



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106969523 B

(45)授权公告日 2019.07.16

(21)申请号 201710311804.7

审查员 耿苗

(22)申请日 2017.05.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106969523 A

(43)申请公布日 2017.07.21

(73)专利权人 江苏科技大学

地址 212003 江苏省镇江市梦溪路2号

(72)发明人 沈九兵 郭霆 陈育平

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 李晓静

(51)Int.Cl.

F25B 7/00(2006.01)

F25B 30/02(2006.01)

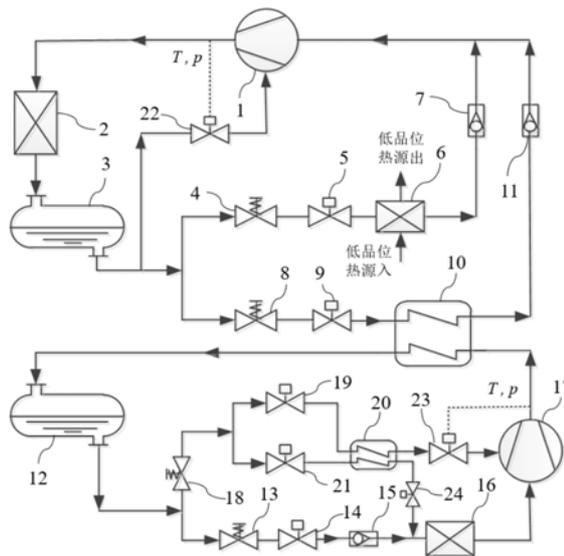
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统

(57)摘要

本发明公开了一种选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统,包括第一储液器、冷凝器、第一压缩机和第一单向阀,所述第一储液器的出口依次与第一电磁阀、第一膨胀阀、第一蒸发器和第一单向阀连接,第一单向阀与第一压缩机连接,第一压缩机通过冷凝器与第一储液器的进口连接,第一蒸发器内通入低品位热源。本发明的一种选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统,在保障高温循环蒸发温度和制热量的同时,系统能够根据应用场合和环境温度在不同运行模式之间相互切换,保障系统的性能最优。



1. 一种单级复叠双制式高温热泵系统,其特征在于:包括第一储液器、冷凝器、第一压缩机和第一单向阀,所述第一储液器的出口依次与第一电磁阀、第一膨胀阀、第一蒸发器和第一单向阀连接,第一单向阀与第一压缩机连接,第一压缩机通过冷凝器与第一储液器的进口连接,第一蒸发器内通入温度不低于35℃的低品位热源;所述第一储液器内的工质为水;

所述第一储液器的出口还依次与第二电磁阀、第二膨胀阀、蒸发冷凝器、第二单向阀连接,第二单向阀与第一压缩机连接,蒸发冷凝器的换热管路与第二储液器和第二压缩机连接,第二储液器的出口依次与第三电磁阀、第三膨胀阀、第三单向阀、第二蒸发器连接,第二蒸发器与第二压缩机连接;

所述第二储液器的出口还与第四电磁阀连接,第四电磁阀分别与第四膨胀阀和第五膨胀阀连接,第四膨胀阀和第五膨胀阀分别与经济器的两个管道连接,一个管道通过第二调节阀与第二压缩机连接,另一个管道通过第六膨胀阀与第二蒸发器连接;所述第二储液器内的工质为液氨。

2. 根据权利要求1所述的单级复叠双制式高温热泵系统,其特征在于:所述第一储液器的出口通过第一调节阀与第一压缩机连接。

## 一种选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统,属于余热回收和供热领域。

### 背景技术

[0002] 热泵属于一种高效的能量回收及供热系统,能广泛应用于日常生活和不同工业生产中,如热泵干燥机、热泵热水器等。根据热源的不同,热泵又可分为空气源热泵、地源热泵等。由于空气利用最方便和数量大、无污染等特点,空气源热泵是目前广泛使用的一种热泵形式。对于空气源热泵而言,主要问题是环境温度变化对系统运行效率的影响,特别是环境温度较低时还会出现系统供热量不足的现象。

