



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112542852 A

(43) 申请公布日 2021. 03. 23

(21) 申请号 202011358378.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.11.27

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

(71) 申请人 浙江大学

F24D 15/04 (2006.01)

F24D 15/02 (2006.01)

F24S 20/40 (2018.01)

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

申请人 国家电网有限公司  
国网青海省电力公司  
国网青海省电力公司电力科学研究院

(72) 发明人 赵建勇 赵文强 年珩 韩永强  
雷国斌 苟晓侃 周军 宋晓童  
海景雯 徐嘉伟 彭洁 余紫薇  
黄银峰 张震宵

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 王琛

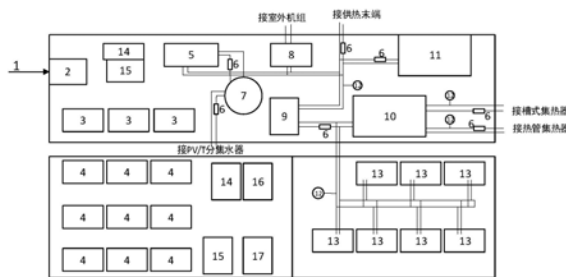
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种适用于偏远地区的热电供储一体化装置

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于偏远地区的热电供储一体化装置,包括汇流箱、逆变器、水源热泵、空气源热泵、水泵、换热器、平衡水箱、相变储热池、蓄电池组等,装置电能来源为PV/T的光伏板,光伏板产生的电能通过汇流箱到逆变器,经过直流-交流变换之后汇入电网;装置中水源热泵的水源为PV/T系统太阳能分集水器中具备一定热量的水,通过驱动水泵实现水循环,以水为载体传递热量;空气源热泵接室外机组,将空气吸入并获取热量,再将冷空气排出。本发明一体化装置可以有效地集成供电-供热-储能-储热等分散子系统,解决新能源电热供给系统的系统规划、系统运行及能量综合利用等现有的关键难题。



1. 一种适用于偏远地区的热电供储一体化装置,其特征在于:包括热电供给单元和热电储存单元两部分,所述热电供给单元包括汇流箱、逆变器组、水源热泵、水泵、缓冲罐、空气源热泵、换热器、平衡水箱、防冻水箱以及膨胀罐,所述热电储存单元包括蓄电池组、相变储热池以及PCS柜,装置之外配备有PV/T组件阵列、槽式集热器以及热管式集热器,热电供给单元和热电储存单元各自集成内部的设备形成两个紧挨在一起的箱体,各组成设备之间通过输水管道或传输线连接。

2. 根据权利要求1所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述PV/T组件阵列用于将光能转换为电能和热能,并将电能以直流电的形式输送至汇流箱,将热能通过分集水器以热水的形式输送至缓冲罐。

3. 根据权利要求2所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述逆变器组用于将汇流箱中的直流电转换为交流电直接汇入电网为负载供电,同时将汇流箱中多余电能通过PCS柜控制为蓄电池组充电。

4. 根据权利要求1所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述水源热泵通过输水管道连接供热末端,其以缓冲罐作为热源对管道中的水进行循环加热后通过供热末端以热水的形式对外供热输出。

5. 根据权利要求1所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述槽式集热器和热管式集热器用于将光能转换为热能,并将热能通过输水管道以热水的形式输送至平衡水箱。

6. 根据权利要求5所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述平衡水箱用于平衡槽式集热器和热管式集热器输出的热水温度,进而将热能储存至相变储热池中,相变储热池则依次通过换热器和供热末端以热水的形式对外供热输出。

7. 根据权利要求1所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述防冻水箱内储有水,其用于在装置失水情况下补充输水管道中的水量。

8. 根据权利要求1所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述水泵和膨胀罐装设在输水管道上,通过水泵驱动实现管道内水循环,膨胀罐用于平衡管道中的水压和气压。

9. 根据权利要求1所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述空气源热泵连接室外机组,用于吸收室外空气中的热量并依次通过输水管道和供热末端以热水的形式对外供热输出。

10. 根据权利要求1所述的热电供储一体化装置,其特征在于:所述热电储存单元还包括有消防柜、开关柜以及EMS柜,开关柜用于调控各个设备的开关状态,EMS柜用于对装置的变电情况进行监控,设置消防柜用以降低安全隐患。

