



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118564314 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 30

(21) 申请号 202410690030.3

(22) 申请日 2024.05.30

(71) 申请人 中国科学院工程热物理研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路11号

(72) 发明人 王亮 胡傲伟 林曦鹏 朱轶林
陈海生 白亚开

(74) 专利代理机构 北京锤维联合知识产权代理有限公司 11579

专利代理师 原春香

(51) Int. Cl.

F01K 3/00 (2006.01)

F01K 13/00 (2006.01)

F01K 21/00 (2006.01)

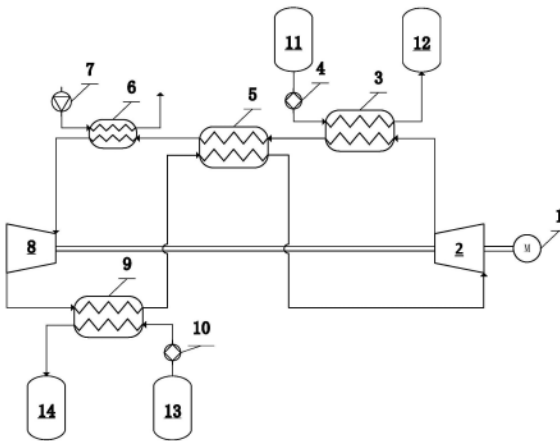
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统

(57) 摘要

本发明公开了一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,用于在用电低谷期将电能转化为热能和冷能进行储存,并在用电高峰期将储存的冷热能转化为电能释放,其储能回路包括驱动装置、储能压缩机、高温换热器、回热换热器、空气冷却器、储能膨胀机及低温换热器,释能回路包括第一级绝热压缩机、第二级等温压缩机、释能回热换热器、释能高温换热器、释能膨胀机、发电装置及释能低温换热器,蓄热单元包括蓄热低温罐和蓄热高温罐,蓄冷单元包括蓄冷高温罐和蓄冷低温罐。本发明通过采用等温压缩和多级压缩策略,本发明显著提高了系统的循环效率和储能密度,优化了能量转换过程和热量管理,提升了系统的整体性能和可靠性。



1. 一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,至少包括一储能回路、一释能回路、一蓄热单元和一蓄冷单元,其特征在于:

--所述储能回路,包括驱动装置、储能压缩机组、储能高温换热器、储能回热换热器、储能空气冷却器、储能膨胀机组及储能低温换热器,其中:所述驱动装置与储能压缩机组、储能膨胀机组传动连接;所述储能压缩机组的排气口通过管线依次经储能高温换热器的热侧、储能回热换热器的热侧、储能空气冷却器的热侧后与所述储能膨胀机组的进气口连通;所述储能膨胀机组的排气口通过管线依次经储能低温换热器的冷侧、储能回热换热器的冷侧后与所述储能压缩机组的进气口连通;

--所述释能回路,包括绝热压缩机组、等温压缩机组、释能回热换热器、释能高温换热器、释能膨胀机组、发电装置及释能低温换热器,其中:所述释能膨胀机组与绝热压缩机组、等温压缩机组、发电装置传动连接;所述绝热压缩机组的排气口通过管线依次经等温压缩机组、释能回热换热器的热侧、释能高温换热器的热侧后与所述释能膨胀机组的进气口连通;所述释能膨胀机组的排气口通过管线依次经释能回热换热器的冷侧、释能低温换热器的冷侧后与所述绝热压缩机组的进气口连通;

--所述蓄热单元,包括蓄热低温罐和蓄热高温罐,其中:所述蓄热低温罐的出口通过管线经储能高温换热器的冷侧与蓄热高温罐的进口连通;所述蓄热高温罐的出口通过管线经释能高温换热器的热侧与蓄热低温罐的进口连通;

--所述蓄冷单元,包括蓄冷高温罐和蓄冷低温罐,其中:所述蓄冷高温罐的出口通过管线经储能低温换热器的热侧与蓄冷低温罐的进口连通;所述蓄冷低温罐的出口通过管线经释能低温换热器的冷侧与蓄冷高温罐的进口连通。

2. 根据权利要求1所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述释能回路中,所述等温压缩机组为一活塞式空气压缩机,其压缩缸的顶端设置有进气口和冷却水进口、侧壁上设置有气液排气口和排液口,且压缩缸的外部设置有气液分离器,所述压缩缸的进气口通过管线与上游的绝热压缩机组的排气口连通、冷却水进口通过管线与上游的一蓄水罐的出口连通,所述压缩缸的气液排气口与气液分离器的侧壁进口连通,且所述气液分离器的侧壁进口处设有一过滤丝网,所述压缩缸的排液口以及气液分离器底部的排液口均通过管线与所述蓄水罐的进口连通,所述气液分离器顶部的排气口通过管线与下游的释能膨胀机组的进气口连通。

