



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113446751 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 01

(21) 申请号 202110721452.9

F25B 41/31 (2021.01)

(22) 申请日 2021.06.28

F25B 41/30 (2021.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F25B 49/02 (2006.01)

申请公布号 CN 113446751 A

审查员 黄坚

(43) 申请公布日 2021.09.28

(73) 专利权人 珠海格力电器股份有限公司

地址 519000 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 周宇 刘贤权 柯廷芬 何子羽

黄成武 顾欣

(74) 专利代理机构 深圳市康弘知识产权代理有

限公司 44247

代理人 林伟敏

(51) Int. Cl.

F25B 1/10 (2006.01)

F25B 41/40 (2021.01)

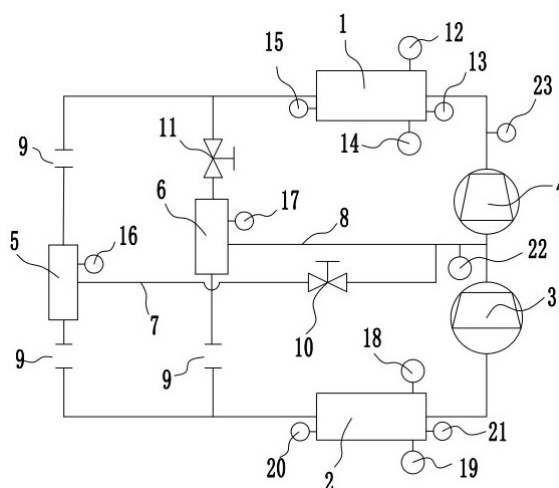
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

制冷系统及其补气调节方法

(57) 摘要

本发明公开了制冷系统及其补气调节方法，制冷系统包括冷凝器、蒸发器、高压压缩机、低压压缩机、并联设置在从冷凝器到蒸发器之间的第一经济器和第二经济器，第一经济器包括第一补气流路；第一补气流路上设有第一膨胀阀，冷凝器到第二经济器的流路上设有第二膨胀阀。当闪发压力 $P_s > \text{经济器压力} P_j$ 时，第一膨胀阀的开度每过第一预设时长 t_1 调整一次，第二膨胀阀的开度不变；闪发压力 $P_s = \text{经济器压力} P_j$ 时，第一膨胀阀和第二膨胀阀的开度不变；当闪发压力 $P_s < \text{经济器压力} P_j$ 时，第一膨胀阀的开度不变，第二膨胀阀的开度每过第二预设时长 t_2 调整一次。与现有技术比较，本申请保持机组在每个工况下的最佳性能与能力。



1. 一种制冷系统的补气调节方法, 所述制冷系统包括并联设置在从冷凝器(1)到蒸发器(2)之间的流路上的第一经济器(5)和第二经济器(6), 所述第一经济器(5)和第二经济器(6)均连接至压缩机补气口进行补气, 其特征在于, 所述方法包括: 当制冷系统开机运行时, 根据制冷系统的运行参数自动调整第一经济器(5)和第二经济器(6)的补气量;

所述第一经济器(5)包括与所述压缩机连通的第一补气流路(7), 所述第一补气流路(7)上设有第一膨胀阀(10), 所述冷凝器(1)到所述第二经济器(6)的流路上设有第二膨胀阀(11), 在调整第一经济器(5)和第二经济器(6)的补气量之前, 第一膨胀阀(10)的开度由0调整为全开, 第二膨胀阀(11)的开度保持在0%;

比较闪发压力 P_s 和经济器压力 P_j , 并根据比较结果分别通过第一膨胀阀(10)调整第一经济器(5)的补气量大小和通过第二膨胀阀(11)调整第二经济器(6)的补气量大小; 当闪发压力 $P_s > \text{经济器压力 } P_j$ 时, 第一膨胀阀(10)的开度每过第一预设时长 t_1 调整一次, 第二膨胀阀(11)的开度不变; 根据制冷系统的温度参数确定所述第一膨胀阀(10)的调整幅度 $D\%$;

