(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116202156 A
(43)申请公布日 2023.06.02

(21)申请号 202310310467.5
(22)申请日 2023.03.28
(71)申请人 南京天加环境科技有限公司
地址 210046 江苏省南京市经济技术开发区恒业路6号
(72)发明人 马路 杨亚华 李海龙 袁平 朱昌海
(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224
专利代理师 董建林
(51)Int.Cl.
F24F 5/00(2006.01)
F24F 13/30(2006.01)
F25B 41/20(2021.01)
F25B 41/34(2021.01)
F25B 43/02(2006.01)
F25B 31/00(2006.01)

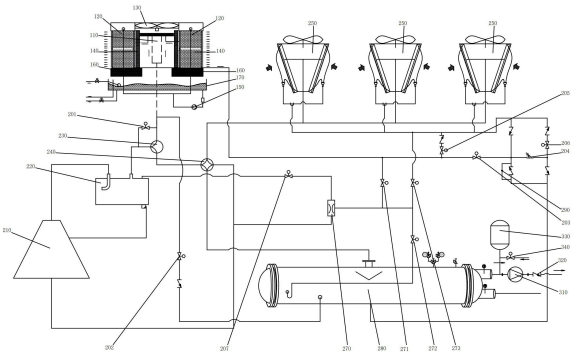
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种高效双源一体式热泵装置

(57)摘要

本发明公开了一种高效双源一体式热泵装置，包括包括蒸发冷模块换热器、制冷系统、空调水系统；所述制冷系统接入空调水系统，用于加热或冷却空调水，所述蒸发冷模块换热器接入制冷系统，用于加强制冷系统制冷时的效果；所述蒸发冷模块换热器包括预冷器、铜管换热器、风机、挡水器、喷淋水泵、填料和水箱。本发明优化热泵系统设计取消传统储液器和气液分离器，而且通过结合一种蒸发冷模块换热器将传统的风冷热泵制冷SCOP提升到5.0以上。



CN 116202156 A

1.一种高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

包括蒸发冷模块换热器、制冷系统和空调水系统;

所述制冷系统接入空调水系统,用于加热或冷却空调水,所述蒸发冷模块换热器接入制冷系统,用于辅助制冷系统冷却空调水系统中的空调水;

所述蒸发冷模块换热器包括预冷器(110)、铜管换热器(120)、风机(130)、和喷淋水箱(170),所述预冷器(110)的进口作为蒸发冷模块换热器的进口连接制冷系统;所述预冷器(110)的出口与铜管换热器(120)的进口连通,所述铜管换热器(120)的出口作为蒸发冷模块换热器的出口连接制冷系统;所述预冷器(110)安装于风机(130)的吸入口侧,用于为预冷器(110)中的冷媒进行预冷;所述喷淋水箱(170)安装于铜管换热器上方。

2.根据权利要求1所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述铜管换热器(120)靠近预冷器(110)的一侧设置有挡水器(140)。

3.根据权利要求1所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述铜管换热器(120)下方设置填料(160),所述填料(160)下方设置有水箱(170),水箱(170)的底面投影可覆盖填料(160),所述水箱(170)和喷淋水箱(170)之家设置喷淋水泵(150)。

4.根据权利要求1所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述制冷系统包括压缩机(210)、油分离器(220)、三通阀(230)、四通阀(240)、铜管铝翅片换热器(250)、电子膨胀阀(204)、引射器(270)和满液式换热器(280);

所述压缩机(210)连接油分离器(220),所述油分离器(220)连接三通阀(230),所述三通阀(230)的一个端口连接蒸发冷模块换热器和满液式换热器(280)的泄压口,所述三通阀(230)的一个端口连接四通阀(240);

所述四通阀(240)的一个端口经铜管铝翅片换热器(250)接入满液式换热器(280)的冷媒进口,所述四通阀(240)的一个端口接入满液式换热器(280)的冷媒出口,所述四通阀(240)的一个端口接入压缩机(210)的吸气口。

5.根据权利要求4所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述油分离器(220)的出油口与压缩机(210)回油口连通;

所述三通阀(230)连接蒸发冷模块换热器的端口,与连接油分离器(220)的端口之间设置增压电磁阀(201);

所述三通阀(230)与满液式换热器(280)的泄压口之间设置泄压电磁阀(202),所述泄压电磁阀(202)通过单向阀接通满液式换热器(280)的泄压口。

6.根据权利要求4所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述蒸发冷模块换热器的出口连接有液路电磁阀(203),所述液路电磁阀(203)连接有电子膨胀阀(204),所述电子膨胀阀(204)接入满液式换热器(280)的冷媒进口;

所述液路电磁阀(203)与蒸发冷模块换热器的出口之间设置引液电磁阀(205),所述引液电磁阀(205)通过单向阀接入铜管铝翅片换热器(250)的出口;

