



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206817585 U

(45)授权公告日 2017. 12. 29

(21)申请号 201720618312.8

(22)申请日 2017.05.31

(73)专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 张于峰 姚胜 邓娜 张高峰
董胜明 张彦 庞俊伟 吕梦一
孟艺伟

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 李丽萍

(51)Int.Cl.

F24D 3/18(2006.01)

F24J 2/00(2014.01)

F03G 6/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

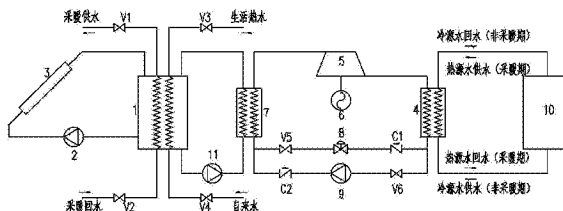
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)实用新型名称

热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统,包括太阳能热水系统,地源热泵低温发电一体化系统,供暖水系统与生活热水供应系统。其中太阳能热水系统由储水箱、第一水泵以及太阳能集热器等组成;地源热泵低温发电一体化系统由压缩膨胀双功能机头、永磁电动发电一体化电机、高低位侧换热器、膨胀阀、工质泵、两个单向阀、第二水泵与地下低位热源热汇系统等组成;供暖水系统由采暖供回水管路、储水箱与建筑供暖系统等组成;生活热水供应系统由自来水管路、生活热水供水管路、储水箱与建筑热水供应系统等组成。通过调整阀门的导通或关闭,实现在采暖期利用太阳能地源热泵供暖供热水,非采暖期利用太阳能发电并供热水。



1. 一种热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统,其特征在于,包括储水箱(1)、第一水泵(2)、太阳能集热器(3)、低位侧换热器(4)、压缩膨胀双功能机头(5)、永磁电动发电一体化电机(6)、高位侧换热器(7)、膨胀阀(8)、工质泵(9)、地下低位热源热汇系统(10)和第二水泵(11);

上述各设备和阀体之间通过连接管路连接,连接关系如下:

所述储水箱(1)内设有两路盘管,从而将所述储水箱(1)的腔体分为壳程、第一个管程和第二个管程,所述储水箱(1)的壳程设有两组进出口,所述太阳能集热器(3)的出口端经过所述储水箱(1)的壳程后经过所述第一水泵(2)后连接至所述太阳能集热器(3)的进口端,形成太阳能热水循环管路;所述储水箱(1)的壳程通过所述第二水泵(11)与高位侧换热器(7)的水侧连接,形成地源热泵热水循环管路;

所述储水箱(1)的第一管程串联在采暖供-回水管路上,所述储水箱(1)的第二管程串联在自来水管路与生活热水管路之间;采暖供水管路、采暖回水管路、自来水管路和生活热水管路上均设有截止阀;

所述压缩膨胀双功能机头(5)与所述永磁电动发电一体化电机(6)连接;所述低位侧换热器(4)的工质侧的出口端通过所述压缩膨胀双功能机头(5)后连接至所述高位侧换热器(7)的工质侧的进口端,所述高位侧换热器(7)的工质侧的出口端与所述低位侧换热器(4)的工质侧的进口端并联有第一旁路和第二旁路,其中,第一旁路上设有膨胀阀(8),第一旁路上,位于所述膨胀阀(8)的进口处设有一个截止阀(V5),位于所述膨胀阀(8)的出口处设有热泵单向阀(C1),从而形成地源热泵工质侧循环管路;第二旁路上设有工质泵(9),第二旁路上,位于所述工质泵(9)的进口处设有一个截止阀(V6),位于所述工质泵(9)的出口处设有发电单向阀(C2),从而形成低温发电工质侧循环管路;

所述低位侧换热器(4)的水侧串联在所述地下低位热源热汇系统(10)供-回水管路上。

热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于太阳能浅层地热能利用技术领域,尤其涉及一种热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着城市化建设的持续发展以及人们对居住、工作环境舒适性要求的不断提高,迎来了建筑行业的快速成长,建筑能耗呈现出持续上升的态势。我国建筑能耗占全社会终端能耗的比例已从20世纪70年代末的10%上升到30%左右。其中北方地区的冬季采暖为建筑能耗的主要部分,每年消耗约1.5亿吨标准煤以上。目前,供热采暖仍是以消耗化石燃料为主,使得温室气体及各种有害物质大量排放,生态环境不断受到威胁,也是采暖期雾霾天频繁出现的罪魁祸首,特别在城乡接合部与广大农村地区的原煤散烧,导致大范围的空气污染。因此,尽可能的利用清洁能源,加快提高清洁供暖比重已成为国家能源工作的新重点。

