



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118602361 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 21

(21) 申请号 202410716409.7

F22B 37/00 (2006.01)

(22) 申请日 2024.06.04

F28D 20/00 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118602361 A

(56) 对比文件

CN 115559870 A, 2023.01.03

CN 115839267 A, 2023.03.24

CN 117663083 A, 2024.03.08

(43) 申请公布日 2024.09.06

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710115 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

审查员 张晴

(72) 发明人 谢永慧 刘仕桢 王鼎 张荻

(74) 专利代理机构 西安铭泽知识产权代理事务所(普通合伙) 61223

专利代理师 苏祥

(51) Int. Cl.

F22B 1/06 (2006.01)

F22B 3/04 (2006.01)

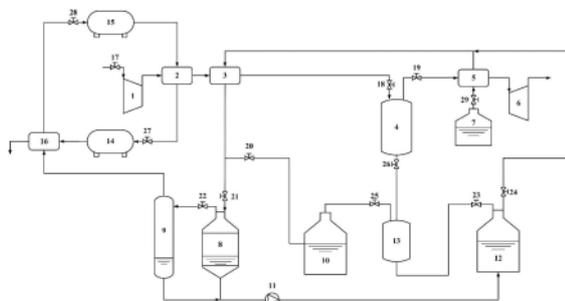
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法

(57) 摘要

本发明属于储能技术领域,涉及一种生产工业蒸气的热电联产储能系统,包括压气机、预冷器、冷却器与储气罐、低温熔盐罐;高温熔盐罐,进口与预冷器的第二出口连接,高温熔盐罐内用于储存高温熔融盐;中温水罐,出口与冷却器的第二进口连接,中温水罐内储存有中温高压水;工业蒸汽供给组件,分别与高温熔盐罐的出口、冷却器的第二出口连接,用于通过压气机产生的压缩热加热中温高压水,使中温高压水变为高温工业蒸气。本发明能够利用用电低谷期冗余电力驱动压气机产生的压缩热加热中温高压水,使中温高压水变为高温工业蒸气,向工业园区持续供给高温工业蒸气,避免在储能过程中能量转化较为单一,提高了系统能量利用率。



1. 一种生产工业蒸气的热电联产储能系统,包括压气机(1)、预冷器(2)、冷却器(3)与储气罐(4),所述压气机(1)的进口用于引入常温常压空气,所述压气机(1)的出口与预冷器(2)的第一进口连接,所述预冷器(2)的第一出口与冷却器(3)的第一进口连接,所述冷却器(3)第一出口与储气罐(4)连接,其特征在于,还包括:

低温熔盐罐(15),出口与预冷器(2)的第二进口连接,所述低温熔盐罐(15)内用于储存低温熔融盐;

高温熔盐罐(14),进口与预冷器(2)的第二出口连接,所述高温熔盐罐(14)内用于储存高温熔融盐;

中温水罐(12),出口与冷却器(3)的第二进口连接,所述中温水罐(12)内储存有中温高压水;

工业蒸汽供给组件,分别与高温熔盐罐(14)的出口、冷却器(3)的第二出口连接,用于通过压气机(1)产生的压缩热加热中温高压水,使中温高压水变为高温工业蒸气;

所述工业蒸汽供给组件包括闪蒸罐(8)、蒸气罐(9)与蒸气发生器(16),所述闪蒸罐(8)的进口与冷却器(3)的第二出口连接,所述蒸气罐(9)的进口与闪蒸罐(8)的第一出口连接,所述蒸气罐(9)的第一出口与蒸气发生器(16)的第一进口连接,所述蒸气发生器(16)的第一出口用于将高温工业蒸气向工业园区供给,所述蒸气发生器(16)的第二进口与高温熔盐罐(14)的出口连接,所述蒸气发生器(16)的第二出口与低温熔盐罐(15)的进口连接;

所述冷却器(3)与闪蒸罐(8)之间设置有热水罐(10),所述热水罐(10)的第一通道分别与冷却器(3)的第二出口、闪蒸罐(8)的进口连接,所述热水罐(10)的第二通路连接有缓冲罐(13)的第一通路,所述缓冲罐(13)的第二通路连接与储气罐(4)连接,所述缓冲罐(13)的第三通路与中温水罐(12)的连接;

所述中温水罐(12)与闪蒸罐(8)、蒸气罐(9)之间设置有泵(11),所述泵(11)的进口分别与闪蒸罐(8)的第二出口、蒸气罐(9)的第二出口连接,所述泵(11)的出口与中温水罐(12)的进口连接;

所述储气罐(4)的出口连接有加热器(5)的第一进口连接,所述加热器(5)的第一出口连接有透平(6)的进口,所述透平(6)的出口与大气连通,所述加热器(5)的第二进口连接有回水箱(7)的出口。

