

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 30/02 (2006.01)

F25B 30/06 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520136550.2

[45] 授权公告日 2007年3月28日

[11] 授权公告号 CN 2884061Y

[22] 申请日 2005.12.23

[21] 申请号 200520136550.2

[73] 专利权人 中国科学院理化技术研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村北一条2号

[72] 设计人 田长青 徐洪波

[74] 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司

代理人 王凤华

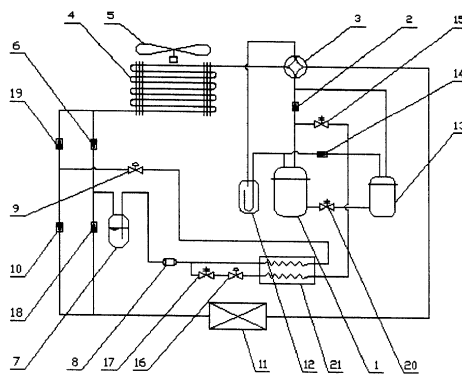
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

[54] 实用新型名称

可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置

[57] 摘要

本实用新型的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，包括：装在普通热泵装置制冷剂回路中的中间冷却支路；在低压级压缩机出口和高压级压缩机入口间设置包括第二电磁阀的通路；在低压级压缩机排气管路上，在其与上述通路的连接点和低压级与高压级压缩机的排气管路的连接点之间设置第五单向阀；在高压级压缩机的吸气管路上，在其与低压级压缩机的吸气管路的连接点和高压级压缩机与中间冷却支路所连接点之间设置第六单向阀。该在夏季制冷工况与冬季单级制热工况下，低压级压缩机和高压级压缩机并联运行；当室外环境温度降低，通过流程改变，将单级压缩热泵循环转化为双级压缩热泵循环，不用辅助热源即可满足寒冷地区冬季供暖需要。



1、一种可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，包括：

由低压级压缩机（1）、高压级压缩机（13）、四通阀（3）、室外风冷换热器（4）、第一单向阀（6）、第二单向阀（10）、第三单向阀（18）、第四单向阀（19）、高压储液器（7）、节流装置（9）、室内换热器（11）、气液分离器（12）以及连接管道构成的压缩机并联的普通热泵装置，和安装在所述压缩机并联的普通热泵装置的制冷剂回路中的中间冷却支路；所述中间冷却支路包括由依次串联的第一电磁阀（17）、中间节流装置（16）和中间冷却器（21）；其特征在于，还包括：

在低压级压缩机（1）出口和高压级压缩机（13）入口之间设置包括第二电磁阀（15）的通路；

在低压级压缩机（1）的排气管路上，在低压级压缩机（1）与包括第二电磁阀（15）的通路的连接点和低压级压缩机（1）与高压级压缩机（13）的排气管路的连接点之间，设置第五单向阀（2）；

在高压级压缩机（13）的吸气管路上，在高压级压缩机（13）与低压级压缩机（1）的吸气管路的连接点和高压级压缩机（13）与中间冷却支路所连接点之间，设置第六单向阀（14）。

2、按权利要求1所述的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，其特征在于，所述低压级压缩机和高压级压缩机为相同或不同型号的压缩机。

3、按权利要求1所述的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，其特征在于，所述的低压级压缩机与高压级压缩机的数量比为1：1；2：1；3：1或5：2。

4、按权利要求1所述的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，其特征在于，所述的低压级压缩机与高压级压缩机为定容量压缩机或变容量压缩机。

5、按权利要求1所述的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，其特征在于，所述的室内换热器（11）为风冷换热器或水冷换热器。

6、按权利要求1所述的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，其特征在于，所述的节流装置（9）和中间节流装置（16）为热力膨胀阀、电子膨胀阀或毛细管。

可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置

技术领域

本实用新型属于制冷空调技术领域的低温空气源热泵装置，特别是涉及一种在寒冷地区冬季室外低温环境条件下能高效可靠制热的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置。

