



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112503811 B

(45) 授权公告日 2021.12.10

(21) 申请号 202011439799.6

F25B 30/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.10

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 110230900 A, 2019.09.13

申请公布号 CN 112503811 A

CN 103438547 A, 2013.12.11

CN 108224697 A, 2018.06.29

(43) 申请公布日 2021.03.16

CN 104596173 A, 2015.05.06

CN 106568244 A, 2017.04.19

(73) 专利权人 珠海格力电器股份有限公司

地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路六号

审查员 褚吉平

(72) 发明人 栾坤鹏 张瀛龙 苏培焕 刘帅

王芳 邵继

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 刘鑫

(51) Int. Cl.

F25B 41/31 (2021.01)

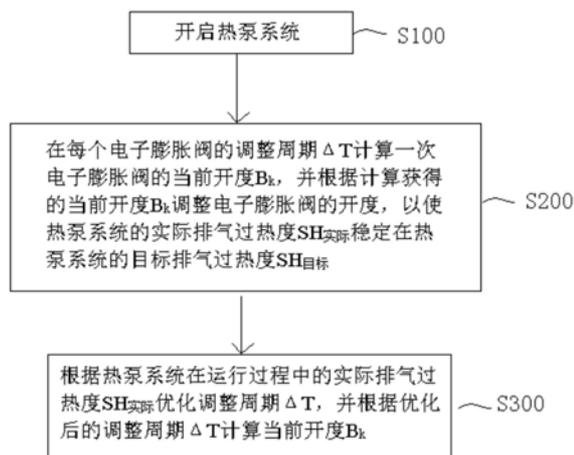
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

电子膨胀阀的控制方法及热泵系统

(57) 摘要

本发明提供了一种电子膨胀阀的控制方法及热泵系统。电子膨胀阀的控制方法包括：开启热泵系统；在每个电子膨胀阀的调整周期  $\Delta T$  计算一次电子膨胀阀的当前开度  $B_k$ ，并根据计算获得的当前开度  $B_k$  调整电子膨胀阀的开度，以使热泵系统的实际排气过热度  $SH_{实际}$  稳定在热泵系统的目标排气过热度  $SH_{目标}$ ；根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度  $SH_{实际}$  优化调整周期  $\Delta T$ ，并根据优化后的调整周期  $\Delta T$  计算当前开度  $B_k$ 。本发明的电子膨胀阀的控制方法解决了现有技术中的电子膨胀阀的控制方法不能适用所有工况而导致空调系统在低温或高温时一直震荡的问题。



1. 一种电子膨胀阀的控制方法,其特征在于,包括:

开启热泵系统;

在每个电子膨胀阀的调整周期  $\Delta T$  计算一次所述电子膨胀阀的当前开度  $B_k$ , 并根据计算获得的所述当前开度  $B_k$  调整所述电子膨胀阀的开度, 以使所述热泵系统的实际排气过热度  $SH_{实际}$  稳定在所述热泵系统的目标排气过热度  $SH_{目标}$ ;

根据所述热泵系统在运行过程中的所述实际排气过热度  $SH_{实际}$  优化所述调整周期  $\Delta T$ , 并根据优化后的调整周期  $\Delta T$  计算所述当前开度  $B_k$ ;

其中, 根据所述热泵系统在运行过程中的所述实际排气过热度  $SH_{实际}$  优化所述调整周期  $\Delta T$  的方法包括:

根据所述热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度  $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度  $SH_{实际大}$  以及所述最小实际排气过热度  $SH_{实际小}$  所对应的第一运行时间  $t_1$ 、所述最大实际排气过热度  $SH_{实际大}$  所对应的第二运行时间  $t_2$  优化所述调整周期  $\Delta T$ 。

2. 根据权利要求1所述的电子膨胀阀的控制方法, 其特征在于, 所述根据所述热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度  $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度  $SH_{实际大}$  以及所述最小实际排气过热度  $SH_{实际小}$  所对应的第一运行时间  $t_1$ 、所述最大实际排气过热度  $SH_{实际大}$  所对应的第二运行时间  $t_2$  优化所述调整周期  $\Delta T$ , 包括:

在计算出  $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) > 1$  时, 根据  $\Delta T * (SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1)$  计算出所述优化后的调整周期  $\Delta T$ ;

在计算出  $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) \leq 1$  时, 所述调整周期  $\Delta T$  不变。

3. 根据权利要求1所述的电子膨胀阀的控制方法, 其特征在于, 在所述根据所述热泵系统在运行过程中的所述实际排气过热度  $SH_{实际}$  优化所述调整周期  $\Delta T$  之前, 所述电子膨胀阀的控制方法还包括:

记录所述热泵系统在运行过程中的排气温度  $T_{排}$  以及所述排气温度  $T_{排}$  所对应的运行时间, 以获取所述预定运行时长内的最大排气温度  $T_{排大}$  和最小排气温度  $T_{排小}$ , 并获取所述最大排气温度  $T_{排大}$  所对应的所述第一运行时间  $t_1$  以及所述最小排气温度  $T_{排小}$  所对应的所述第二运行时间  $t_2$ ;

根据所述最大排气温度  $T_{排大}$  计算出所述最大实际排气过热度  $SH_{实际大}$ , 并根据所述最小排气温度  $T_{排小}$  计算出所述最小实际排气过热度  $SH_{实际小}$ 。

4. 根据权利要求1所述的电子膨胀阀的控制方法, 其特征在于, 在所述根据所述热泵系统在运行过程中的所述实际排气过热度  $SH_{实际}$  优化所述调整周期  $\Delta T$  之后, 所述电子膨胀阀的控制方法还包括:

