(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108917195 A
(43)申请公布日 2018.11.30

(21)申请号 201810804427.5

(22)申请日 2018.07.20

(71)申请人 广东工业大学
地址 510006 广东省广州市越秀区东风东路729号

(72)发明人 黄金 唐军 陈晓斌 王婷玉 陈文鉴 谢全君 戴家杰 陈永贵

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102
代理人 林丽明

(51)Int.Cl.
F24S 10/70(2018.01)
F24S 20/40(2018.01)
F24S 50/40(2018.01)
F24S 60/10(2018.01)

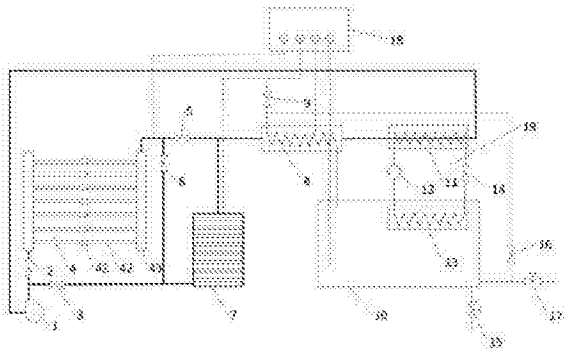
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种相变储能式太阳能热水系统

(57)摘要

本发明涉及太阳能热利用的技术领域，更具体地，涉及一种相变储能式太阳能热水系统，包括顺次连接的风机、太阳能集热器、空气-水热交换器以及热泵蒸发器，空气-水热交换器连接有相变储能罐，制冷剂流经热泵蒸发器吸收热量后经压缩机压缩进入冷凝器与水进行热量交换，冷凝器安装在储热水箱中。本发明通过将太阳能集热器、相变储能罐、热泵的组合，将白天富余的太阳能储存起来到晚上使用，热泵作为补充和备用热源，在太阳能和相变储能罐不足以将水加热到设定温度时开启，解决单纯依靠太阳能会造成热水器工作不稳定、热水供需不协调等问题，提高太阳能的热利用率，使热水器能在不同的天气情况下实现全天候不间断、稳定、连续的产生热水。



CN 108917195 A

1.一种相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，包括由控制器控制通断的第一加热管路、第二加热管路、第三加热管路以及第四加热管路：

所述第一加热管路包括通过管道顺次连接的风机、太阳能集热器、空气-水热交换器以及热泵蒸发器，所述空气-水热交换器设有空气入口、出水口和空气出口，所述出水口连接有储热水箱，所述空气出口与热泵蒸发器连接，所述热泵蒸发器通过管道与风机连接，所述储热水箱与空气-水热交换器通过管道连接；

所述第二加热管路包括通过管道顺次连接的风机、太阳能集热器、空气-水热交换器以及热泵蒸发器，所述空气-水热交换器的空气入口连接有相变储能罐，所述出水口与储热水箱连接，空气出口与热泵蒸发器连接，热泵蒸发器与风机通过管道连接，所述储热水箱与空气-水热交换器通过管道连接；

所述第三加热管路包括通过管道顺次连接的风机、相变储能罐、空气-水热交换器以及热泵蒸发器，所述出水口与储热水箱连接，所述空气出口与热泵蒸发器连接，热泵蒸发器与风机通过管道连接，所述储热水箱与空气-水热交换器通过管道连接；

所述第四加热管路包括由热泵蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀顺次连接组成的热泵，所述热泵蒸发器连接于空气-水热交换器的空气出口，所述冷凝器安装在储热水箱中。

2.根据权利要求1所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述第一加热管路还包括第一阀门以及第二阀门，所述第一阀门设于风机与太阳能集热器之间的管道上，所述第二阀门设于太阳能集热器与空气-水热交换器之间的管道上；所述第二加热管路包括第三阀门和第四阀门，所述第三阀门设于风机和第二阀门之间的管道上，所述第四阀门设于储热水箱和空气-水热交换器之间的管道上；所述第三加热管路还包括第五阀门，所述第五阀门设于风机和相变储能罐之间的管道上。

3.根据权利要求2所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述空气-水热交换器上连接有进水阀，所述储热水箱的底部设有热水阀和排污阀。

