

车辆热管理系统及电动汽车

相关申请的交叉引用

本公开要求于 2020 年 09 月 21 日提交的申请号为 202022094143.7，名称为“车辆热管理系统及电动汽车”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及电动汽车的空调领域，具体地，涉及一种车辆热管理系统及电动汽车。

背景技术

在车辆、尤其是电动车辆和混合动力车辆中，为了确保电动车辆和混合动力车辆的续驶里程、寿命和可调用的功率，需要对车辆的动力电池进行温度管理，使得动力电池始终在合适的温度下工作。在相关技术中，设置有利于对电池包加热的电池换热回路，在该电池换热回路中设置有利于加热冷却液的 PTC、用于促进冷却液循环的水泵以及设置电池包处用于与电池包热交换的换热器。通过回路中的 PTC 加热回路中的冷却液进而对电池加热，通过电池包处换热器中的冷却液与空调系统中的制冷剂热交换来冷却电池，对电池冷却时则关闭回路中的 PTC。这种通过额外设计的电池换热回路来对电池包进行热管理系统，管路布置复杂，零部件较多，成本较高。

公开内容

本公开的目的是提供一种车辆热管理系统，能够简化对电池包冷却和加热的管路布置，降低成本。

为了实现上述目的，本公开提供一种车辆热管理系统，包括第一热管理系统以及用于高压系统的第二热管理系统，所述第二热管理系统包括散热器、换热器和余热利用支路，所述余热利用支路上设置有相互连通的水泵和流经高压系统的高压系统冷却支路，所述换热器的冷却液出口与所述余热利用支路的进口连通，所述余热利用支路的出口可选择地直接与所述换热器的冷却液进口连通或经由所述散热器与所述换热器的冷却液进口连通；

所述第一热管理系统包括压缩机和设置有直冷装置的电池包，所述压缩机的出口与所述电池包的直冷装置的第一口连通，所述电池包的直冷装置的第二口经由第一节流支路与所述换热器的制冷剂进口连通，所述换热器的制冷剂出口与所述压缩机的进口连通。

上述技术方案，至少能够达到以下技术效果：

由于在电池包上设置有直冷装置，通过直冷装置完成制冷剂与电池包之间的热交换，从而不必在电池包上布置额外的换热器以及与额外的换热器连通的用于对电池包冷

却的管路，简化了对电池包加热和冷却的管路布置，降低了成本。直接用制冷剂给电池包换热，换热效率高，不受外环境影响，不管是在高温或是低温环境下，都能使电池包工作在合适的温度范围内，提高电池包的充放电效率，提高续航能力，延长电池包寿命，确保电池包的安全性。

- 5 根据本公开的另一方面，提供一种电动汽车，包括上述任意一项所述的车辆热管理系统。

本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

- 10 附图是用来提供对本公开的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本公开，但并不构成对本公开的限制。在附图中：

图 1 是本公开一种实施方式的车辆热管理系统的循环回路的示意图，其中用虚线箭头示出余热利用支路；

- 15 图 2 是本公开另一种实施方式的第二热管理系统的循环回路的示意图，其中用虚线箭头示出余热利用支路；

图 3 是本公开另一种实施方式的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

图 4a 是处于电池包加热——高压系统余热利用模式下的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

- 20 图 4b 是本公开一种实施方式的处于电池包加热——高压系统余热+外界环境能量模式下的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

图 5a 是本公开一种实施方式的处于电池包加热、乘员舱采暖——高压系统余热利用模式下的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

图 5b 是本公开一种实施方式的处于电池包加热、乘员舱采暖——高压系统余热+外界环境能量模式下的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

- 25 图 6 是本公开一种实施方式的处于电池包冷却模式下的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

图 7 是本公开一种实施方式的处于乘员舱冷却模式下的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

- 30 图 8 是本公开一种实施方式的处于电池包冷却、乘员舱冷却模式下的车辆热管理系统的循环回路的示意图；

图 9 是本公开一种实施方式的车辆热管理系统的膨胀开关阀的剖视示意图；

图 10 是本公开一种实施方式的车辆热管理系统的电池包的自加热装置的控制原理图。

35 附图标记说明

100-车辆热管理系统；10-第一热管理系统；11-压缩机；12-电池包；121-第一口；

122-第二口；13-车内冷凝器；15-加热器；17-车内蒸发器；20-第二热管理系统；21-换热器；22-高压系统冷却支路；23-水泵；24-换向阀；25-散热器；26-风扇；27-余热利用支路；50-双向膨胀组件；51-第四单向阀；52-第五单向阀；53-第六单向阀；54-单向膨胀阀；55-第七单向阀；61-第一单向阀；611-第一单向支路；62-第二单向阀；621-第二单向支路；63-第三单向阀；631-第三单向支路；65-膨胀开关阀；66-双向膨胀阀；67-电子膨胀阀；71-第一开关阀；72-第二开关阀；73-第三开关阀；80-第一支路；81-第一通流支路；82-第二通流支路；83-第三通流支路；84-第四通流支路；91-第一节流支路；92-第二节流支路；93-第三节流支路；500-阀体；501-进口；502-出口；503-第一阀芯；504-第二阀芯；505-节流口；510-阀座；511-第一阀壳；512-第二阀壳；521-第一电磁驱动部；522-第二电磁驱动部；101-第一电机电控电路；102-第二电机电控电路。

