



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107421176 B

(45)授权公告日 2019.07.23

(21)申请号 201710505653.9

(22)申请日 2017.06.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107421176 A

(43)申请公布日 2017.12.01

(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

(72)发明人 钟海玲 程琦 黄凯亮 刘思源
刘洋 李敏 王朴忠

(74)专利代理机构 北京博讯知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 11593
代理人 柳兴坤

(51)Int.Cl.
F25B 41/06(2006.01)

(56)对比文件

- CN 106052216 A, 2016.10.26,
- CN 101995125 A, 2011.03.30,
- CN 102032725 A, 2011.04.27,
- CN 103673416 A, 2014.03.26,
- CN 105864984 A, 2016.08.17,
- CN 1609529 A, 2005.04.27,
- CN 106152633 A, 2016.11.23,
- JP 2001248920 A, 2001.09.14,
- JP H1089780 A, 1998.04.10,

审查员 张思朝

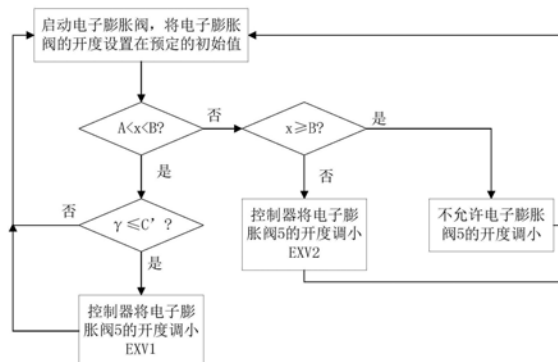
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

电子膨胀阀的控制方法及热泵系统

(57)摘要

本发明提供一种电子膨胀阀的控制方法及热泵系统。该电子膨胀阀的控制方法包括：当所述热泵系统当前的实际吸气过热度 x 在预设范围内时，根据所述热泵系统当前的实际过冷度 γ 和所述压缩机当前的负荷调节所述电子膨胀阀的开度。本发明提供的电子膨胀阀的控制方法中，当实际吸气过热度在预设范围内时，根据实际过冷度和压缩机当前的负荷来调节电子膨胀阀的开度，使得热泵系统具有与压缩机实际负荷相匹配的过冷度，从而在避免吸气带液的同时提高了热泵系统的换热能力和能效，且不改变热泵系统本身的结构，不会增加热泵系统的生产成本。



1. 一种电子膨胀阀的控制方法,所述电子膨胀阀设置在热泵系统的冷媒循环回路中,所述冷媒循环回路中还设置有压缩机,其特征在于,所述控制方法包括:当所述热泵系统当前的实际吸气过热度 x 在预设范围内时,根据所述热泵系统当前的实际过冷度 γ 和所述压缩机当前的负荷调节所述电子膨胀阀的开度;

当所述实际过冷度 $\gamma \leq$ 所述热泵系统在当前压缩机负荷下的当前过冷度目标值 C' 时,将所述电子膨胀阀的开度调小,且调小的步幅为第一步幅EXV1,当所述实际吸气过热度 $x \leq A$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小的步幅为第二步幅EXV2,其中,第一步幅EXV1<第二步幅EXV2,A为吸气过热度下限值。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述控制方法进一步包括:将所述实际过冷度 γ 与所述热泵系统在当前压缩机负荷下的当前过冷度目标值 C' 进行对比,并根据对比结果调节所述电子膨胀阀的开度。

3. 根据权利要求2所述的控制方法,其特征在于,所述当前过冷度目标值 $C' = C * Q$,其中,C为所述热泵系统在压缩机满负荷运行状态下的过冷度目标值;Q为当前的压缩机负荷占压缩机总负荷的百分比。

4. 根据权利要求2所述的控制方法,其特征在于,所述控制方法进一步包括:当所述实际过冷度 $\gamma \leq$ 所述当前过冷度目标值 C' 时,将所述电子膨胀阀的开度调小;和/或,

