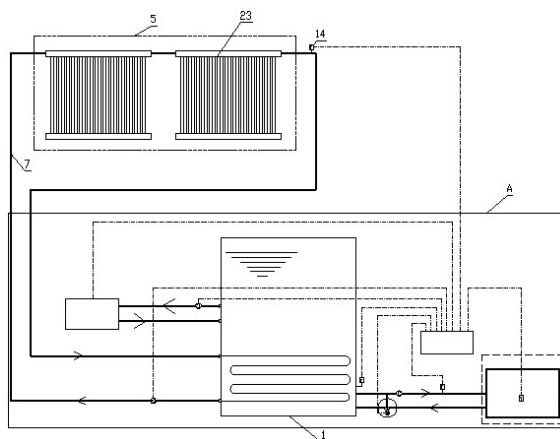


权利要求书2页 说明书6页 附图3页

太阳能蓄热供暖系统及其供暖控制方法

本发明公开了一种太阳能蓄热供暖系统,包括太阳能集热装置、蓄热水箱和供暖房间,供暖房间内设有供暖装置;蓄热水箱内设有换热盘管;太阳能集热装置与换热盘管相连接;集热回水管上设有集热用循环泵;蓄热水箱与供暖房间的供暖装置相连接,供热进水管上设有供热用循环泵。本发明在白天将太阳能集热装置产生的多余热量存储在蓄热水箱中,在夜晚使用蓄积的太阳能进行供暖,更有效更充分地利用太阳能。本发明还公开了上述太阳能蓄热供暖系统的供暖控制方法,包括蓄热方法和用热方法;根据供暖装置的热惰性的进行区别控制,利用电动三通球阀及旁通管路,在蓄热水箱内的水温变化较慢的基础上,简单方便地实现了供暖水温的精确调节。



1. 太阳能蓄热供暖系统,其特征在于:包括太阳能集热装置、蓄热水箱和供暖房间,供暖房间内设有供暖装置,供暖装置为地暖装置或风机盘管;

蓄热水箱内设有换热盘管并存储有水,蓄热水箱内的水位高于换热盘管;换热盘管的进口和出口均伸出蓄热水箱的侧壁;

太阳能集热装置的出水端通过集热进水管与换热盘管的进口相连接,太阳能集热装置的的回水端通过集热回水管与换热盘管的出口相连接;集热回水管上设有集热用循环泵;

蓄热水箱通过供热进水管与供暖房间的供暖装置的进口相连接,蓄热水箱通过供热回水管与供暖房间的供暖装置的出口相连接;供热进水管上设有供热用循环泵;

还包括有电控装置、集热温度传感器、蓄热温度传感器、供热温度传感器和房间温度传感器;电控装置连接有显示屏,集热温度传感器设置在太阳能集热装置的出水端处的集热进水管上,蓄热温度传感器设置在蓄热水箱上,供热温度传感器设置在供热进水管上,房间温度传感器设置在供暖房间内;

集热温度传感器、蓄热温度传感器、供热温度传感器、房间温度传感器集热用循环泵和供热用循环泵均与电控装置相连接;

供热回水管上设有电动三通调节阀,电动三通调节阀具有第一接口、第二接口和第三接口,电动三通调节阀通过其第一接口和第二接口串联连接在供热回水管上,电动三通调节阀的第三接口通过旁通管路 with 供热用循环泵进口处的供热进水管相连通;电动三通调节阀与电控装置相连接;第一接口和第二接口之间形成回水水路,第二接口和第三接口之间形成旁通水路;

电动三通调节阀用于调节回水水路和旁通水路的水流量以实现加速供暖或避免过度供暖;

所述太阳能集热装置包括若干串联连接的太阳能集热板;

还包括有辅助热源,辅助热源为热泵热水系统或锅炉热水系统;蓄热水箱侧壁设有辅热进水口和辅热回水口,辅助热源通过辅热进水管与辅热进水口相连接,辅助热源通过辅热回水管与辅热回水口相连接,辅热回水管设有辅热循环泵;辅助热源及辅热循环泵与电控装置相连接。

2. 权利要求1中所述太阳能蓄热供暖系统的供暖控制方法,其特征在于:包括蓄热方法和用热方法;