3. 根据权利要求2所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述等温压缩机组在等温压缩过程中,首先开启进气阀使气体工质进入压缩缸,随后关闭进气阀,在开始压缩时开启冷却水流量阀提供冷却水,冷却水经过雾化器雾化后在压缩时与气体工质换热,压缩结束后先关闭冷却水进口阀门,再开启出气阀和三通阀分别排出气体工质和水,排出的气液混合工质经过气液分离器进行分离处理。

4. 根据权利要求2所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述压缩缸及气液分离器的排液管线通过一个三通阀实现汇流且在汇流后的管路上设有一释能空气冷却器,所述蓄水罐的出口管线上设有一给水泵,所述压缩缸的冷却水进口管线上设有一冷却水进口阀门,所述压缩缸的进气口管线上设有一进气阀、气液排气管线上设有一出气阀,且所述压缩缸的冷却水进口处设有一雾化器。

5. 根据权利要求4所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述

储能空气冷却器、释能空气冷却器的冷侧进气管线上均设有一冷却空气驱动装置,所述冷却空气驱动装置为一台或多台并联或者串联使用的循环风机,所述蓄水罐出口管线上的给水泵为一台或多台并联或者串联使用的增压泵。

6. 根据权利要求1所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述蓄热低温罐的出口与蓄热高温罐的进口之间的连通管线上设置有蓄热增压泵,所述蓄热高温罐的出口与蓄热低温罐的进口之间的连通管线上设置有释热增压泵。

7. 根据权利要求1所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述蓄冷高温罐的出口与蓄冷低温罐的进口之间的连通管线上设置有蓄冷增压泵,所述蓄冷低温罐的出口与蓄冷高温罐的进口之间的连通管线上设置有释能增压泵。

8. 根据权利要求1所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述系统在进行储能时,启动所述储能回路、蓄热单元及蓄冷单元,关闭所述释能回路,所述驱动装置驱动储能压缩机组及储能膨胀机组,工质在储能压缩机组压缩后释放热量至高温换热器,经过回热换热器、空气冷却器降温后在储能膨胀机组做功释放冷量至低温换热器,实现电能转化为热能的储存;同时蓄热介质从蓄热低温罐流出吸收热量后存储于蓄热高温罐,蓄冷介质从蓄冷高温罐流出吸收冷量后存储于蓄冷低温罐。

9. 根据权利要求1所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述系统在释能过程中,启动所述释能回路、蓄热单元及蓄冷单元,关闭所述储能回路,低温工质先经绝热压缩机组进行绝热压缩,后在等温压缩机组中进行等温压缩,压缩后的工质经释能回热换热器和释能高温换热器吸收热量后在释能膨胀机组做功,以驱动所述绝热压缩机组及等温压缩机组并带动发电装置发电,从而实现将储存的热能转化为电能的释放;同时蓄热介质从蓄热高温罐流出释放热量后存储于蓄热低温罐,蓄冷介质从蓄冷低温罐流出释放冷量后存储于蓄冷高温罐。

10. 根据权利要求1所述的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,其特征在于,所述储能回路及释能回路中的传热工质为氩气、氮气、氦气中的一种或多种组成,所述蓄热低温罐和蓄热高温罐中采用的蓄热材料为高温熔盐,所述蓄冷高温罐和蓄冷低温罐中采用的蓄冷材料为甲醇、乙醇、正己烷、正丁烷、异戊烷中的一种或多种组成。

一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统

技术领域

[0001] 本发明属于能源存储技术领域,涉及热泵储电系统的设计与优化,具体是一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,通过将基于高温熔盐的布雷顿循环热泵储电系统与等温压缩过程结合起来,可以获得更高的系统效率与储能密度。

背景技术

[0002] 储能是解决可再生能源间歇性与波动性的关键技术之一,其中基于布雷顿循环(Brayton Cycle)的热泵储电系统由于能有效解决大规模储能技术易受地理条件限制等问题,受到了广泛的关注。基于布雷顿循环热泵储电系统通过循环将电能转换为热能,存储于储热流体与储冷流体中,压缩机与膨胀机在储能期间作为热泵工作,在释能期间作为热机工作。

[0003] 基于布雷顿循环的热泵储电系统根据存储介质的不同分为两种,分别是固体储热和液体储热,采用固体储热会在储热时产生斜温层并沿储罐传播,使系统变得复杂,而使用以高温熔盐为介质的液体储热可以有效地解决斜温层这一问题,并显著简化了系统结构,并提高了储热效率。此外,为了适应液体存储介质高温熔盐的温度范围,可以将回热器添加到系统中,并能提高系统的往返效率与储能密度。

[0004] 在系统工作流体压缩过程中,可以根据压缩方式的不同分为绝热压缩和等温压缩。绝热压缩在压缩过程中通常不会有热量的流入和流出,具有压缩过程快、系统结构简单的优点。等温压缩在压缩过程中将工作流体与液体换热,来保证工作流体温度尽可能不变,可以节约能量并提高系统的效率。