2. 根据权利要求1所述的生产工业蒸气的热电联产储能系统,其特征在于,所述压气机(1)的进口设置有第一控制阀(17),所述冷却器(3)与储气罐(4)之间设置有第二控制阀(18),所述储气罐(4)与加热器(5)之间设置有第三控制阀(19),所述热水罐(10)的第一通路上设置有第四控制阀(20),所述热水罐(10)与缓冲罐(13)之间设置有第九控制阀(25),所述闪蒸罐(8)的进口设置有第五控制阀(21),所述闪蒸罐(8)与蒸气罐(9)之间设置有第六控制阀(22),所述缓冲罐(13)与中温水罐(12)之间设置有第七控制阀(23),所述缓冲罐(13)与储气罐(4)之间设置有第十控制阀(26),所述中温水罐(12)与冷却器(3)之间设置有第八控制阀(24),所述预冷器(2)与高温熔盐罐(14)之间设置有第十一控制阀(27),所述蒸气发生器(16)与低温熔盐罐(15)之间设置有第十二控制阀(28),所述回水箱(7)与加热器(5)之间设置有第十三控制阀(29)。

3. 一种生产工业蒸气的热电联产储能方法,其特征在于,采用如权利要求2所述的生产工业蒸气的热电联产储能系统,包括储能、释能与独立供热,所述储能用于将用电低谷时多

余的电能转化为热能与压缩空气储存起来,并将热能用于制备工业蒸汽,所述释能用于将储存的高压空气将其转化为电能,所述独立供热用于在非储能工作阶段利用储存的剩余热能继续制备工业蒸汽,所述储能包含以下步骤:

将常温常压空气引入压气机(1),利用用电低谷时多余的电能带动压气机(1)工作,使得常温常压空气变为高温高压空气;

将高温高压空气引入预冷器(2),与来自低温熔盐罐(15)的低温熔融盐进行热交换,低温熔融盐变为高温熔融盐进入高温熔盐罐(14),高温高压空气变为中高温高压空气;

将中高温高压空气引入冷却器(3),与来自中温水罐(12)的中温高压水进行热交换,中高温高压空气变为低温高压空气进入储气罐(4)中储存,中温高压水变为中高温高压水一部分进入热水罐(10)中储存,另一部分直接进入闪蒸罐(8)中进行闪蒸,闪蒸之后产生中温工业蒸气与中温低压水;

将中温工业蒸气经过蒸气罐(9)引入蒸气发生器(16),与来自高温熔盐罐(14)的高温熔融盐进行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔盐罐(15),同时,中温工业蒸气在经过蒸气罐(9)时产生中温低压水与闪蒸罐(8)内产生的中温低压水经过泵(11)加压后进入中温水罐(12);

所述释能包含以下步骤:

将储气罐(4)中的低温高压空气引入加热器(5),与来自回水箱(7)中低温回水进行热交换,低温高压空气变为中低温高压空气;

将中低温高压空气引入透平进行膨胀做功发电,中低温高压空气变为常温常压空气排入大气;

所述独立供热包含以下步骤:

将热水罐(10)中的中高温高压水引入闪蒸罐(8)中进行闪蒸,闪蒸之后产生中温工业蒸气与中温低压水;

将中温工业蒸气经过蒸气罐(9)引入蒸气发生器(16),与来自高温熔盐罐(14)的高温熔融盐进行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔盐罐(15),同时,中温工业蒸气在经过蒸气罐(9)时产生中温低压水与闪蒸罐(8)内产生的中温低压水经过泵(11)加压后进入中温水罐(12)。

4.根据权利要求3所述的生产工业蒸气的热电联产储能方法,其特征在于,所述高温高压空气的温度为260~310℃、压力为250~300 kPa,所述中高温高压空气的温度为250~290℃、压力为250~300 kPa,所述中温高压水的温度为180~200℃、压力为2800~4000kPa,所述中温工业蒸气的温度为180~200℃,所述高温工业蒸气的温度为240~295℃,所述中温低压水的温度为180~200、压力为1000~1600,所述中低温回水的温度为50~90℃;所述中低温高压空气的温度为30~80℃、压力为250~300kPa,所述低温高压空气的温度小于20℃、压力为250~300kPa。

生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于储能技术领域,涉及生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法。

背景技术

[0002] 工业园区是区域经济发展的新焦点,聚集众多生产企业,具有用电需求量大,对供电品质要求较高的特点,当工业园区配电系统发生内、外部扰动时,工业园区的重要电力负荷仍需保持连续稳定性供电,就需要额外的独立供电系统对工业园区配电进行灵活调度。而储能技术的应用能够在很大程度上解决工业园区配电灵活调度得问题,使得工业园区的众多生产企业得到持续且较高品质的电力供给。

[0003] 目前,工业园区在进行储能时,常采用压缩空气储能技术,在用电低谷时,使用多余的电能带动压气机工作将空气压缩后进行储存,并在用电高峰时将其转化为电能供给工业园区。