[0003] 热泵系统能与很多工业生产相结合,回收不同形式的低品位余热,但受热泵工质的限制,热泵系统所能提供的热源温度往往不超过80℃,无法满足一些工业生产的供热需求。

[0004] 随着社会的不断发展和人们对生活环境要求的不断提高,环境问题也日益得到关注,相应的制冷剂替代要求会限制了热泵系统的使用年限,所以热泵系统所使用的工质也逐渐成为热泵系统开发的重要考虑因素,自然工质的使用也不断得到重视。

[0005] 有研究表明当蒸发温度高于30℃时,以水为工质的制冷系统COP高于其他工质的系统,同时水的临界温度为374.15℃,以上两点表明水作为无毒、无污染且易得的自然工质,可以作为高温热泵的使用工质,来克服常规制冷工质不高于80℃供热温度的限制。但为了保证系统效率和减小使用限制,需要保证热泵系统在不同应用场合和环境条件下都满足一定蒸发温度的需求。

### 发明内容

[0006] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种选用自然工质的选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统,在保障高温循环蒸发温度和制热量的同时,系统能够根据应用场合和环境温度在不同运行模式之间相互切换,保障系统的性能最优。

[0007] 技术方案:为实现上述目的,本发明的选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统,包括第一储液器、冷凝器、第一压缩机和第一单向阀,所述第一储液器的出口依次与第一电磁阀、第一膨胀阀、第一蒸发器和第一单向阀连接,第一单向阀与第一压缩机连接,第一压缩机通过冷凝器与第一储液器的进口连接,第一蒸发器内通入低品位热源。

[0008] 作为优选,所述第一储液器内的工质为水。

[0009] 作为优选,所述第一储液器的出口通过第一调节阀与第一压缩机连接。

[0010] 作为优选,所述第一储液器的出口还依次与第二电磁阀、第二膨胀阀、蒸发冷凝器、第二单向阀连接,第二单向阀与第一压缩机连接,蒸发冷凝器的换热管路与第二储液器和第二压缩机连接,第二储液器的出口依次与第三电磁阀、第三膨胀阀、第三单向阀、第二蒸发器连接,第二蒸发器与第二压缩机连接。

[0011] 作为优选,所述第二储液器内的工质为液氨。

[0012] 作为优选,所述第二储液器的出口还与第四电磁阀连接,第四电磁阀分别与第四膨胀阀和第五膨胀阀连接,第四膨胀阀和第五膨胀阀分别与经济器的两个管道连接,一个管道通过第二调节阀与第二压缩机连接,另一个管道通过第六膨胀阀与第二蒸发器连接。

[0013] 在本发明中,存在35℃以上低品位热源时,系统只通过第一蒸发器回收低品位热能,运行水为工质的高温级循环;当无低品位热源,而环境温度不太低时,需开启低温级氨的循环,通过第二蒸发器吸收环境热量,使系统复叠运行,但此时无需连入经济器;当无低品位热源,而环境温度较低时,系统仍复叠运行,但需接入低温级的经济器。

[0014] 有益效果:本发明的选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统,循环所使用的工质都是自然工质,分别为水和氨,因而无需担忧制冷剂替代问题对系统使用年限的限制。水作为高温循环工质的好处还包括:水本身的廉价易得、较高的临界温度确保可以提供80℃甚至100℃以上的高温热源;其次,通过低品位热源和空气源的复叠系统低温循环来保障高温循环的蒸发温度,进而使系统具有较高的运行性能;喷入第一蒸汽压缩机内的水,蒸发吸热降低压缩机排汽温度的同时,还能增加压缩蒸汽质量,提高冷凝器的放热量。根据环境温度的不同,低温循环能再带经济器循环和普通循环之间切换,保证不同环境温度下低温循环的高效运行。环境温度较低时,带经济器的循环通过压缩机中间补气能增加压缩氨气流量,克服供热量不足的问题。特别的,经济器循环为改进后的两级节流经济器循环,将主路的一级节流和补气路的节流分开,能有效降低节流至两相区时气相对主路膨胀阀流量的影响。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明的结构示意图。

