



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105485907 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201510995976. 1

(22) 申请日 2015. 12. 25

(71) 申请人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区朝晖六区
潮王路 18 号

(72) 发明人 徐英杰 蒋宁 高增梁

(74) 专利代理机构 杭州斯可睿专利事务有限
公司 33241

代理人 王利强

(51) Int. Cl.

F24H 4/02(2006. 01)

F24H 9/00(2006. 01)

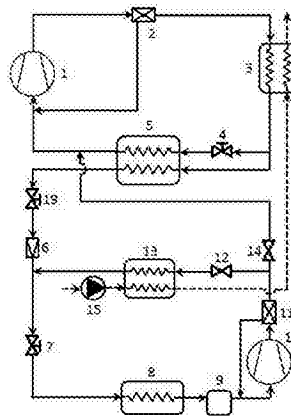
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器

(57) 摘要

一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器, 高压压缩机的出口与第一冷凝器的制冷剂入口连通, 第一冷凝器的制冷剂出口的一路经过第一节流装置与过冷器的第一入口连通, 过冷器的气体出口与高压压缩机的入口连通, 另一路与过冷器的第二入口连通, 过冷器的液体出口经过第三节流装置、单向阀、第二节流装置、蒸发器与低压压缩机的入口连通, 其出口分为两股, 一股经过第一截止阀与第二冷凝器的制冷剂入口连通, 第二冷凝器的制冷剂出口与第二节流装置的入口连通; 另一股经第二截止阀与高压压缩机的入口连通; 总冷水进口通过水泵与第二冷凝器、第一冷凝器连通, 第一冷凝器的热水出口为总热水出口。本发明有效降低能耗、提升能效且、增大工作温区。



1. 一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:包括高压压缩机、低压压缩机、第一冷凝器、第二冷凝器、过冷器和蒸发器,所述高压压缩机的出口与所述第一冷凝器的制冷剂入口连通,所述第一冷凝器的制冷剂出口的一路经过第一节流装置与所述过冷器的第一入口连通,所述过冷器的气体出口与所述高压压缩机的入口连通,所述第一冷凝器的制冷剂出口的另一路与所述过冷器的第二入口连通,所述过冷器的液体出口经过第三节流装置、单向阀与第二节流装置的入口连通,所述第二节流装置的出口与所述蒸发器的入口连通,所述蒸发器的出口与所述低压压缩机的入口连通,所述低压压缩机的出口分为两股,一股经过第一截止阀与第二冷凝器的制冷剂入口连通,所述第二冷凝器的制冷剂出口与所述第二节流装置的入口连通;另一股经过第二截止阀与高压压缩机的入口连通;

总冷水进口通过水泵与第二冷凝器的冷水进口连通,所述第二冷凝器的热水出口与所述第一冷凝器的冷水进口连通,所述第一冷凝器的热水出口为总热水出口。

2. 如权利要求1所述的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:所述蒸发器的出口与气液分离器的入口连通,所述气液分离器的气体出口与所述低压压缩机的入口连通。

3. 如权利要求1所述的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:所述高压压缩机的出口与第一油分离器的入口连接,所述第一油分离器的油出口与所述高压压缩机的入口连通,所述第一油分离器的制冷剂出口与所述第一冷凝器的制冷剂入口连通;所述低压压缩机的出口与第二油分离器的入口连接,所述第二油分离器的油出口与所述低压压缩机的入口连通,所述第二油分离器的制冷剂出口分为两股分别与第一截止阀的入口及第二截止阀的入口连接。

4. 如权利要求2所述的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:所述高压压缩机的出口与第一油分离器的入口连接,所述第一油分离器的油出口与所述高压压缩机的入口连通,所述第一油分离器的制冷剂出口与所述第一冷凝器的制冷剂入口连通;所述低压压缩机的出口与第二油分离器的入口连接,所述第二油分离器的油出口与所述低压压缩机的入口连通,所述第二油分离器的制冷剂出口分为两股分别与第一截止阀的入口及第二截止阀的入口连接。

5. 如权利要求1~4之一所述的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:所述第二冷凝器的制冷剂出口与所述蒸发器的入口之间设置化霜支管,所述化霜支管上安装第三截止阀。

