



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206054020 U

(45)授权公告日 2017. 03. 29

(21)申请号 201621101720.8

F28D 20/00(2006.01)

(22)申请日 2016.09.30

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 西安热工研究院有限公司

地址 710032 陕西省西安市碑林区兴庆路
136号

专利权人 华能集团技术创新中心

(72)发明人 杨玉 姚明宇 陈渝楠 张磊

吴帅帅 高炜

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 陆万寿

(51)Int. Cl.

F01K 25/08(2006.01)

F01K 25/10(2006.01)

F25B 30/02(2006.01)

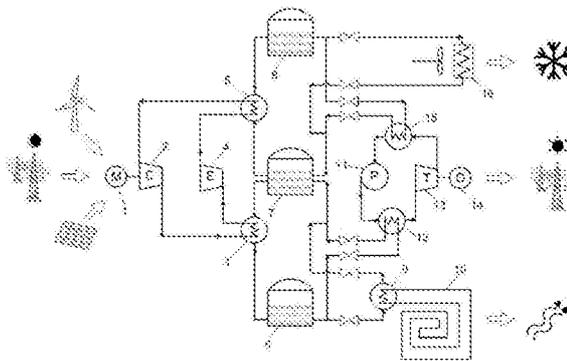
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,包括热泵系统、储热储冷系统、供热系统、制冷系统及发电系统;热泵系统包括电机、压缩机、储热换热器及储冷换热器;储热储冷系统包括高温储罐、常温储罐及低温储罐,该系统能够实现可再生能源电力或电网负荷低谷时的电力以热量及冷量的形式存储,同时能够利用存储的热量及冷量进行供热、制冷及发电。



1. 一种集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,其特征在于,包括热泵系统、储热储冷系统、供热系统、制冷系统及发电系统;

热泵系统包括电机(1)、压缩机(2)、储热换热器(3)及储冷换热器(5);储热储冷系统包括高温储罐(6)、常温储罐(7)及低温储罐(8);

电机(1)的输出轴与压缩机(2)的驱动轴相连接,压缩机(2)的工质出口与储热换热器(3)的放热侧入口相连通,储热换热器(3)的放热侧出口经膨胀机(4)或引射器与储冷换热器(5)的吸热侧入口相连通,储冷换热器(5)的吸热侧出口与压缩机(2)的工质入口相连通,常温储罐(7)的高温端出口与储热换热器(3)的吸热侧入口相连通,储热换热器(3)的吸热侧出口经高温储罐(6)后分别两路,其中一路与供热系统的放热侧入口相连通,另一路与发电系统的放热侧入口相连通,供热系统的放热侧出口及发电系统的放热侧出口与常温储罐(7)的高温端入口相连通,常温储罐(7)的低温端出口与储冷换热器(5)的放热侧入口相连通,储冷换热器(5)的放热侧出口经低温储罐(8)后分为两路,其中一路与制冷系统的吸热侧入口相连通,另一路与发电系统的吸热侧入口相连通,制冷系统的吸热侧出口及发电系统的吸热侧出口与常温储罐(7)的低温端入口相连通。

2. 根据权利要求1所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,其特征在于,供热系统包括供热换热器(9)、供热回路(10)、第一供热阀门及第二供热阀门,高温储罐(6)经第一供热阀门与供热换热器(9)的放热侧入口相连通,供热换热器(9)的放热侧出口经第二供热阀门与常温储罐(7)的高温端入口相连通,供热回路(10)的工质入口与供热换热器(9)的吸热侧出口相连通,供热换热器(9)的吸热侧入口与供热回路(10)的工质出口相连通。

3. 根据权利要求1所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,其特征在于,发电系统包括泵(11)、加热器(12)、透平(13)、发电机(14)、冷却器(15)、第一发电阀门、第二发电阀门、第三发电阀门及第四发电阀门,高温储罐(6)经第一发电阀门与加热器(12)的放热侧入口相连通,加热器(12)的放热侧出口经第二发电阀门与常温储罐(7)的高温端入口相连通,低温储罐(8)经第四发电阀门与冷却器(15)的吸热侧入口相连通,冷却器(15)的吸热侧出口经第三发电阀门与常温储罐(7)的低温端入口相连通,透平(13)的工质出口依次经冷却器(15)的放热侧、泵(11)、加热器(12)的吸热侧与透平(13)的工质入口相连通,透平(13)的输出轴与发电机(14)的驱动轴相连接。

