



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109713400 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201711011723.1

(22)申请日 2017.10.26

(71)申请人 北京长城华冠汽车科技股份有限公司

地址 101300 北京市顺义区仁和镇时骏北街1号院4栋(科技创新功能区)

(72)发明人 陆群 孙艳

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 孟旻 王丽琴

(51)Int.Cl.

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/633(2014.01)

H01M 10/635(2014.01)

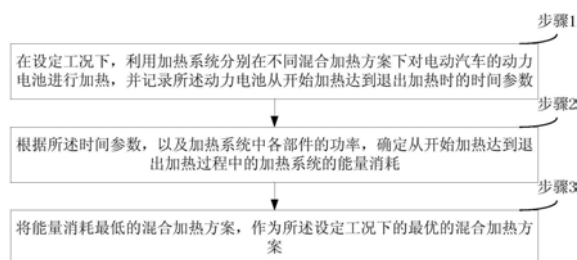
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法

(57)摘要

本发明提供了一种确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,包括:在设定工况下,利用加热系统分别在不同混合加热方案下对电动汽车的动力电池进行加热,并记录所述动力电池从开始加热达到退出加热时的时间参数;根据所述时间参数,以及加热系统中各部件的功率,确定从开始加热达到退出加热过程中的加热系统的能量消耗;将能量消耗最低的混合加热方案,作为所述设定工况下的最优的混合加热方案。本发明充分考虑到车辆实际运行环境温度情况,节省了电动汽车的能量消耗。另外,本发明方法利用仿真模拟手段,提高了实验数据获取效率,并且可获得更多完善细化的数据,进而可为电动汽车实车的动力电池热管理提供充分保障。



1. 一种确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,包括:
在设定工况下,利用加热系统分别在不同混合加热方案下对电动汽车的动力电池进行加热,并记录所述动力电池从开始加热达到退出加热时的时间参数;
根据所述时间参数,以及加热系统中各部件的功率,确定从开始加热达到退出加热过程中的加热系统的能量消耗;
将能量消耗最低的混合加热方案,作为所述设定工况下的最优的混合加热方案。
2. 根据权利要求1所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于,所述不同混合加热方案包括:
仅采用加热器对动力电池进行加热,以及,
在采用加热器对动力电池进行加热的情况下,电动汽车电机分别达到不同的设定温度时也对所述动力电池进行加热。
3. 根据权利要求2所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于,所述动力电池从开始加热达到退出加热时的时间参数包括:
所述动力电池从开始加热的时刻到退出加热的时刻的总时间;
所述电机开始对所述动力电池进行加热的时刻到退出加热的时刻的时间。
4. 根据权利要求1所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于,从开始加热达到退出加热过程中的加热系统的能量消耗包括:
加热器在该过程中的能量消耗、所述加热系统中各个水泵、水阀、传感器、控件的能量消耗。
5. 根据权利要求2所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于:
所述加热器为PTC加热器。
6. 根据权利要求1所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于:
对电动汽车的动力电池开启加热和退出加热的条件是根据在设定工况下电动汽车电机的发热功率、动力电池的发热功率而确定的。
7. 根据权利要求1至6任一项所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于:
所述确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法采用仿真计算方式进行。
8. 根据权利要求7所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于,
所述仿真计算方式中的仿真计算模型根据电动汽车的热管理系统的三维模型,结合管路材料、摩擦阻力进行搭建。
9. 根据权利要求8所述的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,其特征在于,
所述电动汽车的热管理系统的三维模型是根据热管理系统的原理以及所设计的电动汽车实车的空间限制而布置出的。

确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车动力电池管理领域,特别涉及一种确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法。

背景技术

[0002] 与传统燃油汽车相比,电动汽车的动力电池是全车所有能量的来源,因而电动汽车的动力电池是汽车具有足够长的续航里程以及驾驶员具有较好的驾驶体验的重要保证。

[0003] 较好的驾驶体验包括车辆的电子电器部件的正常工作、电动汽车能够正常运行以及车舱内的空调系统的良好运行。对于电动汽车来讲,基于现有动力电池的能量密度,较好的驾驶体验内容已经对电动汽车动力电池提出了很高的要求,但实际上动力电池所工作的内容,远不止上述满足驾驶人员与乘员的使用要求,还包括将动力电池的工作温度控制在 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的适宜工作温度范围内。

[0004] 为了将电动汽车的动力电池控制在其适宜的工作温度范围内,需要对电动汽车进行热管理控制,即在温度较高天气,当动力电池温度高于其适宜工作温度范围时,为其降温;在温度较低天气,当动力电池温度低于其适宜工作温度范围时,为其升温。

[0005] 辅助加热的方法在电动汽车上的应用能够很好的利用系统产热部件的能量损失,但实际工程应用过程中发现,现有的辅助加热系统中设定的是,当电机温度为某较高温度(如 30°C)时,启动辅助加热系统,但这一启动温度没有综合考虑功率消耗以及加热速率等因素,确定的开启辅助加热功能的时刻并非最佳时刻。并非最佳时刻可以从两方面解释:一方面,在较低时速下,电机能量损失产生的热量很小,此时开启辅助加热不会起到很显著的促进加热功能,反而由于辅助加热系统的循环泵的开启,在一定程度上造成多余的能量消耗;另一方面,在较高时速下,电机能量损失产生的热量很大,确定某较高温度下开启辅助加热功能。确定开启辅助加热,就是确定开启辅助加热功能的时刻,确定这一时刻,一方面可以减少能量消耗,另一方面能够确保动力电池达到适宜的工作温度范围用时最少。

发明内容

[0006] 本发明提供一种确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,以在环境温度低于电动汽车动力电池适宜工作温度范围时,确定开启和退出动力电池混合加热的最佳时机,以达到对动力电池加热消耗功率最低和加热时长最短的目的。

[0007] 本发明提供了一种确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,包括:

[0008] 在设定工况下,利用加热系统分别在不同混合加热方案下对电动汽车的动力电池进行加热,并记录所述动力电池从开始加热达到退出加热时的时间参数;