6. 如权利要求1~4之一所述的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:所述蒸发器的出口经过第四截止阀与所述高压压缩机的入口连通,所述过冷器的气体出口和第二截止阀的出口均与第五截止阀的入口相连,第五截止阀的出口与所述高压压缩机的入口、第四截止阀出口均连通。

7. 如权利要求5所述的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:所述蒸发器的出口经过第四截止阀与所述高压压缩机的入口连通,所述过冷器的气体出口和第二截止阀的出口均与第五截止阀的入口相连,第五截止阀的出口与所述高压压缩机的入口、第四截止阀出口均连通。

8. 如权利要求2所述的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,其特征在於:所述

气液分离器的气体出口经过第四截止阀与所述高压压缩机的入口连通,所述过冷器的气体出口和第二截止阀的出口均与第五截止阀的入口相连,第五截止阀的出口与所述高压压缩机的入口、第四截止阀出口均连通。

一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器

技术领域

[0001] 本发明涉及热水器领域,尤其是一种热泵热水器。

背景技术

[0002] 各国在巴黎气候峰会的激烈交锋与笼罩在华北上空久久不散的雾霾危机都在告诉人们环境与能源问题日益严重。具有节能环保的热泵热水器已成为研究与应用的热点,已广泛应用于酒店、医院、学校、生活热水、工业生产等场合,且市场在不断扩大。然而热泵热水器毕竟还是需要消耗大量电能,因此提高其电效率成为一个改进的重点。此外,在我国冬季普遍寒冷,尤其西北、东北地区气温可低于 -20°C ,此时普通的热泵热水器效率急剧下降甚至无法运行也严重制约了其节能效果。因此提高热泵的运行稳定性与工作范围也是一个重点课题。

发明内容

[0003] 为了克服已有热泵热水器的能耗较大、能效较低、工作温区不够广的不足,本发明提供一种有效降低能耗、提升能效、增大工作温区的高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,包括高压压缩机、低压压缩机、第一冷凝器、第二冷凝器、过冷器和蒸发器,所述高压压缩机的出口与所述第一冷凝器的制冷剂入口连通,所述第一冷凝器的制冷剂出口的一路经过第一节流装置与所述过冷器的第一入口连通,所述过冷器的气体出口与所述高压压缩机的入口连通,所述第一冷凝器的制冷剂出口的另一路与所述过冷器的第二入口连通,所述过冷器的液体出口与经过第三节流装置、单向阀与第二节流装置的入口连通,所述第二节流装置的出口与所述蒸发器的入口连通,所述蒸发器的出口与所述低压压缩机的入口连通,所述低压压缩机的出口分为两股,一股经过第一截止阀与第二冷凝器的制冷剂入口连通,所述第二冷凝器的制冷剂出口与所述第二节流装置的入口连通;另一股经过第二截止阀与高压压缩机的入口连通;

[0006] 总冷水进口通过水泵与第二冷凝器的冷水进口连通,所述第二冷凝器的热水出口与所述第一冷凝器的冷水进口连通,所述第一冷凝器的热水出口为总热水出口。

[0007] 进一步,所述蒸发器的出口与气液分离器的入口连通,所述气液分离器的气体出口与所述低压压缩机的入口连通。

[0008] 再进一步,所述高压压缩机的出口与第一油分离器的入口连接,所述第一油分离器的油出口与所述高压压缩机的入口连通,所述第一油分离器的制冷剂出口与所述第一冷凝器的制冷剂入口连通;所述低压压缩机的出口与第二油分离器的入口连接,所述第二油分离器的油出口与所述低压压缩机的入口连通,所述第二油分离器的制冷剂出口分为两股分别与第一截止阀的入口及第二截止阀的入口连接。

[0009] 更进一步,所述第二冷凝器的制冷剂出口与所述蒸发器的入口之间设置化霜支

管,所述化霜支管上安装第三截止阀。

[0010] 所述蒸发器的出口经过第四截止阀与所述高压压缩机的入口连通,所述过冷器的气体出口和第二截止阀的出口均与第五截止阀的入口相连,第五截止阀的出口与所述高压压缩机的入口、第四截止阀出口均连通。

