(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
2019 年 2 月 7 日 (07.02.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/024914 A1

(51) 国际专利分类号:
C10L 3/10 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/098502

(22) 国际申请日: 2018 年 8 月 3 日 (03.08.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710660822.6 2017年8月4日 (04.08.2017) 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)。 刘懿谦 (LIU, Yiqian); 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: 上海顺华专利代理有限责任公司 (SHANGHAI SSH INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国上海市梅陇路 130 号华东理工大学研究生楼 808 室, Shanghai 200237 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) **Title:** COMPACT NATURAL GAS PRETREATMENT PURIFICATION METHOD AND DEVICE SUITABLE FOR OFFSHORE PLATFORM

(54) 发明名称: 一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法和装置

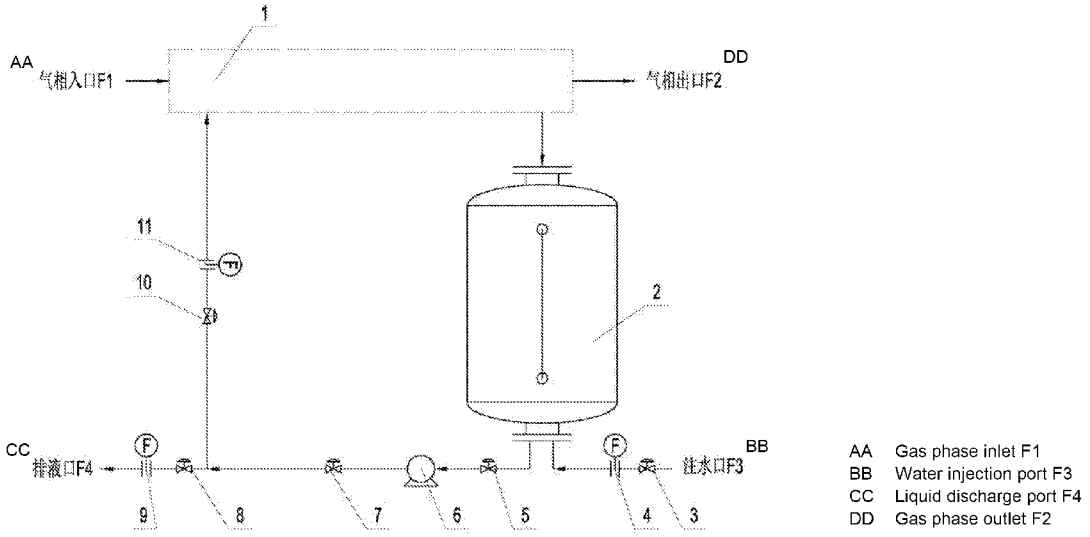


图 1

(57) **Abstract:** Disclosed are a compact natural gas pretreatment purification method and device suitable for an offshore platform, wherein the method and the device are suitable for pretreatment purification of natural gas mined on the offshore platform to remove heavy hydrocarbons, soluble salt ions, and most of the moisture from the natural gas. The mined natural gas is introduced from a gas phase inlet, sequentially passes through a spray washing unit, a gas-liquid distribution unit, a natural gas and washing water mixing and mass transfer unit, a spin generating unit, and a natural gas and washing water separation unit, and then flows out of a gas phase outlet. The removed liquid enters a liquid storage unit. Fresh water passes through the liquid storage unit, is injected into the spray washing unit by means of a pipeline circulation pump, and is then sprayed out. By treating the natural gas using this method, the soluble salt

WO 2019/024914 A1

[见续页]

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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))。

ions and most of the moisture are removed from the raw wet natural gas. The compact pretreatment method has the function of on-line treatment of natural gas and rapid removal of impurities and liquid on the offshore platform with a limited space.

(57) 摘要: 一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法和装置，适用于海上平台采出天然气的预处理净化，脱除天然气中的重烃、可溶性盐离子、大部分水分。开采出的天然气从气相入口进入，依次经喷雾洗涤单元，气液均布单元，天然气、洗涤水混合传质单元，造旋单元，天然气、洗涤水分离单元后从气相出口流出。脱除的液体进入储液单元。新鲜淡水经储液单元通过管道循环泵注入喷雾洗涤单元喷出。经过该方法处理的天然气，脱除了原湿天然气中的可溶性盐离子及大部分水分。该紧凑式预处理方法起到了在空间狭小的海上平台上对天然气进行在线处理，快速脱除杂质及液体的作用。

