



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104132486 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201410330600. 4

(22) 申请日 2014. 07. 11

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 何一坚 张胜 张吉 李炜恒
李佳碧 陈光明

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

F25B 41/00(2006. 01)

F25B 41/04(2006. 01)

F25B 49/00(2006. 01)

(56) 对比文件

KR 20130127624 A, 2013. 11. 25,

FR 2778970 A1, 1999. 11. 26,

CN 102620465 A, 2012. 08. 01,

CN 203550275 U, 2014. 04. 16,

徐振立等. 一种空调用新型无泵喷射制冷系统. 《暖通空调》. 2008, 第 38 卷 (第 1 期),

王海等. 蒸汽喷射式制冷系统实验研究. 《大连海事大学学报》. 2013, 第 39 卷 (第 1 期),

彭光前等. 无泵循环喷射式制冷系统比较分析. 《制冷》. 2013, 第 32 卷 (第 4 期),

审查员 潘华伟

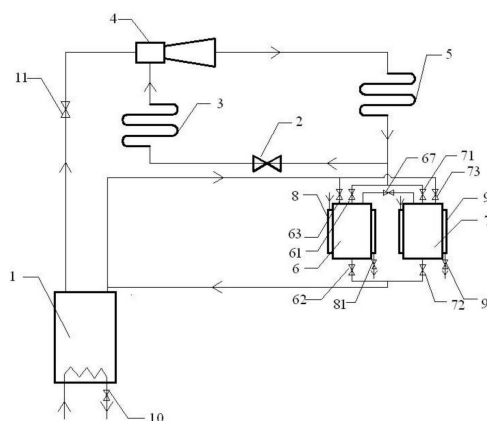
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种无泵式热喷射制冷循环方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种无泵式热喷射制冷循环方法和装置,利用发生器产生的高温高压制冷剂蒸气对液体工质进行加压并完成输送后,对下一循环要输送的液体工质进行预加压,充分利用高温高压制冷剂蒸气的能量,提高了系统的 COP。装置包括发生器、节流元件、蒸发器、喷射器、冷凝器以及储液装置,储液装置为至少两台并联的相匹配的储液罐,每个储液罐分别通过控制阀与发生器、冷凝器及相匹配的其他储液罐连通;喷射器依次与冷凝器、节流元件、蒸发器串联组成回路,冷凝器依次与储液装置、发生器串联组成回路。该装置使系统能量利用更加经济、合理,并减少了冷却水的热负荷;实现了系统的无泵循环,运动部件减少,运行性能更稳定可靠。



1. 一种无泵式热喷射制冷循环方法,包括循环进行的以下步骤:

液体工质在发生器中加热后得到高温高压的第一气体,以一部分第一气体作为工作流体,第二气体作为引射流体,两者在喷射器中混合后进行冷凝放热,得到冷凝液;

冷凝液的一部分经节流后吸热蒸发得到所述第二气体,另一部分作为所述液体工质靠重力进入发生器;

其特征在于,液体工质靠重力进入发生器时通过至少两个并联的相匹配的储液罐交替进行,相匹配的储液罐之间以及与发生器之间经过阀门控制可相连通或隔离,储液罐内的液体工质在经发生器产生的一部分第一气体加压至满足发生器进液的压力要求前,先经相匹配的另一储液罐中给发生器输液后残余的和第一气体状态相同的制冷剂蒸气预加压。

2. 如权利要求1所述的无泵式热喷射制冷循环方法,其特征在于,相匹配的储液罐中,每个储液罐均循环进行储液、预加压、加压、输液和排气、冷却降压;

储液时,储液罐接收液体工质;

预加压时,储液罐在储液结束后接收来自相匹配的储液罐中给发生器输液后残余的和第一气体状态相同的制冷剂蒸气;

加压时,储液罐经过预加压后接受来自发生器内的一部分第一气体加压,直到满足压力和发生器进液的压力要求;

输液时,储液罐经过加压的液体工质在重力作用下进入发生器,储液罐同时接收来自发生器的一部分第一气体用以平衡压力;

排气时,将储液罐中的残余的和第一气体状态相同的制冷剂蒸气输出至相匹配的另一储液罐中,给该相匹配的另一储液罐中的液体工质进行预加压;

