



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208256813 U

(45)授权公告日 2018.12.18

(21)申请号 201820602518.6

(22)申请日 2018.04.25

(73)专利权人 天津银隆新能源有限公司  
地址 301605 天津市静海区子牙循环经济  
产业区重庆道26号  
专利权人 银隆新能源股份有限公司

(72)发明人 季孟波 马学明

(74)专利代理机构 深圳市合道英联专利事务所  
(普通合伙) 44309  
代理人 廉红果 侯峰

(51)Int.Cl.  
H01M 8/04701(2016.01)  
H01M 8/04298(2016.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

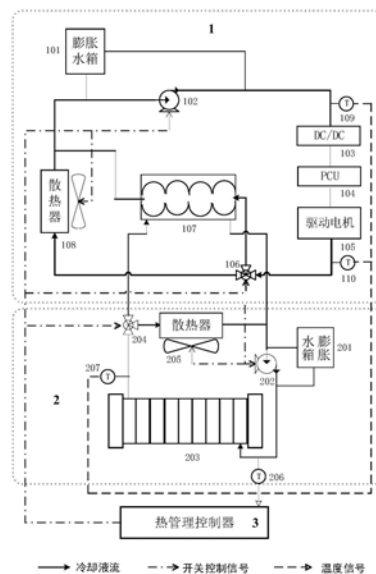
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)实用新型名称

一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统,其包括动力系统平台热管理单元、燃料电池本体热管理单元和热管理控制器;所述热管理控制器分别与动力系统平台热管理单元、燃料电池本体热管理单元连接,所述动力系统平台热管理单元和燃料电池本体热管理单元连接。本实用新型利用增程式燃料电池汽车在纯电驱动行驶工况下动力系统平台中DC/DC、动力控制单元PCU、驱动电机所产生的废热为需要冷启动的燃料电池电堆预热,不仅降低了动力系统平台关键部件的散热能耗,还规避了为燃料电池电堆升温所必需的辅助电加热能耗,从而有效提高了动力电池的电能利用率,延长了增程式燃料电池汽车的续驶里程。



1. 一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统,其特征在于,其包括动力系统平台热管理单元、燃料电池本体热管理单元和热管理控制器;所述热管理控制器分别与动力系统平台热管理单元、燃料电池本体热管理单元连接,所述动力系统平台热管理单元和燃料电池本体热管理单元连接;

所述动力系统平台热管理单元包括第一水泵、直流-直流变换器DC/DC、动力控制单元PCU、驱动电机、第一三通电磁阀、热交换器、第一散热器、DC/DC入口前冷却液温度传感器、驱动电机出口后温度传感器,所述热交换器的一个输出端依次通过第一水泵、直流-直流变换器DC/DC、动力控制单元PCU、驱动电机、第一三通电磁阀连接到对应的输入端;所述第一散热器的输出端接于热交换器的一个输出端和第一水泵之间,所述第一散热器的输入端接于第一三通电磁阀的一个输出端;所述热交换器的另一个输入输出端与燃料电池本体热管理单元连接;所述第一水泵和直流-直流变换器DC/DC之间设置DC/DC入口前冷却液温度传感器,所述驱动电机和第一三通电磁阀之间设置驱动电机出口后温度传感器。

2. 根据权利要求1所述的增程式燃料电池汽车热管理耦合系统,其特征在于,所述燃料电池本体热管理单元包括第二水泵、燃料电池电堆、第二三通电磁阀、第二散热器、第一温度传感器、第二温度传感器;所述燃料电池电堆的冷却液出口通过第二三通电磁阀后一路接于第二散热器的输入端,另一路接于热交换器的另一个输入端,与该输入端相应的输出端与所述第二散热器的输出端汇并后经第二水泵接于燃料电池电堆的冷却液进口;所述第一温度传感器设置在第二水泵和燃料电池电堆的冷却液进口之间,所述第二温度传感器设置在燃料电池电堆的冷却液出口和第二三通电磁阀之间。

3. 根据权利要求1或2所述的增程式燃料电池汽车热管理耦合系统,其特征在于,所述动力系统平台热管理单元还包括第一膨胀水箱,所述第一膨胀水箱通过管路连接在第一水泵的两端。

4. 根据权利要求3所述的增程式燃料电池汽车热管理耦合系统,其特征在于,所述燃料电池本体热管理单元还包括第二膨胀水箱,所述第二膨胀水箱通过管路连接在第二水泵的两端。

5. 根据权利要求4所述的增程式燃料电池汽车热管理耦合系统,其特征在于,所述第一水泵、第一三通电磁阀、第一散热器、第二水泵、第二三通电磁阀、第二散热器均通过线路与热管理控制器连接,所述DC/DC入口前冷却液温度传感器、驱动电机出口后温度传感器、第一温度传感器、第二温度传感器均通过线路与热管理控制器连接。

## 一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及燃料电池动力系统热管理技术领域，具体涉及一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统。

### 背景技术

[0002] 当前汽车工业可持续发展面临着严峻的能源和环境的双重挑战，发展新能源汽车已是全球的共识。新能源汽车主流路线包括纯电动汽车和燃料电池汽车。其中，燃料电池汽车因具有零排放无污染、能量密度高、续航里程与传统汽车相当、加注燃料（压缩氢气）时间短等优点，被业内一致认为是汽车工业的终极目标。

[0003] 为了使燃料电池汽车正常运行和保持乘坐的舒适性，对整车进行有效热管理十分必要，而燃料电池动力系统的热管理则是其关键所在。燃料电池热管理系统主要包括燃料电池热管理（主要为燃料电池本体）和动力系统平台热管理（驱动电机、动力控制单元PCU、DC/DC）两部分。其中，燃料电池本体的热管理一方面燃料电池工作温度较低，绝大部分热量（~95%）需要冷却液带走；另一方面在寒冷低温环境中还需要为燃料电池提供热量以辅助其低温启动。而燃料电池冷启动问题已经成为阻碍燃料电池商业化的关键技术瓶颈之一，是燃料电池汽车冬季运行的最大挑战。