背景技术

二十世纪九十年代以来，空气源热泵在我国长江中下游、华南及西南等传统的非采暖区得到了广泛地应用，它以较低的能量消耗很好地满足了该地区冬季采暖的要求。但在我国黄河流域、华北等地区一直是以燃煤、燃油和电暖气作为冬季采暖的主要手段。由于黄河流域及华北等地区气温较低，采用普通空气源热泵系统，其制热能力和性能系数大大降低，且压缩机排气温度超温，系统频繁启停，无法正常工作。因此普通空气源热泵系统无法满足寒冷地区冬季的采暖需求。

为解决空气源热泵在寒冷地区应用问题，除了目前采用辅助热源的方法外，国内外对空气源热泵进行了许多技术改进。日本学者 Horiuchi N 提出在室外低温时采用煤油加热器加热辅助蒸发器来提高热泵制热量和制热性能系数；日本学者 Masaji Yamagami 提出采用变频压缩机，当环境温度降低时，通过提高压缩机转速来增加系统制热量，同时向压缩机工作腔内喷液来降低压缩机排气温度；马国远等人提出带有经济器的涡旋压缩机准二级压缩系统，提高了系统的制热量和制热性能系数；马最良等人提出双级耦合热泵系统，利用空气源热泵从室外空气中吸取热量，制取 10~20℃ 的水作为水源热泵的低位热源，再制取较高温热水向建筑物供暖；加拿大的 S. M. Sami 和 P. J. Tulej 提出使用非共沸制冷剂来改善热泵在低温环境下的制热性能。以上方法从不同方面不同程度地提高了空气源热泵用于寒冷地区的适应性，但是都没有很好地解决这个问题。

为此，本申请的发明人曾提出过一种适合寒冷地区使用的双级压缩低温热泵

装置（中国实用新型专利 ZL02200545.5）的结构是：在由压缩机、四通阀、室外风冷换热器、热力膨胀阀、单向阀、高压储液器、干燥过滤器、室内换热器、气液分离器、水泵及连接管道以及制冷剂和水路连接管构成的普通热泵装置的制冷剂回路中增设一由高压级压缩机、高压级四通阀、中间节流热力膨胀阀、电磁阀、中间冷却器和制冷剂连接管构成的高压级单元。该高压级压缩机排气温度低于 120℃，制热量可以满足用户要求，系统运行稳定可靠，可以在 -18℃ 以上的室外低温环境中不用辅助热源满足寒冷地区冬季供暖需要。但是该双级压缩低温热泵装置在制冷工况与单级制热工况下，高压级压缩机不投入运行；只有当室外环境温度较低时高压级压缩机才启动，这就使得高压级压缩机大部分时间处于闲置状态，造成很大的浪费。

发明内容

本实用新型的目的在于提供一种可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，可以解决上述双级压缩低温热泵装置在制冷工况与单级制热工况下，高压级压缩机不投入运行而造成大部分时间处于闲置状态的缺陷。

本实用新型的技术方案如下：

本实用新型提供的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，包括：

由低压级压缩机 1、高压级压缩机 13、四通阀 3、室外风冷换热器 4、第一单向阀 6、第二单向阀 10、第三单向阀 18、第四单向阀 19、高压储液器 7、节流装置 9、室内换热器 11、气液分离器 12 以及连接管道构成的压缩机并联的普通热泵装置，和安装在所述压缩机并联的普通热泵装置的制冷剂回路中的中间冷却支路；所述中间冷却支路包括由依次串联的第一电磁阀 17、中间节流装置 16 和中间冷却器 21；其特征在于，还包括：

在低压级压缩机出口和高压级压缩机 13 入口之间的连接管路上设置包括第二电磁阀 15 的通路；

在低压级压缩机的排气管路上，在低压级压缩机与包括第二电磁阀 15 通路的连接点和低压级压缩机与高压级压缩机 13 的排气管路的连接点之间，设置第五单向阀 2；

在高压级压缩机 13 的吸气管路上，在高压级压缩机 13 与低压级压缩机的吸气管路

的连接点和高压级压缩机 13 与中间冷却支路所连接点之间，设置第六单向阀 14。

所述低压级压缩机和高压级压缩机 13 为相同或不同型号的压缩机。所述的低压级压缩机与高压级压缩机为定容量压缩机或变容量压缩机。所述的低压级压缩机与高压级压缩机的数量比为 1: 1; 2: 1; 3: 1 或 5: 2。

