



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114608213 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 10

(21) 申请号 202210271888.7

F25B 43/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.03.18

F25B 40/06 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

(71) 申请人 珠海市精实测控技术有限公司

地址 519125 广东省珠海市斗门区新科一路29号

(72) 发明人 邝俊锋 梁美英 李强荣 韦汝煌
刘世清

(74) 专利代理机构 北京精金石知识产权代理有限公司 11470

专利代理师 杨兰兰

(51) Int.Cl.

F25B 7/00 (2006.01)

F25B 41/40 (2021.01)

F25B 41/20 (2021.01)

F25B 41/31 (2021.01)

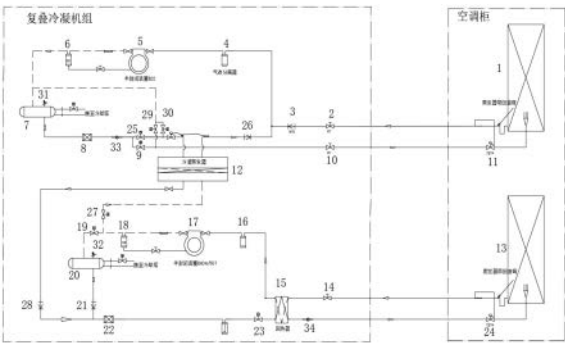
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种高低温工况复叠制冷系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明属于复叠制冷系统领域,提供了一种高低温工况复叠制冷系统及其控制方法。该系统包括高温级制冷循环管路、低温级制冷循环管路和对二者进行耦合的冷凝蒸发器;高温级制冷循环管路主要包括高温级蒸发器、高温级压缩机、高温级冷凝器等构成的循环;低温级制冷循环管路主要包括低温级蒸发器、低温级压缩机、低温级冷凝器等构成的循环;高温级压缩机和低温级压缩机均旁路并联冷凝蒸发器,通过切换阀门可实现二者独立运行模式或复叠制冷运行模式。本发明通过复叠制冷机组配合双蒸发器构成的复叠制冷系统,可根据不同工况自动调节机组投入,能同时满足中常温宽工况和低温工况需求,高效节能、安装方便、运行可靠。



1. 一种高低温工况复叠制冷系统, 包括高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路, 所述高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路通过冷凝蒸发器 (12) 进行耦合; 其特征在于:

所述高温级制冷循环管路依次包括高温级蒸发器 (1)、第一球阀a (2)、止回阀a (3)、高温级压缩机 (5)、油分离器a (6)、高温级冷凝器 (7)、干燥过滤器a (8)、第一电磁阀a (9)、第二球阀a (10) 和热力膨胀阀a (11) 构成一个循环;

所述低温级制冷循环管路依次包括低温级蒸发器 (13)、第一球阀b (14)、回热器 (15)、低温级压缩机 (17)、油分离器b (18)、第一电磁阀b (19)、低温级冷凝器 (20)、止回阀b (21)、干燥过滤器b (22)、第二电磁阀b (23) 和热力膨胀阀b (24) 构成一个循环, 且第二电磁阀b (23) 和热力膨胀阀b (24) 之间的管道经过所述回热器 (15);

所述高温级压缩机 (1) 在干燥过滤器a (8) 的出口端和高温级压缩机 (5) 的入口端旁路并联所述冷凝蒸发器 (12), 且在冷凝蒸发器 (12) 的入口管路上设置有第一电磁阀A (25), 出口管路上设置有止回阀A (26);

所述低温级压缩机 (15) 在油分离器b (18) 的出口端和干燥过滤器b (22) 的入口端旁路并联连接所述冷凝蒸发器 (12), 且在冷凝蒸发器 (12) 的入口管路上设置有第二电磁阀B (27), 出口管路上设置有止回阀B (28)。

2. 根据权利要求1所述的一种高低温工况复叠制冷系统, 其特征在于, 所述高温级压缩机 (5) 的入口管路上设置有气液分离器a (4); 所述低温级压缩机 (17) 的入口管路上设置有气液分离器b (16)。

3. 根据权利要求1所述的一种高低温工况复叠制冷系统, 其特征在于, 在高温级制冷循环管路中, 在第一电磁阀a (9) 的出口管道和高温级冷凝器 (7) 的进口管道之间设置有回油喷气阀a (29), 在第一电磁阀A (25) 的出口管道和高温级冷凝器 (7) 的进口管道之间设置有回油喷气阀A (30)。

4. 根据权利要求1所述的一种高低温工况复叠制冷系统, 其特征在于, 所述高温级压缩机 (1) 和低温级压缩机 (19) 上分别设置有安全阀a (31) 和安全阀A (32)。