蓄热方法是:在白天,太阳能集热装置持续吸收太阳能;供热温度传感器感应到的温度为T1,房间温度传感器感应到的温度为T2,集热温度传感器感应到的温度为T3,蓄热温度传感器感应到的温度为T4,T1、T2、T3和T4的单位均为 $^{\circ}\text{C}$;

当 $T3 - T4 \geq 3^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置启动集热用循环泵,太阳能集热装置中的热水沿太阳能集热装置—集热进水管—换热盘管—集热回水管—太阳能集热装置的路线进行循环流动,通过换热盘管加热蓄热水箱中的水,此时T3与T4的差值不断减小;当 $T3 - T4 \leq 1.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置关闭集热用循环泵;

用热方法是:电控装置打开供热用循环泵,蓄热水箱中的水沿蓄热水箱—供热进水管—供暖装置—供热回水管—蓄热水箱的路径进行循环流动,通过供暖装置加热供暖房间;

地暖装置相对风机盘管具有较大的热惰性;电控装置中存储有T2的目标温度参数T2M

以及T1的目标温度参数T1M;

当供暖装置为地暖装置时,使用者通过电控装置设定T1的目标温度参数T1M的具体值;

当 $T1 < T1M - 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,增加回水水路的流量同时减少旁通水路的流量;

当T1位于 $T2M \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的范围内时,电控装置保持电动三通调节阀的状态;

当 $T1 > T1M + 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,减少回水水路的流量同时增加旁通水路的流量;

当供暖装置为风机盘管时,使用者通过电控装置设定T2的目标温度参数T2M的具体值;

当 $T2 < T2M - 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,增加回水水路的流量同时减少旁通水路的流量;当T2位于 $T2M \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的范围内时,电控装置保持电动三通调节阀的状态;

当 $T2 > T2M + 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,减少回水水路的流量同时增加旁通水路的流量。

3. 根据权利要求2所述的供暖控制方法,其特征在于:电控装置中存储有辅热开启温度参数TF以及辅热关闭差值温度参数TC,TF和TC的单位均为 $^{\circ}\text{C}$;使用者通过电控装置设定辅热开启温度参数TF和辅热关闭差值温度参数TC的具体数值;

用热方法中,当 $T4$ 小于等于TF时,电控装置启动辅助热源和辅热循环泵,通过辅助热源加热蓄热水箱中的水;当 $T4$ 大于等于 $TF + TC^{\circ}\text{C}$ 时,关闭辅助热源和辅热循环泵。

太阳能蓄热供暖系统及其供暖控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能利用技术领域,尤其涉及一种太阳能供暖控制系统。

背景技术

[0002] 我国西北地区地域广阔、干旱少雨,太阳能资源丰富。做为清洁能源,太阳能具有取之不竭、用之不尽的优点。在我国西北方地区建筑设计多采用被动式太阳能房,白天充分利用太阳辐射得热直接加热房间温度。传统小型太阳能供热系统缺乏有效的供水温度控制手段,造成在白天太阳辐照强度大的时段内,供热温度高,与房间温度叠加造成白天房间温度过热,不得不开窗的局面,从而造成太阳能的浪费,经济性较差。

[0003] 如何有效将太阳能存储起来,供晚上使用,提供更稳定的温度,进行更节能更精细的控制是本发明的研发目的。大型太阳能供热控制系统多采用变频技术控制水泵转速,减少末端供暖系统水量。但变频器设备造价高,在小型供暖系统使用经济性差。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种成本较低,能够有效蓄积太阳能的太阳能蓄热供暖系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明的太阳能蓄热供暖系统包括太阳能集热装置、蓄热水箱和供暖房间,供暖房间内设有供暖装置,供暖装置为地暖装置或风机盘管;

[0006] 蓄热水箱内设有换热盘管并存储有水,蓄热水箱内的水位高于换热盘管;换热盘管的进口和出口均伸出蓄热水箱的侧壁;

[0007] 太阳能集热装置的出水端通过集热进水管与换热盘管的进口相连接,太阳能集热装置的回水端通过集热回水管与换热盘管的出口相连接;集热回水管上设有集热用循环泵;

[0008] 蓄热水箱通过供热进水管与供暖房间的供暖装置的进口相连接,蓄热水箱通过供热回水管与供暖房间的供暖装置的出口相连接;供热进水管上设有供热用循环泵。

[0009] 还包括有电控装置、集热温度传感器、蓄热温度传感器、供热温度传感器和房间温度传感器;电控装置连接有显示屏,集热温度传感器设置在太阳能集热装置的出水端处的集热进水管上,蓄热温度传感器设置在蓄热水箱上,供热温度传感器设置在供热进水管上,房间温度传感器设置在供暖房间内;