[0004] 然而,由于工业园区所需要的不仅仅是电能,还有工业蒸气等,采用压缩空气储能技术能够实现能量转化较为单一,导致工业园区的企业还是需要再通过电能制备工业蒸气,降低了系统能量利用率较低。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法,能够在储能的过程中持续为工业园区提供工业蒸气,避免在储能过程中能量转化较为单一,提高了系统能量利用率。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供的生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法的具体技术方案如下:

[0007] 一种生产工业蒸气的热电联产储能系统,包括压气机、预冷器、冷却器与储气罐,压气机的进口用于引入常温常压空气,压气机的出口与预冷器的第一进口连接,预冷器的第一出口与冷却器的第一进口连接,冷却器第一出口与储气罐连接,还包括:

[0008] 低温熔盐罐,出口与预冷器的第二进口连接,低温熔盐罐内用于储存低温熔融盐;

[0009] 高温熔盐罐,进口与预冷器的第二出口连接,高温熔盐罐内用于储存高温熔融盐;

[0010] 中温水罐,出口与冷却器的第二进口连接,中温水罐内储存有中温高压水;

[0011] 工业蒸汽供给组件,分别与高温熔盐罐的出口、冷却器的第二出口连接,用于通过压气机产生的压缩热加热中温高压水,使中温高压水变为高温工业蒸气。

[0012] 本发明的特点还在于:

[0013] 其中工业蒸汽供给组件包括闪蒸罐、蒸气罐与蒸气发生器,闪蒸罐的进口与冷却器的第二出口连接,蒸气罐的进口与闪蒸罐的第一出口连接,蒸气罐的第一出口与蒸气发生器的第一进口连接,蒸气发生器的第一出口用于将高温工业蒸气向工业园区供给,蒸气发生器的第二进口与高温熔盐罐的出口连接,蒸气发生器的第二出口与低温熔盐罐的进口连接。

[0014] 其中冷却器与闪蒸罐之间设置有热水罐,热水罐的第一通道分别与冷却器的第二出口、闪蒸罐的进口连接,热水罐的第二通路连接有缓冲罐的第一通路,缓冲罐的第二通路与储气罐连接,缓冲罐的第三通路与中温水罐的连接。

[0015] 其中中温水罐与闪蒸罐、蒸气罐之间设置有泵,泵的进口分别与闪蒸罐的第二出口、蒸气罐的第二出口连接,泵的出口与中温水罐的进口连接。

[0016] 其中储气罐的出口连接有加热器的第一进口连接,加热器的第一出口连接有透平的进口,透平的出口与大气连通,加热器的第二进口连接有回水箱的出口。

[0017] 其中压气机的进口设置有第一控制阀,冷却器与储气罐之间设置有第二控制阀,储气罐与加热器之间设置有第三控制阀,热水罐的第一通路上设置有第四控制阀,热水罐与缓冲罐之间设置有第九控制阀,闪蒸罐的进口设置有第五控制阀,闪蒸罐与蒸气罐之间设置有第六控制阀,缓冲罐与中温水罐之间设置有第七控制阀,缓冲罐与储气罐之间设置有第十控制阀,中温水罐与冷却器之间设置有第八控制阀,预冷器与高温熔盐罐之间设置有第十一控制阀,蒸气发生器与低温熔盐罐之间设置有第十二控制阀,回水箱与加热器之间设置有第十三控制阀。

[0018] 一种生产工业蒸气的热电联产储能方法,包括储能、释能与独立供热,所述储能用于将用电低谷时多余的电能转化为热能与压缩空气储存起来,并将热能用于制备工业蒸汽,所述释能用于将储存的高压空气将其转化为电能,所述独立供热用于在非储能工作阶段利用储存的剩余热能继续制备工业蒸汽,所述储能包含以下步骤:

[0019] 将常温常压空气引入压气机,利用用电低谷时多余的电能带动压气机工作,使得常温常压空气变为高温高压空气;

[0020] 将高温高压空气引入预冷器,与来自低温熔盐罐的低温熔融盐进行热交换,低温熔融盐变为高温熔融盐进入高温熔盐罐,高温高压空气变为中高温高压空气;

[0021] 将中高温高压空气引入冷却器,与来自中温水罐的中温高压水进行热交换,中高温高压空气变为低温高压空气进入储气罐中储存,中温高压水变为中高温高压水一部分进入热水罐中储存,另一部分直接进入闪蒸罐中进行闪蒸,闪蒸之后产生中温工业蒸气与中温低压水;

[0022] 将中温工业蒸气经过蒸气罐引入蒸气发生器,与来自高温熔盐罐的高温熔融盐进行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔盐罐,同时,中温工业蒸气在经过蒸气罐时产生中温低压水与闪蒸罐内产生的中温低压水经过泵加压后进入中温水罐。

[0023] 其中释能包含以下步骤:

[0024] 将储气罐中的低温高压空气引入加热器,与来自回水箱中低温回水进行热交换,低温高压空气变为中低温高压空气;

