高压分离器液相经减压闪蒸后在热低压分离器特定温度和压力下释放出低分气，低分气中的氢含量一般约为 70%，通过重力沉降分离后一般将这部分低分气作为富氢气体送至 PSA 装置回收其中的氢气。一般中高压加氢装置热低压分离器压力设计在 1.2~3.0 MPa (G)，以保证分离出的低分油靠压力进入到分馏塔中，进入分馏塔分离出来的氢气因含量较低不能回收通常作为燃料气使用，氢气的利用效率较低。因目前加氢热高分流程中热高压分离器、热低压分离器气液两相通常都采用自然的重力沉降，如附图 1 所示，因此不可避免的部分气体（主要为氢气）以微小气泡存在于液相中，随之送往后续装置，造成了部分氢气的损失；另外，热低压分离器采用传统的闪蒸-重力沉降分离方法，因停留时间一定的操作条件下液气相接触表面较小造成

确认本

闪蒸效率低,造成了部分氢气损失;最后因热低压分离器压力设计在 1.2~3.0 MPa (G),在此分压下液相中还会溶解部分氢气,也造成了部分氢气的损失。因此需采用更高效的方法对该部分氢气进行回收利用,这对企业高效、经济的运行将带来好处。

发明内容

为了克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种提高加氢热高分流程中氢气利用率的方法及装置。

加氢后馏分油、气体产物与氢气首先在高压下通过热高压分离器进口设置的惯性分离分布器进行初步的气液分离,强化气体分离效率,气相经冷高压及后续设施后经循环氢压缩机返回反应系统;液相第一步经喷射闪蒸技术进行初步分离释放出一部分低分气(主要为氢气),分离出的气相依靠重力沉降方法分为气相及液相;在该压力下依然溶解于馏分油的气体及部分微小气泡通过第二步的离心脱气方法进行分离,依靠离心脱气设备的压力梯度(径向截面自外向内压力逐渐降低)及离心场,溶解于馏分油的气体由于压力梯度场分压的降低而析出,该部分析出气体及微小气泡在离心场下得到进一步的分离;气相部分通过旋流分离或聚结分离将携带的液滴脱除干净后出装置,馏分油去后续设施。该方法装置弥补了现有技术的不足,提高了氢气的回收利用率。

具体的技术方案为:

一种提高加氢热高分流程中氢气利用率的方法,包括以下步骤:

步骤 1: 热高压分离器入口设置惯性分离分布器对加氢处理后的馏分油与氢气混合物进行初步分离,惯性分离分布器的压降为 0.0001~0.01MPa;其次通过重力沉降进行二次分离,分离后的气相经旋流或者聚结分离去后续装置,液相去热低压分离器,热高压分离器内操作压力为 2~30MPa,操作温度为 200~270℃;

步骤 2: 进入热低压分离器的馏分油首先通过喷射闪蒸技术对馏分油中溶解的气相进行分离,该过程的压降不大于 0.01MPa;其次通过重力沉降对闪蒸分离出的气液两相进行分离,分离出的液相采用离心脱气法依靠旋流或离心的压力梯度场对馏分油进行二次脱气,该压力梯度场内压力差为 0.01~10 MPa,分离出的气相从上部经旋流或者聚结分离后出热低压分离器,分离出的液相从下部出热低压分离器,热低压分离器的操作压力为 0.6~5MPa,操作温度为 170~240℃;

一种实现前述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置,包括一设置有入口、液相出口和气相出口的热高压分离器和一设置有入口、液相出口和气相出口的热低压分离器,该热高压分离器的液相出口同热低压分离器的入口相连通,该热低压分离器入口处设置有一喷射闪蒸分离器,该喷射闪蒸分离器包括至少一喷射闪蒸芯管;该热

低压分离器设置于液相出口前设置有至少一离心脱气芯管，该离心脱气芯管包括一腔体，该腔体上设有液气进口、气相出口和液相出口，该气相出口从该腔体上表面中心插入该腔体内，插入深度为该腔体最大直径的 0.1~3 倍。

进一步，该热高压分离器的入口处设置有至少一惯性分离分布器，该惯性分离分布器包括设置于两侧的多个惯性分离分布叶片、上盖板和下盖板，该惯性导流叶片包括导流直线段、叶片转角半圆和分布直线段组成，导流直线段为近箱体一端；该多个惯性分离分布叶片可采用一层或者上下多层布置。

进一步，所述惯性分离分布器的上盖板或下盖板采用自进料中心线到边缘倾斜设置方式，倾斜角度为 3~60 度。

进一步，所述热高压分离器气相出口或/和热低压分离器气相出口处设置有一气液分离器。

进一步，所述气液分离器为气液旋流或聚结分离器。

进一步，所述热低压分离器包括多个喷射闪蒸芯管，该多个喷射闪蒸芯管并联在热低压分离器径向截面均布安装形式，通过该喷射闪蒸芯管液体流速可增大 1-20 倍。

进一步，所述喷射闪蒸分离器出口处设置对应的伞状布液器，伞状布液器表面积为喷射闪蒸芯管出口面积的 1-30 倍。

进一步，所述热低压分离器包括多个所述离心脱气芯管，该多个离心脱气芯管并联且在热低压分离器径向截面均布设置。

进一步，所述热低压分离器还包括一将热低压分离器分为两个腔室的分隔板，该分隔板设置高度同所述离心脱气芯管设置高度相适应，以将离心脱气芯管的进口及液相出口分隔置于前述两个腔室内。

本发明的有益效果在于：本发明首先采用惯性分离分布的方法强化气液分离，提高热高压分离器的氢气分离效率；其次采用喷射闪蒸、液体伞状均布技术提高馏分油闪蒸脱气效率，在重力场作用下首先对馏分油携带气及压降释放的溶解气进行分离，其后对在该热低压分离器操作压力下溶解的气体靠闪蒸方法无法有效去除、对闪蒸分离出的馏分油中分散的微小气泡靠重力沉降也无法有效去除利用离心脱气方法进行二次分离，该分压下的溶解气体依靠离心液气分离的压力梯度场（径向截面自外向内压力逐渐降低）进行分离、馏分油中夹带的微小气泡依靠离心场有效去除。

本发明所述方法中，如经热低压分离器出来的馏分油还需进行闪蒸回收氢气的话，可直接采用离心脱气方法对馏分油携带气及溶解气进行分离，这样可进一步有效减少液相降压后再增压的能耗。

