

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101690851 A

(43) 申请公布日 2010.04.07

(21) 申请号 200910167816.2

(22) 申请日 2009.09.30

(71) 申请人 徐克俭

地址 610041 四川省成都市武侯区玉洁东街
2号5栋2单元202号

(72) 发明人 徐克俭

(74) 专利代理机构 成都惠迪专利事务所 51215

代理人 谭新民

(51) Int. Cl.

B01D 1/00(2006.01)

B01D 1/30(2006.01)

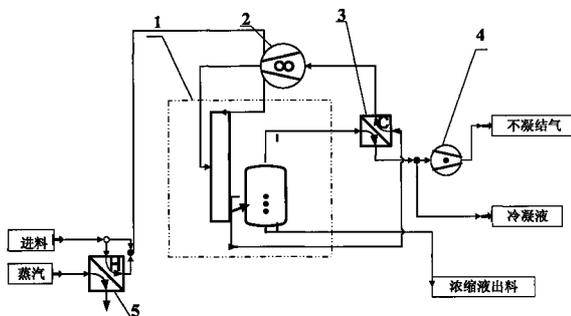
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法

(57) 摘要

本发明涉及一种间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法。间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法,包括蒸发器、热媒压缩机,蒸发器包括蒸发设备及与蒸发设备相连接的气-液分离器,气-液分离器排出的蒸汽通过将热能传递给比蒸汽更易于压缩的热媒,热媒通过热媒压缩机压缩升温后作为蒸发器的加热介质。本发明通过较容易压缩的热媒将二次蒸汽冷凝时放出的大量能量吸收,并使液态的热媒转变为气态的热媒,该热媒压缩后,其饱和蒸汽温度可提升 150℃,即可作为蒸发器的加热介质。这样,蒸发器中产生的大量能量很大的二次蒸汽将得到充分的利用。



1. 间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 包括蒸发器、热媒压缩机, 蒸发器包括蒸发设备及与蒸发设备相连接的气 - 液分离器, 气 - 液分离器排出的蒸汽通过将热能传递给比蒸汽更易于压缩的热媒, 热媒通过热媒压缩机压缩升温后作为蒸发器的加热介质。

2. 根据权利要求 1 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 所述热媒压缩后的饱和蒸汽温度比压缩前的饱和蒸汽温度提高 10℃ 以上。

3. 根据权利要求 2 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 所述热媒压缩后的饱和蒸汽温度比压缩前的饱和蒸汽温度提高 160℃ 以上。

4. 根据权利要求 1 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 所述蒸汽处于饱和蒸汽压时的比重小于同温下热媒处于饱和蒸汽压时的比重。

5. 根据权利要求 1 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 在相同温度下, 所述热媒饱和蒸汽的比重是饱和水蒸汽的比重的 50 ~ 1000 倍。

6. 根据权利要求 1 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 还包括冷凝器, 冷凝器具有蒸发侧和冷凝侧, 其中冷凝侧具有蒸汽进口和蒸汽冷凝液出口, 蒸汽进口与蒸发器中气 - 液分离器的蒸汽出口通过管路接通, 蒸发侧具有热媒进口和热媒出口, 热媒出口通过管路与热媒压缩机、蒸发器的加热介质进口依次接通, 热媒出口通过管路与蒸发器的加热介质出口接通。

7. 根据权利要求 1 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 所述蒸发器的物料进口通过管路与物料预热器接通。

8. 根据权利要求 1 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 所述蒸汽出口通过管路与真空泵接通, 蒸汽出口与真空泵之间的管路还与冷凝液排放管路接通。

