

(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
2022 年 5 月 27 日 (27.05.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/105698 A1

(51) 国际专利分类号:
C02F 9/04 (2006.01) *C02F 103/10* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/130509

(22) 国际申请日: 2021 年 11 月 15 日 (15.11.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011283919.8 2020 年 11 月 17 日 (17.11.2020) 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)。 李裕东(LI, Yudong); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 代品一(DAI, Pinyi); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 潘志程(PAN, Zhicheng); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。

(74) 代理人: 上海华工专利事务所(普通合伙)(SHANGHAI HUAGONG PATENT AGENCY); 中国上海市浦东新区高科西路 551 号 A306 室, Shanghai 200126 (CN)。

(54) Title: PROCESSING SYSTEM AND METHOD FOR OFFSHORE GAS FIELD COMPLEX PRODUCTION FLUID

(54) 发明名称: 一种适用于海上气田复杂采出液处理的系统和方法

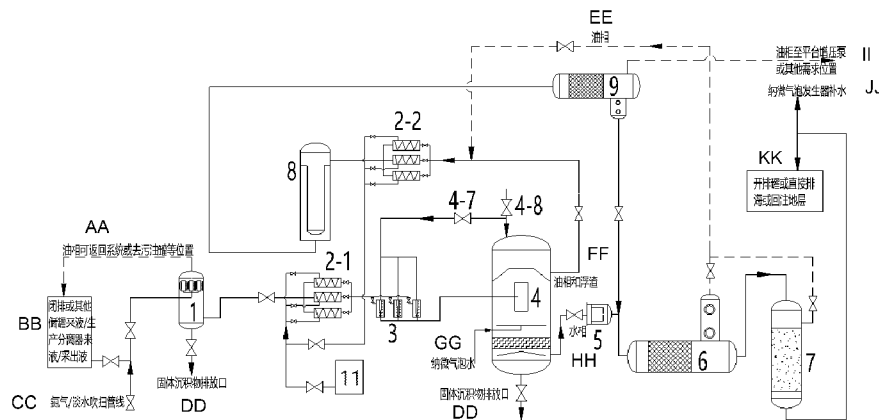


图 1

- AA Oil-phase can return to system, decontamination oil tank, or other positions
- BB Liquid from closed drainage or other storage tank/liquid from production separator/production fluid
- CC Nitrogen gas/fresh water purge pipeline
- DD Solid deposit discharge outlet
- EE Oil phase
- FF Oil phase and scum
- GG Micro-nano bubble water
- HH Water phase
- II Oil phase to platform pressurization pump or other demand position
- JJ Add water to micro-nano bubble generator
- KK Open drainage tank; alternatively, direct discharge into sea or inject back to stratum

(57) Abstract: Provided are a processing system and method for offshore gas field complex production fluid. The processing system comprises a solid-and oil-removing integrated separator, a vortex bubble generator, a compact air flotation device, a police filter, a modular assembly fiber oil-removing device, a filter cleaner, a bag filter, and a modular assembly fiber dehydrator. The devices cooperatively operate to improve the separation precision of the system to 1 μm or better. The invention achieves a highly efficient treatment while realizing the functions of industrial application, such as on-line cleaning and the like, thereby meeting various requirements of



(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, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

discharging petroleum and suspended particulate indicators of produced water into the sea or recycling same, and meeting delivery requirements of offshore pipelines for condensate oils. The invention is particularly suitable for offshore gas fields, and is also applicable to liquid-phase processing for production fluids/produced water/condensate oils, etc., in offshore oil fields or onshore oil and gas fields. The present invention occupies a smaller floor space occupation and has higher treatment precision when compared to existing common process apparatuses having the same treatment throughput, and is widely applicable to oil removal and clarification of oil/turbidity-containing produced wastewater in industries such as the petrochemical industry, and the coal chemical industry.

(57) 摘要: 本发明提供一种适用于海上气田复杂采出液处理的系统和方法。处理系统包括脱固除油一体化分离器、涡流气泡发生器、紧凑气浮装置、保安过滤器、模块化组合纤维除油器、滤清器、袋式过滤器、模块化组合纤维脱水器。各装置协同作用将系统分离精度提升至 $1\mu\text{m}$ 以上, 高效处理的同时实现工业化应用在线清洗等功能, 满足各类排海、回注生产水中石油类及悬浮颗粒物指标的要求, 满足凝析油海管输送需求, 尤其适用于海上气田, 亦可应用于海上油田或陆地油气田的采出液/生产水/凝析油等液相处理。本发明在相同处理量下较目前常用流程设备占地面积小、处理精度高, 亦可广泛应用于石油化工、煤化工等行业含油/含浊生产废水的除油及澄清。

一种适用于海上气田复杂采出液处理的系统和方法

技术领域

本发明属于石油化工和环保领域，具体涉及一种适用于海上气田复杂采出液处理的系统和方法。

背景技术

到 2020 年海洋油气产量将达到世界油气产量的 40%，海洋油气生产在我国和世界油气生产中均占有重要地位。中海油“海上大庆油田”的建成使我国海域成为陆上油气开发最重要、最现实的接替区，我国能源开发步入“海洋时代”。乳化态含油生产水是海洋油气开采过程中体量最大的副产物，这也导致了日常排放的生产水是海洋石油工业中最严重污染类型——油污染的主要非事故性来源。在“加快建设海洋强国”的战略背景下，结合新修订的《海洋环境保护法》，相关标准、法规对生产水中油含量的指标监测将日益严苛，越来越多的国家、地区致力于实现“生产水零排放”，这对生产水处理提出了更高的要求。

我国油气田平台在从渤海到南海的广阔领海范围内均有分布，这就导致了各油气田开采产生的生产水中有有机及无机组分、油品乳化程度，甚至 pH 等基本理化特性参数均有很大差异。而各油气田平台当前在水处理流程设计上往往采用“照搬”模式：将重力沉降、强化重力沉降、水旋、气浮、介质过滤等常规技术中的一种或几种串联起来形成海上油气田平台生产水处理流程。但随着我国各平台开采进入中后期，生产水乳化程度加剧，油田综合含水率显著提高，受常规生产水处理技术设备尺寸、重量、处理效果等多方面因素的限制，通过增加常规设备并联级数提高生产水处理量和增加串联级数提升生产水处理效果的流程设计方案将带来极高的平台基建、改造投入和运行维护成本。此外，系统中的凝析油作为一种可回收资源也需进行进一步深度处理，将凝析油中的水进行脱除，达到海管输送要求，输送至陆地终端进行深加工处理或直接在平台就地利用。

一种海上气田平台生产水处理方法及其装置（CN201710661499.4）与一种海上气田平台生产水处理方法（CN201910985653.2）并未对凝析油处理、生产水除油、生产水除固进行说明，是对现有气田平台生产水流程的改进。一种海上除油专用吸油

毡布及其制备吸油毡布的方法（CN201510205874.5）与一种用于海上除油的智能石油机械（CN201810852081.6）均是针对水上溢油情况的处置方法，并不适用于海上油气田平台生产过程中所产生的生产水的除油处理。一体化除油除浊装置（CN201810617958.3）介绍了一种适用于钢铁行业的除油除浊装置，并未涉及与装置相匹配的处理系统。为此，亟需一种适用于我国海上气田平台复杂生产水状况的深度除油除浊、凝析油深度脱水的工艺流程及相关装置。

发明内容

本发明针对现有技术存在的不足，提供一种适用于海上气田复杂采出液处理的系统和方法，适用于我国海上气田平台复杂生产水状况的深度除油除浊、凝析油深度脱水。

本发明解决上述技术问题的技术方案如下：一种适用于海上气田复杂采出液处理系统，包括脱固除油一体化分离器、涡流气泡发生器、紧凑气浮装置、保安过滤器、模块化组合纤维除油器、滤清器、袋式过滤器、模块化组合纤维脱水器；

所述脱固除油一体化分离器的顶部开有富油相出口，底部开有固体沉积物排放口，下部开有水相出口，所述水相出口连通第一混合破乳器，所述第一混合破乳器的出口连通所述涡流气泡发生器；

所述紧凑气浮装置的顶部开有排气口连通所述涡流气泡发生器，底部开有固体沉积物排放口，上部开有油相出口连通第二混合破乳器，下部开有水相出口连通所述保安过滤器，中部开有设备进口连通所述涡流气泡发生器；