4.根据权利要求2所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述第一阀门、第二阀门、第三阀门、第四阀门及第五阀门均连接于控制器的输出端。

5.根据权利要求1所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述太阳能集热器由多个两端通过联箱并联的空气通道组成，所述空气通道由多根太阳能真空管通过尼龙棒串联组成。

6.根据权利要求5所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述太阳能集热器坐北朝南设置，太阳能集热器与水平面的夹角与所处纬度的地理位置一致。

7.根据权利要求1所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述相变储能罐内填充有相变温度范围为50℃~60℃的固-液相变材料。

8.根据权利要求6所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述固-液相变材料选自石蜡、三水合醋酸钠、十六烷酸、十八醇中的一种或多种。

9.根据权利要求1至8任一项所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述太阳能集热器的空气出口处设有第一温度传感器，所述相变储能罐的空气出口处设有第二温度传感器，所述储热水箱内设有第三温度传感器以及水位传感器，所述第一温度传感器、第二温度传感器、第三温度传感器、水位传感器连接有数据采集器，所述数据采集器连接于控制器的输入端。

10.根据权利要求1所述的相变储能式太阳能热水系统，其特征在于，所述风机为变频风机。

一种相变储能式太阳能热水系统

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能热利用的技术领域，更具体地，涉及一种相变储能式太阳能热水系统。

背景技术

[0002] 随着世界能源短缺问题的日益突出，太阳能利用变得越来越广泛，太阳能热水器在生产生活中越来越重要，在节能减排、环保等方面产生了良好的经济效益。常用生活热水供应温度标准为45～55℃之间，但由于太阳能受昼夜、季节、时间等自然因素的限制以及阴、晴、云、雨等随机因素的影响，使其工作时具有间歇性和随机性的特点。在寒冷地区，以水作为流动工质的太阳能热水器在夜间易出现水冻结，严重时会发生胀管事故，使热水器不能正常工作。另外，在太阳辐射良好的时候通常是热水消耗需求最少的时间段，而傍晚和晚上没有太阳时却是热水使用的高峰期，存在着明显地供需不协调问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的不足，提供一种相变储能式太阳能热水系统，采用太阳能加热为主，相变储能罐加热为辅，热泵作为备用和补充热源的方法，实现热水器在不同的天气情况下全天候不间断、稳定、连续的产生热水。

[0004] 为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：

提供一种相变储能式太阳能热水系统，包括由控制器控制通断的第一加热管路、第二加热管路、第三加热管路以及第四加热管路：

所述第一加热管路包括通过管道顺次连接的风机、太阳能集热器、空气-水热交换器以及热泵蒸发器，所述空气-水热交换器设有空气入口、出水口和空气出口，所述出水口连接有储热水箱，所述空气出口与热泵蒸发器连接，所述热泵蒸发器通过管道与风机连接，所述储热水箱与空气-水热交换器通过管道连接；

所述第二加热管路包括通过管道顺次连接的风机、太阳能集热器、空气-水热交换器以及热泵蒸发器，所述空气-水热交换器的空气入口连接有相变储能罐，所述出水口与储热水箱连接，空气出口与热泵蒸发器连接，热泵蒸发器与风机通过管道连接，所述储热水箱与空气-水热交换器通过管道连接；

所述第三加热管路包括通过管道顺次连接的风机、相变储能罐、空气-水热交换器以及热泵蒸发器，所述出水口与储热水箱连接，所述空气出口与热泵蒸发器连接，热泵蒸发器与风机通过管道连接，所述储热水箱与空气-水热交换器通过管道连接；

所述第四加热管路包括由热泵蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀顺次连接组成的热泵，所述热泵蒸发器连接于空气-水热交换器的空气出口，所述冷凝器安装在储热水箱中。

[0005] 本发明的相变储能式太阳能热水系统，第一加热管路主要采用太阳能加热：太阳能集热器吸收太阳辐射后加热来自风机的空气，太阳能集热器出口处的热空气进入空气-水热交换器对水进行加热，水被加热后流入储热水箱中储存起来，空气-水热交换器的空气