[0005] 目前,基于高温熔盐的常规布雷顿循环热泵储电系统通常采用单级压缩以提高工作流体的温度和压力,并且多采用绝热压缩方案。然而,这种设计在满足工作流体温度和压力需求方面存在不足,限制了系统的循环效率和储能密度。具体而言,单级绝热压缩过程中,由于工作流体温度迅速升高,导致系统效率低下,并且热量难以有效传递和利用。此外,绝热压缩还会增加系统的机械损耗和热管理负担,进一步限制了系统性能的提升。

[0006] 此外,当前的布雷顿循环热泵储电系统在实际应用中还面临诸多技术挑战。例如,如何在高温高压条件下实现高效稳定的热量传递和储存,如何优化系统组件和工作流程以最大化能量利用效率,如何确保系统长期运行的稳定性等。这些问题的存在制约了布雷顿循环热泵储电系统的广泛应用和推广。

[0007] 综上所述,现有基于布雷顿循环的热泵储电系统在工作流体的压缩方式、储热介质的选择以及系统效率等方面存在诸多不足和挑战。因此,开发一种新型的、高效的布雷顿循环热泵储电系统,尤其是采用等温压缩技术以提高系统性能和能量利用率,是亟待解决的技术问题。

发明内容

[0008] (一)发明目的

[0009] 针对现有基于高温熔盐的布雷顿循环热泵储电系统在压缩过程中存在的循环效率、储能密度受限等问题,为解决现有技术中的上述以及其他方面的至少一种技术问题,本发明旨在提供一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,通过将高温熔盐储热介质与等温压缩过程相结合,并采用多级压缩策略,在第二次压缩时使用等温压缩的方式,既满足了工作流体在提高温度和压力方面的需求,又显著提升了系统的循环效率和储能密度。

[0010] (二)技术方案

[0011] 为实现该发明目的,解决其技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0012] 一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,用于在用电低谷期将电能转化为冷热能存储,并在用电高峰期将存储的冷热能转化为电能释放,至少包括一储能回路、一释能回路、一蓄热单元和一蓄冷单元,其中:

[0013] --所述储能回路,用于在用电低谷期将电能转化为热能和冷能进行储存,包括驱动装置、储能压缩机组、储能高温换热器、储能回热换热器、储能空气冷却器、储能膨胀机组及储能低温换热器,其中:所述驱动装置与储能压缩机组、储能膨胀机组传动连接;所述储能压缩机组的排气口通过管线依次经储能高温换热器的热侧、储能回热换热器的热侧、储能空气冷却器的热侧后与所述储能膨胀机组的进气口连通;所述储能膨胀机组的排气口通过管线依次经储能低温换热器的冷侧、储能回热换热器的冷侧后与所述储能压缩机组的进气口连通;

[0014] --所述释能回路,用于在用电高峰期将储存的热能和冷能转化为电能进行释放,包括绝热压缩机组、等温压缩机组、释能回热换热器、释能高温换热器、释能膨胀机组、发电装置及释能低温换热器,其中:所述释能膨胀机组与绝热压缩机组、等温压缩机组、发电装置传动连接;所述绝热压缩机组的排气口通过管线依次经等温压缩机组、释能回热换热器的热侧、释能高温换热器的热侧后与所述释能膨胀机组的进气口连通;所述释能膨胀机组的排气口通过管线依次经释能回热换热器的冷侧、释能低温换热器的冷侧后与所述绝热压缩机组的进气口连通;

[0015] --所述蓄热单元,用于储存和释放热能,包括蓄热低温罐和蓄热高温罐,其中:所述蓄热低温罐的出口通过管线经储能高温换热器的冷侧与所述蓄热高温罐的进口连通;所述蓄热高温罐的出口通过管线经释能高温换热器的热侧与所述蓄热低温罐的进口连通;

[0016] --所述蓄冷单元,用于储存和释放冷能,包括蓄冷高温罐和蓄冷低温罐,其中:所述蓄冷高温罐的出口通过管线经储能低温换热器的热侧与所述蓄冷低温罐的进口连通;所述蓄冷低温罐的出口通过管线经释能低温换热器的冷侧与所述蓄冷高温罐的进口连通。

[0017] (三)技术效果

[0018] 同现有技术相比,本发明的等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,具有以下有益且显著的技术效果:

[0019] (1) 本发明通过采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,显著提高了系统的循环效率和储能密度。相比传统的绝热压缩方式,等温压缩在压缩过程中通过与液体介质换热,保持工作流体温度恒定,减少了压缩过程中的能量损失,从而提高了系统的整体能效。这种高效能的压缩方式不仅降低了压缩机的能耗,还减少了系统运行过程中产生的热量,提高了系统的稳定性和可靠性。

[0020] (2) 本发明在释能过程中通过多级压缩策略,能够有效地提高工作流体的温度和

压力。常规基于高温熔盐的布雷顿循环热泵储电系统一般采用单级压缩以提高工作流体的温度和压力。本发明提供了一种采用多级压缩,并在第二次压缩时使用等温压缩的方案,既可以满足工作流体提高温度和压力的需求,又提高了系统的循环效率与储能密度。具体而言,在第一次压缩中采用绝热压缩方式,迅速提高工作流体的压力和温度;在第二次压缩中采用等温压缩方式,通过与冷却水换热,使工作流体在压缩过程中保持恒温,进一步提高了工作流体的压力,同时减少了能量损失。这样的设计不仅满足了系统对高温高压工质的需求,还显著提升了系统的储能密度,使系统在单位体积内能够储存更多的能量。

