



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107060925 B

(45)授权公告日 2018.11.20

(21)申请号 201710327763.0

(22)申请日 2017.05.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107060925 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(73)专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 潘利生 史维秀 马月婧 魏小林

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

F01K 25/10(2006.01)

F01K 25/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 201507402 U,2010.06.16,全文.

CN 102954050 A,2013.03.06,全文.

CN 1773110 A,2006.05.17,全文.

US 6766810 B1,2004.07.27,全文.

审查员 刘京

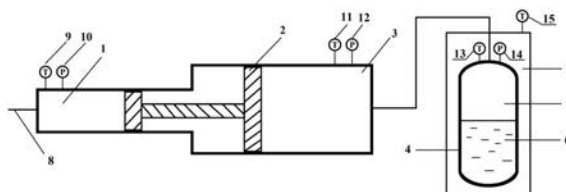
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种超临界工质定压储能系统

(57)摘要

本发明公开了一种超临界工质定压储能系统,包括:超临界段工质腔(1)、非等截面活塞组件(2)、亚临界段工质腔(3)、两相工质罐(4)、可调恒温箱(5)、亚临界液态工质(6)、亚临界气态工质(7)、超临界系统连接管(8)、超临界段工质腔温度传感器(9)、超临界段工质腔压力传感器(10)、亚临界段工质腔温度传感器(11)、亚临界段工质腔压力传感器(12)、两相工质罐温度传感器(13)、两相工质罐压力传感器(14)、可调恒温箱温度传感器(15)。本发明将多余能量以超临界流体工质的形式储存到系统中,当能量输出负荷较大时输出超临界流体,平衡能量来源,提高了能源循环使用效率,减少了存储空间。



1. 一种超临界工质定压储能系统,其特征在於,包括:超临界段工质腔(1)、非等截面活塞组件(2)、亚临界段工质腔(3)、两相工质罐(4)、可调恒温箱(5)、亚临界液态工质(6)、亚临界气态工质(7)、超临界系统连接管(8)、超临界段工质腔温度传感器(9)、超临界段工质腔压力传感器(10)、亚临界段工质腔温度传感器(11)、亚临界段工质腔压力传感器(12)、两相工质罐温度传感器(13)、两相工质罐压力传感器(14)、可调恒温箱温度传感器(15);

所述超临界段工质腔(1)通过所述超临界系统连接管(8)与外部超临界系统连接,当外部超临界系统和超临界段工质的压力高于超临界工质定压储能系统设定的压力时,所述非等截面活塞组件(2)向所述亚临界段工质腔(3)侧移动;当外部超临界系统和超临界段工质的压力低于超临界工质定压储能系统设定的压力时,所述非等截面活塞组件(2)向所述超临界段工质腔(1)侧移动;

所述非等截面活塞组件(2)与超临界段工质腔(1)、亚临界段工质腔(3)的腔体间的密封采用油膜密封方式;所述非等截面活塞组件(2)沿滑动方向的两端面及侧面由保温隔热材料制成;所述非等截面活塞组件(2)用于将所述超临界段工质腔(1)与所述亚临界段工质腔(3)分隔开,并且能够根据所述超临界段工质腔(1)与所述亚临界段工质腔(3)的压力变化,在所述超临界段工质腔(1)侧与所述亚临界段工质腔(3)侧之间移动;所述非等截面活塞组件(2)两侧截面比值根据超临界工质定压储能系统设计储能压力和设计可调恒温箱温度确定;对于固定的两侧截面比值,通过调节所述两相工质罐(4)温度实现对所述亚临界段工质腔(3)与所述超临界段工质腔(1)工作时的工质压力;

所述亚临界段工质腔温度传感器(11)用于监测所述亚临界段工质腔(3)内的温度;

所述亚临界段工质腔压力传感器(12)用于监测所述亚临界段工质腔(3)内的压力;

所述亚临界段工质腔(3)一侧通过所述非等截面活塞组件(2)与所述超临界段工质腔(1)连接,一侧与两相工质罐(4)连接,用于存储亚临界工质;

所述可调恒温箱(5)用于为所述两相工质罐(4)提供恒定的温度环境;

所述两相工质罐(4)内的所述亚临界气态工质(7)与亚临界段工质腔(3)直通,当恒定温度下亚临界段工质腔(3)的压力低于超临界工质定压储能系统设定值时,部分所述两相工质罐(4)内的所述亚临界气态工质(7)转化成所述亚临界液态工质(6);