[0010] 集热温度传感器、蓄热温度传感器、供热温度传感器、房间温度传感器集热用循环泵和供热用循环泵均与电控装置相连接。

[0011] 供热回水管上设有电动三通调节阀,电动三通调节阀具有第一接口、第二接口和第三接口,电动三通调节阀通过其第一接口和第二接口串联连接在供热回水管上,电动三通调节阀的第三接口通过旁通管路与供热用循环泵进口处的供热进水管相连通;电动三通调节阀与电控装置相连接;第一接口和第二接口之间形成回水水路,第二接口和第三接口之间形成旁通水路。

[0012] 所述太阳能集热装置包括若干串联连接的太阳能集热板。

[0013] 还包括有辅助热源,辅助热源为热泵热水系统或锅炉热水系统;蓄热水箱侧壁设有辅热进水口和辅热回水口,辅助热源通过辅热进水管与辅热进水口相连接,辅助热源通过辅热回水管与辅热回水口相连接,辅热回水管设有辅热循环泵;辅助热源及辅热循环泵与电控装置相连接。

[0014] 本发明还公开了上述太阳能蓄热供暖系统的供暖控制方法,包括蓄热方法和用热方法;

[0015] 蓄热方法是:在白天,太阳能集热装置持续吸收太阳能;供热温度传感器感应到的温度为 T_1 ,房间温度传感器感应到的温度为 T_2 ,集热温度传感器感应到的温度为 T_3 ,蓄热温度传感器感应到的温度为 T_4 , T_1 、 T_2 、 T_3 和 T_4 的单位均为 $^{\circ}\text{C}$;

[0016] 当 $T_3 - T_4 \geq 3^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置启动集热用循环泵,太阳能集热装置中的热水沿太阳能集热装置—集热进水管—换热盘管—集热回水管—太阳能集热装置的路线进行循环流动,通过换热盘管加热蓄热水箱中的水,此时 T_3 与 T_4 的差值不断减小;当 $T_3 - T_4 \leq 1.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置关闭集热用循环泵;

[0017] 用热方法是:电控装置打开供热用循环泵,蓄热水箱中的水沿蓄热水箱—供热进水管—供暖装置—供热回水管—蓄热水箱的路径进行循环流动,通过供暖装置加热供暖房间;

[0018] 地暖装置相对风机盘管具有较大的热惰性;电控装置中存储有 T_2 的目标温度参数 T_{2M} 以及 T_1 的目标温度参数 T_{1M} ;

[0019] 当供暖装置为地暖装置时,使用者通过电控装置设定 T_1 的目标温度参数 T_{1M} 的具体值;

[0020] 当 $T_1 < T_{1M} - 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,增加回水水路的流量同时减少旁通水路的流量;

[0021] 当 T_1 位于 $T_{2M} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的范围内时,电控装置保持电动三通调节阀的状态;

[0022] 当 $T_1 > T_{1M} + 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,减少回水水路的流量同时增加旁通水路的流量;

[0023] 当供暖装置为风机盘管时,使用者通过电控装置设定 T_2 的目标温度参数 T_{2M} 的具体值;当 $T_2 < T_{2M} - 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,增加回水水路的流量同时减少旁通水路的流量;当 T_2 位于 $T_{2M} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的范围内时,电控装置保持电动三通调节阀的状态;

[0024] 当 $T_2 > T_{2M} + 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置调节电动三通调节阀,减少回水水路的流量同时增加旁通水路的流量。

[0025] 电控装置中存储有辅热开启温度参数 TF 以及辅热关闭差值温度参数 TC , TF 和 TC 的单位均为 $^{\circ}\text{C}$;使用者通过电控装置设定辅热开启温度参数 TF 和辅热关闭差值温度参数 TC 的具体数值;

[0026] 用热方法中,当 T_4 小于等于 TF 时,电控装置启动辅助热源和辅热循环泵,通过辅助热源加热蓄热水箱中的水;当 T_4 大于等于 $TF + TC$ 时,关闭辅助热源和辅热循环泵。