具体实施方式

以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开，并不用于限制本公开。

在本公开中，在未作相反说明的情况下，使用的方位词如“上游、下游”是相对于制冷剂的流动方向而言的，具体地，朝向制冷剂的流动方向为下游，背离制冷剂的流动方向为上游，“内、外”是指相应部件轮廓的内与外。

在本公开中，电动汽车可以包括纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车。图 1 是根据本公开的一种实施方式的车辆热管理系统 100 的结构示意图。如图 1 所示，该系统可以包括：HVAC（采暖通风及空调，Heating Ventilation and Air Conditioning）总成和风门机构（未示出），其中，风门机构包括可以用于导通通向车内蒸发器 17 和车内冷凝器 13 的风道。

为了简化对电池包 12 进行冷却和加热的管路，在本公开的一种实施方式中，如图 1 所示，提供了一种车辆热管理系统 100，其包括第一热管理系统 10 以及用于高压系统的第二热管理系统 20。第二热管理系统 20 包括散热器 25、换热器 21 和余热利用支路 27（图 1 和图 2 中的虚线箭头示出），余热利用支路 27 上设置有相互连通的水泵 23 和流经高压系统的高压系统冷却支路 22，换热器 21 的冷却液出口与余热利用支路 27 的进口连通，余热利用支路 27 的出口可选择地经由第四通流支路 84 直接与换热器 21 的冷却液进口连通或经由散热器 25 与换热器 21 的冷却液进口连通。余热利用支路 27 上设置的水泵 23 为整个第二热管理系统 20 提供循环的动力。其中，第二热管理系统 20 还包括换向阀 24，余热利用支路 27 的出口通过该换向阀 24 实现可选择地直接与换热器 21 的冷却液进口连通或经由散热器 25 与换热器 21 的冷却液进口连通。

第一热管理系统 10 包括压缩机 11 和设置有直冷装置的电池包 12，压缩机 11 的出口与电池包 12 的直冷装置的第一口 121 连通，电池包 12 的直冷装置的第二口 122 经由第一节流支路 91 与换热器 21 的制冷剂进口连通，换热器 21 的制冷剂出口与压缩机 11

的进口连通。

在本公开中对水泵 23、换热器 21 和高压系统冷却支路 22 的上下游顺序不作限制，例如如图 1 中所示的，沿冷却液的流动方向高压系统冷却支路 22、换热器 21 和水泵 23 依次布置，或，如图 2 中所示的，沿冷却液的流动方向换热器 21、高压系统冷却支路 22、和水泵 23 依次布置，或，沿冷却液的流动方向水泵 23、换热器 21 和高压系统冷却支路 22 依次布置，或，沿冷却液的流动方向冷却支路 22、水泵 23 和换热器 21 依次布置等等。在本公开中，为了便于解释说明，以图 1 中所示的布置方式为例进行说明。

在上述的技术方案中，高压系统包括电机、电机控制器和充配电三合一等在高电压下工作的器件。这些器件由于在高电压下工作，在工作时会产生大量的热量。换热器 21 共有四个进出口，分别是用于供制冷剂流通的制冷剂进口和制冷剂出口，用于供冷却液流通的冷却液进口和冷却液出口。

在本公开中的“散热器 25”起到的是热交换器的功能，能够与外界环境交换热量。当车辆热管理系统 100 需要供暖时，该散热器 25 能够吸收外界环境的热量，当车辆热管理系统 100 需要制冷时，该散热器 25 能够向外界环境散发热量。

为了防止损坏压缩机 11，本公开中的车辆热管理系统 100 还包括气液分离器，气液分离器的出口与压缩机 11 的进口连通，所有需要与压缩机 11 进口连通的支路都需要先经过气液分离器后进入压缩机 11。这样，制冷剂可以首先经过气液分离器进行气液分离，分离出的气体再回流到压缩机 11 中，从而防止液态制冷剂进入到压缩机 11 而损坏压缩机 11，从而可以延长压缩机 11 的使用寿命，并提高整个热泵空调系统的效率。

在上述的第二热管理系统 20 中，可利用换向阀 24 切换，改变冷却液的流动路径，以使其冷却液是否流经散热器 25，使得第二热管理系统 20 包括两种工作模式：高压系统余热利用模式、高压系统余热+外界环境能量模式。其中，在外界环境能量模式中，当需要从外界环境中吸收热量时，属于吸收外界环境能量模式；当需要向外界环境中释放热量时，属于向外界环境释放能量模式。

当第二热管理系统 20 处于高压系统余热利用模式时，其中的冷却液流动路径为：参考图 4a，水泵 23——换向阀 24（a 和 b 口连通）——高压系统冷却支路 22——换热器 21 的冷却液进口——换热器 21 的冷却液出口——水泵 23。在此工作模式下，冷却液在流经高压系统时会吸收高压系统中设备的热量，然后回到换热器 21 中与流经换热器 21 的制冷剂进行热交换，使制冷剂的温度升高。

当第二热管理系统 20 处于高压系统余热+外界环境能量模式（吸收外界环境能量模式、向外界环境释放能量）时，其中的冷却液流动路径为：参考图 4b，水泵 23——换向阀 24（a 和 c 口连通）——散热器 25——高压系统冷却支路 22——换热器 21 的冷却液进口——换热器 21 的冷却液出口——水泵 23。

在吸收外界环境能量模式下，从水泵 23 流出的冷却液在流经散热器 25 时吸收环境中的热量，然后，流经高压系统时会继续吸收高压系统中设备的热量，然后回到换热器 21 中与流经换热器 21 的制冷剂进行热交换，使制冷剂的温度升高。通过增加了第二热

