

(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
2015 年 10 月 8 日 (08.10.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/149196 A1

- (51) 国际专利分类号:
B01D 17/025 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/000448
- (22) 国际申请日: 2014 年 4 月 28 日 (28.04.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410127115.7 2014 年 3 月 31 日 (31.03.2014) 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)。 王朝阳 (WANG, Chaoyang); 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)。

- (74) 代理人: 上海新天专利代理有限公司 (SHANGHAI XIN TIAN PATENT AGENT 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。
- (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,

[见续页]

(54) Title: COMBINATION METHOD AND APPARATUS APPLYING TO THREE-PHASE SEPARATION

(54) 发明名称: 一种适用于三相分离的组合方法与装置

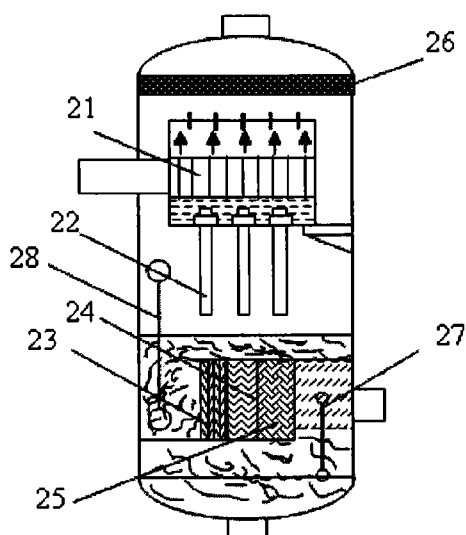


图 4 / FIG. 4

(57) Abstract: A combination method and apparatus applying to three-phase separation. The method comprises the following steps: (1) performing liquid-gas preliminary separation on a gas-liquid-liquid mixed phase at an entry location by using a gas-liquid inertial separation and distribution technology; (2) performing, by using a rotating flow spraying degassing technology, deep degassing processing on a liquid phase comprising a minute amount of gas and obtained in step (1); (3) performing, by using a gravity settling technology, liquid-liquid two-phase preliminary separation on a liquid phase obtained in step (2), that is, making the liquid phase pass through a rectifying plate to eliminate turbulence; (4) performing, by using a composite coalescence technology, deep separation on continuous phase liquid obtained in step (3) and carrying a minute amount of a dispersed phase, mixing and independently exporting the separated minute amount of the dispersed phase and a dispersed phase obtained in step (3) together out of a device to obtain purified continuous phase liquid. The apparatus comprises a housing and an inner component. The housing is provided with a feed port, a liquid light phase outlet, a gas bag, a gas phase outlet, an oil bag or a water bag, a liquid heavy phase outlet, a liquid level meter (28) and a boundary level meter (27). The inner component is provided with a gas-liquid inertial separation distributor (21), a rotating flow spraying degassing pipe (22), a baffle coalescence plate, a perforated corrugated coalescence plate (23), a hydrophilic corrugated plate (24), a wire mesh demister (26) and a nano polymer fiber coalescence layer (25).

(57) 摘要:

[见续页]



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))。

一种适用于三相分离的组合方法及其装置，该方法包括如下步骤：（1）采用气液惯性分离与分布技术对入口处的气-液-液混合相进行液-气初步分离；（2）采用旋转流喷射脱气技术对步骤（1）得到的含微量气体的液相进行深度脱气处理；（3）采用重力沉降技术对步骤（2）得到的液相进行液-液两相的初步分离，即，使所述液相通过整流板，消除紊流；（4）采用组合聚结技术对步骤（3）得到的夹带微量分散相的连续相液体进行深度分离；将分离的微量分散相与步骤（3）得到的分散相混合后一并单独导出设备，即得到净化的连续相液体；该装置包括外壳和内件，外壳设有进料口、液体轻相出口、气包、气相出口、油包或水包、液体重相出口、液位计（28）和界位计（27），内件设有气液惯性分离分布器（21）、旋转流喷射脱气管（22）、折流聚结板、开孔波纹聚结板（23）、亲水性波纹板（24）、丝网除沫器（26）和纳米聚纤维聚结层（25）。

一种适用于三相分离的组合方法与装置

技术领域

本发明是属于能源化工过程气液液三相分离技术领域，涉及一种油脱水脱气或者水脱气除油的方法，具体地说，涉及采用气液惯性分离分布、旋转流喷射脱气、重力沉降和组合聚结技术的优化组合，实现三相的高效、迅速分离，适合于各种工艺包括原油开采提纯、污水处理、石油炼制过程的烃类的脱水脱气、化工过程烃类脱水脱气等过程。本发明还涉及一种上述三相分离过程中使用的装置。

