(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111608741 B
(45)授权公告日 2022.09.16

(21)申请号 202010478951.5

(22)申请日 2020.05.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111608741 A

(43)申请公布日 2020.09.01

(73)专利权人 中国科学院上海高等研究院
地址 201210 上海市浦东新区张江高科技园区海科路99号

(72)发明人 李银宾 叶爽 庄晓杰 黄伟光 于洋 陈玉婷

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司 31002
专利代理师 邓琪

(51)Int.Cl.
F01D 15/10(2006.01)
F01D 15/08(2006.01)
F01D 17/10(2006.01)
F01D 21/00(2006.01)
F01K 27/02(2006.01)
F01K 11/02(2006.01)
F01K 25/10(2006.01)
F25B 9/08(2006.01)

(56)对比文件
CN 103089356 A,2013.05.08
TW 201217728 A,2012.05.01
CN 107035438 A,2017.08.11
CN 107035438 A,2017.08.11
CN 105992862 A,2016.10.05
KR 101553196 B1,2015.09.14
CN 107060908 A,2017.08.18
CN 109612132 A,2019.04.12
CN 203584667 U,2014.05.07
CN 102808687 A,2012.12.05
CN 105587427 A,2016.05.18
CN 108167040 A,2018.06.15
CN 110185511 A,2019.08.30
CN 106103913 A,2016.11.09

审查员 史伟云

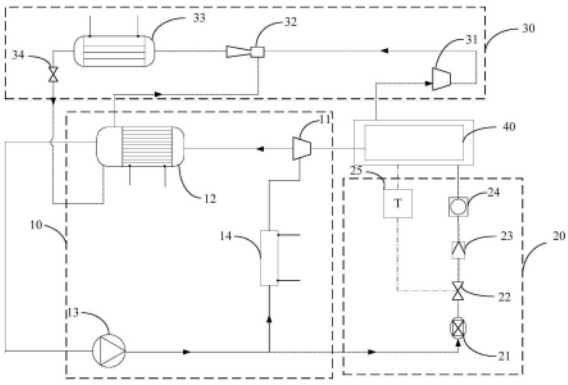
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种发电机余热回收利用的ORC系统

(57)摘要

本发明涉及一种具有发电机余热回收利用的ORC系统，包括与发电机相连的工质循环系统，该ORC系统还包括：发电机余热回收系统，设置为将所述工质循环系统中的工质分流并引入所述发电机，吸收所述发电机工作时的余热；蒸汽喷射降温系统，设置为将吸收所述发电机余热的工质进行升压，并喷射降温降压，抽吸所述工质循环系统中的气态工质，降低ORC系统的冷凝温度。本发明无需增加工质，并且结构简单无运动部件，回收了发电机的余热，增大了膨胀机输出功率，提高了整个系统的能源利用效率。



CN 111608741 B

1.一种发电机余热回收利用的ORC系统，包括与发电机相连的工质循环系统，所述工质循环系统包括通过管道依次连接的膨胀机、第一冷凝器、工质泵以及蒸发器，所述膨胀机与所述蒸发器连接，且所述膨胀机与所述发电机连接，其特征在于，该ORC系统还包括：

发电机余热回收系统，设置为将所述工质循环系统中的工质分流并引入所述发电机，吸收所述发电机工作时的余热；

蒸汽喷射降温系统，设置为将吸收所述发电机余热的工质进行升压，并喷射降温降压，抽吸所述工质循环系统中的气态工质，降低ORC系统的冷凝温度；其中，

所述蒸汽喷射降温系统包括通过管道连接的压气机、蒸气喷射器、第二冷凝器以及节流阀，所述发电机具有余热回收气体出口，所述压气机的进口端连接至所述余热回收气体出口，所述节流阀与所述第一冷凝器连接；所述蒸气喷射器具有进口端、出口端以及低压流体进口，所述进口端与所述压气机连接，所述出口端与所述第二冷凝器连接，所述低压流体进口与所述第一冷凝器连接；

