

车辆热泵系统的控制方法、装置、车辆及存储介质

相关申请的交叉引用

本公开要求于 2023 年 09 月 12 日提交的申请号为 202311182649.5，名称为“车辆热泵系统的控制方法、装置、车辆及存储介质”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

本公开涉及电动车辆加热技术领域，尤其涉及一种车辆热泵系统的控制方法、装置、车辆及存储介质。

背景技术

如何在车辆使用过程中尽可能的降低整车热管理能耗，提升整车续航里程，作为电驱车辆研究的重要内容。

相关技术中，当环境温度低于-10℃时，基于空调系统的制冷剂，基本难以满足系统制热需求，并且相关技术中采用直接式热泵方案，即环境温度在-10℃以下时，采用 PTC 加热器给乘员舱、电池加热，环境温度在-10℃以上时，乘员舱通过热泵吸收外界热量给乘员舱加热，电池加热功率大时，用 PTC 加热器加热，加热需求功率小时，用电驱余热给电池加热。

然而，相关技术中，车辆各个部件的热量管理相互独立，易造成能源浪费，导致整体功耗较大，从而影响车辆续航，降低用户的驾驶体验，有待改进。

公开内容

本公开提供了一种车辆热泵系统的控制方法、装置、车辆及存储介质，该方法能够在实际环境温度小于预设冷启动温度时，根据车辆的当前冷启动参数确定最佳加热方式，从而根据最佳加热方式控制热泵系统进行车辆加热，考虑车辆的综合参数及加热需求，以节约加热能耗，从而提高车辆续航，增加用户的驾驶体验。

第一方面，提供了一种车辆热泵系统的控制方法，该方法包括以下步骤：获取车辆的当前所处环境的实际环境温度；判断所述实际环境温度是否小于预设冷启动温度；以及如果小于所述预设冷启动温度，则获取所述车辆的至少一个当前冷启动参数，根据所述至少一个当前冷启动参数确定所述车辆的最佳加热方式，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热。

通过上述技术方案，能够在实际环境温度小于预设冷启动温度时，根据车辆的当前冷启动参数确定最佳加热方式，从而根据最佳加热方式控制热泵系统进行车辆加热，考虑车辆的综合参数及加热需求，以节约加热能耗，从而提高车辆续航，增加用户的驾驶体验。

结合第一方面，在某些可能的实现方式中，所述至少一个当前冷启动参数包括动力电池的当前放电功率、chiller 冷水机的当前出水温度和所述动力电池的当前水温中的至少一个。

结合第一方面，在某些可能的实现方式中，所述根据所述至少一个当前冷启动参数确定所述车辆的最佳加热方式，包括：判断所述车辆的当前电池放电功率是否受限；如果所述车辆的当前电池放电功率受限，则所述最佳加热方式为响应乘员舱和/或电池的制热请求；如果所述车辆的当前电池放电功率不受限，则所述最佳加热方式为响应所述乘员舱的制热请求。

通过上述技术方案，能够判断车辆的当前放电功率是否受限，在当前放电功率受限时，响应乘员舱和/或电池的制热请求，否则响应乘员舱的制热请求。

结合第一方面，在某些可能的实现方式中，在响应所述乘员舱和/或所述电池的制热请求的情况下，所述控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热，包括：判断所述当前出水温度是否大于所述实际环境温度；如果所述当前出水温度小于或等于所述实际环境温度，则控制所述热泵系统进入第一预设运行模式；如果所述当前出水温度大于所述环境温度，则判断所述当前出水温度是否满足第一预设温度条件，并在所述当前出水温度不满足所述第一预设温度条件时，控制所述热泵系统进入第二预设运行模式，否则控制所述热泵系统进入第三预设运行模式；其中，所述第一预设运行模式的压缩机功耗大于所述第二预设运行模式的压缩机功耗，所述第二预设运行模式的压缩机功耗大于所述第三预设运行模式的压缩机功耗。

通过上述技术方案，能够在当前放电功率受限时，根据当前出水温度、实际环境温度等参数确定热泵系统的运行模式，从而节约能耗，保证续航。

结合第一方面，在某些可能的实现方式中，在响应所述乘员舱的制热请求的情况下，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热，包括：判断所述当前出水温度是否大于所述实际环境温度；如果所述当前出水温度小于或等于所述实际环境温度，则控制所述热泵系统进入第四预设运行模式；如果所述当前出水温度大于所述实际环境温度，则判断所述当前出水温度是否满足第二预设温度条件，并在所述当前出水温度不满足所述第二预设温度条件时，控制所述热泵系统进入第五预设运行模式，否则控制所述热泵系统进入第三预设运行模式；其中，所述第五预设运行模式的压缩机功耗大于所述第四预设运行模式的压缩机功耗，所述第四预设运行模式的压缩机功耗大于所述第三预设运行模式的压缩机功耗。

通过上述技术方案，能够在当前放电功率不受限时，根据当前出水温度、实际环境温度等参数确定热泵系统的运行模式，从而节约能耗，保证续航。

结合第一方面，在某些可能的实现方式中，在响应乘员舱的制热指令的情况下，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热，还包括：当所述热泵系统的当前运行模式为所述第四预设运行模式时，判断所述车辆的当前电池放电功率是否受限；如果所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件，则控制所述热泵系统进入第一预设运行模式。

