



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107328055 A

(43)申请公布日 2017. 11. 07

(21)申请号 201710775562.7

(22)申请日 2017.08.31

(71)申请人 广东美的制冷设备有限公司  
地址 528311 广东省佛山市顺德区北滘镇  
美的工业城东区制冷综合楼

(72)发明人 刘燕飞 李金波 张浩 戚文端  
杨亚新

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11201

代理人 张润

(51) Int. Cl.  
F24F 11/00(2006.01)

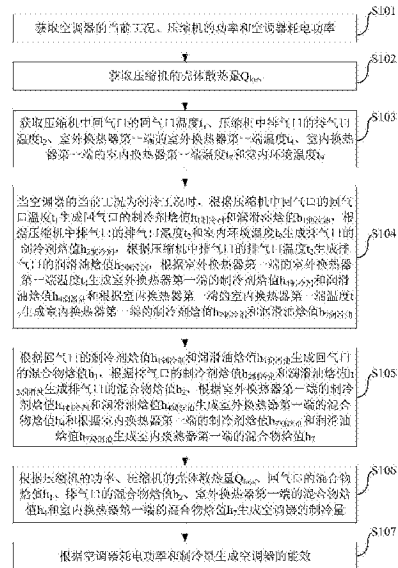
权利要求书5页 说明书22页 附图4页

(54)发明名称

空调器及其能效计算方法

(57)摘要

本发明公开了一种空调器及其能效计算方法,该方法包括以下步骤:获取空调器的当前工况、压缩机的功率和空调器耗电功率;获取压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ ;获取压缩机中回气口的温度 $t_1$ 、压缩机中排气口的温度 $t_2$ 、室外换热器第一端的温度 $t_4$ 、室内换热器第一端的温度 $t_7$ 和室内环境温度 $t_9$ ;当空调器的当前工况为制冷工况时,分别根据 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_4$ 、 $t_7$ 和 $t_9$ 对应生成回气口、排气口、室外换热器第一端和室内换热器第一端的制冷剂焓值和润滑油焓值;分别根据上述各温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值对应生成各温度检测点的混合物焓值 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_4$ 和 $h_7$ ;根据压缩机的功率、 $Q_{loss}$ 、 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_4$ 和 $h_7$ 生成空调器的制冷量;根据空调器耗电功率和制冷量生成空调器的能效。



CN 107328055 A

1. 一种空调器的能效计算方法,其特征在于,包括以下步骤:

获取空调器的当前工况、压缩机的功率和空调器耗电功率;

获取压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ ;

获取压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 、所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 、室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ 、室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内环境温度 $t_9$ ;

当所述空调器的当前工况为制冷工况时,根据所述压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ ,根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和所述室内环境温度 $t_9$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ,根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ ,根据所述室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 和根据所述室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ ;

根据所述回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 生成回气口的混合物焓值 $h_1$ ,根据所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 生成排气口的混合物焓值 $h_2$ ,根据所述室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 生成室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和根据所述室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 生成室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ ;

根据所述压缩机的功率、所述压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ 、所述回气口的混合物焓值 $h_1$ 、所述排气口的混合物焓值 $h_2$ 、所述室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和所述室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 生成空调器的制冷量;以及

根据所述空调器耗电功率和所述制冷量生成所述空调器的能效。

2. 如权利要求1所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据所述压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 具体包括:

获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ;

根据所述回气口温度 $t_1$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ;

根据所述吸气过热度 $\Delta t_1$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ;

根据所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ ;

根据所述回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、所述饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成所述制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。

3. 如权利要求2所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ :

$$h_{\text{吸气饱和}} = a_1 + a_2 t_6 + a_3 t_6^2 + a_4 t_6^3 + a_5, \text{ 其中, } a_1 - a_5 \text{ 为制冷剂对应的饱和区系数。}$$

4. 如权利要求2所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ :

$$D_1 = 1 + d_1 \Delta t_1 + d_2 (\Delta t_1)^2 + d_3 (\Delta t_1) t_6 + d_4 (\Delta t_1)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_1) t_6^2 + d_6 (\Delta t_1)^2 t_6^2,$$

其中, $d_1 - d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

5. 如权利要求3所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据所述室内换热器第一

端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 具体包括:

根据所述室内换热器第一端温度 $t_7$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成过热度 $\Delta t_7$ ;

根据所述过热度 $\Delta t_7$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ ;

根据所述室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ 和所述饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成所述制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。

6. 如权利要求5所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ :

$$D_7 = 1 + d_1 \Delta t_7 + d_2 (\Delta t_7)^2 + d_3 (\Delta t_7) t_6 + d_4 (\Delta t_7)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_7) t_6^2 + d_6 (\Delta t_7)^2 t_6^2,$$

其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

7. 如权利要求1所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内环境温度 $t_9$ 生成所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 具体包括:

根据所述室内环境温度 $t_9$ 、所述室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器中部温度 $t_3$ ;

根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气过热度 $\Delta t_2$ ;

根据所述排气过热度 $\Delta t_2$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ :

根据所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ ;

根据所述排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、所述排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

8. 如权利要求7所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ :

$$D_2 = 1 + d_1 \Delta t_2 + d_2 (\Delta t_2)^2 + d_3 (\Delta t_2) t_3 + d_4 (\Delta t_2)^2 t_3 + d_5 (\Delta t_2) t_3^2 + d_6 (\Delta t_2)^2 t_3^2,$$

其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

9. 如权利要求7所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,通过以下公式生成所述室外换热器中部温度 $t_3$ :

$$t_3 = a * t_9 + b * t_4 + c * f, \text{ 其中, } f \text{ 为压缩机运行频率, } a, b, c \text{ 为拟合系数。}$$

10. 如权利要求1所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ :

$$h_{4\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_4 + c_3 t_4^2 + c_4 t_4^3, \text{ 其中, } c_1 - c_4 \text{ 为制冷剂对应的过冷区系数。}$$

11. 如权利要求1所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述空调器的制冷量:

$$Q_{\text{制冷量}} = \frac{P_{\text{压缩机}} - Q_{\text{loss}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_4), \text{ 其中, } Q_{\text{制冷量}} \text{ 为所述空调器的制冷量, } P_{\text{压缩机}} \text{ 为所述压缩机的功率。}$$

率。

12. 如权利要求1所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式计算各个温度检测点的润滑油焓值 $h_{i\text{润滑油}}$ ,其中, $i$ 为正整数,

$$h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032 t_i + 0.0025 t_i^2,$$

其中,  $t_i$  为温度检测点的温度。

13. 如权利要求1所述的空调器的能效计算方法, 其特征在于, 根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值  $h_i$ , 其中,  $i$  为正整数,

$$h_i = (1 - C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$$

$$C_g = f / 10^4,$$

其中,  $C_g$  为混合物含油率,  $f$  为所述压缩机的运行频率。

14. 如权利要求1所述的空调器的能效计算方法, 其特征在于, 根据以下公式生成压缩机的壳体散热量  $Q_{\text{loss}}$ :

$$Q_{\text{loss}} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{\text{压缩机}} ((t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \times A_{\text{压缩机}} \times (t_2 - t_8)),$$

其中,  $A_{\text{压缩机}}$  为压缩机壳体的表面积,  $t_8$  为室外换热器翅片处的温度。

15. 一种空调器, 其特征在于, 包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序, 所述处理器执行所述计算机程序时, 实现如权利要求1-14中任一所述的空调器的能效计算方法。

16. 一种非临时性计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 其特征在于, 所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1-14中任一所述的空调器的能效计算方法。

17. 一种空调器的能效计算方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

获取空调器的当前工况、压缩机的功率和空调器耗电功率;

获取压缩机的壳体散热量  $Q_{\text{loss}}$ ;

获取压缩机中回气口的回气口温度  $t_1$ 、所述压缩机中排气口的排气口温度  $t_2$ 、室内换热器第二端的室内换热器第二端温度  $t_5$ 、室内换热器第一端的室内换热器第一端温度  $t_7$  和室内环境温度  $t_9$ ;

当所述空调器的当前工况为制热工况时, 根据所述压缩机中回气口的回气口温度  $t_1$  和所述室内环境温度  $t_9$  生成回气口的制冷剂焓值  $h_{1\text{制冷剂}}$ , 根据所述压缩机中回气口的回气口温度  $t_1$  生成回气口的润滑油焓值  $h_{1\text{润滑油}}$ , 根据所述压缩机中排气口的排气口温度  $t_2$  生成排气口的制冷剂焓值  $h_{2\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{2\text{润滑油}}$ , 根据所述室内换热器第二端的室内换热器第二端温度  $t_5$  生成室内换热器第二端的制冷剂焓值  $h_{5\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{5\text{润滑油}}$  和根据所述室内换热器第一端的室内换热器第一端温度  $t_7$  生成室内换热器第一端的制冷剂焓值  $h_{7\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{7\text{润滑油}}$ ;

根据所述回气口的制冷剂焓值  $h_{1\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{1\text{润滑油}}$  生成回气口的混合物焓值  $h_1$ , 根据所述排气口的制冷剂焓值  $h_{2\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{2\text{润滑油}}$  生成排气口的混合物焓值  $h_2$ , 根据所述室内换热器第二端的制冷剂焓值  $h_{5\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{5\text{润滑油}}$  生成室内换热器第二端的混合物焓值  $h_5$  和根据所述室内换热器第一端的制冷剂焓值  $h_{7\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{7\text{润滑油}}$  生成室内换热器第一端的混合物焓值  $h_7$ ;

根据所述压缩机的功率、所述压缩机的壳体散热量  $Q_{\text{loss}}$ 、所述回气口的混合物焓值  $h_1$ 、排气口的混合物焓值  $h_2$ 、室内换热器第二端的混合物焓值  $h_5$  和室内换热器第一端的混合物焓值  $h_7$  生成空调器的制热量; 以及

根据所述空调器耗电功率和所述制热量生成所述空调器的能效。

18. 如权利要求17所述的空调器的能效计算方法, 其特征在于, 根据所述压缩机中回气口的回气口温度  $t_1$  和所述室内环境温度  $t_9$  生成回气口的制冷剂焓值  $h_{1\text{制冷剂}}$  具体包括:

根据所述室内环境温度 $t_9$ 、所述室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器中部温度 $t_3$ ;

根据所述回气口温度 $t_1$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ;

根据所述吸气过热度 $\Delta t_1$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ;

根据所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ ;

根据所述回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、所述吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成所述回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。

19. 如权利要求18所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ :

$$h_{\text{吸气饱和}} = a_1 + a_2 t_3 + a_3 t_3^2 + a_4 t_3^3 + a_5, \text{ 其中, } a_1 \text{--} a_5 \text{ 为制冷剂对应的饱和区系数。}$$

20. 如权利要求18所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,通过以下公式生成所述室外换热器中部温度 $t_3$ :

$$t_3 = a * t_9 + b * t_4 + c * f, \text{ 其中, } f \text{ 为压缩机运行频率, } a, b, c \text{ 为拟合系数。}$$

21. 如权利要求18所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ :

$$D_1 = 1 + d_1 \Delta t_1 + d_2 (\Delta t_1)^2 + d_3 (\Delta t_1) t_3 + d_4 (\Delta t_1)^2 t_3 + d_5 (\Delta t_1) t_3^2 + d_6 (\Delta t_1)^2 t_3^2,$$

其中, $d_1$ – $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

22. 如权利要求18所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 具体包括:

获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ;

根据所述室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 和所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气过热度 $\Delta t_2$ ;

根据所述排气过热度 $\Delta t_2$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ ;

根据所述室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ ;

根据所述排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、所述排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

23. 权利要求22所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ :

$$D_2 = 1 + d_1 \Delta t_2 + d_2 (\Delta t_2)^2 + d_3 (\Delta t_2) t_6 + d_4 (\Delta t_2)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_2) t_6^2 + d_6 (\Delta t_2)^2 t_6^2,$$

其中, $d_1$ – $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

24. 如权利要求22所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据所述室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 具体包括:

根据所述室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 和所述室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成过热度 $\Delta t_7$ ;