## 一种适用于偏远地区的热电供储一体化装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于光伏技术与热电联产技术领域,具体涉及一种适用于偏远地区的热电供储一体化装置。

### 背景技术

[0002] 我国西南地区(拉萨、香格里拉、甘孜、阿坝等)的能源结构特点是缺煤、缺油、缺气,但有丰富的水力资源和太阳能资源。青海天然气的输气管线将通入该地区,燃气虽比燃煤对大气污染的影响小一些,但比起水电、太阳能这类清洁能源来说还是不可比拟的。利用太阳能等自然资源发电,再将电能通过热泵等电热转换装置转化为热能供暖已经成为偏远地区供热研究热点,对于水资源丰富的地区水源热泵成为优先考虑的装置。其中,地下水资源虽然能逐年得到恢复,但是不能盲目推广地下水作为水源热泵的水源,过度开采将会导致地下水位下降,污染地下水,使区域地质变坏,对当地生态系统造成严重损害。

[0003] 在用光伏发电时,影响电池组件实际工作性能的4个主要影响因素(电池组件工作温度、太阳低辐照量、组件光学损失、太阳光谱变化)中,温度的影响在大多情况下是最关键的,因此在独立光伏发电系统中大量入射太阳电池的太阳能转化为热能,导致太阳电池温度升高,降低其转换效率,太阳能量仅有5%-15%被利用。为了提高太阳能能量的利用效率,1978年Kern Jr提出了光伏/热太阳能系统的设计概念;在实际应用中,太阳能电池接收的太阳辐射中有80%以上的能量并未转化为电能而是转化为热,其中一部分热量使得电池温度升高,降低其发电效率,如果在电池背面设置降温通道,通过吸热介质将热量带走,可以提高发电效率。如果将吸收的热量进行存储并利用,则这种系统在进行光电发电的同时还可以提供热能,可称之为光伏/热(PV/T)系统。随之,PV/T系统的理论及实验得到较为广泛的研究,文献(魏晨光,包亦望,邓晓颖,刘正权,吴晓莉. 光伏建筑一体化中光伏/热系统性能[J]. 硅酸盐学报,2013,41(02):149-152.)介绍PV/T系统相对于单一的光伏发电系统,单位面积的能量利用率会有200%~300%的提升。

[0004] 虽然PV/T装置可以提高光伏发电效率的同时产出部分热量,但是目前对于PV/T和热泵、储热装置、储电装置协同工作的具体应用还较少,大都在实验研究阶段,且多数电热联供系统都是分布式新能源装置,发电、产热与储电、储热单独进行,各子系统未实现多维度有机结合,设备运维、管控复杂,难以推广,示范性较低。公开号为CN109004686A的中国专利提出一种考虑冰蓄冷空调多模式的冷热电联供型微网系统,由光伏发电、风力发电、燃料电池、微型燃气轮机和冰蓄冷空调组成的分布式发电系统、储能系统及其他联供设备组成的一次系统以及二次调度控制系统组成,该系统能够显著提高能源综合利用效率与分布式可再生能源就地消纳能力,实现多能源微网的经济及安全运行,但是该系统中多个设备是理念上的协同运行,未实现实际上的有机结合,设备互相分立,具体应用时设备之间如何连接会对协同工作的状态有一定影响,运行维护也会较为复杂,实际效率具有上升瓶颈。

## 发明内容

[0005] 鉴于上述,本发明提出了一种适用于偏远地区的热电供储一体化装置,该装置不仅在提升光伏板发电效率的同时对环境影响较小,而且将PV/T系统、储电装置、储热装置做到一体化,有效地集成供电-供热-储能-储热等分散子系统,降低能源互联网的结构复杂度,解决新能源电热供给系统的系统规划、系统运行及能量综合利用等现有的关键难题。

[0006] 一种适用于偏远地区的热电供储一体化装置,包括热电供给单元和热电储存单元两部分,所述热电供给单元包括汇流箱、逆变器组、水源热泵、水泵、缓冲罐、空气源热泵、换热器、平衡水箱、防冻水箱以及膨胀罐,所述热电储存单元包括蓄电池组、相变储热池以及PCS柜,装置之外配备有PV/T组件阵列、槽式集热器以及热管式集热器,热电供给单元和热电储存单元各自集成内部的设备形成两个紧挨在一起的箱体,各组成设备之间通过输水管道或传输线连接。

[0007] 进一步地,所述PV/T组件阵列用于将光能转换为电能和热能,并将电能以直流电的形式输送至汇流箱,将热能通过分集水器以热水的形式输送至缓冲罐。

[0008] 进一步地,所述逆变器组用于将汇流箱中的直流电转换为交流电直接汇入电网为负载供电,同时将汇流箱中多余电能通过PCS(process control systems)柜控制为蓄电池组充电。

