



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109916090 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(21)申请号 201811446960.5

(22)申请日 2018.11.29

(71)申请人 青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司

地址 266101 山东省青岛市崂山区海尔路1号海尔工业园

申请人 青岛海尔新能源电器有限公司

(72)发明人 黄娟 田金城 杨磊 李博

(74)专利代理机构 青岛联智专利商标事务所有限公司 37101

代理人 王艳珍

(51)Int.Cl.

F24H 9/20(2006.01)

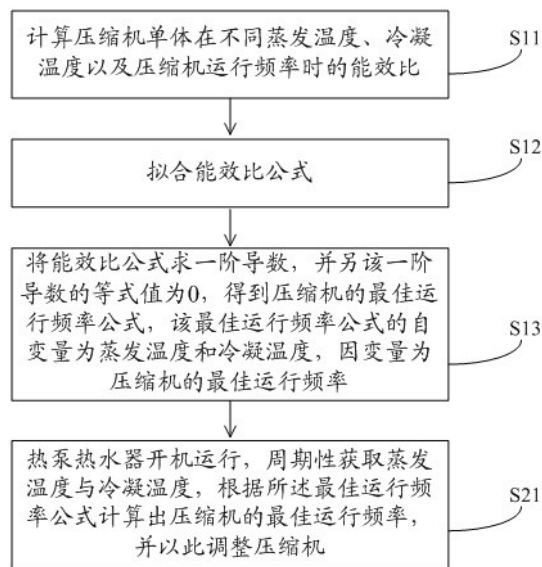
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

热泵热水器控制方法及热泵热水器

(57)摘要

本发明公开了一种热泵热水器控制方法,包括:拟合计算步骤,包括:(11)、计算压缩机单体在不同蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率时的能效比;(12)、拟合能效比公式;(13)、将能效比公式求一阶导数,并另该一阶导数的等式值为0,得到压缩机的最佳运行频率公式;开机运行步骤,包括:(21)、周期性获取蒸发温度与冷凝温度,计算出压缩机的最佳运行频率,并以此调整压缩机。本发明的热泵热水器控制方法,通过变频压缩机单体不同蒸发温度、冷凝温度以及运行频率的效率数据拟合出能效比公式,并在热泵热水器运行时以此计算出能够达到最佳能效比的压缩机运行频率,可以在热水器加热到任何水温下均能够保持最佳的能效比,有利于节约能耗。



1. 一种热泵热水器控制方法,其特征在于,包括:

拟合计算步骤,包括:

(11)、计算压缩机单体在不同蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率时的能效比;

(12)、拟合能效比公式,其中,自变量为蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率,因变量为能效比;

(13)、将能效比公式求一阶导数,并另该一阶导数的等式值为0,得到压缩机的最佳运行频率公式,该最佳运行频率公式的自变量为蒸发温度和冷凝温度,因变量为压缩机的最佳运行频率;

开机运行步骤,包括:

(21)、热泵热水器开机运行,周期性获取蒸发温度与冷凝温度,根据所述最佳运行频率公式计算出压缩机的最佳运行频率,并以此调整压缩机。

2. 根据权利要求1所述的热泵热水器控制方法,其特征在于,步骤(12)与步骤(13)之间还包括将能效比公式求二阶导数的步骤,并判断二阶导数值是否小于0,若小于0,则执行步骤(13)。

3. 根据权利要求1所述的热泵热水器控制方法,其特征在于,所述能效比公式为:

$$\text{COP}(f) = u \cdot e^{10^{-4} \cdot [(aT_c^2 + b \cdot T_c + c) \cdot T_e - dT_c]} f^2 + v \cdot f + w \cdot e^{10^{-4} \cdot [(aT_c^2 + b \cdot T_c + c) \cdot T_e - dT_c]};$$

