



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103307655 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 09

(21) 申请号 201310195054. 3

审查员 霍廖然

(22) 申请日 2013. 05. 21

(73) 专利权人 北京建筑工程学院

地址 100044 北京市西城区展览馆路 1 号

(72) 发明人 牛润萍 徐小龙

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所

11255

代理人 毛燕生

(51) Int. Cl.

F24D 11/00(2006. 01)

F24D 19/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2830938 Y, 2006. 10. 25,

CN 101476750 A, 2009. 07. 08,

CN 101592354 A, 2009. 12. 02,

JP 特开 2006-145180 A, 2006. 06. 08,

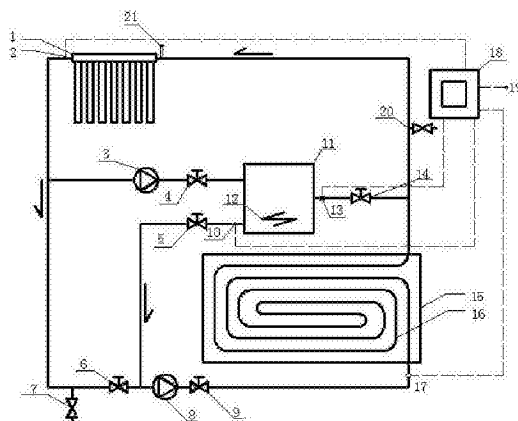
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

复合式主动相变蓄热采暖系统及其控制方法

(57) 摘要

一种复合式主动相变蓄热采暖系统及其控制方法,系统包括由太阳能集热器、相变地板供暖装置、蓄热装置、电磁阀组、泄水阀、温度传感器组、集热泵、供热泵、控制箱以及水管路等部件构成的太阳能供热回路、太阳能蓄热回路和辅助电加热采暖回路。本发明的蓄热采暖系统由太阳能供热、太阳能蓄热回路和辅助电加热采暖回路三种方式组成,通过复合式主动相变蓄热采暖系统的控制方法的控制,充分发挥相变蓄热的同时兼顾节省采用辅助电加热时的能耗问题,实现了良好的室温控制和供热持续性。



1. 一种复合式主动相变蓄热采暖系统,其特征在于,包括太阳能集热器、相变地板供暖装置、蓄热装置、电磁阀组、泄水阀、温度传感器组、集热泵、供热泵、控制箱以及水管路;其中:所述蓄热装置包括蓄热水箱和置于所述蓄热水箱内的辅助电加热装置,所述相变地板供暖装置包括相变地板和置于所述相变地板内的地热盘管;所述电磁阀组包括第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第四电磁阀和第五电磁阀;

上述各部件构成了太阳能供热回路、太阳能蓄热回路和辅助电加热采暖回路;其中:

所述太阳能供热回路具体为:所述太阳能集热器依次经所述第三电磁阀、所述供热泵、所述第四电磁阀连接至所述地热盘管的进水管,所述地热盘管的出水管再连接至所述太阳能集热器;

所述太阳能蓄热回路具体为:所述太阳能集热器依次经所述集热泵、所述第一电磁阀连接至所述蓄热水箱,所述蓄热水箱的回水管经所述第五电磁阀再连接至所述太阳能集热器;

所述辅助电加热采暖回路具体为:所述蓄热水箱的出水管依次经所述第二电磁阀、所述供热泵、所述第四电磁阀与所述地热盘管的进水管相连接;

所述控制箱通过所述温度传感器组检测所述太阳能供热回路、所述太阳能蓄热回路或者所述辅助电加热采暖回路中的温度;

所述泄水阀设于所述水管路。

2. 根据权利要求1所述的复合式主动相变蓄热采暖系统,其特征在于,所述温度传感器组包括室内温度传感器、采暖温度传感器、供水温度传感器、第一蓄水温度传感器和第二蓄水温度传感器,其中:

所述室内温度传感器设于控制箱上;

所述采暖温度传感器设于所述太阳能集热器的前端;

所述供水温度传感器设于所述地热盘管的进水管处;

所述第一蓄水温度传感器和所述第二蓄水温度传感器分别设于所述蓄热水箱的出水管和回水管处;