9. 根据权利要求 1 所述的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法, 其特征在于, 所述热媒为 CCl_3F , CCl_2F_2 , CBrClF_2 , CBr_2F_2 , CClF_3 , CF_3Br , CHCl_3 , CHFCl_2 , CHClF_2 , CHBrF_2 , CH_2Cl_2 , C_2Cl_2 , C_2FCl_5 , $\text{C}_2\text{F}_2\text{Cl}_4$, $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$, $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$, $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$, $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$, C_2HCl_5 , C_2HFCl_4 , $\text{C}_2\text{HF}_2\text{Cl}_3$, $\text{C}_2\text{HF}_3\text{Cl}_2$, $\text{C}_2\text{HF}_4\text{Cl}$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{FCl}_3$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_2\text{Cl}_2$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2\text{F}_2$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_3\text{Cl}$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4\text{O}$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{FCl}_2$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Br}_2\text{F}$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3\text{O}$, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, C_3FCl_7 , $\text{C}_3\text{F}_2\text{Cl}_6$, $\text{C}_3\text{F}_3\text{Cl}_5$, $\text{C}_3\text{F}_4\text{Cl}_4$, $\text{C}_3\text{F}_5\text{Cl}_3$, $\text{C}_3\text{F}_6\text{Cl}_2$, $\text{C}_3\text{F}_7\text{Cl}$, C_3F_8 , C_3HFCl_6 , $\text{C}_3\text{HF}_2\text{Cl}_5$, $\text{C}_3\text{HF}_3\text{Cl}_4$, $\text{C}_3\text{HF}_3\text{Cl}_4$, $\text{C}_3\text{HF}_4\text{Cl}_3$, $\text{C}_3\text{HF}_5\text{Cl}_2$, $\text{C}_3\text{HF}_6\text{Cl}$, C_3HF_7 , $\text{C}_3\text{HF}_7\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_2\text{FCl}_5$, $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_2\text{Cl}_4$, $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$, $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$, $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_5\text{Cl}$, $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6$, $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_3\text{FCl}_4$, $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_2\text{Cl}_3$, $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_3\text{Cl}_2$, $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_4\text{Cl}$, $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5$, $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_4\text{FCl}_3$, $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_2\text{Cl}_2$, $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_3\text{Cl}$, $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_4$, $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_4\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_5\text{FCl}_2$, $\text{C}_3\text{H}_5\text{F}_2\text{Cl}$, $\text{C}_3\text{H}_5\text{F}_3$, $\text{C}_3\text{H}_6\text{FCl}$, $\text{C}_3\text{H}_6\text{F}_2$, $\text{C}_3\text{H}_7\text{F}$, C_3H_8 , $\text{C}_4\text{Cl}_2\text{F}_6$, C_4ClF_7 , C_4F_8 , C_4F_{10} 中的一种或上述任意两种及其以上的混合物。

间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法。

背景技术

[0002] 目前用于医药、化工、食品、饮料、冶金、能源、海水淡化等行业进行液体浓缩的蒸发系统，通常包括至少一个的蒸发器 and 气-液分离装置，需要蒸发浓缩的物料通过蒸发器的入口进入蒸发器内，通过向加热夹层内持续输入水蒸汽对蒸发器内的物料进行加热浓缩。在现有的蒸发系统中，对蒸发器进行加热浓缩后的二次蒸汽通常是直接排放；或者通过冷却水将二次蒸汽冷凝，冷却水的降温和输送还需要更多的能量。实际上，对蒸发器进行加热浓缩后的二次蒸汽还具有较高的焓，特别是二次蒸汽在从气态变为液态的冷凝过程中，将释放出大量的能量，而上述两种方式都没有对二次蒸汽中剩余的热能进行有效的利用，造成能源的大量浪费。

[0003] 现有机械式蒸汽再压缩系统，是将二次蒸汽直接进行压缩。由于水蒸汽，特别是真空下的水蒸汽的比重很小（比容很大），体积流量巨大，压缩的难度很大。通常单级压缩的饱和蒸汽温度仅有 6-8 摄氏度。不能用于沸点升高较高的物料的蒸发浓缩；即使是多级压缩饱和温度提升也在 15 摄氏度左右。所以其应用的范围有很大的局限。热能蒸汽再压缩系统，也只能将吸入蒸汽的饱和蒸汽温度提高 20 摄氏度以下，而且该方法仍然要消耗蒸汽。现在，随着风能、水电、核电、太阳能等清洁能源的应用，在利用本发明的系统，可实现蒸发浓缩过程的无二氧化碳的排放。这将极大的改善日趋严重的温室效应。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法，该工艺方法能够对蒸发器进行加热浓缩后的二次蒸汽中剩余的热能进行有效的利用，节约大量能源。