将所述热泵系统运行环境下的室内环境温度  $T_{内}$  作为基准扩大温度范围以得到室内环境温度范围; 并将所述热泵系统运行环境下的室外环境温度  $T_{外}$  作为基准扩大温度范围以得到室外环境温度范围;

将所述优化后的调整周期  $\Delta T$  与所述室内环境温度范围和所述室外环境温度范围进行匹配和存储, 以在所述热泵系统在所述室内环境温度范围和所述室外环境温度范围下开启时, 根据所述优化后的调整周期  $\Delta T$  调整所述电子膨胀阀的当前开度  $B_k$ 。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的电子膨胀阀的控制方法, 其特征在于, 在所述在每个电子膨胀阀的调整周期  $\Delta T$  计算一次电子膨胀阀的当前开度  $B_k$ , 并根据计算获得的所

述当前开度 $B_k$ 调整所述电子膨胀阀的开度,以使所述热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在所述热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ 之前,所述电子膨胀阀的控制方法还包括:

控制所述电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间。

6. 根据权利要求5所述的电子膨胀阀的控制方法,其特征在于,在所述控制所述电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间之后,所述电子膨胀阀的控制方法还包括:

根据所述热泵系统在运行过程中的所述实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化所述初始开度 $B_{初}$ ;

将所述热泵系统运行环境下的室内环境温度 $T_{内}$ 作为基准扩大温度范围以得到室内环境温度范围;并将所述热泵系统运行环境下的室外环境温度 $T_{外}$ 作为基准扩大温度范围以得到室外环境温度范围;

将优化后的初始开度 $B_{初}$ 与所述室内环境温度范围和所述室外环境温度范围进行匹配和存储,以在所述热泵系统在所述室内环境温度范围和所述室外环境温度范围下开启时,控制所述电子膨胀阀以所述优化后的初始开度 $B_{初}$ 运行所述预定时间。

7. 根据权利要求6所述的电子膨胀阀的控制方法,其特征在于,根据所述热泵系统在运行过程中的所述实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化所述初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:

根据所述热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及所述目标排气过热度 $SH_{目标}$ 优化所述初始开度 $B_{初}$ 。

8. 根据权利要求7所述的电子膨胀阀的控制方法,其特征在于,根据所述热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及所述目标排气过热度 $SH_{目标}$ 优化所述初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:

在计算出 $(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2-SH_{目标}>2$ 时,根据 $B_{初}*(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2/SH_{目标}$ 计算出所述优化后的初始开度 $B_{初}$ ;

在计算出 $(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2-SH_{目标}<-2$ 时,根据 $B_{初}*(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2/SH_{目标}$ 计算出所述优化后的初始开度 $B_{初}$ ;

在计算出 $|(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2-SH_{目标}|\leq 2$ 时,所述初始开度 $B_{初}$ 不变。

9. 根据权利要求5所述的电子膨胀阀的控制方法,其特征在于,在所述控制所述电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间之前,所述电子膨胀阀的控制方法还包括:

获取所述热泵系统运行环境下的室内环境温度 $T_{内}$ 和室外环境温度 $T_{外}$ ,并根据所述室内环境温度 $T_{内}$ 和所述室外环境温度 $T_{外}$ 计算出所述初始开度 $B_{初}$ 。

10. 根据权利要求9所述的电子膨胀阀的控制方法,其特征在于,根据所述室内环境温度 $T_{内}$ 和所述室外环境温度 $T_{外}$ 计算所述初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:

根据所述室内环境温度 $T_{内}$ 和所述室外环境温度 $T_{外}$ 以运算公式计算出所述初始开度 $B_{初}$ ;其中,所述运算公式为: $B_{初}=150+(T_{内}+T_{外})*5$ 。

11. 根据权利要求1至4中任一项所述的电子膨胀阀的控制方法,其特征在于,在每个电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 的方法包括:

根据所述电子膨胀阀的运行准则在每个调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ;所述运行准则为:

$$B_k = B_{k-1} + \Delta B_k;$$

当 $SH_{偏差} > 5$ 时,  $\Delta B_k = 10$ ;

当 $-5 \leq SH_{偏差} \leq 5$ 时,  $\Delta B_k = 0$ ;

当 $SH_{\text{偏差}} < -5$ 时,  $\Delta B_k = -10$ ;

其中,  $B_{k-1}$  为前一个所述调整周期  $\Delta T$  的所述电子膨胀阀的开度, 排气过热度偏差值  $SH_{\text{偏差}}$  为实际排气过热度  $SH_{\text{实际}}$  与目标排气过热度  $SH_{\text{目标}}$  之间的差值。

12. 一种热泵系统, 其特征在于, 适用于权利要求1至11中任一项所述的电子膨胀阀的控制方法, 所述热泵系统包括:

压缩机 (1), 所述压缩机 (1) 的排气口处设置有排气管;

电子膨胀阀 (4);

排气温度检测件 (7), 设置在所述排气管上, 以检测所述压缩机 (1) 的排气温度;

压力检测件 (6), 设置在所述排气管上, 以检测所述压缩机 (1) 的排气压力。

13. 根据权利要求12所述的热泵系统, 其特征在于, 所述热泵系统还包括:

室内环境温度检测件 (9), 设置在所述热泵系统的室内侧, 以检测所述热泵系统运行环境下的室内环境温度;

室外环境温度检测件 (8), 设置在所述热泵系统的室外侧, 以检测所述热泵系统运行环境下的室外环境温度。

## 电子膨胀阀的控制方法及热泵系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及空调设备领域,具体而言,涉及一种电子膨胀阀的控制方法及热泵系统。

### 背景技术

[0002] 在热泵空调器的运行过程中,电子膨胀阀的控制非常关键,直接影响着整个系统运行的可靠性及经济性。目前,热泵空调器制热时通过排气过热度或者目标排气温度值控制电子膨胀阀;其中,通过排气过热度来控制电子膨胀阀是较为常用的方法。