5. 根据权利要求1所述的一种高低温工况复叠制冷系统, 其特征在于, 所述高温级蒸发器 (5) 和低温级蒸发器 (17) 的出口处均设置有回油弯。

6. 根据权利要求1所述的一种高低温工况复叠制冷系统, 其特征在于, 所述高温级制冷循环管路在干燥过滤器a (8) 的出口管路上设置有视液镜a (33); 所述低温级制冷循环管路在热力膨胀阀b (24) 的入口管路上设置有视液镜b (34)。

7. 根据权利要求1所述的一种高低温工况复叠制冷系统, 其特征在于, 所述高温级蒸发器 (5) 为R22压缩机, 所述低温级蒸发器 (17) 为R404压缩机; 所述高温级冷凝器 (7) 和低温级冷凝器 (20) 均接至冷却塔。

8. 一种高低温工况复叠制冷系统控制方法, 采用权利要求1-7任一项所述的一种高低温工况复叠制冷系统, 其特征在于, 所述控制方法包括-40~70℃中常温宽工况非复叠制冷模式和-40~-65℃低温工况复叠制冷模式;

所述-40~70℃中常温宽工况非复叠制冷模式下, 所述高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路为两个独立运行的制冷管路, 可根据测试需求单独运行或同时独立运行;

所述-40~-65℃低温工况复叠制冷模式下, 由高温级制冷循环管路为低温级制冷循环

管路提供循环制冷,低温级制冷循环管路为实验室内的蒸发器提供循环制冷。

9. 根据权利要求8所述的一种高低温工况复叠制冷系统控制方法,其特征在于,所述-40~70℃中常温宽工况非复叠制冷模式具体包括:

所述高温级制冷循环管路独立运行过程为:打开第一电磁阀a(9),高温级压缩机(5)的制冷剂气体经高温级冷凝器(7)冷凝成液体后直接输送热冷膨胀阀a(11)等焓节流后,供液到高温级蒸发器(1),制冷剂液体吸收实验室热量蒸发成过热蒸汽后返回高温级压缩机(5);重复制冷循环;

所述低温级制冷循环管路独立运行过程为:打开第一电磁阀b(19),低温级压缩机(17)的制冷剂气体先经低温级冷凝器(20)冷凝成液体,再通过回热器(15)和低温回气换热,然后由冷膨胀阀b(24)等焓节流后供液到低温级蒸发器(13),在低温级蒸发器(13)处,制冷剂液体吸收实验室热量蒸发成过热蒸汽后经回热器(15)返回低温级压缩机(17);重复制冷循环。

10. 根据权利要求8所述的一种高低温工况复叠制冷系统控制方法,其特征在于,所述-40~-65℃低温工况复叠制冷模式具体包括:

关闭第一电磁阀a(9)和第一电磁阀b(19),打开第一电磁阀A(25)和第二电磁阀B(27),高温级压缩机(5)排气到高温级冷凝器(7)冷凝成液体,等焓节流后供液到蒸发冷凝器(12),带走低温级压缩机(17)的排气冷凝热量,高温级系统液体制冷剂吸热蒸发成过热蒸汽,返回到高温级压缩机(5);重复制冷循环;

与此同时,低温级压缩机(17)排气到蒸发冷凝器(12),低温级制冷剂气体放热冷凝成液体,通过回热器(15)和低温回气换热,制冷剂液体过冷度增加,而后通过热力膨胀阀b(24)等焓节流后供液到低温级蒸发器(13),吸收实验室热量,配合调功电热装置,获得所需的温度工况。

一种高低温工况复叠制冷系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于复叠制冷系统领域,具体涉及一种高低温工况复叠制冷系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 空调焓差实验室因成本低、测试精度高的优势,已经成为空调家电企业用于检测空调性能的主流实验室。随着节能环保意识的提高,使用单位对实验室的节能效果,初投资等方面提出了更高的要求。

[0003] 当前市场上的焓差实验室普遍使用的制冷机组是半封闭单级活塞机组,在焓差实验室宽工况(-40~60℃)运行时也有配置半封闭双级活塞机组。双级活塞机组虽然能够满足低温工况的需求,但是双级活塞机组运行的最高蒸发温度为-25℃左右,做高温工况时会造成过热度偏大、制冷效率低、能源浪费等问题,不仅无法发挥出双极活塞机组的优势,还容易发生机组故障。单独增加配套单级半封闭活塞机组,又会提高使用单位的初投资成本。

发明内容

[0004] 本发明旨在针对现有技术的上述问题,提供一种高低温工况复叠制冷系统及其控制方法,采用R22/R404复叠的制冷机组配合双蒸发器构成的复叠制冷系统,可根据不同的工况自动调节机组投入运行,不仅能够满足-40~70℃宽工况需求,而且可以同时满足-40~-65℃低温工况的需求,且高效节能、安装方便、运行可靠。

[0005] 为实现以上技术目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种高低温工况复叠制冷系统,包括高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路,所述高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路通过冷凝蒸发器进行耦合;