[0003] 太阳能取之不尽、用之不竭,无须开采和运输,是开发和利用新能源与可再生能源的重要内容,有着巨大的市场前景。我国太阳能资源十分丰富,三分之二的地区年辐射总量大于 $5020\text{MJ}/\text{m}^2$,年日照时数在2200h以上,具有有效开发利用的良好条件。低温太阳能的热利用是最直接的方案,发展也最为迅速,太阳能热水器、采暖技术等越来越受到人们的重视。我国主要采暖区在北方,又恰好是太阳能资源比较丰富的地区。尤其是在需要采暖的季节,晴天比较多,为太阳能采暖提供了基本的条件。太阳能采暖是指以太阳能作为采暖系统的热源,利用太阳能集热器将太阳能转化为热能,供给建筑物冬季采暖。与单纯的太阳能热水供应相比,我国太阳能供热采暖技术以及工程应用水平较低。大多以优先发展被动式太阳能采暖为主,而主动式太阳能采暖系统在我国的发展一直比较缓慢,其工程应用仍处于起步阶段。这主要是由于太阳能能流密度低,日照时间有限,易受气候的影响,且冬夏能量不均衡,造成传统的太阳能采暖系统运行温度低,集热器安装面积大,需要增设辅助热源,蓄能困难与非采暖期热量过剩等问题,都直接或间接的影响到其运行的经济性及其可靠性。

[0004] 此外,近年发展起来的地源热泵作为一种利用可再生能源的暖通空调技术,为电能采暖开辟了一条新途径。所谓地源热泵是指以岩土体、地下水或地表水为低温热源,由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。地源热泵可以一机多用,应用范围广,运行效率高,维护费用低,环境效益显著,因此在2005年后,随着我国对可再生能源应用与节能减排工作的不断加强,地源热泵系统的应用进入了爆发式的快速发展阶段。截止2013年,住建部公布的示范项目达到324个,以北方供热居多,各种类型建筑以及热泵形式都有应用,但大多用于城市城郊,农村很少。地源热泵的单独运行存在着冷热不平衡与初投资较高两个重要的缺点。地源热泵的应用必须要遵循因地制宜的原则,对全年冷、热负荷不均的地区,需做经济性技术分析,确定是否要增设辅助热源或冷源,使两者合理匹配,以保证整个系统高效、经济的运行。避免因冷热负荷不均,地源热泵向地下排放和吸收的热量不等,长期运行造成地下环境偏离原有的平衡状态,形成冷热岛效应,降低系统的运

行效率,甚至不能正常运行。此外,地源热泵系统尽管运行费运低,但初投资较高,因此如何合理的降低初投资及运行费用也是地源热泵系统应用中值探讨的问题。

实用新型内容

[0005] 我国建筑采暖区主要集中在严寒和寒冷地区,包括东北、华北和西北等地区,其面积约占我国国土面积的70%。为了探寻适宜于广大北方地区的新型采暖技术和替代能源,将热水型太阳能采暖、地源热泵、低温发电技术有机的耦合在一起,构成太阳能浅层地热能综合利用系统,实现太阳能资源全年范围内最大化及跨季节的利用,采暖期采暖,非采暖期发电储能,同时还可以根据需要提供生活热水。有效的解决传统太阳能采暖系统中运行温度低,集热器安装面积大,需要增设辅助热源,蓄能困难与非采暖期热量过剩等技术难点,以及地源热泵采暖系统中冷热不平衡与初投资较高的问题。