所述铜管铝翅片换热器(250)的出口通过单向阀接通电子膨胀阀(204)的进口;

所述电子膨胀阀(204)的出口分为两路,一路通过单向阀接通满液式换热器(280)的冷媒进口,且并联有节流孔板(290),所述节流孔板(290)接通电子膨胀阀(204)进口,所述节流孔板(290)并联有单向阀;另一路连接有制热电磁阀(206),所述制热电磁阀(206)通过单

向阀接入铜管铝翅片换热器(250)的出口。

7.根据权利要求4所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述引射器(270)的一个进口连接有高压电磁阀(207),所述高压电磁阀(207)与油分离器(220)的排气口连通;

所述引射器(270)的一个进口连接有EC引射电磁阀(271)、cooler引射电磁阀(272)、coil引射电磁阀(273),EC引射电磁阀(271)的出口与蒸发冷模块换热器和液路电磁阀(203)之间的管路连通,coil引射电磁阀(273)与铜管铝翅片换热器(250)的出口连通,cooler引射电磁阀(272)与满液式换热器(280)的引射口相通;

引射器(270)的出口与压缩机(210)吸气口连通。

8.根据权利要求4所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述空调水系统包括空调水泵(310)、水路止回阀(320)、定压罐(330)和补水电磁阀(340);

所述空调水泵(310)的进口与满液式换热器(280)的空调水出口连通;

所述定压罐(330)的出口与空调水泵(310)的进口和满液式换热器(280)的空调出水口连通;

所述补水电磁阀(340)的出口与定压罐(330)的出口连通,所述补水电磁阀(340)的进口用于连接客户侧的补水管路;

所述空调水泵(310)的出口与水路止回阀(320)的进口连通,所述水路止回阀(320)的出口用于连接用户侧水系统管路。

9.根据权利要求4所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述压缩机(210)包括分级变内容积比压缩机或连续可变内容积比压缩机。

10.根据权利要求4所述的高效双源一体式热泵装置,其特征在于:

所述四通阀(240)包括制冷工位和制热工位,所述四通阀(240)位于制冷工位时,所述三通阀(230)接通铜管铝翅片换热器(250),所述满液式换热器(280)的冷媒出口接通压缩机(210)的吸气口;

所述四通阀(240)位于制热工位时,所述三通阀(230)接通满液式换热器(280)的冷媒出口,所述铜管铝翅片换热器(250)接通压缩机(210)的吸气口。

一种高效双源一体式热泵装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高效双源一体式热泵装置,属于空调设备技术领域。

背景技术

[0002] 由于风冷热泵机组受到螺杆压缩机、采用铜管铝翅片的风侧换热器,以及系统中储液器和气液分离器对过冷度和压降的限制,导致当前传统的风冷热泵机组能效普遍在3.0~3.6之间,其中风侧换热器对于能效的影响尤为突出。

[0003] 针对传统风冷热泵的缺点,如何在兼顾制热的同时改善系统和提高制冷SCOP成为急需解决的技术问题。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是克服现有技术的缺陷,提供一种高效双源一体式热泵装置,本发明优化热泵系统设计,取消传统储液器和气液分离器,而且通过结合一种蒸发冷模块换热器将传统的风冷热泵制冷SCOP提升到5.0以上。

[0005] 为达到上述目的,本发明提供一种高效双源一体式热泵装置,包括蒸发冷模块换热器、制冷系统和空调水系统;

所述制冷系统接入空调水系统,用于加热或冷却空调水,所述蒸发冷模块换热器接入制冷系统,用于辅助制冷系统冷却空调水系统中的空调水;

所述蒸发冷模块换热器包括预冷器、铜管换热器、风机、和喷淋水箱,所述预冷器的进口作为蒸发冷模块换热器的进口连接制冷系统;所述预冷器的出口与铜管换热器的进口连通,所述铜管换热器的出口作为蒸发冷模块换热器的出口连接制冷系统;所述预冷器安装于风机的吸入口侧,用于为预冷器中的冷媒进行预冷;所述喷淋水箱安装于铜管换热器上方。

[0006] 进一步地,所述铜管换热器靠近预冷器的一侧设置有挡水器。

[0007] 进一步地,所述铜管换热器下方设置填料,所述填料下方设置有水箱,水箱的底面投影可覆盖填料,所述水箱和喷淋水箱之家设置喷淋水泵。

[0008] 进一步地,所述制冷系统包括压缩机、油分离器、三通阀、四通阀、铜管铝翅片换热器、电子膨胀阀、引射器和满液式换热器;

所述压缩机连接油分离器,所述油分离器连接三通阀,所述三通阀的一个端口连接蒸发冷模块换热器和满液式换热器的泄压口,所述三通阀的一个端口连接四通阀;