出口排出的空气通过管道进入热泵蒸发器，从热泵蒸发器出来的低温热空气通过管道重新回到风机内进行循环加热利用。第三加热管路采用相变储能罐加热：来自风机的空气直接进入相变储能罐中被加热，随后进入空气-水热交换器中将热量传递给水，空气-水热交换器空气出口排出的空气通过管道进入热泵蒸发器内，从热泵蒸发器出来的低温热空气通过管道重新回到风机内进行循环加热利用。第二加热管路以太阳能加热为主，以相变储能罐加热为辅的加热方式。第四加热管路采用热泵加热，热泵蒸发器与空气-水热交换器的空气出口连接，既可以利用来自空气-水热交换器的余热，也可从大气环境中吸收热量；制冷剂吸在蒸发器上吸收热量后经压缩机压缩进入冷凝器与水进行热量交换。本发明采用太阳能加热为主，相变储能罐加热为辅，热泵作为备用和补充热源的方法，实现热水器在不同的天气情况下全天候不间断、稳定、连续的产生热水。

[0006] 进一步地，所述第一加热管路还包括与控制器连接的第一阀门以及第二阀门，所述第一阀门设于风机与太阳能集热器之间的管道上，所述第二阀门设于太阳能集热器与空气-水热交换器之间的管道上；所述第二加热管路包括第三阀门和第四阀门，所述第三阀门设于风机和第二阀门之间的管道上，所述第四阀门设于储热水箱和空气-水热交换器之间的管道上；所述第三加热管路还包括第五阀门，所述第五阀门设于风机和相变储能罐之间的管道上。第一加热管路、第二加热管路、第三加热管路、第四加热管路之间的切换通过控制位于管道不同位置的第一阀门、第二阀门、第三阀门、第四阀门以及第五阀门的开关来实现。

[0007] 进一步地，所述空气-水热交换器上连接有进水阀，所述储热水箱的底部设有热水阀和排污阀。

[0008] 进一步地，所述第一阀门、第二阀门、第三阀门、第四阀门及第五阀门均连接于控制器的输出端。由控制器控制各阀门的开合，控制简单，操作便捷。

[0009] 进一步地，所述太阳能集热器由多个两端通过联箱并联的空气通道组成，所述空气通道由多根太阳能真空管通过尼龙棒串联组成。本发明的太阳能真空管为直通式太阳能真空管，为了保证能够满足用户用水量的需求，可自行增加直通式太阳能真空管的数量进行串联，也可根据当地的实际情况设计合理的相变储能罐的容量。

[0010] 进一步地，所述太阳能集热器坐北朝南设置，太阳能集热器与水平面的夹角与所处纬度的地理位置一致。坐北朝南及所处纬度的地理位置的设置便于太阳光的收集，以提高太阳能集热器的集热效率。

[0011] 进一步地，所述相变储能罐内填充有相变温度范围为50℃~60℃的固-液相变材料。由于常用生活热水供应温度标准为45℃~55℃，相变温度为50℃~60℃的固-液相变材料便于将水的温度加热至常用生活热水的供应温度。

[0012] 进一步地，所述固-液相变材料选自石蜡、三水合醋酸钠、十六烷酸、十八醇中的一种或多种。所选取的固-液相变材料选自一些常用的相变材料，但不局限于上述材料。

[0013] 进一步地，所述太阳能集热器的空气出口处设有第一温度传感器，所述相变储能罐的空气出口处设有第二温度传感器，所述储热水箱内设有第三温度传感器以及水位传感器，所述第一温度传感器、第二温度传感器、第三温度传感器、水位传感器连接有数据采集器，所述数据采集器连接于控制器的输入端。控制器根据数据采集器所采集到的数据进行开度大小调整及闭合控制。

[0014] 进一步地，所述风机为变频风机。本发明的变频风机能够根据采集到的太阳能集热器出口温度变化自动控制变频风机的转动频率，但这只是作为优选，并不是限制性的规定。

[0015] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

(1)本发明通过将太阳能集热器、相变储能罐、热泵进行有机的组合，将白天富余的太阳能储存起来到晚上使用，热泵作为补充和备用热源，在太阳能和储能罐不足以将水加热到设定温度时开启，解决单纯依靠太阳能会造成热水器工作不稳定、热水供需不协调等问题，提高太阳能的热利用率，使热水器能在不同的天气情况下实现全天候不间断、稳定、连续的产生热水。

