

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2020年6月25日 (25.06.2020)



(10) 国际公布号  
WO 2020/125769 A1

- (51) 国际专利分类号:  
B60L 58/27 (2019.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/127109
- (22) 国际申请日: 2019年12月20日 (20.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201811574151.2 2018年12月21日 (21.12.2018) CN
- (71) 申请人: 比亚迪股份有限公司 (BYD COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。
- (72) 发明人: 廉玉波 (LIAN, Yubo); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118

(CN)。凌和平 (LING, Heping); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。潘华 (PAN, Hua); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。张宇昕 (ZHANG, Yuxin); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。陈昊 (CHEN, Hao); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼301室, Beijing 100084 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: VEHICLE AND POWER BATTERY HEATING APPARATUS AND METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 车辆及其动力电池加热装置与方法

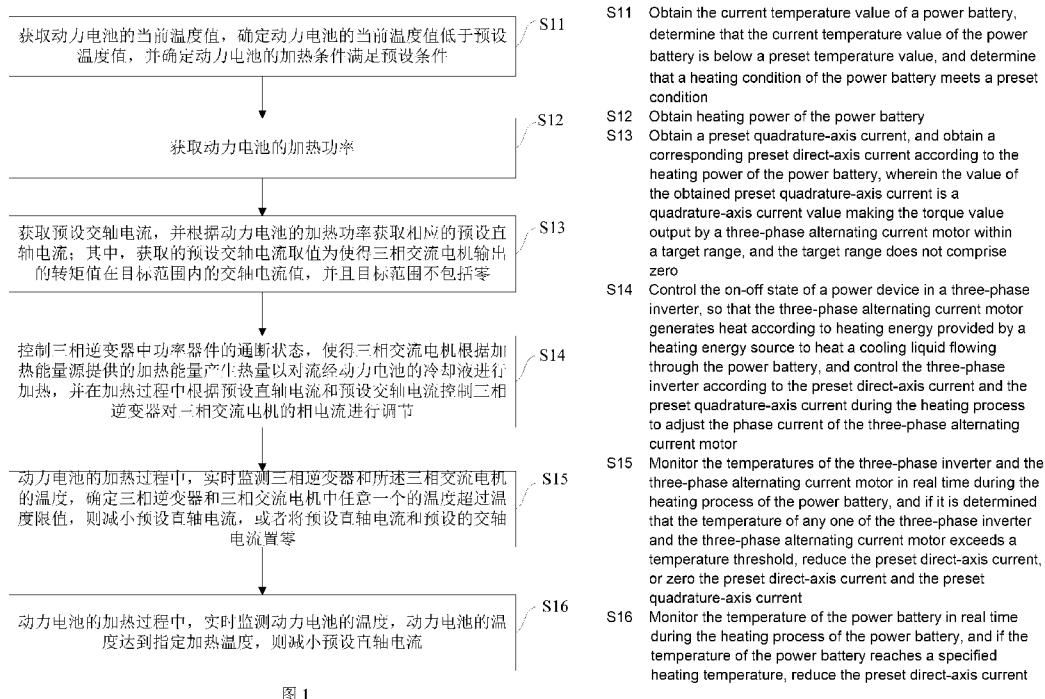


图 1

(57) Abstract: A vehicle and a power battery heating apparatus and method therefor. According to the power battery heating method, when the current temperature value of a power battery is below a preset temperature value and a heating condition of the power battery meets a preset condition, a three-phase inverter is controlled so that a three-phase alternating current motor generates heat according to heating energy to heat a cooling liquid flowing through the power battery; a preset quadrature-axis current that enables the torque value output by the motor to be an appropriate value is obtained, and a corresponding preset direct-axis current is obtained according to heating



WO 2020/125769 A1

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

power of the power battery; then, during a heating process, the three-phase inverter is controlled according to the preset direct-axis current and the preset quadrature-axis current to adjust the phase current of the three-phase alternating current motor, so that the motor shaft outputs electromagnetic torque having a small torque value that cannot move the vehicle and does not damage components of a transmission mechanism of the vehicle, and the motor output shaft only outputs a preload to the transmission mechanism to eliminate the meshing clearance. Thus, a vehicle is effectively prevented from shaking.

(57) 摘要: 一种车辆及其动力电池加热装置与方法, 该动力电池加热方法通过在动力电池的当前温度值低于预设温度值, 且动力电池的加热条件满足预设条件时, 控制三相逆变器使得三相交流电机根据加热能量产生热量以对流经动力电池的冷却液进行加热, 并获取使得电机输出的转矩值在合适值的预设交轴电流, 以及根据动力电池加热功率获取相应的预设直轴电流, 进而在加热过程中根据预设直轴电流和预设交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节, 使得电机轴输出无法使得车辆移动、也不会对车辆传动机构零部件造成损伤的转矩值很小的电磁转矩, 仅使得电机输出轴给传动机构输出一个预紧力, 消除啮合间隙, 有效防止车辆发生抖动。

## 车辆及其动力电池加热装置与方法

### 相关申请的交叉引用

- 5           本申请要求比亚迪股份有限公司于 2018 年 12 月 21 日提交的、发明名称为“一种车辆及其动力电池加热装置与方法”的、中国专利申请号“201811574151.2”的优先权。

### 技术领域

本申请涉及车辆技术领域，尤其涉及一种车辆及其动力电池加热装置与方法。

10

### 背景技术

近几年来，新能源汽车蓬勃发展使得基于锂离子的动力电池得到大量应用，而由于电池的固有特性，在低温时动力电池的充放电能力会大幅降低，这将影响车辆在寒冷地区的使用。

- 15           为解决这一问题，现有技术主要通过温度传感器实时获取动力电池的温度，并在动力电池的温度符合预设条件时，使用动力电池提供的能量控制电机零转矩运行，以实现动力电池加热。然而，该方法虽然可以实现动力电池加热，但是其需要控制电机输出零转矩，即控制转矩电流为零，控制转矩电流为零的关键在于电机的零位需要准确获取，而在实际情况中受限于电机零位标定方法准确性电机的零位很难准确获取，且三相电流传感器在电
- 20 流幅值较小时难以保证良好的采样精度，如此将导致转矩电流不恒定为零，而是围绕零进行上下波动，进而引发车辆抖动，造成不佳的驾乘感受。