4. 根据权利要求1所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,其特征在于,制冷系统包括制冷换热器(16)以及与制冷换热器(16)相配合送风系统,制冷换热器(16)的吸热侧入口与低温储罐(8)的出口相连通,制冷换热器(16)的吸热侧出口与常温储罐(7)的入口相连通。

5. 根据权利要求4所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,其特征在于,制冷换热器(16)的吸热侧出口与常温储罐(7)的入口通过第一制冷阀门相连通。

6. 根据权利要求5所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,其特征在于,制冷换热器(16)的吸热侧入口与低温储罐(8)的出口通过第二制冷阀门相连通。

7. 根据权利要求1所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,其特征在于,热泵系统的工质为二氧化碳,发电系统的工质为二氧化碳或有机工质。

一种集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于储能换热领域,涉及一种集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统。

背景技术

[0002] 近几十年来,风能、太阳能、潮汐能等可再生能源作为一种清洁的能源发展迅猛,在世界能源结构中比重越来越高。我国可再生能源的装机容量增加迅猛。但是风能、太阳能等可再生能源具有不连续、不稳定、不可控的非稳态特性,风电和光伏发电的大规模并网会对电网的稳定和安全运行带来冲击。大规模储能技术与可再生能源发电系统的结合可以稳定可再生能源发电的出力,减轻可再生能源电力对电网的冲击。

[0003] 目前大规模储能技术主要有抽水蓄能、压缩空气储能,但是这两种技术对地址条件的要求比较苛刻,限制了其发展。电热储能发电技术主要由一个热泵循环和热机循环组成,当需要储存电力时,电网中的电力驱动热泵循环,将电力转化成热量和冷量分别储存起来,当需要输出电力时,储存的热量和冷量驱动热机循环发电,发出的电力输给电网。电热储能发电技术可以实现电力的大规模储存,且不受地质条件的限制,近十年来在法国和英国发展迅速,形成了两种技术方案:一种以CO₂为循环工质,以水为储热储冷工质;一种以惰性气体为循环工质,以固体多空介质为储热储冷材料。但是这两种方案中需要用到的CO₂膨胀机或惰性气体的压缩机和膨胀机等技术尚不成熟,致使电热储能发电系统在实际应用中的效率很难达到预期的60%。

[0004] 如果将储存的热量或冷量中的一部分直接用于满足生活或生产的供热和制冷需求,可以减少发电量,继而减少发电过程中的能量损失,从总体上提高电热储能的循环效率。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供了一种集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统,该系统能够实现可再生能源电力或电网负荷低谷时的电力以热量及冷量的形式存储,同时能够利用存储的热量及冷量进行供热、制冷及发电。

[0006] 为达到上述目的,本实用新型所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统包括热泵系统、储热储冷系统、供热系统、制冷系统及发电系统;

[0007] 热泵系统包括电机、压缩机、储热换热器及储冷换热器;储热储冷系统包括高温储罐、常温储罐及低温储罐;

[0008] 电机的输出轴与压缩机的驱动轴相连接,压缩机的工质出口与储热换热器的放热侧入口相连通,储热换热器的放热侧出口经膨胀机或引射器与储冷换热器的吸热侧入口相连通,储冷换热器的吸热侧出口与压缩机的工质入口相连通,常温储罐的高温端出口与储热换热器的吸热侧入口相连通,储热换热器的吸热侧出口经高温储罐后分别两路,其中一路与供热系统的放热侧入口相连通,另一路与发电系统的放热侧入口相连通,供热系统的

放热侧出口及发电系统的放热侧出口与常温储罐的高温端入口相连通,常温储罐的低温端出口与储冷换热器的放热侧入口相连通,储冷换热器的放热侧出口经低温储罐后分为两路,其中一路与制冷系统的吸热侧入口相连通,另一路与发电系统的吸热侧入口相连通,制冷系统的吸热侧出口及发电系统的吸热侧出口与常温储罐的低温端入口相连通。

