



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109910544 B

(45) 授权公告日 2020.11.06

(21) 申请号 201910111455.3

B60L 58/26 (2019.01)

(22) 申请日 2019.02.12

B60L 58/24 (2019.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109910544 A

(56) 对比文件

CN 108973587 A, 2018.12.11

CN 103129349 A, 2013.06.05

(43) 申请公布日 2019.06.21

CN 206367360 U, 2017.08.01

(73) 专利权人 上海交通大学

CN 208180707 U, 2018.12.04

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

CN 107139680 A, 2017.09.08

(72) 发明人 潘权稳 王如竹 刘浩然

CN 207433194 U, 2018.06.01

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

CN 108638785 A, 2018.10.12

CN 107436048 A, 2017.12.05

代理人 庄文莉

JP 2016193671 A, 2016.11.17

审查员 满子淳

(51) Int. Cl.

B60H 1/00 (2006.01)

B60H 1/22 (2006.01)

B60H 1/32 (2006.01)

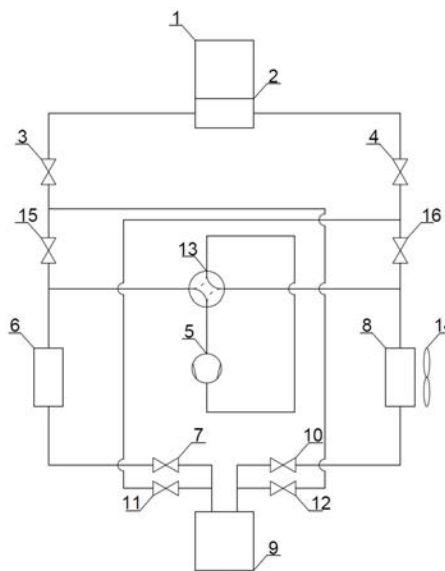
权利要求书4页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

电动汽车热管理系统

(57) 摘要

本发明提供了一种电动汽车热管理系统,其特征在于,包括蒸汽压缩子系统和吸附子系统;本发明具有结构简单、热量利用率高、可靠性好的优点;并且,本发明可实现对电池组的高效散热;当电池组处于工作状态时,部分热量被吸附床吸收,用于驱动吸附床内的解吸作用;剩余热量通过吸附床直接传递给制冷剂,被制冷剂带走。与传统散热系统相比,系统耗电量更少,传热效率更高,性能更为优越;同时当环境温度低于电池组最低适宜工作温度时,本发明提供的电动汽车热管理系统可实现对电池组的有效保温,且该过程不消耗电能;另外,利用电池组的余热驱动吸附系统,产生一定的制冷/制热效果,能够减少压缩机耗功,提高电动汽车的续航里程。



1. 一种电动汽车热管理系统,其特征在于,包括蒸汽压缩子系统;

所述蒸汽压缩子系统包括压缩机(5)、内侧换热器(6)、第一调节阀机构、外侧换热器(8)、储液罐(9)以及四通换向阀(13);

所述第一调节阀机构包括第三调节阀(7)、第四调节阀(10);

所述压缩机(5)的进口经四通换向阀(13)的第一流道连接至内侧换热器(6)的另一端;

所述压缩机(5)的出口经四通换向阀(13)的第二流道连接至外侧换热器(8)的另一端;

所述内侧换热器(6)的进口连接至第三调节阀(7)的一端;

所述第三调节阀(7)的另一端连接至储液罐(9)的一端;

所述储液罐(9)的另一端连接至第四调节阀(10)的一端;

所述第四调节阀(10)的另一端连接至外侧换热器(8)的一端;

所述四通换向阀(13)的第一流道;所述四通换向阀(13)的第一流道口、第二流道口构成第一流道;

所述四通换向阀(13)的第二流道;所述四通换向阀(13)的第三流道口、第四流道口构成第二流道;

还包括吸附子系统,所述吸附子系统包括电池组(1)、吸附床(2)、第二调节阀机构以及外侧风机(14);

所述第二调节阀机构包括第一调节阀(3)、第二调节阀(4)、第五调节阀(11)、第六调节阀(12)、第七调节阀(15)以及第八调节阀(16);

所述电池组(1)连接至吸附床(2)的一端;所述吸附床(2)的另一端分别连接至第一调节阀(3)的一端、第二调节阀(4)的一端;

所述吸附床(2)的另一端经第一调节阀(3)、第七调节阀(15)连接至内侧换热器(6)的另一端;

所述吸附床(2)的另一端经第二调节阀(4)、第八调节阀(16)连接至外侧换热器(8)的另一端;

所述第一调节阀(3)的另一端连接至第七调节阀(15);

所述第一调节阀(3)的另一端经第六调节阀(12)连接至储液罐(9)的另一端;

所述第二调节阀(4)的另一端连接至第八调节阀(16);

所述第二调节阀(4)的另一端经第五调节阀(11)连接至储液罐(9)的一端。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车热管理系统,其特征在于:

所述电动汽车热管理系统还包括制冷剂;所述制冷剂能够在蒸汽压缩子系统和吸附子系统内按照设定的方式运动;

电动汽车热管理系统开启后,所述蒸汽压缩子系统能够连续运行,所述吸附子系统间歇运行;所述吸附子系统能够在待吸附状态和待解吸状态这两种状态间切换;

其中,所述待吸附状态是指吸附床(2)全部或部分解吸的状态,所述解吸是指未吸附制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床(2)全部或部分吸附有制冷剂的状态;

所述吸附床(2)在待吸附状态下能够吸附制冷剂,在待解吸状态下能够解吸制冷剂。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车热管理系统,其特征在于,当环境温度低于设定的电池组(1)的最低适宜工作温度时,所述吸附子系统处于待吸附状态;在所述待吸附状态下,吸附床(2)的初始状态为解吸终了状态或部分待吸附状态;当吸附床(2)吸附制冷剂后,所

述吸附床(2)处于吸附终了状态或部分吸附状态;

所述环境温度为电动汽车工作地点的气温;

所述解吸终了状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态;所述部分吸附状态是指吸附床(2)少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床(2)少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终了状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态。

4. 根据权利要求1所述的电动汽车热管理系统,其特征在于,当环境温度大于等于设定的电池组(1)的最低适宜工作温度,并且电池组(1)处于工作状态时,所述吸附子系统处于待解吸状态;在所述待解吸状态下,吸附床(2)的初始状态为吸附终了状态或部分吸附状态;当吸附床(2)释放制冷剂后,所述吸附床(2)处于解吸终了状态或部分吸附状态;