当所述实际过冷度 $\gamma >$ 所述当前过冷度目标值 C' 时,保持所述电子膨胀阀的开度不变。

5. 根据权利要求4所述的控制方法,其特征在于,所述控制方法进一步包括:

当所述实际过冷度 γ 在第一预定时间内持续满足 $\gamma \leq C'$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小,否则保持所述电子膨胀阀的开度不变。

6. 根据权利要求1-5之一所述的控制方法,其特征在于,所述控制方法还包括:

当所述实际吸气过热度 x 满足条件 $A < x < B$ 时,根据所述热泵系统的实际过冷度 γ 调节所述电子膨胀阀的开度,其中,B为吸气过热度上限值;

和/或,

当所述实际吸气过热度 $x \geq B$ 时,不允许所述电子膨胀阀的开度调小;

和/或,

当所述实际吸气过热度 $x \leq A$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小。

7. 根据权利要求6所述的控制方法,其特征在于,当所述实际吸气过热度在第二预定时间内持续满足条件 $x \leq A$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小,否则保持所述电子膨胀阀的开度不变。

8. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,吸气过热度下限值A的范围为 $0^\circ\text{C} \leq A < 5^\circ\text{C}$;和/或,

第一步幅EXV1的范围为 $0 < \text{EXV1} \leq 0.5\%$;和/或,

第二步幅EXV2的范围为 $1\% \leq \text{EXV2} \leq 5\%$ 。

9. 根据权利要求6所述的控制方法,其特征在于,吸气过热度下限值A的范围为 $0^\circ\text{C} \leq A < 5^\circ\text{C}$;和/或,

吸气过热度上限值B的范围为 $5^\circ\text{C} \leq B < 8^\circ\text{C}$ 。

10. 根据权利要求1-5之一所述的控制方法,其特征在于,所述电子膨胀阀的开度调节

范围为10%至100%。

11. 一种热泵系统,包括电子膨胀阀,其特征在于,采用如权利要求1-10之一所述的控制方法对所述电子膨胀阀进行控制。

电子膨胀阀的控制方法及热泵系统

技术领域

[0001] 本发明涉及热泵系统自动控制领域,具体涉及一种电子膨胀阀的控制方法及热泵系统。

背景技术

[0002] 现有的热泵系统一般是根据吸气过热度来调节电子膨胀阀的开度,以满足不同工况下的系统可靠性,但现有热泵系统仍然存在着换热能力不足的问题。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的之一在于提供一种能够提高热泵系统换热能力和能效的电子膨胀阀的控制方法及热泵系统。

[0004] 为达到上述目的,一方面,本发明采用以下技术方案:

[0005] 一种电子膨胀阀的控制方法,所述电子膨胀阀设置在热泵系统的冷媒循环回路中,所述冷媒循环回路中还设置有压缩机,所述控制方法包括:当所述热泵系统当前的实际吸气过热度 x 在预设范围内时,根据所述热泵系统当前的实际过冷度 γ 和所述压缩机当前的负荷调节所述电子膨胀阀的开度;

[0006] 当所述实际过冷度 $\gamma \leq$ 所述热泵系统在当前压缩机负荷下的当前过冷度目标值 C' 时,将所述电子膨胀阀的开度调小,且调小的步幅为第一步幅EXV1,当所述实际吸气过热度 $x \leq A$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小的步幅为第二步幅EXV2,其中,第一步幅EXV1<第二步幅EXV2,A为吸气过热度下限值。

[0007] 优选地,所述控制方法进一步包括:将所述实际过冷度 γ 与所述热泵系统在当前压缩机负荷下的当前过冷度目标值 C' 进行对比,并根据对比结果调节所述电子膨胀阀的开度。

[0008] 优选地,所述当前过冷度目标值 $C' = C * Q$,

[0009] 其中,C为所述热泵系统在压缩机满负荷运行状态下的过冷度目标值;

[0010] Q为当前的压缩机负荷占压缩机总负荷的百分比。

[0011] 优选地,所述控制方法进一步包括:

[0012] 当所述实际过冷度 $\gamma \leq$ 所述当前过冷度目标值 C' 时,将所述电子膨胀阀的开度调小;

[0013] 和/或,

[0014] 当所述实际过冷度 $\gamma >$ 所述当前过冷度目标值 C' 时,保持所述电子膨胀阀的开度不变。

[0015] 优选地,所述控制方法进一步包括:

[0016] 当所述实际过冷度 γ 在第一预定时间内持续满足 $\gamma \leq C'$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小,否则保持所述电子膨胀阀的开度不变。

[0017] 优选地,所述控制方法还包括:

[0018] 当所述实际吸气过热度 x 满足条件 $A < x < B$ 时,根据所述热泵系统的实际过冷度 γ 调节所述电子膨胀阀的开度,其中, B 为吸气过热度上限值;

[0019] 和/或,

[0020] 当所述实际吸气过热度 $x \geq B$ 时,不允许所述电子膨胀阀的开度调小;

[0021] 和/或,

[0022] 当所述实际吸气过热度 $x \leq A$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小。

[0023] 优选地,当所述实际吸气过热度在第二预定时间内持续满足条件 $x \leq A$ 时,将所述电子膨胀阀的开度调小,否则保持所述电子膨胀阀的开度不变。

[0024] 优选地,吸气过热度下限值 A 的范围为 $0^\circ\text{C} \leq A < 5^\circ\text{C}$;和/或,

[0025] 第一步幅 $EXV1$ 的范围为 $0 < EXV1 \leq 0.5\%$;和/或,

[0026] 第二步幅 $EXV2$ 的范围为 $1\% \leq EXV2 \leq 5\%$ 。

[0027] 优选地,吸气过热度下限值 A 的范围为 $0^\circ\text{C} \leq A < 5^\circ\text{C}$;和/或,

[0028] 吸气过热度上限值 B 的范围为 $5^\circ\text{C} \leq B < 8^\circ\text{C}$ 。

[0029] 优选地,所述电子膨胀阀的开度调节范围为10%至100%。

[0030] 另一方面,本发明采用以下技术方案:

[0031] 一种热泵系统,包括电子膨胀阀,采用如上所述的控制方法对所述电子膨胀阀进行控制。

[0032] 本发明提供的电子膨胀阀的控制方法中,当实际吸气过热度在预设范围内时,根据实际过冷度和压缩机当前的负荷来调节电子膨胀阀的开度,使得热泵系统具有与压缩机实际负荷相匹配的过冷度,从而在避免吸气带液的同时提高了热泵系统的换热能力和能效,且不改变热泵系统本身的结构,不会增加热泵系统的生产成本。

附图说明

[0033] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优点将更为清楚,在附图中:

[0034] 图1示出热泵系统压焓图;

[0035] 图2示出本发明具体实施方式提供的热泵系统的结构示意图;

[0036] 图3示出本发明具体实施方式提供的电子膨胀阀的控制方法流程图。

[0037] 图中,1、压缩机;2、油分离器;3、冷凝器;4、干燥过滤器;5、电子膨胀阀;6、蒸发器;7、第一温度传感器;8、第一压力传感器;9、第二温度传感器;10、第二压力传感器。

具体实施方式

[0038] 以下基于实施例对本发明进行描述,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。

[0039] 除非上下文明确要求,否则整个说明书和权利要求书中的“包括”、“包含”等类似词语应当解释为包含的含义而不是排他或穷举的含义;也就是说,是“包括但不限于”的含义。

[0040] 针对现有热泵系统存在的换热能力不足的问题,本申请发现,在图1所示的压焓图中,从上述压焓图中, $1 \rightarrow 2(2')$ 为蒸发过程, $2(2') \rightarrow 3$ 为压缩过程, $3 \rightarrow 4(4')$ 为冷凝过程,4

