



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110053445 A

(43)申请公布日 2019.07.26

(21)申请号 201910332915.5

H01M 10/625(2014.01)

(22)申请日 2019.04.24

H01M 10/637(2014.01)

(71)申请人 上海理工大学

H01M 10/6571(2014.01)

地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

H01M 10/663(2014.01)

(72)发明人 徐丹 张辛辛 苏林 李康  
方奕栋

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司  
31001

代理人 王晶

(51) Int. Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/14(2006.01)

B60H 1/03(2006.01)

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

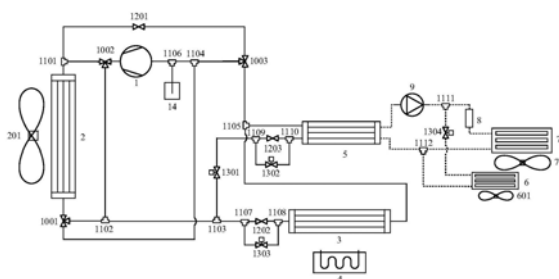
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

电动汽车二次回路热泵空调热管理系统

(57)摘要

本发明涉及一种电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,包括制冷剂回路和冷却液回路,制冷剂回路由压缩机、室外侧换热器、室内侧换热器、乘员舱PTC加热器、气液分离器、热力膨胀阀等组成;冷却液回路由chiller、冷却液泵、电池加热用PTC、电池及电机液冷板等组成;制冷剂回路通过阀门和管道的切换实现制冷制热除湿等不同模式,冷却液回路实现对电池、电机电控设备的散热以及在冬季低温工况下电池的预加热功能。运行时,乘员舱通过制冷剂与室内空气交换热量,保证传热效率最大;冷却液在chiller中与制冷剂换热,可以根据需要增加或减少液冷板数量。本发明的系统,结合乘员舱热管理和电池等发热设备热管理,结构简单、高效节能。



1. 一种电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,包括制冷剂回路和冷却液回路。其特征在于:所述制冷剂回路由压缩机、室外换热器、室外换热器侧风扇、气液分离器、膨胀阀、乘员舱侧PTC加热器、制冷剂管道组成;制冷剂回路中,所述压缩机的出口通过第二三通阀、第一三通管连接室外换热器的进口,室外换热器的出口通过第一三通阀、第二三通管、第三三通管后分成两路:一路经第一电磁阀、第九三通管、第三膨胀阀、第十三三通管连接chiller的进口,另一路经第七三通管、第二膨胀阀、第八三通管连接室内换热器的进口;chiller的出口和室内换热器的出口经第五三通管、第三三通阀、第四三通管、第六三通管连接压缩机的进口;所述第二三通阀与第二三通管之间通过制冷剂管道连接,所述第一三通管与第四三通管之间通过制冷剂管道连接,所述第一三通管与第三三通管之间连接有第一膨胀阀,所述第九三通管与第十三三通管之间连接有第二电磁阀,所述第七三通管与第八三通管之间连接有第三电磁阀;所述第六三通管连接气液分离器;所述冷却液回路由chiller、冷却液泵、冷却液侧PTC加热器、电池及电机液冷板、电池及电机侧冷却风扇、冷却液侧管道组成,所述冷却液泵的出口经第十一三通管后分成两路:一路经PTC加热器连接电池液冷板的进口,另一路经第四电磁阀连接电机液冷板的进口,电池液冷板的出口和电机液冷板的出口通过第十二三通管连接chiller的冷却液进口,chiller的冷却液出口连接冷却液泵的进口。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:所述室内换热器侧面设有乘员舱侧PTC加热器,在冬季热泵不能提供足够热量时开启,维持乘员舱在一定的温度范围内。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:所述电池液冷板和电机液冷板分别设有散热风扇。

4. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:所述第四电磁阀根据电机需求的冷量大小开启或关闭,用于控制冷却液是否流过电机液冷板。

5. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:所述PTC电加热器在冬季低温工况下开启,保证电池能够冷启动。

6. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:所述制冷剂回路中的制冷剂选用R134a;所述冷却液回路中的冷却液选用50%乙二醇溶液。

7. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:制冷模式下,第一三通阀的ab口打开,第二三通阀的bc口打开,第三三通阀的ac口打开,制冷剂经过第二三通阀和第一三通管后进入室外换热器放出热量,经过第一三通阀和第二三通管后进入第三三通管分成两路,一路制冷剂经过第三三通管的B口进入第七三通管后进入第二膨胀阀节流,节流后的制冷剂进入室内换热器吸收乘员舱热量,此时第三电磁阀关闭;另一股制冷剂经过第三三通管的A口进入第一电磁阀,制冷剂通过第九三通管进入第三膨胀阀后进入chiller,降低冷却液温度,此时第二电磁阀关闭;两路制冷剂在第五三通管处汇合,经过第三三通管和第四三通管后进入气液分离器,从气液分离器出来的气体进入压缩机,完成制冷剂侧的制冷循环。

8. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:制热模式下,第一三通阀的bc口打开、第二三通阀的ab口打开,第三三通阀的bc口打开,制冷剂经过第二三通阀和第三三通管,在第三三通管处分成两股,一股制冷剂经过第七三通管的A口

流入第三电磁阀,此时第二膨胀阀为截止状态,制冷剂经过第八三通管后进入室内换热器放出热量后回到第五三通管的C口;另一股制冷剂经过第一电磁阀到达第九三通管后进入第二电磁阀,此时第三膨胀阀为截止状态,制冷剂经过第十三通阀后进入chiller放出热量,然后回到第五三通管的A口;两股制冷剂在第五三通管汇成一股后进入第三三通阀,通过第一膨胀阀后进入室外换热器吸收热量,进过第一三通阀和第四三通管后到达气液分离器,制冷剂气体进入压缩机,完成制冷剂侧的制热循环。

9. 根据权利要求1所述的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,其特征在于:制冷和制热模式下,冷却液回路中的冷却液的走向均无变化,冷却液在冷却液泵的驱动下进入第十一三通管分成两路,一路经过PTC电加热器后进入电池侧液冷板,另一路经过第四电磁阀后进入电机侧液冷板,这两路冷却液在第十二三通管处汇合后进入chiller,完成冷却液回路的循环。

## 电动汽车二次回路热泵空调热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动汽车二次回路热泵空调系统,尤其是一种将乘员舱热管理和电池、电机等发热设备热管理结合在一起的电动汽车二次回路热管理系统。

### 背景技术

[0002] 随着节能减排政策的推进,电动汽车在市场上的占有率越来越高,但是电动汽车的续航里程较短仍然是一个亟需解决的问题,由于电动汽车不像燃油汽车有发动机余热可以利用,因此冬季制热工况下需使用电PTC加热,PTC的使用会降低40%左右的续航里程,COP>1的热泵系统能够很好地解决冬季制热工况下电动汽车续航里程大大降低的问题。

[0003] 除此之外,电动汽车的动力来源是电池,电池组的工作温度有一定的限制,冬季温度过低时,其放电速率大大降低,影响系统运行;电池运行过程中会产生热量,电池组温度过高时,也会降低其效率,甚至有爆炸的危险。电动汽车系统中除了电池和乘员舱需要热管理外,电机、电控设备同样会产生热量,温度过高时,这些设备的运行也存在问题。

### 发明内容

[0004] 为解决现有技术存在的上述技术问题,本发明提供一种电动汽车二次回路热泵空调热管理系统。

[0005] 本发明采用了如下技术方案:

[0006] 一种电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,包括制冷剂回路和冷却液回路,所述制冷剂回路由压缩机、室外换热器、室外换热器侧风扇、气液分离器、膨胀阀、乘员舱侧PTC加热器、制冷剂管道组成;制冷剂回路中,所述压缩机的出口通过第二三通阀、第一三通管连接室外换热器的进口,室外换热器的出口通过第一三通阀、第二三通管、第三三通管后分成两路:一路经第一电磁阀、第九三通管、第三膨胀阀、第十三三通管连接chiller的进口,另一路经第七三通管、第二膨胀阀、第八三通管连接室内换热器的进口;chiller的出口和室内换热器的出口经第五三通管、第三三通阀、第四三通管、第六三通管连接压缩机的进口;所述第二三通阀与第二三通管之间通过制冷剂管道连接,所述第一三通阀与第四三通管之间通过制冷剂管道连接,所述第一三通管与第三三通管之间连接有第一膨胀阀,所述第九三通管与第十三三通管之间连接有第二电磁阀,所述第七三通管与第八三通管之间连接有第三电磁阀;所述第六三通管连接气液分离器;所述冷却液回路由chiller、冷却液泵、冷却液侧PTC、电池及电机液冷板、电池及电机侧冷却风扇、冷却液侧管道组成,所述冷却液泵的出口经第十一三通管后分成两路:一路经PTC加热器连接电池液冷板的进口,另一路经第四电磁阀连接电机液冷板的进口,电池液冷板的出口和电机液冷板的出口通过第十二三通管连接chiller的冷却液进口,chiller的冷却液出口连接冷却液泵的进口。