[0011] 或者是:所述第二气液分离器的气体出口经过第四截止阀与所述高压压缩机的入口连通,所述过冷器的气体出口和第二截止阀的出口均与第五截止阀的入口相连,第五截止阀的出口与所述高压压缩机的入口、第四截止阀出口均连通。

[0012] 本发明的有益效果主要表现在:

[0013] 1、采用两级压缩两级节流,与单级热泵相比大大扩展了使用范围,提升了效率;

[0014] 2、相比已有的两级压缩热泵,巧妙地采用了两级加热热水,在热水温升较大时,可以大大减少高压压缩机的耗功,也就是进一步提升了系统能效。本质上来讲,现有的直热式热泵热水器具有较大的换热温差即产生较大的熵产,而循环式热泵热水器则会将冷水与热水混合同样造成了较大的熵产,而本发明则减少了上述熵产,提高了系统的热力学完善性;

[0015] 3、在不同的季节、不同的外部条件下可以选择最合适的模式,最大限度地提升季节能效,并保证系统的稳定运行。部件简单管路灵活,通过少量的截止阀切换何以实现两级压缩两级加热模式、两级压缩一级加热模式、低压级压缩单级加热模式、高压级压缩单级加热模式以及热气旁通化霜模式。

附图说明

[0016] 图1是一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器的示意图。

[0017] 图2是另一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器的示意图。

[0018] 图3是再一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器的示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0020] 参照图1~图3,一种高效的大温升单级节流两级压缩热泵热水器,包括高压压缩机1、低压压缩机10、第一冷凝器3、第二冷凝器13、过冷器5和蒸发器8,所述高压压缩机1的出口与所述第一冷凝器3的制冷剂入口连通,所述第一冷凝器3的制冷剂出口的一路经过第一节流装置4与所述过冷器5的第一入口连通,所述过冷器5的气体出口与所述高压压缩机1的入口连通,所述第一冷凝器3的制冷剂出口的另一路与所述过冷器5的第二入口连通,所述过冷器5的液体出口经过第三节流装置19、单向阀6与第二节流装置7的入口连通,所述第二节流装置7的出口与所述蒸发器8的入口连通,所述蒸发器8的出口与所述低压压缩机10的入口连通,所述低压压缩机10的出口分为两股,一股经过第一截止阀12与第二冷凝器13的制冷剂入口连通,所述第二冷凝器13的制冷剂出口与所述第二节流装置7的入口连通;另一股经过第二截止阀14与高压压缩机1的入口连通;

[0021] 总冷水进口通过水泵15与第二冷凝器13的冷水进口连通,所述第二冷凝器13的热水出口与所述第一冷凝器3的冷水进口连通,所述第一冷凝器3的热水出口为总热水出口。

[0022] 进一步,所述蒸发器8的出口与气液分离器9的入口连通,所述气液分离器9的气体出口与所述低压压缩机10的入口连通。

[0023] 再进一步,所述高压压缩机1的出口与第一油分离器2的入口连接,所述第一油分离器2的油出口与所述高压压缩机1的入口连通,所述第一油分离器2的制冷剂出口与所述第一冷凝器3的制冷剂入口连通;所述低压压缩机10的出口与第二油分离器11的入口连接,所述第二油分离器11的油出口与所述低压压缩机10的入口连通,所述第二油分离器11的制冷剂出口分为两股分别与第一截止阀的入口及第二截止阀的入口连接。

[0024] 更进一步,所述第二冷凝器13的制冷剂出口与所述蒸发器8的入口之间设置化霜支管,所述化霜支管上安装第三截止阀16。

[0025] 所述蒸发器的出口经过第四截止阀与所述高压压缩机的入口连通,所述过冷器的气体出口和第二截止阀的出口均与第五截止阀的入口相连,第五截止阀的出口与所述高压压缩机的入口、第四截止阀出口均连通。

[0026] 或者是:所述气液分离器9的气体出口经过第四截止阀17与所述高压压缩机1的入口连通,所述过冷器5的气体出口和第二截止阀14的出口均与第五截止阀18的入口相连,第五截止阀18的出口与所述高压压缩机1的入口、第四截止阀17出口均连通。