[0009] 进一步地,所述水源热泵通过输水管道连接供热末端,其以缓冲罐作为热源对管道中的水进行循环加热后通过供热末端以热水的形式对外供热输出。

[0010] 进一步地,所述槽式集热器和热管式集热器用于将光能转换为热能,并将热能通过输水管道以热水的形式输送至平衡水箱。

[0011] 进一步地,所述平衡水箱用于平衡槽式集热器和热管式集热器输出的热水温度,进而将热能储存至相变储热池中,相变储热池则依次通过换热器和供热末端以热水的形式对外供热输出。

[0012] 进一步地,所述防冻水箱内储有水,其用于在装置失水情况下补充输水管道中的水量。

[0013] 进一步地,所述水泵和膨胀罐装设在输水管道上,通过水泵驱动实现管道内水循环,膨胀罐用于平衡管道中的水压和气压。

[0014] 进一步地,所述空气源热泵连接室外机组,用于吸收室外空气中的热量并依次通过输水管道和供热末端以热水的形式对外供热输出。

[0015] 进一步地,所述热电储存单元还包括有消防柜、开关柜以及EMS柜,开关柜用于调控各个设备的开关状态,EMS柜用于对装置的变电情况进行监控,设置消防柜用以降低安全隐患。

[0016] 本发明热电供储一体化装置外的PV/T单元组件正面用光伏板发电,背面设置有分集水器,分集水器中的水作为水源热泵的水源;其中,一体化装置外部 PV/T组件阵列正面发电,发电量通过一体化装置内部的汇流箱到逆变器组,经过直流-交流转换之后汇入电网;PV/T组件背面的分集水器通过传输管道与一体化装置内部的缓冲罐连接,分集水器中的水吸收光伏板产生的热量,然后水泵将收集一定热量的水传递到一体化装置内的缓冲罐,缓冲罐平衡水压,最后水泵将缓冲罐中的水传递到水源热泵,经过热泵搬运热量之后流出热泵的冷水通过水泵、缓冲罐回到PV/T背面的分集水器,形成一个循环;利用水采热降低

光伏板的热量可以大大提高光伏板的工作效率,而且用具有一定热量的水作为水源热泵的水源不仅减轻了地下水开采的负担,还大大提高了水源热泵的出热量。

[0017] 本发明热电供储一体化装置中空气源热泵连接室外机组,吸收室外空气中的热量;一体化装置外部的槽式集热器和热管式集热器配备太阳能分集水器,分集水器通过传输管道连接一体化装置内膨胀罐,膨胀罐与平衡水箱连接,平衡水箱再与相变储热池连接,平衡水箱和相变储热池都与换热器连接,在设备的两两连接中都配备有水泵;其中,一体化装置外的太阳能分集水器中的水将槽式集热器和热管集热器收集的热量在水泵的驱动下传递给一体化装置内的平衡水箱,由于槽式集热器和热管式集热器传出温度不同,需要在平衡水箱内调节温度后再对外界供热或将热量传递给相变储热池进行储热,换热器可以调节相变储热池、平衡水箱、供热端之间传递热量时的温度。

[0018] 本发明热电供储一体化装置中水源热泵、空气源热泵、平衡水箱、相变储热池、防冻水箱都通过输水管道与外界供热端相连,对外界供热;其中,供热端包括暖气片等利用水为载体传递热量的装置,防冻水箱中的水作为传递热量的载体参与到水循环中并调节水的流量,有关水循环的动力都由水泵提供。

[0019] 本发明热电供储一体化装置中PV/T组件与槽式集热器、热管式集热器阵列功能结合,同时产生电、热两种能源,采用相变储热和蓄电池储电方案,为光照较差的工况下供电和供热提供保障。在光照充足条件下,PV/T组件正面光伏发电,每组PV/T发电量通过汇流箱,总电量经过逆变器组给一体化装置的热泵、水泵等用电设施和外界负载供电,多余电量通过PCS设备给蓄电池组充电;PV/T背部分集水器中的水吸收光照热量,通过水源热泵转换后和空气源热泵输出的热量直接给用热终端供热,热管式集热器和槽式集热器收集的热量经过水循环传递给平衡水箱,再通过平衡水箱转换后给用热终端供热,同时将多余热量储存在相变储热池中;在夜间或日照不良天气下相变储热池释放热量给用热终端供热,蓄电池放电给负载端供电。

[0020] 本发明热电供储一体化装置将PV/T背面分集水器中具有一定热量的水作为水源热泵的水源,不仅减轻了地下水开采的负担,而且大大提高了水源热泵的出热量,热电供给装置整体效率较高。