通过上述技术方案，能够在车辆行驶过程中实时监控电池放电功率，并在电池放电功率由不受限转为受限时，切换热泵系统的运行模式。

结合第一方面，在某些可能的实现方式中，在响应乘员舱的制热指令的情况下，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热，还包括：当所述热泵系统的当前运行模式为所述第五预设运行模式时，判断所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件；如果所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件，则控制所述热泵系统进入第二预设运行模式。

通过上述技术方案，能够在车辆行驶过程中实时监控电池放电功率，并在电池放电功率由不受限转为受限时，切换热泵系统的运行模式。

第二方面，提供了一种车辆热泵系统的控制装置，该装置包括：获取模块，用于获取车辆的当前所处环境的实际环境温度；判断模块，用于判断所述实际环境温度是否小于预设冷启动温度；以及控制模块，用于在小于所述预设冷启动温度时，获取所述车辆的至少一个当前冷启动参数，根据所述至少一个当前冷启动参数确定所述车辆的最佳加热方式，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热。

结合第二方面和上述实现方式，在某些可能的实现方式中，所述至少一个当前冷启动参数包括动力电池的当前放电功率、chiller 冷水机的当前出水温度和所述动力电池的当前水温中的至少一个。

结合第二方面，在某些可能的实现方式中，所述控制模块包括：第一判断单元，用于判断所述车辆的当前电池放电功率是否受限；第一响应单元，用于在所述车辆的当前电池放电功率受限时，所述最佳加热方式为响应乘员舱和/或电池的制热请求；第二响应单元，用于在所述车辆的当前电池放电功率不受限时，所述最佳加热方式为响应所述乘员舱的制热请求。

结合第二方面，在某些可能的实现方式中，所述控制模块包括：第二判断单元，用于判断所述当前出水温度是否大于所述实际环境温度；第一控制单元，用于在所述当前出水温度小于或等于所述实际环境温度时，控制所述热泵系统进入第一预设运行模式；第二控制单元，用于在所述当前出水温度大于所述环境温度时，判断所述当前出水温度是否满足第一预设温度条件，并在所述当前出水温度不满足所述第一预设温度条件时，控制所述热泵系统进入第二预设运行模式，否则控制所述热泵系统进入第三预设运行模式；其中，所述第一预设运行模式的压缩机功耗大于所述第二预设运行模式的压缩机功耗，所述第二预设运行模式的压缩机功耗大于所述第三预设运行模式的压缩机功耗。

结合第二方面，在某些可能的实现方式中，所述控制模块包括：第三判断单元，用于判断所述当前出水温度是否大于所述实际环境温度；第三控制单元，用于在所述当前出水温度小于或等于所述实际环境温度时，控制所述热泵系统进入第四预设运行模式；第四控制单元，用于在所述当前出水温度大于所述实际环境温度时，判断所述当前出水温度是否满足第二预设温度条件，并在所述当前出水温度不满足所述第二预设温度条件时，控制所述热泵系统进入第五预设运行模式，否则控制所述热泵系统进入第三预设运行模式；其中，所述第五预设运行模式的压缩机功耗大于所述第四预设运行模式的压缩机功耗，所述第四预设运行模式的压缩机功耗大于所述第三预设运行模式的压缩机功耗。

结合第二方面，在某些可能的实现方式中，所述控制模块还包括：第四判断单元，用于在所述热泵系统的当前运行模式为所述第四预设运行模式时，判断所述车辆的当前电池放电功率是否受限；第五控制单元，用于在所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件时，控制所述热泵系统进入第一预设运行模式。

结合第二方面，在某些可能的实现方式中，所述控制模块还包括：第五判断单元，用于在所述热泵系统的当前运行模式为所述第五预设运行模式时，判断所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件；第六控制单元，用于在所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件时，控制所述热泵系统进入第二预设运行模式。

第三方面，提供一种车辆，包括：存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述程序，以实现上述第一方面或第一方面任意一种可能的实现方式中的方法。

第四方面，提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储计算机程序，该程序被处理器执行时实现上述第一方面或第一方面任意一种可能的实现方式中的方法。

附图说明

图 1 是本公开的一个实施例的车辆热泵系统的结构示意图；

图 2 是本公开的一个实施例的车辆热泵系统的原理示意图一；

图 3 是本公开的一个实施例的车辆热泵系统的原理示意图二；

图 4 是本公开的一个实施例的车辆热泵系统的原理示意图三；

图 5 是本公开的一个实施例的车辆热泵系统的原理示意图四；

图 6 是本公开的一个实施例的车辆热泵系统的原理示意图五；

图 7 是本公开实施例提供的一种车辆热泵系统的控制方法的流程图；

图 8 是本公开的一个实施例的车辆热泵系统的控制方法的流程图；

5 图 9 是本公开实施例的车辆热泵系统的控制装置的结构示意图；

图 10 是本公开实施例的车辆的结构示意图。

附图标记说明：

10-车辆的热泵系统、101-膨胀水壶、102-散热器、103-电驱、104-水冷冷凝器、105-储液罐、106-压缩机、107-暖风芯体、108-蒸发器、109-鼓风机、110-内外循环风门电机、111-chiller 冷水机、112-
10 电池、201-温度传感器、202-压力传感器、203-压力-温度传感器、301-九通阀、302-三通、303-单向阀、304-四通、BCPM-电池水泵、EDCP-电驱回路水泵、HCPM-暖风水泵、MV-手动开关阀、EVX-膨胀阀、SOV1-第一开关阀、SOV2-第二开关阀、SOV3-第三开关阀、EEXV-蒸发器膨胀阀、BEXV-电池冷却膨胀阀、HCTV-调节阀；90-车辆热泵系统的控制、901-获取模块、902-判断模块、903-控制模块。

