

宁波市镇海区蛟川街道炼化路镇海石化建安工程股份有限公司, Zhejiang 315207 (CN)。

(74) 代理人: 宁波诚源专利事务所有限公司(NINGBO CHANNEL PATENT ATTORNEYS OFFICE); 中国浙江省宁波市海曙区解放南路65号阳光大厦16F, Zhejiang 315010 (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, 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:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))
- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))
- 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))。

raw oil is connected to the second shell-side inlet connecting pipe. The top of the shell is provided with a tube-side inlet connecting pipe communicated with an upper-end pipe opening of the spiral heat exchange pipe; a hot high-pressure separator gas pipeline for conveying hot high-pressure separator gas discharged by a hot high-pressure separation tank of the hydrogenation device is connected to the tube-side inlet connecting pipe; and the bottom of the shell is provided with a tube-side outlet connecting pipe communicated with a lower-end pipe opening of the spiral heat exchange pipe. The present application further discloses a heat exchange process of the heat exchange assembly. Compared with the prior art, the present application can improve heat exchange efficiency.

(57) 摘要: 一种用于加氢装置的换热组件, 包括有第一换热器, 第一换热器具有竖向设置的壳体以及设于壳体内并竖向延伸的螺旋换热管, 壳体的侧壁的下部设有第一壳程入口接管, 侧壁的中部设有第二壳程入口接管, 侧壁的上部设有壳程出口接管, 且第一壳程入口接管连接有助于输送氢气的氢气管线, 第二壳程入口接管连接有助于输送原料油的原料油管线; 壳体的顶部设有与螺旋换热管的上端管口相连通的管程入口接管, 管程入口接管连接有助于输送加氢装置之热高压分离罐输出的热高分气的热高分气管线, 壳体的底部设有与螺旋换热管的下端管口相连通的管程出口接管。本申请还公开了换热组件的换热工艺。与现有技术相比, 本申请能提高换热效率。

一种用于加氢装置的换热组件及换热工艺

技术领域

本发明属于热交换技术领域，具体涉及一种用于加氢装置的换热组件及换热工艺。

背景技术

现有的加氢装置如申请号为 CN202110477804.0 的发明专利申请《采用多股流缠绕管式换热器的加氢换热系统及换热工艺》（申请公开号为 CN113063309A）、申请号为 CN202110477849.8 的发明专利申请《采用多股流缠绕管式换热器的加氢换热系统及换热工艺》（申请公开号为 CN113091498A）公开的方案，反应用的原料油与氢气混合后输入换热器内，与热高分气进行换热，以提高原料油和氢气的温度。

现有技术中原料油与氢气混合后的换热存在如下待解决的技术问题：

1、原料油与氢气混合后从底部进入换热器内，换热器底部的流速较低，且原料油为液相，氢气为气相，液相比重明显大于气相比重，会造成气液分离，最终在设备底部出现大量积液的问题；

2、原料油的温度一般高于氢气的温度，当两者混合后的混合进料的温度高于换热器内低温段的热高分气的热量时，则无法有效利用换热器内低温段的热高分气的热量，使得换热效率较低。

并且现有的用于加氢装置的换热组件存在如下技术问题：

1、高压的热高分气与低压热水换热，存在热高分气泄漏至低压热水的情况，对后续水系统及公用工程系统带来安全隐患；

2、高压空冷器的冷却效率低、占用空间大、成本高且存在泄漏点多等问题。

发明内容

本发明所要解决的第一个技术问题是针对现有技术的现状，提供一种用于加氢装置的换热组件，以提高换热效率的同时降低气液分离的风险。

本发明所要解决的第二个技术问题是提供一种用于加氢装置的换热组件，以降低热高分气泄漏的风险。

本发明所要解决的第三个技术问题是提供一种用于加氢装置的换热组件，以提高空冷器的换热效果。

本发明所要解决的第四个技术问题是提供一种上述换热组件的换热工艺。

本发明解决上述第一个技术问题所采用的技术方案为：一种用于加氢装置的换热组

件，包括有第一换热器，所述第一换热器具有竖向设置的壳体以及设于壳体内并竖向延伸的螺旋换热管，其特征在于：

所述壳体的侧壁的下部设有第一壳程入口接管，侧壁的中部设有第二壳程入口接管，侧壁的上部设有壳程出口接管，且所述第一壳程入口接管连接有用于输送氢气的氢气管线，所述第二壳程入口接管连接有用于输送原料油的原料油管线；

同时所述壳体的顶部设有与螺旋换热管的上端管口相连通的管程入口接管，所述管程入口接管连接有用于输送加氢装置之热高压分离罐输出的热高分气的热高分气管线，所述壳体的底部设有与螺旋换热管的下端管口相连通的管程出口接管。

本申请中的“氢气”可为从加氢装置输出的循环氢（循环氢中可能带有杂质），或者是直接从外部接入的氢气。

为提高换热效果，优选地，上述螺旋换热管可为单股流换热管或双股流换热管等，优选地，所述螺旋换热管为具有第一股换热管和第二股换热管的双股流换热管，所述管程入口接管有两个，分别与第一股换热管的上端管口、第二股换热管的上端管口相连通；

所述热高分气管线包括有主路管线和两个支路管线，所述主路管线的输入端用于连接至加氢装置之热高压分离罐，所述主路管线的输出端同时与两个支路管线的输入端相连通，所述两个支路管线的输出端分别与对应的管程入口接管相连通。

优选地，每个所述支路管线上均设有用于控制气体流量的第一阀门；同时，每个支路管线均连接有用于输送水的注水管线，两个注水管线上均设有用于控制流体流量的第二阀门。如此，可根据实际工况控制第一、第二阀门的启闭。

进一步地，沿热高分气在支路管线内的流动方向，所述注水管线与支路管线的连通处位于上述第一阀门的下游或上游。

优选地，所述管程出口接管为一个，并同时与上述第一股换热管、第二股换热管的下端管口相连通。

为提高换热效率，优选地，所述第一换热器之螺旋换热管具有竖向延伸的螺旋段以及位于螺旋段上下两侧的直管段；

记第一换热器之第二壳程入口接管与所述螺旋段的下端部之间的竖直距离为 $H1$ ，记所述螺旋段的上端部、下端部之间的竖直距离为 $H2$ ， $1/4 \leq H1:H2 \leq 1/3$ 。

即若第二壳程入口接管所处的位置过高，会影响原料油与换热管内介质的换热，若第二壳程入口接管所处的位置过低，可能存在气液分离的问题；本申请中 $1/4 \leq H1:H2 \leq 1/3$ ，能保证换热效率的同时，又能较好地降低气液分离的风险。

进一步地，所述第一换热器之第一壳程入口接管位于所述螺旋段之下端部的下方，所述壳程出口接管位于所述螺旋段之上端部的上方。

在上述方案中，为提高加氢反应器的进料温度，提高能源的利用率，优选地，还包括有第五换热器，具有第五热介质通道和第五冷介质通道，所述第五热介质通道的输入

端连接有用于输送加氢装置之加氢反应器输出的反应产物的产物管线，所述第五热介质通道的输出端用于连接至加氢装置之热高压分离罐的输入端，所述第五冷介质通道的输入端与上述第一换热器之壳程出口接管相连通，所述第五冷介质通道的输出端用于连接至加氢反应器的输入端。

优选地，所述第五冷介质通道的输出端与加氢反应器的输入端之间通过第三管线相连通，还包括有第一旁路管线，其两端分别与所述第三管线以及原料油管线相连通，且第一旁路管线上设有用于控制流量的阀门。如此，当第五冷介质通道的输出端输出的介质温度较高时，可通过打开第一旁路管线，引入低温的原料油来调节温度。

进一步地，所述第三管线上设有用于加热流体介质的加热炉，还包括有第二旁路管线，所述第二旁路管线的输入端与上述第五冷介质通道的输出端相连通，所述第二旁路管线的输出端用于连接至加氢反应器的输入端，且所述第二旁路管线以及第三管线上分别设有用于控制流量的阀门。当第五冷介质通道的输出端输出的介质温度达到加氢反应器的进料温度时，可直接走第二旁路管线，而无需另外使用加热炉，从而降低能源的消耗。加热炉可在开工阶段（即刚开始运行加氢装置的阶段）使用。

在上述各方案中，为进一步利用第一换热器换热后的热高分气的热量，还包括有第二换热器，具有第二热介质通道和第二冷介质通道，所述第二热介质通道的输入端与上述第一换热器之管程出口接管相连通，所述第二冷介质通道的输入端连接有用于输送冷低分油的冷低分油管线。

优选地，还包括有第三换热器，具有第三热介质通道和第三冷介质通道，所述第三热介质通道的输入端与上述第二换热器之第二热介质通道的输出端相连通，所述第三冷介质通道的输入端连接有用于输送水的供水管线。

以上供水管线中的水可为低压水或高压水，低压水换热后可直接用于家庭供暖等，但由于低压水的压力较低，与其换热的热高分气的压力较大，两者存在较大的压力差，从而导致第三换热器的冷热介质通道之间存在泄露而污染水的风险，故而，为了解决上述第二个技术问题，优选地，所述供水管线为用于输送高压水的管线；

还包括有第四换热器，具有第四热介质通道和第四冷介质通道，所述第四热介质通道的输入端与上述第三换热器之第三冷介质通道的输出端相连通，所述第四冷介质通道的输入端连接有用于输送低压水的低压水管线。如此，高压水与第三热介质通道内的热高分气换热能使得第三换热器内压力平衡，降低因压力失衡而污染的风险，具体地，高压水的压力高于热高分气的压力，且高压水最终是要注入热高分气，就算高压水泄漏至热高分气中也没有关系。即高压水不论泄漏至热高分气还是低压水中均不会造成污染。且第四换热器的设置能实现加热低压水，加热后的低压水能用于家庭供热等；且第四换热器内即使高压水泄漏至低压水，因两者的介质一致均为水，故而也不存在污染的问题。

优选地，所述第四换热器之第四热介质通道的输出端与上述热高分气管线相连通；

所述第一换热器之管程出口接管与所述第二换热器之第二热介质通道的输入端之间通过第一管线相连通，该第一管线与所述第四换热器之第四热介质通道的输出端相连通；

所述第二换热器之第二热介质通道的输出端与第三换热器之第三热介质通道的输入端之间通过第二管线相连通，该第二管线与所述第四换热器之第四热介质通道的输出端相连通。

从而使得第四换热器的设置还能用于输送热高分气的管线的注水，而无需另外设置注水管线。水能溶解热高分气中的硫化氢、铵盐等部分介质，以降低热高分气中的部分介质腐蚀换热器的现象出现。

优选地，还包括有空冷器，其入口与上述第三换热器之第三热介质通道的输出端相连通，其出口用于连接至加氢装置之冷高压分离罐的入口。

为进一步解决上述第三个技术问题，优选地，所述空冷器包括有：

壳程筒体，竖向设置，其两个端部分别具有进风口、出风口；

两个管板，分别一上一下设于所述壳程筒体的侧壁上；

两个管箱，分别设于各自对应的管板上；

中心筒，竖向设于所述壳程筒体内；

多根换热管，沿轴向设于所述壳程筒体内，且由内而外螺旋缠绕在所述中心筒的外周而成多层螺旋管，所述换热管的两端分别支撑于各自对应的管板上并与对应的管箱相连通；

多根喷淋管，沿轴向设于所述壳程筒体内，且沿着换热管的螺旋方向缠绕在各层螺旋管中，各喷淋管下端的管口为进液口，各喷淋管上端的管口为开口朝下的出液口，且出液口位于所述螺旋管上方，并沿着壳程筒体的周向间隔布置；同时，各所述喷淋管的管壁上均设有多个喷淋孔，所述喷淋孔与相邻的换热管的管壁相对。

如此，当空冷器工作时，喷淋管内部通冷却液，冷却液从进液口进入喷淋管内，部分冷却液通过喷淋孔喷至相邻的换热管，部分冷却液从出液口向下喷出，实现对换热管内高温热介质的换热，且周向间隔布置的出液口能保证均匀喷水，且喷水量稳定，进而能有效提高换热效率。

优选地，各喷淋管上端的管口连接有能向下喷水的喷头。

在上述方案中，优选地，所述壳程筒体的底部设有集水箱，所述喷淋管的进液口通过水泵与集水箱相连通。

进一步地，所述进风口位于壳程筒体的下端部、所述出风口位于壳程筒体的上端部。

为提高集水箱内水的利用率，优选地，还包括有集水器，设于所述壳程筒体内并位于上述喷淋管之出液口的上方，且该集水器具有供气流向上通过、并能收集气流中水分的通道。如此能降低水的消耗。

较优选地，所述集水器包括有多个竖向设置并相连接的集水板，多个集水板沿水平方向间隔排列，相邻两个集水板的板面之间形成上述通道，同时，各集水板的板面上凸设有向上延伸的唇片，所述唇片与集水板的板面之间形成开口朝上并用于收集该唇片之上的板面上积存水分的集水沟。

为了能较好地回收集水沟内的水，进一步地，所述集水器还包括有位于集水器的中央并沿集水板的排列方向延伸而贯穿集水板的集水槽，所述集水沟沿集水板的板面由外至内向集水槽延伸并与集水槽相连通；

所述集水器套设在上述中心筒的外周，且集水槽供中心筒穿过，所述中心筒的内部中空，且其下端口与上述集水箱相连通，中心筒之与集水槽相对的筒壁上设有与集水槽相连通的入水口。

为了保证气水分离效果的同时，还不影响空冷器的换热，优选地，相邻两个集水板之间的间隔距离为：20~50mm。

为了能较好地收集集水沟内的水，同样优选地，所述集水器包括有多个竖向设置并相连接的集水板，多个集水板沿周向间隔排列在中心筒的外围，相邻两个集水板的板面之间形成上述通道，各集水板的板面上凸设有向上延伸的唇片，所述唇片与集水板的板面之间形成开口朝上并用于收集气流中水分的集水沟，各集水沟沿集水板的板面由外至内向中心筒延伸，所述中心筒的内部中空，且其下端口与上述集水箱相连通，中心筒之与集水器相对的筒壁上设有入水口，该入水口与上述集水沟相连通。