本发明采用的设备具有操作简单、占地面积小、脱气效率高等优点，克服了目前热高分流程氢气损耗大的问题，可广泛应用于馏分油加氢处理过程。

附图说明

图 1-1 为现有工艺流程示意图。

图 1-2 为现有装置流程示意图。

图 2 为本发明工艺流程示意图。

图 3 为本发明第一实施例装置流程示意图。

图 4 为本发明第二实施例装置流程示意图。

图 5-1 为热高压分离器入口惯性分离分布器俯视图。

图 5-2 为热高压分离器入口惯性分离分布器左视图。

图 6-1 为离心脱气芯管结构示意图。

图 6-2 为离心脱气芯管沿 A-A 剖线的剖视图的径向压力示意图。

图 6-3 为离心脱气芯管径向截面压力梯度分布仿真图。

图 7 为离心脱气芯管结构细节图。

符号说明：

1 为热高压分离器； 1-1 为热高压入口； 1-2 为惯性分离分布器； 1-3 为热高压气相出口； 1-4 为出口气液分离器； 1-5 热高压液相出口； 2 为热低压分离器； 2-1 为喷射闪蒸分离器； 2-1-1 为喷射闪蒸芯管； 2-2 为伞状布液器； 2-3 为离心脱气设备； 2-3-1 为离心脱气芯管； 2-4 为分隔板； 2-5 为气液分离器； 2-6 为热低压气相出口； 2-7 为热低压入口； 2-8 为热低压液相出口； 1-1-1 为热高压入口管道； 1-2-1 为惯性分离分布叶片； 1-2-2 为上盖板； 1-2-3 为下盖板； 3 为第二热低压分离器。

2-3-1-1-1 为 液气轴流式进口； 2-3-1-1-2 为液气切向进口； 2-3-1-2 为 柱腔； 2-3-1-3 为 锥腔； 2-3-1-4 为 离心脱气芯管液相出口； 2-3-1-5 内锥体； 2-3-1-6 为 溢流管倒锥厚壁； 2-3-1-7 为 二次液出口； 2-3-1-8 为环形槽隙， 2-3-1-9 为喷射二次分离溢流管， 2-3-1-9-1 为 喇叭口， 2-3-1-9-2 为 第一溢流管柱腔， 2-3-1-9-3 为 倒锥形连接腔， 2-3-1-9-4 为 第二溢流管柱腔， 2-3-1-9-5 为筒体。

具体实施方式

本发明提高加氢装置氢气回收的装置，包括一设置有入口、液相出口和气相出口的热高压分离器和一设置有入口、液相出口和气相出口的热低压分离器，该热高压分离器的液相出口同热低压分离器的入口相连通，该热低压分离器入口处设置有一喷射闪蒸分离器，该喷射闪蒸分离器包括至少一喷射闪蒸芯管；该热低压分离器设置于液相出口前设置有至少一离心脱气芯管，该离心脱气芯管包括一腔体，该腔体上设有液气进口、气相出口和液相出口，该气相出口从该腔体上表面中心插入该腔体内，插入深度为该腔体最大直径的 0.1~3 倍。

本发明提高加氢装置氢气回收的工艺流程如下：加氢后馏分油、气体产物与氢气首先采用热高压分离器入口设置的惯性分离分布器进行初步分离，惯性分离分布器的压降为 0.0001~0.01MPa；其次通过重力沉降进行二次分离，经热高压分离器内惯性分离分布器及腔体沉降分离后，气相（循环氢及部分轻馏分油）去后续装置，液相（馏分油及溶解气）进入热低压分离器；进入热低压分离器的馏分油首先通过喷射闪蒸技术对馏分油中溶解的气相进行分离，该过程的压降不大于 0.01MPa；其次通过重力沉降对闪蒸分离出的气液两相进行分离，分离出的液相采用离心脱气法依靠旋流或离心的压力梯度场对馏分油进行二次脱气，该压力梯度场内压力差为 0.01~10 MPa，经喷射闪蒸器闪蒸分离后，气相（低分气，主要为氢气）去 PSA 回收，液相及溶解气以及携带的微小气泡去离心脱气器进行二次脱气分离，之后液体（馏分油）从下部出设备，分离出的气相从上部气相出口去 PSA 回收。

通过该发明的实施，可显著克服目前加氢热高分流程中热高压分离器、热低压分离器气液两相自然的重力沉降分离效率低的问题，解决部分气体（主要为氢气）以微小气泡存在于液相中，随之送往后续装置，造成的部分氢气的损失；另外，克服了目前热低压分离器采用传统的闪蒸-重力沉降分离方法，因停留时间一定的操作条件下液气相接触表面较小造成闪蒸效率低，造成了部分氢气损失的问题；最后克服了热低压分离器压力设计在 1.2~3.0 MPa (G) 时液相中溶解部分氢气，造成部分氢气损失的问题。该发明的实施提高了氢气的回收利用率，对企业生产装置的高效、经济运行将带来好处。

实施例 1:

某石化加氢装置采用热高分流程，热高压分离器进料参数如下：

名 称		单 位
物料名称:	氢气、油气、油、H ₂ S、NH ₃	
总流量	433290	kg/h
气相	81520	kg/h
油相	351770	kg/h

水相		kg/h
操作温度 -最高/正常/最低	/210/	°C
操作压力 -最高/正常/最低	8.4/8.3/	MPa(g)
真空或负压 -最高/最低	全真空	MPa(abs)
介质密度 -操作温度下		
气相	18.3969	kg/m ³
油相	733.4492	kg/m ³

注：操作初期：气相中 H₂ 浓度为 73.8946% (v)，H₂S 浓度为 1.8413% (v)，液相中 H₂S 浓度为 0.177% (wt)；操作末期：气相中 H₂ 浓度为 73.7534% (v)，H₂S 浓度为 1.3705% (v)，液相中 H₂S 浓度为 0.132% (wt)。

请参阅图 1-1~图 1-2，现有加氢热高压分离流程通过以下步骤实现，加氢后馏分油、气体产物与氢气首先进入热高压分离器 1 在一定的温度和压力下进行气液分离，分离采用重力沉降方式，分离出的气相去后续装置，液相进入热低压分离器 2 进行闪蒸，闪蒸出的气液两相再通过重力沉降方式分离，分离出的气相（低分气）去 PSA 进行氢气回收，液相去后续脱硫及分馏装置。在当前分离过程中，气液两相通常都采用自然的重力沉降，因此不可避免的部分气体（主要为氢气）以微小气泡存在于液相中，随之送往后续装置，造成了部分氢气的损失；另外，热低压分离器采用传统的闪蒸-重力沉降分离方法，因停留时间一定的操作条件下液气相接触表面较小造成闪蒸效率低，造成了部分氢气损失；最后因热低压分离器压力设计在 1.2~3.0 MPa (G)，在此分压下液相中还会溶解部分氢气，也造成了部分氢气的损失。因此需采用更高效的方法对该部分氢气进行回收利用，这对企业高效、经济的运行将带来好处。