[0006] 为了解决上述技术问题,本实用新型提出的一种热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统,包括储水箱、第一水泵、太阳能集热器、低位侧换热器、压缩膨胀双功能机头、永磁电动发电一体化电机、高位侧换热器、膨胀阀、工质泵、地下低位热源热汇系统和第二水泵;上述各设备和阀体之间通过连接管路连接,连接关系是:所述储水箱内设有两路盘管,从而将所述储水箱的腔体分为壳程、第一个管程和第二管程,所述储水箱的壳程设有两组进出口,所述太阳能集热器的出口端经过所述储水箱的壳程后经过所述第一水泵后连接至所述太阳能集热器的进口端,形成太阳能热水循环管路;所述储水箱的壳程通过所述第二水泵与高位侧换热器的水侧连接,形成地源热泵热水循环管路;所述储水箱的第一管程串联在采暖供-回水管路上,所述储水箱的第二管程串联在自来水管路与生活热水管路之间;采暖供水管路、采暖回水管路、自来水管路和生活热水管路上均设有截止阀;所述压缩膨胀双功能机头与所述永磁电动发电一体化电机连接;所述低位侧换热器的工质侧的出口端通过所述压缩膨胀双功能机头后连接至所述高位侧换热器的工质侧的进口端,所述高位侧换热器的工质侧的出口端与所述低位侧换热器的工质侧的进口端并联有第一旁路和第二旁路,其中,第一旁路上设有膨胀阀,第一旁路上,位于所述膨胀阀的进口处设有一个截止阀,位于所述膨胀阀的出口处设有热泵单向阀,从而形成地源热泵工质侧循环管路;第二旁路上设有工质泵,第二旁路上,位于所述工质泵的进口处设有一个截止阀,位于所述工质泵的出口处设有发电单向阀,从而形成低温发电工质侧循环管路;所述低位侧换热器的水侧串联在所述地下低位热源热汇系统供-回水管路上。

[0007] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果是:

[0008] 本实用新型提出的热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统利用热水型太阳能采暖、地源热泵以及有机朗肯循环低温发电技术的有机耦合,构成太阳能浅层地热能综合利用系统。实现在采暖期采暖,非采暖期实施太阳能热发电并向地下储能,同时还可以根据需要全年提供生活热水的功能。其主要有益效果如下:

[0009] 1. 热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统利用太阳能与浅层地热能实现采暖期采暖,非采暖期发电,全年供热水的建筑需求,是适宜于我国广大北方地区采暖的可再生能源新型应用技术,可有效的改善传统采暖方式给我国能源与环境带来的双重压力。同时地源热泵与低温发电系统的有机耦合,也降低了常规的太阳能地源热泵复合式采暖系统的初投资以及设备长期闲置带来的能源浪费和经济损失。

[0010] 2. 热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统有效的解决了由于太阳能能流密度低,日照时间有限,易受气候的影响,且冬夏能量不均衡,造成的传统太阳能采暖系统运行温度低,集热器安装面积大,需要增设辅助热源,蓄能困难与非采暖期热量过剩等问题。例如,若建筑采暖末端选用普通散热器,供热温度要求在70℃以上,而市场上大量销售的太阳能集热器,冬季集热温度一般在50~70℃之间。因此,常规的太阳能采暖系统末端形式大多选用供水温度要求更低的地板辐射系统或者是水-空气处理设备,但造价相对较高。但是本系统可以通过调控地源热泵的运行状态,适时的调节储水箱的热水温度,使采暖供水达到各种末端设备的温度要求;太阳能采暖往往需要较大面积的太阳能集热器,但对于大部分建筑却没有足够的位置来安装能够担负起整栋建筑负荷的太阳能集热器,这就需要增设辅助热源,常用的有电加热,燃煤、燃气、燃柴草锅炉,热泵加热等,致使系统的太阳能保证率相对较低,且没有实现真正意义上的可再生能源采暖。而本系统以地源热泵作为太阳能采暖系统的第二热源,是利用太阳能与浅层地热能的纯清洁能源采暖技术。在非采暖期,利用低温发电技术将太阳能储存在浅层地热能中,而在采暖期,利用地源热泵将储存在地下的太阳能提取出来供给采暖,实现低面积大负荷的太阳能集热器采暖技术。因此可以根据建筑实际情况,极大的减少太阳能集热器的安装面积;配套的蓄能技术不成熟是我国太阳能采暖系统发展缓慢的重要原因。而本系统根据建筑实际降低了太阳能保证率,主要利用地源热泵与太阳能同时进行采暖,使得整个采暖过程可控可调,无须太阳能蓄能装置,系统可靠性高;太阳能季节能量不均衡,会造成非采暖期热量的大量浪费,还会给系统造成损害。因此,非采暖季热量过剩严重影响了太阳能采暖事业的发展。而本系统基于有机朗肯循环利用非采暖期太阳能集热器中产生的大量低温热水输出清洁电能供给建筑使用,并将剩余的热量存储在浅层地热能中,以备采暖期建筑采暖所需,实现了太阳能的最大化、跨季节应用,也彻底解决了非采暖期热量过剩带来的困扰。

