



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216044241 U

(45) 授权公告日 2022. 03. 15

(21) 申请号 202121281451.9

F01K 17/06 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.08

F01K 13/02 (2006.01)

(73) 专利权人 鲁能集团有限公司

F25B 15/00 (2006.01)

地址 250002 山东省济南市市中区经三路
14号

F25B 27/02 (2006.01)

F24H 7/04 (2006.01)

专利权人 华北电力大学

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(72) 发明人 刘琨 厉明 韦古强 何子睿

崔双双 宋锦涛 刘乙学 胡从川
刘广东 李红

(51) Int. Cl.

F04B 35/04 (2006.01)

F04B 39/06 (2006.01)

F04B 41/02 (2006.01)

F04B 41/06 (2006.01)

F01K 27/00 (2006.01)

F01K 25/08 (2006.01)

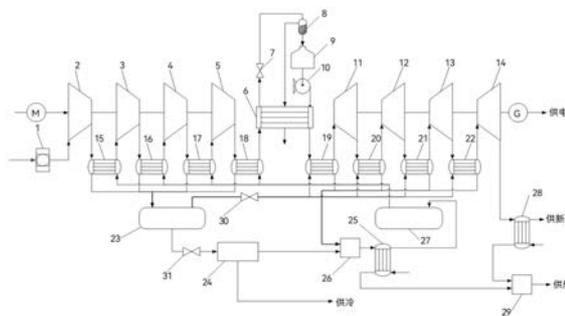
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种多联供液化空气储能系统

(57) 摘要

本发明属于液化空气储能技术领域,特别涉及一种耦合吸收式制冷机,能够实现热量梯级利用、回收利用的多联供液化空气储能系统;同时涉及一种能够实现冷、热、电、新风多联供的液化空气储能优化控制方法。系统使用一个吸收式制冷机、两个换热器。吸收式制冷机将液化空气储能系统中富余的高温导热油作为驱动热源产生冷能,两个换热器将导热油余热和级后排气余热收集起来进行供热,系统级后排气被吸收余热后用来供应新风。本发明解决了现有液化空气储能技术效率低、供能单一的问题,充分利用液化空气储能系统中的富余热能和级后排气,在产生电能的同时,能够灵活的供应热能、冷能和新风,满足多种供能需求,同时达到经济,环保,高效的目的。



1. 一种多联供液化空气储能系统,包括储能单元、释能单元、蓄热单元、多联供单元以及控制单元,其特征在于:所述多联供液化空气储能系统储能单元包括通过管路依次连接的空气净化器、压缩机、冷却器、蓄冷回热器、节流阀、气液分离器、液态储罐;其中,最后一级冷却器的空气出口与蓄冷回热器的空气进口相连;所述多联供液化空气储能系统释能单元包括通过管路依次连接的液态储罐、液态泵、蓄冷回热器、再热器、膨胀机、阀门;其中,蓄冷回热器的空气出口与第一级再热器的空气进口相连;高温储罐通过一个阀门与再热器的导热油进口相连;所述多联供液化空气储能系统蓄热单元包括冷却器、再热器、高温储罐、低温储罐;其中,冷却器的导热油出口与高温储罐相连,冷却器的导热油进口与低温储罐相连;所述多联供液化空气储能系统多联供单元包括高温储罐、低温储罐、换热器、吸收式制冷机、混合器;其中,高温储罐的富余导热油出口通过一个阀门与吸收式制冷机的导热油进口相连,吸收式制冷机的导热油出口与再热器的导热油出口流经一个混合器,这个混合器的出口与一个换热器的导热油进口相连,该换热器的导热油出口与低温储罐相连;膨胀过程的级后排气与一个换热器的空气进口相连,两个换热器的水出口流经另外一个混合器;所述多联供液化空气储能系统控制单元主要由两个阀门组成;一个阀门位于高温储罐和再热器之间,另一个阀门位于高温储罐与吸收式制冷机之间;所述多联供液化空气储能系统的压缩机与电动机相连,膨胀机与发电机相连。