所述的室内换热器 11 为风冷换热器或水冷换热器。所述的节流装置 9 和中间节流装置 16 为热力膨胀阀、电子膨胀阀或毛细管。

本实用新型是在压缩机并联的普通热泵装置回路基础上通过改变系统流程和增设中间冷却支路构成的。该热泵装置的典型特征是在夏季制冷工况与冬季单级制热工况下，低压级压缩机和高压级压缩机并联运行，按普通空气源热泵装置流程运行，具有普通空气源热泵装置的性能和效用；当室外环境温度降低，导致系统性能下降时，热泵装置通过阀门转换，将单级压缩热泵循环转化为双级压缩热泵循环，增大高压液态制冷剂的过冷度，提高系统制热能力，降低高压级压缩机排气温度。实施结果表明，该热泵装置在冷凝温度 50℃和蒸发温度-25℃工况下，系统制热性能系数高于 2.0，高压级压缩机排气温度低于 120℃，制热量可以满足用户要求；系统运行稳定可靠，可以在 -18℃以上的室外低温环境中不用辅助热源即可满足寒冷地区冬季供暖需要。

本实用新型提供的可实现双级压缩的并联压缩机低温空气源热泵装置，拓展了空气源热泵在寒冷地区的冬季供暖应用，为寒冷地区冬季供暖提供了一种节能和环保的新途径。与中国实用新型专利 ZL02200545.5 相比，高压级压缩机在制冷工况与单级制热工况下仍可以使用，避免了高压级压缩机大部分时间闲置的状态，提高了装置整体利用率。

附图说明

附图 1 本实用新型（实施例 1）的结构示意图；

附图 2 本实用新型（实施例 2）的结构示意图。

具体实施方式

实施例 1 为由一台低压级压缩机和一台高压级压缩机组成的双级压缩低温空气

源热泵装置：

图 1 是实现双级压缩的低温空气源热泵装置结构示意图，也是其制冷剂管路连接原理图。本实施例是在两台并联压缩机（低压级压缩机 1 和高压级压缩机 13）普通热泵装置回路基础上，在干燥过滤器 8 出口和高压级压缩机 13 入口之间的连接管线上，增加了包括依次串连的第一电磁阀 17、中间节流装置 16 和中间冷却器 21 组成的中间冷却支路；

在低压级压缩机 1 出口和高压级压缩机 13 入口之间的连接管路上增加了包括电磁阀 15 的通路；在低压级压缩机 1 排气管路上，在低压级压缩机 1 与上述包括电磁阀 15 的通路的第一连接点；在低压级压缩机 1 排气管路上，在高压级压缩机 13 与高压级压缩机 13 排气管路的第二连接点；在第一连接点与第二连接点之间设置第五单向阀 2；

在高压级压缩机 13 的吸气管路上，在高压级压缩机 13 与低压级压缩机 1 的吸气管路的连接点和高压级压缩机 13 与中间冷却支路的连接点之间设置单向阀 14；在夏季工况和冬季单级制热工况下，根据冷量或热量需求，可选择单独开启一台压缩机或两台压缩机并联运行；在冬季室外温度较低情况下，该系统可通过阀门切换流程，转变为双级压缩热泵系统。

制冷工况时第一电磁阀 15 和第二电磁阀 17 均关闭，其工作原理为：（1）在夏季制冷工况下，如果冷量需求不大，根据冷量需求情况开启低压级压缩机或高压级压缩机。如果开启低压级压缩机 1，低温低压的气态制冷剂由低压级压缩机 1 压缩成为高温高压的气态制冷剂，经第五单向阀 2、四通阀 3 流入室外风冷换热器 4 中，经室外空气冷却而冷凝成为高压液体，再通过第一单向阀 6 进入高压贮液器 7 中；由高压贮液器 7 流出的高压液态制冷剂流经干燥过滤器 8 和中间冷却器 21 的高压液体通道，经节流装置 9（可以是热力膨胀阀，可以是电子膨胀阀，也可以是毛细管）节流降压成为低温低压的气液两相制冷剂，并经单向阀 10 进入室内换热器 11，在此液态制冷剂吸收热量蒸发成为低温低压的气态制冷剂，实现制冷目的；低温低压的气态制冷剂经四通阀 3、气液分离器 12 返回低压级压缩机 1，完成制冷循环。（2）如果开启高压级压缩机 13，低温低压的气态制冷剂由高压压缩机 13 压缩成为高温高压的气态制冷剂，经四通阀 3 然后经过与开启低压级压缩机 1 相同的路线到达气液分离器 12，再经过第六单向阀 14 返回高压压缩机 13，