(4') → 1 为节流过程。 $T_{s.c}$ 为再冷温度, 再冷温度 $T_{s.c}$ 与冷凝温度 T_k 的差值为过冷度 $\Delta T_{s.c}$, 2(2') 点的焓值 $h_2(2')$ 与 1 点的焓值 h_1 之差即为蒸发换热量。 $T_{s.h}$ 为过热温度, 过热温度 $T_{s.h}$ 与蒸发温度 T_e 的差值为过热度 $\Delta T_{s.h}$ 。

[0041] 从图1中可以看到, 1 点处于汽液两相区, 其液相冷媒占比越大则具有的蒸发潜热制冷剂越多, 换热能力越充足, 反之就越少。尤其是采用 R134a 作为循环冷媒介质时, R134a 冷媒本身的蒸发潜热相较于传统的制冷剂 (R22) 较小, 如果节流后液体冷媒占比小, 则会导致换热能力较弱。

[0042] 针对这一问题, 需要将 1 点往左侧移动, 从而使得 $h_2(2')$ 与 h_1 之间的距离增大, 从而增大蒸发换热量, 这意味着需要充足的过冷度 $\Delta T_{s.c}$ 。为了获得充足的过冷度, 可通过改变冷凝器的布置方式、在热泵系统中增加冷媒回流支路以及通过设置过冷器等方式实现, 但这些方式增加了热泵系统的制造成本, 且无法针对不同的工况做出实时的调节。为此, 本申请提出了一种电子膨胀阀的控制方法, 该电子膨胀阀设置在热泵系统的冷媒循环回路中, 如图2所示, 典型的热泵系统包括压缩机1、油分离器2、冷凝器3、干燥过滤器4、电子膨胀阀5、蒸发器6, 这些结构依次连接形成热泵系统的冷媒循环回路。在压缩机1的吸气管上设置有第一温度传感器7和第一压力传感器8, 分别用于检测压缩机1的吸气温度和吸气压力, 压缩机1的排气管上设置有第二压力传感器10, 用于检测压缩机1的排气压力, 冷凝器3的出口位置设置有第二温度传感器9, 用于检测冷凝器3出口的冷媒温度。当热泵系统当前的实际吸气过热度 x 在预设范围内时, 根据热泵系统当前的实际过冷度 γ 和冷媒循环回路中的压缩机1当前的负荷调节电子膨胀阀5的开度。由于吸气过热度 x 过低易造成压缩机1吸气带液, 对压缩机1造成损害, 而吸气过热度 x 过高会导致单位时间压缩气体的质量减少, 因此, 需要首先将实际吸气过热度 x 维持在一定的范围内, 在此基础上, 通过调节电子膨胀阀5的开度使得实际过冷度 γ 能够与压缩机1负荷相匹配, 从而提高了热泵系统的换热能力和能效, 且不改变热泵系统本身的结构, 不会增加热泵系统的生产成本。

[0043] 进一步地, 热泵系统还包括控制器 (图中未示出), 控制器与第一、第二温度传感器以及第一、第二压力传感器相连, 控制器可根据各个温度传感器、压力传感器检测的数据来调节电子膨胀阀5的开度。

[0044] 在一个具体的实施例中, 实际吸气过热度 x 以及实际过冷度 γ 可通过如下方式获得, 实际吸气过热度 $x = \text{吸气温度} - \text{吸气压力对应的饱和温度}$, 其中吸气温度即为第一温度传感器7检测的温度, 吸气压力对应的饱和温度可根据第一压力传感器8检测的吸气压力获得。实际过冷度 $\gamma = |\text{冷凝器出口的冷媒温度} - \text{冷凝温度}|$, 其中冷凝器出口的冷媒温度即为第二温度传感器9检测的温度, 冷凝温度可根据第二压力传感器10检测的排气压力获得。

[0045] 优选地, 根据实际过冷度 γ 和压缩机1当前的负荷调节电子膨胀阀5的开度具体包括: 将实际过冷度 γ 与热泵系统在当前压缩机负荷下的当前过冷度目标值 C' 进行对比, 并根据对比结果调节电子膨胀阀5的开度。其中, 当前过冷度目标值 C' 可由如下公式获得:

$$[0046] \quad C' = C * Q,$$

[0047] 其中, C 为热泵系统在压缩机满负荷运行状态下的过冷度目标值;