所述第一膨胀阀(10)的调整幅度 $D\%$ 中的 $D=D_1+D_2+D_3$, 其中:

当冷凝器(1)中的制冷剂过冷度 $\Delta T_{sc} \geq 3^\circ\text{C}$ 时, $D_1=0.5*(\Delta T_{sc}-3)$, 当冷凝器(1)中的制冷剂过冷度 $\Delta T_{sc} < 3^\circ\text{C}$ 时, $D_1=0.9*(3-\Delta T_{sc})$;

当冷凝器(1)冷凝温度和冷却出水温度的温差 $\Delta T_c \leq 1.5^\circ\text{C}$ 时, $D_2=0.3*(1.5-\Delta T_c)$, 当冷凝器 $\Delta T_c > 1.5^\circ\text{C}$ 时, $D_2=0.6*(\Delta T_c-1.5)$;

当排气过热度 $\Delta T_d \geq 4^\circ\text{C}$ 时, $D_3=0.2*(\Delta T_d-4)$, 当排气过热度 $\Delta T_d < 4^\circ\text{C}$ 时, $D_3=1*(4-\Delta T_d)$;

所述经济器压力 $P_j=P_d+P_X$, 所述 P_d 为第一经济器的压力, 所述 P_X 为第二经济器的压力。

2. 根据权利要求1所述的补气调节方法, 其特征在于, 当闪发压力 $P_s=\text{经济器压力 } P_j$ 时, 第一膨胀阀(10)和第二膨胀阀(11)的开度不变。

3. 根据权利要求1所述的补气调节方法, 其特征在于, 当闪发压力 $P_s < \text{经济器压力 } P_j$ 时, 第一膨胀阀(10)的开度不变, 第二膨胀阀(11)的开度每过第二预设时长 t_2 调整一次。

4. 根据权利要求3所述的补气调节方法, 其特征在于, 根据制冷系统的温度参数确定所述第二膨胀阀(11)的调整幅度 $d\%$ 。

5. 根据权利要求4所述的补气调节方法, 其特征在于, 所述第二膨胀阀(11)的调整幅度 $d\%$ 中的 $d=1-(d_1+d_2)$, 其中:

当蒸发器(2)冷冻出水温度和蒸发温度的温差 $\Delta T_e \leq 1.5^\circ\text{C}$ 时, $d_1=0.3*\Delta T_e$, 当蒸发器(2) $\Delta T_e > 1.5^\circ\text{C}$ 时, $d_1=0.2*(\Delta T_e-1.5)$;

当排气过热度 $\Delta T_d \geq 4^\circ\text{C}$ 时, $d_2=0.28*(\Delta T_d-4)$, 当排气过热度 $\Delta T_d < 4^\circ\text{C}$ 时, $d_2=0.41*\Delta T_d$ 。

6. 根据权利要求1所述的补气调节方法, 其特征在于, 所述第一膨胀阀(10)的每次的调整幅度和第二膨胀阀(11)的每次的调整幅度不超过3%。

7. 一种制冷系统, 其特征在于, 所述制冷系统采用如权利要求1至6中任意一项所述的补气调节方法。

8. 根据权利要求7所述的制冷系统, 其特征在于, 所述冷凝器(1)到所述第一经济器(5)和所述第一经济器(5)到所述蒸发器(2)的流路上各设有第一节流装置。

9. 根据权利要求8所述的制冷系统, 其特征在于, 所述第一节流装置为节流孔板(9)。

10. 根据权利要求7所述的制冷系统,其特征在于,所述第二经济器(6)到所述蒸发器(2)的流路上设有节流孔板(9)。

11. 根据权利要求7所述的制冷系统,其特征在于,所述制冷系统包括高压压缩机(4)和低压压缩机(3),所述第一经济器和第二经济器与所述高压压缩机(4)的补气口连通。