综上所述，现有的动力电池加热方法存在易造成车辆抖动的问题。

### 发明内容

- 25           本申请在于提供一种车辆及其动力电池加热装置与方法，以解决动力电池加热方法存在易造成车辆抖动的问题。

本申请是这样实现的，本申请第一方面提供一种动力电池加热方法，用于向车辆的动力电池进行加热，所述动力电池加热方法包括：获取所述动力电池的当前温度值，确定所述动力电池的当前温度值低于预设温度值，并确定动力电池的加热条件满足预设条件，获

30 取所述动力电池的加热功率；获取预设交轴电流，并根据所述动力电池的加热功率获取相应的预设直轴电流；其中，获取的所述预设交轴电流取值为使得三相交流电机输出的转矩值在目标范围内的交轴电流值，并且所述目标范围不包括零；控制三相逆变器中功率器件

的通断状态，使得三相交流电机根据加热能量源提供的加热能量产生热量以对流经所述动力电池的冷却液进行加热，并在加热过程中根据所述预设直轴电流和预设交轴电流控制所述三相逆变器对所述三相交流电机的相电流进行调节。

本申请第二方面提供一种动力电池加热装置，用于向车辆的动力电池进行加热，所述动力电池加热装置包括：三相逆变器，与用于提供加热能量的加热能量源的正极与负极连接；三相交流电机，所述三相交流电机的三相线圈与所述三相逆变器的三相桥臂连接；控制模块，所述控制模块分别与所述三相逆变器以及所述三相交流电机连接，所述控制模块用于获取动力电池的当前温度值，并在确定所述动力电池的当前温度值低于预设温度值，且确定动力电池的加热条件满足预设条件，获取所述动力电池的加热功率；所述控制模块还用于获取预设交轴电流，并根据所述动力电池的加热功率获取相应的预设直轴电流；其中，获取的所述预设交轴电流取值为使得三相交流电机输出的转矩值在目标范围内的交轴电流值，并且所述目标范围不包括零；所述控制模块还用于控制三相逆变器中功率器件的通断状态，使得三相交流电机根据加热能量源提供的加热能量产生热量以对流经所述动力电池的冷却液进行加热，并在加热过程中根据所述预设直轴电流和预设交轴电流控制所述三相逆变器对所述三相交流电机的相电流进行调节。

本申请第三方面提供一种车辆，所述车辆包括第二方面所述动力电池加热装置，所述车辆还包括动力电池、冷却液箱、水泵以及水管线，所述水泵根据控制信号将所述冷却液箱中的冷却液输入至所述水管线，所述水管线穿过所述动力电池和所述动力电池加热装置。

本申请提出了一种车辆及其动力电池加热装置与方法，该动力电池加热方法通过确定动力电池的当前温度值低于预设温度值，且动力电池的加热条件满足预设条件，控制三相逆变器使得三相交流电机根据加热能量产生热量以对流经动力电池的冷却液进行加热，并获取使得电机输出的转矩值在合适值的预设交轴电流，以及根据动力电池加热功率获取相应的预设直轴电流，进而在加热过程中根据预设直轴电流和预设交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节，使得电机轴输出无法使得车辆移动、也不会对车辆传动机构零部件造成损伤的转矩值很小的电磁转矩，仅使得电机输出轴给传动机构输出一个预紧力，消除啮合间隙，有效防止车辆发生抖动。

## 附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本公开一种实施例提供的一种动力电池加热方法的流程示意图；

图 2 是本公开一种实施例提供的一种动力电池加热装置的结构示意图；

图 3 是本公开一种实施例提供的一种动力电池加热装置的电路图；

图 4 是本公开一种实施例提供的一种动力电池加热装置的另一结构图；

5 图 5 是本公开一种实施例提供的一种动力电池加热方法中预设交轴电流的波形示意图；

图 6 是本公开一种实施例提供的一种动力电池加热装置的控制模块的结构图；

图 7 是本公开一种实施例提供的一种动力电池加热装置中的坐标变换示意图；

图 8 是本公开一种实施例提供的车辆的方框示意图。

10

### 具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

15 为了说明本申请的技术方案，下面通过具体实施例来进行说明。

本公开实施例提供一种动力电池加热方法，该动力电池加热方法用于向车辆的动力电池进行加热，并且在加热过程中动力电池的导热通路与车辆的电机导热回路连接互通形成导热回路，如图 1 所示，动力电池加热方法包括：

20 步骤 S11：获取动力电池的当前温度值，确定动力电池的当前温度值低于预设温度值，并确定动力电池的加热条件满足预设条件。

其中，在本申请实施例中，由于在寒冷环境下，当车辆长时间未被使用时，动力电池的温度将会趋近环境温度，而随着温度的降低，动力电池性能会进一步下降，使得充放电能力均受限，进而影响车辆的性能与使用，因此需要对动力电池进行加热，而在对动力电池加热之前，必须获取动力电池的当前温度值，且将该温度值与预设温度值进行比较，若  
25 该当前温度值低于预设温度值，则进一步确定电池的加热条件是否满足预设条件。

具体的，作为本申请一种实施方式，步骤 S11 中的确定动力电池的加热条件是否满足预设条件具体为：

30 若确定电机的当前工作状态为非驱动状态，以及确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态均为无故障时，则识别为动力电池的加热条件满足预设条件；