一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法和装置

技术领域

本发明涉及一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法和装置，适用于海上平台采出天然气的预处理净化，脱除天然气中的重烃、可溶性盐离子、大部分水分。

背景技术

天然气是世界公认的优质、高效能源，具有清洁环保、储量大等一系列优点，而且其热值高、使用方便、燃烧完全、干净、价格便宜，还是宝贵的化工原料，可以生产近千种化工产品。推广天然气的使用，不仅能提升城市居民的生活品质，也能促进地方工商业的发展，对推动生态环境建设和城市转型振兴具有重要意义。我国东海、南海均发现了大量天然气储备，可见日后海上天然气的开采必将成为一个我国重点发展的领域。

海上平台井口采出的天然气几乎都为气相水所饱和，甚至会携带一定量的液态水。天然气中水分的存在往往会造成严重的后果：含有 CO2 和 H2S 的天然气在有水存在的情况下形成酸而腐蚀管路和设备；在一定条件下形成天然气水合物而堵塞阀门、管道和设备；降低管道输送能力，造成不必要的动力消耗。水分在天然气中存在非常不利，因此，需要脱除天然气中携带的水分。

此外，进入平台压缩机的天然气若含地层水等液体，会对压缩机的长期运行产生极大的影响。地下气藏中的矿物盐在地底高温高压的条件下，会溶于地层水，这种高矿化水会与天然气共同分布于气藏空隙中。气藏开发后，天然气从孔隙中不断向井筒运动，在此过程中溶解有矿物盐的高矿化度水被天然气携带出地面，若地面工艺流程设备除液效率不高，就会导致少量游离水随天然气进入了压缩机，在多级压缩过程中，气体温度从 38℃升高到 108℃，在高温条件下水分不断蒸发，随着水分的减少，溶有矿物盐的水溶液达到过饱和状态，最终矿物盐以结晶体析出，附着在压缩机转子的叶轮表面，形成盐垢，并呈现不规则分布，使压缩机的动平衡状态遭到破坏，发生偏心，随着盐垢越聚越多，偏心越来越严重，由于偏心产生的振动越来越高，最终导致压缩机关停，严重影响正常生产。因此，

为了保证平台上压缩机长期高效稳定运行，将天然气中夹带的可溶性盐及液体高效脱除显得极为重要。

专利《一种天然气除水设备》（CN205893185U），介绍了一种实用新型设备，使用旋流器的原理对天然气中的液体进行脱除；专利《天然气脱水装置》（CN105087096A），介绍了一种结构复杂的，采用滤水膜对天然气中液体进行脱除的装置。以上专利，《一种天然气除水设备》利用旋流器原理分离，脱液效率有限，占地面积较大，且在脱液元件内设置了动设备，装置运行维护需要一定成本；《天然气脱水装置》结构复杂，占地面积大，制造成本高，明显不适用于空间狭小的海上平台。最主要的，以上两个专利均是对现有天然气中的液体进行脱除，并为除去天然气中夹带的可溶性盐，最后未除去的液体中仍还有大量的可溶性盐，这部分液体附着在压缩机叶轮上，可溶性盐析出后对压缩机的长期稳定运行有巨大的影响。

发明内容

鉴于以上问题，本发明提供了一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法和装置。

具体的技术方案如下：

一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法，包括如下步骤：

（1）开采的湿天然气由气相入口进入，经过紧凑式在线处理装置（1）处理后，气相经气相出口流出进入下一步工艺；

（2）开采的湿天然气由气相入口进入，经过紧凑式在线处理装置（1）处理后，脱除的液体进入储液单元（2）；

（3）当间歇排液时，步骤（2）中脱除的液体进入储液单元（2），脱除的液体作为循环液经过阀门（5）、管道循环泵（6）、阀门（7）、阀门（10）、流量计（11）重新进入紧凑式在线处理装置（1），到达排液时间后，通过排液口排出液体，同时通过注水口注入新鲜淡水，对系统内循环液进行更换，间歇排液和注入新鲜淡水的时间间隔为 2-20 小时；

（4）当连续排液时，步骤（2）中脱除的液体进入储液单元（2），脱除的液体作为循环液经过阀门（5）、管道循环泵（6）后分两路，一路经由阀门（7）、阀门（10）、流量计（11）重新进入紧凑式在线处理装置（1），一路经由阀门（8）、

