



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110160185 A

(43)申请公布日 2019.08.23

(21)申请号 201910498291.4

F25B 41/04(2006.01)

(22)申请日 2019.06.10

F24F 110/12(2018.01)

F24F 140/50(2018.01)

(71)申请人 克莱门特捷联制冷设备(上海)有限公司

地址 201419 上海市奉贤区星火开发区白  
云路88号、85号7号厂房

(72)发明人 王飞

(74)专利代理机构 上海湾谷知识产权代理事务  
所(普通合伙) 31289

代理人 肖进

(51)Int.Cl.

F24F 5/00(2006.01)

F24F 11/65(2018.01)

F24F 11/47(2018.01)

F24F 11/84(2018.01)

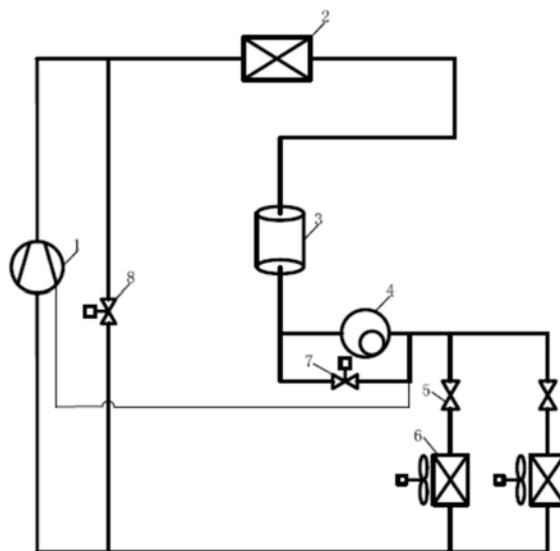
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

## (54)发明名称

一种带自然冷却型空调系统及其控制系统

## (57)摘要

本发明公开了一种带自然冷却型空调系统,包括室内、室外模块。室外模块包括压缩机、冷凝器、储液器、制冷剂泵、旁通阀和旁路阀。室内模块包括节流装置和末端蒸发器。压缩机由一个或多个并联的压缩机构成;冷凝器的入口与压缩机的排气口相连;储液器的入口与冷凝器的出口相连;制冷剂泵的入口与储液器的出口相连;节流装置的入口与制冷剂泵的出口相连;末端蒸发器的入、出口各自与节流装置的出口及压缩机的回气口相连;旁通阀的进、出口各自与制冷剂泵的出、入口相连,旁通阀的出口还与压缩机的冷却电机口连接;旁路阀的进、出口各自与压缩机的排、回气口相连。本发明的空调系统能有效利用昼夜、过渡季节和冬季的室外自然冷源。



1. 一种带自然冷却型空调系统,包括室外模块和室内模块;所述室外模块包括压缩机、冷凝器、储液器和制冷剂泵;所述室内模块包括节流装置和末端蒸发器;所述压缩机由一个压缩机或多个并联的压缩机构成,每个压缩机均具有排气口、回气口以及冷却电机口;所述冷凝器的入口与压缩机的排气口相连;所述储液器的入口与所述冷凝器的出口相连;所述制冷剂泵的入口与所述储液器的出口相连;所述节流装置的入口与所述制冷剂泵的出口相连;所述末端蒸发器的入口与节流装置的出口相连,所述末端蒸发器的出口与所述压缩机的回气口相连;其特征在于,所述室外模块还包括一个旁通阀和一个旁路阀;

所述旁通阀的进口和出口各自与所述制冷剂泵的出口和入口相连,该旁通阀的出口处旁通一小部分冷媒直接输送至压缩机的电机冷却口;

所述旁路阀的进口和出口各自与所述压缩机的排气口与回气口相连。

2. 根据权利要求1所述的带自然冷却型空调系统,其特征在于,所述节流装置为单个电子膨胀阀,或为两个电子膨胀阀并联,或为电子膨胀阀与电磁阀并联,或为电动流量调节阀与电子膨胀阀并联。

3. 根据权利要求1所述的带自然冷却型空调系统,其特征在于,所述冷凝器为风冷冷凝器、水冷冷凝器或蒸发式冷凝器。

4. 根据权利要求1所述的带自然冷却型空调系统,其特征在于,所述室外模块还包括连接在所述储液器与制冷剂泵之间的干燥过滤器和视液镜。

5. 一种基于如权利要求1所述的带自然冷却型空调系统的控制方法,其特征在于,所述空调系统针对不同的室外温度或室内负荷,相应运行于制冷循环模式、混合循环模式、液泵热管循环模式或重力热管循环模式;

当室外没有能利用的自然冷源时,所述空调系统运行于制冷循环模式,此时将所述旁通阀打开,并将所述旁路阀关闭,由所述压缩机、冷凝器、储液器、旁通阀、节流装置、末端蒸发器构成循环回路,由所述旁通阀的出口处旁通一部分制冷剂直接输送至压缩机的电机冷却口进行压缩机电机冷却;