相较现有的工艺流程及装置，本实施例进一步采用了前述发明的方法与装置。请参阅图 1~图 2，为本发明第一实施例装置及其流程示意图，该装置包括一设置有入口 1-1、液相 1-5 出口和气相出口 1-3 的热高压分离器 1 和一设置有入口 2-7、液相出口 2-8 和气相出口 2-6 的热低压分离器 2，该热高压分离器 1 的液相出口 1-5 同热低压分离器的入口 2-7 相连通，该热低压分离器入口 2-7 处设置有一喷射闪蒸分离器 2-1，该喷射闪蒸分离器 2-1 包括多个喷射闪蒸芯管 2-1-1，该多个喷射闪蒸芯管 2-1-1 并联并在热低压分离器 2 径向截面均布安装，通过该喷射闪蒸芯管液体流速可增大 1-20 倍。每个喷射闪蒸芯管 2-1-1 喷射口处均设有对应的伞状布液器 2-2，伞状布液器 2-2 表面积为喷射闪蒸芯管出口面积的 1-30 倍。该热低压分离器 2 于液相出口前设置有多组离心脱气芯管 2-3，该多个离心脱气芯管 2-3 并联且在热低压分离器径向截面均布设置。热高压分离器 1 气相出口处设置有一气液分离器 1-4，热低压分离器 2 气相出口处设置有一气液分离器 2-5，该气液分离器 1-4、2-5 为气液旋流或聚结分离器。热低压分离器 2 还包括一将热低压分离器 2 分为两个腔室的分隔板 2-4，该

分隔板2-4设置高度同所述离心脱气芯管2-3设置高度相适应,以将离心脱气芯管2-3的进口及液相出口分隔置于前述两个腔室内。

加氢后馏分油、气体产物与氢气首先采用热高压分离器入口设置的惯性分离分布器进行初步分离,热高压分离器的操作压力为8.3MPa(G),惯性分离分布器的压降为0.0004MPa;其次通过重力沉降进行二次分离,分离后的气相经旋流分离去后续装置,该过程的压降为0.005MPa,液相去热低压分离器;进入热低压分离器的馏分油首先通过喷射闪蒸技术对馏分油中溶解的气相进行闪蒸分离,该过程的压降为0.001MPa,热低压分离器内操作压力为2.9MPa(G);其次通过重力沉降对闪蒸分离出的气液两相进行分离,分离出的液相采用离心脱气法依靠旋流或离心的压力梯度场对馏分油进行二次脱气,该压力梯度场内压力自外壁到中心的压力差为1.2MPa,分离出的气相从上部经旋流分离后出热低压分离器,分离出的液相从下部出热低压分离器。其中,热高压分离器的操作温度为225-235℃,热低压分离器操作温度为205-215℃。

实施效果:与原工艺流程(即热高压分离器中气液采用重力沉降进行分离,热低压分离器中首先通过闪蒸将热高压出来的液相中所含气相进行分离,其次通过重力沉降进行气液两相分离)相比,存在以下有益效果:

- 1、在热高压分离器中通过内置入口惯性分离分布器,气液两相分离效果更好,部分以前难以分离的重烃组分得到了分离,提高了热高压分离器的效率;
- 2、在热低压分离器中通过内置入口喷射闪蒸分离器,强化了闪蒸分离效果,提高了氢气的回收率;
- 3、在热低压分离器液相出口前通过离心脱气技术提高了氢气回收率。

实施例 2:

请参阅图4,为本发明的第二实施例。与第一实施例不同的是本实施例在热低压分离器2的气相出口2-6处通过一换热器进一步串联了一同样结构第二热低压分离器3,以在热低压分离2气相出口之后,对低分气进行了换热,部分烃变成液相,再通第二热低压分离器3对低分气中所含氢气进行进一步提纯。与实施例1相比,本流程进一步对氢气进行了提纯,更有利于氢气的回收利用。

上述实施例中的离心脱气芯管,包括设有一腔体,该腔体上设有液气进口、气相出口和液相出口,该气相出口从该腔体上表面中心插入该腔体内,插入深度为该腔体最大直径的0.1~3倍。该插入深度为气相出口末端、即位于腔体内的气相出口最低端至腔体上表面的深度。其原理请参阅图6-1~图6-3,本专利发明者通过实验研究发现,在柱腔高度为柱腔直径的0.5~3倍位置,旋流器内径向截面存在显著的压力梯度,即径向位置从外到内压力逐渐减小。依据亨利定律,在该截面高度附近,旋流器外边壁液体压力高、中心压力低,外边壁在该分压下溶解气体可迁移到中心位置,将溢流气相出口设在该位置可将一定进口压力下液体中溶解的气体进一步进行脱除,将

目前旋流脱气技术利用离心场脱除夹带液体拓宽到利用离心场与压力梯度场结合，脱除夹带液体与进口液体一定分压下的溶解气体。

具体实现可以如以下示例，请参阅图 7，包括一设于底部的锥腔 2-3-1-3（也可作为柱腔），设于锥腔之上、最大直径相同并与之连通的柱腔 2-3-1-2，该锥腔 2-3-1-3 和柱腔 2-3-1-2 形成一封闭腔体，封闭腔体底部设有一液相出口 2-3-1-4，封闭腔体上部设有液气进口，封闭腔体上部设有一气相出口，该气相出口从上表面插入封闭腔体，插入的深度为腔体最大直径的 0.1~3 倍，并设置于腔体中心，气相出口为一倒喇叭口，其末端截面正对径向截面压力梯度场压力最小的中心位置，以便尽可能的利用压力梯度收集因中心压力较小而溢出的气相。该气相出口具体通过一喷射二次分离溢流管 2-3-1-9 实现，如图所示，该喷射二次分离溢流管 2-3-1-9 设置于柱腔 2-3-1-2 中心轴上，包括一喇叭口 2-3-1-9-1，第一溢流管柱腔 2-3-1-9-2 及一倒锥形连接腔 2-3-1-9-3，和第二溢流管柱腔 2-3-1-9-4，形成半径先减小后增大的喷射形溢流腔体，可在加大气体收集面积，提高气体收集率的同时提高气相出口压力。该第二溢流管柱腔 2-3-1-9-4 周侧开设有环隙开槽 2-3-1-8，环隙开槽 2-3-1-8 外设有一筒体 2-3-1-9-5 包围所述溢流管以形成一封闭的腔体，该筒体 2-3-1-9-5 底端开设有二次液出口 2-3-1-7，在第二溢流管柱腔 2-3-1-9-4 内，以便利用气体旋转离心力将气体夹带的液体进行有效脱除，实现气体中夹带液体的有效分离，可消除因出口气体夹带液体而二次分离的问题。第一溢流管柱腔 2-3-1-9-2 的下端还设有一喇叭口 2-3-1-9-1，以尽可能大的捕获溢出气体。该喇叭口 2-3-1-9-1 周侧设有一溢流管倒锥厚壁 2-3-1-6，该溢流管倒锥厚壁 2-3-1-6 从该喇叭口 2-3-1-9-1 一直至柱腔 2-3-1-2 的上表面，以便引导从设置于腔体上部或顶部的液气进口进入的液气由于空间逐渐增大尽快进入压力梯度显著的区域进行液气分离。上述液气进口可采用轴流式、切向、螺旋线或渐开线形式。该锥腔 2-3-1-2 底部设有一内椎体 2-3-1-5，该内椎体 2-3-1-5 底面面积大于气相出口深入腔体部分末端喇叭口 2-3-1-9-1 的底面面积，以降低出口液体中气体携带。