若确定电机的当前工作状态为驱动状态，或者确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障时，则

识别为动力电池的加热条件不满足预设条件。

其中，在本申请实施例中，当确认是否满足动力电池加热条件，具体需要确认车辆的电机的当前工作状态、动力电池是否发生故障、三相交流电机是否发生故障、电机控制器是否发生故障以及导热回路是否发生故障，若电机的当前工作状态为非驱动状态，且动力电池、三相交流电机、电机控制器以及导热回路均没发生故障，则表明此时可以对动力电池进行加热；若电机的当前工作状态为驱动状态，或者动力电池、三相交流电机、电机控制器以及导热回路任意一个发生故障，则表明此时可以不对动力电池进行加热；需要说明的是，在本公开实施例中，导热回路发生故障包括但不限于互通阀损坏、加热回路中介质不足等问题。

10 进一步地，作为本申请一种实施方式，该动力电池加热方法还包括：

获取档位信息和电机转速信息，并根据档位信息和电机转速信息获取电机的当前工作状态。

具体的，当判定当前档位为 P 档且电机转速为 0 时，则表明电机的当前工作状态为非驱动状态；当判定当前档位不为 P 档或者是电机转速不为零时，则表明电机的当前工作状态为驱动状态。

15 本实施方式中，通过获取档位信息和电机转速信息，并根据档位信息和电机转速信息获取电机的当前工作状态，使得在之后根据电机的工作状态判断动力电池是否满足加热条件时，可根据档位信息和电机转速信息进行判断，在任意一个条件不满足时便无法对动力电池加热，防止车辆在正常行驶状态下对动力电池加热，进而影响车辆性能。

20 步骤 S12：获取动力电池的加热功率。

其中，在本申请实施例中，当确定动力电池满足加热条件，即可以对动力电池进行加热，此时需要获取动力电池的加热功率，该加热功率指的是动力电池所需要加热的功率。

步骤 S13：获取预设交轴电流，并根据动力电池的加热功率获取相应的预设直轴电流；其中，获取的预设交轴电流取值为使得三相交流电机输出的转矩值在目标范围内的交轴电

25 流值，并且目标范围不包括零。

其中，在本申请实施例中，当获取了动力电池所需要加热的功率后，此时还需要获取预设直轴电流  $i_d$  以及预设交轴电流  $i_q$ ，而在获取预设直轴电流  $i_d$  时，可根据之前获取的动力电池的加热功率进行查找，即动力电池的加热功率与预设直轴电流  $i_d$  呈映射关系，当获取了动力电池的加热功率后，便可根据该加热功率查找到对应的预设直轴电流  $i_d$ ；此外，

30 在获取预设交轴电流  $i_q$  时，可根据获取的预设交轴电流  $i_q$  取值为使得三相交流电机输出的转矩值很小，即该转矩无法使得车辆移动、也不会对车辆传动机构零部件造成损伤，仅提供一个较小的输出力矩完成车辆传动机构的齿轮间预紧力即可，该预设交轴电流  $i_q$  可经过

多次实验得到。

步骤 S14: 控制三相逆变器中功率器件的通断状态, 使得三相交流电机根据加热能量源提供的加热能量产生热量以对流经动力电池的冷却液进行加热, 并在加热过程中根据预设直轴电流和预设交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节。

5 其中, 在本公开实施例中, 加热能量源可是为外部充电设备, 例如充电桩, 也可以是动力电池, 此处不做具体限制。

进一步地, 当获取到预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  后, 此时便可控制三相逆变器中功率器件的通断状态, 即控制三相逆变器中功率器件的通断时间, 即功率器件导通与关断的时间, 使得三相交流电机根据加热能量产生热量以对流经动力电池的冷却液进行加热, 并在加热过程中根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节, 以实现加热功率的调节。

具体的, 在本公开实施例中, 在根据预设直轴电流  $i_d$  以及预设交轴电流  $i_q$  控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节时, 需要在对动力电池加热前, 获取三相交流电机的当前三相电流值与电机转子位置角度信息, 并根据电机转子位置角度信息将当前三相电流值变换为直轴电流与交轴电流, 进而在加热过程中根据直轴电流、交轴电流、预设直轴电流以及预设交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节, 以实现动力电池加热的功能, 且保证电机轴端输出一个较小的转矩值。

在本实施方式中, 通过获取三相交流电机在加热前的三相电流值与电机转子位置角度信息等参数, 进而根据获取的参数得到直轴电流与交轴电流, 以便于在加热过程中根据该直轴电流、交轴电流、预设直轴电流以及预设交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节, 以此实现加热功率的调节。

进一步地, 作为本公开一种实施方式, 根据电机转子位置角度信息和当前三相电流值获取直轴交流与交轴电流的具体过程为:

在对动力电池加热前, 获取到三相交流电机的当前三相电流值与电机转子位置角度信息后, 将当前三相电流值由自然坐标系变换到静止坐标系, 并根据电机转子位置角度信息将静止坐标系下的当前三相交流值变换为同步旋转坐标系下的直轴电流与交轴电流。

在本实施方式中, 通过将当前三相电流值由自然坐标系变换到静止坐标系, 并根据电机转子位置角度信息将静止坐标系下的当前三相交流值变换为同步旋转坐标系下的直轴电流与交轴电流, 使得在根据获取的直轴电流与交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节时, 可基于同一坐标系下的标准, 提高了调节过程中的准确性。

进一步地, 作为本公开一种实施方式, 在获取到直轴电流与交轴电流后, 将直轴电流和交轴电流分别与预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  进行比较, 使得根据预设直轴电流  $i_d$

和预设交轴电流  $i_q$  对直轴电流和交轴电流进行调整, 进而使得根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  控制三相逆变器。当根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  对直轴电流和交轴电流进行调整后, 该调整结果进行解耦后可根据解耦后的数据获取直轴电压  $U_d$  与交轴电压  $U_q$ 。在获取到直轴电压  $U_d$  与交轴电压  $U_q$  后, 便对直轴电压  $U_d$  与交轴电压  $U_q$  进行坐标变换以获取第一电压  $U_\alpha$  和第二电压  $U_\beta$ , 进而根据第一电压  $U_\alpha$  与第二电压  $U_\beta$  获取开关信号, 从而根据开关信号控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节。