[0027] 本实施例的工作过程为:

[0028] 参照图1:

[0029] 两级压缩两级加热模式:当环境温度较低,所需热水温度又较高,且冷水进水温度较低时采用该模式,第一截止阀12与第二截止阀14均打开,高压压缩机1、低压压缩机10均运行,水泵15运行。高温高压的含油气态制冷剂从高压压缩机1出口流出进入第一油分离器2,含油制冷剂中的润滑油在第一油分离器被分离出来并从第一油分离器2的油出口流出回到压缩机入口,高温高压的制冷剂从油分离器的制冷剂出口流出进入第一冷凝器3制冷剂入口放热冷凝,高压的液态制冷剂从第一冷凝器3的制冷剂出口流出分成两路,第一路经过第一节流装置4后变成中压的气液混合制冷剂并进入过冷器5的第一入口,蒸发吸热变成气态,气态制冷剂从过冷器5的气体出口流出,第二路进入过冷器的第二入口并被过冷,过冷后的液态制冷剂从过冷器5的液体出口流出经过第三节流装置19与单向阀6后与来自第二冷凝器13的液态制冷剂混合后经过第二节流装置7后变成低温低压的制冷剂气液混合物进入蒸发器8吸收环境热量,吸热蒸发后的低温低压气态制冷剂经过气液分离器9然后被吸入低压压缩机10的入口,中温中压的含油制冷剂从低压压缩机10的出口排出进入第二油分离器11,其中的润滑油从第二油分离器11的油出口流出返回低压压缩机10的入口,而中温中压的制冷剂则从第二油分离器11的制冷剂出口流出分成两股,一股经过第一截止阀12进入第二冷凝器13中冷凝放热变成中压的液态制冷剂,从第二冷凝器13的制冷剂出口流出后与来自单向阀6出口的制冷剂混合,另一路经过第二截止阀14与来自过冷器5气体出口的制冷剂混合后返回高压压缩机1的入口。冷水经过水泵15后进入第二冷凝器13中被初步加热,变成中温热水,然后再进入第一冷凝器3被进一步加热,变成高温热水后从第一冷凝器3水出口流出供给用户。

[0030] 为了更好地说明本发明的节能效果,下面给出了基于两级压缩两级加热模式的系统模拟计算结果并与传统的单级热泵以及以专利(200720039229.1)为代表的两级压缩热泵(包括喷射增焓热泵)进行对比。计算时,各个部件根据质量守恒与能量守恒建模,压缩机等熵效率采用Navarro-Peris等(International Journal of Refrigeration, 2013, 36(7))提出的方程,忽略管路摩擦损失与漏热,其他设定参数见表1,结果见表2。

[0031] 从表2的结果可知,本发明的COP是最高的,比两级压缩热泵高15.6%,比传统的单级热泵更是高出40.9%。

	环境温度	冷水进水温度	热水出水温度	中间温度	总制热功率
	℃	℃	℃	℃	kW
[0032] 本发明	0	5	55	30	100
两级热泵(含增焓喷射热泵)				25	
传统单级热泵				无	

[0033] 表1

[0034]

	COP	低压压缩机			高压压缩机			总耗电
		功率	流量	排气温度	功率	流量	排气温度	
本发明	3.48	19.23	0.43	67.0	9.50	0.31	110.1	28.72
两级热泵(含增焓喷射热泵)	3.01	15.08	0.39	67.5	18.03	0.53	108.5	33.11
传统单级热泵	2.47	40.48	0.48	128.6				40.48

[0035] 表2

[0036] 两级压缩两级加热模式:当环境温度较低,所需热水温度又较高,且冷水进水温度高于环境温度较多时采用该模式,第一截止阀12关闭,第二截止阀14打开,高压压缩机1、低压压缩机10均运行,水泵15运行。此时的运行过程与常规运行模式相比,由于第一截止阀12关闭,第二冷凝器13不工作,从水泵15出来冷水经过第二冷凝器13时不被加热,而是仅在第一冷凝器3中被加热。