[0009] 根据所述时间参数,以及加热系统中各部件的功率,确定从开始加热达到退出加热过程中的加热系统的能量消耗;

[0010] 将能量消耗最低的混合加热方案,作为所述设定工况下的最优的混合加热方案。

[0011] 进一步,所述不同混合加热方案包括:

- [0012] 仅采用加热器对动力电池进行加热,以及,
- [0013] 在采用加热器对动力电池进行加热的情况下,电动汽车电机分别达到不同的设定温度时也对所述动力电池进行加热。
- [0014] 进一步,所述动力电池从开始加热达到退出加热时的时间参数包括:
- [0015] 所述动力电池从开始加热的时刻到退出加热的时刻的总时间;
- [0016] 所述电机开始对所述动力电池进行加热的时刻到退出加热的时刻的时间。
- [0017] 进一步,从开始加热达到退出加热过程中的加热系统的能量消耗包括:
- [0018] 加热器在该过程中的能量消耗、所述加热系统中各个水泵、水阀、传感器、控件的能量消耗。
- [0019] 进一步,所述加热器为PTC加热器。
- [0020] 进一步,对电动汽车的动力电池开启加热和退出加热的条件是根据在设定工况下电动汽车电机的发热功率、动力电池的发热功率而确定的。
- [0021] 进一步,所述确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法采用仿真计算方式进行。
- [0022] 进一步,所述仿真计算方式中的仿真计算模型根据电动汽车的热管理系统的三维模型,结合管路材料、摩擦阻力进行搭建。
- [0023] 进一步,所述电动汽车的热管理系统的三维模型是根据热管理系统的原理以及所设计的电动汽车实车的空间限制而布置出的。
- [0024] 从上述方案可以看出,本发明的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,在设定工况下,分别在不同混合加热方案下对电动汽车的动力电池进行加热,以获得所需要的时间参数、功率参数等,进而计算出该工况下各种混合加热方案中的能量消耗,从而确定出能量消耗最低的混合加热方案。本发明的方法充分考虑到车辆实际运行环境温度情况,可据此设计出完善的电池加热管理方案,节省了电动汽车的能量消耗。另外,本发明方法依据实车设计和热管理原理,采用仿真模拟手段进行分析和实验,提高了实验数据获取效率,并且可依据实际设定多种工况和多种混合加热方案,从而可获得更多完善细化的数据,进而可为电动汽车实车的动力电池热管理提供充分保障。

附图说明

- [0025] 以下附图仅对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明的范围。
- [0026] 图1为本发明实施例所涉及的电动汽车热管理的原理图;
- [0027] 图2为本发明实施例布置出的真实的电动汽车热管理系统的三维模型;
- [0028] 图3为本发明实施例中的关于电动汽车热管理系统的一维仿真计算模型;
- [0029] 图4为本发明实施例中仅使用PTC加热器加热动力电池的温度随时间变化曲线实施例示意图;
- [0030] 图5为本发明实施例中使用电机和PTC加热器同时加热动力电池的温度随时间变化曲线实施例示意图一;
- [0031] 图6为本发明实施例中使用电机和PTC加热器同时加热动力电池的温度随时间变化曲线实施例示意图二;
- [0032] 图7为本发明实施例中使用电机和PTC加热器同时加热动力电池的温度随时间变

化曲线实施例示意图三；

[0033] 图8为本发明的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法流程图。

具体实施方式

[0034] 为了对发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图说明本发明的具体实施方式，在各图中相同的标号表示相同的部分。

[0035] 在本文中，“示意性”表示“充当实例、例子或说明”，不应将在本文中被描述为“示意性”的任何图示、实施方式解释为一种更优选的或更具优点的技术方案。

[0036] 为使图面简洁，各图中的只示意性地表示出了与本发明相关部分，而并不代表其作为产品的实际结构。另外，以使图面简洁便于理解，在有些图中具有相同结构或功能的部件，仅示意性地绘示了其中的一个，或仅标出了其中的一个。

[0037] 在本文中，“一个”并不表示将本发明相关部分的数量限制为“仅此一个”，并且“一个”不表示排除本发明相关部分的数量“多于一个”的情形。

[0038] 在本文中，“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等仅用于表示相关部分之间的相对位置关系，而非限定这些相关部分的绝对位置。

[0039] 在本文中，“第一”、“第二”等仅用于彼此的区分，而非表示重要程度及顺序、以及互为存在的前提等。

[0040] 在本文中，“相等”、“相同”等并非严格的数学和/或几何学意义上的限制，还包含本领域技术人员可以理解的且制造或使用等允许的误差。除非另有说明，本文中的数值范围不仅包括其两个端点内的整个范围，也包括含于其中的若干子范围。

[0041] 本发明实施例基于采用冷却液为动力电池进行升温或者降温控制的电动汽车。具体应用在动力电池工作温度超出其适宜工作温度范围的工况下。当电动汽车动力电池温度较低时，电动汽车一方面采用主动的方法为冷却液加热，从而使其升温；另一方面，在高级电动汽车热管理应用领域，还采取电机或是其它工作中生热部件的热量为动力电池辅助加热。辅助加热一方面较好利用了电动汽车上工作部件的热量损失，另一方面减少了主动加热方式的能量消耗。

[0042] 以下为本发明实施例提供的一种确定开启辅助加热时机的方法。该实施例是以一个较简单的电动汽车热管理系统为例介绍确定开启辅助加热时机的方法。其所涉及的电动汽车热管理的原理图，如图1所示。由于本发明所提及的电动汽车电池热管理系统只涉及到动力电池的加热过程，因而热交换器利用空调系统为动力电池进行冷却部分在本发明实施例所示的原理图中省略。

[0043] 本发明实施例所提及的电池热管理系统的加热及冷却介质为液体。从图1所示原理图中可以看出，热管理系统具有PTC (Positive Temperature Coefficient, 正温度系数) 加热器，在行车阶段，当电动汽车的工作温度低于其适宜的工作温度范围 (一般为 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$) 时，PTC加热器启动为动力电池加热；当电动汽车的电机温度达到可以开启辅助加热功能的温度后，该系统可以应用电机产生的热量对动力电池进行辅助加热的功能，具体的工作过程为：