冷却降压时,对排气后的储液罐内残余的气体进行降温,直到满足下一循环储液时的压力要求。

3. 如权利要求2所述的无泵式热喷射制冷循环方法,其特征在于,第一气体和第二气体混合后通过冷凝器进行冷凝放热,储液罐冷却降压时,排气后的储液罐内残余的气体通向所述冷凝器或利用辅助冷凝器换热降温。

4. 一种无泵式热喷射制冷循环装置,包括发生器、节流元件、蒸发器、喷射器、冷凝器以及储液装置,所述喷射器的工作流体入口与发生器的蒸气出口相连,喷射器的引射流体入口与蒸发器的出口相连,喷射器的出口与所述冷凝器的入口相连,冷凝器的出口与节流元件的入口相连,节流元件的出口与蒸发器的入口相连;其特征在于,所述储液装置为至少两台并联的相匹配的储液罐,各储液罐带有如下接口,且各接口均带有相匹配的控制阀:

液相入口,与冷凝器的出口连通;

液相出口,与发生器的液相入口连通;

气相口,与发生器的蒸气出口及相匹配的其他储液罐的气相口连通;

所述冷凝器、储液装置和发生器,三者设置的高度依次降低。

5. 如权利要求4所述的无泵式热喷射制冷循环装置,其特征在于,所述气相口包括:

气相入口,与发生器的蒸气出口连通;

气相连通口,与相匹配的其他储液罐的气相连通口连通。

6. 如权利要求5所述的无泵式热喷射制冷循环装置,其特征在于,所述气相口还包括:气相出口,该气相出口与冷凝器的入口连通。

7.如权利要求6所述的无泵式热喷射制冷循环装置,其特征在于,所述冷凝器包括主冷凝器和辅助冷凝器,所述主冷凝器的入口与喷射器的出口相连,主冷凝器出口与储液罐的液相入口相连。

8.如权利要求7所述的无泵式热喷射制冷循环装置,其特征在于,所述辅助冷凝器为独立布置式或者为储液罐外的冷却水套,独立布置的辅助冷凝器入口与储液罐气相出口相连,独立布置的辅助冷凝器出口与储液罐的液相入口相连。

9.如权利要求6所述的无泵式热喷射制冷循环装置,其特征在于,所述储液罐为两台,所述冷凝器的出口、发生器的蒸气出口、两台储液罐的气相入口通过切换阀相连。

一种无泵式热喷射制冷循环方法和装置

技术领域

[0001] 本发明属于制冷技术领域,尤其是涉及一种无泵式热喷射制冷循环方法以及实现该方法的装置。

背景技术

[0002] 制冷行业是主要的耗能行业,制冷技术的研究应该在保证提供所需的制冷量基础上减少能量的消耗。当前在工业生产中至少有一半的热量以各种形式的余热被直接排放到大气中,这些排出、不加利用的热量不仅增加了企业的生产成本,造成能源的浪费,而且会对环境造成严重污染。

[0003] 热喷射制冷技术是一种直接利用热能驱动的制冷技术,可以利用余热、太阳能、地热能等低品位能源作为驱动能源,不仅提高了能源有效利用程度,且系统简单、运动部件少、维护方便。

[0004] 传统喷射制冷循环主要由发生器、蒸发器、冷凝器、节流阀、喷射器和循环泵组成。工作蒸气从喷射器的喷嘴高速喷出,在喷射器的喷嘴出口处形成低压区,抽吸蒸发蒸气器中的制冷剂,两部分气体在喷射器混合室中混合,压力达到平衡,进入扩压室后压力进一步增大,提高吸入蒸气的压力。混合蒸气进入冷凝器中放热,冷凝为液体,液态制冷剂分为两个部分:一部分经过节流阀减压后进入蒸发器,另一部分通过循环泵进入发生器加热来完成下一次循环。

