



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111497556 A

(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 202010342082.3

B60L 58/26(2019.01)

(22)申请日 2020.04.27

B60L 58/27(2019.01)

(71)申请人 吉林大学

地址 130025 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 李明 吕然 郭勤 张可欣 秦贵和

(74)专利代理机构 北京专赢专利代理有限公司 11797

代理人 刘梅

(51)Int.Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/32(2006.01)

B60H 1/04(2006.01)

B60H 1/14(2006.01)

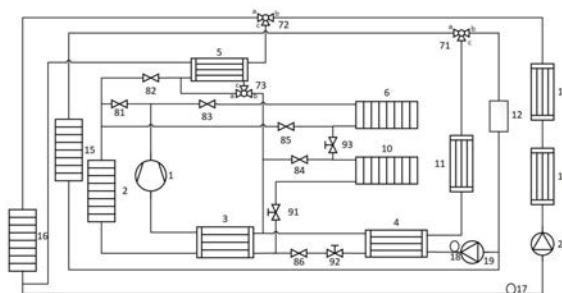
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统

(57)摘要

本发明公开了一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,包括:乘员舱制热回路,二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器和液气分离器;电机冷却回路,其包括循环接通的水泵II、电机和冷却水箱;以及电机余热回收回路;二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器、电磁阀B、电机余热回收器、三通阀III和液气分离器。本发明的有益效果是:通过电机余热回收器对电机余热进行回收,使得乘员舱制热回路在低温环境下的制热效果得到提高。



1. 一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,包括:

乘员舱制热回路,二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器和液气分离器;

电机冷却回路,其包括循环接通的水泵II、电机和冷却水箱;以及

电机余热回收回路;二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器、电磁阀B、电机余热回收器、三通阀III和液气分离器;所述电机余热回收器接通所述电机冷却回路。

2. 根据权利要求1所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,还包括乘员舱制冷回路,二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制冷回路依次接通的压缩机、电磁阀A、室外换热器、液气分离器、电子膨胀阀I、蒸发器、电磁阀D和液气分离器。

3. 根据权利要求1所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,所述电机余热回收器与所述冷却水箱并联连接,用于回收电机余热。

4. 根据权利要求1所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,还包括膨胀水箱I,所述膨胀水箱I设置在所述水泵II和冷却水箱之间。

5. 根据权利要求1所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,还包括:

电池冷却回路,其包括依次接通的压缩机、电磁阀A、室外换热器、液气分离器、电磁阀F、电子膨胀阀II、板式换热器和液气分离器,还包括依次接通的PTC水加热器、水泵I和板式换热器,所述板式换热器接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至PTC水加热器;

电池制热回路,所述电池制热回路包括依次接通的PTC水加热器、水泵I和板式换热器,所述板式换热器接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至PTC水加热器。

6. 根据权利要求5所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,所述板式换热器与所述蒸发器并联连接,用于同时实现乘员舱制冷与电池冷却。

7. 根据权利要求1所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,还包括电池低温散热回路,其包括依次接通的低温散热器、水泵I和板式换热器,所述板式换热器接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至所述低温散热器。

8. 根据权利要求5或6或7所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,还包括膨胀水箱II,所述膨胀水箱II设置在所述水泵I和板式换热器之间。

9. 根据权利要求1所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,还包括:制热工况除湿回路,其包括依次接通的压缩机、电磁阀C、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器、电磁阀B、三通阀III和液气分离器。

10. 根据权利要求1所述的一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,其特征在于,还包括:制热工况除霜回路,其包括依次接通的压缩机、电磁阀C、室内换热器、

电磁阀E、室外换热器、液气分离器、电子膨胀阀I、蒸发器、电磁阀D和液气分离器。

## 一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车空调技术领域,具体是一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统。

### 背景技术

[0002] 二氧化碳热泵空调应用于电动汽车空调系统,二氧化碳(CO<sub>2</sub>)不破坏臭氧层(ODP = 0),温室气体效应极低(GWP = 1),无毒,不可燃,且具有传热性能良好、流动阻力较低以及单位制冷量大等优点。目前二氧化碳(CO<sub>2</sub>)被视为在车用热泵领域最具应用潜力的制冷剂。电动汽车技术发展迅速,针对电动汽车空调系统目前应用较多的为PTC电加热系统与R134a热泵空调系统。

[0003] 但PTC电加热系统效率较低,严重影响电动汽车的续航里程,R134a(四氟乙烷)热泵空调系统在低温环境(<-10°C)下制热效果差,不能满足采暖需求,故亟待解决目前电动汽车空调系统所面临的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,以解决上述背景技术中提出的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,包括:乘员舱制热回路,二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器和液气分离器;电机冷却回路,其包括循环接通的水泵II、电机和冷却水箱;以及电机余热回收回路;二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器、电磁阀B、电机余热回收器、三通阀III和液气分离器;所述电机余热回收器接通所述电机冷却回路。

[0006] 作为本发明进一步的技术方案:还包括乘员舱制冷回路,二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制冷回路依次接通的压缩机、电磁阀A、室外换热器、液气分离器、电子膨胀阀I、蒸发器、电磁阀D和液气分离器。

[0007] 作为本发明进一步的技术方案:所述电机余热回收器与所述冷却水箱并联连接,用于回收电机余热。

[0008] 作为本发明进一步的技术方案:还包括膨胀水箱I,所述膨胀水箱I设置在所述水泵II和冷却水箱之间。

[0009] 作为本发明进一步的技术方案:还包括:电池冷却回路,其包括依次接通的压缩机、电磁阀A、室外换热器、液气分离器、电磁阀F、电子膨胀阀II、板式换热器和液气分离器;还包括依次接通的PTC水加热器、水泵I和板式换热器,所述板式换热器接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至PTC水加热器。

[0010] 作为本发明进一步的技术方案:所述板式换热器与所述蒸发器并联连接,用于同时实现乘员舱制冷与电池冷却。

[0011] 作为本发明进一步的技术方案:还包括电池低温散热回路,其包括依次接通的低温散热器、水泵I和板式换热器,所述板式换热器接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至所述低温散热器。

[0012] 作为本发明进一步的技术方案:还包括膨胀水箱II,所述膨胀水箱II设置在所述水泵I和板式换热器之间。

[0013] 作为本发明进一步的技术方案:还包括:制热工况除湿回路,其包括依次接通的压缩机、电磁阀C、室内换热器、电子膨胀阀III、蒸发器、电子膨胀阀I、液气分离器、室外换热器、电磁阀B、三通阀III和液气分离器。

[0014] 作为本发明进一步的技术方案:还包括:制热工况除霜回路,其包括依次接通的压缩机、电磁阀C、室内换热器、电磁阀E、室外换热器、液气分离器、电子膨胀阀I、蒸发器、电磁阀D和液气分离器。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:通过电机余热回收器对电动汽车的电机余热进行回收,使得乘员舱制热回路在低温环境下的制热效果得到提高。

