



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204591385 U

(45) 授权公告日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201520287812. 9

(22) 申请日 2015. 05. 06

(73) 专利权人 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 A202

(72) 发明人 张新敬 陈海生 徐玉杰 许剑

(51) Int. Cl.

F01K 25/06(2006. 01)

F04B 35/04(2006. 01)

F04B 39/06(2006. 01)

F04B 41/02(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

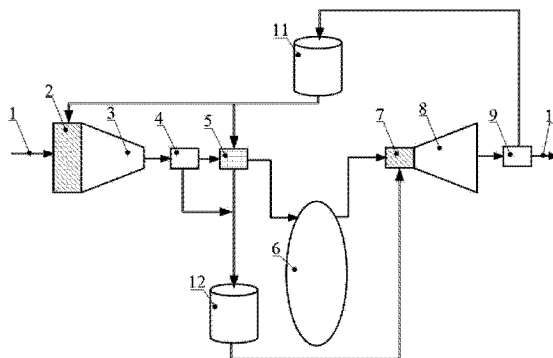
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种等温压缩空气储能系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种等温压缩空气储能系统,在压缩机组和膨胀机组的进气口分别装有喷射器,在储能压缩过程中,通过向被压缩空气中喷入雾状或者泡沫状液态换热介质实现准等温压缩过程,从而降低单位工质的压缩功,在压缩机组后装有气液分离器,分离压缩空气中的冷却介质并存储;在释能膨胀过程中,通过向膨胀过程的气体中喷射雾状或者泡沫状液态换热介质实现准等温膨胀过程,从而提高单位工质的输出功量,并提高系统的整体效率。本实用新型相对于传统的压缩空气储能系统,可以使压缩与膨胀过程明显地偏离绝热过程,获得接近于等温的“准等温压缩与准等温膨胀”过程,可以提高系统的工作效率。



1. 一种等温压缩空气储能系统,包括压缩机组、膨胀机组和储气腔,其特征在于,

-- 所述等温压缩空气储能系统还包括低温液态换热介质储罐和高温液态换热介质储罐;

-- 在所述压缩机组的进气口处设置有压缩机喷射器,在所述压缩机组的出气口处装有高压分离器和冷却器并通过管路与所述储气腔的进口连通,

其中,

所述压缩机喷射器包括空气进口、低温液态换热介质进口和低温混合气出口,所述低温液态换热介质进口与所述低温液态换热介质储罐的出口连通,所述压缩机喷射器将液态换热介质雾化或者形成泡沫状喷射入待压缩空气后由所述低温混合气出口进入所述压缩机组中;

所述高压分离器的换热介质出口与所述高温液态换热介质储罐的进口连通;

所述冷却器包括高温侧和低温侧,其高温侧通入高温压缩气体,其低温侧的进口与所述低温液态换热介质储罐的出口连通,其低温侧的出口与所述高温液态换热介质储罐的进口连通,

-- 在所述膨胀机组的进气口设置有膨胀机喷射器,在所述膨胀机组的排气口设置有低压分离器,

其中,

所述膨胀机喷射器包括压缩气体进口、高温液态换热介质进口和高温混合气出口,该压缩气体进口与所述储气腔的出口连通,该高温液态换热介质进口与所述高温液态换热介质储罐的出口连通,该高温混合气出口与所述膨胀机组的进气口连通,所述膨胀机喷射器将液态换热介质雾化或者形成泡沫状喷射入压缩气体后进入所述膨胀机组中;

所述低压分离器的进气口与所述膨胀机组的排气口连通,所述低压分离器的液态换热介质出口与所述低温液态换热介质储罐的进口连通,所述低压分离器的空气出口与大气连通。

2. 根据权利要求 1 所述的等温压缩空气储能系统,其特征在于,所述高压分离器的高压混合气进口与所述压缩机组的出气口连通,所述高压分离器的空气出口与所述冷却器高温侧的进口连通,所述冷却器高温侧的出口与所述储气腔连通,或者,