完成制冷循环。(3) 当冷量需求较大时, 需要同时开启两台压缩机(即低压级压缩机 1 和高压级压缩机 13), 此时低压级和高压级压缩机并联运行; 低温低压的气态制冷剂分别由低压级压缩机 1 和高压级压缩机 13 压缩成为高温高压的气态制冷剂, 由低压级压缩机 1 压缩的高温高压气态制冷剂经第五单向阀 2 和由高压级压缩机 13 压缩的高温高压气态制冷剂在四通阀 3 前汇合, 然后经与只开启低压级压缩机 1 时相同的路线到达气液分离器 12, 此时低温低压的气态制冷剂分为两路, 一路直接返回低压级压缩机 1, 另一路经第六单向阀 14 返回高压级压缩机 13, 完成制冷循环。

单级制热工况时第一电磁阀 15 和第二电磁阀 17 均关闭, 其工作原理为: (1) 在冬季单级制热工况下, 如果热量需求不大, 只需开启低压级压缩机 1 或高压级压缩机 13。如开启低压级压缩机 1, 低温低压的气态制冷剂由低压级压缩机 1 压缩成为高温高压的气态制冷剂, 经第五单向阀 2、四通阀 3, 进入室内换热器 11, 在此高温高压的气态制冷剂释放热量冷却成为高压液体, 实现制热目的; 高压制冷剂液体经第三单向阀 18 进入高压贮液器 7 中; 由高压贮液器 7 流出的高压液态制冷剂经干燥过滤器 8 和中间冷却器 21 的高压液体通道, 进入节流装置 9 节流降压成为低温低压的气液两相制冷剂, 再经第四单向阀 19 进入室外换热器 4 中, 液态制冷剂蒸发吸收室外空气热量成为低温低压的气态制冷剂, 再流经四通阀 3、气液分离器 12 返回压缩机 1, 完成制热循环。(2) 如果开启高压级压缩机 13, 低温低压的气态制冷剂由高压级压缩机 13 压缩成为高温高压的气态制冷剂, 经四通阀 3 然后经过与开启低压级压缩机时相同的路线到达气液分离器 12, 再经过第六单向阀 14 返回压缩机 13, 完成制热循环。(3) 当热量需求较大, 则同时开启两台低压级, 此时低压级和高压级压缩机并联运行。低温低压的气态制冷剂分别由低压级压缩机 1 和高压级压缩机 13 压缩成为高温高压的气态制冷剂, 由低压级压缩机 1 压缩的高温高压气态制冷剂经第五单向阀 2 和由高压级压缩机 13 压缩的高温高压的气态制冷剂在四通阀 3 前汇合, 然后经与只开启低压级压缩机 1 时相同的路线到达气液分离器 12, 此时低温低压的气态制冷剂分为两路, 一路直接返回低压级压缩机 1, 另一路经第六单向阀 14 返回高压级压缩机 13, 完成制热循环。