[0021] (3) 本发明通过优化热量管理和能量转换过程,实现了高效的能量储存和释放。在储能过程中,系统将电能转化为高温热能和低温冷能,分别存储于蓄热单元和蓄冷单元中。在释能过程中,通过膨胀机和回热换热器的作用,系统将储存的高温热能和低温冷能高效地转化为电能,供电网使用。这种优化的能量转换过程,减少了能量转换过程中的损失,提高了系统的能量利用率和整体效率。

[0022] (4) 本发明采用高温熔盐作为储热介质,有效避免了传统固体储热介质在储热过程中产生的斜温层问题。高温熔盐具有良好的热传导性能和储热能力,能够在高温状态下保持稳定的物理性质,不仅简化了系统的设计和运行维护,还提高了储热效率。通过合理设计蓄热罐和蓄冷罐的结构,本发明能够在高效储热的同时,确保系统在不同工作状态下的稳定运行。

[0023] (5) 本发明通过引入回热器,在系统内部实现热量的回收和再利用,进一步提升了系统的往返效率。回热器能够在工作流体与换热介质之间进行高效的热量交换,使得在储能和释能过程中,系统能够最大限度地利用已有的热能和冷能,减少了外部能量的需求,提高了系统的经济性和环保性能。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0025] 图1所示为采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统的储能流程图;

[0026] 图2所示为采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统的释能流程图;

[0027] 图3所示为等温压缩机组的等温压缩流程图。

[0028] 附图标记说明:

[0029] 驱动装置1,储能压缩机组2,储能高温换热器3,释能高温换热器3',蓄热增压泵4,储能回热换热器5,释能回热换热器5',储能空气冷却器6,循环风机7,储能膨胀机组8,储能低温换热器9,释能低温换热器9',蓄冷增压泵10,蓄热低温罐11,蓄热高温罐12,蓄冷高温罐13,蓄冷低温罐14,绝热压缩机组15,等温压缩机组16,释热增压泵17,释能膨胀机18,发电装置19,释能增压泵20,释能空气冷却器21,循环风机22,蓄水罐23,给水泵24,冷却水进口阀门25,三通阀26,进气阀27,出气阀28,曲柄连杆29,活塞30,气液分离器31,出气阀32,过滤丝网33,雾化器34。

具体实施方式

[0030] 为了更好的理解本发明,下面结合实施例进一步阐明本发明的内容。在附图中,自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。下面结合附图对本发明的结构、技术方案作进一步的具体描述,给出本发明的一个实施例。

[0031] 针对现有基于高温熔盐的布雷顿循环热泵储电系统在压缩过程中存在的循环效率、储能密度受限等问题,为解决现有技术中的上述以及其他方面的至少一种技术问题,本发明旨在提供一种采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,通过将高温熔盐储热介质与等温压缩过程相结合,并采用多级压缩策略,在第二次压缩时使用等温压缩的方式,既满足了工作流体在提高温度和压力方面的需求,又显著提升了系统的循环效率和储能密度。

[0032] 实施例1

[0033] 作为一个具体的实例,如图1、2所示,本发明的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统,用于在用电低谷期将电能转化为冷热能存储,并在用电高峰期将存储的冷热能转化为电能释放,包括储能回路、释能回路、蓄热单元和蓄冷单元,其中:

[0034] 本发明的储能回路,用于在用电低谷期将电能转化为热能和冷能进行储存,包括驱动装置1、储能压缩机组2、储能高温换热器3、储能回热换热器5、储能空气冷却器6、储能膨胀机组7及储能低温换热器9,其中:驱动装置1与储能压缩机组2、储能膨胀机组7传动连接;储能压缩机组2的排气口通过管线依次经储能高温换热器3的热侧、储能回热换热器5的热侧、储能空气冷却器6的热侧后与储能膨胀机组7的进气口连通;储能膨胀机组7的排气口通过管线依次经储能低温换热器9的冷侧、储能回热换热器5的冷侧后与储能压缩机组2的进气口连通。

[0035] 本发明的释能回路,用于在用电高峰期将储存的热能和冷能转化为电能进行释放,包括绝热压缩机组15、等温压缩机组16、释能回热换热器5'、释能高温换热器3'、释能膨胀机组18、发电装置19及释能低温换热器9',其中:释能膨胀机组18与绝热压缩机组15、等温压缩机组16、发电装置19传动连接;绝热压缩机组15的排气口通过管线依次经等温压缩机组16、释能回热换热器5'的热侧、释能高温换热器3'的热侧后与释能膨胀机组18的进气口连通;释能膨胀机组18的排气口通过管线依次经释能回热换热器5'的冷侧、释能低温换热器9'的冷侧后与绝热压缩机组15的进气口连通。