背景技术

在石油开采、石油炼制及化工生产过程中，部分液态水和气体残留在油中，严重影响安全，降低产品质量，增加加工能耗；或者加工生产后的水中含油且会夹带部分烃类气体或者酸性气，造成了较大的资源流失并带来环保问题。例如原油开采中，大多采用注水式开采，原油采出液中会夹带大量的水以及天然气等杂质，而分离出的水中油会夹带油及烃类气体或酸性气体；润滑油和液压系统中含水含气会导致腐蚀、油氧化、化学腐蚀、轴承疲劳寿命降低和润滑性能损失；在加氢工艺中，由于原油中含有水分，出装置时柴油也会携带少量水分，而且会带有参加反应的氢气，不可避免的遇到油脱水脱气的过程；在烷基化装置中，原料中的含水量对反应效率有着重要影响，一般要求含水量小于 20ppm，乙烯的存在也会增加催化剂的消耗量，因此，急需高效实用的油脱水脱气或者水脱气除油的气液液三相分离器。

以油中脱气脱水为例：油中的水一般以游离态、分散态、乳化态和溶解态的形式存在。游离态的水是已经聚结的水相，是比较容易分离的水相；分散态的水由于处于微米级颗粒尺度，一般小于 100 微米，而且开始出现油包水的情况；乳化态水是油中存在的水包油或者油包水的状态，一般乳化态的水滴粒径为 3-50 微粒。油中的气体一般以夹带气和微气泡的形态存在，由于液相表面张力大，增大气体上浮阻力，微气泡几乎很难单纯依靠浮力作用而分离。同时，小水滴凝聚在气泡周围，在气泡垂直浮力的作用下，气泡周围的水滴很难在油中沉降，气泡

也很难上浮,进一步增加了气液液分离难度;另外一方面,在该操作压力下,油中也会存在部分溶解态的气体,到下游装置后会带来资源流失及其它问题,因此,采用高效的脱气脱水技术尤为重要。

石油化工行业常见的油水分离技术有离心法、吸附法、膜分离法、重力沉降法和聚结法。离心法的适应性不强,造价高,处理量小,操作条件要求苛刻,中国专利 101397506A 公开了一种柴油脱水方法及装置,主要对加氢裂化工艺的柴油进行旋流分离,将柴油中的水含量降至 40mg/kg 以下,但是油包水和溶解水等很难得到有效分离,分离出的水中夹带柴油,造成了资源浪费;吸附过滤和膜分离等精细方法能够吸收油中的水分,但是对于从油中除去乳化的或者溶解的水的情况效果有限,另外,它们的处理量不理想,一旦吸收饱和,就必须更换,成本非常高。

重力分离法是利用油水气的密度差及相互不溶性,在静止或者流动条件下实现三相分离,从实用角度看,重力分离过程无需外加运动动力,不消耗药剂,运行维护费用低,是最经济的一种方法。传统重力沉降罐只能去除游离态的水和夹带的气体,对油中的油包水(分散水)、溶解水和微气泡难以去除,中国专利 CN 1204948C 公开了一种三相分离器,包括一个水平罐槽,设置有一个进料口和三相物质的单独出口。还包括一个气体区域的初级分离器,一个气体区域的斜面回流盘,回流盘下端位于入口断面附近,两者之间形成一个通道,降低了液相中的紊流,强化了液液相沉降分离效率。

聚结又称粗粒化,是使夹带水分的烃类通过装有聚结填充物的装置时,水滴由小变大的过程。中国专利 CN 101857286 A 公开了一种折板聚结除油填料,使用不同表面粗糙度的材料并且开设了沉泥孔、除油孔和固定孔,增大了聚结油滴的效果。

石油化工行业常见的气液分离技术有加热法、负压法、吸附法和重力分离法。加热法和负压法的能耗高,而且难以满足大处理量的要求。吸附法成本高,难以长周期运行。重力分离难以对微气泡进行有效分离。中国专利 103071318 A 公开了一种利用旋流或者离心场与压力梯度场耦合进行液体脱气的装置,为液体脱气

提供了新的思路，但是这种装置不涉及三相分离领域。

目前在石油加工和化工领域，液气分离和液液分离通常在不同的设备中进行，往往都在带压容器中进行。多个压力容器不仅增加了制造成本，而且增大了占地面积，提高了操作难度，而且使用寿命不统一，加大整改难度。既进行液气分离，又进行液液分离的气液液三相分离器解决了上述问题，亟待高效的、长周期使用的烃类脱水脱气三相分离的方法与装置。

发明内容

为了解决上述能源化工中三相分离的难题，提供一种适用于三相分离的组合方法和该组合方法中使用的装置。

本发明是通过以下技术方案实现的：

一种适用于三相分离的组合方法，所述组合方法包括如下步骤：

(1) 首先采用中国专利申请 CN102671502A 中的气液惯性分离与分布技术对入口处的气-液-液混合相进行液-气初步分离；分离后得到的气体导出设备，含微量气体的液相去下个步骤；

(2) 采用旋转流喷射脱气技术对步骤(1)得到的含微量气体的液相进行深度脱气处理；分离后得到的微量气体出设备，液相去下个步骤；

(3) 采用重力沉降技术对步骤(2)得到的液相进行液-液两相的初步分离，即，使所述液相通过整流板，消除紊流；分离后得到的分散相回收，夹带微量分散相的连续相液体去下个步骤；

