(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
2024 年 11 月 21 日 (21.11.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/234459 A1

(51) 国际专利分类号:
C10G 1/06 (2006.01) *C10B 53/02* (2006.01)
C10G 1/02 (2006.01) *C10B 53/00* (2006.01)
C10G 1/00 (2006.01) *C10B 49/02* (2006.01)
B01J 6/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/105230

(22) 国际申请日: 2023 年 6 月 30 日 (30.06.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310545400.X 2023年5月15日 (15.05.2023) CN

(71) 申请人: 西 安 交 通 大 学 **(XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY)** [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。

(72) 发明人:徐东海**(XU, Donghai)**; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 郝博天**(HAO, Botian)**; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 刁云飞**(DIAO, Yunfei)**; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 魏涯**(WEI, Ya)**; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 徐铭欣**(XU, Mingxin)**; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 郭洋**(GUO, Yang)**; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。

(74) 代理人: 西 安 通 大 专 利 代 理 有 限 责 任 公 司**(XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.)**; 中 国 陕 西 省 西 安 市 高 新 区 锦 业 路 32 号, Shaanxi 710075 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO,

(54) **Title:** MIXING, REACTION, FILTRATION AND HEAT RECOVERY INTEGRATED DEVICE FOR TWO-STAGE CO-LIQUEFACTION

(54) 发明名称: 一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置

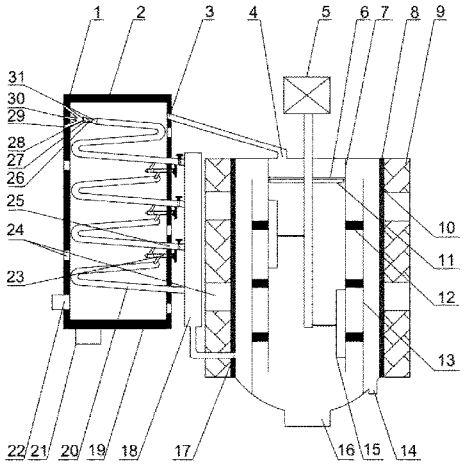


图 1

(57) **Abstract:** Provided is a mixing, reaction, filtration and heat recovery integrated device for two-stage co-liquefaction, for use in realizing a two-stage hydrothermal liquefaction process. Moreover, the inlets of different materials and media are each provided with a nozzle (28), a receiving chamber (27), a mixing chamber (26) and a diffusion chamber (31), and a high-speed fluid is sufficiently impacted and mixed in these structures. Heat during first-stage hydrothermal liquefaction comes from heat of a second-stage hydrothermal liquefaction product, and the generation of a first-stage hydrothermal liquefaction reaction and the recycling of the heat of the second-stage hydrothermal liquefaction product are realized at the same time, so that the economic efficiency is improved. In the first-stage hydrothermal liquefaction process, by providing high-temperature high-pressure needle valves (23), accurate control of different reaction durations is achieved, so that different first-stage hydrothermal liquefaction reaction durations are selected for different material characteristics. First-stage hydrothermal liquefaction reaction pipes (20) are respectively inclined by 1-3 degrees, and a slag scraping device (11) and a salt scraping device (15) are arranged in a second-stage hydrothermal liquefaction generation chamber (10), so that stable operation of a reactor is guaranteed.

WO 2024/234459 A1

[见续页]

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))。

(57) 摘要: 提供一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，实现了两阶段水热液化过程的实现；其次，在不同物料及介质的进口处设置了喷嘴(28)、接受室(27)、混合室(26)和扩散室(31)，高速流体在这些结构内实现冲分的碰撞及混合；第一阶段的水热液化热量来自于第二阶段水热液化产物的热量，同时实现了第一阶段水热液化反应的发生和第二阶段水热液化产物热量的回收率用，提高了经济性；在第一阶段水热液化过程中，通过高温高压针阀(23)的设置，实现了不同反应时间的精准控制，从而针对不同的物料特性选择不同的第一阶段水热液化反应时间；第一阶段水热液化反应管(20)设置了1-3° 的倾斜，第二阶段水热液化发生室(10)中设置了刮渣装置(11)和刮盐装置(15)，保障了反应器的稳定运行。