所述发电机余热回收系统包括通过管道依次连接的过滤器、流量调节阀、减压阀以及视液镜，所述过滤器的进口与所述工质泵的出口连接，所述视液镜的出口与所述发电机连接。

2.根据权利要求1所述的发电机余热回收利用的ORC系统，其特征在于，所述工质为R245fa、R123、CO_2、NH_3或He的可完成循环的工质。

3.根据权利要求1所述的发电机余热回收利用的ORC系统，其特征在于，所述发电机余热回收系统还包括温度监测器，所述温度监测器与所述流量调节阀和所述发电机相连。

4.根据权利要求3所述的发电机余热回收利用的ORC系统，其特征在于，所述温度监测器设置为监测所述发电机的定子温度、内部蒸发压力、或电机转速，获得所述发电机的工作温度，同时根据所述工作温度实时反馈信号至所述流量调节阀。

5.根据权利要求1所述的发电机余热回收利用的ORC系统，其特征在于，所述流量调节阀为气动阀、电动阀、液压阀的具有流量调节功能的阀门。

6.根据权利要求1所述的发电机余热回收利用的ORC系统，其特征在于，所述压气机设置为由所述膨胀机驱动。

一种发电机余热回收利用的ORC系统

技术领域

[0001] 本发明涉及低温余热发电系统领域，更具体地涉及一种发电机余热回收利用的ORC系统。

背景技术

[0002] 随着一次能源的逐渐枯竭，人们越来越重视太阳能、地热、工厂余热等低品热能的利用，降低能耗、节能减排、提高能源利用率是解决能源紧缺问题的根本途径。有机朗肯循环(ORC)系统能够将低品位热能转换为高品位电能，可提高能源综合利用率。

[0003] ORC系统通过低沸点有机工质完成整个循环，其主要由蒸发器、膨胀机、发电机、冷凝器、工质泵等设备组成。工作介质通过蒸发器吸取余热热量变为高温高压蒸气，并推动膨胀机做功，膨胀机驱动发电机向外输出电能，做功后的工质进入冷凝器冷凝成液体，然后进入工质泵升压，随后再次进入蒸发器完成整个循环。

[0004] 由于ORC系统中的发电机，在运行过程中会散出大量的热，为了维持电机的安全、稳定、高效运行，通常采用风冷、水冷或其它介质冷却。为了使发电机的发热温度处于ORC系统可梯级利用的范围内，通常直接排掉或通过冷却介质散热，这就导致了发电机余热的浪费。

[0005] 另外，ORC系统的输出功由膨胀机进出口状态参数决定，而进出口状态参数受制于热源和冷源温度，由于ORC系统的冷凝器通常采用风冷或水冷，因换热器温差的存在，所以冷却介质的温度限制了工质冷凝温度的进一步降低，而工质冷凝温度决定膨胀机的出口状态参数，进而影响膨胀机的输出功，影响了ORC系统的能源利用效率。

发明内容

[0006] 为解决现有技术中ORC系统发电机余热浪费以及能源利用效率低的问题，本发明提供一种发电机余热回收利用的ORC系统。

[0007] 本发明提供的回收利用发电机余热的ORC系统，包括与发电机相连的工质循环系统，该ORC系统还包括：发电机余热回收系统，设置为将所述工质循环系统中的工质分流并引入所述发电机，吸收所述发电机工作时的余热；蒸汽喷射降温系统，设置为将吸收所述发电机余热的工质进行升压，并喷射降温降压，抽吸所述工质循环系统中的气态工质，降低ORC系统的冷凝温度。

[0008] 所述工质为R245fa、R123、CO_2、NH_3或He等可完成循环的工质。

[0009] 所述循环系统包括通过管道依次连接的膨胀机、第一冷凝器、工质泵以及蒸发器，所述膨胀机与所述蒸发器连接，且所述膨胀机与所述发电机连接。

[0010] 所述发电机余热回收系统包括通过管道依次连接的过滤器、流量调节阀、减压阀以及视液镜，所述过滤器的进口与所述工质泵的出口连接，所述视液镜的出口与所述发电机连接。