[0004] 当燃料电池在不采取任何保护措施情况下在低于0℃的低温环境中启动时，其反应所产生的水首先会在催化层内部结冰，导致催化层反应活性位点被覆盖和氧气传输受阻，电压出现骤降；当催化层完全被冰覆盖而电堆温度还未升至0℃以上则会在扩散层和流道内结冰导致冷启动失败。另一方面，催化层的结冰过程会导致催化剂层和质子交换膜之间出现间隙，同时结冰/融化循环会引起催化层微孔结构的崩塌和致密化以及催化层中铂颗粒的粗化，致使电化学活性表面积减小并难以恢复，从而对燃料电池发电性能造成永久性损害，而且循环次数越多冷启温度越低对电池损害越大。

[0005] 目前燃料电池冷启动的解决策略分为两类：一类是在电堆停机时利用气体吹扫来降低燃料电池膜电极的含水量，从而减少固态冰的形成，但是在电堆温度未升至0℃以上时只要启动电堆产生水就会结冰，而且首先是在铂颗粒表面与Nafion树脂接触的部位产生冰，一旦温度升至室温铂与Nafion界面的冰融化就会造成界面的脱离，导致不可逆的电化学活性面积的损失；另一类是通过外接电源电加热或氢气催化燃烧放热等方式对电堆及其内部极板和膜电极进行预热，该类方式不仅系统复杂而且还会产生较大能耗，缩短了燃料电池汽车的续航里程。

### 实用新型内容

[0006] 针对现有技术中的不足，本实用新型的目的在于提供一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统。

[0007] 为达到上述目的，本实用新型的技术方案是这样实现的：

[0008] 本实用新型实施例提高一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统，其包括动力系

统平台热管理单元、燃料电池本体热管理单元和热管理控制器；所述热管理控制器分别与动力系统平台热管理单元、燃料电池本体热管理单元连接，所述动力系统平台热管理单元和燃料电池本体热管理单元连接；

[0009] 所述动力系统平台热管理单元包括第一水泵、直流-直流变换器DC/DC、动力控制单元PCU、驱动电机、第一三通电磁阀、热交换器、第一散热器、DC/DC入口前冷却液温度传感器、驱动电机出口后温度传感器，所述热交换器的一个输出端依次通过第一水泵、直流-直流变换器DC/DC、动力控制单元PCU、驱动电机、第一三通电磁阀连接到对应的输入端；所述第一散热器的输出端接于热交换器的一个输出端和第一水泵之间，所述第一散热器的输入端接于第一三通电磁阀的一个输出端；所述热交换器的另一个输入输出端与燃料电池本体热管理单元连接；所述第一水泵和直流-直流变换器DC/DC之间设置DC/DC入口前冷却液温度传感器，所述驱动电机和第一三通电磁阀之间设置驱动电机出口后温度传感器。

[0010] 上述方案中，所述燃料电池本体热管理单元包括第二水泵、燃料电池电堆、第二三通电磁阀、第二散热器、第一温度传感器、第二温度传感器；所述燃料电池电堆的冷却液出口通过第二三通电磁阀后一路接于第二散热器的输入端，另一路接于热交换器的另一个输入端，与该输入端相应的输出端与所述第二散热器的输出端汇并后经第二水泵接于燃料电池电堆的冷却液进口；所述第一温度传感器设置在第二水泵和燃料电池电堆的冷却液进口之间，所述第二温度传感器设置在燃料电池电堆的冷却液出口和第二三通电磁阀之间。

[0011] 上述方案中，所述动力系统平台热管理单元还包括第一膨胀水箱，所述第一膨胀水箱通过管路连接在第一水泵的两端。

[0012] 上述方案中，所述燃料电池本体热管理单元还包括第二膨胀水箱，所述第二膨胀水箱通过管路连接在第二水泵的两端。

[0013] 上述方案中，所述第一水泵、第一三通电磁阀、第一散热器、第二水泵、第二三通电磁阀、第二散热器均通过线路与热管理控制器连接，所述DC/DC入口前冷却液温度传感器、驱动电机出口后温度传感器、第一温度传感器、第二温度传感器均通过线路与热管理控制器连接。

[0014] 与现有技术相比，本实用新型利用增程式燃料电池汽车在纯电驱动行驶工况下动力系统平台中DC/DC、动力控制单元PCU、驱动电机所产生的废热为需要冷启动的燃料电池电堆预热，不仅降低了动力系统平台关键部件的散热能耗，还规避了为燃料电池电堆升温所必需的辅助电加热能耗，从而有效提高了动力电池的电能利用率，延长了增程式燃料电池汽车的续航里程。而且，本实用新型的燃料电池冷启动控制方法使得燃料电池电堆只在电堆温度升至冰点以上时才会启动从而有效避免了在低温环境下启动燃料电池电堆对电堆核心部件（特别是膜电极）的不可逆损伤，进而保证了燃料电池的正常工作与健康状态（SOH），也因此提升了燃料电池的耐久性。

## 附图说明

[0015] 图1为本实用新型实施例提供的一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统的结构示意图；

[0016] 图2为本实用新型实施例提供的一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统中热交换器的结构示意图；

[0017] 图3为本实用新型实施例提供的一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统中的燃料电池动力系统结构示意图；

[0018] 图4为本实用新型实施例提供的一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统的控制流程图。

### 具体实施方式

[0019] 下面参考附图进一步描述本实用新型的实施方式，本实用新型的优点和特点将会随着描述而更为清楚。但实施方式仅是范例性的，并不对本实用新型的范围构成任何限制。本领域技术人员应该理解的是，在不偏离本实用新型的精神和范围下可以对本实用新型技术方案的细节和形式进行修改或替换，但这些修改和替换均落入本实用新型的保护范围内。

