

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101738001 A

(43) 申请公布日 2010. 06. 16

(21) 申请号 200910201392. 7

(22) 申请日 2009. 12. 18

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 明岗 夏才初 吴喜平

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 吴林松

(51) Int. Cl.

F25B 29/00(2006. 01)

F24J 2/00(2006. 01)

F24J 3/08(2006. 01)

F24F 5/00(2006. 01)

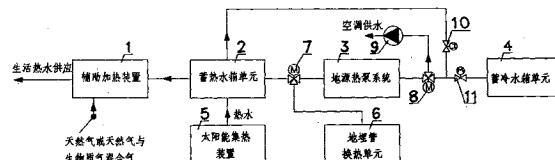
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合能量系统

(57) 摘要

一种太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合能量系统，包括空调、生活热水供应设备、还包括太阳能集热装置，蓄热水箱单元，蓄冷水箱单元，地源热泵系统的其中一种或几种（以下简称主机），地埋管热交换器，辅助加热装置、循环水泵、第一电动三通阀、第二电动三通阀、第一电动两通阀、第二电动两通阀，通过循环水泵与空调连通，通过辅助加热装置与生活热水供应设备连通。本发明充分利用太阳能、地热能、生物质能等可再生能源，将地源热泵空调系统、太阳能热水系统与水蓄冷系统巧妙结合，构成了生活热水系统、地源热泵和水蓄冷空调系统等相结合的综合化的能源系统，同时与建筑整体充分融合，最大可能地减小了占地和投资，使系统的能效和经济性大为提高。



1. 一种太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合能量系统,其特征在于:包括简称为主机的太阳能集热装置、蓄热水箱单元、蓄冷水箱单元、地源热泵系统的其中一种或几种;地埋管热交换器,辅助加热装置、循环水泵、第一电动三通阀、第二电动三通阀、第一电动两通阀、第二电动两通阀,通过循环水泵与空调连通,通过辅助加热装置与生活热水供应设备连通;第一电动三通阀三端分别接蓄热水箱单元、地源热泵系统和地埋管热交换器,第二电动三通阀三端分别接地源热泵系统、循环水泵和第二电动两通阀,第一电动两通阀两端分别接蓄热水箱单元以及第二电动三通阀和第二电动两通阀,第二电动两通阀两端分别接蓄冷水箱单元以及第二电动三通阀和第一电动两通阀;蓄热水箱单元分别与辅助加热装置、太阳能集热装置、第一电动三通阀和第一电动两通阀相接。

2. 根据权利要求 1 所述的复合能量系统,其特征在于:所述地埋管热交换器采用与建筑连续墙及桩基埋管结合的结构地埋管热交换器。

3. 根据权利要求 1 所述的复合能量系统,其特征在于:所述辅助加热装置采用天然气及生物质气的混合气为燃料。

4. 根据权利要求 1 所述的复合能量系统,其特征在于:所述蓄冷水箱采用与建筑消防水池合用的形式。

5. 权利要求 1 所述的太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合能量系统的应用,其特征在于:夏季夜晚,主机利用低谷电力将冷量蓄存于蓄冷水箱中,同时散热侧将热量优先蓄存于蓄热水箱中,多余的热量或冷量通过地埋管热交换器排于地下;白天空调高峰时段,优先释放蓄冷的冷量,不足的空调负荷由地源热泵主机制冷补足,同时太阳能集热器蓄热,进一步提高蓄热水箱中的热水温度,最后通过辅助加热装置提供温度稳定的热水。

6. 权利要求 1 所述的太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合能量系统的应用,其特征在于:冬季夜晚,主机利用低谷电力将热量蓄存于蓄热水箱中,同时冷端侧冷量通过地埋管热交换器排于地下;白天空调高峰时段,优先释放蓄热水箱的热量,不足的空调负荷由地源热泵主机制热补足,同时太阳能集热器蓄热,进一步提高蓄热水箱中的热水温度,最后通过辅助加热装置提供温度稳定的热水。