[0011] 所述发电机余热回收系统还包括温度监测器，所述温度检测器与所述流量调节阀

和所述发电机相连。

[0012] 所述温度监测器设置为监测所述发电机的定子温度、内部蒸发压力、或电机转速，获得所述发电机的工作温度，同时根据所述工质温度实时反馈信号至所述流量调节阀。

[0013] 所述流量调节阀为气动阀、电动阀、液压阀的具有流量调节功能的阀门。

[0014] 所述蒸汽喷射降温系统还包括通过管道连接的压气机、蒸气喷射器、第二冷凝器以及节流阀，所述发电机具有余热回收气体出口，所述压气机的进口端连接至所述余热回收气体出口，所述节流阀与所述第一冷凝器连接。

[0015] 所述蒸气喷射器具有进口端、出口端以及低压流体进口，所述进口端与所述压气机连接，所述出口端与所述第二冷凝器连接，所述低压流体进口与所述第一冷凝器连接。

[0016] 所述压气机设置为由所述膨胀机驱动。

[0017] 本发明的ORC系统叠加一个采用喷射器的制冷循环，利用系统工质经过压气机升压后进入喷射器，抽吸冷凝器的工质，冷凝器中工质蒸发吸收大量的热，降低第二冷凝器中的温度，即通过相变吸热回收发电机的余热作为制冷循环的一部分动力来驱动蒸汽喷射降温系统，从而降低ORC系统冷凝温度，降低膨胀机出口焓值，增加膨胀机的输出功。在发电机余热回收的同时解决发电机散热问题。本发明无需增加工质，结构简单无运动部件，回收了发电机的余热，增大了膨胀机输出功率，提高了整个系统的能源利用效率。

附图说明

[0018] 图1为本发明的发电机余热回收利用的ORC系统的模块图。

[0019] 图2为本发明的发电机余热回收利用的ORC系统的结构示意图。

[0020] 图3为蒸气喷射器的结构示意图。

[0021] 图4为本发明的发电机余热回收利用的ORC系统循环图。

[0022] 图5为的本发明的发电机余热回收利用的ORC系统循环温熵图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图，给出本发明的较佳实施例，并予以详细描述，使能更好地理解本发明的功能、特点。

[0024] 本发明提供的发电机余热回收利用的ORC系统，如图1所示，包括工质循环系统10、发电机余热回收系统20和蒸汽喷射降温系统30，工质循环系统10中的工质推动发电机40做功，发电机余热回收系统20将工质循环系统10中的工质分流并引入发电机40，吸收发电机工作过程中产生的热量，随后通过蒸汽喷射降温系统30形成一个附加的制冷循环来提升有机朗肯循环系统10的能源利用效率。

[0025] 各系统的具体配置如图2所示，其中，循环系统10包括通过管道依次连接的膨胀机11、第一冷凝器12、工质泵13以及蒸发器14，其中，膨胀机11与蒸发器14连接，并且膨胀机11与发电机40连接。在本实施例中，所使用的工质能完成热功转换的动力循环，例如R245fa、R123、CO_2、NH_3、He等可完成循环的工质。

[0026] 发电机余热回收系统20包括通过管道依次连接的过滤器21、流量调节阀22、减压阀23以及视液镜24，其中，过滤器21的进口与工质泵13的出口连接，视液镜24的出口与发电机40连接。发电机余热回收系统20还包括温度监测器25，其与流量调节阀22和发电机40同

时相连。在本实施例中，流量调节阀22可为气动阀、电动阀、液压阀或其他具有流量调节功能的阀门。

[0027] 蒸汽喷射降温系统30包括通过管道依次连接的压气机31、蒸气喷射器32、第二冷凝器33以及节流阀34，其中，压气机31的进口端连接至余热回收气体出口11，节流阀34与循环系统10中的第一冷凝器12的工质侧连接。并且，压气机31可由膨胀机11通过直连(直连时，发电机、膨胀机和压气机同轴设置)、减速器等其他方式驱动。