## 附图说明

[0016] 图1为一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统的系统原理图。

[0017] 图2为实施例中乘员舱制热回路的原理图。

[0018] 图3为实施例中乘员舱制冷回路的原理图。

[0019] 图4为实施例中乘员舱制热回路和电机余热回收回路同时工作的原理图。

[0020] 图5为实施例中电机冷却回路的原理图。

[0021] 图6为实施例中电池低温散热回路的原理图。

[0022] 图7为实施例中电池制热回路的原理图。

[0023] 图8为实施例中制热工况除湿回路的原理图。

[0024] 图9为实施例中制热工况除霜回路的原理图。

[0025] 图10为实施例中乘员舱冷却回路和电池冷却回路同时工作的原理图。

[0026] 图11为实施例中电池冷却回路的原理图。

[0027] 附图中:1、压缩机,2、室外换热器,3、液气分离器,4、板式换热器,5、电机余热回收器,6、室内换热器;71、三通阀I,72、三通阀II,73、三通阀III;81、电磁阀A,82、电磁阀B,83、电磁阀C,84、电磁阀D,85、电磁阀E,86、电磁阀F;91、电子膨胀阀I,92、电子膨胀阀II,93、电子膨胀阀III;10、蒸发器,11、电池,12、PTC水加热器,13、电源转换器(DC-DC),14、电机,15、低温散热器,16、冷却水箱,17、膨胀水箱I,18、膨胀水箱II,19、水泵I,20、水泵II。

## 具体实施方式

[0028] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本实施例公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0029] 请参阅图1、2、4、5,本发明实施例中,一种带电机余热回收的二氧化碳热泵空调整车热管理系统,包括:乘员舱制热回路,二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机1、室内换热器6、电子膨胀阀III93、蒸发器10、电子膨胀阀I91、液气分离器3、室外换热器2和液气分离器3;电机冷却回路,其包括循环接通的水泵II20、电机14和冷却水箱16;以及电机余热回收回路;二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机1、室内换热器6、电子膨胀阀III93、蒸发器10、电子膨胀阀I91、液气分离器3、室外换热器2、电磁阀B82、电机余热回收器5、三通阀III73和液气分离器3;所述电机余热回收器接通所述电机冷却回路,所述电机余热回收器5用于回收电机余热。

[0030] 具体的,所述电机余热回收器5连接电机冷却回路,在需要对余热回收时,所述电机余热回收器5所在回路工作,进行余热回收,供应给所述乘员舱制热回路。当电机余热不需要回收时,所述电机余热回收器5不干涉电机冷却回路的正常流通。乘员舱制热回路的所述制冷剂是二氧化碳制冷剂。还设有电磁阀C83,所述电磁阀C83与压缩机1、室内换热器6相连,控制压缩机1压缩的二氧化碳制冷剂流向。

[0031] 对乘员舱进行制热时:当电机14和电源转换器(DC-DC)13产生余热但不需要强制散热时,二氧化碳制冷剂(CO<sub>2</sub>制冷剂)经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,二氧化碳制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,电子膨胀阀III93处于全流通状态,二氧化碳制冷剂在蒸发器10中进一步散热,变成低温高压制冷剂,然后经电子膨胀阀I91进行节流降压,变为低温低干度饱和蒸汽,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低干度状态,进入室外换热器2从环境中吸收热流,变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀B82,并流过三通阀III73的a口至b口,不进入电机余热回收器5,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。

[0032] 对电机和DC-DC13进行冷却,不需要余热回收时,电机冷却液在水泵II20驱动下先后流经电机14、DC-DC13对其进行冷却,然后经过三通阀II72的b口至a口后直接进入冷却水箱16对外散热。需要余热回收时,电机冷却液在水泵II20驱动下先后流经电机14、DC-DC13对其进行冷却,然后经过三通阀II72的b口至c口后进入电机余热回收器5,余热由与电机余热回收器5的乘员舱制热回路进行吸收,然后跨过冷却水箱16,回到水泵II20。

[0033] 当电机14和DC-DC13产生余热需要散热时,二氧化碳制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,二氧化碳制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,电子膨胀阀III93处于全流通状态,二氧化碳制冷剂在蒸发器10中进一步散热,变成低温高压制冷剂,然后经电子膨胀阀I91进行节流降压,变为低温低干度饱和蒸汽,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低干度状态,进入室外换热器2从环境中吸收热流,变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀B82,进入电机余热回收器5,吸收电机14和DC-DC13产生的余热,然后流过三通阀III73的c口至b口,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。通过设置电机余热回收器5对电动汽车的电机余热进行回收,并连接到乘员舱制热回路,使得乘员舱制热回路在低温环境下的制热效果得到提高。对电机余热进行回收提高了能源的利用率,有益于保护环境。与R134a(四氟乙烷)作为冷媒相比,使用二氧化碳作为冷媒,其在低温环境(<-10℃)下比热容低,制热效果更好,能满足采暖需求。

[0034] 请参阅图3,本发明实施例中,还包括乘员舱制冷回路,二氧化碳制冷剂循环流经所述乘员舱制热回路依次接通的压缩机1、电磁阀A81、室外换热器2、液气分离器3、电子膨胀阀I91、蒸发器10、电磁阀D84和液气分离器3。

[0035] 具体的,对乘员舱进行制冷时,二氧化碳制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀A81然后进入室外换热器2对环境散热变为中温高压超临界蒸汽,然后流经带回热功能的液气分离器3变为亚临界或者接近临界状态的气体,经电子膨胀阀I91节流膨胀之后成为低温低干度饱和蒸汽,进入蒸发器10变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀D84,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。

[0036] 本发明的一个优选实施例中,还包括膨胀水箱I17,所述膨胀水箱I17设置在所述水泵II20和冷却水箱16之间。设置膨胀水箱I17保证温度变化过程中不会因为电机冷却液的热胀冷缩导致冷却管路压力异常,保证冷却管路液位正常。

[0037] 请参阅图6-7,本发明实施例中,还包括:电池低温散热回路,其包括依次接通的低温散热器15、水泵I19和板式换热器4,所述板式换热器4接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至所述低温散热器15;电池制热回路,所述电池制热回路包括依次接通的PTC水加热器12、水泵I19和板式换热器4,所述板式换热器4接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至PTC水加热器12。

[0038] 具体的,电池11需要预热时,由PTC水加热器12对电池冷却液进行加热,加热的电池冷却液经过水泵I19流入板式换热器4,然后进入电池包,对电池11进行预热,然后经过三通阀I71的c口、b口后回到PTC水加热器12实现预热循环。低温环境对电池制冷时,根据电池运行工况当环境温度低于18-22℃时,采用低温散热器15实现对电池热量的散失,此时三通阀I71的c口、a口与低温散热器15相通,电池冷却液携带电池包中的热量通过低温散热器15向环境散热,变为目标低温电池冷却液,经由水泵I19和板式换热器4回到电池,对电池11进行冷却,带走电池11的热量实现低温环境电池冷却循环。