## 一种太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合能量系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于能源领域,涉及能源产生系统,尤其是可再生的能源系统。

### 背景技术

[0002] 地源热泵利用地下土壤或临近处水源温度相对恒定,热容量较高的特点,在夏季将空调制冷循环所需排放的热量排到地下,在冬季将空调制冷循环所需吸收的热量又从土壤或临近处水源中取出,达到同时提高冬夏季制冷制热效率的目的。当前,国内土壤源地源热泵发展最快,最大单项工程使用建筑面积已达13万平方米。统计数据表明,2005年,我国地源热泵系统的应用面积约为3000万平方米,这一数字到了2007年上升至8000万。2008年我国地源热泵系统新增的应用面积在3000万平方米以上,我国地源热泵市场的发展的速度超乎想象。地源热泵在发展中也遇到负荷不平衡,占地大等问题,单考地源热泵系统本身增加辅助散热的解决办法不仅投资大,而且也不节能,因此必须探索更佳的方案。

[0003] 在市场经济发展、国家经济结构调整下,电网用电结构发生了很大变化,空调、制冷已成为高峰用电的主要对像,尤其是在夏季,空调的大量使用使得原本已是波浪型电力负荷的高峰时段负荷激增,高峰与低谷间的电力负荷差日趋增大。我国目前电力供应状况存在着三个主要矛盾:1)与国际水平相比,装机容量远高于发达国家,水平与发电力机组年负荷率远低于发达国家水平的矛盾;2)在全国范围内,发电机组装机容量高与设备和电网使用率低之间的矛盾;3)大多数城市电网高峰电力不够用,低谷电力用不了的矛盾。几个发达国家平均年负荷率为66.6%,我国目前尚不足57%(2004年为56.7%),差距十分明显。上述数据说明,我国火电机组平均利用小时数较低,据不完全统计,全国近20多GW装机仅在负荷高峰运行数百小时,造成发电资源很大闲置。

[0004] 蓄冷技术是利用电网电价低谷时段,用制冷机把冷量预先蓄存起来,待用电高峰时释放以消减用电高峰时的耗电量,起到对电力负荷“削峰填谷”的作用。当前能大规模工程应用的蓄冷技术主要有冰蓄冷和水蓄冷,冰蓄冷利用冰的相变潜热来蓄冷,因此,蓄冷装置小,容易实现大温差供冷,但是由于需要制冷的温度低,因此不仅需要同时制冰和供冷冻水的“双工况”制冷机组,而且制冰时由于较低的蒸发温度导致制冷效率下降明显,耗电量增加,时常被指责为“省钱不省电”。水蓄冷没有冰蓄冷制冷效率明显下降的问题,但由于显热蓄冷温差小,因此需要较大的蓄冷水池。尽管蓄冷技术本身并不减小能量消耗,反而会使能耗有不同程度的增加,但由于它通过平衡电网负荷,能提高电力负荷低谷时电厂的平均发电效率,减小在电力高峰时在电网线路上的输送损失,因此,从整体上对节能具有重要的积极作用。

[0005] 中国是世界上最大的太阳能热水器生产国和消费国,年产量接近1200万平方米(按集热面积计算),2004年累计安装量达到6000万平方米。同时中国也正在开拓太阳能热水器的出口市场。在过去的6年里,中国太阳能热水器生产的年平均增长率达到了28%,2004年总产值接近20亿美元。作为比较,2003年欧盟15个国家仅生产了140万平方米的太阳能热水系统,累计安装量也只有1400万平方米。在世界范围内,国际能源机构(IEA)的