所述环境温度为电动汽车工作地点的气温;

所述解吸终了状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态;所述部分吸附状态是指吸附床(2)少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床(2)少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终了状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态。

5. 根据权利要求1所述的电动汽车热管理系统,其特征在于,所述电动汽车热管理系统能够在电池组工作模式、电池组非工作模式以及电池组充电模式这三种状态间切换;所述电池组工作模式是指电池组(1)处于工作状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态;所述电池组非工作模式是指电池组(1)处于关闭状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态;所述电池组充电模式是指电池组(1)处于充电状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态。

6. 根据权利要求5所述的电动汽车热管理系统,其特征在于,在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于制热工作方式时,第二调节阀(4)和第八调节阀(16)均处于开启状态;并且:

-吸附床(2)处于待解吸状态,第一制冷剂能够与第二制冷剂混合后通过压缩机(5)进入蒸汽压缩子系统;或者

-吸附床(2)处于解吸终了状态,第一调节阀(3)处于设定的开启程度作为节流阀,第六调节阀(12)处于开启状态,第七调节阀(15)处于关闭状态,储液罐(9)中的部分制冷剂液体能够通过第六调节阀(13),并经第一调节阀(3)节流后进入吸附床(2);

其中,所述第一制冷剂为吸附床(2)解吸的制冷剂;所述第二制冷剂为外侧换热器(8)循环的制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床(2)全部或部分吸附有制冷剂的状态,吸附床(2)在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述解吸终了状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

7. 根据权利要求5所述的电动汽车热管理系统,其特征在于,在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于制冷工作方式时,第一调节阀(3)和第七调节阀(15)均处于开启状态,并且:

-吸附床(2)处于待解吸状态,第一制冷剂能够与第三制冷剂混合后通过压缩机进入蒸汽压缩子系统;或者

-吸附床(2)处于解吸终了状态,第二调节阀(4)处于设定的开启程度作为节流阀,第五

调节阀(11)处于开启状态,第八调节阀(16)处于关闭状态,储液罐(9)中的部分制冷剂液体能够通过第五调节阀(11),并经第二调节阀(4)节流后进入吸附床(2);

其中,所述第一制冷剂为吸附床(2)解吸的制冷剂;第三制冷剂为内侧换热器(6)循环的制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床(2)全部或部分吸附有制冷剂的状态,吸附床(2)在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述解吸终了状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

8.根据权利要求5所述的电动汽车热管理系统,其特征在于,在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于非工作方式时,第二调节阀(4)和第八调节阀(16)均处于开启状态,并且:

-吸附床(2)处于待解吸状态,第一制冷剂能够直接进入外侧换热器(8)冷凝;或者

-吸附床(2)处于换热状态,压缩机(5)处于开启状态,四通换向阀(13)处于能够连接压缩机(5)和外侧换热器(8)的状态,制冷剂能够依次通过压缩机(5)、四通换向阀(13)以及外侧换热器(8),第二调节阀(4)处于设定的开启程度作为节流阀,第一调节阀(3)和第七调节阀(15)均处于开启状态,第三调节阀(7)、第六调节阀(12)以及第八调节阀(16)处于关闭状态,储液罐(9)中的部分制冷剂能够通过第五调节阀(11)并经第二调节阀(4)节流后进入吸附床(2);即制冷剂能够依次经过吸附床(2)、第一调节阀(3)、第七调节阀(15)、四通换向阀(13)、压缩机(5)、四通换向阀(13)、外侧换热器(8)、第六调节阀(12)、储液罐(9)、第五调节阀(11)、第二调节阀(4)以及吸附床(2)完成循环;

其中,所述待解吸状态是指吸附床(2)全部或者大于设定比例的部分吸附有制冷剂的状态,吸附床(2)在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述第一制冷剂为吸附床(2)解吸的制冷剂;所述换热状态是指吸附床(2)全部或设定比例的部分解吸的状态,即吸附床(2)在换热状态下不能够解吸制冷剂,其中所述解吸是指未吸附制冷剂。

9.根据权利要求5所述的电动汽车热管理系统,其特征在于:

在电池组非工作模式下,有

-当电池组(1)温度低于设定的电池组(1)的最低适宜工作温度时,并且电池组(1)的电量低于设定值时,吸附床(2)处于部分吸附状态,第二调节阀(4)和第八调节阀(16)处于开启状态,第四调节阀(10)处于设定的开启程度作为节流阀,储液罐(9)中的部分制冷剂液体能够经第四调节阀(10)节流后,依次通过外侧换热器(8)、第八调节阀(16)以及第二调节阀(4),进入吸附床(2)被吸附床(2)吸附,其中,第二调节阀(4)和第八调节阀(16)的开启时间与电池组(1)的电量成反比;或者

-当电池组(1)温度大于等于电池组(1)最低适宜工作温度时,第五调节阀(11)处于开启状态,第二调节阀(4)处于设定的开启程度,第八调节阀(16)处于关闭状态,位于储液罐(9)中的制冷剂能够以设定的速度被吸附床(2)吸附直至吸附床(2)达到吸附终了状态;

在电池组充电模式下,电池组(1)处于充电状态,并且能够产生热量,与电池组(1)相连的吸附床(2)处于被电池组(1)产生的热量加热的状态,当吸附床(2)的压力处于设定范围时,第二调节阀(4)和第八调节阀(16)处于开启状态,第一制冷剂能够在外侧换热器(8)冷凝,并且:

-若电池组(1)温度低于设定的电池组(1)的最低适宜工作温度,则电池组(1)处于充电完成状态时,第二调节阀(4)和第八调节阀(16)处于关闭状态,吸附床(2)处于解吸终了状

态或部分吸附状态;或者

-若电池组(1)温度大于等于电池组(1)最低适宜工作温度,则电池组(1)处于充电完成状态时,第五调节阀(11)处于开启状态,第二调节阀(4)处于设定的开启程度,第八调节阀(16)处于关闭状态,位于储液罐(9)中的制冷剂能够以设定的速度被吸附床(2)吸附直至吸附床(2)达到吸附终止状态;

其中,所述部分吸附状态是指吸附床(2)少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床(2)少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终止状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态;所述第一制冷剂为吸附床(2)解吸的制冷剂;所述解吸终止状态是指吸附床(2)的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