[0044] 电动汽车启动行驶，电机运转，电机一部分功率转换为机械能，一部分功率转换为热能。在行车阶段开始的同时，若系统判定动力电池温度低于其适宜工作温度范围时，PTC

加热器与二号泵P2开始工作,为动力电池主动开启加热功能,主动加热过程中,一号泵P1、三号泵P3与三号阀V3均处于无动作状态;当电机温度达到可以为动力电池辅助加热的温度后,三号泵P3与三号阀V3开启,一号泵P1仍处于不动作状态,将电机管路的热量带到电池箱管路,开启动力电池的辅助加热功能。

[0045] PTC加热装置的加热效果较理想,但PTC加热装置功率较大,较大的加热功率会消耗动力电池较多的能量,因而本发明实施例根据图1所示的原理图与热管理系统的三维实体模型图,搭建了一个一维仿真计算模型,进而计算当动力电池温度低于其适宜工作温度范围时,启动电机辅助加热功能的工况以及辅助加热功能开启的时刻。

[0046] 本发明实施例中所提及的电动汽车,根据热管理管路的原理图以及实车空间限制,布置出的真实的热管理系统的三维模型图,如图2所示。图2所示的真实的热管理系统的三维模型与原理图的最大区别在于,真实管路除了反应原理图所示的工作原理外,还综合考虑了其中各个部件在整车的有限空间位置内的实际布置方式。进一步地,根据原理图以及真实的热管理系统的三维模型,考虑管路的不同材料、摩擦阻力等,搭建出关于电动汽车热管理系统的一维仿真计算模型,如图3所示。

[0047] 图2所示的实体三维模型中,标识出了为热管理系统动力电池水室的进出水口位置201、PTC加热器202、二号泵203、电机204。图3所示中包括电机小循环管路301和与其连接的动力电池小循环管路302。

[0048] 本发明实施例中,以电动汽车120km/h匀速行驶为例,具体描述某种汽车行驶工况下判定动力电池辅助加热系统的开启时刻的方法。电动汽车在研发设计阶段,要进行整车性能匹配,应用软件AVL CRUISE计算得出该速度下,电机所需电功率为15kw,而电机所需电功率的实际使用效率为89.2879%。关于如何计算出点击所需电功率和电机所需电功率的实际使用效率,可参见AVL CRUISE的相关技术和/或文献资料。根据能量守恒定律可以判断,有用功率外的其它功率转换为了发热功率,因而在该工况下,电机的发热功率为:

$$[0049] \quad Q=15000W \times (1-0.892879) = 1606.8W$$

[0050] 其中,Q为电动汽车的电机的发热功率。

[0051] 电动汽车的电机所需电功率全部由动力电池提供,据此可以估算动力电池的放电电流约为:

$$[0052] \quad I_b = P_{\text{总}} / U_{\text{总}}$$

[0053] 其中, I_b 为动力电池的放电电流, $P_{\text{总}}$ 为动力电池的总功率, $U_{\text{总}}$ 为动力电池的总电压。

[0054] 本实施例中,该电动汽车的动力电池由96块25Ah 3.65V的单体电池组成,采用2并48串(2P48S)的串并联形式,因而,动力电池的总电压($U_{\text{总}}$)为:

$$[0055] \quad U_{\text{总}} = 3.65V \times 48 = 175.2V$$

[0056] 进而

$$[0057] \quad I_b = P_{\text{总}} / U_{\text{总}} = 15000W / 175.2V = 85.62A$$

[0058] 采用2P48S的96块25Ah的单体电池组成的动力电池,85.62A相当于1.71C。其中,C是放电倍率。在本实施例中,标准动力电池为2P48S,单体电池的容量为25Ah,两并标称电流为50A,则

$$[0059] \quad 85.62 / 50 = 1.71$$

[0060] 所以,放电倍率为1.71C。

[0061] 25Ah单体电池1C放电时的发热功率为3W,则整个动力电池的总发热功率为:

[0062] $P_b = 3 \times 1.71^2 \times 96 \approx 842\text{W}$

[0063] 其中, P_b 为整个动力电池的总发热功率。

[0064] 将上述AVL CRUISE仿真计算以及理论计算得到的数据带入一维仿真模型,判断当电动汽车在环境温度为 -20°C ,以120km/h的车速匀速行驶时,开启混合加热的时刻。该款电动汽车的电池系统需要加热的工况如表1所示(本实施例中,默认PTC所需的电功率是不变的,不能够根据热量需求而进行调节)。

[0065] 表1电动汽车开启动力电池加热工况汇总表

[0066]

	环境温度	开启条件	电动汽车 部件初始 温度	退出加热的 条件	判断开启混合 加热时刻
电池系 统加热	-20°C	$T_{\text{环境}} \leq 10^\circ\text{C}$ $T_{\text{动力电池}} \leq 0^\circ\text{C}$	-20°C	$T_{\text{动力电池}} \geq 5^\circ\text{C}$	

[0067] 其中, $T_{\text{环境}}$ 为环境温度, $T_{\text{动力电池}}$ 为动力电池温度。

[0068] 在 -20°C 的环境温度下,电动汽车以120km/h的车速匀速行驶,不开启混合加热,仅使用PTC加热器单独加热,电动汽车从 -20°C 启动,同时开始PTC加热器加热动力电池,达到 $T_{\text{动力电池}} \geq 5^\circ\text{C}$ (表1中的退出加热的条件)时停止PTC加热器加热动力电池,该段加热时间为701.9s。该段时间内,动力电池温度随时间变化曲线如图4所示。

[0069] 为探究当环境温度为 -20°C 开启混合加热的最佳时刻,以下分别设定电机达到不同温度(例如 5°C 、 20°C)开启电机和PTC加热器的混合加热方式,探知电池温度达到 5°C 所需时间,以及动力电池温度随时间变化曲线。