一项研究提供的 2001 年统计数据表明,全球总计太阳能集热器的安装面积为 1 亿平方米,排在前位的国家是中国(3200 万平方米)、美国(2340 万平方米)、日本(1210 万平方米)和欧洲(1120 万平方米)。同有些国家相比,如奥地利、希腊和以色列,中国太阳能热水器的相对市场份额(以每千户所拥有集热器面积计算)仍然较小。如果中国四分之一的居民用上太阳能热水器,2020 年将为整个产业带来 2.7 亿平方米的市场,这也是中国政府的目标。无论是光伏还是太阳能热水器产业,将来的主流趋势是发展太阳能一体化建筑技术。建筑一体化系统的美观,从城市环境角度来看,广大的消费者和市政都愿意接受这些技术。随着能源价格的上升及公共需求的增加,特别是在当前建筑业非常景气的时期,开发商在设计和建设阶段已经开始考虑安装太阳能热水器。有关技术标准,建筑规范及测试和认证中心等政府项目也在帮助这个产业走向成熟。太阳能热水器在技术成熟地区已与传统热水器展开全面竞争。太阳能应用中主要的问题是不稳定,随白天夜晚、天晴下雨、夏季冬季等因素变化很大,需要其它形式的能源作为补充。

[0006] 目前还未见采用本专利的方法:将能源系统与建筑整体充分融合,运用与建筑连续墙及桩基埋管等结构地埋管热交换器,在不需要空调的时段利用“谷电”进行蓄冷,并将地下的日间排热量及时转化为生活热水系统的热量,既“冷热两头”都加以利用,提高了能量利用效率,又缓解了地温累积升高带来的地源系统效率下降及日间电力峰值负荷与夜间电力低谷负荷差日益扩大的问题;同时,把蓄冷水箱和消防水池合用,使水蓄冷占地较大的缺点得到了弥补。整个能量系统不仅占地少,而且充分利用太阳能、地热能、生物质能等可再生能源,将生活热水系统和空调系统复合,系统效率大大提高。

## 发明内容

[0007] 本发明目的是设计出一种具有高能效的可再生能源系统,它将太阳能光热、水蓄冷和地源热泵空调等技术与建筑的有机结合、融为一体,综合利用新能源(如太阳能、生物质能及地热能等),实现夏季制冷冬季采暖、四季供应热水,能使建筑的能效大大提高,具有显著的社会经济环境效益。

[0008] 为达到以上目的,本发明所采用的解决方案是:

[0009] 一种太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合能量系统,包括简称为主机的太阳能集热装置、蓄热水箱单元、蓄冷水箱单元、地源热泵系统的其中一种或几种;地埋管热交换器,辅助加热装置、循环水泵、第一电动三通阀、第二电动三通阀、第一电动两通阀、第二电动两通阀,通过循环水泵与空调连通,通过辅助加热装置与生活热水供应设备连通;第一电动三通阀三端分别接蓄热水箱单元、地源热泵系统和地埋管热交换器,第二电动三通阀三端分别接地源热泵系统、循环水泵和第二电动两通阀,第一电动两通阀两端分别接蓄热水箱单元以及第二电动三通阀和第二电动两通阀,第二电动两通阀两端分别接蓄冷水箱单元以及第二电动三通阀和第一电动两通阀;蓄热水箱单元分别与辅助加热装置、太阳能集热装置、第一电动三通阀和第一电动两通阀相接。

[0010] 进一步,所述地埋管热交换器采用与建筑连续墙及桩基埋管结合的结构地埋管热交换器。

[0011] 所述辅助加热装置采用天然气及生物质气的混合气为燃料。

[0012] 所述蓄冷水箱采用与建筑消防水池合用的形式。

[0013] 所述复合能量系统的应用：夏季夜晚，主机利用低谷电力将冷量蓄存于蓄冷水箱中，同时散热侧将热量优先蓄存于蓄热水箱中，多余的热量或冷量通过地埋管热交换器排于地下；白天空调高峰时段，优先释放蓄冷的冷量，不足的空调负荷由地源热泵主机制冷补足，同时太阳能集热器蓄热，进一步提高蓄热水箱中的热水温度，最后通过辅助加热装置提供温度稳定的热水。