管理系统 20 中的热源,将外界环境中吸收的热量和从高压系统中吸收的热量进行叠加,而吸收的热量更多,使得制冷剂能够从冷却液中吸收的热量更多,增加整车能量利用率。

在向外界环境释放热量的模式下,从水泵 23 流出的冷却液在流经散热器 25 时向外界环境释放热量,然后,流经高压系统时会继续与高压系统交换热量,然后回到换热器 21 中与流经换热器 21 的制冷剂进行热交换,使制冷剂的温度降低。

在一种实施方式中,根据电池包 12 具体的加热需求来选择第二热管理系统 20 的模式,当高压系统的余热足以使对电池包 12 加热至指定温度时,第二热管理系统 20 处于高压系统余热利用模式;当高压系统的余热不足以使对电池包 12 加热至指定温度时,第二热管理系统 20 处于高压系统余热+外界环境能量模式。可以理解的是,在其他实施方式中,也可根据其他需求来设置第二热管理系统 20 所处的模式。

通过上述的技术方案,当环境温度较低,需要对电池包 12 进行加热时,参考图 4a 和图 4b 所示,此时,第一热管理系统 10 处于电池包 12 加热模式,第二热管理系统 20 处于高压系统余热利用模式或高压系统余热+外界环境能量模式。电池包 12 加热模式中制冷剂的循环回路为:压缩机 11——电池包 12 的直冷装置的第一口 121——电池包 12 的直冷装置的第二口 122——第一节流支路 91——换热器 21——气液分离器——压缩机 11。具体过程为,电动压缩机 11 开始工作压缩制冷剂,从压缩机 11 流出的为高温高压的气态制冷剂,高温高压的气态制冷剂流入电池包 12 内部的直冷装置中,放出大量的热与电池包 12 进行热交换,换热后的中温高压的制冷剂通过第一节流支路 91 节流降压后成为低温低压的液体,而后进入换热器 21,吸收热量,吸热后的高温低压的制冷剂经由气液分离器回到压缩机 11,进入下一个循环。

当高压系统冷却支路 22 流过高压系统时,会与高压系统进行热量交换,吸收高压系统中的热量,吸收有高压系统热量的冷却液在流经换热器 21 时会与流经该换热器 21 的制冷剂进行热交换,从而将从高压系统处吸收的热量传递至制冷剂,从而可利用该回收的热量为电池包 12 加热,有效地利用了高压系统的余热,在对高压系统中的器件进行降温的同时还能够利用该热量为电池包 12 加热,提高了能量利用率,不必利用空调对电池包 12 加热,因此能够提高空调系统为乘员舱的采暖能效。

而且,由于在电池包 12 上设置有直冷装置,通过直冷装置完成制冷剂与电池包 12 之间的热交换,从而不必在电池包 12 上布置额外的换热器以及与额外的换热器连通的用于对电池包 12 冷却的管路,简化了对电池包 12 加热和冷却的管路布置,降低了成本。直接用制冷剂给电池包 12 换热,换热效率高,不受外环境影响,不管是在高温或是低温环境下,都能使电池包 12 工作在合适的温度范围内,提高电池包 12 的充放电效率,提高续航能力,延长电池包 12 寿命,确保电池包 12 的安全性。

为了提高对电池包 12 的加热冷却效率,在本公开的一种实施方式中,电池包 12 包括电池模块和直冷装置,直冷装置包括多个用于引导制冷剂的冷却管路,多个冷却管路铺设于电池模块的表面。直冷装置构造成用于在冷却电池时将热量从电池模块传递到制冷剂上,或,在为电池加热时,将热量从制冷剂传递到电池模块上。其中,直冷装置并

不限制于仅能够对电池包 12 冷却,当直冷装置中制冷剂的温度高于电池包 12 的温度时,此时直冷装置对电池包 12 加热;当直冷装置中制冷剂的温度低于电池包 12 的温度时,此时直冷装置对电池包 12 冷却。

这里需要说明的是,在本公开中,电池包 12 可以包括电池包 12 箱体和设置在该电
5 池包 12 箱体内的多个电池模块,直冷装置设置在电池包 12 箱体内部并与多个电池模块紧密贴合。这样,制冷剂流经直冷装置,而直冷装置与多个电池模块紧密贴合,使得制冷剂能够与电池模块直接换热,提高换热效率。

可选地,在本公开的一种实施方式中,换热器 21 为板式换热器 21,板式换热器 21 是由一系列具有一定波纹形状的金属片叠装而成的一种高效换热器 21。各种板片之间
10 形成薄矩形通道,通过板片进行热量交换。板式换热器 21 具有换热效率高、热损失小、结构紧凑轻巧、占地面积小、应用广泛、使用寿命长等特点。在相同压力损失情况下,其传热系数比管式换热器 21 高 3-5 倍,占用面积为管式换热器 21 的三分之一,热回收率可高达 90%以上,因此,不会占用过多的车辆上的空间。

为了在电池包 12 温度过高时对电池包 12 进行冷却,在本公开的一种实施方式中,
15 如图 1 所示,第一热管理系统还包括双向膨胀组件 50,压缩机 11 的出口可选择地经由第一支路 80 与换热器 21 的制冷剂进口连通,和/或,经由第一通流支路 81 与电池包 12 的直冷装置的第一口 121 连通。即,压缩机 11 的出口可选择地与换热器 21 的制冷剂进口及电池包 12 的直冷装置的第一口 121 的至少一个连通。电池包 12 的直冷装置的第二口 122 经由双向膨胀组件 50 与换热器 21 的制冷剂进口与单向连通,换热器 21 的
20 制冷剂出口经由第二通流支路 82 与压缩机 11 的进口连通。电池包 12 的直冷装置的第一口 121 还经由第三通流支路 83 与压缩机 11 的进口连通。电池包 12 的直冷装置的第二口 122 与换热器 21 的制冷剂进口单向连通,能够防止在对电池包 12 冷却时从压缩机 11 的出口流出的制冷剂直接流向电池包 12。