且所述室内温度传感器、所述采暖温度传感器、所述供水温度传感器、所述第一蓄水温度传感器和所述第二蓄水温度传感器分别通过信号线与所述控制箱相连接。

3. 根据权利要求1所述的复合式主动相变蓄热采暖系统,其特征在于,还包括补水阀和排气阀,所述补水阀和所述排气阀均设于所述水管路。

4. 一种复合式主动相变蓄热采暖系统的控制方法,其特征在于,包括蓄热过程和采暖过程,其中:

所述蓄热过程是将热量蓄存到相变地板采暖装置和蓄热装置中,具体为:

运行太阳能供热回路,太阳能集热器收集的太阳能通过水循环的方式将热量输送到相变地板采暖装置中;

当由供水温度传感器检测出的相变地板采暖装置的供水温度  $T_{17} < 40^{\circ}\text{C}$  时,运行辅助电加热采暖回路,通过电加热的方式进一步提高地板辐射的供水温度  $T_{17}$ ;直至由供水温度传感器检测出的相变地板采暖装置的供水温度  $T_{17} \geq 40^{\circ}\text{C}$  时,关闭辅助电加热采暖回路;

当由室内温度传感器检测出的室内温度  $T_{19} \geq 24^{\circ}\text{C}$  时,关闭太阳能供热回路,同时启动太阳能蓄热回路,将此部分热量蓄存到蓄热水箱中,直至采暖温度传感器检测出的采暖温

度  $T_2$  和第二蓄水温度传感器检测出的采暖温度  $T_{13}$  之间的温度差  $\Delta T = (T_2 - T_{13}) \leq 3^\circ\text{C}$  时, 关闭太阳能蓄热回路;

所述采暖步骤是在有采暖需求时, 通过相变地板和蓄热水箱在蓄存的热量满足夜间的热量需求, 具体为:

当室内温度传感器检测出的室内温度  $T_{19} < 18^\circ\text{C}$  时, 启动太阳能供热回路, 利用蓄热水箱中的水进行供热; 此时, 若由第一蓄水温度传感器检测蓄热水箱出口的温度  $T_{10} < 40^\circ\text{C}$ , 则开启辅助电加热采暖回路, 对相变地板采暖装置进行辅助电加热; 直至  $T_{10} > 65^\circ\text{C}$ , 关闭辅助电加热采暖回路, 由太阳能供热回路进行供热即可;

当室内温度传感器检测出的室内温度  $T_{19} > 24^\circ\text{C}$  时, 同时关闭太阳能供热回路和辅助电加热采暖回路, 停止供热循环。

5. 根据权利要求 4 所述的复合式主动相变蓄热采暖系统的控制方法, 还包含以下步骤:

补水步骤: 当太阳能集热器需要补水时, 开启补水阀, 对其进行补水;

泄水步骤: 当停止使用太阳能集热器时, 通过泄水阀, 对其进行泄水;

排走步骤: 通过排气阀排走整套的系统水路中的存气。

## 复合式主动相变蓄热采暖系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种采暖系统及其控制方法,特别涉及一种复合式主动相变蓄热采暖系统及其控制方法,属于太阳能蓄热采暖技术领域。

### 背景技术

[0002] 采暖地区的冬季采暖能耗在建筑能耗中占有相当大的比例,利用太阳能这种可再生能源进行采暖可缓解能源危机和环境污染的双重压力。但是,太阳能本身的不稳定性和间断性给利用太阳能的采暖方案本身增加了难度。相变蓄热材料储热密度高、重量轻,将相变材料应用到建筑中,能明显提高建筑的蓄热能力,实现保温、蓄热一体化。

[0003] 相变蓄热采暖有被动相变蓄热和主动相变蓄热两种形式。被动相变蓄热系统是将集热部件与建筑结构融为一体,比较广泛应用的是太阳能相变蓄热通风墙,通风墙的成本相对较低,但由于温度波动大而且不可调控,尤其在冬季往往使室内温度较低;主动相变蓄热系统比较广泛应用的是太阳能相变蓄热地板,由于地板层的蓄放热能力明显优于墙体,可实现大跨度的间歇供暖,但还是不能完全实现理想的持续性供暖。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种复合式主动相变蓄热采暖系统及其控制方法,通过太阳能热水相变地板和电加热相变地板两套供热系统的结合,实现了良好的室温控制和供热持续性。