为利于集水沟内的水能较好地流动至集水箱，优选地，所述集水沟由外至内向下倾斜。

为了提高气水分离效果，且能较好地收集水分，优选地，各集水板均自上而下制成波浪状的结构，各集水板的同一侧板面上设有至少一个上述集水沟，且各集水沟位于各集水板之板面的外突部位处。

在上述各方案中，换热管可为表面光滑的光管，为提高换热效果，优选地，所述换热管为波纹管，并具有表面光滑的光管段和表面具有波纹的波纹段，所述波纹段与光管段沿换热管的长度方向交替布置，且波纹段的长度大于光管段的长度；

或，所述换热管为翅片管，并具有表面光滑的光管段和表面具有翅片的翅片段，所述翅片段与光管段沿换热管的长度方向交替布置，且翅片段的长度大于光管段的长度。

优选地，以上述的两个管板以及两个管箱为一组，有至少两组并沿壳程筒体的周向间隔布置。当然也可仅有一组，具体根据换热管的数量进行设计。

本发明解决上述第四个技术问题所采用的技术方案为：一种采用如上所述的换热组件的换热工艺，其特征在于步骤如下：

热高压分离罐输出的压力为 9~11.5MPa、温度为 230~250℃的热高分气通过管程入口接管进入第一换热器的螺旋换热管内，同时，压力为 10~12.5MPa、温度为 70~95℃的

氢气，压力为 11~13.5MPa、温度为 130~165℃的原料油分别从第一壳程入口接管、第二壳程入口接管进入壳体内，与螺旋换热管内的热高分气进行换热后从壳程出口接管输出，且从壳程出口接管输出的介质的压力为 9.7~12.2MPa，温度为 160~180℃，且介质中氢气的重量百分比为 6~12%。

与现有技术相比，本发明的优点在于：由于将供氢气输入的第一壳程入口接管设于壳体侧壁的下部，将供原料油输入的第二壳程入口接管设于壳体侧壁的中部，将壳程出口接管设于壳体侧壁的上部，使得氢气能先与螺旋换热管下部的低温段进行换热，有效利用低温段热量，最大限度的回收热量，同时可增大对数平均温差（即管程介质与壳程介质之间的温差），减小换热面积，降低设备成本。

同时，换热器壳体內的氢气填充在原料油的下方，氢气对于原料油形成向上的托举力，且壳体中部介质的流速一般较为稳定，有助于原料油的分布。

并且，氢气温度升高并与原料油混合时有助于原料油部分汽化，两者在壳体內的混合效果明显优于现有技术中的底部混合进料，且不会在换热器底部形成积液。

且本申请引入高压水，高压水与热高分气换热后再与低温水进行换热，解决了现有技术中热高分气泄漏带来的安全问题，使得整个系统的安全性提高。同时，引入的高压水还能用于热高分气管线的注水。

附图说明

图 1 为本发明实施例 1 的结构示意图；

图 2 为图 1 中虚线框部分的放大图；

图 3 为本发明实施例 2 的结构示意图；

图 4 为本发明实施例 3 的结构示意图；

图 5 为本发明实施例 4 的结构示意图；

图 6 为本发明实施例 5 的结构示意图；

图 7 为本发明实施例 6 的结构示意图；

图 8 为本发明实施例 7 的结构示意图；

图 9 为本发明实施例 8 的结构示意图；

图 10 为本发明实施例 9 中空冷器的结构示意图；

图 11 为图 10 中换热管与喷淋管之间的结构示意图（剖面区域为喷水区域）；

图 12 为图 10 中 A-A 向的剖视图；

图 13 为图 10 中集水器与中心筒之间的结构示意图；

图 14 为图 13 的俯视图；

图 15 为图 10 中的中心筒的局部结构示意图；

图 16 为图 14 中 B 向的结构示意图；

图 17 为图 10 中换热管的局部结构示意图；

图 18 为本发明实施例 10 中空冷器之集水器与中心筒之间的俯视图。

具体实施方式

以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

实施例 1：

如图 1、2 所示，为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例 1，该换热组件包括有第一换热器 100、第二换热器 200、第三换热器 300、第五换热器 500 以及空冷器 600。

其中，第一换热器 100 具有竖向设置的壳体 110 以及设于壳体 110 内并竖向延伸的螺旋换热管 120，壳体 110 的侧壁的下部设有第一壳程入口接管 111，且第一壳程入口接管 111 连接有助于输送氢气的氢气管线 130；壳体 110 的侧壁的中部设有第二壳程入口接管 112，且第二壳程入口接管 112 连接有助于输送原料油的原料油管线 140；壳体 110 的侧壁的上部设有壳程出口接管 113。同时，壳体 110 的顶部设有与螺旋换热管 120 的上端管口相连通的管程入口接管 114，管程入口接管 114 连接有助于输送加氢装置之热高压分离罐 700 输出的热高分气的热高分气管线 150，壳体 110 的底部设有与螺旋换热管 120 的下端管口相连通的管程出口接管 115。同时，如图 2 所示，第一换热器 100 之螺旋换热管 120 具有竖向延伸的螺旋段 120a 以及位于螺旋段 120a 上下两侧的直管段 120b；记第一换热器 100 之第二壳程入口接管 112 与螺旋段 120a 的下端部之间的竖直距离为 $H1$ ，记螺旋段 120a 的上端部、下端部之间的竖直距离为 $H2$ ， $1/4 \leq H1:H2 \leq 1/3$ 。

本实施例中，螺旋换热管 120 为具有第一股换热管 121 和第二股换热管 122 的双股流换热管，管程出口接管 115 为一个，并同时与第一股换热管 121 的下端管口以及第二股换热管 122 的下端管口相连通。管程入口接管 114 有两个分别与第一股换热管 121 的上端管口、第二股换热管 122 的上端管口相连通。热高分气管线 150 包括有主路管线 151 和两个支路管线 152，主路管线 151 的输入端用于连接至加氢装置之热高压分离罐 700，主路管线 151 的输出端同时与两个支路管线 152 的输入端相连通，两个支路管线 152 的输出端分别与对应的管程入口接管 114 相连通。且每个支路管线 152 上均设有用于控制气体流量的第一阀门 153；同时，每个支路管线 152 均连接有助于输送水的注水管线 160，两个注水管线 160 上均设有用于控制流体流量的第二阀门 161。沿热高分气在支路管线 152 内的流动方向，注水管线 160 与支路管线 152 的连通处位于上述第一阀门 153 的下游。

上述第五换热器 500 为竖向设置的单股流缠绕管式换热器，具有第五热介质通道 510（为单股流缠绕管式换热器的壳程）和第五冷介质通道 520（为单股流缠绕管式换热器的管程），第五热介质通道 510 的输入端连接有助于输送加氢装置之加氢反应器 710

输出的反应产物的产物管线 530，第五热介质通道 510 的输出端用于连接至加氢装置之热高压分离罐 700 的输入端，第五冷介质通道 520 的输入端与第一换热器 100 之壳程出口接管 113 相连通，第五冷介质通道 520 的输出端用于连接至加氢反应器 710 的输入端。

本实施例中，第五冷介质通道 520 的输出端与加氢反应器 710 的输入端之间通过第三管线 540 相连通，还包括有第一旁路管线 550，其两端分别与第三管线 540 以及原料油管线 140 相连通。且第一旁路管线 550 上设有控制流量的阀门。

同时，第三管线 540 上设有用于加热流体介质的加热炉 560，还包括有第二旁路管线 570，第二旁路管线 570 的输入端与上述第五换热器 500 之第五冷介质通道 520 的输出端相连通，第二旁路管线 570 的输出端用于连接至加氢反应器 710 的输入端。且第二旁路管线 570 以及第三管线 540 上均设有控制流量的阀门。

上述第二换热器 200 为竖向设置的单股流缠绕管式换热器，具有第二热介质通道 210（为单股流缠绕管式换热器的管程）和第二冷介质通道 220（为单股流缠绕管式换热器的壳程），第二热介质通道 210 的输入端与上述第一换热器 100 之管程出口接管 115 之间通过第一管线 240 相连通（第一管线 240 上连接有用于供高压水的管线），第二冷介质通道 220 的输入端连接有用于输送冷低分油的冷低分油管线 230。

上述第三换热器 300 为竖向设置的单股流缠绕管式换热器，具有第三热介质通道 310（为单股流缠绕管式换热器的管程）和第三冷介质通道 320（为单股流缠绕管式换热器的壳程），第三热介质通道 310 的输入端与上述第二换热器 200 之第二热介质通道 210 的输出端之间通过第二管线 340 相连通（第二管线 340 上连接有用于供高压水的管线），第三冷介质通道 320 的输入端连接有用于输送水的供水管线 330。

空冷器 600 为现有的高压空冷器，其入口与第三换热器 300 之第三热介质通道 310 的输出端相连通，其出口用于连接至加氢装置之冷高压分离罐 720 的入口。

本实施例的换热组件用于加氢装置，该加氢装置具有热高压分离罐 700、加氢反应器 710、冷高压分离罐 720、冷低压分离罐 730、热低压分离罐 740。其中热高压分离罐 700 的顶部出口通过热高分气管线 150 与换热组件中第一换热器 100 的管程入口接管 114 相连通，热高压分离罐 700 的底部出口通过管线（管线上设有减压装置）与热低压分离罐 740 的入口相连通，热低压分离罐 740 的顶部出口通过管线（管线上设有热低分气空冷器）与冷低压分离罐 730 的入口相连通。冷高压分离罐 720 的入口与换热组件中空冷器 600 的出口相连通，冷高压分离罐 720 的底部出口通过管线（管线上设有减压装置）与冷低压分离罐 730 的入口相连通。冷高压分离罐 720 的顶部出口通过管线（管线上沿流体流向依次设有循环氢脱硫塔、压缩机缓冲罐）连接有循环泵，循环泵输出的流体分为两路，第一路走上述的氢气管线 130，第二路输送至加氢反应器 710。

实施例 2：

如图3所示,为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例2,本实施例与实施例1基本相同,区别在于本实施例中第二、第三换热器组合成为一台立式换热器,且第二换热器200位于第三换热器300的上方。同时,第五换热器500、第一换热器100组合成为一台立式换热器,且第五换热器500位于第一换热器100的上方,两者之间通过管板隔开,第五换热器500之第五冷介质通道520的下端支撑于管板,并与第一换热器100之壳体110内部中空相连通。

实施例3:

如图4所示,为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例3,本实施例与实施例1基本相同,区别在于本实施例中第一、第二、第三换热器组合成为一台立式换热器,且第一换热器100、第二换热器200、第三换热器300依次由上至下设置。

实施例4:

如图5所示,为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例4,本实施例与实施例1基本相同,区别在于本实施例中第一、第二、第三、第五换热器组合成为一台立式换热器,且第五换热器500、第一换热器100、第二换热器200、第三换热器300依次由上至下设置。

实施例5:

如图6所示,为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例5,本实施例与实施例1基本相同,区别在于本实施例中第三换热器300上的供水管线330为用于输送高压水的管线;本实施例的换热组件还包括有第四换热器400,第四换热器400为竖向设置的单股流缠绕管式换热器,具有第四热介质通道410(为单股流缠绕管式换热器的管程)和第四冷介质通道420(为单股流缠绕管式换热器的壳程),第四热介质通道410的输入端与第三换热器300之第三冷介质通道320的输出端相连通,第四冷介质通道420的输入端连接有用于输送低压水的低压水管线430。

同时,第四换热器400之第四热介质通道410的输出端同时与上述热高分气管线150、第一管线240以及第二管线340相连通。即本实施例中从第四热介质通道410的输出端输出的高压水可向热高分气管线150、第一管线240以及第二管线340供水,从而使得热高分气管线150、第一管线240以及第二管线340上无需再外接高压水。

并且,本实施例中第一换热器100的螺旋换热管为单股流换热管,对应地,第一换热器100的管程入口接管114只有一个,该管程入口接管114直接通过一条热高分气管线150与热高压分离罐700顶部的出口相连通。

且本实施例中,第一换热器100之第一壳程入口接管111位于螺旋段120a之下端

部的下方，壳程出口接管 113 位于螺旋段 120a 之上端部的上方。

本实施例的换热工艺如下：

一、热高压分离罐 700 输出的压力为 9~11.5MPa、温度为 230~250℃的热高分气通过管程入口接管 114 进入第一换热器 100 的螺旋换热管 120 内，同时，压力为 10~12.5MPa、温度为 70~95℃的氢气，压力为 11~13.5MPa、温度为 130~165℃的原料油分别从第一壳程入口接管 111、第二壳程入口接管 112 进入壳体 110 内，与螺旋换热管 120 内的热高分气进行换热后从壳程出口接管 113 输出，且从壳程出口接管 113 输出的介质的压力为 9.7~12.2MPa，温度为 160~180℃，且介质中氢气的重量百分比为 6~12%；

二、从第一换热器 100 之管程出口接管 115 输出的热高分气进入第二换热器 200 的第二热介质通道 210，与第二冷介质通道 220 内的冷低分油进行换热，其中，进入第二冷介质通道 220 前的冷低分油的压力为 1.0~1.8MPa，温度为 48~55℃，换热后出第二冷介质通道 220 的冷低分油的压力为 1.0~1.8MPa，温度为 160~185℃；

三、从第二换热器 200 的第二热介质通道 210 输出的热高分气进入第三换热器 300 的第三热介质通道 310，与第三冷介质通道 320 内的高压水进行换热，其中，进入第三冷介质通道 320 之前的高压水的压力为 12.5~13.5MPa，温度为 60~75℃；从第三热介质通道 310 输出的热高分气的温度为 70~80℃；

四、换热后从第三冷介质通道 320 输出的高压水进入第四换热器 400 的第四热介质通道 410，与第四冷介质通道 420 内的低压水进行换热，其中，进入第四冷介质通道 420 之前的低压水的压力为 0.6~1.2MPa，温度为 60~70℃，换热后从出第四冷介质通道 420 的低压水的压力为 0.6~1.2MPa，温度为 95~135℃；