流量计（9）排出系统，同时新鲜淡水通过阀门（3）、流量计（4）注入储液单元作为循环液，储液单元向紧凑式在线处理装置的注水量为气相入口进气量的0.01%~10%(体积比)，向储液单元注入新鲜水量为气相入口进气量的0.01%~10%（体积比），系统排水量为气相入口进气量的0.01%~10%（体积比）；

（5）步骤（1）、（2）中所述的，经过紧凑式在线处理装置（1）处理，具体包括，天然气依次通过喷雾洗涤单元（1-2），伞状气液均布单元（1-3），天然气、洗涤水混合传质单元（1-4），造旋单元（1-5），天然气、洗涤水分离单元（1-6），处理后的气液两相分别前往下一工艺流程；

（6）步骤（5）中所述的天然气依次经过单元，喷雾洗涤单元（1-2）采用与流体流向相同的方向喷淋，喷淋截面的液滴均匀分布，液滴粒径、液滴分布密度可控，注水量均可调；伞状气液均布单元（1-3）对混合物料进行预分布，使气液两相均匀混合进入后续混合传质单元，其伞状倾斜角度α为5°到45°；天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）采用高效混合元件，增加混合强度，节省混合时间，使气液两相充分接触，提高洗涤效率；造旋单元（1-5）将混合物料的水平运动转化为旋转运动，利用离心力实线气液两相的在线快速分离，其造旋翅片造旋角θ为5°到45°；天然气、洗涤水分离单元（1-6）利用经过造旋单元后的气液两相在管线中的位置不同，将气液两相分离开，气体由气相出口进入后续工艺流程，液体排入储液单元；

（7）步骤（6）中所述各单元之间相对位置关系及尺寸为：喷雾洗涤单元（1-2）距天然气入口距离L1=0.5-3D，喷雾洗涤单元（1-2）距伞状气液均布单元（1-3）距离L2=1-2D，伞状气液均布单元（1-3）距天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）距离L3=0.5-2D，天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）长度L4=1-4D，天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）距造旋单元（1-5）距离L5=0.5-2D，造旋单元（1-5）长度L6=0.5-2D，造旋单元（1-5）距天然气、洗涤水分离单元（1-6）距离L7=1-4D，天然气、洗涤水分离单元（1-6）长度L8=1-4D；

（7）步骤（1）、（2）所述的紧凑式在线处理装置（1）与储液单元之间通过管线连接，在新鲜淡水注入口前设置流量计（4）与阀门（3），在储液单元与管道循环泵之间设置阀门（5），在管道循环泵后设置阀门（7），阀门（7）后分两支路，排液支路上设置阀门（8）与流量计（9），进紧凑式在线处理装置（1）的