所述四通阀的一个端口经铜管铝翅片换热器接入满液式换热器的冷媒进口,所述四通阀的一个端口接入满液式换热器的冷媒出口,所述四通阀的一个端口接入压缩机的吸气口。

[0009] 进一步地,所述油分离器的出油口与压缩机回油口连通;

所述三通阀连接蒸发冷模块换热器的端口,与连接油分离器的端口之间设置增压电磁阀;

所述三通阀与满液式换热器的泄压口之间设置泄压电磁阀，所述泄压电磁阀通过单向阀接通满液式换热器的泄压口。

[0010] 进一步地，所述蒸发冷模块换热器的出口连接有液路电磁阀，所述液路电磁阀连接有电子膨胀阀，所述电子膨胀阀接入满液式换热器的冷媒进口；

所述液路电磁阀与蒸发冷模块换热器的出口之间设置引液电磁阀，所述引液电磁阀通过单向阀接入铜管铝翅片换热器的出口；

所述铜管铝翅片换热器的出口通过单向阀接通电子膨胀阀的进口；

所述电子膨胀阀的出口分为两路，一路通过单向阀接通满液式换热器的冷媒进口，且并联有节流孔板，所述节流孔板接通电子膨胀阀进口，所述节流孔板并联有单向阀；另一路连接有制热电磁阀，所述制热电磁阀通过单向阀接入铜管铝翅片换热器的出口。

[0011] 进一步地，所述引射器的一个进口连接有高压电磁阀，所述高压电磁阀与油分离器的排气口连通；

所述引射器的一个进口连接有EC引射电磁阀、cooler引射电磁阀、coil引射电磁阀，EC引射电磁阀的出口与蒸发冷模块换热器和液路电磁阀之间的管路连通，coil引射电磁阀与铜管铝翅片换热器的出口连通，cooler引射电磁阀与满液式换热器的引射口相通；

引射器的出口与压缩机吸气口连通。

[0012] 进一步地，所述空调水系统包括空调水泵、水路止回阀、定压罐和补水电磁阀；

所述空调水泵的进口与满液式换热器的空调水出口连通；

所述定压罐的出口与空调水泵的进口和满液式换热器的空调出水口连通；

所述补水电磁阀的出口与定压罐的出口连通，所述补水电磁阀的进口用于连接客户侧的补水管路；

所述空调水泵的出口与水路止回阀的进口连通，所述水路止回阀的出口用于连接用户侧水系统管路。

[0013] 进一步地，所述压缩机包括分级变内容积比压缩机或连续可变内容积比压缩机。

[0014] 进一步地，所述四通阀包括制冷工位和制热工位，所述四通阀位于制冷工位时，所述三通阀接通铜管铝翅片换热器，所述满液式换热器的冷媒出口接通压缩机的吸气口；

所述四通阀位于制热工位时，所述三通阀接通满液式换热器的冷媒出口，所述铜管铝翅片换热器接通压缩机的吸气口。

[0015] 本发明所达到的有益效果：

本发明将针对传统风冷热泵的缺点结合其优点，创新型的提出一种高效一体热泵装置，本发明优化热泵系统设计取消了传统储液器和气液分离器，通过蒸发冷模块换热器、制冷系统和空调水系统相结合，将风冷热泵制冷SCOP提升到5.0以上。

[0016] 本发明再在设计蒸发冷模块换热器时，通过设置预冷器和风机，在冷媒进入铜管换热器之前进行预冷，可有效减少铜管换热器的散热压力，提高散热效率；通过在铜管换热器的上方设置喷淋水箱为铜管换热器进行液体喷淋，可有效提高散热效率。

附图说明

[0017] 图1是本发明实施例提供的一种高效双源一体式热泵装置的系统图；

图2是本发明实施例提供的一种高效双源一体式热泵装置在高效制冷模式下的系

统图；

图3是本发明实施例提供的一种高效双源一体式热泵装置在普通制冷模式下的系统图；

图4是本发明实施例提供的一种高效双源一体式热泵装置在高效制热模式下的系统图。

[0018] 图中：110、预冷器；120、铜管换热器；130、风机；140、挡水器；150、喷淋水泵；160、填料；170、水箱；201、增压电磁阀；202、泄压电磁阀；203、液路电磁阀；204、电子膨胀阀；205、引液电磁阀；206、制热电磁阀；207、高压电磁阀；210、压缩机；220、油分离器；230、三通阀；240、四通阀；250、铜管铝翅片换热器；270、引射器；271、EC引射电磁阀；272、cooler引射电磁阀；273、coil引射电磁阀；280、满液式换热器；290、节流孔板；310、空调水泵；320、水路止回阀；330、定压罐；340、补水电磁阀。