[0025] 将中低温高压空气引入透平进行膨胀做功发电,中低温高压空气变为常温常压空气排入大气。

[0026] 其中独立供热包含以下步骤:

[0027] 将热水罐中的中高温高压水引入闪蒸罐中进行闪蒸,闪蒸之后产生中温工业蒸气与中温低压水;

[0028] 将中温工业蒸气经过蒸气罐引入蒸气发生器,与来自高温熔盐罐的高温熔融盐进

行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔盐罐,同时,中温工业蒸气在经过蒸气罐时产生中温低压水与闪蒸罐内产生的中温低压水经过泵加压后进入中温水罐。

[0029] 其中高温高压空气的温度为260~310℃、压力为250~300 kPa,中高温高压空气的温度为250~290℃、压力为250~300 kPa,中温高压水的温度为180~200℃、压力为2800~4000kPa,中温工业蒸气的温度为180~200℃,高温工业蒸气的温度为240~295℃,中温低压水的温度为180~200、压力为1000~1600,中低温回水的温度为50~90℃;中低温高压空气的温度为30~80℃、压力为250~300 kPa,低温高压空气的温度小于20℃、压力为250~300 kPa。

[0030] 本发明的生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法具有以下优点:

[0031] 第一,通过压气机、预冷器、冷却器、储气罐、低温熔盐罐、高温熔盐罐、中温水罐与工业蒸汽供给组件的配合,能够利用用电低谷期冗余电力驱动压气机产生的压缩热加热中温高压水,使中温高压水变为高温工业蒸气,向工业园区持续供给高温工业蒸气,避免在储能过程中能量转化较为单一,提高了系统能量利用率。

[0032] 第二,通过使用熔融盐和水作为储热介质,在供给工业蒸汽阶段利用吸收压缩热后的中高温高压水以闪蒸方式产生中温蒸汽,进一步利用储存的高温熔融盐将其加热至高温状态,实现压缩热的梯级储存与利用,进一步提高系统能量利用效率。

[0033] 第三,通过缓冲罐的设置,能够保证释能过程中系统定工况运行、推动中温水进入冷却器、推动中高温高压水进入闪蒸罐、维持中温水罐与热水罐压力恒定的目的,保证系统部件安全稳定高效运行。

附图说明

[0034] 图1为本发明的整体结构示意图;

[0035] 图2为本发明的储能阶段流程示意图;

[0036] 图3为本发明的释能阶段流程示意图;

[0037] 图4为本发明的独立供热阶段流程示意图。

[0038] 附图标记:

[0039] 1、压气机;2、预冷器;3、冷却器;4、储气罐;5、加热器;6、透平;7、回水箱;8、闪蒸罐;9、蒸气罐;10、热水罐;11、泵;12、中温水罐;13、缓冲罐;14、高温熔盐罐;15、低温熔盐罐;16、蒸气发生器;17、第一控制阀;18、第二控制阀;19、第三控制阀;20、第四控制阀;21、第五控制阀;22、第六控制阀;23、第七控制阀;24、第八控制阀;25、第九控制阀;26、第十控制阀;27、第十一控制阀;28、第十二控制阀;29、第十三控制阀。

具体实施方式

[0040] 下面将结合附图,对本申请中的技术方案进行清楚、详尽地描述。其中,在本申请实施例的描述中,除非另有说明,“/”表示或的意思,例如,A/B可以表示A或B;文本中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况,另外,在本申请实施例的描述中,“多个”是指两个或两个以上。以下术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为暗示或暗示相对重要性或隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征

可以明示或者隐含地包括一个或者多个该特征。

[0041] 如图1所示,本发明提供了生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法,包括压气机1、预冷器2、冷却器3与储气罐4,压气机1的进口用于引入常温常压空气,压气机1的出口与预冷器2的第一进口连接,预冷器2的第一出口与冷却器3的第一进口连接,冷却器3第一出口与储气罐4连接,预冷器2的第二进口连接有低温熔盐罐15的出口,低温熔盐罐15内用于储存低温熔融盐,预冷器2的第二出口连接有高温熔盐罐14的进口,高温熔盐罐14内用于储存高温熔融盐,冷却器3的第二进口连接有中温水罐12的出口,中温水罐12内储存有中温高压水,高温熔盐罐14的出口与冷却器3的第二出口连接有工业蒸汽供给组件,工业蒸汽供给组件用于通过压气机1产生的压缩热加热中温高压水,使中温高压水变为高温工业蒸气,向工业园区持续供给高温工业蒸气,避免在储能过程中能量转化较为单一,提高了系统能量利用率。

[0042] 如图1所示,工业蒸汽供给组件包括闪蒸罐8、蒸气罐9与蒸气发生器16,闪蒸罐8的进口与冷却器3的第二出口连接,蒸气罐9的进口与闪蒸罐8的第一出口连接,蒸气罐9的第一出口与蒸气发生器16的第一进口连接,蒸气发生器16的第一出口用于将高温工业蒸气向工业园区供给,蒸气发生器16的第二进口与高温熔盐罐14的出口连接,蒸气发生器16的第二出口与低温熔盐罐15的进口连接。