支路上设置阀门（10）与流量计（11）。

（8）步骤（1）中所述的天然气操作温度为 10~80℃，含重烃 0.1~1g/m^3，含可溶性盐离子 0.01~1g/m^3，其进口流速为 2-40m/s。

本发明还提出了一种适用于上述方法的海上平台的紧凑式天然气预处理净化装置。

本发明的有益效果在于：

（1）采用紧凑式在线处理装置对天然气进行在线处理，该方法使用设备占地面积小，适合受空间和重量限制的场合使用，有效解决了海上平台空间狭小的问题；

（2）采用喷雾洗涤单元使用不含盐或含盐浓度极低的水对天然气进行洗涤，有效去除了天然气中夹带的可溶性盐离子，保障了压缩机的高效稳定运转；

（3）采用造旋单元与天然气、洗涤水分离单元，实现了天然气中液体的在线快速脱除，降低了天然气中的含水量；

（4）作为洗涤分离元件的紧凑式在线处理装置不含动设备，完全依靠装置内构件的物理特性对天然气进行在线高效处理，降低了能耗，减小了压降。

附图说明

图 1 是一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法的流程图；

图 2 是紧凑式在线处理装置的内部构件结构图；

图 3 是伞状气液均布单元的三视图；

图 4 是造旋单元的三视图。

符号说明：

1 紧凑式在线处理装置；2 储液单元；3 注水阀；4 注水口流量计；

5 管道循环泵前阀；6 管道循环泵；7 管道循环泵后阀；8 排液阀；

9 排液口流量计；10 循环液阀；11 循环液流量计

1-1 紧凑式管体；1-2 喷雾洗涤单元；1-3 伞状气液均布单元；

1-4 天然气、洗涤水混合传质单元；1-5 造旋单元；

1-6 天然气、洗涤水分离单元。

具体实施方式

下面，通过实施例对本发明进行具体描述。有必要在此指出的是，以下实施

例只用于对本发明作进一步说明，不能理解为对本发明保护范围的限制，该领域的专业技术人员根据本发明的内容作出的一些非本质的改进和调整，仍属于本发明的保护范围。

实施例 1

本申请的发明人经过广泛而深入的研究后发现，对于空间狭小、对体积质量要求严格的海上平台，针对天然气的脱液处理问题，紧凑高效的在线处理具有最大的性价比。同时，单纯的脱液并不能完全解决后续流程中压缩机结垢导致偏心甚至停机的问题。因此对于海上平台的天然气进行预处理除了要脱除天然气中的液体外，还需要对天然气中的可溶性盐离子进行最大限度的脱除。基于研究，设计了一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法，使用紧凑式在线处理装置作为核心设备，通过设计紧凑式在线处理装置内部各单元的物理结构，做到对天然气中可溶性盐离子及液体的在线高效脱除，在空间受到限制的条件下，在线完成高效脱液除盐。基于上述内容，本发明得以完成。

如图1所示，其主要包括：紧凑式在线处理装置1；储液单元2；注水阀3；注水口流量计4；管道循环泵前阀5；管道循环泵6；管道循环泵后阀7；排液阀8；排液口流量计9；循环液阀10；循环液流量计11。

如图2所示，紧凑式在线处理装置主要包括：紧凑式管体1-1；喷雾洗涤单元1-2；伞状气液均布单元1-3；天然气、洗涤水混合传质单元1-4；造旋单元1-5；天然气、洗涤水分离单元1-6。

图 3 是伞状气液均布单元的三视图，其基本结构为伞状结构上开均布小孔，其伞状倾斜角度、孔径和开孔数量根据实际工况确定；

图 4 是造旋单元的三视图，其造旋翅片造旋角度根据实际工况确定。

某气田在操作条件下天然气流量为 1900m^3/h，采用 14 寸管作为紧凑式管体（1-1），前后均采用法兰与原管线进行连接，喷雾洗涤单元（1-2）距天然气入口距离 L1=D，喷雾洗涤单元（1-2）距伞状气液均布单元（1-3）距离 L2=1.5D，伞状气液均布单元（1-3）距天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）距离 L3=D，天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）长度 L4=2.5D，天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）距造旋单元（1-5）距离 L5=D，造旋单元（1-5）长度 L6=1.5D，造旋单元（1-5）距天然气、洗涤水分离单元（1-6）距离 L7=2D，天然气、洗涤水

分离单元（1-6）长度 L8=3D，伞状气液均布单元（1-3）伞状倾斜角度 α 为 25°，造旋单元（1-5），其造旋翅片造旋角 θ 为 30°，进口流速为 6m/s。

紧凑式在线处理装置（1）与储液单元之间通过管线连接，在新鲜淡水注入口前设置流量计（4）与阀门（3），在储液单元与管道循环泵之间设置阀门（5），在管道循环泵后设置阀门（7），阀门（7）后分两支路，排液支路上设置阀门（8）与流量计（9），进紧凑式在线处理装置（1）的支路上设置阀门（10）与流量计（11）。

采用间歇排液，经紧凑式在线处理装置（1）脱除的液体进入储液单元（2），脱除的液体作为循环液经过阀门（5）、管道循环泵（6）、阀门（7）、阀门（10）、流量计（11）重新进入紧凑式在线处理装置（1）。到达排液时间后，通过阀门（8）、流量计（9）从排液口排出液体，同时通过注水口经由阀门（3）、流量计（4）注入新鲜淡水，对系统内循环液进行更换，间歇排液和注入新鲜淡水的时间间隔为 10 小时。

采用该方法前，该气田原有进口涤气罐并不能满足分离需求，且该气田地层水中含可溶性盐与其它气田相比明显偏高，天然气中夹带了大量的可溶性盐离子，基本每 4-5 个月便会导致压缩机叶轮结垢严重，使转子平衡发生破坏，形成偏心，转子在高速转动下的不平衡使压缩机发生严重震动最后导致关停。将压缩机送回厂家进行解体清理叶轮结构物维修周期为 3 个月，极大影响气田的稳定生产，气田只能通过设置多组备用压缩机，在多组压缩机间切换进行生产，保证气田正常生产，这使平台上总是有压缩机处在维修状态，不仅加大了日常生产维修的工作量，同时还有极高的维修成本。