(4) 采用组合聚结技术对步骤(3)得到的夹带微量分散相的连续相液体进行深度分离；将分离的所述微量分散相与步骤(3)得到的分散相混合后一并单独导出设备，即得到净化的连续相液体；

所述深度分离的过程如下：

首先，通过材料的亲水疏油或者亲油疏水的性质使所述微量分散相在折流聚结板中经表面流动碰撞聚结长大；

然后，利用设置的开孔波纹聚结板实现浅池强化沉降，水滴长大并从所述开孔波纹聚结板的开孔处分离，波谷油滴从波峰小孔逸出，较大水滴从波谷小孔下沉，较小水滴通过亲水性波纹板；所述较小水滴在所述亲水性波纹板表面首先润

湿成膜，随后由于受到重力、水流曳力、材料吸附力而下沉聚结；其中，亲水性波纹板也可用斜板替代；所述较大水滴是粒径 $\geq 30\mu\text{m}$ 的水滴，所述较小水滴是粒径 $< 30\mu\text{m}$ 的水滴；

最后，液体流经纳米聚纤维聚结层，所述聚结层为水滴的聚结提供很大的比表面积，液体中的水滴在所述聚结层表面不断碰撞聚结，实现水滴的精细分离。

此过程的压力降是 $0.005\sim 0.05\text{MPa}$ 。该深度分离过程主要分离出微量分散相中小于 3 微米的组分。

上述通过纳米聚纤维聚结层后分散相残留量不超过 20ppm。

进一步地，通过控制气液界面高度和油水界位高度来实现油脱水脱气三相界面的形成，从而稳定整个三相分离系统。

步骤（1）中在所述入口处设置惯性分离分布器，利用动量的剧烈变化初步分离气液两相，防止分散液相的破碎，此步骤的操作压力为 $0.1\sim 50\text{MPa}$ ，温度为 $-30\sim 580^\circ\text{C}$ ，操作压力降是 $0.0001\sim 0.008\text{MPa}$ 。

步骤（2）中所述深度脱气处理是通过旋转流喷射脱气管进行旋转流闪蒸和文丘里喷射耦合作用实现的，对微气泡及液体中部分溶解气体进行精细分离，此步骤的操作压力为 $0.1\sim 50\text{MPa}$ ，温度为 $-30\sim 580^\circ\text{C}$ ，操作压力降是 $0.001\sim 0.1\text{MPa}$ 。旋转流闪蒸利用旋流场中的压力梯度场可实现部分溶解气的脱出，结合离心场将夹带或脱出的气泡进行迅速分离。

步骤 1、2 中分离出来的气体可经过丝网除沫器脱除气体夹带的液体，主要用于分离直径大于 $3\sim 5\mu\text{m}$ 的液滴。

步骤（3）中重力沉降通过设定容器大小保证停留时间而实现的，气体经重力沉降后出设备，液液两相通过重力沉降实现初步分离，此过程可分离出大于 $15\mu\text{m}$ 的分散相液滴。

上述任一种适用于三相分离的组合方法中使用的三相分离装置，所述装置包括外壳和内件，按照三相的流向，所述外壳设有进料口、液体轻相出口、气包、气相出口、油包或水包、液体重相出口、液位计和界位计，所述内件设有与所述进料口连接的气液惯性分离分布器、旋转流喷射脱气管、折流聚结板、开孔波纹聚结板、亲水性波纹板、丝网除沫器和纳米聚纤维聚结层。

所述丝网除沫器安装在气包内，上述组合方法的步骤 1、2 中分离出来的气体须经过丝网除沫器脱除气体夹带的液体，主要用于分离直径大于 $3\sim 5\mu\text{m}$ 的液滴；所述折流聚结板安装气液界面处。

所述气液惯性分离分布器位于液流横截面的中心部位，其形式可以为开孔管或惯性分布弧形叶片组。

所述旋转流喷射脱气管具有一个或多个水平切向进口，在上下顶端分别设有气体出口和液体出口，所述液体出口的中心设有圆锥体，并且，所述液体出口为缩放管形式，对应所述液体出口的外部设置有伞状布液器。

所述旋转流喷射脱气管可以并联安装，满足处理量要求。

所述折流聚结板采用亲水疏油或者亲油疏水材料，为不锈钢、聚丙烯、聚四氟乙烯或其它材料。

所述开孔波纹聚结板为按一定角度放置的波纹板组，波纹方向与液流方向一致，在波峰和波谷处各开圆孔，所述圆孔的直径为 $5\sim 50\text{mm}$ ，孔距为 $5\sim 100\text{mm}$ ，波纹板间距为 $5\sim 50\text{mm}$ 。

所述纳米聚纤维聚结层由有机纤维和无机纤维编织而成，可以使用玻璃纤维、聚四氟乙烯纤维、聚丙烯纤维和不锈钢纤维等，在保证成型强度条件下，编织比例按照处理精度相应调整。