[0020] 另外，为了更好的说明本实用新型，在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员将理解，没有这些具体细节，本实用新型同样可以实施。在另外一些实施例中，对于大家熟知的方法、流程、元件和电路未作详细描述，以便于凸显本实用新型的主旨。

[0021] 本实用新型实施例提供一种增程式燃料电池汽车热管理耦合系统，如图1所示，其包括动力系统平台热管理单元1、燃料电池本体热管理单元2和热管理控制器3；所述热管理控制器3分别与动力系统平台热管理单元1、燃料电池本体热管理单元2连接，所述动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2连接；

[0022] 所述动力系统平台热管理单元1包括第一水泵102、直流-直流变换器DC/DC103、动力控制单元PCU104、驱动电机105、第一三通电磁阀106、热交换器107、第一散热器108、DC/DC入口前冷却液温度传感器109、驱动电机出口后温度传感器110，所述热交换器107的一个输出端依次通过第一水泵102、直流-直流变换器DC/DC103、动力控制单元PCU104、驱动电机105、第一三通电磁阀106连接到对应的输入端，所述热交换器107的另一个输入输出端与燃料电池本体热管理单元2连接；所述第一散热器108的输出端接于所述热交换器107的一个输出端和第一水泵102之间，所述第一散热器108的输入端接于第一三通电磁阀106的一个输出端；所述第一水泵102和直流-直流变换器DC/DC103之间设置DC/DC入口前冷却液温度传感器109，所述驱动电机105和第一三通电磁阀106之间设置驱动电机出口后温度传感器110。

[0023] 所述动力系统平台热管理单元1用于控制直流-直流变换器DC/DC103、动力控制单元PCU104和驱动电机105的工作温度并通过热交换器107将上述三大器件工作时产生的热量传递给燃料电池电堆203进行冷启动前的预热；

[0024] 所述燃料电池本体热管理单元2用于控制燃料电池电堆203的工作温度并接受动力系统平台热管理单元1传递过来的热量进行冷启动前的燃料电池电堆203预热；

[0025] 所述热管理控制器3用于接收动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中冷却液的温度信号并向上述两大热管理系统中的水泵、散热器、电磁阀门发送开关指令以及通过PWM控制机制调控水泵电机和散热器风扇电机的转速；此外还通过CAN线与整车控制器进行信息传输和交换。

[0026] 具体地，在动力系统平台热管理单元1中，第一水泵102的出液口与直流-直流变换

器DC/DC103的冷却管路的进液口通过管道连接,直流-直流变换器DC/DC103的冷却管路的出液口与动力控制单元PCU104的冷却管路的进液口连接,动力控制单元PCU104的冷却管路的出液口与驱动电机105的冷却管路的进液口连接,驱动电机105的冷却液出口与第一三通电磁阀106的进液口通过管道连接,第一三通电磁阀106的第一出液口和第二出液口分别与第一散热器108的进液口、热交换器107的管程进液口1073(图2所示)通过管道连接,第一散热器108的出液口与热交换器107的管程出液口1074(图2所示)均通过管道连接至第一水泵102的进液口,从而形成动力系统平台热管理单元1的冷却液循环回路。

[0027] 所述DC/DC入口前冷却液温度传感器109、驱动电机出口后温度传感器111用于监测冷却液温度。

[0028] 所述动力系统平台热管理单元1的热交换器107为管壳式或套管式,材质为316L不锈钢。

[0029] 如图2所示,动力系统平台热管理单元1的热交换器107的外部包覆有光热转换保温纤维层1071,以减少热交换器壳程内冷却液的热量向低温环境散失;在光热转换保温纤维层1071外还涂覆有光热转换材料涂层1072,在进一步减少热交换器107的壳程内冷却液的热量向低温环境散失的同时在有光照的条件下将太阳能转换为热能来提高热交换器壳程内冷却液的温度。

[0030] 所述热交换器107的外部所包覆的光热转换保温纤维层1071采用的是含有 $Y_2O_3$ 稳定的 $ZrO_2$ (YSZ)、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $MoO_2$ 等光热转换材料的聚丙烯纤维以增强近红外线的吸收来提高热交换器107的保温效果。在另外一个实施例中,在光热转换保温纤维层1071外涂覆的光热转换材料涂层1072为Ni-SiO<sub>2</sub>涂层、Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>涂层、 $Al_xO_y$ -AlN/ $Al_xO_y$ -AlN-Al/Al等系列薄膜、Al-N-O渐变型选择吸收涂层和Ti-N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>系列涂层中的一种或多种,以此将光能转化成热能来提升热交换器壳程内冷却液的温度。

[0031] 所述动力系统平台热管理单元1还包括第一膨胀水箱101,所述第一膨胀水箱111通过管路连接在第一水泵102的两端,所述第一膨胀水箱101用于定压补液。

[0032] 所述燃料电池本体热管理单元2包括第二水泵202、燃料电池电堆203、第二三通电磁阀204、第二散热器205、第一温度传感器206、第二温度传感器207;所述燃料电池电堆24的冷却液出口的通过第二三通电磁阀204后一路接于第二散热器205的输入端,另一路接于热交换器107的另一个输入端,与该输入端相应的输出端与所述第二散热器205的输出端汇并后经第二水泵202接于燃料电池电堆203的冷却液进口;所述第一温度传感器206设置在第二水泵202和燃料电池电堆203的冷却液进口之间,所述第二温度传感器207设置在燃料电池电堆203的冷却液出口和第二三通电磁阀204之间。