[0003] 然而,由于热泵空调器运行的环境会出现温度极高或极低的时候,在此情况下,排气过热度控制的空调系统会出现震荡,长时间不能稳定。目前,当实际排气过热度大于或小于目标过热度时,电子膨胀阀的开度会按照给定的逻辑以固定的调节时间相应的开大或关小,此种控制方式能适用一定工况使热泵系统稳定,但并不能适用于所有的工况。而且,系统长时间震荡,会影响系统运行的经济性、可靠性及舒适性。

### 发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种电子膨胀阀的控制方法及热泵系统,以解决现有技术中的电子膨胀阀的控制方法不能适用所有工况而导致空调系统在低温或高温时一直震荡的问题。

[0005] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种电子膨胀阀的控制方法,包括:开启热泵系统;在每个电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,并根据计算获得的当前开度 $B_k$ 调整电子膨胀阀的开度,以使热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ ;根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ ,并根据优化后的调整周期 $\Delta T$ 计算当前开度 $B_k$ 。

[0006] 进一步地,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ 的方法包括:根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 所对应的第一运行时间 $t_1$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 所对应的第二运行时间 $t_2$ 优化调整周期 $\Delta T$ 。

[0007] 进一步地,根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 所对应的第一运行时间 $t_1$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 所对应的第二运行时间 $t_2$ 优化调整周期 $\Delta T$ ,包括:在计算出 $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) > 1$ 时,根据 $\Delta T * (SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1)$ 计算出优化后的调整周期 $\Delta T$ ;在计算出 $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) \leq 1$ 时,调整周期 $\Delta T$ 不变。

[0008] 进一步地,在根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ 之前,电子膨胀阀的控制方法还包括:记录热泵系统在运行过程中的排气温度 $T_{排}$ 以及排气温度 $T_{排}$ 所对应的运行时间,以获取预定运行时长内的最大排气温度 $T_{排大}$ 和最小排气温度 $T_{排小}$ ,并获取最大排气温度 $T_{排大}$ 所对应的第一运行时间 $t_1$ 以及最小排气温度 $T_{排小}$ 所对应的第

二运行时间 $t_2$ ;根据最大排气温度 $T_{排大}$ 计算出最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ ,并根据最小排气温度 $T_{排小}$ 计算出最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 。

[0009] 进一步地,在根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ 之后,电子膨胀阀的控制方法还包括:将热泵系统运行环境下的室内环境温度 $T_{内}$ 作为基准扩大温度范围以得到室内环境温度范围;并将热泵系统运行环境下的室外环境温度 $T_{外}$ 作为基准扩大温度范围以得到室外环境温度范围;将优化后的调整周期 $\Delta T$ 与室内环境温度范围和室外环境温度范围进行匹配和存储,以在热泵系统在室内环境温度范围和室外环境温度范围下开启时,根据优化后的调整周期 $\Delta T$ 调整电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 。

[0010] 进一步地,在每个电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,并根据计算获得的当前开度 $B_k$ 调整电子膨胀阀的开度,以使热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ 之前,电子膨胀阀的控制方法还包括:控制电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间。

[0011] 进一步地,在控制电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间之后,电子膨胀阀的控制方法还包括:根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化初始开度 $B_{初}$ ;将热泵系统运行环境下的室内环境温度 $T_{内}$ 作为基准扩大温度范围以得到室内环境温度范围;并将热泵系统运行环境下的室外环境温度 $T_{外}$ 作为基准扩大温度范围以得到室外环境温度范围;将优化后的初始开度 $B_{初}$ 与室内环境温度范围和室外环境温度范围进行匹配和存储,以在热泵系统在室内环境温度范围和室外环境温度范围下开启时,控制电子膨胀阀以优化后的初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间。

[0012] 进一步地,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及目标排气过热度 $SH_{目标}$ 优化初始开度 $B_{初}$ 。

[0013] 进一步地,根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及目标排气过热度 $SH_{目标}$ 优化初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:在计算出 $(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2-SH_{目标}>2$ 时,根据 $B_{初}*(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2/SH_{目标}$ 计算出优化后的初始开度 $B_{初}$ ;在计算出 $(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2-SH_{目标}<-2$ 时,根据 $B_{初}*(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2/SH_{目标}$ 计算出优化后的初始开度 $B_{初}$ ;在计算出 $|(SH_{实际大}+SH_{实际小})/2-SH_{目标}|\leq 2$ 时,初始开度 $B_{初}$ 不变。

[0014] 进一步地,在控制电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间之前,电子膨胀阀的控制方法还包括:获取热泵系统运行环境下的室内环境温度 $T_{内}$ 和室外环境温度 $T_{外}$ ,并根据室内环境温度 $T_{内}$ 和室外环境温度 $T_{外}$ 计算出初始开度 $B_{初}$ 。

[0015] 进一步地,根据室内环境温度 $T_{内}$ 和室外环境温度 $T_{外}$ 计算初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:根据室内环境温度 $T_{内}$ 和室外环境温度 $T_{外}$ 以运算公式计算出初始开度 $B_{初}$ ;其中,运算公式为: $B_{初}=150+(T_{内}+T_{外})*5$ 。