[0014] 冬季夜晚，主机利用低谷电力将热量蓄存于蓄热水箱中，同时冷端侧冷量通过地埋管热交换器排于地下；白天空调高峰时段，优先释放蓄热水箱的热量，不足的空调负荷由地源热泵主机制热补足，同时太阳能集热器蓄热，进一步提高蓄热水箱中的热水温度，最后通过辅助加热装置提供温度稳定的热水。

[0015] 由于采用了上述技术方案，本发明具有以下优点：

[0016] 1. 将地源热泵空调系统、太阳能热水系统与水蓄冷系统相结合，构成了生活热水系统、地源热泵空调系统等相结合的综合化的能源系统。该系统利用太阳能、地热等可再生能源各自的特点进行优势互补，白天制冷、夜晚蓄冷和制热水的方式不仅较好解决了地源热泵空调系统冷、热负荷不平衡导致地温累积上升，从而使系统效率逐步下降的问题，因此效率会大大提高；

[0017] 2. 晚间低谷电价下蓄冷或蓄热，在次日的空调高峰负荷时释放，不仅节约电费，大大缓解电力峰值负荷，对整个电网负荷的合理化及效率的提高都能起到积极的作用；

[0018] 3. 避免了由于在长时间温差作用下产生的水分迁移产生的土壤局部干化及土壤中微生态的变化；

[0019] 4. 用与建筑连续墙及桩基等结构地埋管热交换器的方法，较好地克服了传统的垂直埋管及水平浅层埋管占地大的缺点，符合中国新农村建设中土地集约化使用的原则，更易于在中国广大的农村地区推广应用。

[0020] 5. 利用蓄冷水箱与消防水池结合，大大减小了占地需求和建设费用。

[0021] 6. 本专利能源采用天然气与生物质气的混合气，它既能充分利用重要的可再生能源，又避免了沼气生产不稳定带来的设备工作不稳定和与现有批量设备的兼容性的问题，易于在中国农村的生态城镇推广应用。

[0022] 7. 由于能源利用效率的提高，大大减小了 CO<sub>2</sub> 的排放。

## 附图说明

[0023] 图 1 为太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合可再生能源系统结构图；

[0024] 图 2 为太阳能、地源热泵和水蓄冷的复合可再生能源系统具体实施图。

## 具体实施方式

[0025] 本发明充分利用太阳能、地热能、生物质能等可再生能源，将地源热泵空调系统、太阳能热水系统与水蓄冷系统巧妙结合，构成了生活热水系统、地源热泵和水蓄冷空调系统等相结合的综合化的能源系统。同时与建筑整体充分融合，最大可能地减小了占地和投资，使系统的能效和经济性大为提高。

[0026] 以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

[0027] 如图 1 所示，该可再生能源系统包括辅助加热装置 1、蓄热水箱单元 2、地源热泵系

统3、蓄冷水箱单元4、太阳能集热装置5、地理管换热单元6、自动控制的第一电动三通阀7和第二电动三通阀8，循环水泵9和第一电动两通阀10和第二电动两通阀11。其中，蓄热水箱单元2包括蓄热水箱21，电动两通阀22等设备。地源热泵系统3包括地源热泵31，水泵32、35，电动两通阀33等设备。蓄冷水箱单元4包括蓄冷水箱41，电动两通阀42等设备。太阳能集热装置5包括太阳能集热器51和水泵52等设备。地理管换热单元6包括与连续墙和桩基结合的地理管换热61，集水器63，分水器62等设备，其中，当分支环路较少时，集水器63，分水器62也可根据情况以普通管路代替。