其中,u,v,w,a,b,c,d均为常系数,f为压缩机频率,T<sub>e</sub>为蒸发温度,T<sub>c</sub>为冷凝温度。

4. 根据权利要求3所述的热泵热水器控制方法,其特征在于,最佳运行频率公式为:

$$f_{\text{opt}} = -\frac{v}{2u} \cdot e^{10^{-4} \cdot [dT_c - (aT_c^2 + b \cdot T_c + c) \cdot T_e]}.$$

5. 根据权利要求1-4任一项所述的热泵热水器控制方法,其特征在于,拟合计算步骤之后还包括将最佳运行频率公式写入控制程序的步骤,热泵热水器开机运行时,调用该最佳运行频率公式计算出最佳运行频率。

6. 根据权利要求1-4任一项所述的热泵热水器控制方法,其特征在于,步骤(21)中蒸发温度与冷凝温度的获取方式为直接检测或者间接计算。

7. 根据权利要求6所述的热泵热水器控制方法,其特征在于,采用以下方式间接计算获取蒸发温度T<sub>e</sub>与冷凝温度T<sub>c</sub>:

检测环境温度T<sub>x</sub>以及水温T<sub>w</sub>,分别计算出蒸发温度T<sub>e</sub>以及冷凝温度T<sub>c</sub>:

$$T_e = 0.7049 \cdot T_x - 1.8738$$

$$T_c = -5.66 \cdot \ln(T_w) + 30.352;$$

其中,水温T<sub>w</sub>为水箱中的水温。

8. 一种热泵热水器,包括水箱和热泵系统,其特征在于,其按照权利要求1-7任一项所述的热泵热水器控制方法执行控制。

9. 根据权利要求8所述的热泵热水器,其特征在于,所述热泵热水器为静态加热式热泵热水器、直热式热泵热水器、循环式热泵热水器的任一种。

10. 根据权利要求8所述的热泵热水器,其特征在于,所述水箱具有进水口和出水口,所述进水口位于所述水箱的底部,出水口位于所述水箱的顶部。

## 热泵热水器控制方法及热泵热水器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种热水器技术领域,具体地说,是涉及一种热泵热水器控制方法及热泵热水器。

### 背景技术

[0002] 现有变频空气源热泵热水器的频率控制方法通常采用不同水温和环境温度给定频率的方法进行控制,而对于静态加热式空气源热泵热水器其蒸发温度和冷凝温度随着加热过程是不断变化的,采用给定频率的方法难以实时保持在最佳运行频率,造成能源浪费。

### 发明内容

[0003] 本发明为了解决现有热泵热水器由于在加热过程中水温逐渐变化,因此其蒸发温度和冷凝温度相应变化,目前采用给定频率的方法难以实时保持在最佳运行频率,造成能源浪费的技术问题,提出了一种热泵热水器控制方法,可以解决上述问题。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案予以实现:

[0005] 一种热泵热水器控制方法,包括:

[0006] 拟合计算步骤,包括:

[0007] (11)、计算压缩机单体在不同蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率时的能效比;

[0008] (12)、拟合能效比公式,其中,自变量为蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率,因变量为能效比;

[0009] (13)、将能效比公式求一阶导数,并另该一阶导数的等式值为0,得到压缩机的最佳运行频率公式,该最佳运行频率公式的自变量为蒸发温度和冷凝温度,因变量为压缩机的最佳运行频率;

[0010] 开机运行步骤,包括:

[0011] (21)、热泵热水器开机运行,周期性获取蒸发温度与冷凝温度,根据所述最佳运行频率公式计算出压缩机的最佳运行频率,并以此调整压缩机。

[0012] 进一步的,步骤(12)与步骤(13)之间还包括将能效比公式求二阶导数的步骤,并判断二阶导数值是否小于0,若小于0,则执行步骤(13)。

[0013] 进一步的,所述能效比公式为:

$$[0014] \quad \text{COP}(f) = u \cdot e^{10^{-4} \cdot [(aTc^2 + b \cdot Tc + c) \cdot Te - dTc]} f^2 + v \cdot f + w \cdot e^{10^{-4} \cdot [(aTc^2 + b \cdot Tc + c) \cdot Te - dTc]};$$