在使用本方法后，压缩机叶轮结垢现象得到了明显的缓解，稳定运行半年后无明显结垢现象，运行 9-10 个月后压缩机震动出现轻微上升趋势，但仍在允许范围内。说明该方法对维持压缩机的高效稳定运行有显著作用，可以明显延长压缩机运行周期。

权 利 要 求

1、一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法，其特征在于，包括如下步骤：

（1）开采的湿天然气由气相入口进入，经过紧凑式在线处理装置（1）处理后，气相经气相出口流出进入下一步工艺，脱除的液体进入储液单元（2）；

（2）开采的湿天然气由气相入口进入，经过紧凑式在线处理装置（1）处理后，脱除的液体进入储液单元（2）；

（3）步骤（2）中所述的储液单元（2）主要含 2 个入口和 1 个出口并在储液单元罐体上加装液位计，入口分别为经紧凑式在线处理装置处理后脱除的液体进入储液单元的入口和注入新鲜淡水的入口，出口为进入管道循环泵（6）的出口；

（4）步骤（3）中管道循环泵（6）后分两支路：一路为排液口的支路，一路为注入紧凑式在线处理装置的支路。

2、根据权利要求 1 所述的一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法，其特征在于，所述天然气操作温度为 10~80℃，含重烃 0.1~1g/m^3，含可溶性盐离子 0.01~1g/m^3。

3、根据权利要求 1 所述的一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法，其特征在于，该方法压降在 5~15kPa 范围内。

4、根据权利要求 1 所述的一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法，其特征在于，进入紧凑式在线处理装置（1）的入口气速为 2~40m/s。

5、根据权利要求 1 所述的一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法，其特征在于，储液单元注入新鲜淡水、从排液口排液时可以间歇注水或排水也可连续注水或排水；当连续注水或排水时，注水量为气相入口进气量的 0.01%~10%（体积比），排水量为气相入口进气量的 0.01%~10%（体积比）；当间歇注水或排水时，每次注水和排液时间间隔为 2-20 小时。

6、一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化装置，该紧凑式在线处理装置包含如下几个部分：紧凑式管体（1-1），喷雾洗涤单元（1-2），伞状气液均布单元（1-3），天然气、洗涤水混合传质单元（1-4），造旋单元（1-5），天然气、洗涤水分离单元（1-6）。

7、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述紧凑式在线处理装置主要包含 4 个进出口。其中，气相入口即采出天然气入口，自储液单元来的循环水入口为 2 个入口。气相出口即净化气出口，脱除液相出口为 2 个出口。

8、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于：所述的紧凑式管体（1-1）为整个装置内构件提供支撑，同时作为流体流动的通道，其直径为 D；所述的喷雾洗涤单元（1-2）采用与流体流向相同的方向喷淋，喷淋截面的液滴均匀分布，液滴粒径、液滴分布密度可控，注水量均可调；所述的伞状气液均布单元（1-3）对混合物料进行预分布，使气液两相均匀混合进入后续混合传质单元，其伞状倾斜角度 α 为 5° 到 45°；所述的天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）采用高效混合元件，增加混合强度，节省混合时间，使气液两相充分接触，提高洗涤效率；所述的造旋单元（1-5）将混合物料的水平运动转化为旋转运动，利用离心力实线气液两相的在线快速分离，其造旋翅片造旋角 θ 为 5° 到 45°；所述的天然气、洗涤水分离单元（1-6）利用经过造旋单元后的气液两相在管线中的位置不同，将气液两相分离开，气体由气相出口进入后续工艺流程，液体排入储液单元。

9、权利要求 8 所述的装置，其特征在于，喷雾洗涤单元（1-2）距天然气入口距离 L1=0.5-3D，喷雾洗涤单元（1-2）距伞状气液均布单元（1-3）前端距离 L2=1-2D，伞状气液均布单元（1-3）后端距天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）前端距离 L3=0.5-2D，天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）长度 L4=1-4D，天然气、洗涤水混合传质单元（1-4）后端距造旋单元（1-5）前端距离 L5=0.5-2D，造旋单元（1-5）长度 L6=0.5-2D，造旋单元（1-5）后端距天然气、洗涤水分离单元（1-6）入口距离 L7=1-4D，天然气、洗涤水分离单元（1-6）长度 L8=1-4D。