在本实施方式中, 通过根据预设直轴电流和预设交轴电流对获取的直轴电流和交轴电流进行调整, 以获取相应的调整结果, 并将该调整结果进行一系列变化后得到三相逆变器的开关信号, 即三相逆变器中功率器件的通断时间, 使得根据该开关信号控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节, 实现了三相交流电机闭环控制的控制, 以及加热功率的调节, 增强了动力电池加热过程中的有效性, 减小对电机等零部件的损耗。

步骤 S15: 在动力电池的加热过程中, 实时监测三相逆变器和所述三相交流电机的温度, 确定三相逆变器和三相交流电机中任意一个的温度超过温度限值, 则减小预设直轴电流, 或者将预设直轴电流置零。

其中, 在本申请实施例中, 在动力电池的加热过程中, 由于任何一个器件在温度过高的情况下均会发生损坏, 因此需要实时监测三相交流电机和三相逆变器中功率器件的温度, 若检测到三相逆变器或者三相交流电机中任何一个的温度超过温度阈值, 则将预设直轴电流  $i_d$  的电流幅值减小或者将预设直轴电流  $i_d$  置零。

在本申请实施例中, 在确定三相逆变器和三相交流电机中任意一个的温度超过温度限值, 还包括: 将预设交轴电流置零。

在本实施方式中, 通过在动力电池加热过程中, 实时监测三相逆变器和三相交流电机的温度, 使得三相逆变器和三相交流电机中任一个的温度超过温度阈值时, 将预设直轴电流  $i_d$  减小, 或者是将预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  置零, 进而使得流经三相交流电机三相绕组的相电流值也会减小或为 0, 如此使得电机的发热功率降低, 进而使得三相逆变器中的功率单元温度与三相交流电机三相绕组温度降低, 从而在保证加热效果的同时也不会对整车零部件造成损坏。步骤 S16: 动力电池的加热过程中, 实时监测动力电池的温度, 动力电池的温度达到指定加热温度, 则减小预设直轴电流。

其中, 在本公开实施例中, 当动力电池的温度达到指定加热温度时, 则表明动力电池无需再加热, 此时需要停止向动力电池加热, 即减小预设直轴电流  $i_d$ , 可以将预设直轴电流  $i_d$  减小至零为止。

在本实施方式中, 通过在加热过程中实时监测动力电池的温度, 并且在动力电池的温度达到指定加热温度时, 减小预设直轴电流  $i_d$ , 以此有效防止动力电池过热, 防止动力电

池发生损坏，提高了动力电池的使用寿命。

进一步地，作为本申请一种实施方式，该动力电池加热方法还包括：

动力电池的加热过程中，实时获取动力电池的需求加热功率，并根据需求加热功率对预设直轴电流的大小进行调节。

5 其中，在本申请实施例中，根据需求加热功率对预设直轴电流的大小进行调节指的是根据动力电池预设加热目标温度与当前温度的差值来调节加热功率，差值越大加热功率越大，功率越大预设直轴电流的幅值越大。具体的，当需求功率比较大，即动力电池的当前电池温度为较低温度时，例如距离需要加热到的目标温度超过  $10^{\circ}\text{C}$ ，则使用较大功率加热，此时将预设直轴电流  $i_d$  的幅值调大，当需求功率比较小，即动力电池的当前电池温度比较大，例如距离需要加热到的目标温度小于  $10^{\circ}\text{C}$ ，则使用较小功率加热，此时将预设直轴电  
10 流  $i_d$  的幅值调小。在本实施方式中，通过在加热过程中实时获取动力电池的需求加热功率，并根据该需求加热功率对预设直轴电流  $i_d$  和预设的交轴电流  $i_q$  进行调节，以此有效防止动力电池过热，防止动力电池发生损坏，提高了动力电池的使用寿命。

进一步地，作为本公开一种实施方式，该动力电池加热方法还包括：

15 确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障时，则将预设直轴电流置零。

其中，在本公开实施例中，当确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障时，则表明此时动力电池不能进行加热，应停止向动力电池加热，即将预设直轴电流置零。

20 确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障时，还包括：将预设的交轴电流置零。

在本实施方式中，确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障，停止向动力电池加热，可有效防止动力电池发生损坏，延长动力电池的使用寿命。

25 本申请实施例提供一种车辆的动力电池加热装置，用于向车辆的动力电池进行加热，如图 2 所示，动力电池加热装置包括：

三相逆变器 11，与用于提供加热能量的加热能量源 10 的正极与负极连接；

三相交流电机 12，三相交流电机 12 的三相线圈与三相逆变器 11 的三相桥臂连接；

30 控制模块 13，控制模块 13 分别与三相逆变器 11 以及三相交流电机 12 连接，控制模块 13 用于获取动力电池的当前温度值，确定动力电池的当前温度值低于预设温度值，并确定动力电池的加热条件满足预设条件，获取动力电池的加热功率；控制模块 13 还用于获取预设交轴电流  $i_q$ ，并根据动力电池的加热功率获取相应的预设直轴电流  $i_d$ ；其中，获取的预

设交轴电流  $i_q$  取值为使得三相交流电机输出的转矩值在目标范围内的交轴电流值，并且目标范围不包括零；控制模块 13 还用于控制三相逆变器 11 中功率器件的通断状态，使得三相交流电机 12 根据加热能量源 10 提供的加热能量产生热量以对流经动力电池的冷却液进行加热，并在加热过程中根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  控制三相逆变器 11 对三相交流电机 12 的相电流进行调节。