[0005] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案是：间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法，包括蒸发器、热媒压缩机，蒸发器包括蒸发设备及与蒸发设备相连接的气-液分离器，气-液分离器排出的蒸汽通过将热能传递给比蒸汽更易于压缩的热媒，热媒通过热媒压缩机压缩升温后作为蒸发器的加热介质。

[0006] 本方案的蒸发器既可以是单效蒸发器也可以是多效蒸发器，其形式可以是任何板式、管式或其他形式的升膜、降膜、升降膜或加热闪蒸式的蒸发器，它可以是一套组成的单效蒸发系统，也可以是由两套或多套蒸发器组成的二效或多效系统。需浓缩的物料进入蒸发系统的蒸发器内后，经一效或多效蒸发浓缩，最后一级的二次蒸汽由冷凝器将二次蒸汽的热能传导至热媒，液态热媒吸收人能后进行蒸发并将二次蒸汽冷凝，蒸发后的气态热媒经压缩机压缩使其达到所需的压力和温度，再进行蒸发器的加热介质进口对蒸发器内的物料加热，在较高的压力下被冷凝并使物料蒸发，之后冷凝的热媒减压后

回到冷凝器，在与二次蒸汽换能后在一定的压力下蒸发，进行循环利用二次蒸汽中的余热。本方案没有按现有机械式蒸汽再压缩 (MVR) 系统将二次蒸汽直接压缩，而是通过较容易压缩的热媒将二次蒸汽冷凝时放出的大量能量吸收，并使液态的热媒转变为气态的热媒，该热媒压缩后，其饱和蒸汽温度可提升 150℃，即可作为蒸发器的加热介质。这样，蒸发器中产生的大量能量很大的二次蒸汽将得道充分的利用。

[0007] 所述热媒压缩后的饱和蒸汽温度比压缩前的饱和蒸汽温度提高 50℃ 以上，进一步地，热媒压缩后的饱和蒸汽温度比压缩前的饱和蒸汽温度提高 150℃ 以上。