[0048] Q 为当前的压缩机负荷占压缩机总负荷的百分比。

[0049] 优选地, 具体的调节方式为, 当实际过冷度 $\gamma \leq$ 当前过冷度目标值 C' 时, 说明当前的过冷度不能满足换热需求, 控制器将电子膨胀阀5的开度调小;

[0050] 当实际过冷度 $\gamma >$ 当前过冷度目标值 C' 时,说明当前的过冷度能够满足换热需求,控制器控制保持电子膨胀阀5的开度不变。

[0051] 进一步优选地,为避免由于干扰因素造成控制器误操作,进一步保证系统稳定性,当实际过冷度 γ 在第一预定时间内持续满足 $\gamma \leq C'$ 时,控制器再将电子膨胀阀5的开度调小,否则维持电子膨胀阀5的开度不变。第一预定时间可根据具体需求进行设置,例如,第一预定时间 $T1$ 的范围为 $0 < T1 \leq 20s$ 。

[0052] 进一步地,当实际吸气过热度 x 满足条件 $A < x < B$ 时,控制器根据热泵系统的实际过冷度 γ 调节电子膨胀阀5的开度,其中, A 为吸气过热度下限值, B 为吸气过热度上限值,可预存在控制器中,在一个具体的实施例中,吸气过热度下限值 A 的范围为 $0^\circ C \leq A < 5^\circ C$,吸气过热度上限值 B 的范围为 $5^\circ C \leq B < 8^\circ C$;

[0053] 当实际吸气过热度 $x \geq B$ 时,控制器不允许电子膨胀阀5的开度调小;

[0054] 当实际吸气过热度 $x \leq A$ 时,控制器将电子膨胀阀5的开度调小。

[0055] 通过上述的控制方法既能够避免压缩机1吸气带液,又能够保证压缩机1的能效。

[0056] 进一步优选地,为避免由于干扰因素造成控制器误操作,进一步保证系统稳定性,当实际吸气过热度在第二预定时间内持续满足条件 $x \leq A$ 时,控制器再将电子膨胀阀5的开度调小,否则维持电子膨胀阀5的开度不变。第二预定时间可根据具体需求进行设置,例如,第二预定时间 $T2$ 的范围为 $30s \leq T2 \leq 90s$ 。

[0057] 下面给出本申请控制方法的一个具体实施例,如图3所示,本申请提供的控制方法包括如下步骤:

[0058] 步骤S001、启动电子膨胀阀5并进行初始化,将电子膨胀阀5的开度设置在预定的初始值,并在电子膨胀阀5启动预定的时间后进行步骤S002;

[0059] S002、通过计算得到热泵系统当前的实际吸气过热度 x ,并判断实际吸气过热度 x 是否满足条件 $A < x < B$,若是,则进行步骤S005,否则进行步骤S003;步骤S003、判断实际吸气过热度 x 是否满足条件 $x \geq B$,若是,则不允许电子膨胀阀5的开度调小,并返回步骤S002,否则进行步骤S004;

[0060] 步骤S004、控制器将电子膨胀阀5的开度调小,并返回步骤S002;

[0061] 步骤S005、通过计算得到热泵系统当前的实际过冷度 γ 和当前过冷度目标值 C' ,并判断实际过冷度 γ 是否满足条件 $\gamma \leq C'$,若是,则进行步骤S006,否则返回步骤S002;

[0062] 步骤S006、将电子膨胀阀5的开度调小,返回步骤S002。

[0063] 其中,步骤S006中将电子膨胀阀5的开度调小的步幅为第一步幅 $EXV1$,步骤S004中将电子膨胀阀5的开度调小的步幅为第二步幅 $EXV2$,其中,第一步幅 $EXV1 <$ 第二步幅 $EXV2$ 。