[0005] 在传统喷射制冷循环中,循环泵作为整个循环中唯一的运动部件,需要消耗一定的机械功或电能;同时由于其为运动部件,一定程度上会降低系统运行的稳定性,增大初期投资。公告号为CN 203550275U的专利文献公开了一种无泵热喷射式制冷系统,包括发生器、一级喷射器、二级喷射器、冷凝器、蒸发器、第一储液罐、第二储液罐、第一切换阀、第二切换阀、第三切换阀和节流元件;一级喷射器依次与二级喷射器、冷凝器、节流元件、蒸发器串联组成回路;第二储液罐依次与第三切换阀、发生器、第一切换阀串联组成回路。一级喷射器、二级喷射器与发生器之间分别设有连通的管路;冷凝器依次与第一储液罐、第二切换阀串联连通,第二切换阀连入第一切换阀与第二储液罐之间连通的管路上。上述系统通过三个切换阀和两个储液罐的作用,能代替传统循环中的循环泵,实现在无循环泵的情况下将冷凝器中凝结液供应到发生器中的作用。

[0006] 公布号为CN 102620465A的专利文献公开了一种无泵喷射式制冷机,包括:发生器、第一喷射器、冷凝器、节流元件、蒸发器、三通阀、第一储液罐和第一单向阀,第一喷射器依次与冷凝器、节流元件、蒸发器串联构成回路;三通阀依次与第一储液罐、单向阀、发生器串联构成回路;发生器与第一喷射器之间设有连通的管路;冷凝器与三通阀之间设有连通的管路。上述系统利用三通阀的切换实现了从冷凝器向发生器输送流体,取代了传统循环中的循环泵。

[0007] 但上述两种系统中,为满足下一循环储液时的压力,当储液罐完成为液体工质输送后,其中的残余的高温高压制冷剂蒸气未经利用进入到冷凝器冷凝成低压液体,一方面

高温高压制冷剂蒸气的能量未得到充分利用,降低了系统的COP;另一方面高温高压制冷剂蒸气对冷凝压力造成影响。

发明内容

[0008] 本发明提供一种无泵式热喷射制冷循环方法,发生器产生的高温高压制冷剂蒸气对液体工质进行加压并完成输送后,对下一循环要输送的液体工质进行预加压,充分利用高温高压制冷剂蒸气的能量,提高了系统的COP。

[0009] 本发明同时提供一种无泵式热喷射制冷循环装置,该装置实现系统的无泵循环,运动部件减少,运行性能更稳定可靠;系统能量利用更加经济、合理。

[0010] 一种无泵式热喷射制冷循环方法,包括循环进行的以下步骤:

[0011] 液体工质在发生器中加热后得到高温高压的第一气体,以一部分第一气体作为工作流体,第二气体作为引射流体,两者在喷射器中混合后进行冷凝放热,得到冷凝液;

[0012] 冷凝液的一部分经节流后吸热蒸发得到所述第二气体,另一部分作为所述液体工质靠重力进入发生器;

[0013] 液体工质靠重力进入发生器时通过至少两个并联的相匹配的储液罐交替进行,相匹配的储液罐之间以及与发生器之间经过阀门控制可相连通或隔离,储液罐内的液体工质在经发生器产生的一部分第一气体加压至满足发生器进液压力要求前,先经相匹配的另一储液罐中给发生器输液后残余的和第一气体状态相同的制冷剂蒸气预加压。

[0014] 本发明方法利用发生器产生的高温高压制冷剂蒸气对液体工质进行加压,液体工质靠重力进入发生器,实现了从低压的冷凝器向高压的发生器输送流体;之后储液罐内残余的高温高压制冷剂蒸气,对下一循环要输送的液体工质进行预加压,高温高压制冷剂蒸气的能量得到充分利用。

[0015] 其中,液体工质在发生器中加热后生成的气体,其温度、压力由制冷系统要求的发生器温度决定,无过热现象时,即为发生温度下制冷剂的饱和温度和压力。一般无过热现象,可以通过发生器内部结构的具体设计控制制冷剂蒸气不过热。

[0016] 所述相匹配的储液罐中,每个储液罐均循环进行储液、预加压、加压、输液和排气、冷却降压:

[0017] 储液时,储液罐接收制冷工质;

[0018] 预加压时,储液罐在储液结束后接收来自相匹配的储液罐中给发生器输液后残余的和第一气体状态相同的制冷剂蒸气;