[0036] 本发明的蓄热单元,用于储存和释放热能,包括蓄热低温罐11和蓄热高温罐12,其中:蓄热低温罐11的出口通过管线经储能高温换热器3的冷侧与蓄热高温罐12的进口连通;蓄热高温罐12的出口通过管线经释能高温换热器3'的热侧与蓄热低温罐11的进口连通。

[0037] 本发明的蓄冷单元,用于储存和释放冷能,包括蓄冷高温罐13和蓄冷低温罐14,其中:蓄冷高温罐13的出口通过管线经储能低温换热器9的热侧与蓄冷低温罐14的进口连通;蓄冷低温罐14的出口通过管线经释能低温换热器9'的冷侧与蓄冷高温罐13的进口连通。

[0038] 一些优选的实例中,释能回路中,等温压缩机组16为一活塞式空气压缩机,其压缩缸的顶端设置有进气口和冷却水进口、侧壁上设置有气液排气口和排液口,且压缩缸的外

部设置有气液分离器31,压缩缸的进气口通过管线与上游的绝热压缩机组15的排气口连通、冷却水进口通过管线与上游的一蓄水罐23的出口连通,压缩缸的气液排气口与气液分离器31的侧壁进口连通,且气液分离器31的侧壁进口处设有一过滤丝网33,压缩缸的排液口以及气液分离器31底部的排液口均通过管线与蓄水罐23的进口连通,气液分离器31顶部的排气口通过管线与下游的释能膨胀机组18的进气口连通。

[0039] 等温压缩机组16在等温压缩过程中,首先开启进气阀使气体工质进入压缩缸,随后关闭进气阀27,在开始压缩时开启冷却水流量阀25提供冷却水,冷却水经过雾化器34雾化后在压缩时与气体工质换热,压缩结束后先关闭冷却水进口阀门25,再开启出气阀28和三通阀26分别排出气体工质和水,排出的气液混合工质经过气液分离器31进行分离处理。

[0040] 进一步优选的实例中,压缩缸及气液分离器31的排液管线通过一个三通阀26实现汇流且在汇流后的管路上设有一释能空气冷却器21,蓄水罐23的出口管线上设有一给水泵24,压缩缸的冷却水进口管线上设有一冷却水进口阀门25,压缩缸的进气口管线上设有一进气阀27、气液排气管线上设有一出气阀28,且压缩缸的冷却水进口处设有一雾化器34。

[0041] 进一步优选的实例中,储能空气冷却器6、释能空气冷却器21的冷侧进气管线上均设有一冷却空气驱动装置7,冷却空气驱动装置7装置为一台或多台并联或者串联使用的循环风机,蓄水罐23出口管线上的给水泵24为一台或多台并联或者串联使用的增压泵。

[0042] 一些优选的实例中,蓄热低温罐11的出口与蓄热高温罐12的进口之间的连通管线上设置有蓄热增压泵4,蓄热高温罐12的出口与蓄热低温罐11的进口之间的连通管线上设置有释热增压泵17。

[0043] 一些优选的实例中,蓄冷高温罐13的出口与蓄冷低温罐14的进口之间的连通管线上设置有蓄冷增压泵10,蓄冷低温罐14的出口与蓄冷高温罐13的进口之间的连通管线上设置有释能增压泵20。

[0044] 一些优选的实例中,储能回路及释能回路中的传热工质为氩气、氮气、氦气中的一种或多种组成,蓄热低温罐和蓄热高温罐中采用的蓄热材料为高温熔盐,蓄冷高温罐和蓄冷低温罐中采用的蓄冷材料为甲醇、乙醇、正己烷、正丁烷、异戊烷中的一种或多种组成。

[0045] 一些优选的实例中,驱动装置为驱动电机或电力机,当驱动装置为驱动电机时,是以常规电站低谷电、核电、风电、太阳能发电、水电、潮汐发电中的一种或多种为电源。

[0046] 一些优选的实例中,储能压缩机组、绝热压缩机组及等温压缩机组的总压比均在1~10之间;当各压缩机组为多台压缩机时,多台压缩机为共轴串联或分轴并联形式,且在分轴并联形式中,各分轴与主驱动轴传动连接。

[0047] 一些优选的实例中,储能膨胀机组及释能膨胀机组,其总膨胀比均在1~10之间;当各膨胀机组为多台膨胀机时,多台膨胀机为共轴串联形式或分轴并联形式,且在分轴并联形式中,各分轴与主驱动轴传动连接。

[0048] 实施例2

[0049] 在上述实施例1的基础上,本实施例2重点呈现当处于用电低谷期时,基于本发明的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统将电能转化为冷热能存储起来的过程,热泵储电系统进行储能的流程如图1所示:

[0050] 系统在进行储能时,启动储能回路、蓄热单元及蓄冷单元,关闭释能回路,储能压缩机组2和储能膨胀机组8传动连接,驱动装置1驱动储能压缩组2、储能膨胀机组8。气体工