上述实施例中的惯性分离分布器，请参阅图 5-1~图 5-2，包括设置于两侧的两个惯性分离分布叶片 1-2-1、及覆盖于多个惯性分离分布叶片 1-2-1 之上的上盖板 1-2-2、设置于多个惯性分离分布叶片 1-2-1 之下的下盖板 1-2-3，该惯性导流叶片 1-2-1 由导流直线段、叶片转角半圆和分布直线段组成，导流直线段为近箱体一端，设于两侧的两个惯性分离分布叶片 1-2-1 对于热高压分离器 1 的横截面中心线对称分布。多个惯性分布叶片 1-2-1 的上下设置有上盖板或下盖板，该上下盖板采用自中心到边缘倾斜设置方式，倾斜角度为 3~60 度。

上述闪蒸喷射芯管可通过喷射器实现，如文丘里喷射器。

综上所述仅为发明的较佳实施例而已，并非用来限定本发明的实施范围。即凡依本发明申请专利范围的内容所作的等效变化与修饰，都应为本发明的技术范畴。

权 利 要 求

1. 一种提高加氢热高分流程中氢气利用率的方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤 1: 馏分油与氢气混合物进行热高压分离, 包括以下步骤:

步骤 1.1: 馏分油与氢气混合物通过惯性分离分布实现初步气液分离及分离后的气液混合物在热高压分离器内径向截面均布, 该惯性分离的压降为 0.0001~0.01MPa;

步骤 1.2: 惯性分离分布后的气液混合物通过重力沉降进行二次气液分离;

步骤 2: 经热高压分离后的液相进行热低压分离, 包括以下步骤:

步骤 2.1: 通过喷射闪蒸对液相中溶解的气相进行分离, 该过程的压降不大于 0.01MPa;

步骤 2.2: 喷射闪蒸后的气液混合物通过重力沉降对闪蒸分离出的气液两相进行分离, 分离出的液相采用离心脱气法依靠旋流或离心的压力梯度场对液相进行二次脱气, 该压力梯度场内压力差为 0.01~10 MPa。

2. 一种实现如权利要求 1 方法所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 包括一设置有入口、液相出口和气相出口的热高压分离器和一设置有入口、液相出口和气相出口的热低压分离器, 该热高压分离器的液相出口同热低压分离器的入口相连通, 其特征在于,

该热低压分离器入口处设置有一喷射闪蒸分离器, 该喷射闪蒸分离器包括至少一喷射闪蒸芯管;

该热低压分离器于液相出口前设置有至少一离心脱气芯管, 该离心脱气芯管包括一腔体, 该腔体上设有斜向液气进口、气相出口和液相出口, 该气相出口从该腔体上表面中心插入该腔体内, 插入深度为该腔体最大直径的 0.1~3 倍。

3. 如权利要求 2 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 该热高压分离器可以为立式或者卧式, 在入口处设置有至少一惯性分离分布器, 该惯性分离分布器包括设置于两侧的多个惯性分离分布叶片、上盖板和下盖板, 该惯性导流叶片包括导流直线段、叶片转角半圆和分布直线段组成, 导流直线段为近箱体一端;
4. 如权利要求 3 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 所述惯性分离分布器的上盖板或下盖板采用自进料中心线到边缘倾斜设置方式, 倾斜

角度为 3~60 度。

5. 如权利要求 2 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 所述热高压分离器气相出口或/和热低压分离器气相出口处设置有一气液分离器。
6. 如权利要求 5 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 所述气液分离器为气液旋流或聚结分离器。
7. 如权利要求 2 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 所述热低压分离器包括多个喷射闪蒸芯管, 该多个喷射闪蒸芯管并联, 且在热低压分离器径向截面均布设置, 热低压分离器可以为卧式或者立式布置。
8. 如权利要求 2 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 所述喷射闪蒸分离器出口处设置对应的伞状布液器, 伞状布液器表面积为喷射闪蒸芯管出口面积的 1-30 倍。
9. 如权利要求 2 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 所述热低压分离器包括多个所述离心脱气芯管, 该多个离心脱气芯管并联且在热低压分离器径向截面均布设置。
10. 如权利要求 1 所述的提高加氢热高分流程中氢气利用率的装置, 其特征在于, 所述热低压分离器还包括一将热低压分离器分为两个腔室的分隔板, 该分隔板设置高度同所述离心脱气芯管设置高度相适应, 以将离心脱气芯管的进口及液相出口分隔置于前述两个腔室内。