## 电动汽车热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车热管理领域,具体地,涉及一种电动汽车热管理系统,尤其涉及一种将吸附系统与蒸汽压缩系统结合,兼顾控制电池组温度与客舱温度的复合电动汽车热管理系统。

### 背景技术

[0002] 在全球能源危机不断加深和环境问题日益突出的大背景下,电动汽车近年来发展迅速。由于电动汽车与传统汽车在结构上存在较大差异,其热管理系统也需要进行相应改进。其中,汽车电池组的工作温度对其性能有较大影响,故保证汽车电池组工作在合适的温度区间是电动汽车热管理的一个主要目标。

[0003] 其中,电池组的冷却是电动汽车热管理的重中之重。电池组长期在高温下工作会严重影响电池组的寿命,甚至有自燃的风险。传统的电池组冷却系统主要有风系统或冷却液系统两种。风系统结构简单,成本低廉,在早期的电动汽车热管理系统中应用较广。然而随着电池组的发展,其能流密度越来越大,热负荷也越来越大。受限于自身导热能力,风系统逐渐无法满足散热要求。冷却液系统的导热性能优良,能够较好的满足冷却需求。然而,其结构复杂、成本高昂,且有一定的泄漏风险,故在使用中需要特别注意。近年来,将制冷剂直接引入电池组的制冷剂系统愈发受到关注。这种系统导热性能好、成本低,可与汽车自身空调系统集成,是一种、高效的冷却系统。

[0004] 同时,低温环境下电池组的保温也格外重要。传统的电动汽车热管理系统主要通过(Positive Temperature Coefficient,PTC) PTC电加热器来对电池组进行保温。由于PTC需要电能驱动,这意味着必然有一部分电池模块在低温下工作,影响电池组的使用寿命。进一步地,从冷热源的角度分析,绝大部分技术仍然采用蒸汽压缩循环加电辅热的方式控制电池组及客舱温度。由于压缩机及电辅热装置均需电能驱动,这给电动汽车的电池组造成了沉重的负担,缩短了续航里程,影响电动汽车的整体性能。

[0005] 吸附系统是一种热驱动的制冷/制热技术,能够有效地利用低品位热能,提高能源的整体利用效率。随着近年来相关的材料、器件及系统的重大创新,吸附系统的效率有了极大的提升,适用范围有了大幅扩展,使得将吸附系统应用于电动汽车热管理系统中成为可能。

[0006] 经对现有技术的文献检索发现,专利文献,申请号为:CN201610470203,公布号为CN106114140A公开了一种可实现冷热联供的电动汽车吸附热池空调系统,提出了一种可兼顾电池组冷却的电动汽车吸附式空调系统。系统完全舍去压缩系统,使其可靠性受到较大影响。同时,系统的制冷剂工质为水,在低温环境下有冻结的风险,且系统未考虑电池组的预热问题。专利文献,申请号为:CN201810608191,公布号为CN108819656A,公开了一种电动汽车综合热管理系统与方法,基于传统的压缩式空调系统,将电动汽车各部分热管理系统进行集成,通过合理设计实现系统工质的能量梯次利用,起到一定的节能效果。然而,系统管路结构及控制系统都较为复杂,且只有在制热工况下才能实现对电池组及电机的余热利

用。进一步地,系统尚未完全摆脱PTC这一低效的加热方法,也无法实现低温环境下对电池组进行有效预热。

### 发明内容

- [0007] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种电动汽车热管理系统。
- [0008] 根据本发明提供一种电动汽车热管理系统,包括蒸汽压缩子系统;
- [0009] 所述蒸汽压缩子系统包括压缩机、内侧换热器、第一调节阀机构、外侧换热器、储液罐以及四通换向阀;
- [0010] 所述第一调节阀机构包括第三调节阀、第四调节阀;
- [0011] 所述压缩机的进口经四通换向阀的第一流道连接至内侧换热器的出口;
- [0012] 所述压缩机的出口经四通换向阀的第二流道连接至外侧换热器的另一端;
- [0013] 所述内侧换热器的进口连接至第三调节阀的一端;
- [0014] 所述第三调节阀的另一端连接至储液罐的一端;
- [0015] 所述储液罐的另一端连接至第四调节阀的一端;
- [0016] 所述第四调节阀的另一端连接至外侧换热器的一端;
- [0017] 所述四通换向阀的第一流道;所述四通换向阀的第一流道口、第二流道口构成第一流道;
- [0018] 所述四通换向阀的第二流道;所述四通换向阀的第三流道口、第四流道口构成第二流道。
- [0019] 优选地,本发明提供的电动汽车热管理系统还包括吸附子系统;
- [0020] 所述吸附子系统包括电池组、吸附床、第二调节阀机构以及外侧风机;
- [0021] 所述第二调节阀机构包括第一调节阀、第二调节阀、第五调节阀、第六调节阀、第七调节阀以及第八调节阀;
- [0022] 所述电池组连接至吸附床的一端;所述吸附床的另一端分别连接至第一调节阀的一端、第二调节阀的一端;
- [0023] 所述吸附床的另一端经第一调节阀、第七调节阀连接至内侧换热器的出口;
- [0024] 所述吸附床的另一端经第二调节阀、第八调节阀连接至外侧换热器的另一端;
- [0025] 所述第一调节阀的另一端连接至第七调节阀;
- [0026] 所述第一调节阀的另一端经第六调节阀连接至储液罐的另一端;
- [0027] 所述第二调节阀的另一端连接至第八调节阀;
- [0028] 所述第二调节阀的另一端经第五调节阀连接至储液罐的一端。
- [0029] 优选地:
- [0030] 所述电动汽车热管理系统还包括制冷剂;所述制冷剂能够在蒸汽压缩子系统和吸附子系统内按照设定的方式运动;
- [0031] 电动汽车热管理系统开启后,所述蒸汽压缩子系统能够连续运行,所述吸附子系统间歇运行;所述吸附子系统能够在待吸附状态和待解吸状态这两种状态间切换;
- [0032] 其中,所述待吸附状态是指吸附床全部或部分解吸的状态,所述解吸是指未吸附制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床全部或部分吸附有制冷剂的状态;
- [0033] 所述吸附床在待吸附状态下能够吸附制冷剂,在待解吸状态下能够解吸制冷剂。