所述两相工质罐(4)内的所述亚临界液态工质(6)用于实现亚临界段工质的液态存储,当恒定温度下亚临界段工质腔(3)的压力高于超临界工质定压储能系统设定值时,部分所述两相工质罐(4)内的所述亚临界液态工质(6)转化成所述亚临界气态工质(7);

所述两相工质罐(4)与所述亚临界段工质腔(3)连接,用于实现对亚临界段工质的存储,当外部超临界系统工质盈余时,外部超临界系统工质进入超临界段工质腔(1),非等截面活塞组件向亚临界段工质腔(3)滑动,推动亚临界气态工质进入两相工质罐(4),部分气态工质液化,使得非等截面活塞组件重新达到受力平衡,维持外部超临界系统和超临界段工质腔(1)内工质压力不变;当外部超临界系统工质匮乏时,超临界段工质腔(1)工质进入外部超临界系统,非等截面活塞组件(2)向超临界段工质腔(3)滑动,带动亚临界气态工质流出两相工质罐(4),部分液态工质汽化,使得非等截面活塞组件重新达到受力平衡,维持外部超临界系统和超临界段工质腔(1)内工质压力不变;

所述超临界系统连接管(8)用以实现超临界工质定压储能系统与外部超临界系统连接,将外部超临界态工质引入超临界工质定压储能系统;

超临界段工质腔温度传感器(9)用于监测所述超临界段工质腔(1)内的温度；
超临界段工质腔压力传感器(10)用于监测所述超临界段工质腔(1)内的压力；
两相工质罐温度传感器(13)用于监测所述两相工质罐(4)内的温度；
两相工质罐压力传感器(14)用于监测所述两相工质罐(4)内的压力；
可调恒温箱温度传感器(15)用于监测所述可调恒温箱(5)内的温度。

2.如权利要求1所述的一种超临界工质定压储能系统,其特征在于,所述超临界段工质腔(1)内为超临界CO₂,所述亚临界段工质腔(3)内为亚临界CO₂,超临界工质定压储能系统存储超临界态工质压力为15MPa,所述两相工质罐(4)内温度为14.28℃,所述非等截面活塞组件(2)截面面积比值为1:3。

3.如权利要求1所述的一种超临界工质定压储能系统,其特征在于,所述超临界段工质腔(1)、所述亚临界段工质腔(3)、所述两相工质罐(4)内的工质与外部超临界系统工质为同种工质。

4.如权利要求1所述的一种超临界工质定压储能系统,其特征在于,所述超临界段工质腔(1)和外部超临界系统内工质为同一种工质,所述亚临界段工质腔(3)和所述两相工质罐(4)内的工质为另一种工质。

一种超临界工质定压储能系统

技术领域

[0001] 本发明属于热能存储转换技术领域,特别涉及一种超临界工质定压储能系统。

背景技术

[0002] 能源的利用一直都是社会发展的关键性问题。随着现代社会对能源需求的不断提升,人们愈发关注能源供给端和消费端的平衡问题。人们或系统对能源的要求不仅局限于需求量的大小,而且还要求调控能源在使用时间的差异变化。能量储存技术是有效解决能源供需矛盾的措施,具体来说,是一种将富余的能量储存起来,并在需要时缓解能源紧缺的方法。能量储存技术能达到削峰平谷,合理利用资源的目的,完成能源的高效利用。目前,压缩空气储能技术是一种被广泛应用的能量储存技术,通过对空气的压缩实现存储能量的目的。在压缩空气储能技术中,由于空气的密度较小,压缩耗功大,存储体积较大。超临界CO₂具有更高的密度,有助于降低压缩耗功,同时大大减少存储空间,增加系统的紧凑性和灵活性。

[0003] (200910225252.3)公布了一种基于超临界过程的新型空气储能系统,缓解压缩空气储能系统面临的问题,并与各类电站配合应用。(201210518522.1)公布了一种新型流程的超临界空气储能/释能系统,实现与各种电站的广泛配合,显著提高了系统效率。(201410752892.0)公布了一种以CO₂为工作介质的定压型储能系统,收集CO₂压缩过程中的热量,并利用到无补充热量的系统中,以达到提高系统的效率的目的。(201310382394.7)公布了一种以CO₂为工作介质的压缩气体储能系统,以实现定压/定容的储能/释能的转换。

发明内容

[0004] 本发明的目的是:提供一种超临界工质定压储能系统,将富余能量以超临界流体工质的形式储存到储能器的超临界段中,解决能量供给端和消费端不平衡的问题,提高能源利用效率,减少了存储空间,增强了系统的紧凑性和灵活性。

