



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710015381.0

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100504243C

[22] 申请日 2007.7.13

[21] 申请号 200710015381.0

[73] 专利权人 李华玉

地址 257061 山东省东营市东营区北二路
271 号中国石油大学(华东)家属区
7082501 号

[72] 发明人 李华玉

[56] 参考文献

JP5-256535A 1993.10.5

CN1936460A 2007.3.28

US5653716A 1997.8.5

DE19845361A1 2000.4.6

US2002112503A 2002.8.22

JP2000-081254A 2000.3.21

审查员 闫 磊

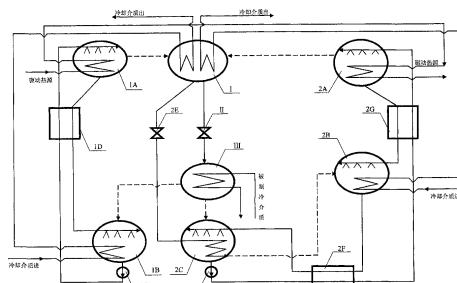
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称

异级复合吸收式制冷机

[57] 摘要

本发明提供了异级复合吸收式制冷机，属于余热利用和制冷/热泵技术领域。主要提供了由共用冷凝器、蒸发器、节流阀和其它发生器或精馏塔、吸收器、吸收-蒸发器、节流阀、溶液泵和溶液热交换器组成的一体式复合机组。共用部件或加上一级用发生器、吸收器、溶液泵和溶液热交换器，或加上两级/三级用发生器、吸收器、吸收-蒸发器、溶液泵、节流阀和溶液热交换器，分别构成一级、两级和三级流程，依次类推；各流程的稀溶液受驱动热作用释放冷剂蒸汽向冷凝器提供，冷剂液经节流分别向蒸发器和各流程吸收-蒸发器提供，蒸发器再向各流程提供冷剂蒸汽，冷剂介质在各流程中进入溶液后由泵将稀溶液打入相应发生器。机组可充分利用余热，也用作热泵。



1. 异级复合吸收式制冷机，主要由共用冷凝器、蒸发器、节流阀和参与复合的各级数的发生器或精馏塔、吸收器、吸收-蒸发器、节流阀、溶液泵和溶液热交换器所组成；用作开式热泵时各具体机组相应省略共用蒸发器与节流阀，结合相变热交换器可构成热泵相变供热系统；其特征是，共用的冷凝器、蒸发器和节流阀为共用部件，共用部件结合级数为一的发生器/精馏塔、吸收器、溶液泵和溶液热交换器构成一级结构与流程，共用部件结合级数为二的发生器/精馏塔、吸收器、吸收-蒸发器、溶液泵、节流阀与溶液热交换器构成二级结构与流程，共用部件结合级数为三的发生器/精馏塔、吸收器、吸收-蒸发器、溶液泵、节流阀与溶液热交换器构成三级结构与流程，增加相应部件可构成多级结构与流程，其中两级结构包括单、双发生器型，三级及三级以上结构包括单、双和两个以上发生器型，驱动热介质首先进出复合机组中低级数的发生器为低级数制冷流程提供驱动热，然后再进出高级数制冷流程为其提供驱动热；在单级和单发生器型两级进行复合的吸收式制冷机中，共用部件加上一级发生器或精馏塔（1A）、一级吸收器（1B）、一级溶液泵（1C）和一级溶液热交换器（1D）构成一级制冷结构与流程，共用部件加上二级发生器或精馏塔（2A）、二级吸收器（2B）、二级吸收-蒸发器（2C）、二级溶液泵（2D）、二级节流阀（2E）、二级溶液热交换器（2F，2G）构成单发生器型二级制冷结构与流程，共用冷凝器（I）分别与一级发生器（1A）和二级发生器（2A）之间有冷剂蒸汽通道相连通，共用冷凝器（I）还经共用节流阀（II）有冷剂液通道与共用蒸发器（III）连通和有冷剂液通道经二级节流阀（2E）依次连通二级吸收-蒸发器（2C）与二级吸收器（2B），共用冷凝器（I）还分别有冷却介质通道连通一级吸收器（1B）和二级吸收器（2B），共用蒸发器（III）还有冷剂蒸汽通道分别与一级吸收器（1B）和二级吸收-蒸发器（2C）连通和有管道连通被制冷介质，一级发生器（1A）和二级发生器（2A）分别有管道连通驱动热介质、并彼此之间由驱动热介质通道连通，另外构成各级制冷结构与流程的部件之间按照各自的作用进行各自彼此间的连通，驱动热介质首先进出一级发生器（1A）后再进出二级发生器（2A），两制冷流程产生的冷剂介质进入共用冷凝器（I）被冷却介质吸热后成为冷剂液，一部分冷剂液经共用节流阀（II）节流降压进入共用蒸发器（III）吸收被制冷介质的热后成为冷剂蒸汽、分别向一级吸收器（1B）和二级吸收-蒸发器（2C）提供，其它的冷剂液经二级节流阀（2E）节流降压后向二级吸收-蒸发器（2C）提供，冷剂介质在一级吸收器（1B）内被来自一级发生器（1A）的浓溶液吸收并放热、形成的稀溶液再经一级溶液泵（1C）打入一级发生器（1A）实现一级相应制冷流程，冷剂介质进入二级吸收器（2B）内被溶液吸收并在二级溶液泵（2D）作用下实现二级相应制冷流程，冷却介质流经各对应吸收器和冷凝器带走热量；

在单发生器型两级与双发生器型两级进行复合的吸收式制冷机中，共用部件加上二级发生器或精馏塔（2A）、二级吸收器（2B）、二级吸收-蒸发器（2C）、二级溶液泵（2D）、二级节流阀（2E）、二级溶液热交换器（2F，2G）构成单发生器型二级制冷结构与流程，共用部件加上二级高压发生器或精馏塔（2a）、二级吸收器（2b）、二级吸收-蒸发器（2c）、二级溶液泵（2d，2i）、二级节流阀（2e）、二级溶液热交换器（2f，2g）、二级低压发生器或精馏塔（2h）构成双发生器型二级制冷结构与流程，共用冷凝器（I）分别与单发生器型两级用二级发生器（2A）和双发生器型两级用二级高压发生器（2a）之间有冷剂蒸汽通道相连通，共用冷凝器（I）还经共用节流阀（II）有冷剂液通道与共用蒸发器（III）连通，共用冷凝器（I）还有冷剂液通道经单发生器型两级用二级节流阀（2E）与单发生器型两级用二级吸收-蒸发器（2C）连通，共用冷凝器（I）还有冷剂液通道经双发生器型两级用二级节流阀（2e）依次连通双发生器型两级用的二级吸收-蒸发器（2c）与二级吸收器（2b），共用冷凝器（I）还有分别有冷却介质通道连通单发生器型两级用二级吸收器（2B）和双发生器型两级用二级吸收器（2b），共用蒸发器（III）还有冷剂蒸汽通道分别与单发生器型两级用二级吸收-蒸发器（2C）和双发生器型两级用二级吸收-蒸发器（2c）连通，单发生器型两级用二级发生器（2A）和双发生器型两级用二级高压发生器（2a）分别有管道连通驱动热介质、并在所复合的机组中彼此之间由驱动热介质通道连通，另外分别构成各级制冷结构与流程的部件之间按照各自的作用进行各自彼此间的连通，驱动热介质首先进出单发生器型两级用二级发生器（2A）后再进出双发生器型两级用二级高压发生器（2a），各制冷流程产生的冷剂介质进入共用冷凝器（I）被冷却介质吸热后成为冷剂液，一部分冷剂液经共用节流阀（II）节流降压进入共用蒸发器（III）吸收被制冷介质的热后成为冷剂蒸汽、分别向单发生器型两级用二级吸收-蒸发器（2C）和双发生器型两级用二级吸收-蒸发器（2c）提供，其它的冷剂液分别经单发生器型两级用二级节流阀（2E）依次连通单发生器型两级用的二级吸收-蒸发器（2C）与两级吸收器（2B）和经双发生器型两级用二级节流阀（2e）依次连通双发生器型两级用的二级吸收-蒸发器（2c）与两级吸收器（2b），冷剂介质进入单发生器型两级用的二级吸收-蒸发器（2C）与二级吸收器（2B）内被溶液吸收并在单发生器型两级用二级溶液泵（2D）作用下实现单发生器型二级相应制冷流程，冷剂介质进入双发生器型两级用的二级吸收-蒸发器（2c）与二级吸收器（2b）内被溶液吸收并在双发生器型两级用二级溶液泵（2d，2i）作用下实现双发生器型二级相应制冷流程，冷却介质流经各对应吸收器和冷凝器带走热量；