[0005] 一种复合式主动相变蓄热采暖系统,包括太阳能集热器、相变地板供暖装置、蓄热装置、电磁阀、泄水阀、温度传感器、集热泵、供热泵、控制箱和水管。

[0006] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统中,蓄热装置包括蓄热水箱和置于蓄热水箱内部的辅助电加热装置,相变地板供暖装置包括相变地板和置于地板内部的地热盘管。

[0007] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统中,太阳能集热器经第三电磁阀、供热泵、第四电磁阀连接至地热盘管的进水管,地热盘管的出水管再与太阳能集热器连接,构成太阳能供热回路。

[0008] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统中,太阳能集热器经集热泵、第一电磁阀连接至蓄热水箱,蓄热水箱的回水管经第五电磁阀与太阳能集热器相连,构成太阳能蓄热回路。

[0009] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统中,蓄热水箱的出水管经第二电磁阀、供热泵、第四电磁阀与地热盘管的进水管相连,构成辅助电加热采暖回路。

[0010] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统中,设备间设有控制箱,控制箱上设有室内温度传感器;太阳能集热器前设有采暖温度传感器,相变地板供暖装置的进水管处设有供水温度传感器,蓄热装置的出水管和回水管处分别设有第一蓄水温度传感器和第二蓄水温度传感器,采暖温度传感器、供水温度传感器、第一蓄水温度传感器和第二蓄水温度传感器通过信号线连接在控制箱上。

[0011] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统中,太阳能供热回路中还设有泄水阀、补水阀和排气阀。

[0012] 一种复合式主动相变蓄热采暖系统的控制方法,包含以下步骤:

[0013] 在白天,当阳光充足时,主要是将热量蓄存到相变地板和蓄热水箱中:

[0014] 步骤 1) 运行太阳能供热回路,将太阳能集热器收集的太阳能通过水循环将热量输送到相变地板采暖装置中,实现地板辐射供热;

[0015] 步骤 2) 当相变地板采暖系统的供水温度  $< 40^{\circ}\text{C}$  时,启动辅助电加热采暖回路,进一步提高供水温度;

[0016] 步骤 3) 当相变地板采暖系统的供水温度  $\geq 40^{\circ}\text{C}$  时,关闭辅助电加热采暖回路;

[0017] 步骤 4) 当室内温度  $\geq 24^{\circ}\text{C}$  时,关闭太阳能供热回路,同时启动太阳能蓄热回路,提高蓄热水箱温度;

[0018] 步骤 5) 当采暖温度和蓄水温度的温度差(采暖温度高于蓄水温度)  $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$  时,关闭太阳能蓄热回路。

[0019] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统的控制方法中,还包含以下步骤:

[0020] 在夜间,相变地板和蓄热水箱在白天均已蓄存大量热量,以满足夜间大部分热量需求:

[0021] 步骤 1) 当室内温度  $T < 18^{\circ}\text{C}$  时,启动太阳能供热回路;

[0022] 步骤 2) 当蓄热水箱温度  $T < 40^{\circ}\text{C}$ ,开启辅助电加热采暖回路;当蓄热水箱温度  $T > 65^{\circ}\text{C}$  时,关闭辅助电加热采暖回路;

[0023] 步骤 3) 当室内温度  $T > 24^{\circ}\text{C}$  时,关闭辅助电加热采暖回路,停止供热循环。

[0024] 在上述复合式主动相变蓄热采暖系统的控制方法中,还包含以下步骤:

[0025] 步骤 1) 当太阳能集热器需要补水时,开启补水阀进行补水;

[0026] 步骤 2) 当停止使用太阳能集热器时,可通过泄水阀泄水;

[0027] 步骤 3) 水路系统的存气可通过排气阀排走。

[0028] 本发明产生的有益效果是:

[0029] (1) 将室温控制作为控制策略的核心部分,白天达到室内温度要求后,利用太阳能蓄热回路将太阳能热量蓄存到蓄热水箱中,,节省了采用辅助电加热时的能耗,最大限度地利用太阳能;

[0030] (2) 通过太阳能和电加热两套供热方案得到的热水分别对相变地板供热,充分发挥了相变蓄热作用,保证了最舒适的室内温度的前提下,保证了良好的供热持续性。

## 附图说明

[0031] 当结合附图考虑时,能够更完整更好地理解本发明。此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,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。

[0032] 图 1 为本发明一种复合式主动相变蓄热采暖系统的结构示意图;

[0033] 图 2 为本发明一种复合式主动相变蓄热采暖系统的太阳能供热回路的运行控制策略图;

