



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107990581 A

(43)申请公布日 2018.05.04

(21)申请号 201711190836.2

(22)申请日 2017.11.24

(71)申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 魏名山 陈凯胜

(74)专利代理机构 北京理工大学专利中心  
11120

代理人 仇蕾安 杨志兵

(51) Int. Cl.

F25B 9/00(2006.01)

F25B 41/04(2006.01)

F25B 41/06(2006.01)

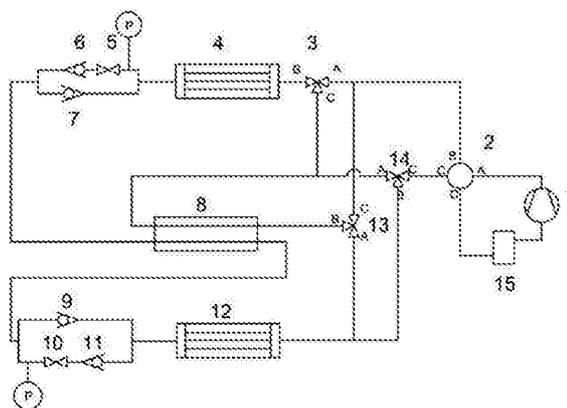
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种电动汽车二氧化碳热泵空调系统

## (57)摘要

本发明涉及车用空调技术领域,特别涉及一种二氧化碳热泵空调系统。一种电动汽车二氧化碳热泵空调系统,它具有制冷、制热两种工作模式;组成包括:压缩机、车室内换热器、中间换热器、车室外换热器以及气液分离器,该系统内的工质为二氧化碳;其中:所述中间换热器为套管式换热器,包括内管和外管;内管内为高温、高压热流,外管内为低温、低压冷流;本发明使用二氧化碳作为工质,环保,减缓了温室效应;本发明中所采用的中间换热器为套管式换热器,降低了平均放热温度,提高了平均吸热温度,使整个空调系统的功耗减少,制热效率增大。



1. 一种电动汽车二氧化碳热泵空调系统,其特征在于:包括:压缩机(1)、车室内换热器(4)、中间换热器(8)、车室外换热器(12)以及气液分离器(15);系统内的工质为二氧化碳;

所述中间换热器(8)为套管式换热器,包括内管和外管;

整体连接关系为:所述压缩机(1)的进口与所述气液分离器(15)相连,排气口与四通换向阀(2)的A口相连;所述四通换向阀(2)的D口与所述气液分离器(15)相通;所述四通换向阀(2)的B口与第一三通阀(3)的A口连接,所述第一三通阀(3)的B口与所述车室内换热器(4)的一端连接;

第一单向阀(6)和第二单向阀(7)并联后一端与所述车室内换热器(4)相连,另一端与接入所述中间换热器(8)的内管入口,其中所述第一单向阀(6)的进水口与所述中间换热器(8)相连,所述第二单向阀(7)的进水口与所述车室内换热器(4)相连;

第四单向阀(11)和第三单向阀(9)并联后一端与所述中间换热器(8)的内管出口相连,另一端与所述车室外换热器(12)的一端相连,其中所述第四单向阀(11)的进水口与所述中间换热器(8)相连,所述第三单向阀(9)的进水口与所述车室外换热器(12)相连;

所述车室外换热器(12)的另一端分为两路,一路与第二三通阀(13)的A口相连,另一路与第三三通阀(14)的B口相连;所述第二三通阀(13)的B口接入中间换热器(8)外管一端,所述第二三通阀(13)的C口接入第一三通阀(3)的A口与四通换向阀(2)的B口之间的管路;所述第三三通阀(14)的C口与四通换向阀(2)的C口相连,所述第三三通阀(14)的A口与所述第一三通阀(3)C口均接入中间换热器(8)外管的另一端。

2. 如权利要求1所述的电动汽车二氧化碳热泵空调系统,其特征在于:在所述第一单向阀(6)所在并联分支上设置有第一电子膨胀阀(5)和第一压力传感器,通过所述第一压力传感器所检测的压力值调节所述第一电子膨胀阀(5)的开口大小;