质流入储能压缩机组2压缩至高温、中/高压后流入储能高温换热器3释放热能,从储能高温换热器3流出的气体工质降低至次高温、中/高压状态。次高温、中/高压的气体工质流入储能回热换热器5高压侧释放热能,从储能回热换热器5高压侧流出的气体工质经过储能空气冷却器6再次释放热能,从储能空气冷却器6流出的气体工质降低至常温、中/高压状态。常温、中/高压的气体工质流入储能膨胀机组8膨胀至低温常压后流入储能低温换热器9释放冷能,从储能低温换热器9流出的气体工质升高至常温常压状态。常温常压的气体工质流入储能回热换热器5低压侧吸收热能,从储能回热换热器5低压侧流出的气体工质升高至次高温、常压状态,次高温、常压的气体工质重新进入储能压缩机组2的入口参与循环,如此反复,不断的将电能转化为热能。

[0051] 同时在进行储能时,启动循环风机7驱动环境中的空气流入储能空气冷却器6与系统气体工质进行换热,将系统的余热排散出去。启动蓄热回路中的蓄热增压泵4驱动蓄热回路中的熔盐从蓄热低温罐11中流出,流入高温换热器3中吸收热能至高温状态后,沿管路流入蓄热高温罐12中存储。

[0052] 实施例3

[0053] 在上述实施例1的基础上,本实施例3重点呈现当处于用电高峰期时,基于本发明的采用等温压缩的布雷顿循环热泵储电系统将存储的高品位热能和冷能转化为电能释放的过程,热泵储电系统进行释能的流程如图2所示:

[0054] 系统在释能过程中,启动释能回路、蓄热单元及蓄冷单元,将储能过程中存储的高温热能和低温冷能转化为电能释放。低温常压的气体工质经过绝热压缩机组15压缩至中常温、中压状态,流出的气体工质进入等温压缩机组16进行压缩,从等温压缩机组16流出的气体工质为中常温、中/高压状态。中常温、中/高压状态的气体工质流入释能回热换热器5'高压侧吸收热能升至次高温、中/高压状态,从释能回热换热器5'高压侧流出的气体进入释能高温换热器3'继续吸热升至高温、中/高压状态。高温、中/高压状态的气体工质进入释能膨胀机组18做功,释能膨胀机组18与发电装置19驱动连接,释能膨胀机组18带动发电装置19发电,将动能转化为电能释放。从释能膨胀机组18流出的次高温、常压气体进入释能回热换热器5'低压侧释放热能降低至常温常压状态,流出的气体工质进入释能低温换热器9'吸收冷能变为低温常压状态。如此反复不断的将冷热能转化为电能释放。

[0055] 同时,系统在释能过程中,如图3所示,启动等温过程冷却水回路中的给水泵24驱动蓄水罐23中的水流入等温压缩机16对气体工质进行降温,温度升高的冷却水进入空气冷却器21进行换热,将余热排散出去,温度降低的冷却水回到蓄水罐23。如此反复不断的对等温压缩机中的气体工质进行冷却。在等温压缩过程中,开启进气阀27使气体工质进入压缩缸,随口关闭进气阀27,在固体活塞30开始压缩时开启冷却水流量阀25提供冷却水,冷却水经过雾化器34雾化后在压缩时与气体工质换热,压缩结束后先关闭流量阀25,再开启出气阀28和三通阀26分别排出气体工质和水,排出的气体工质经过气液分离器31进行干燥处理。

[0056] 通过上述实施例,完全有效地实现了本发明的目的。该领域的技术人员可以理解本发明包括但不限于附图和以上具体实施方式中描述的内容。虽然本发明已就目前认为最为实用且优选的实施例进行说明,但应知道,本发明并不限于所公开的实施例,任何不偏离本发明的功能和结构原理的修改都将包括在权利要求书的范围中。