五、从第一换热器 100 之壳程出口接管 113 输出的介质进入第五换热器 500 的第五冷介质通道 520，与第五热介质通道 510 内的热介质换热后从第五换热器 500 输出（输出压力为 9.5~12.0MPa，温度为 320~365℃），然后选择性地走第三管线 540 或第二旁路管线 570，接着进入加氢反应器 710 进行加氢反应。其中，进入加氢反应器 710 之前的介质的压力为 9.5~12.0MPa，温度为 335~380℃；加氢反应器 710 输出的反应产物的压力为 9.2~11.6MPa，温度为 360~415℃，然后进入第五换热器 500 的第五热介质通道 510 内，从第五换热器 500 输出的反应产物进入热高压分离罐 700 进行气液分离。

实施例 6：

如图 7 所示，为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例 6，本实施例与实施例 5 基本相同，区别在于本实施例中第五换热器 500、第一换热器 100 组合成为一台立式换热器，且第五换热器 500 位于第一换热器 100 的上方。且本实施例的第一换热器 100 的结构与实施例 1 中第一换热器 100 的结构基本相同。

实施例 7:

如图 8 所示,为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例 7,本实施例与实施例 5 基本相同,区别在于本实施例中第一、第二、第三换热器组合成为一台立式换热器,第一换热器 100、第二换热器 200、第三换热器 300 依次由上至下设置。同时本实施例的第一换热器 100 的结构与实施例 1 中第一换热器 100 的结构基本相同。

实施例 8:

如图 9 所示,为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例 8,本实施例与实施例 5 基本相同,区别在于本实施例中第一、第二、第三、第五换热器组合成为一台立式换热器,且第五换热器 500、第一换热器 100、第二换热器 200、第三换热器 300 依次由上至下设置。

同时本实施例的第一换热器 100 的结构与实施例 1 中第一换热器 100 的结构基本相同,区别在于本实施例中:沿热高分气在支路管线 152 内的流动方向,注水管线 160 与支路管线 152 的连通处位于上述第一阀门 153 上游。

实施例 9:

如图 10~17 所示,为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例 9,本实施例与实施例 1 基本相同,区别在于本实施例中空冷器 600 的结构不同,具体如下:

本实施例的空冷器 600 为缠绕管式复合空冷器,其包括有壳程筒体 1、两个管板、两个管箱 2、中心筒 3、多根换热管 4、多根喷淋管 5、集水箱 6、水泵 7、集水器 8。

其中,壳程筒体 1 竖向设置,其下端部具有进风口 11、上端部具有出风口 12,且出风口 12 处设有风机,以使气流从进风口 11 进入壳程筒体 1 内,然后从出风口 12 排出。壳程筒体 1 的底部设有集水箱 6。

两个管板分别一上一下设于壳程筒体 1 的侧壁上;两个管箱 2 分别设于各自对应的管板上,并作为空冷器 600 的入口和出口。

中心筒 3 竖向设于壳程筒体 1 内。且中心筒 3 的内部中空,其下端口 31 伸入上述集水箱 6 内。

多根换热管 4 沿轴向设于壳程筒体 1 内,且由内而外螺旋缠绕在中心筒 3 的外周而成多层螺旋管,相邻层螺旋管之间的间距不小于 4mm,换热管 4 的两端分别支撑于各自对应的管板上并与对应的管箱 2 相连通。本实施例中,换热管 4 为波纹管,并具有表面光滑的光管段 41 和表面具有波纹的波纹段 42,波纹段 42 与光管段 41 沿换热管 4 的长度方向交替布置,且波纹段 42 的长度大于光管段 41 的长度;具体地,波纹段 42 的长度为 200mm,光管段 41 的长度为 50mm。光管段 41 用于与固定件(如换热器用垫条)

进行配合，以固定换热管。

多根喷淋管 5 沿轴向设于壳程筒体 1 内，且沿着换热管 4 的螺旋方向缠绕在各层螺旋管中（各层螺旋管中有至少一根喷淋管 5，这一根喷淋管 5 与该层的多根换热管 4 同步绕制，请参见图 2），各喷淋管 5 下端的管口为进液口 51，并通过水泵 7 与集水箱 6 相连通。各喷淋管 5 上端的管口为开口朝下的出液口 52，且出液口 52 位于螺旋管上方，并沿着壳程筒体 1 的周向等间隔布置。为了使各出液口 52 喷出的水流更加均匀，进一步的，各喷淋管 5 上端的管口连接有能向下喷水的喷头 54，本实施例中，相邻 3 个喷头 54 之间以正三角形的三个端点分布，以确保每个喷头 54 的喷淋半径不小于 150mm。各喷淋管 5 的管壁上还均设有多个喷淋孔 53，喷淋孔 53 与相邻的换热管 4 的管壁相对，以喷淋相邻换热管。具体请参见图 2，其中，多层螺旋管由内至外依次记为第一层、第二层、...、第 N 层，第一层中喷淋管的多个喷淋孔分别朝向第二层中换热管以及第一层中相邻布置的换热管（位于第一层中喷淋管的下方）的上表面；第 N 层中喷淋管的多个喷淋孔分别朝向第 N-1 层中换热管以及第 N 层中相邻布置的换热管（位于第 N 层中喷淋管的下方）的上表面；位于第一层、第 N 层之间的中间层中的喷淋管的多个喷淋孔分别朝向相邻层的换热管和同层相邻布置换热管的上表面。

上述集水器 8 设于壳程筒体 1 内并位于上述喷淋管 5 之出液口 52 的上方，且集水器 8 具有供气流向上通过、并能收集气流中水分的通道 80。本实施例中，集水器 8 套设在中心筒 3 的外周，包括有多个竖向设置并相连的集水板 81。多个集水板 81 之间可通过上基板或/和下基板（上下基板可以制成格栅状，也可以用带有孔的板）相连接；也可通过连接杆相连，各连接杆依次穿过各集水板 81 从而连接各集水板 81。多个集水板 81 沿水平方向间隔排列，优选地，相邻两个集水板之间的间隔距离为 20~50mm（间隔距离可为 20mm、50mm 或者两者之间的任意值），如此设计，既能保证气水分离效果，又不影响空冷器的换热，使得相邻两个集水板 81 的板面之间形成上述通道 80，同时，各集水板 81 的板面上凸设有向上延伸的唇片 811，唇片 811 与集水板 81 的板面之间形成开口朝上并用于收集该唇片 811 之上的板面上积存水分的集水沟 82，具体请参见图 5、7（图 5 中各集水板 81 通过基线 a 来表示，基线 a 的数量不限于图中所示的数量，图中通过若干条基线 a 来表示集水板 81 的安装位置以及排列方向）。本实施例中，集水器 8 还包括有位于集水器 8 的中央并沿集水板 81 的排列方向延伸而贯穿集水板 81 的集水槽 83，集水槽 83 为具有底板以及位于底板两侧的侧板的结构，底板与两个侧板之间围成截面呈 U 形的集水槽 83。集水沟 82 沿集水板 81 的板面由外至内向集水槽 83 延伸并与集水槽 83 相连通，且集水沟 82 由外至内向下倾斜，以使得集水沟 82 内的水在自身重力作用下能流到集水槽 83。上述中心筒 3 穿过集水槽 83，中心筒 3 之与集水槽 83 相对的筒壁上设有入水口 32，该入水口 32 与上述集水槽 83 相连通。如此，集水沟 82 内收集的水能通过集水槽 83、入水口 32 进入中心筒 3 内，然后回流至集水箱 6，进而实现

冷却水的重复利用。

本实施例中，为了更好的集水效果，上述各集水板 81 均自上而下制成波浪状的结构，请参见图 7，各集水板 81 的同一侧板面上按需可以设计一个或多个集水沟 82，且各集水沟 82 位于各集水板 81 的板面的外突部位处，以利于各集水板 81 的板面上积存的水气在下流时能完全被集水沟 82 所收集。

实施例 10:

如图 18 所示，为本发明的一种用于加氢装置的换热组件的优选实施例 10，本实施例与实施例 9 基本相同，区别在于本实施例中空冷器 600 之集水器 8 的结构略有不同，具体如下：本实施例的集水器 8 包括有多个竖向设置并相连接的集水板 81，多个集水板 81 沿周向间隔排列在中心筒 3 的外围，相邻两个集水板 81 的板面之间形成供气流向上通过的通道 80，且各集水板 81 的板面上凸设有向上延伸的唇片 811，唇片 811 与集水板 81 的板面之间形成开口朝上并用于收集该唇片 811 之上的板面积存水分的集水沟 82，各集水沟 82 沿集水板 81 的板面由外至内向中心筒 3 延伸，且集水沟 82 由外至内向下倾斜。中心筒 3 的内部中空，且其下端口 31 与上述集水箱 6 相连通，中心筒 3 之与集水器 8 相对的筒壁上设有入水口 32，该入水口 32 与集水沟 82 相连通。

如此，气流向上通过通道 80 时，气流中的水分会积聚在集水板 81 的板面上，并沿着集水板 81 的板面向下流到集水沟 82 内，集水沟 82 内的水在重力作用下沿着集水沟 82 流动至中心筒 3 的入水口 32 处，然后通过中心筒 3 回流至集水箱 6，实现水的循环重复利用。

权 利 要 求

1、一种用于加氢装置的换热组件，包括有第一换热器(100)，所述第一换热器(100)具有竖向设置的壳体(110)以及设于壳体(110)内并竖向延伸的螺旋换热管(120)，其特征在于：

所述壳体(110)的侧壁的下部设有第一壳程入口接管(111)，侧壁的中部设有第二壳程入口接管(112)，侧壁的上部设有壳程出口接管(113)，且所述第一壳程入口接管(111)连接有用于输送氢气的氢气管线(130)，所述第二壳程入口接管(112)连接有用于输送原料油的原料油管线(140)；

同时所述壳体(110)的顶部设有与螺旋换热管(120)的上端管口相连通的管程入口接管(114)，所述管程入口接管(114)连接有用于输送加氢装置之热高压分离罐(700)输出的热高分气的热高分气管线(150)，所述壳体(110)的底部设有与螺旋换热管(120)的下端管口相连通的管程出口接管(115)。

2、根据权利要求1所述的换热组件，其特征在于：所述螺旋换热管(120)为具有第一股换热管(121)和第二股换热管(122)的双股流换热管，所述管程入口接管(114)有两个，分别与第一股换热管(121)的上端管口、第二股换热管(122)的上端管口相连通；

所述热高分气管线(150)包括有主路管线(151)和两个支路管线(152)，所述主路管线(151)的输入端用于连接至加氢装置之热高压分离罐(700)，所述主路管线(151)的输出端同时与两个支路管线(152)的输入端相连通，所述两个支路管线(152)的输出端分别与对应的管程入口接管(114)相连通。

3、根据权利要求2所述的换热组件，其特征在于：每个所述支路管线(152)上均设有用于控制气体流量的第一阀门(153)；同时，每个支路管线(152)均连接有用于输送水的注水管线(160)，两个注水管线(160)上均设有用于控制流体流量的第二阀门(161)。

4、根据权利要求2所述的换热组件，其特征在于：所述管程出口接管(115)为一个，并同时与上述第一股换热管(121)、第二股换热管(122)的下端管口相连通。

5、根据权利要求1所述的换热组件，其特征在于：所述第一换热器(100)之螺旋换热管(120)具有竖向延伸的螺旋段(120a)以及位于螺旋段(120a)上下两侧的直管段(120b)；

记第一换热器(100)之第二壳程入口接管(112)与所述螺旋段(120a)的下端部之间的竖直距离为 $H1$ ，记所述螺旋段(120a)的上端部、下端部之间的竖直距离为 $H2$ ， $1/4 \leq H1:H2 \leq 1/3$ 。

6、根据权利要求5所述的换热组件，其特征在于：所述第一换热器(100)之第一壳程入口接管(111)位于所述螺旋段(120a)之下端部的下方，所述壳程出口接管(113)位于所述螺旋段(120a)之上端部的上方。

7、根据权利要求1~6中任一权项所述的换热组件，其特征在于：还包括有第五换

热器(500),具有第五热介质通道(510)和第五冷介质通道(520),所述第五热介质通道(510)的输入端连接有助于输送加氢装置之加氢反应器(710)输出的反应产物的产物管线(530),所述第五热介质通道(510)的输出端用于连接至加氢装置之热高压分离罐(700)的输入端,所述第五冷介质通道(520)的输入端与上述第一换热器(100)之壳程出口接管(113)相连通,所述第五冷介质通道(520)的输出端用于连接至加氢反应器(710)的输入端。

8、根据权利要求7所述的换热组件,其特征在于:所述第五冷介质通道(520)的输出端与加氢反应器(710)的输入端之间通过第三管线(540)相连通,还包括有第一旁路管线(550),其两端分别与所述第三管线(540)以及原料油管线(140)相连通,且第一旁路管线(550)上设有用于控制流量的阀门。

9、根据权利要求8所述的换热组件,其特征在于:所述第三管线(540)上设有用于加热流体介质的加热炉(560),还包括有第二旁路管线(570),所述第二旁路管线(570)的输入端与上述第五冷介质通道(520)的输出端相连通,所述第二旁路管线(570)的输出端用于连接至加氢反应器(710)的输入端,且所述第二旁路管线(570)以及第三管线(540)上分别设有用于控制流量的阀门。

10、根据权利要求1~6中任一权项所述的换热组件,其特征在于:还包括有第二换热器(200),具有第二热介质通道(210)和第二冷介质通道(220),所述第二热介质通道(210)的输入端与上述第一换热器(100)之管程出口接管(115)相连通,所述第二冷介质通道(220)的输入端连接有助于输送冷低分油的冷低分油管线(230)。

11、根据权利要求10所述的换热组件,其特征在于:还包括有第三换热器(300),具有第三热介质通道(310)和第三冷介质通道(320),所述第三热介质通道(310)的输入端与上述第二换热器(200)之第二热介质通道(210)的输出端相连通,所述第三冷介质通道(320)的输入端连接有助于输送水的供水管线(330)。

12、根据权利要求11所述的换热组件,其特征在于:所述供水管线(330)为用于输送高压水的管线;

还包括有第四换热器(400),具有第四热介质通道(410)和第四冷介质通道(420),所述第四热介质通道(410)的输入端与上述第三换热器(300)之第三冷介质通道(320)的输出端相连通,所述第四冷介质通道(420)的输入端连接有助于输送低压水的低压水管线(430)。