所述保安过滤器连通所述模块化组合纤维除油器的进口；

所述模块化组合纤维除油器的顶部开有油相出口连通所述第二混合破乳器，所述第二混合破乳器和所述第一混合破乳器的进口均与药剂罐通过管线连接；

所述滤清器的顶部开有进口连通所述模块化组合纤维除油器的出口，所述滤清器的上部开有油相出口连通所述第二混合破乳器；

所述第二混合破乳器连通所述袋式过滤器，所述袋式过滤器连通所述模块化组合纤维脱水器，所述模块化组合纤维脱水器的顶部开有油相出口，底部开有水相出口连通所述模块化组合纤维除油器。

本发明进一步设置为，所述脱固除油一体化分离器包括外壳和至少一根一体化分

离芯管，所述一体化分离芯管包括分离主管、分离副管以及连通所述分离主管和所述分离副管的主副管联通管，一个所述分离主管的周围设有 2 个及以上所述分离副管；所述分离主管的底部进口设有造旋器，所述造旋器产生的旋流场使流过所述分离主管的液体由轴向运动变换为旋转运动；所述分离副管沿轴向设有分离副管切向造旋口，所述分离副管切向造旋口使流过所述分离副管的液体通过切向进入分离副管做旋转运动；所述分离副管内的底部设有锥形或凸台形的重相分离锥。

本发明进一步设置为，所述分离主管内为主分离腔，所述分离副管内为副分离腔；所述分离主管的上部设有主分离腔轻相引流锥，所述分离副管的上部设有副分离腔轻相引流锥。

进一步地，所述主分离腔轻相引流锥的倾斜夹角为 $10^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，所述主分离腔轻相引流锥的中间开有夹角为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的引流孔道，所述引流孔道的直径为所述主分离腔直径的 $0.1 \sim 0.8$ 倍；所述副分离腔轻相引流锥的倾斜夹角为 $10^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，所述副分离腔轻相引流锥的中间开有夹角为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的引流孔道，所述引流孔道的直径为所述副分离腔直径的 $0.1 \sim 0.8$ 倍。

进一步地，所述分离主管的顶部设有主分离腔防冲帽，所述分离副管的顶部设有副分离腔防冲帽。

进一步地，所述造旋器为造旋叶片，所述造旋叶片的螺旋倾角为 $10^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ；或者，所述造旋器为切向进口，所述切向进口的数量为 1~6 个。

进一步地，所述分离副管内径为所述分离主管内径的 0.1 至 0.8 倍；所述主副管联通管分别与所述分离主管及所述分离副管相切，其管径为分离副管内径的 0.5 至 2 倍。

本发明进一步设置为，每个所述分离主管的底部连接有一个分布管，所述分布管的侧面共同连接有联通管，所述分布管的底部共同连接分配管，所述分配管的端部共同连接有分配罐，所述分配罐的底部连接有进口管，所述分配管以所述分配罐的中心为圆心呈放射状沿径向均匀分布。

本发明进一步设置为，所述紧凑气浮装置包括罐体，所述罐体的顶部开有补气口，所述罐体内的中部设有弱旋流分离器，所述弱旋流分离器的顶部开有顶流口且连接有防冲帽，所述防冲帽上方的所述罐体上连接有收油槽，所述收油槽外的所述罐体上开有排油口，所述弱旋流分离器的下方设有返流槽，所述返流槽的下方设有纳微气泡水

分布器,所述纳微气泡水分布器下方设有破沫模块,所述破沫模块下方设有聚结模块。

本发明进一步设置为,所述收油槽为与所述罐体内壁相连的环形槽,所述环形槽中间圆形通道为流体流道,所述收油槽顶部至所述罐体顶部的切线高度为所述罐体直径的 0.5 至 5 倍;所述返流槽为圆柱桶型或上大底小的凸台型桶,其高度为所述流体流道直径的 0.5 至 2 倍,台体倾斜角 $\gamma=90^{\circ}$ - 150° ,其底部距所述弱旋流分离器底部的距离 200mm-500mm。

本发明进一步设置为,所述纳微气泡水分布器为开有孔径范围 0.1mm-5mm 小孔的圆环或圆盘,所述纳微气泡水分布器直径为所述流体流道直径的 0.2 至 0.8 倍。

本发明进一步设置为,所述防冲帽为伞状,倾斜角为 120° - 150° ,在俯视投影上,防冲帽的伞顶投影应完全覆盖所述顶流口。

本发明进一步设置为,所述破沫模块的厚度为 50mm-200mm,所述聚结模块的厚度为 100mm-500mm。

本发明进一步设置为,所述紧凑气浮装置的水相出口和进料口之间、所述破沫模块上方设有纳微气泡水进口,所述纳微气泡水进口一端连通所述纳微气泡水分布器,一端连通纳微气泡发生器。

本发明进一步设置为,所述滤清器的底部开有出口,所述滤清器的出口可做反冲洗入口,所述反冲洗入口连通纳微气泡发生器。

本发明还提供了一种适用于海上气田复杂采出液处理方法,包括以下步骤:

(1) 待处理海上气田复杂采出液首先进入脱固除油一体化分离器,富油相至富油相储罐再次作为待处理液相进入系统,固相脱除后自系统中分离,水相至第一混合破乳器;

(2) 第一混合破乳器中发生破乳药剂与来自步骤(1)的水相的混合过程,水相与破乳药剂在第一混合破乳器混合均匀后进入涡流气泡发生器;

(3) 微米级气泡在涡流气泡发生器中发生,混有微米级气泡的水相进入紧凑气浮装置,气相自顶部进入紧凑气浮装置;

(4) 步骤(3)中紧凑气浮装置以气浮为原理完成水相中微小油滴的聚结长大及分离,经紧凑气浮装置处理后的水相进入保安过滤器,油相及浮渣统一进入第二混合破乳器;

(5) 步骤(4)中进入保安过滤器的水相经脱固处理后,防止水相中夹带的部分

固相对后续水处理流程产生影响，依次由模块化组合纤维除油器、滤清器进行深度除油处理，处理达标后的水相进入开排罐、或直接排海、或回注入地层、或去流程其他需水位置做反洗水，模块化组合纤维除油器和滤清器处理后分离出的油相进入第二混合破乳器；

(6) 步骤(4)中紧凑气浮装置分离的浮渣及油相、步骤(5)中模块化组合纤维除油器和滤清器分离出的油相一并进入第二混合破乳器，将破乳药剂与油相进行混合，混合后液相进入袋式过滤器；

(7) 步骤(6)中袋式过滤器分离絮状物及浮渣，絮状物及浮渣去除后的富油相进入模块化组合纤维脱水器；

(8) 步骤(7)中富油相经模块化组合纤维脱水器处理后，水相返回模块化组合纤维除油器达标处理后排放至后续流程，油相处理达标后至平台增压泵进海管输送，或至其他需求位置。

本发明进一步设置为，所述脱固除油一体化分离器包括至少一根一体化分离芯管，所述一体化分离芯管包括外壳、互相平行的分离主管和分离副管，所述分离副管有多根且均匀分布在所述分离主管的周围，所述分离主管和所述分离副管之间连通有主副管联通管，所述分离主管的内壁下部设有造旋叶片，所述分离主管内的上部设有导流锥；如果是多根一体化分离芯管，则并联设置；分离主管内的加速度为重力加速度 g 的 5-10000 倍，分离副管内的加速度为重力加速度 g 的 10-20000 倍；单根一体化分离芯管的处理量为 $1\text{m}^3/\text{h}$ - $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

本发明进一步设置为，涡流气泡发生器有一个以上，如果有多个则采用并联方式，单根混合器处理量控制在 $1\text{m}^3/\text{h}$ - $40\text{m}^3/\text{h}$ 。

本发明进一步设置为，所述紧凑气浮装置的所述设备进口的液相流速不超过 5m/s ；弱旋流分离器的离心场内加速度为重力加速度 g 的 0.1-1000 倍；所述收油槽的流体流道的流速低于 10m/s 。

本发明进一步设置为，所述紧凑气浮装置的水相出口和进料口之间、所述破沫模块上方设有纳微气泡水进口；在步骤(4)中，另有一股纳微气泡水从纳微气泡水进口鼓入，实现二次气浮，增强紧凑气浮装置对分散油相的分离效果，纳微气泡水从纳微气泡发生器来，此部分水为循环水，水量占正常操作处理量的 5%-50%；所述滤清器处理达标后的水，除进入开排罐、或直接排海、或回注入地层、或去流程其他需水

位置做反洗水外，另有部分至纳微气泡发生器作为循环水，循环水水量占正常操作处理量的 5%-50%。

本发明进一步设置为，步骤（4）中纳微气泡水由纳微气泡发生器发生，纳微气泡发生器所产生的纳微气泡水供正常操作状态下紧凑气浮装置使用，此外，可供反洗状态下所需反洗设备的各设备使用。