12. 根据权利要求7所述的制冷系统,其特征在于,所述第一经济器的流通面积大于所述第二经济器的流通面积。

制冷系统及其补气调节方法

技术领域

[0001] 本发明涉及制冷技术领域,特别涉及一种制冷系统及其补气调节方法。

背景技术

[0002] 目前国家大力倡导“碳中和”、“碳达峰”的目标引导下,离心式冷水机组成为目前大型建筑最理想、最环保的制冷机组,其能效的高低也成为人们日益关心的问题。双级压缩是目前的离心式冷水机组较常采用的制冷循环系统,双级压缩制冷循环通常采用增加经济器以实现中间补气来提高循环效率,这就使得冷媒需要经过两次节流过程,通过改变节流流通面积,可以使制冷机组始终运行在高效区,而常规的双级压缩制冷循环的冷水式离心机组一般只有一个经济器,并且该经济器中间压力不可控,而中间压力对压缩机的功率及效率都有直接影响,从而使得补气量的大小在不同工况下变得不可知,在变工况过程中,可能出现补气量不合适的情况,从而使得机组能效降低。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种制冷系统及其补气调节方法,解决了现有技术中由于难以对压缩机补气量的大小准确调节而导致制冷系统能效低的问题。

[0004] 本发明采用的技术方案是:一种制冷系统,包括冷凝器、蒸发器和压缩机,还包括:并联地设置在从所述冷凝器到所述蒸发器之间的流路上的第一经济器和第二经济器,所述第一经济器包括与所述压缩机连通的第一补气流路,所述第二经济器包括与所述压缩机连通的第二补气流路。

[0005] 进一步地,所述冷凝器到所述第一经济器和所述第一经济器到所述蒸发器的流路上各设有第一节流装置。

[0006] 进一步地,所述第一节流装置为节流孔板。

[0007] 进一步地,所述第一补气流路上设有第一膨胀阀。

[0008] 进一步地,所述冷凝器到所述第二经济器和所述第二经济器到所述蒸发器的流路上各设有第二节流装置,所述冷凝器到所述第二经济器的流路上第二节流装置为第二膨胀阀,所述第二经济器到所述蒸发器的流路上的第二节流装置为节流孔板。

[0009] 进一步地,所述制冷系统包括高压压缩机和低压压缩机,所述第一补气流路和所述第二补气流路与所述高压压缩机连通。

[0010] 一种制冷系统的补气调节方法,包括:当制冷系统开机运行时,根据制冷系统的运行参数自动调整第一经济器和第二经济器的补气量。

[0011] 进一步地,当制冷系统由停机状态开机运行时,第一膨胀阀的开度为0%,第二膨胀阀的开度升至100%。

[0012] 进一步地,比较闪发压力 P_s 和经济器压力 P_j 分别通过第一膨胀阀调整第一经济器和通过第二膨胀阀调整第二经济器的补气量大小。

[0013] 进一步地,当闪发压力 $P_s > \text{经济器压力 } P_j$ 时,第一膨胀阀的开度每过第一预设时长

t1调整一次,第二膨胀阀的开度不变。

[0014] 进一步地,根据制冷系统的温度参数确定所述第一膨胀阀的调整幅度D%。

[0015] 进一步地,所述第一膨胀阀的调整幅度D%中的 $D=D_1+D_2+D_3$,其中:当冷凝器中的制冷剂过冷度 $\Delta T_{sc} \geq 3^\circ\text{C}$ 时, $D_1=0.5*(\Delta T_{sc}-3)$,当冷凝器中的制冷剂过冷度 $\Delta T_{sc} < 3^\circ\text{C}$ 时, $D_1=0.9*(3-\Delta T_{sc})$;

[0016] 当冷凝器(1)冷凝温度和冷却出水温度的温差 $\Delta T_c \leq 1.5^\circ\text{C}$ 时, $D_2=0.3*(1.5-\Delta T_c)$,当冷凝器 $\Delta T_c > 1.5^\circ\text{C}$ 时, $D_2=0.6*(\Delta T_c-1.5)$;