一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置

技术领域

本发明涉及水热液化设备技术领域，具体为一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置。

背景技术

共水热液化是将两种或多种原料合并进行水热液化的一种方法。将不同材料混合在一起参与反应不仅可以产生简单的叠加作用，而且由于这些材料的协同或拮抗作用而产生复合效果。实验研究发现，不同物质组成之间进行共水热液化具有显著的协同作用，往往可以获得高品质和高产率的生物原油。因此，发展先进高效的共水热液化技术，高效进行生物质转化，进行生物质资源化利用，已经成为水热技术领域发展的新方向。

两阶段水热液化是的第一阶段在低温下进行水热处理，然后在更严格的条件下进行水热液化，低温水热处理的存在显著影响了最终的元素组成、HHV、能量回收率、分子组分以及水相的 TOC 浓度和固体产率。且潜在的能量消耗节省和反应温度降低导致了设备成本的降低，因而说明两阶段水热液化是一种理想的液化过程。

目前，设计的水热液化反应系统大多为单程的单物质水热液化反应，传统的水热液化反应器为简单的管式反应器，在使用过程中存在以下一些问题：没有适用于两阶段水热液化的反应器；水热液化的物料混合器、反应器、固相产物过滤器、热量回收为分离式的，造成系统复杂设备造价成本高的问题；生物质特别是城市污泥中存在高浓度盐及灰分，存在温度过高盐沉积严重堵塞管道的风险；简单的多个物料进口设置，物料和介质混合效率低，不同的组分分子

无法充分接触。

因此，为了解决上述问题，实现多种生物质进行两阶段的共水热液化，急需一种能够实现高效混合、进行两阶段水热液化反应、分离水热液化产物中固相的高度集成装置。

发明内容

为了克服上述现有技术存在的缺陷，本发明的目的在于提供一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，以解决现有技术中多种物料和介质混合效率低；水热液化的物料混合器、反应器、固相产物过滤器、热量回收为分离式的结构复杂，无法实现两阶段水热液化以及生物质存在温度过高盐沉积严重堵塞管道的技术问题。

本发明是通过以下技术方案来实现：

一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，包括第一阶段水热液化发生室、第二阶段水热液化发生室和中温水热过渡产物汇集箱；第一阶段水热液化发生室的顶部一侧设有若干物料进料口和介质进料口，顶部另一侧设有高温水热产物进料口，底部设有水热终产物出料口，内部纵向设有若干第一阶段水热液化反应管，若干第一阶段水热液化反应管之间依次相连，每个第一阶段水热液化反应管的一端均通过第一阶段水热液化发生室的内壁伸出并连接至中温水热过渡产物汇集箱的输入端，且顶端的第一阶段水热液化反应管的一端均连接若干物料进料口和介质进料口；第二阶段水热液化发生室的底端侧壁上设有中温水热过渡产物进料口，中温水热过渡产物汇集箱的输出端连接至中温水热过渡产物进料口；第二阶段水热液化发生室内沿着内壁至中心位置处同轴设有第二折流筒和第一折流筒；其中第二折流筒的外壁与第二阶段水热液化发生室的内壁之间形成加热区，第二折流筒和第一折流筒之间形成催化区设有若干催化剂栅格，第一折流筒内形成保温区，所述保温区对应的第二阶段水热液化发生室的顶部设有高温水热产物出料口，高温水热产物出料口与高温水热产物进料口连通，所述第一折流筒内设有清渣机构，所述第二阶段水热液化发

生室的底端设有第二排渣口，所述第二阶段水热液化发生室的底部外侧还设有第一排渣口。

优选的，若干物料进料口和介质进料口与顶端的第一阶段水热液化反应管的一端之间设有喷嘴，其中喷嘴的一端设有多管路，多管路依次对应连接至若干物料进料口和介质进料口，喷嘴的另一端为单管路，所述单管路与第一阶段水热液化反应管的一端连接；