本发明具有以下有益效果：

（1）系统对生产水及凝析油均有净化作用，系统出口水中油含量最低可低于 10mg/L，水中油含量通常可低于 20mg/L，油中水含量最低可低于 50mg/L，通常可低于 200mg/L，悬浮物浓度最低可低于 5mg/L，悬浮物浓度通常可低于 10mg/L，对 0.1mm 以上固体可实现 100%去除；

（2）系统操作弹性大，可适用于液相为高乳化态、高含油、高含悬、含固等苛刻工艺条件，可去除的乳化油滴最小滴粒径为 0.1-1 μ m，所处理物料油含量最高为 90%，悬浮物（SS）浓度最高为 5%，固体（0.1mm 以上）百分比（wt%）不超过 5%。

（3）本发明所涉及工艺系统在相同处理量下较目前常用流程、设备占地面积小、处理精度高，亦可广泛应用于石油化工、煤化工等行业含油/含浊生产废水的除油及澄清。

附图说明

图 1 是本发明生产水及凝析油处理流程图；

图 2-1 是一体化分离芯管的结构示意图；图 2-2 是分离副管和分离主管的连接示意图；

图 3-1 是分离主管的结构示意图；图 3-2 是分离副管的结构示意图；

图 4-1 是多个一体化分离芯管的装配示意图（多个分布管，仅画了一个一体化分离芯管示意）；图 4-2 是图 4-1 的部分结构俯视图；

图 5 是紧凑气浮装置的结构示意图；

图 6 是本发明的模块图；

图 7-1 为进口乳化水进料的状态图；图 7-2 为进口复杂采出液进料的状态图；

图 7-3 为处理得到的出口油相的状态图；图 7-4 为处理得到的出口水相的状态图；

图 8 为循环清洗罐和滤清器的连接结构示意图。

其中，1：脱固除油一体化分离器；1-1：分离主管；1-2：分离副管；1-3：主副管联通管；1-1-1：造旋器；1-1-2：主分离腔；1-1-3：主分离腔轻相引流锥；1-1-4：主分离腔防冲帽；1-1-6、主引流孔道；1-2-1：分离副管切向造旋口；1-2-2：重相分离锥；1-2-3：副分离腔；1-2-4：副分离腔轻相引流锥；1-2-5：副分离腔防冲帽；1-2-6、副引流孔道；1-0-1：一体化分离芯管；1-0-2：分布管；1-0-3：分配管；1-0-4：进口管；1-0-5：联通管；1-0-6：分配罐；2-1：第一混合破乳器；2-2：第二混合破乳器；3：涡流气泡发生器；4：紧凑气浮装置；4-1：设备进口；4-2：弱旋流分离器；4-3：返流槽；4-4：防冲帽；4-5：收油槽；4-6：排油口；4-7：排气口；4-8：补气口；4-9：纳微气泡水进口；4-10：纳微气泡水分布器；4-11：破沫模块；4-12：聚结模块；4-13：水相出口；5：保安过滤器；6：模块化组合纤维除油器；7：滤清器；8：袋式过滤器；9：模块化组合纤维脱水器；10：纳微气泡发生器；11、药剂罐；12、循环清洗罐；13、自由气释放器；14、分离分布器；15、清洗液排放口；16、收料斗；17、料斗排污口；18、循环泵口；19、循环泵；20、循环气口；21、循环水口；22、溶气泵口；23、溶气泵；24、配水盘；25、止沸器；26、滤料层；27、滤水帽；28、滤液入口；29、滤液出口/反冲洗入口；30、反冲气路管路；31、反冲水路管路；32、反洗出口；33、循环洗液入口。

具体实施方式

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。

在本发明中：

保安过滤器可选用商业化过滤器，如篮式滤器等。袋式过滤器可选袋式过滤器或具备相同功能的过滤器，较优地，可设置一开一备或两开一备的操作形式，保证系统的连续运行。

涡流气泡发生器可选“CN201910587103.5 中一种调控大小气泡分形结构强化传质的方法及装置”中剪切通道的相关结构，除外置做管道式设备外，也可内置于紧凑气浮装置中，根据系统处理量，建议将涡流气泡发生器采用并联方式外置于紧凑气浮

装置，单根混合破乳器处理量控制在 $1\text{m}^3/\text{h}$ - $40\text{m}^3/\text{h}$ ，若有特殊处理需求也可将单根处理量进行放大或缩减。

模块化组合纤维除油器可选用 CN103964545B 中一种对含低浓度污油的废水进行深度除油的方法及装置中适用于含低浓度污油废水的深度除油的装置（参照 CN103964545B 中的图 6）或其他具有相同功能的结构，其具备除油功能的核心部件模块使用 CN103952852B 中一种适用于油水深度分离的 Ω 型纤维编织方法、CN103952853B 中一种适用于油水分离的 X 型纤维编织方法中的 Ω 型编制结构和 X 型编织方法编织而成，具备除油功能的核心部件模块为采用 X 型编制方法或 Ω 型编制方法所形成的 X 型编织层和 Ω 型编织层逐层堆叠后紧固而成。

模块化组合纤维脱水器可选用 CN103980934B 中一种油品深度脱水的方法及装置中的适用于含微量水的油品深度脱水的装置（参照 CN103980934B 中的图 6）或其他具有相同功能的结构，其具备脱水功能的核心部件模块使用 CN103952852B 中一种适用于油水深度分离的 Ω 型纤维编织方法、CN103952853B 中一种适用于油水分离的 X 型纤维编织方法中的 Ω 型编制结构和 X 型编织方法编织而成，具备除油功能的核心部件模块为采用 X 型编制方法或 Ω 型编制方法所形成的 X 型编织层和 Ω 型编织层逐层堆叠后紧固而成。

破沫模块与聚结模块，分别起到对夹带的气泡及大油滴进行快速分离的功能，可采用传统丝网除沫器结构，也可采用编织结构，当采用编织结构时，推荐使用 CN103952852B 中一种适用于油水深度分离的 Ω 型纤维编织方法、CN103952853B 中一种适用于油水分离的 X 型纤维编织方法中 Ω 型编制结构和 X 型编制方法编制而成，其中 X 型编织方法形成的结构为破沫模块， Ω 型编织方法形成的结构为聚结模块。

针对现有某气田生产水处理流程已无法满足当前排海要求，平台不得已只能通过串接设备进行处理，不利于平台生产中后期的产能提升。为此，通过本发明的一套 $5\text{m}^3/\text{h}$ 生产水及凝析油处理装置对平台难以处理的生产水积液进行处理，使水相满足排海标准（水中油含量低于 30mg/L ），油相满足进海管要求（油中水含量低于 200mg/L ），此外，完全去除了水中的固体颗粒物，水中悬浮物浓度低于 10mg/L 。平台采用以下流程（可结合图 1）：

（1）待处理液相首先进入脱固除油一体化分离器 1，具体的，待处理物料经过进口管 1-0-4 进入分配罐 1-0-6，经分配罐 1-0-6 缓冲后，待处理物料进入分配管 1-0-3，

物料通过分配管 1-0-3 到达分布管 1-0-2，分布管 1-0-2 间通过联通管 1-0-5 相连确保物料的均匀分配，物料通过分布管 1-0-2 进入一体化分离芯管 1-0-1；待处理物料先进入一体化分离芯管 1-0-1 的分离主管 1-1，通过分离主管 1-1 内的旋流场作用，去除大气泡、大粒径油滴以及粘附在大气泡、大粒径油滴上的悬浮固体；分离后的其余液相经过主副管联通管 1-3 进入分离副管 1-2，通过分离副管切向造旋口 1-2-1 后在分离副管 1-2 内做旋转流动，进一步去除对小气泡、小粒径油滴以及粘附在所述小气泡、小粒径油滴上的剩余悬浮固体；分离后得到的洁净液相从重相分离锥 1-2-2 周边排出。

最终，富油相至富油相储罐再次作为待处理液相进入系统，固相脱除后自系统中分离，水相至第一混合破乳器 2-1。其中，造旋器 1-1-1 为顺时针分布的螺旋角 $\alpha=35^\circ$ ；参见图 2，分离副管 1-2 内径为 d_A ，其处理主相在分离副管 1-2 内的加速度 a_d 为重力加速度 g 的 1200 倍，分布数量 $n=3$ ；分离主管 1-1 内径为 D_A ，其处理主相在分离主管 1-1 内的加速度 a_D 为重力加速度 g 的 500 倍；主分离腔轻相引流锥 1-1-3 于分离主管 1-1 顶端居中布置，形状为锥体，其直径 $d=0.4D_A$ ，高度 $L=D_A$ ；主副管联通管 1-3 分别与分离主管 1-1 及分离副管 1-2 相切，其管径为 0.5 倍 d_A ；仅使用 1 根一体化分离芯管 1-0-1，其处理量为 $5\text{m}^3/\text{h}$ 。