[0019] 加压时,储液罐经过预加压后接受来自发生器内的一部分第一气体加压,直到满足压力和发生器进液的压力要求;发生器的进液压力要求储液罐内的液体工质的压力等于或者略低于发生器内的液体工质的压力。当储液罐内的液体工质压力略低于发生器内的液体工质压力就停止加压时,要求储液罐在垂直方向上高于发生器的高度到达足够使储液罐内的液体工质进入发生器。

[0020] 输液时,储液罐经过加压的液体工质在重力作用下进入发生器,储液罐同时接收来自发生器的一部分第一气体用以平衡压力;

[0021] 排气时,将储液罐中的残余的和第一气体状态相同的制冷剂蒸气输出至相匹配的另一储液罐中,给该相匹配的另一储液罐中的液体工质进行预加压;

[0022] 冷却降压时,对排气后的储液罐内残余的气体进行降温,直到满足下一循环储液时的压力。该压力不高于冷凝器出液压力,在略高于冷凝器出液压力时,要求冷凝器与储液罐的垂直高度差足够大以至于冷凝器可以顺利出液,优选与冷凝器出液压力相同。

[0023] 第一气体和第二气体混合后通过冷凝器进行冷凝放热,储液罐冷却降压时,该储液罐中残余的气体通向所述冷凝器或利用辅助冷凝器换热降温。

[0024] 相匹配的储液罐可以是两个或多个,彼此之间是要在预加压以及排气时能够定向连通实现能量回收,定向连通可以利用现有管路控制方法,通过匹配相应的阀门来实现。作为一种实施方式,所述辅助冷凝器为单独布置的冷凝器。作为另一种实施方式,所述辅助冷凝器为储液罐外的冷却水套。

[0025] 为了实现本发明方法,本发明还提供了一种无泵式热喷射制冷循环装置,包括发生器、节流元件、蒸发器、喷射器、冷凝器以及储液装置,所述喷射器的工作流体入口与发生器的蒸气出口相连,喷射器的引射流体入口与蒸发器的出口相连,喷射器的出口与所述冷凝器的入口相连,冷凝器的出口与节流元件的入口相连,节流元件的出口与蒸发器的入口相连;所述储液装置为至少两台并联的相匹配的储液罐,各储液罐带有如下接口,且各接口均带有相匹配的控制阀:

[0026] 液相入口,与冷凝器的出口连通;

[0027] 液相出口,与发生器的液相入口连通;

[0028] 气相口,与发生器的蒸气出口以及相匹配的其他储液罐的气相口连通;

[0029] 所述冷凝器、储液装置和发生器,三者设置的高度依次降低。

[0030] 由于与所述气相口连接的控制点有多个,因此气相口可以是设置在储液罐上的单一接口,由该单一接口经管路引出后再通过阀门分多路控制;气相口也可以是设置在储液罐上的多个接口,各接口分别通过匹配的阀门进行控制,具体设置可以根据需要而定。

[0031] 例如在设置多个接口时,所述气相口包括:

[0032] 气相入口,与发生器的蒸气出口连通;

[0033] 气相连通口,与相匹配的其他储液罐的气相连通口连通。

[0034] 由于储液罐的液相入口以及气相入口均位于储液罐的顶部,因此在适宜的阀门的匹配下,液相入口和气相入口可以合并,通过阀门可以达到在不同阶段择一的通过气体或液体。

[0035] 作为优选,为了便于控制所述储液罐为两台,所述冷凝器的出口、发生器的蒸气出口、两台储液罐的气相入口通过切换阀相连。此时,储液罐的气相入口和液相入口在切换阀后合并为同一通道,通过切换阀选择气体或液体通过。

[0036] 储液罐在冷却降压时,为了对排气后的储液罐内残余的气体进行降温,可以利用冷凝器。为了避免储液罐内残余气体对冷凝器冷凝压力的影响,所述冷凝器包括主冷凝器和辅助冷凝器,所述主冷凝器的入口与喷射器的出口相连,主冷凝器出口与储液罐的液相入口相连。其中辅助冷凝器主要用于冷却残余的气体。

[0037] 所述辅助冷凝器为独立布置式或者为储液罐外的冷却水套,独立布置的辅助冷凝器入口与储液罐的气相出口相连,独立布置的辅助冷凝器出口与储液罐的液相入口相连。