15 具体实施方式

下面将结合附图，对本公开中的技术方案进行清楚、详尽地描述。其中，在本公开实施例的描述中，除非另有说明，“/”表示或的意思，例如，A/B 可以表示 A 或 B；文本中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如 A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况，另外，在本公开实施例的描述中，“多个”是指两个或两个以上。

20 以下，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为暗示或暗示相对重要性或隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者多个该特征。

相关技术中，当环境温度低于-10℃时，基于空调系统的制冷剂，基本难以满载系统制热需求，并且相关技术中采用直接式热泵方案，即环境温度在-10℃以下时，采用 PTC 加热器给乘员舱、电池加热，环境温度在-10℃以上时，乘员舱通过热泵吸收外界热量给乘员舱加热，电池加热功率大时，用 PTC 加
25 热器加热，加热需求功率小时，用电驱余热给电池加热。

然而，相关技术中，车辆各个部件的热量管理相互独立，易造成能源浪费，导致整体功耗较大，从而影响车辆续航，降低用户的驾驶体验，有待改进。

为此，本公开提出一种车辆热泵系统的控制方法，以解决上述问题。

在阐述本公开实施例所述的车辆热泵系统的控制方法之前，对本公开实施例涉及的结构进行说明。

30 如图 1 所示，本公开实施例在应用时，所采用的车辆的热泵系统 10 可以包括：膨胀水壶 101、散热器 102、电驱 103、水冷冷凝器 104、储液罐 105、压缩机 106、暖风芯体 107、蒸发器 108、鼓风机 109、内外循环风门电机 110、chiller 冷水机 111 和电池 112；温度传感器 201、压力传感器 202 和压力-温度传感器 203；九通阀 301、三通 302、单向阀 303、四通 304、电池水泵 BCPM、电驱回路水泵 EDCP、暖风水泵 HCPM、手动开关阀 MV、膨胀阀 EVX、第一开关阀 SOV1、第二开关阀 SOV2、第
35 三开关阀 SOV3、蒸发器膨胀阀 EEXV 和电池冷却膨胀阀 BEXV。

在实际应用过程中，车辆的热泵系统 10 可以根据环境温度和车辆在行驶过程中的水路温度变化，切换不同的运行模式。

结合图 2-图 6 所示，为不同运行模式下的车辆的热泵系统 10 的工作原理示意图。

如图 2 所示，为本公开实施例的车辆的车辆的热泵系统 10 的第一预设运行模式。

在第一预设运行模式下,此时水路循环可以为:直走电驱 103 以吸收电驱 103 和环境的热量,其中,水路为虚线加粗线路,从九通阀 301 的 7 号口出,到散热器 102,经过电驱回路水泵 EDCP 再到电驱 103,回到 1 号口,1 号口在接 3 号口,从 3 号口出,经过 chiller 冷水机 111,从 5 号口回,再由 5 号口到 7 号口,实现热量吸收回路。

5 如图 3 所示,为本公开实施例的车辆的热泵系统 10 的第二预设运行模式。

在第二预设运行模式下,水路循环可以为:从九通阀 301 的 9 号口出,经过电驱 103 回到 1 号口,再由 1 号口到 3 号口,经 chiller 冷水机 111,回到 5 号口,5 号口到 9 号口连通。此时,压缩机 106 启动,可以如图 3 中粗线所示,从压缩机 106 出后,进水冷冷凝器 104,再进电池冷却膨胀阀 BEXV,经过 chiller 冷水机 111 回收余热后,回到压缩机 106。

10 如图 4 所示,为本公开实施例的车辆的热泵系统 10 的第三预设运行模式。

在第三预设运行模式下,水路循环可以为:从九通阀 301 的 9 号口出,经过电驱回路水泵 EDCP、电驱 103,到 1 号口,再由 1 号口到 2 号口,2 号口经过单向阀到 8 号口,8 号口接 6 号口,经过电池水泵 BCPM 进入电池,再回到 4 号口,4 号口到 3 号口,3 号口出,经过 chiller 冷水机 111,回到 5 号口,5 号口跟 9 号口相连。在此模式下,调节阀 HCTV 只通暖风。

15 如图 5 所示,为本公开实施例的车辆的热泵系统 10 的第四预设运行模式。

在第四预设运行模式下,水路循环过程可以为:从九通阀 301 的 7 号口出发,进入散热器 102 吸热,经过电驱回路水泵 EDCP 进入电驱 103 吸热,回到到 1 号口,再由 1 号口连通至 3 号口,从 3 号口出,进入 chiller 冷水机 111,从 chiller 冷水机 111 出回到 5 号口,再由 5 号口连通 7 号口,实现完整的余热回收过程。