[0008] 所述蒸汽处于饱和蒸汽压时的比重小于同温下热媒处于饱和蒸汽压时的比重；具体地，所述热媒处于饱和蒸汽压时的比重是同温下蒸汽处于饱和蒸汽压时的比重的 50 ~ 1000 倍。本方案引入一易于压缩的‘热媒’来代替直接对蒸汽进行压缩，在提高压力的同时提高其饱和蒸汽温度，进而可以作为蒸发器的加热介质。热媒可以选用各种类型的氟利昂或同类物质，或为 CCl_3F ， CCl_2F_2 ， CBrClF_2 ， CBr_2F_2 ， CClF_3 ， CF_3Br ， CHCl_3 ， CHFCl_2 ， CHClF_2 ， CHBrF_2 ， CH_2Cl_2 ， C_2Cl_2 ， C_2FCl_5 ， $\text{C}_2\text{F}_2\text{Cl}_4$ ， $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ ， $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ ， $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$ ， C_2HCl_5 ， C_2HFCl_4 ， $\text{C}_2\text{HF}_2\text{Cl}_3$ ， $\text{C}_2\text{HF}_3\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_2\text{HF}_4\text{Cl}$ ， $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$ ， $\text{C}_2\text{H}_2\text{FCl}_3$ ， $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_2\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2\text{F}_2$ ， $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_3\text{Cl}$ ， $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4\text{O}$ ， $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ ， $\text{C}_2\text{H}_3\text{FCl}_2$ ， $\text{C}_2\text{H}_3\text{Br}_2\text{F}$ ， $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3\text{O}$ ， $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ， C_3FCl_7 ， $\text{C}_3\text{F}_2\text{Cl}_6$ ， $\text{C}_3\text{F}_3\text{Cl}_5$ ， $\text{C}_3\text{F}_4\text{Cl}_4$ ， $\text{C}_3\text{F}_5\text{Cl}_3$ ， $\text{C}_3\text{F}_6\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_3\text{F}_7\text{Cl}$ ， C_3F_8 ， C_3HFCl_6 ， $\text{C}_3\text{HF}_2\text{Cl}_5$ ， $\text{C}_3\text{HF}_3\text{Cl}_4$ ， $\text{C}_3\text{HF}_3\text{Cl}_4$ ， $\text{C}_3\text{HF}_4\text{Cl}_3$ ， $\text{C}_3\text{HF}_5\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_3\text{HF}_6\text{Cl}$ ， C_3HF_7 ， $\text{C}_3\text{HF}_7\text{O}$ ， $\text{C}_3\text{H}_2\text{FCl}_5$ ， $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_2\text{Cl}_4$ ， $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ ， $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_5\text{Cl}$ ， $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6$ ， $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6\text{O}$ ， $\text{C}_3\text{H}_3\text{FCl}_4$ ， $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_2\text{Cl}_3$ ， $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_3\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_4\text{Cl}$ ， $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5$ ， $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5\text{O}$ ， $\text{C}_3\text{H}_4\text{FCl}_3$ ， $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_2\text{Cl}_2$ ， $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_3\text{Cl}$ ， $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_4$ ， $\text{C}_3\text{H}_4\text{F}_4\text{O}$ ， $\text{C}_3\text{H}_5\text{FCl}_2$ ， $\text{C}_3\text{H}_5\text{F}_2\text{Cl}$ ， $\text{C}_3\text{H}_5\text{F}_3$ ， $\text{C}_3\text{H}_6\text{FCl}$ ， $\text{C}_3\text{H}_6\text{F}_2$ ， $\text{C}_3\text{H}_7\text{F}$ ， C_3H_8 ， $\text{C}_4\text{Cl}_2\text{F}_6$ ， C_4ClF_7 ， C_4F_8 ， C_4F_{10} 中的一种或上述任意两种及其以上的混合物。上述各种分子式包括该分子式的各种异构体。

[0009] 上述工艺方法还包括冷凝器，冷凝器具有蒸发侧和冷凝侧，其中冷凝侧具有蒸汽进口和蒸汽冷凝液出口，蒸汽进口与蒸发器中气-液分离器的蒸汽出口通过管路接通，蒸发侧具有热媒进口和热媒出口，热媒出口通过管路与热媒压缩机、蒸发器的加热介质进口依次接通，热媒出口通过管路与蒸发器的加热介质出口接通。

[0010] 所述蒸发器的物料进口通过管路与物料预热器接通。当进料温度较低时，为快速达到设计的蒸发能力，可在系统运行前使用一预热器来提高物料的进料温度。

[0011] 所述蒸汽出口通过管路与真空泵接通，蒸汽出口与真空泵之间的管路还与冷凝液排放管路接通。物料侧的不凝结气由真空泵抽出。

[0012] 综上，本发明的有益效果是：本发明通过较容易压缩的热媒将二次蒸汽冷凝时放出的大量能量吸收，并使液态的热媒转变为气态的热媒，该热媒压缩后，其饱和蒸汽温度可提升 150℃，即可作为蒸发器的加热介质。这样，蒸发器中产生的大量能量很大的二次蒸汽将得道充分的利用。本发明方法的热效比高，在蒸发工艺中可以节约大量的能源。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明的实施例 1 的结构示意图；