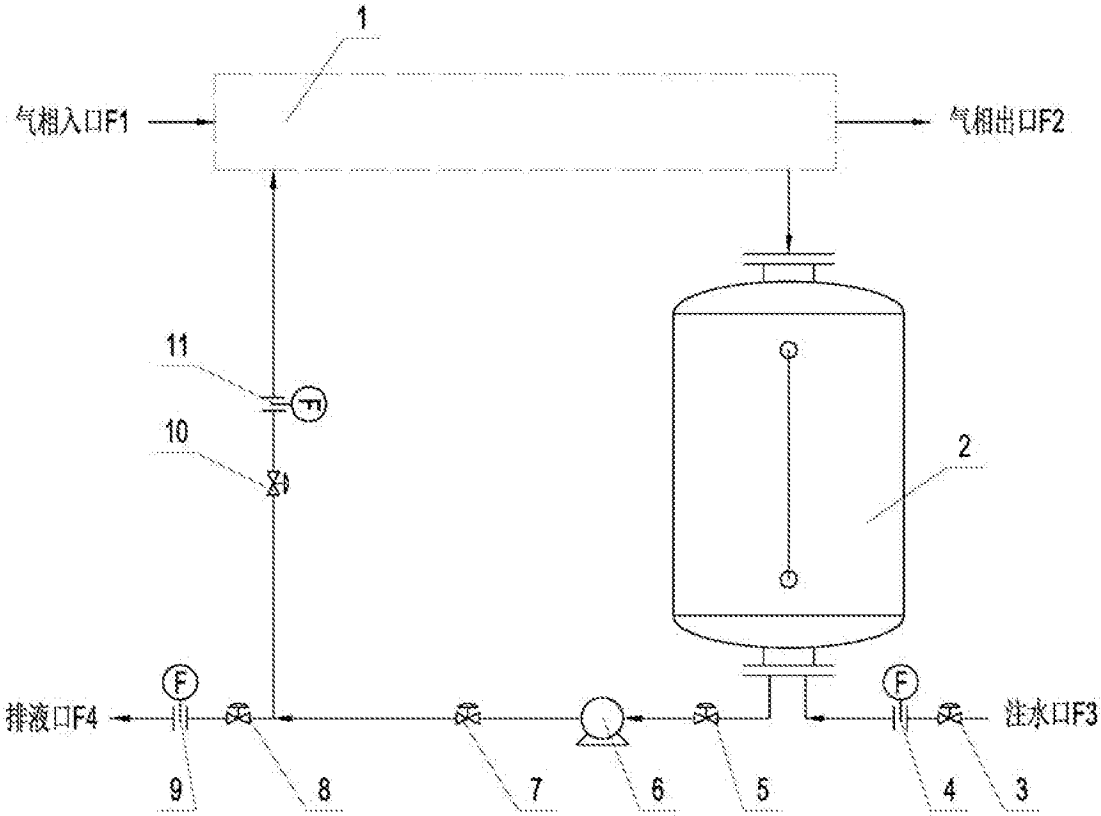

1
气相入口F1
气相出口F2
11
10
2
排液口F4
注水口F3
9
8
7
6
5
4
3

图 1

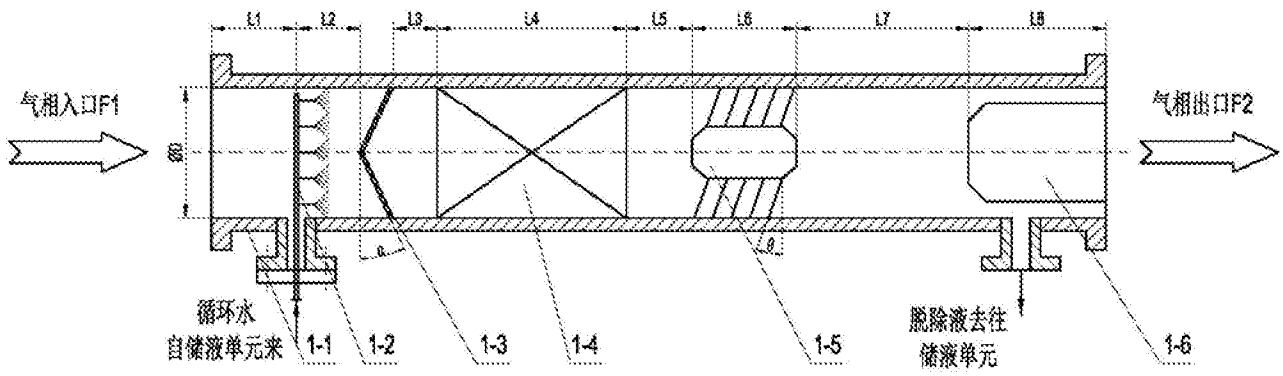

L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
气相入口F1
气相出口F2
循环水
自储液单元来
1-1
1-2
1-3
1-4
1-5
脱除液去往
储液单元
1-6