可选地,在本公开的一种实施方式中,第三通流支路 83 上设置有第三开关阀 73,
25 第三开关阀 73 构造成仅在电池包 12 中的制冷剂的流向是,从电池包 12 的直冷装置的第二口 122 流向第一口 121 时打开。

通过上述的技术方案,当电池包 12 温度过高,需要对电池包 12 进行冷却时,参考图 6,此时,第一热管理系统 10 处于电池包 12 冷却模式,第二热管理系统 20 处于高压系统余热+向外界环境释放能量模式,此时散热器 25 作用为向外界环境释放大量热
30 量。制冷剂的循环回路为:压缩机 11——第一支路 80——换热器 21——双向膨胀组件 50——电池包 12 的直冷装置的第二口 122——电池包 12 的直冷装置的第一口 121——气液分离器——压缩机 11。当电池包 12 温度较高时,电动压缩机 11 开始工作,从压缩机 11 出来的高温高压的气态制冷剂,流入换热器 21 中,与换热器 21 中的冷却液进行热交换,放出大量的热,换热后的低温制冷剂通过双向膨胀组件 50 节流降压后进入
35 电池包 12,吸收电池包 12 的热量,吸热后的高温制冷剂经由气液分离器回到压缩机 11,进入下一个循环。其中,在该回路中的双向膨胀组件起到控制制冷剂流向的作用,特别

是防止在电池包 12 加热模式中从电池包 12 的第二口 122 流出的制冷剂直接回到压缩机 11 中。

另外，通过合理地设置双向膨胀组件 50 使得对电池包 12 加热和冷却时能够利用同一条支路，只是改变了管路中制冷剂的流向，不必额外设置管路，进一步地简化了管路的布置。

可选地，在一种实施方式中，该第三开关阀 73 以及下文的第一开关阀 71 和第二开关阀 72 等开关阀可以为电磁阀。可以理解的是，在其他实施方式中，第一开关阀 71、第二开关阀 72、第三开关阀 73 等开关阀可以为任何能够实现开关功能的阀，本公开对此不做限制，例如可以为换向阀 24 等。在本公开的下文中出现的其他的开关阀（如第一开关阀 71、第二开关阀 72）可为电磁阀或其他能够实现开关作用的阀，本公开对此不做限制，在下文中不再赘述。

在本公开中压缩机 11 流出的制冷剂可选择地流经电池包 12 或第一支路 80，为了能够控制该制冷剂的流向，在本公开的一种实施方式中，如图 1 所示，第一支路 80 上设置有膨胀开关阀 65，第一通流支路 81 上设置有第一开关阀 71。

通过膨胀开关阀 65 和第一开关阀 71 的联合控制，能够控制从压缩机 11 流出的制冷剂的流向，具体如下：当打开第一开关阀 71 并关闭膨胀开关阀 65 时，从压缩机 11 出来的制冷剂仅流向电池包 12，仅能对电池包 12 加热；当关闭第一开关阀 71 并打开膨胀开关阀 65 时，从压缩机 11 出来的制冷剂仅流向第一支路 80（设置有车内冷凝器 13），仅能对乘员舱供暖；当打开第一开关阀 71 并打开膨胀开关阀 65 时，从压缩机 11 出来的制冷剂分别流向电池包 12 和车内冷凝器 13，从而同时对乘员舱供暖并对电池包 12 加热。因此，通过膨胀开关阀 65 和第一开关阀 71 的联合控制，实现压缩机 11 的出口可选择地与电池包 12 的直冷装置的第一口 121 连通和/或与第一支路 80 连通。

在本公开中，对双向膨胀组件 50 的具体结构不做限制，可根据需要进行设置，其中在一种实施方式中，如图 1 所示，双向膨胀组件 50 包括双向膨胀阀 66、第一单向阀 61 及第二单向阀 62。双向膨胀阀 66 与直冷装置的第二口 122 连通，第一单向阀 61 与双向膨胀阀 66 连通以形成由直冷装置的第二口 122 流向换热器 21 的制冷剂进口的第一单向节流支路。第二单向阀 62 与双向膨胀阀 66 连通以形成由换热器 21 的制冷剂出口流向直冷装置的第二口 122 的第二单向节流支路。第一单向节流支路包括上述的第一节流支路 91 及第一单向支路 611，第二单向节流支路包括第二单向支路 621 及上述的第一节流支路 91。

通过该双向膨胀组件 50 能够使当对电池包 12 进行加热时，制冷剂沿第一通道从电池包 12 直冷装置的第二口 122 流向换热器 21 的制冷剂进口，当对电池包 12 进行冷却时，制冷剂沿第二通道从换热器 21 的制冷剂出口流向电池包 12 直冷装置的第二口 122。因此，合理地设置双向膨胀组件 50 使得对电池包 12 加热和冷却时能够利用同一条支路，不必额外设置管路，进一步地简化了管路的布置。