[0014] 图 2 是本发明实施例 2 的结构示意图。

具体实施方式

[0015] 实施例 1：

[0016] 参见图 1 所示，本发明的间接蒸汽再压缩蒸发工艺方法包括蒸发器 1、冷凝器 3、热媒压缩机 2，所述蒸发器 1 包括蒸发设备及与蒸发设备相连接的气-液分离器；所述冷凝器具有蒸发侧和冷凝侧，其中冷凝侧具有蒸汽进口和冷凝液出口，蒸汽进口与蒸发器中气-液分离器的蒸汽出口通过管路接通，蒸发侧具有热媒进口和热媒出口，热媒出口通过管路与热媒压缩机、蒸发器的加热介质进口接通，热媒出口通过管路与蒸发器的加热介质出口接通，气-液分离器排出的蒸汽通过将热能传递给比蒸汽更易于压缩的热媒，热媒通过热媒压缩机压缩升温后作为蒸发器的加热介质；所述蒸发器为单效蒸发器或多效蒸发器；所述蒸发器的物料进口通过管路与物料预热器 5 接通，物料预热器可以通过经蒸发器排出的热媒所具有的热量进行预热，经蒸发器排出的热媒与进入蒸发器的原始物料进行热交换后，再次循环进入冷凝器，进入冷凝器与二次蒸汽进行热交换，吸热蒸发后进入下一次循环；所述蒸汽处于饱和蒸汽压时的比重小于同温下热媒处于饱和蒸汽压时的比重，具体地，所述热媒处于饱和蒸汽压时的比重是同温下蒸汽处于饱和蒸汽压时的比重的 50 ~ 1000 倍；所述蒸汽出口通过管路与真空泵 4 接通，蒸汽出口与真空泵之间的管路还与冷凝液排放管路接通。

[0017] 本实施例热媒压缩后的饱和蒸汽温度比压缩前的饱和蒸汽温度提高 10℃ 以上，可以是提高 50℃、60℃、70℃、80℃、100℃、120℃、150℃、200℃ 或其他适合用于对蒸发设备进行加热的温度；热媒可以选用 CC13F, CC12F2, CBrClF2, CBr2F2, CC1F3, CF3Br, CHCl3, CHFCl2, CHClF2, CHBrF2, CH2Cl2, C2Cl6, C2FC15, C2F2C14, C2F3C13, C2F4C12, C2F4Br2, C2F5Cl, C2HC15, C2HFC14, C2HF2C13, C2HF2C13, C2HF3C12, C2HF3C12, C2HF4Cl, C2H2C14, C2H2FC13, C2H2F2C12, C2H2Br2F2, C2H2F3C1, C2H2F4O, C2H3C13, C2H3FC12, C2H3Br2F, C2H3F3O, C2H4C12, C3FC17, C3F2C16, C3F3C15, C3F4C14, C3F5C13, C3F6C12, C3F7C1, C3F8, C3HFC16, C3HF2C15, C3HF3C14, C3HF3C14, C3HF3C14, C3HF4C13, C3HF4C13, C3HF4C13, C3HF5C12, C3HF5C12, C3HF5C12, C3HF5C12, C3HF5C12, C3HF5C12, C3HF5C12, C3HF5C12, C3HF6C1, C3HF6C1, C3HF6C1, C3HF6C1, C3HF6C1, C3HF6C1, C3HF7, C3HF7O, C3HF7, C3HF7O, C3H2FC15, C3H2F2C14, C3H2F2C14, C3H2F2C14, C3H2F3C13, C3H2F3C13, C3H2F3C13, C3H2F3C13, C3H2F4C12, C3H2F5C1, C3H2F5C1, C3H2F5C1, C3H2F5C1, C3H2F5C1, C3H2F6, C3H2F6, C3H2F6, C3H2F6O, C3H2F6, C3H3FC14, C3H3F2C13, C3H3F3C12, C3H3F3C12, C3H3F3C12, C3H3F3C12, C3H3F3C12, C3H3F3C12, C3H3F3C12, C3H3F4C1, C3H3F5, C3H3F5, C3H3F5, C3H3F5, C3H3F5, C3H3F5O, C3H3F5O, C3H3F5O, C3H4FC13, C3H4F2C12,