所述单管路与第一阶段水热液化反应管的一端之间依次设有接收管、混合管和扩散管，其中接收管、混合管和扩散管均呈异径结构。

优选的，每个第一阶段水热液化反应管设置有 1-3° 的倾斜角。

优选的，每个靠近中温水热过渡产物汇集箱的第一阶段水热液化反应管一端处以及每个第一阶段水热液化反应管之间均设有高温高压针阀。

优选的，在第二保温层与第二阶段水热液化发生室的外壁之间设有电加热线圈。

优选的，第一折流筒的顶部设有滤网，清渣机构通过滤网伸入至第一折流筒内。

进一步的，清渣机构包括电机、旋转轴、刮渣装置和刮盐装置；旋转轴的一端装配电机，另一端通过滤网伸入至第一折流筒内，所述刮渣装置和刮盐装置分别装配在第一折流筒内的旋转轴上。

优选的，第一阶段水热液化发生室上设有微波控制器，且第一阶段水热液化发生室和第二阶段水热液化发生室上均设有若干微波发生器。

与现有技术相比，本发明具有以下有益的技术效果：

本发明提供了一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，实现了两阶段水热液化过程的实现；其次，在不同物料及介质的进口处设置了喷嘴、接受室、混合室和扩散室，高速流体在这些结构内实现冲分的碰撞及混合；再次，第一阶段的水热液化热量来自于第二阶段水热液化产物的热量，同时实现了第一阶段水热液化反应的发生和第二阶段水热液化产物热量的回收率用，提

高了经济性；再次，在第一阶段水热液化过程中，通过高温高压针阀的设置，实现了不同反应时间的精准控制，从而针对不同的物料特性选择不同的第一阶段水热液化反应时间；最后，第一阶段水热液化反应管设置了 1-3°的倾斜，第二阶段水热液化发生室中设置了刮渣装置和刮盐装置，保障了反应器的稳定运行。该装置是一个高度集成装置，实现了混合、反应、过滤、热回收过程的耦合，极大程度的减少了系统的复杂程度和建造成本，利用了共水热液化和两阶段水热液化的新型液化流程，获得了高产率和高品质的生物原油，提高了系统的经济性，促进了水热液化技术的产业化发展。

进一步的，若干物料进料口和介质进料口与顶端的第一阶段水热液化反应管的一端之间设有喷嘴，其中喷嘴的一端设有多管路，多管路依次对应连接至若干物料进料口和介质进料口，喷嘴的另一端为单管路，所述单管路与第一阶段水热液化反应管的一端连接，单管路与第一阶段水热液化反应管的一端之间依次设有接收管、混合管和扩散管，其中接收管、混合管和扩散管均呈异径结构，提高了对若干物料和介质之间的混合效率。

进一步的，每个靠近中温水热过渡产物汇集箱的第一阶段水热液化反应管一端处以及每个第一阶段水热液化反应管之间均设有高温高压针阀，通过高温高压针阀的启闭控制第一阶段水热液化产物的流出，实现第一阶段水热液化反应时间的精准控制。

进一步的，第二折流筒和第一折流筒之间的催化区内设有若干催化剂栅格，有效的促进水热液化反应的发生。

进一步的，第一折流筒的顶部设有滤网，清渣机构通过滤网伸入至第一折流筒内，实现水热液化产物中固相产物的分离。

进一步的，清渣机构包括电机、旋转轴、刮渣装置和刮盐装置；旋转轴的一端装配电机，另一端通过滤网伸入至第一折流筒内，所述刮渣装置和刮盐装置分别装配在第一折流筒内的旋转轴上，实现滤网的持续高效工作和减少反应器内壁的盐沉积情况。

进一步的，第一阶段水热液化发生室上设有微波控制器，且第一阶段水热液化发生室和第二阶段水热液化发生室上均设有若干微波发生器，辅助水热液化反应进行，提高生物原油产率及品质。