[0033] 具体地,在燃料电池本体热管理单元2中,燃料电池电堆203的冷却液出口与第二三通电磁阀204的进液口通过管道连接,第二三通电磁阀204的第一出液口和第二出液口分别与散热器205的进液口、动力系统平台热管理单元1中热交换器107的壳程进液口1075(图2所示)通过管道连接,第二散热器205的出液口与动力系统平台热管理单元1中热交换器107的壳程出液口1076(图2所示)均通过管道连接至第二水泵202的进液口,第二水泵202的出液口通过管道连接燃料电池电堆203的冷却液进口,从而形成燃料电池本体热管理单元2的冷却液循环回路。

[0034] 所述第一温度传感器206、第二温度传感器207用于监测进出燃料电池电堆冷却液

温度。

[0035] 所述燃料电池本体热管理单元2还包括第二膨胀水箱201,所述第二膨胀水箱201通过管路连接在第二水泵202的两端,所述第二膨胀水箱201用于定压补液。

[0036] 所述第一水泵102、第一三通电磁阀106、第一散热器108、第二水泵202、第二三通电磁阀204、第二散热器205均通过线路与热管理控制器3连接,所述DC/DC入口前冷却液温度传感器109、驱动电机出口后温度传感器110、第一温度传感器206、第二温度传感器207均通过线路与热管理控制器3连接。

[0037] 所述动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中的第一水泵102、第二水泵202和第一散热器108、第二散热器205的风扇均采用PWM控制机制的电动水泵和电动风扇。

[0038] 热管理控制器3通过低压信号线与动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中的冷却液温度传感器109、110、206、207连接,接收温度传感器的温度信号;通过低压开关控制线与动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中的三通电磁阀106、204连接,向其发送开通方向的指令;通过低压开关控制线与动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中的水泵102、202和散热器108、205连接,向上述水泵和散热器风扇发送开关指令并通过PWM控制机制向其发送脉宽调制信号以调控水泵电机和散热器风扇电机的转速;还通过CAN线与整车控制器连接进行信息传输和交换。

[0039] 所述热管理控制器3工作在冷启动模式和正常热管理模式:

[0040] 在冷启动模式下,所述热管理控制器3开启动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中第一三通电磁阀106和第二三通电磁阀204的第二阀门,启动动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中的第一水泵102和第二水泵202。如此,动力系统平台热管理单元1中的冷却液路运行轨迹为:第一水泵102→DC/DC入口前冷却液温度传感器109→直流-直流变换器DC/DC103→动力控制单元PCU104→驱动电机105→驱动电机出口后温度传感器110→第一三通电磁阀106→热交换器107→第一水泵102,从而构成动力系统平台热管理单元1的完整能量传递回路;燃料电池本体热管理单元2的冷却液路运行轨迹为:第二水泵202→燃料电池电堆入口前冷却液温度传感器206→燃料电池电堆203→燃料电池电堆出口后冷却液温度传感器207→第二三通电磁阀204→热交换器107→第二水泵202,从而构成燃料电池本体热管理单元2的完整能量传递回路。上述两个能量传递回路通过热交换器107进行热交互,从而形成燃料电池动力系统的热管理耦合系统,将增程式燃料电池汽车在锂离子动力电池纯电驱动行驶过程中动力系统平台所产生的高温能量传递给需要冷启动的低温燃料电池电堆,使其升温实现低温环境下的正常启动。

[0041] 在正常热管理模式下,所述热管理控制器3开启动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中第一三通电磁阀106和第二三通电磁阀204的第一阀门,启动动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中的第一散热器108和第二散热器205的风扇及第一水泵102和第二水泵202。如此,动力系统平台热管理单元1中的冷却液路运行轨迹为:第一水泵102→DC/DC入口前冷却液温度传感器109→直流-直流变换器DC/DC103→动力控制单元PCU104→驱动电机105→驱动电机出口后温度传感器110→第一三通电磁阀106→第一散热器108→第一水泵102,从而构成动力系统平台热管理单元1的完整能量传递回路;燃料电池本体热管理单元2的冷却液路运行轨迹为:第二水泵202→燃料电池电堆入

口前冷却液温度传感器206→燃料电池电堆203→燃料电池电堆出口后冷却液温度传感器207→第二三通电磁阀204→第二散热器205→第二水泵202,从而构成燃料电池本体热管理单元2的完整能量传递回路。上述两个能量传递回路互相独立,热管理控制器3通过PWM控制机制分别向动力系统平台热管理单元1和燃料电池本体热管理单元2中的第一水泵102和第二水泵202及第一散热器108和第二散热器205的风扇发送脉宽调制信号来调控水泵电机和散热器风扇电机的转速以控制动力系统平台和燃料电池电堆的温度。

[0042] 在一个实施例中,热管理控制器3采用DC/DC入口前冷却液温度传感器109、第一温度传感器206或者驱动电机出口后温度传感器110、第二温度传感器207的冷却液温度作为参考温度进行后续比较和处理。

[0043] 在另一个实施例中,热管理控制器3采用DC/DC入口前冷却液温度传感器109、第一温度传感器206和驱动电机出口后温度传感器110、第二温度传感器207的冷却液温度作为参考温度进行后续比较和处理。例如,将DC/DC入口前冷却液温度传感器109和驱动电机出口后温度传感器110的冷却液温度的平均值以及第一温度传感器206和第二温度传感器207的冷却液温度的平均值作为后续比较和处理的参数。以下将上述实施例中的DC/DC入口前冷却液温度传感器109或/和驱动电机出口后温度传感器110的冷却液参考温度统称为“动力系统平台冷却液温度 $T_D$ ”,将上述实施例中的第一温度传感器206或/和第二温度传感器206207的冷却液参考温度统称为“燃料电池电堆冷却液温度 $T_F$ ”。

