



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118510229 A

(43) 申请公布日 2024.08.16

(21) 申请号 202410623194.4

(22) 申请日 2024.05.20

(71) 申请人 合肥通用制冷设备有限公司

地址 230601 安徽省合肥市市辖区宿松路  
以东、繁华大道以南智能科技园五期3  
号厂房

(72) 发明人 张勇

(74) 专利代理机构 合肥初航知识产权代理事务  
所(普通合伙) 34171

专利代理师 金娟娟

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

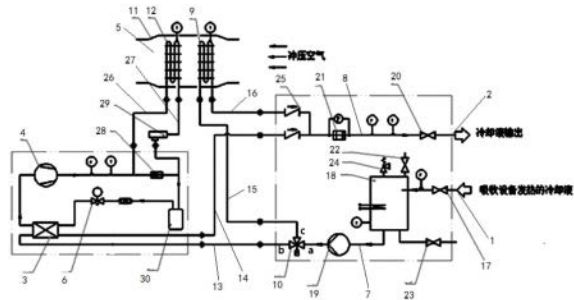
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种机载液冷系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种机载液冷系统,公开了一种机载液冷系统及其控制方法,其包括连接在机载设备上的冷凝液回液口和冷凝液输出口,冷凝液回液口与蒸发器之间连接有冷却液回液管,冷凝液输出口与蒸发器之间连接有冷却液输出管,冷却液回液管与冷却液输出管之间连接有设置于冷凝器处的散热盘管,冷却液回液管、散热盘管的进液端以及蒸发器的进液端三者之间通过一电动三通阀连接。本发明能够在冷凝侧冲压空气不可调节的条件下,利用液冷系统吸收的设备发热负荷,对冷凝侧散热进行调节,继而在一定程度上平衡了飞行高度、速度对冷凝侧冲压空气散热效果的影响,尽可能的减小此时蒸发侧的冷却能力的衰减,维持控温精度。



1. 一种机载液冷系统,包括连接在机载设备上的冷凝液回液口(1)和冷凝液输出口(2),冷凝液回液口(1)和冷凝液输出口(2)之间连接有蒸发循环制冷回路,蒸发循环制冷回路包括依次连接且构成回路的蒸发器(3)、压缩机(4)、冷凝器(5)以及膨胀阀(6),冷凝液回液口(1)与蒸发器(3)的进口连接,冷凝液输出口(2)与蒸发器(3)的出口连接;

其特征在于:冷凝液回液口(1)与蒸发器(3)之间连接有冷却液回液管(7),冷凝液输出口(2)与蒸发器(3)之间连接有冷却液输出管(8),冷却液回液管(7)与冷却液输出管(8)之间连接有设置于冷凝器(5)处的散热盘管(9),冷却液回液管(7)、散热盘管(9)的进液端以及蒸发器(3)的进液端三者之间通过一电动三通阀(10)连接。

2. 根据权利要求1所述的一种机载液冷系统,其特征在于:冷凝器(5)包括冷凝器壳体(11)和设置与冷凝器壳体(11)内的冷凝器盘管(12),散热盘管(9)设置于冷凝器壳体(11)内。

3. 根据权利要求1所述的一种机载液冷系统,其特征在于:蒸发器(3)的进口和出口分别连接有蒸发器进液管(13)和蒸发器出液管(14),蒸发器进液管(13)与冷却液回液管(7)连接,蒸发器出液管(14)与冷却液输出管(8)连接,

散热盘管(9)上连接有盘管进液管(15)和盘管出液管(16),电动三通阀(10)设置于盘管进液管(15)、蒸发器进液管(13)和冷却液回液管(7)之间。

4. 根据权利要求3所述的一种机载液冷系统,其特征在于:冷却液回液管(7)上自冷凝液回液口(1)依次设有回液端液体连接器(17)、水箱(18)以及水泵(19),冷却液输出管(8)上自冷凝液输出口(2)依次设有输出端液体连接器(20)和过滤器(21)。