在如图 1 所示的实施例，第一单向阀 61 形成了第一单向支路 611，第二单向阀形

成了第二单向支路 621，双向膨胀阀 66 所在的管路形成了第一节流支路 91。第二单向支路 621 仅允许从换热器 21 制冷剂出口流出的制冷剂流入电池包 12 直冷装置的第二口 122 中，第一单向支路 611 仅允许从电池包 12 直冷装置的第二口 122 中流出的制冷剂流入换热器 21 的制冷剂进口。可以采用多种方式来实现这种单向导通方式。在本公开的一种实施方式中，通过单向阀来实现这种单向导通的方式。在其他替代的实施方式中，可在单向支路上设置可控制的开关阀，该开关阀仅在制冷剂的流向正确时打开。在下文中出现的第三单向支路 631 也至少可采用以上的两种方式实现，即设置单向阀或设置可控制的开关阀实现。

作为双向膨胀组件 50 的另外一种实施方式，如图 3 所示，双向膨胀组件 50 包括第四单向阀 51、第五单向阀 52、第六单向阀 53、第七单向阀 55 及单向膨胀阀 54，第四单向阀 51 与第六单向阀 53 连通以形成由直冷装置的第二口 122 流向换热器 21 的制冷剂进口的第一通道，第五单向阀 52 与第七单向阀 55 连通以形成由换热器 21 的制冷剂出口流向直冷装置的第二口 122 的第二通道，第四单向阀 51 的出口处与第五单向阀 52 的出口处均与单向膨胀阀 54 的进口连通，第六单向阀 53 的进口处与第七单向阀 55 的进口处均与单向膨胀阀 54 的出口连通。这样，第一通道形成为第一单向节流支路，第二通道形成为第二单向节流支路，第一单向节流支路包括依次导通的第四单向阀 51、单向膨胀阀 54 及第六单向阀 53，第二单向节流支路包括依次导通的第五单向阀 52、单向膨胀阀 54 及第七单向阀 55。

为了实现车辆的乘员舱的采暖，在本公开的一种实施方式中，如图 1 所示，第一热管理系统 10 还包括车内冷凝器 13，车内冷凝器 13 设置在第一支路 80 上，车内冷凝器 13 的进口与压缩机 11 的出口连通，车内冷凝器 13 的出口与换热器 21 的制冷剂进口之间设置有第二节流支路 92。

通过设置车内冷凝器 13，车辆热管理系统 100 还可实现乘员舱采暖模式，此时，如图 5a、5b 所示，制冷剂的循环回路为：压缩机 11——车内冷凝器 13——换热器 21——气液分离器——压缩机 11。

车辆热管理系统 100 还可实现电池包 12 加热、乘员舱采暖模式，此时，如图 5a、5b 所示，制冷剂的循环回路为：压缩机 11——车内冷凝器 13、电池包 12——换热器 21——气液分离器——压缩机 11。

在对乘员舱采暖时，在一种实施方式中，根据乘员舱和/或电池包 12 具体的加热需求来选择第二热管理系统 20 的模式，当高压系统的余热足以使对乘员舱和/或电池包 12 加热至指定温度时，第二热管理系统 20 处于高压系统余热利用模式；当高压系统的余热不足以使对乘员舱和/或电池包 12 加热至指定温度时，第二热管理系统 20 处于高压系统余热+外界环境能量模式。可以理解的是，在其他实施方式中，也可根据其他需求来设置第二热管理系统 20 所处的模式。

当乘员舱不需要采暖时，例如上述的电池包 12 加热、冷却模式或下文的乘员舱制冷模式，此时，通过风门机构控制风不经过车内冷凝器 13，由于无风经过，因此，在

车内冷凝器 13 内不会进行热交换，该车内冷凝器 13 仅作为流道使用。

在本公开的一种实施方式中，如图 1 所示，第一热管理系统 10 还包括膨胀开关阀 65，膨胀开关阀 65 的内部具有通流流道和节流流道，当膨胀开关阀 65 作为开关阀使用时，其内部的通流流道导通，当膨胀开关阀 65 作为膨胀阀使用时，其内部的节流流道导通。

膨胀开关阀 65 设置在第一支路 80 上，膨胀开关阀 65 的进口与车内冷凝器 13 的出口连通，膨胀开关阀 65 的出口与换热器 21 的制冷剂进口连通。

在本公开中，膨胀开关阀 65 是同时具有膨胀阀功能和开关阀功能的阀门，可以将其视为是开关阀与膨胀阀的集成。在下文中将提供一种膨胀开关阀 65 的示例实施方式。

当通过换热器 21 给乘员舱加热时，该膨胀开关阀 65 作为膨胀阀使用，从压缩机 11 出来的高温高压的制冷剂经由膨胀开关阀 65 内部的节流流道节流降压后提供给换热器 21。当处于电池包 12 冷却模式时，该膨胀开关阀 65 作为开关阀使用，从压缩机 11 流出的制冷剂经由膨胀开关阀 65 内部的通流流道提供给换热器 21 然后流向电池包 12。当从压缩机 11 流出的制冷剂需要流经第一支路 80 时，膨胀开关阀 65 打开；当从压缩机 11 流出的制冷剂仅直接流至电池包 12 时（如仅对电池包 12 加热时），膨胀开关阀 65 关闭，从而关闭第一支路 80，使得从压缩机 11 流出的制冷剂全部流入电池包 12 所在的支路。

如图 9 所示，上文提及的膨胀开关阀 65 可以包括阀体 500，其中，该阀体上形成有进口、出口以及连通在进口和出口之间的内部流道，内部流道上安装有第一阀芯 503 和第二阀芯 504，第一阀芯 503 使得进口 501 和出口 502 直接连通或断开连通，第二阀芯 504 使得进口 501 和出口 502 通过节流口 505 连通或断开连通。