[0016] (2)本发明能有效提高太阳能利用率，将多余的能量储存起来；另外也可以弥补太阳能的间歇性，在各种环境条件下连续运行。在控制方面达到智能化，系统可根据太阳能集热器出口空气温度的变化和时间设定来控制管道的流向，自动化程度高。

[0017] (3)本发明热泵蒸发器通过利用空气-水热交换器的余热可有效提高热泵的能效比，同时也以避免由于冬季环境温度过低而引起的热泵结霜问题。

附图说明

[0018] 图1为本发明相变储能式太阳能热水系统的原理示意图。

[0019] 图2为本发明相变储能式太阳能热水系统的结构示意图。

[0020] 附图中：1-风机；2-第一阀门；3-第五阀门；4-太阳能集热器；41-尼龙棒；42-太阳能真空管；43-联箱；5-第二阀门；6-第三阀门；7-相变储能罐；8-空气-水热交换器；9-进水阀；10-储热水箱；11-热泵蒸发器；12-压缩机；13-冷凝器；14-膨胀阀；15-排污阀；16-第四阀门；17-热水阀；18-数据采集器；19-热泵。

具体实施方式

[0021] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本专利的限制；为了更好地说明本发明的实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0022] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件；在本发明的描述中，需要理解的是，若有术语“上”、“下”、“左”、“右”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，因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明，不能理解为对本专利的限制，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的具体含义。

[0023] 实施例一

如图1至图2所示为本发明的相变储能式太阳能热水系统的第一实施例，包括由控制器控制通断的第一加热管路、第二加热管路、第三加热管路以及第四加热管路：

第一加热管路包括通过管道顺次连接的风机1、太阳能集热器4、空气-水热交换器8以及热泵蒸发器11，空气-水热交换器8设有空气入口、出水口和空气出口，出水口连接有储热

水箱10，空气出口与热泵蒸发器11连接，热泵蒸发器11通过管道与风机1连接，储热水箱10与空气-水热交换器8通过管道连接；

第二加热管路包括通过管道顺次连接的风机1、太阳能集热器4、空气-水热交换器8以及热泵蒸发器11，空气-水热交换器8的空气入口连接有相变储能罐7，出水口与储热水箱10连接，空气出口与热泵蒸发器11连接，热泵蒸发器11与风机1通过管道连接，储热水箱10与空气-水热交换器8通过管道连接；

第三加热管路包括通过管道顺次连接的风机1、相变储能罐7、空气-水热交换器8以及热泵蒸发器11，出水口与储热水箱10连接，空气出口与热泵蒸发器11连接，热泵蒸发器11与风机1通过管道连接，储热水箱10与空气-水热交换器8通过管道连接；

第四加热管路包括由热泵蒸发器11、压缩机12、冷凝器13、膨胀阀14顺次连接组成的热泵19，热泵蒸发器11连接于空气-水热交换器8的空气出口，冷凝器13安装在储热水箱中。

[0024] 本实施例中的风机1为变频风机1，能够根据采集到的太阳能集热器4出口温度变化自动控制变频风机1的转动频率，但这只是作为优选，并不是限制性的规定。

[0025] 本实施例在实施时，第一加热管路主要采用太阳能加热：太阳能集热器4吸收太阳辐射后加热来自风机1的空气，太阳能集热器4出口处的热空气进入空气-水热交换器8对水进行加热，水被加热后流入储热水箱10中储存起来，空气-水热交换器8的空气出口排出的空气通过管道进入热泵蒸发器11，从热泵蒸发器11出来的低温热空气通过管道重新回到风机1内进行循环加热利用。第三加热管路采用相变储能罐7加热：来自风机1的空气直接进入相变储能罐7中被加热，随后进入空气-水热交换器8中将热量传递给水，空气-水热交换器8空气出口排出的空气通过管道进入热泵蒸发器11内，从热泵蒸发器11出来的低温热空气通过管道重新回到风机1内进行循环加热利用。第二加热管路以太阳能加热为主，以相变储能罐7加热为辅的加热方式。第四加热管路采用热泵加热，热泵蒸发器11与空气-水热交换器8的空气出口连接，既可以利用来自空气-水热交换器8的余热，也可从大气环境中吸收热量；制冷剂吸在蒸发器11上吸收热量后经压缩机12压缩进入冷凝器13与水进行热量交换。