[0005] 本发明的技术方案是:一种超临界工质定压储能系统,包括:超临界段工质腔(1)、非等截面活塞组件(2)、亚临界段工质腔(3)、两相工质罐(4)、可调恒温箱(5)、亚临界液态工质(6)、亚临界气态工质(7)、超临界系统连接管(8)、超临界段工质腔温度传感器(9)、超临界段工质腔压力传感器(10)、亚临界段工质腔温度传感器(11)、亚临界段工质腔压力传感器(12)、两相工质罐温度传感器(13)、两相工质罐压力传感器(14)、可调恒温箱温度传感器(15);

[0006] 所述超临界段工质腔(1)通过所述超临界系统连接管(8)与外部超临界系统连接,当外部超临界系统和超临界段工质的压力高于超临界工质定压储能系统设定的压力时,所述非等截面活塞组件(2)向所述亚临界段工质腔(3)侧移动;当外部超临界系统和超临界段工质的压力低于超临界工质定压储能系统设定的压力时,所述非等截面活塞组件(2)向所述超临界段工质腔(1)侧移动;

[0007] 所述非等截面活塞组件(2)与超临界段工质腔(1)、亚临界段工质腔(3)的腔体间

的密封采用油膜密封方式；所述非等截面活塞组件(2)沿滑动方向的两端面及侧面由保温隔热材料制成；所述非等截面活塞组件(2)用于将所述超临界段工质腔(1)与所述亚临界段工质腔(3)分隔开，并且能够根据所述超临界段工质腔(1)与所述亚临界段工质腔(3)的压力变化，在所述超临界段工质腔(1)侧与所述亚临界段工质腔(3)侧之间移动；所述非等截面活塞组件(2)两侧截面比值根据超临界工质定压储能系统设计储能压力和设计可调恒温箱温度确定；对于固定的两侧截面比值，通过调节所述两相工质罐(4)温度实现对所述亚临界段工质腔(3)与所述超临界段工质腔(1)工作时的工质压力；

[0008] 所述亚临界段工质腔温度传感器(11)用于监测所述亚临界段工质腔(3)内的温度；

[0009] 所述亚临界段工质腔压力传感器(12)用于监测所述亚临界段工质腔(3)内的压力；

[0010] 所述亚临界段工质腔(3)一侧通过所述非等截面活塞组件(2)与所述超临界段工质腔(1)连接，一侧与两相工质罐(4)连接，用于存储亚临界工质；

[0011] 所述可调恒温箱(5)用于为所述两相工质罐(4)提供恒定的温度环境；

[0012] 所述亚临界气态工质(7)与亚临界段工质腔(3)直通，当恒定温度下亚临界段工质腔(3)的压力低于超临界工质定压储能系统设定值时，部分转化成所述亚临界液态工质(6)；

[0013] 所述亚临界液态工质(6)用于实现亚临界段工质的液态存储，当恒定温度下亚临界段工质腔(3)的压力高于超临界工质定压储能系统设定值时，部分转化成所述亚临界气态工质(7)；

[0014] 所述两相工质罐(4)与所述亚临界段工质腔(3)连接，用于实现对亚临界段工质的存储，当外部超临界系统工质盈余时，外部超临界系统工质进入超临界段工质腔(1)，非等截面活塞组件向亚临界段工质腔(3)滑动，推动亚临界气态工质进入两相工质罐(4)，部分气态工质液化，使得非等截面活塞组件重新达到受力平衡，维持外部超临界系统和超临界段工质腔(1)内工质压力不变；当外部超临界系统工质匮乏时，超临界段工质腔(1)工质进入外部超临界系统，非等截面活塞组件(2)向超临界段工质腔(3)滑动，带动亚临界气态工质流出两相工质罐(4)，部分液态工质汽化，使得非等截面活塞组件重新达到受力平衡，维持外部超临界系统和超临界段工质腔(1)内工质压力不变；

[0015] 所述超临界系统连接管(8)用以实现超临界工质定压储能系统与外部超临界系统连接，将外部超临界态工质引入超临界工质定压储能系统；

[0016] 超临界段工质腔温度传感器(9)用于监测所述超临界段工质腔(1)内的温度；

[0017] 超临界段工质腔压力传感器(10)用于监测所述超临界段工质腔(1)内的压力；

[0018] 两相工质罐温度传感器(13)用于监测所述两相工质罐(4)内的温度；

[0019] 两相工质罐压力传感器(14)用于监测所述两相工质罐(4)内的压力；

[0020] 可调恒温箱温度传感器(15)用于监测所述可调恒温箱(5)内的温度。

[0021] 更进一步地，所述超临界段工质腔(1)、所述亚临界段工质腔(3)、所述两相工质罐(4)内的工质与外部超临界系统工质为同种工质。

[0022] 更进一步地，所述超临界段工质腔(1)内为超临界CO₂，所述亚临界段工质腔(3)内为亚临界CO₂，超临界工质定压储能系统存储超临界态工质压力为15MPa，所述两相工质罐