根据所述过热度 $\Delta t_7$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ ;

根据所述室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ 、所述排气温度下饱和制冷剂的

焓值 $h_{\text{非饱和}}$ 和生成所述室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{\text{制冷剂}}$ 。

25. 如权利要求24所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成所述室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ :

$$D_7 = 1 + d_1 \Delta t_7 + d_2 (\Delta t_7)^2 + d_3 (\Delta t_7) t_6 + d_4 (\Delta t_7)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_7) t_6^2 + d_6 (\Delta t_7)^2 t_6^2,$$

其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

26. 如权利要求17所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式计算所述室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5\text{制冷剂}}$ :

$$h_{5\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_5 + c_3 t_5^2 + c_4 t_5^3, \text{ 其中, } c_1 - c_4 \text{ 为制冷剂对应的过冷区系数。}$$

27. 如权利要求17所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据如下公式生成所述空调器的制热量:

$$Q_{\text{制热量}} = \frac{P_{\text{压缩机}} - Q_{\text{loss}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_5) \quad \text{其中, } Q_{\text{制热量}} \text{ 为所述空调器的制热量, } P_{\text{压缩机}} \text{ 为所述压缩机的}$$

功率。

28. 如权利要求17所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式计算各个温度检测点的润滑油焓值 $h_{i\text{润滑油}}$ ,其中, $i$ 为正整数,

$$h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032 t_i + 0.0025 t_i^2,$$

其中, $t_i$ 为温度检测点的温度。

29. 如权利要求17所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值 $h_i$ ,其中, $i$ 为正整数,

$$h_i = (1 - C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$$

$$C_g = f / 10^4,$$

其中, $C_g$ 为混合物含油率, $f$ 为所述压缩机的运行频率。

30. 如权利要求17所述的空调器的能效计算方法,其特征在于,根据以下公式生成压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ :

$$Q_{\text{loss}} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{\text{压缩机}} ((t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \times A_{\text{压缩机}} \times (t_2 - t_8),$$

其中, $A_{\text{压缩机}}$ 为压缩机壳体的表面积, $t_8$ 为室外换热器翅片处的温度。

31. 一种空调器,其特征在于,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时,实现如权利要求17-30中任一所述的方法。

32. 一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求17-30中任一所述的方法。

## 空调器及其能效计算方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及空调器技术领域,特别涉及一种空调器的能效计算方法、一种空调器和一种非临时性计算机可读存储介质。

### 背景技术

[0002] 空调器是否节能舒适是用户较为关注的问题。

[0003] 目前的空调器在运行时由于无法获知能效的变化情况,因而难以维持在较佳的运行状态,制冷制热效果和节能性能均不够理想。

### 发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决上述技术中的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种空调器的能效计算方法,能够实时准确地检测到空调器的能效。

[0005] 本发明的第二个目的在于提出一种空调器。

[0006] 本发明的第三个目的在于提出一种非临时性计算机可读存储介质。

[0007] 本发明的第四个目的在于提出另一种空调器的能效计算方法。

[0008] 本发明的第五个目的在于提出另一种空调器。

[0009] 本发明的第六个目的在于提出另一种非临时性计算机可读存储介质。

[0010] 为达到上述目的,本发明第一方面实施例提出的一种空调器的能效计算方法包括以下步骤:获取空调器的当前工况、压缩机的功率和空调器耗电功率;获取压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ ;获取压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 、所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 、室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ 、室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内环境温度 $t_9$ ;当所述空调器的当前工况为制冷工况时,根据所述压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ ,根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和所述室内环境温度 $t_9$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ,根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ ,根据所述室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 和根据所述室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ ;根据所述回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 生成回气口的混合物焓值 $h_1$ ,根据所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 生成排气口的混合物焓值 $h_2$ ,根据所述室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 生成室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和根据所述室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 生成室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ ;根据所述压缩机的功率、所述压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ 、所述回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 生成空调器的制冷量;以及根据所述空调器耗电功率和所述制冷量生成所述空调器的能效。

[0011] 根据本发明实施例的空调器的能效计算方法,通过获取空调器的当前工况、压缩

机的功率、空调器耗电功率和压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ ,并获取压缩机中回气口、排气口、室外换热器第一端、室内换热器第一端的温度和室内环境温度,以及在空调器处于制冷工况时根据上述各个温度检测点的温度生成多个温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值,并进一步生成多个温度检测点的混合物焓值,然后结合压缩机的功率、压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ 、多个温度检测点的混合物焓值和空调器耗电功率得到空调器的能效,由此,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制冷效果的目的。

[0012] 另外,根据本发明上述实施例提出的空调器的能效计算方法还可以具有如下附加的技术特征:

[0013] 根据本发明的一个实施例,根据所述压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 具体包括:获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ;根据所述回气口温度 $t_1$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ;根据所述吸气过热度 $\Delta t_1$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ;根据所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ ;根据所述回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、所述饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成所述制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。进一步地,根据以下公式生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ : $h_{\text{吸气饱和}}=a_1+a_2t_6+a_3t_6^2+a_4t_6^3+a_5$ ,其中, $a_1$ - $a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。

[0014] 进一步地,根据以下公式生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ :

[0015]  $h_{\text{吸气饱和}}=a_1+a_2t_6+a_3t_6^2+a_4t_6^3+a_5$ ,其中, $a_1$ - $a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。

[0016] 进一步地,根据以下公式生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ :

[0017]  $D_1=1+d_1\Delta t_1+d_2(\Delta t_1)^2+d_3(\Delta t_1)t_6+d_4(\Delta t_1)^2t_6+d_5(\Delta t_1)t_6^2+d_6(\Delta t_1)^2t_6^2$ ,其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0018] 进一步地,根据所述室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 具体包括:根据所述室内换热器第一端温度 $t_7$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成过热度 $\Delta t_7$ ;根据所述过热度 $\Delta t_7$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ ;根据所述室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ 和所述饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成所述制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。

[0019] 进一步地,根据以下公式生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ :

[0020]  $D_7=1+d_1\Delta t_7+d_2(\Delta t_7)^2+d_3(\Delta t_7)t_6+d_4(\Delta t_7)^2t_6+d_5(\Delta t_7)t_6^2+d_6(\Delta t_7)^2t_6^2$ ,其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0021] 根据本发明的一个实施例,所述根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内环境温度 $t_9$ 生成所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 具体包括:根据所述室内环境温度 $t_9$ 、所述室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器中部温度 $t_3$ ;根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气过热度 $\Delta t_2$ ;根据所述排气过热度 $\Delta t_2$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ ;根据所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ ;根据所述排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、所述排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

[0022] 进一步地,根据以下公式生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ :

[0023]  $D_2=1+d_1\Delta t_2+d_2(\Delta t_2)^2+d_3(\Delta t_2)t_3+d_4(\Delta t_2)^2t_3+d_5(\Delta t_2)t_3^2+d_6(\Delta t_2)^2t_3^2$ ,其中,



$d_1-d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0024] 进一步地,通过以下公式生成所述室外换热器中部温度 $t_3$ :

[0025]  $t_3 = a * t_9 + b * t_4 + c * f$ ,其中, $f$ 为压缩机运行频率, $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为拟合系数。

[0026] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式生成所述室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ :

[0027]  $h_{4\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_4 + c_3 t_4^2 + c_4 t_4^3$ ,其中, $c_1-c_4$ 为制冷剂对应的过冷区系数。

[0028] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式生成空调器的制冷量:

$Q_{\text{制冷量}} = \frac{P_{\text{压缩机}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_4)$ ,其中, $Q_{\text{制冷量}}$ 为所述空调器制冷量, $P_{\text{压缩机}}$ 为压缩机功率。

[0029] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式计算各个温度检测点的润滑油焓值 $h_{i\text{润滑油}}$ ,其中, $i$ 为正整数,

[0030]  $h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032 t_i + 0.0025 t_i^2$ ,其中, $t_i$ 为温度检测点的温度。

[0031] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值 $h_i$ ,其中, $i$ 为正整数,

[0032]  $h_i = (1 - C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$

[0033]  $C_g = f / 10^4$ ,其中, $C_g$ 为混合物含油率, $f$ 为所述压缩机的运行频率。

[0034] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式生成压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ :

[0035]  $Q_{\text{loss}} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{\text{压缩机}} \left( (t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \times A_{\text{压缩机}} \times (t_2 - t_8) \right)$ ,其中, $A_{\text{压缩机}}$ 为压缩机壳体的表面积, $t_8$ 为室外换热器翅片处的温度。

[0036] 为达到上述目的,本发明第二方面实施例提出的一种空调器包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时,实现本发明第一方面实施例提出的空调器的能效计算方法。

[0037] 根据本发明实施例的空调器,能够实时准确地对能效进行检测。

[0038] 为达到上述目的,本发明第三方面实施例提出的一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现本发明第一方面实施例提出的空调器的能效计算方法。

[0039] 根据本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,通过执行其存储的计算机程序,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制冷效果的目的。

[0040] 为达到上述目的,本发明第四方面实施例提出的另一种空调器的能效计算方法包括以下步骤:获取空调器的当前工况、压缩机的功率和空调器耗电功率;获取压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ ;获取压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 、所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 、室内换热器第二端的室内换热器第二端温度 $t_5$ 、室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内环境温度 $t_9$ ;当所述空调器的当前工况为制热工况时,根据所述压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 和所述室内环境温度 $t_9$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ ,根据所述压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ ,根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ ,根据所述室内换热器第二端的室内换热器第二端温度 $t_5$ 生成室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{5\text{润滑油}}$ 和根据所述室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂

焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ ;根据所述回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 生成回气口的混合物焓值 $h_1$ ,根据所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 生成排气口的混合物焓值 $h_2$ ,根据所述室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{5\text{润滑油}}$ 生成室内换热器第二端的混合物焓值 $h_5$ 和根据所述室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 生成室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ ;根据所述压缩机的功率、所述压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ 、所述回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室内换热器第二端的混合物焓值 $h_5$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 生成空调器的制热量;以及根据所述空调器耗电功率和所述制热量生成所述空调器的能效。

[0041] 根据本发明实施例的空调器的能效计算方法,通过获取空调器的当前工况、压缩机的功率、空调器耗电功率和压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ ,并获取压缩机中回气口、排气口、室内换热器第二端、室内换热器第一端的温度和室内环境温度,以及在空调器处于制热工况时根据上述各个温度检测点的温度生成多个温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值,并进一步生成多个温度检测点的混合物焓值,然后结合压缩机的功率、压缩机的壳体散热量 $Q_{1\text{loss}}$ 、多个温度检测点的混合物焓值和空调器耗电功率得到空调器的能效,由此,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制热效果的目的。

[0042] 另外,根据本发明上述实施例提出的空调器的能效计算方法还可以具有如下附加的技术特征:

[0043] 根据本发明的一个实施例,所述根据所述压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 和室内环境温度 $t_9$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 具体包括:根据所述室内环境温度 $t_9$ 、所述室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器中部温度 $t_3$ ;根据所述回气口温度 $t_1$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ;根据所述吸气过热度 $\Delta t_1$ 和所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ;根据所述室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ ;根据所述回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、所述吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成所述回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。

[0044] 进一步地,根据以下公式生成所述吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ :

[0045]  $h_{\text{吸气饱和}} = a_1 + a_2 t_3 + a_3 t_3^2 + a_4 t_3^3 + a_5$ ,其中, $a_1$ - $a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。

[0046] 进一步地,通过以下公式生成所述室外换热器中部温度 $t_3$ :

[0047]  $t_3 = a * t_9 + b * t_4 + c * f$ ,其中, $f$ 为压缩机运行频率, $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为拟合系数。

[0048] 进一步地,根据以下公式生成所述回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ :

[0049]  $D_1 = 1 + d_1 \Delta t_1 + d_2 (\Delta t_1)^2 + d_3 (\Delta t_1) t_3 + d_4 (\Delta t_1)^2 t_3 + d_5 (\Delta t_1) t_3^2 + d_6 (\Delta t_1)^2 t_3^2$ ,其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0050] 进一步地,所述根据所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 具体包括:获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ;根据所述室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 和所述压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气过热度 $\Delta t_2$ ;根据所述排气过热度 $\Delta t_2$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ ;根据所述室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ ;根据所述排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、所述排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成所述排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