[0021] 与现有的电热联供系统相比,本发明热电供储一体化装置可以有效地集成供电-供热-储能-储热等分散子系统,显著降低了能源互联网的结构复杂度,提升了新能源利用率,在一定程度上解决了新能源电热供给系统的系统规划、系统运行及能量综合利用等现有的关键难题,从而保障了新能源供给系统在极端天气和负荷较重情况下的高品质供电及供热需求,高效地解决了偏远无电地区的用户热电需求。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明热电供储一体化装置的结构示意图。图中:1—PV/T组件阵列,2—汇流箱,3—逆变器组,4—蓄电池组,5—水源热泵,6—水泵,7—缓冲罐,8—空气源热泵,9—换热器,10—平衡水箱,11—防冻水箱,12—膨胀罐,13—相变储热池,14—消防柜,15—开关柜,16—EMS柜,17—PCS柜。

## 具体实施方式

[0023] 为了更为具体地描述本发明,下面结合附图及具体实施方式对本发明的技术方案进行详细说明。

[0024] 如图1所示,本发明热电供储一体化装置主要包括热电供给单元和热电储存单元两部分,热电供给单元主要包括汇流箱2、逆变器组3、水源热泵5、水泵6、缓冲罐7、空气源热泵8、换热器9、平衡水箱10、防冻水箱11、膨胀罐 12;热电储存单元主要包括蓄电池组4、相变储热池13、消防柜14、切换柜15、EMS柜16、PCS柜17;在一体化装置之外配备有PV/T组件阵列1、槽式集热器、热管式集热器;其中,热电储存装置与热电供给装置各自集成内部的设备形成两个挨在一起的装置,内部设备之间通过输水管道或者传输线连接;PV/T 组件阵列1与槽式集热器、热管式集热器阵列排放在一体化装置之外,与装置内部集成的设备通过传输线或者输水管道连接。

[0025] 热电供储一体化装置外的PV/T组件阵列1正面用光伏板发电,背面设置有分集水器,分集水器中的水作为水源热泵5的水源;其中,一体化装置外部PV/T 组件阵列1正面发电,发电量通过传输线到一体化装置内部的汇流箱2,然后总电量到逆变器组3经过直流-交流转换之后汇入电网;PV/T组件阵列1背面的分集水器通过传输管道与一体化装置内部的缓冲罐7连接,分集水器中的水吸收光伏板产生的热量,然后水泵6将收集一定热量的水传递到一体化装置内的缓冲罐7,缓冲罐7平衡水压,最后水泵6将缓冲罐7中的水传递到水源热泵5,经过热泵搬运热量之后流出热泵的冷水通过水泵6、缓冲罐7回到PV/T背面的分集水器,形成一个循环。利用水采热降低光伏板的热量可以大大提高光伏板的工作效率,而且用具有一定热量的水作为水源热泵5的水源不仅减轻了地下水开采的负担,还大大提高了水源热泵5的出热量。

[0026] 空气源热泵8连接室外机组,吸收室外空气中的热量;一体化装置外部的槽式集热器和热管式集热器配备太阳能分集水器,分集水器通过传输管道连接一体化装置内膨胀罐12,膨胀罐与平衡水箱10连接,平衡水箱10再与相变储热池13连接,平衡水箱10和相变储热池都与换热器9连接,在设备的两两连接中都配备有水泵6;其中,一体化装置外的太阳能分集水器中的水将槽式集热器和热管集热器收集的热量在水泵6的驱动下传递给一体化装置内的平衡水箱 10,由于槽式集热器和热管式集热器传出温度不同,需要在平衡水箱10内调节温度后再对外界供热或将热量传递给相变储热池13进行储热,换热器9可以调节相变储热池13、平衡水箱10、供热端之间传递热量时的温度。

[0027] 热电供储一体化装置中,水源热泵5、空气源热泵8、平衡水箱10、相变储热池13、防冻水箱11都通过输水管道与外界供热端相连,对外界供热;其中,供热端包括暖气片等利用水为载体传递热量的装置,防冻水箱11中的水作为传递热量的载体参与到水循环中并调节水的流量,有关水循环的动力都由水泵6 提供。