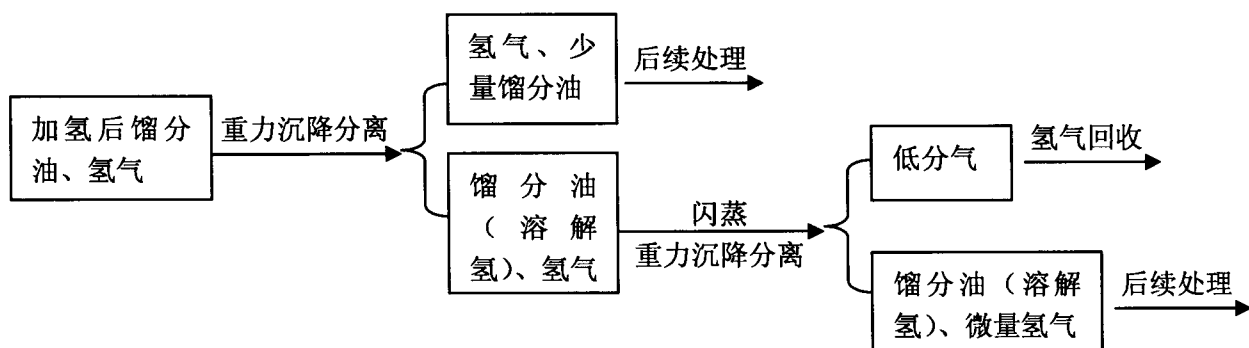


图 1-1

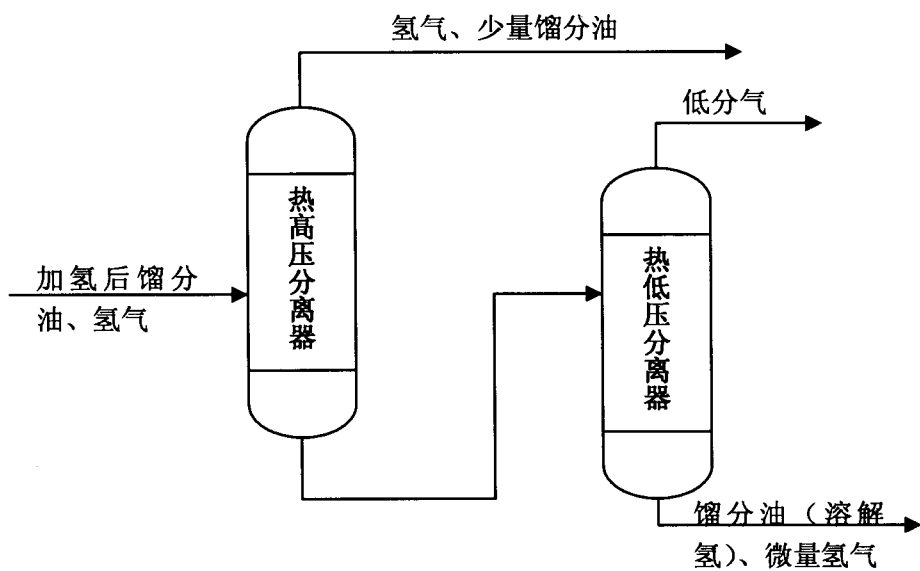


图 1-2

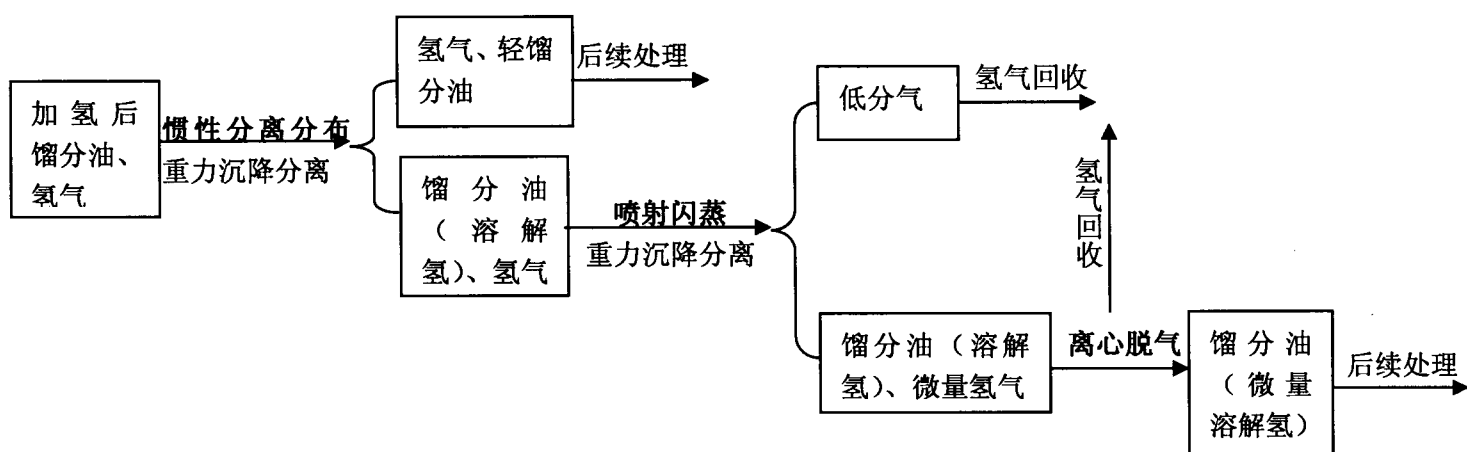


图 2

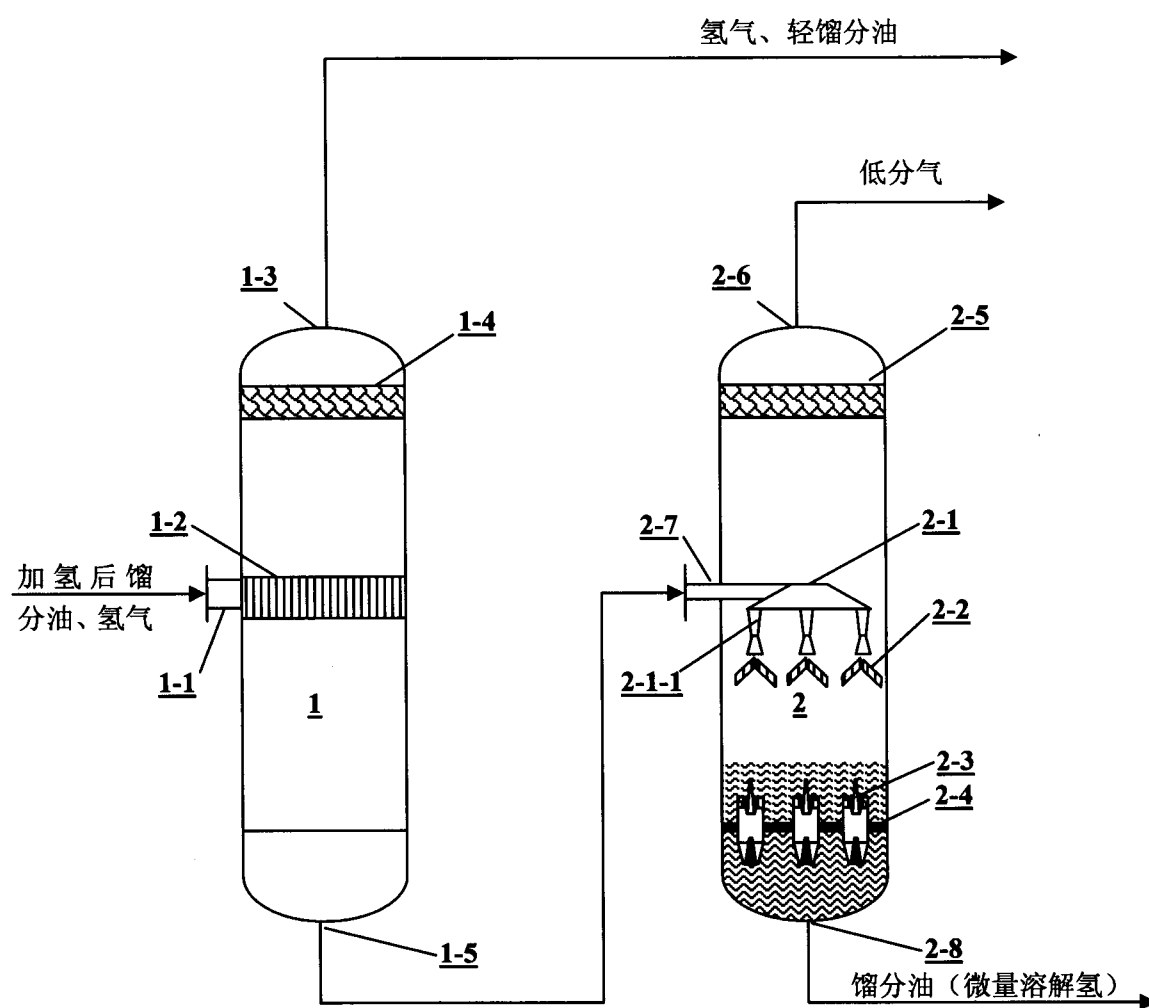


图 3

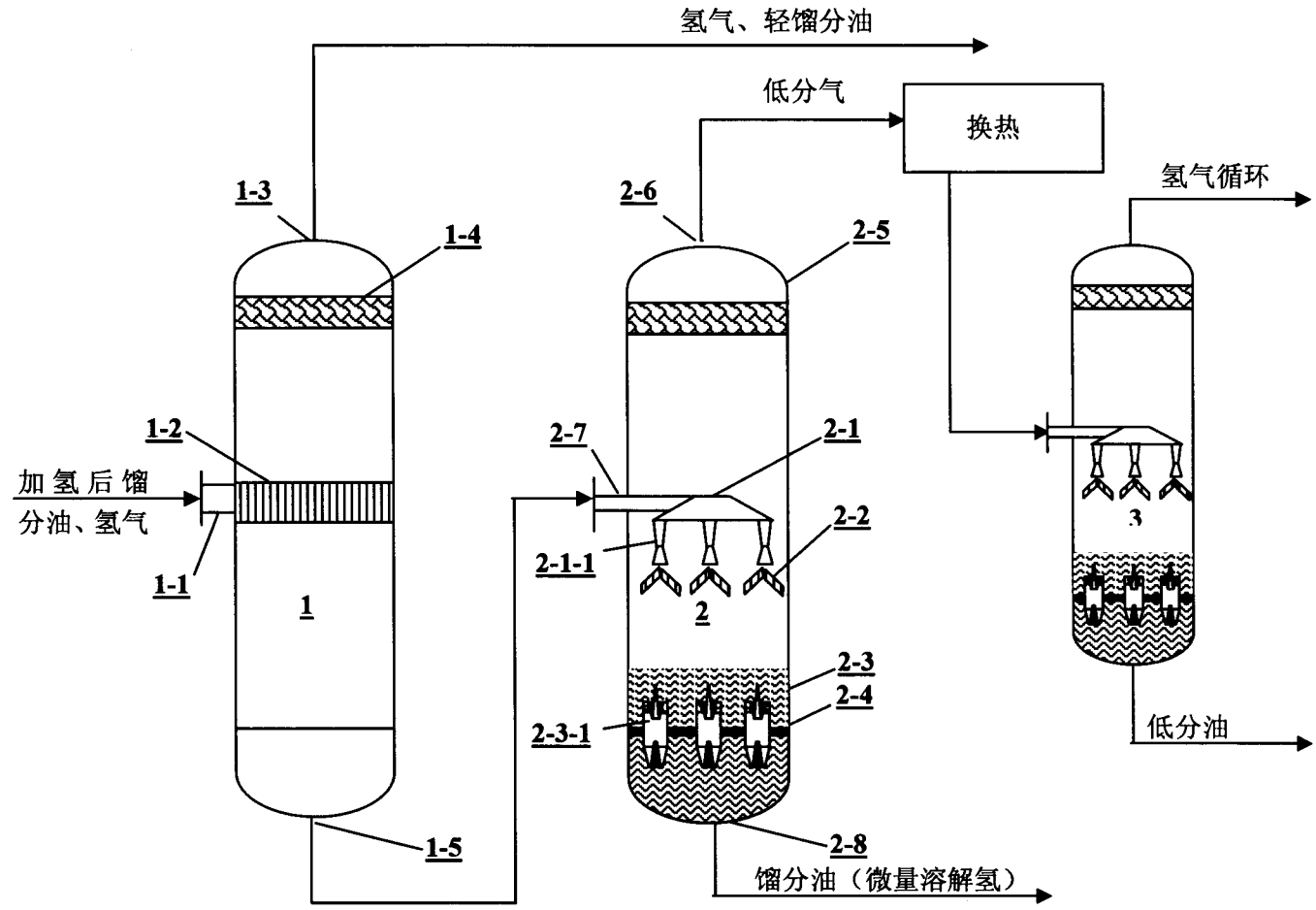


图 4

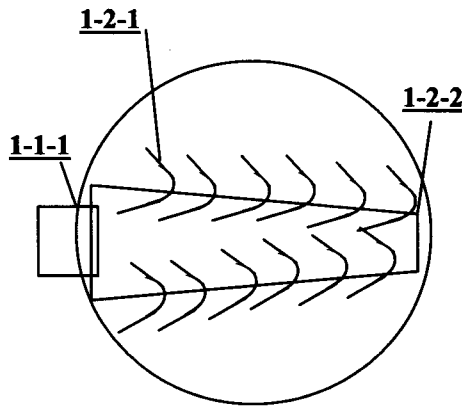


图 5-1

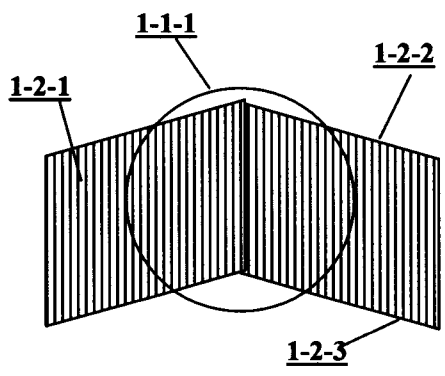


图 5-2

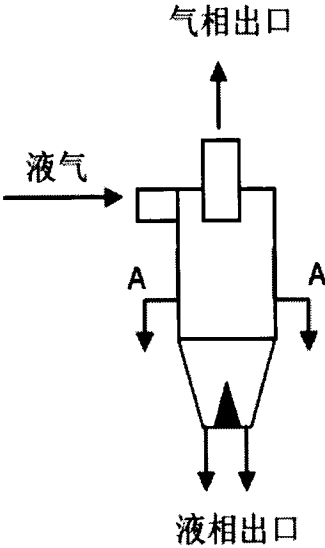


图 6-1

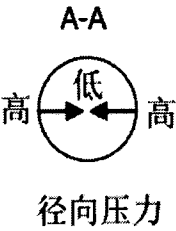


图 6-2

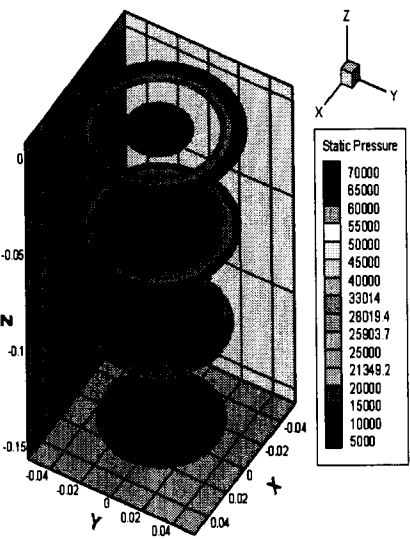


图 6-3

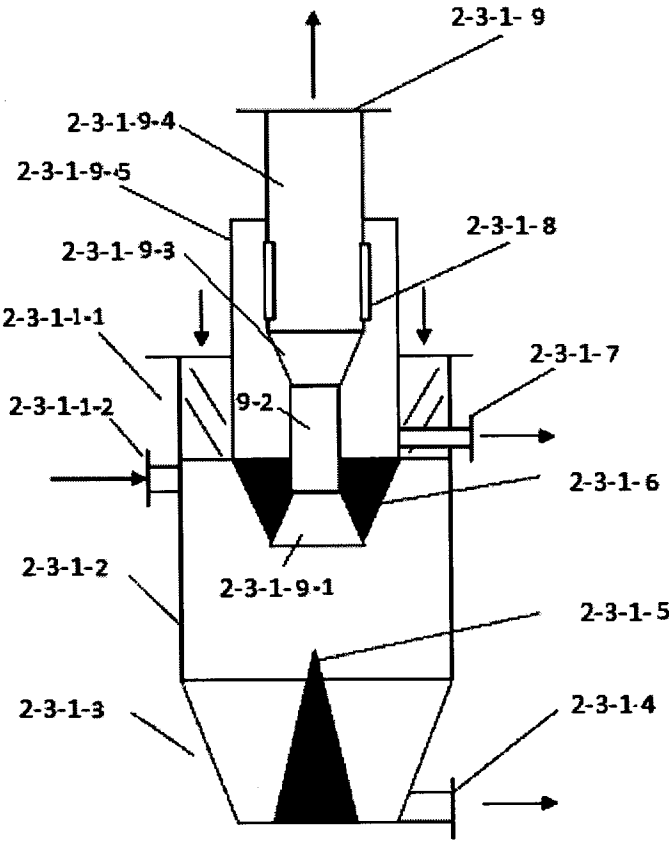


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000029

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: C10G, C01B, B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY; YANG, Qiang; LI, Liquan; XU, Xiao; ZHANG, Guangli; QIU, Feng; CHEN, Chao; HAN, Xuhui; LV, Wenjie; ZHANG, Yanhong; MA, Liang; WU, Ruihao; WANG, Hualin; hydrogenation, H2, hot high-pressure separator, cold high-pressure separator, high-pressure separator, liquid