[0007] 进一步,所述室内换热器侧面设有乘员舱侧PTC加热器,在冬季热泵不能提供足够热量时开启,维持乘员舱在一定的温度范围内。

[0008] 进一步,所述电池液冷板和电机液冷板侧分别设有散热的风扇。

[0009] 进一步,所述第四电磁阀根据电机需求的冷量大小开启或关闭,用于控制冷却液是否流过电机液冷板。

[0010] 进一步,所述冷却液侧PTC电加热器在冬季低温工况下开启,保证电池能够冷启动。

[0011] 进一步,所述制冷剂回路中的制冷剂选用R134a;所述冷却液回路中的冷却液选用50%乙二醇溶液。

[0012] 进一步,制冷模式下,第一三通阀的ab口打开,第二三通阀的bc口打开,第三三通阀的ac口打开,制冷剂经过第二三通阀和第一三通管后进入室外换热器放出热量,经过第一三通阀和第三三通管后进入第三三通管分成两路,一路制冷剂经过第三三通管的B口进入第七三通管后进入第二膨胀阀节流,节流后的制冷剂进入室内换热器吸收乘员舱热量,此时第三电磁阀关闭;另一股制冷剂经过第三三通管的A口进入第一电磁阀,制冷剂通过第九三通管进入第三膨胀阀后进入chiller,降低冷却液温度,此时第二电磁阀关闭;两路制冷剂在第五三通管处汇合,经过第三三通管和第四三通管后进入气液分离器,从气液分离器出来的气体进入压缩机,完成制冷剂侧的制冷循环。

[0013] 进一步,制热模式下,第一三通阀的bc口打开、第二三通阀的ab口打开,第三三通阀的bc口打开,制冷剂经过第二三通阀和第三三通管,在第三三通管处分成两股,一股制冷剂经过第七三通管的A口流入第三电磁阀,此时第二膨胀阀为截止状态,制冷剂经过第八三通管后进入室内换热器放出热量后回到第五三通管的C口;另一股制冷剂经过第一电磁阀到达第九三通管后进入第二电磁阀,此时第三膨胀阀为截止状态,制冷剂经过第十三三通管后进入chiller放出热量,然后回到第五三通管的A口;两股制冷剂在第五三通管汇成一股后进入第三三通管,通过第一膨胀阀后进入室外换热器吸收热量,经过第一三通管和第四三通管后到达气液分离器,制冷剂气体进入压缩机,完成制冷剂侧的制热循环。

[0014] 进一步,制冷和制热模式下,冷却液回路中的冷却液的走向均无变化,冷却液在冷却液泵的驱动下进入第十一三通管分成两路,一路经过PTC电加热器后进入电池侧液冷板,另一路经过第四电磁阀后进入电机侧液冷板,这两路冷却液在第十二三通管处汇合后进入chiller,完成冷却液回路的循环。

[0015] 本发明的有益效果是:

[0016] 本发明的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,在不同的环境工况下开启不同的模式,实现制冷、制热等功能,结构简单。避免冬季工况下仅用PTC加热器提高乘员舱温度,使用热泵系统提高电动汽车的续航里程。通过冷却液回路将电池电机等发热设备的热管理和乘员舱热管理相结合,使用冷却液对电池电机等散热,使用制冷剂直接对乘员舱降温或加热。合理的分配制冷剂的流量,使系统能够高效运行。