[0026] 其中，第一加热管路还包括与控制器连接的第一阀门2以及第二阀门5，第一阀门2设于风机1与太阳能集热器4之间的管道上，第二阀门5设于太阳能集热器4与空气-水热交换器8之间的管道上；第二加热管路包括第三阀门6和第四阀门16，第三阀门6设于风机1和第二阀门5之间的管道上，第四阀门16设于储热水箱10和空气-水热交换器8之间的管道上；第三加热管路还包括第五阀门3，第五阀门3设于风机1和相变储能罐7之间的管道上。空气-水热交换器8上连接有进水阀9，储热水箱的底部设有热水阀17和排污阀15。第一加热管路、第二加热管路、第三加热管路、第四加热管路之间的切换通过控制位于管道不同位置的第一阀门2、第二阀门5、第三阀门6、第四阀门16以及第五阀门3的开关来实现。

[0027] 太阳能集热器4的空气出口处设有第一温度传感器，相变储能罐7的空气出口处设有第二温度传感器，储热水箱10内设有第三温度传感器以及水位传感器，第一温度传感器、第二温度传感器、第三温度传感器、水位传感器连接有数据采集器18，数据采集器18连接于控制器的输入端。控制器根据数据采集器18所采集到的数据对相关阀门进行开度大小调整及闭合控制。

[0028] 如图1所示，太阳能集热器4由多个空气通道两端通过联箱43并联组成，空气通道由多根太阳能真空管42通过尼龙棒41串联组成。其中，太阳能集热器4坐北朝南设置，太阳

能集热器4与水平面的夹角与所处纬度的地理位置一致，提高太阳能集热器4的集热效率；相变储能罐7内填充有相变温度范围为50℃~60℃的固-液相变材料，便于将水的温度加热至常用生活热水的供应温度。本实施例中的固-液相变材料选自石蜡、三水合醋酸钠、十六烷酸、十八醇中的一种或多种。

[0029] 本实施例以设定加热温度为55℃，按一天的时间顺序进行说明：

在晴朗的白天，当早上太阳刚升起时，采用第一加热管路，具体步骤为：启动风机1，打开第一阀门2、第二阀门5，通风管道上的第三阀门6、第五阀门3处于关闭状态，太阳能集热器4吸收太阳辐射后加热来自风机1的空气，太阳能集热器4出口热空气进入空气-水热交换器8对水进行加热，水被加热后流入储热水箱10中储存起来，空气-水热交换器8的出口空气通过管道进入热泵蒸发器11，从热泵蒸发器11出来的低温热空气通过管道重新回到变频风机1内进行循环加热利用。当储热水箱10内的水温低于55℃时，打开第四阀门16，将储热水箱中10的水再次进入空气-水换热器8中进行加热。

[0030] 在晴朗的白天，当储热箱中的水温达到55℃后，打开第三阀门6，并逐渐减小第二阀门5的开度，使之逐渐切换到第二加热管路，具体步骤为：当相变储能罐7出口空气温度达到60℃时，完全关闭第二阀门5。太阳能集热器4吸收太阳辐射，加热来自变频风机1的空气，太阳能集热器4出口热空气先进入相变储能罐7中加热相变材料，然后进入空气-水换热器8与水进行换热，水被加热后流入储热水箱10中储存起来，空气-水热交换器8的出口空气进入热泵蒸发器11，从热泵蒸发器11出来的低温热空气通过管道重新回到变频风机1内进行循环加热利用。当储热水箱10内的水温低于55℃时，打开第四阀门16，将储热水箱10中的水再次进入空气-水换热器8中进行加热。