[0039] 请参阅图11,本发明实施例中,还包括电池冷却回路,其包括依次接通的压缩机1、电磁阀A81、室外换热器2、液气分离器3、电磁阀F86、电子膨胀阀II92、板式换热器4和液气分离器3;同时,还包括依次接通的PTC水加热器12、水泵I19和板式换热器4,所述板式换热器4接至电池包的冷却进口,所述电池包的冷却出口接至PTC水加热器12。

[0040] 电池单独冷却时,如图11所示,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀A81然后进入室外换热器2对环境散热变为中温高压超临界蒸汽,然后流经液气分离器3变为亚临界或者接近临界状态的气体,流经电磁阀F86后由电子膨胀阀II92节流膨胀之后成为低温低干度饱和蒸汽,进入板式换热器4变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,CO<sub>2</sub>制冷剂与电池冷却液在所述板式换热器4完成热交换,然后低温电池冷却液流经电池,对电池11进行冷却,再流经PTC水加热器12、水泵I19和板式换热器4形成循环。同时CO<sub>2</sub>制冷剂流至液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。

[0041] 请参阅图1,本发明实施例中,所述板式换热器4与所述蒸发器10并联连接,用于同时实现乘员舱制冷与电池冷却。

[0042] 优选的,还包括膨胀水箱II18,所述膨胀水箱II18设置在所述水泵I19和板式换热器4之间。

[0043] 通过设置膨胀水箱II18保证温度变化过程中不会因为冷却液的热胀冷缩导致冷却管路压力异常,保证冷却管路液位正常。

[0044] 请参阅图1、8,本发明实施例中,还包括:制热工况除湿回路,其包括依次接通的压缩机1、电磁阀C83、室内换热器6、电子膨胀阀III93、蒸发器10、电子膨胀阀I91、液气分离器3、室外换热器2、电磁阀B82、三通阀III73和液气分离器3。

[0045] 具体的,二氧化碳制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,二氧化碳制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,经电子膨胀阀III93节流变成低温低压中等干度饱和蒸汽,然后二氧化碳制冷剂流入蒸发器10中吸收进入乘员舱空气的热量,同时进行除湿,变成低温低压过热制冷剂,然后经电子膨胀阀I91进行适度节流降压,变为低温低干度饱和蒸汽,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低干度状态,进入室外换热器2从环境中吸收热量,变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀B82,再经三通阀III73的a口、b口流经带回热功能的液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环,此时,所述电子膨胀阀I91处于适度节流状态。

[0046] 请参阅图1、9,本发明实施例中,还包括:制热工况除霜回路,其包括依次接通的压缩机1、电磁阀C83、室内换热器6、电磁阀E85、室外换热器2、液气分离器3、电子膨胀阀I91、蒸发器10、电磁阀D84和液气分离器3。

[0047] 具体的,二氧化碳制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,二氧化碳制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,流经电磁阀E85进入室外换热器2对外散热,将室外换热器2表面的霜融化。化霜前期压缩机1风扇低风量运行,除霜后期进行大风量运行。二氧化碳制冷剂散热后变为中低温高压饱和湿蒸汽制冷剂,后经电子膨胀阀I91进行适度节流降压,进入蒸发器10从环境中吸收热量,流经电磁阀D84,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低干度状态,然后进入压缩机1形成循环。此过程中,所述室内换热器6的放热和蒸发器10的吸热结合保持乘员舱的温度基本不变,不发生较大波动。

[0048] 请参阅图1、11,本发明实施例中,还包括电子膨胀阀II92,所述电子膨胀阀II92设置在所述板式换热器4的并联管路上。

[0049] 具体的,所述电子膨胀阀II92在制热工况除湿工况下处于截止状态;在乘员舱和电池同时处于制冷模式时,所述电子膨胀阀II92处于接通状态,并起到节流降压作用。

[0050] 请参阅图1、2、3,本发明实施例中,通过所述乘员舱制冷回路和乘员舱制热回路上设置的阀门组件的切换,实现乘员舱的温度调节。

[0051] 所述阀门组件包括电磁阀A81、电磁阀B82、电磁阀C83、电磁阀D84、电磁阀E85及电磁阀F86。所述电磁阀A81可以采用ASV100或ASV200,同理,电磁阀B82、电磁阀C83、电磁阀D84、电磁阀E85及电磁阀F86也可采用。所述电磁阀A81、电磁阀C83分别设置在所述室外换热器2与压缩机1的连接管路、所述室内换热器6与压缩机1的连接管路上;所述电磁阀B82设置在所述室外换热器2与所述电机余热回收器5的连接管路上;所述电磁阀D84设置在所述蒸发器10与所述液气分离器3的连接管路上;所述电磁阀E85设置在所述室内换热器6与所述室外换热器2的连接管路上,所述电磁阀F86设置在所述板式换热器4与所述液气分离器3的连接管路上。



[0052] 通过切换阀门,能够使汽车空调实现多种工作模式。其工作模式如下:

乘员舱单独制冷模式:如图3所示,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀A81然后进入室外换热器2对环境散热变为中温高压超临界蒸汽,然后流经液气分离器3变为亚临界或者接近临界状态的气体,经电子膨胀阀I91节流膨胀之后成为低温低干度饱和蒸汽,进入蒸发器10变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀D84,然后流经液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。该工况下电磁阀B82、电磁阀C83、电磁阀E85、电磁阀F86处于截止状态。

[0053] 电池单独冷却模式:如图11所示,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀A81然后进入室外换热器2对环境散热变为中温高压超临界蒸汽,然后流经液气分离器3变为亚临界或者接近临界状态的气体,流经电磁阀F86后由电子膨胀阀II92节流膨胀之后成为低温低干度饱和蒸汽,进入板式换热器4变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,然后流经液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。该工况下电磁阀B82、电磁阀C83、电磁阀E85、电磁阀D84处于截止状态。

[0054] 乘员舱和电池同时制冷模式:如图1、10所示,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀A81然后进入室外换热器2对环境散热变为中温高压超临界蒸汽,然后流经带回热功能的液气分离器3变为亚临界或者接近临界状态的气体,一部分CO<sub>2</sub>制冷剂流经电磁阀F86后由电子膨胀阀II92节流膨胀之后成为低温低干度饱和蒸汽,进入板式换热器4变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,然后流经液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机形成循环;另一部分CO<sub>2</sub>经电子膨胀阀I91节流膨胀之后成为低温低干度饱和蒸汽,进入蒸发器10变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀D84,然后流经液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。该工况下电磁阀B82、电磁阀C83、电磁阀E85处于截止状态。