附图说明

图 1 为本发明反应器的结构简图。

图中：1-第一物料进料口；2-第一保温层；3-高温水热产物进料口；4-高温水热产物出料口；5-电机；6-滤网；7-第一折流筒；8-电加热线圈；9-第二保温层；10-第二阶段水热液化发生室；11-刮渣装置；12-催化剂栅格；13-第二折流筒；14-第一排渣口；15-刮盐装置；16-第二排渣口；17-中温水热过渡产物进料口；18-中温水热过渡产物汇集箱；19-第一阶段水热液化发生室；20-第一阶段水热液化反应管；21-微波控制器；22-水热终产物出料口；23-高温高压针阀；24-微波发生器；25-中温水热过渡产物出料口；26-混合管；27-接收管；28-喷嘴；29-第二物料进料口；30-介质进料口；31-扩散管。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，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的实施例，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，都应当属于本发明保护的范围。

需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备

固有的其它步骤或单元。

下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

本发明的目的在于提供一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，以解决现有技术中多种物料和介质混合效率低；水热液化的物料混合器、反应器、固相产物过滤器、热量回收为分离式的结构复杂，无法实现两阶段水热液化以及生物质存在温度过高盐沉积严重堵塞管道的技术问题。

具体的，根据图 1 所示，该两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，包括第一阶段水热液化发生室 19、第二阶段水热液化发生室 10 和中温水热过渡产物汇集箱 18；第一阶段水热液化发生室 19 的顶部一侧设有若干物料进料口和介质进料口 30，顶部另一侧设有高温水热产物进料口 3，底部设有水热终产物出料口 22，内部纵向设有若干第一阶段水热液化反应管 20，若干第一阶段水热液化反应管 20 之间依次相连，每个第一阶段水热液化反应管 20 的一端均通过第一阶段水热液化发生室 19 的内壁伸出并连接至中温水热过渡产物汇集箱 18 的输入端，且顶端的第一阶段水热液化反应管 20 的一端均连接若干物料进料口和介质进料口 30；第二阶段水热液化发生室 10 的底端侧壁上设有中温水热过渡产物进料口 17，中温水热过渡产物汇集箱 18 的输出端连接至中温水热过渡产物进料口 17；第二阶段水热液化发生室 10 内沿着内壁至中心位置处同轴设有第二折流筒 13 和第一折流筒 7；其中第二折流筒 13 的外壁与第二阶段水热液化发生室 10 的内壁之间形成加热区，第二折流筒 13 和第一折流筒 7 之间形成催化区设有若干催化剂栅格 12，第一折流筒 7 内形成保温区，所述保温区对应的第二阶段水热液化发生室 10 的顶部设有高温水热产物出料口 4，高温水热产物出料口 4 与高温水热产物进料口 3 连通，所述第一折流筒 7 内设有清渣机构，所述第二阶段水热液化发生室 10 的底端设有第二排渣口 16，所述第二阶段水热液化发生室 10 的底部外侧还设有第一排渣口 14。

具体的，若干物料进料口和介质进料口 30 与顶端的第一阶段水热液化反应管 20 的一端之间设有喷嘴 28，其中喷嘴 28 的一端设有多管路，多管路依次对

应连接至若干物料进料口和介质进料口 30，喷嘴 28 的另一端为单管路，所述单管路与第一阶段水热液化反应管 20 的一端连接。

其中，单管路与第一阶段水热液化反应管 20 的一端之间依次设有接收管 27、混合管 26 和扩散管 31，其中接收管 27、混合管 26 和扩散管 31 均呈异径结构。

具体的，每个第一阶段水热液化反应管 20 设置有 1-3° 的倾斜角。

具体的，每个靠近中温水热过渡产物汇集箱 18 的第一阶段水热液化反应管 20 一端处以及每个第一阶段水热液化反应管 20 之间均设有高温高压针阀 23。

具体的，在第二保温层 9 与第二阶段水热液化发生室 10 的外壁之间设有电加热线圈 8。

具体的，第一折流筒 7 的顶部设有滤网 6，清渣机构通过滤网 6 伸入至第一折流筒 7 内。

其中，清渣机构包括电机 5、旋转轴、刮渣装置 11 和刮盐装置 15；旋转轴的一端装配电机 5，另一端通过滤网 6 伸入至第一折流筒 7 内，所述刮渣装置 11 和刮盐装置 15 分别装配在第一折流筒 7 内的旋转轴上。