实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0020] 本发明实施例提供的一种高效双源一体式热泵装置，如图1至图4所示，图1是本装置的系统图，示出各个部件及连接关系。如图1所示，包括压缩机210、油分离器220、三通阀230、四通阀240、蒸发冷模块换热器、铜管铝翅片换热器250、满液式换热器280、单向阀、电磁阀、引射器270、空调水泵310、定压罐330，节流孔板290 。

[0021] 具体地，如图1所示，蒸发冷模块换热器的进口与三通阀230的第一出口相连接并做为预冷器110的进口，预冷器110的出口与铜管换热器120的进口相连接，铜管换热器120的出口与电磁阀的进口相接；铜管换热器120设置两套，风机130安装于两套铜管换热器120之间；预冷器110安装于风机130吸入口处，挡水器140与铜管换热器120平行放置；两铜管换热器120下方均设置填料160；水箱170安装于填料160下方；水箱170下方出口连接水泵吸入口，水泵出口通过水管路输送至喷淋水箱170，喷淋水箱170将水均匀的喷淋至铜管换热器120，再经过填料160落入水箱170中；水箱170侧面接口与浮球液位计和电磁阀以及水管路相连。水箱170底部两个接口分别接水箱170溢流水管路和排污管路，溢流管路溢流口进口与水箱170高度方向相同，排污管路与电磁阀以及水管路相接。

[0022] 压缩机210具有吸气口和排气口以及回油口。油分离器220包括油分进口、油分出口、油出口和排气口；三通阀230包括进口、第一出口和第二出口；四通阀240包括第一接口、第二接口、第三接口和第四接口；铜管铝翅片换热器250包括进口和出口，并且铜管铝翅片换热器250由多个换热模块组合而成；引射器270包括第一进口、第二进口和出口。满液式换热器280包括冷媒进口、冷媒出口、引射出口、泄压口、空调水进口和空调水出口；压缩机210的排气口与油分离器220的油分进口相接，油分离器220的油出口与压缩机210的回油口连接，油分离器220的油分出口与三通阀230的进口相接，其中增压电磁阀201的进口连接于油分离器220油分出口和三通阀230进口之间管路，增压电磁阀201出口连接于三通阀230第一出口与蒸发冷模块换热器进口之间管路，三通阀230第一出口与蒸发冷模块换热器进口相接；泄压电磁阀202的进口连接于三通阀230出口和蒸发冷模块换热器进口之间管路，泄压电磁阀202经单向阀连接满液式换热器280，泄压电磁阀202出口连接单向阀进口，满液式换

热器280的泄压口与单向阀出口相接，三通阀230的第二出口与四通阀240第一接口相接，四通阀240的第二接口与铜管铝翅片换热器250的进口相接，四通阀240的第三接口与压缩机210吸气口相接，四通阀240的第四接口与满液式换热器280的冷媒出口相接。

[0023] 蒸发冷模块换热器出口通过连接液路电磁阀203后与电子膨胀阀204的进口相接，引液电磁阀205进口连接于蒸发冷模块换热器的出口和液路电磁阀203之间管路，引液电磁阀205的出口通过单向阀与铜管铝翅片换热器250出口相接；铜管铝翅片换热器250出口通过单向阀接通电子膨胀阀204的进口，电子膨胀阀204的出口连接有制热电磁阀206，制热电磁阀206通过单向阀接通铜管铝翅片换热器250出口；电子膨胀阀204的出口还通过单向阀连接满液式换热器280的冷媒进口，且并联有节流孔板290，所述节流孔板290接通电子膨胀阀204进口，所述节流孔板290并联有单向阀。

[0024] 引射器270的第一进口与高压电磁阀207的出口相接，高压电磁阀207的进口与油分离器220的排气口相接，引射器270的第二进口分别与coil引射电磁阀273、EC引射电磁阀271、cooler引射电磁阀272的出口分别相接，其中EC引射电磁阀271的进口连接于蒸发冷模块换热器的出口与液路电磁阀203之间管路，coil引射电磁阀273的进口连接于铜管铝翅片换热器250的出口管路上，cooler引射电磁阀272的进口连接于满液式换热器280的引射口，引射器270的出口连接于压缩机210的吸气口与四通阀240的第三接口之间管路。

[0025] 空调水泵310的进口与满液式换热器280的空调水出口相接，定压罐330连接于空调水泵310的进口与满液式换热器280的空调水出口之间管路，补水电磁阀340出口连接至定压罐330的出口管路上，补水电磁阀340进口与客户侧补水系统相接，空调水泵310出口与水路止回阀320进口相接，所述水路止回阀320出口与用户侧水系统相接。

[0026] 压缩机210可选用分级变内容积比压缩机或连续可变的内容积比压缩机。

[0027] 三通阀230和四通阀240包括为传统的活塞四通阀和三通阀或电动三通阀和四通阀但不限于通过球阀组合或者类似五通阀设计而取消三通阀230和四通阀240设计。