[0027] 采用本发明的结构,可以在白天将太阳能集热装置产生的多余热量存储在蓄热水箱中,在夜晚没有太阳时使用蓄热水箱蓄积的太阳能进行供暖,因而避免了现有太阳能供暖系统中出现的白天热量过剩(需要开窗散热)、夜晚热量严重不足的现象,更有效更充分

地利用太阳能。

[0028] 本发明通过电动三通调节阀,实现精确控制供水温度或房间温度。本发明结构简单、投资小。相对于增加变频设备本控制系统成本低廉,能实现太阳能的高效利用,适合于小型太阳能供热系统。

[0029] 换热盘管的设置,避免了供暖房间使用的热水与太阳能集热装置使用的热水相混合,从而避免太阳能集热装置与供暖房间相互影响,一旦系统中某个部位的水被污染,不至于影响整个系统。

[0030] 电动三通调节阀的设置,能够实现更为精细的调节,有利于实现房间供水温度的恒定或者房间温度的恒定。

[0031] 串联连接的太阳能集热板能够使水温上升得更快,从而提高太阳能集热板处与蓄热水箱处的水温差,水温差越大,换热盘管的传热效率越高。

[0032] 夜晚气温较低时,或者白天阳光不足时,会出现太阳能装置产生的热量以及蓄热水箱蓄积的热量不足的情况。此时通过电控装置打开辅热循环泵,从而利用辅助热源加热蓄热水箱中的水,保障供暖房间的供暖。

[0033] 本发明的供暖控制方法,根据供暖装置的热惰性的不同进行了区别控制,对于热惰性大的地暖装置,以供热进水管内的温度为目标控制电动三通调节阀;对于热惰性小的风机盘管,则以供暖房间内的温度为目标控制控制电动三通调节阀。这样,能够使供暖房间内的温度更加稳定,系统运行更加经济可靠,避免采用地暖装置时,水温下降后房间内的温度滞后下降、房间内的温度下降后再升高水温时房间内的温度又滞后升高、房间内的温度升高到设定值后水温又足以使房间内的气温继续升高、导致较长时间内房间温度高于或低于设定温度的状况。

[0034] 本发明利用电动三通球阀及旁通管路,在蓄热水箱内的水温变化较慢的基础上,简单方便地实现了供暖水温的精确调节,调温效果较好且成本非常低廉。电动三通球阀及旁通管路的设置能够避免出现传统小型太阳能供热系统导致白天房间内温度过高、太阳能无法高效利用的问题,使白天太阳能产生的热量能够更多地蓄积在蓄热水箱中,而不会导致房间内温度过高。

[0035] 本发明的控制方法将温度精度控制在目标温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的范围内,既较为精准,又避免频繁调节电动三通调节阀。本发明中,只要终端热负荷小于辅助热源的产热能力,辅助热源和辅热循环泵就无须长期保持运行状态。辅助热源和辅热循环泵的启停温度之间具有差值,可以防止辅助热源和辅热循环泵频繁启停。

[0036] 集热用循环泵的启停条件,一方面保证了太阳能集热装置具有较高的集热效率,另一方面避免了集热用循环泵长时间开启或者频繁启停,保证了换热盘管内外介质在集热用循环泵启动过程中的换热效率始终不会过低,具有能量利用率较高、减少能量浪费的优点。

附图说明

[0037] 图1是本发明的结构示意图;

[0038] 图2是图1中A处的放大图;

[0039] 图3是图2中B处的放大图。

具体实施方式

[0040] 如图1至图3所示,本发明的太阳能蓄热供暖系统包括太阳能集热装置5、蓄热水箱1和供暖房间2,供暖房间2内设有供暖装置3,供暖装置3为地暖装置或风机盘管;

[0041] 蓄热水箱1内设有换热盘管4并存储有水,蓄热水箱1内的水位高于换热盘管4;换热盘管4的进口和出口均伸出蓄热水箱1的侧壁;

[0042] 太阳能集热装置5的出水端通过集热进水管6与换热盘管4的进口相连接,太阳能集热装置5的回水端通过集热回水管7与换热盘管4的出口相连接;集热回水管7上设有集热用循环泵8;

[0043] 蓄热水箱1通过供热进水管9与供暖房间2的供暖装置3的进口相连接,蓄热水箱1通过供热回水管10与供暖房间2的供暖装置3的出口相连接;供热进水管9上设有供热用循环泵11。