5. 根据权利要求4所述的一种机载液冷系统,其特征在于:水箱(18)上安装有安全阀(22)和自动排气阀(24),水箱(18)上还连接有排液阀(23)。

6. 根据权利要求3所述的一种机载液冷系统,其特征在于:盘管出液管(16)和蒸发器出液管(14)上均设有能够向冷凝液输出口(2)流动的止回阀(25)。

7. 根据权利要求2所述的一种机载液冷系统,其特征在于:冷凝器盘管(12)的进口和出口分别设有冷凝器进液管(26)和冷凝器出液管(27),冷凝器进液管(26)和冷凝器出液管(27)之间连接有差压调节阀(28),冷凝器出液管(27)与膨胀阀(6)之间自冷凝器(5)端依次连接有高压调节阀(29)和储液罐(30)。

8. 一种机载液冷系统控制方法,其特征在于,其采用权利要求1-7任意一项所述的一种机载液冷系统实现,其包括根据大气温度来对电动三通阀(10)进行控制以实现散热盘管(9)流量的控制,从而实现对冷凝侧散热的调节。

9. 根据权利要求8所述的一种机载液冷系统控制方法,其特征在于,大气温度根据海拔高度计算得到或根据设置于冷凝侧冲压空气入口处的温度传感器得到。

10. 根据权利要求9所述的一种机载液冷系统控制方法,其特征在于,

大气温度根据海拔高度计算得到时,将输入的海拔高度划分为三个工作段,分别为低空范围海拔 $0 \sim H_L$ 、中间范围 $H_L \sim H_H$ 、高空范围 $H_H \sim H_{max}$ ,电动三通阀(10)的三个口分别设定为与冷凝液回液口(1)连通的a口、与蒸发器(3)连通的b口以及与散热盘管(9)连通的c口;海拔高度处于 $0 \sim H_L$ 的低空范围海拔时,存在两个控制模式:

模式(1):循环冷却液通过冷却液回液管(7)至电动三通阀(10),控制阀内ab导通、ac闭合,循环冷却液通过ab通道至蒸发器(3),吸收蒸发循环的冷量,降温后通过冷却液输出管

(8) 至冷却液输出口,向用户负荷输出,吸收负荷热量后再循环至冷凝液回液口(1);

模式(2):当冷凝侧处于差压调节阀(28)和高压调节阀(29)的工作温度范围, $T_{供} \geq T_{设定} + \Delta t$ 时,表示蒸发侧仍需要制冷,则由设置于蒸发循环制冷回路上的差压调节阀(28)和高压调节阀(29)来调节冷凝压力,其中冷凝器(5)的进口和出口分别设有冷凝器进液管(26)和冷凝器出液管(27),冷凝器进液管(26)和冷凝器出液管(27)之间连接有差压调节阀(28),冷凝器出液管(27)与膨胀阀(6)之间自冷凝器(5)端依次连接有高压调节阀(29)和储液罐(30);其中 $T_{供}$ 是冷凝液输出口(2)的循环冷却液温度, $T_{设定}$ 是冷凝液输出口(2)循环冷却液温度的目标值, $\Delta t$ 是冷凝液输出口(2)循环冷却液温度的波动范围值;

海拔高度处于 $H_H \sim H_{max}$ 的高空范围时:

循环冷却液通过冷却液回液管(7)至电动三通阀(10),控制阀内ac导通、ab闭合,循环冷却液通过电动三通阀(10)至散热盘管(9),吸收蒸发循环的冷量,降温后通过冷却液输出管(8)至冷却液输出口,向用户负荷输出,吸收负荷热量后再循环至冷凝液回液口(1);

当冲压空气风道中的散热盘管(9)的散热量大于液冷系统从用户侧吸收的热量,电动三通阀(10)调节ac、ab通道开启度,ab通道的分流冷却液经过蒸发器(3)并绕过散热盘管(9)后与供液主管路连通,此时蒸发器(3)处无热交换;所述的供液主管路为冷却液回液管(7)经蒸发器与冷却液输出管(8)连接而成的主管路;

海拔高度处于 $H_L \sim H_H$ 的中间范围时:控制电动三通阀(10)ac通道和ab通道均打开。

## 一种机载液冷系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种机载液冷系统,尤其涉及了一种机载液冷系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 机载液冷系统主要包含两种制冷形式,蒸发循环制冷系统和空气循环制冷系统。

[0003] 其中,蒸发循环制冷系统的机载液冷系统,其冷凝器的散热方式是将热量排放至冲压空气或燃油等热沉。采用蒸发循环制冷系统的机载液冷系统所配套的飞机,因任务及用途需求,会出现飞行高度跨度大,飞行速度变化大等特点。对应而言,采用冲压空气作为冷凝热交换方式的液冷系统会受到不利影响。