[0015] 其中,u,v,w,a,b,c,d均为常系数,f为压缩机频率,Te为蒸发温度,Tc为冷凝温度。

[0016] 进一步的,最佳运行频率公式为:

$$[0017] \quad f_{\text{opt}} = -\frac{v}{2u} \cdot e^{10^{-4} \cdot [dTc - (aTc^2 + b \cdot Tc + c) \cdot Te]}.$$

[0018] 进一步的,拟合计算步骤之后还包括将最佳运行频率公式写入控制程序的步骤,热泵热水器开机运行时,调用该最佳运行频率公式计算出最佳运行频率。

[0019] 进一步的,步骤(21)中蒸发温度与冷凝温度的获取方式为直接检测或者间接计算。

[0020] 进一步的,采用以下方式间接计算获取蒸发温度 $T_e$ 与冷凝温度 $T_c$ :

[0021] 检测环境温度 $T_x$ 以及水温 $T_w$ ,分别计算出蒸发温度 $T_e$ 以及冷凝温度 $T_c$ :

[0022]  $T_e = 0.7049 \cdot T_x - 1.8738$

[0023]  $T_c = -5.66 \cdot \ln(T_w) + 30.352$ ;

[0024] 其中,水温 $T_w$ 为水箱中的水温。

[0025] 本发明同时提出了一种热泵热水器,包括水箱和热泵系统,其按照前面任一条所记载的热泵热水器控制方法执行控制。

[0026] 进一步的,所述热泵热水器为静态加热式热泵热水器、直热式热泵热水器、循环式热泵热水器的任一种。

[0027] 进一步的,所述水箱具有进水口和出水口,所述进水口位于所述水箱的底部,出水口位于所述水箱的顶部。

[0028] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果是:本发明的热泵热水器控制方法,通过变频压缩机单体不同蒸发温度、冷凝温度以及运行频率的效率数据拟合出能效比公式,能效比公式的一阶导数等于零时有极大值,可求出能效比最大时对应的最佳运行频率公式,并在热泵热水器运行时以此计算出能够达到最佳能效比的压缩机运行频率,可以在热水器加热到任何水温下均能够保持最佳的能效比,有利于节约能耗。

[0029] 结合附图阅读本发明实施方式的详细描述后,本发明的其他特点和优点将变得更加清楚。

## 附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1是本发明所提出的热泵热水器控制方法的一种实施例压缩机单体效率随压缩机频率变化曲线;

[0032] 图2是本发明所提出的热泵热水器控制方法的一种实施例流程图。

## 具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 实施例一

[0035] 空气源热泵热水器整机耗电部件有压缩机、风机以及电脑控制板。电脑控制板功耗是定值,风机是功耗是配合压缩机频率运行,在一定频率范围功耗也是定值,而压缩机为空气源热泵热水器的核心部件,各个部件已确定的热水器其制热水效率取决于压缩机效

率。

[0036] 蒸发温度和冷凝温度一定的条件下,压缩机效率随频率的变化呈现先增后减的规律,效率有极大值,如图1。其中有一个频率 $f_{opt}$ 对应的COP(能效比)最大,相同蒸发温度,不同冷凝温度的最大COP就构成了COPmax为理论最优COP曲线。热泵热水器不同于热泵空调,空调具有时效需求,也即需要在预定时间内进行制热或者制冷达到目标温度,以满足用户体感需求,其还需要综合制热量、功率等因素,对于热泵热水器而言,尤其针对静态加热式热泵热水器,可以允许缓慢对水进行加热,因此,压缩机作为主要耗能部件,只需要寻求压缩机单体时将水加热至设定温度时的最大能效比,即可作为热泵热水器的最大能效比,其无需考虑时间参数,也即无需考虑制热功率,简化了计算公式,可以减小计算量。