所述折流聚结板、开孔波纹聚结板和纳米聚纤维聚结层采用模块化方式设置。

所述三相分离装置为卧式气液液三相分离器或立式气液液三相分离器；当使用所述卧式气液液三相分离器进行三相分离时，折流聚结器的多折向结构增加了液滴被捕集的机会，未被除去的液滴在下一个转弯处经过相同的作用而被捕集，反复作用，大大提高了除雾效率。所述折流聚结器主要安装在气液界面处。既可以增加了捕集液滴的几率，也解决了气体分离过程和液体流动过程中，在气液界面上容易产生泡沫，严重影响液位和界位控制的难题。

卧式气液液三相分离器的入口难以安装转流喷射脱气芯管，因此，对于气液分离，立式气液液三相分离器的效果优于卧式气液液三相分离器；立式气液液三

相分离器中混合液体的水平运动距离有限，因此，对于油水分离，卧式气液液三相分离器优于立式气液液三相分离器。

有益效果

本发明采用气液惯性分离分布、旋转流喷射脱气、重力沉降和组合聚结技术的优化组合后，大大提高了分离效率，降低了操作维护成本、设备体积，成为石油化工气液液三相分离技术领域的关键突破。

附图说明

图 1 是实施例的三相分离处理流程图；

图 2 是实施例 1 的旋转流喷射脱气管的结构示意图；

图 3 是实施例 1 的卧式气液液三相分离器的结构示意图；

图 4 是实施例 2 的立式气液液三相分离器的结构示意图。

符号说明

1 切向进口；2 圆锥体；3 缩放式液体出口；4 伞状布液器；5 气体出口；

11、21 惯性分离分布器；12 整流板；13、23 开孔波纹聚结板；

14、24 亲水性波纹聚结板；15 折流除沫器；16、26 丝网除沫器；

17、25 纤维聚结层；18、28 液位计；19、27 界位计；22 旋转流喷射脱气管。

具体实施方式

下面将结合实施例进一步阐明本发明的内容，但这些实施例并不限制本发明的保护范围。

实施例 1

某石化加氢装置中的冷低压分离过程采用该技术，其三相分离处理流程图如图 1 所示，三相分离装置的操作参数如下表 1 所示：

表 1

工艺操作收据			
名称			单位
物料名称：	油气、油、H ₂ S、氢气	(分水包)含硫污水	
总流量	11290		Kg/h

气相	2238		Kg/h
油相	9052		Kg/h
水相	微量		Kg/h
操作温度 - 最高/正常/最低	/50/	/50/	°C
操作压力 - 最高/正常/最低	/2.8/	/2.8/	MPa (g)
真空或负压 -最高/最低	半真空	半真空	MPa (abs)
介质密度 -操作温度下			
气相	13.47		Kg/m ³
油相	774.1		
水相	998		

如图1所示,具体实施步骤:含水含气的油分以一定的流速从进口流入,经过惯性分离分布器,大量气体逸出,形成气液界面,气相形成一定的空间,液相经过分布作用,防止分散液滴的破碎。通过整流板时,液相得到二次局部加速,水滴碰撞长大,强化后续聚结效果,并且消除了紊流。通过开孔波纹聚结板时,利用波纹聚结板包括浅池原理和碰撞聚结,水滴长大并下沉从开孔处分离。再经亲水性聚结波纹板,较小的水滴在亲水性材料表面聚结成膜,并聚成液滴,随重力和液流曳力迁移分离。上升至气相空间的气体,通过折流除沫器和丝网除沫器的液滴捕获作用,净化的气体进入气包,然后在气体出口排出。油水混合液体最后通过纤维聚结层,纤维聚结层的微空隙和大比表面积,对水滴的精细化分离具有重要意义。强大的碰撞聚结作用使微小水滴不断碰撞长大,并且沉降至水包,经水出口外排。当容器内的油相液面高于纤维层高度时,油相流入油池。通过油水界面的高度来控制水量的外排,通过油池内液面高度控制油相的排出。

如图 2 所示, 含微量气泡的液体从切向进口 1 进入旋转流喷射脱气管 22, 在离心力的作用下, 气泡迅速被分离迁移到脱气管中心, 从气体出口 5 溢流而出, 因气体在中心聚结, 因此设置了圆锥体 2 防止气体从中心流动到下部液体出口而降低液体脱除率, 采用缩放式液体出口 3 利用文丘里喷射闪蒸原理形成的微负压二次将液体中溶解的气体进行部分脱除, 该部分液体喷射在伞状布液器 4 上, 形成较大的液膜, 有利于气体的脱除, 大大提高了分离效率并拓宽了应用领域。该过程对脱气要求一般, 重点为油水分离过程, 所以选择采用卧式气液液三相分离器进行分离。