[0028] 铜管铝翅片换热器250在制冷工况下流路采用顺流方式，在制热工况下流路为逆流方式；顺流方式为空气与冷媒流向方向相同，逆流方式为空气与冷媒流向方向相反。

[0029] 引射器270的开启可以调节coil引射电磁阀273和EC引射电磁阀271回路冷媒循环量的大小，引液电磁阀205和单向阀所组成的回路也起到冷媒循环量的调节作用。

[0030] 蒸发冷模块换热器在普通制冷模式或高效制热模式下起到存储冷媒的一种功能。

[0031] 增压电磁阀201和泄压电磁阀202可以在蒸发冷模块换热器闲置时调节蒸发冷模块换热器内压力大小。

[0032] 本装置分为普通制冷模式、高效制冷模式、高效制热模式。

[0033] 具体的，如图3所示，当本装置运行在普通制冷模式时，压缩机210通过做功将高温高压的冷媒排出，排出的高温高压冷媒经过油分离器220将冷媒中的油分离出来，通过回油口输送至压缩机210的回油口，完成润滑油过滤后的高温高压冷媒经过三通阀230的出口输送至四通阀240的进口第一接口，高温高压的冷媒在通过四通阀240的第二接口输送至铜管铝翅片换热器250中进行放热冷却，冷却至中温高压的液态冷媒，铜管铝翅片换热器250的出口将冷凝后的中温高压液态冷媒通过单向阀输送至电子膨胀阀204中进行降压节流，节流后的低压低温的气液两相的冷媒在通过单向阀输送至满液式换热器280中进行吸热气化来降低满液式换热器280中水的温度，气化后的低压气态冷媒经过满液式换热器280的出口

输送至四通阀240的第四接口经由四通阀240的第三接口流向压缩机210的吸气口，从而完成整个普通制冷过程，其中从油分离器220的出口离开的高压高温气体经过引射器270将满液式换热器280中富油区出口中油和冷媒混合物经过开启的cooler引射电磁阀272吸入至引射器270接口，之后一起流向压缩机210的吸气口的管路上。当普通制冷模式下冷媒循环量过多时通过液路电磁阀203排放至蒸发冷模块换热器，当冷媒循环量过少时，通过开启EC引射电磁阀271将蒸发冷模块换热器的冷媒输送至系统中。

[0034] 如图2所示，当本装置运行在高效制冷模式时，压缩机210通过做功将高温高压的冷媒排出，排出的高温高压冷媒经过油分离器220将冷媒中的油分离出来，通过回油口输送至压缩机210的回油口，完成润滑油过滤后的高温高压冷媒经油分离器220的出口流向三通阀230的出口流向蒸发冷模块换热器中的预冷器110的进口，通过预冷器110将高温高压的冷媒冷却至中温高压的饱和态冷媒，再流向铜管换热器120中进行冷却，其中蒸发冷模块换热器中的喷淋水泵150，通过向铜管换热器120上方喷淋水来冷却铜管换热器120中的饱和态冷媒，通过换热管铜管换热器120后的喷淋水经由填料160与空气换热以此降低自身温度，最后落入水箱170从而完成整个喷淋水循环，经由填料160的空气通过与水换热后为湿空气通过预冷器110加热后被风机130排放至大气中。经由铜管换热器120冷却后的中温液态冷媒通过蒸发冷模块换热器的出口流向开启的液路电磁阀203中，再通过电子膨胀阀204中进行降压节流，节流后的低压低温的气液两相的冷媒在通过单向阀输送至满液式换热器280中进行吸热气化来降低换热器中水的温度，气化后的低压气态冷媒经过满液式换热器280的出口输送至四通阀240的第四接口经由四通阀240的第三接口流向压缩机210的吸气口，从而完成整个高效制冷过程。当高效制冷模式下冷媒循环量过多时通过引液电磁阀205排放至铜管铝翅片换热器250，当冷媒循环量过少时，通过开启coil引射电磁阀273将铜管铝翅片换热器250中的冷媒通过引射器270引射至压缩机210的吸气口的管路上。