[0016] 进一步地,在每个电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 的方法包括:根据电子膨胀阀的运行准则在每个调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ;运行准则为: $B_k=B_{k-1}+\Delta B_k$ ;当 $SH_{偏差}>5$ 时, $\Delta B_k=10$ ;当 $-5\leq SH_{偏差}\leq 5$ 时, $\Delta B_k=0$ ;当 $SH_{偏差}<-5$ 时, $\Delta B_k=-10$ ;其中, $B_{k-1}$ 为前一个调整周期 $\Delta T$ 的电子膨胀阀的开度,排气过热度偏差值 $SH_{偏差}$ 为实际排气过热度 $SH_{实际}$ 与目标排气过热度 $SH_{目标}$ 之间的差值。

[0017] 根据本发明的另一方面,提供了一种热泵系统,热泵系统包括:压缩机,压缩机的

排气口处设置有排气管;电子膨胀阀;排气温度检测件,设置在排气管上,以检测压缩机的排气温度;压力检测件,设置在排气管上,以检测压缩机的排气压力。

[0018] 进一步地,热泵系统还包括:室内环境温度检测件,设置在热泵系统的室内侧,以检测热泵系统运行环境下的室内环境温度;室外环境温度检测件,设置在热泵系统的室外侧,以检测热泵系统运行环境下的室外环境温度。

[0019] 上述的电子膨胀阀的控制方法在开启热泵系统之后,在每个调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,并根据计算所获得的数值 $B_k$ 来调整电子膨胀阀的开度,即将电子膨胀阀的开度调整为 $B_k$ ,以使热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ ;与此同时,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 对调整周期 $\Delta T$ 进行优化,并使优化后的调整周期 $\Delta T$ 替代正在使用的调整周期 $\Delta T$ ,使得之后在每个优化后的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 。这样的设置使得电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 可以根据热泵系统的运行情况实时调整,来消除热泵系统的震荡。

## 附图说明

[0020] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0021] 图1示出了根据本发明的电子膨胀阀的控制方法的实施例的流程图;

[0022] 图2示出了根据本发明的热泵系统的实施例的示意图。

[0023] 其中,上述附图包括以下附图标记:

[0024] 1、压缩机;2、室内换热器;3、室外换热器;4、电子膨胀阀;5、四通阀;6、压力检测件;7、排气温度检测件;8、室外环境温度检测件;9、室内环境温度检测件。

## 具体实施方式

[0025] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0026] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0027] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0028] 本发明提供了一种电子膨胀阀的控制方法,请参考图1,包括:

[0029] 步骤S100,开启热泵系统;

[0030] 步骤S200,在每个电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,并根据计算获得的当前开度 $B_k$ 调整电子膨胀阀的开度,以使热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ ;

[0031] 步骤S300,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ ,并根据优化后的调整周期 $\Delta T$ 计算当前开度 $B_k$ 。

[0032] 上述的电子膨胀阀的控制方法在开启热泵系统之后,在每个调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,并根据计算所获得的数值 $B_k$ 来调整电子膨胀阀的开度,即将电子膨胀阀的开度调整为 $B_k$ ,以使热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ ;与此同时,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 对调整周期 $\Delta T$ 进行优化,并使优化后的调整周期 $\Delta T$ 替代正在使用的调整周期 $\Delta T$ ,使得之后在每个优化后的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 。这样的设置使得电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 可以根据热泵系统的运行情况实时调整,来消除热泵系统的震荡。

[0033] 具体地,优化调整周期 $\Delta T$ 是指在热泵系统的运行过程中,获得一个最佳的调整周期 $\Delta T$ ,该最佳的调整周期 $\Delta T$ 可以与正在使用的调整周期 $\Delta T$ 相等,也可以是计算出的一个新的调整周期 $\Delta T$ 。该最佳的调整周期 $\Delta T$ 能够避免热泵系统产生震荡。此外,下述的优化调整周期 $\Delta T$ 与此处的意义相同。

[0034] 在本实施例中,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ 的方法包括:根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 所对应的第一运行时间 $t_1$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 所对应的第二运行时间 $t_2$ 优化调整周期 $\Delta T$ 。

[0035] 在本实施例中,根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 所对应的第一运行时间 $t_1$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 所对应的第二运行时间 $t_2$ 优化调整周期 $\Delta T$ ,包括:在计算出 $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) > 1$ 时,根据 $\Delta T * (SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1)$ 计算出优化后的调整周期 $\Delta T$ ;在计算出 $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) \leq 1$ 时,调整周期 $\Delta T$ 不变。这样,在计算出 $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) > 1$ 之后,将在每个优化后的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,且优化后的调整周期 $\Delta T$ 为计算式 $\Delta T * (SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1)$ 的计算结果;在计算出 $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) \leq 1$ 时,仍在每个正在使用的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 。

[0036] 具体地,预定运行时长为20分钟至1个小时。

[0037] 具体地,在计算出 $(SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1) > 1$ 时,且根据 $\Delta T * (SH_{实际大} - SH_{实际小}) / (t_2 - t_1)$ 计算出的优化后的调整周期 $\Delta T$ 小于0.5分钟时,优化后的调整周期 $\Delta T$ 记为0.5min。这样的设置避免电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 较小,进而避免了快速的改变电子膨胀阀的开度,避免热泵系统因频繁改变电子膨胀阀的开度造成的系统震荡的问题。

[0038] 在本实施例中,在根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ 之前,电子膨胀阀的控制方法还包括:记录热泵系统在运行过程中的排气温度 $T_{排}$ 以及排气温度 $T_{排}$ 所对应的运行时间,以获取预定运行时长内的最大排气温度 $T_{排大}$ 和最小排气温度 $T_{排小}$ ,并获取最大排气温度 $T_{排大}$ 所对应的第一运行时间 $t_1$ 以及最小排气温度 $T_{排小}$ 所对应的第二运行时间 $t_2$ ;根据最大排气温度 $T_{排大}$ 计算出最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ ,并根据最小排气温度 $T_{排小}$ 计算出最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 。