[0037] 基于此,本实施例提出了一种热泵热水器控制方法,如图2所示,包括:

[0038] 拟合计算步骤,包括:

[0039] S11、计算压缩机单体在不同蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率时的能效比;该步骤可以在实验室完成,测试压缩机单体在不同蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率时的能效比,测试的数据样本数量理论上越多,越反应真实的能效比规律。

[0040] S12、拟合能效比公式,其中,自变量为蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率,因变量为能效比;根据步骤S11中所测试得到的压缩机单体在不同蒸发温度、冷凝温度以及压缩机运行频率时的能效比,可以拟合出能效比公式。

[0041] S13、将能效比公式求一阶导数,并另该一阶导数的等式值为0,得到压缩机的最佳运行频率公式,该最佳运行频率公式的自变量为蒸发温度和冷凝温度,因变量为压缩机的最佳运行频率;由图1可知,能效比公式曲线呈抛物线形,另能效比公式的一阶导数为0时,可出现极大值,并因此求出能效比最大时对应的最佳运行频率 $f_{opt}$ 公式。

[0042] 由于最佳运行频率 $f_{opt}$ 公式的自变量为蒸发温度和冷凝温度,在热泵热水器开启运行时,只需周期性检测出蒸发温度和冷凝温度,代入最佳运行频率公式即可得到当前工况下获得最佳能效比时所对应的压缩机最佳运行频率。

[0043] 因此,开机运行步骤,包括:

[0044] S21、热泵热水器开机运行,周期性获取蒸发温度与冷凝温度,根据所述最佳运行频率公式计算出压缩机的最佳运行频率,并以此调整压缩机。本实施例的热泵热水器控制方法,通过拟合压缩机单体时将水加热至设定温度时的最大能效比,即可作为热泵热水器的最大能效比,其无需考虑时间参数,也即无需考虑制热功率,简化了计算公式,可以减小计算量,同时可以在热水器加热到任何水温下均能够保持最佳的能效比,有利于节约能耗。

[0045] 作为一个优选的实施例,为了防止所拟合的能效比公式曲线为图1中所示曲线之外的其他曲线,其不存在极大值或者具有多个极大值的情况,本方案将不适用于该种情况,因此,在计算压缩机的最佳运行频率公式之前,也即在步骤S12与步骤S13之间还包括将能效比公式求二阶导数的步骤,并判断二阶导数值是否小于0,若小于0,则执行步骤S13。正常情况下,曲线为如图1中所示的能效比公式的二阶导数是小于0的,若不满足小于0的条件,则判断为不存在极大值或者具有多个极大值的情况,不适用于本方案的热泵热水器控制方法,故需要将该种情况排除掉,防止出现控制故障。

[0046] 作为一个优选的实施例,本方案中能效比公式为:

[0047] 
$$COP(f) = u \cdot e^{10^{-4} \cdot [(aTc^2 + b \cdot Tc + c) \cdot Te - dTc]} f^2 + v \cdot f + w \cdot e^{10^{-4} \cdot [(aTc^2 + b \cdot Tc + c) \cdot Te - dTc]};$$

[0048] 其中,u,v,w,a,b,c,d均为常系数,f为压缩机频率,Te为蒸发温度,Tc为冷凝温度。由以上可知,能效比公式反应了压缩机单体的能效比与蒸发温度和冷凝温度,本方案通过获取压缩机单体时将水加热至设定温度时的最大能效比,即可作为热泵热水器的最大能效比,其无需考虑时间参数,也即无需考虑制热功率,简化了计算公式,可以减小计算量。计算所需参数仅是蒸发温度和冷凝温度,易于获取。