[0007] 所述高温级制冷循环管路依次包括高温级蒸发器、第一球阀a、止回阀a、高温级压缩机、油分离器a、高温级冷凝器、干燥过滤器a、第一电磁阀a、第二球阀a和热力膨胀阀a构成一个循环;

[0008] 所述低温级制冷循环管路依次包括低温级蒸发器、第一球阀b、回热器、低温级压缩机、油分离器、第一电磁阀b、低温级冷凝器、止回阀b、干燥过滤器b、第二电磁阀b和热力膨胀阀b构成一个循环,且第二电磁阀b和热力膨胀阀b之间的管道经过所述回热器;

[0009] 所述高温级压缩机在干燥过滤器a的出口端和高温级压缩机的入口端旁路并联所述冷凝蒸发器,且在冷凝蒸发器的入口管路上设置有第一电磁阀A,出口管路上设置有止回阀A;

[0010] 所述低温级压缩机在油分离器b的出口端和干燥过滤器b的入口端旁路并联连接所述冷凝蒸发器,且在冷凝蒸发器的入口管路上设置有第二电磁阀B,出口管路上设置有止回阀B。

[0011] 进一步地,所述高温级压缩机的入口管路上设置有气液分离器a;所述低温级压缩机的入口管路上设置有气液分离器b。

[0012] 进一步地,在高温级制冷循环管路中,在第一电磁阀a的出口管道和高温级冷凝器的进口管道之间设置有回油喷气阀a,在第一电磁阀A的出口管道和高温级冷凝器的进口管道之间设置有回油喷气阀A。

[0013] 进一步地,所述高温级压缩机和低温级压缩机上分别设置有安全阀a和安全阀A。

[0014] 进一步地,所述高温级蒸发器和低温级蒸发器的出口处均设置有回油弯。

[0015] 进一步地,所述高温级制冷循环管路在干燥过滤器a的出口管路上设置有视液镜a;所述低温级制冷循环管路在热力膨胀阀b的入口管路上设置有视液镜b。

[0016] 进一步地,所述高温级蒸发器为R22压缩机,所述低温级蒸发器为R404压缩机;所述高温级冷凝器和低温级冷凝器均接至冷却塔。

[0017] 本发明还提供一种高低温工况复叠制冷系统控制方法,采用上述任一项所述的一种高低温工况复叠制冷系统,所述控制方法包括-40~70℃中常温宽工况非复叠制冷模式和-40~-65℃低温工况复叠制冷模式;

[0018] 所述-40~70℃中常温宽工况非复叠制冷模式下,所述高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路为两个独立运行的制冷管路,可根据测试需求单独运行或同时独立运行;

[0019] 所述-40~-65℃低温工况复叠制冷模式下,由高温级制冷循环管路为低温级制冷循环管路提供循环制冷,低温级制冷循环管路为实验室内的蒸发器提供循环制冷。

[0020] 进一步地,所述-40~70℃中常温宽工况非复叠制冷模式具体包括:

[0021] 所述高温级制冷循环管路独立运行过程为:打开第一电磁阀a,高温级压缩机的制冷剂气体经高温级冷凝器冷凝成液体后直接输送经膨胀阀a等焓节流后,供液到高温级蒸发器,制冷剂液体吸收实验室热量蒸发成过热蒸汽后返回高温级压缩机;重复制冷循环;

[0022] 所述低温级制冷循环管路独立运行过程为:打开第一电磁阀b,低温级压缩机的制冷剂气体先经低温级冷凝器冷凝成液体,再通过回热器和低温回气换热,然后由膨胀阀b等焓节流后供液到低温级蒸发器,在低温级蒸发器处,制冷剂液体吸收实验室热量蒸发成过热蒸汽后经回热器返回低温级压缩机;重复制冷循环。

[0023] 更进一步地,所述-40~-65℃低温工况复叠制冷模式具体包括:

[0024] 关闭第一电磁阀a和第一电磁阀b,打开第一电磁阀A和第二电磁阀B,高温级压缩机排气到高温级冷凝器冷凝成液体,等焓节流后供液到蒸发冷凝器,带走低温级压缩机的排气冷凝热量,高温级系统液体制冷剂吸热蒸发成过热蒸汽,返回到高温级压缩机;重复制冷循环;

[0025] 与此同时,低温级压缩机排气到蒸发冷凝器,低温级制冷剂气体放热冷凝成液体,通过回热器和低温回气换热,制冷剂液体过冷度增加,而后通过热力膨胀阀b等焓节流后供液到低温级蒸发器,吸收实验室热量,配合调功电热装置,获得所需的温度工况。

[0026] 与现有技术相比,本发明所产生的有益效果是:

[0027] (1) 本发明方案采用简单的系统部件构建的R22/R404复叠制冷系统,将分别独立的高温级制冷循环系统和低温级制冷循环系统通过冷凝蒸发器进行耦合,每个制冷循环系统均设置有蒸发器,使得两个制冷循环系统既可以单独或同时独立工作,又可以复叠制冷工作,解决了常规焓差实验室高低温复杂工况时制冷机组冗余配置的问题;对比现有技术,本发明的复叠制冷系统不仅满足-40~70℃宽工况使用,而且可以同时满足-40~-65℃低