[0039] 具体地,电子膨胀阀的控制方法还包括:检测热泵系统在运行过程中的排气压力 $P_{排}$ ;根据导入的饱和温度和压力AD转换表计算出排气压力 $P_{排}$ 对应的饱和温度 $T_{凝}$ ;实际排气过热度 $SH_{实际}$ 为排气温度 $T_{排}$ 减去饱和温度 $T_{凝}$ 。

[0040] 相对应的, $SH_{实际大} = T_{排大} - T_{凝}$ ;  $SH_{实际小} = T_{排小} - T_{凝}$ 。

[0041] 在本实施例中,在根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化调整周期 $\Delta T$ 之后,电子膨胀阀的控制方法还包括:将热泵系统运行环境下的室内环境温度 $T_{内}$ 作为基准扩大温度范围以得到室内环境温度范围;并将热泵系统运行环境下的室外环境温度 $T_{外}$ 作为基准扩大温度范围以得到室外环境温度范围;将优化后的调整周期 $\Delta T$ 与室内环境温度范围和室外环境温度范围进行匹配和存储,以在热泵系统在室内环境温度范围和室外环境温度范围下开启时,根据优化后的调整周期 $\Delta T$ 计算电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 。这样的设置在热泵系统下次启动时快速获得一个较优的电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ ,使热泵系统快速稳定,并使热泵系统灵活适应负荷稳定在合适的范围,提高系统能效。

[0042] 具体地,室内环境温度范围为 $T_{内} \pm 1^\circ\text{C}$ ;室外环境温度范围为 $T_{外} \pm 1^\circ\text{C}$ 。

[0043] 在本实施例中,在每个电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 调整一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,以使热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ 之前,电子膨胀阀的控制方法还包括:控制电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间。 $B_{初}$ 为热泵系统在开机后,电子膨胀阀的初始开度。

[0044] 具体地,预定时间为3min至10min。

[0045] 在本实施例中,在控制电子膨胀阀以初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间之后,电子膨胀阀的控制方法还包括:根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化初始开度 $B_{初}$ ;将热泵系统运行环境下的室内环境温度 $T_{内}$ 作为基准扩大温度范围以得到室内环境温度范围;并将热泵系统运行环境下的室外环境温度 $T_{外}$ 作为基准扩大温度范围以得到室外环境温度范围;将优化后的初始开度 $B_{初}$ 与室内环境温度范围和室外环境温度范围进行匹配和存储,以在热泵系统在室内环境温度范围和室外环境温度范围下开启时,控制电子膨胀阀以优化后的初始开度 $B_{初}$ 运行预定时间。这样可以实现热泵系统的快速稳定,并使系统灵活适应负荷稳定在合适的范围,提高系统能效。

[0046] 具体地,优化初始开度 $B_{初}$ 是指在热泵系统的运行过程中,获得一个下次开机时最佳的初始开度 $B_{初}$ ,该最佳的初始开度 $B_{初}$ 可以与本次开机的初始开度 $B_{初}$ 相等,也可以是计算出的一个新的初始开度 $B_{初}$ 。该最佳的初始开度 $B_{初}$ 能够在系统下次开机后使系统快速达到稳定。此外,下述的优化初始开度 $B_{初}$ 与此处的意义相同。

[0047] 在本实施例中,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 优化初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及目标排气过热度 $SH_{目标}$ 优化初始开度 $B_{初}$ 。

[0048] 在本实施例中,根据热泵系统在预定运行时长内的最小实际排气过热度 $SH_{实际小}$ 、最大实际排气过热度 $SH_{实际大}$ 以及目标排气过热度 $SH_{目标}$ 优化初始开度 $B_{初}$ 的方法包括:在计算出 $(SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 - SH_{目标} > 2$ 时,根据 $B_{初} * (SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 / SH_{目标}$ 计算出优化后的初始开度 $B_{初}$ ;在计算出 $(SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 - SH_{目标} < -2$ 时,根据 $B_{初} * (SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 / SH_{目标}$ 计算出优化后的初始开度 $B_{初}$ ;在计算出 $|(SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 - SH_{目标}| \leq 2$ 时,初始开度 $B_{初}$ 不变。这样,在计算出 $(SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 - SH_{目标} > 2$ 和 $(SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 - SH_{目标} < -2$ 时,在热泵系统在室内环境温度范围和室外环境温度范围下开启时,电子膨胀阀的初始开度 $B_{初}$ 为计算式 $B_{初} * (SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 / SH_{目标}$ 所计算出的数值;在计算出 $|(SH_{实际大} + SH_{实际小}) / 2 - SH_{目标}| \leq 2$ 时,在热泵系统在室内环境温度范围和室外环境温度范围下开启时,初始开度 $B_{初}$ 不变。

[0049] 需要说明的是,本申请并未针对特定的制冷剂系统,因此上述控制逻辑,例

“(SH<sub>实际大</sub>+SH<sub>实际小</sub>)/2-SH<sub>目标</sub>>2”中“2”等限定值可根据实际情况进行优化。

[0050] 在本实施例中,在控制电子膨胀阀以初始开度B<sub>初</sub>运行预定时间之前,电子膨胀阀的控制方法还包括:获取热泵系统运行环境下的室内环境温度T<sub>内</sub>和室外环境温度T<sub>外</sub>,并根据室内环境温度T<sub>内</sub>和室外环境温度T<sub>外</sub>计算出初始开度B<sub>初</sub>。