具体的，第一阶段水热液化发生室 19 上设有微波控制器 21，且第一阶段水热液化发生室 19 和第二阶段水热液化发生室 10 上均设有若干微波发生器 24，

实施例

本实施例提供了一种微波辅助的一体式精准控制反应时间的两阶段共液化的混合-反应-过滤装置，包括：

包括第一阶段水热液化发生室 19 和第二阶段水热液化发生室 10；

第一阶段水热液化发生室 19 外层设有第一保温层 2，内部设有第一阶段水热液化反应管 20，左上侧设有物料一进料口 1、物料二进料口 29 和介质进料口 30，右上侧设有高温水热产物进料口 3，左下侧设有水热终产物出料口 22；

第二阶段水热液化发生室 10 从外到内依次设有第二保温层 9 和电加热线圈 8，内部设有同轴的第一折流板/筒 7 和第二折流板/筒 13 将第二阶段水热液

化发生室反应区分割为加热区、催化区和保温区，内部上侧设有滤网 7，实现水热液化产物中固相产物的分离，顶部设有高温水热产物出料口 4，底部中间和右侧设有第二排渣口 16 和第一排渣口 14。

第二阶段水热液化发生室 10 内壁与第二折流筒 13 之间的反应区为加热区，将温度从 150-250 ℃加热到 300-350 ℃，第二折流筒 13 与第一流筒 7 之间的反应区为催化区，设置有催化剂栅格 12 存放水热液化非均相催化剂，第一流板/筒 7 内部的反应区为保温区，物料在该区域内维持在 300-350 ℃发生水热液化反应。

第二阶段水热液化发生室外侧设有电机 5，通过一根旋转轴带动轴上固定的设置在保温区内的刮渣装置 11 和刮盐装置 15 旋转，刮下反应器内壁和滤网上沉积的滤渣和盐。

第一阶段水热液化发生室 19 中温水热过渡产物汇集箱 18、高温高压针阀 23、中温水热过渡产物出料口 25，通过高温高压针阀的启闭控制第一阶段水热液化产物的流出，实现第一阶段水热液化反应时间的精准控制， 流出的中温水热液化产物汇集到中温水热过渡产物汇集箱 18 中，随后通过中温水热过渡产物进料口进入到第二阶段水热液化发生室，发生强度更大的水热液化反应。

在物料及介质进料口以及第一阶段水热液化反应管 20 之间设置有喷嘴 28、接受室 27、混合室 26、扩散室 31，实现物料一、物料二以及介质的充分混合。

第一阶段水热液化反应管设置有 1-3° 的倾斜角。

反应器外部设置有微波控制器 21 和微波发生器 24，辅助水热液化反应进行，提高生物原油产率及品质。

本发明所提供的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置在使用时：

微藻及污泥共水热液化时，分别从第一物料进料口 1 和第二物料进料口 2 进入到第一阶段水热液化发生室 19，水介质从介质进口进入到第一阶段水热液化发生室 19，使得污泥、微藻及水达到合适的比例。混合后的反应物浆料沿第

一阶段水热液化反应管 20 下降，利用从第二阶段水热液化发生室 10 出来的介质热量进行加热，温度道道 150-250 ℃，发生中温水热液化反应。20min 后，达到需要的第一阶段反应时间后，中温水热过渡产物从中温水热过渡产物出料口 25 经高温高压针阀 23 控制排出，流入到第二阶段水热液化发生室 10 进行高温水热液化反应。

经中温水热过渡产物进料口 17 进入到第二阶段水热液化发生室 10 的浆料首先在加热反应区，利用电加热线圈 8 实现温度升高至 350 ℃，随后经折流筒作用折返进入到催化反应区，通过设置在反应区内的催化栅格，在非均相催化剂的作用下，实现有机化合物的高效转化。到达底部的浆料在折流板的作用下再一次折返，经顶部的滤网 6 过滤产物中的固相后，从左上侧的高温水热产物出料口 4 排出，进 入到第一阶段水热液化发生室 19 对进入的浆料进行加热，最后从第一阶段水热液化发生室 19 左下侧的水热终产物出料口 22 排出。