distribution, HYDROTREAT+, HYDROPROCESS+, HYDROCRACK+, HYDROGEN, SEPARAT+, SPRAY+, JET+, INJET+, SPARG+, CYCLON+, SPIRAL, SWIRL+, VENTURI, CENTRIFUG+, INERTIA+, FLASH, EVAPORAT+, VAPORAT+, DISTIL+, DISTRIBUT+, DISPERS+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	CN 103320161 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 25 September 2013 (25.09.2013), claims 1-10	1-10
P, Y	CN 103071318 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 01 May 2013 (01.05.2013), claim 1	1-10
P, X	CN 203360386 U (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 25 December 2013 (25.12.2013), claims 1-9, description, paragraphs [0007]-[0021] and [0038]-[0039], and figures 1-7	1-10
Y	CN 101348235 A (SINOPEC GROUP COMPANY et al.), 21 January 2009 (21.01.2009), claims 1-6, description, page 1, lines 3-7, and page 3, lines 3-21, and figure 1	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 March 2014 (20.03.2014)	Date of mailing of the international search report 03 April 2014 (03.04.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LIU, Tianzuo Telephone No.: (86-10) 62084793

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000029**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102671502 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 19 September 2012 (19.09.2012), description, paragraphs [0001], [0013] and [0020]-[0027], and figures 2-5	1-10
Y	CN 202410203 U (WEIFANG XINGXIN TECHNOLOGY SERVICE CO., LTD.), 05 September 2012 (05.09.2012), description, paragraphs [0003]-[0012] and [0017]-[0018], and figures 1-2	1-10
Y	CN 102430294 A (SHANGHAI HUACHANG ENVIRONMENTAL PROTECTION CO., LTD.), 02 May 2012 (02.05.2012), description, paragraphs [0001], [0029] and [0035]-[0064], and figures 1-3	1-10
Y	US 2009313890 A1 (CHEVRON USA INC.), 24 December 2009 (24.12.2009), description, paragraphs [0133]-[0149], and figure 3	1-10
Y	US 2009159494 A1 (UOP LLC), 25 June 2009 (25.06.2009), claims 1-20, description, paragraphs [0046]-[0051], and figure 1	1-10
Y	TW 200639244 A (CHEVRON USA INC.), 16 November 2006 (16.11.2006), claims 1-16, description, page 11, line 4 to page 12, the last line, and figure 1	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/000029