[0070] 首先进行当电机温度为 5°C 时开启混合加热的实验。具体动作为,当电机温度达到 5°C 时,即开启三号泵P3和三号阀V3,以在此之后用电机的热量和PTC加热器的热量一同为动力电池加热。该工况下,电池温度达到 5°C 所需时间为676.4s。该段时间内,动力电池温度随时间变化曲线如图5所示。

[0071] 由图5可以看出,当电机温度为 5°C 时,由于三号泵P3与三号阀V3开始工作,电机的热量被电机管路的液体带走,电机温升速率变缓。在开启混合加热的一刻,电池管路温度突降,电机管路温度突升,随后两个管路液体温度一起升高。

[0072] 当电机温度为 20°C 开启混合加热并探究其加热效果,即进行当电机温度为 20°C 时开启混合加热的实验。具体动作为,当电机温度达到 20°C 时,即开启三号泵P3与三号阀V3,用电机的热量和PTC加热器的热量一同为动力电池加热。在该工况下,电池温度达到 5°C 所需时间为682.7s,该段时间内,动力电池温度随时间变化曲线,如图6所示。

[0073] 由图6可以看出,当电机温度为 20°C 时,由于三号泵P3与三号阀V3开始工作,电机的热量被电机管路的液体带走,电机温升速率变缓。在开启混合加热的一刻,电池管路温度突降,电机管路温度突升,随后两个管路液体温度一起升高。

[0074] 综合图4至图6以及上述说明,总结出在-20℃环境下,以120km/h的车速匀速行驶过程中,三种加热形式的加热效果如表2所示。

[0075] 表2三种退出电池加热模式所需时间对比表

[0076]

环境温度	车速	加热方式	达到退出加热条件所需时间
-20℃	120km/h	PTC 加热器	701.9s
		电机 5℃时开启混合加热	676.4s
		电机 20℃时开启混合加热	682.7s

[0077] 从表2可以看出,PTC单独加热达到退出加热条件所需时间最长,电机20℃时开启混合加热达到退出加热条件所需时间次之,电机5℃开启混合加热达到退出加热条件所用时间最短,根据这一计算仿真结果,可以初步判断,并不是电机温度越高开启混合加热对动力电池的加热效果越好。因而,可推知电机越接近于开启时便执行混合加热,达到退出加热条件所需时间越短,进而,设计极限工况即当电动汽车开始运转时,便开启混合加热功能。该工况条件,动力电池温度随时间变化曲线如图7所示,动力电池达到5℃所需时间为664.5s。

[0078] 从电动汽车运转便开启混合加热的加热方式加热动力电池所需时间与表2所列的三种工况加热动力电池所需时间可以看出,电动汽车在低温行驶过程中,汽车启动便开启混合加热的加热效果最好。

[0079] 加热工况,热管理管路各部件的最大能耗详见表3。

[0080] 表3电池箱加热各部件最大能耗

序号	耗能元件	最大功率 (W)	数量	小计 (W)	
[0081]	1	电动水泵	60	1 (2)	60 (120)
	2	PTC 加热器	1800	1	1800
	3	电动水阀	3	1	3
[0082]	4	传感器及控件	5	1	5
合计				1868 (1928)	

[0083] 结合表3以及以上四种工况下,各部件的动作方式,可以得出以上四种工况消耗的电能分别为:

[0084] (1) PTC加热器单独加热,耗电能:

$$[0085] Q_{PTC} = (1800W + 60W + 5W) \times (701.9/3600) h \approx 363.7W \cdot h$$

[0086] 其中, Q_{PTC} 为采用PTC加热器单独对动力电池进行加热所消耗的电能。

[0087] (2) 当电机温度为5℃开启混合加热,耗电能:

$$[0088] Q_{5℃混} = (1800W + 60W + 5W) \times (676.4/3600) h + (60W + 3W) \times ((676.4s - 140.7s) / 3600s)$$

h

[0089] $\approx 360\text{W}\cdot\text{h}$

[0090] 其中, $Q_{5^{\circ}\text{C混}}$ 为电机温度达到 5°C 时开启电机加热以进行电机和 PTC 加热器对动力电池进行混合加热所消耗的电能。其中, 140.7s 为电机工作达到 5°C 所需要的时间, 当开启混合加热后, 增加一个水泵以及水阀动作, 没有混合加热时是没有这两个部件动作的, 所以有如上式中的 (总时间-电机达到 5°C 的时间), 即 $(676.4\text{s}-140.7\text{s})$ 。

[0091] (3) 当电机温度为 20°C 开启混合加热, 耗电能:[0092] $Q_{20^{\circ}\text{C混}} = (1800\text{W}+60\text{W}+5\text{W}) \times (682.7/3600)\text{h} + (60\text{W}+3\text{W}) \times ((682.7\text{s}-225.7\text{s})/3600\text{s})$

h

[0093] $\approx 361.7\text{W}\cdot\text{h}$

[0094] 其中, $Q_{20^{\circ}\text{C混}}$ 为电机温度达到 20°C 时开启电机加热以进行电机和 PTC 加热器对动力电池进行混合加热所消耗的电能。

[0095] (4) 当电动汽车开始行驶, 便开启混合加热功能, 耗电能:

[0096] $Q_{混} = (1800\text{W}+60\text{W} \times 2+5\text{W}) \times (664.5\text{s}/3600\text{s})\text{h} \approx 355.3\text{W}\cdot\text{h}$

[0097] 其中, $Q_{混}$ 为电机启动即进行电机和 PTC 加热器对动力电池进行混合加热所消耗的电能。

[0098] 综上, -20°C 环境下, 汽车以 $120\text{km}/\text{h}$ 的车速行驶, 电动汽车退出加热模式所需时间以及在该工况下所消耗的功率, 如表4所示。

[0099] 表4三种退出电池加热模式所需时间对比表

[0100]

环境温度	车速	加热方式	退出加热所需时间	耗电能
-20°C	$120\text{km}/\text{h}$	PTC 加热器	701.9s	$363.7\text{W}\cdot\text{h}$
		电机 5°C 时开启混合加热	676.4s	$360\text{W}\cdot\text{h}$
		电机 20°C 时开启混合加热	682.7s	$361.7\text{W}\cdot\text{h}$
		在电动汽车开始运转时启动混合加热	664.5s	$355.3\text{W}\cdot\text{h}$