整个过程中，第二阶段水热液化发生室 10 上方的电机 5 带动第二阶段水热液化发生室 10 中的刮渣装置 11 和刮盐装置 15 旋转，对反应器内壁及滤网 6 上沉积的滤渣和盐层进行清扫，并在结束反应后从底部的排渣口排出。

综上所述，本发明提供了一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，实现了两阶段水热液化过程的实现；其次，在不同物料及介质的进口处设置了喷嘴、接受室、混合室和扩散室，高速流体在这些结构内实现冲分的碰撞及混合；再次，第一阶段的水热液化热量来自于第二阶段水热液化产物的热量，同时实现了第一阶段水热液化反应的发生和第二阶段水热液化产物热量的回收率用，提高了经济性；再次，在第一阶段水热液化过程中，通过高温高压针阀的设置，实现了不同反应时间的精准控制，从而针对不同的物料特性选择不同的第一阶段水热液化反应时间；最后，第一阶段水热液化反应管设置了 1-3°的倾斜，第二阶段水热液化发生室中设置了刮渣装置和刮盐装置，保障了反应器的稳定运行。该装置是一个高度集成装置，实现了混合、反应、过滤、热回收过程的耦合，极大程度的减少了系统的复杂程度和建造成本，利用了共水

热液化和两阶段水热液化的新型液化流程，获得了高产率和高品质的生物原油，提高了系统的经济性，促进了水热液化技术的产业化发展。

最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，包括第一阶段水热液化发生室（19）、第二阶段水热液化发生室（10）和中温水热过渡产物汇集箱（18）；第一阶段水热液化发生室（19）的顶部一侧设有若干物料进料口和介质进料口（30），顶部另一侧设有高温水热产物进料口（3），底部设有水热终产物出料口（22），内部纵向设有若干第一阶段水热液化反应管（20），若干第一阶段水热液化反应管（20）之间依次相连，每个第一阶段水热液化反应管（20）的一端均通过第一阶段水热液化发生室（19）的内壁伸出并连接至中温水热过渡产物汇集箱（18）的输入端，且顶端的第一阶段水热液化反应管（20）的一端均连接若干物料进料口和介质进料口（30）；第二阶段水热液化发生室（10）的底端侧壁上设有中温水热过渡产物进料口（17），中温水热过渡产物汇集箱（18）的输出端连接至中温水热过渡产物进料口（17）；第二阶段水热液化发生室（10）内沿着内壁至中心位置处同轴设有第二折流筒（13）和第一折流筒（7）；其中第二折流筒（13）的外壁与第二阶段水热液化发生室（10）的内壁之间形成加热区，第二折流筒（13）和第一折流筒（7）之间形成催化区设有若干催化剂栅格（12），第一折流筒（7）内形成保温区，所述保温区对应的第二阶段水热液化发生室（10）的顶部设有高温水热产物出料口（4），高温水热产物出料口（4）与高温水热产物进料口（3）连通，所述第一折流筒（7）内设有清渣机构，所述第二阶段水热液化发生室（10）的底端设有第二排渣口（16），所述第二阶段水热液化发生室（10）的底部外侧还设有第一排渣口（14）。

2. 根据权利要求 1 所述的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，若干物料进料口和介质进料口（30）与顶端的第一阶段水热液化反应管（20）的一端之间设有喷嘴（28），其中喷嘴（28）的一端设有多管路，多管路依次对应连接至若干物料进料口和介质进料口（30），喷嘴（28）的另一端为单管路，所述单管路与第一阶段水热液化反应管（20）的一端连接；

所述单管路与第一阶段水热液化反应管（20）的一端之间依次设有接收管（27）、混合管（26）和扩散管（31），其中接收管（27）、混合管（26）和扩散

管（31）均呈异径结构。

3.根据权利要求 1 所述的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，每个第一阶段水热液化反应管（20）设置有 1-3° 的倾斜角。