温工况的需求,且低温工况(-40~-65℃)的制冷效率比常规双级制冷系统提高20%以上,高效节能、安装方便、运行可靠,大幅降低使用单位的设备初投资成本;

[0028] (2) 本发明提供的复叠制冷系统,在-40~-65℃低温工况采用复叠制冷方式,通过冷凝蒸发器耦合,在低温级蒸发器处获得较低的蒸发温度,实现良好的低温制冷效果;在-40~70℃中常温工况时,低温级制冷循环系统和高温级制冷循环系统作为两个独立的制冷系统,可根据实际需求单独运行或同时运行,能够更好地实现节能效果,避免能源浪费,且两个制冷系统同时独立运行相比于一个制冷系统运行时的制冷速度更快、制冷效果更;此外,由于低温级制冷循环系统和高温级制冷循环系统均能独立或同时运行,可进一步提高设备的利用率,避免设备因长时间闲置而易发故障;

[0029] (3) 本发明提供的复叠制冷系统,采用两台普通的半封闭制冷压缩机,通过系统匹配以及自动化控制程序,可以控制阀门自动切换调节复叠制冷工况和非复叠制冷工况,能够满足中常温工况和低温工况的制冷需求,减少人员操作失误,同时保证设备系统稳定,运行可靠、高效,不仅可以适用于焓差实验室的温度控制,也可以应用于其他的宽温区变化且需要精确控温的高低温环境模拟实验设备场合,适用范围广泛,节能效果显著。

附图说明

[0030] 图1为本发明实施例一的高低温工况复叠制冷系统结构原理示意图;

[0031] 图2为本发明实施例一的高低温工况复叠制冷系统控制原理流程图;

[0032] 图3为本发明实施例一的高温级压缩机(R22)的制冷压焓图;

[0033] 图4为本发明实施例一的低温级压缩机(R404)的制冷压焓图;

[0034] 图中标记说明:1-高温级蒸发器;2-第一球阀a;3-止回阀a;4-气液分离器a;5-高温级压缩机;6-油分离器a;7-高温级冷凝器;8-干燥过滤器a;9-第一电磁阀a;10-第二球阀a;11-热力膨胀阀a;12-冷凝蒸发器;13-低温级蒸发器;14-第一球阀b;15-回热器;16-气液分离器b;17-低温级压缩机;18-油分离器b;19-第一电磁阀b;20-低温级冷凝器;21-止回阀b;22-干燥过滤器b;23-第二电磁阀b;24-热力膨胀阀b;25-第一电磁阀A;26-止回阀A;27-第二电磁阀B;28-止回阀A;29-回油喷气阀a;30-回油喷气阀A;31-安全阀a;32-安全阀A;33-视液镜a;34-视液镜b。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0036] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“同轴”、“底部”、“一端”、“顶部”、“中部”、“另一端”、“上”、“一侧”、“顶部”、“内”、“前部”、“中央”、“两端”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0037] 实施例一

[0038] 结合图1-4所示,一种高低温工况复叠制冷系统,包括高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路,所述高温级制冷循环管路和低温级制冷管路通过冷凝蒸发器12进行耦合;

[0039] 具体地,所述高温级制冷循环管路依次包括高温级蒸发器1、第一球阀a 2、止回阀a 3、气液分离器a 4、高温级压缩机5、油分离器a 6、高温级冷凝器7、干燥过滤器a 8、第一电磁阀a 9、第二球阀10和热力膨胀阀a 11构成一个循环;

[0040] 所述低温级制冷循环管路依次包括低温级蒸发器13、第一球阀b 14、回热器15、气液分离器b16、低温级压缩机17、油分离器b 18、第一电磁阀b 19、低温级冷凝器20、止回阀b 21、干燥过滤器b 22、第二电磁阀b 23和热力膨胀阀b 24构成一个循环,且第二电磁阀b 23和热力膨胀阀b 24之间的管道经过所述回热器15;所述回热器15可增加制冷剂的过冷度以增强制冷效果,加大回气过热度以降低压缩机液击风险;

[0041] 所述高温级压缩机1在干燥过滤器a 8的出口端和高温级压缩机5的入口端旁路并联所述冷凝蒸发器12,且在冷凝蒸发器12的入口管路上设置有第一电磁阀A 25,出口管路上设置有止回阀A 26;

[0042] 所述低温级压缩机15在油分离器b 18的出口端和干燥过滤器b 22的入口端旁路并联连接所述冷凝蒸发器12,且在冷凝蒸发器12的入口管路上设置有第二电磁阀B 27,出口管路上设置有止回阀B 28。