[0051] 进一步地,根据以下公式生成所述排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ :

[0052]  $D_2 = 1 + d_1 \Delta t_2 + d_2 (\Delta t_2)^2 + d_3 (\Delta t_2) t_6 + d_4 (\Delta t_2)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_2) t_6^2 + d_6 (\Delta t_2)^2 t_6^2$ ,其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0053] 进一步地,所述根据所述室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成所述室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 具体包括:根据所述室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 和所述室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成过热度 $\Delta t_7$ ;根据所述过热度 $\Delta t_7$ 和所述室内换热器中部温度 $t_6$ 生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ ;根据所述室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ 、所述排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成所述室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。

[0054] 进一步地,根据以下公式生成所述室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ :

[0055]  $D_7 = 1 + d_1 \Delta t_7 + d_2 (\Delta t_7)^2 + d_3 (\Delta t_7) t_6 + d_4 (\Delta t_7)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_7) t_6^2 + d_6 (\Delta t_7)^2 t_6^2$ ,其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0056] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式计算所述室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5\text{制冷剂}}$ :

[0057]  $h_{5\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_5 + c_3 t_5^2 + c_4 t_5^3$ ,其中, $c_1$ - $c_4$ 为制冷剂对应的过冷区系数。

[0058] 根据本发明的一个实施例,根据如下公式生成所述空调器的制热量:

[0059]  $Q_{\text{制热量}} = \frac{P_{\text{压缩机}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_5)$  其中, $Q_{\text{制热量}}$ 为所述空调器制热量, $P_{\text{压缩机}}$ 为压缩机功率。

[0060] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式计算各个温度检测点的润滑油焓值 $h_{i\text{润滑油}}$ ,其中, $i$ 为正整数,

[0061]  $h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032 t_i + 0.0025 t_i^2$ ,其中, $t_i$ 为温度检测点的温度。

[0062] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值 $h_i$ ,其中, $i$ 为正整数,

[0063]  $h_i = (1 - C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$

[0064]  $C_g = f / 10^4$ ,其中, $C_g$ 为混合物含油率, $f$ 为所述压缩机的运行频率。

[0065] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式生成压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ :

[0066]  $Q_{\text{loss}} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{\text{压缩机}} ((t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \times A_{\text{压缩机}} \times (t_2 - t_8))$ ,其中, $A_{\text{压缩机}}$ 为压缩机壳体的表面积, $t_8$ 为室外换热器翅片处的温度。

[0067] 为达到上述目的,本发明第五方面实施例提出的另一种空调器包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时,实现本发明第四方面实施例提出的空调器的能效计算方法。

[0068] 根据本发明实施例的空调器,能够实时准确地对能效进行检测。

[0069] 为达到上述目的,本发明第六方面实施例提出的另一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现本发明第四方面实施例提出的空调器的能效计算方法。

[0070] 根据本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,通过执行其存储的计算机程序,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制热效果的目的。

## 附图说明

- [0071] 图1为根据本发明实施例的空调器的能效计算方法的流程图；  
 [0072] 图2为根据本发明一个实施例的空调器的结构示意图；  
 [0073] 图3为根据本发明实施例的空调器的能效计算系统的方框示意图；  
 [0074] 图4为根据本发明实施例的另一种空调器的能效计算方法的流程图；  
 [0075] 图5为根据本发明实施例的另一种空调器的能效计算系统的方框示意图。

## 具体实施方式

[0076] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0077] 下面结合附图来描述本发明实施例的空调器及其能效计算方法。

[0078] 图1为根据本发明实施例的空调器的能效计算方法的流程图。

[0079] 如图1所示，本发明实施例的空调器的能效计算方法，包括以下步骤：

[0080] S101，获取空调器的当前工况、压缩机的功率和空调器耗电功率。

[0081] 可通过空调器的电控系统实时监测空调器的当前工况、压缩机的功率 $P_{压缩机}$ 和空调器耗电功率 $P_{耗电}$ 。

[0082] S102，获取压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ 。

[0083] S103，获取压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 、压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 、室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ 、室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内环境温度 $t_9$ 。

[0084] 本发明实施例的空调器可为单级蒸汽压缩式空调器，如图2所示，本发明实施例的空调器可包括压缩机、四通阀、室外换热器、节流元件和室内换热器。

[0085] 在本发明的一个实施例中，可通过对流、辐射公式计算压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ ，具体可根据以下公式生成压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ ：

[0086] 
$$Q_{loss} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{压缩机} \left( (t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \times A_{压缩机} \times (t_2 - t_8) \right),$$

[0087] 其中， $A_{压缩机}$ 为压缩机壳体的表面积，其可通过查取压缩机型号等获得； $t_8$ 为室外换热器翅片处的温度，即室外环境温度，如图2所示，其可通过设置在室外换热器翅片处的室外温度传感器检测得到。

[0088] 在本发明的一个实施例中，可通过在对应温度检测点分别设置温度传感器以检测该温度检测点的温度。具体地，如图2所示，可通过在压缩机中回气口处设置回气口温度传感器以检测回气口温度 $t_1$ 、在压缩机中排气口处设置排气口温度传感器以检测排气口温度 $t_2$ 、在室外换热器第一端处设置室外换热器第一端温度传感器以检测室外换热器第一端温度 $t_4$ 、在室内换热器第一端处设置室内换热器第一端温度传感器以检测室内换热器第一端温度 $t_7$ 以及在室内换热器翅片处设置室内温度传感器以检测室内环境温度 $t_9$ 。

[0089] 其中，每个温度传感器均与对应温度检测点的制冷剂管壁有效接触，并对制冷剂管壁，尤其是设置温度传感器的位置采取保温措施。例如，可将温度传感器紧贴铜管设置，

并通过保温胶带对铜管进行缠绕密封。由此,能够提高温度检测的可靠性和准确性。

[0090] S104,当空调器的当前工况为制冷工况时,根据压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ ,根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内环境温度 $t_9$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ,根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ ,根据室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 和根据室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 。

[0091] 在此需要说明的是,当空调器的当前工况为制冷工况时,室外换热器作冷凝器,室外换热器第一端为冷凝器出口,室内换热器作蒸发器,室内换热器第一端为蒸发器出口,室内换热器第二端为蒸发器入口。

[0092] 由于不同温度检测点的制冷剂和润滑油的混合物的状态不同,因此不同温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值均不同。在本发明的一个实施例中,可根据经验公式计算得到制冷剂焓值和润滑油焓值。

[0093] 下面分别说明根据经验公式得到回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 、排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 、室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 、室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 的具体过程。

[0094] 对于压缩机中回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,压缩机的回气口的制冷剂过热,可结合吸气过热度计算回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。

[0095] 具体地,可获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ,其中,如图2所示,室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 可通过在室内换热器中部设置的室内换热器中部温度传感器检测得到。

[0096] 然后可根据回气口温度 $t_1$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ,并根据吸气过热度 $\Delta t_1$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ,以及根据室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 。其中,吸气过热度 $\Delta t_1$ 为回气口温度 $t_1$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 之差,即 $\Delta t_1 = t_1 - t_6$ 。回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1 = 1 + d_1 \Delta t_1 + d_2 (\Delta t_1)^2 + d_3 (\Delta t_1) t_6 + d_4 (\Delta t_1)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_1) t_6^2 + d_6 (\Delta t_1)^2 t_6^2$ ,其中, $d_1 - d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}} = a_1 + a_2 t_6 + a_3 t_6^2 + a_4 t_6^3 + a_5$ ,其中, $a_1 - a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。

[0097] 在生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 后,可进一步根据回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ , $h_{1\text{制冷剂}} = D_1 \cdot h_{\text{吸气饱和}} + d_7$ ,其中, $d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0098] 同样地,对于室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,室内换热器第一端的制冷剂过热,可结合该位置制冷剂过热度计算室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。

[0099] 具体地,可根据室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成过热度 $\Delta t_7$ ,并根据过热度 $\Delta t_7$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ ,以及根据生成的室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ 和饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。其中, $\Delta t_7 = t_7 - t_6$ , $D_7 = 1 + d_1 \Delta t_7 + d_2 (\Delta t_7)^2 + d_3 (\Delta t_7) t_6 + d_4 (\Delta t_7)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_7) t_6^2 + d_6 (\Delta t_7)^2 t_6^2$ , $h_{7\text{制冷剂}} = D_7 \cdot h_{\text{吸气饱和}} + d_7$ ,

其中,  $d_1-d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0100] 对于压缩机中排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,压缩机的排气口的制冷剂过热,可结合排气过热度计算排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

[0101] 具体地,可根据室内环境温度 $t_9$ 、室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器中部温度 $t_3$ 。在本发明的一个实施例中,可通过以下公式生成室外换热器中部温度 $t_3$ :

[0102]  $t_3 = a * t_9 + b * t_4 + c * f$ ,其中, $f$ 为压缩机运行频率, $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为拟合系数,各拟合系数可通过实验获得。

[0103] 然后,可根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气过热度 $\Delta t_2$ ,并根据排气过热度 $\Delta t_2$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ ,以及根据室外换热器中部温度 $t_3$ 生成排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 。其中,排气过热度 $\Delta t_2$ 为压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 之差,即 $\Delta t_2 = t_2 - t_3$ 。排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2 = 1 + d_1 \Delta t_2 + d_2 (\Delta t_2)^2 + d_3 (\Delta t_2) t_3 + d_4 (\Delta t_2)^2 t_3 + d_5 (\Delta t_2) t_3^2 + d_6 (\Delta t_2)^2 t_3^2$ ,其中, $d_1-d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}} = a_1 + a_2 t_3 + a_3 t_3^2 + a_4 t_3^3 + a_5$ ,其中, $a_1-a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。

[0104] 在生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 后,可进一步根据排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ , $h_{2\text{制冷剂}} = D_2 \cdot h_{\text{排气饱和}} + d_7$ ,其中, $d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0105] 对于室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,室外换热器第一端的制冷剂过冷,可直接计算室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ :

$h_{4\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_4 + c_3 t_4^2 + c_4 t_4^3$ ,其中, $c_1-c_4$ 为制冷剂对应的过冷区系数。

[0106] 上述的制冷剂对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数与制冷剂的种类有关,表1中分别示出了R410A制冷剂和R32制冷剂所对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数:

系数	R410A	R32	备注
a1	280998.3	382564.4	饱和区系数
a2	332.614	206.553	
a3	-4.699265	-5.633169	
a4	-0.0512569	-0.0467084	
a5	142146	133226	
d1	3.32E-03	2.75E-03	过热区系数
d2	3.63E-07	-1.44E-02	
d3	3.04E-05	2.63E-05	
d4	-1.85E-07	-1.44E-07	
d5	7.64E-07	5.48E-07	
d6	-6.03E-09	-4.08E-09	
d7	142146	133226	
c1	203667.4	199973.4	过冷区系数
c2	1500.315	1732.514	
c3	3.16404	3.19345	
c4	3.33E-03	3.03E-02	

[0107] 表1

[0109] 由此,可根据制冷剂的种类和如表1的对应关系得到各系数值,以计算各个温度检测点的制冷剂焓值。

[0110] 在本发明的其他实施例中,还可直接调用软件的计算结果,或通过其他途径获取各个温度检测点的制冷剂焓值。举例而言,当空调器的当前工况为制冷工况时,还可根据空调器中的低压压力、回气口温度 $t_1$ 、室内换热器第一端温度 $t_7$ 分别得到回气口的制冷剂焓值 $h_1$ 和室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_7$ ,并可根据空调器中的高压压力、排气口温度 $t_2$ 、室外换热器第一端温度 $t_4$ 分别得到排气口的制冷剂焓值 $h_2$ 和室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_4$ 。