(2) 第一混合破乳器 2-1 中发生破乳药剂与步骤 (1) 中水相的混合过程，采用静态混合器，单根第一混合破乳器 2-1 处理量为 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，仅使用 1 根。水相与药剂在第一混合破乳器 2-1 中混合均匀后进入涡流气泡发生器 3。

(3) 微米级气泡在步骤 (2) 中涡流气泡发生器 3 中发生，涡流气泡发生器 3 采用“CN201910587103.5 一种调控大小气泡分形结构强化传质的方法及装置”中剪切通道的相关结构，外置于管道上，涡流气泡发生器 3 处理量 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，仅使用 1 根。气相自紧凑气浮装置 4 来，混有微米级气泡的水相进入紧凑气浮装置 4。

(4) 步骤 (3) 中紧凑气浮装置 4 以气浮为原理完成水相中微小油滴的聚结长大及分离，于此同时，另有一股纳微气泡水从紧凑气浮装置 4 底端鼓入，实现二次气浮，增强对分散油相的分离效果。可参见图 5，设备进口 4-1 为液相总进口，管口 DN50。弱旋流分离器 4-2 与设备进口 4-1 通过直管段相连，直接选用旋流器，其离心场内加速度 a 为 20 倍重力加速度。返流槽 4-3 位于弱旋流分离器 4-2 底流口的液相返流构件，使液相从返流槽 4-3 内翻出，防止底流口直接出液造成的液相冲击，返流槽 4-3 为圆柱桶型，其高度 $h_{D2}=d_D$ ，台体倾斜角 $\gamma=90^\circ$ ，其底部距弱旋流分离器 4-2 底部的距

离为 200mm。防冲帽 4-4 位于弱旋流分离器 4-2 顶流口上部的轻相防喷射构件，其外观为伞状，倾斜角 $\beta=145^\circ$ ，俯视投影上，防冲帽 4-4 的伞顶投影完全覆盖弱旋流分离器 4-2 的顶流口。收油槽 4-5 结构为与设备筒壁直接相连的环形槽，可收集设备运行 0.2h-5h 时间范围内产生的所有油相及絮状物，环形槽中间圆形通道为流体流道，圆形通道直径 $d_p=0.5D_D$ (D_D 为罐体直径)，收油槽 4-5 顶部至罐体顶部切线高度 $h_{D1}=2D_D$ 。收油槽 4-5 和排油口 4-6 均采用 DN25 管口。排气口 4-7 结合补气口 4-8 使用，选用 DN25 管口。纳微气泡水进口 4-9 为罐体操作过程中的二次气浮提供纳微气泡水，纳微气泡水从纳微气泡发生器 10 来，此部分水为循环水，水量占正常操作处理量的 10%；纳微气泡水分布器 4-10，起到纳微气泡水分布功能，其结构为上开有 3mm 圆孔的圆环，纳微气泡水分布器 4-10 直径 $D=0.4D_D$ ，纳微气泡水在整个设备界面上的均匀分布。破沫模块 4-11 与聚结模块 4-12，分别起到对夹带的气泡及大油滴进行快速分离的功能，破沫模块 4-11 厚度 $h_{D3}=50\text{mm}$ ，聚结模块 4-12 厚度 $h_{D4}=100\text{mm}$ 。水相出口 4-13 为处理后液相总出口，接口尺寸 DN50。该设备还具备必要的压力、液位、界位就地及远传仪器仪表。经紧凑气浮装置 4 处理后的水相进入保安过滤器 5，油相及浮渣统一进入第二混合破乳器 2-2，第二混合破乳器 2-2 采用静态混合器，单根第二混合破乳器 2-2 处理量 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，仅使用 1 根。

(5) 步骤 (4) 中进入保安过滤器 5 的水相经脱固处理后，防止水相中夹带的部分固相对后续水处理流程产生影响，依次由模块化组合纤维除油器 6、滤清器 7 进行深度除油处理，处理达标后的水相直接排海，另有部分至纳微气泡发生器 10 作为循环水，循环水水量占正常操作处理量的 10%，二者处理后分离出的油相进入第二混合破乳器 2-2；

(6) 步骤 (4) 中紧凑气浮装置 4 分离的浮渣及油相、步骤 (5) 中模块化组合纤维除油器 6 与滤清器 7 分离出的油相一并进入第二混合破乳器 2-2，将破乳药剂与油相进行混合，混合后液相进入袋式过滤器 8；

(7) 步骤 (6) 中袋式过滤器 8 起到分离各种药剂与液相混合、地层自带等多种途径产生的絮状物及浮渣的作用，絮状物及浮渣去除后的富油相进入模块化组合纤维脱水器 9；

(8) 步骤 (7) 中富油相经模块化组合纤维脱水器 9 处理后，水相返回模块化组合纤维除油器 6 达标处理后排放至后续流程，油相处理达标后至平台增压泵进海管输

送；

(9) 步骤(4)中纳微气泡水由纳微气泡发生器 10 发生，所产生的纳微气泡水供正常操作状态下气浮装置使用，此外，可供反洗状态下所需反洗设备的各设备使用。滤清器 7、纳微气泡发生器 10 应分别具备吸附除油、纳微气泡水发生的功能，选用“一种纳微气泡耦合旋流场循环清洗过滤介质的方法及装置”中描述的滤清器 7 及纳微气泡发生器 10 的结构。

海上油气田平台空间紧凑，对工艺流程长度、设备尺寸及处理效果都有严格要求，且采出液性质恶劣（油水比例波动大，粒径在 1-10 μm 范围内的乳化油、乳化水含量高，含大量溶解气，悬浮颗粒物浓度高且粒径在小于 1 μm 至 100 μm 范围内分布广泛，含固体颗粒），传统采出液处理流程（生产分离器、斜板除油器、水力旋流器、气浮选设备、核桃壳过滤器、电脱水器、缓冲罐等核心设备组成的采出液处理流程）中设备体积大、工艺流程长，且无法完成对上述高乳化态、含絮、含浊、含固采出液的处理。此外，在本实施例相同处理量的条件下，本发明所设计的工艺系统较上述传统采出液处理流程占地面积缩小 30% 以上。本发明由预处理破乳模块（包括脱固除油一体化分离器 1、第一混合破乳器 2-1、第二混合破乳器 2-2、涡流气泡发生器 3 和紧凑气浮装置 4）、水相高效除油模块（包括保安过滤器 5 和模块化组合纤维除油器 6）、溶解油吸附模块（包括滤清器 7）、油相高效脱水模块（包括袋式过滤器 8 和模块化组合纤维脱水器 9）、纳微气泡水发生模块（包括纳微气泡发生器 10）组成，各模块协同作用将系统对微细油滴的分离精度提升至 1 μm 以上，对微细油滴的分离精度是指能分离的微细油滴的最小粒径。高效处理的同时实现工业化应用在线清洗等功能，满足各类排海、回注生产水中石油类及悬浮颗粒物（SS）指标的要求，满足凝析油海管输送需求，尤其适用于海上气田（亦可应用于海上油田或陆地油气田）采出液/生产水/凝析油等液相处理。本发明所涉及工艺系统在相同处理量下较目前常用流程设备占地面积小、处理精度高，亦可广泛应用于石油化工、煤化工等行业含油/含浊生产废水的除油及澄清。

系统进口可以为波动性进料，可以为全部乳化水、凝析油或者为含凝析油、杂质、乳化水的混合物等，但系统处理情况相对稳定，以图 7-1 和图 7-2 分别做系统进料，出水及出油情况可参见图 7-3 和图 7-4，说明系统的稳定性。

作为本发明的拓展装置，纳微气泡发生器 10 可以作为纳微气泡水的发生装置，

还可以作为反冲洗装置。作为一种反冲洗装置的结构，可参见图 8，纳微气泡发生器 10 位于循环清洗罐 12 内，循环清洗罐 12 包括罐体，纳微气泡发生器 10 的底面连接有自由气释放器 13，纳微气泡发生器 10 上方的罐体内固定有分离分布器 14，分离分布器 14 连通各个设备的反洗出口 32，例如滤清器 7 顶部的反洗出口 32，自由气释放器 13 下部的罐体上设有清洗液排放口 15，罐体的底部设有收料斗 16，收料斗 16 的底部设有料斗排污口 17，收料斗 16 上方的罐体上设有循环泵口 18，循环泵口 18 外接循环泵 19。罐体的顶部设有循环气口 20，分离分布器 14 下方的罐体上设有循环水口 21 和溶气泵口 22，溶气泵口 22 连通自由气释放器 13，循环气口 20 和循环水口 21 通过管线连通溶气泵 23，溶气泵 23 通过管线连通溶气泵口 22。