[0043] 在本实施例中,采用R22/R404复叠制冷系统,所述高温级蒸发器5为R22压缩机,所述低温级蒸发器17为R404压缩机;循环管路中的气液分离器安装在蒸发器后、进入压缩机前,用来防止液体(润滑油或制冷剂)液击压缩机,以保证压缩机安全正常运转。

[0044] 在本实施例中,在高温级制冷循环管路中包含两个蒸发器(即冷凝蒸发器12和高温级蒸发器1),其在非运行状态下,存在蒸发器中制冷剂已发生滞留积油问题,故在第一电磁阀a 9的出口管道和高温级冷凝器7的进口管道之间设置有回油喷气阀a 29,在第一电磁阀A 25的出口管道和高温级冷凝器7的进口管道之间设置有回油喷气阀A 30;通过设置回油喷气阀,可以向非运行状态下的冷凝蒸发器12或者室内的高温级蒸发器1喷出高温高压气体,利用高温高压气流带出滞留的制冷剂。

[0045] 在本实施例中,所述高温级压缩机1和低温级压缩机19上分别设置有起到安全保护作用的安全阀a 31和安全阀A 32;所述高温级蒸发器5和低温级蒸发器17的出口附近的上升立管前均设置有回油弯,其作用是提高上升立管的冷媒气流速度,带走回油弯积存的制冷剂;所述高温级制冷循环管路在干燥过滤器a 8的出口管路上设置有视液镜a 33,所述低温级制冷循环管路在热力膨胀阀b 24的入口管路上设置有视液镜b 34,所述视液镜用于在调试管路时观察冷媒剂的流动,用以判断制冷系统的运行状态是否正常;所述高温级冷凝器7和低温级冷凝器20均接至冷却塔。

[0046] 实施例二

[0047] 参照图2所示,一种高低温工况复叠制冷系统控制方法,采用实施例一中的高低温工况复叠制冷系统,该复叠制冷系统控制方法具体包括:

[0048] (1) -40~70℃中常温宽工况非复叠制冷模式:高温级制冷循环管路和低温级制冷循环管路为两个独立运行的制冷管路,互不影响,可单独运行,也可同时运行;

[0049] 其中,高温级制冷循环管路独立运行过程为:打开第一电磁阀a 9,高温级压缩机5

的制冷剂气体经高温级冷凝器7冷凝成液体后直接输送热冷膨胀阀a 11等焓节流后,供液到高温级蒸发器1,制冷剂液体吸收实验室热量蒸发成过热蒸汽后返回高温级压缩机5,重复以上循环。

[0050] 低温级制冷循环管路独立运行过程为:打开第一电磁阀b 19,低温级压缩机17的制冷剂气体先经低温级冷凝器20冷凝成液体,再通过回热器15和低温回气换热,然后由冷膨胀阀b24等焓节流后供液到低温级蒸发器13,在低温级蒸发器13处,制冷剂液体吸收实验室热量蒸发成过热蒸汽后经回热器15返回低温级压缩机17,重复以上循环。

[0051] 在上述制冷循环过程中,高、低温级制冷循环管路为互不影响的两个独立的制冷管路,通过单独或同时运行,配合调功电热装置,可以满足实验室(-40~60℃)的中常温宽工况使用。

[0052] (2) -40~-65℃低温工况复叠制冷模式:由高温级制冷循环管路为低温级制冷循环管路提供循环制冷,低温级制冷循环管路为实验室内的蒸发器提供循环制冷。

[0053] 具体地,关闭第一电磁阀a 9和第一电磁阀b 19,打开第一电磁阀A 25和第二电磁阀B 27,高温级压缩机5排气到高温级冷凝器7冷凝成液体,等焓节流后供液到蒸发冷凝器12,带走低温级压缩机17的排气冷凝热量,高温级系统液体制冷剂吸热蒸发成过热蒸汽,返回到高温级压缩机5,重复制冷循环;

[0054] 与此同时,低温级压缩机17排气到蒸发冷凝器12,低温级制冷剂气体放热冷凝成液体,通过回热器15和低温回气换热,制冷剂液体过冷度增加,而后通过热力膨胀阀b 24等焓节流后供液到低温级蒸发器13,吸收实验室热量,配合调功电热装置,获得所需的温度工况。

[0055] 如图3所示为高温级压缩机(R22)的制冷压焓图,图4所示为低温级压缩机(R404)的制冷压焓图其中,图中纵坐标P为冷媒绝对压力,TC1/TC2为冷凝温度,TE1/TE2为蒸发温度;横坐标H为焓值;在复叠制冷模式下,高温级压缩机5排气冷凝后,制冷剂节流供液至蒸发冷凝器12与低温级压缩机17的排气换热。高低温系统通过冷凝蒸发器12换热,传热设计温差约为5℃(TC2-TE1=5℃),理论上高温级的制冷量与低温级的冷凝排热量相等;在此条件下按经验公式计算出设计的中间温度,选出对应排气量的压缩机。