[0017] 其中,制冷剂侧管路上接有三通阀,通过控制制冷剂在三通阀中不同的走向来切换系统的运行模式。在chiller的进口管路上设有电磁阀,用来调节chiller侧和室内换热器侧的制冷剂流量。在冷却液回路和制冷剂回路的管道上,多根不同流向的管道连接通过三通接口实现的。制冷剂回路中气液分离器设置在压缩机的进口处,保证进入压缩机的都是气体。在制冷剂回路设有三个膨胀阀,可根据需要选用电子膨胀阀或带截止功能的热力膨胀阀。冷却液侧的PTC加热器设置在电池液冷板的进口处,保证电池在冬季低温工况下能够启动。在冷却液回路中的电机液冷板的入口管道上也设有电磁阀,根据电池和电机不同

的散热量要求调节流量。在冷却液回路的冷却液进口总管路上设有冷却液泵,能够克服管道及其他阻力,确保冷却液在整个系统中循环。液冷板侧还设有风扇,当散热量较小时,可直接使用风扇散热,提高系统效率。

### 附图说明

- [0018] 图1是本发明实施例的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统的连接示意图;
- [0019] 图2是本发明实施例的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统中三通阀ABC口位置;
- [0020] 其中:(a)A口朝下,(b)A口朝上,(c)A口朝右;
- [0021] 图3是本发明实施例的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统中三通管abc口位置;
- [0022] 其中:(a)a口朝左,(b)a口朝下,(c)a口朝右;
- [0023] 图4是本发明实施例的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统的制冷工况运行示意图;
- [0024] 图5是本发明实施例的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统的制热工况运行示意图;
- [0025] 图中的标号为:1-压缩机;2-室外换热器;201-室外换热器侧风扇;3-室内换热器;4-乘员舱侧PTC加热器;5-chiller;6-电机液冷板;601-电机侧冷却风扇;7-电池液冷板;701-电池侧冷却风扇;8-冷却液侧PTC加热器;9-冷却液泵;1001-第一三通阀;1002-第二三通阀;1003-第三三通阀;1101-第一三通管;1102-第二三通管;1103-第三三通管;1104-第四三通管;1105-第五三通管;1106-第六三通管;1107-第七三通管;1108-第八三通管;1109-第九三通管;1110-第十三三通管;1111-第十一三通管;1112-第十二三通管;1201-第一膨胀阀;1202-第二膨胀阀;1203-第三膨胀阀;1301-第一电磁阀;1302-第二电磁阀;1303-第三电磁阀;1304-第四电磁阀;14-气液分离器。

### 具体实施方式

- [0026] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行详细描述。
- [0027] 如图1,图2(a),(b),(c)和图3(a),(b),(c)所示,本发明提供的电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,包括制冷剂回路和冷却液回路。制冷剂回路主要由压缩机1、室外换热器2、室外换热器侧风扇201、室内换热器3、乘员舱侧PTC加热器4、膨胀阀1201~1203、三通管1101~1110、三通阀1001~1103、电磁阀1301~1303、气液分离器14组成。冷却液回路由chiller 5、电机液冷板6、电机侧冷却风扇601、电池液冷板7、电池液冷板701、冷却液侧PTC加热器8、冷却液泵9、三通管1111和1112、电磁阀1304组成。
- [0028] 制冷剂侧,压缩机1的出口管道与第二三通阀1002的c口相连,第二三通阀1002的b口与第一三通管1101的A口相连,第二三通阀1002的a口与第二三通管1102的A口相连。第二三通管1102的B口与第一三通阀1001的a口相连,第二三通管1102的C口连接第三三通管1103的B口。第三三通管1103的A口与第一电磁阀1301连接,第一电磁阀1301的出口与第九三通管1109的B口连接,第九三通管1109的C口与第三膨胀阀1203相连,第三膨胀阀1203的出口与第十三三通管1110的B口相连,第十三三通管1110的A口经过第二电磁阀1302与第九三通

管1109的A口连接,第十三通管1110的C口与chiller5进口相连。第三三通管1103的C口跟第七三通管1107的B口相连,第七三通管1107的A口经过电磁阀1303后与第八三通管1108的A口相连,第七三通管1107的C口经过第二膨胀阀1202与第八三通管1108的B口相连,第八三通管1108的C口连接室内换热器3的进口。第五三通管1105的A口连接chiller5的出口,第五三通管1105的C口连接室内换热器3的出口,第五三通管1105的B口与第三三通阀1003的c口相连,第三三通阀1003的b口经过第一膨胀阀1201后与第一三通管1101的B口相连,第三三通阀1003的a口与第四三通管1104的C口相连,第一三通管1101的C口跟室外换热器2的进口连接。室外换热器2的出口与第一三通阀1001的b口相连,第一三通阀1001的c口和第四三通管1104的A口相连,第四三通管1104的B口与第六三通管1106的C口相连,第六三通管1106的A口与气液分离器1相连,第六三通管1106的B口与压缩机1进口相连。