[0111] 对于各个温度检测点的润滑油焓值 $h_{i\text{润滑油}}$ ,可根据以下公式进行计算:

$$[0112] \quad h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032t_i + 0.0025t_i^2,$$

[0113] 其中, $i$ 为正整数, $t_i$ 为温度检测点的温度。由此,可计算得到出回气口的润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 、排气口的润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 、室外换热器第一端的润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 和室内换热器第一端的润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 。

[0114] S105,根据回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 生成回气口的混合物焓值 $h_1$ ,根据排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 生成排气口的混合物焓值 $h_2$ ,根据室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 生成室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和根据室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 生成室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 。

[0115] 具体地,可根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值 $h_i$ :

$$[0116] \quad h_i = (1 - C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$$

$$[0117] \quad C_g = f / 10^4,$$

[0118] 其中, $C_g$ 为混合物含油率, $f$ 为压缩机的运行频率。由此,可计算得到出回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 。

[0119] S106,根据压缩机的功率、压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ 、回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 生成空调器的制冷量。

[0120] 具体地,可根据以下公式生成空调器的制冷量: $Q_{\text{制冷量}} = \frac{P_{\text{压缩机}} - Q_{\text{loss}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_4)$ ,其中,

$Q_{\text{制冷量}}$ 为空调器制冷量, $P_{\text{压缩机}}$ 为压缩机功率。

[0121] S107,根据空调器耗电功率和制冷量生成空调器的能效。

[0122] 由于空调器的当前工况为制冷工况,因而可根据空调器耗电功率和制冷量生成空调器的制冷能效,具体地,空调器的制冷能效为空调器的制冷量与耗电功率之比,即 $EER = Q_{\text{制冷量}} / P_{\text{耗电}}$ 。

[0123] 在生成空调器的制冷能效后,还可根据空调器的制冷能效对当前空调器的运行状态进行调整。举例而言,可在空调器的制冷能效较低时提高压缩机的功率,以提高空调器的制冷能力,并相对降低空调器的能耗,从而不仅能够节能,还能够提高用户的舒适性。

[0124] 根据本发明实施例的空调器的能效计算方法,通过获取空调器的当前工况、压缩机的功率、空调器耗电功率和压缩机的壳体散热量,并获取压缩机中回气口、排气口、室外

换热器第一端、室内换热器第一端的温度和室内环境温度,以及在空调器处于制冷工况时根据上述各个温度检测点的温度生成多个温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值,并进一步生成多个温度检测点的混合物焓值,然后结合压缩机的功率、压缩机的壳体散热量、多个温度检测点的混合物焓值和空调器耗电功率得到空调器的能效,由此,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制冷效果的目的。

[0125] 对应上述实施例,本发明还提出一种空调器。

[0126] 本发明实施例的空调器,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,处理器执行计算机程序时,可实现本发明上述实施例提出的空调器的能效计算方法。

[0127] 根据本发明实施例的空调器,能够实时准确地对能效进行检测。

[0128] 对应上述实施例,本发明还提出一种非临时性计算机可读存储介质。

[0129] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时,可实现本发明上述实施例提出的空调器的能效计算方法。

[0130] 根据本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,通过执行其存储的计算机程序,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制冷效果的目的。

[0131] 对应上述实施例,本发明还提出一种空调器的能效计算系统。

[0132] 如图3所示,本发明实施例的空调器的能效计算系统,包括回气口温度传感器01、排气口温度传感器02、室外换热器第一端温度传感器04、室内换热器第一端温度传感器07、室内温度传感器09以及获取模块10、混合物焓值生成模块20、制冷量生成模块30、能效生成模块40。

[0133] 其中,回气口温度传感器01用于获取压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ ;排气口温度传感器02用于获取压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ ;室外换热器第一端温度传感器04用于获取室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ ;室内换热器第一端温度传感器07用于获取室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ ;室内温度传感器09用于获取室内环境温度 $t_9$ 。

[0134] 本发明实施例的空调器可为单级蒸汽压缩式空调器,如图2所示,本发明实施例的空调器可包括压缩机100、四通阀200、室外换热器300、节流元件400和室内换热器500。

[0135] 如图2所示,回气口温度传感器01可设置在压缩机中回气口处,排气口温度传感器02可设置在压缩机中排气口处,室外换热器第一端温度传感器04可设置在室外换热器第一端,室内换热器第一端温度传感器07可设置室内换热器第一端,室内温度传感器09可设置在室内换热器翅片处。其中,每个温度传感器均与对应温度检测点的制冷剂管壁有效接触,并对制冷剂管壁,尤其是设置温度传感器的位置采取保温措施。例如,可将温度传感器紧贴铜管设置,并通过保温胶带对铜管进行缠绕密封。由此,能够提高温度检测的可靠性和准确性。

[0136] 获取模块10用于获取空调器的当前工况、压缩机的功率、空调器耗电功率以及压缩机的壳体散热量 $Q_{1oss}$ ;混合物焓值生成模块20用于当空调器的当前工况为制冷工况时,根据压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{1润滑油}$ ,



根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内环境温度 $t_9$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ,根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ ,根据室外换热器第一端的室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 和根据室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ ,以及根据回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 生成回气口的混合物焓值 $h_1$ ,根据排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 生成排气口的混合物焓值 $h_2$ ,根据室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 生成室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和根据室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 生成室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ ;制冷量生成模块30用于根据压缩机的功率、压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ 、回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 生成空调器的制冷量;能效生成模块40用于根据空调器耗电功率和制冷量生成空调器的能效。

[0137] 其中,获取模块10、混合物焓值生成模块20、制冷量生成模块30和能效生成模块40可设置于空调器的电控系统中。获取模块10可实时监测空调器的当前工况、压缩机的功率 $P_{\text{压缩机}}$ 和空调器耗电功率 $P_{\text{耗电}}$ 。在本发明的一个实施例中,获取模块10可通过对流、辐射公式计算压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ ,具体可根据以下公式生成压缩机的壳体散热量 $Q_{\text{loss}}$ :

$$[0138] \quad Q_{\text{loss}} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{\text{压缩机}} \left( (t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \right) \times A_{\text{压缩机}} \times (t_2 - t_8),$$

[0139] 其中, $A_{\text{压缩机}}$ 为压缩机壳体的表面积,其可通过查取压缩机型号等获得; $t_8$ 为室外换热器翅片处的温度,即室外环境温度,如图2所示,其可通过设置在室外换热器翅片处的室外温度传感器08检测得到。

[0140] 在此需要说明的是,当空调器的当前工况为制冷工况时,室外换热器作冷凝器,室外换热器第一端为冷凝器出口,室内换热器作蒸发器,室内换热器第一端为蒸发器出口,室内换热器第二端为蒸发器入口。

[0141] 由于不同温度检测点的制冷剂和润滑油的混合物的状态不同,因此不同温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值均不同。在本发明的一个实施例中,混合物焓值生成模块20可根据经验公式计算得到制冷剂焓值和润滑油焓值。

[0142] 下面分别说明混合物焓值生成模块20根据经验公式得到回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 、排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 、室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 、室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 的具体过程。

[0143] 对于压缩机中回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,压缩机的回气口的制冷剂过热,混合物焓值生成模块20可结合吸气过热度计算回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。

[0144] 具体地,可通过室内换热器中部温度传感器06获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ,其中,如图2所示,室内换热器中部温度传感器06可设置在室内换热器中部。

[0145] 然后混合物焓值生成模块20可根据回气口温度 $t_1$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ,并根据吸气过热度 $\Delta t_1$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ,以及根据室内换热器中部温度 $t_6$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 。其

中,吸气过热度  $\Delta t_1$  为回气口温度  $t_1$  和室内换热器中部温度  $t_6$  之差,即  $\Delta t_1 = t_1 - t_6$ 。回气口制冷剂焓值的修正因子  $D_1 = 1 + d_1 \Delta t_1 + d_2 (\Delta t_1)^2 + d_3 (\Delta t_1) t_6 + d_4 (\Delta t_1)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_1) t_6^2 + d_6 (\Delta t_1)^2 t_6^2$ , 其中,  $d_1 - d_6$  为制冷剂对应的过热区系数。吸气温度下饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{吸气饱和}} = a_1 + a_2 t_6 + a_3 t_6^2 + a_4 t_6^3 + a_5$ , 其中,  $a_1 - a_5$  为制冷剂对应的饱和区系数。

[0146] 在生成回气口制冷剂焓值的修正因子  $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{吸气饱和}}$  后,混合物焓值生成模块20可进一步根据回气口制冷剂焓值的修正因子  $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{吸气饱和}}$  和生成制冷剂焓值  $h_{1\text{制冷剂}}$ ,  $h_{1\text{制冷剂}} = D_1 \cdot h_{\text{吸气饱和}} + d_7$ , 其中,  $d_7$  为制冷剂对应的过热区系数。

[0147] 同样地,对于室内换热器第一端的制冷剂焓值  $h_{7\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,室内换热器第一端的制冷剂过热,混合物焓值生成模块20可结合该位置制冷剂过热度计算室内换热器第一端的制冷剂焓值  $h_{7\text{制冷剂}}$ 。

[0148] 具体地,混合物焓值生成模块20可根据室内换热器第一端温度  $t_7$  和室内换热器中部温度  $t_6$  生成过热度  $\Delta t_7$ ,并根据过热度  $\Delta t_7$  和室内换热器中部温度  $t_6$  生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子  $D_7$ ,以及根据生成的室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子  $D_7$  和饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{吸气饱和}}$  生成制冷剂焓值  $h_{7\text{制冷剂}}$ 。其中,  $\Delta t_7 = t_7 - t_6$ ,  $D_7 = 1 + d_1 \Delta t_7 + d_2 (\Delta t_7)^2 + d_3 (\Delta t_7) t_6 + d_4 (\Delta t_7)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_7) t_6^2 + d_6 (\Delta t_7)^2 t_6^2$ ,  $h_{7\text{制冷剂}} = D_7 \cdot h_{\text{吸气饱和}} + d_7$ , 其中,  $d_1 - d_7$  为制冷剂对应的过热区系数。

[0149] 对于压缩机中排气口的制冷剂焓值  $h_{2\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,压缩机的排气口的制冷剂过热,混合物焓值生成模块20可结合排气过热度计算排气口的制冷剂焓值  $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

[0150] 具体地,混合物焓值生成模块20可根据室内环境温度  $t_9$ 、室外换热器第一端温度  $t_4$  生成室外换热器中部温度  $t_3$ 。在本发明的一个实施例中,混合物焓值生成模块20可通过以下公式生成室外换热器中部温度  $t_3$ :

[0151]  $t_3 = a * t_9 + b * t_4 + c * f$ , 其中,  $f$  为压缩机运行频率,  $a$ 、 $b$ 、 $c$  为拟合系数,各拟合系数可通过实验获得。

[0152] 然后,混合物焓值生成模块20可根据压缩机中排气口的排气口温度  $t_2$  和室外换热器中部温度  $t_3$  生成排气过热度  $\Delta t_2$ ,并根据排气过热度  $\Delta t_2$  和室外换热器中部温度  $t_3$  生成排气口制冷剂焓值的修正因子  $D_2$ ,以及根据室外换热器中部温度  $t_3$  生成排气温度下饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{排气饱和}}$ 。其中,排气过热度  $\Delta t_2$  为压缩机中排气口的排气口温度  $t_2$  和室外换热器中部温度  $t_3$  之差,即  $\Delta t_2 = t_2 - t_3$ 。排气口制冷剂焓值的修正因子  $D_2 = 1 + d_1 \Delta t_2 + d_2 (\Delta t_2)^2 + d_3 (\Delta t_2) t_3 + d_4 (\Delta t_2)^2 t_3 + d_5 (\Delta t_2) t_3^2 + d_6 (\Delta t_2)^2 t_3^2$ , 其中,  $d_1 - d_6$  为制冷剂对应的过热区系数。排气温度下饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{排气饱和}} = a_1 + a_2 t_3 + a_3 t_3^2 + a_4 t_3^3 + a_5$ , 其中,  $a_1 - a_5$  为制冷剂对应的饱和区系数。