本实施例使用的卧式气液液三相分离器的结构如图 3 所示, 包括外壳和内件, 外壳设有进料口、水包、水出口、气包、气体出口 5、油池、油出口、液位计 18 及界位计 19; 内部部件包括惯性分离分布器 11、整流板 12、开孔波纹聚结板 13、亲水性波纹聚结板 14、折流除沫器 15、丝网除沫器 16、纤维聚结层 17。图 3 中, 气-液-液三相介质从切向进口 1 进入三相分离器, 首先通过与切向进口 1 相连接的惯性分离分布器 11 进行初步的分离与液体的分布, 气体到容器 (三相分离器) 的上部空间, 其余两相液体在通过整流板 12 进行流体整流, 使液体变为稳定的层流状态进入开孔波纹聚结段 13 进行油水两相的初步聚结, 使分散相油滴或者水滴长大, 然后再进入亲水性波纹聚结板 14, 利用亲水性波纹聚结板 14 的上凸起部分使油滴快速上浮, 下凹部分使得水相快速下沉, 实现油水两相的初步快速分离; 最后未经波纹分离段分离干净的微小油滴水滴再进入纤维聚结层 17 进行深度聚结分离, 在纤维聚结层 17 中利用纤维的亲水或者亲油的特殊编织方式对微小水滴或者油滴进行拦截, 净化后的水或者油从出口排出; 气相通过丝网除沫器 16 分离液滴后从上部的相出口 5 排出三相分离器。

本实施例中三相分离的效果: 气体脱除率为 95%以上 (稳定), 油中水含量小于 35ppm。

实施例 2

某石化加氢装置中的冷低压分离过程采用该技术, 其三相分离处理流程如图 1 所示, 三相分离装置的操作参数如下表 2 所示:

表 2

工艺操作数据		
名称		单位
物料名称:	油、含硫污水、氢气	
总流量	113520	Kg/h
气相	60802	Kg/h
油相	8587	Kg/h
水相	32011	Kg/h
操作温度 - 最高/正常/最低	/50/	°C
操作压力 - 最高/正常/最低	8.2/8.1/	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	23.9819	Kg/m ³
油相	763.0734	Kg/m ³
水相	973.4371	Kg/m ³

该过程对脱气要求较高,需深度回收操作过程的气体,对油水分离过程要求也较高,所以选择采用立式气液液三相分离器进行分离,其结构如图4所示,包括外壳和内件,外壳设有进料口、水出口、气出口、油出口、液位计28、界位计29。内件包括惯性分离分布器21、旋转流喷射脱气管22、开孔波纹聚结板23、亲水性波纹聚结板24、纤维聚结层25、丝网除沫器26。

具体实施过程:含水含气的油分以一定的流速从进口流入,经过惯性分离分布器,大量气体逸出,液相经过分布作用,防止分散液滴的破碎。液体再经转流喷射脱气管进行深度脱气,液体中气体被有效分离出来,气体向上经过丝网除沫器脱液滴后排出。液体通过开孔波纹聚结板时,利用波纹聚结板包括浅池原理和碰撞聚结,水滴长大并沉从开孔处分离。再经亲水性聚结波纹板,较小的水滴在亲水性材料表面聚结成膜,并聚成液滴,随重力和液流曳力迁移分离。油水混合

液体最后通过纤维聚结层，纤维聚结层的微空隙和大比表面积，对水滴的精细化分离具有重要意义。强大的碰撞聚结作用使微小水滴不断碰撞长大，并且沉降经水出口外排。通过油水界面高度来控制水量的外排，通过气液界面高度控制油相的排出。

本实施例的三相分离效果：气体脱除率为 99%以上（稳定），出口油中水含量小于 100ppm，水中油含量小于 150ppm。

权 利 要 求

1、一种适用于三相分离的组合方法，其特征在于，所述组合方法包括如下步骤：

(1) 首先采用中国专利申请 CN102671502A 中的气液惯性分离与分布技术对入口处的气-液-液混合相进行液-气初步分离；分离后得到的气体导出设备，含微量气体的液相去下个步骤；

(2) 采用旋转流喷射脱气技术对步骤(1)得到的含微量气体的液相进行深度脱气处理；分离后得到的微量气体出设备，液相去下个步骤；

(3) 采用重力沉降技术对步骤(2)得到的液相进行液-液两相的初步分离，即，使所述液相通过整流板，消除紊流；分离后得到的分散相回收，夹带微量分散相的连续相液体去下个步骤；

(4) 采用组合聚结技术对步骤(3)得到的夹带微量分散相的连续相液体进行深度分离；将分离的所述微量分散相与步骤(3)得到的分散相混合后一并单独导出设备，即得到净化的连续相液体；

步骤(4)所述深度分离的过程如下：

首先，通过材料的亲水疏油或者亲油疏水的性质使所述微量分散相在折流聚结板中经表面流动碰撞聚结长大；

然后，利用设置的开孔波纹聚结板实现浅池强化沉降，水滴长大并从所述开孔波纹聚结板的开孔处分离，波谷油滴从波峰小孔逸出，较大水滴从波谷小孔下沉，较小水滴通过亲水性波纹板；所述较小水滴在所述亲水性波纹板表面首先润湿成膜，随后由于受到重力、水流曳力、材料吸附力而下沉聚结；其中，亲水性波纹板也可用斜板替代；所述较大水滴是粒径 $\geq 30\mu\text{m}$ 的水滴，所述较小水滴是粒径 $< 30\mu\text{m}$ 的水滴；