(4) 内温度为 14.28°C ,所述非等截面活塞组件(2)截面面积比值为1:3。

[0023] 更进一步地,所述超临界段工质腔(1)和外部超临界系统内工质为同一种工质,所述亚临界段工质腔(3)和所述两相工质罐(4)内的工质为另一种工质。

[0024] 本发明通过控制两相储液罐中工质的温度和非等截面活塞组件横截面比值,将富余能量以超临界流体工质的形式储存到超临界工质定压储能系统中,当能量输出负荷较大时输出超临界流体,以平衡能量来源,解决能量供给端和消费端不平衡的问题,有助于缓解能源供需矛盾的问题,提高了能源循环使用效率,减少了存储空间,增强了系统的紧凑性和灵活性。

附图说明

[0025] 图1为本发明超临界工质定压储能系统结构示意图。

[0026] 1-超临界段工质腔、2-非等截面活塞组件、3-亚临界段工质腔、4-两相工质罐、5-可调恒温箱、6-亚临界液态工质、7-亚临界气态工质、8-超临界系统连接管、9-超临界段工质腔温度传感器、10-超临界段工质腔压力传感器、11-亚临界段工质腔温度传感器、12-亚临界段工质腔压力传感器、13-两相工质罐温度传感器、14-两相工质罐压力传感器、15-可调恒温箱温度传感器

具体实施方式

[0027] 实施例1:参见图1,一种超临界工质定压储能系统,包括:超临界段工质腔(1)、非等截面活塞组件(2)、亚临界段工质腔(3)、两相工质罐(4)、可调恒温箱(5)、亚临界液态工质(6)、亚临界气态工质(7)、超临界系统连接管(8)、超临界段工质腔温度传感器(9)、超临界段工质腔压力传感器(10)、亚临界段工质腔温度传感器(11)、亚临界段工质腔压力传感器(12)、两相工质罐温度传感器(13)、两相工质罐压力传感器(14)、可调恒温箱温度传感器(15);

[0028] 所述超临界段工质腔(1)通过所述超临界系统连接管(8)与外部超临界系统连接,当外部超临界系统和超临界段工质的压力高于超临界工质定压储能系统设定的压力时,所述非等截面活塞组件(2)向所述亚临界段工质腔(3)侧移动;当外部超临界系统和超临界段工质的压力低于超临界工质定压储能系统设定的压力时,所述非等截面活塞组件(2)向所述超临界段工质腔(1)侧移动;

[0029] 所述非等截面活塞组件(2)与超临界段工质腔(1)、亚临界段工质腔(3)的腔体间的密封采用油膜密封方式;所述非等截面活塞组件(2)沿滑动方向的两端面及侧面由保温隔热材料制成;所述非等截面活塞组件(2)用于将所述超临界段工质腔(1)与所述亚临界段工质腔(3)分隔开,并且能够根据所述超临界段工质腔(1)与所述亚临界段工质腔(3)的压力变化,在所述超临界段工质腔(1)侧与所述亚临界段工质腔(3)侧之间移动;所述非等截面活塞组件(2)两侧截面比值根据超临界工质定压储能系统设计储能压力和设计可调恒温箱温度确定;对于固定的两侧截面比值,通过调节所述两相工质罐(4)温度实现对所述亚临界段工质腔(3)与所述超临界段工质腔(1)工作时的工质压力;

[0030] 所述亚临界段工质腔温度传感器(11)用于监测所述亚临界段工质腔(3)内的温度;