罐体上设有补气口 4-8 和补水口，补气口 4-8 和补水口为同一开口或不同开口。循环清洗罐 12 内的循环清洗状态为连续密闭循环或非密闭循环，在连续密闭循环形式下，若发现循环清洗罐 12 内气/液相不足，也可通过补水口/补气口 4-8 进行补充。

具体的，自由气释放器 13 为一个释压罐，溶气释放器为曝气盘（微孔盘或迷宫结构的盘，为现有结构）。分离分布器 14 的具体结构可选 ZL201210162354.7（CN201210162354）气液惯性分离与分布耦合单元及应用其的分离器中的气液惯性分离与分布耦合单元。

进一步地，仍参见图 8，滤清器 7 包括壳体，壳体内从上到下依次设置有配水盘 24、止沸器 25 和滤料层 26，滤料层 26 的底面均匀固定有多个滤水帽 27。壳体上设有连通配水盘 24 的滤液入口 28，壳体的底部设有滤液出口 29、反冲洗入口 29、反冲气路管路 30 和反冲水路管路 31，滤液出口 29 和反冲洗入口 29 为同一开口或不同开口，反冲气路管路 30 和反冲水路管路 31 连通反冲洗入口 29，壳体的顶部设有反洗出口 32。滤料层 26 外侧的壳体上设有循环洗液入口 33，反洗出口 32 和循环洗液入口 33 之间以及和反冲洗入口 29 之间通过管线连接循环泵 19。

进一步地，滤料层 26 包含单一滤料、两种不同滤料或多种不同滤料，由上至下粒径逐渐降低，密度逐渐升高。不论何种过滤介质组成的滤层都可，均适用与本发明中的方法进行反洗，不对选择的过滤材料进行要求。如图 8 中的滤料层 26 包括上部的大粒径、小密度的预过滤层，中部的中等大小粒径、中等大小密度的中部过滤层和下部的粒径、大密度的精细过滤层。

上述循环清洗罐 12 可以对本发明的各个装置进行清洗，下面以滤清器 7 为例但

不局限于滤清器 7。作为上述拓展装置的应用，原料水由滤液入口 28，依次通过配水盘 24、止沸器 25 到达滤料层 26，在滤料层 26 进行深度除油除浊处理后，由滤液出口 29 外排或进入后续流程；

后续流程包括反冲洗流程，包括以下步骤：

(1) 通过反冲气路管路 30 向反冲洗入口 29 注入反洗气，反洗气经滤料层 27 进行粗分布后，对滤料层 26 进行膨化，停止反洗气；

(2) 通过反冲水路管路 31 向反冲洗入口 29 注入反洗水，反洗水经滤料层 27 分布后，对滤料层 26 进行初步反洗；

(3) 通过反冲气路管路 30 和反冲水路管路 31 同时注入反洗气和反洗水，反洗气和反洗水经滤料层 27 分布后，对滤料层 26 进行气水联合反洗；

深度循环清洗：经由循环泵 19 通过反冲洗入口 29 和循环洗液入口 33 注入多尺度气泡循环液，维持气泡循环液流化，在壳体内引发弱旋流场，通过多尺度气泡与弱旋流场剪切强化的耦合，完成滤料层 26 的清洗；其中，所述气泡循环液是指含有纳微气泡发生器 10 产生的微米至纳米级气泡的多尺度气泡水，根据原料水中污染物形式可选择向循环清洗罐 12 中添加清洗剂。

(4) 停止反洗气，仅注入反洗水，反洗水经所述滤料层 27 分布后，对滤料层 26 进行稳床，恢复滤料层 26 的正常工作状态。

以上仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种适用于海上气田复杂采出液处理的系统，其特征在于，包括脱固除油一体化分离器、涡流气泡发生器、紧凑气浮装置、保安过滤器、模块化组合纤维除油器、滤清器、袋式过滤器、模块化组合纤维脱水器；

所述脱固除油一体化分离器的顶部开有富油相出口，底部开有固体沉积物排放口，下部开有水相出口，所述水相出口连通第一混合破乳器，所述第一混合破乳器的出口连通所述涡流气泡发生器；

所述紧凑气浮装置的顶部开有排气口连通所述涡流气泡发生器，底部开有固体沉积物排放口，上部开有油相出口连通第二混合破乳器，下部开有水相出口连通所述保安过滤器，中部开有设备进口连通所述涡流气泡发生器；

所述保安过滤器连通所述模块化组合纤维除油器的进口；

所述模块化组合纤维除油器的顶部开有油相出口连通所述第二混合破乳器；

所述第一混合破乳器和所述第二混合破乳器的进口均与药剂罐通过管线连接；

所述滤清器的顶部开有进口连通所述模块化组合纤维除油器的出口，所述滤清器的上部开有油相出口连通所述第二混合破乳器；

所述第二混合破乳器连通所述袋式过滤器，所述袋式过滤器连通所述模块化组合纤维脱水器，所述模块化组合纤维脱水器的顶部开有油相出口，底部开有水相出口连通所述模块化组合纤维除油器。

2、根据权利要求 1 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述脱固除油一体化分离器包括外壳和至少一根一体化分离芯管，所述一体化分离芯管包括分离主管、分离副管以及连通所述分离主管和所述分离副管的主副管联通管，一个所述分离主管的周围设有 2 个及以上所述分离副管；所述分离主管的底部进口设有造旋器，所述造旋器产生的旋流场使流过所述分离主管的液体由轴向运动变换为旋转运动；所述分离副管沿轴向设有分离副管切向造旋口，所述分离副管切向造旋口使流过所述分离副管的液体通过切向进入分离副管做旋转运动；所述分离副管内的底部设有锥形或凸台形的重相分离锥。

3、根据权利要求 2 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述分离主管内为主分离腔，所述分离副管内为副分离腔；所述分离主管的上部设有

主分离腔轻相引流锥，所述分离副管的上部设有副分离腔轻相引流锥。

4、根据权利要求 2 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，每个所述分离主管的底部连接有一个分布管，所述分布管的侧面共同连接有联通管，所述分布管的底部共同连接分配管，所述分配管的端部共同连接有分配罐，所述分配罐的底部连接有进口管，所述分配管以所述分配罐的中心为圆心呈放射状沿径向均匀分布。

5、根据权利要求 1 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述紧凑气浮装置包括罐体，所述罐体的顶部开有补气口，所述罐体内的中部设有弱旋流分离器，所述弱旋流分离器的顶部开有顶流口且连接有防冲帽，所述防冲帽上方的所述罐体上连接有收油槽，所述收油槽外的所述罐体上开有排油口，所述弱旋流分离器的下方设有返流槽，所述返流槽的下方设有纳微气泡水分布器，所述纳微气泡水分布器下方设有破沫模块，所述破沫模块下方设有聚结模块。

6、根据权利要求 5 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述收油槽为与所述罐体内壁相连的环形槽，所述环形槽中间圆形通道为流体流道，所述收油槽顶部至所述罐体顶部的切线高度为所述罐体直径的 0.5 至 5 倍；所述返流槽为圆柱桶型或上大底小的凸台型桶，其高度为所述流体流道直径的 0.5 至 2 倍，台体倾斜角 $\gamma=90^{\circ}-150^{\circ}$ ，其底部距所述弱旋流分离器底部的距离为 200mm-500mm。

7、根据权利要求 5 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述纳微气泡水分布器为开有孔径范围 0.1mm-5mm 小孔的圆环或圆盘，所述纳微气泡水分布器直径为所述流体流道直径的 0.2 至 0.8 倍。

8、根据权利要求 5 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述防冲帽为伞状，倾斜角为 $120^{\circ}-150^{\circ}$ ，在俯视投影上，所述防冲帽的伞顶投影应完全覆盖所述顶流口。

9、根据权利要求 5 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述破沫模块的厚度为 50mm-200mm，所述聚结模块的厚度为 100mm-500mm。

10、根据权利要求 5 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，所述紧凑气浮装置的水相出口和进料口之间、所述破沫模块上方设有纳微气泡水进口，所述纳微气泡水进口一端连通所述纳微气泡水分布器，一端连通纳微气泡发生器。