图 2

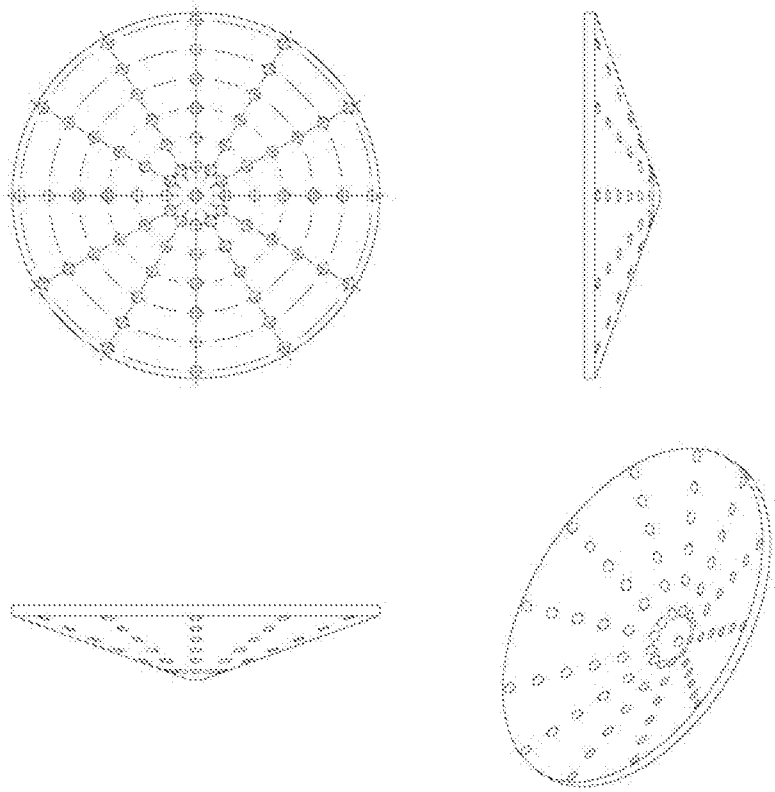


图 3

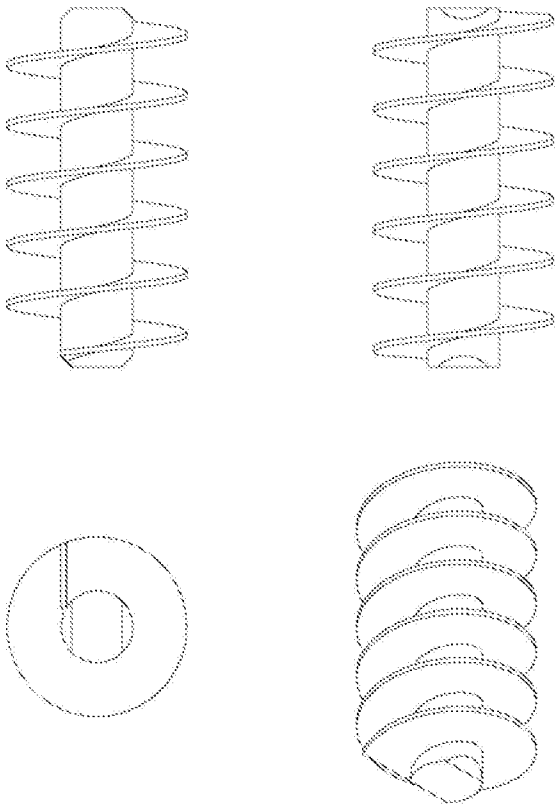


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/098502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10L 3/10(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)