[0017] 当排气过热度 $\Delta T_d \geq 4^\circ\text{C}$ 时, $D_3=0.2*(\Delta T_d-4)$,当排气过热度 $\Delta T_d < 4^\circ\text{C}$ 时, $D_3=1*(4-\Delta T_d)$ 。

[0018] 进一步地,当闪发压力 P_s =经济器压力 P_j 时,第一膨胀阀和第二膨胀阀的开度不变。

[0019] 进一步地,当闪发压力 $P_s < \text{经济器压力 } P_j$ 时,第一膨胀阀的开度不变,第二膨胀阀的开度每过第二预设时长t2调整一次。

[0020] 进一步地,根据制冷系统的温度参数确定所述第二膨胀阀的调整幅度d%。

[0021] 进一步地,所述第二膨胀阀的调整幅度d%中的 $d=1-(d_1+d_2)$,其中:

[0022] 当蒸发器(2)冷冻出水温度和蒸发温度的温差 $\Delta T_e \leq 1.5^\circ\text{C}$ 时, $d_1=0.3*\Delta T_e$,当蒸发器(2) $\Delta T_e > 1.5^\circ\text{C}$ 时, $d_1=0.2*(\Delta T_e-1.5)$;

[0023] 当排气过热度 $\Delta T_d \geq 4^\circ\text{C}$ 时, $d_2=0.28*(\Delta T_d-4)$,当排气过热度 $\Delta T_d < 4^\circ\text{C}$ 时, $d_1=0.41*\Delta T_d$ 。

[0024] 进一步地,所述第一膨胀阀的调整幅度D%和第二膨胀阀的调整幅度d%不超过3%。

[0025] 与现有技术比较,本申请在冷凝器到蒸发器之间的流路上设置并联的第一经济器和第二经济器,采用两个经济器对压缩机进行两路补气,通过检测系统的运行参数来对制冷系统进行补气调节,通过分别控制第一经济器和第二经济器的补气量,既使系统能够稳定补气,同时使得机组在不同工况下均可获得在该工况最佳补气量,进而保持机组在每个工况下的最佳性能与能力。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本发明中制冷系统的结构示意图;

[0028] 图2为本发明中制冷系统的运行流程图;

[0029] 图3为本发明中第一、第二膨胀阀的调节流程示意图。

[0030] 1、冷凝器;2、蒸发器;3、低压压缩机;4、高压压缩机;5、第一经济器;6、第二经济器;7、第一补气流路;8、第二补气流路;9、节流孔板;10、第一膨胀阀;11、第二膨胀阀;12、冷凝压力传感器;13、冷却水进水温度传感器;14、冷凝温度传感器;15、冷却水出水温度传感器;16、第一压力传感器;17、第二压力传感器;18、蒸发压力传感器;19、蒸发温度传感器;20、冷冻水进水温度传感器;21、冷冻水出水温度传感器;22、中间压力传感器;23、排气压力

传感器。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图以及实施例对本发明的原理及结构进行详细说明。

[0032] 本申请所公开了一种制冷系统,如图1所示,制冷系统包括冷凝器1和蒸发器2,冷凝器1和蒸发器2通过流路相连接形成一个循环回路,且在从蒸发器2到冷凝器1之间的流路上设置有压缩机,本申请中的制冷系统为双级压缩制冷循环,因此在本申请中共设有两个压缩机,从蒸发器2到冷凝器1之间的流路上依次为低压压缩机3和高压压缩机4。

[0033] 进一步地,本申请还在从冷凝器1到蒸发器2的流路上设置有两个经济器,分别为第一经济器5和第二经济器6,且第一经济器5、第二经济器6之间相并联,同时这两个经济器均通过补气流路连接到高压压缩机4的补气口进行补气,与第一经济器5对应的为第一补气流路7,与第二经济器6对应的为第二补气流路8。