[0038] 为了与独立布置的辅助冷凝器相匹配,所述气相口还包括:气相出口,该气相出口与冷凝器的入口连通。

[0039] 以下以两台储液罐为例,说明本发明制冷循环装置的工质的工作流程,具体如下:根据制冷系统的运行状态,将本发明无泵式热喷射制冷循环装置的一个循环周期分为制冷阶段和非制冷阶段。

[0040] 制冷阶段 t_1 ,发生器能量输入控制阀、喷射器入口控制阀、第二储液罐液相入口控制阀均打开,第一储液罐液相入口控制阀、两储液罐液相出口控制阀、两储液罐气相口均关闭。液体工质在发生器中被外部热源加热后成为高压气体,发生器出口的工质气体作为工作流体进入喷射器,经过喷射器内的喷嘴形成高速气流,蒸发器中工质气体作为引射流体被抽吸到喷射器中,同时维持蒸发器的温度及压力,从而产生冷量。喷射器将两股蒸气充分混合后,在喷射器内的扩压管中提高压力并进入冷凝器中冷凝放热成为液体。冷凝器流出的冷凝液分为两路,一路经节流元件流入到蒸发器中吸热产生冷量,另一路作为液体工质经第二储液罐的液相入口控制阀流入第二储液罐中。

[0041] 非制冷阶段 t_2 ,两储液罐气相口打开,第二储液罐液相入口控制阀、喷射器入口控制阀关闭。第一储液罐中在上一个周期内残余下来的高温高压制冷剂蒸气给第二储液罐内的液体工质进行预加压。

[0042] 非制冷阶段 t_3 ,第一储液罐气相口控制阀关闭,发生器供给第二储液罐高温高压制冷剂蒸气,使液体工质继续加压,至第二储液罐内的压力与满足发生器进液的压力要求;同时将第一储液罐中残余的气体通向冷凝器或利用辅助冷凝器换热降温,将第一储液罐内的压力将至冷凝压力。

[0043] 非制冷阶段 t_4 ,第二储液罐液相出口控制阀打开,第二储液罐内的液体工质在重力作用下流进发生器。

[0044] 如此,一个周期循环完成。在下一周期,液体工质将从冷凝器中流入第一储液罐中,而第二储液罐中的残留的高温高压制冷剂蒸气在非制冷阶段 t_2 给第一储液罐内的液体工质进行预加压。一个周期内的 t_1 、 t_3 、 t_4 的时间分配要求满足热能的持续稳定输入。 t_2 的取值在满足预加压充分进行的前提下,应使得制冷阶段和非制冷阶段的时间相等,以便于实现系统的自动控制。

[0045] 所述冷凝器的出口、发生器的蒸气出口、两台储液罐的气相入口通过四通切换阀相连或者通过多个二通阀门切换。

[0046] 所述发生器为1个时,系统间歇性制冷。所述发生器为2个或2个以上时,发生器交替工作,系统连续制冷。当有多个发生器时,每个发生器带匹配1个储液罐或多个储液罐。当每个发生器匹配多个储液罐时,与同一个发生器匹配的储液罐交替地给彼此预加压。当每个发生器匹配1个储液罐时,与不同发生器匹配的储液罐交替地给彼此预加压。作为优选,当系统需要间歇地进行制冷时,系统只含1个发生器和2个储液罐,发生器与储液罐串联,2个储液罐并联;当系统需要连续地进行制冷时,系统含2个发生器,每个发生器匹配1个储液罐,相匹配的储液罐和发生器串联,2个发生器并联,2个储液罐并联。

[0047] 所述发生器的驱动热源为太阳能、废热或地热能。

[0048] 所述控制阀为自动阀门或手动阀门。

[0049] 就内部结构而言,所述主冷凝器、辅助冷凝器各自独立为浮头式、固定管板式、U形管板式、板式、套管式或者管壳式。

[0050] 所述节流元件为节流阀、膨胀阀、毛细管或U形管。

[0051] 所述液体工质可以为:

[0052] 氟利昂,如四氯乙烷(R134a)、二氟一氯乙烷(R142b)、三氟二氯乙烷(R123)、二氟乙烷(R152a)、2,3,3,3-四氟丙烯(R1234yf)、Trans-1,3,3,3-四氟丙烯(R1234ze);