[0028] 蒸气喷射器32的结构如图3所示，包括进口端321、喷嘴322、混合段323、扩压段324、出口端325以及低压流体进口326。其中，进口端321与压气机31的出口端连接，出口端325与第二冷凝器33连接，低压流体进口326与第一冷凝器12的工质侧连接。其工作原理将在下文详细描述。

[0029] 图4为本发明的具有发电机余热回收利用的ORC系统循环图，图5为图4的温熵图。其中，B-C表示工质在膨胀机中膨胀做功过程，C-D-E表示工质在冷凝器中冷凝过程，E-A表示工质在工质泵的升压工程，A-F表示工质经减压阀的降压过程，F-G表示工质在发电机中的热量回收过程，G-H表示工质在压气中升压升温过程，H-I表示工质在喷射器的喷嘴中绝热膨胀过程，D-I和I-J表示喷射器中的工质与冷凝器中的气态工质混合过程，J-K表示混合后的工质在喷射器中扩压段压缩过程，K-L表示工质在喷射冷凝器中放热冷凝成液体的过程，L-M表示工质经节流阀降压过程。以下具体说明各系统的工作过程。

[0030] 工质循环系统10的工作过程为：当系统开始工作时，液态工质经工质泵13升压，分流一路进入蒸发器14，吸热变为高温高压的气态工质，随后推动膨胀机11进行做功，膨胀机11驱动发电机40进行发电，做功后的工质进入第一冷凝器12，通过冷却介质冷凝工质，进入工质泵3升压完成基本循环。

[0031] 发电机余热回收系统20利用系统本身的工质，通过相变吸热的方式回收发电机产生的余热，提高工质内能。其具体工作过程为：工质循环系统10中工质泵13的出口分流另一路工质，该路工质经由过滤器21除去水、粉尘等杂质，通过流量调节阀22调节流量，然后进入减压阀23降低压力，调整到发电机40正常运行所需冷却介质温度对应的压力，通过视液镜24可初步观察工质的含水量、流量以及液体工质所占的比例，最后工质进入发电机40回收其工作时产生的余热，且产生的余热通过余热回收气体出口11输送至蒸汽喷射降温系统30。温度监测器25实时监测发电机40的温度，或通过监测发电机40的定子温度、内部蒸发压力、电机转速或其他参数来获得对应的发电机40的工作温度，同时根据温度实时反馈信号发送至流量调节阀22，流量调节阀22根据反馈信号调节阀门开度，以调整进入发电机40内部的冷却工质流量，从而始终维持发电机40的最佳工作温度。因过滤器21、流量调节阀22以及视液镜24在理论分析过程中无换热、无压降，所以无热力变化过程。

[0032] 蒸汽喷射降温系统30回收发电机余热资源后的工质，升压至喷射器工作状态，通过喷射器降低温度降到ORC系统冷凝温度以下，进而降低ORC系统冷凝温度。其具体的工作过程为：回收发电机40余热后的工质进入压气机31升温升压，随后进入蒸气喷射器32的进口端321，工质在喷嘴322中绝缘膨胀，形成一股低压高速气流，形成低压环境。此时由于压力低于第一冷凝器12中的压力，受压力驱动，第一冷凝器12中的工质被低压流体进口326抽吸，部分工质会持续性的从液态通过蒸发转变为气态，蒸发过程会吸收大量的热，从而降低液态工质温度。蒸气喷射器32中的工质与第一冷凝器12中的工质在混合段323中混合后进

入扩压段324，在扩压段324增压升温后由出口端325排出，进入第二冷凝器33。工质被冷凝成液体，并通过节流阀34降压，随后降压后的工质继续进入第一冷凝器12，从而实现工质的循环利用。