[0034] 优选地,当环境温度低于设定的电池组的最低适宜工作温度时,所述吸附子系统处于待吸附状态;在所述待吸附状态下,吸附床的初始状态为解吸终了状态或部分吸附状态;当吸附床吸附制冷剂后,所述吸附床处于吸附终了状态或部分吸附状态;

[0035] 所述环境温度为电动汽车工作地点的气温;

[0036] 所述解吸终了状态是指吸附床的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态;所述部分吸附状态是指吸附床少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终了状态是指吸附床的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态。

[0037] 优选地,当环境温度大于等于设定的电池组的最低适宜工作温度,并且电池组处于工作状态时,所述吸附子系统处于待解吸状态;在所述待解吸状态下,吸附床的初始状态为吸附终了状态或部分吸附状态;当吸附床释放制冷剂后,所述吸附床处于解吸终了状态或部分吸附状态;

[0038] 所述环境温度为电动汽车工作地点的气温;

[0039] 所述解吸终了状态是指吸附床的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态;所述部分吸附状态是指吸附床少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终了状态是指吸附床的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态。

[0040] 优选地,所述电动汽车热管理系统能够在电池组工作模式、电池组非工作模式以及电池组充电模式这三种状态间切换;所述电池组工作模式是指电池组处于工作状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态;所述电池组非工作模式是指电池组处于关闭状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态;所述电池组充电模式是指电池组处于充电状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态。

[0041] 优选地,在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于制热工作方式时,第二调节阀和第八调节阀均处于开启状态;并且:

[0042] -吸附床处于待解吸状态,第一制冷剂能够与第二制冷剂混合后通过压缩机进入蒸汽压缩子系统;或者

[0043] -吸附床处于解吸终了状态,第一调节阀处于设定的开启程度作为节流阀,第六调节阀处于开启状态,第七调节阀处于关闭状态,储液罐中的部分制冷剂液体能够通过第六调节阀,并经第一调节阀节流后进入吸附床;

[0044] 其中,所述第一制冷剂为吸附床解吸的制冷剂;所述第二制冷剂为外侧换热器循环的制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床全部或部分吸附有制冷剂的状态,吸附床在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述解吸终了状态是指吸附床的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

[0045] 优选地,在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于制冷工作方式时,第一调节阀和第七调节阀均处于开启状态,并且:

[0046] -吸附床处于待解吸状态,第一制冷剂能够与第三制冷剂混合后通过压缩机进入蒸汽压缩子系统;或者

[0047] -吸附床处于解吸终了状态,第二调节阀处于设定的开启程度作为节流阀,第五调节阀处于开启状态,第八调节阀处于关闭状态,储液罐中的部分制冷剂液体能够通过第五



调节阀,并经第二调节阀节流后进入吸附床;

[0048] 其中,所述第一制冷剂为吸附床解吸的制冷剂;第三制冷剂为内侧换热器循环的制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床全部或部分吸附有制冷剂的状态,吸附床在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述解吸终了状态是指吸附床的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

[0049] 优选地,在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于非工作方式时,第二调节阀和第八调节阀均处于开启状态,并且:

[0050] -吸附床处于待解吸状态,第一制冷剂能够直接进入外侧换热器冷凝;或者

[0051] -吸附床处于换热状态,压缩机处于开启状态,四通换向阀处于能够连接压缩机和外侧换热器的状态,制冷剂能够依次通过压缩机、四通换向阀以及外侧换热器,第二调节阀处于设定的开启程度作为节流阀,第一调节阀和第七调节阀均处于开启状态,第三调节阀、第六调节阀以及第八调节阀处于关闭状态,储液罐中的部分制冷剂能够通过第五调节阀并经第二调节阀节流后进入吸附床;即制冷剂能够依次经过吸附床、第一调节阀、第七调节阀、四通换向阀、压缩机、四通换向阀、外侧换热器、第六调节阀、储液罐、第五调节阀、第二调节阀以及吸附床完成循环;

[0052] 其中,所述待解吸状态是指吸附床全部或者大于设定比例的部分吸附有制冷剂的状态,吸附床在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述第一制冷剂为吸附床解吸的制冷剂;所述换热状态是指吸附床全部或设定比例的部分解吸的状态,即吸附床在换热状态下不能够解吸制冷剂,其中所述解吸是指未吸附制冷剂。

[0053] 优选地:

[0054] 在电池组非工作模式下,有

[0055] -当环境温度低于设定的电池组的最低适宜工作温度时,并且电池组的电量低于设定值时,吸附床处于部分待吸附状态,第二调节阀和第八调节阀处于开启状态,第四调节阀处于设定的开启程度作为节流阀,储液罐中的部分制冷剂液体能够经第四调节阀节流后,依次通过外侧换热器、第八调节阀以及第二调节阀,进入吸附床被吸附床吸附,其中,第二调节阀和第八调节阀的开启时间与电池组的电量成反比;所述环境温度为电动汽车工作地点的气温;或者

[0056] -当环境温度大于等于电池组最低适宜工作温度时,第五调节阀处于开启状态,第二调节阀处于设定的开启程度,第八调节阀处于关闭状态,位于储液罐中的制冷剂能够以设定的速度被吸附床吸附直至吸附床达到吸附终了状态;所述环境温度为电动汽车工作地点的气温;

[0057] 在电池组充电模式下,电池组处于充电状态,并且能够产生热量,与电池组相连的吸附床处于被电池组产生的热量加热的状态,当吸附床的压力处于设定范围时,第二调节阀和第八调节阀处于开启状态,第一制冷剂能够在外侧换热器冷凝,并且:

[0058] -若环境温度低于设定的电池组的最低适宜工作温度,则电池组处于充电完成状态时,第二调节阀和第八调节阀处于关闭状态,吸附床处于解吸终了状态或部分吸附状态;或者

[0059] -若环境温度大于等于电池组最低适宜工作温度,则电池组处于充电完成状态时,第五调节阀处于开启状态,第二调节阀处于设定的开启程度,第八调节阀处于关闭状态,位

于储液罐中的制冷剂能够以设定的速度被吸附床吸附直至吸附床达到吸附终止状态；

[0060] 其中,所述部分吸附状态是指吸附床少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终止状态是指吸附床的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态;所述第一制冷剂为吸附床解吸的制冷剂;所述解吸终止状态是指吸附床的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

[0061] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0062] 1、本发明提供的电动汽车热管理系统,具有结构简单、热量利用率高、可靠性好的优点;