在所述第四单向阀(11)所在并联分支上设置有第二电子膨胀(10)和第二压力传感器,通过所述第二压力传感器所检测的压力值调节所述第二电子膨胀(10)的开口大小。

3. 如权利要求2所述的电动汽车二氧化碳热泵空调系统,其特征在于:制热模式时:所述四通换向阀(2)的A口与B口相通,C口和D口相通;所述第一三通阀(3)的A口与B口相通;所述第二三通阀(13)的A口与B口相通;所述第三三通阀(14)的A口与C口相通;

所述气液分离器(15)内的二氧化碳气体经所述压缩机(1)增压升温后处于超临界状态,处于超临界状态的二氧化碳气体依次通过所述四通换向阀(2)的A口与B口、所述第一三通阀(3)的A口与B口进入所述车室内换热器(4),对车室内散热,之后成为中温高压的二氧化碳经所述第二单向阀(7)进入所述中间换热器(8)的内管与所述中间换热器(8)的外管进行热交换,之后经所述第二电子膨胀阀(10)节流降压后变为低温低压气液混合物,进入所述车室外换热器(12)从车室外环境中吸热,吸热后,二氧化碳经所述第二三通阀(13)的A口与B口进入所述中间换热器(8)的外管与所述中间换热器(8)的内管中的中温高压的二氧化碳进行换热,再次吸热后的二氧化碳经所述第三三通阀(14)、所述四通换向阀(2)的C口、D口返回所述气液分离器(15)。

4. 如权利要求2所述的电动汽车二氧化碳热泵空调系统,其特征在于:制冷模式时:所述四通换向阀(2)的A口与C口相通,B口与D口相通;所述第三三通阀(14)的B口与C口相通;所述第一三通阀(3)的B口与C口相通;所述第二三通阀(13)的B口与C口相通;所述气液分离器(15)内的二氧化碳气体经所述压缩机(1)增压升温后处于超临界状态,处于超临界状态

的二氧化碳气体依次通过所述四通换向阀(2)的A口与C口、所述第三三通阀(14)的C口与B口进入所述车室外换热器(12),与外界冷空气进行换热,然后经所述第三单向阀(9)进入所述中间换热器(8)的内管与所述中间换热器(8)的外管进行换热,之后通过所述第一单向阀(6)、所述第一电子膨胀阀(5)节流降压后进入所述车室内换热器(4),从车室内吸热,再经过所述第一三通阀(3)进入所述中间换热器(8)的外管,与所述中间换热器(8)内管中的二氧化碳进行换热,最后经过所述第三三通阀(14)、所述四通换向阀(2)的B口与D口返回所述气液分离器(15)。

## 一种电动汽车二氧化碳热泵空调系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车用空调技术领域,特别涉及一种二氧化碳热泵空调系统。

### 背景技术

[0002] 随着国家对于新能源汽车的重视,现在纯电动汽车的市场占有率逐年提高,已成为未来汽车的发展方向。但纯电动汽车没有传统燃油汽车的发动机余热可以利用,制热时只能依靠空调或者PTC制热。由于PTC对电动汽车的续航里程影响较大,故热泵空调正在逐渐得到应用。

[0003] 目前汽车空调系统的制冷剂主要为HFC-134a,虽然其ODP(臭氧消耗潜能)为零,但其GWP(全球变暖潜能值)高达1300。二氧化碳作为自然工质,其GWP仅为1,无毒不可燃,是未来理想制冷剂。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是:提供一种能在纯电动汽车上实现制冷以及制热模式,同时所使用的工质为二氧化碳,对环境无污染的电动汽车二氧化碳热泵空调系统。

[0005] 本发明的技术方案是:一种电动汽车二氧化碳热泵空调系统,包括:压缩机、车室内换热器、中间换热器、车室外换热器以及装有二氧化碳的气液分离器;系统内的工质为二氧化碳;

[0006] 所述中间换热器为套管式换热器,包括内管和外管;

[0007] 整体连接关系为:所述压缩机的进口与所述气液分离器相连,排气口与四通换向阀的A口相连;所述四通换向阀的D口与所述气液分离器相通;所述四通换向阀的B口与第一三通阀的A口连接,所述第一三通阀的B口与所述车室内换热器的一端连接;