所述冷却器高温侧的进口与所述压缩机组的出气口连通,所述冷却器高温侧的出口与所述高压分离器的高压混合气进口连通,所述高压分离器的空气出口与所述储气腔连通。

3. 根据权利要求 1 所述的等温压缩空气储能系统,其特征在于,所述压缩机组为叶轮式、活塞式或者螺杆式的结构形式。

4. 根据权利要求 1 所述的等温压缩空气储能系统,其特征在于,所述压缩机喷射器和膨胀机喷射器分别设置在所述压缩机组和膨胀机组的进气通道。

5. 根据权利要求 1 所述的等温压缩空气储能系统,其特征在于,所述换热介质为水、有机工质、水蒸气或 HFC 系列工质。

6. 根据权利要求 1 所述的等温压缩空气储能系统,其特征在于,所述压缩机喷射器和膨胀机喷射器为电磁喷射器或超声喷射器。

7. 根据权利要求 1 所述的等温压缩空气储能系统,其特征在于,所述高温液态换热介质储罐连接加热源,所述加热源为来自工业废热、太阳能热或者燃料发动机的余热。

8. 根据权利要求 1 所述的等温压缩空气储能系统,其特征在于,所述的压缩机组和膨胀机组为单级、两级或者多级结构。

## 一种等温压缩空气储能系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种应用于电力储能的系统,即一种等温压缩空气储能系统,通过向压缩过程和膨胀过程中的空气流中喷入雾状或者泡沫状的流体介质,实现等温压缩和等温膨胀,从而可以在同等功率情况下,减小设备体积,提高单位膨胀工质的出功量、并提高系统的整体效率。

### 背景技术

[0002] 当前电力负荷的高峰和低谷差越来越大,另一方面可再生能源发电发展迅速,迫切需要经济、稳定、高效的电力储能系统与电力系统相匹配,从而实现“削峰填谷”和稳定可再生能源发电并网。同时,电力储能系统还是解决分布式能源系统容量小、负荷波动大的问题的关键技术。

[0003] 压缩空气储能系统是一种适合大规模储能的储能技术,国内外的研究学者和工业界开展了大量的研究和示范运行工作。传统的压缩空气储能系统,不能实现对压缩过程中能量的充分利用,并且在膨胀过程中加入燃烧室,导致系统的效率不高,并且具有污染物排放。

[0004] 等温压缩机和等温膨胀机研发日渐引起了人们的关注,研究领域已初步涉及等温柴油机、压缩机喷水蒸发内冷却过程等领域。实现等温压缩/膨胀过程的关键在于该过程中的强化传热,通过在压缩或者膨胀过程中的非直接接触式换热,其换热系数很低,更近绝热过程,目前工业上常采用的多级膨胀、级间加热的运行方式,则会不可避免地导致系统结构复杂化、成本增加以及附加功耗增加。

[0005] 本实用新型提出的等温压缩空气储能系统,可以实现对压缩热的充分回收和利用,降低单位质量空气的压缩机耗功,提高单位质量空气的膨胀机输出比功,并且该系统不消耗化石燃料,可以利用一些工业废热、太阳能热或者燃料发动机的余热,从而可以提高系统的运行效率,具有良好发展前景。

### 发明内容

[0006] 为克服现有技术的缺点和不足,本实用新型公开了一种新型等温压缩空气储能系统,在储能/压缩过程中,通过向被压缩空气中喷入雾状或者泡沫状介质实现准等温压缩过程,从而降低单位工质的压缩功;在释能/膨胀过程中,通过向膨胀过程的气体中喷射雾状或者泡沫状介质实现准等温膨胀过程,从而提高单位工质的输出功量,并提高系统的整体效率。

[0007] 为实现上述目的,根据本实用新型提供了一种等温压缩空气储能系统,包括压缩机组、膨胀机组和储气腔,其特征在于,

[0008] 一 所述等温压缩空气储能系统还包括低温液态换热介质储罐和高温液态换热介质储罐;