[0063] 2、本发明提供的电动汽车热管理系统,可实现对电池组的高效散热;当电池组处于工作状态时,部分热量被吸附床吸收,用于驱动吸附床内的解吸作用;剩余热量通过吸附床直接传递给制冷剂,被制冷剂带走。与传统散热系统相比,系统耗电量更少,传热效率更高,性能更为优越。

[0064] 3、本发明提供的电动汽车热管理系统,当环境温度低于电池组最低适宜工作温度时,本发明提供的电动汽车热管理系统可实现对电池组的有效保温,且该过程不消耗电能。

[0065] 4、本发明提供的电动汽车热管理系统,利用电池组的余热驱动吸附系统,产生一定的制冷/制热效果,以减少压缩机耗功,提高电动汽车的续航里程。

## 附图说明

[0066] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0067] 图1为本发明提供的电动汽车热管理系统优选例的整体结构示意图。

[0068] 下表为说明书附图中的各个附图标记的含义:

[0069] 电池组1	储液罐9
吸附床2	第四调节阀10
第一调节阀3	第五调节阀11
第二调节阀4	第六调节阀12
压缩机5	四通换向阀13
内侧换热器6	外侧风机14
第三调节阀7	第七调节阀15
外侧换热器8	第八调节阀16

## 具体实施方式

[0070] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0071] 需要说明的是,本发明使用的序数形容词“第一”、“第二”及“第三”等用来描述共同的对象,仅表示指代相同对象的不同实例,而并不是要暗示这样描述的对象必须采用给定的顺序,无论是时间地、空间地、排序地或任何其它方式。

[0072] 根据本发明提供的一种电动汽车热管理系统,包括蒸汽压缩子系统;所述蒸汽压缩子系统包括压缩机5、内侧换热器6、第一调节阀机构、外侧换热器8、储液罐9以及四通换向阀13;所述第一调节阀机构包括第三调节阀7、第四调节阀10;所述压缩机5的进口经四通换向阀13的第一流道连接至内侧换热器6的出口;所述压缩机5的出口经四通换向阀13的第二流道连接至外侧换热器8的另一端;所述内侧换热器6的进口连接至第三调节阀7的一端;所述第三调节阀7的另一端连接至储液罐9的一端;所述储液罐9的另一端连接至第四调节阀10的一端;所述第四调节阀10的另一端连接至外侧换热器8的一端;所述四通换向阀13的第一流道;所述四通换向阀13的第一流道口、第二流道口构成第一流道;所述四通换向阀13的第二流道;所述四通换向阀13的第三流道口、第四流道口构成第二流道。

[0073] 具体地,本发明提供的电动汽车热管理系统还包括吸附子系统;所述吸附子系统包括电池组1、吸附床2、第二调节阀机构以及外侧风机14;所述第二调节阀机构包括第一调节阀3、第二调节阀4、第五调节阀11、第六调节阀12、第七调节阀15以及第八调节阀16;所述电池组1连接至吸附床2的一端;所述吸附床2的另一端分别连接至第一调节阀3的一端、第二调节阀4的一端;所述吸附床2的另一端经第一调节阀3、第七调节阀15连接至内侧换热器6的出口;所述吸附床2的另一端经第二调节阀4、第八调节阀16连接至外侧换热器8的另一端;所述第一调节阀3的另一端连接至第七调节阀15;所述第一调节阀3的另一端经第六调节阀12连接至储液罐9的另一端;所述第二调节阀4的另一端连接至第八调节阀16;所述第二调节阀4的另一端经第五调节阀11连接至储液罐9的一端。

[0074] 所述电动汽车热管理系统还包括制冷剂;所述制冷剂能够在蒸汽压缩子系统和吸附子系统内按照设定的方式运动;电动汽车热管理系统开启后,所述蒸汽压缩子系统连续运行,所述吸附子系统间歇运行;所述吸附子系统能够在待吸附状态和待解吸状态这两种状态间切换;

[0075] 其中,所述待吸附状态是指吸附床2全部或部分解吸的状态,所述解吸是指未吸附制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床2全部或部分吸附有制冷剂的状态;所述吸附床2在待吸附状态下能够吸附制冷剂,在待解吸状态下能够解吸制冷剂。

[0076] 当电池组1的温度低于设定的电池组1的最低适宜工作温度时,所述吸附子系统处于待吸附状态;在所述待吸附状态下,吸附床2的初始状态为解吸终了状态或部分吸附状态;当吸附床2吸附制冷剂后,所述吸附床2处于吸附终了状态或部分吸附状态;所述解吸终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态;所述部分吸附状态是指吸附床2少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床2少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态。

[0077] 当电池组1的温度大于等于设定的电池组1的最低适宜工作温度,并且电池组1处于工作状态时,所述吸附子系统处于待解吸状态;在所述待解吸状态下,吸附床2的初始状态为吸附终了状态或部分吸附状态;当吸附床2释放制冷剂后,所述吸附床2处于解吸终了状态或部分吸附状态;所述解吸终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态;所述部分待吸附状态是指吸附床2少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床2少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态。

[0078] 所述电动汽车热管理系统能够在电池组工作模式、电池组非工作模式以及电池组充电模式这三种状态间切换;所述电池组工作模式是指电池组1处于工作状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态;所述电池组非工作模式是指电池组1处于关闭状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态;所述电池组充电模式是指电池组1处于充电状态时,设定的电动汽车热管理系统的运行状态。

[0079] 更具体地,在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于制热工作方式时,第二调节阀4和第八调节阀16均处于开启状态;并且:

[0080] -吸附床2处于待解吸状态,第一制冷剂能够与第二制冷剂混合后通过压缩机5进入蒸汽压缩子系统;或者

[0081] -吸附床2处于解吸终了状态,第一调节阀3处于设定的开启程度作为节流阀,第六调节阀12处于开启状态,第七调节阀15处于关闭状态,储液罐9中的部分制冷剂液体能够通过第六调节阀13,并经第一调节阀3节流后进入吸附床2;

[0082] 其中,所述第一制冷剂为吸附床2解吸的制冷剂;所述第二制冷剂为外侧换热器8循环的制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床2全部或部分吸附有制冷剂的状态,吸附床2在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述解吸终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

[0083] 在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于制冷工作方式时,第一调节阀3和第七调节阀15均处于开启状态,并且:

[0084] -吸附床2处于待解吸状态,第一制冷剂能够与第三制冷剂混合后通过压缩机进入蒸汽压缩子系统;或者

[0085] -吸附床2处于解吸终了状态,第二调节阀4处于设定的开启程度作为节流阀,第五调节阀11处于开启状态,第八调节阀16处于关闭状态,储液罐9中的部分制冷剂液体能够通过第五调节阀11,并经第二调节阀4节流后进入吸附床2;

[0086] 其中,所述第一制冷剂为吸附床2解吸的制冷剂;第三制冷剂为内侧换热器6循环的制冷剂;所述待解吸状态是指吸附床2全部或部分吸附有制冷剂的状态,吸附床2在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述解吸终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

[0087] 在电池组工作模式下,当所述蒸汽压缩子系统处于非工作方式时,第二调节阀4和第八调节阀16均处于开启状态,并且:

[0088] -吸附床2处于待解吸状态,第一制冷剂能够直接进入外侧换热器8冷凝;或者

[0089] -吸附床2处于换热状态,压缩机5处于开启状态,四通换向阀13处于能够连接压缩机5和外侧换热器8的状态,制冷剂能够依次通过压缩机5、四通换向阀13以及外侧换热器8,第二调节阀4处于设定的开启程度作为节流阀,第一调节阀3和第七调节阀15均处于开启状态,第三调节阀7、第六调节阀12以及第八调节阀16处于关闭状态,储液罐9中的部分制冷剂能够通过第五调节阀11并经第二调节阀4节流后进入吸附床2;即制冷剂能够依次经过吸附床2、第一调节阀3、第七调节阀15、四通换向阀13、压缩机5、四通换向阀13、外侧换热器8、第六调节阀12、储液罐9、第五调节阀11、第二调节阀4以及吸附床2完成循环;

[0090] 其中,所述待解吸状态是指吸附床2全部或者大于设定比例的部分吸附有制冷剂的状态,吸附床2在待解吸状态下能够解吸制冷剂;所述第一制冷剂为吸附床2解吸的制冷

剂;所述换热状态是指吸附床2全部或设定比例的部分解吸的状态,即吸附床2在换热状态下不能够解吸制冷剂,其中所述解吸是指未吸附制冷剂。

[0091] 在电池组非工作模式下,有

[0092] -当电池组1温度低于设定的电池组1的最低适宜工作温度时,并且电池组1的电量低于设定值时,吸附床2处于部分吸附状态,第二调节阀4和第八调节阀16处于开启状态,第四调节阀10处于设定的开启程度作为节流阀,储液罐9中的部分制冷剂液体能够经第四调节阀10节流后,依次通过外侧换热器8、第八调节阀16以及第二调节阀4,进入吸附床2被吸附床2吸附,其中,第二调节阀4和第八调节阀16的开启时间与电池组1的电量成反比;或者

[0093] -当电池组1温度大于等于电池组1最低适宜工作温度时,第五调节阀11处于开启状态,第二调节阀4处于设定的开启程度,第八调节阀16处于关闭状态,位于储液罐9中的制冷剂能够以设定的速度被吸附床2吸附直至吸附床2达到吸附终了状态;

[0094] 在电池组充电模式下,电池组1处于充电状态,并且能够产生热量,与电池组1相连的吸附床2处于被电池组1产生的热量加热的状态,当吸附床2的压力处于设定范围时,第二调节阀4和第八调节阀16处于开启状态,第一制冷剂能够在外侧换热器8冷凝,并且:

[0095] -若电池组1温度低于设定的电池组1的最低适宜工作温度,则电池组1处于充电完成状态时,第二调节阀4和第八调节阀16处于关闭状态,吸附床2处于解吸终了状态或部分吸附状态;或者

[0096] -若电池组1温度大于等于电池组1最低适宜工作温度,则电池组1处于充电完成状态时,第五调节阀11处于开启状态,第二调节阀4处于设定的开启程度,第八调节阀16处于关闭状态,位于储液罐9中的制冷剂能够以设定的速度被吸附床2吸附直至吸附床2达到吸附终了状态;

[0097] 其中,所述部分吸附状态是指吸附床2少于设定比例的一部份未吸附制冷剂或者吸附床2少于设定比例的一部份吸附制冷剂完毕的状态;所述吸附终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分吸附制冷剂完毕的状态;所述第一制冷剂为吸附床2解吸的制冷剂;所述解吸终了状态是指吸附床2的全部或设定比例的部分未吸附制冷剂的状态。

[0098] 进一步地,本发明的优选例提供了一种复合电动汽车热管理系统(以下简称系统),系统通过将吸附子系统与蒸汽压缩子系统结合,实现对电动汽车电池组和客舱温度的高效控制。其中,蒸汽压缩系统连续运行,吸附系统间歇运行。系统包括电池组1、吸附床2、第一调节阀机构、第二调节阀机构、压缩机5、四通换向阀13、储液罐9、内侧换热器6、外侧换热器8和外侧风机14。系统的吸附床2与电池组1紧密结合,将制冷剂直接引入吸附床2,通过解吸/吸附作用产生的制冷/制热效果,对电池组1进行高效冷却/加热。同时,系统可利用吸附热在低温条件下对电池组1进行有效预热。本发明通过引入吸附子系统实现对电池组1温度的高效控制,改善电池组1的工作环境,提高电池组1寿命。同时充分利用电池组1余热,降低空调及电池组1散热系统的能耗,提高电动汽车的续航里程,为电动汽车高效运行提供一种优选的热管理方案。

[0099] 本发明优选例主要部件间的连接关系如下:吸附床2连接电池组1、第一调节阀3和第二调节阀4;内侧换热器6连接四通换向阀13、第三调节阀7和第七调节阀15;外侧换热器8连接外侧风机14、四通换向阀13、第四调节阀10和第八调节阀16;四通换向阀13连接内侧换热器6、外侧换热器8、第七调节阀15、第八调节阀16和压缩机5;储液罐9连接第三调节阀7、

第四调节阀10、第五调节阀11和第六调节阀12。

[0100] 本发明的优选例还提供了上述系统的一种热管理方法,具体如下:

[0101] 系统运行前,当电池组1温度低于电池组最低适宜工作温度时,吸附床2的初始状态处于解吸终了状态或部分吸附状态;当吸附床2吸附制冷剂后,所述吸附床2处于吸附终了状态或部分吸附状态。