[0056] 复叠制冷模式下的压缩机功率为高温级压缩机功率和低温级压缩机功率之和,不同调控温度下的高低温压缩机的功率和制冷剂流量可根据压焓图3和图4分别计算得出。

[0057] 具体地,高温级压缩机的温度调控机制为:高温级压缩机排气冷凝后直接供液至实验室蒸发器蒸发吸热制冷,根据高温级压缩机的技术参数查出压缩机排气量V1,根据图3所示的压焓图查表可以得出高温级压缩机进口过热制冷剂蒸汽比容V2,计算得出制冷剂质量流量 $G1 = V1/V2$;在高温级压缩机气缸的制冷剂蒸汽可以近似看成等熵压缩,根据查压焓图可以得出高温级压缩机做功的功率 $P1 = (h3-h2) * G1$;从而通过控制制冷剂流量G1和高温级压缩机的功率P1调控得到所需的温度工况;

[0058] 同理,低温级压缩机的温度调控机制为:低温级压缩机排气冷凝后直接供液至实验室蒸发器蒸发吸热制冷,根据低温级压缩机的技术参数查出低温级压缩机排气量V1',低温级的设计冷凝温度比高压级蒸发温度高大概5~7℃,根据图4所示的压焓图查表可以得出低温级压缩机进口过热制冷剂蒸汽比容V2',计算得出制冷剂质量流量 $G1' = V1' / V2'$;在低温级压缩机气缸的制冷剂蒸汽可以近似看成等熵压缩,根据查压焓图可以得出低温级压

压缩机做功的功率 $P1' = (h3' - h2') * G1'$; 从而通过控制制冷剂流量 $G1'$ 和低温级压缩机的功率 $P1'$ 调控得到所需的温度。

[0059] 由于制冷剂比容会随着蒸发温度降低而增大, 故制冷剂的质量流量随着蒸发温度降低而减少; 且由于压缩机自身机械设计的局限, 不允许过大的压缩比, 因过大的压缩比会造成制冷效率严重降低, 例如, 单级制冷系统在比较高的冷凝温度 (例如常用制冷系统冷凝温度设计大概 40°C) 运行时, 如果蒸发器的蒸发温度过低 (例如低于 -40°C) 会造成压缩比增高, 制冷效果差; 而本发明实施例采用高低温级压缩机组成复叠制冷系统, 通过冷凝蒸发器12耦合, 低温级的冷凝压力降低, 使得低温级蒸发器13可以获得比较低的蒸发温度, 同时也能够避免压缩比过高造成的制冷效率下降。

[0060] 此外, 本实施例利用可编程控制器控制阀门自动切换调节复叠制冷工况和非复叠制冷工况, 并控制机组自动检测运行状态, 通过配置温度传感器、压力传感器调控模拟不同的实验室散热量, 测试出不同工况下制冷量与设计所需基本符合, 系统满足长时间运行的需求, 且在超低温工况 ($-40 \sim -65^{\circ}\text{C}$) 下, 制冷效率提高20%以上, 运行可靠、高效。

[0061] 以上所述仅为本申请的实施例而已, 并不用以限制本发明。凡在本发明的申请范围内所做的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