[0029] 冷却液侧的连接方式如图1中虚线所示,冷却液泵9的出口与第十一三通管1111的B口相连,第十一三通管1111的C口与冷却液侧PTC加热器8的进口相连,冷却液侧PTC加热器8的出口与电池液冷板7的进口相连,电池液冷板7的冷却液出口和第十二三通管1112的C口相连,第十一三通管1111的A口与第四电磁阀1304相连,第四电磁阀1304的出口与电机液冷板6的进口相连,电机液冷板6的冷却液出口和第十二三通管1112的A口相连,第十二三通管1112的B口与chiller5的冷却液进口相连,chiller5的冷却液出口与冷却液泵9相连。

[0030] 制冷模式下系统的运行如图4所示,制冷剂经过第二三通阀1002的bc口和第一三通管1101进入室外换热器2放出热量,然后经过第一三通阀1001的ab口和第二三通管1102后进入第三三通管1103后分成两路,一路制冷剂从第三三通管1103的A口进入第一电磁阀1301,再经过第九三通管1109后经过第三膨胀阀1203节流,节流后的制冷剂通过第十三通管1110进入chiller5,降低冷却液温度,此时第二电磁阀1302关闭。另一股制冷剂从第三三通管1103的3C口进入三通管1107后在第二膨胀阀1202处节流,节流后的制冷剂经过第八三通管1108后进入室内换热器3,吸收乘员舱热量。这两股制冷剂在第五三通管1105处汇合后进入第三三通阀1003,第三三通阀1003的ac口打开,制冷剂经过第三三通阀1003流入第四三通管1104后通过第六三通管1106进入气液分离器14,制冷剂气体从气液分离器14出来后流入压缩机,完成制冷工况下的制冷剂循环。

[0031] 制热模式下系统的运行如图5所示,制冷剂经过第二三通阀1002的2ac口和第二三通管1102后进入第三三通管1103后分成两路,一路制冷剂从第三三通管1103的A口进入第一电磁阀1301,再经过第九三通管1109后通过第二电磁阀1302,然后通过第十三通管1110进入chiller5,此时第三膨胀阀1203截止。另一股制冷剂从第三三通管1103的C口进入三通管1107后进入第三电磁阀1303,然后经过第八三通管1108后进入室内换热器3,向乘员舱释放热量,此时第二膨胀阀1202截止。这两股制冷剂在第五三通管1105处汇合后进入第三三通阀1003,第三三通阀1003的bc口打开,制冷剂经过第三三通阀1003流入第一膨胀阀1201,节流后的制冷剂通过第一三通管1101进入室外换热器2吸收环境中的热量,制冷剂从室外换热器2的出口经过第一三通阀1001的bc口进入第四三通管1104,然后通过第六三通管1106进入气液分离器14,制冷剂气体从气液分离器14出来后流入压缩机,完成制热工况下的循环。

[0032] 冷却液回路的走向与制冷或制热工况无关。冷却液在冷却液泵9的驱动下进入第十一三通管1111分成两路,一路经过冷却液侧PTC电加热器8后进入电池侧液冷板7,另一路

经过第四电磁阀1304后进入电机侧液冷板6,第四电磁阀1304可根据电机和电池的散热量需求调节进入电机液冷板6的冷却液流量,这两路冷却液在第十二三通管1112处汇合后进入chiller5完成冷却液回路的循环。

[0033] 当电池和电机等放热设备的散热量较小时,可以关闭第一电磁阀1301,直接使用电池侧冷却风扇701和电机侧冷却风扇601散热。寒冷天气下,电池冷启动需要热量、热泵系统不能提供足够热量给乘员舱时,可以开启冷却液侧PTC加热器8和乘员舱侧PTC加热器4分别加热冷却液和乘员舱。

[0034] 本发明的作用与技术效果是:

[0035] 根据本实施例的一种电动汽车二次回路热泵空调热管理系统,在不同的环境工况下开启不同的模式,实现制冷、制热等功能,结构简单。不同于传统电动汽车冬季工况下直接使用PTC加热器加热,热泵系统大大提高电动汽车的续航里程。使用冷却液回路将电池电机等发热设备的热管理和乘员舱热管理相结合,冷却液回路对电池电机等散热,使用制冷剂直接对乘员舱降温或加热。合理的分配制冷剂的流量,使系统能够高效运行。



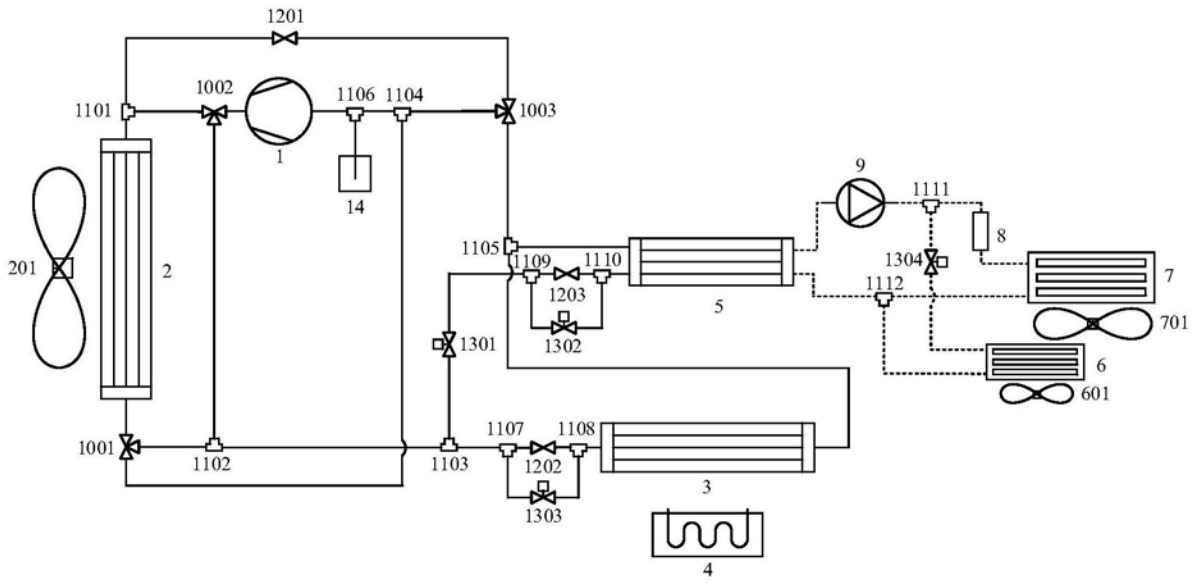


图1

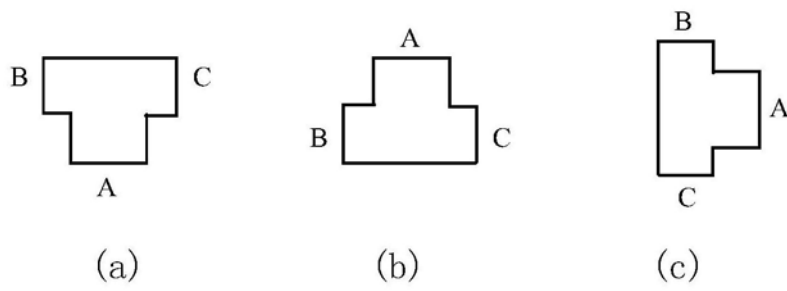


图2

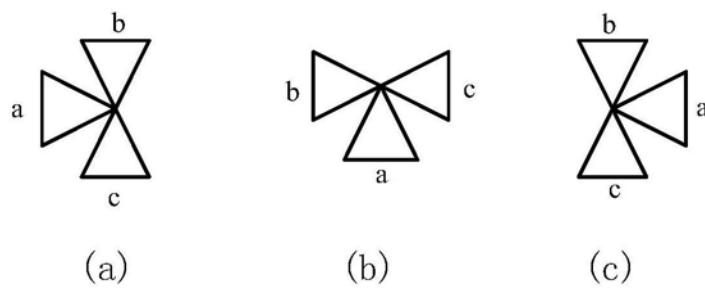


图3

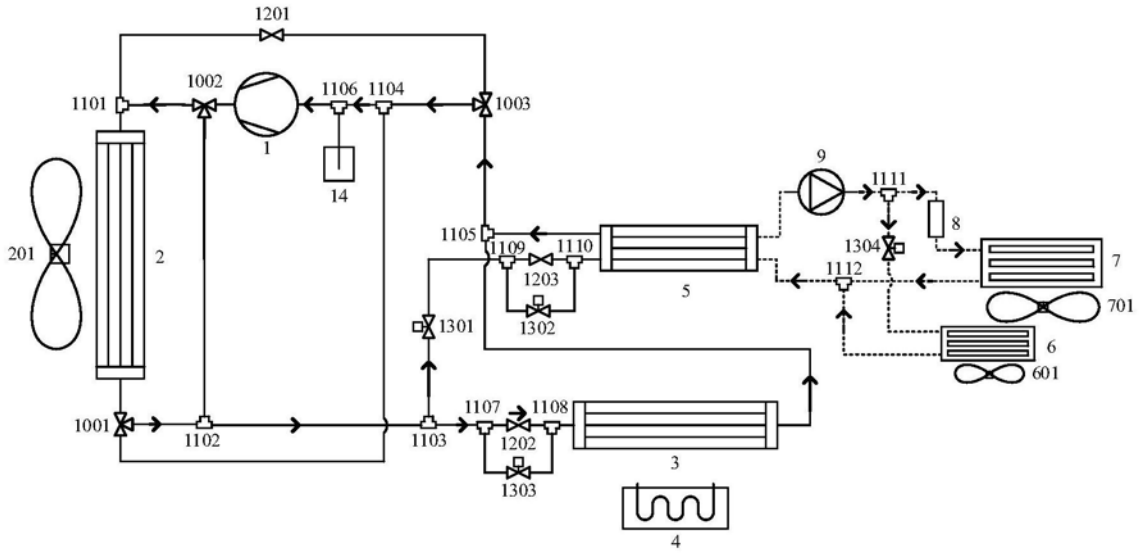


图4

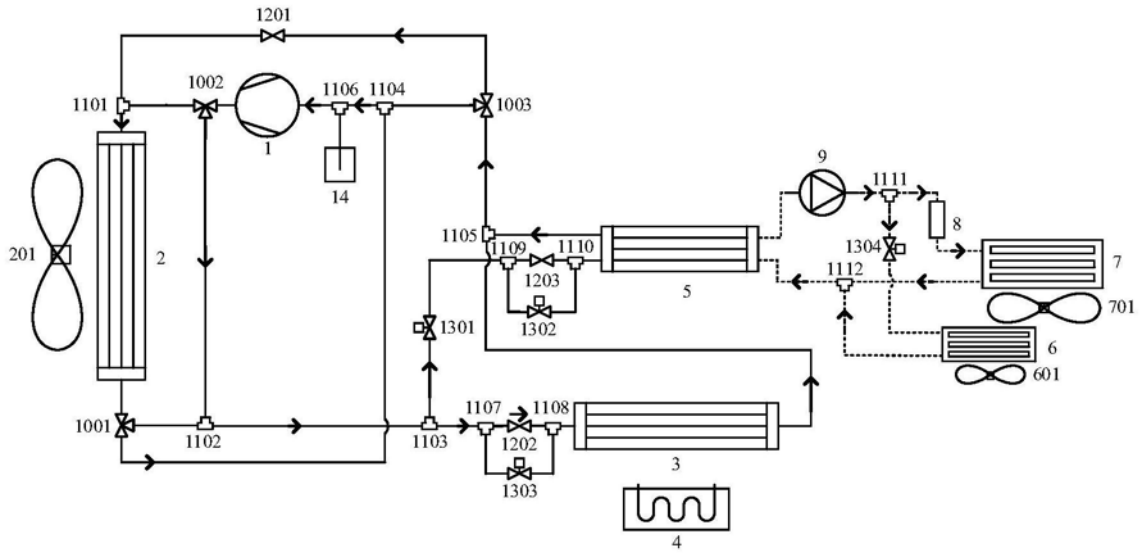


图5