[0101] 从表4分析可以看出, 在环境温度为 -20°C 时, 以 $120\text{km}/\text{h}$ 的车速匀速行驶, 在启动电动汽车时便开启混合加热, 退出电池加热模式所需时间最短, 且所消耗电能最少。

[0102] 应用上述方法, 还可以对不同环境温度下, 电动汽车以不同车速匀速行驶, 开启混合加热所需时刻, 以及判断该时刻所消耗的电能是不是最低电能。

[0103] 例如, 可通过上述方法确定以下各种工况下何时开启混合加热所消耗电能最低:

[0104] -20°C 、 $120\text{km}/\text{h}$; -20°C 、 $110\text{km}/\text{h}$; -20°C 、 $100\text{km}/\text{h}$; -20°C 、 $90\text{km}/\text{h}$; -20°C 、 $80\text{km}/\text{h}$; -20°C 、 $70\text{km}/\text{h}$; -20°C 、 $60\text{km}/\text{h}$; \dots ; -15°C 、 $120\text{km}/\text{h}$; -15°C 、 $110\text{km}/\text{h}$; -15°C 、 $100\text{km}/\text{h}$; -15°C 、 $90\text{km}/\text{h}$; -15°C 、 $80\text{km}/\text{h}$; -15°C 、 $70\text{km}/\text{h}$; -15°C 、 $60\text{km}/\text{h}$; -10°C 、 $120\text{km}/\text{h}$; -10°C 、 $110\text{km}/\text{h}$; -10°C 、 $100\text{km}/\text{h}$; -10°C 、 $90\text{km}/\text{h}$; -10°C 、 $80\text{km}/\text{h}$; -10°C 、 $70\text{km}/\text{h}$; -10°C 、 $60\text{km}/\text{h}$; \dots ; -5°C 、 $120\text{km}/\text{h}$; -5°C 、 $110\text{km}/\text{h}$; -5°C 、 $100\text{km}/\text{h}$; -5°C 、 $90\text{km}/\text{h}$; -5°C 、 $80\text{km}/\text{h}$; -5°C 、 $70\text{km}/\text{h}$; -5°C 、 $60\text{km}/\text{h}$; \dots ; 0°C 、 $120\text{km}/\text{h}$; 0°C 、 $110\text{km}/\text{h}$; 0°C 、 $100\text{km}/\text{h}$; 0°C 、 $90\text{km}/\text{h}$; 0°C 、 $80\text{km}/\text{h}$; 0°C 、

70km/h;0℃、60km/h……

[0105] 综上,本发明提供的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,如图8所示,包括以下具体步骤:

[0106] 步骤1、在设定工况下,利用加热系统分别在不同混合加热方案下对电动汽车的动力电池进行加热,并记录所述动力电池从开始加热达到退出加热时的时间参数;

[0107] 步骤2、根据所述时间参数,以及加热系统中各部件的功率,确定从开始加热达到退出加热过程中的加热系统的能量消耗;

[0108] 步骤3、将能量消耗最低的混合加热方案,作为所述设定工况下的最优的混合加热方案。

[0109] 其中,设定工况例如上述说明中的-20℃环境温度、120km/h的车速匀速行驶。

[0110] 其中,在步骤1中,所述不同混合加热方案包括:

[0111] 仅采用加热器对动力电池进行加热,以及,在采用加热器对动力电池进行加热的情况下,电动汽车电机分别达到不同的设定温度时也对所述动力电池进行加热。

[0112] 其中,电动汽车电机分别达到不同的设定温度时也对所述动力电池进行加热,例如上述说明中的,电机达到5℃对所述动力电池进行加热的方案,以及电机达到20℃对所述动力电池进行加热的方案。

[0113] 其中,所述动力电池从开始加热达到退出加热时的时间参数包括:

[0114] 所述动力电池从开始加热的时刻到退出加热的时刻的总时间;

[0115] 所述电机开始对所述动力电池进行加热的时刻到退出加热的时刻的时间。

[0116] 从开始加热达到退出加热过程中的加热系统的能量消耗包括:

[0117] 加热器在该过程中的能量消耗、所述加热系统中各个水泵、水阀、传感器、控件的能量消耗,如上述说明中的表3以及相关说明的方案。

[0118] 本发明实施例中,所述加热器为PTC加热器。

[0119] 本发明实施例中,对电动汽车的动力电池开启加热和退出加热的条件(如表1)是根据在设定工况下(如-20℃、120km/h)电动汽车电机的发热功率、动力电池的发热功率而确定的。

[0120] 本发明实施例中,所述确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法采用仿真计算方式进行。

[0121] 本发明实施例中,所述仿真计算方式中的仿真计算模型根据电动汽车的热管理系统的三维模型,结合管路材料、摩擦阻力进行搭建。

[0122] 本发明实施例中,所述电动汽车的热管理系统的三维模型是根据热管理系统的原理以及所设计的电动汽车实车的空间限制而布置出的。

[0123] 本发明的确定最低电能消耗的电动汽车动力电池加热方法,在设定工况下,分别在不同混合加热方案下对电动汽车的动力电池进行加热,以获得所需要的时间参数、功率参数等,进而计算出该工况下各种混合加热方案中的能量消耗,从而确定出能量消耗最低的混合加热方案。本发明的方法充分考虑到车辆实际运行环境温度情况,可据此设计出完善的电池加热管理方案,节省了电动汽车的能量消耗。另外,本发明方法依据实车设计和热管理原理,采用仿真模拟手段进行分析和实验,提高了实验数据获取效率,并且可依据实际设定多种工况和多种混合加热方案,从而可获得更多完善细化的数据,进而可为电动汽车

实车的动力电池热管理提供充分保障。

[0124] 上文所列出一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,而并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方案或变更,如特征的组合、分割或重复,均应包含在本发明的保护范围之内。