[0043] 如图1所示,冷却器3与闪蒸罐8之间设置有热水罐10,热水罐10的第一通道分别与冷却器3的第二出口、闪蒸罐8的进口连接,热水罐10的第二通路连接有缓冲罐13的第一通路,缓冲罐13的第二通路连接与储气罐4连接,缓冲罐13的第三通路与中温水罐12的连接,通过缓冲罐13与储气罐4连通,可控制发电过程的高压空气维持在恒定压力下,保证系统定工况运行。

[0044] 如图1所示,中温水罐12与闪蒸罐8、蒸气罐9之间设置有泵11,泵11的进口分别与闪蒸罐8的第二出口、蒸气罐9的第二出口连接,泵11的出口与中温水罐12的进口连接,通过泵11对中温低压水进行加压,使中温低压水变为中温高压水。

[0045] 如图1所示,储气罐4的出口连接有加热器5的第一进口连接,加热器5的第一出口连接有透平6的进口,透平6的出口与大气连通,加热器5的第二进口连接有回水箱7的出口,回水箱7中用于储存来自工业园区利用完高温工业蒸气之后产生的中低温回水。

[0046] 如图1所示,压气机1的进口设置有第一控制阀17,冷却器3与储气罐4之间设置有第二控制阀18,储气罐4与加热器5之间设置有第三控制阀19,热水罐10的第一通路上设置有第四控制阀20,热水罐10与缓冲罐13之间设置有第九控制阀25,闪蒸罐8的进口设置有第五控制阀21,闪蒸罐8与蒸气罐9之间设置有第六控制阀22,缓冲罐13与中温水罐12之间设置有第七控制阀23,缓冲罐13与储气罐4之间设置有第十控制阀26,中温水罐12与冷却器3之间设置有第八控制阀24,预冷器2与高温熔盐罐14之间设置有第十一控制阀27,蒸气发生器16与低温熔盐罐15之间设置有第十二控制阀28,回水箱7与加热器5之间设置有第十三控制阀29。

[0047] 如图2所示,本发明还提供了一种生产工业蒸气的热电联产储能方法,包括储能、释能与独立供热,所述储能用于将用电低谷时多余的电能转化为热能与压缩空气储存起来,并将热能用于制备工业蒸汽,释能用于将储存的高压空气将其转化为电能,独立供热用于在非储能工作阶段利用储存的剩余热能继续制备工业蒸汽,储能包含以下步骤:

[0048] 将常温常压空气引入压气机1,利用用电低谷时多余的电能带动压气机1工作,使得常温常压空气变为高温高压空气;

[0049] 将高温高压空气引入预冷器2,与来自低温熔盐罐15的低温熔融盐进行热交换,低温熔融盐变为高温熔融盐进入高温熔盐罐14,高温高压空气变为中高温高压空气;

[0050] 将中高温高压空气引入冷却器3,与来自中温水罐12的中温高压水进行热交换,中高温高压空气变为低温高压空气进入储气罐4中储存,中温高压水变为中高温高压水一部分进入热水罐10中储存,另一部分直接进入闪蒸罐8中进行闪蒸,闪蒸之后产生中温工业蒸气与中温低压水;

[0051] 将中温工业蒸气经过蒸气罐9引入蒸气发生器16,与来自高温熔盐罐14的高温熔融盐进行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔盐罐15,同时,中温工业蒸气在经过蒸气罐9时产生中温低压水与闪蒸罐8内产生的中温低压水经过泵11加压后进入中温水罐12。

[0052] 如图3所示,其中释能包含以下步骤:

[0053] 将储气罐4中的低温高压空气引入加热器5,与来自回水箱7中低温回水进行热交换,低温高压空气变为中低温高压空气;

[0054] 将中低温高压空气引入透平进行膨胀做功发电,中低温高压空气变为常温常压空气排入大气。

[0055] 如图4所示,其中独立供热包含以下步骤:

[0056] 将热水罐10中的中高温高压水引入闪蒸罐8中进行闪蒸,闪蒸之后产生中温工业蒸气与中温低压水;

[0057] 将中温工业蒸气经过蒸气罐9引入蒸气发生器16,与来自高温熔盐罐14的高温熔融盐进行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔盐罐15,同时,中温工业蒸气在经过蒸气罐9时产生中温低压水与闪蒸罐8内产生的中温低压水经过泵11加压后进入中温水罐12。

[0058] 其中高温高压空气的温度为260~310℃、压力为250~300 kPa,中高温高压空气的温度为250~290℃、压力为250~300 kPa,中温高压水的温度为180~200℃、压力为2800~4000kPa,中温工业蒸气的温度为180~200℃,高温工业蒸气的温度为240~295℃,中温低压水的温度为180~200、压力为1000~1600,中低温回水的温度为50~90℃;中低温高压空气的温度为30~80℃、压力为250~300 kPa,低温高压空气的温度小于20℃、压力为250~300 kPa。