[0044] 在一个实施例中,热管理控制器3读取第一阈值温度 $T_1$ 、第二阈值温度 $T_2$ 和第三阈值温度 $T_3$ ,其中,第一阈值温度 $T_1$ 小于第二阈值温度 $T_2$ ,第二阈值温度 $T_2$ 小于第三阈值温度 $T_3$ ,即 $T_1 < T_2 < T_3$ 。其中,第一阈值温度 $T_1$ 设定为 $-4^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 区间中的一个温度;第二阈值温度 $T_2$ 设定为 $60^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 区间中的一个温度,即动力系统平台正常工作的最佳温度;第三阈值温度 $T_3$ 设定为 $70^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 区间中的一个温度,即燃料电池电堆203正常工作的最佳温度。

[0045] 热管理控制器3比较所述燃料电池电堆冷却液温度 $T_F$ 和第一阈值温度 $T_1$ 。当 $T_F < T_1$ 时,热管理控制器3进入冷启动模式;当 $T_F > T_1$ 时,热管理控制器3进入正常热管理模式。

[0046] 在一个实施例中,热管理控制器3比较所述动力系统平台冷却液温度 $T_D$ 和第二阈值温度 $T_2$ 。当 $T_D < T_2$ 时,热管理控制器3仅通过PWM控制机制向动力系统平台热管理单元1中的第一水泵102发送脉宽调制信号来调控水泵电机的转速以控制动力系统平台的温度;当 $T_D > T_2$ 时,热管理控制器3开启动力系统平台热管理单元1的第一三通电磁阀106的第一阀门,通过PWM控制机制分别向动力系统平台热管理单元1中的第一水泵102和第一散热器108发送脉宽调制信号来调控第一水泵102和第一散热器108风扇的电机转速以控制动力系统平台的温度,从而保持动力系统平台的工作温度稳定在第二阈值温度 $T_2$ 。

[0047] 在一个实施例中,在正常热管理模式下,热管理控制器3比较所述燃料电池电堆冷却液温度 $T_F$ 和第三阈值温度 $T_3$ 。当 $T_1 < T_F < T_3$ 时,热管理控制器3关闭燃料电池本体热管理单元2的第二散热器205的风扇,仅通过PWM控制机制向燃料电池本体热管理单元2中的第二水泵202发送脉宽调制信号来调控水泵电机的转速以控制燃料电池电堆的温度;当 $T_F > T_3$ 时,热管理控制器3开启燃料电池本体热管理单元2的第二散热器205的风扇,通过PWM控制机制分别向燃料电池本体热管理单元2中的第二水泵202和第二散热器205发送脉宽调制信号来调控第二水泵202和第二散热器205风扇的电机转速以控制燃料电池电堆203的温度,从而保持燃料电池电堆203的工作温度稳定在第三阈值温度 $T_3$ 。



[0048] 本实用新型利用增程式燃料电池汽车在纯电驱动行驶工况下动力系统平台中DC/DC、动力控制单元PCU、驱动电机所产生的废热为需要冷启动的燃料电池电堆预热,不仅降低了动力系统平台关键部件的散热能耗,还规避了为燃料电池电堆升温所必需的辅助电加热能耗,从而有效提高了动力电池的电能利用率,延长了增程式燃料电池汽车的续驶里程。而且,本实用新型的燃料电池冷启动控制方法使得燃料电池电堆只在电堆温度升至冰点以上时才会启动从而有效避免了在低温环境下启动燃料电池电堆对电堆核心部件(特别是膜电极)的不可逆损伤,进而保证了燃料电池的正常工作与健康状态(SOH),也因此提升了燃料电池的耐久性。

[0049] 本实用新型的控制方法,如图3和图4所示,通过以下步骤实现。

[0050] 在步骤300中,所述热管理控制器3检测通过所述燃料电池电堆203的冷却液温度 $T_F$ 值;在一个实施例中,检测所述燃料电池电堆入口前冷却液温度传感器206和燃料电池电堆出口后冷却液温度传感器207的冷却液温度数值,并由此确定通过所述燃料电池电堆203的冷却液温度 $T_F$ 值。然后,比较所述燃料电池电堆冷却液温度 $T_F$ 和第一阈值温度 $T_1$ 的大小并进入步骤310。

[0051] 在步骤310中,当所述热管理控制器3检测到所述燃料电池电堆203的冷却液温度 $T_F < T_1$ 时,则进入步骤311。

[0052] 在步骤311中,如图3所示,所述热管理控制器3通过CAN线向整车控制器发送 $T_F < T_1$ 的信号,整车控制器开始计算燃料电池从 $T_F$ 升温到 $T_1$ 所需能量 $Q_1$ ,然后获取锂离子动力电池的荷电状态SOC值并计算以当前SOC的动力电池驱动汽车行驶至SOC降至预设下限所述动力系统平台(直流-直流变换器DC/DC103、动力控制单元PCU104和驱动电机105)所产生的热量 $Q_2$ ,并比较 $Q_1$ 和 $Q_2$ 之间的大小,然后进入步骤312。在一个实施例中,所述锂离子动力电池采用低温性能优异的钛酸锂电池(如图3所示)、全固态锂离子电池、锰酸锂电池、三元锂离子电池中的一种或多种。

[0053] 具体地,所述预设下限可以采用SOC降至10%。

[0054] 在步骤312中,当所述整车控制器计算得到的 $Q_1 > Q_2$ 时,则进入步骤313,即钛酸锂动力电池需要外接充电设施为其充电;当所述整车控制器计算得到的 $Q_1 < Q_2$ 时,整车控制器则将该信息反馈至所述热管理控制器3随即进入步骤314。

[0055] 在步骤314中,所述整车控制器启动钛酸锂动力电池向直流高压线输送电能以纯电模式驱动增程式燃料电池汽车行驶;所述热管理控制器3获取到 $Q_1 < Q_2$ 后,启动所述燃料电池本体热管理单元2的第二水泵202和第二三通电磁阀204的第二阀门,使所述燃料电池电堆203的冷却液流经所述热交换器107的壳程管路获取所述热交换器107管程所传递过来的热量并在所述燃料电池本体热管理单元2的第二水泵202的驱动下进入燃料电池电堆203为电堆加热;然后返回步骤310实时监测 $T_F$ 与 $T_1$ 的大小变化。