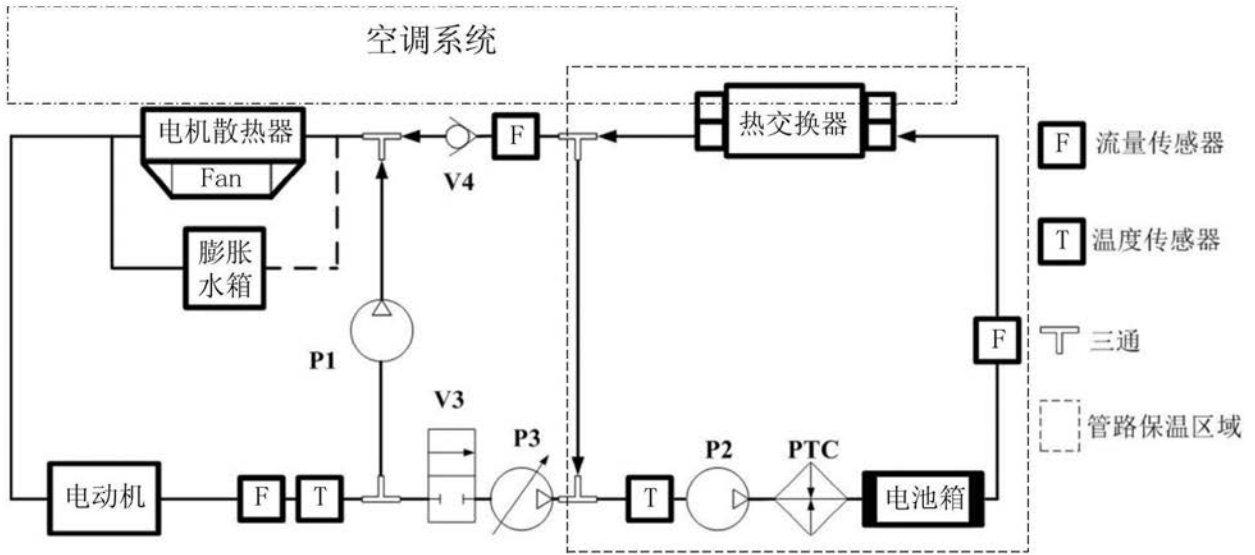


图1



图2

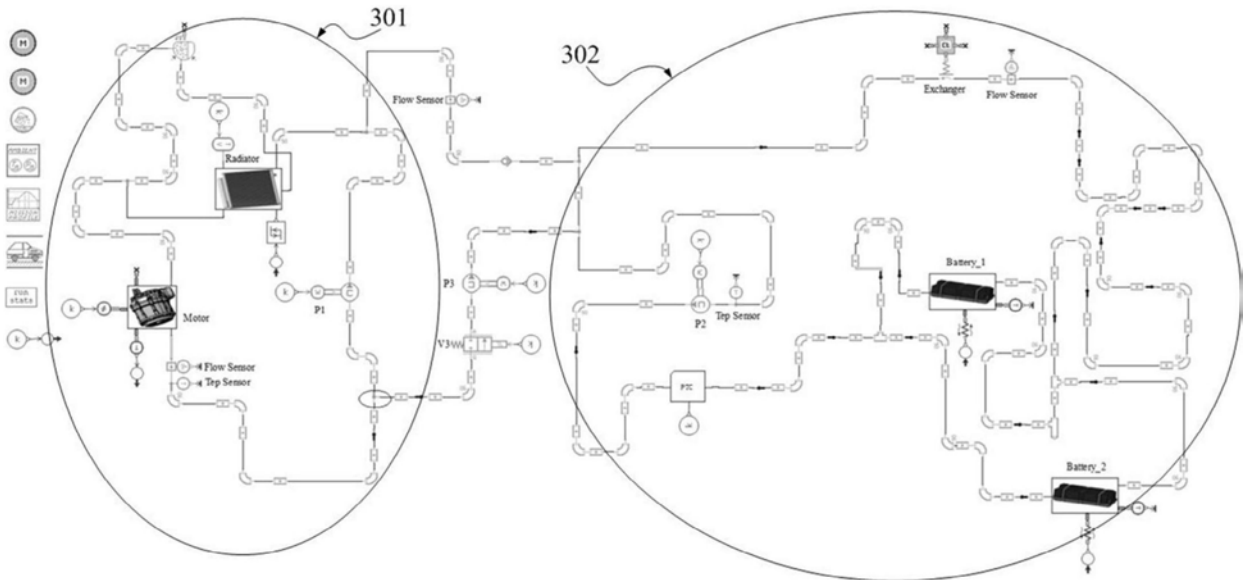


图3