[0009] 供热系统包括供热换热器、供热回路、第一供热阀门及第二供热阀门,高温储罐经第一供热阀门与供热换热器的放热侧入口相连通,供热换热器的放热侧出口经第二供热阀门与常温储罐的高温端入口相连通,供热回路的工质入口与供热换热器的吸热侧出口相连通,供热换热器的吸热侧入口与供热回路的工质出口相连通。

[0010] 发电系统包括泵、加热器、透平、发电机、冷却器、第一发电阀门、第二发电阀门、第三发电阀门及第四发电阀门,高温储罐经第一发电阀门与加热器的放热侧入口相连通,加热器的放热侧出口经第二发电阀门与常温储罐的高温端入口相连通,低温储罐经第四发电阀门与冷却器的吸热侧入口相连通,冷却器的吸热侧出口经第三发电阀门与常温储罐的低温端入口相连通,透平的工质出口依次经冷却器的放热侧、泵、加热器的吸热侧与透平的工质入口相连通,透平的输出轴与发电机的驱动轴相连接。

[0011] 制冷系统包括制冷换热器以及与制冷换热器相配合送风系统,制冷换热器的吸热侧入口与低温储罐的出口相连通,制冷换热器的吸热侧出口与常温储罐的入口相连通。

[0012] 制冷换热器的吸热侧出口与常温储罐的入口通过第一制冷阀门相连通。

[0013] 制冷换热器的吸热侧入口与低温储罐的出口通过第二制冷阀门相连通。

[0014] 热泵系统的工质为二氧化碳,发电系统的工质为二氧化碳或有机工质。

[0015] 本实用新型具有以下有益效果:

[0016] 本实用新型所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统包括热泵系统、储热储冷系统、供热系统、制冷系统及发电系统,热泵系统包括电机、压缩机、储热换热器及储冷换热器,通过可再生能源电力或电网负荷低谷时的电力驱动电机工作,电机带动压缩机工作,压缩机压缩工质,使工质的温度升高,并通过储热换热器将其热量储存于储热储冷系统中,通过储冷换热器将热泵系统中的冷量储存于储热储冷系统中,通过储热储冷系统为供热系统提供热量,使供热系统制热,通过储热储冷系统为制冷系统提供冷量,使制冷系统制冷,储热储冷系统为发电系统提供热量及冷量使发电系统发电,操作较为方便,便于实现,可以增加电网消纳可再生能源的能力,减少弃风、弃光、弃水的现象,并且可以在能源消费端替代常规的燃煤供暖小锅炉,减少污染物的排放和能源的浪费。同时本实用新型能够在电网负荷的低谷时期运行储存电力,然后在电网负荷高峰时期的供热、制冷或发电,起到削峰填谷、稳定电网的作用。另外,可以根据季节及环境温度的变化选择供暖或制冷,应用灵活,一年中不会有闲置的时间,具有更高的能源利用效率。

附图说明

[0017] 图1为本实用新型的结构示意图。

[0018] 其中,1为电机、2为压缩机、3为储热换热器、4为膨胀机、5为储冷换热器、6为高温储罐、7为常温储罐、8为低温储罐、9为供热换热器、10为供热回路、11为泵、12为加热器、13为透平、14为发电机、15为冷却器、16为制冷换热器。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本实用新型做进一步详细描述：

[0020] 参考图1,本实用新型所述的集供热、制冷和发电为一体的电热储能系统包括热泵系统、储热储冷系统、供热系统、制冷系统及发电系统；热泵系统包括电机1、压缩机2、储热换热器3及储冷换热器5；储热储冷系统包括高温储罐6、常温储罐7及低温储罐8；电机1的输出轴与压缩机2的驱动轴相连接,压缩机2的工质出口与储热换热器3的放热侧入口相连通,储热换热器3的放热侧出口经膨胀机4或引射器与储冷换热器5的吸热侧入口相连通,储冷换热器5的吸热侧出口与压缩机2的工质入口相连通,常温储罐7的高温端出口与储热换热器3的吸热侧入口相连通,储热换热器3的吸热侧出口经高温储罐6后分别两路,其中一路与供热系统的放热侧入口相连通,另一路与发电系统的放热侧入口相连通,供热系统的放热侧出口及发电系统的放热侧出口与常温储罐7的高温端入口相连通,常温储罐7的低温端出口与储冷换热器5的放热侧入口相连通,储冷换热器5的放热侧出口经低温储罐8后分为两路,其中一路与制冷系统的吸热侧入口相连通,另一路与发电系统的吸热侧入口相连通,制冷系统的吸热侧出口及发电系统的吸热侧出口与常温储罐7的低温端入口相连通。