在单发生器型两级与单发生器型三级进行复合的吸收式制冷机中，共用部件加上二级发

生器或精馏塔（2A）、二级吸收器（2B）、二级吸收-蒸发器（2C）、二级溶液泵（2D）、二级节流阀（2E）、二级溶液热交换器（2F，2G）构成单发生器型二级制冷结构与流程，共用部件加上三级发生器或精馏塔（3A）、三级吸收器（3B）、三级吸收-蒸发器（3C，3D）、三级溶液泵（3E）、三级节流阀（3F，3G）、三级溶液热交换器（3H，3I，3J）构成单发生器型三级制冷结构与流程，共用冷凝器（I）分别与二级发生器（2A）和三级发生器（3A）之间有冷剂蒸汽通道相连通，共用冷凝器（I）还经共用节流阀（II）有冷剂液通道与共用蒸发器（III）连通和有冷剂液通道分别经二级节流阀（2E）依次连通二级吸收-蒸发器（2C）与二级吸收器（2B），共用冷凝器（I）还分别有冷剂液通道经三级第一节流阀（3F）依次连通三级第二吸收-蒸发器（3D）与三级第一吸收-蒸发器（3C）和有冷剂液通道经三级第二节流阀（3G）依次连通三级第一吸收-蒸发器（3C）与三级吸收器（3B），共用冷凝器（I）还有分别有冷却介质通道连通二级吸收器（2B）和三级吸收器（3B），共用蒸发器（III）还有冷剂蒸汽通道分别与二级吸收-蒸发器（2C）和三级第二吸收-蒸发器（3D）连通，二级发生器（2A）和三级发生器（3A）分别有管道连通驱动热介质、并在所复合的机组中彼此之间由驱动热介质通道连通，另外构成相应级数制冷结构与流程的部件之间按照各自的作用进行彼此间的连通，驱动热介质首先进出二级发生器（2A）后再进出三级发生器（3A），各制冷流程产生的冷剂介质进入共用冷凝器（I）被冷却介质吸热后成为冷剂液，一部分冷剂液经共用节流阀（II）节流降压进入共用蒸发器（III）吸收被制冷介质的热后成为冷剂蒸汽、分别向二级吸收-蒸发器（2C）和三级第二吸收-蒸发器（3D）提供，其它的冷剂液分别经二级节流阀（2E）和三级节流阀（3F，3G）节流降压后向二级吸收-蒸发器（2C）和三级吸收-蒸发器（3C，3D）提供，冷剂介质进入二级吸收器（2B）内被溶液吸收并在二级溶液泵（2D）作用下实现二级相应制冷流程，冷剂介质进入三级吸收-蒸发器（3D，3C）和三级吸收器（3B）、分别在三级吸收-蒸发器（3D，3C）和三级吸收器（3B）内被溶液吸收并在三级溶液泵（3E）作用下实现三级相应制冷流程，冷却介质流经各对应吸收器和冷凝器带走热量。

2. 根据权利要求 1 所述的异级复合吸收式制冷机，其特征是：所说的开式热泵中，一级吸收器（1B）、二级吸收-蒸发器（2C）、三级第二吸收-蒸发器（3D）分别有通道直接连通外部余热蒸汽，共用冷凝器（I）有冷凝水管道直接与外部连通。

3. 根据权利要求 1 所述的异级复合吸收式制冷机，其特征是：所说的热泵相变供热系统中，机组相应级数的吸收器，共用冷凝器以及相变热交换器之间有工作介质通道连通形成密闭式结构，中间工作介质采用自然对流或强迫对流方式以过冷态进机组、在吸收器与共用冷凝器内吸热成蒸汽后进入相变热交换器、放热于被加热介质后被冷凝、降温成过冷态。

异级复合吸收式制冷机

技术领域：

本发明属于余热利用和制冷/热泵技术领域。

背景技术：

对于不同级别的吸收式机组来说，级别越低其制冷/制热系数越高、同时其所要求的驱动热的温度也越高，级别越高其制冷/制热系数越低、同时其所要求的驱动热的温度也越低。这样，为了更充分地利用更多的驱动热进行制冷，采用单一级别的机组进行制冷往往达不到满意的制冷效果。特别是利用余热制冷时，对一定温度的余热来说，利用高级别的制冷机组时可使余热释放出更多的热量，但高级别制冷机组制冷系数低而导致制冷效果会较低；若采用低级别的制冷机组，虽然其制冷系数高，但由于其需要较高温度的驱动热，则余热被利用的程度低、释放出的热量少，同样导致制冷效果不理想。因此，要想获得好的制冷效果，应该根据具体的余热和冷用户的需求，将高、低级别的制冷结合起来使用。

在采用第一类吸收式热泵技术利用较高温度的驱动热对较低温度的余热进行热利用时，在热用户用热参数确定的情况下，低级别的机组性能指数高、同时需要较高温度的驱动热，高级别机组性能指数低、同时需要的驱动热温度也低。这样，将高、低级别的流程结合起来，较高温度的驱动热用于低级别的流程、较低温度的驱动热用于较高级别的流程，与采用单一级别的机组相比可得到更好的余热利用节能效益。

上述两种情况，可以采用不同级别的机组组成联合制冷或热泵系统，但这会带来系统复杂、造价高和占地多等多方面的不利影响，导致经济效益大为降低，甚至于无法满足经济性方面的要求。因此，设法将一级、二级、三级甚至于多级进行彼此间的结合得到简单结构的一体式机组，可以实现更好的制冷与制热效益。

发明内容：

本发明的主要目的是要提供异级复合吸收式制冷机，它针对单一级别的吸收式制冷机不能充分有效地利用驱动热、尤其是不能充分有效地利用余热进行制冷的问题，将各单一级别的吸收式制冷机通过主要共用冷凝器、节流阀、蒸发器进行彼此间的结合，得到一体式的异级复合吸收式制冷机，从而在一体式机组中实现了不同级别的制冷流程同时工作——低级别的流程利用高温度的驱动热制冷得到较高的制冷效果，高级别流程利用较低温度的驱动热制冷得到低一些的制冷效果，实现了制冷过程中对驱动热的深度利用，对采用余热制冷时尤其如此。

本发明的目的是这样实现的，它主要由发生器或精馏塔、冷凝器、蒸发器、吸收器、吸收-蒸发器、节流阀、溶液泵和溶液热交换器等所组成，其中冷凝器、蒸发器和一个节流阀为共用部件，共用部件加上一级发生器或精馏塔、一级吸收器、一级溶液泵和一级溶液热交换器构成单级吸收式制冷流程，共用部件加上二级发生器或精馏塔、二级吸收器、