[0044] 换热盘管4的设置,避免了供暖房间2使用的水与太阳能集热装置5使用的水相混合,从而避免太阳能集热装置5与供暖房间2相互影响,一旦系统中某个部位的水被污染,不至于影响整个系统。

[0045] 本发明还包括有电控装置12、集热温度传感器14、蓄热温度传感器15、供热温度传感器16和房间温度传感器17;电控装置12连接有显示屏13,集热温度传感器14设置在太阳能集热装置5的出水端处的集热进水管6上,蓄热温度传感器15设置在蓄热水箱1上,供热温度传感器16设置在供热进水管9上,房间温度传感器17设置在供暖房间2内;电控装置12可以采用集成电路、PLC或单片机等形式。

[0046] 集热温度传感器14、蓄热温度传感器15、供热温度传感器16、房间温度传感器17集热用循环泵8和供热用循环泵11均与电控装置12相连接。

[0047] 供热回水管10上设有电动三通调节阀18,电动三通调节阀18具有第一接口19、第二接口20和第三接口21,电动三通调节阀18通过其第一接口19和第二接口20串联连接在供热回水管10上,电动三通调节阀18的第三接口21通过旁通管路22与供热用循环泵11进口处的供热进水管9相连通;电动三通调节阀18与电控装置12相连接;第一接口19和第二接口20之间形成回水水路,第二接口20和第三接口21之间形成旁通水路。电动三通调节阀采用电动三通球阀的形式,调节灵活,无泄漏。

[0048] 所述太阳能集热装置5包括若干串联连接的太阳能集热板23。

[0049] 串联连接的太阳能集热板23能够使水温上升得更快,从而提高太阳能集热板23处与蓄热水箱1处的水温差,水温差越大,换热盘管4的传热效率越高。

[0050] 还包括有辅助热源24,辅助热源24为热泵热水系统或锅炉热水系统;蓄热水箱1侧壁设有辅热进水口25和辅热回水口26,辅助热源24通过辅热进水管27与辅热进水口25相连接,辅助热源24通过辅热回水管28与辅热回水口26相连接,辅热回水管28设有辅热循环泵29;辅助热源24及辅热循环泵29与电控装置12相连接。

[0051] 电动三通调节阀18的设置,能够实现更为精细的调节,有利于实现房间供水温度的恒定或者房间温度的恒定。

[0052] 本发明还公开了上述太阳能蓄热供暖系统的供暖控制方法,包括蓄热方法和用热方法;

[0053] 蓄热方法是:在白天,太阳能集热装置5持续吸收太阳能;供热温度传感器16感应

到的温度为T1,房间温度传感器17感应到的温度为T2,集热温度传感器14感应到的温度为T3,蓄热温度传感器15感应到的温度为T4,T1、T2、T3和T4的单位均为 $^{\circ}\text{C}$;

[0054] 当 $T3-T4 \geq 3^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置12启动集热用循环泵8,太阳能集热装置5中的热水沿太阳能集热装置5—集热进水管6—换热盘管4—集热回水管7—太阳能集热装置5的路线进行循环流动,通过换热盘管4加热蓄热水箱1中的水,此时T3与T4的差值不断减小;当 $T3-T4 \leq 1.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置12关闭集热用循环泵8;

[0055] 用热方法是:电控装置12打开供热用循环泵11,蓄热水箱1中的水沿蓄热水箱1—供热进水管9—供暖装置3—供热回水管10—蓄热水箱1的路径进行循环流动,通过供暖装置3加热供暖房间;

[0056] 地暖装置相对风机盘管具有较大的热惰性;较大的热惰性意味着供热端(地暖装置)的温度变化一方面较为缓慢,另一方面向室内气温传导的较慢,较小的热惰性则意味着供热端(风机盘管)的温度变化一方面较快,另一方面能够迅速引起室内气温的变化。电控装置12中存储有T2的目标温度参数T2M以及T1的目标温度参数T1M;

[0057] 当供暖装置3为地暖装置时,使用者通过电控装置12设定T1的目标温度参数T1M的具体值;

[0058] 当 $T1 < T1M - 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置12调节电动三通调节阀18,增加回水水路的流量同时减少旁通水路的流量;此时由蓄热水箱1进入供热进水管9的水量增多,从而升高供热进水管9内的水温,使更多从供暖房间的供暖装置3流出的水回流入蓄热水箱1,使更多蓄热水箱1中温度较高的水流入供暖房间内的供暖装置3,这样就会升高对象温度,直到达到设定的目标温度。