当能利用室外一定的自然冷源时,所述空调系统运行于混合循环模式,此时将所述旁通阀和旁路阀均关闭,由所述压缩机、冷凝器、储液器、制冷剂泵、节流装置、末端蒸发器构成循环回路,由所述旁通阀的出口处旁通一部分制冷剂直接输送至压缩机的电机冷却口进行压缩机电机冷却;

当能利用室外充足的自然冷源时,所述空调系统运行于液泵循环模式,此时将所述旁通阀关闭,旁路阀打开,由所述旁路阀、冷凝器、储液器、制冷剂泵、节流装置、末端蒸发器构成循环回路;

当能利用室外充足的自然冷源,并且所述冷凝器的安装位置与末端蒸发器的安装位置具有一定的高度差时,所述空调系统运行于重力热管循环模式,此时将旁通阀和旁路阀均打开,由所述旁路阀、冷凝器、储液器、旁通阀、节流装置、末端蒸发器构成循环回路。

6. 一种带自然冷却型空调系统,包括室外模块和室内模块;所述室外模块包括压缩机、冷凝器、储液器和制冷剂泵;所述室内模块包括节流装置和末端蒸发器;所述压缩机由一个压缩机或多个并联的压缩机构成,每个压缩机均具有排气口、回气口、喷气口以及冷却电机口;所述冷凝器的入口与压缩机的排气口相连;所述储液器的入口与所述冷凝器的出口相连;所述制冷剂泵的入口与所述储液器的出口相连;所述节流装置的入口与所述制冷剂泵

的出口相连;所述末端蒸发器的入口与节流装置的出口相连,所述末端蒸发器的出口与所述压缩机的回气口相连;其特征在于,所述室外模块还包括一个旁通阀、一个旁路阀、经济器和辅路节流装置;

所述旁通阀的进口和出口各自与所述制冷剂泵的出口和入口相连,该旁通阀的出口处旁通一小部分冷媒直接输送至压缩机的电机冷却口;

所述旁路阀的进口和出口各自与所述压缩机的排气口与回气口相连;

所述经济器的主路进口与所述冷凝器的出液口相连,该经济器的主路出口与所述储液器的进口相连;所述经济器的辅路出口与所述压缩机的喷气口连接;

所述辅路节流装置的两端各自与所述经济器的辅路进口和主路进口连接。

7. 根据权利要求6所述的带自然冷却型空调系统,其特征在于,所述节流装置为单个电子膨胀阀,或为两个电子膨胀阀并联,或为电子膨胀阀与电磁阀并联,或为电动流量调节阀与电子膨胀阀并联。

8. 根据权利要求6所述的带自然冷却型空调系统,其特征在于,所述冷凝器为风冷冷凝器、水冷冷凝器或蒸发式冷凝器。

9. 根据权利要求6所述的带自然冷却型空调系统,其特征在于,所述室外模块还包括连接在所述经济器与储液器之间的干燥过滤器和视液镜。

## 一种带自然冷却型空调系统及其控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于数据中心的带自然冷却型空调系统及其控制系统。

### 背景技术

[0002] 人类已经进入大数据时代,数据中心的规模与数量得到迅猛发展,并成为信息社会的用电大户。为保证数据中心高效可靠运行,需要将数据中心的服务器在运行过程中产生的热量迅速排出。据统计,现代化社会数据中心用电量占全社会总电量的5%。IDC产业调研报告显示,截至2016年,数据中心的规模达到714.5亿元。中国数据中心2016年用电量超过1200亿千瓦时,相当于三峡水电站一年的发电量。对于企业而言,数据中心的用电费用是很大一笔开支,大幅侵蚀企业利润。据统计,机房、基站空调的能耗占其总能耗的40%~50%。数据中心围护结构封闭、显热负荷大、湿负荷小,当在春、秋过渡季节甚至冬季时刻,数据中心室内温度高于室外温度时,传统的空调系统仍运行于压缩制冷模式为机房内部提供冷量,不仅能耗大,并且还存在着压缩机低温启动、润滑效果差、能量调节等问题。为了降低数据中心的能耗,合理配置社会资源,需要对数据中心制冷系统进行优化,其中利用自然冷源是目前解决数据中心机房高能耗问题的首选方式,并且自然冷源为可再生能源。利用室外自然冷源已得到业内学者和工程技术人员的关注,并以不同的形式展开工程技术研究,如新风系统、气-气热交换系统和气-水热交换系统。另外由各类热管构成的复合空调也不断被提出和运用,如重力型分离式热管、液泵动力型分离式热管以及气泵动力型分离式热管。但上述方案大部分局限于小型数据中心机房空调上运用,而对于大型数据中心则还未得到较好运用。

[0003] 发明专利申请ZL201510350859.X提出一种三模式复合冷水机组,该机组具备制冷模式、气泵模式以及重力热管模式,但该方案在制冷模式下性能强化,并存在适用于输送距离较远的场合,故而存在一定不足。