其中，加热能量源 10 可以采用外部供电设备例如充电桩实现，也可以是动力电池本身，即加热能量源 10 提供的加热能量可以是动力电池输出的，也可以是直流充电器输出的，或者是交流充电器经过整流后输出的，此处不做具体限制；三相逆变器 11 具有四种工作模式，由控制模块 13 来决定，当需要用于车辆驱动时，三相逆变器 11 工作于逆变器模式，当用于升压充电时，三相逆变器 11 工作于升压模式，当用于加热电池时，三相逆变器 11 工作于加热模式，当需要给外界供电时，三相逆变器 11 工作于变压模式，本申请实施例中仅对三相逆变器 11 工作于加热模式进行详细说明；其中，三相逆变器 11 包括六个功率开关单元，功率开关可以是晶体管、IGBT、MOS 管等器件类型，两个功率开关单元构成一相桥臂，共形成三相桥臂，每相桥臂中两个功率开关单元的连接点连接三相交流电机 12 中的一相线圈，三相交流电机 12 包括三相线圈，三相线圈连接于一个中点，三相交流电机 12 可以是永磁同步电机或异步电机等，本申请对三相交流电机的类型不做具体限制。

具体的，作为本申请一种实施方式，如图 3 所示（为了便于理解电路工作原理，图 3 中省略了控制模块 13 部分），三相逆变器 11 包括第一功率开关单元、第二功率开关单元、第三功率开关单元、第四功率开关单元、第五功率开关单元以及第六功率开关单元。其中，每个功率开关单元的控制端连接控制模块 13（图中未示出），第一功率开关单元、第三功率开关单元以及第五功率开关单元的第一端共接，第二功率开关单元、第四功率开关单元以及第六功率开关单元的第二端共接，三相交流电机 12 的第一相线圈连接第一功率开关单元的第二端和第二功率开关单元的第一端，三相交流电机 12 的第二相线圈连接第三功率开关单元的第二端和第四功率开关单元的第一端，三相交流电机 12 的第三相线圈连接第五功率开关单元的第二端和第六功率开关单元的第一端。

进一步地，三相逆变器 11 中第一功率开关单元和第二功率开关单元构成第一相桥臂（U 相桥臂），第三功率开关单元和第四功率开关单元构成第二相桥臂（V 相桥臂），第五功率开关单元的输入端和第六功率开关单元构成第三相桥臂（W 相桥臂）。第一功率开关单元包括第一上桥臂 VT1 和第一上桥二极管 VD1，第二功率开关单元包括第二下桥臂 VT2 和第二下桥二极管 VD2，第三功率开关单元包括第三上桥臂 VT3 和第三上桥二极管 VD3，第四功率开关单元包括第四下桥臂 VT4 和第四下桥二极管 VD4，第五功率开关单元包括第五上桥臂 VT5 和第五上桥二极管 VD5，第六功率开关单元包括第六下桥臂 VT6 和第六下桥

二极管 VD6, 三相交流电机 12 可以是永磁同步电机或异步电机, 电机三相线圈分别和三相逆变器中的 U、V、W 上下桥臂之间连接。

进一步地, 作为本申请一种实施方式, 控制模块 13 可以包括整车控制器、电机控制器的控制电路和 BMS 电池管理器电路, 三者通过 CAN 线连接, 控制模块 13 中的不同模块  
5 根据所获取的信息控制三相逆变器 11 中开关单元的导通和关断以实现不同电流回路的导通, 此外, 在加热能量源 10、三相逆变器 11 以及三相交流电机 12 上设有互通的冷却液管, 该冷却液管内流动冷却液, 可以通过对冷却液管内的冷却液进行温度调节, 以调节动力电池的温度。

具体实施时, 如图 4 所示, 控制模块 13 包括电池管理器 131 与电机控制器 132。其中,  
10 电池管理器 131 与动力电池 20 连接, 电机控制器与 132 与动力电池以及三相交流电机 12 连接。电池管理器 131 来获取动力电池的当前温度, 将动力电池的当前温度与预设温度值进行比较来判断动力电池是否处于低温状态, 当检测到动力电池的当前温度低于预设温度值时, 可以通过提升流经动力电池的冷却液的温度方式提高动力电池的温度, 由于三相逆变器 11 和三相交流电机 12 在工作的过程中均产生热量, 因此, 电机控制器 132 可以控制  
15 三相逆变器 11 和三相交流电机 12 对流经动力电池的冷却液进行加热, 直至检测到动力电池的温度达到预设温度值时停止加热。

具体的, 由于三相逆变器 11 和三相交流电机 12 在工作的过程中均产生热量, 因此电机控制器 132 获取车辆的电机的当前工作状态、动力电池故障状态、三相交流电机 12 故障状态、电机控制器 132 故障状态以及导热回路故障状态, 并根据上述故障状态和电机的当前  
20 前工作状态确定动力电池的加热条件是否满足。

其中, 若确定电机的当前工作状态为非驱动状态, 以及确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态均为无故障时, 则识别为动力电池的加热条件满足预设条件; 若确定电机的当前工作状态为驱动状态, 或者确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态中任一  
25 个故障状态为存在故障时, 则识别为动力电池的加热条件不满足预设条件。

进一步地, 作为本公开一种实施方式, 电机控制器 132 还用于确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障状态中任一故障状态为存在故障时, 则将预设直流电流  $i_d$  置零。

确定动力电池故障状态、三相交流电机故障状态、电机控制器故障状态和导热回路故障  
30 故障状态中任一故障状态为存在故障时, 电机控制器 132 还用于将预设交轴电流  $i_q$  置零。

进一步地, 在获取电机的当前工作状态时, 电机控制器 132 可先获取档位信息和电机转速信息, 并根据档位信息和电机转速信息获取电机的当前工作状态。

具体的，当电机控制器 132 判定当前档位为 P 档且电机转速为 0 时，则表明电机的当前工作状态为非驱动状态；当电机控制器 132 判定当前档位不为 P 档或者是电机转速不为零时，则表明电机的当前工作状态为驱动状态；需要说明的是，在本公开实施例中，电机的工作状态与动力电池的温度两个判断条件不分先后顺序。

5 本实施方式中，在停车状态下检测档位信息、电机转速信息以及动力电池的温度信息满足预设条件时，控制三相逆变器 11，使得三相交流电机 12 根据加热能量对流经动力电池的冷却液进行加热，实现了车辆在停车状态下对动力电池进行加热，便于车辆可以在低温条件下正常启动，防止车辆在正常行驶状态下对动力电池加热，进而影响车辆性能。