[0004] 具体的说,大气的温度密度随海拔高度变化明显,低空飞行时冲压空气温度高密度大,高空时温度低密度低,对冷凝侧散热效果影响大,进而影响蒸发侧的制冷量。而机载液冷系统通常为机载雷达等设备提供冷却,所需冷却的设备的负载并不随海拔高度变化,或者变化小,并且还有较高的控温精度要求。

[0005] 另外飞行速度的变化也影响冲压空气量、飞机蒙皮表面温度等,对上述采用冲压空气散热的冷凝器工作产生直接或间接的影响。

[0006] 因此,采用蒸发循环制冷系统的机载液冷系统领域,亟需研究一种机载液冷系统,在大气温度(海拔)、飞行速度变化条件下,解决上述问题。

[0007] 现有机载液冷系统使用冲压空气作为冷凝侧散热形式,在低空飞行条件正常工作,无需对冷凝压力进行调节,高空飞行时可采用在冷凝器的冲压空气管路上装的排气活门或可调风门来调节空气流量,以维持冷凝温度。这样做可以实现冷凝散热量的可调,代价则是结构复杂、增加飞行器性能代偿损失。

[0008] 另外,机载液冷系统多为后期加装设备,并非所有机载平台(飞机)允许加装排气活门或可调风门。

[0009] 在不能调节冲压空气的条件下,为应对低温启动工作,液冷系统的制冷系统对应可以采用冷凝压力调节阀。大气温度低时开机后,冷凝压力调节阀的高压调节阀处于关闭状态,直至压缩机排出制冷剂积存在冷凝器内,积液时冷凝器传热面积减小,冷凝压力逐步升高。

[0010] 但高空大气温度过低,此时机载平台内设备散热负荷仍可能为标准值甚至峰值,需要采取措施。通常是考虑到低温工况,而抬高了制冷系统的标准工况的输出能力,对应造成尺寸、重量、用能增加,进而增加飞行器性能代偿损失。

### 发明内容

[0011] 本发明针对现有技术中机载液冷系统存在的问题,提供了一种机载液冷系统及其控制方法。

[0012] 为了解决上述技术问题,本发明通过下述技术方案得以解决:

[0013] 一种机载液冷系统,包括连接在机载设备上的冷凝液回液口和冷凝液输出口,冷

凝液回液口和冷凝液输出口之间连接有蒸发循环制冷回路,蒸发循环制冷回路包括依次连接且构成回路的蒸发器、压缩机、冷凝器以及膨胀阀,冷凝液回液口与蒸发器的进口连接,冷凝液输出口与蒸发器的出口连接;

[0014] 冷凝液回液口与蒸发器之间连接有冷却液回液管,冷凝液输出口与蒸发器之间连接有冷却液输出管,冷却液回液管与冷却液输出管之间连接有设置于冷凝器处的散热盘管,冷却液回液管、散热盘管的进液端以及蒸发器的进液端三者之间通过一电动三通阀连接。

[0015] 作为优选,冷凝器包括冷凝器壳体和设置与冷凝器壳体内的冷凝器盘管,散热盘管设置于冷凝器壳体内。

[0016] 作为优选,蒸发器的进口和出口分别连接有蒸发器进液管和蒸发器出液管,蒸发器进液管与冷却液回液管连接,蒸发器出液管与冷却液输出管连接,

[0017] 散热盘管上连接有盘管进液管和盘管出液管,电动三通阀设置于盘管进液管、蒸发器进液管和冷却液回液管之间。

[0018] 作为优选,冷却液回液管上自冷凝液回液口依次设有回液端液体连接器、水箱以及水泵,冷却液输出管上自冷凝液输出口依次设有输出端液体连接器和过滤器。

[0019] 作为优选,水箱上安装有安全阀和自动排气阀,水箱上还连接有排液阀。

[0020] 作为优选,盘管出液管和蒸发器出液管上均设有能够向冷凝液输出口流动的止回阀。

[0021] 作为优选,冷凝器盘管的进口和出口分别设有冷凝器进液管和冷凝器出液管,冷凝器进液管和冷凝器出液管之间连接有差压调节阀,冷凝器出液管与膨胀阀之间自冷凝器端依次连接有高压调节阀和储液罐。