[0053] 环状有机物,如八氟环丁烷(R318);

[0054] 无机物,如水(R718)、二氧化碳(R744);

[0055] 混合制冷剂,如R500、R502、R410A。

[0056] 本发明无泵式热喷射制冷循环方法,利用发生器产生的高温高压制冷剂蒸气对液体工质进行加压并完成输送后,对下一循环要输送的液体工质进行预加压,充分利用高温高压制冷剂蒸气的能量,使得系统的COP提高。当冷凝温度为35℃,蒸发温度为14℃,制冷量为2kW时,使得系统COP能够达到的最大值相对于没有预加压过程的系统的COP的最大值提升了45.7%。

[0057] 本发明无泵式热喷射制冷循环装置,利用上述循环方法,在发生温度为70℃,冷凝温度为35℃,蒸发温度为14℃,制冷量为2kW时,使得给储液罐降压时的热负荷减少了80%,且随着发生温度的升高减少的效果更加明显。因此,本发明显著地减少了整个系统的冷却水用量,使得系统运行更加稳定可靠。

[0058] 本发明无泵式热喷射制冷循环装置,利用上述循环方法,使得系统能量利用更加经济、合理;实现了系统的无泵循环,运动部件减少,运行性能更稳定可靠;利用低品位热能为驱动能源,节能环保。

附图说明

[0059] 图1为本发明无泵式喷射制冷循环装置的系统流程图;

[0060] 图2为本发明另一种实施方式的系统流程图。

具体实施方式

[0061] 实施例1

[0062] 如图1所示,本实施例无泵式喷射制冷循环装置采用四氯乙烷(R134a)为循环工质,具体包括发生器1、膨胀阀2、蒸发器3、喷射器4、冷凝器5以及储液装置,储液装置包括相互并联第一储液罐6和第二储液罐7,每个储液罐分别带有如下接口,且各接口均带有控制阀:

[0063] 液相入口,分别经第一储液罐6的液相入口控制阀61、第二储液罐7的液相入口控制阀71与冷凝器5的出口连通;

[0064] 液相出口,分别经第一储液罐6的液相出口控制阀62、第二储液罐7的液相出口控制阀72与发生器1的液相入口连通;

[0065] 气相口,第一储液罐6的气相口经控制阀63与发生器1的蒸气出口连通;第二储液罐7的气相口经控制阀73与发生器1的蒸气出口连通。第一储液罐6的气相连通口和第二储液罐7的气相连通口经控制阀67连通。

[0066] 第一储液罐6和第二储液罐7外分别带有冷却套管8、冷却套管9。

[0067] 喷射器4的工作流体入口与发生器1的蒸气出口相连,喷射器4的引射流体入口与蒸发器3的出口相连,喷射器4的出口与冷凝器5的入口相连,冷凝器5的出口与膨胀阀2的入

口相连,膨胀阀2的出口与蒸发器3的入口相连。

[0068] 其中,冷凝器5、储液装置及发生器1设置的高度依次降低。

[0069] 本实施例中工质的工作流程如下:

[0070] 根据制冷系统的运行状态,将本发明无泵式热喷射制冷循环系统的一个循环周期分为制冷阶段和非制冷阶段。

[0071] 制冷阶段 t_1 ,发生器1能量输入控制阀10、喷射器入口控制阀11、第二储液罐液相入口控制阀71均打开,第一储液罐6液相入口控制阀61、两储液罐液相出口控制阀62和控制阀72、两储液罐气相入口控制阀63和控制阀73、两储液罐气相连通口控制阀67、两冷却套管控制阀81和控制阀91均关闭。液体工质在发生器1中被外部热源加热后成为高压气体,发生器1出口的工质气体作为工作流体进入喷射器4,经过喷射器4内的喷嘴形成高速气流,蒸发器3中工质吸热提供冷量后蒸发产生气体作为引射流体被抽吸到喷射器4中。喷射器4将两股蒸气充分混合后,在喷射器内的扩压管中提高压力并进入冷凝器5中冷凝放热成为液体。冷凝器5流出的冷凝液分为两路,一路经膨胀阀2流入到蒸发器3中吸热产生冷量,另一路为液体工质经第二储液罐7的液相入口控制阀71流入第二储液罐7中。