13、根据权利要求12所述的换热组件,其特征在于:所述第四换热器(400)之第四热介质通道(410)的输出端与上述热高分气管线(150)相连通;

所述第一换热器(100)之管程出口接管(115)与所述第二换热器(200)之第二热介质通道(210)的输入端之间通过第一管线(240)相连通,该第一管线(240)与所述第四换热器(400)之第四热介质通道(410)的输出端相连通;

所述第二换热器(200)之第二热介质通道(210)的输出端与第三换热器(300)之第三热

介质通道(310)的输入端之间通过第二管线(340)相连通,该第二管线(340)与所述第四换热器(400)之第四热介质通道(410)的输出端相连通。

14、根据权利要求 11 所述的换热组件,其特征在于:还包括有空冷器(600),其入口与上述第三换热器(300)之第三热介质通道(310)的输出端相连通,其出口用于连接至加氢装置之冷高压分离罐(720)的入口。

15、根据权利要求 14 所述的换热组件,其特征在于:所述空冷器(600)包括有:

壳程筒体(1),竖向设置,其两个端部分别具有进风口(11)、出风口(12);

两个管板,分别一上一下设于所述壳程筒体(1)的侧壁上;

两个管箱(2),分别设于各自对应的管板上;

中心筒(3),竖向设于所述壳程筒体(1)内;

多根换热管(4),沿轴向设于所述壳程筒体(1)内,且由内而外螺旋缠绕在所述中心筒(3)的外周而成多层螺旋管,所述换热管(4)的两端分别支撑于各自对应的管板上并与对应的管箱(2)相连通;

多根喷淋管(5),沿轴向设于所述壳程筒体(1)内,且沿着换热管(4)的螺旋方向缠绕在各层螺旋管中,各喷淋管(5)下端的管口为进液口(51),各喷淋管(5)上端的管口为开口朝下的出液口(52),且出液口(52)位于所述螺旋管上方,并沿着壳程筒体(1)的周向间隔布置;同时,各所述喷淋管(5)的管壁上均设有多个喷淋孔(53),所述喷淋孔(53)与相邻的换热管(4)的管壁相对。

16、根据权利要求 15 所述的换热组件,其特征在于:各喷淋管(5)上端的管口连接有能向下喷水的喷头(54)。

17、根据权利要求 15 所述的换热组件,其特征在于:所述壳程筒体(1)的底部设有集水箱(6),所述喷淋管(5)的进液口(51)通过水泵(7)与集水箱(6)相连通。

18、根据权利要求 17 所述的换热组件,其特征在于:所述进风口(11)位于壳程筒体(1)的下端部、所述出风口(12)位于壳程筒体(1)的上端部。

19、根据权利要求 18 所述的换热组件,其特征在于:还包括有集水器(8),设于所述壳程筒体(1)内并位于上述喷淋管(5)之出液口(52)的上方,且该集水器(8)具有供气流向向上通过、并能收集气流中水分的通道(80)。

20、根据权利要求 19 所述的换热组件,其特征在于:所述集水器(8)包括有多个竖向设置并相连接的集水板(81),多个集水板(81)沿水平方向间隔排列,相邻两个集水板(81)的板面之间形成上述通道(80),同时,各集水板(81)的板面上凸设有向上延伸的唇片(811),所述唇片(811)与集水板(81)的板面之间形成开口朝上并用于收集该唇片之上的板面上积存水分的集水沟(82)。

21、根据权利要求 20 所述的换热组件,其特征在于:所述集水器(8)还包括有位于集水器(8)的中央并沿集水板(81)的排列方向延伸而贯穿集水板(81)的集水槽(83),所述集

水沟(82)沿集水板(81)的板面由外至内向集水槽(83)延伸并与集水槽(83)相连通；

所述集水器(8)套设在上述中心筒(3)的外周，且集水槽(83)供中心筒(3)穿过，所述中心筒(3)的内部中空，且其下端口(31)与上述集水箱(6)相连通，中心筒(3)之与集水槽(83)相对的筒壁上设有与集水槽(83)相连通的入水口(32)。

22、根据权利要求 20 所述的换热组件，其特征在于：相邻两个集水板(81)之间的间隔距离为：20~50mm。

23、根据权利要求 19 所述的换热组件，其特征在于：所述集水器(8)包括有多个竖向设置并相互连接的集水板(81)，多个集水板(81)沿周向间隔排列在中心筒(3)的外围，相邻两个集水板(81)的板面之间形成上述通道(80)，各集水板(81)的板面上凸设有向上延伸的唇片(811)，所述唇片(811)与集水板(81)的板面之间形成开口朝上并用于收集气流中水分的集水沟(82)，各集水沟(82)沿集水板(81)的板面由外至内向中心筒(3)延伸，所述中心筒(3)的内部中空，且其下端口(31)与上述集水箱(6)相连通，中心筒(3)之与集水器(8)相对的筒壁上设有入水口(32)，该入水口(32)与上述集水沟(82)相连通。

24、根据权利要求 21 所述的换热组件，其特征在于：所述集水沟(82)由外至内向下倾斜。

25、根据权利要求 21 所述的换热组件，其特征在于：各集水板(81)均自上而下制成波浪状的结构，各集水板(81)的同一侧板面上设有至少一个上述集水沟(82)，且各集水沟(82)位于各集水板(81)之板面的外突部位处。

26、根据权利要求 15 所述的换热组件，其特征在于：所述换热管(4)为波纹管，并具有表面光滑的光管段(41)和表面具有波纹的波纹段(42)，所述波纹段(42)与光管段(41)沿换热管(4)的长度方向交替布置，且波纹段(42)的长度大于光管段(41)的长度；

或，所述换热管(4)为翅片管，并具有表面光滑的光管段和表面具有翅片的翅片段，所述翅片段与光管段沿换热管(4)的长度方向交替布置，且翅片段的长度大于光管段的长度。

27、根据权利要求 15 所述的换热组件，其特征在于：以上述的两个管板以及两个管箱(2)为一组，有至少两组并沿壳程筒体(1)的周向间隔布置。

28、一种采用如权利要求 1~27 中任一权项所述的换热组件的换热工艺，其特征在于步骤如下：

热高压分离罐(700)输出的压力为 9~11.5MPa、温度为 230~250℃的热高分气通过管程入口接管(114)进入第一换热器(100)的螺旋换热管(120)内，同时，压力为 10~12.5MPa、温度为 70~95℃的氢气，压力为 11~13.5MPa、温度为 130~165℃的原料油分别从第一壳程入口接管(111)、第二壳程入口接管(112)进入壳体(110)内，与螺旋换热管(120)内的热高分气进行换热后从壳程出口接管(113)输出，且从壳程出口接管(113)输出的介质的压力为 9.7~12.2MPa，温度为 160~180℃，且介质中氢气的重量百分比为 6~12%。