[0034] 其中,第一经济器5的体积较大,第二经济器6的体积较小,因此第一经济器5的流通体积要相应的大于第二经济器6,在此前提下,离心机为大冷量机组,采用第一经济器5作为主要补气经济器,而第二经济器6则作为辅助补气经济器。

[0035] 具体地,从冷凝器1到第一经济器5和从第一经济器5到蒸发器2的流路上各设有第一节流装置,基于第一经济器5的流通体积较大,流通量较大,因此本实施例中将第一节流装置设置为节流孔板9,以适应大流通量的第一经济器5,从冷凝器1流出的高压液态冷媒流经节流孔板9节流降压后进入第一经济器5,在第一经济器5中气态冷媒从液态冷媒中分离出来,饱和液态冷媒再次通过节流孔板9节流降压进入到蒸发器2中,而从第一经济器5中分离出的气态冷媒直接通过第一补气流路7进入到压缩机中完成补气;而在第一补气流路7上设置有第一膨胀阀10,其为电子膨胀阀,能够控制对高压压缩机4拥有稳定的补气量。

[0036] 具体地,从冷凝器1到第二经济器6和从第二经济器6到蒸发器2的流路上各设有第二节流装置,基于第二节流装置的流通体积较小,因此从冷凝器1到第二经济器6的流路上第二节流装置设置为第二膨胀阀11,从第二经济器6到蒸发器2的流路上的第二节流装置则为节流孔板9,第二膨胀阀11为电子膨胀阀,便于控制第二经济器6的流量,其中第二经济器6和第二节流装置的工作原理与第一经济器5相同,从第二经济器6中分离出的气态冷媒直接通过第二补气流路8进入到压缩机中完成补气,通过调节第二膨胀阀11即可调节高压压缩机4的补气量。

[0037] 通过并联地设置在从冷凝器1到蒸发器2之间的流路上的第一经济器5和第二经济器6,能够实现对压缩机补气量的稳定供给,同时在变工况过程中,通过分别调节两个经济器的流通量,一方面宏观调节补气量至稳定供应,另一方面微观调节补气量至补气量最佳,使得机组能效一直保持最佳运行状态。

[0038] 进一步地,本申请中还在冷凝器1上设置了冷凝压力传感器12、冷却水进水温度传感器13、冷凝温度传感器14以及冷却水出水温度传感器15;在第一经济器5上还设置有第一压力传感器16;在第二经济器6上还设置有第二压力传感器17;在蒸发器2上设有蒸发压力传感器18、蒸发温度传感器19、冷冻水进水温度传感器20和冷冻水出水温度传感器21;在高压压缩机4的补气口处设有中间压力传感器22;在从高压压缩机4到冷凝器1的流路上还设有排气压力传感器23;以上传感器均用于检测制冷系统的各运行参数,根据这些参数值来

调节第一、第二膨胀阀11的调整幅度。

[0039] 进一步地,本申请还公开了一种制冷系统的补气调节方法,参照附图2,其补气调节方法主要包括:

[0040] 步骤一、当制冷机组开机时,第一膨胀阀10的开度由0%增加到100%,此过程持续3min,同时第二膨胀阀11的开度继续保持在0%,同样持续3min。

[0041] 步骤二、制冷系统开机3min之后,第一膨胀阀10、第二膨胀阀11根据制冷系统的运行参数进行自动调节模式。

[0042] 步骤三、制冷机组关机,第一膨胀阀10和第二膨胀阀11的开度均变为0%。

[0043] 参照附图3,第一膨胀阀10、第二膨胀阀11的自动调节模式包含以下步骤:比较闪发压力PS和经济器压力Pj,比较结果包括:闪发压力PS>经济器压力Pj,闪发压力PS=经济器压力Pj和闪发压力PS<经济器压力Pj。

[0044] 实施例1:当闪发压力PS>经济器压力Pj时,第一膨胀阀10的开度每过第一预设时长t1调整一次,此时第二膨胀阀11的开度保持不变;第一膨胀阀10的调整幅度D%需要根据制冷系统的温度参数来确定。