[0037] 低压级压缩单级加热模式:当环境温度相对较高,而所需热水温度正常时采用该模式。第一截止阀12打开,第二截止阀14关闭,高压压缩机1关闭,低压压缩机10运行,水泵15运行。高温高压的含油制冷剂从低压压缩机10的出口排出进入第二油分离器11,其中的润滑油从第二油分离器11的油出口流出返回低压压缩机10的入口,而中温中压的制冷剂则从第二油分离器11的制冷剂出口流出经过第一截止阀12进入第二冷凝器13中冷凝放热变成的液态制冷剂,从第二冷凝器13的制冷剂出口流出后经过第二节流装置7后变成低温低压的制冷剂气液混合物进入蒸发器8吸收环境热量,吸热蒸发后的低温低压气态制冷剂经过第二气液分离器9被吸入低压压缩机10的入口。冷水经过水泵15后进入第二冷凝器13中被加热,由于第一冷凝器3不工作,热水流经第一冷凝器3时不被加热,最后从第一冷凝器3水出口流出供给用户。

[0038] 参照图2:

[0039] 当室外环境温度接近或低于0℃时,蒸发温度可以达到0℃以下,蒸发器外侧可能会结霜结冰,此时需要对热泵热水机的蒸发器进行化霜。因此,在图1的基础上在第二冷凝器2的制冷剂出口与蒸发器8的入口之间增加了第三截止阀16,并用管路连接,可以实现热气旁通化霜功能,使得热泵热水机可以更稳定地运行。除了增加化霜功率外,此流程可以实现的功能与图1的一样,且在实现图1的模式时第三截止阀16保持关闭。

[0040] 热气旁通化霜模式:第一截止阀12打开、第二截止阀14关闭、第三截止阀16打开,

高压压缩机1关闭,低压压缩机10运行,水泵15关闭。高温高压的气态含油制冷剂从低压压缩机10的出口排出进入第二油分离器11,其中的润滑油从第二油分离器11的油出口流出返回低压压缩机10的入口,而高温气态制冷剂则从第二油分离器11的制冷剂出口流出经过第一截止阀12与第二冷凝器13,由于水泵15关闭,第二冷凝器13不工作,高温气态制冷剂不在第二冷凝器13中进行换热,高温气态制冷剂从第二冷凝器13的制冷剂出口流出后经过第三截止阀16后进入蒸发器8放热,使得蒸发器8外壁化霜,制冷剂从蒸发器8出口流出经过第二气液分离器9后最终被吸入低压压缩机10的入口。

[0041] 参照图3:

[0042] 当环境温度相对较高,而所需热水温度正常时,图1的实施例中采用低压压缩机10进行单级压缩制加热模式,而图3中增加了第四截止阀17与第五截止阀18,使得进行单级压缩加热时也可以采用高压压缩机1,由于高压压缩机1与低压压缩机10的额定功率与气缸尺寸不同,因此扩大了单级压缩加热模式的加热功率范围,同时也提高了高压压缩机的利用率。此流程除了可以实现高压级压缩单级加热模式外,也可以实现图1和图2的所有运行模式,只需将第四截止阀17保持关闭,第五截止阀18保持开启。

[0043] 高压级压缩单级加热模式:第一截止阀12,第二截止阀14,第三截止阀16,第五截止阀18关闭,第四截止阀17开启,高压压缩机1与水泵15开启,低压压缩机10关闭。高温高压的含油气态制冷剂从高压压缩机1出口流出进入第一油分离器2,含油制冷剂中的润滑油在第一油分离器被分离出来并从第一油分离器2的油出口流出回到压缩机入口,高温高压的制冷剂从油分离器的制冷剂出口流出进入第一冷凝器3制冷剂入口放热冷凝,高压的液态制冷剂从第一冷凝器3的制冷剂出口流出经过过冷器5但不换热,再从过冷器5的液体出口流出经过第三节流装置19与单向阀6后,又经过第二节流装置7,变成低温低压的制冷剂气液混合物进入蒸发器8吸收环境热量,吸热蒸发后的低温低压气态制冷剂经过第二气液分离器9然后经过第四节截止阀17返回高压压缩机1的入口。冷水经过水泵15后流经第二冷凝器13但未加热,然后再进入第一冷凝器3被加热,变成高温热水后从第一冷凝器3水出口流出供给用户。