[0059] 工作原理:

[0060] 当用户处于用电低谷时,关闭第五控制阀21、第六控制阀22、第七控制阀23、第八控制阀24、第九控制阀25、第十控制阀26、第十二控制阀28,打开第一控制阀17、第二控制阀18、第三控制阀19、第四控制阀20、第十一控制阀27、第十三控制阀29,使得储热阶段进行工作,将常温常压空气引入压气机1,利用用电低谷时多余的电能带动压气机1工作,使得常温常压空气变为高温高压空气,高温高压空气进入预冷器2,与来自低温熔盐罐15的低温熔融盐进行热交换,低温熔融盐变为高温熔融盐进入高温熔盐罐14,高温高压空气变为中高温高压空气,中高温高压空气进入冷却器3,与来自中温水罐12的中温高压水进行热交换,中温高压水变为中高温高压水进入热水罐10中储存,中高温高压空气变为低温高压空气进入储气罐4中储存。

[0061] 当单独供热时,关闭第一控制阀17、第二控制阀18、第三控制阀19、第八控制阀24、第十控制阀26、第十一控制阀27、第十三控制阀,打开第四控制阀20、第五控制阀21、第六控制阀22、第七控制阀23、第九控制阀25、第十二控制阀28,供给工业蒸汽部分进行工作,热水罐10中的中高温高压水进入闪蒸罐8中进行闪蒸,使得中高温高压水一部分变为中温工业蒸气、另一部分变为中温低压水,然后中温工业蒸气经过蒸气罐9进入蒸气发生器16,与来自高温熔融盐罐14的高温熔融盐进行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔融盐罐15,同时,蒸气罐9产生中温低压水与闪蒸罐8内产生的中温低压水经过泵11加压后进入中温水罐12。

[0062] 当独立供热阶段与储热阶段同时进行,打开第五控制阀21、第八控制阀24,中高温高压水一部分进入热水罐10中储存起来,另一部分进入闪蒸罐8中进行闪蒸,使得中高温高压水一部分变为中温工业蒸气、另一部分变为中温低压水,然后中温工业蒸气经过蒸气罐9进入蒸气发生器16,与来自高温熔融盐罐14的高温熔融盐进行热交换,中温工业蒸气变为高温工业蒸气向工业园区供给,高温熔融盐变为低温熔融盐进入低温熔融盐罐15,同时,蒸气罐9产生中温低压水与闪蒸罐8内产生的中温低压水经过泵11加压后进入中温水罐12。

[0063] 当用户处于用电高峰时,打开第三控制阀19,关闭其余十二个控制阀,使得释能部分进行工作;储气罐4中的高压空气进入加热器5中与自回水箱7中流出的中低温回水进行热交换,低温高压空气变为中低温高压空气,然后中低温高压空气进入透平进行膨胀做功发电,中低温高压空气变为常温常压空气排入大气,中低温回水变为低温回水排入环境。

[0064] 当独立供热阶段与释能阶段同时运行时,打开第十控制阀26使缓冲罐13与储气罐4连通,可控制发电过程的高压空气维持在恒定压力下,保证系统定工况运行,同时推动热水罐10中的中高温高压水进入闪蒸罐8中进行闪蒸,重复上述步骤,完成工业蒸汽的供给。

[0065] 其中,上述步骤中空气工作压力范围为101.3kPa-4MPa,熔融盐工作温度范围为180°C-400°C。

[0066] 本发明的生产工业蒸气的热电联产储能系统及方法具有以下优点:

[0067] 第一,通过压气机、预冷器、冷却器、储气罐、低温熔融盐罐、高温熔融盐罐、中温水罐与工业蒸汽供给组件的配合,能够利用用电低谷期冗余电力驱动压气机产生的压缩热加热中温高压水,使中温高压水变为高温工业蒸气,向工业园区持续供给高温工业蒸气,避免在储能过程中能量转化较为单一,提高了系统能量利用率。

[0068] 第二,通过使用熔融盐和水作为储热介质,在供给工业蒸汽阶段利用吸收压缩热后的中高温高压水以闪蒸方式产生中温蒸汽,进一步利用储存的高温熔融盐将其加热至高温状态,实现压缩热的梯级储存与利用,进一步提高系统能量利用效率。

[0069] 第三,通过缓冲罐的设置,能够保证释能过程中系统定工况运行、推动中温水进入冷却器、推动中高温高压水进入闪蒸罐、维持中温水罐与热水罐压力恒定的目的,保证系统部件安全稳定高效运行。

[0070] 可以理解,本发明是通过一些实施例进行描述的,本领域技术人员知悉的,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对这些特征和实施例进行各种改变或等效替换。另外,在本发明的教导下,可以对这些特征和实施例进行修改以适应具体的情况及材料而不会脱离本发明的精神和范围。因此,本发明不受此处所公开的具体实施例的限制,所有落入本申请的权利要求范围内的实施例都属于本发明所保护的范围内。