其中，第一阀芯 503 所实现的“直接连通”是指从阀体 500 的进口 501 进入的冷却剂可以越过第一阀芯 503 而通过内部流道不受影响地直接流到阀体 500 的出口 502，第一阀芯 503 所实现的“断开连通”是指从阀体 500 的进口 501 进入的冷却剂无法越过第一阀芯 503 而不能通过内部流道流向阀体 500 的出口 502。第二阀芯 504 所实现的“通过节流口连通”是指从阀体 500 的进口 501 进入的冷却剂可以越过第二阀芯 504 而通过节流口 505 的节流后流到阀体 500 的出口 502，而第二阀芯 504 所实现的“断开连通”是指从阀体 500 的进口 501 进入的冷却剂无法越过第二阀芯 504 而不能通过节流口 505 流到阀体 500 的出口 502。

这样，通过对第一阀芯 503 和第二阀芯 504 的控制，本公开的膨胀开关阀 65 可以使得从进口 501 进入的冷却剂至少实现三种状态。即，1) 截止状态；2) 越过第一阀芯 503 的直接连通状态；以及 3) 越过第二阀芯 504 的节流连通方式。

其中，高温高压的液态制冷剂再经过节流口 505 节流后，可以成为低温低压的雾状的液压制冷剂，可以为制冷剂的蒸发创造条件，即节流口 505 的横截面积小于出口 502 的横截面积，并且通过控制第二阀芯 504，节流口 505 的开度大小可以调节，以控制流经节流口 505 的流量，防止因制冷剂过少产生的制冷不足，以及防止因制冷剂过多而使

得压缩机产生液击现象。即，第二阀芯 504 和阀体 500 的配合可以使得膨胀开关阀 65 具有膨胀阀的功能。

这样，通过在同一阀体 500 的内部流道上安装第一阀芯 503 和第二阀芯 504，以实现进口 501 和出口 502 的通断控制和/或节流控制功能，结构简单，易于生产和安装，
5 且当本公开提供的膨胀开关阀 65 应用于热管理系统时，由于膨胀开关阀 65 集成了开关阀和膨胀阀，因此，与现有技术中至少要布置两条并联的支路的设置（一条通流支路和一条节流支路），仅需布置一条流经膨胀开关阀 65 的支路即可，简化管理路连接，更利于热管理系统的回油，可以减少整个热管理系统的制冷剂充注量，降低成本。

作为阀体 500 的一种示例性的内部安装结构，如图 9 所示，阀体 500 包括形成内部
10 流道的阀座和安装在该阀座上的第一阀壳 511 和第二阀壳 512，第一阀壳 511 内安装有用于驱动第一阀芯 503 的第一电磁驱动部 521，第二阀壳 512 内安装有用于驱动第二阀芯 504 的第二电磁驱动部 522，第一阀芯 503 从第一阀壳 511 延伸至阀座 510 内的内部流道，第二阀芯 504 从第二阀壳 512 延伸至阀座 510 内的内部流道。

其中，通过对第一电磁驱动部 521（如电磁线圈）的通断电的控制能够方便地控制
15 第一阀芯 503 的位置，进而控制进口 501 和出口 502 直接连通或断开连通；通过对第二电磁驱动部 522（如电磁线圈）的通断电的控制能够方便地控制第二阀芯 504 的位置，从而控制进口 501 和出口 502 是否与节流口 505 连通。换言之，阀体 500 内并联安装有共有进口 501 和出口 502 的电子膨胀阀和电磁阀，因而能够实现膨胀开关阀的通断和/或节流的自动化控制，且简化管理路走向。

20 作为膨胀开关阀 65 的替换的实施方式，可在第一支路 80 上设置膨胀阀，并在该膨胀阀上并联设置开关阀。当不需要对制冷剂进行节流时，则关闭膨胀阀，打开该开关阀，使得制冷剂直接通过该开关阀所在的支路流过；当需要对制冷剂进行节流时，则打开膨胀阀并关闭开关阀，使得制冷剂通过该膨胀阀所在的第一支路 80 流过。

为了实现车辆的乘员舱的制冷，在本公开的一种实施方式中，如图 1 所示，第一热
25 管理系统 10 还包括车内蒸发器 17，换热器 21 的制冷剂出口经由第三节流支路 93 与车内蒸发器 17 的进口连通，车内蒸发器 17 的出口经由第三单向支路 631 与压缩机 11 的进口连通，第三单向支路 631 上设置有第三单向阀 63。该第三单向阀 63 仅允许从车内蒸发器 17 出口流出的制冷剂回到压缩机 11 中。

通过设置车内蒸发器 17，车辆热管理系统 100 还可实现各种乘员舱制冷模式。此时，
30 如图 7-8 所示，第二热管理系统 20 处于高压系统余热+向外界环境释放能量，此时散热器 25 作用为向外界环境释放大量热量。

此时，通过风门机构控制风不经过车内冷凝器 13，该车内冷凝器 13 仅作为流道使用，从车内冷凝器 13 出口流出的高温高压的制冷剂经由膨胀开关阀 65 的通流支路进入换热器 21 换热，成为低温高压的制冷剂经由第三节流支路 93 上的电子膨胀阀 67 的
35 节流降压成为低温低压的制冷剂，进入车内蒸发器 17 蒸发吸热，从而降低车辆的乘员舱的温度。在乘员舱制冷模式下，第一开关阀 71 关闭，第二开关阀 72 关闭，制冷剂的循