[0055] 乘员舱制热模式:

当电机14和电源转换器13产生余热但不需要强制散热时,如图2,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,CO<sub>2</sub>制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,电子膨胀阀III93处于全流通状态,CO<sub>2</sub>制冷剂在蒸发器10中进一步散热,变成低温高压制冷剂,然后经电子膨胀阀I91进行节流降压,变为低温低干度饱和蒸汽,然后流经液气分离器3变为低温低干度状态,进入室外换热器2从环境中吸收热流,变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀B82,并流过三通阀III73,不进入电机余热回收器5,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。该工况下电磁阀A81、电磁阀D84、电磁阀E85、电磁阀F86处于截止状态。

[0056] 当电机14和电源转换器13产生余热需要散热时,如图4,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,CO<sub>2</sub>制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,电子膨胀阀III93处于全流通状态,CO<sub>2</sub>制冷剂在蒸发器10中进一步散热,变成低温高压制冷剂,然后经电子膨胀阀I91进行节流降压,变为低温低干度饱和蒸汽,然后流经液气分离器3变为低温低干度状态,进入室外换热器2从环境中吸收热流,变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀B82,进入电机余热回收器5,吸收电机14和电源转换器13产生的余热,然后流过三通阀III73,然后流经液气分离器3变

为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。该工况下电磁阀A81、电磁阀D84、电磁阀E85、电磁阀F86处于截止状态。

[0057] 乘员舱除湿模式:如图8,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,CO<sub>2</sub>制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,经电子膨胀阀III93节流变成低温低压中等干度饱和蒸汽,然后CO<sub>2</sub>制冷剂流入蒸发器10中吸收进入乘员舱空气的热量,同时进行除湿,变成低温低压过热制冷剂,然后经电子膨胀阀I91进行适度节流降压,变为低温低干度饱和蒸汽,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低干度状态,进入室外换热器2从环境中吸收热量,变为低温低压饱和或者低过热度蒸汽,流经电磁阀B82,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低压较低过热度的蒸汽,然后进入压缩机1形成循环。该工况下电磁阀A81、电磁阀D84、电磁阀E85、电磁阀F86、电子膨胀阀II92处于截止状态。

[0058] 制热工况室外换热器2除霜:如图9所示,CO<sub>2</sub>制冷剂经压缩机1压缩之后形成高温高压状态,流经电磁阀C83然后进入室内换热器6对进入乘员舱的空气进行加热,CO<sub>2</sub>制冷剂变为中温高压超临界蒸汽,流经电磁阀E85进入室外换热器2对外散热,将室外换热器2表面的霜融化。化霜前期风扇低风量运行,除霜后期进行大风量运行。CO<sub>2</sub>制冷剂散热后变为中低温高压饱和湿蒸汽制冷剂,后经电子膨胀阀I91进行适度节流降压,进入蒸发器10从环境中吸收热量,然后流经带回热功能的液气分离器3变为低温低干度状态,然后进入压缩机1形成循环。该工况下电磁阀A81、电磁阀B82、电磁阀F86处于截止状态。

[0059] 如图6,低温环境电池散热模式:根据电池运行工况当环境温度低于18-22℃时,采用低温散热器15实现对电池热量的散失,此时三通阀I71与低温散热器15相通,电池冷却液携带电池包中的热量通过低温散热器15向环境散热,变为目标低温电池冷却液,经由水泵I19和板式换热器4回到电池,对电池进行冷却,带走电池的热量实现低温环境电池冷却循环。

[0060] 如图7,电池预热模式:根据环境工况以及电池工况需要对电池11进行预热时,由PTC水加热器12对电池冷却液进行加热,加热的电池冷却液经过水泵I19流入板式换热器4,然后进入电池包,对电池进行预热,然后经过三通阀I71后回到PTC水加热器12实现预热循环。

[0061] 当电机余热不需要余热回收时,电机冷却液在水泵II20驱动下先后流经电机14、电源转换器13对其进行冷却,然后经过三通阀II72后直接进入冷却水箱16对外散热,膨胀水箱I17保证温度变化过程中不会因为电机冷却液的热胀冷缩导致其所在管路压力异常,保证管路液位正常。

[0062] 当电机余热需要余热回收时,电机冷却液在水泵II20驱动下先后流经电机14、电源转换器13对其进行冷却,然后经过三通阀II72后进入电机余热回收器5,余热由乘员舱制热回路吸收,然后跨过冷却水箱16,回到水泵II20,膨胀水箱I17保证温度变化过程中不会因为电机冷却液的热胀冷缩导致其所在管路压力异常,保证管路液位正常。

[0063] 需要说明的是,本发明所采用的电子膨胀阀I91、电子膨胀阀II92、电子膨胀阀III93、电磁阀A81、电磁阀B82、电磁阀C83、电磁阀D84、电磁阀E85及电磁阀F86均为现有技术的应用,本专业技术人员能够根据相关的描述实现所要达到的功能,或通过相似的技术实现所需完成的技术特性,在这里就不再详细描述。

[0064] 本领域技术人员在考虑说明书及实施例处的公开后,将容易想到本公开的其它实施方案。本申请旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的,本公开的真正范围和精神由权利要求指出。

[0065] 应当理解的是,本公开并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本公开的范围仅由所附的权利要求来限制。