2. 根据权利要求书1所述的一种多联供液化空气储能系统,其特征是:在压缩过程中,环境空气经空气净化器净化,压缩机消耗电能压缩净化后的空气,空气升压的同时也在升高温度,为了能够将这部分热量收集起来,在压缩机级间设置了冷却器,以导热油作为传热介质吸收压缩过程中产生的热量,并储存在高温储罐中。

3. 根据权利要求书1所述的一种多联供液化空气储能系统,其特征是:经压缩过程后,冷却后的高压空气需要再次降温降压,达到空气液化的临界点(0.1MPa, -194.4℃)进行液化;为了能够将空气进一步降温,在压缩过程后应用了一个蓄冷回热器,蓄冷回热器吸收空气的热量使空气降温,之后应用了一个节流阀,高压低温空气经节流阀后液化;最后,经过一个气液分离器,液化了的空气储存在液态储罐中,未液化的空气在蓄冷回热器中放出冷量后排放到大气当中。

4. 根据权利要求书1所述的一种多联供液化空气储能系统,其特征是:在释能过程中,液态储罐中的液态空气经过一个液态泵进行加压,之后经过蓄冷回热器吸收热量气化;气态空气在进入膨胀机做功之前,需要在再热器中吸收热量升温,高温空气进入膨胀机进行做功。

5. 根据权利要求书1所述的一种多联供液化空气储能系统,其特征是:为保证储能系统中的富余热能和级后排气得到充分利用,实现多联供,本系统使用一个吸收式制冷机、两个换热器;吸收式制冷机将富余的高温导热油作为驱动热源产生冷能,两个换热器将导热油余热和级后排气余热收集起来进行供热,级后排气被吸收余热后用来供应新风,整个过程不向环境释放任何污染,达到高效、环保的目的。

6. 根据权利要求书1所述的一种多联供液化空气储能系统,其特征是:当系统电能需求大于热能需求和冷能需求时,优先开启再热器前的高温导热油阀门为膨胀过程中的再热器供热,提高膨胀机前空气温度,保证系统的电能输出;当系统冷能需求大于热能需求和电能需求时,在膨胀过程中优先开启吸收式制冷机前的高温导热油阀门为吸收式制冷机提供热

源,保证系统的冷能输出;当系统热能需求大于冷能需求和电能需求时,在膨胀过程中优先开启吸收式制冷机前的高温导热油阀门,设置吸收式制冷机不工作,通过提高供热温度保证系统的热能输出。

一种多联供液化空气储能系统

技术领域

[0001] 本实用新型发明属于液化空气储能技术领域,特别涉及一种耦合吸收式制冷机,能够实现热量梯级利用、回收利用的多联供液化空气储能系统;同时涉及一种能够实现冷、热、电、新风多联供的液化空气储能优化控制方法。

背景技术

[0002] 利用天然形成的地下洞穴进行压缩空气储能的概念最先由Stal Laval在1949年提出,主要是将压缩后的高压空气存储于天然的洞穴中,以此实现能量存储。液化空气储能是压缩空气储能技术中的一种,其原理与压缩空气储能技术非常相似,但是液化空气储能系统采用的是液态空气进行电能存储,具有较高的储能密度。其工作原理为:在压缩过程中,利用压缩机消耗电能将环境空气压缩到高温高压状态,采用级间冷却器对压缩空气进行冷却,并将导热油作为传热介质吸收热量后储存在高温储罐中。在液化储存过程中,高压空气在回热器中被再次冷却,高压低温空气通过节流阀液化后储存在液态储罐中。在膨胀过程中,液态空气由液体泵加压并在回热器中加热气化,高压空气在膨胀机机前换热器中被再次加热,导热油作为传热介质放出热量后储存在低温储罐中,最后,高压高温空气进入膨胀机进行做功。但是,现有液化空气储能系统中的膨胀过程并不能完全消耗掉压缩过程储存的热量,存在大量热能富余,导致循环效率低下。

[0003] 本实用新型发明以解决现有液化空气储能技术中储能效率低、供能单一的问题为出发点,提出一种多联供液化空气储能系统及优化控制方法。多联供是指将液化空气储能系统中的富余热能和排气利用起来供应冷能、热能和新风,以提高系统的利用效率。另外,用户侧储能场景中对冷、热、电的需求非常明显,因此,多联供液化空气储能系统能够适用于多种应用场合,具有广泛的应用前景。