20 如图 6 所示,为本公开实施例的车辆的热泵系统 10 的第五预设运行模式。

在第五预设运行模式下,水路循环过程可以为:从九通阀 301 的 9 号口出,经电驱回路水泵 EDCP 到电驱 103,回到 1 号口,再经 1 号口连通 2 号口,从 2 号口出后回到 8 号口,再由 8 号口经 6 号口,从 6 号口进电池 112,直接给电池 112 加热,加热后回到 4 号口,4 号口再接 3 号口,到 chiller 冷水机 111 对制冷机回收余热后,回到 5 号口,再由 5 号口连 9 号口,此时,调节阀 HCTV 通暖风芯体。

25 本公开实施例采用上述车辆的热泵系统 10,采用暖风芯体加水冷的方式,可以打通电池、电驱、暖风芯体、环境之间的热量管理,从而支持本公开实施例所述的车辆热泵系统的控制方法,以基于水路温度变化选用相应的加热方式,节约热管理系统能耗,提升整车续航里程。

示例性的,如图 7 所示,该车辆热泵系统的控制方法包括以下步骤:

在步骤 S701 中,获取车辆的当前所处环境的实际环境温度。

30 可以理解的是,当车辆的外部环境温度较低时,相较于常温下,车辆在启动时需要额外的运行过程,例如,需要进行对动力电池进行加热,因此,本公开实施例可以利用车辆的传感器获取当前所处环境的实际环境温度,以基于实际环境温度,确定车辆的启动策略。

在步骤 S702 中,判断实际环境温度是否小于预设冷启动温度。

35 在实际执行过程中,本公开实施例可以判断获取的实际环境温度是否小于预设冷启动温度,即在实际环境温度小于预设冷启动温度时,车辆在启动时需要进入冷启动模式,其中,预设冷启动温度可以为 0°C,也可以由本领域技术人员根据实际情况进行相应设置,在此不做具体限制。

在步骤 S703 中,如果小于预设冷启动温度,则获取车辆的至少一个当前冷启动参数,根据至少一个当前冷启动参数确定车辆的最佳加热方式,控制热泵系统按照最佳加热方式为车辆加热,其中,至少

一个当前冷启动参数包括动力电池的当前放电功率、chiller 冷水机的当前出水温度和动力电池的当前水温中的至少一个。

作为一种可能实现的方式，当实际环境温度小于预设冷启动温度时，车辆进入冷启动模式，进而实时获取车辆的至少一个冷启动相关的参数，以根据冷启动相关参数的动态变化，确定或切换车辆的最佳加热方式，从而根据最佳加热方式控制热泵系统为车辆加热。

其中，至少一个当前冷启动参数可以包括动力电池的当前放电功率、chiller 冷水机的当前出水温度和动力电池的当前水温等，从而基于车辆的当前冷启动参数实时确定车辆内部的水温状态，以通过调整水路循环实现热量转移，从而减少能耗。

可选地，在本公开的一个实施例，根据至少一个当前冷启动参数确定车辆的最佳加热方式，包括：判断车辆的当前电池放电功率是否受限；如果车辆的当前电池放电功率受限，则最佳加热方式为响应乘员舱和/或电池的制热请求；如果车辆的当前电池放电功率不受限，则最佳加热方式为响应乘员舱的制热请求。

在一些实施例中，可以基于动力电池的当前放电功率等参数，判断车辆的当前电池放电功率是否受限，并在判断当前电池放电功率受限时，如当 SOC (state of charge, 荷电状态) 低于 40% 触发电池放电功率限制时，本公开实施例的最佳加热方式为响应乘员舱和/或电池的制热请求；反之，当前电池放电功率不受限时，如电池满电，功率输出不受限制时，本公开实施例可以忽略电池制热请求，仅响应乘员舱的制热请求。

可选地，在本公开的一个实施例中，在响应乘员舱和/或电池的制热请求的情况下，控制热泵系统按照最佳加热方式为车辆加热，包括：判断当前出水温度是否大于实际环境温度；如果当前出水温度小于或等于实际环境温度，则控制热泵系统进入第一预设运行模式；如果当前出水温度大于环境温度，则判断当前出水温度是否满足第一预设温度条件，并在当前出水温度不满足第一预设温度条件时，控制热泵系统进入第二预设运行模式，否则控制热泵系统进入第三预设运行模式；其中，第一预设运行模式的压缩机功耗大于第二预设运行模式的压缩机功耗，第二预设运行模式的压缩机功耗大于第三预设运行模式的压缩机功耗。

作为一种可能实现的方式，本公开实施例可以判断当前出水温度是否大于实际环境温度，当出水温度低于环境温度时，散热器散热，本公开实施例可以控制热泵系统进入如上述实施例阐述的，如图 2 所示的第一预设运行模式，以实现热量吸收回路。

当出水温度高于环境温度时，本公开实施例可以判断比环境温度高多少，即判断当前出水温度是否满足第一预设温度条件，当出水温度比环境温度高，比电池温度低时，本公开实施例无法直接给电池加热，此时，本公开实施例可以控制热泵系统进入如图 3 所示的第二预设运行模式，其中，第一预设运行模式与第二预设运行模式的区别在于循环水路不走散热器，且第一预设运行模式与第二预设运行模式中，调节阀 HCTV 可以根据电池温度调整比例。