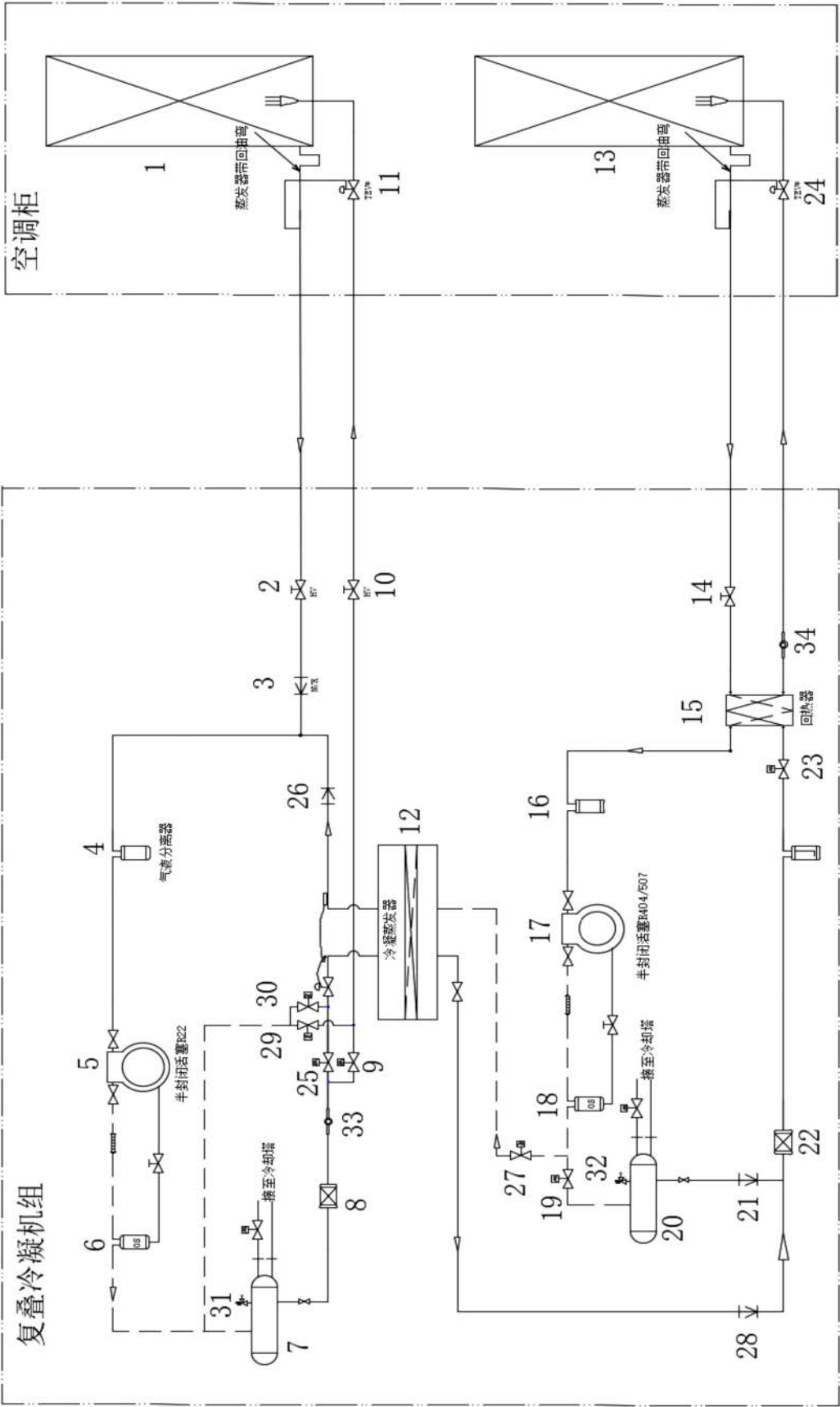


图1

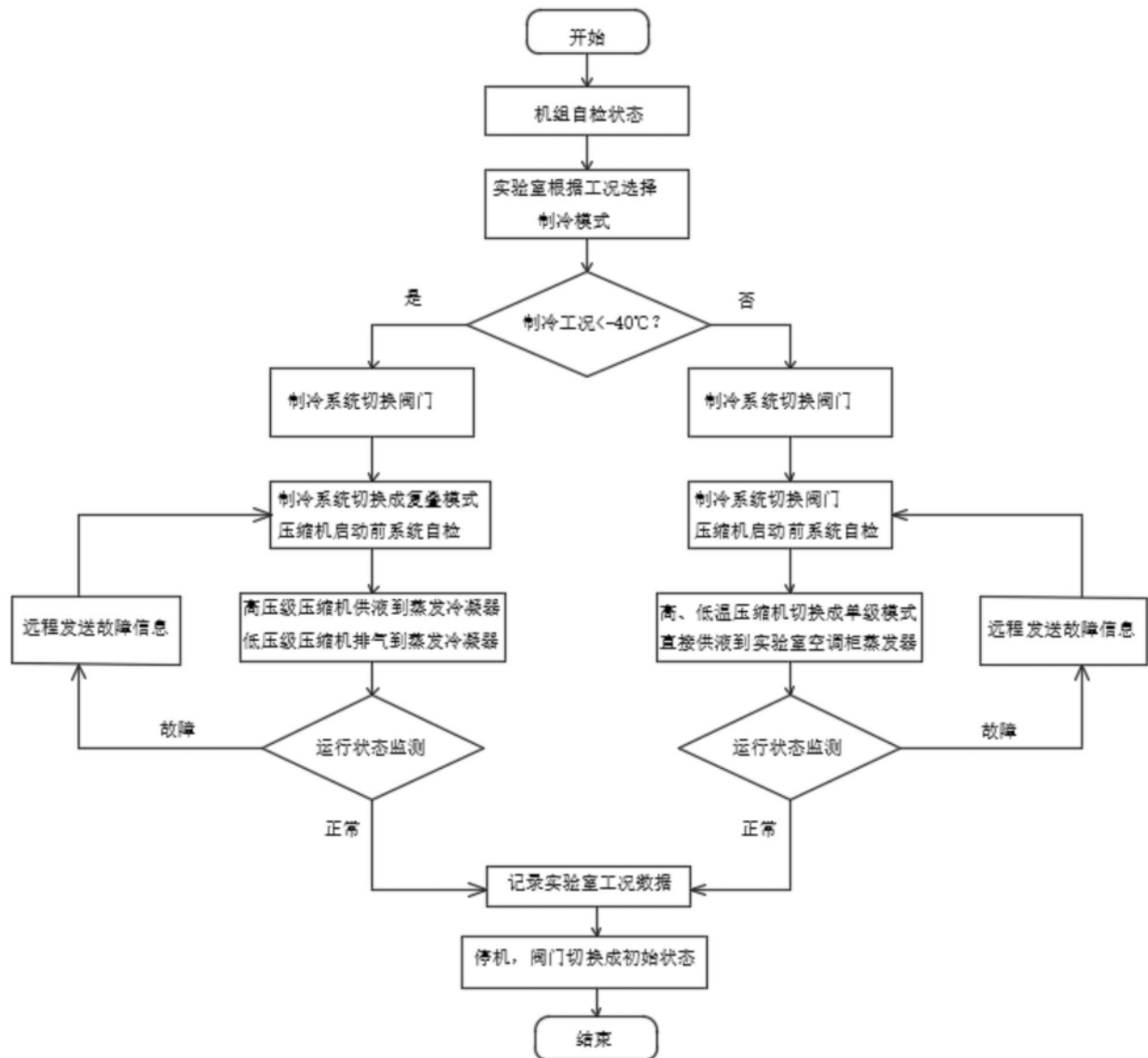


图2