[0009] 一 在所述压缩机组的进气口处设置有压缩机喷射器,在所述压缩机组的出气口处

装有高压分离器和冷却器并通过管路与所述储气腔的进口连通，

[0010] 其中，

[0011] 所述压缩机喷射器包括空气进口、低温液态换热介质进口和低温混合气出口，所述低温液态换热介质进口与所述低温液态换热介质储罐的出口连通，所述压缩机喷射器将液态换热介质雾化或者形成泡沫状喷射入待压缩空气后由所述低温混合气出口进入所述压缩机组中；

[0012] 所述高压分离器的换热介质出口与所述高温液态换热介质储罐的进口连通；

[0013] 所述冷却器包括高温侧和低温侧，其高温侧通入高温压缩气体，其低温侧的进口与所述低温液态换热介质储罐的出口连通，其低温侧的出口与所述高温液态换热介质储罐的进口连通，

[0014] 一 在所述膨胀机组的进气口设置有膨胀机喷射器，在所述膨胀机组的排气口设置有低压分离器，

[0015] 其中，

[0016] 所述膨胀机喷射器包括压缩气体进口、高温液态换热介质进口和高温混合气出口，该压缩气体进口与所述储气腔的出口连通，该高温液态换热介质进口与所述高温液态换热介质储罐的出口连通，该高温混合气出口与所述膨胀机组的进气口连通，所述膨胀机喷射器将液态换热介质雾化或者形成泡沫状喷射入压缩气体后进入所述膨胀机组中；

[0017] 所述低压分离器的进气口与所述膨胀机组的排气口连通，所述低压分离器的液态换热介质出口与所述低温液态换热介质储罐的进口连通，所述低压分离器的空气出口与大气连通。

[0018] 优选地，所述高压分离器的高压混合气进口与所述压缩机组的出气口连通，所述高压分离器的空气出口与所述冷却器高温侧的进口连通，所述冷却器高温侧的出口与所述储气腔连通，或者，

[0019] 所述冷却器高温侧的进口与所述压缩机组的出气口连通，所述冷却器高温侧的出口与所述高压分离器的高压混合气进口连通，所述高压分离器的空气出口与所述储气腔连通。

[0020] 优选地，所述压缩机组为叶轮式、活塞式或者螺杆式的结构形式。

[0021] 优选地，所述压缩机喷射器和膨胀机喷射器分别设置在所述压缩机组和膨胀机组的进气通道。

[0022] 优选地，所述换热介质为水、有机工质、水蒸气或 HFC 系列工质。

[0023] 优选地，所述压缩机喷射器和膨胀机喷射器为电磁喷射器或超声喷射器。

[0024] 优选地，所述高温液态换热介质储罐连接加热源，所述加热源为来自工业废热、太阳能热或者燃料发动机的余热。

[0025] 优选地，所述的压缩机组和膨胀机组为单级、两级或者多级结构。

[0026] 本实用新型的等温压缩空气储能系统，在压缩储能时，电能驱动压缩机组，空气通过压缩机喷射器进入压缩机组被压缩，同时压缩过程产生的热量被压缩机喷射器中喷射的雾状或者泡沫状的换热介质吸收，从而可以减缓压缩过程中的温度升高。在压缩机组的出气口处装有高压分离器和冷却器，分离储能压缩过程中喷射的换热介质，并冷却压缩机后的气流，回收的压缩机后热量通过高温换热介质存储于高温换热介质储罐中，分离的换热

介质可以再次通过压缩机喷射器进入压缩机气流中。经过冷却和分离的压缩空气被存储于储气腔中,完成储能过程。

[0027] 本实用新型的等温压缩空气储能系统,在释能过程中,储气腔中的压缩空气被调节到一定压力首先通过膨胀机喷射器,来自高温换热介质储罐的高温换热介质被喷射至压缩空气中,这部分高温换热介质为压缩空气提供热量,同时可以减缓膨胀过程中气流温度的降低。在膨胀机组后装有低压分离器,可以分离出被冷却的换热介质,压缩空气驱动膨胀机输出功。