11、根据权利要求 1 所述的适用于海上气田复杂采出液处理系统，其特征在于，

所述滤清器通常设置一台作为备用设备，所述滤清器的底部开有出口，所述滤清器的出口可做反冲洗入口，所述反冲洗入口连通纳微气泡发生器。

12、一种适用于海上气田复杂采出液处理方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1) 待处理海上气田复杂采出液首先进入脱固除油一体化分离器，富油相至富油相储罐再次作为待处理液相进入系统，固相脱除后自系统中分离，水相至第一混合破乳器；

(2) 第一混合破乳器中发生破乳药剂与来自步骤(1)的水相的混合过程，水相与破乳药剂在第一混合破乳器混合均匀后进入涡流气泡发生器；

(3) 微米级气泡在涡流气泡发生器中发生，混有微米级气泡的水相进入紧凑气浮装置，气相自顶部进入紧凑气浮装置；

(4) 步骤(3)中紧凑气浮装置以气浮为原理完成水相中微小油滴的聚结长大及分离，经紧凑气浮装置处理后的水相进入保安过滤器，油相及浮渣统一进入第二混合破乳器；

(5) 步骤(4)中进入保安过滤器的水相经脱固处理后，防止水相中夹带的部分固相对后续水处理流程产生影响，依次由模块化组合纤维除油器、滤清器进行深度除油处理，处理达标后的水相进入开排罐、或直接排海、或回注入地层、或去流程其他需水位置做反洗水，模块化组合纤维除油器和滤清器处理后分离出的油相进入第二混合破乳器；

(6) 步骤(4)中紧凑气浮装置分离的浮渣及油相、步骤(5)中模块化组合纤维除油器和滤清器分离出的油相一并进入第二混合破乳器，将破乳药剂与油相进行混合，混合后液相进入袋式过滤器；

(7) 步骤(6)中袋式过滤器分离絮状物及浮渣，絮状物及浮渣去除后的富油相进入模块化组合纤维脱水器；

(8) 步骤(7)中富油相经模块化组合纤维脱水器处理后，水相返回模块化组合纤维除油器达标处理后排放至后续流程，油相处理达标后至平台增压泵进海管输送，或至其他需求位置。

13、根据权利要求12所述的适用于海上气田复杂采出液处理方法，其特征在于，所述脱固除油一体化分离器包括至少一根一体化分离芯管，所述一体化分离芯管包括外壳、互相平行的分离主管和分离副管，所述分离副管有多根且均匀分布在所述分离

主管的周围，所述分离主管和所述分离副管之间连通有主副管联通管，所述分离主管的内壁下部设有造旋叶片，所述分离主管内的上部设有导流锥；如果是多根一体化分离芯管，则并联设置；分离主管内的加速度为重力加速度 g 的 5-10000 倍，分离副管内的加速度为重力加速度 g 的 10-20000 倍；单根一体化分离芯管的处理量为 $1\text{m}^3/\text{h}$ - $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

14、根据权利要求 12 所述的适用于海上气田复杂采出液处理方法，其特征在于，涡流气泡发生器有一个以上，如果有多个则采用并联方式，单根混合器处理量控制在 $1\text{m}^3/\text{h}$ - $40\text{m}^3/\text{h}$ 。

15、根据权利要求 12 所述的适用于海上气田复杂采出液处理方法，其特征在于，所述紧凑气浮装置的所述设备进口的液相流速不超过 5m/s ；弱旋流分离器的离心场内加速度为重力加速度 g 的 0.1-1000 倍；所述收油槽的流体流道的流速低于 10m/s 。

16、根据权利要求 12 所述的适用于海上气田复杂采出液处理方法，其特征在于，所述紧凑气浮装置的水相出口和进料口之间、所述破沫模块上方设有纳微气泡水进口；在步骤（4）中，另有一股纳微气泡水从纳微气泡水进口鼓入，纳微气泡水从纳微气泡发生器来，此部分水为循环水，水量占正常操作处理量的 5%-50%；所述滤清器处理达标后的水，除进入开排罐、或直接排海、或回注入地层、或去流程其他需水位置做反洗水外，另有部分至纳微气泡发生器作为循环水，循环水水量占正常操作处理量的 5%-50%。