C10L 3

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)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WEB OF SCIENCE: 天然气, 甲烷, 预处理, 脱除, 脱水, 除水, 盐, 净化, 储液, 淡水, 海, 浮式, 循环, natural gas, methane, pretreat+, remov+, dehydrat+, water,salt, purifica+, storag+, sea, offshore, float+, circulat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107353956 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 17 November 2017 (2017-11-17) claims 1-9	1-9
A	CN 106544071 A (RICHTECH INTERNATIONAL ENGINEERING (SHANGHAI) CO., LTD.) 29 March 2017 (2017-03-29) description, paragraphs 6-27	1-9
A	CN 204739842 U (CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL CORPORATION ET AL.) 04 November 2015 (2015-11-04) entire document	1-9
A	US 4775395 A (INST FRANCAIS DU PETROLE) 04 October 1988 (1988-10-04) entire document	1-9
A	WO 2013022529 A1 (EXXONMOBIL UPSTREAM RES CO. ET AL.) 14 February 2013 (2013-02-14) entire document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 October 2018	**23 October 2018**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
State Intellectual Property Office of the P. R. China **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing** **100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/098502

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107353956	A	17 November 2017	None			
CN	106544071	A	29 March 2017	None			
CN	204739842	U	04 November 2015	None			
US	4775395	A	04 October 1988	DE	3770122	D1	20 June 1991
				CA	1307195	C	08 September 1992
				JP	2913046	B2	28 June 1999
				EP	0267819	A1	18 May 1988
				FR	2605241	B1	27 October 1989
				NO	874289	A	18 April 1988
				NO	173540	C	29 December 1993
				NO	173540	B	20 September 1993
				NO	874289	D0	14 October 1987
				EP	0267819	B1	15 May 1991
				JP	S63104633	A	10 May 1988
				FR	2605241	A1	22 April 1988
WO	2013022529	A1	14 February 2013	AU	2012294927	B2	12 January 2017
				RU	2014108880	A	20 September 2015
				AR	087469	A1	26 March 2014
				AU	2012294927	A1	20 February 2014
				TW	I577954	B	11 April 2017
				GB	201403002	D0	09 April 2014
				CA	2840723	A1	14 February 2013
				GB	2507233	A	23 April 2014
				RU	2596764	C2	10 September 2016
				US	2014208797	A1	31 July 2014
				TW	201319497	A	16 May 2013

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/098502

A. 主题的分类

C10L 3/10(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)

C10L 3

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）)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WEB OF SCIENCE: 天然气，甲烷，预处理，脱除，脱水，除水，盐，净化，储液，淡水，海，浮式，循环，natural gas, methane, pretreat+, remov+, dehydrat+, water,salt, purifica+, storag+, sea, offshore, float+, circulat+

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
PX	CN 107353956 A (华东理工大学) 2017年 11月 17日 (2017-11-17) 权利要求1-9	1-9
A	CN 106544071 A (上海利策科技股份有限公司) 2017年 3月 29日 (2017-03-29) 说明书第6-27段	1-9
A	CN 204739842 U (中国海洋石油总公司等) 2015年 11月 4日 (2015-11-04) 全文	1-9
A	US 4775395 A (INST FRANCAIS DU PETROLE) 1988年 10月 4日 (1988-10-04) 全文	1-9
A	WO 2013022529 A1 (EXXONMOBIL UPSTREAM RES CO等) 2013年 2月 14日 (2013-02-14) 全文	1-9

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 10月 12日	2018年 10月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	潘慧
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(010)-62084769

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/098502

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	107353956	A	2017年 11月 17日	无			
CN	106544071	A	2017年 3月 29日	无			
CN	204739842	U	2015年 11月 4日	无			
US	4775395	A	1988年 10月 4日	DE	3770122	D1	1991年 6月 20日
				CA	1307195	C	1992年 9月 8日
				JP	2913046	B2	1999年 6月 28日
				EP	0267819	A1	1988年 5月 18日
				FR	2605241	B1	1989年 10月 27日
				NO	874289	A	1988年 4月 18日
				NO	173540	C	1993年 12月 29日
				NO	173540	B	1993年 9月 20日
				NO	874289	D0	1987年 10月 14日
				EP	0267819	B1	1991年 5月 15日
				JP	S63104633	A	1988年 5月 10日
				FR	2605241	A1	1988年 4月 22日
WO	2013022529	A1	2013年 2月 14日	AU	2012294927	B2	2017年 1月 12日
				RU	2014108880	A	2015年 9月 20日
				AR	087469	A1	2014年 3月 26日
				AU	2012294927	A1	2014年 2月 20日
				TW	I577954	B	2017年 4月 11日
				GB	201403002	D0	2014年 4月 9日
				CA	2840723	A1	2013年 2月 14日
				GB	2507233	A	2014年 4月 23日
				RU	2596764	C2	2016年 9月 10日
				US	2014208797	A1	2014年 7月 31日
				TW	201319497	A	2013年 5月 16日