[0059] 当T1位于 $T2M \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的范围内时,电控装置12保持电动三通调节阀18的状态;

[0060] 当 $T1 > T1M + 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置12调节电动三通调节阀18,减少回水水路的流量同时增加旁通水路的流量;此时由蓄热水箱1进入供热进水管9的水量减少,从而降低供热进水管9内的水温,使更多从供暖房间的供暖装置3流出的水不回流入蓄热水箱1,而是直接经旁通管路和供热进水管9重新回流入供暖房间内的供暖装置3,这样就避免蓄热水箱1中温度较高的水持续升高供暖房间内的温度,既使房间内的使用者感到更舒适,也减少蓄热水箱1内蓄积热量的消耗,在白天能够使蓄热水箱1内的水蓄积更多的热量。

[0061] 当供暖装置3为风机盘管时,使用者通过电控装置12设定T2的目标温度参数T2M的具体值;当 $T2 < T2M - 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置12调节电动三通调节阀18,增加回水水路的流量同时减少旁通水路的流量;当T2位于 $T2M \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的范围内时,电控装置12保持电动三通调节阀18的状态;

[0062] 当 $T2 > T2M + 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,电控装置12调节电动三通调节阀18,减少回水水路的流量同时增加旁通水路的流量。

[0063] 电控装置12中存储有辅热开启温度参数TF以及辅热关闭差值温度参数TC,TF的单位为 $^{\circ}\text{C}$;使用者通过电控装置12设定辅热开启温度参数TF和辅热关闭差值温度参数TC的具体数值,TF的取值范围为 $30-45^{\circ}\text{C}$ (包括两端值),TC的取值为 $3-10^{\circ}\text{C}$ (包括两端值),如 5°C 。

[0064] 用热方法中,当T4小于等于TF时,电控装置12启动辅助热源和辅热循环泵,通过辅助热源加热蓄热水箱1中的水;当T4大于等于 $TF + TC^{\circ}\text{C}$ 时,关闭辅助热源和辅热循环泵。

[0065] 本发明中,只要终端热负荷小于辅助热源的产热能力,辅助热源和辅热循环泵就

无须长期保持运行状态。辅助热源和辅热循环泵的启停温度之间具有 $TC^{\circ}\text{C}$ 的差值,可以防止辅助热源和辅热循环泵频繁启停。

[0066] $T3-T4 \geq 3^{\circ}\text{C}$ 时,集热用循环泵8才会启动,这样可以减少集热用循环泵8的开启时间,降低能耗。 $T3$ 与 $T4$ 的差值过小时开启集热用循环泵8,则集热用循环泵8的开启时间会过长,而且过小的温差会降低换热盘管4内外介质的传热效率。 $T3$ 与 $T4$ 的差值过大时开启集热用循环泵8,则会降低太阳能集热装置5的集热效率——太阳能集热装置5本身的温度越高,则集热效率相对越低。

[0067] 集热用循环泵8启动和关闭都取决于 $T3$ 与 $T4$ 的差值。如果 $T3-T4 \geq 3^{\circ}\text{C}$ 时,集热用循环泵8启动, $T3-T4 < 3^{\circ}\text{C}$ 时,集热用循环泵8关闭,则集热用循环泵8可能会出现非常频繁的开启—关闭现象。启动的温差与关闭的温差相差 1.5°C ,可以避免集热用循环泵8频繁启停。如果 $T3-T4$ 的值小于 1°C 甚至 0.5°C 时再关闭集热用循环,则在关闭集热用循环之前,会有一段时间换热盘管4内外介质因温差过小而换热效率过低的现象。

[0068] 总之,集热用循环泵8的启停条件,一方面保证了太阳能集热装置5具有较高的集热效率,另一方面避免了集热用循环泵8长时间开启或者频繁启停,保证了换热盘管4内外介质在集热用循环泵8启动过程中的换热效率始终不会过低,具有能量利用率较高、减少能量浪费的优点。