[0056] 与步骤314同步进行的是步骤315,即所述热管理控制器3启动所述动力系统平台热管理单元1的第一水泵102和第一三通电磁阀106的第二阀门,使动力系统平台的温度较高的冷却液流经所述热交换器107的管程管路将热量传递给所述热交换器107壳程中燃料电池电堆的冷却液。接着进入步骤316。

[0057] 在步骤316中,所述热管理控制器3检测通过所述动力系统平台的冷却液温度 $T_D$ 值;在一个实施例中,检测所述DC/DC入口前冷却液温度传感器109和驱动电机出口后温度

传感器110的冷却液温度数值,并由此确定通过所述动力系统平台的冷却液温度 $T_D$ 值。然后,比较所述动力系统平台的冷却液温度 $T_D$ 和第二阈值温度 $T_2$ 的大小。接着进入步骤317。

[0058] 在步骤317中,当所述热管理控制器3检测到所述动力系统平台的冷却液温度 $T_D > T_2$ 时,则进入步骤318。在步骤318中,所述热管理控制器3开启所述动力系统平台热管理单元1的第一三通电磁阀106的第一阀门,并通过PWM控制机制分别向动力系统平台热管理单元1中的第一水泵102和第一散热器108发送脉宽调制信号来调控第一水泵102和第一散热器108风扇的电机转速以控制动力系统平台的温度,从而保持动力系统平台的工作温度稳定在第二阈值温度 $T_2$ ,以保证动力系统平台在最佳工作温度中工作。

[0059] 在步骤317中,当所述热管理控制器3检测到所述动力系统平台的冷却液温度 $T_D < T_2$ 时,则返回至步骤315,即在冷启动模式下( $T_F < T_1$ )使所述动力系统平台热管理单元1的第一三通电磁阀106的第二阀门继续保持开启状态,仅通过PWM控制机制向动力系统平台热管理单元1中的第一水泵102发送脉宽调制信号来调控水泵电机的转速以控制动力系统平台的温度。

[0060] 在步骤310中,当所述热管理控制器3检测到所述燃料电池电堆203的冷却液温度 $T_F > T_1$ 时,则进入步骤320。

[0061] 在步骤320中,如图3所示,所述热管理控制器3通过CAN线将 $T_F > T_1$ 的信号发送至整车控制器,整车控制器启动燃料电池电堆203向直流高压线输送电能以驱动增程式燃料电池汽车行驶并给钛酸锂动力电池充电。然后进入步骤321。

[0062] 在步骤321中,所述热管理控制器3启动(正常热管理模式时)或保持(冷启动模式时,即从步骤314返回至步骤310时)所述燃料电池本体热管理单元2的第二水泵202运转并开启所述燃料电池本体热管理单元2的第二三通电磁阀204的第一阀门,使所述燃料电池电堆203的冷却液经由所述燃料电池本体热管理单元2的第二散热器205进入燃料电池电堆203。同时进入步骤322,即所述热管理控制器3关闭所述燃料电池本体热管理单元2的第二散热器205风扇。然后进入步骤323。

[0063] 在步骤323中,所述热管理控制器3检测通过所述燃料电池电堆203的冷却液温度 $T_F$ 值并比较 $T_F$ 和第三阈值温度 $T_3$ 的大小。接着进入步骤324。

[0064] 在步骤324中,当所述热管理控制器3检测到所述燃料电池电堆的冷却液温度 $T_F > T_3$ 时,则进入步骤325。在步骤325中,所述热管理控制器3开启所述燃料电池本体热管理单元2的第二散热器205的风扇,并通过PWM控制机制分别向燃料电池本体热管理单元2中的第二水泵202和第二散热器205发送脉宽调制信号来调控第二水泵202和第二散热器205风扇的电机转速以控制燃料电池电堆203的温度,从而保持燃料电池电堆的工作温度稳定在第三阈值温度 $T_3$ ,以保证燃料电池电堆在最佳工作温度中工作。

[0065] 在步骤324中,当所述热管理控制器3检测到所述燃料电池电堆的冷却液温度 $T_1 < T_F < T_3$ 时,则返回至步骤322,即使所述燃料电池本体热管理单元2的第二散热器205的风扇继续保持关闭状态,仅通过PWM控制机制向燃料电池本体热管理单元2中的第二水泵202发送脉宽调制信号来调控水泵电机的转速以控制燃料电池电堆203的温度。

[0066] 本实用新型的实施内容揭露如上,然而本实施例并非用以限定本实用新型实施的范围,依据本实用新型的权利要求书及说明内容所作的简单的等效变化与修饰,仍属于本实用新型技术方案的范围。