4. 根据权利要求 1 所述的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，每个靠近中温水热过渡产物汇集箱（18）的第一阶段水热液化反应管（20）一端处以及每个第一阶段水热液化反应管（20）之间均设有高温高压针阀（23）。

5. 根据权利要求 1 所述的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，在第二保温层（9）与第二阶段水热液化发生室（10）的外壁之间设有电加热线圈（8）。

6. 根据权利要求 1 所述的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，所述第一折流筒（7）的顶部设有滤网（6），清渣机构通过滤网（6）伸入至第一折流筒（7）内。

7. 根据权利要求 6 所述的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，所述清渣机构包括电机（5）、旋转轴、刮渣装置（11）和刮盐装置（15）；旋转轴的一端装配电机（5），另一端通过滤网（6）伸入至第一折流筒（7）内，所述刮渣装置（11）和刮盐装置（15）分别装配在第一折流筒（7）内的旋转轴上。

8. 根据权利要求 1 所述的一种两阶段共液化混合-反应-过滤-热回收一体式装置，其特征在于，所述第一阶段水热液化发生室（19）上设有微波控制器（21），且第一阶段水热液化发生室（19）和第二阶段水热液化发生室（10）上均设有若干微波发生器（24）。

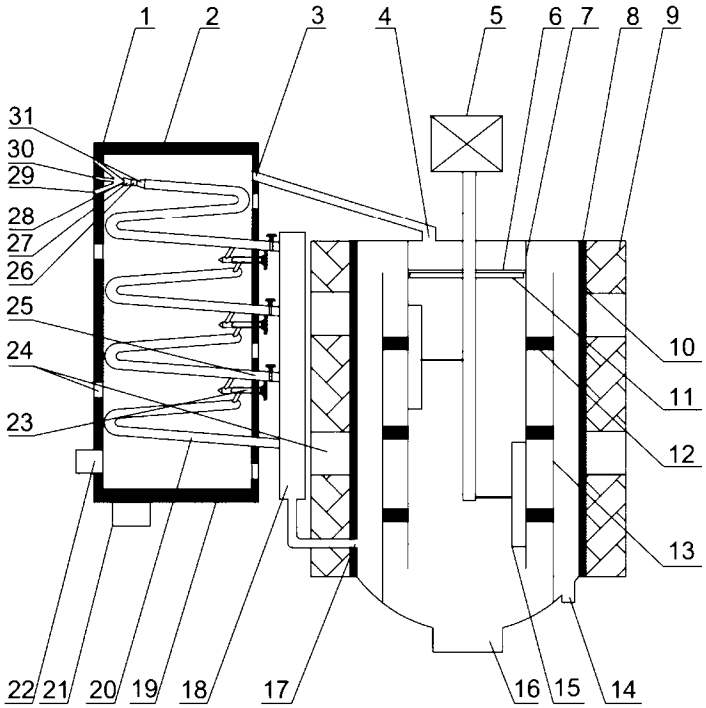

1
2
3
4
5
6
7
8
9
31
30
29
28
27
26
25
24
23
10
11
12
13
22
21
20
19
18
17
16
15
14

图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/105230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10G1/06(2006.01)i; C10G1/02(2006.01)i; C10G1/00(2006.01)i; B01J6/00(2006.01)i; C10B53/02(2006.01)i; C10B53/00(2006.01)i; C10B49/02(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)

IPC: C10G B01J C10B

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)

CNTXT, ENTXTC, VEN, WPABSC, WEB OF SCIENCE, CNKI: 两段液化, 两阶段液化, 2段液化, 2阶段液化, 两段共液化, 两阶段共液化, 两次加氢, 二次加氢, 水热液化, 水合热解, 热量, 能量, 回收, 循环, 再利用, 进料管, 反应管, 多个, 若干, 串联, HTL, hydrothermal liquefaction, two 1W stage, two 1W step, doubule, hydrogenation, energy, heat, recovery, recycl???, reclaim???