具体的，请同时参考图 3 和图 4，当电机控制器 132 控制三相逆变器 11 和三相交流电机 12 对流经动力电池的冷却液进行加热时，电机控制器 132 主要通过控制三相逆变器 11 中各个功率单元的开通关断时间与开关频率，使得三相交流电机 12 根据加热能量源 10（本实施例中，加热能量源以动力电池为例）输出的加热能量产生热量，进而对流经动力电池的冷却液进行加热，并且在加热过程中电机控制器 132 根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  控制三相逆变器 11 对三相交流电机 12 的相电流进行调节；需要说明的是，在本实施方式中，动力电池与三相交流电机 12 的导热回路连接互通，冷却介质通过水泵（图中未示出）与互通阀（图中未示出）流经车用动力电池（动力电池）与车用动力电机（三相交流电机 12）。

其中，在电机控制器 132 控制三相逆变器 11 对三相交流电机 12 的相电流调节过程中，预设直轴电流  $i_d$  是根据加热功率预先设定的直轴电流，其可对加热功率进行控制，而预设交轴电流  $i_q$  为一个幅值恒定的交轴电流（如图 5 所示），且该幅值是经过大量实验得到的、可使得电机轴输出转矩值较小的电磁转矩，并且该电磁转矩无法使得车辆移动，也不会对车辆传动机构零部件造成损伤，其仅提供一个较小的输出力矩以完成车辆传动机构的齿轮间隙啮合或预紧力即可。

在本实施方式中，本申请实施例提供的动力电池加热装置通过控制三相逆变器 11 和三相交流电机 12 对流经动力电池的冷却液进行加热，并在加热过程中根据需求加热功率控制直轴电流，并给定幅值合适且不为零的交轴电流，使得在动力电池加热的过程中，三相交流电机 12 的电机轴输出转矩值较小的电磁转矩，该转矩无法使得车辆移动，也不会对车辆传动机构零部件造成损伤，仅提供一个较小的输出力矩完成车辆传动机构的齿轮间隙啮合或预紧力，有效防止车辆在动力电池加热过程中发生抖动。

30 进一步地，作为本申请一实施方式，控制模块 13 在根据预设直轴电流  $i_d$  以及预设交轴电流  $i_q$  控制三相逆变器 11 对三相交流电机 12 的相电流进行调节时，需要在对动力电池加热前，控制模块 13 获取三相交流电机 12 的当前三相电流值与电机转子位置角度信息，并

根据电机转子位置角度信息将当前三相电流值变换为直轴电流与交轴电流，进而在加热过程中根据直轴电流、交轴电流、预设直轴电流以及预设交轴电流控制三相逆变器 11 对三相交流电机 12 的相电流进行调节。

在本实施方式中，通过获取三相交流电机在加热前的三相电流值与电机转子位置角度信息等参数，进而根据获取的参数得到直轴电流与交轴电流，以便于在加热过程中根据该直轴电流、交轴电流、预设直轴电流以及预设交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节，使得三相交流电机绕组发热量恒定。

进一步地，作为本申请一种实施方式，如图 6 所示，控制模块 13 还包括前馈解耦单元 133、坐标变换单元 134、开关信号获取单元 135，前馈解耦单元 133 与坐标变换单元 134 连接，坐标变换单元 134 与开关信号获取单元 135 以及三相交流电机 12 连接，开关信号获取单元 135 与电机控制器 132 连接，电机控制器 132 与三相交流电机 12 连接。

具体的，控制模块 13 在获取到直轴电流与交轴电流后，将直轴电流和交轴电流分别与预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  进行比较，使得根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  对直轴电流和交轴电流进行调整，进而使得根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  控制三相逆变器。当根据预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  对直轴电流和交轴电流进行调整后，该调整结果输出至前馈解耦单元 133，前馈解耦单元 133 对比较结果进行解耦后获取直轴电压  $U_d$  与交轴电压  $U_q$ ，坐标变换单元 134 对直轴电压  $U_d$  与交轴电压  $U_q$  进行坐标变换以获取第一电压  $U_\alpha$  和第二电压  $U_\beta$ ，开关信号获取单元 135 根据第一电压  $U_\alpha$  与第二电压  $U_\beta$  获取开关信号，电机控制器 132 根据开关信号控制三相逆变器 11 对三相交流电机 12 的相电流进行调节。

在本实施方式中，通过根据预设直轴电流和预设交轴电流对获取的直轴电流和交轴电流进行调整，以获取相应的调整结果，并将该调整结果进行一系列变化后得到三相逆变器的开关信号，使得电机控制器根据该开关信号控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节，实现了三相交流电机闭环控制的控制，以及加热功率的调节，增强了动力电池加热过程中的有效性，减小对电机等零部件的损耗。

进一步地，作为本申请一种实施方式，控制模块 13 根据电机转子位置角度信息和前馈解耦单元当前三相电流值获取直轴电流与交轴电流的具体过程为：

在对动力电池加热前，控制模块 13 获取到三相交流电机的当前三相电流值与电机转子位置角度信息后，坐标变换单元 134 将当前三相电流值由自然坐标系变换到静止坐标系，并根据电机转子位置角度信息将静止坐标系下的当前三相交流值变换为同步旋转坐标系下的直轴电流与交轴电流（如图 7 所示）。

在本实施方式中，通过将当前三相电流值由自然坐标系变换到静止坐标系，并根据电

机转子位置角度信息将静止坐标系下的当前三相交流值变换为同步旋转坐标系下的直轴电流与交轴电流，使得控制模块在根据获取的直轴电流与交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节时，可基于同一坐标系下的标准，提高了调节过程中的准确性。