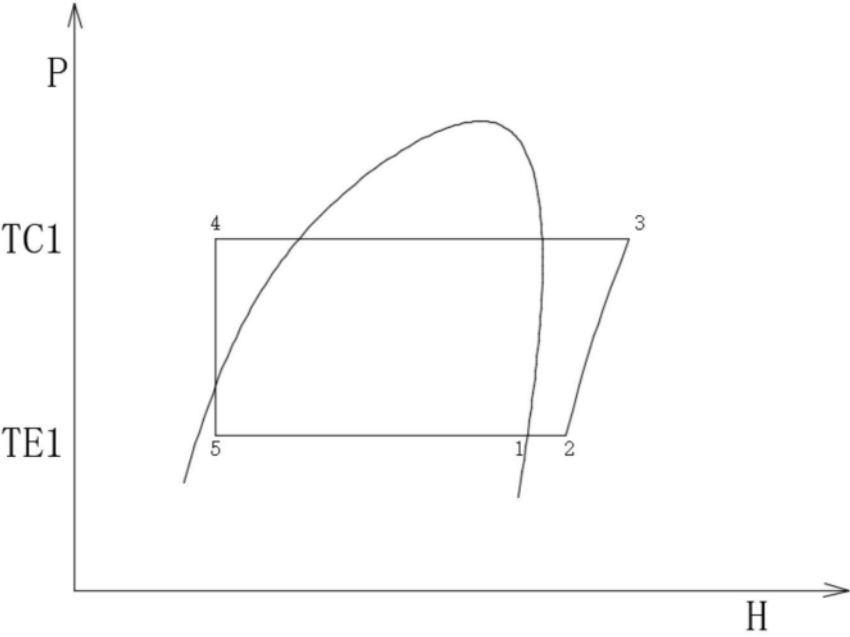


图3

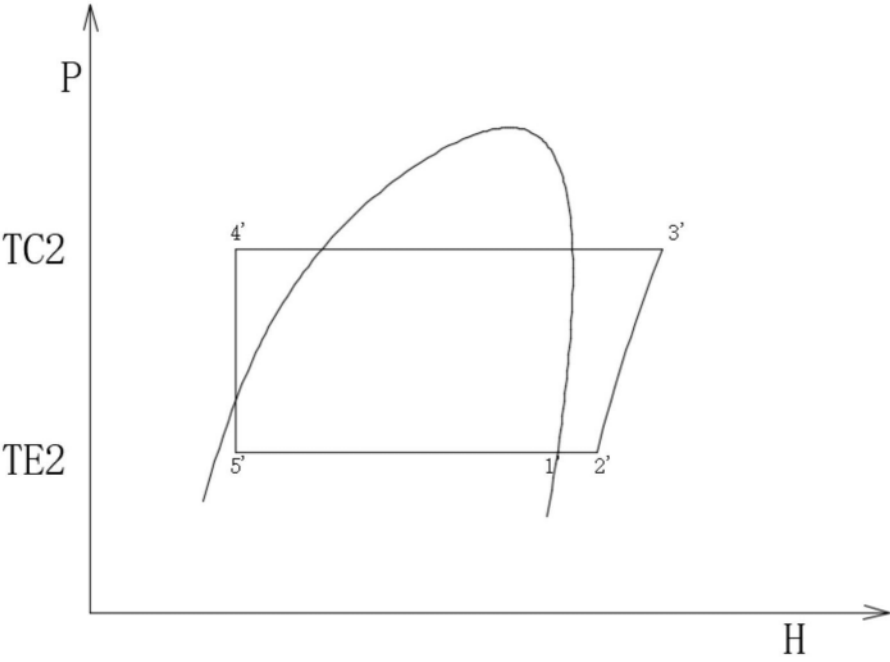


图4