在当前出水温度满足第一预设温度条件时，如出水温度大于 0°C 且出水温度大于电池水温 5°C 时，本公开实施例可以控制热泵系统进入如图 4 所示的第三预设运行模式，此模式下，出水温度热量较足，比电池水温高，热水可以对电池 112 进行加热。

综上，本公开实施例可以在车辆从启动到行驶过程中，基于出水温度和电池水温的变化，将车辆的制热过程分为三个阶段。

早期阶段：乘员舱大负荷加热，优先保证乘员舱采暖，电池对外放电内部升温。

中期阶段：乘员舱中等负荷，优先保证乘员舱舒适性，电池对外放电内部升温+电驱余热加热升温。

后期阶段：乘员舱低负荷，电池高负荷，热泵吸收电驱 103 余热，同时满足乘员舱舒适性以及电池加热。

在此控制逻辑下，本公开实施例可以灵活运用电驱 103 余热，降低各阶段系统制热负荷，降低压缩机功率。

- 5 可选地，在本公开的一个实施例中，在响应乘员舱的制热请求的情况下，控制热泵系统按照最佳加热方式为车辆加热，包括：判断当前出水温度是否大于实际环境温度；如果当前出水温度小于或等于实际环境温度，则控制热泵系统进入第四预设运行模式；如果当前出水温度大于实际环境温度，则判断当前出水温度是否满足第二预设温度条件，并在当前出水温度不满足第二预设温度条件时，控制热泵系统进入第五预设运行模式，否则控制热泵系统进入第三预设运行模式；其中，第五预设运行模式的压缩机功耗大于第四预设运行模式的压缩机功耗，第四预设运行模式的压缩机功耗大于第三预设运行模式的压缩机功耗。

在实际执行过程中，本公开实施例可以在动力电池功率输出功率不受限制的情况下，判断当前出水温度是否大于实际环境温度。

- 15 举例而言，车辆进入冷启动模式后，电驱无余热，chiller 冷水机出水温度比环境温度低，当实际环境温度在-7°C以下时，本公开实施例可以控制热泵系统进入如图 5 所示的第四预设运行模式，从环境吸热，并开启膨胀阀 EVX，提升压缩机产热。

- 再如，当实际环境温度在-7°C以上时，此时，本公开实施例可以默认不开启膨胀阀 EXV，以降低压缩机功耗。此时，随着车辆行驶，电驱产生热量，监控 chiller 冷水机的出水温度，并在出水温度不满足第二预设温度条件时，如出水温度高于实际环境温度，但不高于电池水温 5°C时，为避免电驱热量散失到环境中，本公开实施例可以控制热泵系统进入如图 6 所示的第五预设运行模式。此过程中，因电池持续对外放电，自身温度持续上升，即经过热量回收后，chiller 冷水机温度足够高，此时没有必要提高压缩机转速，先给电池加热，再通过 chiller 冷水机回收给乘员舱加热，降低压缩机转速。

- 进一步地，在上述情况下，由于电池对外放电和电池的被动热管理，电池的温度会上升至相对较高温度，当 chiller 冷水机出水温度高于 5°C，且不低于电池水温 5°C时，本公开实施例可以控制热泵系统从第五预设运行模式进入第二预设运行模式。此时电驱出水直接到 chiller，利用热泵系统工作，提高压缩机转速，从 chiller 回收更多热量，用于乘员舱和电池加热。

- 车辆继续行驶，此时，乘员舱制热负荷降低，电驱热量逐渐增加，电驱出水温度逐渐升高，当 chiller 冷水机出水温度满足第二预设温度条件，如高于 5°C，且高于电池水温 5°C时，本公开实施例可以控制热泵系统进入第三预设运行模式，此时电驱出水先进电池，再到 chiller 冷水机，电驱热水可以直接给电池加热，可减少压缩机功耗。

需要注意的是，此模式下，本公开实施例只是给电池被动加热，并非响应电池主动加热。

可选地，在本公开的一个实施例中，在响应乘员舱的制热指令的情况下，控制热泵系统按照最佳加热方式为车辆加热，还包括：当热泵系统的当前运行模式为第四预设运行模式时，判断车辆的当前电池放电功率是否受限；如果车辆的当前电池放电功率是否受限，则控制热泵系统进入第一预设运行模式。

- 35 可以理解的是，当车辆在行驶时，会对动力电池产生电量消耗，当动力电池的放电功率由不限制转为限制时，热泵系统的运行模式也需要进行相应转变。

在一些实施例中，当热泵系统的当前运行模式为第四预设运行模式，且动力电池放电功率由不限制转为限制时，本公开实施例可以控制热泵系统进入第一预设运行模式，以降低功耗，延长续航。

可选地，在本公开的一个实施例中，在响应乘员舱的制热指令的情况下，控制热泵系统按照最佳加热方式为车辆加热，还包括：当热泵系统的当前运行模式为第五预设运行模式时，判断车辆的当前电池放电功率是否受限；如果车辆的当前电池放电功率是否受限，则控制热泵系统进入第二预设运行模式。