[0031] 当白天为连续的阴雨天时，采用第四加热管路或采用第一加热管路和第四加热管路同时工作的模式，具体步骤为：打开变频风机1、第一阀门2、第二阀门5、热泵19，关闭第五阀门3、第三阀门6，环境空气由变频风机1送入太阳能集热器4中进行加热，加热后的空气通过管道依次流经空气-水换热器8、热泵蒸发器11、变频风机1进行循环。开启热泵19，热泵蒸发器11吸收来自空气-水热交换器8中的空气余热，制冷剂吸在蒸发器11内吸收热量后经压缩机12压缩后进入冷凝器13与水进行热量交换，将储热水箱10中的水到55℃后热泵19暂停工作，由于热惯性水温会继续上升2～3℃，当储热水箱10中的水温降低到预设警戒温度时，热泵19重新启动，将储热水箱10中的水加热到55℃。

[0032] 在夜间，当相变储能罐7在白天进行过储能的情况下，采用第三加热管路，具体步骤为：打开第五阀门3，关闭通风管道上的第一阀门2、第二阀门5、第三阀门6，来自变频风机1的空气直接进入相变储能罐7中被加热，随后进入空气-水换热器8中将热量传递给水，空气-水热交换器8的出口空气通过管道进入热泵蒸发器11内，从热泵蒸发器11出来的低温热空气通过管道重新回到变频风机1内进行循环加热利用。当储热水箱10内的水温低于55℃时，打开第四阀门16，将储热水箱10中的水再次进入空气-水换热器8中进行加热。

[0033] 在夜间，当相变储能罐8出口温度低于50℃，同时需要供应热水时，采用第三加热管路和第四加热管路同时工作的方式，具体步骤为：打开第五阀门3、热泵19，关闭其他通风管路第一阀门2、第二阀门5、第三阀门6，空气通过变频风机1后依次流经相变储能罐7、空气-水换热器8、热泵蒸发器11，从热泵蒸发器11出来后经管道重新回到变频风机1内进行循环加热利用，热泵蒸发器11吸收来自空气-水热交换热器8的热空气余热后，到冷凝器13将

储热水箱10中的水加热到55℃。

[0034] 当需要使用热水时，用户打开热水阀17就可获得热水。当需要对储热水箱10进行清理时，打开排污水阀15进行清理。

[0035] 经过以上步骤，本发明能够将白天富余的太阳能储存起来到晚上使用，热泵作为补充和备用热源，在太阳能和相变储能罐不足以将水加热到设定温度时开启，解决单纯依靠太阳能会造成热水器工作不稳定、热水供需不协调等问题，提高太阳能的热利用率，使热水器能在不同的天气情况下实现全天候不间断、稳定、连续的产生热水。