[0033] 以上所述的，仅为本发明的较佳实施例，并非用以限定本发明的范围，本发明的上述实施例还可以做出各种变化。即凡是依据本发明申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰，皆落入本发明专利的权利要求保护范围。本发明未详尽描述的均为常规技术内容。

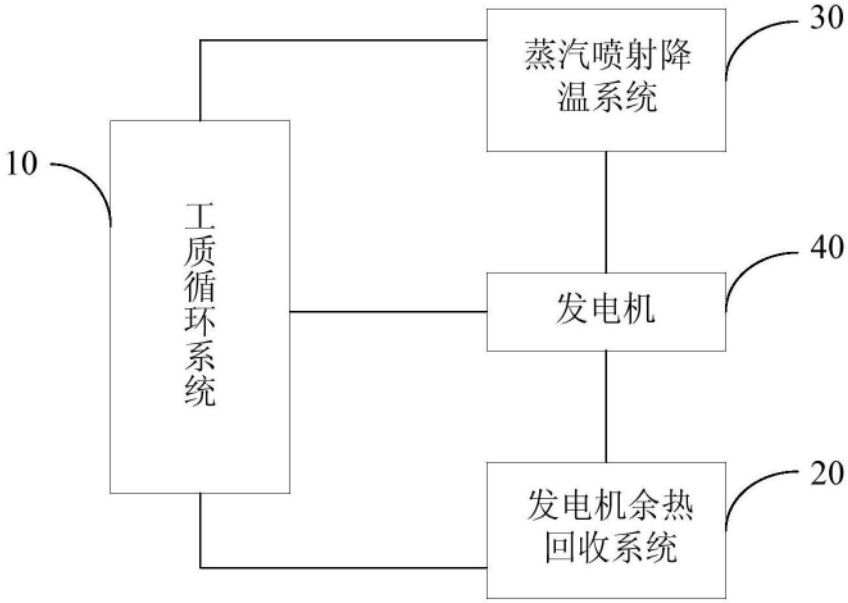