在另一些实施例中，当热泵系统的当前运行模式为第五运行模式，且动力电池放电功率由不限制转为限制时，本公开实施例可以控制热泵系统进入第二预设运行模式，以降低功耗，延长续航。

接下来，以一个具体实施例对本公开实施例的车辆热泵系统的控制方法的工作原理进行详细阐述。在实际执行过程中，本公开实施例的热泵系统，可以在车辆行驶过程中实现运行模式的选择与切换，具体可以如图 8 所示。

如图 8 所示，本公开实施例可以包括以下步骤：

步骤 S801：车辆启动，空调开启，环境温度低于 0℃。低温环境（0℃以下），车辆启动，可以判断车辆处于冷启动状态，此时空调开启采暖需求。

步骤 S802：制热请求激活。

步骤 S803：判断动力电池放电功率是否限制。如果动力电池放电功率限制，则进入 S814，否则进入 S804。

步骤 S804：响应乘员舱制热请求。当电池电量 SOC 为 100%时，因电池满电，功率输出不受限制，在本系统控制中，此时忽略电池加热请求，仅响应乘员舱热管理请求。

步骤 S805：判断 chiller 冷水机当前出水温度是否高于实际环境温度。如果高于实际环境温度，则进入 S809，否则进入 S806。

步骤 S806：控制热泵系统进入第四预设运行模式。车辆冷启动，电驱无余热，如当前环境温度在-7℃以下，控制热泵系统进入第四预设运行模式，从环境吸热，并且膨胀阀 EXV 开启，提升压缩机产热。如当前环境温度在-7℃以上，默认不开启膨胀阀 EXV，降低压缩机功耗。

步骤 S807：判断动力电池放电功率是否限制。如果动力电池放电功率限制，则进入 S808，否则维持热泵系统的当前运行模式。

步骤 S808：控制热泵系统切换至第一预设运行模式。

步骤 S809：判断 chiller 冷水机当前出水温度是否高于实际环境温度，且是否高于电池水温 5℃。如果高于实际环境温度且高于电池水温 5℃，则进入 S813，否则进入 S810。

步骤 S810：控制热泵系统进入第五预设运行模式。随着车辆行驶，电驱产生热量，监控 chiller 冷水机出水温度，如其高于实际环境温度，为避免电驱热量散失到环境中，控制热泵系统进入第五预设运行模式。

此过程中，因电池持续对外放电，自身温度持续上升。

步骤 S811：判断动力电池放电功率是否限制。如果动力电池放电功率限制，则进入 S812，否则维持热泵系统的当前运行模式。

步骤 S812：控制热泵系统切换至第二预设运行模式。

步骤 S813：控制热泵系统进入第三预设运行模式。车辆继续行驶，乘员舱制热负荷降低，电驱热量逐渐增加，电驱出水温度逐渐升高。当 chiller 冷水机出水温度高于 5℃，且高于电池水温 5℃时，控制热泵系统进入第三预设运行模式。此时电驱出水先进电池，再到 chiller 冷水机，电驱热水直接给电池加热，可减少压缩机功耗。

此模式下，本公开实施例只是给电池被动加热，并非响应电池主动加热。前期电池对外放电+现阶段被动热管理，电池温度已上升到相对较高温度。

当 chiller 出水温度高于 5℃，且不低于电池水温 5℃时，控制热泵系统切换至第二预设运行模式，此时电驱出水直接到 chiller 冷水机，利用热泵系统工作，提高压缩机转速，从 chiller 冷水机回收更多热量，用于乘员舱和电池加热。

步骤 S814：响应乘员舱和/或电池制热请求。此模式已响应电池主动加热请求，电池入口温度达到 40℃，可以快速提升电池温度，提升放电效率。

在此过程中，当 SOC 低于 40%触发电池放电功率限制，热泵系统的运行模式基于当时水路状态进行模式切换。

此控制策略下，各阶段系统制热动态变化如下：

早期阶段：乘员舱大负荷加热，优先保证乘员舱采暖，电池对外放电内部升温。

中期阶段：乘员舱中等负荷，优先保证乘员舱舒适性，电池对外放电内部升温+电驱余热加热升温。

后期阶段：乘员舱低负荷，电池高负荷，热泵吸收电驱余热，同时满足乘员舱舒适性以及电池加热。

在此控制逻辑下，可以灵活运用电驱余热，降低各阶段系统制热负荷，降低压缩机功率，具体模式切换方式可以如下。

步骤 S815：判断 chiller 冷水机当前出水温度是否高于实际环境温度。如果高于实际环境温度，则进入 S816，否则进入 S808。

步骤 S816：判断 chiller 冷水机当前出水温度是否高于实际环境温度，且是否高于电池水温 5℃。如果高于实际环境温度且高于电池水温 5℃，则进入 S813，否则进入 S812。

综上，本公开能够在实际环境温度小于预设冷启动温度时，根据车辆的当前冷启动参数确定最佳加热方式，从而根据最佳加热方式控制热泵系统进行车辆加热，考虑车辆的综合参数及加热需求，打通电池、电驱、暖风芯体、环境之间热量管理，实现在整个驾驶过程，基于车辆行驶的动态参数变化，实现全面热管理，使热泵系统运行在高效区域，以节约加热能耗，从而提高车辆续航，增加用户的驾驶体验。