二级吸收-蒸发器、二级溶液泵、二级节流阀和二级溶液热交换器构成二级吸收式制冷流程，共用部件加上三级发生器或精馏塔、三级吸收器、三级吸收-蒸发器、三级溶液泵、三级节流阀和三级溶液热交换器构成三级吸收式制冷流程，以此类推增加相应部件可构成更高级数的制冷结构与流程，其中两级结构包括单、双发生器型，三级及以上结构包括单、双及以上发生器型；驱动热介质首先进出低级数的发生器为低级数制冷流程提供驱动热，然后再进出高级数制冷流程为其提供驱动热；出自吸收器和吸收-蒸发器的稀溶液经溶液泵打入各级发生器，双发生器及以上型的低压发生器内的稀溶液在驱动热作用下释放出冷剂蒸汽向更高压力的吸收器或吸收-蒸发器提供，一级发生器、单发生器型二级与三级的发生器和双发生器及以上型的高压发生器内的稀溶液在驱动热作用下释放出冷剂蒸汽进入冷凝器；进入冷凝器的各冷剂介质放热于流经其内的冷却介质后冷凝成液体，一部分冷剂液经节流阀节流降压后进入蒸发器吸收被制冷介质的热实现制冷、冷剂液成冷剂蒸汽并进入一级吸收器、二级吸收-蒸发器和三级及以上级的低压吸收-蒸发器，其它的冷剂液经节流分别进入二级吸收-蒸发器和各三级吸收-蒸发器吸热成冷剂蒸汽；进入一级吸收器内的冷剂蒸汽被来自一级发生器的浓溶液吸收并放热、形成的稀溶液再经一级溶液泵打入一级发生器，进入二级吸收-蒸发器的各冷剂介质分别在二级吸收-蒸发器和二级吸收器内被溶液吸收并在二级溶液泵作用下进入二级发生器，进入三级吸收-蒸发器的各冷剂介质分别在三级各吸收-蒸发器和三级吸收器内被溶液吸收并在三级溶液泵作用下进入三级发生器，冷却介质流经各流程中的吸收器和冷凝器带走热量，这就分别实现了一级、二级、三级和复合制冷流程；复合制冷流程的特征在于：①各级数制冷流程共用冷凝器、节流阀和蒸发器；②驱动热介质首先进出低数制冷流程发生器或高压发生器，然后进出高级数制冷流程发生器或高压发生器，加热稀溶液使其释放出冷剂蒸汽；③一级发生器和来自其它级数的发生器或高压发生器的冷剂介质进入冷凝器被冷凝，一部分冷剂液经节流阀进入蒸发器吸收被制冷介质的热成冷剂蒸汽进入一级吸收器、二级吸收-蒸发器和三级低压吸收-蒸发器被溶液吸收并放热，其它的冷剂液经节流进入相应吸收-蒸发器吸热成冷剂蒸汽后进入后续环节的吸收器或吸收-蒸发器，溶液吸收冷剂蒸汽后浓度降低、并由溶液泵打入对应各发生器；冷却介质依次流经各对应的吸收器和冷凝器带走热量。上述连接和特征对应于由不同级数的流程进行复合所组成的各层级复合吸收式制冷机中。

现以一级和二级吸收式制冷机复合而成的异级复合吸收式制冷机为例对本发明进行具体说明。如图1所示，它是由一级和二级复合而成的异级复合吸收式制冷机，本发明的目的是这样实现的：

1. 在结构上，两制冷流程有共用的冷凝器、节流阀和蒸发器，共用部件结合一级发生器、一级吸收器、一级溶液泵和一级溶液热交换器构成一级制冷流程，共用部件结合二级发生器、二级吸收器、二级吸收-蒸发器、二级溶液泵、二级节流阀和二级溶液热交换器构成二级制冷流程；一级制冷流程的一级发生器和二级流程的二级发生器分别有冷剂蒸汽通道连通冷凝器，冷凝器还经节流阀连通蒸发器、经二级节流阀有冷剂液通道连通二级吸

收-蒸发器和有管道连通冷却介质并分别经冷却介质通道与一级吸收器、二级吸收器之间连通，蒸发器还有冷剂蒸汽通道连通一级吸收器和二级吸收-蒸发器、还有通道连通被制冷介质，一级吸收器还分别有稀溶液管道经溶液泵和浓溶液管道、通过一级溶液热交换器连通一级发生器，二级吸收-蒸发器还有冷剂蒸汽通道与二级吸收器连通、有稀溶液管道经溶液泵和各二级溶液热交换器连通二级发生器，二级吸收器还分别有溶液管道各经一个二级溶液热交换器连通二级吸收-蒸发器和二级发生器，一级发生器和二级发生器还分别连通驱动热介质和经驱动热介质通道彼此间连通。

2. 在流程上，一级、二级和复合制冷流程分别为：一级流程——稀溶液由一级溶液泵打入一级发生器，受驱动热的作用释放出冷剂蒸汽进入冷凝器，冷剂蒸汽放热于冷却介质被冷凝并经节流阀节流降压后进入蒸发器、得到被制冷介质传给的热蒸发成冷剂蒸汽进入一级吸收器、被来自一级发生器的浓溶液吸收并放热，冷却介质依次流经一级吸收器和冷凝器带走热量，被制冷介质进出蒸发器被降温；二级流程——稀溶液由二级溶液泵打入二级发生器，稀溶液在二级发生器内受驱动热的作用释放出冷剂蒸汽进入冷凝器、放热于进出冷凝器的冷却介质被冷凝，一部分冷凝液经共用节流阀节流降压后进入蒸发器、得到被制冷介质传给的热后蒸发成冷剂蒸汽进入二级吸收-蒸发器被来自二级吸收器的溶液吸收并放热，另一部分冷凝液经二级节流阀节流降压后进入二级吸收-蒸发器吸热成冷剂蒸汽进入二级吸收器、被来自二级发生器的浓溶液吸收并放热，二级吸收器内低浓度溶液进入二级吸收-蒸发器，二级吸收-蒸发器的稀溶液经二级溶液泵打入二级发生器，冷却介质依次流经二级吸收器和冷凝器带走热量，被制冷介质进出蒸发器被降温；复合制冷流程——出自一级流程的一级吸收器和二级流程的二级吸收-蒸发器的稀溶液分别经一级溶液泵和二级溶液泵打入一级发生器和二级发生器，一级发生器和二级发生器的稀溶液在驱动热作用下释放出冷剂蒸汽进入冷凝器、放热于流经其内的冷却介质成冷剂液，一部分冷剂液经节流阀节流降压后进入蒸发器吸收被制冷介质的热后成冷剂蒸汽、分别向一级吸收器和二级吸收-蒸发器提供，其余冷剂液经二级节流阀节流降压后进入二级吸收-蒸发器，冷剂介质回到一级和二级流程，其特征在于：①一级和二级制冷流程共用冷凝器、蒸发器和一节流阀；②驱动热介质依次进出一级发生器和二级发生器放热、分别加热来自一级吸收器和二级吸收-蒸发器的稀溶液使其释放出冷剂蒸汽向冷凝器提供；③来自一级流程和二级流程的冷剂介质进入冷凝器被流经其内的冷却介质冷凝成冷剂液，冷剂液一部分经共用节流阀节流进入蒸发器吸收被制冷介质的热成冷剂蒸汽进入一级流程一级吸收器和二级流程二级吸收-蒸发器，另一部分经二级节流阀节流降压后进入二级流程二级吸收-蒸发器，从而使冷剂介质重新回到一级和二级流程；冷却介质分别依次流经一级吸收器与冷凝器和二级吸收器与冷凝器带走热量。

图 1 所示的本发明也可以看作是在单发生器型两级吸收式制冷机的基础上主要增加了发生器、吸收器、溶液泵和溶液热交换器的结果，但这种改变带来的是得到了能够实现一个一级机组和一个两级机组联合作用效果的一体式新机组，与两级吸收式制冷机相比它具

有本质上的改进，在制冷时能够实现对驱动热的深度高效利用，在利用余热制冷时更是如此。

根据不同的结构和流程，本发明利用较高温度驱动热对低温余热进行热利用时为相应复合吸收式热泵，并可用作开式复合吸收式热泵，也可以在本发明基础上得到复合吸收式热泵相变供热系统。

附图说明：

图 1 是依据本发明所提供的，由一级和单发生器型二级复合而成、可同时实现一级与二级制冷功能的异级复合吸收式制冷机的系统结构和流程示意图。

图 2 是依据本发明所提供的，由一级和单精馏塔型二级复合而成、可同时实现一级与二级制冷功能的异级复合吸收式制冷机的系统结构和流程示意图。

图 3 是依据本发明所提供的，由单发生器型二级和双发器型二级复合而成的异级复合吸收式制冷机的系统结构和流程示意图。

图 4 是依据本发明所提供的，由单发生器型二级和单发器型三级复合而成的异级复合吸收式制冷机的系统结构和流程示意图。

图 5 是依据本发明所提供的，由一级和单发生器型二级复合而成的、可同时实现一级与二级热泵功能的开式异级复合吸收式热泵的系统结构和流程示意图；它是本发明中开式热泵的代表。