[0011] 3. 热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统有效的解决了传统地源热泵采暖系统单独运行冷热不平衡与初投资较高的缺点。例如,我国建筑采暖区主要集中在严寒和寒冷地区,建筑热负荷往往大于冷负荷,甚至很多地区都没有制冷需求,再加上部分建筑的生活热水需求,造成建筑热负荷明显大于冷负荷。如果单独的利用地源热泵进行建筑采暖,将严重导致地下收支热量不等,长期运行造成地下环境偏离原有的平衡状态,形成冷热岛效应,降低系统的运行效率,甚至不能正常运行。而本系统将太阳能采暖、地源热泵与低温发电技术进行有机耦合,合理设计,使得向地下排放和吸收的热量相等,以免造成浅层地热能的污染,保证整个系统高效、经济的运行;此外,与单独运行的地源热泵供暖系统相比,本系统初投资相对较低,在非采暖期还可以得到清洁电能供建筑使用。

附图说明

[0012] 图1是本实用新型热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统示意图;

[0013] 图中:

- | | | | |
|--------|---------------|-------------|---------------|
| [0014] | 1-储水箱 | 2-第一水泵 | 3-太阳能集热器 |
| [0015] | 4-低位侧换热器 | 5-压缩膨胀双功能机头 | 6-永磁电动发电一体化电机 |
| [0016] | 7-高位侧换热器 | 8-膨胀阀 | 9-工质泵 |
| [0017] | 10-地下低位热源热汇系统 | 11-第二水泵 | V1~V6-均为截止阀 |

[0018] C1-热泵单向阀

C2-发电单向阀

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型技术方案作进一步详细描述,所描述的具体实施例仅对本实用新型进行解释说明,并不用以限制本实用新型。

[0020] 本实用新型的设计思路是:将热水型太阳能采暖、地源热泵以及有机朗肯循环低温发电技术有机的耦合在一起,构成太阳能浅层地热能综合利用系统,完成太阳能和浅层地热能的热量输出或储存,实现采暖期采暖,非采暖期发电和储能的全年运行方式,同时还可以根据需要全年提供生活热水,实现太阳能资源全年范围内最大化及跨季节的利用。采暖期利用太阳能与浅层地热能的供暖过程,实现浅层地热能的降温,为后续太阳能热发电系统提供优质的冷源;在非采暖期利用太阳能的热发电过程,向地下储热,为下一个采暖期地源热泵提供优质的低位热源。相比于传统的太阳能和地源热泵采暖系统,该系统具备供热与发电的双重功能,可全年运行,同时确保了设备长年运行中地源体系的冷热平衡,并达到产能的效果。

[0021] 如图1所示,本实用新型提出的一种热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统,包括储水箱1、第一水泵2、太阳能集热器3、低位侧换热器4、压缩膨胀双功能机头5、永磁电动发电一体化电机6、高位侧换热器7、膨胀阀8、工质泵9、地下低位热源热汇系统10和第二水泵11。

[0022] 上述各设备和阀体之间通过连接管路连接,连接关系如下:

[0023] 所述储水箱1内设有两路盘管,从而将所述储水箱1的腔体分为壳程、第一个管程和第二管程,所述储水箱1的壳程设有两组进出口,所述太阳能集热器3的出口端经过所述储水箱1的壳程后经过所述第一水泵2后连接至所述太阳能集热器3的进口端,形成太阳能热水循环管路;所述储水箱1的壳程通过所述第二水泵11与高位侧换热器7的水侧连接,形成地源热泵热水循环管路。

[0024] 所述储水箱1的第一管程串联在采暖供-回水管路上,所述储水箱1的第二管程串联在自来水管路与生活热水管路之间;采暖供水管路设有截止阀V1,采暖回水管路设有截止阀V2,自来水管路设有截止阀V3,生活热水管路上设有截止阀V4。