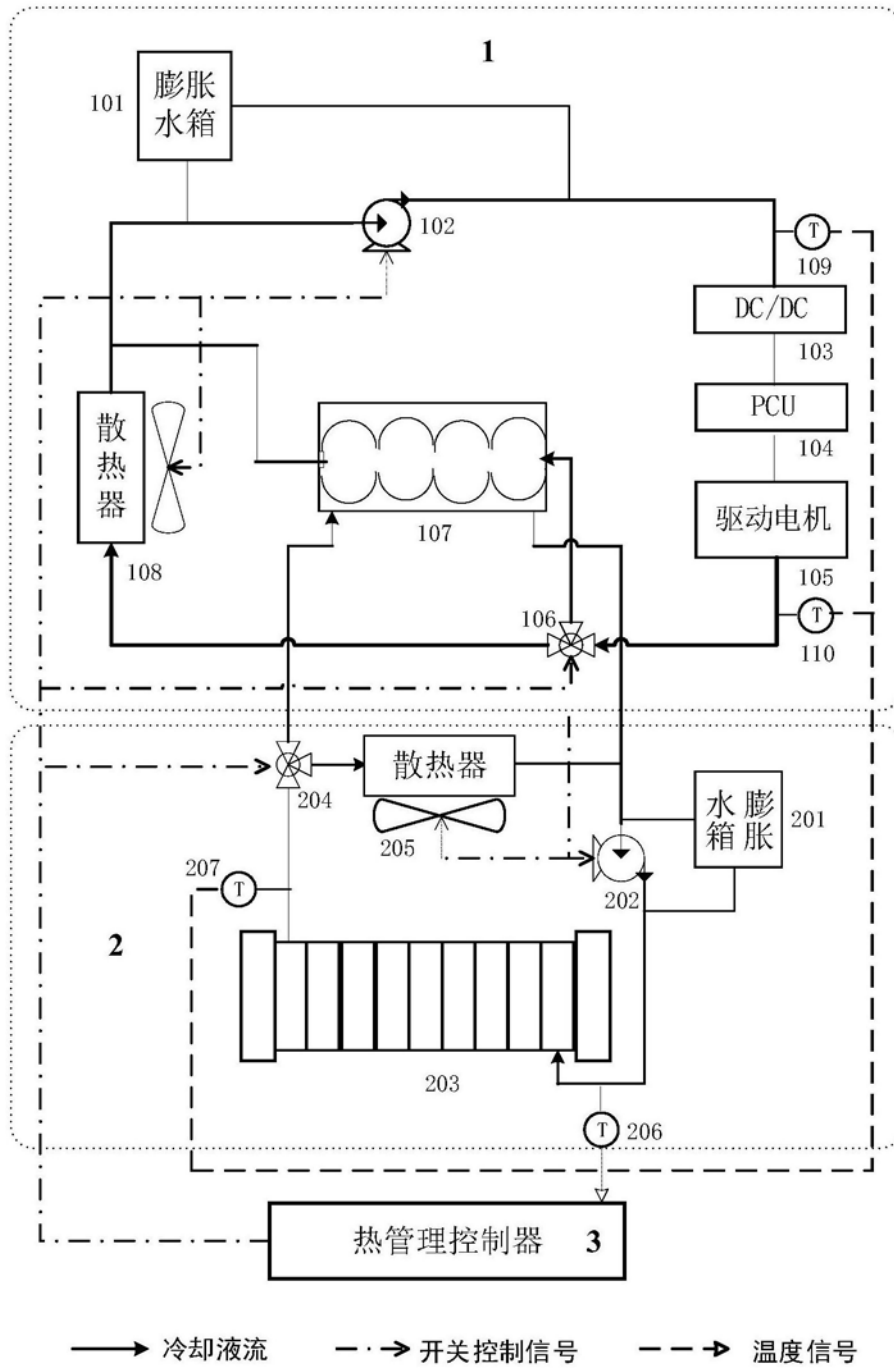


图1

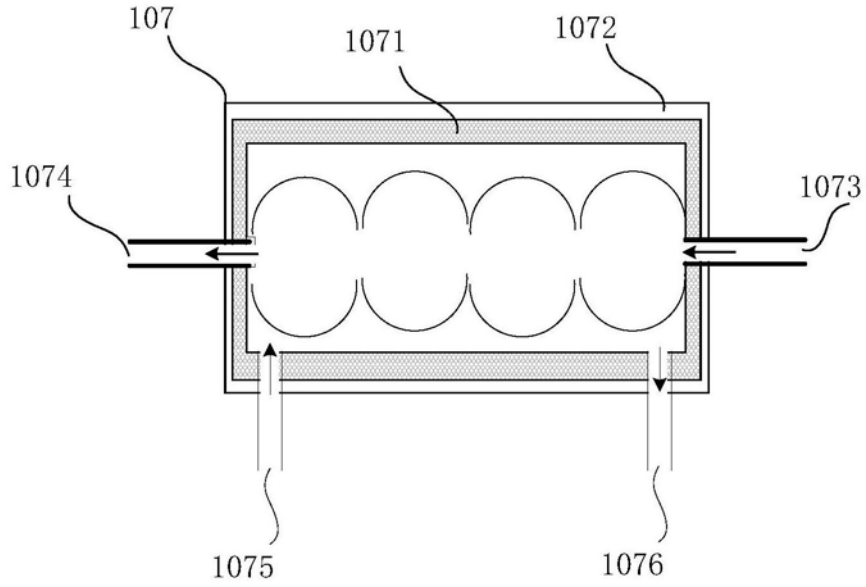


图2