[0064] 第一步幅 $EXV1$ 和第二步幅 $EXV2$ 可以为固定值,并预存在控制器中,例如,第一步幅 $EXV1$ 的范围为 $0 < EXV1 \leq 0.5\%$,第二步幅 $EXV2$ 的范围为 $1\% \leq EXV2 \leq 5\%$,优选地,为进一步提高控制的精确性,控制器根据实际过冷度 γ 与当前过冷度目标值 C' 的比值或者差值确定第一步幅 $EXV1$,两者相差越大,第一步幅 $EXV1$ 越大,两者相差越小,则第一步幅 $EXV1$ 越小。类似地,控制器根据实际吸气过热度 x 与吸气过热度上限值 B 的比值或者差值确定第二步幅 $EXV2$,两者相差越大,第二步幅 $EXV2$ 越大,两者相差越小,则第二步幅 $EXV2$ 越小。

[0065] 进一步优选地,将电子膨胀阀5的开度调节范围设置在10%至100%,通过设置电子膨胀阀5的开度下限值来降低由于系统异常而对电子膨胀阀5进行误操作所造成的影响,

进一步提高系统稳定性。

[0066] 本申请提供的控制方法可广泛应用于家用空调机以及螺杆机等大型空调设备中。

[0067] 进一步地,本申请还提供了一种热泵系统,其中的电子膨胀阀采用上述方法进行控制,从而提高热泵系统的换热能力和能效。

[0068] 本领域的技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各优选方案可以自由地组合、叠加。

[0069] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员而言,本发明可以有各种改动和变化。凡在本发明的精神和原理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。