[0016] 图中:1为第一压缩机、2为冷凝器、3为第一储液器、4为第一电磁阀、5为第一膨胀阀、6为第一蒸发器、7为第一单向阀、8为第二电磁阀、9为第二膨胀阀、10为蒸发冷凝器、11为第二单向阀、12为第二储液器、13为第三电磁阀、14为第三膨胀阀、15为第三单向阀、16为第二蒸发器、17为第二压缩机、18为第四电磁阀、19为第四膨胀阀、20为经济器、21为第五膨胀阀、22为第一调节阀、23为第二调节阀、24为第六膨胀阀。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0018] 如图1所示,如图1所示,一种选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统,由高温循环和低温循环组织,高温循环包括:第一压缩机1、冷凝器2、第一储液箱3、第一蒸发器6和蒸发冷凝器10,所述第一压缩机1出口与冷凝器2入口连通,所述冷凝器2出口与第一储液器3入口相连,所述第一储液器3出口与第一蒸发器6入口之间设有第一电磁阀4和第一膨胀阀5,所述第一储液器3出口与蒸发冷凝器10的蒸发端入口之间设有第二电磁阀8和第二膨胀阀9,所述第一储液器3的出口与第一压缩机1的喷液孔口之间还设有第一调节阀22,所述第一蒸发器6出口与第一压缩机1入口之间设有第一单向阀7,所述蒸发冷凝器10蒸发端的出口与第一压缩机1入口之间设第二单向阀11。

[0019] 所述热泵系统的低温循环包括:第二压缩机17、蒸发冷凝器10、第二储液器12、第

二蒸发器16和经济器20,所述第二压缩机17出口与蒸发冷凝器10冷凝端入口相连,所述蒸发冷凝器10冷凝端的出口与第二储液器12入口相连,所述第二储液器12出口分别与第三电磁阀13和第四电磁阀18入口相连,第三电磁阀13出口与第二蒸发器16之间设有第三膨胀阀14和第三单向阀15;所述第四电磁阀18出口分别与第四膨胀阀19和第五膨胀阀21入口相连,第四膨胀阀19出口与经济器20第一入口相连,经济器20第一出口与第二压缩机17的补气口之间设有第二调节阀23,所述第五膨胀阀21出口与经济器20第二入口相连,经济器20第二出口通过第六膨胀阀24与第二蒸发器16入口相连,所述第二蒸发器16出口与第二压缩机17入口相连。

[0020] 在本发明中,复叠系统的低温循环使用的工质为氨,对应的第二压缩机17为带补气孔口的氨压缩机,高温循环使用的工质为水,对应的第一压缩机1为带喷液孔口的水蒸汽压缩机。

[0021] 所述选用自然工质的单级/复叠双制式高温热泵系统的工作方法,可实现如下不同循环的切换运行:

[0022] 单级热泵循环:当热泵应用场合存在温度不高(35-75℃)的低品位热源(如工艺生产的余热资源、太阳能热水资源等)时,第二电磁阀8关闭,打开第一电磁阀4,第一蒸汽压缩机1出来是压缩水蒸汽经冷凝器2释放潜热,作为高温热源使用,为了提供80℃以上的热源,对应的冷凝温度要高于80℃;冷凝器内蒸汽冷凝产生的水流入第一储液器3,因为水在100℃以下都为负压,200℃对应的饱和压力为1.55MPa,可知第一储液器3的耐压要求并不高,这可降低系统成本。