[0021] 供热系统包括供热换热器9、供热回路10、第一供热阀门及第二供热阀门,高温储罐6经第一供热阀门与供热换热器9的放热侧入口相连通,供热换热器9的放热侧出口经第二供热阀门与常温储罐7的高温端入口相连通,供热回路10的工质入口与供热换热器9的吸热侧出口相连通,供热换热器9的吸热侧入口与供热回路10的工质出口相连通。

[0022] 发电系统包括泵11、加热器12、透平13、发电机14、冷却器15、第一发电阀门、第二发电阀门、第三发电阀门及第四发电阀门,高温储罐6经第一发电阀门与加热器12的放热侧入口相连通,加热器12的放热侧出口经第二发电阀门与常温储罐7的高温端入口相连通,低温储罐8经第四发电阀门与冷却器15的吸热侧入口相连通,冷却器15的吸热侧出口经第三发电阀门与常温储罐7的低温端入口相连通,透平13的工质出口依次经冷却器15的放热侧、泵11、加热器12的吸热侧与透平13的工质入口相连通,透平13的输出轴与发电机14的驱动轴相连接。

[0023] 制冷系统包括制冷换热器16以及与制冷换热器16相配合送风系统,制冷换热器16的吸热侧入口与低温储罐8的出口相连通,制冷换热器16的吸热侧出口与常温储罐7的入口相连通；制冷换热器16的吸热侧出口与常温储罐7的入口通过第一制冷阀门相连通；制冷换热器16的吸热侧入口与低温储罐8的出口通过第二制冷阀门相连通。

[0024] 热泵系统的工质为二氧化碳,发电系统的工质为二氧化碳或有机工质。

[0025] 本实用新型的具体工作过程为：

[0026] 可再生能源电力或电网负荷低谷时的电力驱动电机1工作,电机1带动压缩机2运转,压缩机2对CO₂工质加压,使CO₂工质温度及压强升高形成高温高压CO₂工质,高温高压CO₂工质进入储热换热器3的放热侧将热量传递给储热介质,升温后的储热介质进入高温储罐6中,储热换热器3放热侧输出的CO₂工质进入膨胀机4中做功,可以通过膨胀机4的做功为压缩机2提供驱动力,减少系统对电能的消耗；膨胀机4输出的CO₂工质进入储冷换热器5的吸热侧吸收储冷介质的热量,放热后的储冷介质进入到低温储罐8中,吸热后CO₂工质蒸发为蒸汽CO₂工质并进入到压缩机2,完成热泵系统循环。储热过程、储冷过程与热泵系统同时进

行,常温储罐7中的常温水进入储热换热器3的吸热侧吸收CO₂工质释放的热量,吸热升温后的水进入高温储罐6中储存;常温储罐7中的常温水进入储冷换热器5的放热侧将热量释放给CO₂工质,放热后的常温水温度降低,然后再进入低温储罐8中储存。

[0027] 当需要供暖时,打开第一制热阀门及第二制热阀门,高温储罐6中的热水经第一制热阀门进入供热换热器9中放热侧放热,放热后的水经第二制热阀门进入常温储罐7中,与此同时,供热回路10中的回水进入供热换热器9吸热侧中吸收热量,吸热升温后的回水变为供水,然后进入供热回路10。

[0028] 当需要供冷时,打开第一制冷阀门及第二制冷阀门,低温储罐8中的冷水经第二制冷阀门进入制冷换热器16的吸热侧吸收供风系统中空气的热量,使供风温度降低,制冷换热器16的吸热侧出口的水经第二制冷阀门进入常温储罐7。