[0102] 当电池组1温度高于或等于电池组1最低适宜工作温度并当电池组1处于工作状态时,吸附床2初始状态处于吸附终了状态或部分吸附状态;当吸附床2释放制冷剂后,所述吸附床2处于解析终了状态或部分吸附状态。第一调节阀3、第二调节阀4、第五调节阀11、第六调节阀12、第七调节阀15和第八调节阀16均关闭,第三调节阀7和第四调节阀10开启,蒸汽压缩子系统(以下简称压缩式系统)处于中间平衡压力。

[0103] 所述复合电动汽车热管理系统的蒸汽压缩子系统存在制冷、制热两种工况,两种工况通过四通换向阀13切换。所述蒸汽压缩子系统包括制冷模式;在制冷模式中:制冷剂从所述内侧换热器6依次经四通换向阀13的第一流道口、第二流道口流至压缩机5的进口;所述压缩机5的出口经四通换向阀13的第四流道口、第三流道口连接至外侧换热器8的另一端;所述外侧换热器8的进口经第四调节阀10流至储液罐9的另一端;所述储液罐9的一端经第三调节阀7流至内侧换热器6的入口进行冷凝,作为一个循环;所述第三调节阀7作为节流阀。具体地说,在制冷模式中,电池组1处于非工作状态。当蒸汽压缩子系统处于制冷工况,即制冷模式时,从内侧换热器6蒸发出的制冷剂气体通过四通换向阀13后进入压缩机5被压缩,之后进入外侧换热器8冷凝。调节第三调节阀7的开度,使其成为节流阀。冷凝后的液体流经第四调节阀10后进入储液罐9,之后被第三调节阀7节流后进入内侧换热器6蒸发,完成整个循环。

[0104] 所述蒸汽压缩子系统,还包括制热模式;在制热模式中:制冷剂从所述外侧换热器8依次经四通换向阀13的第三流道口、第四流道口流至压缩机5的出口;所述压缩机5的进口经四通换向阀13的第二流道口、第一流道口连接至内侧换热器6的出口;所述内侧换热器6的进口经第三调节阀7流至储液罐9的一端;所述储液罐9的另一端经第四调节阀10流至外侧换热器8的一端进行蒸发,作为一个循环;所述第四调节阀10作为节流阀;在制热模式中,电池组1处于非工作状态。当蒸汽压缩子系统处于制热工况,即制热模式时,从外侧换热器8蒸发出的制冷剂气体通过四通换向阀13后进入压缩机5被压缩,之后进入内侧换热器6冷凝。调节第四调节阀10的开度,使其成为节流阀。冷凝后的液体流经第三调节阀7后进入储液罐9,之后被第四调节阀10节流后进入外侧换热器8蒸发,完成整个循环。外侧换热器8通过外侧风机14与外界交换热量,客舱温度通过流经内侧换热器6的载热介质控制。

[0105] 上述是为了表述蒸汽压缩子系统与电池组1的工作状态无关,上述蒸汽压缩子系统为目前现有技术中的客舱内的空调系统。吸附子系统在当电池组1的温度高于或低于电池组1最低适宜工作温度时,对电池组1起到降温或加热的作用。

[0106] 在吸附子系统对电池组1进行加热或降温能量不足时,可以通过所述蒸汽压缩子系统进行对吸附子系统的能量补充的作用,系统耗电量更少,传热效率更高,性能更为优越。

[0107] 所述复合电动汽车热管理系统,当电池组1温度低于电池组1最低适宜工作温度时,系统将对电池组1进行预热。此时,打开第二调节阀4、第四调节阀10和第八调节阀16,关

闭其余调节阀。调节第四调节阀10开度,使其成为节流阀。储液罐内的制冷剂液体经第四调节阀10节流后进入外侧换热器,制冷剂液体在外侧换热器中蒸发,制冷剂气体经过第八调节阀16和第二调节阀4,被吸附床2吸附,产生的吸附热给电池组1加热。待电池组1温度达到最低适宜工作温度后,电池组1开始工作。

[0108] 所述复合电动汽车热管理系统,电池组1启动后,关闭第二调节阀4和第八调节阀16,当电池组1温度升高到一定值(低于允许的最高工作温度),需要对吸附床2进行解吸操作。此时分三种情况:

[0109] a、压缩式系统处于制热工作方式时,开启第二调节阀4和第八调节阀16,吸附床2压力降低,从而会持续进行解吸,解吸出来的制冷剂气体与从外侧换热器出来的制冷剂气体混合后通过压缩机,从而进入压缩式系统。当吸附床2的制冷剂解吸完全之后,调节第一调节阀3开度,使其成为节流阀。打开第六调节阀12,保持第七调节阀15关闭,储液罐中的部分制冷剂液体通过第六调节阀12,被第一调节阀3节流后进入吸附床2。此时吸附床2不发生吸附或解吸反应,相当于一个普通换热器,将电池组1的热传递给制冷剂。

[0110] 需要说明的是,压缩式系统处于制热工作模式时,具体是指压缩式系统处于在给客舱内进行制热的工作模式下。

[0111] b、压缩式系统处于制冷(或除霜)工作模式时,开启第一调节阀3和第七调节阀15,吸附床2压力降低,从而会持续进行解吸,解吸出来的制冷剂气体与从内侧换热器出来的制冷剂气体混合后通过压缩机,从而进入压缩式系统。当吸附床2的制冷剂解吸完全之后,调节第二调节阀4开度,使其成为节流阀。打开第五调节阀11,保持第八调节阀16关闭,储液罐中的部分制冷剂液体通过第五调节阀11,被第二调节阀4节流后进入吸附床2。此时吸附床2不发生吸附或解吸反应,相当于一个普通换热器,将电池组1的热传递给制冷剂。

[0112] 需要说明的是,压缩式系统处于制冷(或除霜)工作模式时,具体是指压缩式系统处于在给客舱内进行制冷或除霜的工作模式下。

[0113] c、压缩式系统处于非工作状态时,打开第二调节阀4和第八调节阀16,吸附床2解吸出来的制冷剂气体直接进入外侧换热器冷凝。当吸附床2的制冷剂即将解吸完全前,开启压缩机,调节四通换向阀,使得制冷剂气体被压缩机压缩后进入外侧换热器。调节第二调节阀4开度,使其成为节流阀。开启第一调节阀3和第七调节阀15,关闭第三调节阀7、第六调节阀12和第八调节阀16。储液罐中的部分制冷剂液体通过第五调节阀11,被第二调节阀4节流后进入吸附床2。此时吸附床2不发生吸附或解吸反应,相当于一个普通换热器,将电池组1的热传递给制冷剂。此时的制冷剂循环依次经过:吸附床2、第一调节阀3、第七调节阀15、四通换向阀、压缩机、四通换向阀、外侧换热器、第六调节阀12、储液罐、第五调节阀11、第二调节阀4(起节流作用)、吸附床2。