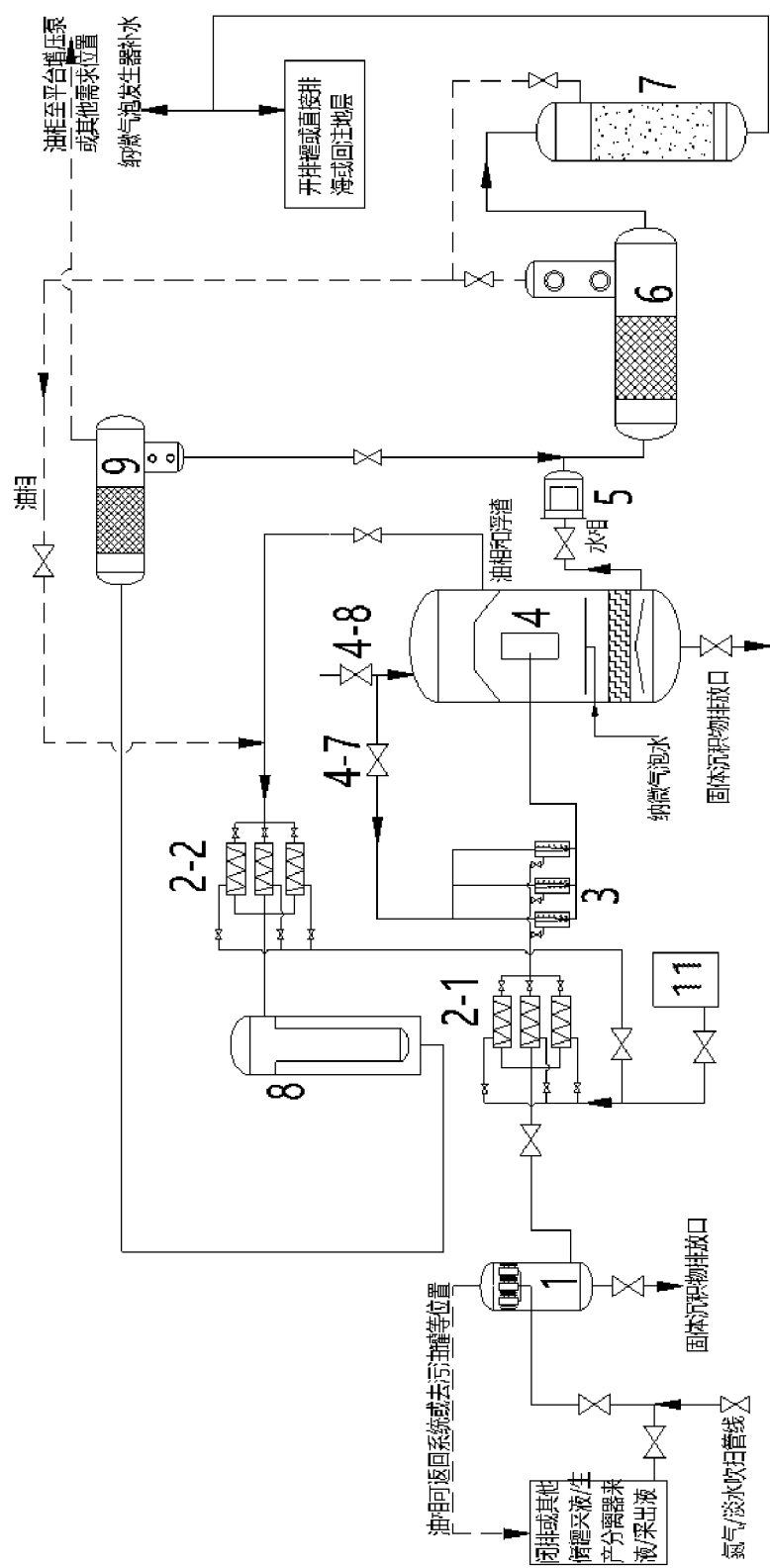


图 1

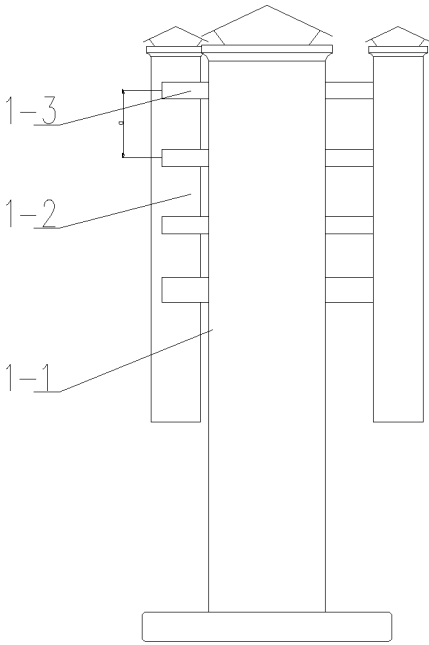


图 2-1

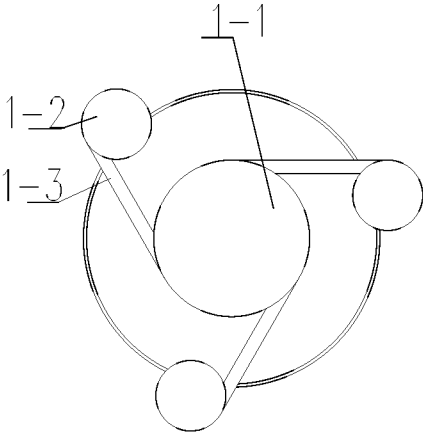


图 2-2

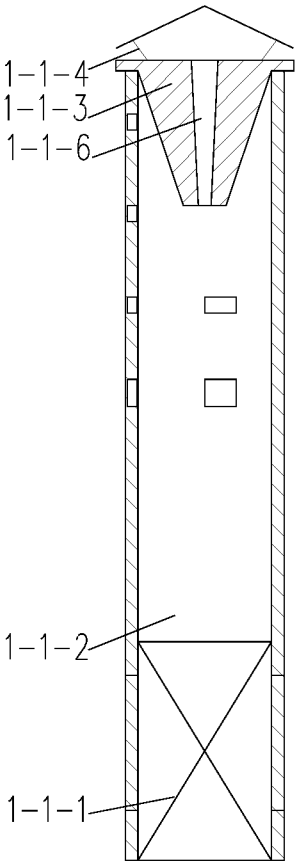


图 3-1

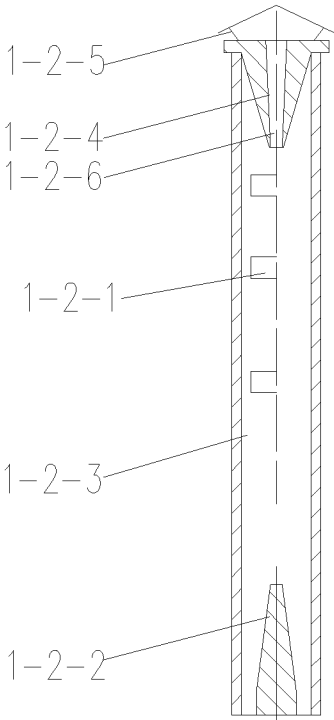


图 3-2

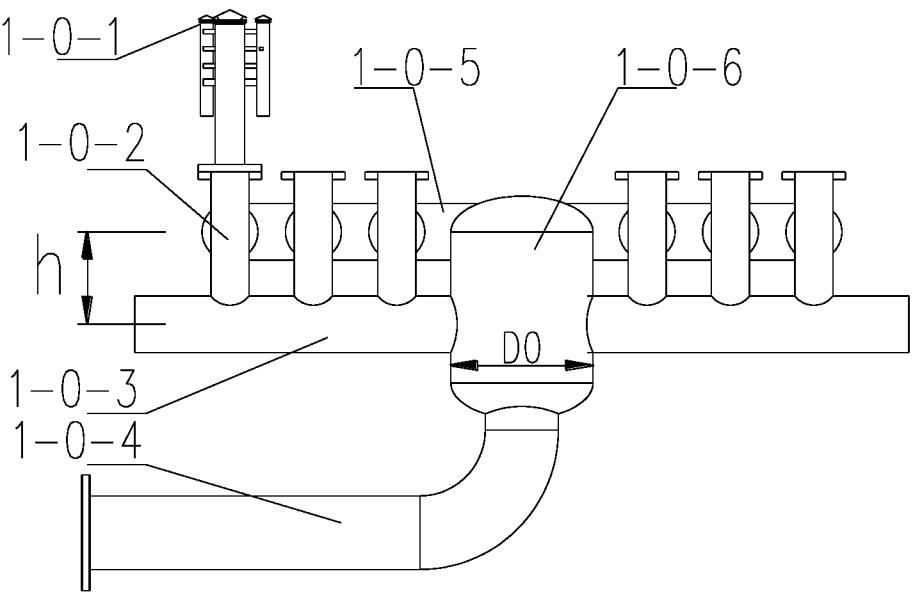


图 4-1

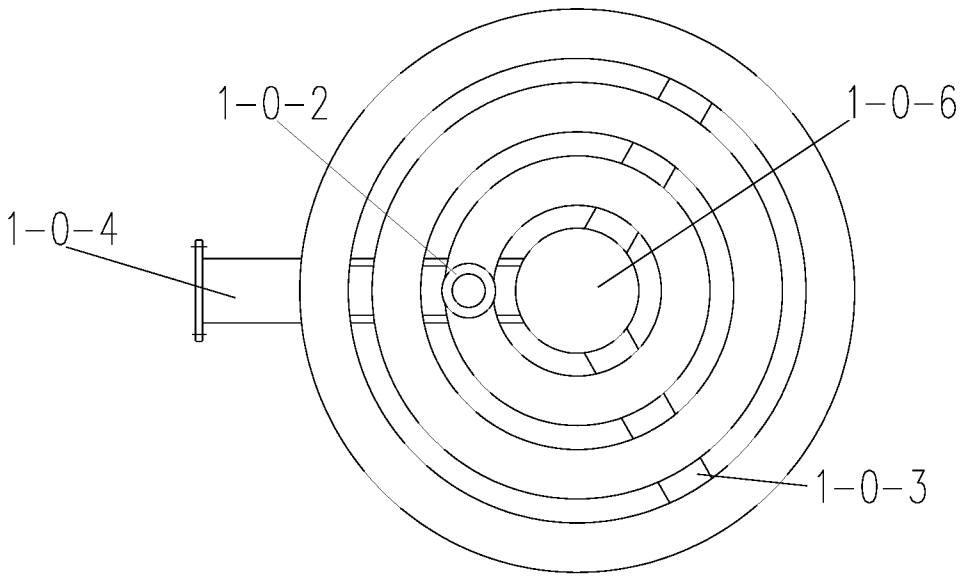


图 4-2

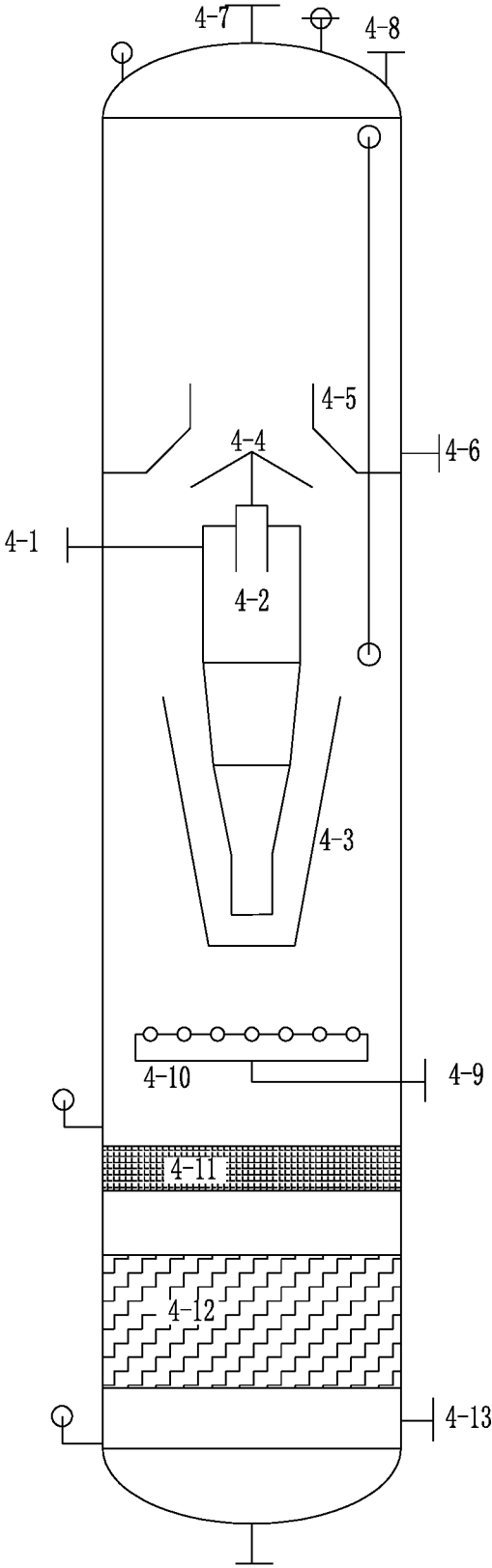


图 5

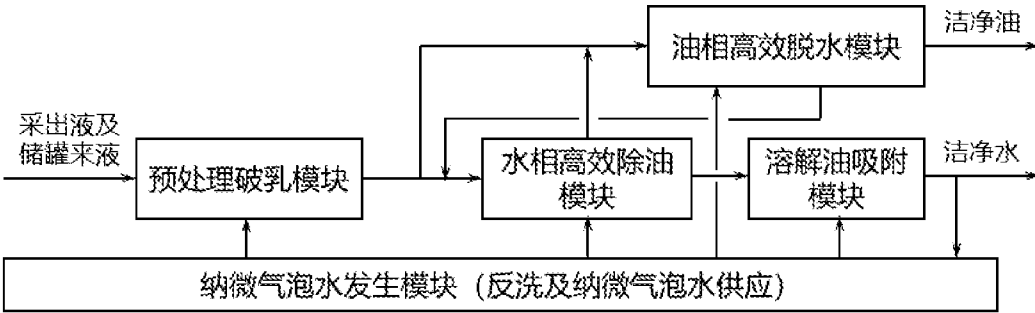


图 6



图 7-1

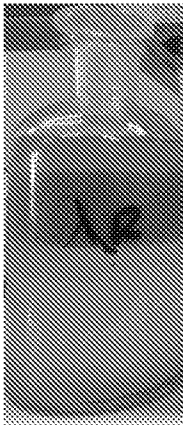


图 7-2

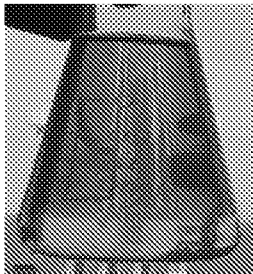


图 7-3

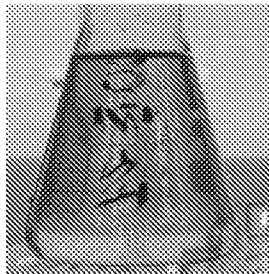


图 7-4

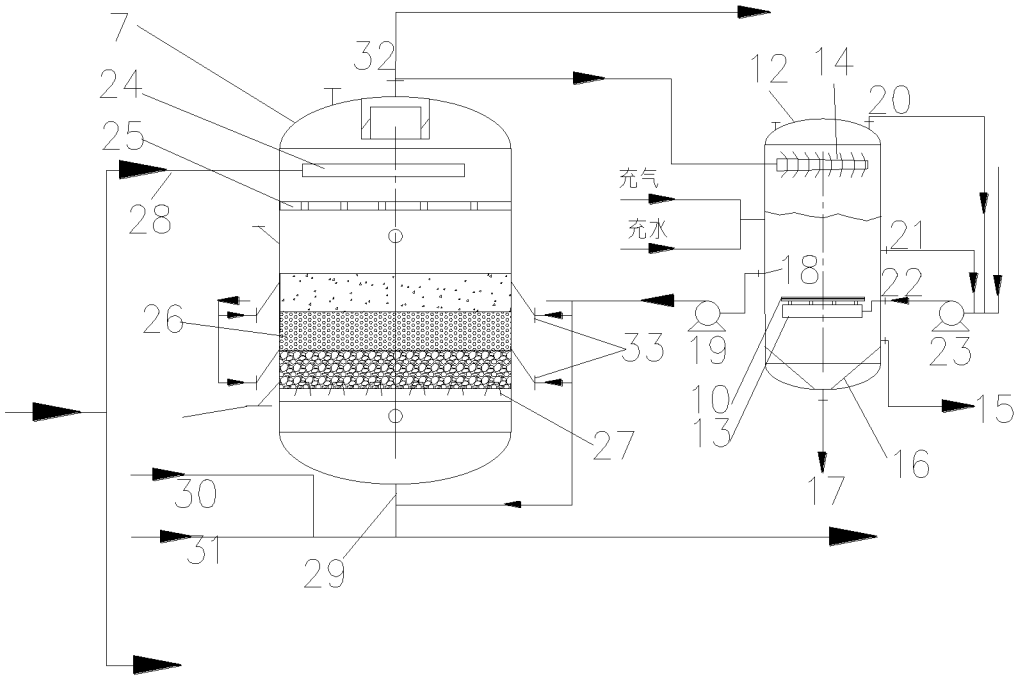


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/130509

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 9/04(2006.01)i; C02F 103/10(2006.01)n

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)

C02F9; C02F1

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; VEN; CNKI; CNTXT; ELSEVIER: 气田, 油田, 除油, 破乳, 气浮, 过滤, 脱水, oil, gas, field, degrease, deoil, demulsify, air, flo?tation, filter, dehydrate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112390420 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 23 February 2021 (2021-02-23) claims 1-16	1-16
X	CN 111378488 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION et al.) 07 July 2020 (2020-07-07) claims 1 and 18	1, 11, 12, 14
Y	CN 111378488 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION et al.) 07 July 2020 (2020-07-07) claims 1 and 18	2-4, 13
Y	CN 109942103 A (SHANGHAI MISU ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 June 2019 (2019-06-28) description, paragraph 9	2-4, 13
A	CN 110078236 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 02 August 2019 (2019-08-02) entire document	1-16



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

20 January 2022

Date of mailing of the international search report

08 February 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/130509**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111039434 A (SHENZHEN SINOKLE SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 April 2020 (2020-04-21) entire document	1-16
A	EP 3309130 A1 (SUEZ INTERNATIONAL et al.) 18 April 2018 (2018-04-18) entire document	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/130509