[0036] 显然，本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

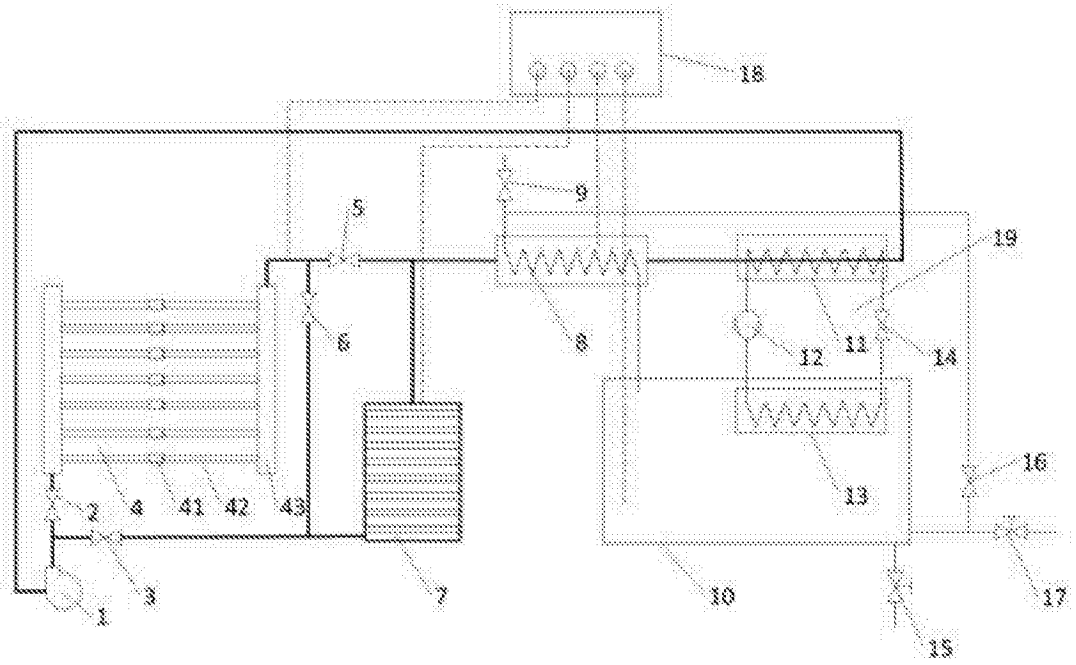


图1

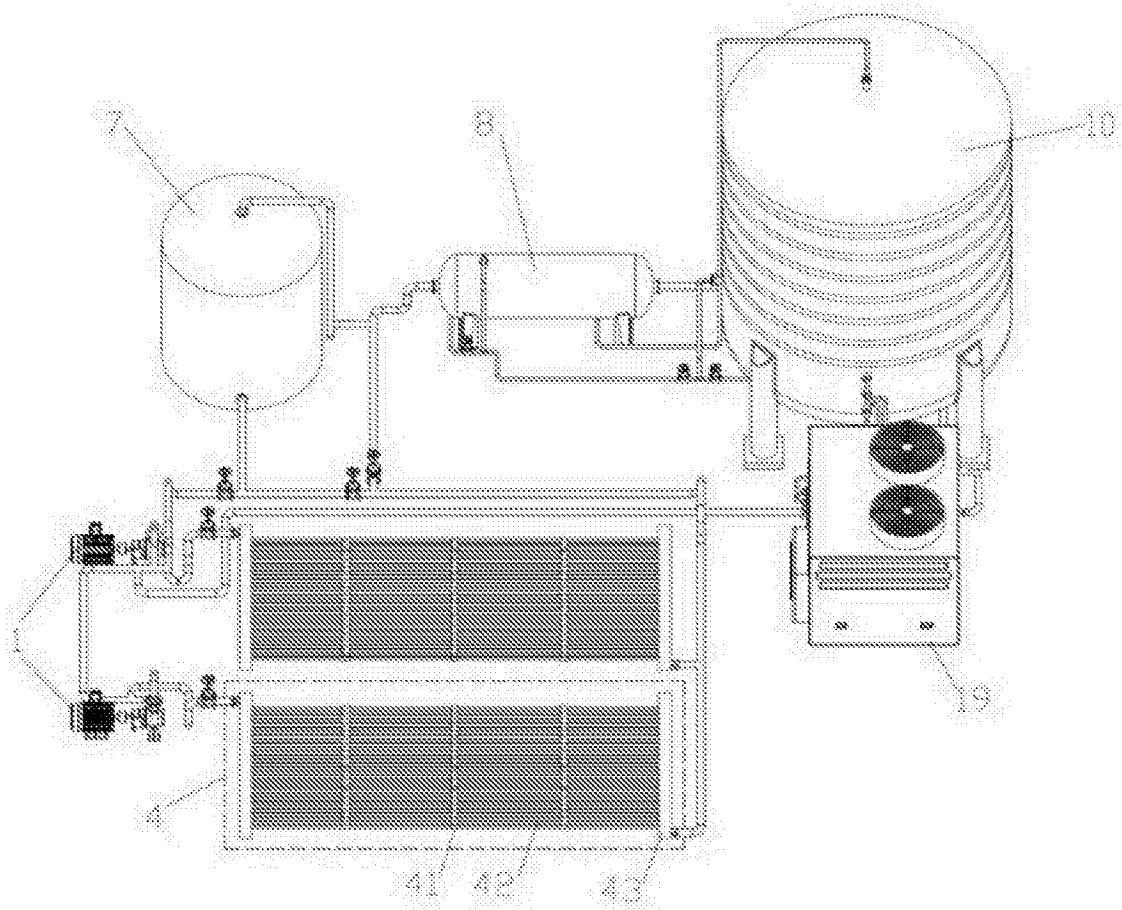


图2