[0022] 一种机载液冷系统控制方法,其采用一种机载液冷系统实现,其包括根据大气温度来对电动三通阀进行控制以实现对散热盘管流量的控制,从而实现对冷凝侧散热的调节。

[0023] 作为优选,大气温度根据海拔高度计算得到或根据设置于冷凝侧冲压空气入口处的温度传感器得到。

[0024] 作为优选,大气温度根据海拔高度计算得到时,将输入的海拔划分为三个工作段,分别为低空范围海拔 $0 \sim H_L$ 、中间范围 $H_L \sim H_H$ 、高空范围 $H_H \sim H_{max}$ ,电动三通阀的三个口分别设定为与冷凝液回液口连通的a口、与蒸发器连通的b口以及与散热盘管连通的c口;

[0025] 海拔高度处于 $0 \sim H_L$ 的低空范围海拔时,分为两个控制模式,

[0026] 模式(1):循环冷却液通过冷却液回液管至电动三通阀,控制阀内ab导通、ac闭合,循环冷却液通过ab通道至蒸发器,吸收蒸发循环的冷量,降温后通过冷却液输出管至冷却液输出口,向用户负荷输出,吸收负荷热量后再循环至冷凝液回液口;

[0027] 模式(2):当冷凝侧处于差压调节阀(28)和高压调节阀(29)的工作温度范围, $T_{供} \geq T_{设定} + \Delta t$ 时,表示蒸发侧仍需要制冷,则由设置于蒸发循环制冷回路上的差压调节阀和高压调节阀来调节冷凝压力,其中冷凝器的进口和出口分别设有冷凝器进液管和冷凝器出液管,冷凝器进液管和冷凝器出液管之间连接有差压调节阀,冷凝器出液管与膨胀阀之间自冷凝器端依次连接有高压调节阀和储液罐;其中 $T_{供}$ 是冷凝液输出口(2)的循环冷却液温度, $T_{设定}$ 是冷凝液输出口(2)循环冷却液温度的目标值, $\Delta t$ 是冷凝液输出口(2)循环冷却液温度

的波动范围值；

[0028] 海拔高度处于 $H_{\text{H}} \sim H_{\text{max}}$ 的高空范围时：

[0029] 循环冷却液冷却液回液管至电动三通阀，控制阀内ac导通、ab闭合，循环冷却液通过电动三通阀至散热盘管，吸收蒸发循环的冷量，降温后通过冷却液输出管至冷却液输出口，向用户负荷输出，吸收负荷热量后再循环至冷凝液回液口；

[0030] 当冲压空气风道中的散热盘管的散热量大于液冷系统从用户侧吸收的热量，电动三通阀调节ac、ab通道开启度，ab通道的分流冷却液经过蒸发器并绕过散热盘管后与供液主管路连通，此时蒸发器处无热交换；所述的供液主管路为冷却液回液管(7)经蒸发器与冷却液输出管(8)连接而成的主管路；

[0031] 海拔高度处于 $H_{\text{L}} \sim H_{\text{H}}$ 的中间范围时：

[0032] 控制电动三通阀ac通道和ab通道均打开。

[0033] 本发明由于采用了以上技术方案，具有显著的技术效果：

[0034] 本发明能够在冷凝侧冲压空气不可调节的条件下，利用液冷系统吸收的设备发热负荷，对冷凝侧散热进行调节，继而在一定程度上平衡了飞行高度、速度对冷凝侧冲压空气散热效果的影响，尽可能的减小此时蒸发侧的冷却能力的衰减，维持控温精度。

## 附图说明

[0035] 图1是本发明实施例1中机载液冷系统的结构示意图。

[0036] 图2是本发明实施例1中机载液冷系统控制流程图。

## 具体实施方式

[0037] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步详细描述。

[0038] 实施例1

[0039] 一种机载液冷系统，包括连接在机载设备上的冷凝液回液口1和冷凝液输出口2，冷凝液回液口1和冷凝液输出口2之间连接有蒸发循环制冷回路，蒸发循环制冷回路包括依次连接且构成回路的蒸发器3、压缩机4、冷凝器5以及膨胀阀6，冷凝液回液口1与蒸发器3的进口连接，冷凝液输出口2与蒸发器3的出口连接；