[0004] 发明专利申请ZL201710180390.9提出一种制冷与氟泵驱动自然冷却风冷冷水机组,该机组只有两种工作模式,在自然冷源利用以及制冷性能提升方面具备一定缺陷。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷而提供一种带自然冷却型空调系统及其控制系统,它能有效利用昼夜、过渡季节和冬季的室外自然冷源,大幅度降低运行能耗,具有优异的节能减排效果。

[0006] 实现本发明的目的的第一种技术方案是:一种带自然冷却型空调系统,包括室外模块和室内模块;所述室外模块包括压缩机、冷凝器、储液器和制冷剂泵;所述室内模块包括节流装置和末端蒸发器;所述压缩机由一个压缩机或多个并联的压缩机构成,每个压缩机均具有排气口、回气口以及冷却电机口;所述冷凝器的入口与压缩机的排气口相连;所述储液器的入口与所述冷凝器的出口相连;所述制冷剂泵的入口与所述储液器的出口相连;所述节流装置的入口与所述制冷剂泵的出口相连;所述末端蒸发器的入口与节流装置

的出口相连,所述末端蒸发器的出口与所述压缩机的回气口相连;所述室外模块还包括一个旁通阀和一个旁路阀;所述旁通阀的进口和出口各自与所述制冷剂泵的出口和入口相连,该旁通阀的出口处旁通一小部分冷媒直接输送至压缩机的电机冷却口;所述旁路阀的进口和出口各自与所述压缩机的排气口与回气口相连。

[0007] 上述的带自然冷却型空调系统,其中,所述节流装置为单个电子膨胀阀,或为两个电子膨胀阀并联,或为电子膨胀阀与电磁阀并联,或为电动流量调节阀与电子膨胀阀并联。

[0008] 上述的带自然冷却型空调系统,其中,所述冷凝器为风冷冷凝器、水冷冷凝器或蒸发式冷凝器。

[0009] 上述的带自然冷却型空调系统,其中,所述室外模块还包括连接在所述储液器与制冷剂泵之间的干燥过滤器和视液镜。

[0010] 实现本发明的目的的第二种技术方案是:一种基于本发明的第一种带自然冷却型空调系统的控制方法,针对不同的室外温度或室内负荷,相应运行于制冷循环模式、混合循环模式、液泵热管循环模式或重力热管循环模式;

[0011] 当室外没有能利用的自然冷源时,所述空调系统运行于制冷循环模式,此时将所述旁通阀打开,并将所述旁路阀关闭,由所述压缩机、冷凝器、储液器、旁通阀、节流装置、末端蒸发器构成循环回路,由所述旁通阀的出口处旁通一部分制冷剂直接输送至压缩机的电机冷却口进行压缩机电机冷却;

[0012] 当能利用室外一定的自然冷源时,所述空调系统运行于混合循环模式,此时将所述旁通阀和旁路阀均关闭,由所述压缩机、冷凝器、储液器、制冷剂泵、节流装置、末端蒸发器构成循环回路,由所述旁通阀的出口处旁通一部分制冷剂直接输送至压缩机的电机冷却口进行压缩机电机冷却;

[0013] 当能利用室外充足的自然冷源时,所述空调系统运行于液泵循环模式,此时将所述旁通阀关闭,旁路阀打开,由所述旁路阀、冷凝器、储液器、制冷剂泵、节流装置、末端蒸发器构成循环回路;

[0014] 当能利用室外充足的自然冷源,并且所述冷凝器的安装位置与末端蒸发器的安装位置具有一定的高度差时,所述空调系统运行于重力热管循环模式,此时将旁通阀和旁路阀均打开,由所述旁路阀、冷凝器、储液器、旁通阀、节流装置、末端蒸发器构成循环回路。

[0015] 实现本发明的目的第三种技术方案是:一种带自然冷却型空调系统,包括室外模块和室内模块;所述室外模块包括压缩机、冷凝器、储液器和制冷剂泵;所述室内模块包括节流装置和末端蒸发器;所述压缩机由一个压缩机或多个并联的压缩机构成,每个压缩机均具有排气口、回气口、喷气口以及冷却电机口;所述冷凝器的入口与压缩机的排气口相连;所述储液器的入口与所述冷凝器的出口相连;所述制冷剂泵的入口与所述储液器的出口相连;所述节流装置的入口与所述制冷剂泵的出口相连;所述末端蒸发器的入口与节流装置的出口相连,所述末端蒸发器的出口与所述压缩机的回气口相连;所述室外模块还包括一个旁通阀、一个旁路阀、经济器和辅路节流装置;其中,所述旁通阀的进口和出口各自与所述制冷剂泵的出口和入口相连,该旁通阀的出口处旁通一小部分冷媒直接输送至压缩机的电机冷却口;所述旁路阀的进口和出口各自与所述压缩机的排气口与回气口相

连;所述经济器的主路进口与所述冷凝器的出液口相连,该经济器的主路出口与所述储液器的进口相连;所述经济器的辅路出口与所述压缩机的喷气口连接;所述辅路节流装置的两端各自与所述经济器的辅路进口和主路进口连接。

[0016] 上述的带自然冷却型空调系统,其中,所述节流装置为单个电子膨胀阀,或为两个电子膨胀阀并联,或为电子膨胀阀与电磁阀并联,或为电动流量调节阀与电子膨胀阀并联。