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112390420	A	23 February 2021	None			
CN	111378488	A	07 July 2020	None			
CN	109942103	A	28 June 2019	None			
CN	110078236	A	02 August 2019	WO	2020211734	A1	22 October 2020
CN	111039434	A	21 April 2020	None			
EP	3309130	A1	18 April 2018	WO	2018069344	A1	19 April 2018
				BR	112019006773	A2	25 June 2019
				EP	3526168	A1	21 August 2019
				MX	2019004192	A	26 September 2019
				CA	3038182	A1	19 April 2018
				RU	2019113788	A	13 November 2020
				US	2019233315	A1	01 August 2019
				CN	109937191	A	25 June 2019
				AU	2017341366	A1	18 April 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/130509

A. 主题的分类

C02F 9/04(2006.01)i; C02F 103/10(2006.01)n

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)

C02F9; C02F1

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; VEN; CNKI; CNTXT; ELSEVIER:气田, 油田, 除油, 破乳, 气浮, 过滤, 脱水, oil, gas, field, degrease, deoil, demulsify, air, flo?tation, filter, dehydrate

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 112390420 A (华东理工大学) 2021年2月23日 (2021 - 02 - 23) 权利要求1-16	1-16
X	CN 111378488 A (中国石油化工股份有限公司等) 2020年7月7日 (2020 - 07 - 07) 权利要求1、18	1、11、12、14
Y	CN 111378488 A (中国石油化工股份有限公司等) 2020年7月7日 (2020 - 07 - 07) 权利要求1、18	2-4、13
Y	CN 109942103 A (上海米素环保科技有限公司) 2019年6月28日 (2019 - 06 - 28) 说明书第9段	2-4、13
A	CN 110078236 A (华东理工大学) 2019年8月2日 (2019 - 08 - 02) 全文	1-16
A	CN 111039434 A (深圳科力迹科技有限公司) 2020年4月21日 (2020 - 04 - 21) 全文	1-16
A	EP 3309130 A1 (SUEZ INT等) 2018年4月18日 (2018 - 04 - 18) 全文	1-16

☐ 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

2022年1月20日

国际检索报告邮寄日期

2022年2月8日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

曹梦

电话号码 (86-10)-62084995

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/130509

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	112390420	A	2021年2月23日	无			
CN	111378488	A	2020年7月7日	无			
CN	109942103	A	2019年6月28日	无			
CN	110078236	A	2019年8月2日	WO	2020211734	A1	2020年10月22日
CN	111039434	A	2020年4月21日	无			
EP	3309130	A1	2018年4月18日	WO	2018069344	A1	2018年4月19日
				BR	112019006773	A2	2019年6月25日
				EP	3526168	A1	2019年8月21日
				MX	2019004192	A	2019年9月26日
				CA	3038182	A1	2018年4月19日
				RU	2019113788	A	2020年11月13日
				US	2019233315	A1	2019年8月1日
				CN	109937191	A	2019年6月25日
				AU	2017341366	A1	2019年4月18日