[0114] 所述复合电动汽车热管理系统,电池组1停止工作之前,先关闭第一调节阀3和第二调节阀4,使得吸附床2始终处于解吸终止状态。

[0115] 所述复合电动汽车热管理系统,电池组1不工作时,当电池组1温度低于电池组1最低适宜工作温度且其电量低于50%时,则开启第二调节阀4和第八调节阀16,调节第四调节阀10开度,使其成为节流阀。储液罐的制冷剂液体经过第四调节阀10节流后,进入外侧换热器,在外侧换热器蒸发,制冷剂气体经过第八调节阀16和第二调节阀4,被吸附床2吸附。经过一段时间,关闭第二调节阀4和第八调节阀16。第二调节阀4和第八调节阀16的开启时间

与电池组1的电量成反比。此时,吸附床2处于部分待吸附状态。当电池组1温度高于或等于电池组1最低适宜工作温度时,打开第五调节阀11,将第二调节阀4调到小开度,保持第八调节阀16关闭,使吸附床2从储液罐吸附制冷剂气体,此时的吸附反应非常缓慢,产生的吸附热不会对电池组1造成任何影响。使得吸附床2最后达到吸附终了状态。

[0116] 所述复合电动汽车热管理系统,电池组1充电时,产生的热量加热吸附床2,当压力达到一定值,则开启第二调节阀4和第八调节阀16,解吸出来的制冷剂气体在外侧换热器冷凝。当电池组1温度低于电池组1最低适宜工作温度时,电池组1充电结束后关闭第二调节阀4和第八调节阀16,吸附床2处于解吸终了状态或部分待吸附状态。当电池组1温度高于或等于电池组1最低适宜工作温度时,电池组1充电结束后,打开第五调节阀11,将第二调节阀4调到小开度,保持第八调节阀16关闭,使吸附床2从储液罐吸附制冷剂气体,此时的吸附反应非常缓慢,产生的吸附热不会对电池造成任何影响。使得吸附床2最后达到吸附终了状态。

[0117] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”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申请和简化描述,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申请的限制。以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。



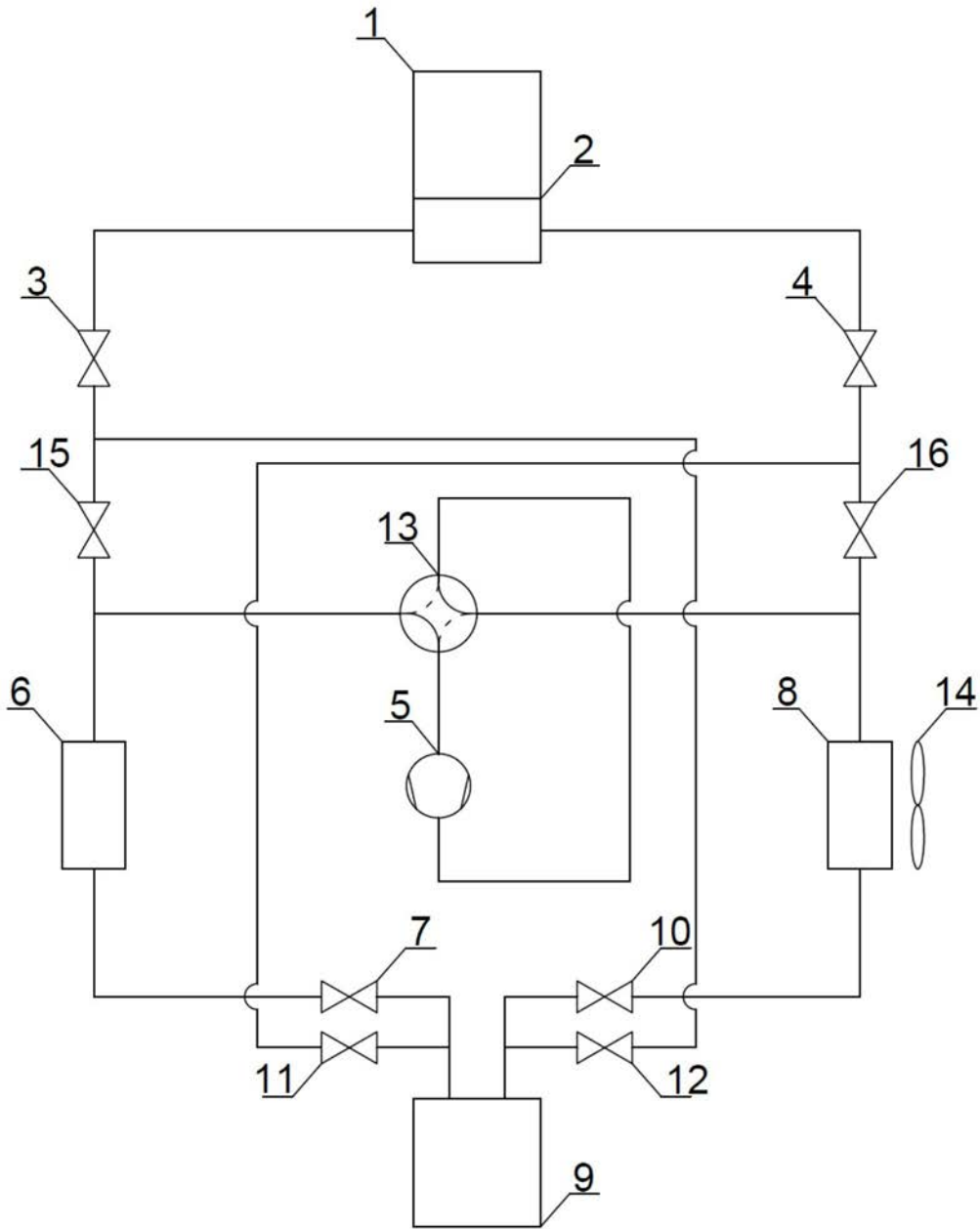


图1