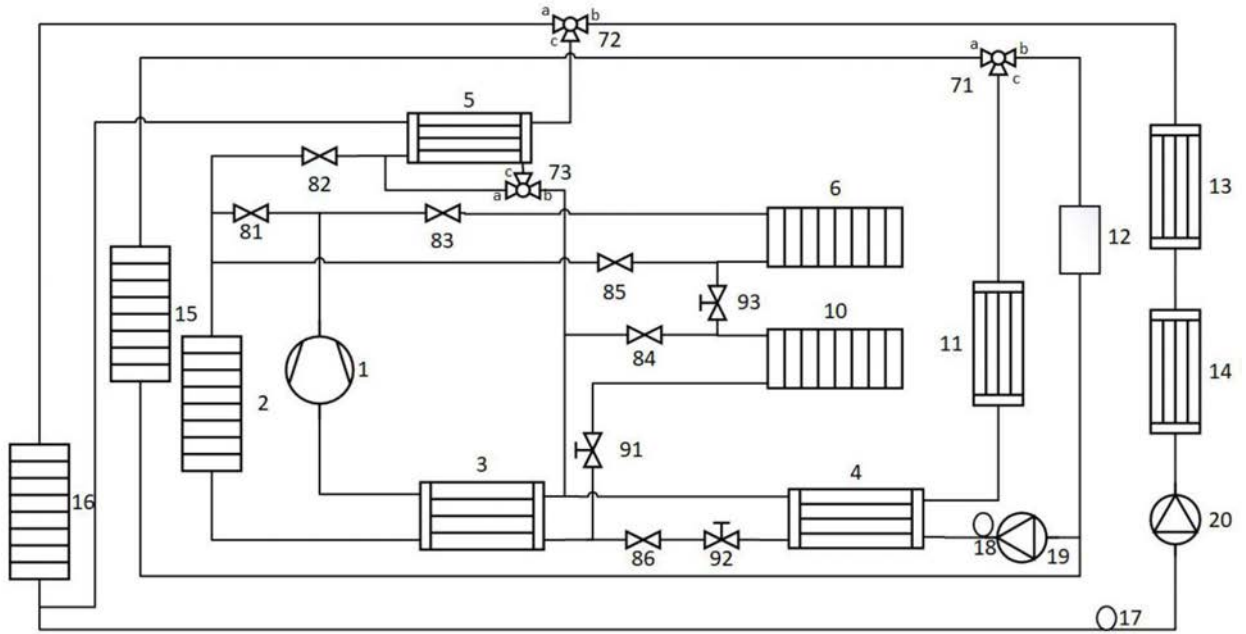


图1

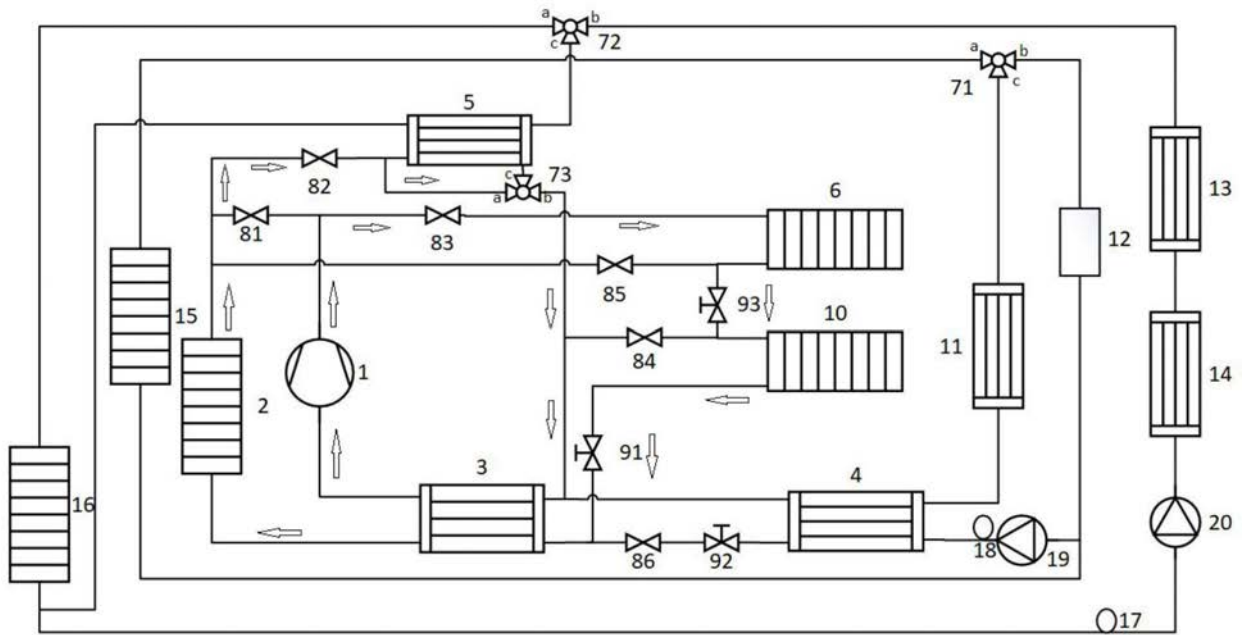


图2

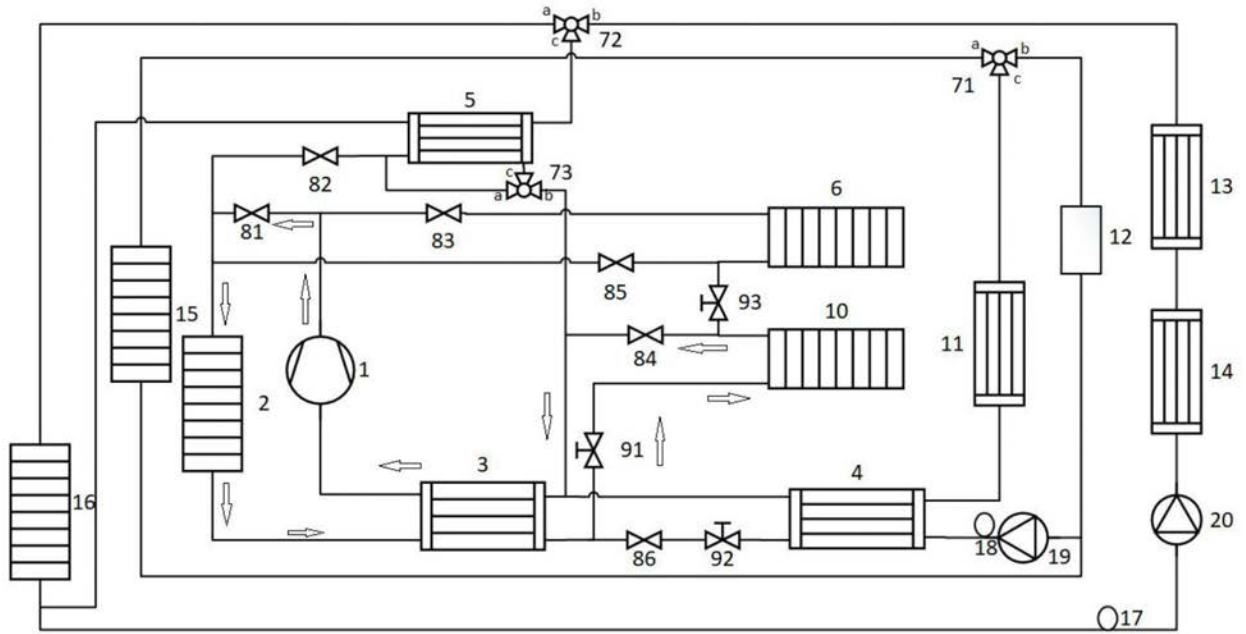