[0153] 在生成排气口制冷剂焓值的修正因子  $D_2$ 、排气温度下饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{排气饱和}}$  后,混合物焓值生成模块20可进一步根据排气口制冷剂焓值的修正因子  $D_2$ 、排气温度下饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{排气饱和}}$  和生成排气口的制冷剂焓值  $h_{2\text{制冷剂}}$ ,  $h_{2\text{制冷剂}} = D_2 \cdot h_{\text{排气饱和}} + d_7$ , 其中,  $d_7$  为制冷剂对应的过热区系数。

[0154] 对于室外换热器第一端的制冷剂焓值  $h_{4\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制冷工况时,室外换热器第一端的制冷剂过冷,混合物焓值生成模块20可直接计算室外换热器第一端的

制冷剂焓值 $h_{4\text{制冷剂}}$ :  $h_{4\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_4 + c_3 t_4^2 + c_4 t_4^3$ , 其中,  $c_1-c_4$ 为制冷剂对应的过冷区系数。

[0155] 上述的制冷剂对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数与制冷剂的种类有关,表1中分别示出了R410A制冷剂和R32制冷剂所对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数。由此,可根据制冷剂的种类和如表1的对应关系得到各系数值,以计算各个温度检测点的制冷剂焓值。

[0156] 在本发明的其他实施例中,混合物焓值生成模块20还可直接调用软件的计算结果,或通过其他途径获取各个温度检测点的制冷剂焓值。举例而言,当空调器的当前工况为制冷工况时,混合物焓值生成模块20还可根据空调器中的低压压力、回气口温度 $t_1$ 、室内换热器第一端温度 $t_7$ 分别得到回气口的制冷剂焓值 $h_1$ 和室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_7$ ,并可根据空调器中的高压压力、排气口温度 $t_2$ 、室外换热器第一端温度 $t_4$ 分别得到排气口的制冷剂焓值 $h_2$ 和室外换热器第一端的制冷剂焓值 $h_4$ 。

[0157] 对于各个温度检测点的润滑油焓值 $h_{i\text{润滑油}}$ ,混合物焓值生成模块20可根据以下公式计算得到:

$$[0158] \quad h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032t_i + 0.0025t_i^2,$$

[0159] 其中, $i$ 为正整数, $t_i$ 为温度检测点的温度。由此,可计算得到出回气口的润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 、排气口的润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 、室外换热器第一端的润滑油焓值 $h_{4\text{润滑油}}$ 和室内换热器第一端的润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 。

[0160] 进一步地,混合物焓值生成模块20可根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值 $h_i$ :

$$[0161] \quad h_i = (1-C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$$

$$[0162] \quad C_g = f/10^4,$$

[0163] 其中, $C_g$ 为混合物含油率, $f$ 为压缩机的运行频率。由此,可计算得到出回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室外换热器第一端的混合物焓值 $h_4$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 。

[0164] 在本发明的实施例中,制冷量生成模块30可根据以下公式生成空调器的制冷量:

$$Q_{\text{制冷量}} = \frac{P_{\text{压缩机}} - Q_{\text{loss}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_4), \text{ 其中, } Q_{\text{制冷量}} \text{ 为空调器制冷量, } P_{\text{压缩机}} \text{ 为压缩机功率。}$$

[0165] 由于空调器的当前工况为制冷工况,因而能效生成模块40可根据空调器耗电功率和制冷量生成空调器的制冷能效,具体地,空调器的制冷能效为空调器的制冷量与耗电功率之比,即 $EER = Q_{\text{制冷量}}/P_{\text{耗电}}$ 。

[0166] 在生成空调器的制冷能效后,还可根据空调器的制冷能效对当前空调器的运行状态进行调整。举例而言,可在空调器的制冷能效较低时提高压缩机的功率,以提高空调器的制冷能力,并相对降低空调器的能耗,从而不仅能够节能,还能够提高用户的舒适性。

[0167] 根据本发明实施例的空调器的能效计算系统,通过获取模块获取空调器的当前工况、压缩机的功率、空调器耗电功率和压缩机的壳体散热量,并通过相应的温度传感器获取压缩机中回气口、排气口、室外换热器第一端、室内换热器第一端的温度和室内环境温度,以及在空调器处于制冷工况时通过混合物焓值生成模块、制冷量生成模块和能效生成模块根据上述各个温度检测点的温度生成多个温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值,并进一步生成多个温度检测点的混合物焓值,然后结合压缩机的功率、压缩机的壳体散热量、多个

温度检测点的混合物焓值和空调器耗电功率得到空调器的能效,由此,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制冷效果的目的。

[0168] 上述实施例的空调器及其能效计算方法和系统可检测到空调器的制冷能效,为检测空调器的制热能效,本发明还提出另一种空调器的能效计算方法。

[0169] 如图4所示,本发明实施例的另一种空调器的能效计算方法,包括以下步骤:

[0170] S401,获取空调器的当前工况、压缩机的功率和空调器耗电功率。

[0171] 可通过空调器的电控系统实时监测空调器的当前工况、压缩机的功率 $P_{压缩机}$ 和空调器耗电功率 $P_{耗电}$ 。

[0172] S402,获取压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ 。

[0173] S403,获取压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 、压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 、室内换热器第二端的室内换热器第二端温度 $t_5$ 、室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内环境温度 $t_9$ 。

[0174] 在本发明的一个实施例中,可通过对流、辐射公式计算压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ ,具体可根据以下公式生成压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ :

[0175]  $Q_{loss} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{压缩机} ((t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \times A_{压缩机} \times (t_2 - t_8))$ ,

[0176] 其中, $A_{压缩机}$ 为压缩机壳体的表面积,其可通过查取压缩机型号等获得; $t_8$ 为室外换热器翅片处的温度,即室外环境温度,如图2所示,其可通过设置在室外换热器翅片处的室外温度传感器检测得到。

[0177] 如图2所示,可通过在压缩机中回气口处设置回气口温度传感器以检测回气口温度 $t_1$ 、在压缩机中排气口处设置排气口温度传感器以检测排气口温度 $t_2$ 、在室内换热器第二端处设置室内换热器第二端温度传感器以检测室内换热器第二端温度 $t_5$ 、在室内换热器第一端处设置室内换热器第一端温度传感器以检测室内换热器第一端温度 $t_7$ 以及在室内换热器翅片处设置室内温度传感器以检测室内环境温度 $t_9$ 。

[0178] 其中,每个温度传感器均与对应温度检测点的制冷剂管壁有效接触,并对制冷剂管壁,尤其是设置温度传感器的位置采取保温措施。例如,可将温度传感器紧贴铜管设置,并通过保温胶带对铜管进行缠绕密封。由此,能够提高温度检测的可靠性和准确性。

[0179] S404,当空调器的当前工况为制热工况时,根据压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 和室内环境温度 $t_9$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1制冷剂}$ ,根据压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的润滑油焓值 $h_{1润滑油}$ ,根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{2润滑油}$ ,根据室内换热器第二端的室内换热器第二端温度 $t_5$ 生成室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{5润滑油}$ 和根据室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{7润滑油}$ 。

[0180] 在此需要说明的是,当空调器的当前工况为制热工况时,室外换热器作蒸发器,室内换热器作冷凝器,室内换热器第一端为冷凝器入口,室内换热器第二端为冷凝器出口。

[0181] 由于不同温度检测点的制冷剂和润滑油的混合物的状态不同,因此不同温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值均不同。在本发明的一个实施例中,可根据经验公式计算得到制冷剂焓值和润滑油焓值。

[0182] 下面分别说明根据经验公式得到回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 、排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 、室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{5\text{润滑油}}$ 和室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 和润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 的具体过程。

[0183] 对于压缩机中回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ ，当空调器的当前工况为制热工况时，压缩机的回气口的制冷剂过热，可结合吸气过热度计算回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。

[0184] 具体地，可根据室内环境温度 $t_9$ 、室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器中部温度 $t_3$ 。在本发明的一个实施例中，可通过以下公式生成室外换热器中部温度 $t_3$ ：

[0185]  $t_3 = a \cdot t_9 + b \cdot t_4 + c \cdot f$ ，其中， $f$ 为压缩机运行频率， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为拟合系数，各拟合系数可通过实验获得。

[0186] 然后可根据回气口温度 $t_1$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ，并根据吸气过热度 $\Delta t_1$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ，以及根据室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 。其中，吸气过热度 $\Delta t_1$ 为回气口温度 $t_1$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 之差，即 $\Delta t_1 = t_1 - t_3$ 。回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1 = 1 + d_1 \Delta t_1 + d_2 (\Delta t_1)^2 + d_3 (\Delta t_1) t_3 + d_4 (\Delta t_1)^2 t_3 + d_5 (\Delta t_1) t_3^2 + d_6 (\Delta t_1)^2 t_3^2$ ，其中， $d_1 - d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}} = a_1 + a_2 t_3 + a_3 t_3^2 + a_4 t_3^3 + a_5$ ，其中， $a_1 - a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。

[0187] 在生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 后，可进一步根据回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ ， $h_{1\text{制冷剂}} = D_1 \cdot h_{\text{吸气饱和}} + d_7$ ，其中， $d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0188] 对于压缩机中排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ，当空调器的当前工况为制热工况时，压缩机的排气口的制冷剂过热，可结合排气过热度计算排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

[0189] 具体地，可获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ，其中，如图2所示，室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 可通过在室内换热器中部设置的室内换热器中部温度传感器检测得到。

[0190] 然后，可根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气过热度 $\Delta t_2$ ，并根据室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ ，以及根据排气过热度 $\Delta t_2$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 。其中，排气过热度 $\Delta t_2$ 为压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 之差，即 $\Delta t_2 = t_2 - t_6$ 。排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}} = a_1 + a_2 t_6 + a_3 t_6^2 + a_4 t_6^3 + a_5$ ，其中， $a_1 - a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2 = 1 + d_1 \Delta t_2 + d_2 (\Delta t_2)^2 + d_3 (\Delta t_2) t_6 + d_4 (\Delta t_2)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_2) t_6^2 + d_6 (\Delta t_2)^2 t_6^2$ ，其中， $d_1 - d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0191] 在生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 后，可进一步根据排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ， $h_{2\text{制冷剂}} = D_2 \cdot h_{\text{排气饱和}} + d_7$ ，其中， $d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0192] 同样地，对于室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ ，当空调器的当前工况为制热工况时，室内换热器第一端的制冷剂过热，可结合该位置制冷剂过热度计算室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。

[0193] 具体地，可根据室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成过热

度  $\Delta t_7$ , 并根据过热度  $\Delta t_7$  和室内换热器中部温度  $t_6$  生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子  $D_7$ , 以及根据生成的室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子  $D_7$  和饱和制冷剂的焓值  $h_{\text{排气饱和}}$  生成制冷剂焓值  $h_{7\text{制冷剂}}$ 。其中,  $\Delta t_7 = t_7 - t_6$ ,  $D_7 = 1 + d_1 \Delta t_7 + d_2 (\Delta t_7)^2 + d_3 (\Delta t_7) t_6 + d_4 (\Delta t_7)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_7) t_6^2 + d_6 (\Delta t_7)^2 t_6^2$ ,  $h_{7\text{制冷剂}} = D_7 \cdot h_{\text{排气饱和}} + d_7$ , 其中,  $d_1-d_7$  为制冷剂对应的过热区系数。

[0194] 对于室内换热器第二端的制冷剂焓值  $h_{5\text{制冷剂}}$ , 当空调器的当前工况为制热工况时, 室内换热器第二端的制冷剂过冷, 可直接计算室内换热器第二端的制冷剂焓值  $h_{5\text{制冷剂}}$ :  $h_{5\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_5 + c_3 t_5^2 + c_4 t_5^3$ , 其中,  $c_1-c_4$  为制冷剂对应的过冷区系数。

[0195] 上述的制冷剂对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数与制冷剂的种类有关, 表1中分别示出了R410A制冷剂和R32制冷剂所对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数。由此, 可根据制冷剂的种类和如表1的对应关系得到各系数值, 以计算各个温度检测点的制冷剂焓值。