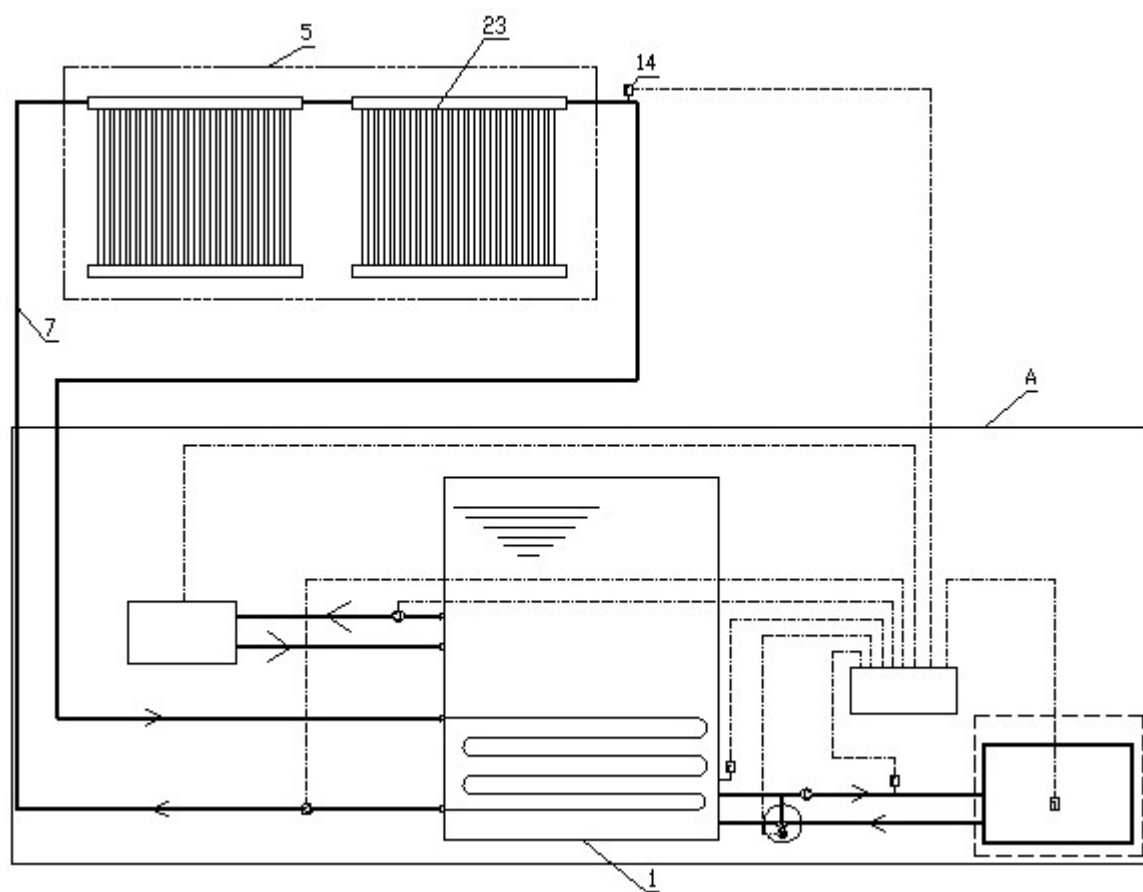


图 1

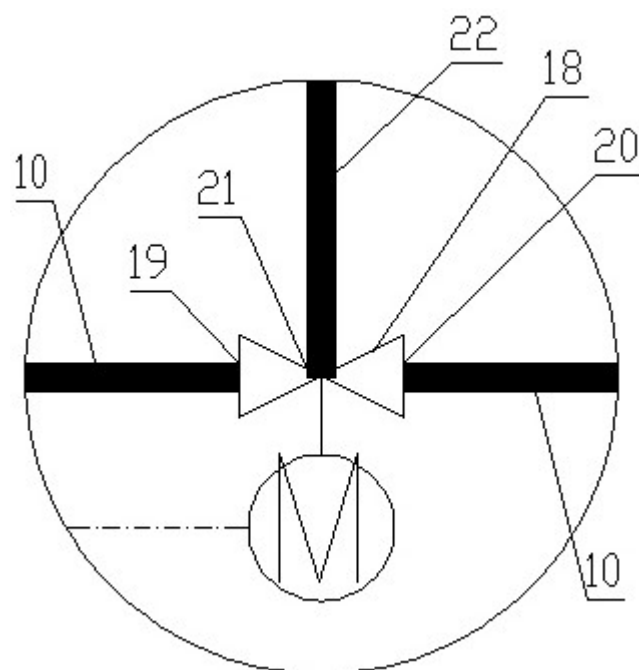


图 3