[0072] 非制冷阶段 t_2 ,两储液罐气相连通口控制阀67打开,第二储液罐7液相入口控制阀71、喷射器4入口控制阀11关闭。第一储液罐6中在上一个周期内残余下来的高温高压制冷剂蒸气给第二储液罐7内的液体工质进行预加压。

[0073] 非制冷阶段 t_3 ,两储液罐气相连通口控制阀67关闭,发生器1供给第二储液罐7高温高压制冷剂蒸气,使液体工质继续加压,至第二储液罐7内的压力与发生器1内的压力相同;同时冷却套管8的控制阀81打开,通入冷却水,将第一储液罐6内的压力将至冷凝压力。

[0074] 非制冷阶段 t_4 ,第二储液罐7液相出口控制阀72打开,第二储液罐7内的液体工质在重力作用下流进发生器1。

[0075] 制冷系统一个周期循环完成。在下一周期,液体工质将从冷凝器5中流入第一储液罐6中,而第二储液罐7中的残留的高温高压制冷剂蒸气在非制冷阶段 t_2 给第一储液罐6内的液体工质进行预加压。一个周期内的 t_1 、 t_3 、 t_4 的时间分配要求满足热能的持续稳定输入。 t_2 的取值在满足预加压充分进行的前提下,应使得制冷阶段和非制冷阶段的时间相等,以便于实现系统的自动控制。

[0076] 本实施例中,发生器1的驱动热源为太阳能,控制阀均为自动阀门,冷凝器为管壳式换热器,蒸发器为管壳式换热器,喷射器4为气-气喷射器。

[0077] 实施例2

[0078] 如图2所示,冷凝器5的出口、发生器1的蒸气出口、两台储液罐的气相入口通过四通阀12(切换阀)相连,两台储液罐通过控制阀13连通。其他结构同实施例1。

[0079] 本实施例中工质的工作流程如下:

[0080] 制冷阶段 t_1 ,发生器1能量输入控制阀10、喷射器4入口控制阀11打开,两储液罐液相出口控制阀62和控制阀72、两冷却套管控制阀81和控制阀91均关闭,四通阀12接通I-IV路,制冷系统运行,冷凝器5流出的冷凝液一部分为液体工质流入第二储液罐7。

[0081] 非制冷阶段 t_2 ,控制阀13打开,喷射器4入口控制阀11关闭,四通阀12关闭。第一储液罐6中在上一个周期内残余下来的高温高压制冷剂蒸气给第二储液罐7内的液体工质进行预加压。

[0082] 非制冷阶段 t_3 ,四通阀12接通II-IV路,控制阀13关闭,发生器1供给第二储液罐7高温高压制冷剂蒸气,使液体工质继续加压,至第二储液罐7内的压力与发生器1内的压力相同;同时冷却套管8的控制阀81打开,通入冷却水,将第一储液罐6内的压力将至冷凝压力。

[0083] 非制冷阶段 t_4 ,第二储液罐7液相出口控制阀72打开,冷却套管8的控制阀81关闭,第二储液罐7内的液体工质在重力作用下流进发生器1。

[0084] 制冷系统一个周期循环完成。在下一周期,液体工质将从冷凝器5中流入第一储液罐6中,而第二储液罐7中的残留的高温高压制冷剂蒸气在非制冷阶段 t_2 给第一储液罐6内的液体工质进行预加压。