蒸汽喷射降温系统
30
10
工质循环系统
发电机
40
发电机余热回收系统
20

图1

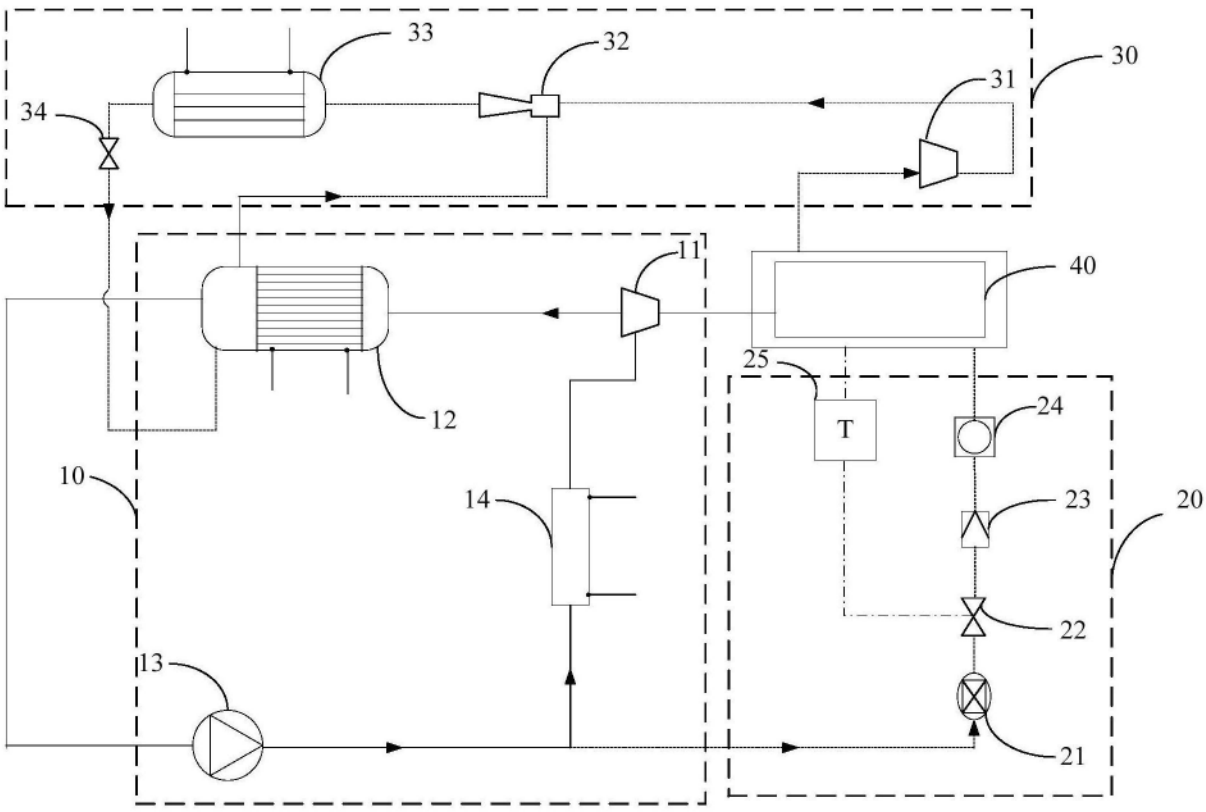

33
32
34
31
30
11
40
12
25
T
24
10
14
23
20
22
13
21

图2

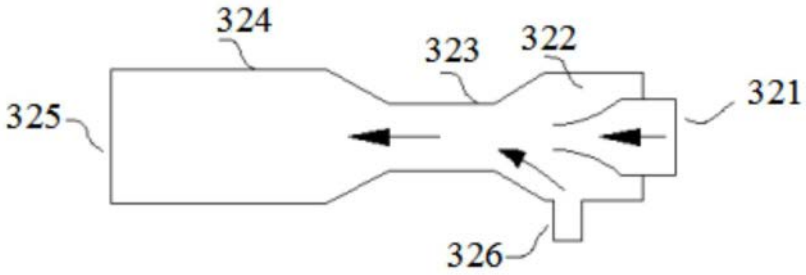