[0023] 第一储液器3出来的水一路经调节阀22和第一压缩机1的喷液孔口喷入压缩机,用于降低蒸汽压缩机1的排汽温度,喷入的水自身吸热蒸发产生的蒸汽也会在压缩机内继续被压缩,这能有效增加压缩机的压缩蒸汽流量,提高冷凝器内的放热量;第一储液器3出来的另一路水则流过第一电磁阀4后经第一膨胀阀5膨胀降压、降温后进入第一蒸发器6,通过第一蒸发器6回收低品位热源的热量使低温低压的水蒸发,为了保证水的蒸发温度高于30℃,低品位热源温度要求不低于35℃,进而保证一定的系统效率;第一蒸发器6内蒸发产生的蒸汽经过第一单向阀7后进入第一压缩机1内被压缩,压缩过程中被喷入的水冷却,降低压缩蒸汽的过热度,并最终与喷入水蒸发产生的蒸汽一起继续被压缩至排出,然后进行下一个循环。

[0024] 复叠热泵循环一:当热泵应用场合无低品位热源而环境温度又不是很低时,可将单级循环模式切换至复叠热泵循环一的运行模式:关闭高温循环的第一电磁阀4,打开第二电磁阀8,使第一储液器3出来的水一路仍喷入第一压缩机1内,另一路则经第二膨胀阀9膨胀后进入蒸发冷凝器10的蒸发端吸热蒸发,随后经第二单向阀11流入第一压缩机1,单向阀的设置主要是为了保证制冷剂按照设计流程流动;与此同时打开低温循环的第二压缩机17和第三电磁阀13,使第二压缩机17出来的氨蒸汽进入蒸发冷凝器10的冷凝端,释放热量用于高温循环液体水的蒸发,氨气自身冷凝成液氨,随后进入第二储液器12,第二储液器出来的液氨经第三电磁阀13、第三膨胀阀14和第三单向阀14后进入第二蒸发器16中吸收环境空气热量蒸发,然后进入第二压缩机17被压缩后继续下一个循环;此时第二压缩机的补气孔口是关闭或者不工作的。

[0025] 低温循环使用氨的原因一方面是因为氨是自然工质,另一方面是因为氨能有效的

保证30℃以上的冷凝温度,同时自己具有较好的低温性能,能有效的吸收空气源的热量。

[0026] 复叠热泵循环二:当热泵应用场合无低品位热源而环境温度比较低时,为了保证复叠热泵系统的运行效率和热泵系统的制热量,可将复叠热泵循环一的低温循环切换至带经济器的循环:关闭第三电磁阀13,打开第四电磁阀18和第二调节阀23,第二储液器12出来的液氨经过第四电磁阀18后分两路,一路流入第四膨胀阀19膨胀后通过经济器20的第一入口进入经济器20吸热蒸发,随后经第二调节阀23和第二压缩机17的补气口流入第二压缩机17,另一路经第五膨胀阀21后流入经济器20的第二入口,在经济器20内放热,使流入经济器的另一路液氨蒸发,自身过冷度增加后流出经济器20,然后通过第六膨胀阀24膨胀降压,实现二次节流后进入第二蒸发器16吸收环境空气热量蒸发,因为过冷度的增加,能保证环境温度较低时蒸发器16还能完成一定的吸热量,蒸发器出来的氨气则流入第二压缩机17,其压缩过程中与补气孔口流入的氨气混合后继续被压缩,随后一起排出至蒸发冷凝器的冷凝端继续下一个循环,由于补气孔口的补气量增加了氨压缩机的压缩氨气流量,从而能保证较低环境温度时压缩氨气在蒸发冷凝器内的放热量,进而保证高温级的运行工况和效率。复叠循环低温级的两级节流经济器循环设置,能进一步改善环境温度较低时的系统运行效率。复叠热泵循环二的高温循环流程与复叠热泵循环一相同。

[0027] 在本发明中,第一调节阀22的开度与第一压缩机1的排汽温度和压力(或排汽过热度)正相关,即排汽过热度越高,喷水量越大;第二调节阀23的开度与第二压缩机17的排汽温度和压力(或排汽过热度)负相关,即排气过热度过高时需要降低补气量。