图 6 是依据本发明所提供的，由一级和单发生器型二级复合而成的、可同时实现一级与二级热泵功能的异级复合吸收式热泵与相变热交换器结合而成的异级复合吸收式热泵相变供热系统的结构和流程示意图；它是本发明热泵相变供热系统的代表。

需要指出的是，一级、二级、三级及以上级数之间可以彼此或共同复合，从而得到更多、相应的异级复合吸收式制冷机。

图中，各部件的序号按照其所在工艺流程中的位置和与之相应的直接联系的角度进行编号，分别用“阿拉伯数字+英文字母”组成的两位数排列，阿拉伯数字代表部件所处的工艺流程体现的机组的级数，如 2A 代表处于二级流程的高压发生器或精馏塔；属于不同流程级数共用以及其它的部件采用罗马数字表示，如 II 代表冷凝器和蒸发器之间的节流阀；另外，考虑传统称呼，本文中单级即一级，两级即二级，三级以上称多级。

图中，一级结构中：1A—一级发生器/一级精馏塔，1B—一级吸收器，1C—一级溶液泵，1D—一级溶液热交换器；

单发生器型两级结构中：2A—二级发生器/二级精馏塔，2B—二级吸收器，2C—二级吸收-蒸发器，2D—二级溶液泵，2E—二级节流阀，2F—二级第一溶液热交换器，2G—二级第二溶液热交换器；

双发生器型两级结构中：2a—二级高压发生器/二级高压精馏塔，2b—二级吸收器，2c—二级吸收-蒸发器，2d—二级第一溶液泵，2i—二级第二溶液泵，2e—二级节流阀，2f—二级第一溶液热交换器，2g—二级第二溶液热交换器，2h—二级低压发生器/二级低压

精馏塔；

三级结构中：3A—三级发生器/三级精馏塔，3B—三级吸收器，3C—三级第一吸收-蒸发器，3D—三级第二吸收-蒸发器，3E—三级溶液泵，3F—三级第一节流阀，3G—三级第二节流阀，3H—三级第一溶液热交换器，3I—三级第二溶液热交换器，3J—三级第三溶液热交换器；

图中，I—（共用）冷凝器，II—（共用）节流阀，III—（共用）蒸发器，IV、V—相变热交换器，VI—中间工作介质循环泵。

具体实施方式：

下面结合附图和实例来详细描述本发明。

以本发明所提供的由一级和单发生器型二级复合而成、可同时实现一级与二级制冷功能的异级复合吸收式制冷机为例，如图1所示，本发明的目的是这样实现的：

1. 在结构上，共用冷凝器I、共用节流阀II和共用蒸发器III为两制冷流程的共用部件，共用部件结合一级发生器1、一级吸收器1B、一级溶液泵1C和一级溶液热交换器1D构成一级制冷流程，共用部件结合二级发生器2A、二级吸收器2B、二级吸收-蒸发器2C、二级溶液泵2D、二级节流阀2E和二级第一溶液热交换器2F与二级第二溶液热交换器2G构成二级制冷流程；一级制冷流程的一级发生器1A和二级流程的二级发生器2A分别有冷剂蒸汽通道连通共用冷凝器I，共用冷凝器还经共用节流阀II连通共用蒸发器III、经二级节流阀2E有冷剂液通道连通二级吸收-蒸发器2C和有管道连通冷却介质并分别经冷却介质通道与一级吸收器1B、二级吸收器2B之间连通，共用蒸发器III还有冷剂蒸汽通道连通一级吸收器1B和二级吸收-蒸发器2C、还有通道连通被制冷介质，一级吸收器1B还分别有稀溶液管道经一级溶液泵1C和浓溶液管道、通过一级溶液热交换器1D连通一级发生器1A，二级吸收-蒸发器2C还有冷剂蒸汽通道与二级吸收器2B连通、有稀溶液管道经二级溶液泵、二级第一溶液热交换器2F与二级第二溶液热交换器2G连通二级发生器2A，二级吸收器2B还有溶液管道分别经二级第一溶液热交换器2F和二级第二溶液热交换器2G连通二级吸收-蒸发器2C和二级发生器2A，一级发生器1A和二级发生器2A还分别连通驱动热介质和经驱动热介质通道彼此间连通。

2. 在流程上，共用部件与其它一级制冷流程用部件完成一级制冷流程——稀溶液由一级溶液泵1C打入一级发生器1A，受驱动热的作用释放出冷剂蒸汽进入共用冷凝器I放热于流经其内的冷却介质后被冷凝、并经共用节流阀II节流降压后进入共用蒸发器III、得到被制冷介质传给的热后蒸发成冷剂蒸汽进入一级吸收器1B、被来自一级发生器1A的浓溶液吸收并放热，冷却介质依次流经一级吸收器1B和共用冷凝器I带走热量，被制冷介质进出蒸发器被降温；共用部件与其它二级制冷流程用部件完成二级制冷流程——稀溶液由二级溶液泵2D打入二级发生器2A，稀溶液在二级发生器2A内受驱动热的作用释放出冷剂蒸汽进入共用冷凝器I、放热于流经其内的冷却介质被冷凝，一部分冷剂液经共用节流阀

II 节流降压后进入共用蒸发器III、得到被制冷介质传给的热后蒸发成冷剂蒸汽进入二级吸收-蒸发器 2C 被来自二级吸收器 2B 的溶液吸收并放热，另一部分冷剂液经二级节流阀 2E 节流降压后进入二级吸收-蒸发器 2C 吸热成冷剂蒸汽进入二级吸收器 2B、被来自二级发生器 2A 的浓溶液吸收并放热，二级吸收-蒸发器 2C 的稀溶液经二级溶液泵 2D 打入二级发生器 2A，二级吸收器 2B 内的低浓度溶液进入二级吸收-蒸发器 2C，冷却介质依次流经二级吸收器 2B 和共用冷凝器 I 带走热量，被制冷介质进出蒸发器被降温；本一体式机组的复合流程是这样的：出自一级流程的一级吸收器 1A 和二级流程的二级吸收-蒸发器 2C 的稀溶液分别经一级溶液泵 1C 和二级溶液泵 2D 打入一级发生器 1A 和二级发生器 2A，一级发生器 1A 和二级发生器 2A 内的稀溶液在驱动热作用下释放出冷剂蒸汽进入共用冷凝器 I 放热于流经其内的冷却介质成冷剂液，一部分冷剂液经共用节流阀 II 节流降压后进入共用蒸发器III吸收被制冷介质的热后成冷剂蒸汽、分别向一级吸收器 1B 和二级吸收-蒸发器 2C 提供，其余冷剂液经二级节流阀 2E 节流降压后进入二级吸收-蒸发器 2C，冷剂介质重新回到一级和二级流程，其特征在于：①一级和二级制冷流程共用冷凝器 I、节流阀 II 和蒸发器III；②驱动热介质依次进出一级发生器 1A 和二级发生器 2A 放热，分别加热来自一级吸收器 1B 和二级吸收-蒸发器 2C 的稀溶液使其释放出冷剂蒸汽向共用冷凝器 I 提供；③来自一级流程和二级流程的冷剂介质进入共用冷凝器 I 被流经其内的冷却介质冷凝成冷剂液，冷剂液中的一部分经共用节流阀 II 节流进入共用蒸发器III吸收被制冷介质的热后成冷剂蒸汽进入一级流程的一级吸收 1B 和二级流程的二级吸收-蒸发器 2C，另一部分经二级节流阀 2E 节流降压后进入二级流程二级吸收-蒸发器 2C，从而使冷剂介质重新回到一级和二级流程；冷却介质分别依次流经一级吸收器 1B 与共用冷凝器 I 和二级吸收器 2B 与共用冷凝器 I 带走热量。