双级制热工况的工作原理: 在室外环境温度较低时, 将该装置转变为双级压缩低温热泵系统, 此时第一电磁阀 15 和第二电磁阀 17 均开通。一方面, 低温低

压的气态制冷剂由低压级压缩机 1 压缩成为中温中压的气态制冷剂，经第二电磁阀 15 流向高压级压缩机 1 的吸气管路；另一方面，由高压贮液器 7 流出并通过干燥过滤器 8 的高压液态制冷剂分为两路，一小部分经第一电磁阀 17 进入中间节流装置 16（可以是热力膨胀阀，可以是电子膨胀阀，也可以是毛细管），在此节流成中温中压的气液两相制冷剂后进入中间冷却器 21 的中温中压制冷剂通道，吸收流经中间冷却器 21 高温高压液态制冷剂通道内液态制冷剂的热量而蒸发，同时使高温高压液态制冷剂得到充分的过冷；从中间冷却器出来的中温中压制冷剂蒸气与由第二电磁阀 15 流出的温度较高的中压制冷剂蒸气混合后进入高压级压缩机 13，经高压级压缩机 13 压缩成高温高压气态制冷剂，再经四通阀 3 流入室内换热器 11，冷凝放热达到制热目的；高温高压的制冷剂蒸气在冷凝成为高温高压液体，再通过第三单向阀 18 进入高压贮液器 7 中；由高压贮液器 7 流出的高压液态制冷剂首先经过干燥过滤器 8，然后一小部分经第一电磁阀 17、中间节流装置 16 进入中间冷却器 21 的中温中压制冷剂通道，大部分高压液态制冷剂流经中间冷却器 21 高温高压制冷剂通道，吸收中温中压制冷剂通道内制冷剂的蒸发潜热而实现大幅度的过冷；得到充分过冷的高压液态制冷剂，经节流装置 9 节流降压成为低温低压的气液两相制冷剂，通过第四单向阀 19 后再进入室外换热器 4，在此液态制冷剂吸收室外空气的热量蒸发成低温低压的气态制冷剂，再流经四通阀 3、气液分离器 12 返回的压级压缩机 1，完成制热循环。这样采用双级压缩降低了高压级压缩机排气温度，大幅度增加了液态制冷剂的过冷度，使得单位质量制冷剂能从空气中获取更多的热量，并且中间冷却器支路的制冷剂也增加了室内换热器的制冷剂流量，从而提高了空气源热泵低温工况运行的性能系数和制热能力。

均油装置：保持高压级压缩机和低压级压缩机的油面在同一个水平面上，并将两台压缩机的下部连通，用均油电磁阀 20 控制开关。在制冷工况和单级制热工况情况下，均油电磁阀 20 保持开启。在双级制热工况下，当机组开启时均油电磁阀 20 关闭；当热泵机组停机时，打开均油电磁阀数分钟，然后再关闭均油电磁阀。

实施例 2 为由两台低压级压缩机和一台高压级压缩机组成的双级压缩低温空气源热泵装置：

相对于图 1 而言，本实施例在低压级又增加了一台低压级压缩机，从而使系统变为了三台并联的可实现双级压缩低温空气源热泵装置，能适应更大变化范围

的冷热负荷要求。在不同工况下热泵系统的工作原理如下：

制冷工况时第一电磁阀 15 和第二电磁阀 17 均关闭，其工作原理为：（1）在夏季制冷工况下，如果制冷量不是很大，只需开启一台压缩机时，可在三台压缩机之间根据实际需冷量大小选择合适的压缩机。如果开启低压级压缩机 1 或 22，低温低压的气态制冷剂由低压级压缩机 1 或 22 压缩成为高温高压的气态制冷剂，经第五单向阀 2 进入四通阀 3，然后经过与实施例 1 制冷工况开启低压级压缩机相同的路线到达气液分离器 12，返回低压级压缩机 1 或 22，完成制冷循环。（2）如果开启高压级压缩机 13，低温低压的气态制冷剂由高压级压缩机 13 压缩成为高温高压的气态制冷剂，经四通阀 3 然后经过与开启低压级压缩机 1 或 22 时相同的路线到达气液分离器 12，再经过第六单向阀 14 返回压缩机 13，完成制冷循环。（3）如果需冷量较大，需要同时开启两台压缩机时，此时有三种方式可选择：开启压缩机 1、22 或 1、13 或 13、22。以开启压缩机 1 和 13 为例，低温低压的气态制冷剂分成两路分别进入低压级压缩机 1 和高压级压缩机 13，由低压级压缩机 1 压缩的高温高压的气态制冷剂经第五单向阀 2 与由高压级压缩机 13 压缩的高温高压的气态制冷剂在四通阀 3 前汇合，然后经过与开启低压级压缩机 1 或 22 时相同的路线到达气液分离器 12，此时低温低压的气态制冷剂分为两路，一路直接返回压缩机 1，另一路经第六单向阀 14 返回高压级压缩机 13，完成制冷循环。（4）如果需冷量很大，需要同时开启三台压缩机，此时低温低压的气态制冷剂分为三路，分别进入低压级压缩机 1、低压级压缩机 22 和高压级压缩机 13，由低压级压缩机 1 和 22 压缩的高温高压的气态制冷剂在第五单向阀 2 前汇合，经第五单向阀 2 与压缩机 13 压缩的高温高压的气态制冷剂在四通阀 3 前汇合，然后经过与开启低压级压缩机 1 或 22 时相同的路线到达气液分离器 12，此时低温低压的气态制冷剂分为三路，一路返回低压级压缩机 1，一路返回低压级压缩机 22，还有一路经第六单向阀 14 返回高压级压缩机 13，完成制冷循环。