[0034] 最终效二次蒸汽饱和温度为：45℃，热媒蒸发温度：40℃ (15℃过冷热)，热媒冷凝温度：70℃ (35℃过冷时)，各效间温差：5℃。五效蒸发系统的热效比为 77.0。

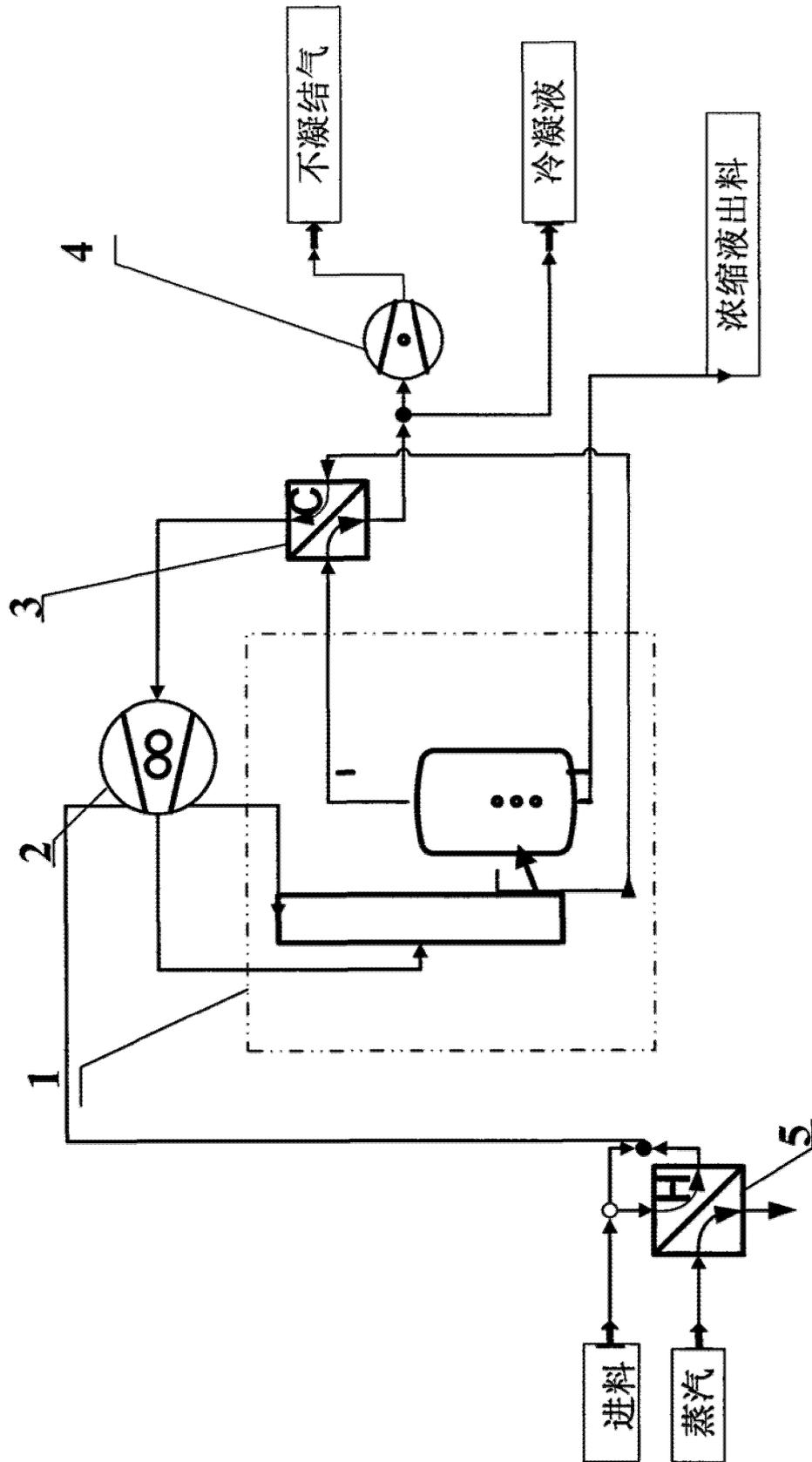


图 1

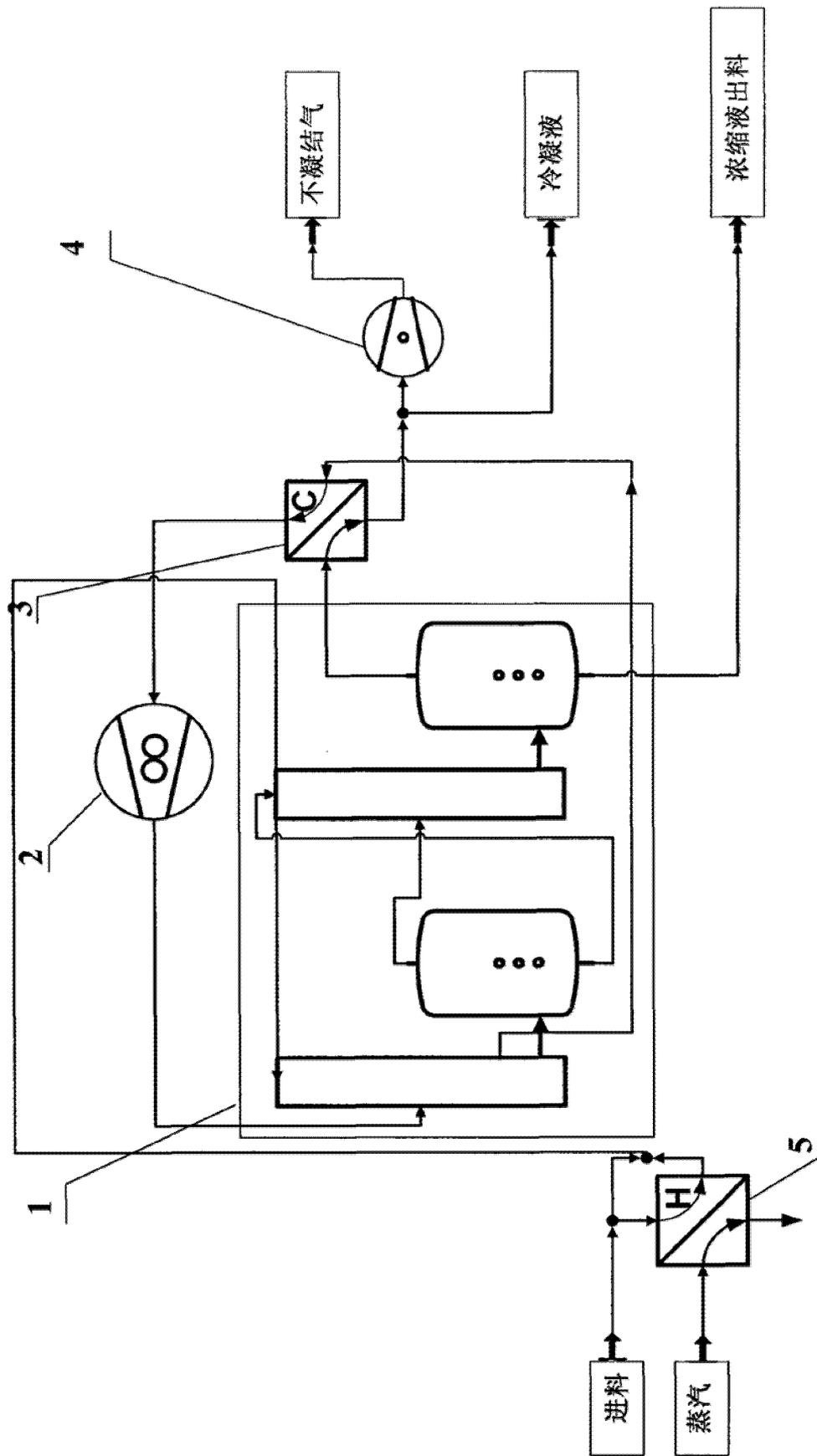


图 2