[0017] 上述的带自然冷却型空调系统,其中,所述冷凝器为风冷冷凝器、水冷冷凝器或蒸发式冷凝器。

[0018] 上述的带自然冷却型空调系统,其中,所述室外模块还包括连接在所述储液器与制冷剂泵之间的干燥过滤器和视液镜。

[0019] 本发明的带自然冷却型空调系统及其控制系统具有以下特点,能根据室外温度以及室内负荷大小,调节系统运行状态,使空调系统分别切换为制冷循环模式、混合模式、液泵热管模式或重力热管循环模式,降低了现有空调系统的机组成本,简化了系统结构,降低了维护难度;同时能有效利用昼夜、过渡季节和冬季的室外自然冷源,大幅度降低运行能耗,具有优异的节能减排效果。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明的第一种带自然冷却型空调系统的结构原理图;

[0021] 图2是本发明的带自然冷却型空调系统不含制冷剂泵的结构原理图;

[0022] 图3是本发明的空调系统在制冷循环模式下的结构原理图;

[0023] 图4是本发明的空调系统在混合循环模式下的结构原理图;

[0024] 图5是本发明的空调系统在液泵热管循环模式下的结构原理图;

[0025] 图6是本发明的空调系统在重力热管循环模式下的结构原理图;

[0026] 图7是本发明的第二种带自然冷却型空调系统的结构原理图。

## 具体实施方式

[0027] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。

[0028] 请参阅图1至图6,本发明的第一种带自然冷却型空调系统,包括室外模块和室内模块。室外模块压缩机1、冷凝器2、储液器3、制冷剂泵4、旁通阀7和旁路阀8;其中,

[0029] 压缩机1由一个压缩机或多个并联的压缩机构成;每个压缩机均为具有排气口、回气口以及冷却电机口的磁悬浮压缩机、气悬浮压缩机或离心压缩机;

[0030] 冷凝器2的入口与压缩机1的排气口相连;该冷凝器2为风冷冷凝器、水冷冷凝器或蒸发式冷凝器;

[0031] 储液器3的入口与冷凝器2的出口相连;

[0032] 制冷剂泵4的入口与储液器3的出口相连;

[0033] 旁通阀7的进口和出口各自与制冷剂泵4的出口和入口相连;旁通阀7的出口处旁通一小部分冷媒直接输送至压缩机1的电机冷却口;

[0034] 旁路阀8的进口和出口各自与压缩机1的排气口与回气口相连;

[0035] 室外模块还包括连接在储液器3与制冷剂泵4之间的干燥过滤器和视液镜(图中

未示)；

[0036] 室内模块包括节流装置5和末端蒸发器6；其中，

[0037] 节流装置5的入口与制冷剂泵4的出口相连，该节流装置5具备宽幅调节流量功能并为单个电子膨胀阀，或为两个电子膨胀阀并联，或为电子膨胀阀与电磁阀并联，或为电动流量调节阀与电子膨胀阀并联，并具备宽幅调节流量功能；

[0038] 末端蒸发器6的入口与节流装置5的出口相连，该末端蒸发器6的出口与压缩机1的回气口相连。

[0039] 本发明的第一种带自然冷却型空调系统，当冷凝器2的安装位置与末端蒸发器6的安装位置具有足够的高度差(大于1米)时，可以取消储液器3、制冷剂泵4和旁通阀7，此时系统的具体结构见图2。

[0040] 本发明的第一种带自然冷却型空调系统的控制方法，针对不同的室外温度或室内负荷，相应运行于制冷循环模式、混合循环模式、液泵热管循环模式或重力热管循环模式；

[0041] 当室外没有能利用的自然冷源时，本发明的第一种带自然冷却型空调系统运行于制冷循环模式，此时将旁通阀7打开，旁路阀8关闭；由压缩机1、冷凝器2、储液器3、旁通阀7、节流装置5、末端蒸发器6构成循环回路。由旁通阀7的出口处旁通一小部分冷媒直接输送至压缩机1的电机冷却口，对压缩机1的电机进行冷却；其余制冷工质在末端蒸发器6直接蒸发实现制冷；制冷工质在末端蒸发器6蒸发吸热，完成制冷离开末端蒸发器6后，变成气态制冷剂进入压缩机1进行压缩，然后被压缩机1排出进入冷凝器2，冷却为液态工质，液态工质进入储液器3进行储存，并经过打开的旁通阀7直接进入节流装置5节流降压，再次进入末端蒸发器6进行蒸发吸热，实现制冷目的，如此构成循环。另外从节流装置5前旁通很小一部分冷媒输送至压缩机1的电机冷却口，实现压缩机冷却(见图3)。