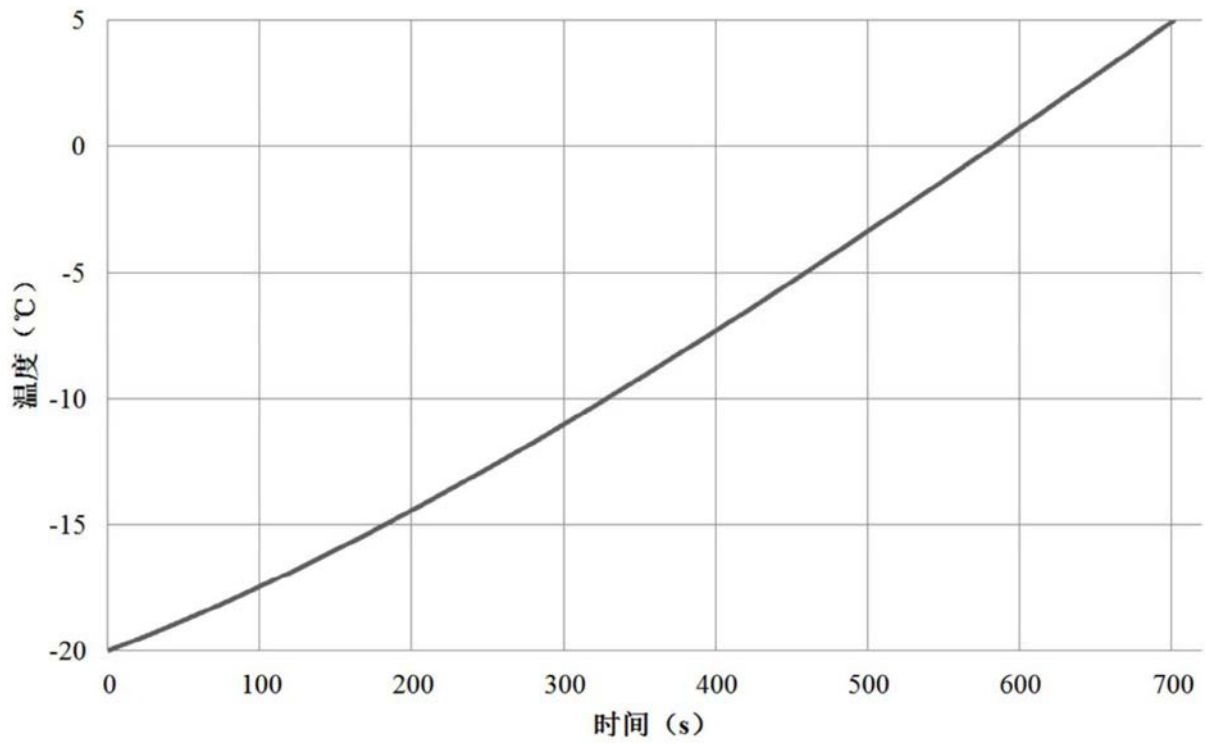


图4

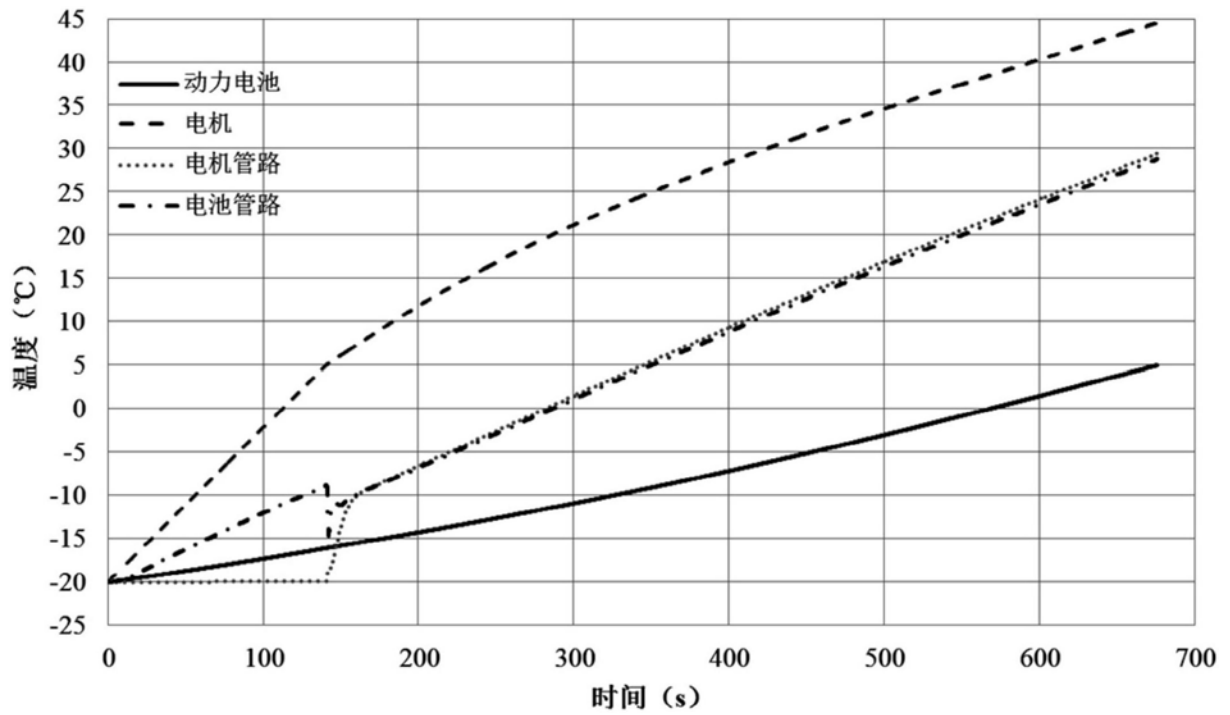


图5

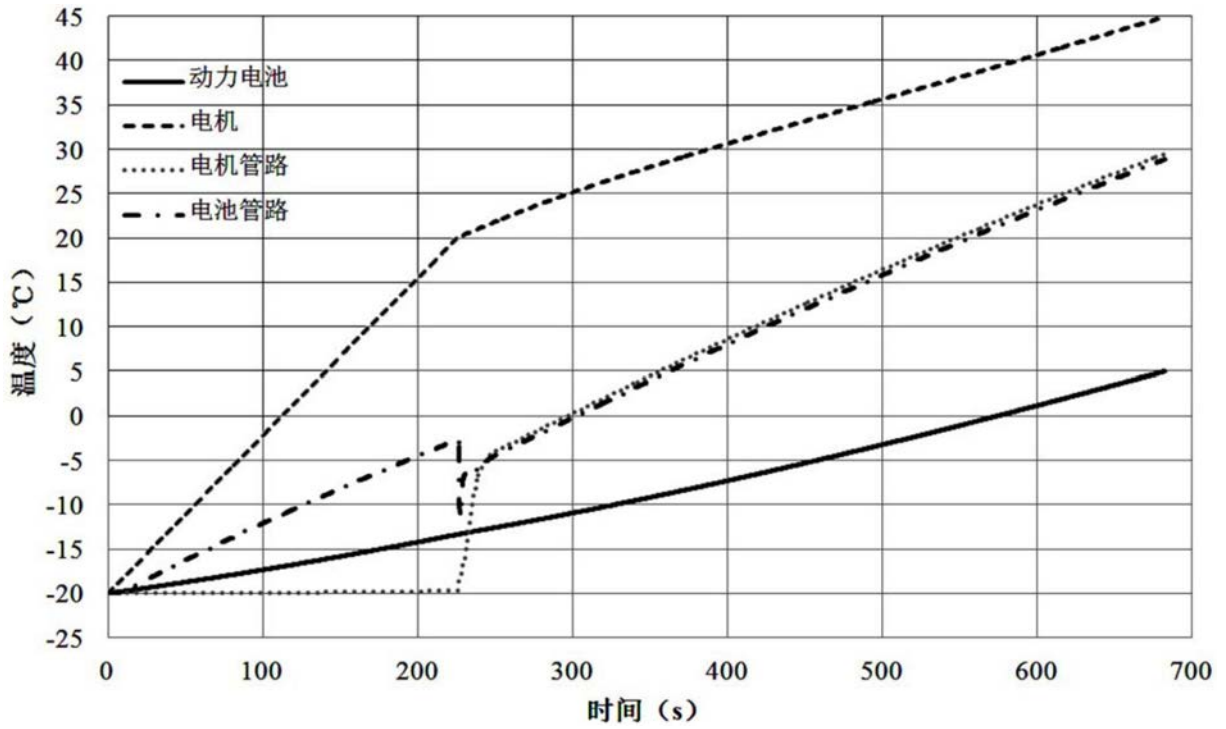