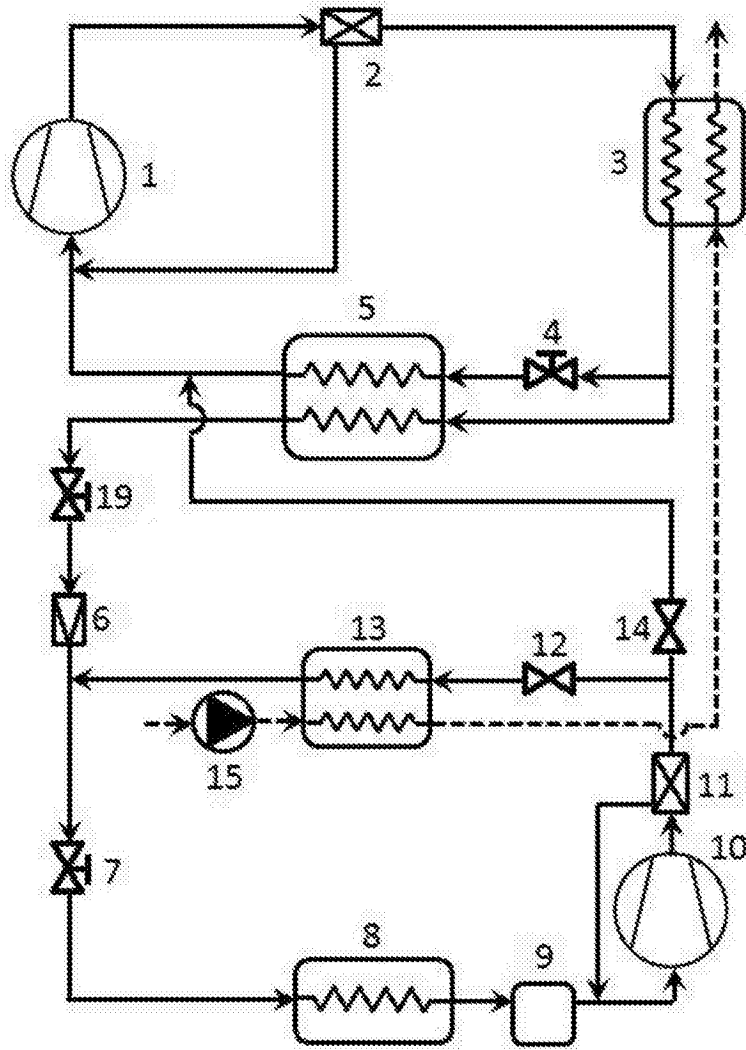


图1

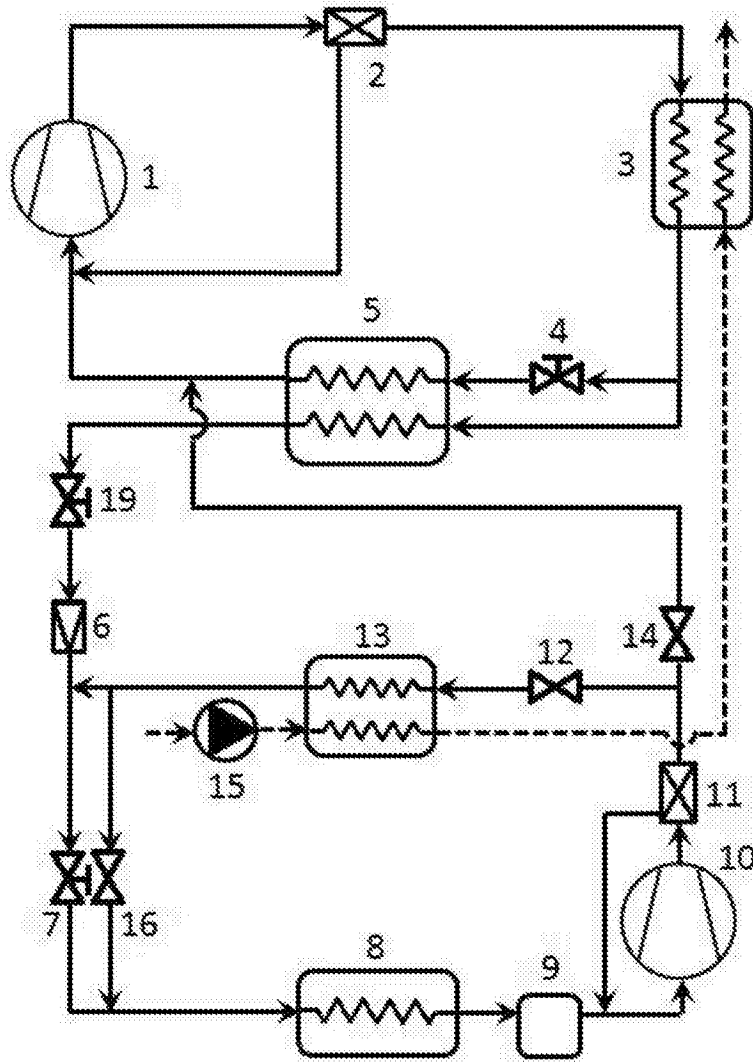