单级制热工况时第一电磁阀 15 和第二电磁阀 17 均关闭，其工作原理为：（1）在单级制热工况下，如果需热量不是很大，只需开启一台压缩机时，可选择一台压缩机运行。以开启低压级压缩机 1 或 22 为例，低温低压的气态制冷剂由压缩机 1 或 22 压缩成为高温高压的气态制冷剂，经第五单向阀 2 进入四通阀 3，然后经过与实施例 1 单级制热工况开启低压级压缩机相同的路线到达气液分离器 12，返

回压缩机 1 或 22，完成制热循环。(2) 如果开启的是高压级压缩机 13，低温低压的气态制冷剂由压缩机 13 压缩成为高温高压的气态制冷剂，经四通阀 3 然后经过与开启低压级压缩机 1 或 22 时相同的路线到达气液分离器 12，再经过第六单向阀 14 返回压缩机 13，完成制热循环。(3) 如果制热量较大，需要同时开启两台压缩机时，此时有三种方式可选择：开启压缩机 1、22 或 1、13 或 13、22。以开启压缩机 1 和 13 为例，低温低压的气态制冷剂分成两路，分别进入压缩机 1 和压缩机 13，由压缩机 1 压缩的高温高压的气态制冷剂经第五单向阀 2 与由压缩机 13 压缩的高温高压的气态制冷剂在四通阀 3 前汇合，然后经过与开启低压级压缩机 1 或 22 时相同的路线到达气液分离器 12，此时低温低压的气态制冷剂分为两路，一路直接返回压缩机 1，另一路经第六单向阀 14 返回压缩机 13，完成制热循环。(4) 如果所需制热量很大，需要同时开启三台压缩机时，此时低温低压的气态制冷剂分为三路分别进入压缩机 1、压缩机 22 和压缩机 13，由压缩机 1 和 22 压缩的高温高压的气态制冷剂在第五单向阀 2 前汇合，经第五单向阀 2 与压缩机 13 压缩的高温高压的气态制冷剂在四通阀 3 前汇合，然后经过与开启低压级压缩机 1 或 22 时相同的路线到达气液分离器 12，此时低温低压的气态制冷剂分为三路，一路返回压缩机 1，一路返回压缩机 13，还有一路经第六单向阀 14 返回压缩机 13，完成制热循环。

双级制热工况的工作原理：在冬季室外温度较低情况下，将该装置转变为双级压缩低温热泵系统，此时第一电磁阀 15 和第二电磁阀 17 均开通。低温低压的气态制冷剂分为两路，分别由压缩机 1 和 22 压缩成为中温中压的气态制冷剂，汇合后经第二电磁阀 15 流向高压级压缩机吸气管，其他同实施例 1 中双级制热工况的路线。

均油装置：保持三台压缩机的油面在同一个水平面上，并将三台压缩机的下部连通，并在压缩机 13 和压缩机 22 的均油管上设置均油电磁阀 20 控制开关。在制冷工况和单级制热工况情况下，均油电磁阀 20 保持开启。在双级制热工况下：当机组开启时均油电磁阀 20 关闭，当热泵机组停机时，打开均油电磁阀数分钟，然后再关闭均油电磁阀。