图6

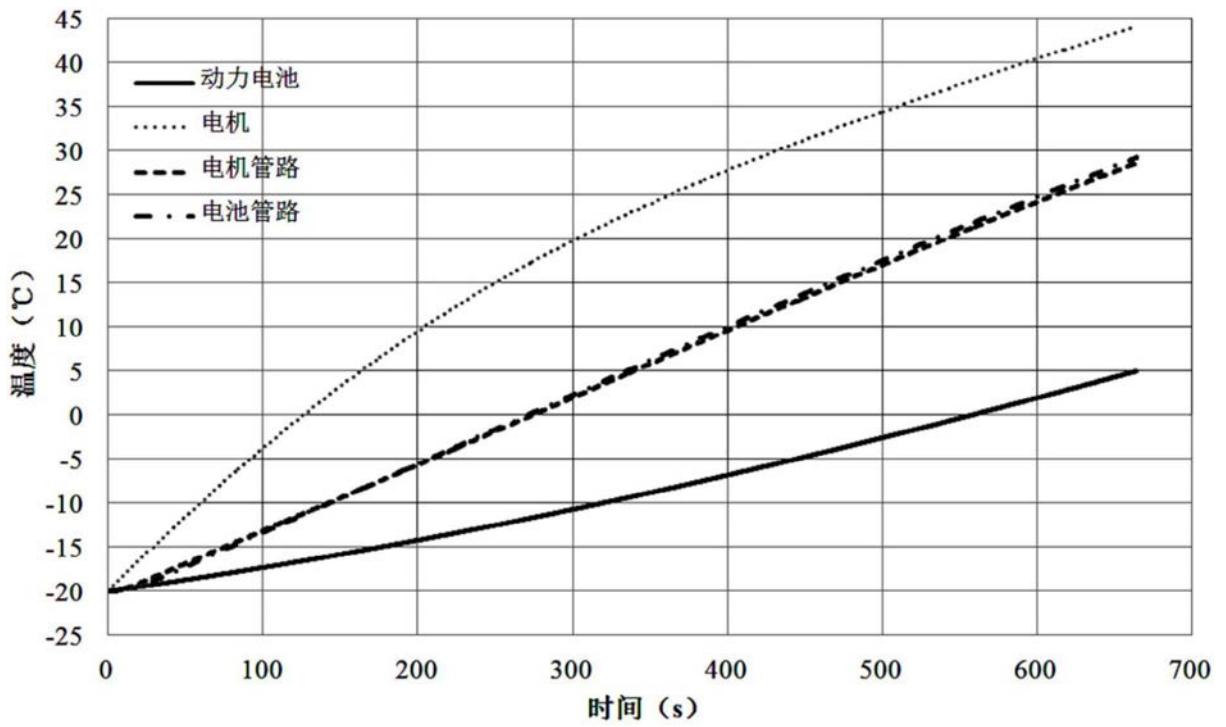


图7

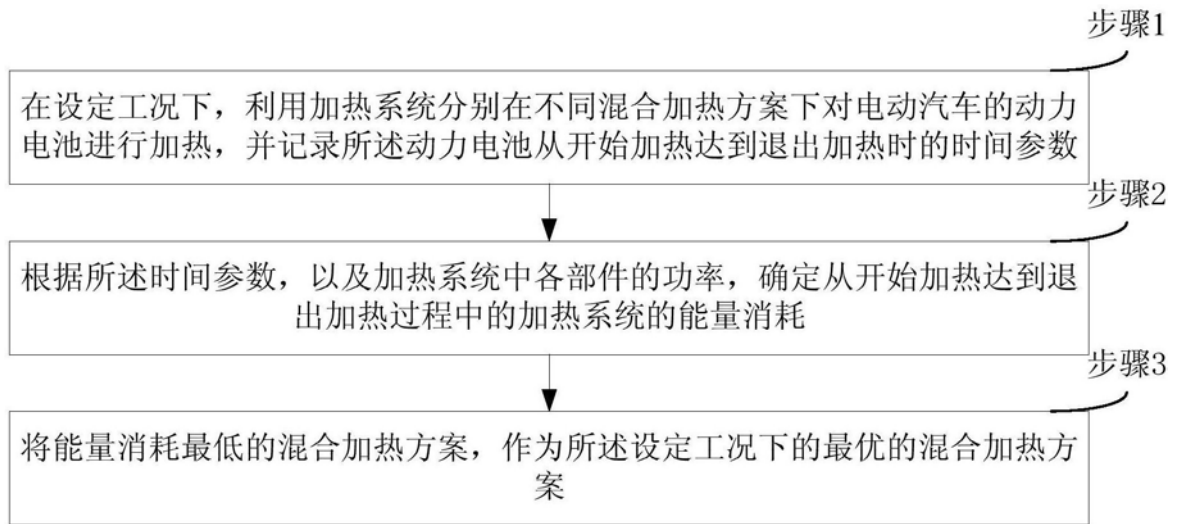


图8