最后，液体流经纳米聚纤维聚结层，所述聚结层为水滴的聚结提供很大的比表面积，液体中的水滴在所述聚结层表面不断碰撞聚结，实现水滴的精细分离；

所述深度分离的过程中压力降是 0.005~0.05MPa。

2、根据权利要求 1 所述组合方法，其特征在于，进一步地，通过控制气液界面

高度和油水界位的高度来实现油脱水脱气三相界面的形成,从而稳定整个三相分离系统。

3、根据权利要求1所述组合方法,其特征在于,在步骤(4)中通过纳米聚纤维聚结层后分散相残留量不超过20ppm。

4、根据权利要求1所述组合方法,其特征在于,步骤(1)中在所述入口处设置惯性分离分布器,利用动量的剧烈变化初步分离气液两相;此步骤的操作压力为0.1~50MPa,温度为-30~580℃,操作压力降是0.0001~0.008MPa。

5、根据权利要求1所述组合方法,其特征在于,步骤(2)中所述深度脱气处理是通过旋转流喷射脱气管进行旋转流闪蒸和文丘里喷射耦合作用实现的;此步骤的操作压力为0.1~50MPa,温度为-30~580℃,操作压力降是0.001~0.1MPa。

6、根据权利要求1所述组合方法,其特征在于,步骤(1)和步骤(2)中分离出来的气体经过丝网除沫器脱除气体夹带的直径大于3~5 μm 的液滴。

7、权利要求1至6中任一适用于三相分离的组合方法中使用的三相分离装置,器特征在于,所述装置包括外壳和内件,按照三相的流向,所述外壳设有进料口、液体轻相出口、气包、气相出口、油包或水包、液体重相出口、液位计和界位计,所述内件设有气液惯性分离分布器、旋转流喷射脱气管、折流聚结板、开孔波纹聚结板、亲水性波纹板、丝网除沫器和纳米聚纤维聚结层;所述气液惯性分离分布器与所述进料口相连,所述丝网除沫器安装在所述气包内;所述折流聚结板安装在气液界面处。

8、根据权利要求7所述的三相分离装置,其特征在于,所述气液惯性分离分布器位于液流横截面的中心部位,其形式为开孔管或惯性分布弧形叶片组。

9、根据权利要求7所述的三相分离装置,其特征在于,所述旋转流喷射脱气管具有一个或多个水平切向进口,在上下顶端分别设有气体出口和液体出口,所述液体出口的中心设有圆锥体,并且,所述液体出口为缩放管形式,对应所述液体出口的外部设置有伞状布液器。

10、根据权利要求7所述的三相分离装置,其特征在于,所述旋转流喷射脱气管为并联安装。

- 11、根据权利要求 7 所述的三相分离装置，其特征在于，所述折流聚结板采用亲水疏油或者亲油疏水材料。
- 12、根据权利要求 7 所述的三相分离装置，其特征在于，所述开孔波纹聚结板为按一定角度放置的波纹板组，波纹方向与液流方向一致，在波峰和波谷处各开圆孔，所述圆孔的直径为 5~50mm，孔距为 5~100mm，波纹板间距为 5~50mm。
- 13、根据权利要求 7 所述的三相分离装置，其特征在于，所述纳米聚纤维聚结层由有机纤维和无机纤维编织而成。
- 14、根据权利要求 7 所述的三相分离装置，其特征在于，所述折流聚结板、开孔波纹聚结板和纳米聚纤维聚结层采用模块化方式设置。
- 15、根据权利要求 7 所述的三相分离装置，其特征在于，所述三相分离装置为卧式气液液三相分离器或立式气液液三相分离器。