[0049] 本方案尤其适用于热泵热水器的加热控制逻辑中,热泵热水器可以为静态加热式热泵热水器、直热式热泵热水器、循环式热泵热水器的任一种。

[0050] 另上述能效比公式等于0,可以得到最佳运行频率公式为:

$$[0051] \quad f_{opt} = -\frac{v}{2u} \cdot e^{10^{-4} \cdot [dTc - (aTc^2 + b \cdot Tc + c) \cdot Te]}$$

[0052] 拟合计算步骤之后还包括将上述最佳运行频率公式写入热泵热水器的控制程序的步骤,热泵热水器开机运行时,调用该最佳运行频率公式,并输入所获取的蒸发温度和冷凝温度,即可计算出最佳运行频率。调节压缩机的运行频率与蒸发温度和冷凝温度的采集频率一致,可以根据实际需要设置,能够实现在热水器加热到任何水温下均能够保持最佳的能效比,有利于节约能耗。

[0053] 其中,步骤S21中蒸发温度Te与冷凝温度Tc的获取方式可以为采用温度传感器直接检测,或者也可以采用间接计算的方式。

[0054] 采用间接计算的方式为了防止当蒸发温度感温包或者冷凝温度感温包发生故障时采取的替代方案,本实施例中采用以下方式间接计算获取蒸发温度Te与冷凝温度Tc:

[0055] 检测环境温度Tx以及水温Tw,分别计算出蒸发温度Te以及冷凝温度Tc:

$$[0056] \quad Te = 0.7049 \cdot Tx - 1.8738;$$

$$[0057] \quad Tc = -5.66 \cdot \ln(Tw) + 30.352;$$

[0058] 其中,水温Tw为水箱中的水温。上述常数系数为根据经验获取。

[0059] 实施例二

[0060] 本实施例提出了一种热泵热水器,包括水箱(图中未示出)和热泵系统,其实例一中所记载的热泵热水器控制方法执行控制。热泵系统可以是空气源热泵,也可以是太阳能热泵,在此不做限制,热泵系统制热水的原理是通过压缩机驱动冷媒循环,吸收空气中或者阳光照射的能量,用于对水箱中的水进行加热,本热泵热水器的控制方法具体可参见实施例一记载,在此不做赘述。本方案中控制方法通过获取压缩机单体时将水加热至设定温度时的最大能效比,即可作为热泵热水器的最大能效比,其无需考虑时间参数,也即无需考虑制热功率,简化了计算公式,可以减小计算量。计算所需参数仅是蒸发温度和冷凝温度,易于获取。

[0061] 热泵热水器可以为静态加热式热泵热水器、直热式热泵热水器、循环式热泵热水器的任一种。

[0062] 水箱具有进水口和出水口,优选进水口位于水箱的底部,出水口位于所述水箱的顶部,进水口的补水压力形成水侧强迫对流动力无需增加动力装置,提高冷媒与水的换热性能,使得整机换热效率大幅提高。

[0063] 当然,上述说明并非是对本发明的限制,本发明也并不仅限于上述举例,本技术领域的普通技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的保护范围。