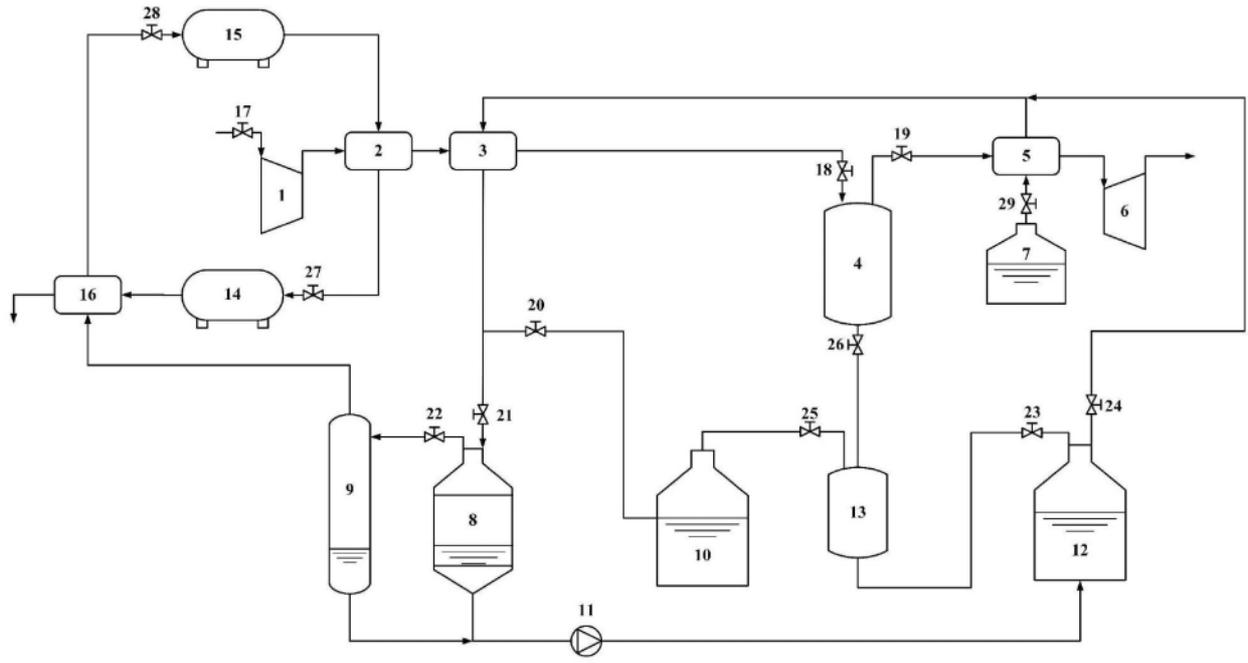


图1

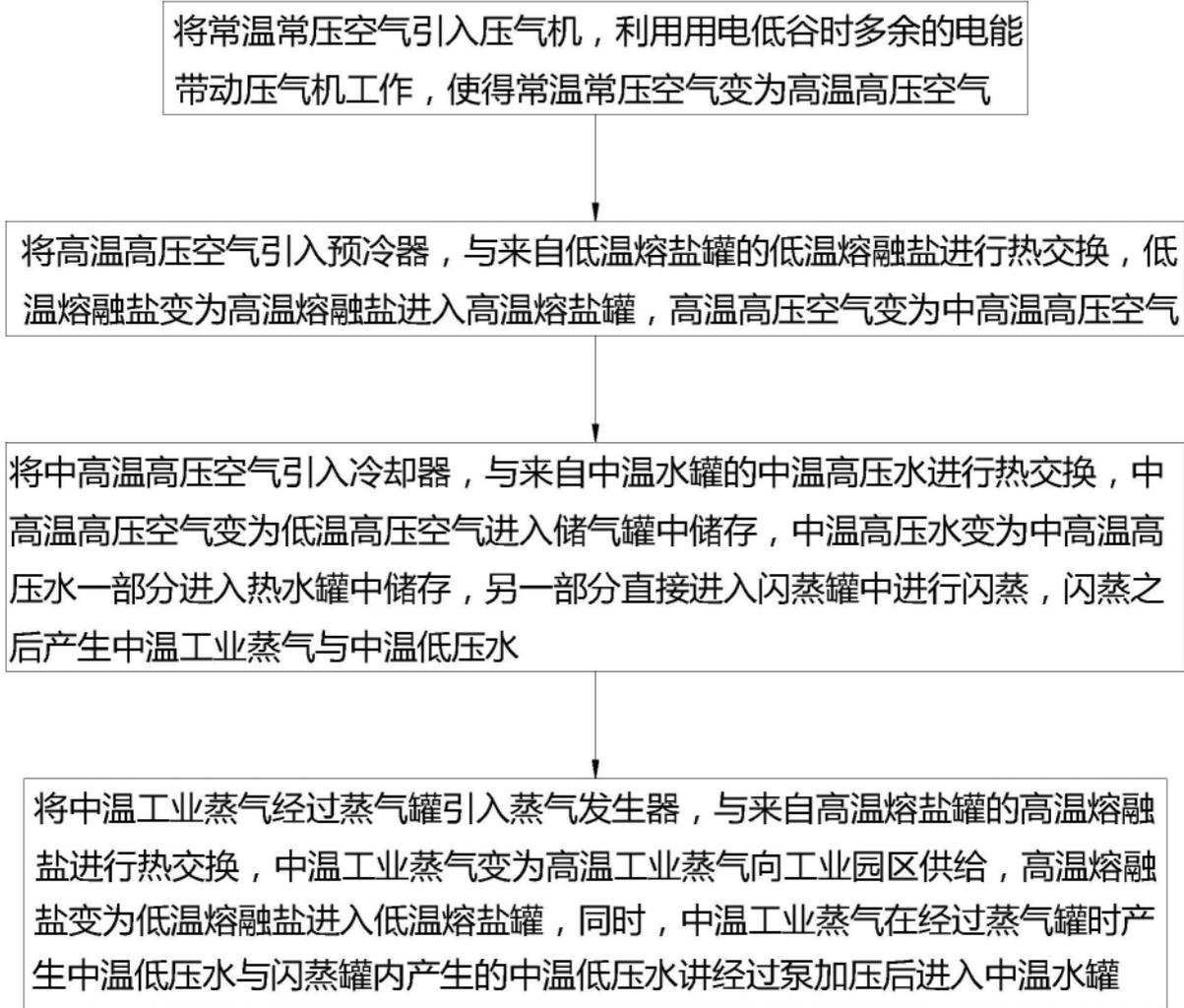


图2