[0042] 当能利用室外一定的自然冷源时，本发明的第一种带自然冷却型空调系统的运行于混合循环模式，此时将旁通阀7关闭，旁路阀8关闭，由于此时具备一定的自然冷源，压缩机1的压缩比小，故通过制冷剂泵4的作用补偿压头不足；由压缩机1、冷凝器2、储液器3、制冷剂泵4、节流装置5、末端蒸发器6构成循环回路。制冷工质在末端蒸发器6蒸发吸热，完成制冷离开末端蒸发器6后，变成气态制冷剂进入压缩机1进行压缩，然后被压缩机1排出进入冷凝器2，冷却为液态工质，液态工质进入储液器3进行储存，并经过制冷剂泵4增压作用进入节流装置5节流降压，再次进入末端蒸发器6进行蒸发吸热，实现制冷目的，如此构成循环，并由制冷剂泵4出口处旁通部分制冷剂直接输送至压缩机1的电机冷却口进行压缩机冷却(见图4)。

[0043] 当能利用室外充足的自然冷源时，本发明的第一种带自然冷却型空调系统的运行于液泵热管循环模式，此时将旁通阀7关闭，旁路阀8打开。由旁路阀8、冷凝器2、储液器3、制冷剂泵4、节流装置5、末端蒸发器6构成循环回路。制冷工质在末端蒸发器6蒸发吸热，完成制冷离开末端蒸发器6后，通过打开的旁路阀8直接进入冷凝器2，由于室外自然冷源足够，故制冷剂不需要压缩机1增压再进入冷凝器2冷凝，气态制冷剂直接进入冷凝器2被冷凝成液态制冷剂，经过制冷剂泵4的作用再次通过节流装置5后进入末端蒸发器6进行蒸发吸热，实现制冷目的，如此构成循环(见图5)。

[0044] 当能利用室外充足的自然冷源时，并且冷凝器2的安装位置与末端蒸发器6的安

装位置具有一定的高度差(大于1米)时,本发明的第一种带自然冷却型空调系统还能运行于重力热管循环模式,此时将旁通阀7打开,旁路阀8打开。由旁路阀8、冷凝器2、旁通阀7、节流装置5、末端蒸发器6构成循环回路。制冷工质在末端蒸发器6蒸发吸热,完成制冷离开末端蒸发器6后通过打开的旁路阀8直接进入冷凝器2,由于室外自然冷源足够,故制冷剂不需要压缩机1增压后再进入冷凝器2冷凝,气态制冷剂直接进入冷凝器2被冷凝成液态制冷剂,经过重力作用再次通过节流装置5后进入末端蒸发器6进行蒸发吸热,实现制冷目的,如此构成循环(见图6)。

[0045] 请参阅图7,本发明的第二种带自然冷却型空调系统,包括室外模块和室内模块;室外模块包括压缩机1、冷凝器2、储液器3、制冷剂泵4、旁通阀7、旁路阀8、经济器9和辅路节流装置10;其中,

[0046] 压缩机1由一个压缩机或多个并联的压缩机构成;每个压缩机均为具有排气口、回气口、喷气口以及冷却电机口的磁悬浮压缩机、气悬浮压缩机或离心压缩机;

[0047] 冷凝器2的入口与压缩机1的排气口相连;该冷凝器2为风冷冷凝器、水冷冷凝器或蒸发式冷凝器;

[0048] 储液器3的入口与冷凝器2的出口相连;

[0049] 制冷剂泵4的入口与储液器3的出口相连;

[0050] 旁通阀7的进口和出口各自与制冷剂泵4的出口和入口相连;旁通阀7的出口处旁通一小部分冷媒直接输送至压缩机1的电机冷却口;

[0051] 旁路阀8的进口和出口各自与压缩机1的排气口与回气口相连;

[0052] 经济器9的主路进口与冷凝器2的出液口相连,经济器9的辅路出口与压缩机1的喷气口连接,该经济器9的主路出口与储液器3的进口相连;

[0053] 辅路节流装置10的两端各自与经济器9的辅路进口和主路进口连接;

[0054] 室内模块包括节流装置5和末端蒸发器6;其中,

[0055] 节流装置5的入口与制冷剂泵4的出口相连,该节流装置5为单个电子膨胀阀,或为两个电子膨胀阀并联,或为电子膨胀阀与电磁阀并联,或为电动流量调节阀与电子膨胀阀并联,并具备宽幅调节流量功能;

[0056] 末端蒸发器6的入口与节流装置5的出口相连,该末端蒸发器6的出口与压缩机1的回气口相连。

[0057] 本发明的第二种带自然冷却型空调系统相比第一种带自然冷却型空调系统增加了喷气增焓模式。

[0058] 在运行于制冷循环模式时,将旁通阀7打开,旁路阀8关闭;循环回路由压缩机1、冷凝器2、经济器9的主路、旁通阀7、节流装置5和末端蒸发器6构成循环回路,并由辅路节流装置10、经济器9的辅路以及压缩机1的喷气口构成喷气回路,由旁通阀7出口处旁通部分制冷剂直接输送至压缩机1的电机冷却口进行压缩机电机冷却。