[0028] 同现有技术相比,本实用新型的等温压缩空气储能系统具有显著的技术效果:(1)通过直接向压缩机/膨胀机组气缸内喷注大量雾状或泡沫状换热介质,使气体在压缩过程/膨胀过程中强化传热,由于液态换热加热介质具有较大的比热容,在其为雾状或泡沫状时具有较大的换热面积,可以使压缩过程/膨胀过程明显地偏离绝热过程,获得接近于等温的“准等温压缩/膨胀”过程,从而实现等温储能/释能,提高同类型压缩机/膨胀机的单位工质比功和其工作效率、并提高系统的整体效率;(2)与传统的多级压缩/膨胀机的压缩空气储能系统相比,本实用新型的等温压缩空气储能系统还具有压缩机/膨胀机级数减少,单级压缩/膨胀比增大,而压缩机/膨胀机进出口温差减小,压缩/膨胀过程接近等温膨胀等特点,从而显著地提高了单位工质输出功、等温效率,减小了设备单位功率的尺寸、成本和附加功耗,最终达到较高的系统效率。

## 附图说明

[0029] 图1为本实用新型的等温压缩空气储能系统的结构示意图。

## 具体实施方式

[0030] 为使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本实用新型进一步详细说明。

[0031] 如图1所示,本实用新型的等温压缩空气储能系统,包括压缩机组3、膨胀机组8、储气腔6以及压缩机喷射器2、膨胀机喷射器7、高压分离器4和低压分离器9、冷却器5、高温液态换热介质储罐12和低温储液态换热介质罐11等部件。高温液态换热介质储罐12和低温储液态换热介质罐11用以存储液态换热介质。

[0032] 压缩机组3的进气口处设置压缩机喷射器2,在压缩机组3的出气口处装有高压分离器4和冷却器5并通过管路与储气腔6的进口连通。压缩机喷射器2包括空气进口、低温液态换热介质进口和低温混合气出口,空气进口与大气连通,低温液态换热介质进口与低温液态换热介质储罐11的出口连通,低温混合气出口与压缩机组3的进气口连通,压缩机喷射器2将雾状或者泡沫状液态换热介质喷射入待压缩空气中形成混合气后由低温混合气出口进入压缩机组3中。高压分离器4包括高压混合气进口、空气出口和换热介质出口,高压分离器4将由高压混合气进口进入其中的高压混合气分离为高压空气和液态换热介质,高压分离器4的换热介质出口与高温液态换热介质储罐12的进口连通。冷却器5用以对高温压缩气体进行冷却,包括高温侧和低温侧,其高温侧通入高温压缩气体,其低温侧的进口与低温液态换热介质储罐11的出口连通,其低温侧的出口与高温液态换热介质储罐12的进口连通。

[0033] 在膨胀机组 8 的进气口设置有膨胀机喷射器 7,在膨胀机组 8 的排气口设置有低压分离器 9,膨胀机喷射器 7 包括压缩气体进口、高温液态换热介质进口和高温混合气出口,该压缩气体进口与储气腔 6 的出口连通,该高温液态换热介质进口与高温液态换热介质储罐 12 的出口连通,该高温混合气出口与膨胀机组 8 的进气口连通,膨胀机喷射器 7 将雾状或者泡沫状的高温液态换热介质喷射入压缩气体中形成高温混合气后由高温混合气出口进入膨胀机组 8 中;低压分离器 9 的进气口与膨胀机组 8 的排气口连通,低压分离器 9 将进入其中的混合气分离为空气和低温液态换热介质,低压分离器 9 的液态换热介质出口与低温液态换热介质储罐 11 的进口连通,低压分离器 9 的空气出口与大气连通。

[0034] 本实用新型的等温压缩空气储能系统,在储能过程时,电能驱动压缩机组 3,空气 1 通过压缩机喷射器 2 进入压缩机组 3 被压缩,同时压缩过程产生的热量被喷射器中喷射的雾状或者泡沫状的液态换热介质吸收,从而可以减缓压缩过程中的温度升高。在压缩机组后装有高压分离器 4 和冷却器 5,冷却压缩机组后的气流并分离压缩机前喷射的介质。回收的压缩机后热量存储于高温液态换热介质储罐 12 中。经过冷却和分离的压缩空气被存储于储气腔 6 中,完成储能过程。