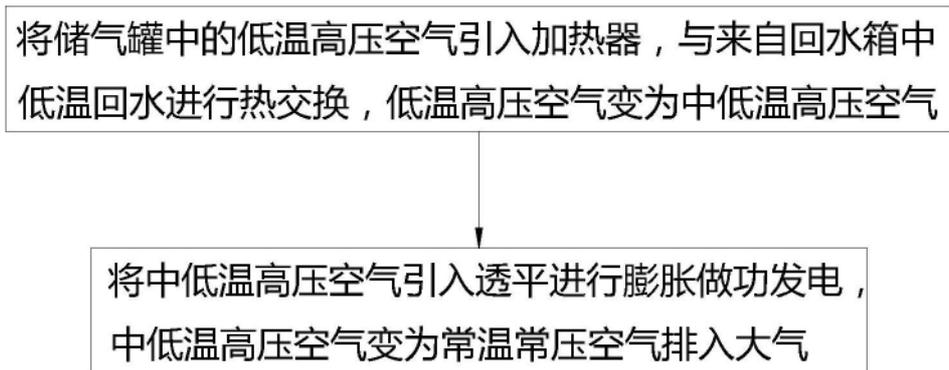


图3

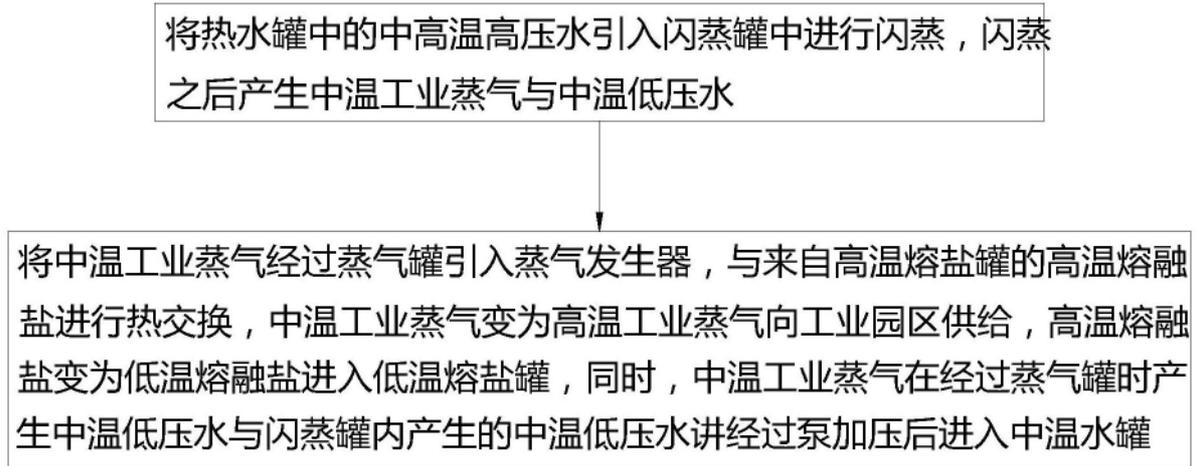


图4