[0040] 冷凝液回液口1与蒸发器3之间连接有冷却液回液管7，冷凝液输出口2与蒸发器3之间连接有冷却液输出管8，冷却液回液管7与冷却液输出管8之间连接有设置于冷凝器5处的散热盘管9，冷却液回液管7、散热盘管9的进液端以及蒸发器3的进液端三者之间通过一电动三通阀10连接，

[0041] 其中，蒸发器3的进口和出口分别连接有蒸发器进液管13和蒸发器出液管14，蒸发器进液管13与冷却液回液管7连接，蒸发器出液管14与冷却液输出管8连接，

[0042] 散热盘管9上连接有盘管进液管15和盘管出液管16，电动三通阀10设置于盘管进液管15、蒸发器进液管13和冷却液回液管7之间。

[0043] 本实施例中冷凝器5包括冷凝器壳体11和设置与冷凝器壳体11内的冷凝器盘管12，散热盘管9设置于冷凝器壳体11内且位于冷凝器盘管12的上游位置处，所述的上游位置处为更靠近冷凝液回液口1的位置，由于散热盘管9在冷凝器5上游，在其工作时所散热量可改善冷凝器5内冷凝压力，配合冷凝压力调节阀共同微调冷凝器5的冷凝压力，保障临界状

态的制冷循环系统正常运转并输出冷量。

[0044] 本实施例中冷却液回液管7上自冷凝液回液口1依次设有回液端液体连接器17、水箱18以及水泵19,冷却液输出管8上自冷凝液输出口2依次设有输出端液体连接器20和过滤器21。水箱18上安装有安全阀22和自动排气阀24,还连接有排液阀23,盘管出液管16和蒸发器出液管14上均设有能够向冷凝液输出口2流动的止回阀25。

[0045] 冷凝器盘管12的进口和出口分别设有冷凝器进液管26和冷凝器出液管27,冷凝器进液管26和冷凝器出液管27之间连接有差压调节阀28,冷凝器出液管27与膨胀阀6之间自冷凝器5端依次连接有高压调节阀29和储液罐30。差压调节阀28和高压调节阀29的设置能够有效实现在所需情况下对冷凝压力的调节,确保制冷循环正常运转并输出冷量。

[0046] 本实施例中还提供了一种机载液冷系统控制方法,其采用前述的一种机载液冷系统实现,其包括根据大气温度来对电动三通阀10进行控制以实现对其散热盘管9流量的控制,从而实现对冷凝侧散热的调节,其中大气温度根据海拔高度计算得到,或根据设置于冷凝侧冲压空气入口处的温度传感器得到。

[0047] 本实施例中给出的是根据海拔高度计算得到:

[0048] 具体的在有海拔高度信号输入时,控制逻辑中根据海拔计算大气温度,分档确定三通阀开度的初始值,再根据冷凝温度或压力微调开度,以对应飞行高度变化对冷凝侧的影响,本实施例中将输入的海拔划分为三个工作段,分别为低空范围海拔 $0 \sim H_L$ 、中间范围 $H_L \sim H_H$ 、高空范围 $H_H \sim H_{max}$ ,电动三通阀10的三个口分别设定为与冷凝液回液口1连通的a口、与蒸发器3连通的b口以及与散热盘管9连通的c口;

[0049] 海拔高度处于 $0 \sim H_L$ 的低空范围海拔时,存在两种模式:

[0050] 模式(1):循环冷却液通过冷却液回液管7经水箱18、水泵19至电动三通阀10,控制阀内ab导通、ac闭合,循环冷却液通过ab通道至蒸发器3,吸收蒸发循环的冷量,降温后通过冷却液输出管8经止回阀25、过滤器21以及输出端液体连接器20至冷却液输出口,向用户负荷输出,吸收负荷热量后再循环至冷凝液回液口1;然后吸收设备负荷热量后再循环至回液端液体连接器17和水箱18。

[0051] 模式(2):海拔高度处于 $0 \sim H_L$ 的低空范围海拔,因天气变化、海拔升高等因素,此时冷凝侧处于差压调节阀28和高压调节阀29的工作温度范围, $T_{供} \geq T_{设定} + \Delta t$ ,表示蒸发侧仍需要制冷,由设置于蒸发循环制冷回路上的差压调节阀28和高压调节阀29来调节冷凝压力,确保制冷循环正常运转并输出冷量。