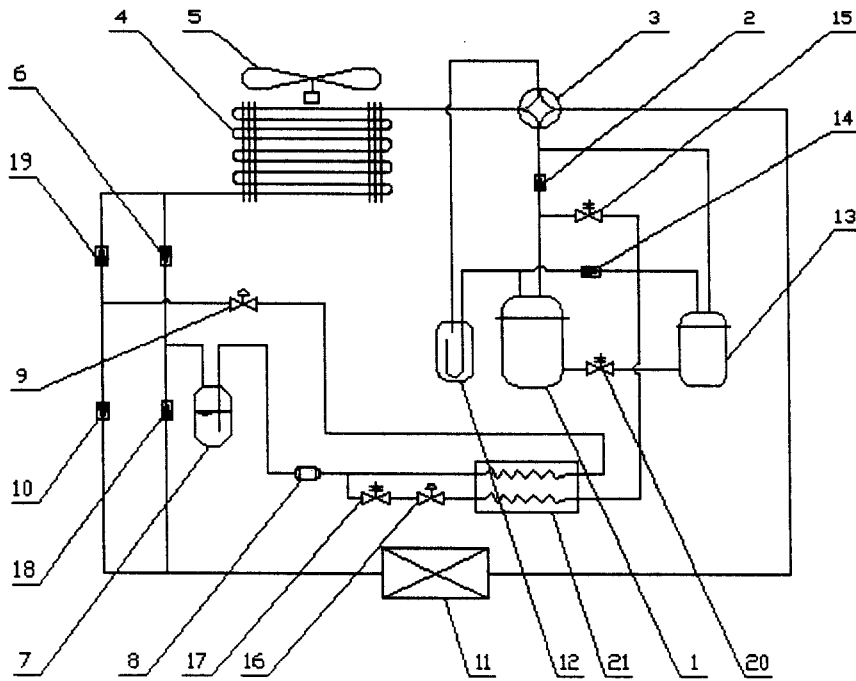


图 1

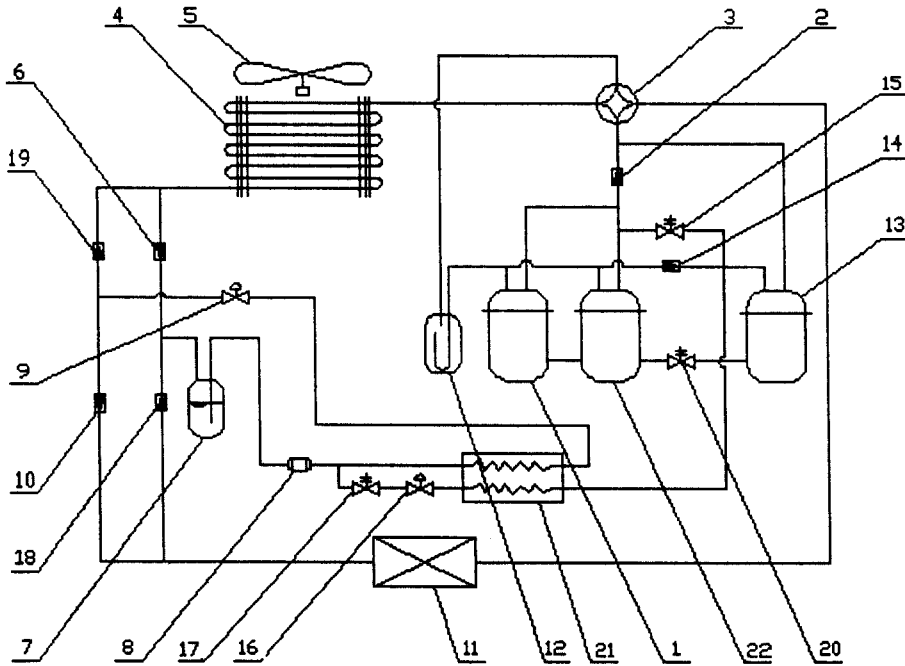


图 2