图3

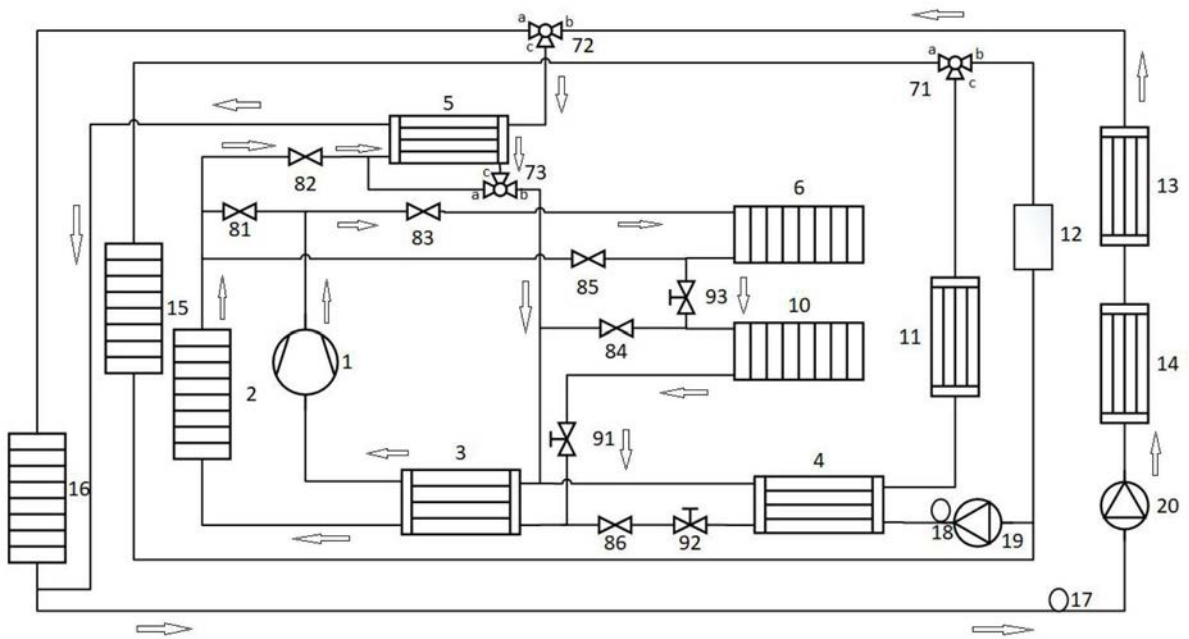


图4

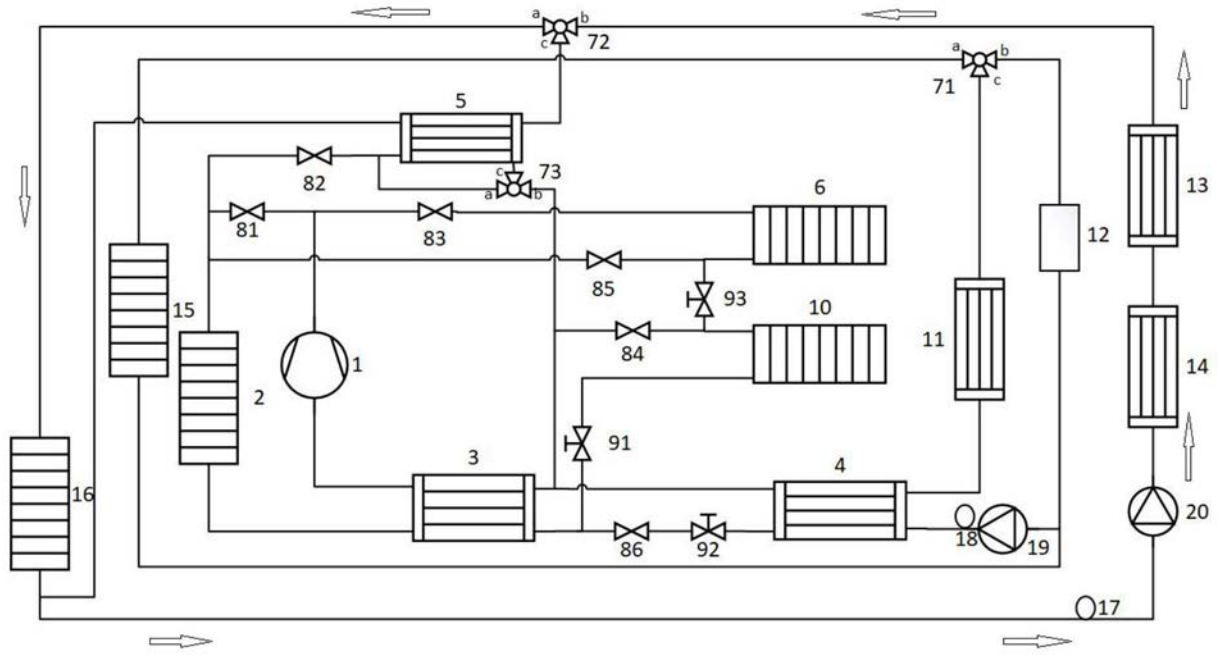


图5

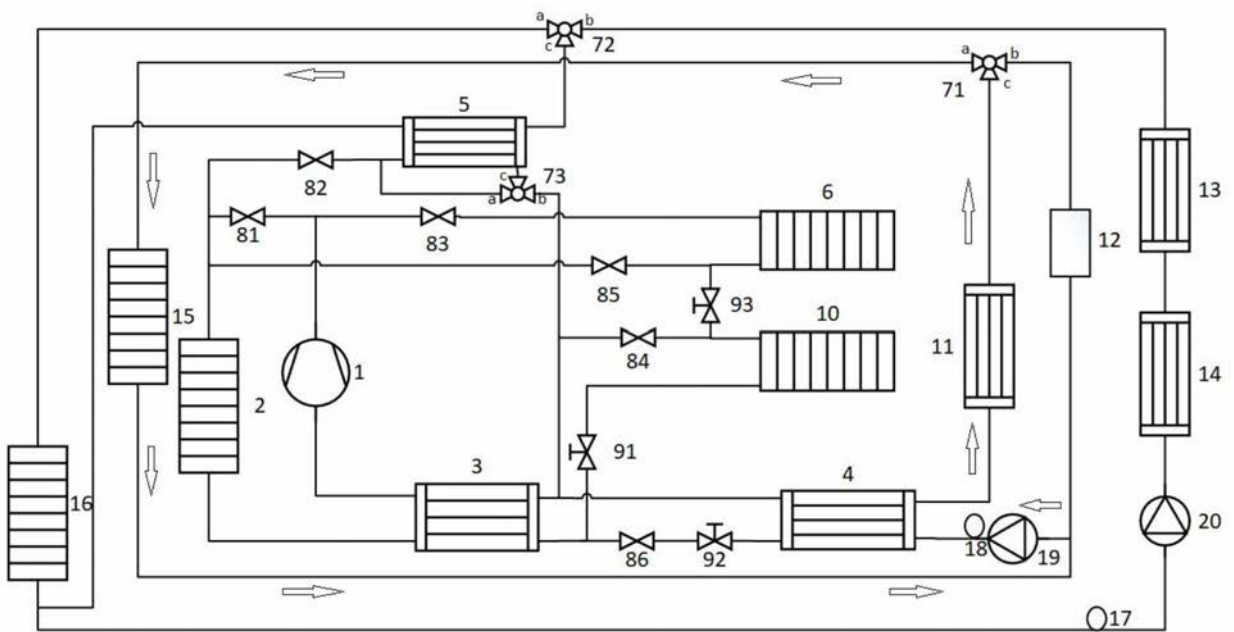