[0059] 在运行于混合循环模式时,将旁通阀7关闭,旁路阀8关闭,循环回路由压缩机1、冷凝器2、经济器9的主路、制冷剂泵4、节流装置5和末端蒸发器6构成循环回路,并由辅路节流装置10、经济器9的辅路以及压缩机1的喷气口构成喷气回路,由制冷剂泵4的出口处旁通部分制冷剂直接输送至压缩机1的电机冷却口进行压缩机电机冷却。

[0060] 在运行于液泵热管循环模式时,将旁通阀7关闭,旁路阀8打开,循环回路冷凝器

2、经济器9的主路、制冷剂泵4、节流装置5、末端蒸发器6以及旁路阀8构成循环回路。

[0061] 在运行于重力热管循环模式时,将旁通阀7打开,旁路阀8打开,循环回路由冷凝器2、经济器9的主路、旁通阀7、节流装置5、末端蒸发器6以及旁路阀8构成循环回路。

[0062] 以上实施例仅供说明本发明之用,而非对本发明的限制,有关技术领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以作出各种变换或变型,因此所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴,应由各权利要求所限定。

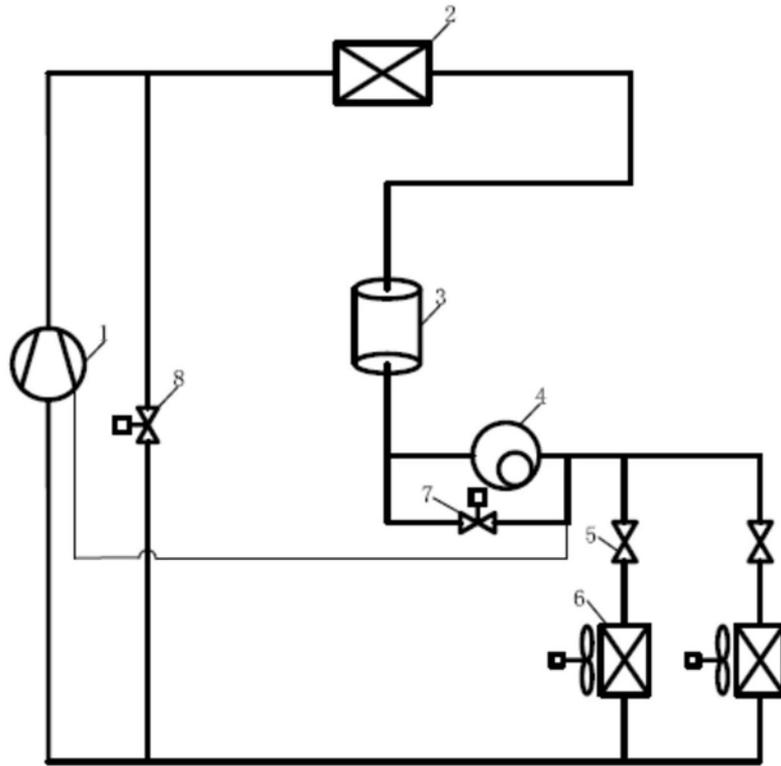


图1