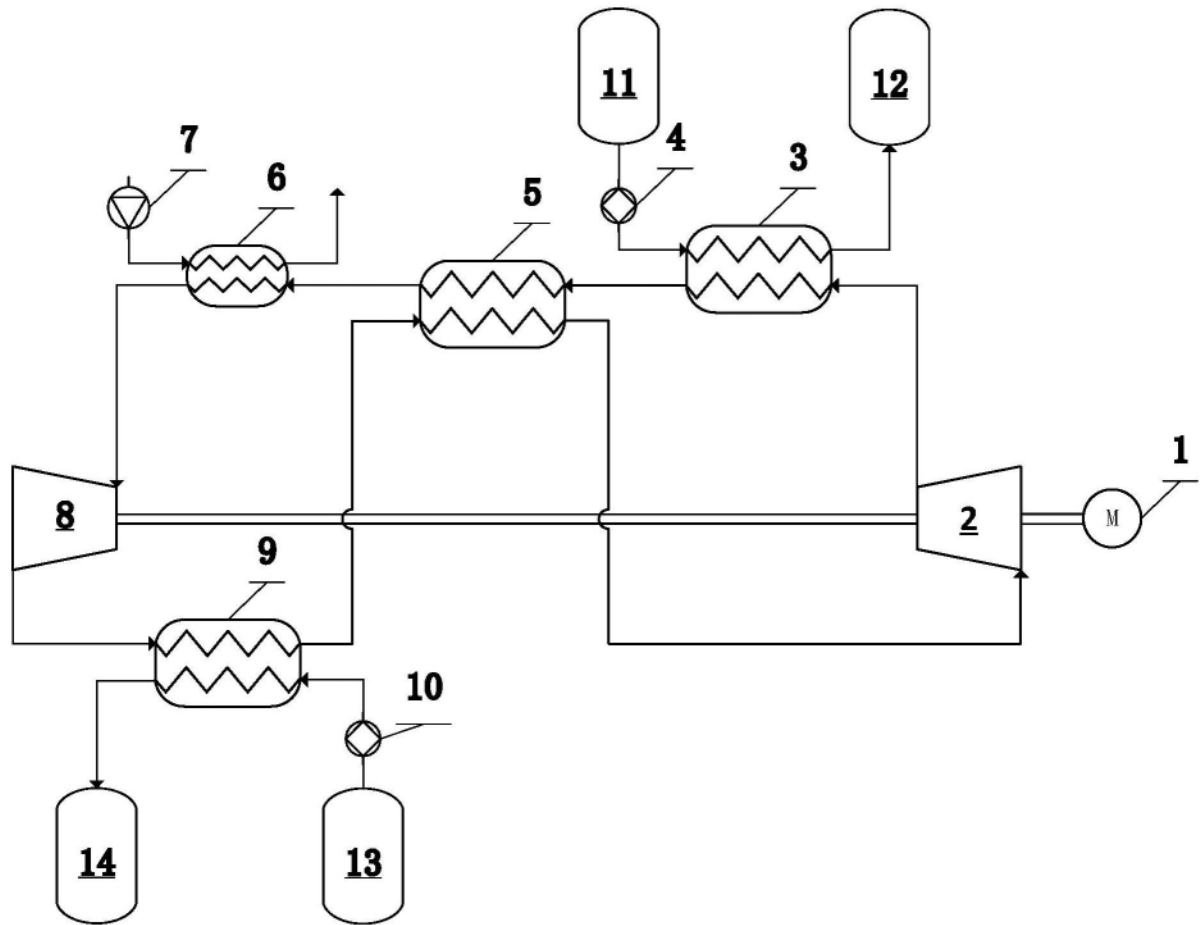


图1

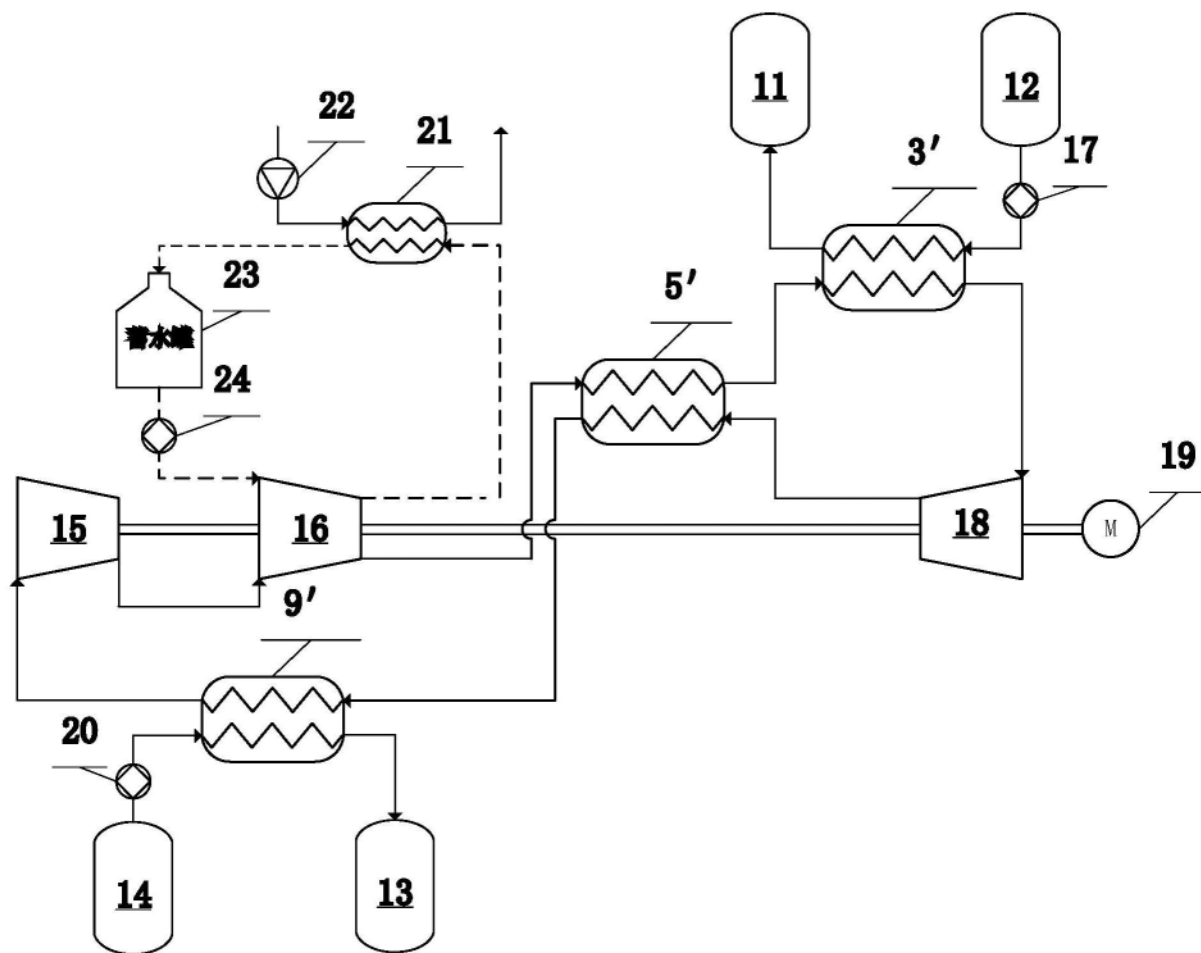