图2

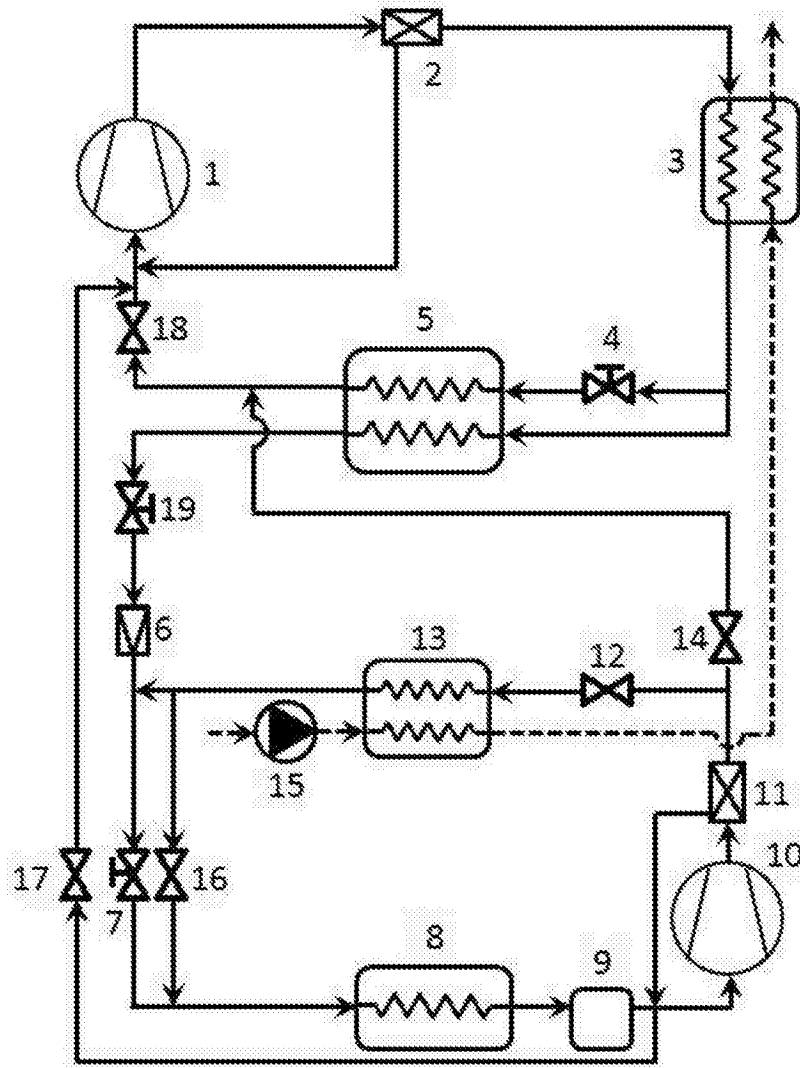


图3