图 9 是本公开实施例提供的一种车辆热泵系统的控制装置的方框示意图。

如图 9 所示，该车辆热泵系统的控制装置 90 包括：获取模块 901、判断模块 902 和控制模块 903。

具体地，获取模块 901，用于获取车辆的当前所处环境的实际环境温度；判断模块 902，用于判断实际环境温度是否小于预设冷启动温度；控制模块 903，用于在小于预设冷启动温度时，获取车辆的至少一个当前冷启动参数，根据至少一个当前冷启动参数确定车辆的最佳加热方式，控制热泵系统按照最佳加热方式为车辆加热。

可选地，在本公开的一个实施例中，至少一个当前冷启动参数包括动力电池的当前放电功率、chiller 冷水机的当前出水温度和动力电池的当前水温中的至少一个。

可选地，在本公开的一个实施例中，控制模块 903 包括：第一判断单元、第一响应单元和第二响应单元。

其中，第一判断单元，用于判断车辆的当前电池放电功率是否受限；第一响应单元，用于在车辆的当前电池放电功率受限时，最佳加热方式为响应乘员舱和/或电池的制热请求；第二响应单元，用于在车辆的当前电池放电功率不受限时，最佳加热方式为响应乘员舱的制热请求。

可选地，在本公开的一个实施例中，控制模块 903 包括：第二判断单元、第一控制单元和第二控制单元。

其中，第二判断单元，用于判断当前出水温度是否大于实际环境温度；第一控制单元，用于在当前出水温度小于或等于实际环境温度时，控制热泵系统进入第一预设运行模式；第二控制单元，用于在当前出水温度大于环境温度时，判断当前出水温度是否满足第一预设温度条件，并在当前出水温度不满足

第一预设温度条件时，控制热泵系统进入第二预设运行模式，否则控制热泵系统进入第三预设运行模式；其中，第一预设运行模式的压缩机功耗大于第二预设运行模式的压缩机功耗，第二预设运行模式的压缩机功耗大于第三预设运行模式的压缩机功耗。

5 可选地，在本公开的一个实施例中，控制模块 903 包括：第三判断单元、第三控制单元和第四控制单元。

其中，第三判断单元，用于判断当前出水温度是否大于实际环境温度；第三控制单元，用于在当前出水温度小于或等于实际环境温度时，控制热泵系统进入第四预设运行模式；第四控制单元，用于在当前出水温度大于实际环境温度时，判断当前出水温度是否满足第二预设温度条件，并在当前出水温度不满足第二预设温度条件时，控制热泵系统进入第五预设运行模式，否则控制热泵系统进入第三预设运行模式；其中，第五预设运行模式的压缩机功耗大于第四预设运行模式的压缩机功耗，第四预设运行模式的压缩机功耗大于第三预设运行模式的压缩机功耗。

可选地，在本公开的一个实施例中，控制模块 903 还包括：第四判断单元和第五控制单元。

其中，第四判断单元，用于在热泵系统的当前运行模式为第四预设运行模式时，判断车辆的当前电池放电功率是否受限；第五控制单元，用于在当前放电功率是否满足预设电池管理介入条件时，控制热泵系统进入第一预设运行模式。

可选地，在本公开的一个实施例中，控制模块 903 还包括：第五判断单元和第六控制单元。

其中，第五判断单元，用于在热泵系统的当前运行模式为第五预设运行模式时，判断当前放电功率是否满足预设电池管理介入条件；第六控制单元，用于在当前放电功率是否满足预设电池管理介入条件时，控制热泵系统进入第二预设运行模式。

20 需要说明的是，前述对车辆热泵系统的控制方法实施例的解释说明也适用于该实施例的车辆热泵系统的控制装置，此处不再赘述。

综上，本公开能够在实际环境温度小于预设冷启动温度时，根据车辆的当前冷启动参数确定最佳加热方式，从而根据最佳加热方式控制热泵系统进行车辆加热，考虑车辆的综合参数及加热需求，打通电池、电驱、暖风芯体、环境之间热量管理，实现在整个驾驶过程，基于车辆行驶的动态参数变化，实现全面热管理，使热泵系统运行在高效区域，以节约加热能耗，从而提高车辆续航，增加用户的驾驶体验。

图 10 是本公开实施例的车辆的结构示意图。该车辆可以包括：

存储器 1001、处理器 1002 及存储在存储器 1001 上并可在处理器 1002 上运行的计算机程序。

处理器 1002 执行程序时实现上述实施例中提供的车辆热泵系统的控制方法。

进一步地，车辆还包括通信接口 1003，用于存储器 1001 和处理器 1002 之间的通信；存储器 1001，用于存放可在处理器 1002 上运行的计算机程序。存储器 1001 可能包含高速 RAM (Random Access Memory，随机存取存储器) 存储器，也可能还包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器。

如果存储器 1001、处理器 1002 和通信接口 1003 独立实现，则通信接口 1003、存储器 1001 和处理器 1002 可以通过总线相互连接并完成相互间的通信。总线可以是 ISA (Industry Standard Architecture，工业标准体系结构) 总线、PCI (Peripheral Component，外部设备互连) 总线或 EISA (Extended Industry Standard Architecture，扩展工业标准体系结构) 总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 10 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