[0028] 在此需说明的是本发明系统的低温循环蒸发器除霜方法可结合实际应用时除霜技术的发展进行优化选择与设计。

[0029] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

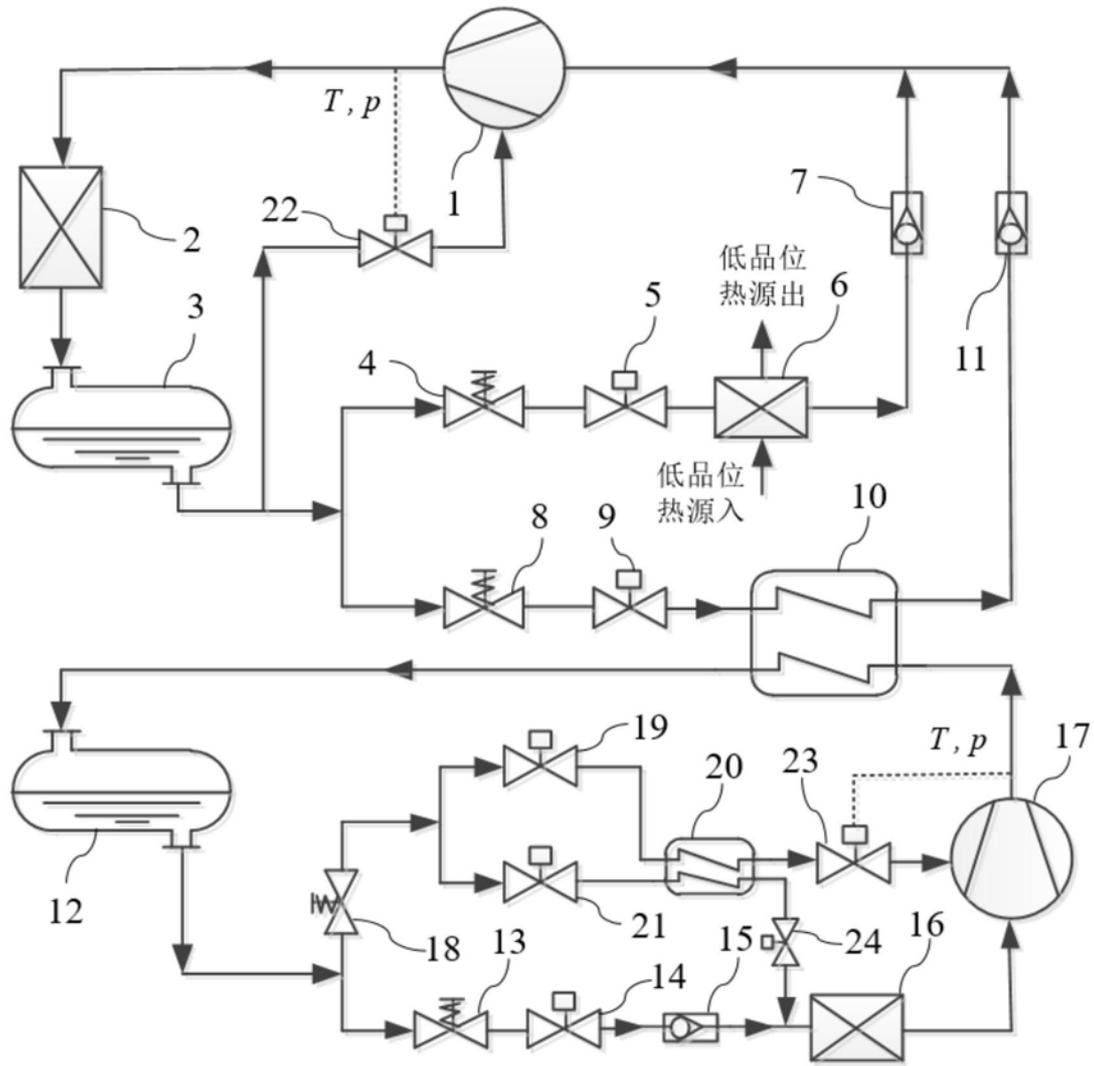


图1