[0028] 热电储存单元中,主要包括蓄电池组4、PCS柜17、EMS柜16、开关柜15、消防柜14和相变储热池13、膨胀罐12;其中,来自热电供给装置逆变器组3 的多余电量通过PCS柜17给蓄电池组4充电,来自热电供给单元平衡水箱10 的多余热量通过传输管道的水循环给相变储热池13储热,膨胀罐12起到平衡水压、调节流量的作用;另外,热电储存单元和热电供给单元都设置开关柜 15调控各个设备的开关状态,EMS柜16监控变电情况,设置消防柜14降低安全隐患。

[0029] 光照充足条件下,PV/T组件阵列1正面光伏发电,每组PV/T发电量通过汇流箱2,总电量经过逆变器组3给一体化装置的热泵、水泵等用电设施和外界负载供电,多余电量通过PCS柜17设备给蓄电池组4充电;PV/T背部分集水器中的水吸收光照热量,通过水源热泵5转换后和空气源热泵8输出的热量直接给用热终端供热,热管式集热器和槽式集热器收集的热量经过水循环传递给平衡水箱10,再通过平衡水箱10转换后给用热终端供热,同时将多余热量储存在相变储热池13中;在夜间或日照不良天气下相变储热池13释放热量给用热终端供热,蓄电池组4放电给负载端供电。

[0030] 本发明装置电能来源为PV/T的光伏板,光伏板产生的电能通过汇流箱到逆变器,经过直流-交流变换之后汇入电网;装置中水源热泵的水源为PV/T系统太阳能分集水器中具有一定热量的水,通过驱动水泵实现水循环,以水为载体传递热量;空气源热泵接室外机组,将空气吸入并获取热量,再将冷空气排出。本发明电热供储一体化装置,其先进性在于可以有效地集成供电-供热-储能-储热等分散子系统,解决新能源电热供给系统的系统规划、系统运行及能量综合利用等现有的关键难题,更重要的是,其突破了现有的新能源供电和新能源供热协同运行的技术瓶颈,可显著降低能源互联网的结构复杂度,提升新能源利用率,从而保障了新能源供给系统在极端天气和负荷较重情况下的高品质供电及供热需求,高效地解决了偏远无电地区的用户热电需求。

[0031] 上述对实施例的描述是为便于本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上述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,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,对于本发明做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

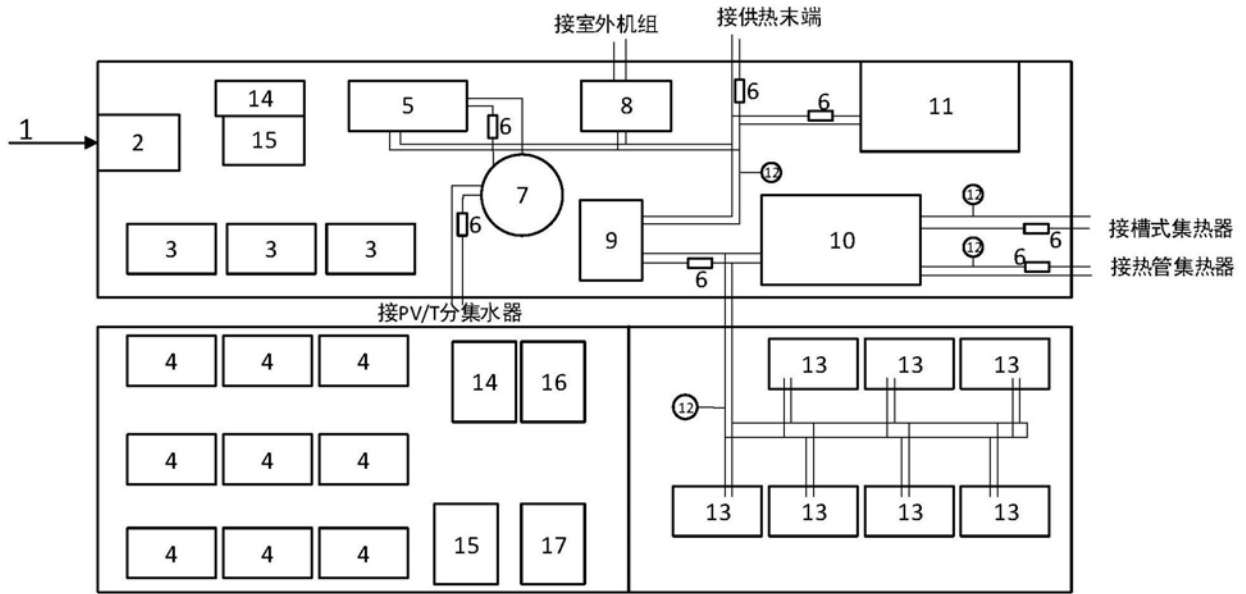


图1