[0085] 本实施例工质的其余工作流程同实施例1。

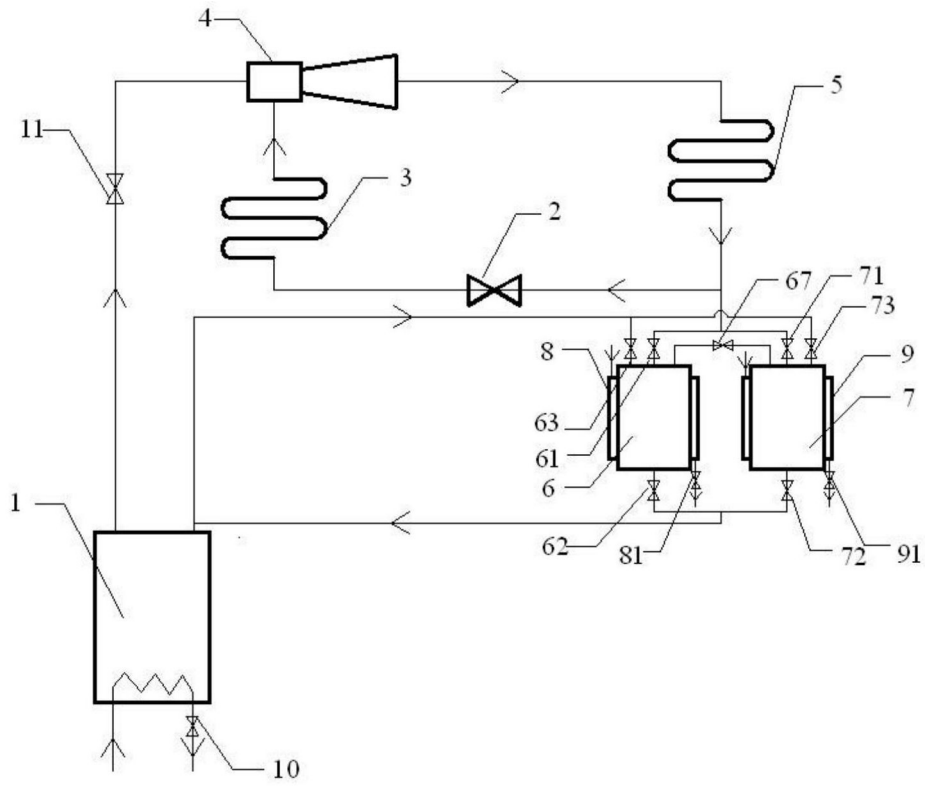


图1

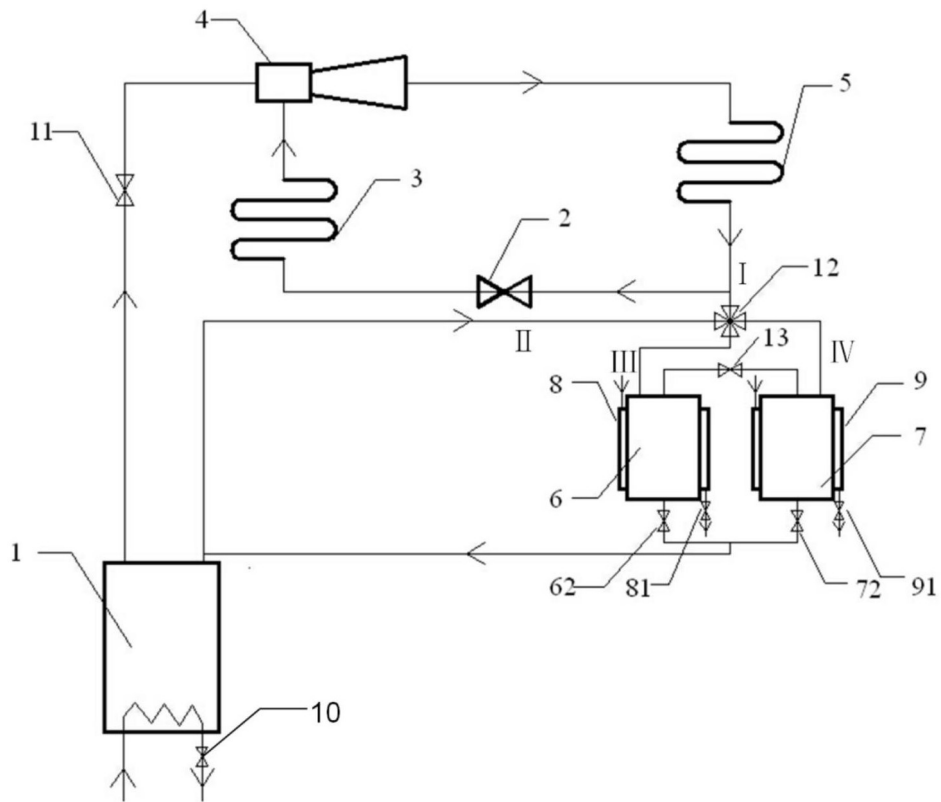


图2