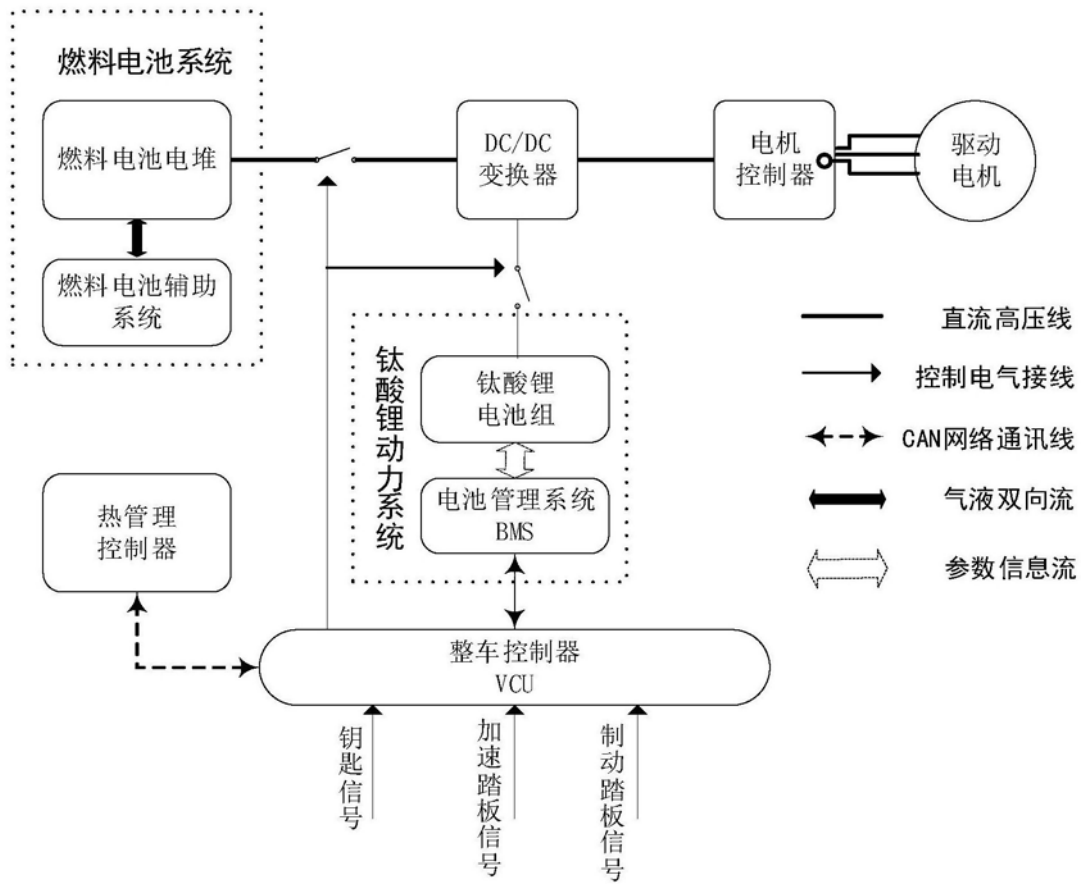


图3

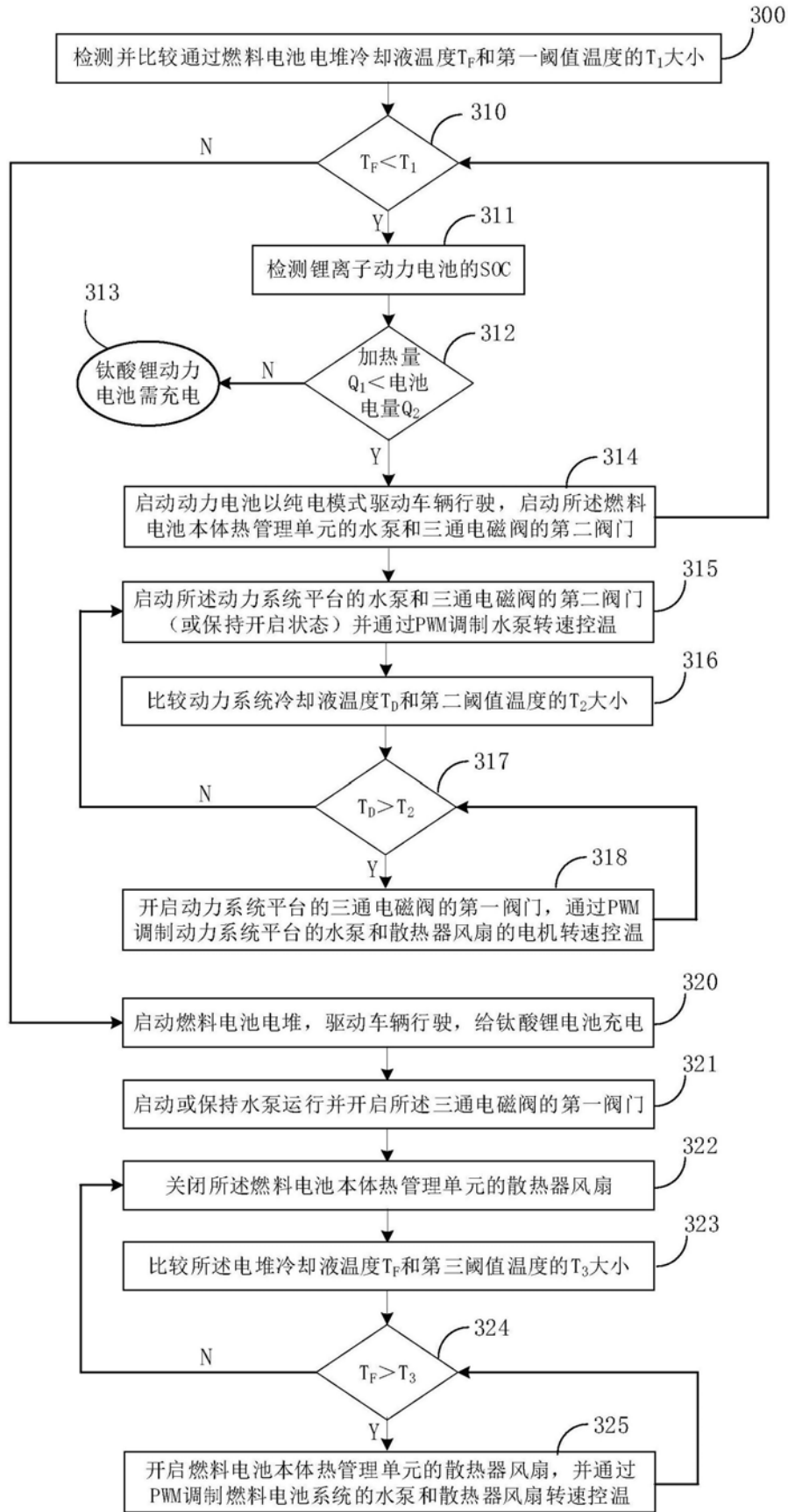


图4