图6

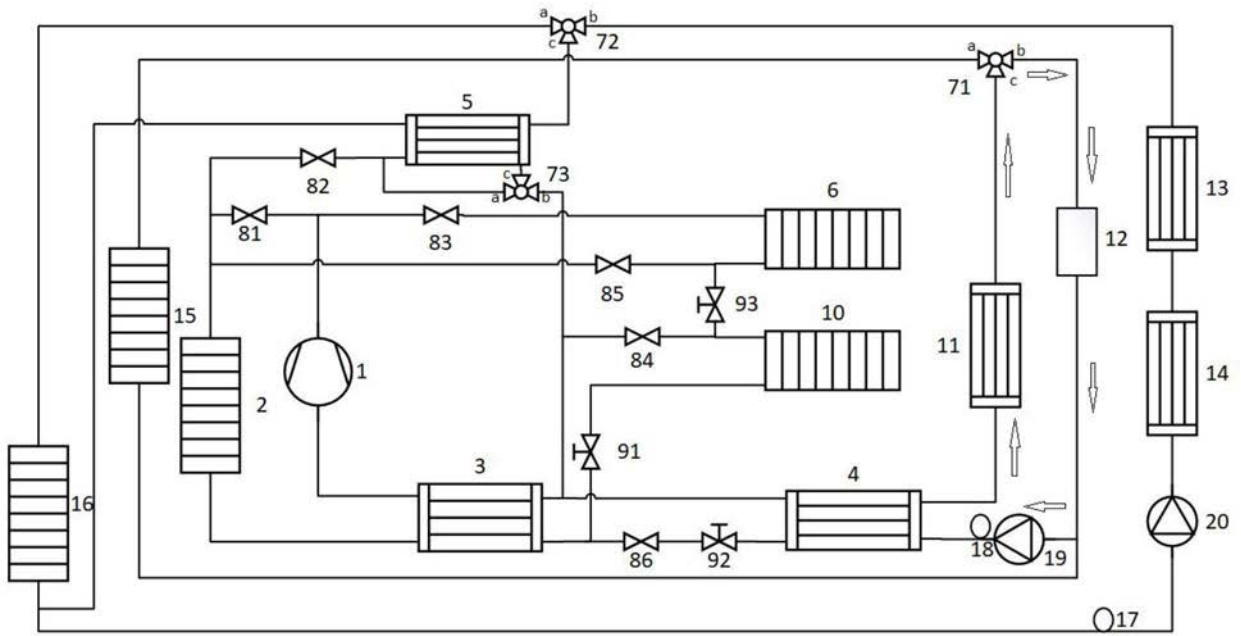


图7

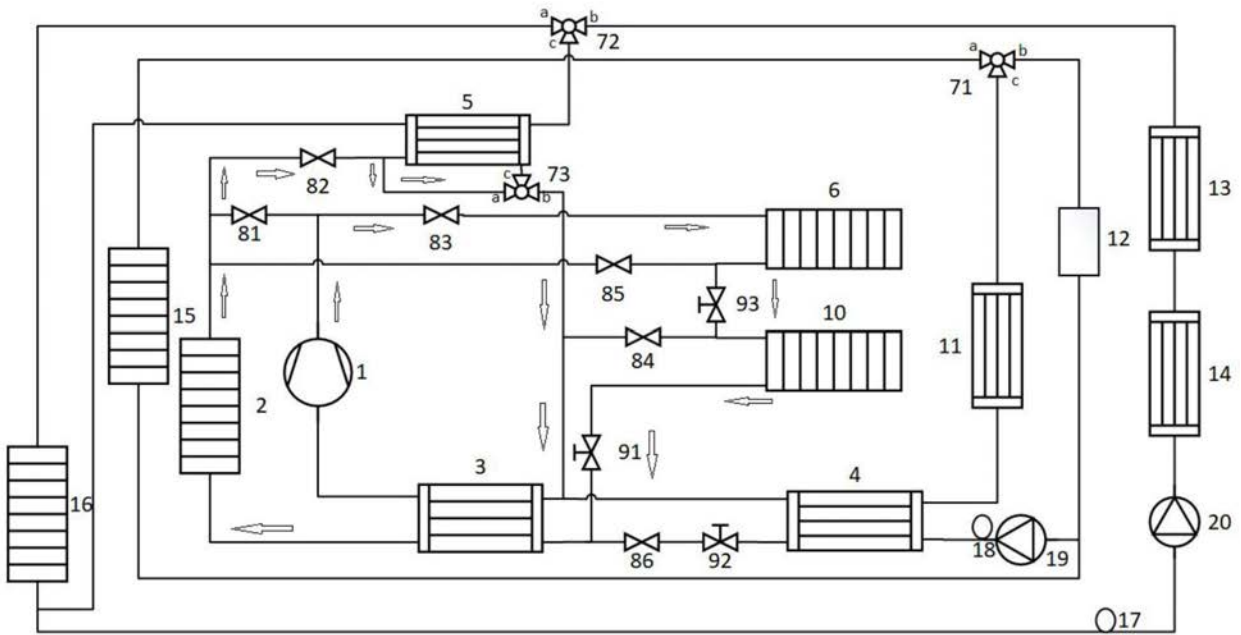


图8