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113214857 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 06 August 2021 (2021-08-06) description, paragraphs 27-28 and 30	1-8
A	CN 110527558 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 03 December 2019 (2019-12-03) entire document	1-8
A	CN 1869159 A (SHENHUA GROUP CORP., LTD. et al.) 29 November 2006 (2006-11-29) entire document	1-8
A	CN 108285807 A (NAN WEI et al.) 17 July 2018 (2018-07-17) entire document	1-8
A	US 4842719 A (HYDROCARBON RESEARCH, INC.) 27 June 1989 (1989-06-27) entire document	1-8
A	JP S59109589 A (KOBE SEIKOSHO K.K. et al.) 25 June 1984 (1984-06-25) entire document	1-8

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
27 November 2023	**14 December 2023**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/105230

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113214857	A	06 August 2021	CN	113214857	B	15 July 2022
CN	110527558	A	03 December 2019		None		
CN	1869159	A	29 November 2006	CN	100381540	C	16 April 2008
CN	108285807	A	17 July 2018		None		
US	4842719	A	27 June 1989	BE	904634	A2	18 August 1986
				DE	3613445	A1	23 October 1986
				AU	5595086	A	30 October 1986
				JP	S61247791	A	05 November 1986
				ZA	8602692	A	26 January 1987
				DE	3613445	C2	08 June 1989
				US	4842719	A	27 June 1989
				CA	1276578	C	20 November 1990
JP	S59109589	A	25 June 1984	JPH	0549720	B2	27 July 1993

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/105230

A. 主题的分类

C10G1/06(2006.01)i；C10G1/02(2006.01)i；C10G1/00(2006.01)i；B01J6/00(2006.01)i；C10B53/02(2006.01)i；C10B53/00(2006.01)i；C10B49/02(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)

IPC：C10G B01J C10B

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））

CNTXT,ENTXTC,VEN,WPABSC,WEB OF SCIENCE,CNKI:两段液化,两阶段液化,2段液化,2阶段液化,两段共液化,两阶段共液化,两次加氢,二次加氢,水热液化,水合热解,热量,能量,回收,循环,再利用,进料管,反应管,多个,若干,串联,HTL, hydrothermal liquefaction,two 1W stage,two 1W step,doubule,hydrogenation,energy, heat,recovery,recycl???, reclaim???

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	CN 113214857 A (中南大学) 2021年8月6日 (2021 - 08 - 06) 说明书第27-28、30段	1-8
A	CN 110527558 A (西安交通大学) 2019年12月3日 (2019 - 12 - 03) 全文	1-8
A	CN 1869159 A (神华集团有限责任公司等) 2006年11月29日 (2006 - 11 - 29) 全文	1-8
A	CN 108285807 A (南巍等) 2018年7月17日 (2018 - 07 - 17) 全文	1-8
A	US 4842719 A (HYDROCARBON RESEARCH INC) 1989年6月27日 (1989 - 06 - 27) 全文	1-8
A	JP S59109589 A (KOBE STEEL LTD 等) 1984年6月25日 (1984 - 06 - 25) 全文	1-8

☐ 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
“D” 申请人在国际申请中引证的文件
“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
2023年11月27日	2023年12月14日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 张传鑫 电话号码 (+86) 027-59371591

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/105230

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	113214857	A	2021年8月6日	CN	113214857	B	2022年7月15日
CN	110527558	A	2019年12月3日		无		
CN	1869159	A	2006年11月29日	CN	100381540	C	2008年4月16日
CN	108285807	A	2018年7月17日		无		
US	4842719	A	1989年6月27日	BE	904634	A2	1986年8月18日
				DE	3613445	A1	1986年10月23日
				AU	5595086	A	1986年10月30日
				JP	S61247791	A	1986年11月5日
				ZA	8602692	A	1987年1月26日
				DE	3613445	C2	1989年6月8日
				US	4842719	A	1989年6月27日
				CA	1276578	C	1990年11月20日
JP	S59109589	A	1984年6月25日	JPH	0549720	B2	1993年7月27日