[0034] 图 3 为本发明一种复合式主动相变蓄热采暖系统的辅助电加热回路的运行控制策略图。

[0035] 图中：

[0036] 1、太阳能集热器 2、采暖温度传感器 3、集热泵 4、第一电磁阀 5、第二电磁阀 6、第三电磁阀 7、泄水阀 8、供热泵 9、第四电磁阀 10、第一蓄水温度传感器 11、蓄热水箱 12、辅助电加热装置 13、第二蓄水温度传感器 14、第五电磁阀 15、相变地板 16、地热盘管 17、供水温度传感器 18、控制箱 19、室内温度传感器 20、补水阀 21、排气阀。

### 具体实施方式

[0037] 下面结合附图及实施例对本发明的技术方案作进一步详细的说明。

[0038] 如图 1 所示的一种复合式主动相变蓄热采暖系统,主要包括太阳能集热器 1、相变地板供暖装置、蓄热装置、电磁阀组 (4、5、6、9、14)、泄水阀 7、温度传感器组 (2、10、13、17、19)、集热泵 3、供热泵 8、控制箱 18 和水管;其中:蓄热装置包括蓄热水箱 11 和置于蓄热水箱 11 内部的辅助电加热装置 12,相变地板供暖装置包括相变地板 15 和置于相变地板 15 内部的地热盘管 16;上述部件构成了组合式的太阳能供热回路、太阳能蓄热回路和辅助电加热采暖回路;其中:

[0039] 太阳能集热器 1 依次经第三电磁阀 6、供热泵 8、第四电磁阀 9 连接至相变地板供暖装置的地热盘管 16 的进水管,地热盘管 16 的出水管再与太阳能集热器 1 连接,构成了太阳能供热回路;

[0040] 太阳能集热器 1 经依次集热泵 3、第一电磁阀 4 连接至蓄热装置的蓄热水箱 11 的进水管,蓄热水箱 11 的回水管经第五电磁阀 14 再与太阳能集热器 1 相连,构成了太阳能蓄热回路;

[0041] 蓄热水箱 11 的出水管依次经第二电磁阀 5、供热泵 8、第四电磁阀 9 与地热盘管 16 的进水管相连,构成辅助电加热采暖回路。

[0042] 温度传感器组的具体布置方式为:

[0043] 室内温度传感器 19 设于作为监控单元的控制箱 18 上;

[0044] 采暖温度传感器 2 设于太阳能集热器 1 前;

[0045] 供水温度传感器 17 设于地热盘管 16 的进水管处;

[0046] 第一蓄水温度传感器 10 和第二蓄水温度传感器 13 分别设于蓄热水箱 11 的出水管和回水管处;

[0047] 且采暖温度传感器 2、供水温度传感器 17、第一蓄水温度传感器 10 和第二蓄水温度传感器 13 分别通过信号线与控制箱 18 相连接。

[0048] 此外,太阳能供热回路中还设有泄水阀 7、补水阀 20 和排气阀 21。

[0049] 上述复合式主动相变蓄热采暖系统的控制方法主要包含蓄热和采暖两个过程:

[0050] 一、蓄热步骤:

[0051] 其中在阳光充足的白天,主要是将热量蓄存到相变地板采暖装置和蓄热装置中的过程;具体如图 2 所示:

[0052] 开启第三电磁阀 6、第四电磁阀 9 和供热泵 8,其他阀门关闭,即运行太阳能供热回路,太阳能集热器 1 收集的太阳能通过水循环的方式将热量输送到相变地板采暖装置中,实现地板辐射供热,相变材料蓄存热量;

[0053] 为了使得地板辐射供热足以保证合理的室内温度,当由供水温度传感器 17 检测出的相变地板采暖装置的供水温度  $T_{17} < 40^{\circ}\text{C}$  时,启动辅助电加热装置 12,并开启第二电磁阀 5 和第五电磁阀 14,即运行辅助电加热采暖回路,通过电加热的方式进一步提高地板辐射的供水温度  $T_{17}$ ;直至由供水温度传感器 17 检测出的相变地板采暖装置的供水温度  $T_{17} \geq 40^{\circ}\text{C}$  时,此时地板辐射的供热已经能够足以保证合理的室内温度,关闭辅助电加热装置 12,即关闭辅助电加热采暖回路;