[0045] 具体地,第一膨胀阀10的调整幅度D%中的 $D=D1+D2+D3$ 。

[0046] 其中,当冷凝器1中的制冷剂过冷度 $\Delta T_{sc} \geq 3^{\circ}\text{C}$ 时, $D1=0.5*(\Delta T_{sc}-3)$,当冷凝器1中的制冷剂过冷度 $\Delta T_{sc} < 3^{\circ}\text{C}$ 时, $D1=0.9*(3-\Delta T_{sc})$ 。

[0047] 当冷凝器1端温差 $\Delta T_c \leq 1.5^{\circ}\text{C}$ 时, $D2=0.3*(1.5-\Delta T_c)$,当冷凝器1端温差 $\Delta T_c > 1.5^{\circ}\text{C}$ 时, $D2=0.6*(\Delta T_c-1.5)$ 。

[0048] 当排气过热度 $\Delta T_d \geq 4^{\circ}\text{C}$ 时, $D3=0.2*(\Delta T_d-4)$,当排气过热度 $\Delta T_d < 4^{\circ}\text{C}$ 时, $D3=1*(4-\Delta T_d)$ 。

[0049] 基于以上运算方式计算得出第一膨胀阀10的调整幅度D%,每过第一预设时长t1调整一次第一膨胀阀10的开度,第一预设时长t1为5s。

[0050] 实施例2:当闪发压力PS=经济器压力Pj时,第一膨胀阀10和第二膨胀阀11的开度均保持不变。

[0051] 实施例3:当闪发压力PS<经济器压力Pj时,第一膨胀阀10的开度不变,而第二膨胀阀11的开度每过第二预设时长t2调整一次,第二膨胀阀11的调整幅度d%需要根据制冷系统的温度参数来确定。

[0052] 具体地,第二膨胀阀11的调整幅度d%中的 $d=1-(d1+d2)$ 。

[0053] 其中:当蒸发器2端温差 $\Delta T_e \leq 1.5^{\circ}\text{C}$ 时, $d1=0.3*\Delta T_e$,当蒸发器2端温差 $\Delta T_e > 1.5^{\circ}\text{C}$ 时, $d1=0.2*(\Delta T_e-1.5)$ 。

[0054] 当排气过热度 $\Delta T_d \geq 4^{\circ}\text{C}$ 时, $d2=0.28*(\Delta T_d-4)$,当排气过热度 $\Delta T_d < 4^{\circ}\text{C}$ 时, $d1=0.41*\Delta T_d$ 。

[0055] 基于以上运算方式计算得出第二膨胀阀11的调整幅度d%,每过第二预设时长t2调整一次第二膨胀阀11的开度,第二预设时长t2为5s。

[0056] 其中,以上4,经济器压力 $P_j=P_d+P_X$ (P_d 由第一压力传感器16测得, P_X 由第二压力传感器17测得);过冷度 ΔT_{sc} =冷凝温度 T_c -冷凝器1出水温度 T_{sc} ;排气过热度 ΔT_d =排气温度 T_d -冷凝温度 T_c ;蒸发器2端温差 ΔT_e =冷冻出水温度 T_{eo} -蒸发温度 T_e ;冷凝器1端温差 ΔT_c =冷凝温度 T_c -冷却出水温度 T_{co} 。

[0057] 需要说明的是,第一膨胀阀10的调整幅度D%和第二膨胀阀11的调整幅度d%的绝对值大小均不超过3%,若计算得出其调整幅度大于3%则按3%进行调整;中间压力 P_v (由中间压力传感器22测得)应小于经济器压力,否则补气过程不能完成,由于管道压损以及电子膨胀阀压损,中间压力应小于经济器压力是一定成立的。

[0058] 通过制冷系统的运行参数动态调节第一膨胀阀10和第二膨胀阀11的开度,进而控制合适的补气量和适当的补气压力,使得该制冷系统能适应在不同工况下负荷变化,使机组达到更佳的能效。