[0052] 其中冷凝器5的进口和出口分别设有冷凝器进液管26和冷凝器出液管27,冷凝器进液管26和冷凝器出液管27之间连接有差压调节阀28,冷凝器出液管27与膨胀阀6之间自冷凝器5端依次连接有高压调节阀29和储液罐30;

[0053] 其中 $T_{供}$ 是冷凝液输出口2的循环冷却液温度,即经过整个系统处理后的循环冷却液温度; $T_{设定}$ 是冷凝液输出口2循环冷却液温度的目标值,整个机载液冷系统的控制部分所设置目标温度; $\Delta t$ 是冷凝液输出口2循环冷却液温度的波动范围值,一般在 $0.1 \sim 2^\circ\text{C}$ ,基于设备精度、用户要求确定;

[0054] 海拔高度处于 $H_H \sim H_{max}$ 的高空范围时:

[0055] 循环冷却液通过冷却液回液管7经水箱18、水泵19至至电动三通阀10,控制阀内ac导通、ab闭合,循环冷却液通过电动三通阀10至散热盘管9,吸收蒸发循环的冷量,降温后通

过冷却液输出管8经止回阀25、过滤器21以及输出端液体连接器20至冷却液输出口,向用户负荷输出,吸收负荷热量后再循环至冷凝液回液口1;然后吸收设备负荷热量后再循环至回液端液体连接器17和水箱18。

[0056] 在此范围内,当海拔持续升高,冲压空气温度降低到一定范围,会出现冲压空气风道中的散热盘管9的散热量大于液冷系统从用户侧吸收的热量,根据供液温度变化,电动三通阀10调节ac、ab通道开启度,由于蒸发循环系统未处于工作,蒸发器3处无热交换,仅仅成为流道的一部分,此时蒸发器3处无热交换,ab通道的分流冷却液经过蒸发器3并绕过散热盘管9后与供液主管路连通,起到了调节散热器的散热量的作用,所述的供液主管路为冷却液回液管7经蒸发器与冷却液输出管8连接而成的主管路。

[0057] 海拔高度处于 $H_L \sim H_H$ 的中间范围时,存在蒸发循环制冷系统工作的同时,液冷管路分流模式同时存在的状态,控制电动三通阀10中ac通道和ab通道均打开。

[0058] 即蒸发循环制冷系统工作时,电动三通阀10打开,调节部分热的循环液传递到散热盘管9,由于散热盘管9在冷凝器5上游,所散热量可改善冷凝器5内冷凝压力,配合冷凝压力调节阀共同微调冷凝器5的冷凝压力,保障临界状态的制冷循环系统正常运转并输出冷量。

[0059] 容易理解的是,本领域技术人员在本申请提供的一个或几个实施例基础上,可以对本申请的实施例进行结合、拆分、重组等得到其他实施例,这些实施例均没有超出本申请的保护范围。

[0060] 总之,以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所作的均等变化与修饰,皆应属本发明专利的涵盖范围。