[0054] 当由室内温度传感器 19 检测出的室内温度  $T_{19} \geq 24^{\circ}\text{C}$  时,已经无需供热了,关闭太阳能供热回路,即关闭第三电磁阀 6 和第四电磁阀 9,供热泵 8 停止运行;同时启动太阳能蓄热回路,即启动集热泵 3,开启第一电磁阀 4 和第五电磁阀 14,充分利用太阳能,将此部分热量蓄存到蓄热水箱 11 中,用以提高蓄热水箱 11 的温度;直至采暖温度传感器 2 检测出的采暖温度  $T_2$  和第二蓄水温度传感器 13 检测出的采暖温度  $T_{13}$  之间的温度差  $\Delta T = (T_2 - T_{13}) \leq 3^{\circ}\text{C}$  时(采暖温度高于蓄水温度),认为这样的温差范围无需继续蓄热,关闭太阳能蓄热回路,即关闭集热泵 3、第一电磁阀 4 和第五电磁阀 14;

[0055] 二、采暖步骤:

[0056] 到夜间时,相变地板 15 和蓄热水箱 11 在白天均已蓄存了大量的热量,如果相变地板 15 的相变材料放出的热量无法达到室内供热要求时,通过辅助电加热装置 12 对其进行辅助加热,以满足夜间的热量需求,具体地:

[0057] 当室内温度传感器 19 检测出的室内温度  $T_{19} < 18^{\circ}\text{C}$  时,启动太阳能供热回路,即启动供热泵 8,同时开启第四电磁阀 9 和第五电磁阀 14,利用蓄热水箱 11 中的水进行供热;

[0058] 此时,若由第一蓄水温度传感器 10 检测蓄热水箱 11 出口的温度  $T_{10} < 40^{\circ}\text{C}$ ,开启辅助电加热采暖回路,即开启辅助电加热装置 12,对相变地板采暖装置进行辅助电加热;直至  $T_{10} > 65^{\circ}\text{C}$ ,关闭辅助电加热采暖回路,即关闭辅助电加热装置 12,由太阳能供热回路进行供热即可;

[0059] 当室内温度传感器 19 检测出的室内温度  $T_{19} > 24^{\circ}\text{C}$  时,没有采暖需求,同时关闭太阳能供热回路和辅助电加热采暖回路,停止供热循环。

[0060] 上述复合式相变蓄热采暖系统的控制方法还包含以下步骤:

[0061] 补水步骤:当太阳能集热器 1 需要补水时,开启补水阀 22 对其进行补水;

[0062] 泄水步骤:当长时间不用太阳能集热器 1 时,可通过泄水阀 7 泄水;

[0063] 排气步骤:这套系统的水路中的存气可通过排气阀 21 排走。

[0064] 此外,为防止在室外气温低的时候太阳能水循环系统存水结冰,在太阳能供、回水管外附有电热丝,并包覆一层外保温。

[0065] 以上结合附图对本发明的实施例进行了详细地说明,此处的附图是用来提供对本发明的进一步理解。显然,以上所述仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何对本领域的技术人员来说是可轻易想到的、实质上没有脱离本发明的变化或替换,也均包含在本发明的保护范围之内。