[0035] 如图4所示，当本装置运行在高效制热模式时，压缩机210通过做功将高温高压的冷媒排出，排出的高温高压冷媒经过油分离器220将冷媒中的油分离出来，通过回油口输送至压缩机210的回油口，完成润滑油过滤后的高温高压冷媒经油分出口流向三通阀230的出口，高温高压的冷媒再由四通阀240的第一接口流向四通阀240的第四接口输送至满液式换热器280中进行放热冷却，以此加热满液式换热器280中水的温度，冷却完成之后中温高压液态冷媒经由满液式换热器280的冷媒进口流向单向阀，再由电子膨胀阀204进行降压节流，完成后低温低压的气液混合冷媒通过开启的制热电磁阀206经由单向阀输送至铜管铝翅片换热器250中进行吸热气化，完成换热后的低压气态冷媒通过铜管铝翅片换热器250的进口流向四通阀240的第二接口，再由四通阀240的第三接口流向压缩机210吸气口，从而完成高效制热循环，当高效制热模式运行时，系统冷媒循环量过多时通过液路电磁阀203排放至蒸发冷模块换热器，当冷媒循环量过少时，通过开启增压电磁阀201和引液电磁阀205将蒸发冷模块换热器中的冷媒输送至系统中。其中当运行高效制热模式下系统需要进行融霜时，可通过液路电磁阀203将多余的冷媒先导入蒸发冷模块换热器中再进行模式切换(切换成普通制冷模式)从而避免压缩机210带液的风险。当运行融霜模式时，系统循环中冷媒过多时通过液路电磁阀203和泄压电磁阀202联合组合进行冷媒循环量的控制。当冷媒循环量过少时，通过开启EC引射电磁阀271将蒸发冷模块换热器中的冷媒输送至系统中。

[0036] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人

员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

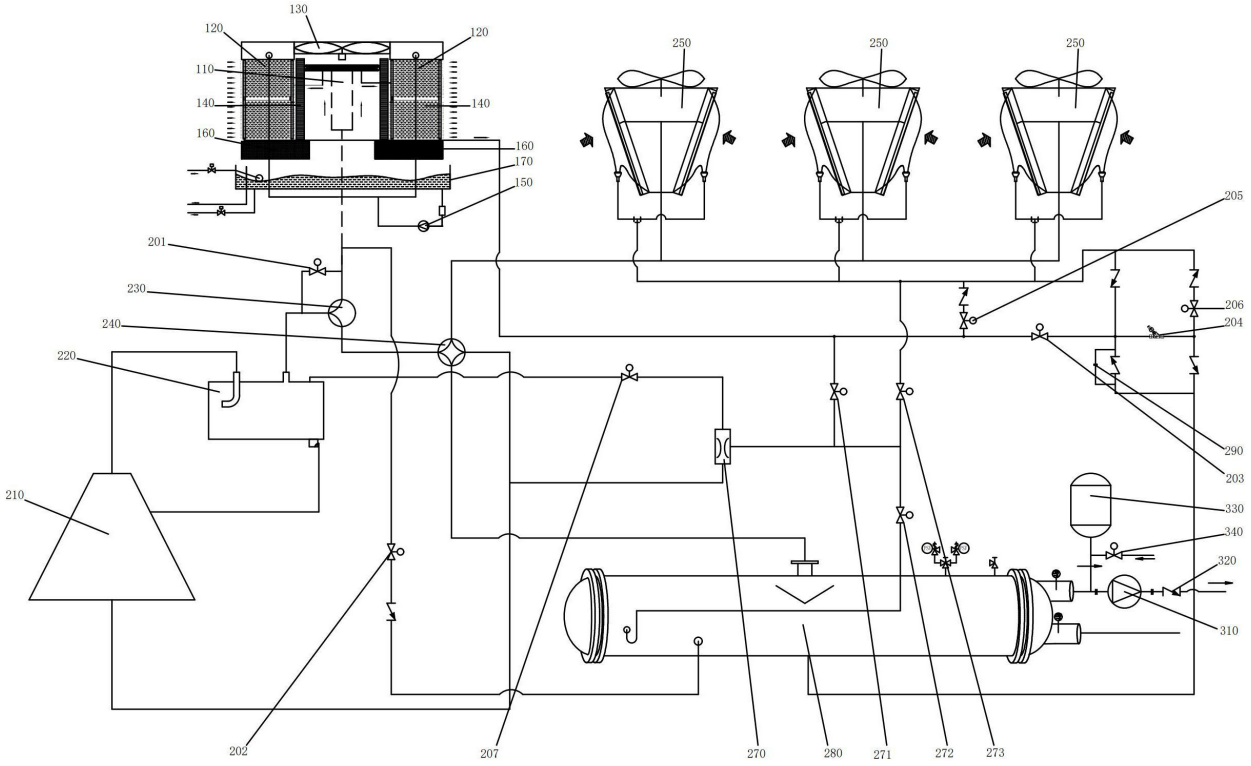

130
120
120
110
140
140
160
160
170
150
250
250
250
205
201
230
240
206
204
220
290
203
210
330
340
320
310
202
207
270
280
271
272
273