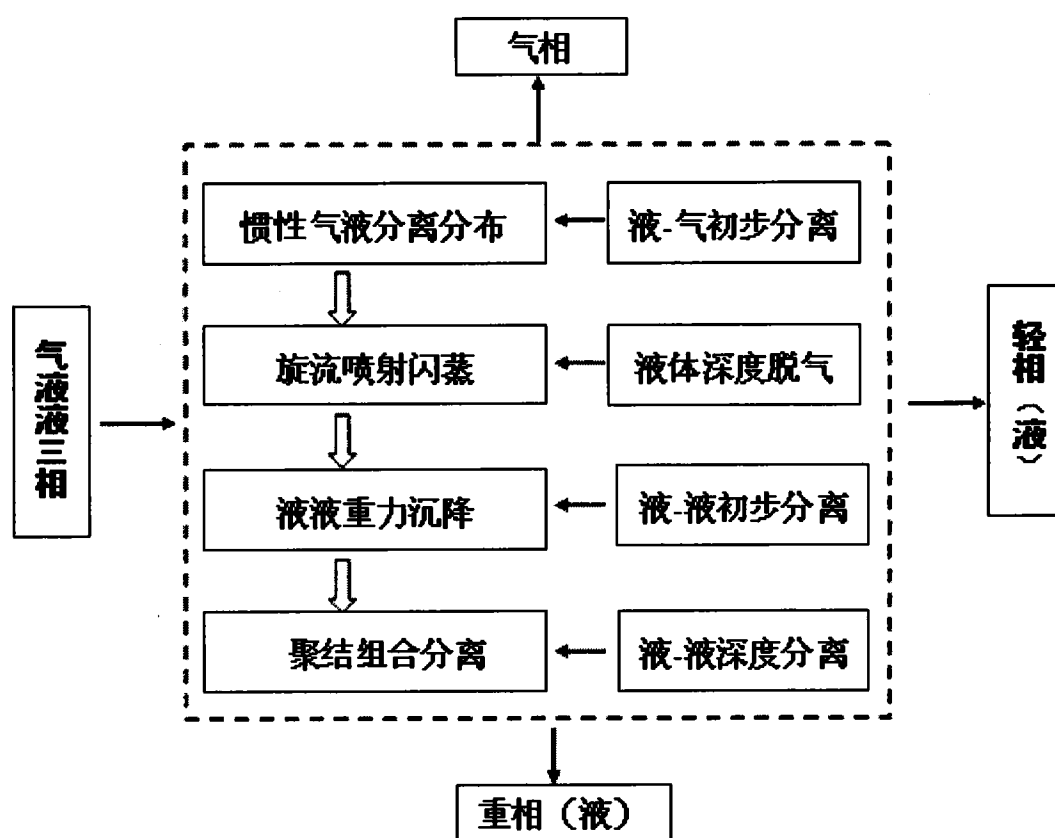


图 1

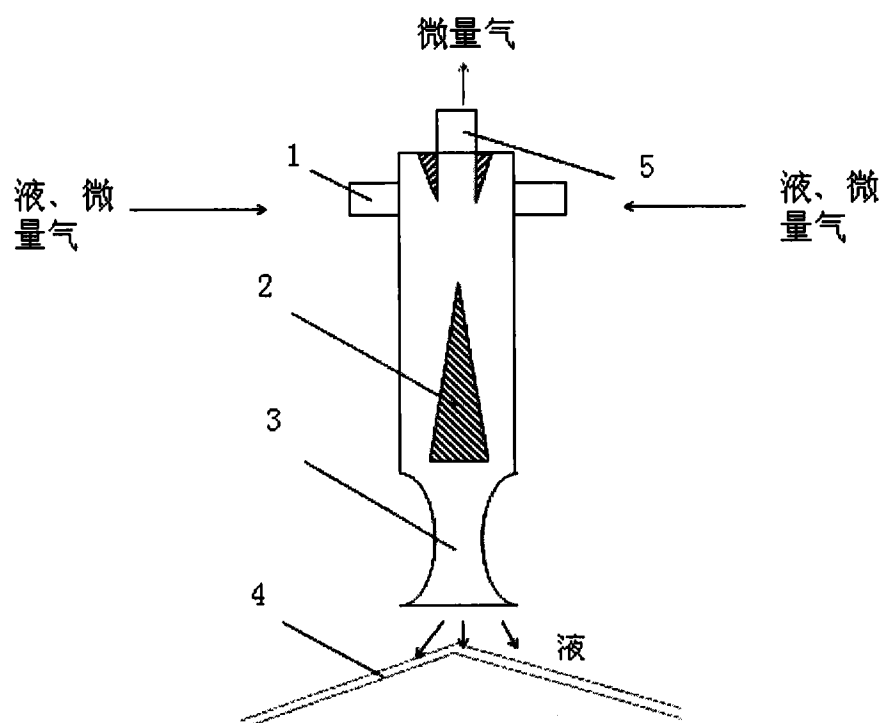


图 2

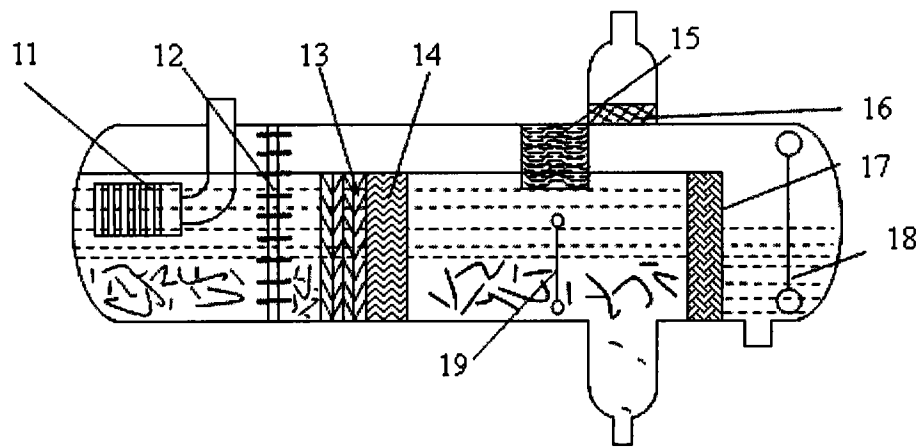


图 3

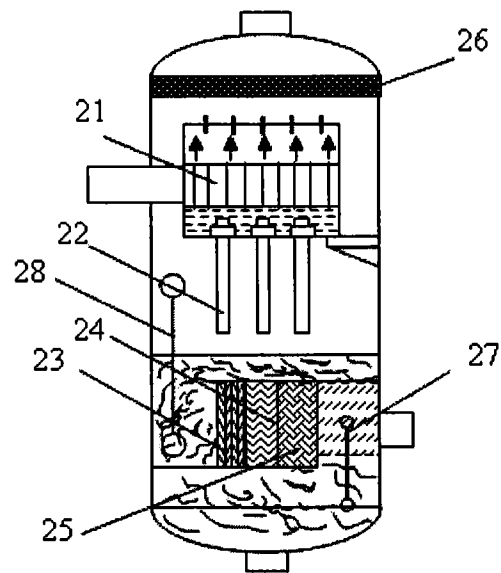


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 17/025 (2006.01) i

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)

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)

CNKI, CNABS, CNTXT, VEN: three-phase, rotational flow, corrugated plate, oil, water, gas, three, phase, separat+, rotat+, cyclone, settle+, deposit+, sink+, aggregat+, coalesce+, corrugat+, plate, sheet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 2455329 Y (SURVEY & DESIGN INSTITUTE, SINOPEC HENAN PETROLEUM EXPLORATION BUREAU), 24 October 2001 (24.10.2001), claims 1-5, description, page 3, line 21 to page 4, line 23, and figures 1-8	1-15
Y	CN 102671502 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 19 September 2012 (19.09.2012), description, paragraphs [0004] to [0013], and figures 1-5	1-15
E	CN 203763912 U (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 13 August 2014 (13.08.2014), claims 1-9	7-15
A	CN 103071318 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 01 May 2013 (01.05.2013), the whole document	1-15
A	CN 2530706 Y (INSTITUTE OF DESIGN AND PLANNING OF SHENGLI OIL FIELD, SINOPEC), 15 January 2003 (15.01.2003), the whole document	1-15
A	CN 203483915 U (TIANJIN BINHAI NEW AREA DAGANG RONGDA TECHNOLOGY TRADE CO., LTD.), 19 March 2014 (19.03.2014), the whole document	1-15

☒ 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 25 December 2014 (25.12.2014)	Date of mailing of the international search report 09 January 2015 (09.01.2015)
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 WANG, Hui Telephone No.: (86-10) 62085049

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000448

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7575672 B1 (GILMORE, T.S.), 18 August 2009 (18.08.2009), the whole document	1-15