[0059] 以上的具体实施例仅用以举例说明本发明的构思,本领域的普通技术人员在本发明的构思下可以做出多种变形和变化,这些变形和变化均包括在本发明的保护范围之内。

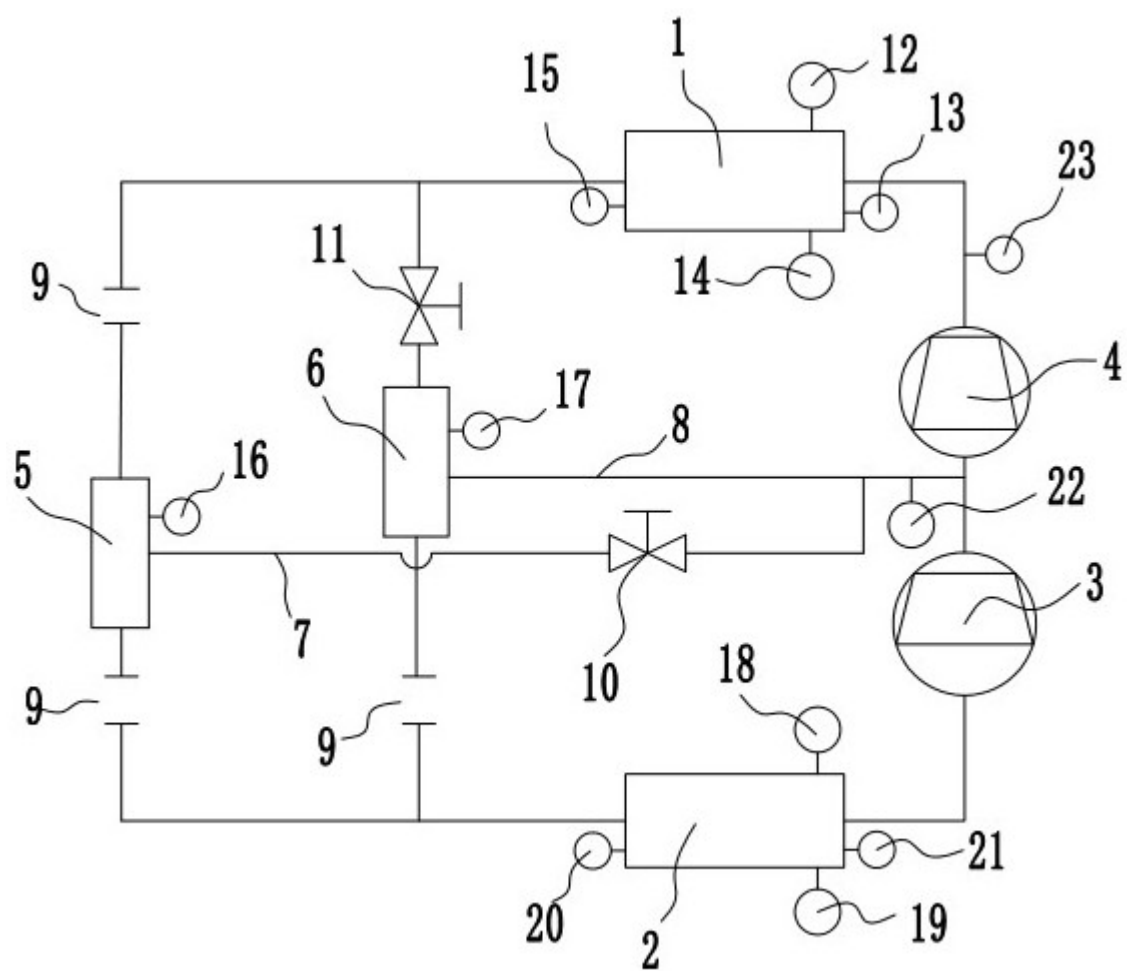