[0025] 所述压缩膨胀双功能机头5与所述永磁电动发电一体化电机6连接;所述低位侧换热器4的工质侧的出口端通过所述压缩膨胀双功能机头5后连接至所述高位侧换热器7的工质侧的进口端,所述高位侧换热器7的工质侧的出口端与所述低位侧换热器4的工质侧的进口端并联有第一旁路和第二旁路,其中,第一旁路上设有膨胀阀8,第一旁路上,位于所述膨胀阀8的进口处设有一个截止阀V5,位于所述膨胀阀8的出口处设有热泵单向阀C1,从而形成源热泵工质侧循环管路;第二旁路上设有工质泵9,第二旁路上,位于所述工质泵9的进口处设有一个截止阀V6,位于所述工质泵9的出口处设有发电单向阀C2,从而形成低温发电工质侧循环管路;

[0026] 所述低位侧换热器4的水侧串联在所述地下低位热源热汇系统10供-回水管路上。

[0027] 需要强调的是本实用新型中的压缩膨胀双功能机头5主要是利用活塞机、涡旋机、螺杆机以及离心机等设备的正反转运行实现工质的压缩与膨胀过程。永磁电动发电一体化电机6是利用永磁电机的正反转功能来实现驱动与发电过程。例如,当永磁电机沿正方向转

动驱动机头做功时,压缩膨胀双功能机头进行压缩过程,系统进入热泵运行模式。反过来,当压缩膨胀双功能机头2以反方向运行进行膨胀过程时,便可推动永磁电机实施发电,系统进入发电运行模式。

[0028] 综上,本实用新型的热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统可以分为太阳能热水系统,地源热泵低温发电一体化系统,供暖水系统以及生活热水供应系统等四个主要部分。其中太阳能热水系统主要由储水箱1、第一水泵2以及太阳能集热器3等组成;地源热泵低温发电一体化系统由低位侧换热器4,压缩膨胀双功能机头5,永磁电动发电一体化电机6,高位侧换热器7,膨胀阀8、工质泵9、两个单向阀、第二水泵11以及地下低位热源热汇系统10等组成;供暖水系统由采暖供回水管路、储水箱1以及建筑供暖系统等组成;生活热水供应系统则由自来水管路、生活热水供水管路、储水箱1以及建筑热水供应系统等组成。

[0029] 在采暖期,地源热泵低温发电一体化系统以地源热泵模式运行,从地下低位热源(土壤、地下水、地表水等)中提取热量并提高其品位,联合低温太阳能集热器为建筑物供暖,同时可供给生活热水。而在非采暖期,系统转为低温发电运行模式,在保证用户生活热水的前提下,以土壤、地下水、地表水等浅层地热能为冷源(热汇),将太阳能集热器中吸收的低温热能通过有机朗肯循环一部分转化为电能供建筑使用,同时将冷凝器中释放的热量储存在地下,弥补采暖期的热量损失,确保地下热量收支平衡,避免形成地下冷热岛效应,污染浅层地热能。

[0030] 利用如图1所示的热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统,通过调整阀门的导通或关闭,实现在采暖期利用太阳能地源热泵供暖供热水,在采暖期利用太阳能发电提供热水;即,在采暖期,关闭第二旁路上的截止阀V6,同时,打开其他五个截止阀,即V1至V5,进入太阳能地源热泵供暖供热水模式运行;在非采暖期,关闭设置在采暖供水管路上的截止阀V1、采暖回水管路截止阀V2和第一旁路上的截止阀V5,同时,打开其他三个截止阀,即V3、V4和V6,进入热水型太阳能发电供热水模式运行。

[0031] 实现太阳能地源热泵供暖供热水运行的步骤是:

[0032] 启动第一水泵2将储水箱1中的水打入太阳能集热器3中吸热升温后送回储水箱1,完成太阳能热水循环;同时,启动永磁电动发电一体化电机6以电动模式运行驱动压缩膨胀双功能机头5以压缩模式运行将低位侧换热器4中产生的干饱和气态有机工质加压升温后进入高位侧换热器7中放热凝结为饱和液体,经过第一旁路上的截止阀V5,进入膨胀阀8降压降温为低干度湿蒸气,然后,再经过热泵单向阀C1后被引入到低位侧换热器4中吸热蒸发为干饱和蒸气,完成地源热泵工质侧循环;在地源热泵的低位水侧,地下低位热源热汇系统10制备的低位热源水通过热源水供水管路进入低位侧换热器4放热降温后从热源水回水管路回到地下低位热源热汇系统10完成循环;在地源热泵的高位水侧,启动第二水泵11,将储水箱1中的水打入高位侧换热器7中吸热升温后送入储水箱1完成地源热泵热水循环;采暖回水经过截止阀V2进入储水箱1中的第一管程吸热升温后经过截止阀V1排出为采暖供水,完成供暖水循环;自来水经过截止阀V4进入储水箱1中的第二管程吸热升温后经过截止阀V3排出提供生活热水。

[0033] 实现热水型太阳能发电供热水运行的步骤是:

[0034] 启动第一水泵2将储水箱1中的水打入太阳能集热器3中吸热升温后送回储水箱1完成太阳能热水循环,用于低温发电与生活热水供应;启动工质泵9,低位侧换热器4中产生

的饱和液态有机工质经过截止阀(V6)进入工质泵9被加压升温后,经过发电单向阀C2打入高位侧换热器7中吸热蒸发为高压高温的干饱和蒸气,进入压缩膨胀双功能机头5以膨胀模式运行,同时驱动永磁电动发电一体化电机6以发电模式运行产生电能并输出,膨胀后的低压低温气态工质进入低位侧换热器4中凝结为饱和液体完成低温发电工质侧循环;在低温发电低位水侧,地下低位热源热汇系统10制备的低位冷源水通过冷源水供水管路进入低位侧换热器4吸热升温后从冷源水回水管路回到地下低位热源热汇系统10完成循环;在低温发电高位水侧,启动第二水泵11将储水箱1中的水打入高位侧换热器7中放热降温后送回储水箱1,完成低温发电热水循环;自来水经过截止阀V4进入储水箱1中的第二管程吸热升温后经过截止阀V3排出提供生活热水。

[0035] 研究材料:以沈阳市为例,本实用新型热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统全年内产生的经济以及环境效益分析如下。

[0036] 沈阳市位于东经 123.4° ,北纬 41.8° ,是我国太阳能资源丰富的地区,水平面上全年辐射量在 $3780\sim 5040\text{MJ}/\text{m}^2$ 之间,相当于 $129\sim 172\text{kg}$ 标准煤燃烧所发出的热量。当地纬度倾角平面年平均日辐射量为 $14.98\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,当地纬度倾角平面十二月的月平均日辐射量为 $11.437\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。沈阳市属于我国建筑气候分区的严寒地区,设计计算用供暖期天数为152天。

[0037] 由于不同建筑类型对于生活热水的需求不尽相同,因此本次计算中不涉及生活热水的供应。在确保地源热泵低温发电一体化系统向地下排放与吸收热量相等的前提下,以倾角等于当地纬度倾角平面上的月平均日辐射量进行 100m^2 太阳能集热器采光面积热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统采暖期供热量、非采暖期发电量的计算。其中基于采光面积的太阳能集热器工作效率取 50% ;管路和水箱的热损失率为 10% ;根据课题组相关实验结果取低温发电运行模式机组的发电效率为 6% ;地源热泵运行模式机组的供热系数为 4.0 ;沈阳市现有建筑耗热量指标为 $32.61\text{W}/\text{m}^2$;供热计量价格每千瓦时 0.25 元;用电电价每千瓦时 0.50 元;太阳能热发电上网电价为每千瓦时 1.15 元;此外,热力与标准煤的折算系数按热量当量值进行计算,而电力的折标系数则根据电力行业2016年度发展报告取 $0.315\text{kg}/(\text{kW}\cdot\text{h})$,同时取单位标煤 CO_2 排放量为 $2.65\text{kg}/\text{kg}$, SO_2 排放量为 $1.49\text{g}/\text{kg}$, NO_x 排放量为 $1.37\text{g}/\text{kg}$ 。相关计算结果表1所示。

[0038] 表1热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统经济及环境效益计算结果

[0039]