发明内容

[0004] 本实用新型发明的目的是公开一种多联供液化空气储能系统及优化控制方法,充分利用液化空气储能系统中的富余热能和级后排气,在产生电能的同时,能够灵活的供应热能、冷能和新风。不仅解决了储能系统效率低的问题,满足多种供能需求,同时达到经济,环保,高效的目的。

[0005] 多联供液化空气储能系统包括:储能单元、释能单元、蓄热单元、多联供单元及控制单元。储能时,利用富余电或低谷电驱动压缩机压缩净化后的空气至高温高压状态,由级间冷却器降温后,高压空气经蓄冷回热器和节流阀后液化并储存在液态储罐中,同时收集压缩热储存在高温储罐中。释能时,液态空气由液态泵增压后,利用蓄冷回热器吸收热量气化,经再热器加热成高温高压空气,高压高温气体驱动膨胀机做功。将富余的高温导热油作为吸收式制冷机的热源来产生冷能进行供冷。被吸收式制冷机吸收部分热量后的导热油与再热器流出的导热油进行混合,经第一个换热器换热后储存在低温储罐中。利用第二个换热器冷却膨胀过程级后排气供应新风。将两个换热器换热后的热水收集起来进行供热。

[0006] 所述多联供液化空气储能系统储能单元包括通过管路依次连接的空气净化器、压缩机(组)、冷却器、蓄冷回热器、节流阀、气液分离器、液态储罐。

[0007] 所述多联供液化空气储能系统释能单元包括通过管路依次连接的液态储罐、液态泵、蓄冷回热器、再热器、膨胀机(组)。

[0008] 所述多联供液化空气储能系统储热单元包括冷却器、再热器、高温储罐、低温储罐。

[0009] 所述多联供液化空气储能系统多联供单元包括高温储罐、低温储罐、换热器、吸收式制冷机、混合器。

[0010] 所述多联供液化空气储能系统控制单元主要由两个阀门组成。一个阀门位于高温储罐和再热器之间,另一个阀门位于高温储罐与吸收式制冷机之间。

[0011] 所述多联供液化空气储能系统的压缩机(组)与膨胀机(组)通过发电机/电动机相连。

[0012] 所述的多联供液化空气储能系统,为保证系统中的热能和级后排气得到充分利用,所述系统使用一个吸收式制冷机和两个换热器,吸收式制冷机利用富余的高温导热油作为热源驱动产生冷能进行供冷,换热器利用水作为换热介质将导热油余热和排气余热中的热量收集起来进行供热。冷却后的级后排气供应新风。从而使多联供液化空气储能系统成为了一个储能效率高、供能多元化的储能系统,且在整个循环过程中不向环境产生任何污染。

[0013] 所述的多联供液化空气储能系统,考虑了空气清洁度对机械性能的影响,因此在系统第一级压缩机机前设置了一个空气净化器来净化空气,降低系统运行过程中机械损伤的同时,也为新风的供应提供了保证。

[0014] 所述的多联供液化空气储能系统优化控制方法为:当系统电能需求大于热能需求和冷能需求时,优先开启再热器前的高温导热油阀门为膨胀过程中的再热器供热,提高膨胀机前空气温度,保证系统的电能输出。当系统冷能需求大于热能需求和电能需求时,在膨胀过程中优先开启吸收式制冷机前的高温导热油阀门为吸收式制冷机提供热源,保证系统的冷能输出。当系统热能需求大于冷能需求和电能需求时,在膨胀过程中优先开启吸收式制冷机前的高温导热油阀门,设置吸收式制冷机不工作,通过提高供热温度保证系统的热能输出。

[0015] 本实用新型发明的创新点有以下五个特点:第一,利用膨胀机级后排气供应新风;第二,利用富余导热油驱动吸收式制冷机产生冷能进行供冷;第三,利用换热器将导热油余热和级后排气余热收集起来进行供热;第四,充分利用液化空气储能系统中的富余热能,大幅提高了系统的储能效率;第五,整个循环系统不产生任何污染,且能够满足多能供能需求,在储能场景中可以发挥更好的作用。