[0051] 在本实施例中,根据室内环境温度T<sub>内</sub>和室外环境温度T<sub>外</sub>计算初始开度B<sub>初</sub>的方法包括:根据室内环境温度T<sub>内</sub>和室外环境温度T<sub>外</sub>以运算公式计算出初始开度B<sub>初</sub>;其中,运算公式为:B<sub>初</sub>=150+(T<sub>内</sub>+T<sub>外</sub>)\*5。

[0052] 在本实施例中,在每个电子膨胀阀的调整周期ΔT计算一次电子膨胀阀的当前开度B<sub>k</sub>的方法包括:根据电子膨胀阀的运行准则在每个电子膨胀阀的调整周期ΔT计算一次电子膨胀阀的当前开度B<sub>k</sub>;运行准则为:

[0053]  $B_k = B_{k-1} + \Delta B_k$ ;

[0054] 当SH<sub>偏差</sub>>5时,ΔB<sub>k</sub>=10;

[0055] 当-5≤SH<sub>偏差</sub>≤5时,ΔB<sub>k</sub>=0;

[0056] 当SH<sub>偏差</sub><-5时,ΔB<sub>k</sub>=-10;

[0057] 其中,B<sub>k-1</sub>为前一个调整周期ΔT的电子膨胀阀的开度,排气过热度偏差值SH<sub>偏差</sub>为实际排气过热度SH<sub>实际</sub>与目标排气过热度SH<sub>目标</sub>之间的差值;ΔB<sub>k</sub>为开度变化量。

[0058] 具体地,B<sub>k-1</sub>为前一个调整周期ΔT的电子膨胀阀的开度是指,与当前的调整周期ΔT相邻的调整周期ΔT,为当前的调整周期ΔT的前面的调整周期ΔT。目标排气过热度SH<sub>目标</sub>为提前预设好的热泵系统所需要的过热度。

[0059] 在一个实施例中,当热泵系统开始运行时,压缩机上电,此时电子膨胀阀以B<sub>初</sub>=150+(T<sub>内</sub>+T<sub>外</sub>)\*5开始运行3min,且步数保持不变。3min后,电子膨胀阀的运行准则如下:

[0060] 每ΔT时间计算一次, $B_k = B_{k-1} + \Delta B_k$ ;

[0061] 当SH<sub>偏差</sub>>5时,ΔB<sub>k</sub>=10;

[0062] 当-5≤SH<sub>偏差</sub>≤5时,ΔB<sub>k</sub>=0;

[0063] 当SH<sub>偏差</sub><-5时,ΔB<sub>k</sub>=-10;

[0064] 并且,3min后,开始记录排气温度T<sub>排</sub>,并获得预定运行时长内的T<sub>排大</sub>、T<sub>排小</sub>、SH<sub>实际小</sub>、SH<sub>实际大</sub>、t<sub>2</sub>、t<sub>1</sub>。

[0065] 若SH<sub>实际大</sub>+SH<sub>实际小</sub>/2-SH<sub>目标</sub>>2,此时排气过热度正向偏离目标过热度SH<sub>目标</sub>,当下次在该室内、外环境温度±1℃的情况下,以优化后的初始开度B<sub>初</sub>:B<sub>初</sub>\*(SH<sub>实际大</sub>+SH<sub>实际小</sub>)/2/SH<sub>目标</sub>运行。

[0066] 若SH<sub>实际大</sub>+SH<sub>实际小</sub>/2-SH<sub>目标</sub><-2,此时排气过热度负向偏离目标过热度SH<sub>目标</sub>,当下次在该室内、外环境温度±1℃的情况下,以优化后的初始开度B<sub>初</sub>:B<sub>初</sub>\*(SH<sub>实际大</sub>+SH<sub>实际小</sub>)/2/SH<sub>目标</sub>运行。

[0067] 若|(SH<sub>实际大</sub>+SH<sub>实际小</sub>)/2-SH<sub>目标</sub>|≤2,此时排气过热度满足系统运行波动范围,当下次在该室内、外环境温度±1℃的情况下,电子膨胀阀的初始开度保持不变。

[0068] 当满足上面的判定时,电子膨胀阀B<sub>初</sub>完成优化,使热泵系统自我学习,从而在不同工况下都有一个最优的电子膨胀阀初始开度,使得系统能够快速的在合适的排气过热度区间波动,增加系统部件的寿命及可靠性。在完成对电子膨胀阀初始开度B<sub>初</sub>进行优化的同时,还要进行下面运算:

[0069] 若  $(SH_{\text{实际大}} - SH_{\text{实际小}}) / (t_2 - t_1) > 1$  时;

[0070] 优化后的调整周期  $\Delta T$  为:  $\Delta T * (SH_{\text{实际大}} - SH_{\text{实际小}}) / (t_2 - t_1)$ ;

[0071] 若  $(SH_{\text{实际大}} - SH_{\text{实际小}}) / (t_2 - t_1) \leq 1$  时, 调整周期  $\Delta T$  保持不变。

[0072] 当满足上面条件时, 完成对电子膨胀阀的调整周期  $\Delta T$  进行优化, 并将此室内、外环境温度  $\pm 1^\circ\text{C}$  的情况下对应的电子膨胀阀的调整周期  $\Delta T$  进行更新。

[0073] 本发明还提供了一种热泵系统, 请参考图2, 该热泵系统适用于上述实施例中的电子膨胀阀的控制方法, 热泵系统包括: 压缩机1, 压缩机1的排气口处设置有排气管; 电子膨胀阀4; 排气温度检测件7, 设置在排气管上, 以检测压缩机1的排气温度; 压力检测件6, 设置在排气管上, 以检测压缩机1的排气压力。