[0196] 在本发明的其他实施例中, 还可直接调用软件的计算结果, 或通过其他途径获取各个温度检测点的制冷剂焓值。举例而言, 当空调器的当前工况为制热工况时, 还可根据空调器中的高压压力、回气口温度  $t_1$ 、室内换热器第一端温度  $t_7$  分别得到回气口的制冷剂焓值  $h_1$  和室内换热器第一端的制冷剂焓值  $h_7$ , 并可根据空调器中的高压压力、排气口温度  $t_2$ 、室内换热器第二端温度  $t_5$  分别得到排气口的制冷剂焓值  $h_2$  和室内换热器第二端的制冷剂焓值  $h_5$ 。

[0197] 对于各个温度检测点的润滑油焓值  $h_{i\text{润滑油}}$ , 可根据以下公式进行计算:

$$[0198] \quad h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032 t_i + 0.0025 t_i^2,$$

[0199] 其中,  $i$  为正整数,  $t_i$  为温度检测点的温度。由此, 可计算得到出回气口的润滑油焓值  $h_{1\text{润滑油}}$ 、排气口的润滑油焓值  $h_{2\text{润滑油}}$ 、室内换热器第二端的润滑油焓值  $h_{5\text{润滑油}}$  和室内换热器第一端的润滑油焓值  $h_{7\text{润滑油}}$ 。

[0200] S405, 根据回气口的制冷剂焓值  $h_{1\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{1\text{润滑油}}$  生成回气口的混合物焓值  $h_1$ , 根据排气口的制冷剂焓值  $h_{2\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{2\text{润滑油}}$  生成排气口的混合物焓值  $h_2$ , 根据室内换热器第二端的制冷剂焓值  $h_{5\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{5\text{润滑油}}$  生成室内换热器第二端的混合物焓值  $h_5$  和根据室内换热器第一端的制冷剂焓值  $h_{7\text{制冷剂}}$  和润滑油焓值  $h_{7\text{润滑油}}$  生成室内换热器第一端的混合物焓值  $h_7$ 。

[0201] 具体地, 可根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值  $h_i$ :

$$[0202] \quad h_i = (1 - C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$$

$$[0203] \quad C_g = f / 10^4,$$

[0204] 其中,  $C_g$  为混合物含油率,  $f$  为压缩机的运行频率。由此, 可计算得到出回气口的混合物焓值  $h_1$ 、排气口的混合物焓值  $h_2$ 、室内换热器第二端的混合物焓值  $h_5$  和室内换热器第一端的混合物焓值  $h_7$ 。

[0205] S406, 根据压缩机的功率、压缩机的壳体散热量  $Q_{\text{loss}}$ 、回气口的混合物焓值  $h_1$ 、排气口的混合物焓值  $h_2$ 、室内换热器第二端的混合物焓值  $h_5$  和室内换热器第一端的混合物焓值  $h_7$  生成空调器的制热量。

[0206] 具体地, 可根据以下公式生成空调器的制热量:  $Q_{\text{制热量}} = \frac{P_{\text{压缩机}} - Q_{\text{loss}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_5)$ , 其中,

$Q_{\text{制热量}}$ 为空调器制热量, $P_{\text{压缩机}}$ 为压缩机功率。

[0207] S407,根据空调器耗电功率和制热量生成空调器的能效。

[0208] 由于空调器的当前工况为制热工况,因而可根据空调器耗电功率和制热量生成空调器的制热能效,具体地,空调器的制热能效为空调器的制热量与耗电功率之比,即 $COP = Q_{\text{制热量}}/P_{\text{耗电}}$ 。

[0209] 在生成空调器的制热能效后,还可根据空调器的制热能效对当前空调器的运行状态进行调整。举例而言,可在空调器的制热能效较低时提高压缩机的功率,以提高空调器的制热能力,并相对降低空调器的能耗,从而不仅能够节能,还能够提高用户的舒适性。

[0210] 根据本发明实施例的空调器的能效计算方法,通过获取空调器的当前工况、压缩机的功率、空调器耗电功率和压缩机的壳体散热量,并获取压缩机中回气口、排气口、室内换热器第二端、室内换热器第一端的温度和室内环境温度,以及在空调器处于制热工况时根据上述各个温度检测点的温度生成多个温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值,并进一步生成多个温度检测点的混合物焓值,然后结合压缩机的功率、压缩机的壳体散热量、多个温度检测点的混合物焓值和空调器耗电功率得到空调器的能效,由此,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制热效果的目的。

[0211] 对应上述实施例,本发明还提出另一种空调器。

[0212] 本发明实施例的空调器,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,处理器执行计算机程序时,可实现本发明上述实施例提出的另一种空调器的能效计算方法。

[0213] 根据本发明实施例的空调器,能够实时准确地对能效进行检测。

[0214] 对应上述实施例,本发明还提出一种非临时性计算机可读存储介质。

[0215] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时,可实现本发明上述实施例提出的另一种空调器的能效计算方法。

[0216] 根据本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,通过执行其存储的计算机程序,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制热效果的目的。

[0217] 对应上述实施例,本发明还提出另一种空调器的能效计算系统。

[0218] 如图5所示,本发明实施例的空调器的能效计算系统,包括回气口温度传感器01、排气口温度传感器02、室内换热器第二端温度传感器05、室内换热器第一端温度传感器07、室内温度传感器09以及获取模块10、混合物焓值生成模块20、制热量生成模块50、能效生成模块40。

[0219] 其中,回气口温度传感器01用于获取压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ ;排气口温度传感器02用于获取压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ ;室内换热器第二端温度传感器05用于获取室内换热器第二端的室内换热器第二端温度 $t_5$ ;室内换热器第一端温度传感器07用于获取室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ ;室内温度传感器09用于获取室内环境温度 $t_9$ 。

[0220] 本发明实施例的空调器可为单级蒸汽压缩式空调器,如图2所示,本发明实施例的空调器可包括压缩机100、四通阀200、室外换热器300、节流元件400和室内换热器500。

[0221] 如图2所示,回气口温度传感器01可设置在压缩机中回气口处,排气口温度传感器02可设置在压缩机中排气口处,室内换热器第二端温度传感器05可设置在室内换热器第二端,室内换热器第一端温度传感器07可设置在室内换热器第一端,室内温度传感器09可设置在室内换热器翅片处。其中,每个温度传感器均与对应温度检测点的制冷剂管壁有效接触,并对制冷剂管壁,尤其是设置温度传感器的位置采取保温措施。例如,可将温度传感器紧贴铜管设置,并通过保温胶带对铜管进行缠绕密封。由此,能够提高温度检测的可靠性和准确性。

[0222] 获取模块10用于获取空调器的当前工况、压缩机的功率、空调器耗电功率以及压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ ;混合物焓值生成模块20用于当空调器的当前工况为制热工况时,根据压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 和室内环境温度 $t_9$ 生成回气口的制冷剂焓值 $h_{1制冷剂}$ ,根据压缩机中回气口的回气口温度 $t_1$ 生成回气口的润滑油焓值 $h_{1润滑油}$ ,根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{2润滑油}$ ,根据室内换热器第二端的室内换热器第二端温度 $t_5$ 生成室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{5润滑油}$ 和根据室内换热器第一端的室内换热器第一端温度 $t_7$ 生成室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{7润滑油}$ ,以及根据回气口的制冷剂焓值 $h_{1制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{1润滑油}$ 生成回气口的混合物焓值 $h_1$ ,根据排气口的制冷剂焓值 $h_{2制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{2润滑油}$ 生成排气口的混合物焓值 $h_2$ ,根据室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{5润滑油}$ 生成室内换热器第二端的混合物焓值 $h_5$ 和根据室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{7润滑油}$ 生成室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ ;制热量生成模块50用于根据压缩机的功率、压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ 、回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室内换热器第二端的混合物焓值 $h_5$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 生成空调器的制热量;能效生成模块40用于根据空调器耗电功率和制热量生成空调器的能效。

[0223] 其中,获取模块10、混合物焓值生成模块20、制热量生成模块50和能效生成模块40可设置于空调器的电控系统中。获取模块10可实时监测空调器的当前工况、压缩机的功率 $P_{压缩机}$ 和空调器耗电功率 $P_{耗电}$ 。在本发明的一个实施例中,获取模块10可通过对流、辐射公式计算压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ ,具体可根据以下公式生成压缩机的壳体散热量 $Q_{loss}$ :

$$[0224] \quad Q_{loss} = 5.67 \times 10^{-8} \times A_{压缩机} \left( (t_2 + 273.15)^4 - (t_8 + 273.15)^4 + (9.4 + 0.052 \times (t_2 - t_8)) \times A_{压缩机} \times (t_2 - t_8) \right),$$

[0225] 其中, $A_{压缩机}$ 为压缩机壳体的表面积,其可通过查取压缩机型号等获得; $t_8$ 为室外换热器翅片处的温度,即室外环境温度,如图2所示,其可通过设置在室外换热器翅片处的室外温度传感器08检测得到。

[0226] 在此需要说明的是,当空调器的当前工况为制热工况时,室外换热器作蒸发器,室内换热器作冷凝器,室内换热器第一端为冷凝器入口,室内换热器第二端为冷凝器出口。

[0227] 由于不同温度检测点的制冷剂和润滑油的混合物的状态不同,因此不同温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值均不同。在本发明的一个实施例中,混合物焓值生成模块20可根据经验公式计算得到制冷剂焓值和润滑油焓值。

[0228] 下面分别说明混合物焓值生成模块20根据经验公式得到回气口的制冷剂焓值 $h_{1制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{1润滑油}$ 、排气口的制冷剂焓值 $h_{2制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{2润滑油}$ 、室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5制冷剂}$ 和润滑油焓值 $h_{5润滑油}$ 和室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7制冷剂}$ 和润



油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 的具体过程。

[0229] 对于压缩机中回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制热工况时,压缩机的回气口的制冷剂过热,混合物焓值生成模块20可结合吸气过热度计算回气口的制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ 。

[0230] 具体地,混合物焓值生成模块20可根据室内环境温度 $t_9$ 、室外换热器第一端温度 $t_4$ 生成室外换热器中部温度 $t_3$ 。在本发明的一个实施例中,制冷剂焓值生成模块20可通过以下公式生成室外换热器中部温度 $t_3$ :

[0231]  $t_3 = a * t_9 + b * t_4 + c * f$ ,其中, $f$ 为压缩机运行频率, $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为拟合系数,各拟合系数可通过实验获得。

[0232] 然后混合物焓值生成模块20可根据回气口温度 $t_1$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气过热度 $\Delta t_1$ ,并根据吸气过热度 $\Delta t_1$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ ,以及根据室外换热器中部温度 $t_3$ 生成吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 。其中,吸气过热度 $\Delta t_1$ 为回气口温度 $t_1$ 和室外换热器中部温度 $t_3$ 之差,即 $\Delta t_1 = t_1 - t_3$ 。回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1 = 1 + d_1 \Delta t_1 + d_2 (\Delta t_1)^2 + d_3 (\Delta t_1) t_3 + d_4 (\Delta t_1)^2 t_3 + d_5 (\Delta t_1) t_3^2 + d_6 (\Delta t_1)^2 t_3^2$ ,其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。吸气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}} = a_1 + a_2 t_3 + a_3 t_3^2 + a_4 t_3^3 + a_5$ ,其中, $a_1$ - $a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。

[0233] 在生成回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 后,混合物焓值生成模块20可进一步根据回气口制冷剂焓值的修正因子 $D_1$ 、饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{吸气饱和}}$ 生成制冷剂焓值 $h_{1\text{制冷剂}}$ , $h_{1\text{制冷剂}} = D_1 \cdot h_{\text{吸气饱和}} + d_7$ ,其中, $d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0234] 对于压缩机中排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制热工况时,压缩机的排气口的制冷剂过热,混合物焓值生成模块20可结合排气过热度计算排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ 。