International application No.
PCT/CN2014/000448

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

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/000448

A. 主题的分类

B01D 17/025(2006.01)i

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)

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))

CNKI, CNABS, CNTXT, VEN:油、水、气、三相、分离、旋流、沉降、聚结、波纹板、oil、water、gas、three、phase、separat+、rotat+、cyclone、settle+、deposit+、sink+、aggregat+、coalesce+、corrugat+、plate、sheet

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
Y	CN 2455329 Y (中国石化集团河南石油勘探局勘察设计院) 2001年 10月 24日 (2001 - 10 - 24) 权利要求1-5、说明书第3页第21行至第4页第23行、附图1-8	1-15
Y	CN 102671502 A (华东理工大学) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 说明书第[0004]段至第[0013]段、附图1-5	1-15
E	CN 203763912 U (华东理工大学) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 权利要求1-9	7-15
A	CN 103071318 A (华东理工大学) 2013年 5月 01日 (2013 - 05 - 01) 全文	1-15
A	CN 2530706 Y (中国石化胜利油田有限公司规划设计研究院) 2003年 1月 15日 (2003 - 01 - 15) 全文	1-15
A	CN 203483915 U (天津滨海新区大港荣达科贸有限公司) 2014年 3月 19日 (2014 - 03 - 19) 全文	1-15

☒ 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

2014年 12月 25日

国际检索报告邮寄日期

2015年 1月 09日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

受权官员

王辉

电话号码 (86-10)62085049

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
A	US 7575672 B1 (GILMORE TERRY S) 2009年 8月 18日 (2009 - 08 - 18) 全文	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2014/000448

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	2455329	Y	2001年 10月 24日	无			
CN	102671502	A	2012年 9月 19日	CN	102671502	B	2014年 8月 13日
CN	203763912	U	2014年 8月 13日	无			
CN	103071318	A	2013年 5月 01日	WO	2014117632	A1	2014年 8月 07日
				WO	2014117633	A1	2014年 8月 07日
CN	2530706	Y	2003年 1月 15日	无			
CN	203483915	U	2014年 3月 19日	无			
US	7575672	B1	2009年 8月 18日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)