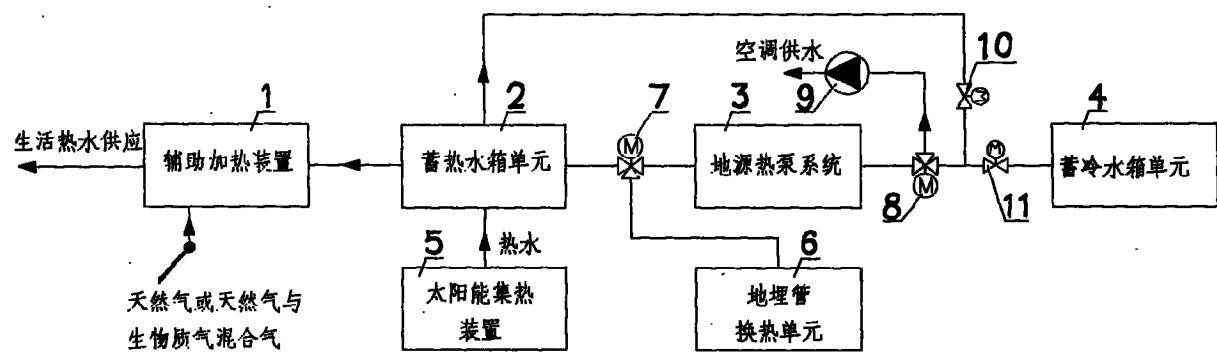
[0028] 夏季夜晚空调停运时段，如图1所示，第二电动三通阀8选择连通地源热泵系统3与蓄冷水箱单元4，第一电动两通阀10关闭，第二电动两通阀11打开，地源热泵系统3利用低谷电力将制得的冷量蓄存于蓄冷水箱单元4中，同时，第一电动三通阀7选择连通地源热泵系统3与蓄热水箱单元2，地源热泵系统3的散热侧将热量经电动第一三通阀7蓄存于蓄热水箱单元2中，当蓄热水箱单元2热量蓄足后，第一电动三通阀7选择连通地源热泵系统3与地理管换热单元6，多余的热量经第一电动三通阀7和地理管热交换单元6排于地下土壤。同时，蓄热水箱单元2中另一路供水通过利用天然气或天然气与生物质气的混合气为燃料辅助加热装置1提供温度稳定的热水。如图2所示的具体实现图，电动两通阀33、42、11导通，电动两通阀22、10关闭，第一电动三通阀7的F-D端导通，第二电动三通阀8的A-B端导通，循环水泵32驱动水流流经地源热泵31获得冷量并将冷量存储于蓄冷水箱41中；同时，循环水泵35驱动水流对地源热泵31的散热端实施冷却，被加热后的水流经第一电动三通阀7的F-D端进入蓄热水箱21中蓄存，当蓄热水箱21中水温被加热到指定温度时，第一电动三通阀7转换为E-D端导通，水流经分水器62进入地理管热交换器61将多余热量排入地下，之后水流经集水器63汇集后返回循环水泵35。

[0029] 白天空调制冷高峰时段，如图1所示，第一电动两通阀10关闭，第二电动两通阀11打开，第二电动三通阀8选择连通空调房间与蓄冷水箱单元4，循环水泵9驱动水流优先释放蓄冷水箱单元4蓄存的冷量，当蓄冷水箱单元4的冷量不足时，第二电动两通阀11变为关闭，第二电动三通阀8选择连通空调房间与地源热泵系统3，空调负荷切换到地源热泵系统3提供，同时太阳能集热装置5蓄热，进一步提高蓄热水箱单元2的热水温度，最后通过利用天然气或天然气与生物质气的混合气为燃料辅助加热装置1提供温度稳定的热水。如图2所示的具体实现图，在蓄冷水箱单元4冷量释放阶段，电动两通阀42、11导通，电动两通阀22、10关闭，第二电动三通阀8的A-C端导通，循环水泵9输送蓄冷水箱41中的冷水提供空调制冷，空调回水经电动两通阀42回到蓄热水箱，当蓄冷水箱41中水温上升到一定温度，电动两通阀42、22、10、11关闭，第二电动三通阀8的B-C端导通，循环水泵9和32输送水流流经地源热泵31获得冷量提供空调制冷。