[0235] 具体地,混合物焓值生成模块20可获取室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ ,其中,如图2所示,室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 可通过在室内换热器中部设置的室内换热器中部温度传感器检测得到。

[0236] 然后,混合物焓值生成模块20可根据压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气过热度 $\Delta t_2$ ,并根据室内换热器中部的室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ ,以及根据排气过热度 $\Delta t_2$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 。其中,排气过热度 $\Delta t_2$ 为压缩机中排气口的排气口温度 $t_2$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 之差,即 $\Delta t_2 = t_2 - t_6$ 。排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}} = a_1 + a_2 t_6 + a_3 t_6^2 + a_4 t_6^3 + a_5$ ,其中, $a_1$ - $a_5$ 为制冷剂对应的饱和区系数。排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2 = 1 + d_1 \Delta t_2 + d_2 (\Delta t_2)^2 + d_3 (\Delta t_2) t_6 + d_4 (\Delta t_2)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_2) t_6^2 + d_6 (\Delta t_2)^2 t_6^2$ ,其中, $d_1$ - $d_6$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0237] 在生成排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 后,混合物焓值生成模块20可进一步根据排气口制冷剂焓值的修正因子 $D_2$ 、排气温度下饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成排气口的制冷剂焓值 $h_{2\text{制冷剂}}$ , $h_{2\text{制冷剂}} = D_2 \cdot h_{\text{排气饱和}} + d_7$ ,其中, $d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0238] 同样地,对于室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制热工况时,室内换热器第一端的制冷剂过热,混合物焓值生成模块20可结合该位置制冷剂过热度计算室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。

[0239] 具体地,混合物焓值生成模块20可根据室内换热器第一端温度 $t_7$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成过热度 $\Delta t_7$ ,并根据过热度 $\Delta t_7$ 和室内换热器中部温度 $t_6$ 生成室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ ,以及根据生成的室内换热器第一端制冷剂焓值的修正因子 $D_7$ 和饱和制冷剂的焓值 $h_{\text{排气饱和}}$ 生成制冷剂焓值 $h_{7\text{制冷剂}}$ 。其中, $\Delta t_7 = t_7 - t_6$ , $D_7 = 1 + d_1 \Delta t_7 + d_2 (\Delta t_7)^2 + d_3 (\Delta t_7) t_6 + d_4 (\Delta t_7)^2 t_6 + d_5 (\Delta t_7) t_6^2 + d_6 (\Delta t_7)^2 t_6^2$ , $h_{7\text{制冷剂}} = D_7 \cdot h_{\text{排气饱和}} + d_7$ ,其中, $d_1-d_7$ 为制冷剂对应的过热区系数。

[0240] 对于室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5\text{制冷剂}}$ ,当空调器的当前工况为制热工况时,室内换热器第二端的制冷剂过冷,混合物焓值生成模块20可直接计算室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_{5\text{制冷剂}}$ : $h_{5\text{制冷剂}} = c_1 + c_2 t_5 + c_3 t_5^2 + c_4 t_5^3$ ,其中, $c_1-c_4$ 为制冷剂对应的过冷区系数。

[0241] 上述的制冷剂对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数与制冷剂的种类有关,表1中分别示出了R410A制冷剂和R32制冷剂所对应的饱和区系数、过热区系数和过冷区系数。由此,可根据制冷剂的种类和如表1的对应关系得到各系数值,以计算各个温度检测点的制冷剂焓值。

[0242] 在本发明的其他实施例中,混合物焓值生成模块20还可直接调用软件的计算结果,或通过其他途径获取各个温度检测点的制冷剂焓值。举例而言,当空调器的当前工况为制热工况时,混合物焓值生成模块20还可根据空调器中的高压压力、回气口温度 $t_1$ 、室内换热器第一端温度 $t_7$ 分别得到回气口的制冷剂焓值 $h_1$ 和室内换热器第一端的制冷剂焓值 $h_7$ ,并可根据空调器中的高压压力、排气口温度 $t_2$ 、室内换热器第二端温度 $t_5$ 分别得到排气口的制冷剂焓值 $h_2$ 和室内换热器第二端的制冷剂焓值 $h_5$ 。

[0243] 对于各个温度检测点的润滑油焓值 $h_{i\text{润滑油}}$ ,混合物焓值生成模块20可根据以下公式计算得到:

$$[0244] \quad h_{i\text{润滑油}} = -0.0808 + 1.7032t_i + 0.0025t_i^2,$$

[0245] 其中, $i$ 为正整数, $t_i$ 为温度检测点的温度。由此,可计算得到出回气口的润滑油焓值 $h_{1\text{润滑油}}$ 、排气口的润滑油焓值 $h_{2\text{润滑油}}$ 、室内换热器第二端的润滑油焓值 $h_{5\text{润滑油}}$ 和室内换热器第一端的润滑油焓值 $h_{7\text{润滑油}}$ 。

[0246] 进一步地,混合物焓值生成模块20可根据以下公式计算各个温度检测点的混合物焓值 $h_i$ :

$$[0247] \quad h_i = (1 - C_g) h_{i\text{制冷剂}} + C_g h_{i\text{润滑油}}$$

$$[0248] \quad C_g = f / 10^4,$$

[0249] 其中, $C_g$ 为混合物含油率, $f$ 为压缩机的运行频率。由此,可计算得到出回气口的混合物焓值 $h_1$ 、排气口的混合物焓值 $h_2$ 、室内换热器第二端的混合物焓值 $h_5$ 和室内换热器第一端的混合物焓值 $h_7$ 。

[0250] 在本发明的实施例中,制热量生成模块50可根据以下公式生成空调器的制热量:

$$Q_{\text{制热量}} = \frac{P_{\text{压缩机}} - Q_{\text{loss}}}{h_2 - h_1} \cdot (h_7 - h_5), \text{其中, } Q_{\text{制热量}} \text{ 为空调器制热量, } P_{\text{压缩机}} \text{ 为压缩机功率。}$$

[0251] 由于空调器的当前工况为制热工况,因而能效生成模块40可根据空调器耗电功率和制热量生成空调器的制热能效,具体地,空调器的制热能效为空调器的制热量与耗电功率之比,即 $\text{COP} = Q_{\text{制热量}} / P_{\text{耗电}}$ 。

[0252] 在生成空调器的制热能效后,还可根据空调器的制热能效对当前空调器的运行状

态进行调整。举例而言,可在空调器的制热能效较低时提高压缩机的功率,以提高空调器的制热能力,并相对降低空调器的能耗,从而不仅能够节能,还能够提高用户的舒适性。

[0253] 根据本发明实施例的空调器的能效计算系统,通过获取模块获取空调器的当前工况、压缩机的功率、空调器耗电功率和压缩机的壳体散热量,并通过相应的温度传感器获取压缩机中回气口、排气口、室内换热器第二端、室内换热器第一端的温度和室内环境温度,以及在空调器处于制热工况时通过混合物焓值生成模块、制热量生成模块和能效生成模块根据上述各个温度检测点的温度生成多个温度检测点的制冷剂焓值和润滑油焓值,并进一步生成多个温度检测点的混合物焓值,然后结合压缩机的功率、压缩机的壳体散热量、多个温度检测点的制冷剂焓值和空调器耗电功率得到空调器的能效,由此,能够实时准确地检测到空调器的能效,从而便于根据空调器的实时能效优化空调器的运行状态,达到节能和提高制热效果的目的。

[0254] 综上所述,本发明实施例的空调器及其能效计算方法和系统,通过获取空调器制冷剂循环系统中制冷剂的物理性质和润滑油的物理性质,并结合制冷剂和润滑油的混合物的物理性质和压缩机的漏热情况计算得到空调器的功率,以及进一步计算得到空调器的能效,从而得以实时准确地检测空调器的制冷能效和制热能效。

[0255] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0256] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0257] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0258] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0259] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技

术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0260] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