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103320161 A	25.09.2013	None	
CN 103071318 A	01.05.2013	None	
CN 203360386 U	25.12.2013	None	
CN 101348235 A	21.01.2009	CN 101348235 B	07.08.2013
CN 102671502 A	19.09.2012	None	
CN 202410203 U	05.09.2012	None	
CN 102430294 A	02.05.2012	None	
US 2009313890 A1	24.12.2009	WO 2009155246 A2	23.12.2009
		WO 2009155246 A3	22.04.2010
		CA 2727930 A1	23.12.2009
		EP 2303998 A2	06.04.2011
		MXPA 10013852 A	28.02.2011
		WO 2011084278 A2	14.07.2011
		JP 2011524941 A	08.09.2011
		WO 2011084278 A3	03.11.2011
		AU 2010340235 A1	17.05.2012
		MXPA 12006098 A	30.06.2012
		CA 2784442 A1	14.07.2011
		MX 300975 B	05.07.2012
		KR 20120104366 A	20.09.2012
		EP 2513263 A2	24.10.2012
		JP 2013514433 A	25.04.2013
		US 2010326881 A1	30.12.2010
		US 8361309 B2	29.01.2013
		MX 2010013852 A	21.02.2011
US 2009159494 A1	25.06.2009	US 7837857 B2	23.11.2010
TW 200639244 A	16.11.2006	WO 2006065643 A2	22.06.2006
		US 2006131212 A1	22.06.2006
		US 7238277 B2	03.07.2007
		EP 1836281 A2	26.09.2007
		AU 2005316780 A1	22.06.2006
		INDELNP 200704818 E	17.08.2007
		JP 2008524386 A	10.07.2008
		ZA 200705507 A	29.10.2008
		CA 2590868 A1	22.06.2006
		AU 2005316780 B2	25.03.2010
		WO 2006065643 A3	21.06.2007
		SG 133221 B	31.12.2009

International application No.
PCT/CN2014/000029

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000029

CONTINUATION OF SECOND SHEET: A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10G 53/02 (2006.01) i

C01B 3/50 (2006.01) i

C01B 3/00 (2006.01) i

B01D 3/16 (2006.01) i

B01D 45/14 (2006.01) i

B01D 45/16 (2006.01) i

B01D 50/00 (2006.01) i

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: C10G, C01B, B01D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 华东理工大学, 杨强, 李立权, 许萧, 张光黎, 裘峰, 陈超, 韩旭辉, 吕文杰, 张艳红, 马良, 吕文杰, 吴瑞豪, 汪华林, 氢气, 加氢, H₂, 分离, 热高分, 冷高分, 高分, 分离器, 喷嘴, 喷射, 喷, 旋流, 文丘里, 离心, 惯性, 闪蒸, 布液, 分布, 分散, HYDROTREAT+, HYDROPROCESS+, HYDROCRACK+, HYDROGEN, SEPARAT+, SPRAY+, JET+, INJET+, SPARG+, CYCLON+, SPIRAL, SWIRL+, VENTURI, CENTRIFUG+, INERTIA+, FLASH, EVAPORAT+, VAPORAT+, DISTIL+, DISTRIBUT+, DISPERS+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
P,X	CN 103320161 A (华东理工大学) 25.9 月 2013 (25.09.2013) 权利要求 1-10	1-10
P, Y	CN 103071318 A (华东理工大学) 01.5 月 2013 (01.05.2013) 权利要求 1	1-10
P,X	CN 203360386 U (华东理工大学) 25.12 月 2013 (25.12.2013) 权利要求 1-9, 说明书第【0007】-【0021】、【0038】-【0039】段, 附图 1-7	1-10
Y	CN 101348235 A (中国石油化工集团公司 等) 21.1 月 2009 (21.01.2009) 权利要求 1-6, 说明书第 1 页第 3-7 行、说明书第 3 页第 3-21 行, 附图 1	1-10

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
20.3 月 2014 (20.03.2014)

国际检索报告邮寄日期
03.4 月 2014 (03.04.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

刘天佐

电话号码: (86-10) **62084793**

C(续). 相关文件		
类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 102671502 A (华东理工大学) 19.9 月 2012 (19.09.2012) 说明书第【0001】、【0013】、【0020】-【0027】段, 附图 2-5	1-10
Y	CN 202410203 U (潍坊兴信技术服务有限公司) 05.9 月 2012 (05.09.2012) 说明书第【0003】-【0012】、【0017】-【0018】段, 附图 1-2	1-10
Y	CN 102430294 A (上海华畅环保设备发展有限公司) 02.5 月 2012 (02.05.2012) 说明书第【0001】、【0029】、【0035】-【0064】段, 附图 1-3	1-10
Y	US 2009313890 A1 (CHEVRON USA INC) 24.12 月 2009 (24.12.2009) 说明书第【0133】-【0149】段, 附图 3	1-10
Y	US 2009159494 A1 (UOP LLC) 25.6 月 2009 (25.06.2009) 权利要求 1-20, 说明书第【0046】-【0051】段, 附图 1	1-10
Y	TW 200639244 A (CHEVRON USA INC) 16.11 月 2006 (16.11.2006) 权利要求 1-16, 说明书第 11 页第 4 行-第 12 页倒数第 1 行, 附图 1	1-10

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/000029

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 103320161 A	25.09.2013	无	
CN 103071318 A	01.05.2013	无	
CN 203360386 U	25.12.2013	无	
CN 101348235 A	21.01.2009	CN 101348235 B	07.08.2013
CN 102671502 A	19.09.2012	无	
CN 202410203 U	05.09.2012	无	
CN 102430294 A	02.05.2012	无	
US 2009313890 A1	24.12.2009	WO 2009155246 A2	23.12.2009
		WO 2009155246 A3	22.04.2010
		CA 2727930 A1	23.12.2009
		EP 2303998 A2	06.04.2011
		MXPA 10013852 A	28.02.2011
		WO 2011084278 A2	14.07.2011
		JP 2011524941 A	08.09.2011
		WO 2011084278 A3	03.11.2011
		AU 2010340235 A1	17.05.2012
		MXPA 12006098 A	30.06.2012
		CA 2784442 A1	14.07.2011
		MX 300975 B	05.07.2012
		KR 20120104366 A	20.09.2012
		EP 2513263 A2	24.10.2012
		JP 2013514433 A	25.04.2013
		US 2010326881 A1	30.12.2010
		US 8361309 B2	29.01.2013
		MX 2010013852 A	21.02.2011
US 2009159494 A1	25.06.2009	US 7837857 B2	23.11.2010
TW 200639244 A	16.11.2006	WO 2006065643 A2	22.06.2006
		US 2006131212 A1	22.06.2006
		US 7238277 B2	03.07.2007
		EP 1836281 A2	26.09.2007
		AU 2005316780 A1	22.06.2006
		INDELNP 200704818 E	17.08.2007
		JP 2008524386 A	10.07.2008
		ZA 200705507 A	29.10.2008
		CA 2590868 A1	22.06.2006
		AU 2005316780 B2	25.03.2010
		WO 2006065643 A3	21.06.2007
		SG 133221 B	31.12.2009

关于同族专利的信息

PCT/CN2014/000029

续：第 2 页 A. 主题的分类

C10G 53/02 (2006.01) i
C01B 3/50 (2006.01) i
C01B 3/00 (2006.01) i
B01D 3/16 (2006.01) i
B01D 45/14 (2006.01) i
B01D 45/16 (2006.01) i
B01D 50/00 (2006.01) i