有一点需要说明的是，单一级数的制冷/制热流程不是本发明的内容，后面对各具体单一级数的结构与流程不再作详细说明。

图 2 所示的由一级和单精馏塔型二级复合而成、可同时实现一级与二级制冷功能的异级复合吸收式制冷机，它与图 1 所示的主要区别在于，它以精馏塔代替了发生器并另有冷却介质进出精馏塔，前者适合于以溴化锂水溶液作工质为代表的机组，后者适合于以氨水溶液作工质为代表的机组。

图 3 所示的由单发生器型二级和双发生器型二级复合而成的异级复合吸收式制冷机，它是这样实现本发明的：冷凝器 I、节流阀 II 和蒸发器III为两制冷流程的共用部件，共用部件结合单发生器型的二级发生器 2A、二级吸收器 2B、二级吸收-蒸发器 2C、二级溶液泵 2D、二级节流阀 2E、二级第一溶液热交换器 2F 与二级第二溶液热交换器 2G 构成单发生器型二级制冷流程，共用部件结合双发生器型的二级高压发生器 2a、二级吸收器 2b、二级吸收-蒸发器 2c、二级第一溶液泵 2d 与二级第二溶液泵 2i、二级节流阀 2e、二级低压发生器 2h 和二级第一溶液热交换器 2f 与二级第二溶液热交换器 2g 构成双发生器型二级制冷流程，其特征在于：①两制冷流程共用冷凝器 I、节流阀 II 和蒸发器III；②驱动热介质

依次进出单发生器型的二级发生器 2A 和双发生器型的二级高压发生器 2a 放热，分别加热来自单发生器型的二级吸收-蒸发器 2C 和双发生器型的二级吸收器 2b 的稀溶液使其释放出冷剂蒸汽向共用冷凝器 I 提供，冷却介质分别依次流经单发生器型的二级吸收器 2B 与共用冷凝器 I 和双发生器型的二级吸收器 2b 与共用冷凝器 I 带走热量；③来自两流程的冷剂介质进入共用冷凝器 I 被流经其内的冷却介质冷凝成冷剂液，冷剂液一部分经共用节流阀 II 节流进入共用蒸发器 III 吸收被制冷介质的热后成冷剂蒸汽进入两流程的单发生器型的二级吸收-蒸发器 2C 和双发生器型的二级吸收-蒸发器 2c、另一部分分别经单发生器型的二级节流阀 2E 和双发生器型的二级节流阀 2e 节流降压后进入单发生器型的二级吸收-蒸发器 2C 和双发生器型的二级吸收-蒸发器 2c，从而使冷剂介质重新进入两制冷流程。

图 4 所示的由单发生器型二级和单发器型三级复合而成的异级复合吸收式制冷机，它是这样实现本发明的：冷凝器 I、节流阀 II 和蒸发器 III 为两制冷流程的共用部件，共用部件结合二级发生器 2A、二级吸收器 2B、二级吸收-蒸发器 2C、二级溶液泵 2D、二级节流阀 2E 和二级第一溶液热交换器 2F 与二级第二溶液热交换器 2G 构成二级制冷流程，共用部件结合三级发生器 3A、三级吸收器 3B、三级第一吸收-蒸发器 3C 与三级第二吸收-蒸发器 3D、三级溶液泵 3E、三级第一节流阀 3F、三级第二节流阀 3G 和三级溶液热交换器 (3H, 3I, 3J) 构成三级制冷流程，其特征在于：①二级和三级制冷流程共用冷凝器 I、节流阀 II 和蒸发器 III；②驱动热介质依次进出二级发生器 2A 和三级发生器 3A 放热，分别加热来自二级吸收-蒸发器 2C 和三级第二吸收-蒸发器 3D 的稀溶液使其释放出冷剂蒸汽向共用冷凝器 I 提供，冷却介质分别依次流经二级吸收器 2B 与共用冷凝器 I 和三级吸收器 3B 与共用冷凝器 I 带走热量；③来自二级流程和三级流程的冷剂介质进入共用冷凝器 I 被流经其内的冷却介质冷凝成冷剂液，一部分冷剂液经共用节流阀 II 节流进入共用蒸发器 III 吸收被制冷介质的热后成冷剂蒸汽进入二级流程的二级吸收-蒸发器 2C 和三级流程三级第二吸收-蒸发器 3D，其它的冷剂液分经二级节流阀 2E 节流降压后进入二级流程二级吸收-蒸发器 2C 和分别经三级第一节流阀 3F 与三级第二节流阀 3G 节流进入三级流程的三级第二吸收-蒸发器 (3D) 与三级第一吸收-蒸发器 3C，从而使冷剂介质重新进入二级和三级流程。

图 5 所示的是由一级和单发生器型二级复合而成的、可同时实现一级与二级热泵功能的开式异级复合吸收式热泵，它与图 1 所示的区别在于，用途上它作为开式热泵使用——余热蒸汽直接作为余热和工作介质的一部分被利用，结构上它省略了共用蒸发器 III 和共用节流阀 II。

图 6 所示的由一级和单发生器型二级复合而成的、可同时实现一与二级热泵功能的异级复合吸收式热泵与相变热交换器结合而成的异级复合吸收式热泵相变供热系统；异级复合吸收式热泵的一级吸收器 1B、共用冷凝器 I 和相变热交换器 IV 之间有中间工作介质通道连通并形成密闭式结构，相变热交换器 IV 还有通道连通被加热介质，过冷态的中间工作介质通过自然对流方式依次流经一级吸收器 1B 和共用冷凝器 I 吸热后成为蒸汽进入相变热

交换器IV、放热于被加热介质后成为过冷态液体后再进入一级吸收器1B，从而实现热泵相变供热循环；异级复合吸收式热泵的二级吸收器2B、共用冷凝器I和相变热交换器V之间经中间工作介质循环泵VI有中间工作介质通道连通并形成密闭式结构，相变热交换器V还有通道连通被加热介质，过冷态的中间工作介质通过强制对流方式依次流经二级吸收器2B和共用冷凝器I吸热后成为蒸汽进入相变热交换器V、放热于被加热介质后成为过冷态液体后再进入二级吸收器2B，从而实现热泵相变供热循环。

图1~图6中给出的一级、二级、三级等制冷流程是已有流程的代表，它们不是本发明的内容；显然，其它具体的二级、三级制冷流程也不影响本发明的实质；另外，严格地讲，单发生器型二级与双发生器型二级也属于不同的二级。

下面采用一组数据来进一步说明本发明：

现利用流量为60kg/s、温度为130℃、比热为1KJ/(kg·℃)的热介质进行制冷，冷却介质的温度为32℃/42℃，被制冷流体的温度为15℃/7℃；现将发生器出口浓溶液与驱动热介质出口的温差定为10℃，其它各处温差相同。采用四种方案进行余热的冷利用：1.采用一级吸收式制冷机组；2.采用单发生器型两级吸收式制冷机组；3.采用本发明提供的一级与单发生器型两级进行复合的异级复合吸收式制冷机组；4.采用由一级吸收式机组和单发生器型两级吸收式制冷机组所组成联合制冷系统。计算结果表明：

1. 采用一级吸收式制冷机组，可将驱动热介质由130℃降低到100℃，性能指数为0.78，得到1404KW制冷负荷。

2. 单发生器型两级吸收式制冷机组，可将驱动热介质由130℃降低到80℃，性能指数为0.417，得到1251KW制冷负荷。

3. 采用本发明提供的一级与单发生器型两级进行复合的异级复合吸收式制冷机组，可将驱动热介质由130℃降低到80℃，其中驱动热介质进出一级发生器的温度变化为130℃/100℃并制冷1404KW、进出二级发生器的温度变化为100℃/80℃并制冷500KW，合计制冷负荷为1904KW。

4. 采用由一级吸收式机组和单发生器型两级吸收式制冷机组所组成的联合制冷系统，其热力学效果与方案③相同，但整体系统复杂。

比较以上不同方案可见：采用本发明提供的一级与单发生器型两级进行复合的异级复合吸收式制冷机组时制冷负荷最大，一级机组次之，单发生器型两级机组最小，第3种方案的制冷负荷比一级机组高出35.6%，比单发生器型两级机组高出52.2%，而相比之下其结构没有较多的增加；与采用由一级机组和单发生器型两级机组所组成的联合制冷系统作对比，二者热力学效果相同，但前者在设备制造、占地空间、控制操作和系统造价等方面具有显著的优势，这反映出本发明的主要目的和优势所在。