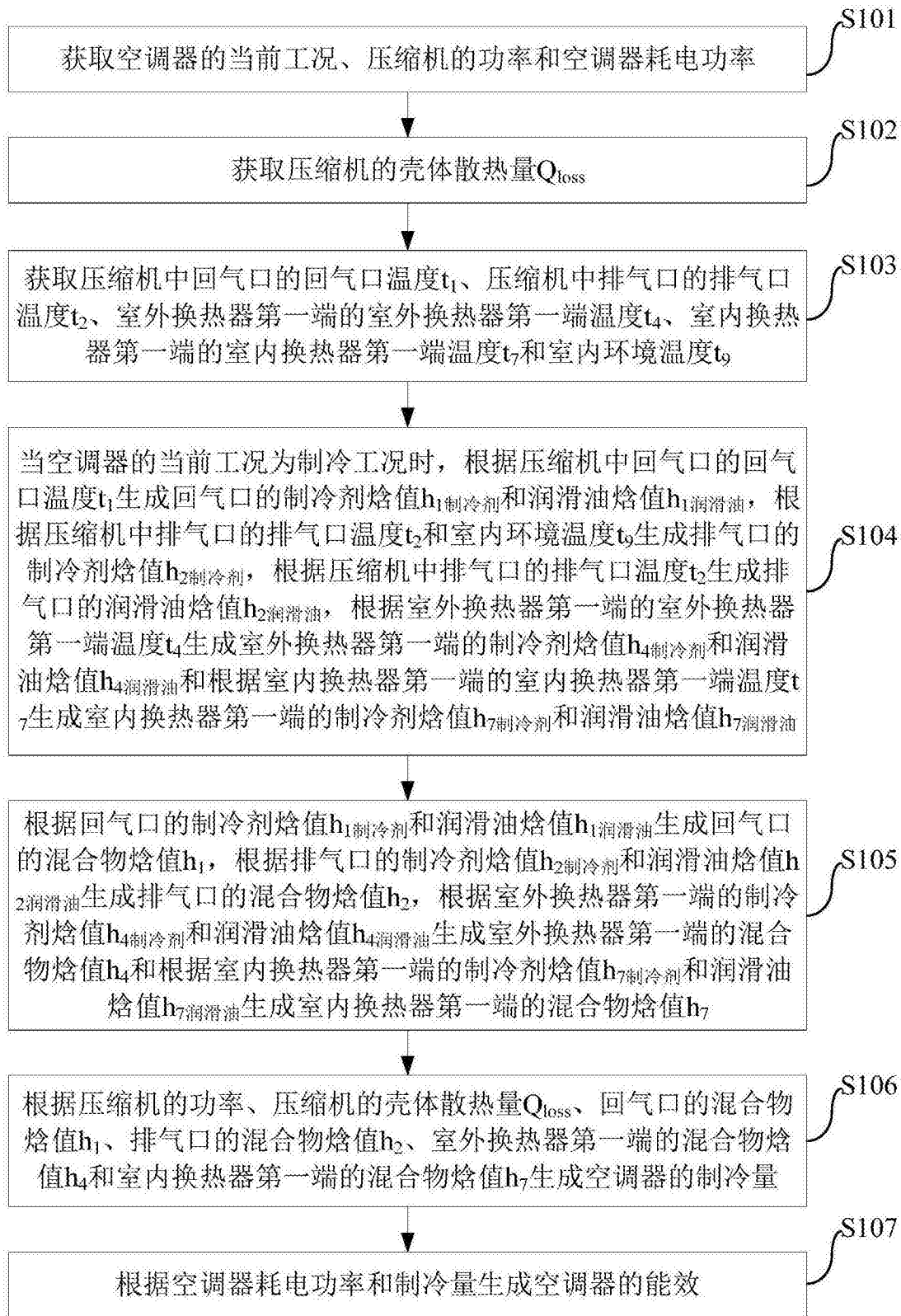


图1

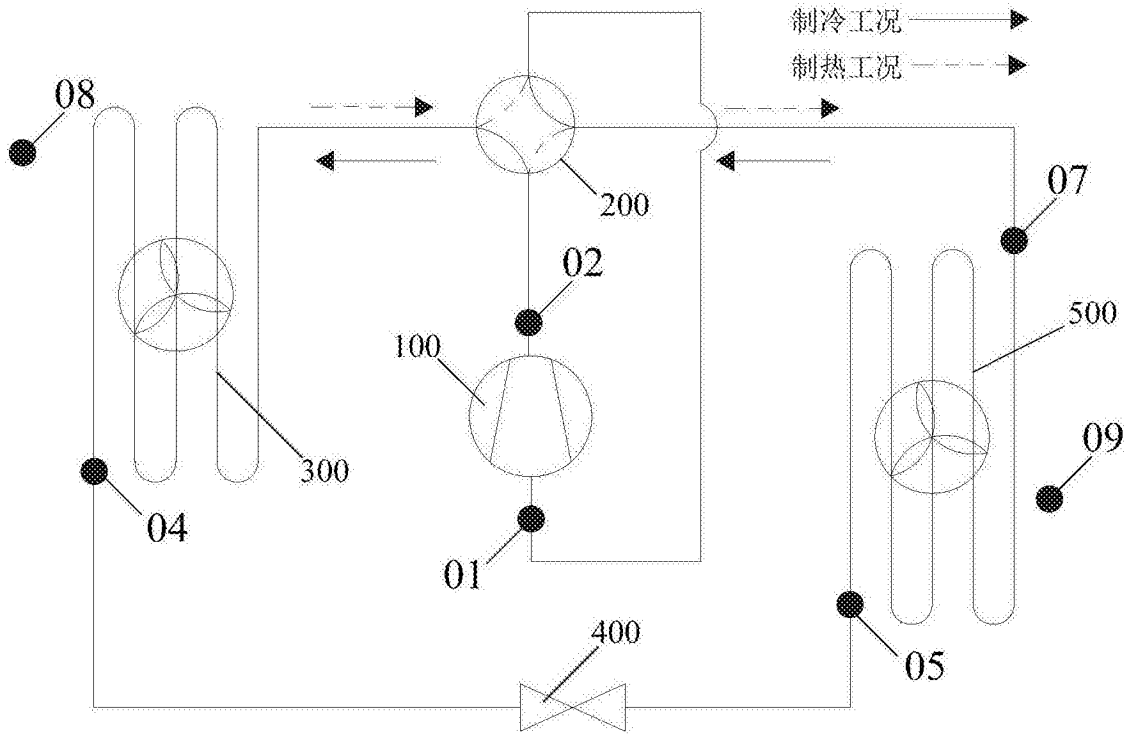


图2

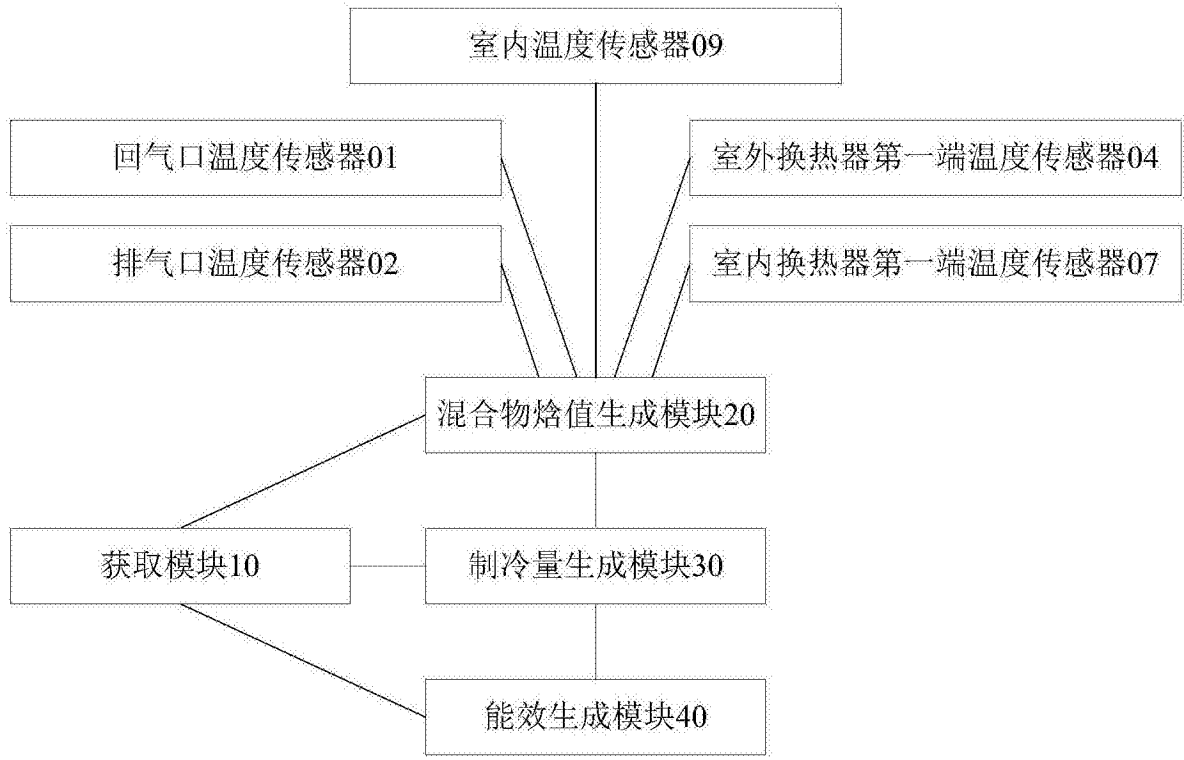


图3

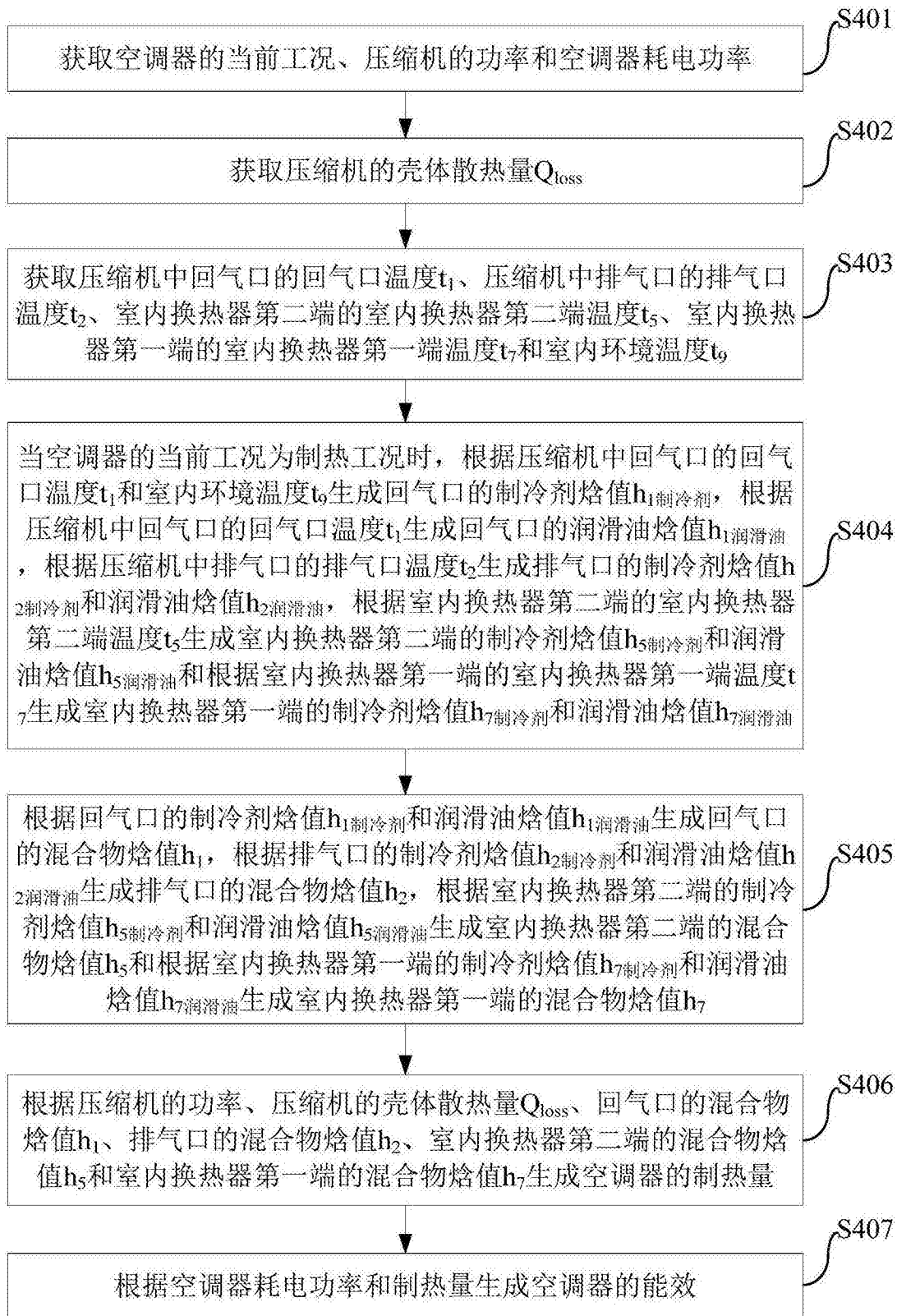


图4

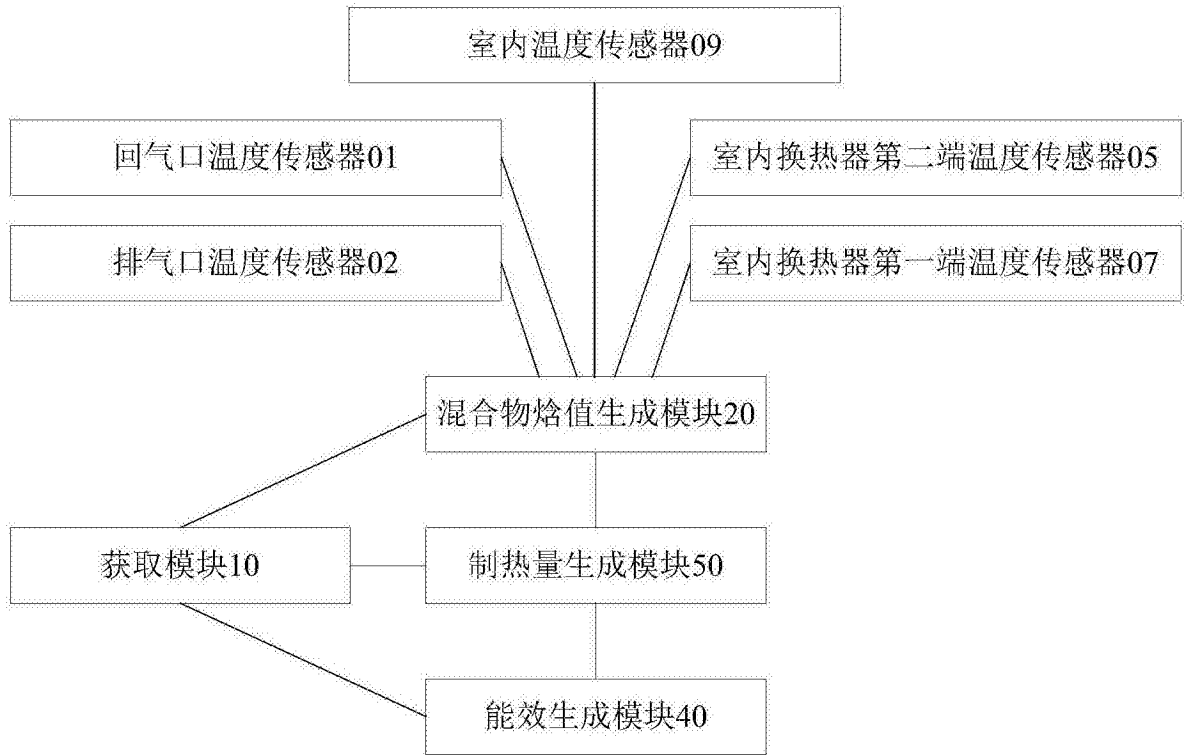


图5