环回路为：压缩机 11——车内冷凝器 13（不进行热交换）——膨胀开关阀 65 的通流流道——换热器 21——第三节流支路 93（电子膨胀阀 67）——车内蒸发器 17——第三单向支路 631——气液分离器——压缩机 11。

在本公开中换热器 21 流出的制冷剂可选择地流经电池包 12 或回到压缩机 11 或车内蒸发器 17，为了能够控制该制冷剂的流向，在本公开的一种实施方式中，如图 1 所示，第二通流支路 82 上设置有第二开关阀 72，第三节流支路 93 上设置有电子膨胀阀 67。

通过设置双向膨胀组件、在第三节流支路 93 上设置电子膨胀阀 67 并且在第二通流支路 82 上设置第二开关阀 72，通过双向膨胀阀 66、电子膨胀阀 67 和第二开关阀 72 的联合控制，能够控制从换热器 21 的出口流出的制冷剂的具体流向，使得换热器 21 的出口流出的制冷剂可选择地至少流向电池包 12、车内蒸发器 17 或压缩机 11 其中的一者。

为了进一步提高对乘员舱的供暖能力，如图 1 所示，第一热管理系统 10 还包括加热器 15，加热器 15 被配置为对经过车内冷凝器 13 的用于向车内供暖的空气进行加热。该加热器 15 可为空气加热器 15（APTC）。当通过车内冷凝器 13 对流经的制冷剂冷凝时释放的热量不足以将空气加热至所需温度时，可打开加热器 15，通过加热器 15 进一步地加热空气，满足乘员舱的采暖需求。

为了加快散热器 25 的散热，提高散热效果，在本公开的一种实施方式中，如图 1 所示，第二热管理系统 20 还包括风扇 26，风扇 26 与散热器 25 相对设置，以加快散热器 25 的散热。当第二热管理系统 20 处于高压系统余热+外界环境能量模式，并且需要向外界环境散发热量时，打开风扇 26，加快散热速度。

为了增加电池包 12 的加热效果，在本公开的一种实施方式中，如图 10 所示，电池包 12 包括用于增加电池模块的发热量的自加热装置（未示出）。自加热装置包括控制器、第一电机电控电路 101 和第二电机电控电路 102，第一电机电控电路 101 和第二电机电控电路 102 分别与电池包 12 电连接，控制器分别与第一电机电控电路 101 和第二电机电控电路 102 电连接，控制器被配置为运行于第一控制模式时，控制第一电机电控电路 101 使电池包 12 进行多次充电和放电，以实现对电池包 12 的加热，并且控制第二电机电控电路 102 输出扭矩。

本实施例的自加热装置包括第一电机电控电路 101、第二电机电控电路 102、第一储能模块以及控制器，当控制器被配置为运行于第一控制模式时，控制器通过控制第一电机电控电路 101 中的第一电机逆变器，使电池包 12、第一电机逆变器、第一电机绕组形成第一电池包加热电路，并通过第一电池包加热电路对电池包 12 的内阻进行加热，同时控制第二电机电控电路 102 中的第二电机逆变器，使第二电机电控电路 102 输出动力，实现了电池包 12 的加热和电机的驱动协同进行，并且由于采用第一电机电控电路 101 进行加热，采用第二电机电控电路 102 进行驱动，避免了电机驱动电路中电机绕组和电机逆变器的过度损耗，延长了电路中器件的使用寿命。

第一电池包加热电路通过电池震荡加热电路模块实现。电池震荡加热电路可实现电池包高频交替充放电，该电路中还包括多个储能元件及开关元件。当电池包温度到达开启加热阈值时，电池包通过与储能元件之间交替充放电，利用电池包自身低温阻值较高的特点，实现电池包的自加热。其中，储能元件包括电容、电感等，电池包与储能元件之间交替充放电频率由开关元件实现。

作为对电池包 12 加热的另一种实施方式，电池包 12 可包括用于增加电池模块的发热量的电热膜（未示出），电热膜覆盖于电池模块上，以用于为电池模块提供热量。电热膜例如可以是一种通电后能发热的半透明聚酯薄膜，由可导电的特制油墨、金属载流条经加工、热压在绝缘聚酯薄膜间等制成。工作时以电热膜为发热体，将热量以辐射的形式送入空间，使被加热物体获得热量，从而提高温度，由于电热膜为纯电阻电路，故其转换效率高，除一小部分损失，绝大部分被转化成热能，来加热电池包 12。

通过在电池包 12 上设置自加热装置，通过自加热装置叠加上述的流通有制冷剂的换热装置，能够显著增加对电池包 12 加热的效果，提升了电池升温速率。同时，由于在通过设置的自加热装置对电池包 12 进行加热时会伴随在高压系统中产生大量热量，通过高压系统的余热利用可以提升能量利用率。

本公开还提供一种电动汽车，包括上述提供的车辆热管理系统 100。其中，该电动汽车可以包括纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车等。

以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式，但是，本公开并不限于上述实施方式中的具体细节，在本公开的技术构思范围内，可以对本公开的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本公开的保护范围。

另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重复，本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

此外，本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本公开的思想，其同样应当视为本公开所公开的内容。