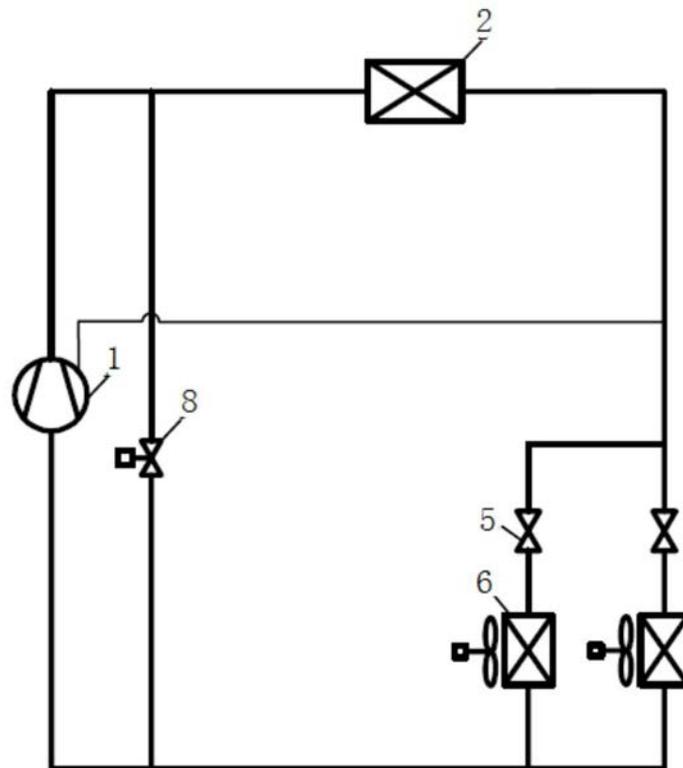


图2

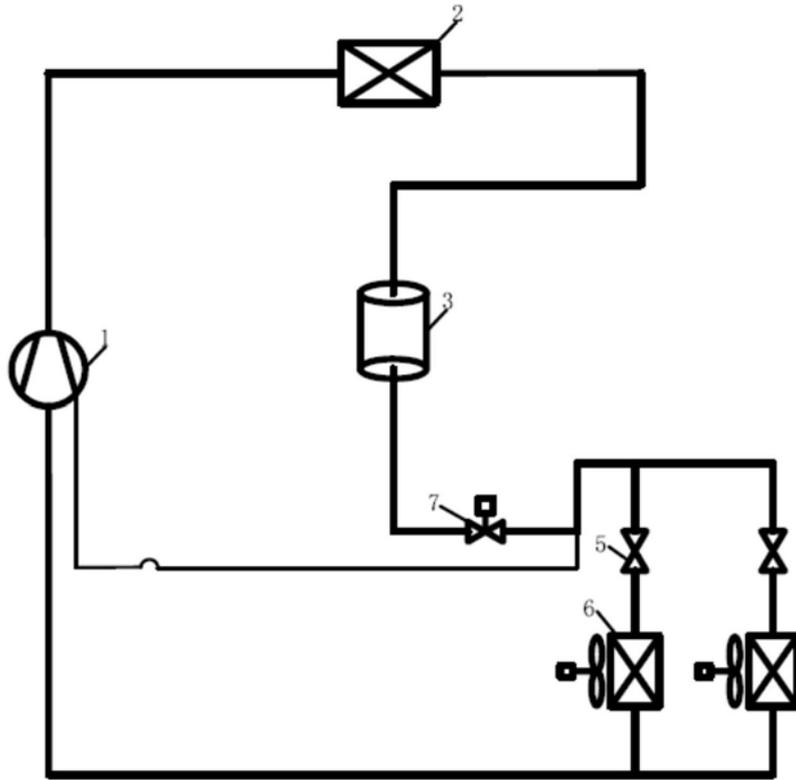


图3

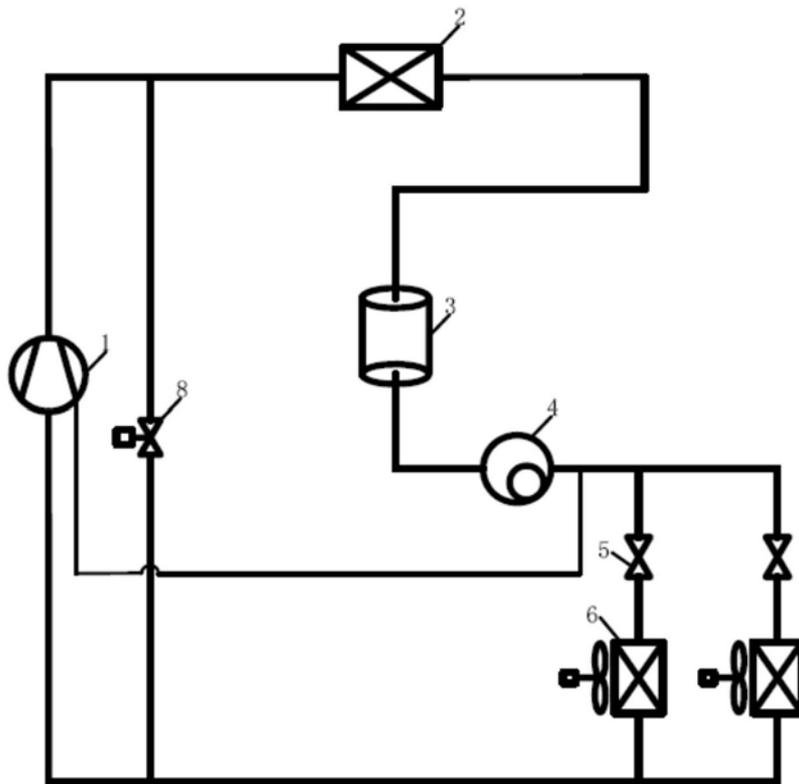


图4

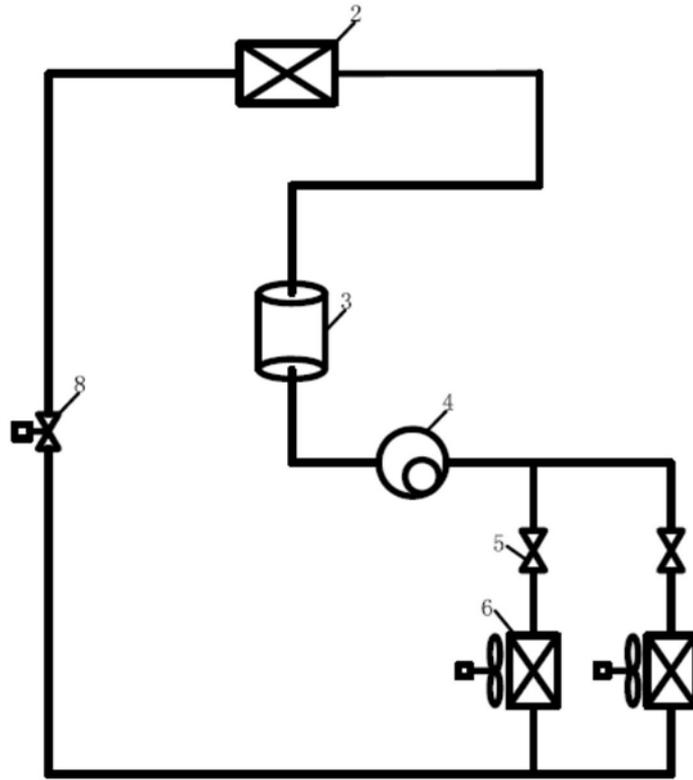


图5

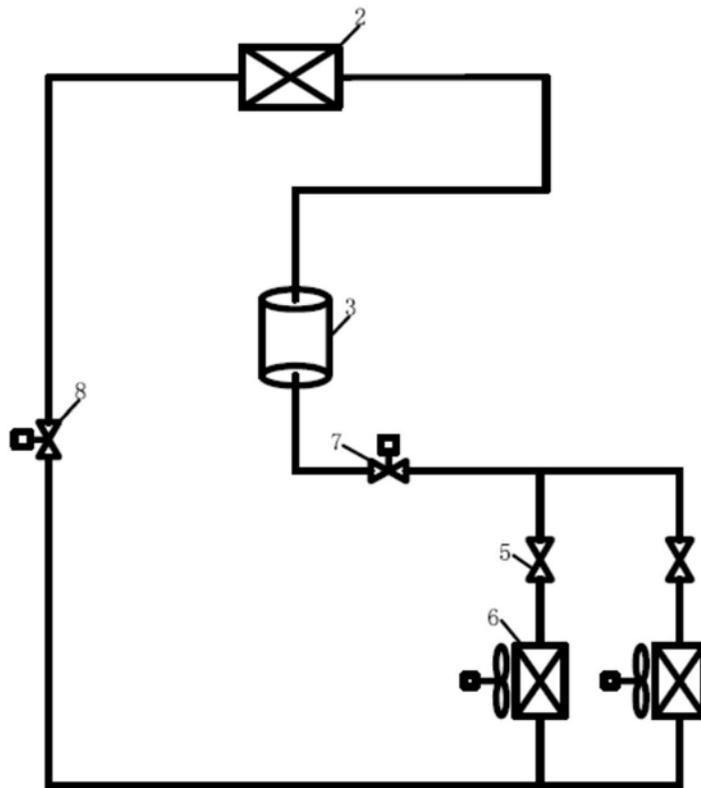


图6

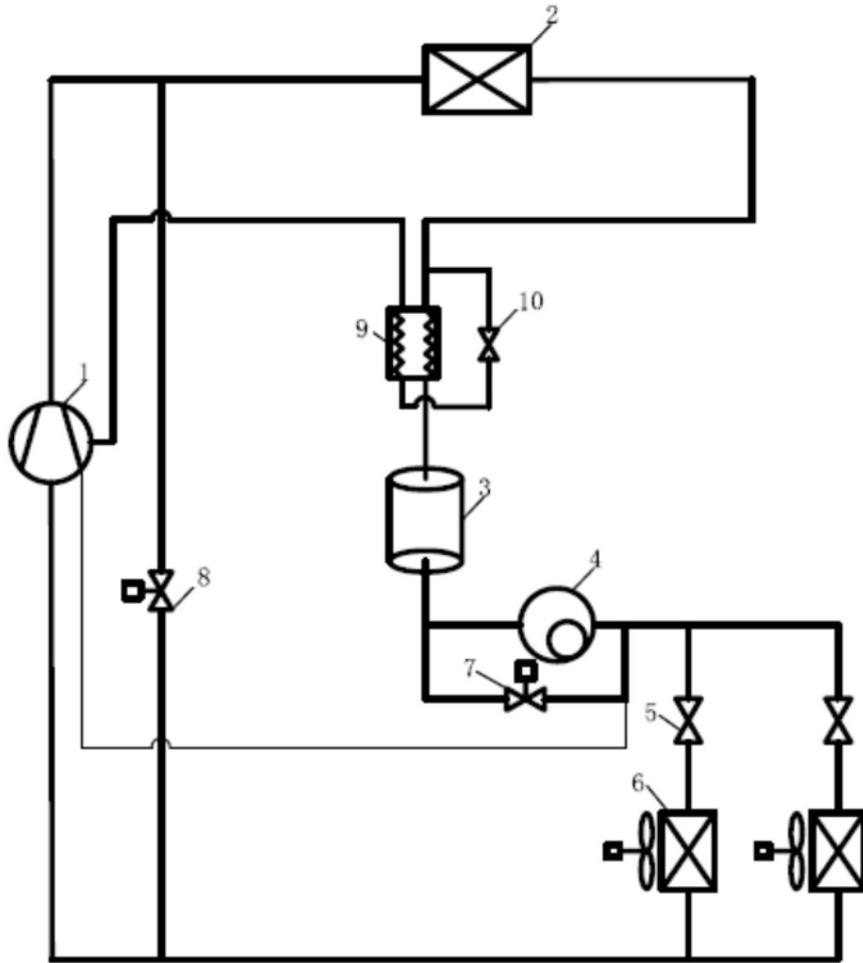


图7