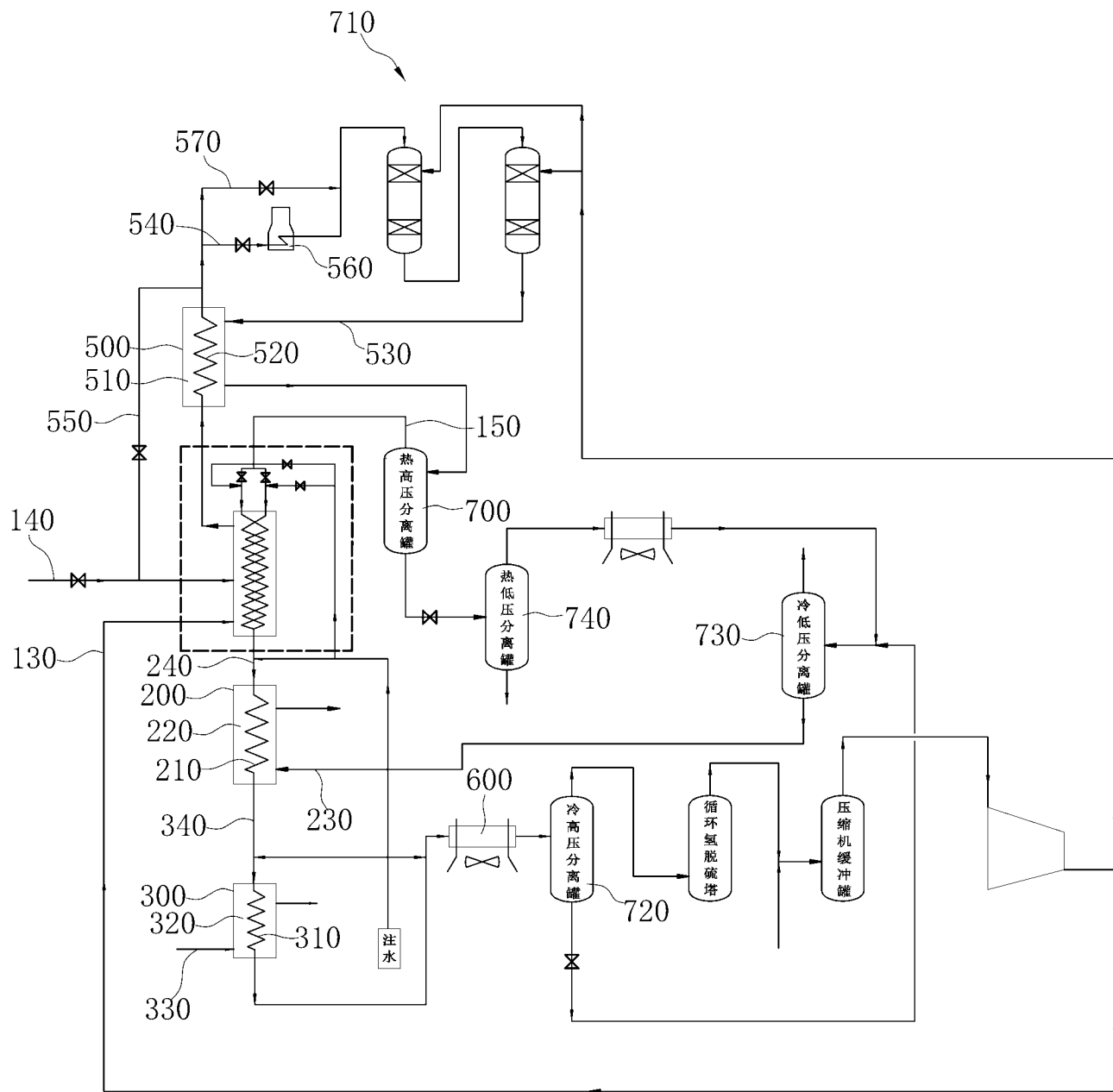


图1

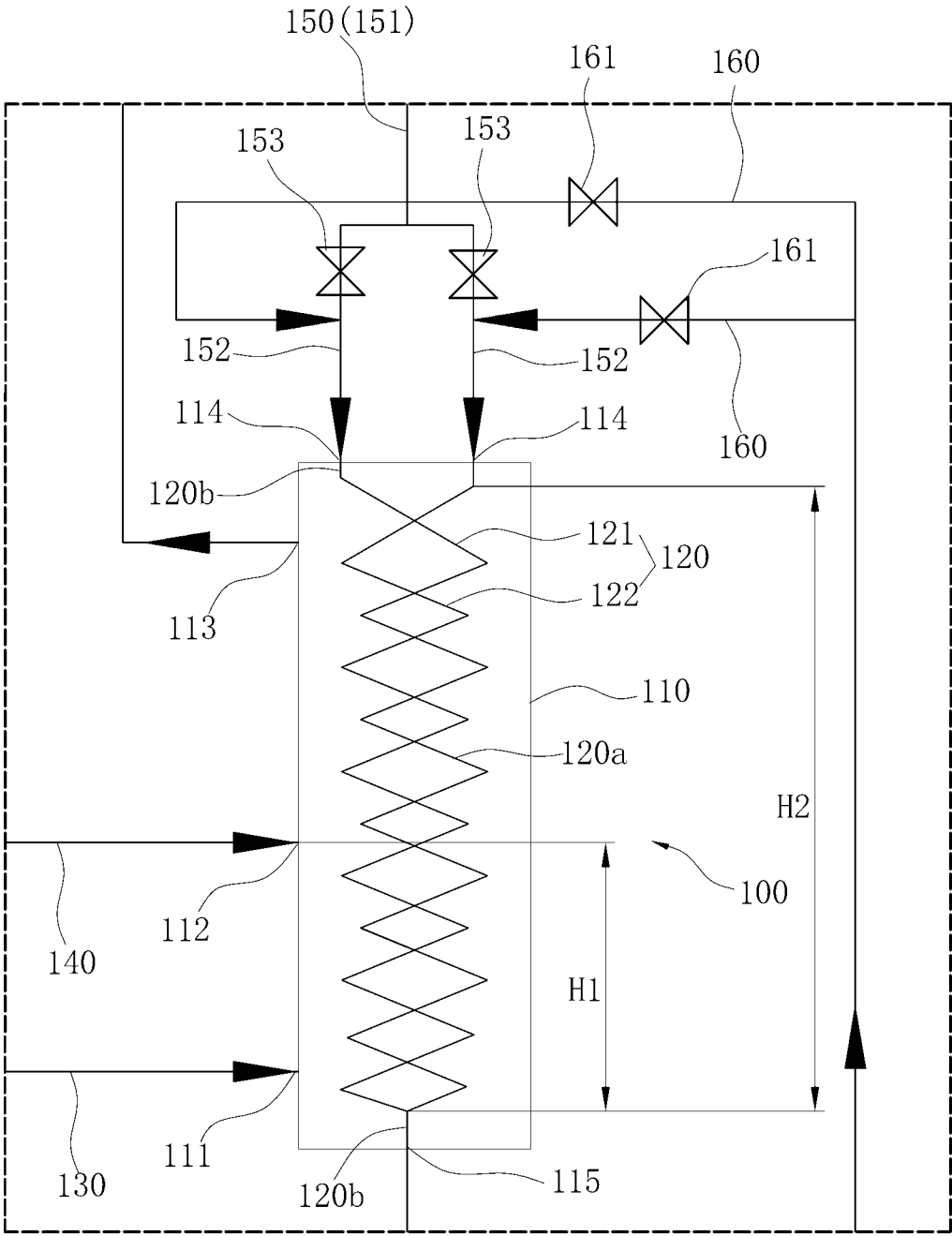


图2

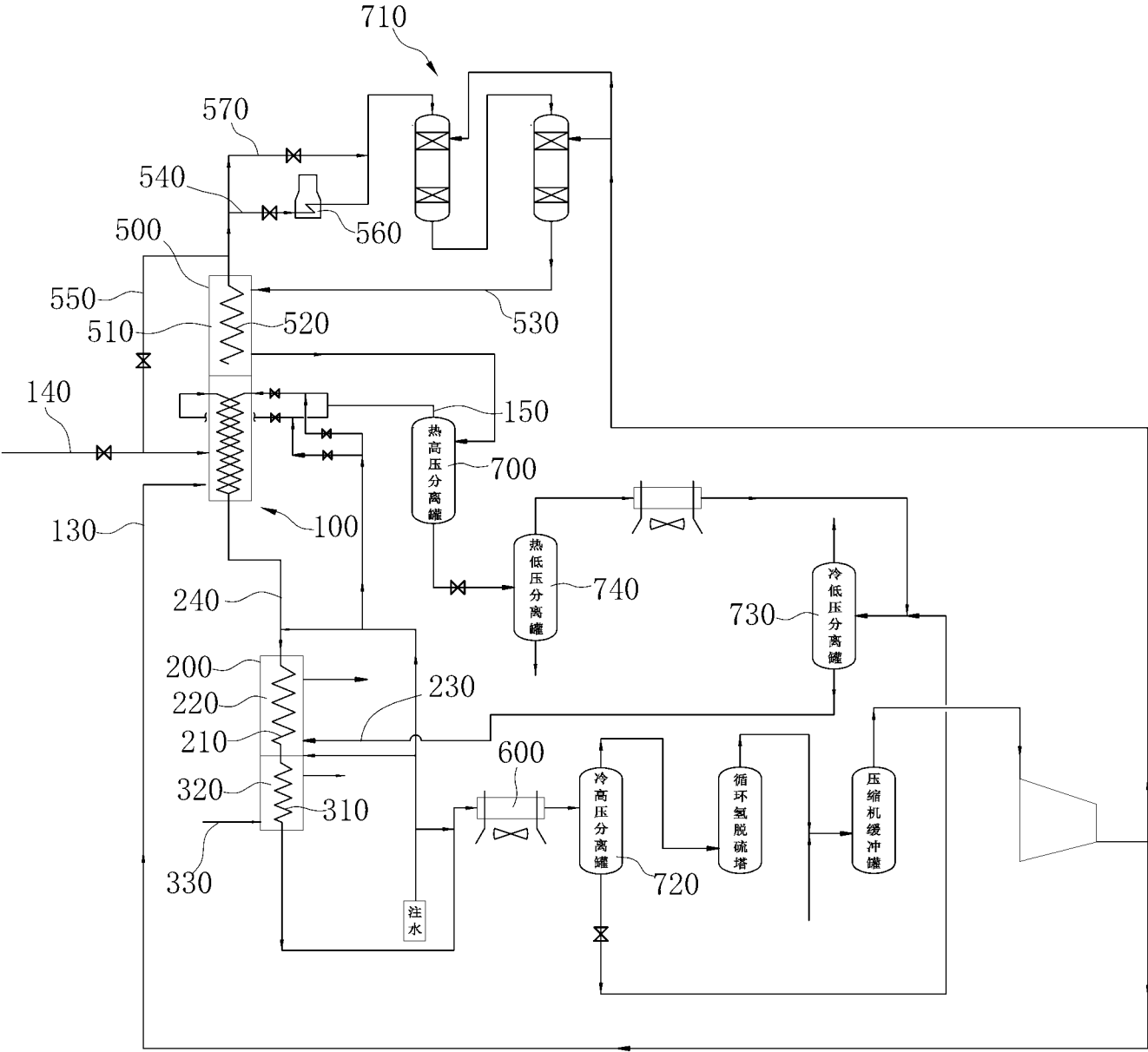


图3

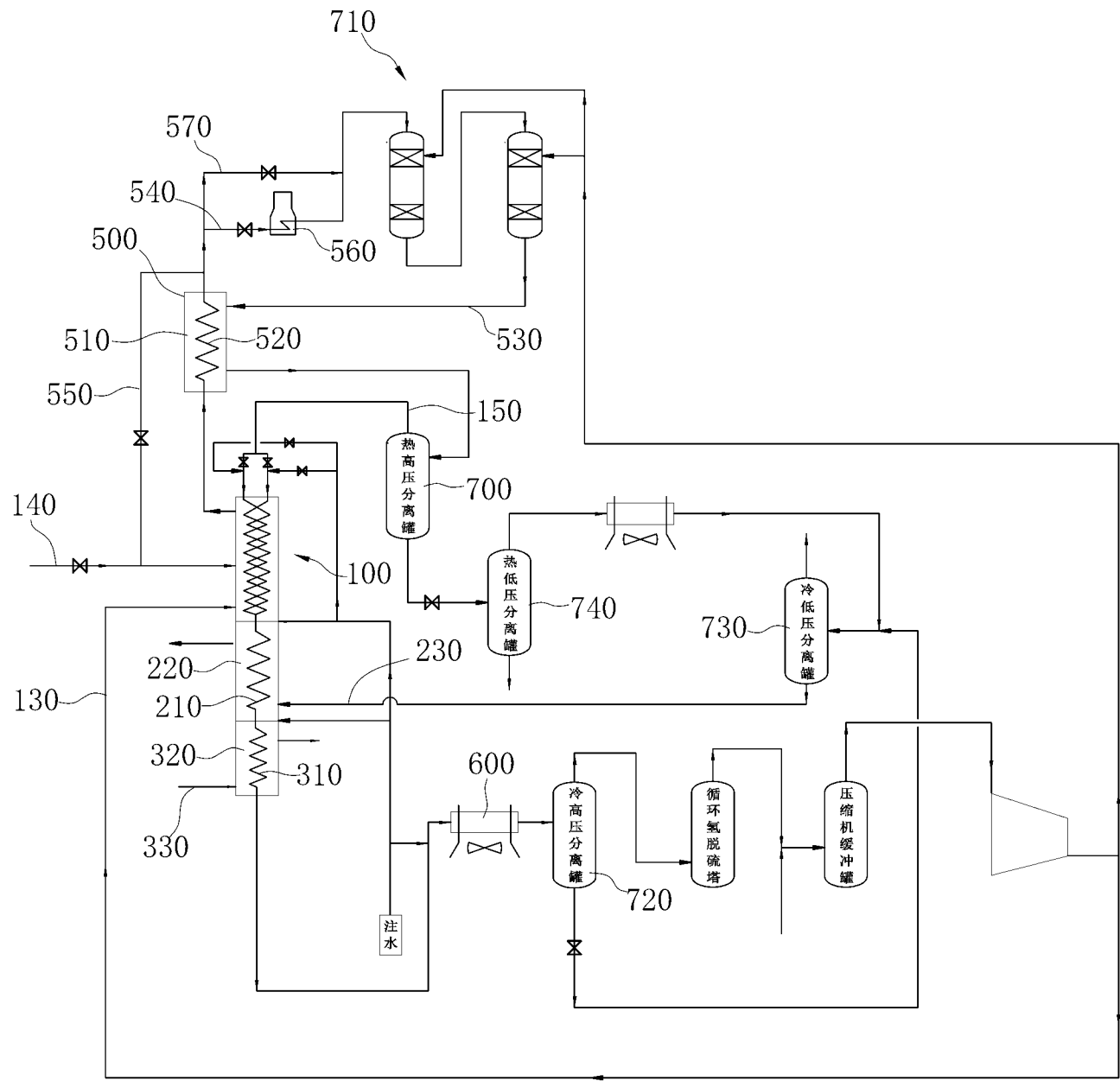


图4

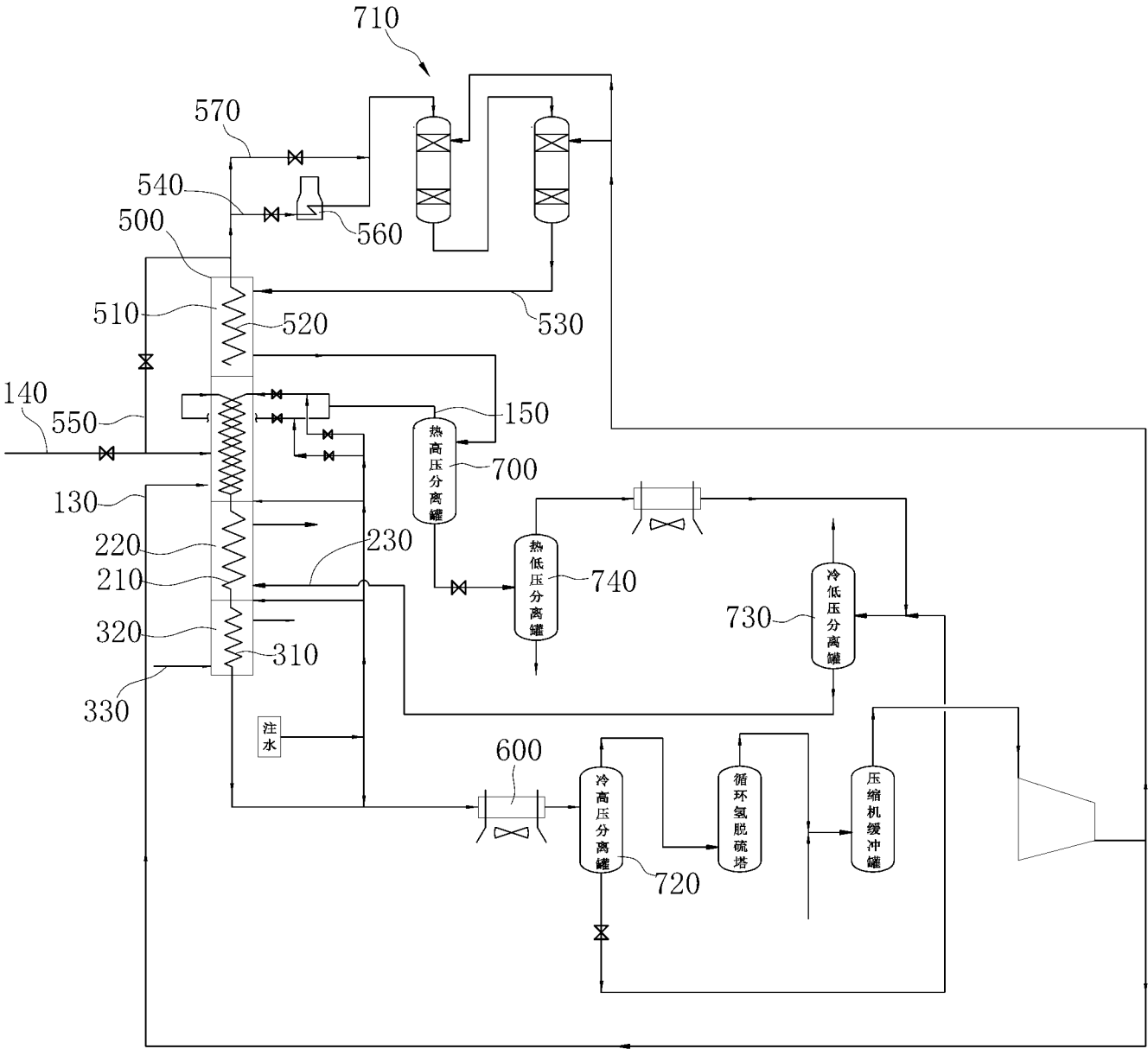


图5

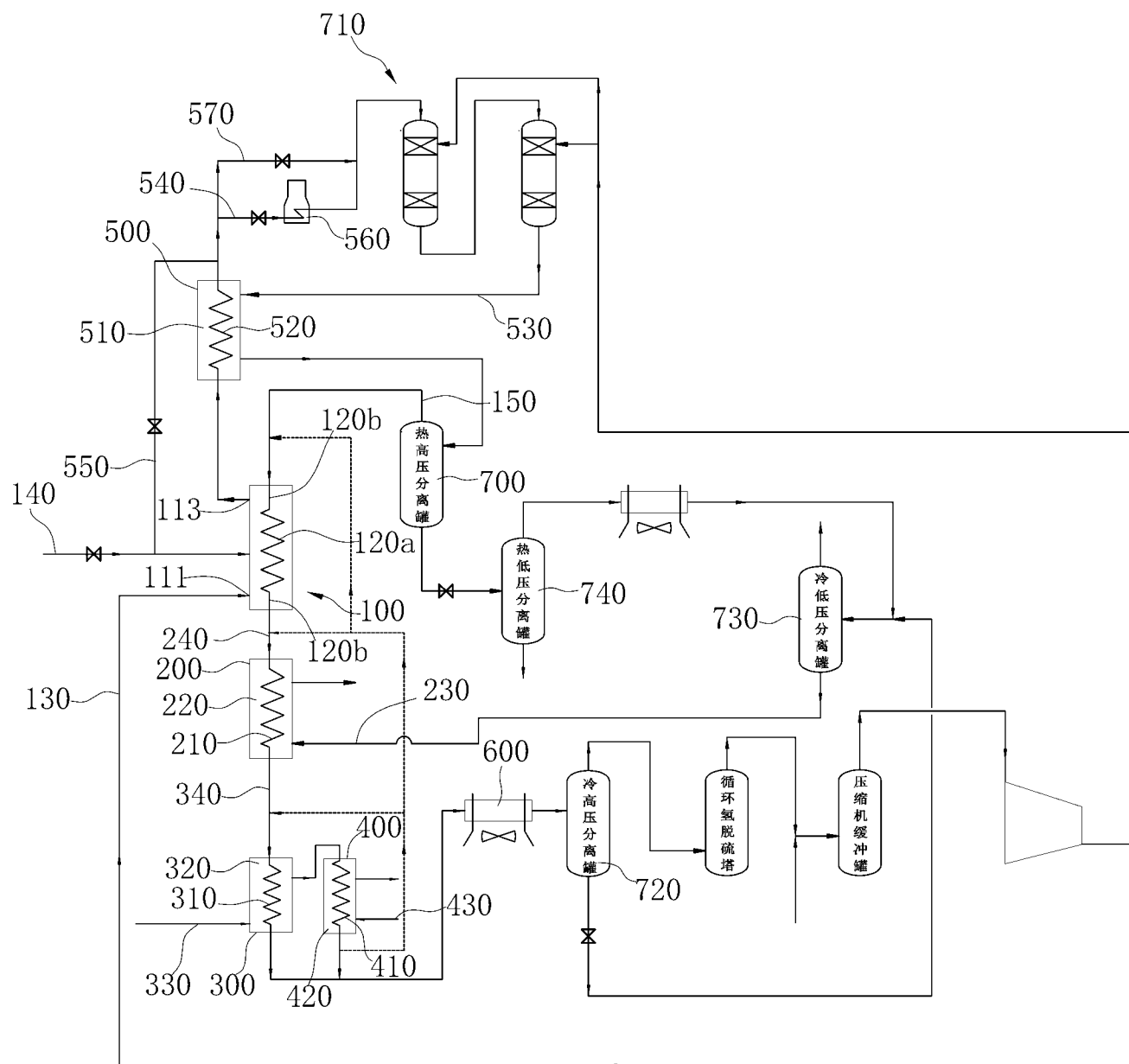


图6

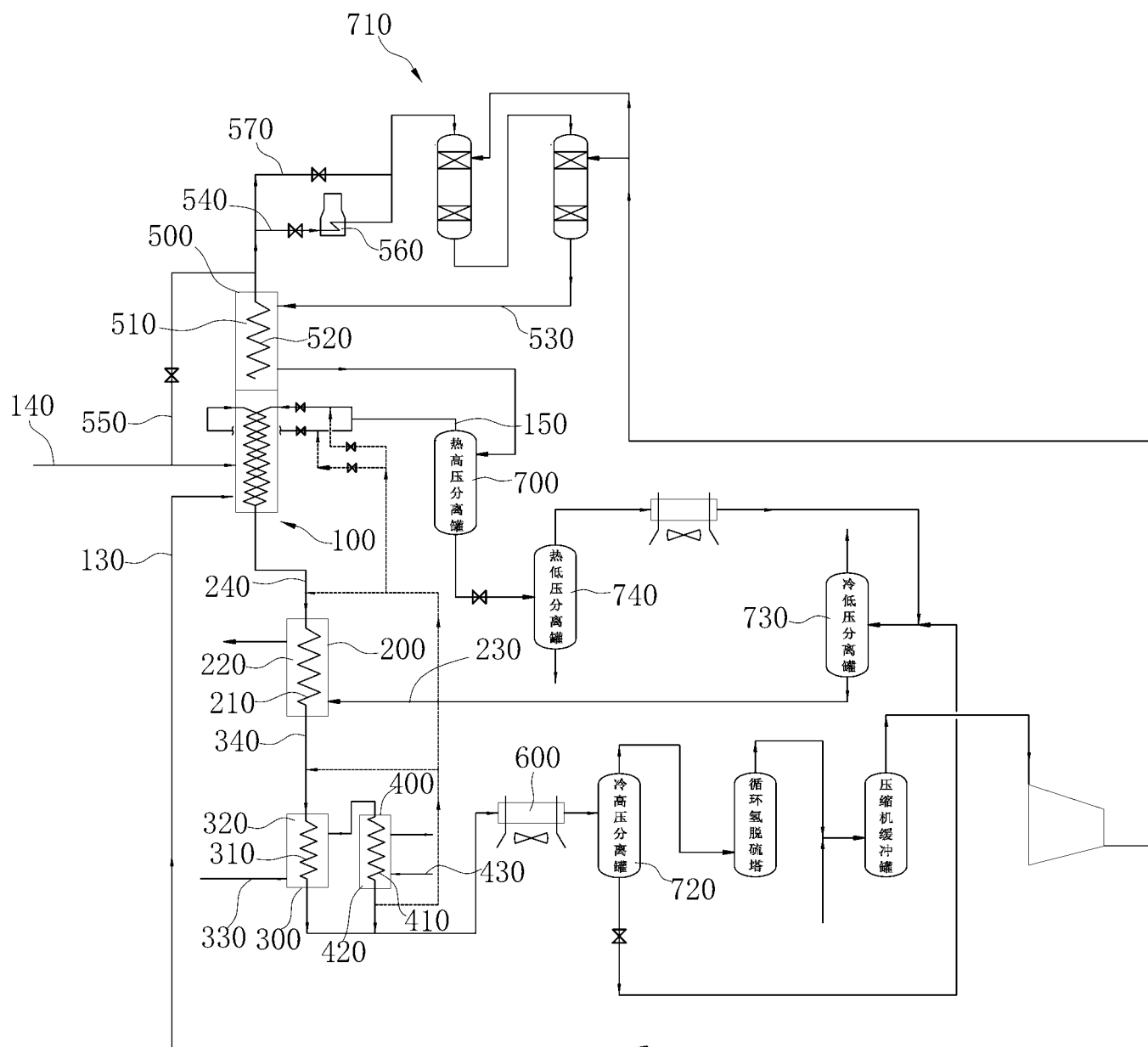


图7

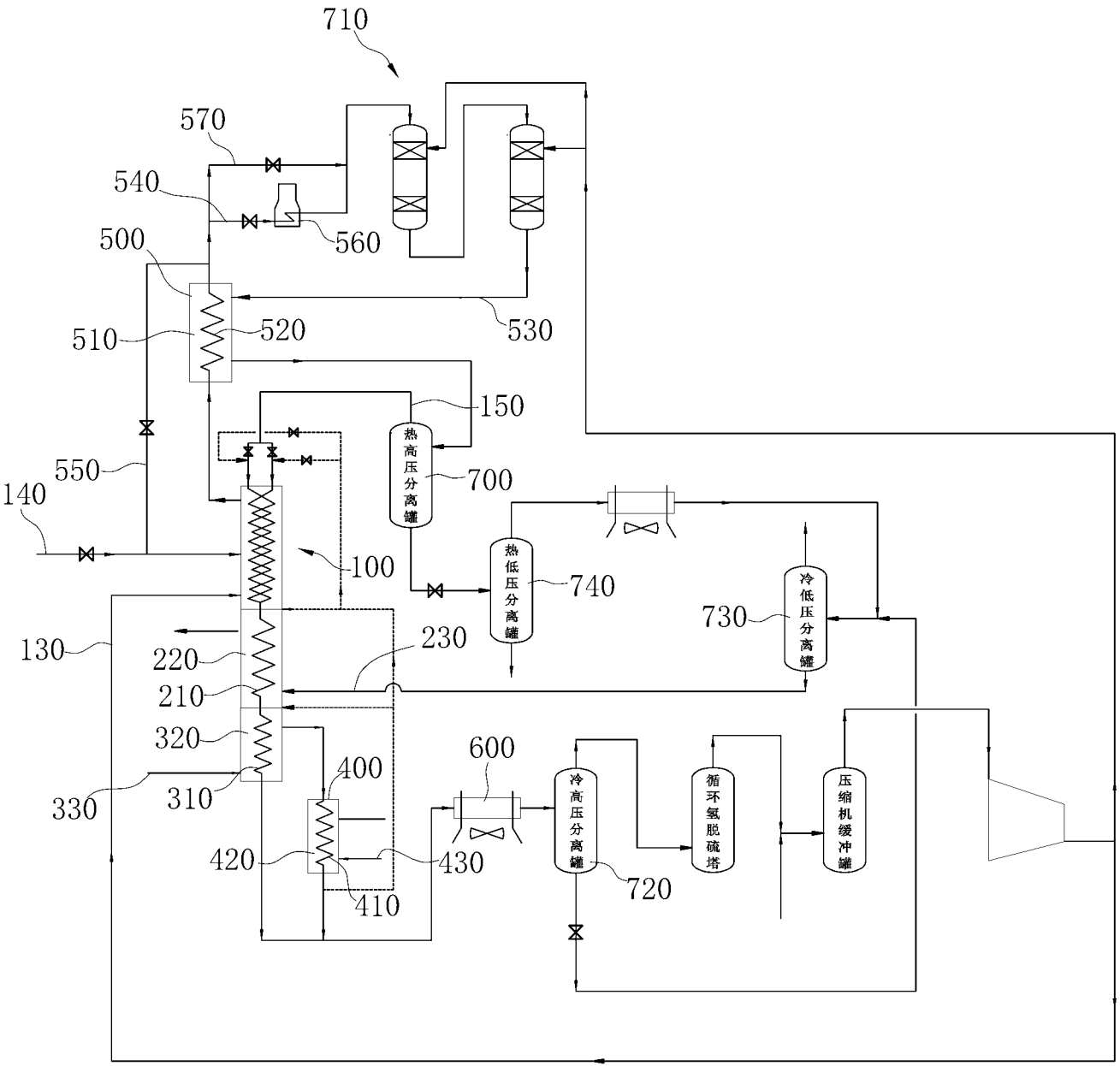


图8

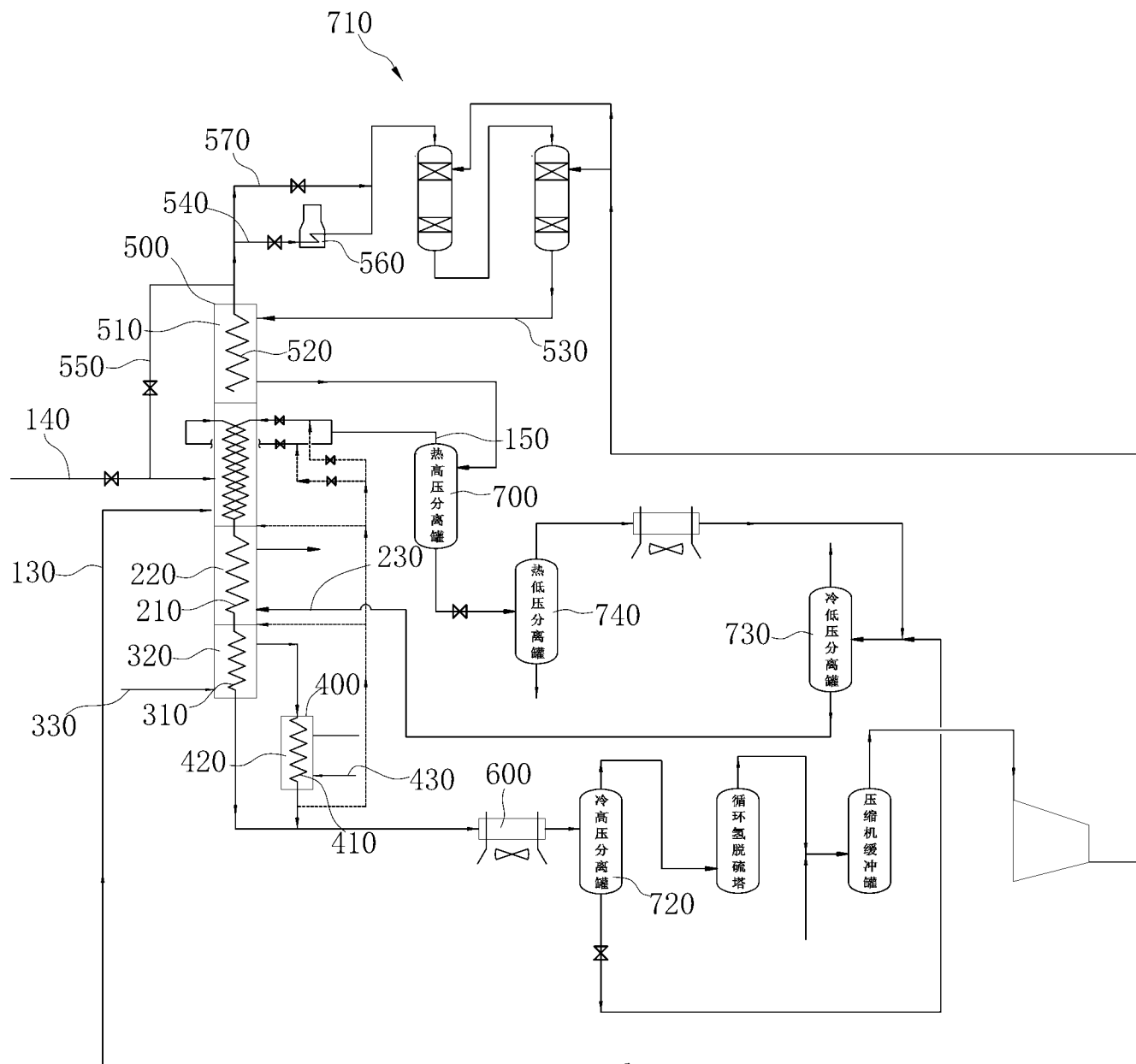


图9

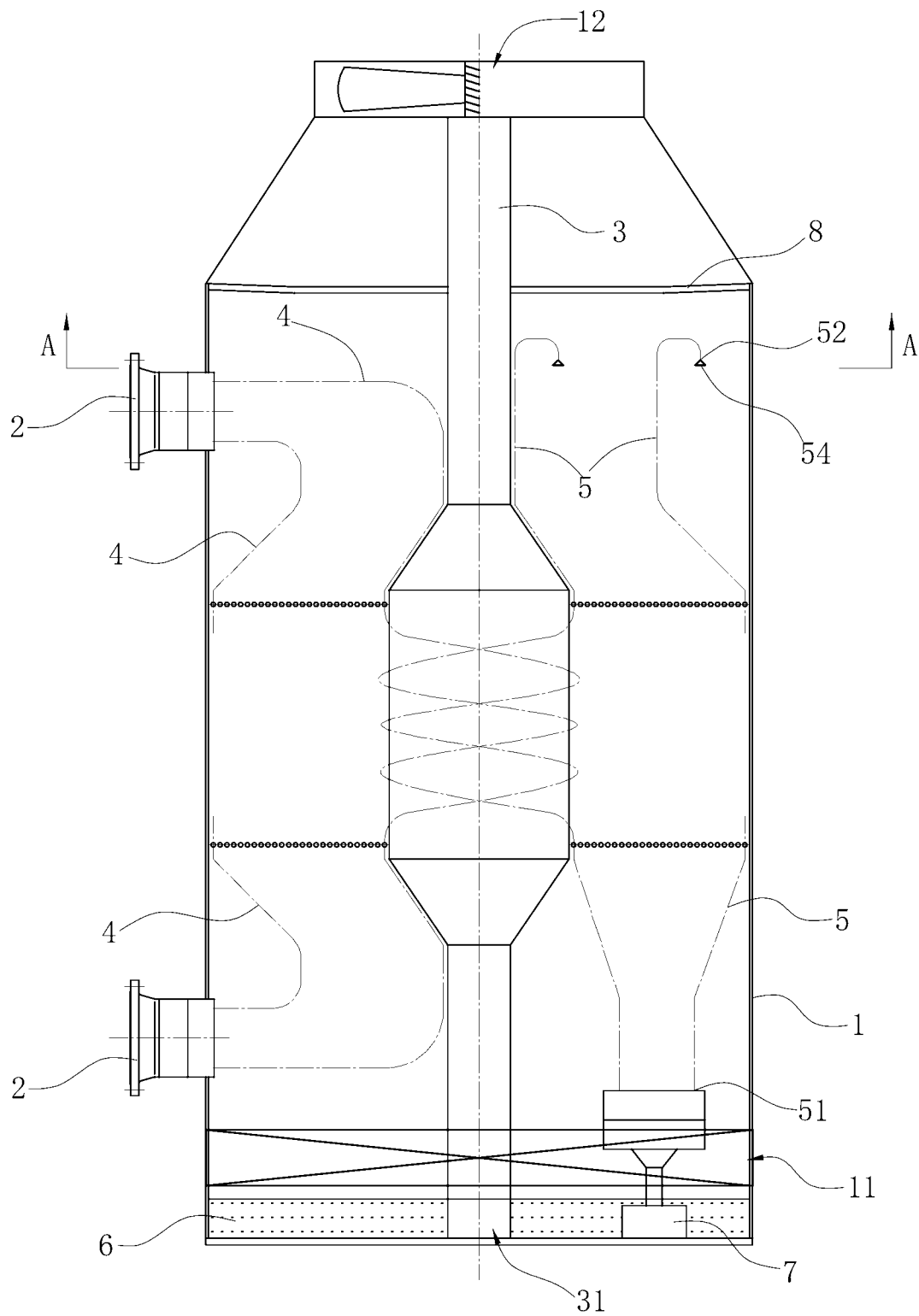


图10

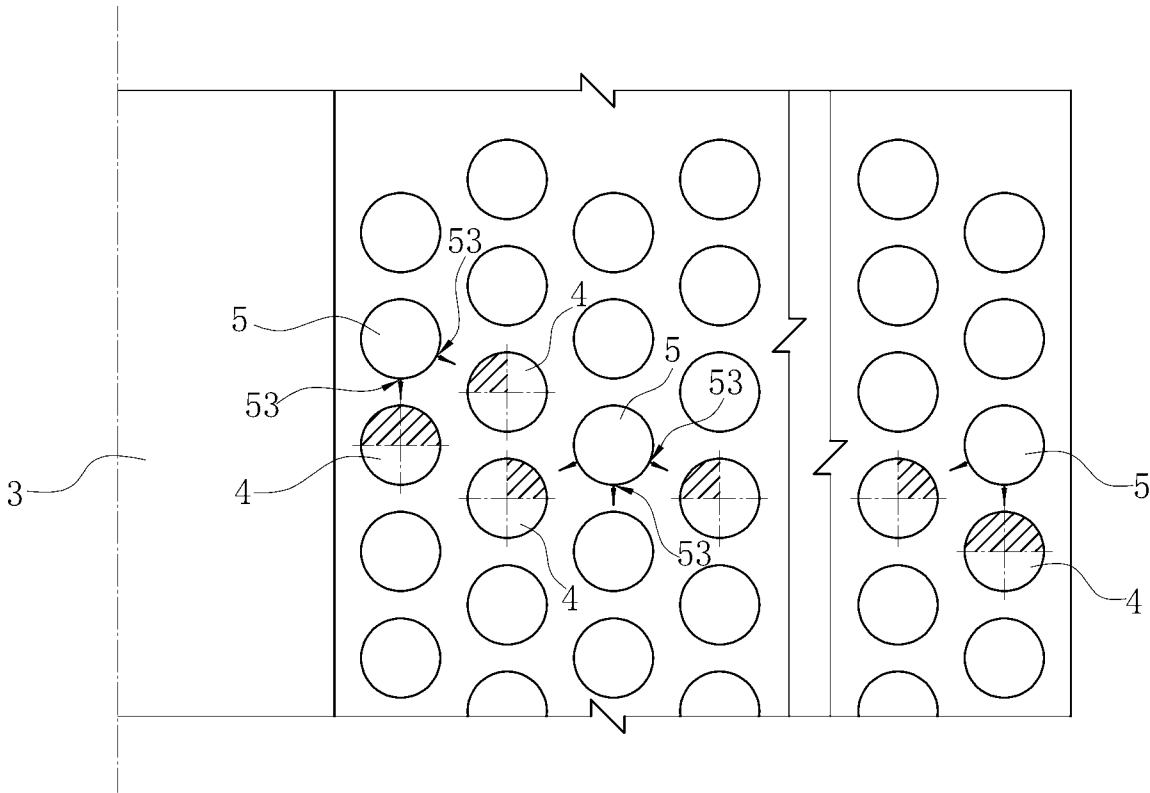


图11

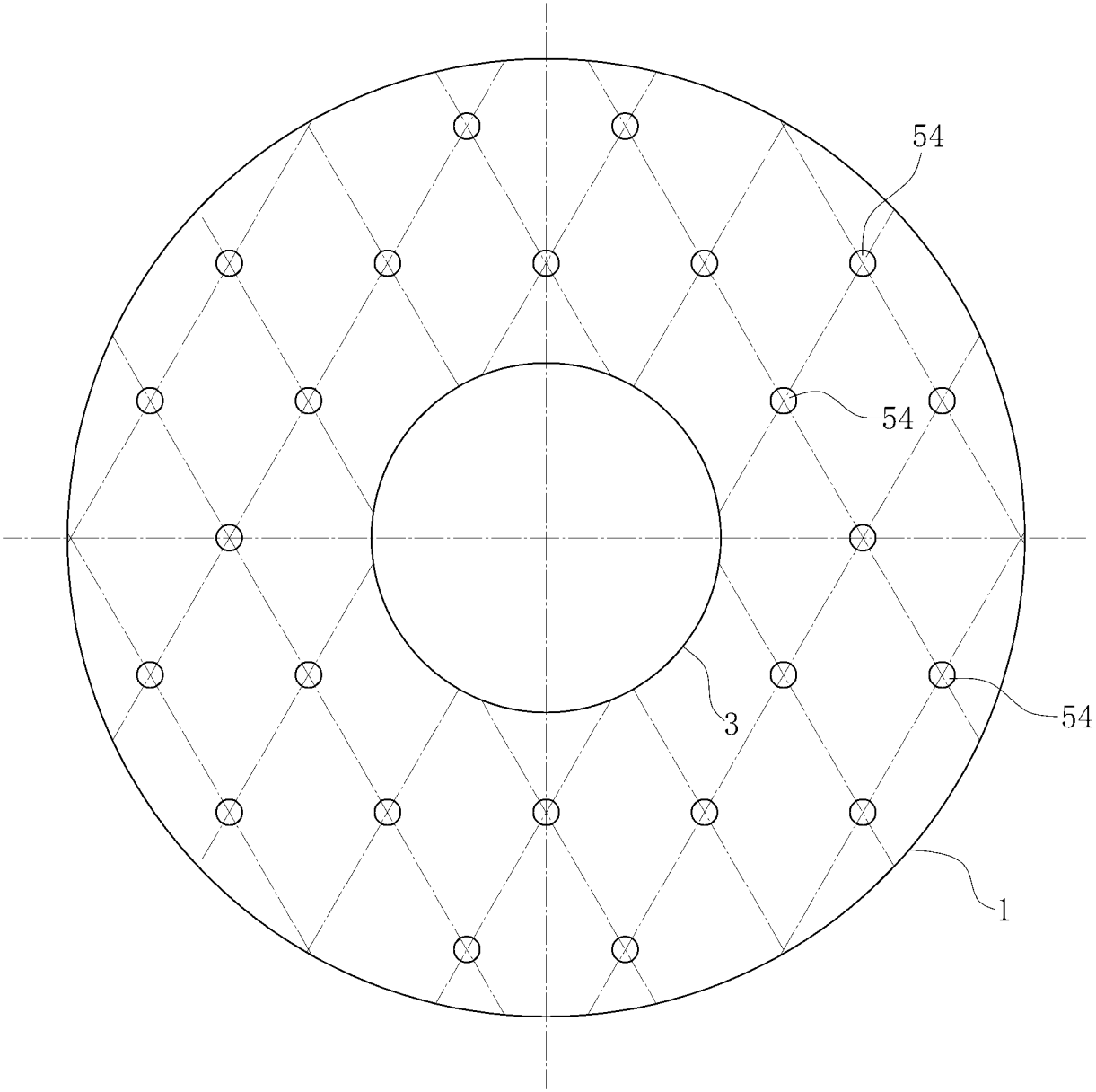


图12

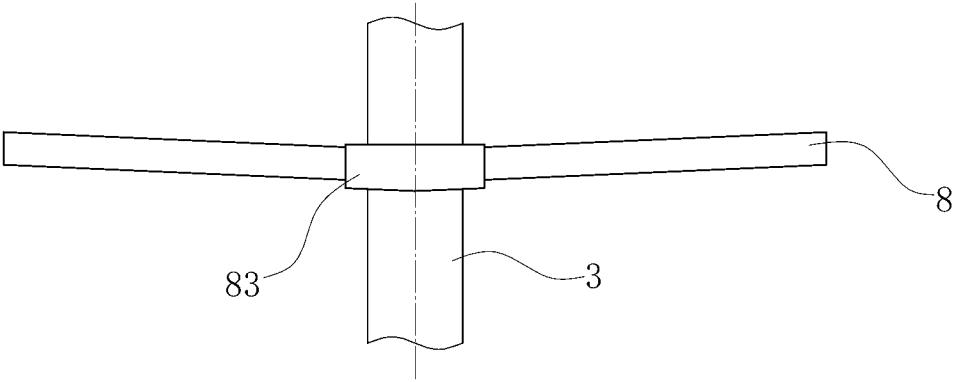


图13

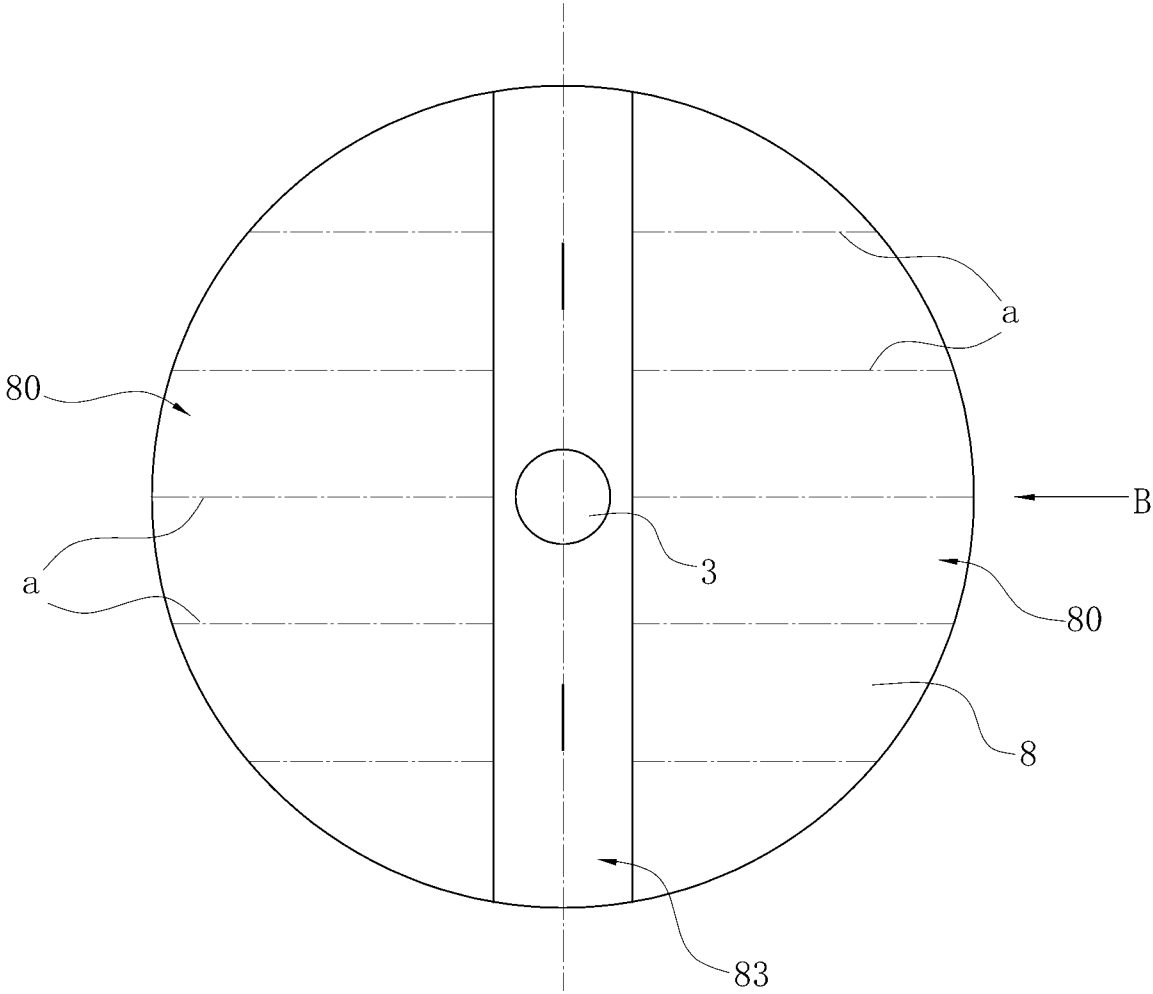


图14

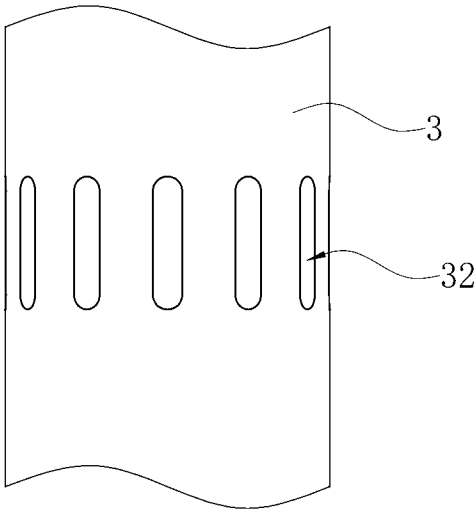


图15

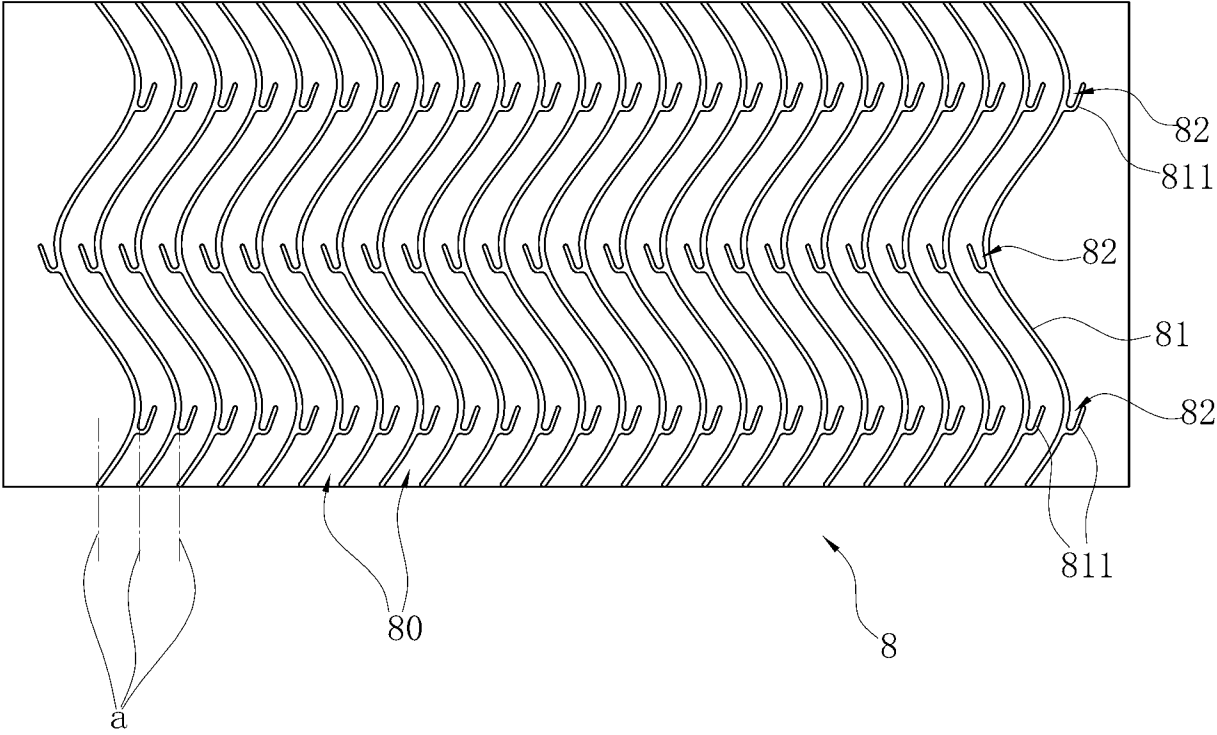


图16

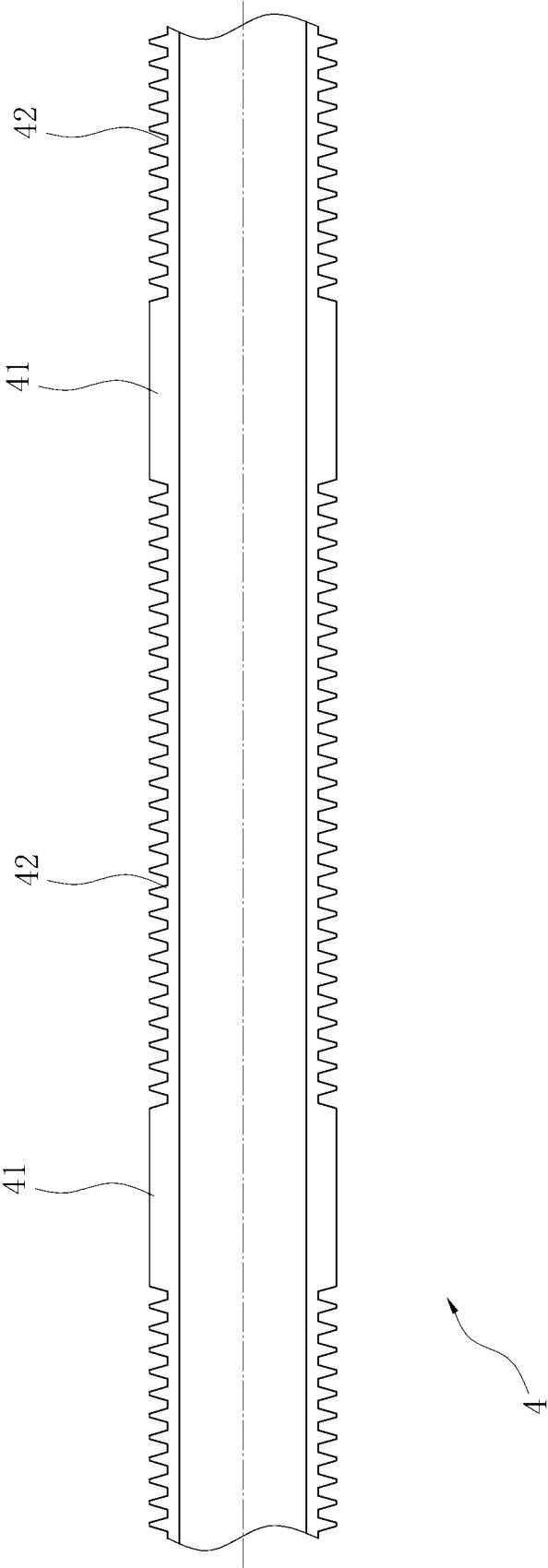


图17

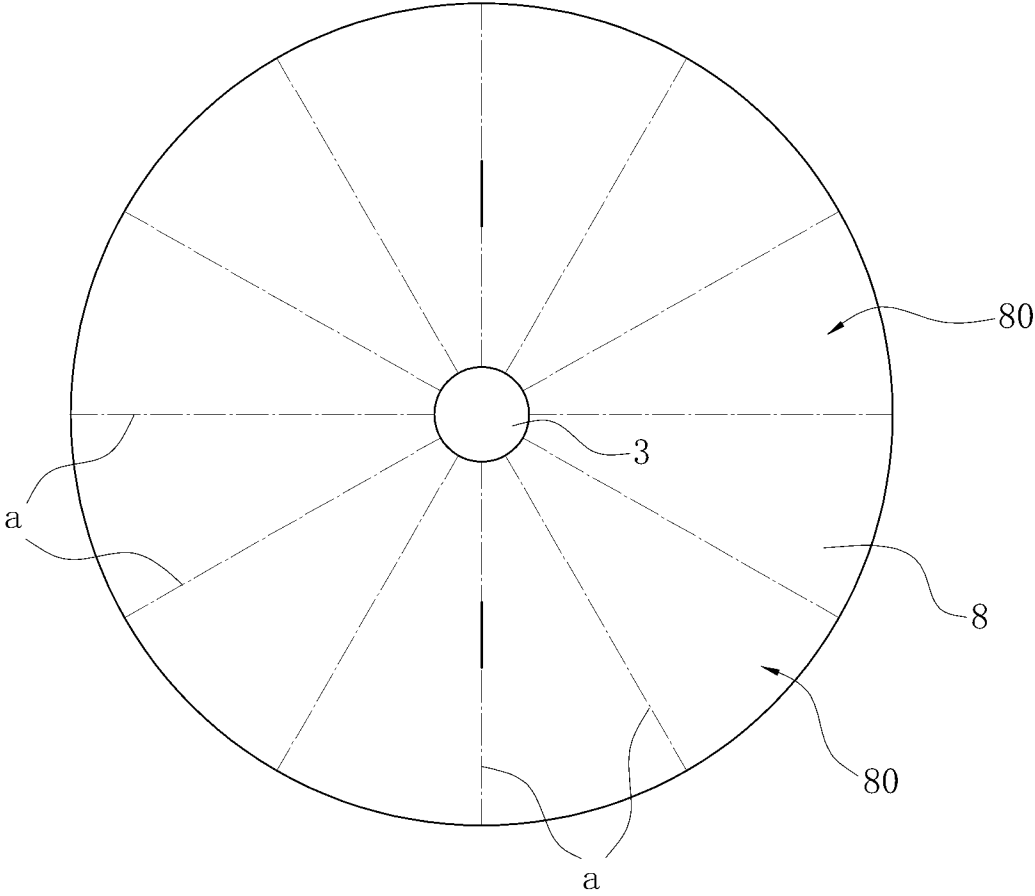


图18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/102257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D7/02(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)

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

IPC: F28D, F28F, F28G, C10G65

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

CNABS, CNKI, VEN, DWPI: 加氢, 螺旋, 低分油, 高压分离罐, hydrogen+, spiral, helix, oil, raw