[0008] 第一单向阀和第二单向阀并联后一端与所述车室内换热器相连,另一端与接入所述中间换热器的内管入口,其中所述第一单向阀的进水口与所述中间换热器相连,所述第二单向阀的进水口与所述车室内换热器相连;

[0009] 第四单向阀和第三单向阀并联后一端与所述中间换热器的内管出口相连,另一端与所述车室外换热器的一端相连,其中所述第四单向阀的进水口与所述中间换热器相连,所述第三单向阀的进水口与所述车室外换热器相连;

[0010] 所述车室外换热器的另一端分为两路,一路与第二三通阀的A口相连,另一路与第三三通阀的B口相连;所述第二三通阀的B口接入中间换热器外管一端,所述第二三通阀的C口接入第一三通阀的A口与四通换向阀的B口之间的管路;所述第三三通阀的C口与四通换向阀的C口相连,所述第三三通阀的A口与所述第一三通阀C口均接入中间换热器外管的另一端。

[0011] 在所述第一单向阀所在并联分支上设置有第一电子膨胀阀和第一压力传感器,通过所述第一压力传感器所检测的压力值调节所述第一电子膨胀阀的开口大小;

[0012] 在所述第四单向阀所在并联分支上设置有第二电子膨胀和第二压力传感器,通过

所述第二压力传感器所检测的压力值调节所述第二电子膨胀的开口大小。

[0013] 有益效果：

[0014] 本发明使用二氧化碳作为工质，环保，减缓了温室效应；本发明中所采用的中间换热器为套管式换热器，降低了平均放热温度，提高了平均吸热温度，使整个空调系统的功耗减少，制热效率增大。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明的结构示意图。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合附图并举实施例，对本发明进行详细描述。

[0017] 参见附图1，一种电动汽车二氧化碳热泵空调系统，包括：压缩机1、车室内换热器4、中间换热器8、车室外换热器12以及装有气液分离器15，该系统采用二氧化碳作为工质。

[0018] 中间换热器8为套管式换热器，包括内管和外管，内管内为高温、高压热流，外管内为低温、低压冷流；在制冷及制热两种模式下，中间换热器8的内管、外管中的流体流动方向相反。

[0019] 整体连接关系为：压缩机1的进口与气液分离器15相连，排气口与四通换向阀2的A口相连；四通换向阀2的D口与气液分离器15相通；四通换向阀2的B口与第一三通阀3的A口连接，第一三通阀3的B口与车室内换热器4的一端连接。

[0020] 第一单向阀6和第二单向阀7并联后一端与车室内换热器4相连，另一端与接入中间换热器8内管入口，其中在第一单向阀6所在并联分支上设置有第一电子膨胀阀5，第一单向阀6的进水口与中间换热器8相连，第二单向阀7的进水口与车室内换热器4相连。

[0021] 第四单向阀11和第三单向阀9并联后一端与中间换热器8的内管出口相连，另一端与车室外换热器12的一端相连，其中在第四单向阀11所在并联分支上设置有第二电子膨胀阀10，第四单向阀11的进水口与中间换热器8相连，第三单向阀9的进水口与车室外换热器12相连。

[0022] 车室外换热器12的另一端分为两路，一路与第二三通阀13的A口相连，另一路与第三三通阀14的B口相连。第二三通阀13的B口接入中间换热器8外管一端，第二三通阀13的C口接入第一三通阀3的A口与四通换向阀2的B口之间的管路；第三三通阀14的C口与四通换向阀2的C口相连，第三三通阀14的A口与第一三通阀3C口均接入中间换热器8外管的另一端。

[0023] 制热模式时：

[0024] 四通换向阀2的A口与B口相通，C口和D口相通；第一三通阀3的A口与B口相通；第二三通阀13的A口与B口相通；第三三通阀14的A口与C口相通；气液分离器15内的二氧化碳气体经压缩机1增压升温后处于超临界状态，处于超临界状态的二氧化碳气体依次通过四通换向阀2的A口与B口、第一三通阀3的A口与B口进入车室内换热器4，对车室内散热，之后成为中温高压的二氧化碳经第二单向阀7进入中间换热器8的内管与中间换热器8的外管进行热交换，之后经第二电子膨胀阀10节流降压后变为低温低压气液混合物，低温低压气液混合物经过第四单向阀11进入车室外换热器12从车室外环境中吸热，吸热后，二氧化碳经第