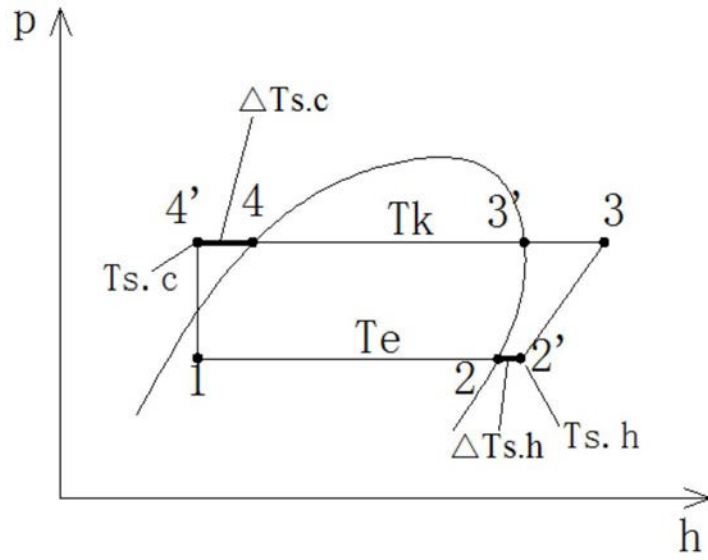


图1

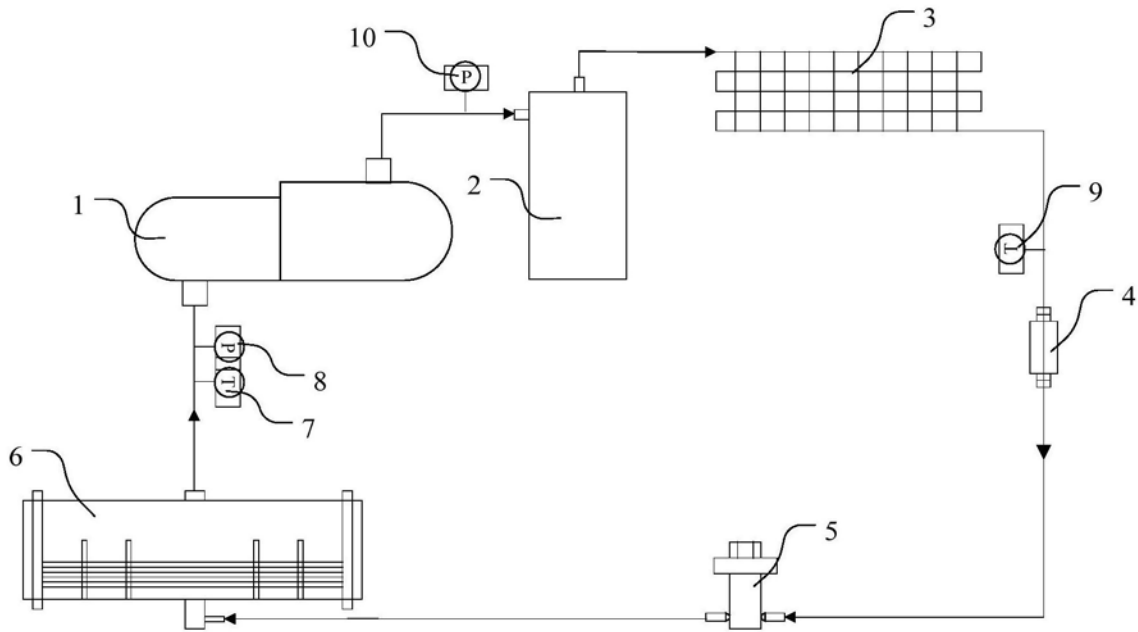


图2

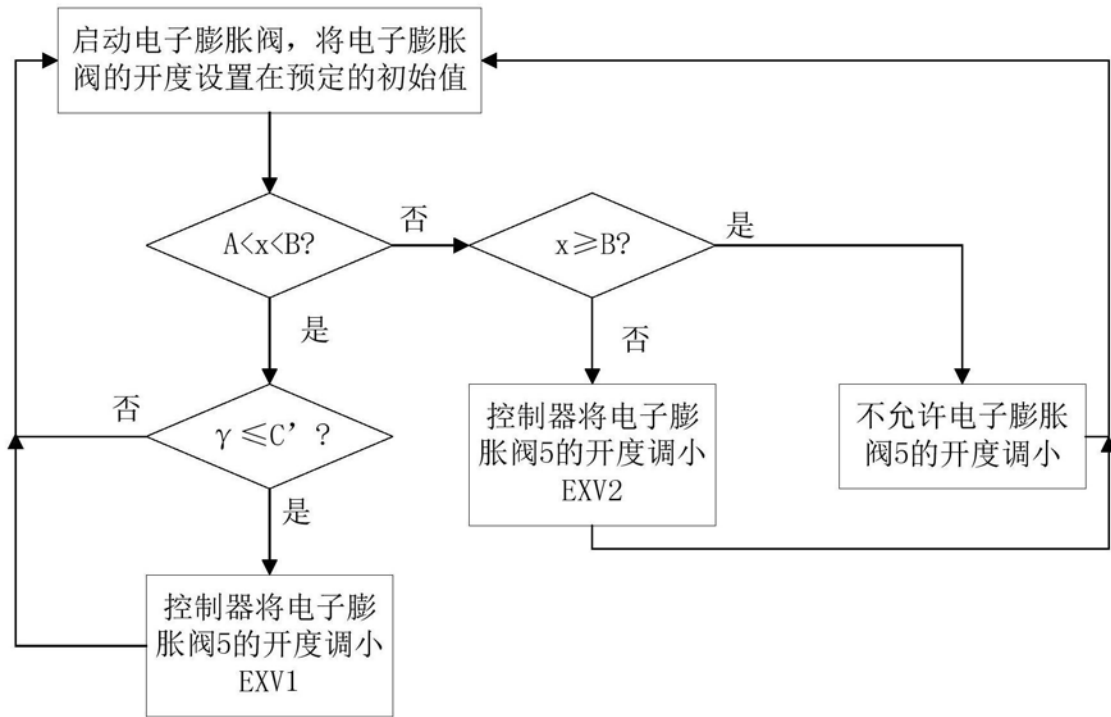


图3