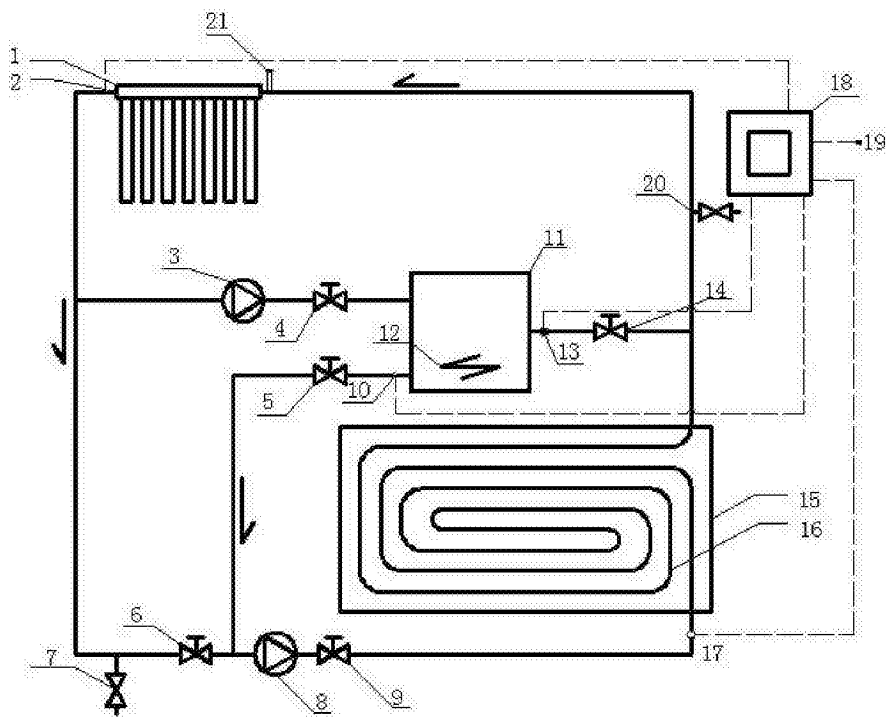


图 1

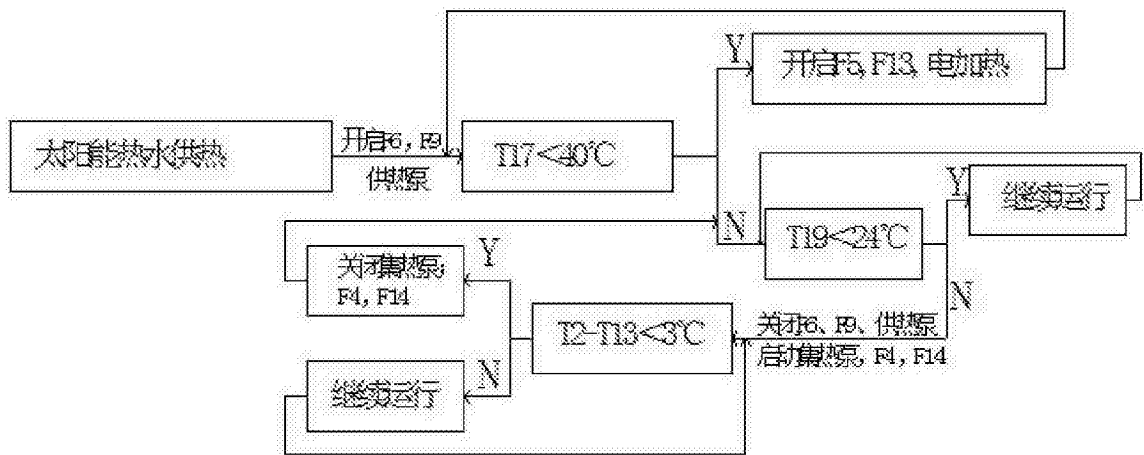


图 2

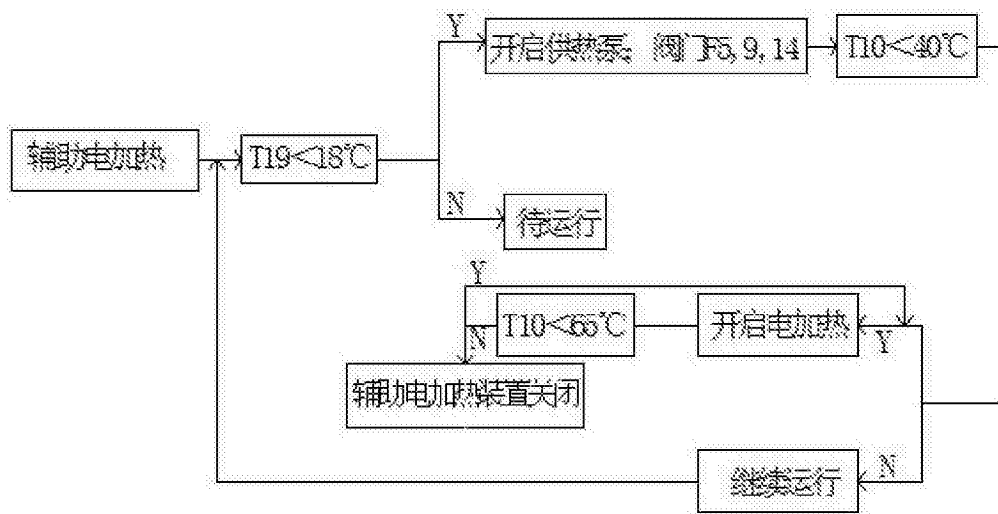


图 3