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115597402 A (ZHENHAI PETROCHEMICAL CONSTRUCTION AND INSTALLATION ENGINEERING CO., LTD.) 13 January 2023 (2023-01-13) claims 1-28	1-28
X	CN 113091498 A (ZHENHAI PETROCHEMICAL CONSTRUCTION AND INSTALLATION ENGINEERING CO., LTD.) 09 July 2021 (2021-07-09) description, paragraphs [0033]-[0043], and figure 1	1
A	CN 113063309 A (ZHENHAI PETROCHEMICAL CONSTRUCTION AND INSTALLATION ENGINEERING CO., LTD.) 02 July 2021 (2021-07-02) entire document	1-28
A	CN 113063310 A (ZHENHAI PETROCHEMICAL CONSTRUCTION AND INSTALLATION ENGINEERING CO., LTD.) 02 July 2021 (2021-07-02) entire document	1-28
A	CN 113267075 A (ZHENHAI PETROCHEMICAL CONSTRUCTION AND INSTALLATION ENGINEERING CO., LTD.) 17 August 2021 (2021-08-17) entire document	1-28



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

20 September 2023

Date of mailing of the international search report

23 September 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/102257**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018230388 A1 (BEIJING HUASHI UNITED ENERGY TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT CO., LTD.) 16 August 2018 (2018-08-16) entire document	1-28