图 1

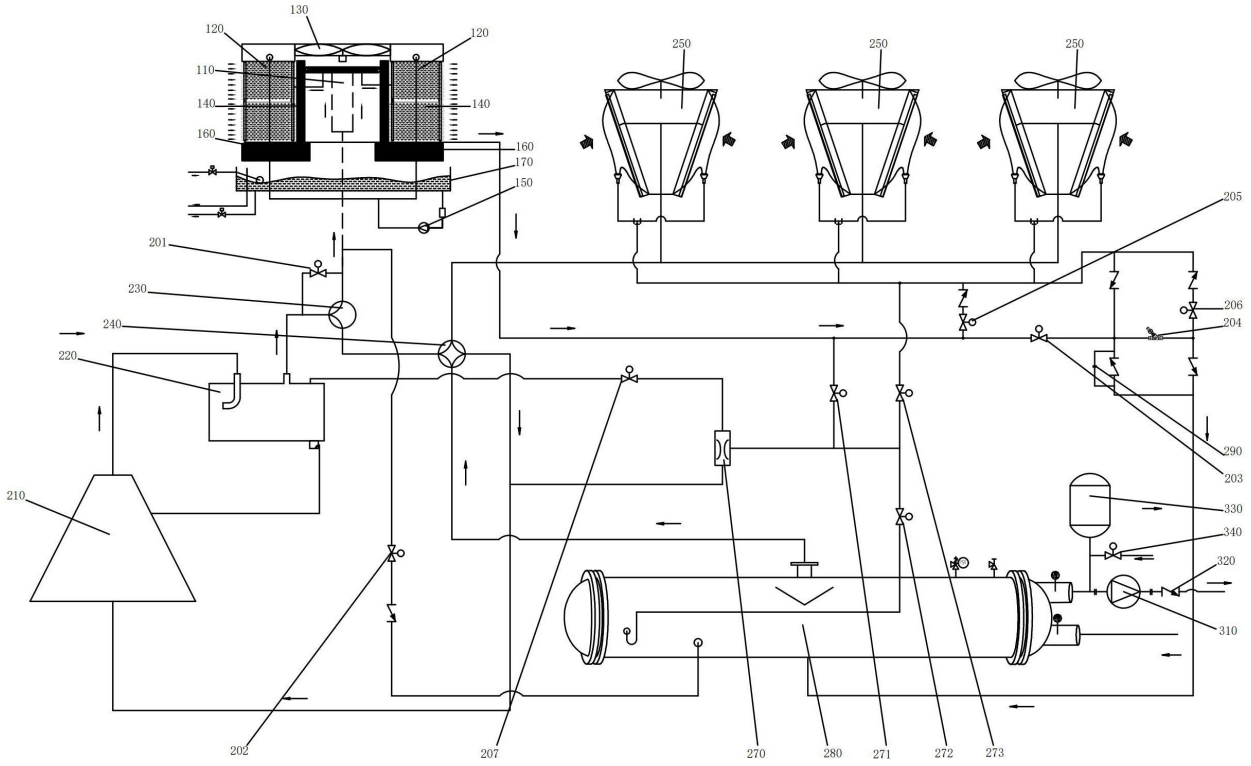

130
120
120
110
140
140
160
160
170
150
250
250
250
205
201
230
240
206
204
220
290
203
210
330
340
320
310
202
207
270
280
271
272
273