5 进一步地，作为本申请一种实施方式，如图 4 所示，电池加热装置中还设置有温度检测单元，该温度检测单元与控制模块中的电机控制器 132 以及三相交流电机 12 连接，该温度检测单元用于在动力电池的加热过程中，实时监测三相逆变器 11 和三相交流电机 12 的温度，并将监测结果反馈给控制模块 13，控制模块 13 在三相逆变器 11 和三相交流电机 12 中任意一个的温度超过温度限值时，则减小预设直轴电流  $i_d$ ，或者将预设直轴电流  $i_d$  置零。

10 在三相逆变器 11 和三相交流电机 12 中任意一个的温度超过温度限值时，控制模块 13 还用于将预设交轴电流  $i_q$  置零。

具体实施时，温度检测单元采用温度传感器实现，该温度传感器可以为负温度系数的热敏电阻实现，也可以采用正温度系数的热敏电阻实现，此处不做具体限制。

其中，在本公开实施例中，在动力电池的加热过程中，由于任何一个器件在温度过高的情况下均会发生损坏，因此需要实时监测三相交流电机和三相逆变器中功率器件的温度，15 若检测到三相逆变器或者三相交流电机中任何一个的温度超过温度阈值，则将预设直轴电流  $i_d$  的电流幅值减小或者将预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  置零。

在本实施方式中，通过在动力电池加热过程中，实时监测三相逆变器和三相交流电机的温度，使得三相逆变器和三相交流电机中任一个的温度超过温度阈值时，将预设直轴电流  $i_d$  减小，或者是将预设直轴电流  $i_d$  和预设交轴电流  $i_q$  置零，进而使得流经三相交流电机三相绕组的相电流值也会减小或为 0，如此使得电机的发热功率降低，进而使得三相逆变器中的功率单元温度与三相交流电机三相绕组温度降低，从而在保证加热效果的同时也不会对整车零部件造成损坏。

25 进一步地，作为本公开一种实施方式，如图 4 所示，控制模块 13 还用于在动力电池的加热过程中，实时监测动力电池的温度，若动力电池的温度达到指定加热温度，则停止向动力电池加热。

其中，在本公开实施例中，当动力电池的温度达到指定加热温度时，则表明动力电池无需再加热，此时需要停止向动力电池加热，需减小直轴电流和交轴电流。

30 在本实施方式中，通过在加热过程中实时监测动力电池的温度，并且在动力电池的温度达到指定加热温度时，减小预设直轴电流和预设的交轴电流，以此有效防止动力电池过热，防止动力电池发生损坏，提高了动力电池的使用寿命。

进一步地，作为本公开一种实施方式，如图 4 所示，控制模块 13 还用于在动力电池的加热过程中，实时获取动力电池的需求加热功率，并根据需求加热功率对预设直轴电流  $i_d$

的大小进行调节。

其中，在本公开实施例中，由于动力电池随着加热过程的进行其自身温度会不断升高，而温度升高使得动力电池所需求的加热功率不断变化，因此在动力电池的加热过程中，需要实时获取动力电池的需求加热功率，并根据需求加热功率对预设直轴电流  $i_d$  的大小进行调节。

在本实施方式中，通过在加热过程中实时获取动力电池的需求加热功率，并根据该需求加热功率对预设直轴电流  $i_d$  进行调节，以此有效防止动力电池过热，防止动力电池发生损坏，提高了动力电池的使用寿命。

下面通过具体的电路结构对本申请技术方案进行说明：

由于在寒冷环境下，当车辆长时间未被使用，车用动力电池温度将会趋近环境温度，而随着温度的降低，车用动力电池性能进一步下降，充放电能力均受限，进而影响新能源车的性能与使用，因此需要对动力电池进行加热。

请同时参考图 3 和图 4，在对动力电池加热时，当电池管理器 131 监测到动力电池的温度过低时，将会进入三相交流电机 12 加热动力电池的预备状态，此时控制模块 13 需要对加热条件进行判断，即判断动力电池温度是否过低、电机转速是否为零以及是否处于 P 挡，若加热条件的判断结果均为真，则可进入使用三相交流电机 12 生热给动力电池加热的过程。

在加热时，首先传感器会对电机当前的各个变量进行信号采样，并将采样结果发送给控制模块 13，其中采样的变量主要为当前流经三相交流电机 12 绕组的三相电流值和电机转子位置角度信息（电机当前转子位置）。如图 6 所示，在获取到该三相电流值和电机转子位置角度信息后，坐标变换单元 134 通过 clark 变换将自然坐标系 ABC 下的变量变换到静止坐标系  $\alpha - \beta$  下的变量，之后再通过 park 变换将静止坐标系  $\alpha - \beta$  下的变量变换到同步旋转坐标系 d-q 下的变量，并且在整个坐标变换中遵循幅值不变条件，变换矩阵前加入变换系数  $2/3$ 。

具体的，在坐标变换单元 134 将自然坐标系 ABC 下的变量变换到静止坐标系  $\alpha - \beta$  下

$$T_{3s/2s} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -0.5 & -0.5 \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix}$$

的变量时，其根据变换矩阵对自然坐标系 ABC 下的变量进行变换，而坐标变换单元 134 在将静止坐标系  $\alpha - \beta$  下的变量变换到同步旋转坐标系 d-q 下的变

量时，其根据变换矩阵  $T_{2s/2r} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$  对静止坐标系  $\alpha - \beta$  下的变量进行变换，然后将两个变换相乘，便可得到自然坐标系 ABC 到同步旋转坐标系 d-q 的变换矩阵

$$T_{3s/2r} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0.5 \\ \cos(\theta - \frac{2}{3}\pi) & -\sin(\theta - \frac{2}{3}\pi) & 0.5 \\ \cos(\theta + \frac{2}{3}\pi) & -\sin(\theta + \frac{2}{3}\pi) & 0.5 \end{bmatrix},$$