- [0031] 所述亚临界段工质腔压力传感器(12)用于监测所述亚临界段工质腔(3)内的压力;
- [0032] 所述亚临界段工质腔(3)一侧通过所述非等截面活塞组件(2)与所述超临界段工质腔(1)连接,一侧与两相工质罐(4)连接,用于存储亚临界工质;
- [0033] 所述可调恒温箱(5)用于为所述两相工质罐(4)提供恒定的温度环境;
- [0034] 所述亚临界气态工质(7)与亚临界段工质腔(3)直通,当恒定温度下亚临界段工质腔(3)的压力低于超临界工质定压储能系统设定值时,部分转化成所述亚临界液态工质(6);
- [0035] 所述亚临界液态工质(6)用于实现亚临界段工质的液态存储,当恒定温度下亚临界段工质腔(3)的压力高于超临界工质定压储能系统设定值时,部分转化成所述亚临界气态工质(7);
- [0036] 所述两相工质罐(4)与所述亚临界段工质腔(3)连接,用于实现对亚临界段工质的存储,当外部超临界系统工质盈余时,外部超临界系统工质进入超临界段工质腔(1),非等截面活塞组件向亚临界段工质腔(3)滑动,推动亚临界气态工质进入两相工质罐(4),部分气态工质液化,使得非等截面活塞组件重新达到受力平衡,维持外部超临界系统和超临界段工质腔(1)内工质压力不变;当外部超临界系统工质匮乏时,超临界段工质腔(1)工质进入外部超临界系统,非等截面活塞组件(2)向超临界段工质腔(3)滑动,带动亚临界气态工质流出两相工质罐(4),部分液态工质汽化,使得非等截面活塞组件重新达到受力平衡,维持外部超临界系统和超临界段工质腔(1)内工质压力不变;
- [0037] 所述超临界系统连接管(8)用以实现超临界工质定压储能系统与外部超临界系统连接,将外部超临界态工质引入超临界工质定压储能系统;
- [0038] 超临界段工质腔温度传感器(9)用于监测所述超临界段工质腔(1)内的温度;
- [0039] 超临界段工质腔压力传感器(10)用于监测所述超临界段工质腔(1)内的压力;
- [0040] 两相工质罐温度传感器(13)用于监测所述两相工质罐(4)内的温度;
- [0041] 两相工质罐压力传感器(14)用于监测所述两相工质罐(4)内的压力;
- [0042] 可调恒温箱温度传感器(15)用于监测所述可调恒温箱(5)内的温度。
- [0043] 更进一步地,所述超临界段工质腔(1)和外部超临界系统内工质为同一种工质,所述亚临界段工质腔(3)和所述两相工质罐(4)内的工质为另一种工质。
- [0044] 实施例2:参见图1,,在实施例1的基础上,所述超临界段工质腔(1)内为超临界CO₂,所述亚临界段工质腔(3)内为亚临界CO₂,超临界工质定压储能系统存储超临界态工质压力为15MPa,所述两相工质罐(4)内温度为14.28℃,所述非等截面活塞组件(2)截面面积比值为1:3。
- [0045] 实施例3:参见图1,在实施例1的基础上,所述超临界段工质腔(1)、所述亚临界段工质腔(3)、所述两相工质罐(4)内的工质与外部超临界系统工质为同种工质。
- [0046] 实施例4:参见图1,在实施例1的基础上,所述超临界段工质腔(1)和外部超临界系统内工质为同一种工质,所述亚临界段工质腔(3)和所述两相工质罐(4)内的工质为另一种工质。

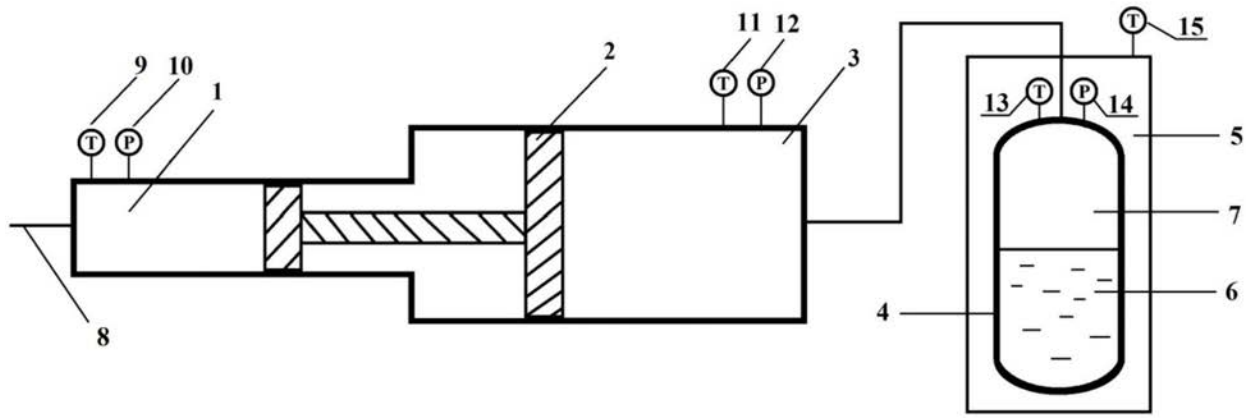


图1