[0029] 当需要发电时,打开第一发电阀门、第二发电阀门、第三发电阀门及第四发电阀门,高温储罐6中的热水经第一发电阀门进入加热器12的放热侧放热,放热后的水经第二发电阀门进入常温储罐7中;低温储罐8中的冷水经第四发电阀门进入冷却器15的吸热侧吸热,吸热后的水经第三发电阀门进入常温储罐7中;同时,做功工质经泵11升压后进入加热器12的吸热侧吸收热量,然后进入透平13做功,做功后的工质进入冷却器15的放热侧放热,将热量释放给低温的水,冷却器15的放热侧出口的工质进入泵11,完成整个热机循环,透平13与发电机14通过轴相连,透平13的旋转带动发电机14工作,实现发电功能。

[0030] 本实用新型可以通过控制第一制冷阀门、第二制冷阀门、第一制热阀门、第二制热阀门、第一发电阀门、第二发电阀门、第三发电阀门及第四发电阀门实现系统在供暖、制冷及发电之间的切换,当开启第一制热阀门及第二制热阀门时,系统具有供暖功能,当关闭第一制热阀门及第二制热阀门时,系统不再具有供暖;当开启第一制冷阀门及第二制冷阀门时,系统具有制冷功能,当关闭第一制冷阀门及第二制冷阀门时,系统不再具有制冷功能;当开启第一发电阀门、第二发电阀门、第三发电阀门及第四发电阀门时,系统具有发电功能,当关闭第一发电阀门、第二发电阀门、第三发电阀门及第四发电阀门时,系统不再具有发电功能,同时通过调节各阀门的开合度控制供暖、制冷及发电系统中热水与冷水的流量,从而调节供暖、制冷及发电的功率比例。

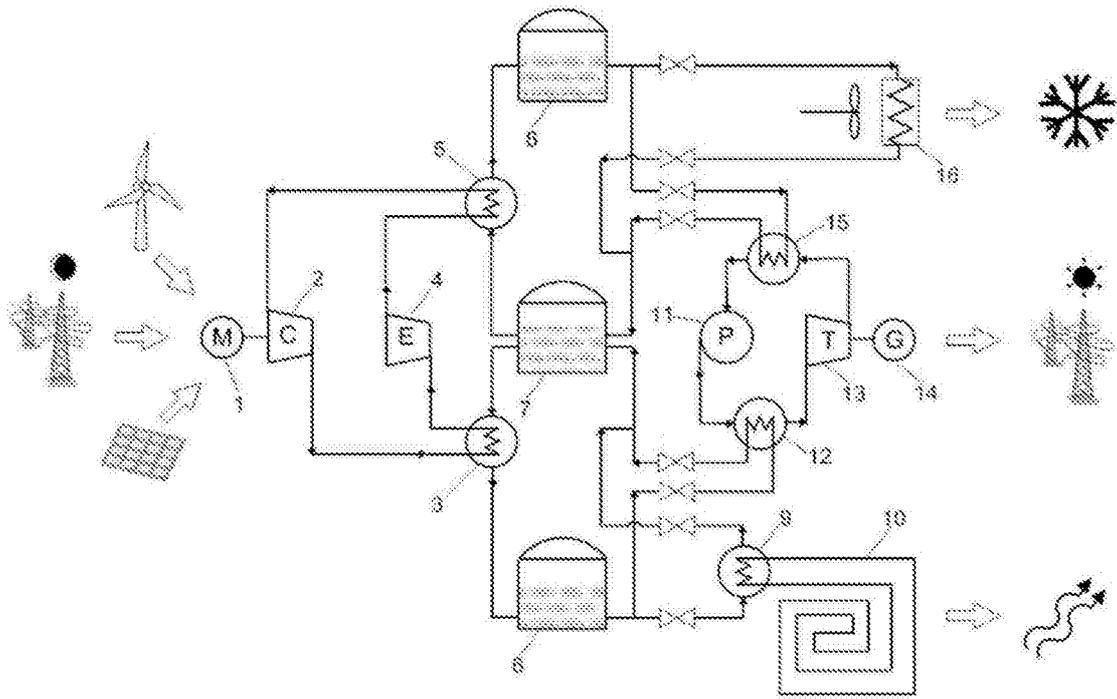


图1