时期	天数 (d)	得热量 (kW·h)		发电量 (kW·h)		耗电量 (kW·h)	经济 收益 (元)	节省 标煤 (kg)	减排 CO_2 (kg)	减排 SO_2 (g)	减排 NO_x (g)
		太阳能	地源热泵	低温发电	地源热泵						
采暖期	152	21730	58425			14606	12736	5245	13899	7815	7186
非采暖期	213	46616		2797			3217	881	2335	1313	1207
全年	365	68346	58425	2797		14606	15953	6126	16234	9128	8393

[0040] 从表1可以得出,以沈阳市为例,对于 100m^2 太阳能集热器采光面积,本实用新型提出的热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统采暖期供热量为 $76111\text{kW}\cdot\text{h}$,可满足 674m^2 建筑面积的采暖需求。相比于传统的集中供暖系统,该系统全年经济收益总值为 15952 元(全年经济收益总值=采暖期供热节省费用-采暖期地源热泵耗电费用+非采暖期低温发电产生的电能收益),节省标煤 6126kg , CO_2 、 SO_2 、 NO_x 减排量分别为 16234kg 、 9128g 、

8393g。可见,热水型太阳能浅层地热能热电联产一体化系统的实施将会带来巨大的经济与环境效益。

[0041] 尽管上面结合附图对本实用新型进行了描述,但是本实用新型并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本实用新型的启示下,在不脱离本实用新型宗旨的情况下,还可以做出很多变形,这些均属于本实用新型的保护之内。

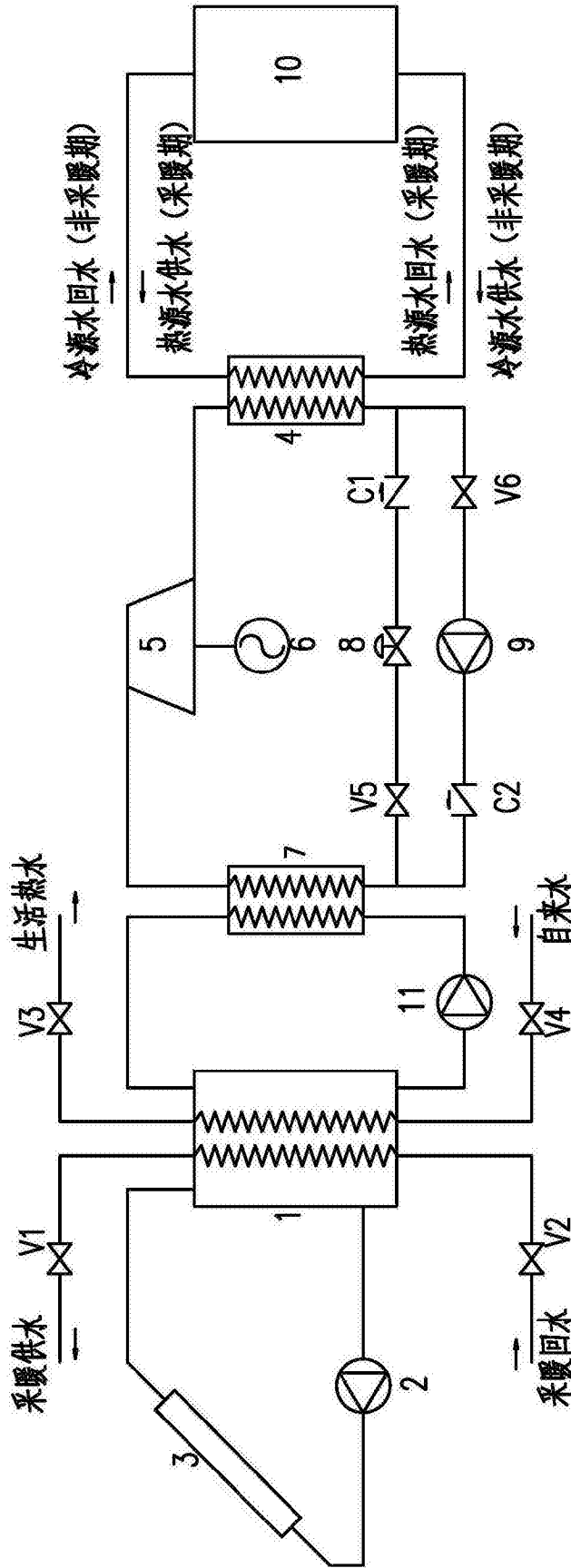


图1