[0030] 冬季白天空调供热时段，如图1所示，第一电动两通阀10打开，第二电动两通阀11关闭，第二电动三通阀8选择连通蓄热水箱单元2与空调房间的路径，循环水泵9输送蓄热水箱单元2中的热水供应房间空调；当蓄热水箱单元2中水温下降到一定温度，第一电动两通阀10变为关闭，第二电动三通阀8选择连通地源热泵系统3与空调房间的路径，循环水泵9输送水流流经地源热泵系统3获得热量提供空调供热。与此同时，第一电动三通阀7选择连通地源热泵系统3与地理管换热单元6的路径以此为地源热泵系统3的冷端提供热量。（是否需要补充此时生活用水供应的工作原理？）如图2所示的具体实现图，电动两通

阀 42,11 关闭,电动两通阀 22,10 打开,第二电动三通阀 8 的 A-C 端导通,水泵 9 输送蓄热水箱 21 中的热水供热,空调回水经电动两通阀 22 回到蓄热水箱 21,当蓄热水箱 21 中水温下降到一定温度,电动两通阀 22,10 变为关闭,第二电动三通阀 8 的 B-C 端导通,水泵 9 和 32 输送水流流经地源热泵 31 获得热量提供空调供热。

[0031] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据以上所揭示的内容,在不脱离本发明范畴的情况下所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。



冬 1

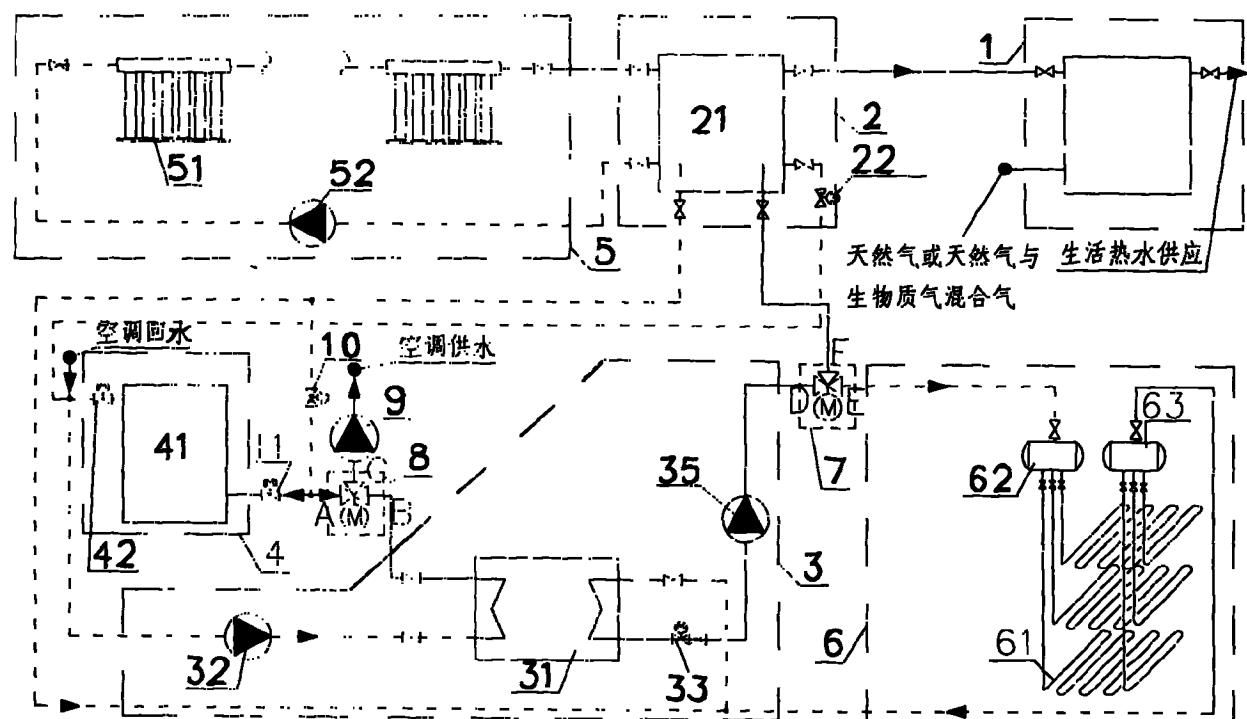


图 2