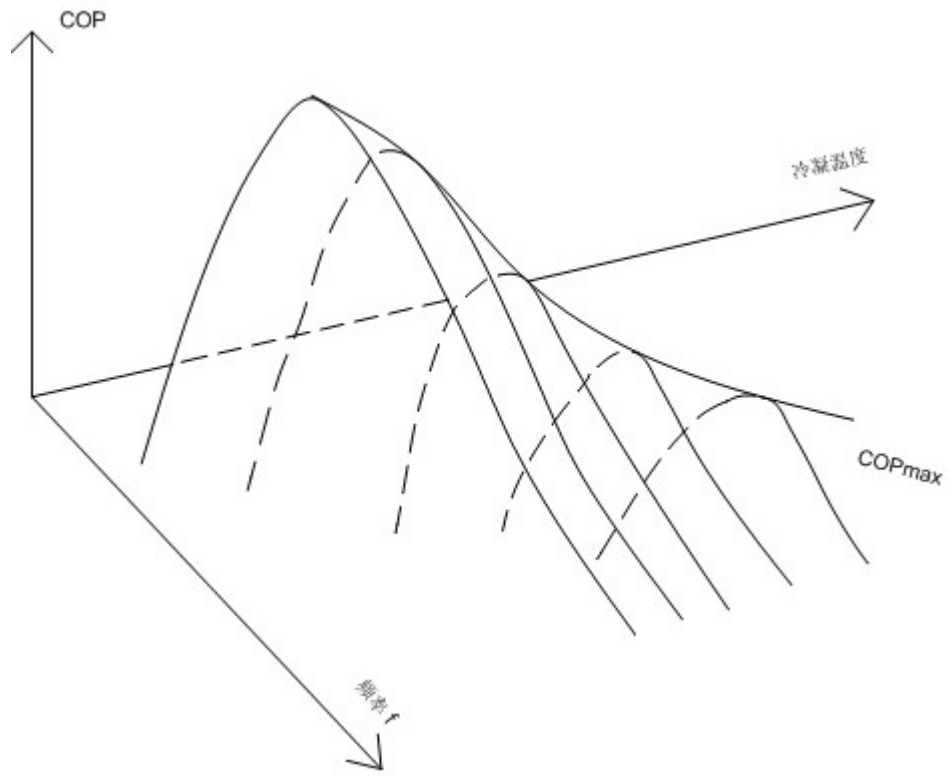


图1

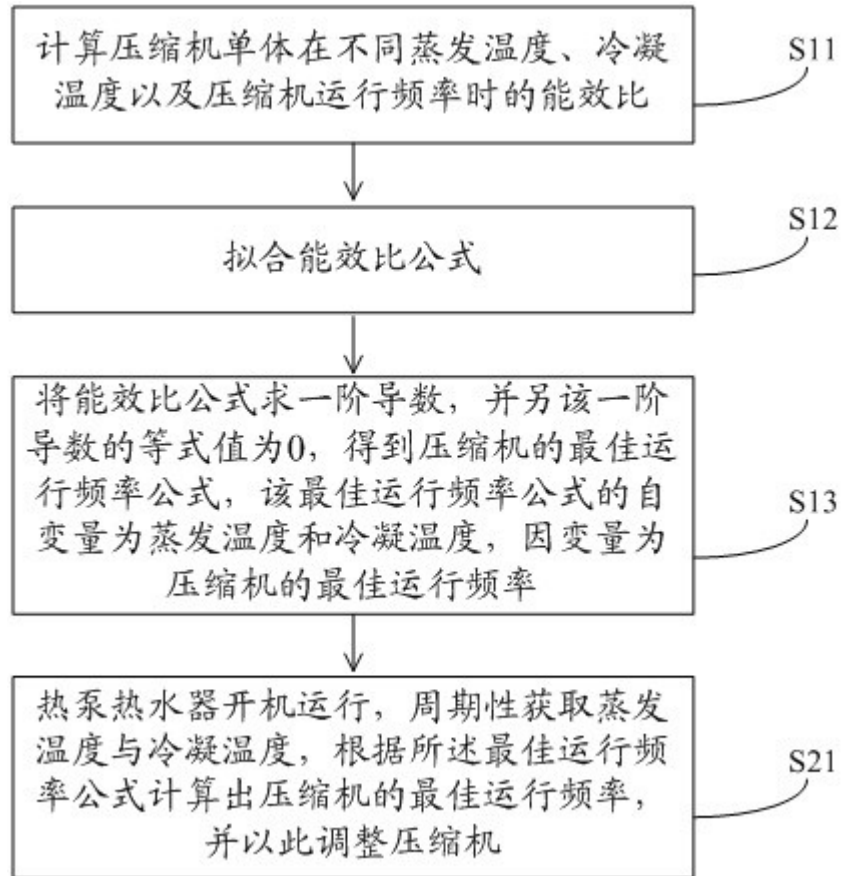


图2