权利要求书

1、一种车辆热管理系统，其特征在于，包括第一热管理系统（10）以及用于高压系统的第二热管理系统（20），所述第二热管理系统（20）包括散热器（25）、换热器（21）和
5 余热利用支路（27），所述余热利用支路（27）上设置有相互连通的水泵（23）和流经高压系统的高压系统冷却支路（22），所述换热器（21）的冷却液出口与所述余热利用支路（27）的进口连通，所述余热利用支路（27）的出口可选择地直接与所述换热器（21）的冷却液进口连通或经由所述散热器（25）与所述换热器（21）的冷却液进口连通；

所述第一热管理系统（10）包括压缩机（11）和设置有直冷装置的电池包（12），所述
10 压缩机（11）的出口与所述电池包（12）的直冷装置的第一口（121）连通，所述电池包（12）的直冷装置的第二口（122）经由第一节流支路（91）与所述换热器（21）的制冷剂进口连通，所述换热器（21）的制冷剂出口与所述压缩机（11）的进口连通。

2、根据权利要求1所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述第一热管理系统还包括
15 双向膨胀组件，所述压缩机（11）的出口可选择地与所述换热器（21）的制冷剂的进口及所述电池包（12）的直冷装置的第一口（121）的至少一个连通；

所述压缩机（11）的出口经由第一支路（80）与所述换热器（21）的制冷剂进口连通且经由第一通流支路（81）与所述电池包（12）的直冷装置的第一口（121）连通，所述电池包（12）的直冷装置的第一口（121）还经由第三通流支路（83）与所述压缩机（11）的
20 进口连通，所述电池包的直冷装置的第二口（122）通过所述双向膨胀组件与所述换热器（21）的制冷剂的进口单向连通，所述换热器（21）的制冷剂出口通过双向膨胀组件与所述电池包的直冷装置的第二口（122）单向连通。

3、根据权利要求2所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述双向膨胀组件包括双向
25 膨胀阀（66）、第一单向阀（61）及第二单向阀（62），所述双向膨胀阀（66）与所述直冷装置的第二口（122）连通，所述第一单向阀（61）与所述双向膨胀阀（66）连通以形成由所述直冷装置的第二口（122）流向所述换热器（21）的制冷剂进口的第一单向节流支路，所述第二单向阀（62）与所述双向膨胀阀（66）连通以形成由所述换热器的制冷剂出口流向所述直冷装置的第二口（122）的第二单向节流支路。

30

4、根据权利要求2所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述双向膨胀组件（50）包
括第四单向阀（51）、第五单向阀（52）、第六单向阀（53）、第七单向阀（55）及单向膨胀
阀（54），所述第四单向阀（51）与所述第六单向阀（53）连通以形成由所述直冷装置的第
二口（122）流向所述换热器（21）的制冷剂进口的第一通道，所述第五单向阀（52）与所
35 述第七单向阀（55）连通以形成由所述换热器（21）的制冷剂出口流向所述直冷装置的第

二口（122）的第二通道，所述第四单向阀（51）的出口处与所述第五单向阀（52）的出口处均与所述单向膨胀阀（54）的进口连通，所述第六单向阀（53）的进口处与所述第七单向阀（55）的进口处均与所述单向膨胀阀（54）的出口连通，以使第一通道形成第一单向节流支路，第二通道形成第二单向节流支路。

5

5、根据权利要求2所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述第一热管理系统（10）还包括车内冷凝器（13），所述车内冷凝器（13）设置在所述第一支路（80）上，所述车内冷凝器（13）的进口与所述压缩机（11）的出口连通，所述车内冷凝器（13）的出口与所述换热器（21）的制冷剂进口连通之间设置有第二节流支路（92）。

10

6、根据权利要求5所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述第一热管理系统（10）还包括膨胀开关阀（65），所述膨胀开关阀（65）的内部具有通流流道和节流流道，当所述膨胀开关阀（65）作为开关阀使用时，其内部的所述通流流道导通，当所述膨胀开关阀（65）作为膨胀阀使用时，其内部的所述节流流道导通，

15 所述膨胀开关阀（65）设置在所述第一支路（80）上，所述膨胀开关阀（65）的进口与所述车内冷凝器（13）的出口连通，所述膨胀开关阀（65）的出口与所述换热器（21）的制冷剂进口连通，所述第二节流支路（92）包括膨胀开关阀（65）的节流通道。

7、根据权利要求1所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述第一热管理系统（10）还包括车内蒸发器（17），所述换热器（21）的制冷剂出口经由第三节流支路（93）与所述车内蒸发器（17）的进口连通，所述车内蒸发器（17）的出口经由第三单向支路（631）与所述压缩机（11）的进口连通，所述第三单向支路（631）上设置有第三单向阀（63）。

20

8、根据权利要求7所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述换热器（21）的制冷剂出口经由第二通流支路（82）与所述压缩机（11）的进口连通，所述第二通流支路（82）上设置有第二开关阀（72），所述第三节流支路（93）上设置有电子膨胀阀（67）。

25

9、根据权利要求1所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述电池包（12）包括电池模块和直冷装置，所述直冷装置包括多个用于引导制冷剂的冷却管路，多个所述冷却管路铺设于所述电池模块的表面。

30

10、根据权利要求5所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述第一热管理系统（10）还包括加热器（15），所述加热器（15）被配置为对经过所述车内冷凝器（13）的用于向车内供暖的空气进行加热。

35

11、根据权利要求1所述的车辆热管理系统，其特征在于，所述第二热管理系统（20）

还包括风扇（26），所述风扇（26）与所述散热器（25）相对设置，以加快所述散热器（25）的散热。

- 12、一种电动汽车，其特征在于，包括根据权利要求 1-11 中任意一项所述的车辆热管
5 理系统（100）。