图1

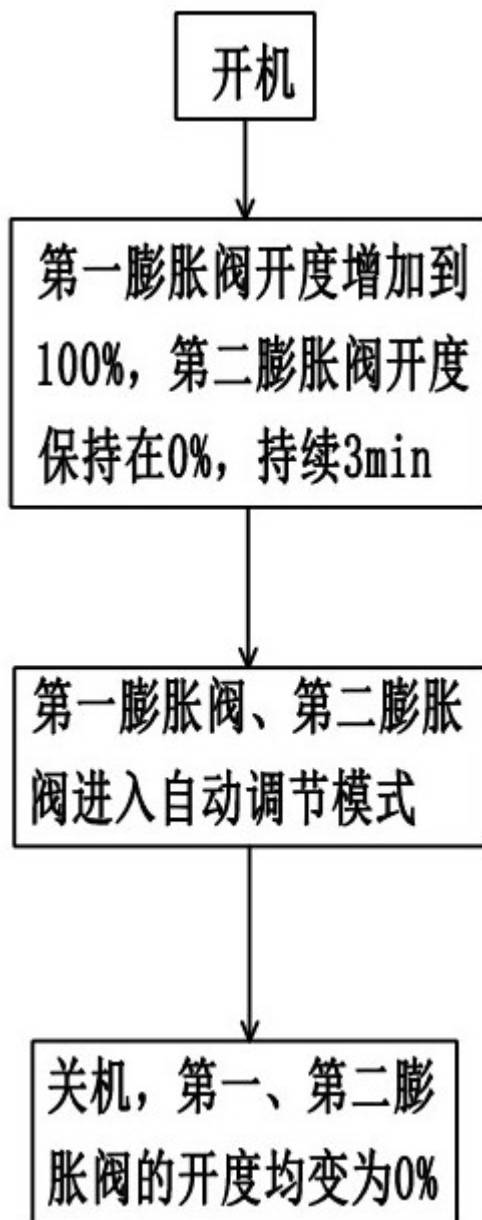


图2

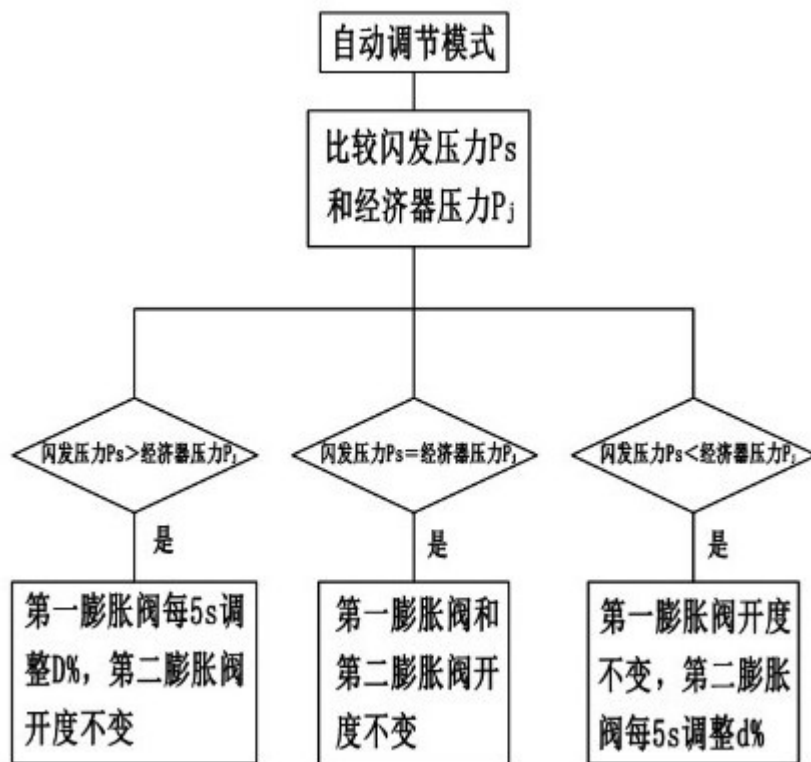


图3