本发明技术可以实现的效果——本发明所提出的异级复合吸收式制冷机具有如下的效果和优势：

①以简单的流程和结构实现了不同级数吸收式制冷机之间的结合，构成了一体式机

组，可实现由相对应机组所组成的联合系统的功能。

②能够充分利用驱动热获得更多的制冷效益，尤其在利用余热作驱动热进行制冷时，比较单一级数的机组本发明的异级复合机组可实现更多的余热制冷。

③具有热利用率高、设备与系统造价低、占地少和综合经济性高等多方面的综合优势。

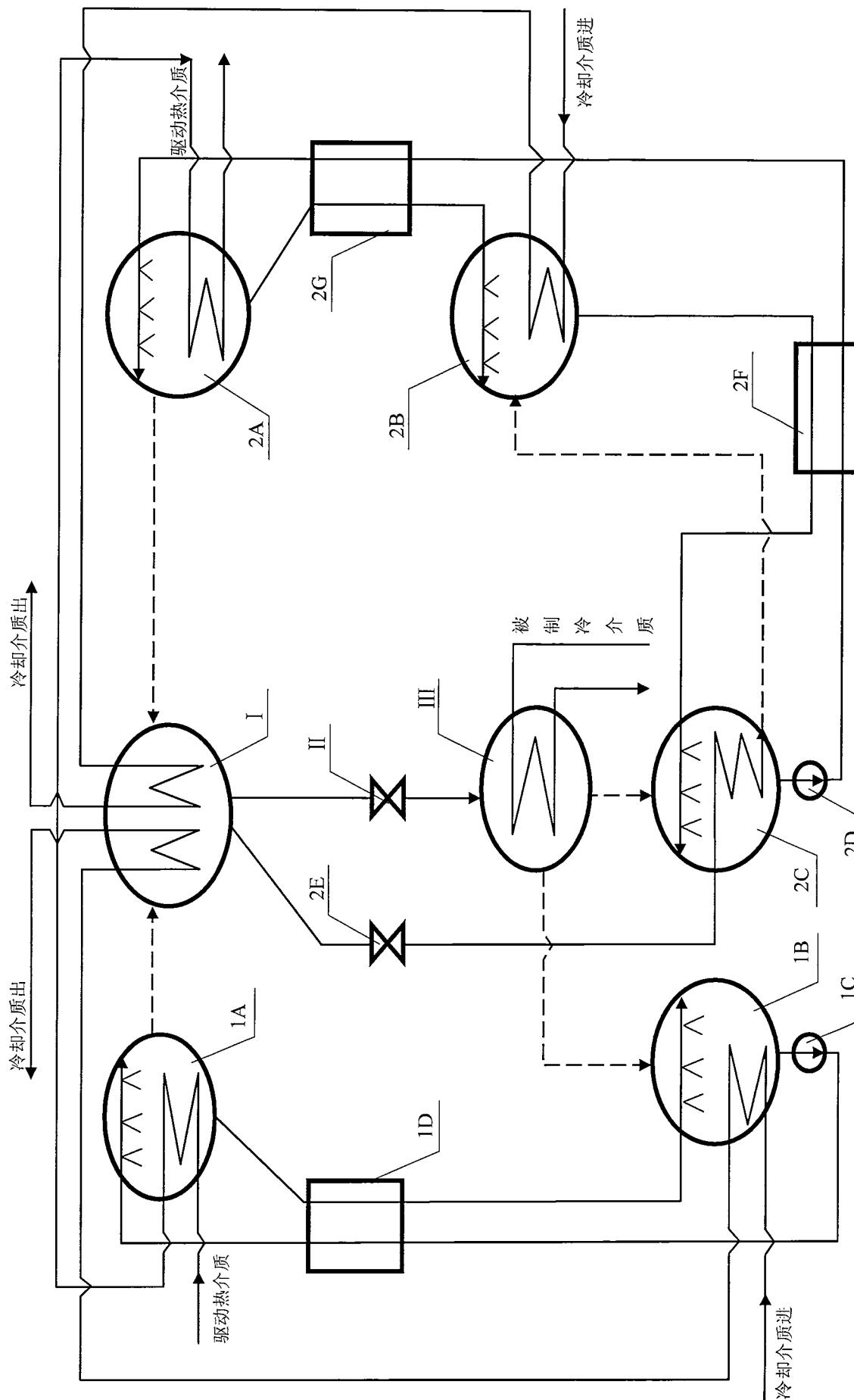


图 1

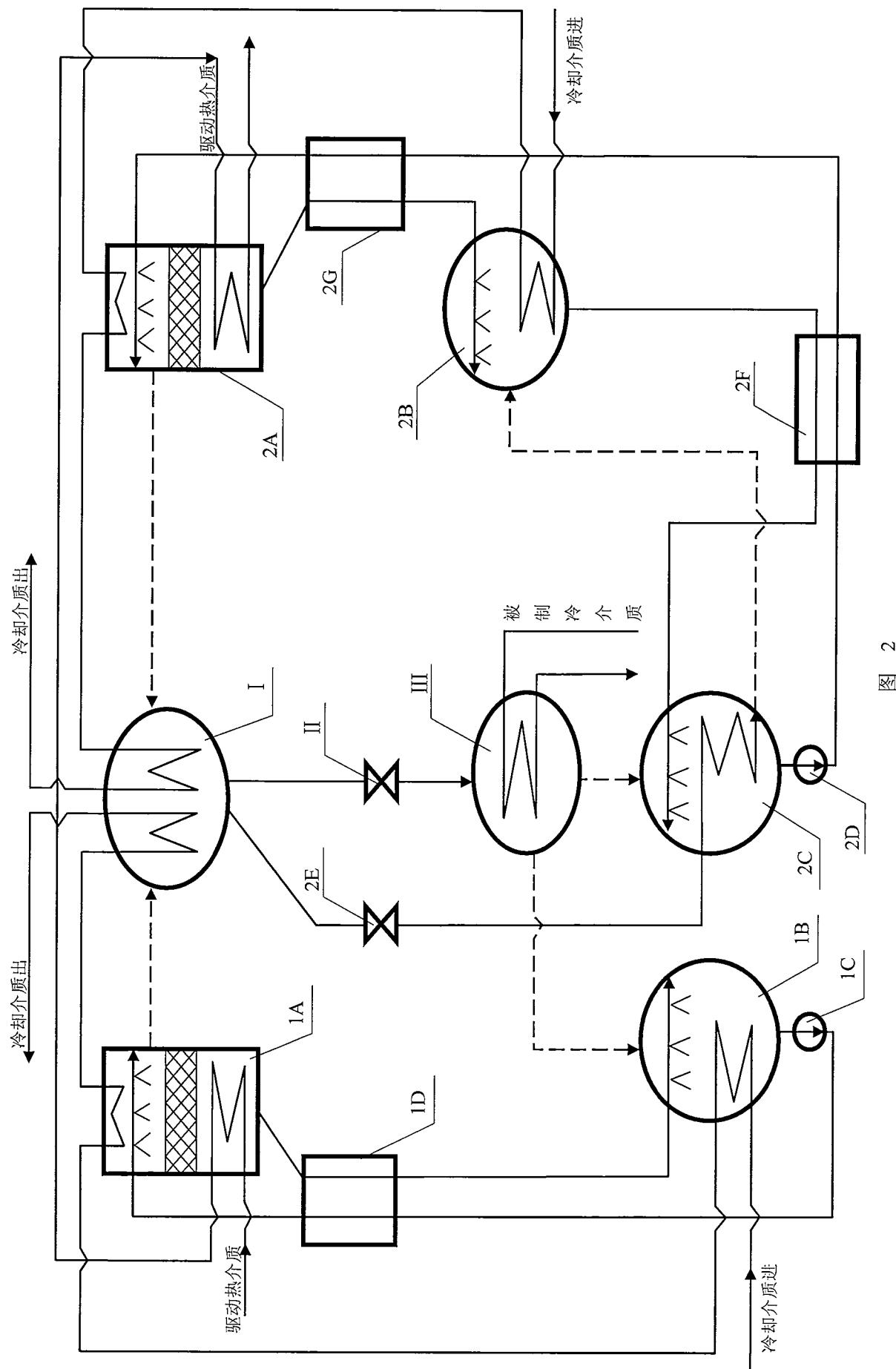


图 2

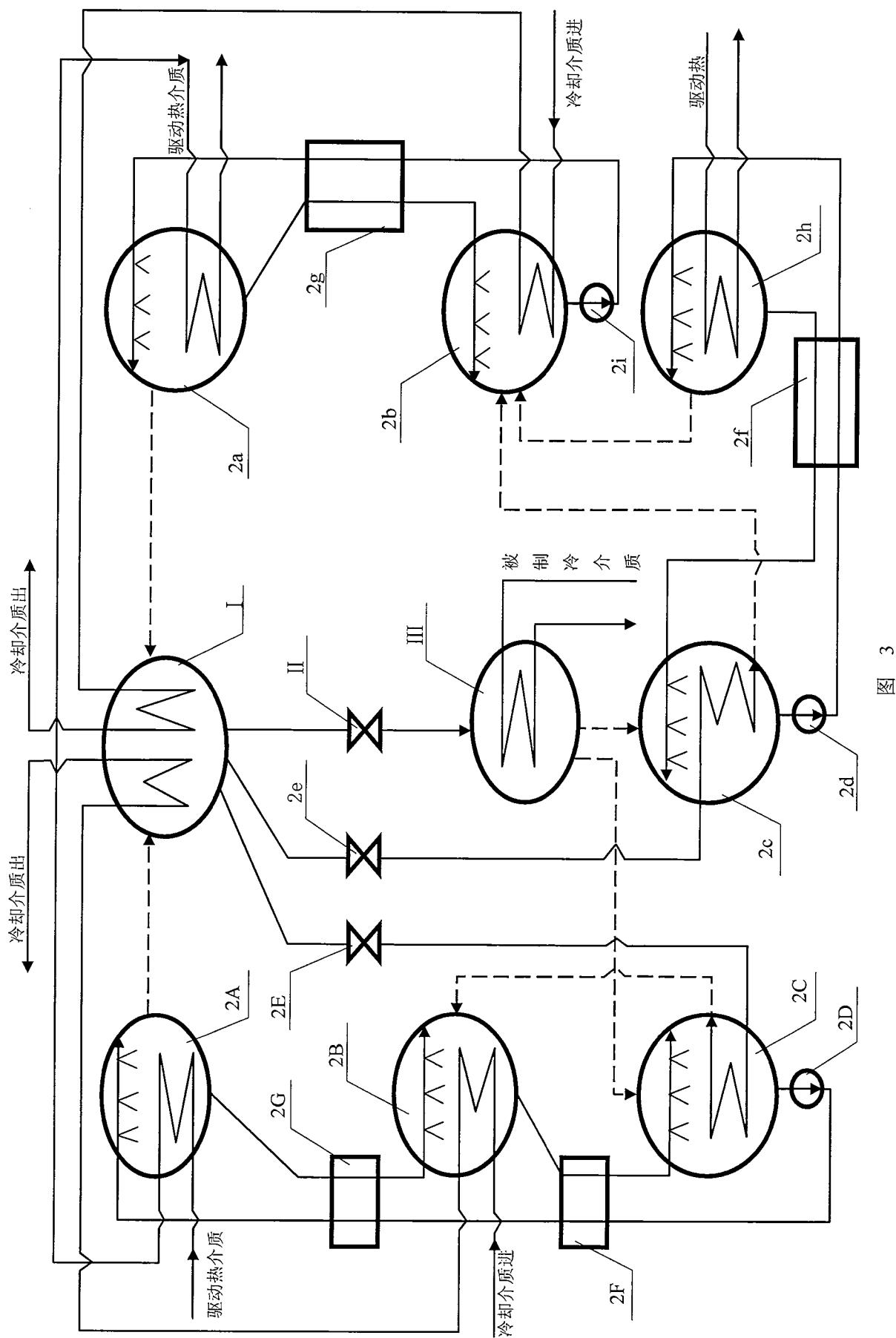