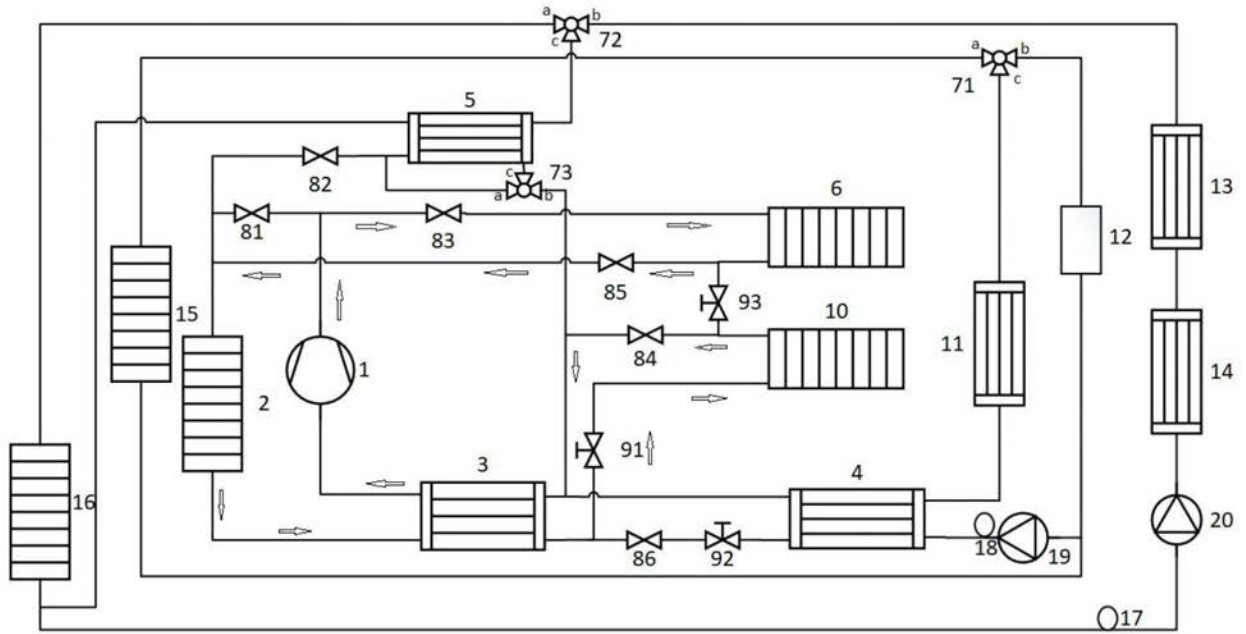


图9

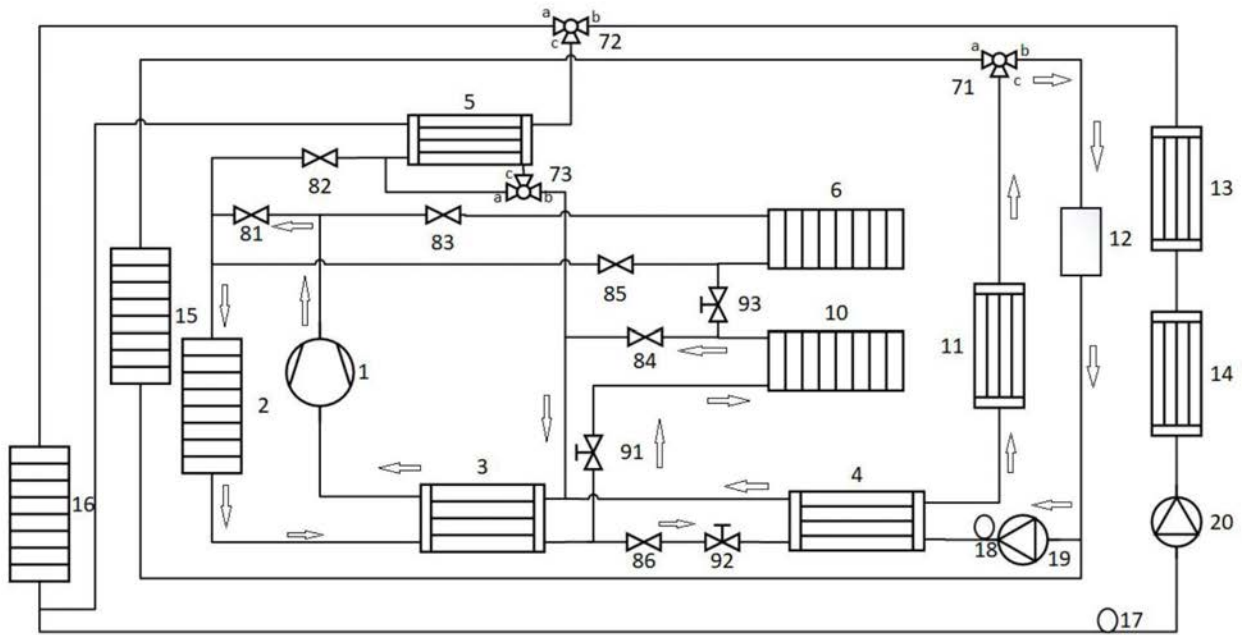


图10



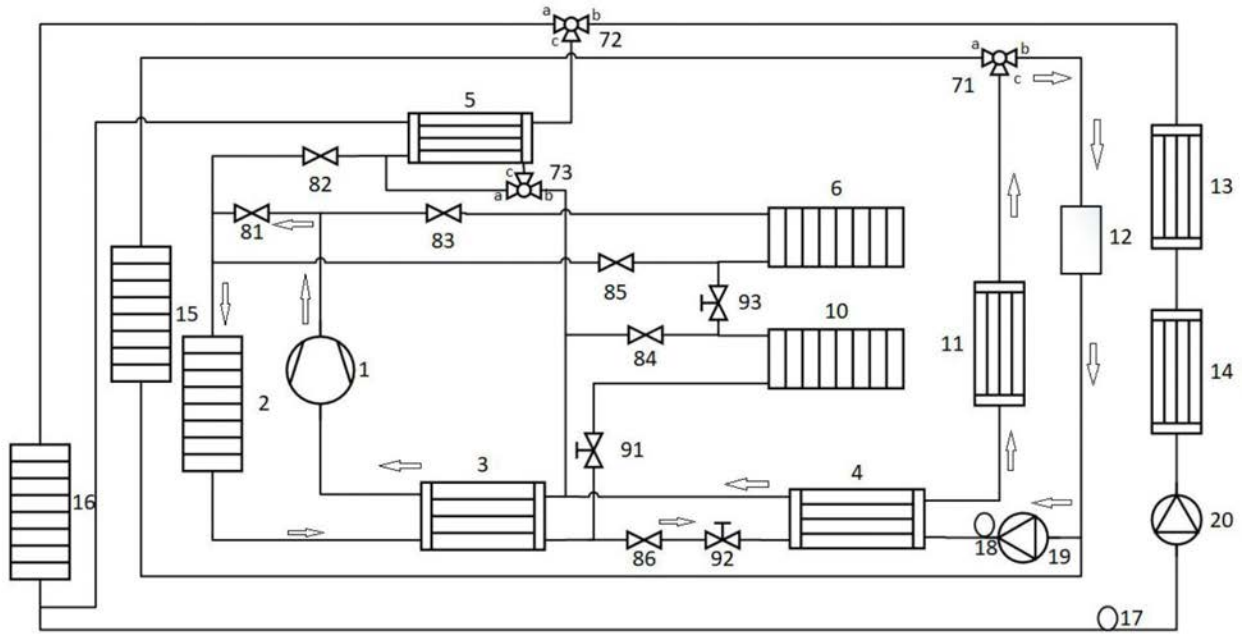


图11