二三通阀13的A口与B口进入中间换热器8的外管与中间换热器8的内管中的中温高压的二氧化碳进行换热,再次吸热后的二氧化碳经第三三通阀14的A口与C口、四通换向阀2的C口与D口返回气液分离器15。

[0025] 制冷模式时:

[0026] 四通换向阀2的A口与C口相通,B口与D口相通;第三三通阀14的B口与C口相通;第一三通阀3的B口与C口相通;第二三通阀13的B口与C口相通;气液分离器15内的二氧化碳气体经压缩机1增压升温后处于超临界状态,处于超临界状态的二氧化碳气体依次通过四通换向阀2的A口与C口、第三三通阀14的C口与B口进入车室外换热器12,与外界冷空气进行换热,然后经第三单向阀9进入中间换热器8的内管与中间换热器8的外管进行换热,之后通过第一单向阀6、第一电子膨胀阀5节流降压后进入车室内换热器4,从车室内吸热,再经过第一三通阀3进入中间换热器8的外管,与中间换热器8内管中的二氧化碳进行换热,最后经过第三三通阀14、四通换向阀2的B口与D口返回气液分离器15。

[0027] 上述两种工作模式中:由于压缩机1的作用,使二氧化碳在压缩机1出口的状态为超临界状态,由此二氧化碳从压缩机1出口进入的第一个换热器进行换热之后仍然为气体,并不会发生相变,系统为超临界循环。

[0028] 进一步的,在车室内换热器4与第一电子膨胀阀5之间的管路上设有压力传感器,在中间换热器8与第二电子膨胀阀10之间的管路上设有压力传感器;压力传感器用于检测管路中的压力,防止系统内压力过高。当压力传感器检测到系统内压力高于所允许的最高压力时,第一电子膨胀阀5或者第二电子膨胀阀10的开口的截面积增大,同时压缩机1转速降低,降低系统内压力。

[0029] 综上,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

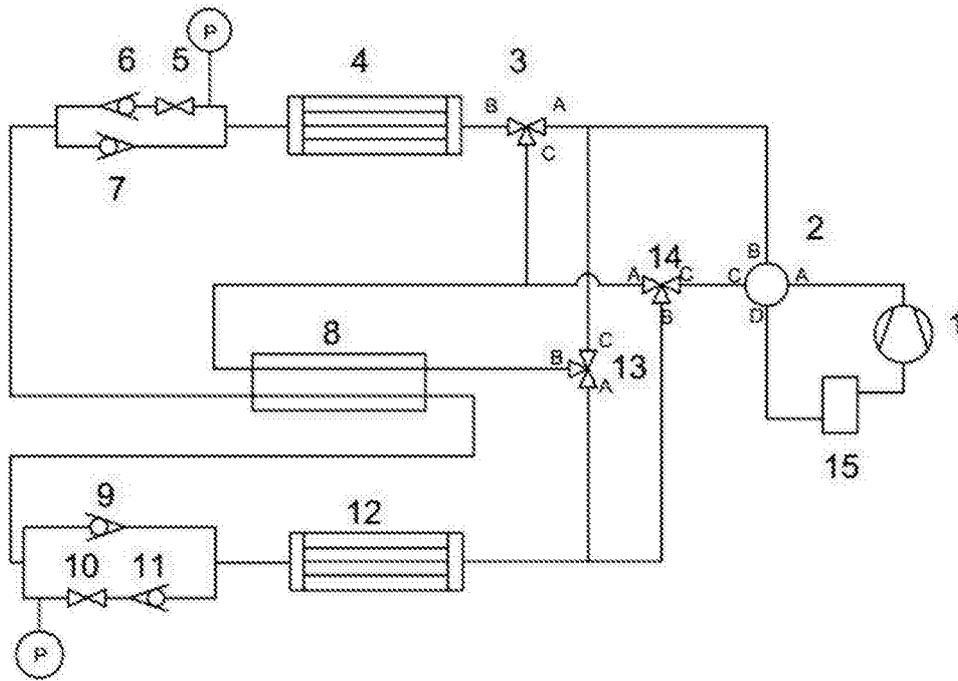


图1