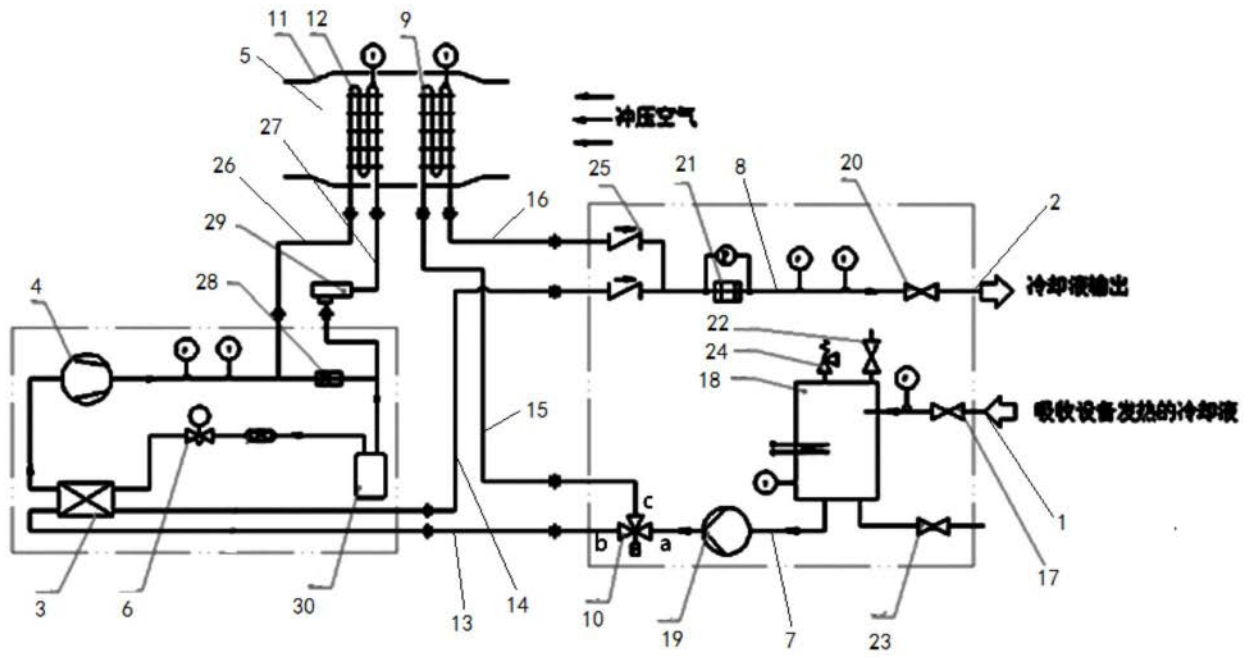


图1

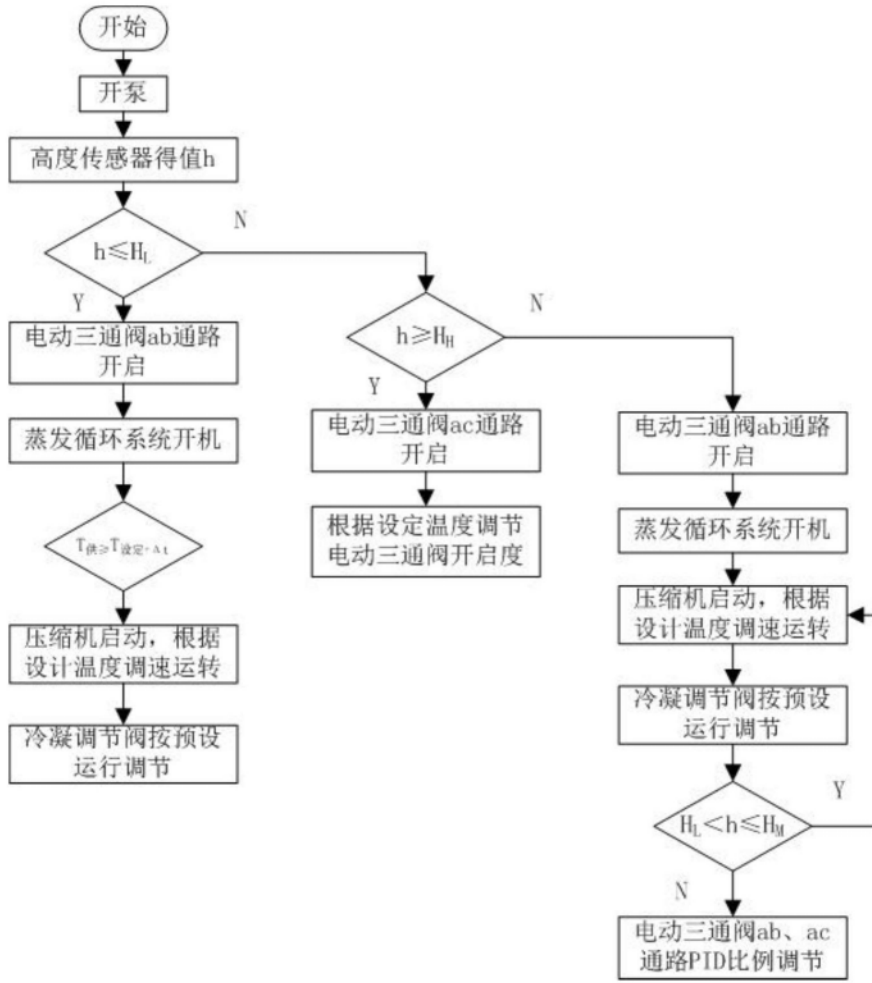


图2