图 3

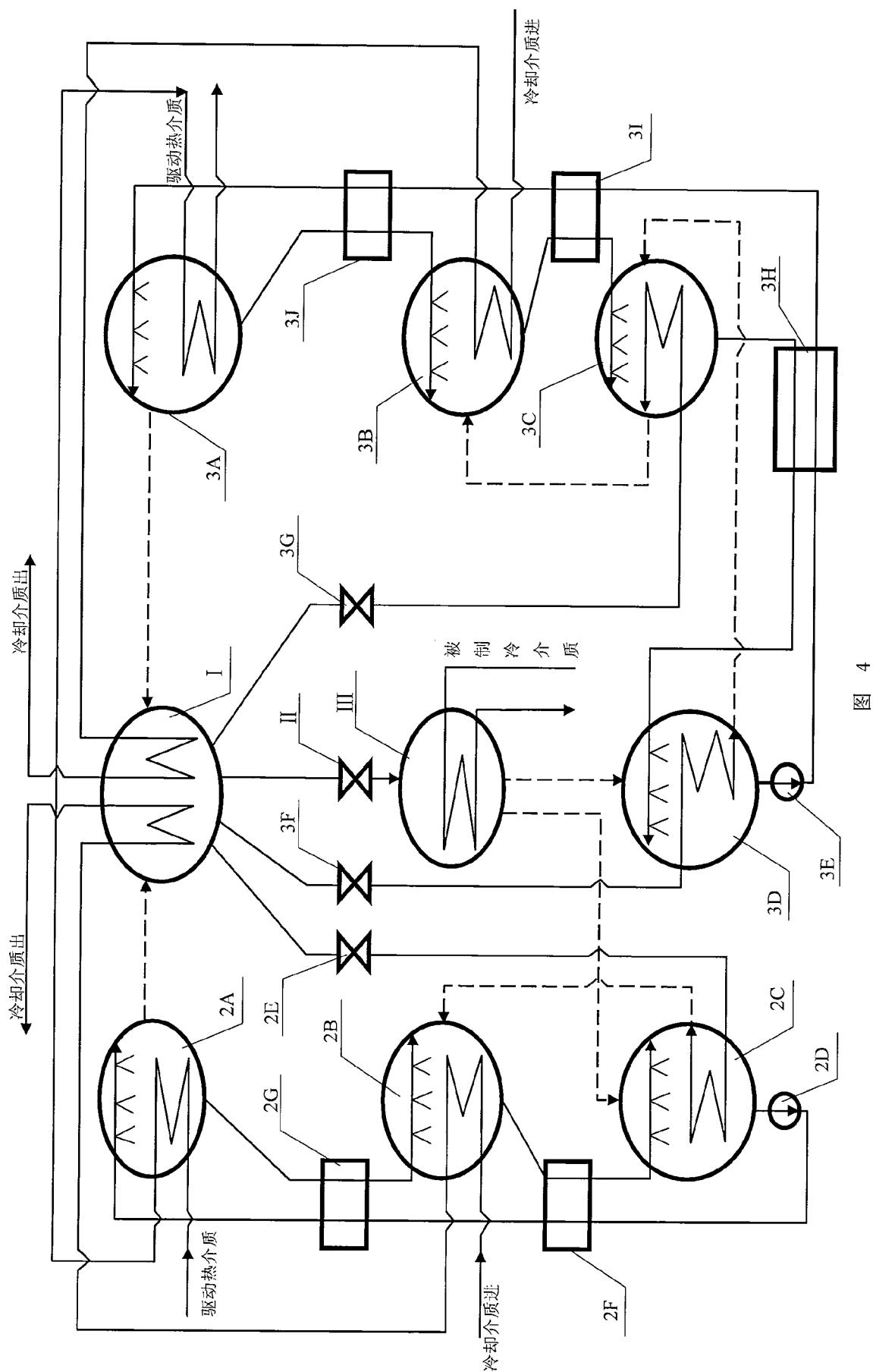


图 4

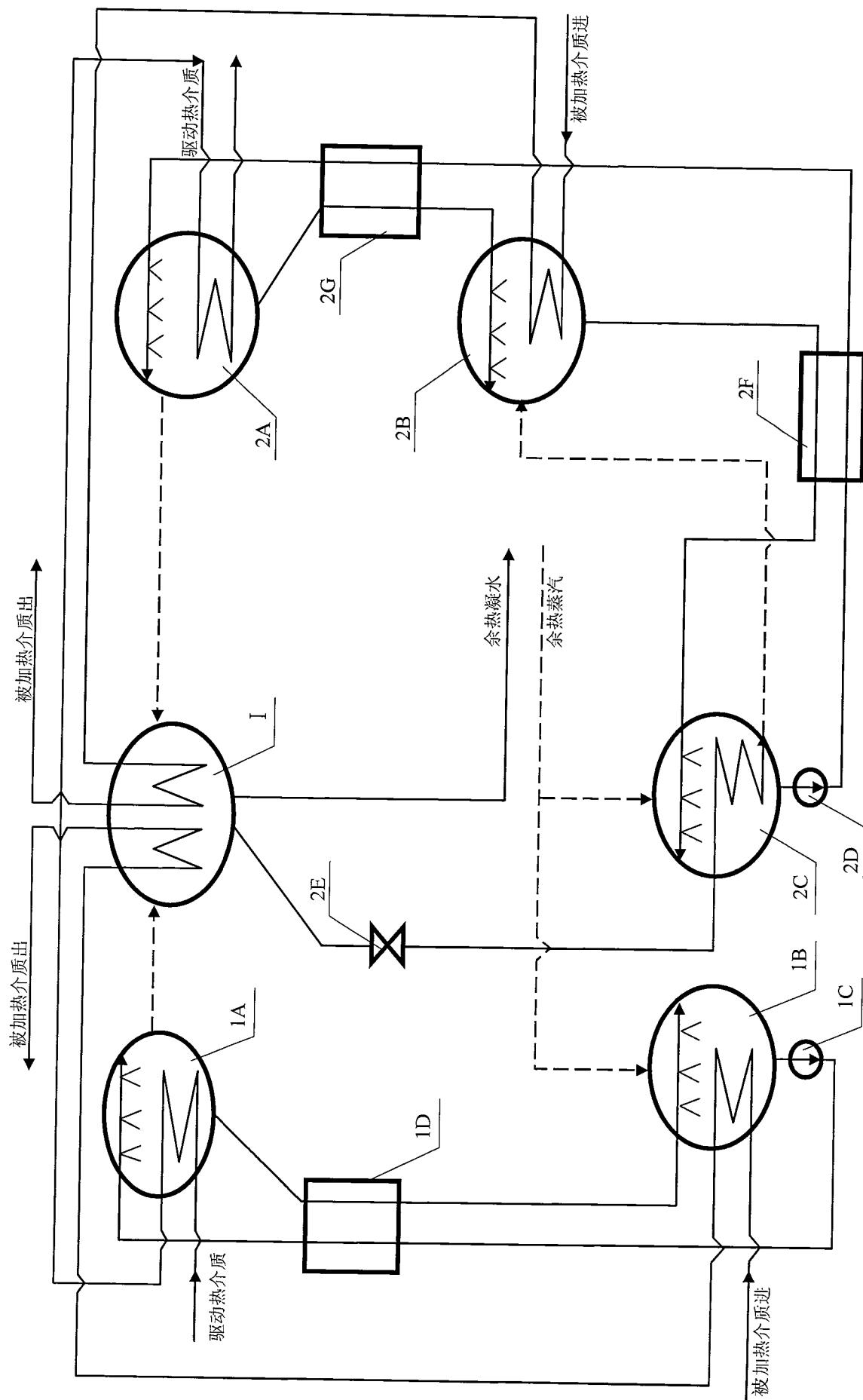


图 5

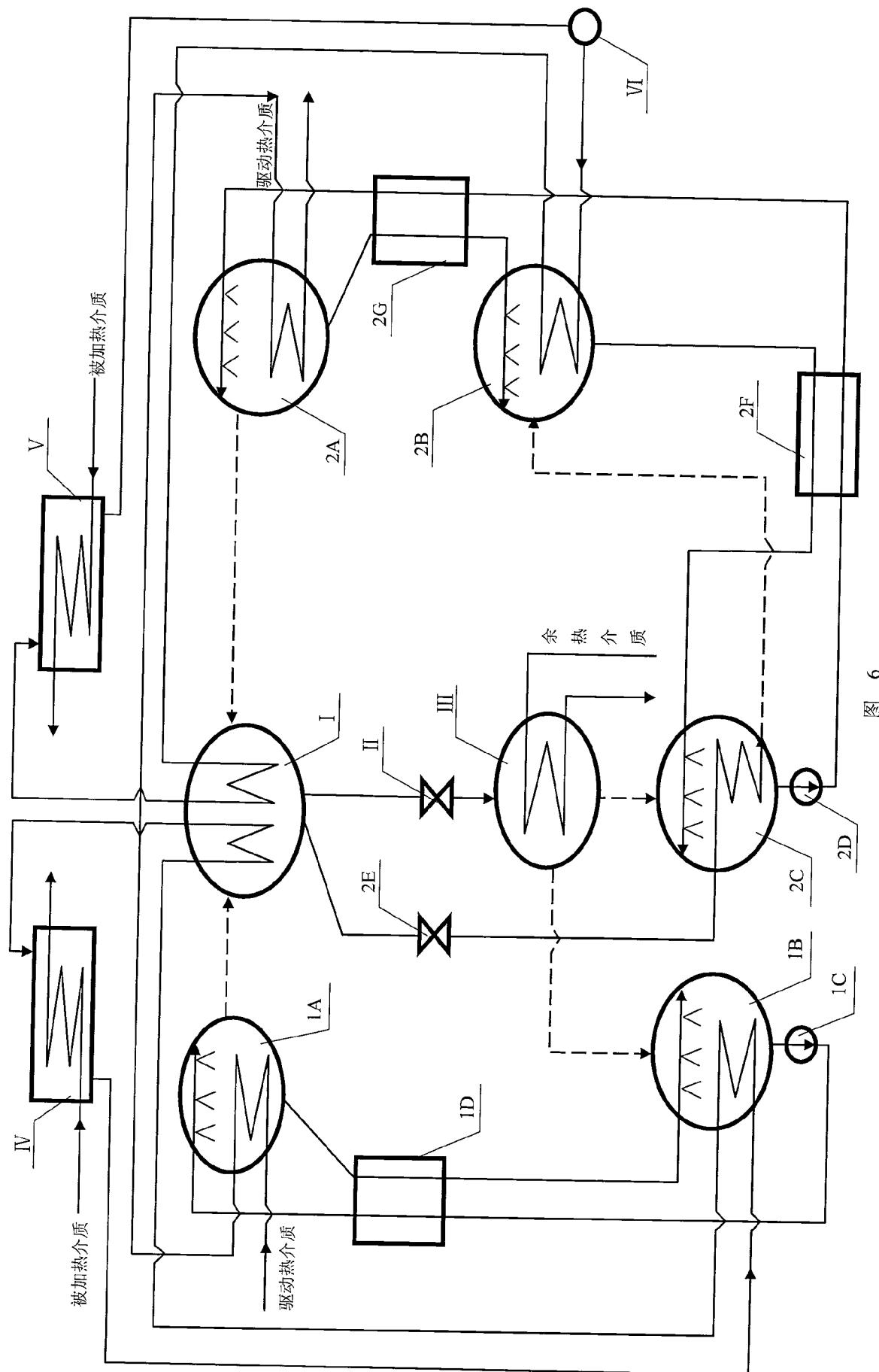


图 6