[0074] 具体地, 压力检测件6检测出排气压力  $P_{\text{排}}$ ; 排气温度检测件7检测出排气温度  $T_{\text{排}}$ 。

[0075] 在本实施例中, 热泵系统还包括连接管路, 排气管为连接管路的部分管路, 压缩机1、电子膨胀阀4均设置在连接管路上; 热泵系统还包括四通阀5、室内换热器2和室外换热器3, 四通阀5、室内换热器2和室外换热器3均设置在连接管路上, 四通阀5设置在压缩机1和室内换热器2之间且设置在压缩机1和室外换热器3之间, 电子膨胀阀4设置在室内换热器2和室外换热器3之间, 电子膨胀阀4位于室内换热器2远离四通阀5的一侧, 电子膨胀阀4位于室外换热器3远离四通阀5的一侧。

[0076] 具体地, 压力检测件6为高压传感器; 排气温度检测件7为感温包。

[0077] 在本实施例中, 热泵系统还包括: 室内环境温度检测件9, 设置在热泵系统的室内侧, 以检测热泵系统运行环境下的室内环境温度; 室外环境温度检测件8, 设置在热泵系统的室外侧, 以检测热泵系统运行环境下的室外环境温度。其中, 室内环境温度检测件9检测出室内环境温度  $T_{\text{内}}$ ; 室外环境温度检测件8检测出室外环境温度  $T_{\text{外}}$ 。

[0078] 具体地, 室内环境温度检测件9和室外环境温度检测件8均为感温包。

[0079] 本申请解决了如下技术问题: 解决热泵系统制热或制冷运行过程中, 电子膨胀阀的控制方法不能适用所有工况, 在低温或高温出现一直震荡的问题; 解决热泵系统制热或制冷运行过程中, 电子膨胀阀的控制方法不能适用所有工况而在低温或高温时, 稳定时间较长, 能效较低的问题。

[0080] 本申请的有益效果: 通过控制电子膨胀阀的运行方式来使热泵系统在低温制热或制冷时, 快速消除震荡, 使人泵系统稳定在最优的范围, 从而减少震荡带来的过热度过高或不足的问题, 提升整个热泵系统的可靠性, 并且减少震荡对热泵系统的组成部件的冲击, 提升压缩机、电子膨胀阀等部件的使用寿命。综上所述, 该电子膨胀阀的控制方法使热泵系统能够适用各种工况, 能够使热泵系统快速、经济的实现稳定。

[0081] 本申请的发明点在于: 一、在热泵系统处于制热或制冷情况下, 电子膨胀阀的调整周期  $\Delta T$  可根据热泵系统运行情况实时调整, 来消除系统的震荡。二、在不同的工况环境下, 通过电子膨胀阀的自我学习, 调整电子膨胀阀的初始开度  $B_{\text{初}}$ , 来实现热泵系统的快速稳定, 并使系统灵活适应负荷稳定在合适的范围, 提高系统能效。三、优化后的调整周期  $\Delta T$  和初始开度  $B_{\text{初}}$  会与相对应室内、外环境温度  $\pm 1^\circ\text{C}$  时进行记忆存储, 待热泵系统下次运行时, 会以更新后的  $\Delta T$ 、 $B_{\text{初}}$  进行调节。

[0082] 本申请主要说明了在热泵系统中, 排气过热度控制电子膨胀阀的方法, 但本申请同样适用于其他控制电子膨胀阀的方法中。

[0083] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:

[0084] 上述的电子膨胀阀的控制方法在开启热泵系统之后,在每个调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ ,并根据计算所获得的数值 $B_k$ 来调整电子膨胀阀的开度,即将电子膨胀阀的开度调整为 $B_k$ ,以使热泵系统的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 稳定在热泵系统的目标排气过热度 $SH_{目标}$ ;与此同时,根据热泵系统在运行过程中的实际排气过热度 $SH_{实际}$ 对调整周期 $\Delta T$ 进行优化,并使优化后的调整周期 $\Delta T$ 替代正在使用的调整周期 $\Delta T$ ,使得之后在每个优化后的调整周期 $\Delta T$ 计算一次电子膨胀阀的当前开度 $B_k$ 。这样的设置使得电子膨胀阀的调整周期 $\Delta T$ 可以根据热泵系统的运行情况实时调整,来消除热泵系统的震荡。

[0085] 需要说明的是,本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施方式例如能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0086] 为了便于描述,在这里可以使用空间相对术语,如“在……之上”、“在……上方”、“在……上表面”、“上面的”等,用来描述如在图中所示的一个器件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是,空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如,如果附图中的器件被倒置,则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其他器件或构造之下”。因而,示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位(旋转90度或处于其他方位),并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