A	WO 2017016187 A1 (ZHENHAI PETROCHEMICAL JIANAN ENGINEERING CO., LTD.) 02 February 2017 (2017-02-02) entire document	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/102257

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115597402	A	13 January 2023	None			
CN	113091498	A	09 July 2021	None			
CN	113063309	A	02 July 2021	None			
CN	113063310	A	02 July 2021	None			
CN	113267075	A	17 August 2021	None			
US	2018230388	A1	16 August 2018	US	10876056	B2	29 December 2020
WO	2017016187	A1	02 February 2017	JP	2017532388	A	02 November 2017
				JP	6315869	B2	25 April 2018
				EP	3171110	A1	24 May 2017
				EP	3171110	A4	18 April 2018
				EP	3171110	B1	27 March 2019
				KR	20170023989	A	06 March 2017
				KR	101848697	B1	28 May 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/102257

A. 主题的分类

F28D7/02 (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)

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

IPC: F28D, F28F, F28G, C10G65

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, CNKI, VEN, DWPI: 加氢, 螺旋, 低分油, 高压分离罐, hydrogena+, spiral, helix, oil, raw

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 115597402 A (镇海石化建安工程股份有限公司) 2023年1月13日 (2023 - 01 - 13) 权利要求1-28	1-28
X	CN 113091498 A (镇海石化建安工程有限公司) 2021年7月9日 (2021 - 07 - 09) 说明书第[0033]-[0043]段, 附图1	1
A	CN 113063309 A (镇海石化建安工程有限公司) 2021年7月2日 (2021 - 07 - 02) 全文	1-28
A	CN 113063310 A (镇海石化建安工程有限公司) 2021年7月2日 (2021 - 07 - 02) 全文	1-28
A	CN 113267075 A (镇海石化建安工程有限公司) 2021年8月17日 (2021 - 08 - 17) 全文	1-28
A	US 2018230388 A1 (BEIJING HUASHI UNITED ENERGY TECH AND DEVELOPMENT CO LTD) 2018年8月16日 (2018 - 08 - 16) 全文	1-28
A	WO 2017016187 A1 (ZHENHAI PETROCHEMICAL JIANAN ENG CO LTD) 2017年2月2日 (2017 - 02 - 02) 全文	1-28

☐ 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

2023年9月20日

国际检索报告邮寄日期

2023年9月23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

授权官员

韩冰

电话号码 (+86) 62084871

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/102257

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	115597402	A	2023年1月13日	无			
CN	113091498	A	2021年7月9日	无			
CN	113063309	A	2021年7月2日	无			
CN	113063310	A	2021年7月2日	无			
CN	113267075	A	2021年8月17日	无			
US	2018230388	A1	2018年8月16日	US	10876056	B2	2020年12月29日
WO	2017016187	A1	2017年2月2日	JP	2017532388	A	2017年11月2日
				JP	6315869	B2	2018年4月25日
				EP	3171110	A1	2017年5月24日
				EP	3171110	A4	2018年4月18日
				EP	3171110	B1	2019年3月27日
				KR	20170023989	A	2017年3月6日
				KR	101848697	B1	2018年5月28日