324
323
322
321
325
326

图3

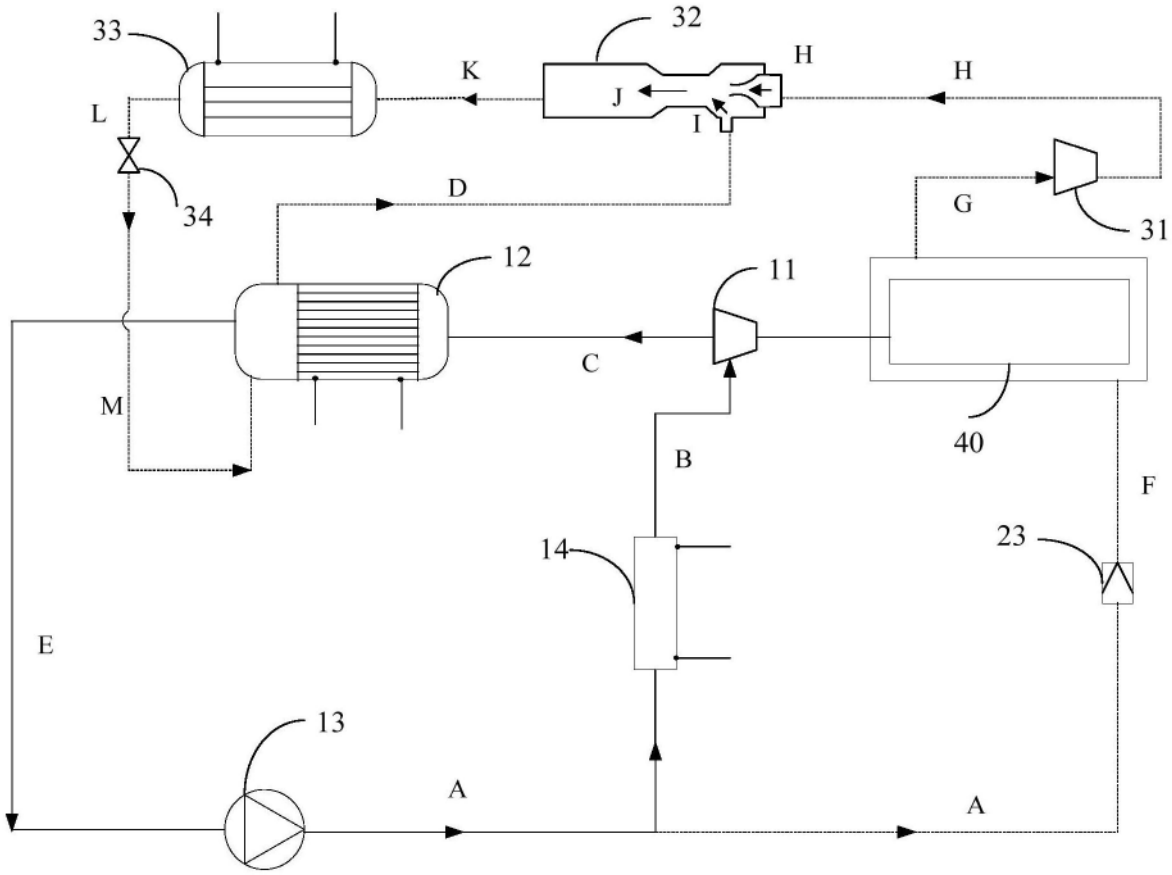

33
32
K
H
H
J
I
L
34
D
G
31
12
11
C
M
40
B
F
14
23
E
13
A
A

图4

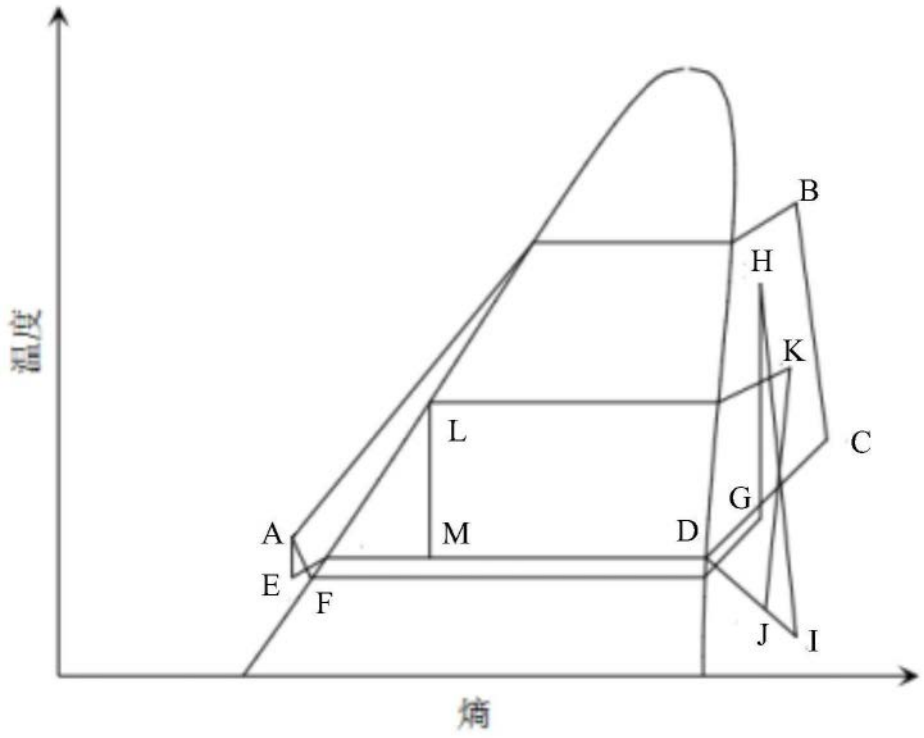


图5