附图说明

[0016] 图1是本实用新型发明的多联供液化空气储能系统的结构示意图;

[0017] 图2是本实用新型发明的多联供液化空气储能系统的四级压缩-四级膨胀状态的结构示意图。

[0018] 图中标号

[0019] 如图2所示,其中:1-空气净化器;2-压缩机1;3-压缩机2;4-压缩机3;5-压缩机4;6-蓄冷回热器;7-节流阀;8-气液分离器;9-液态储罐;10-液态泵;11-膨胀机1;12-膨胀机2;13-膨胀机3;14-膨胀机4;15-冷却器1;16-冷却器2;17-冷却器3;18-冷却器4;19-再热器1;20-再热器2;21-再热器3;22-再热器4;23-高温储罐;24-吸收式制冷机;25-换热器1;26-混合器1;27-低温储罐;28-换热器2;29-混合器2;30-控制阀门1;31-控制阀门2。

具体实施方式

[0020] 本实用新型发明提供了一种多联供液化空气储能系统及优化控制方法,下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步的说明。

[0021] 本实用新型发明可以基于所述系统实现,其具体结构如图2所示,所述系统由空气净化器、压缩机1、压缩机2、压缩机3、压缩机4、蓄冷回热器、节流阀、气液分离器、液态储罐、液态泵、膨胀机1、膨胀机2、膨胀机3、膨胀机4、冷却器1、冷却器2、冷却器3、冷却器4、再热器1、再热器2、再热器3、再热器4、高温储罐、吸收式制冷机、换热器1、混合器1、低温储罐、换热器2、混合器2、控制阀门1、控制阀门2组成,具体操作过程为:

[0022] 如图2所示,在压缩过程中,首先利用空气净化器净化环境空气。然后,消耗多余电能或低谷电能,利用压缩机1、压缩机2、压缩机3和压缩机4将净化后的空气压缩到高温高压状态,高压高温空气经级间冷却器1、冷却器2、冷却器3和冷却器4进行冷却,导热油作为传热介质吸收热量后被储存在高温储罐中。

[0023] 在液化存储过程中,由冷却器4排出的高压低温空气经过蓄冷回热器进行冷却,并经过节流阀液化。经气液分离器后,液化的空气被储存在液态储罐中,未液化的空气经过蓄冷回热器放出冷量后排放到大气当中。

[0024] 在膨胀过程中,液态储罐中的液态空气首先经过液态泵加压,再经过蓄冷回热器吸收热量气化,气态空气经机前再热器1、再热器2、再热器3和再热器4进行加热,高压高温空气进入膨胀机1、膨胀机2、膨胀机3和膨胀机4进行膨胀做功。

[0025] 高温储罐中富余的高温导热油作为驱动热源驱动吸收式制冷机产生冷能,之后,吸收式制冷机的导热油出口与机前再热器1、再热器2、再热器3和再热器4流出的低温导热油在混合器1中进行混合,经换热器1换热后储存在低温储罐中。膨胀机4级后排气经换热器2换热后用来供应新风,水作为传热介质在换热器1和换热器2吸收导热油余热和级后排气余热后进行供热。

[0026] 当系统电能需求大于热能需求和冷能需求时,优先开启控制阀门1,通过提高膨胀机机前温度,保证系统的电能输出。当系统冷能需求大于热能需求和电能需求时,优先开启控制阀门2为吸收式制冷机提供热源,保证系统的冷能输出。当系统热能需求大于电能需求和冷能需求时,优先开启控制阀门2,设置吸收式制冷机不工作,通过提高供热温度保证系统的热能输出。

[0027] 本实用新型发明的上述实施方案是对本发明进行说明,并非对本发明进行限定。权利要求指出了本发明要求保护的构思和范围,而上述的说明并未全部支出本发明的范围。因此,在于本发明的权利要求书相当的含义和范围内的任何改变,都应该包括在权利要求书的范围内。