[0087] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

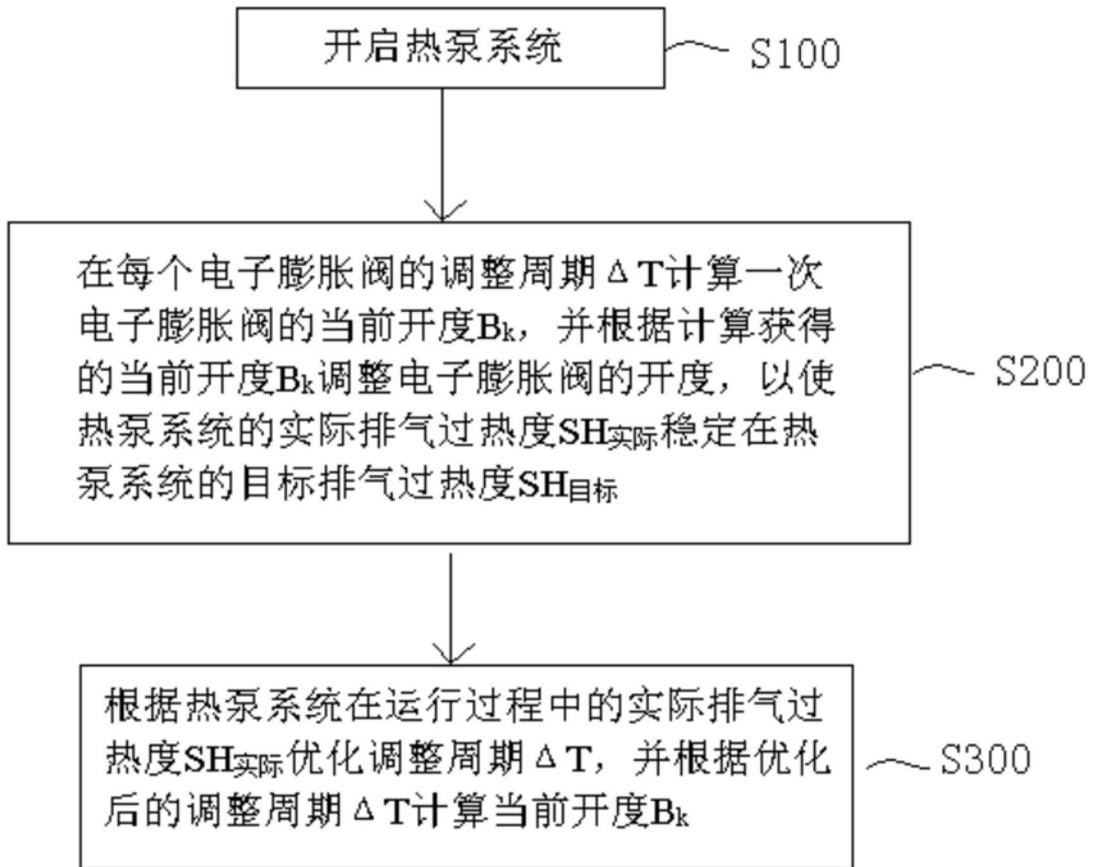


图1

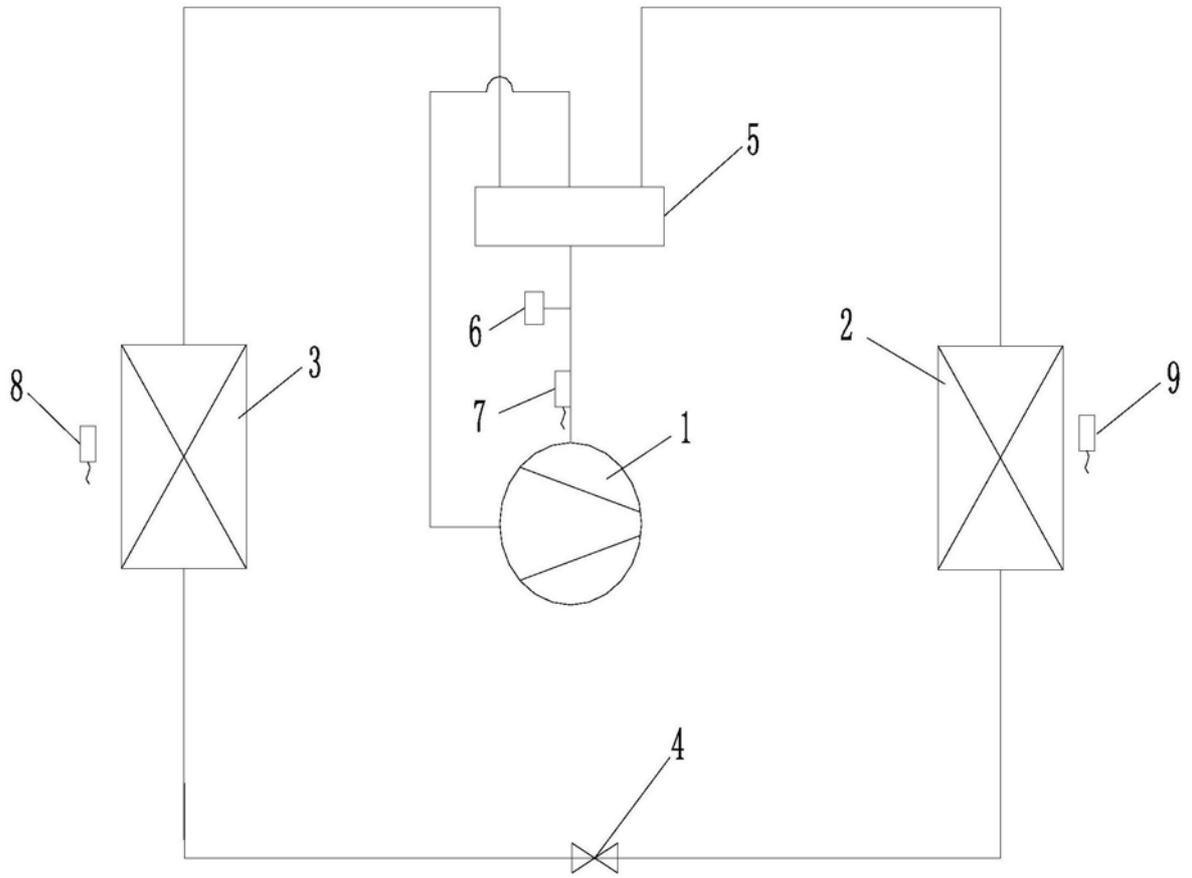


图2