图2

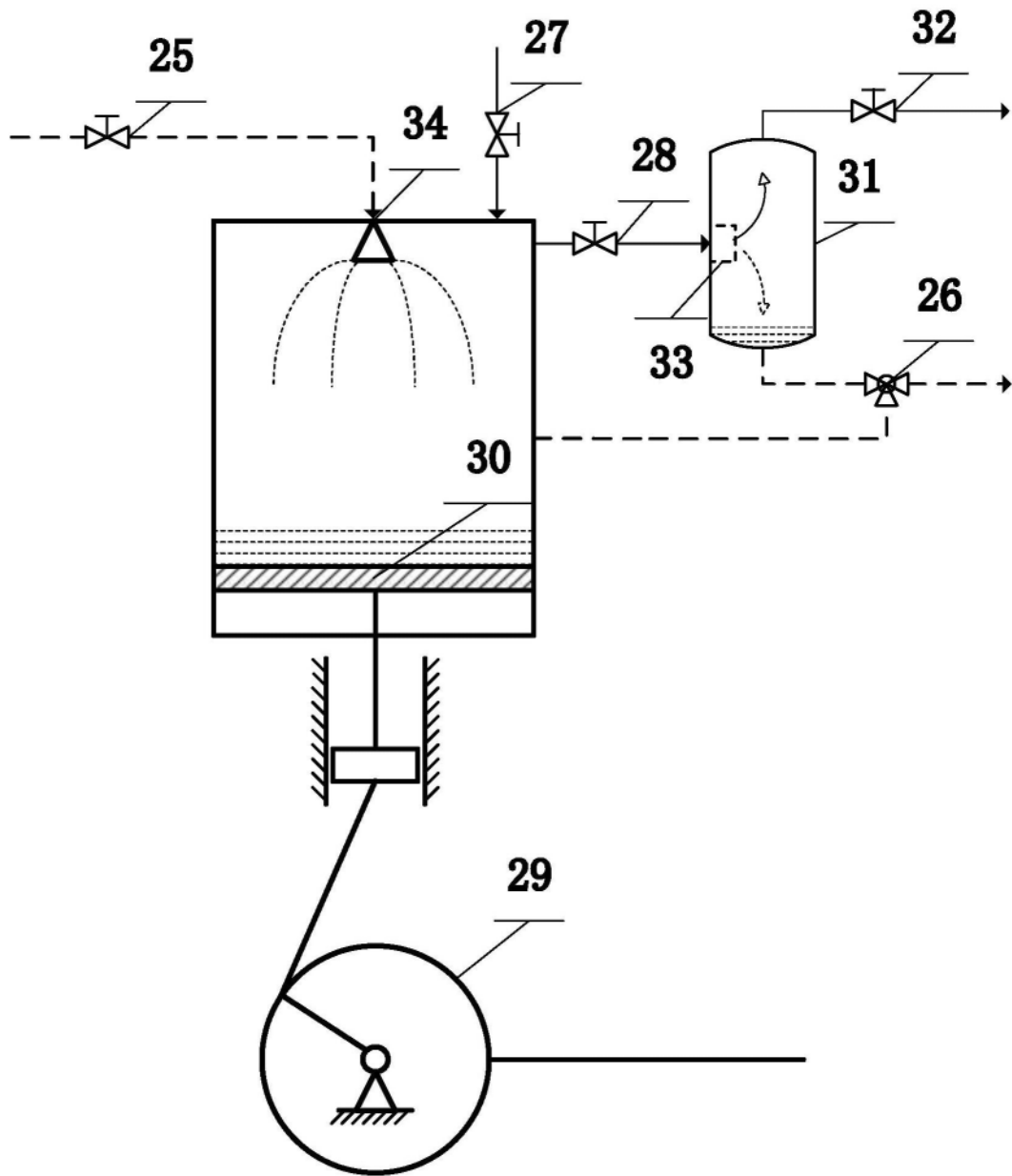


图3