图 2

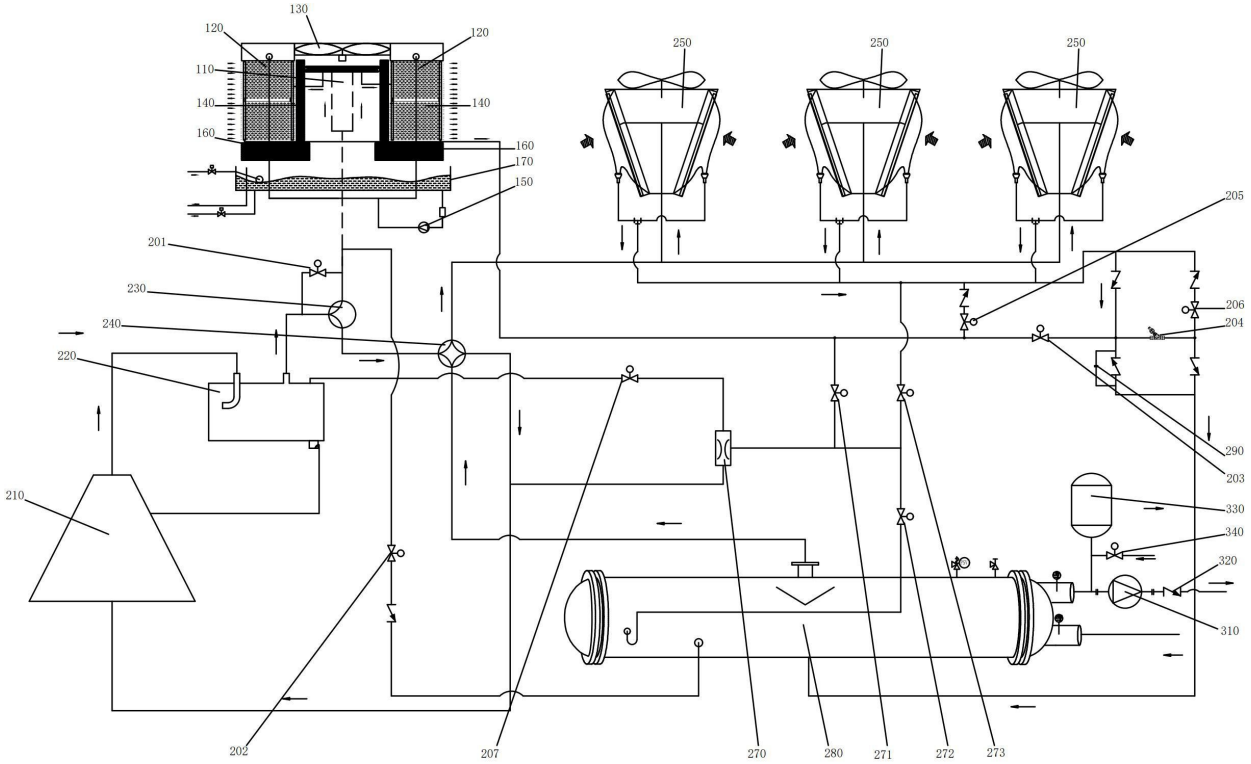

130
120
120
110
140
140
160
160
170
150
250
250
250
205
201
230
206
204
240
220
290
203
210
330
340
320
310
202
207
270
280
271
272
273

图 3

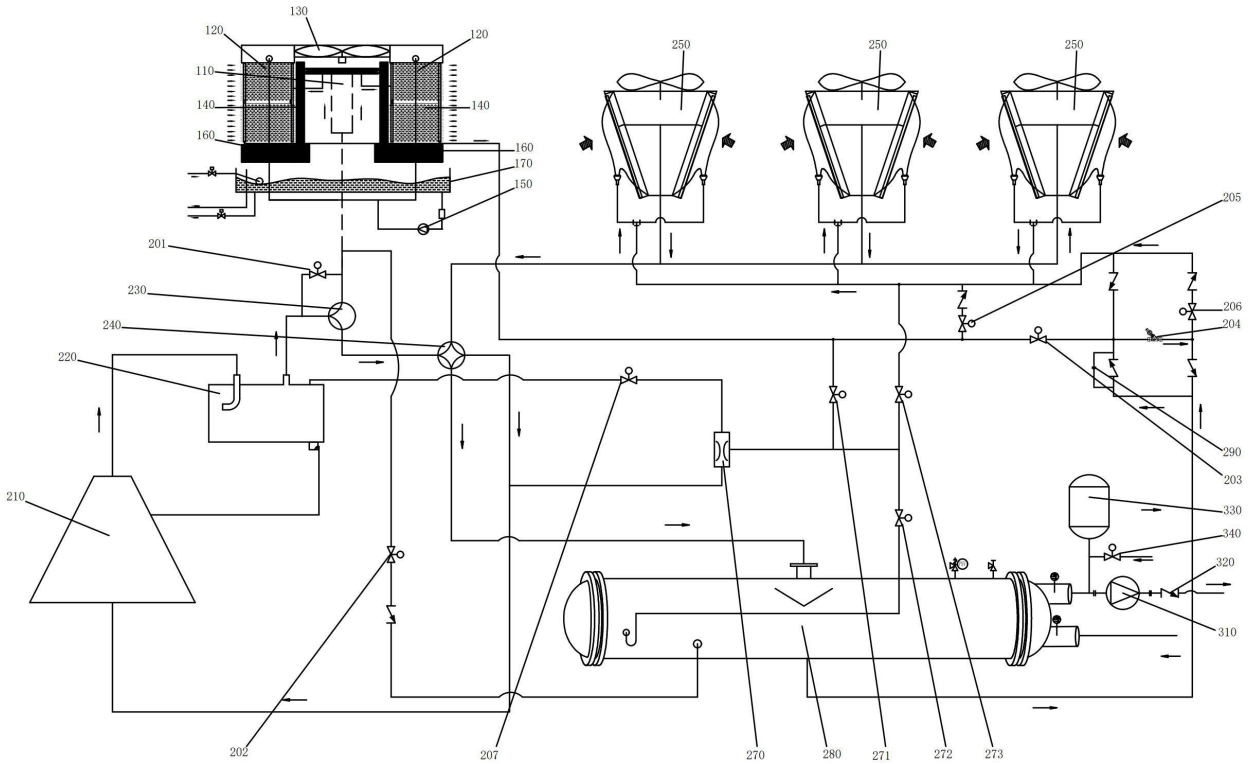

130
120
120
110
140
140
160
160
170
150
250
250
250
205
201
230
206
204
240
220
290
203
210
330
340
320
310
202
207
270
280
271
272
273

图 4