[0035] 在释能过程中,储气腔 6 中的压缩空气被调节到一定压力首先通过膨胀机喷射器 7,来自高温液态换热介质储罐 12 的液态换热介质被喷射至压缩空气中,这部分高温液态换热介质为压缩空气提供热量,同时可以减缓压缩空气在膨胀机组 8 膨胀过程中气流温度的降低。在膨胀机组 8 后装有低压分离器 9,可以分离出被冷却的流体进入低温液态换热介质储罐 11 中,尾气 10 排放到大气中。膨胀机组在压缩空气的驱动下输出轴功发电。需要说明的是,压缩机后的高压分离器和冷却器的位置可以互换,可以先冷却后再分离换热介质;等温压缩空气储能系统中的压缩机系统和膨胀机系统可以为 1 级,也可以为 2 级或者多级。

[0036] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的范围之内。

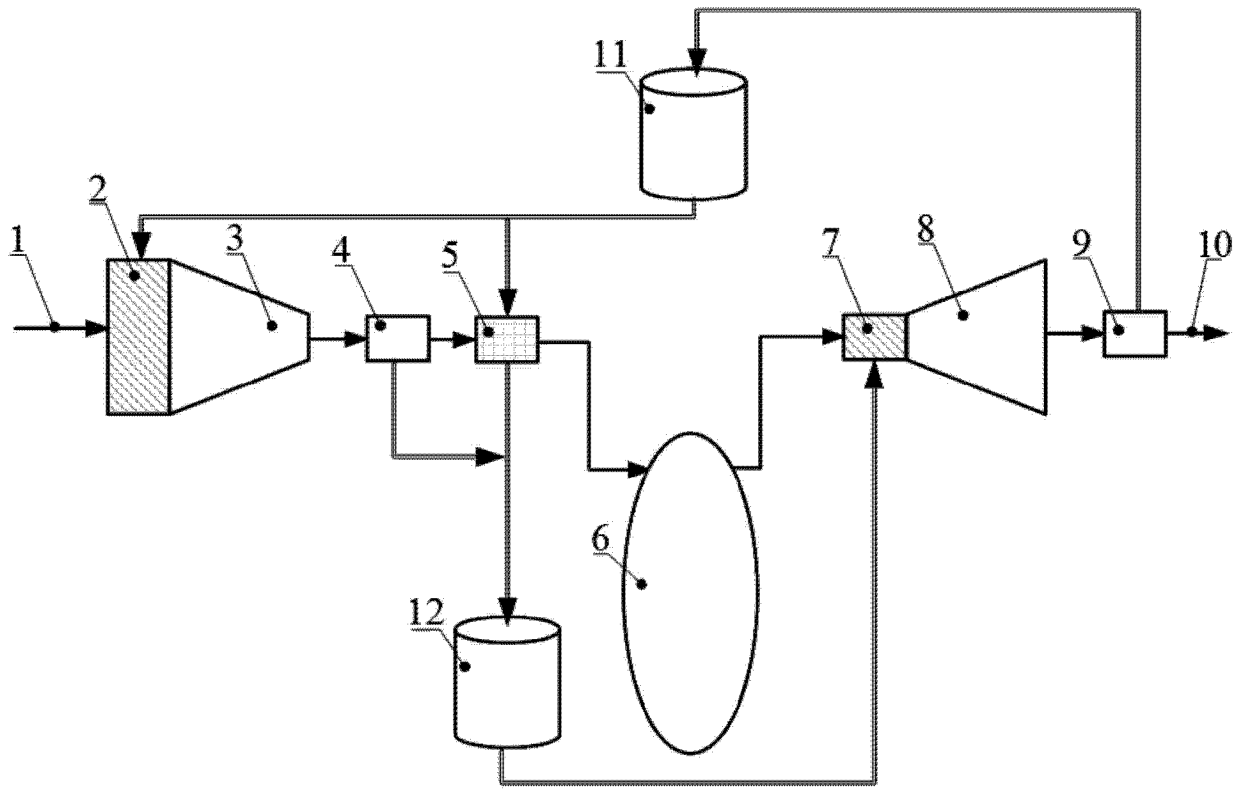


图 1