可选的，在具体实现上，如果存储器 1001、处理器 1002 及通信接口 1003，集成在一块芯片上实现，则存储器 1001、处理器 1002 及通信接口 1003 可以通过内部接口完成相互间的通信。

处理器 1002 可能是一个 CPU (Central Processing Unit , 中央处理器), 或者是 ASIC (Application Specific Integrated Circuit , 特定集成电路), 或者是被配置成实施本公开实施例的一个或多个集成电路。

本实施例还提供一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现如上的车辆热泵系统的控制方法。

5 此外, 术语“第一”、“第二”仅用于描述目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此, 限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本公开的描述中, “多个”的含义是至少两个, 例如两个, 三个等, 除非另有明确具体的限定。

10 在本说明书的描述中, 参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少一个实施例或示例中。在本说明书中, 对上述术语的示意性表述不是必须针对的是相同的实施例或示例。而且, 描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外, 在不相互矛盾的情况下, 本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

15 尽管上面已经示出和描述了本公开的实施例, 可以理解的是, 上述实施例是示例性的, 不能理解为对本公开的限制, 本领域的普通技术人员在本公开的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权利要求书

- 1、一种车辆热泵系统的控制方法，包括以下步骤：
获取车辆的当前所处环境的实际环境温度；
5 判断所述实际环境温度是否小于预设冷启动温度；以及
如果小于所述预设冷启动温度，则获取所述车辆的至少一个当前冷启动参数，根据所述至少一个当前冷启动参数确定所述车辆的最佳加热方式，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热。
- 2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述至少一个当前冷启动参数包括动力电池的当前放电功率、chiller 冷水机的当前出水温度和所述动力电池的当前水温中的至少一个。
- 10 3、根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述至少一个当前冷启动参数确定所述车辆的最佳加热方式，包括：
判断所述车辆的当前电池放电功率是否受限；
如果所述车辆的当前电池放电功率受限，则所述最佳加热方式为响应乘员舱和/或电池的制热请求；
如果所述车辆的当前电池放电功率不受限，则所述最佳加热方式为响应所述乘员舱的制热请求。
- 15 4、根据权利要求3所述的方法，其中，在响应所述乘员舱和/或所述电池的制热请求的情况下，所述控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热，包括：
判断所述当前出水温度是否大于所述实际环境温度；
如果所述当前出水温度小于或等于所述实际环境温度，则控制所述热泵系统进入第一预设运行模式；
如果所述当前出水温度大于所述环境温度，则判断所述当前出水温度是否满足第一预设温度条件，
20 并在所述当前出水温度不满足所述第一预设温度条件时，控制所述热泵系统进入第二预设运行模式，否则控制所述热泵系统进入第三预设运行模式；
其中，所述第一预设运行模式的压缩机功耗大于所述第二预设运行模式的压缩机功耗，所述第二预设运行模式的压缩机功耗大于所述第三预设运行模式的压缩机功耗。
- 5、根据权利要求3所述的方法，其中，在响应所述乘员舱的制热请求的情况下，控制所述热泵系统
25 按照所述最佳加热方式为所述车辆加热，包括：
判断所述当前出水温度是否大于所述实际环境温度；
如果所述当前出水温度小于或等于所述实际环境温度，则控制所述热泵系统进入第四预设运行模式；
如果所述当前出水温度大于所述实际环境温度，则判断所述当前出水温度是否满足第二预设温度条件，并在所述当前出水温度不满足所述第二预设温度条件时，控制所述热泵系统进入第五预设运行模式，
30 否则控制所述热泵系统进入第三预设运行模式；
其中，所述第五预设运行模式的压缩机功耗大于所述第四预设运行模式的压缩机功耗，所述第四预设运行模式的压缩机功耗大于所述第三预设运行模式的压缩机功耗。
- 6、根据权利要求5所述的方法，其中，在响应乘员舱的制热指令的情况下，控制所述热泵系统按照
所述最佳加热方式为所述车辆加热，还包括：
35 当所述热泵系统的当前运行模式为所述第四预设运行模式时，判断所述车辆的当前电池放电功率是否受限；
如果所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件，则控制所述热泵系统进入第一预设运行模式。

7、根据权利要求5所述的方法，其中，在响应乘员舱的制热指令的情况下，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热，还包括：

当所述热泵系统的当前运行模式为所述第五预设运行模式时，判断所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件；

- 5 如果所述当前放电功率是否满足所述预设电池管理介入条件，则控制所述热泵系统进入第二预设运行模式。

8、一种车辆热泵系统的控制装置，包括：

获取模块，用于获取车辆的当前所处环境的实际环境温度；

判断模块，用于判断所述实际环境温度是否小于预设冷启动温度；以及

- 10 控制模块，用于在小于所述预设冷启动温度时，获取所述车辆的至少一个当前冷启动参数，根据所述至少一个当前冷启动参数确定所述车辆的最佳加热方式，控制所述热泵系统按照所述最佳加热方式为所述车辆加热。

9、一种车辆，包括：存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述程序，以实现如权利要求1-7任一项所述的车辆热泵系统的控制方法。

- 15 10、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行，以用于实现如权利要求1-7任一项所述的车辆热泵系统的控制方法。