式中  $\theta$  为三相交流电机 12 的转子直轴与三相

交流电机 12 的 A 相绕组间夹角（电机转子位置角度信息），经过变换矩阵后可以将自然坐标系 ABC 下的三相电流变换为交直轴电流，直轴电流为励磁电流，交轴电流为转矩电流，即在完全解耦的前提下，仅交轴电流和电机轴端输出转矩相关，因此在利用三相交流电机 12 给动力电池加热过程中，控制交轴电流即可控制电机轴端输出转矩。

根据三相交流电机 12 的电机轴端输出转矩计算公式  $T_e = \frac{3}{2} p \cdot i_q [\varphi_f + (L_d - L_q) \cdot i_d]$  可以

看出，交轴电流等于零时电机轴端无转矩输出，然而由于在实际使用中若要控制交轴电流为零，即不产生电机的电磁转矩，则必须准确获取电机的零位并且保证三相电流传感器的采样精度，而受限于电机零位标定方法准确性与三相电流传感器在电流幅值较小时难以保证良好的采样精度等因素，若电机的零位不准确，或三相电流传感器在电流幅值较小时难以保证良好的采样精度则控制算法无法控制交轴电流恒为零，进而导致交轴电流值会在零附近波动，使得整车产生抖动，抖动的强度在不同工况下也会不同，若此时车上有驾乘人员，则会产生不良的驾乘感受，为了消除该弊端，本申请实时控制预设直轴电流  $i_d$  的幅值为对应需求加热功率下的大小，控制预设交轴电流  $i_q$  的幅值为一恒定的合适值，该值无法使得车辆有移动或振动的趋势与感受，也不会对车辆传动机构造成潜在损伤，仅仅使得电机轴输出一个较小幅值的转矩，处于传动机构机械强度可接受的范围内，如此将产生一个类似预紧力的效果，消除传动机构间的啮合间隙，可确保驾乘人员的良好感受，也可确保车辆正常完成动力电池加热；其中， $T_e$  表示电机轴端输出转矩， $p$  表示电机极对数， $\varphi_f$  表示电机永磁体磁链， $L_d$  表示直轴电感， $L_q$  表示交轴电感， $i_d$  表示直轴电流， $i_q$  表示交轴电流。

在对采集的变量进行坐标变以获取到交轴电流和直轴电流后，便可将该交轴电流和直轴电流分别与预设交轴电流  $i_q$  和预设直轴电流  $i_d$  进行比较，并将比较结果反馈给前馈解耦单元 133，前馈解耦单元 133 通过前馈补偿的方式对变量进行完全解耦，解耦完成后获取

到的直轴电压 ( $U_d$ ) 和交轴电压 ( $U_q$ ) 被再次传输至坐标变换单元 134, 通过反 park 变换

矩阵  $T_{2r/2s} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$  得到静止坐标系中电压变量  $U_\alpha$  与  $U_\beta$ , 随后  $U_\alpha$  与  $U_\beta$  被传输

至开关信号获取单元 134, 开关信号获取单元 134 通过空间矢量脉宽调制算法 (SVPWM) 得到控制三相逆变器 11 的六路开关信号, 电机控制器 132 通过该六路开关信号控制三相逆变器 11 中的功率开关单元进行开关动作, 以此控制流经三相交流电机的三相电流值大小。

进一步地, 整个加热过程中温度传感器会不断监测三相交流电机绕组与三相逆变器的功率开关温度, 若有任一项超过温度限值, 或动力电池当前温度逐渐接近预定目标加热温度, 或动力电池当前温度已经达到或超过预定目标加热温度, 则电机控制器会减小给定 id 值或将 id 和 iq 值置零, 由此, 流经三相交流电机三相绕组的相电流值也会减小或为 0,

电机的发热功率也会降低, 进而使得三相逆变器的功率开关温度与三相交流电机绕组温度也会降低, 从而在保证加热效果的同时也不会对整车零部件造成损坏, 直到三相交流电机绕组或三相逆变器的功率开关温度不处于过温状态, 此时若动力电池温度已经达到预定加热温度, 则停止加热, 否则继续进行加热; 若整个加热过程中三相交流电机绕组与功率开关器件温度均未过温, 则电池管理器在监测到电池温度已经达到预定加热温度时会发出停止加热的指令, 至此, 三相交流电机生热给车用动力电池加热的过程结束。

如图 8 所示, 本申请另一种实施例提供一种车辆 1000, 车辆 1000 还包括上述实施例提供的动力电池加热装置 100, 车辆 1000 还包括动力电池、冷却液箱、水泵以及水管线, 水泵根据控制信号将冷却液箱中的冷却液输入至水管线, 水管线穿过动力电池和动力电池加热装置 100。

本申请提出的车辆, 通过在动力电池的当前温度值低于预设温度值, 且动力电池的加热条件满足预设条件时, 控制三相逆变器使得三相交流电机根据加热能量产生热量以对流经动力电池的冷却液进行加热, 并获取使得电机输出的转矩值在合适值得预设交轴电流, 以及根据动力电池加热功率获取相应的预设直轴电流, 进而在加热过程中根据预设直轴电流和预设交轴电流控制三相逆变器对三相交流电机的相电流进行调节, 使得电机轴输出无法使得车辆移动、也不会对车辆传动机构零部件造成损伤的转矩值很小的电磁转矩, 仅使得电机输出轴给传动机构输出一个预紧力, 消除啮合间隙, 有效防止车辆发生抖动。

以上实施例仅用以说明本申请的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围, 均应包含在本申请的保护范围之内。

## 权利要求书

1.一种动力电池加热方法，用于向车辆的动力电池进行加热，其特征在于，所述动力电池加热方法包括：

- 5 获取所述动力电池的当前温度值，确定所述动力电池的当前温度值低于预设温度值；  
获取所述动力电池的加热功率；

获取预设交轴电流，并根据所述动力电池的加热功率获取相应的预设直轴电流；其中，获取的所述预设交轴电流取值为使得三相交流电机输出的转矩值在目标范围内的交轴电流值，并且所述目标范围不包括零；

- 10 控制三相逆变器中功率器件的通断状态，使得三相交流电机根据加热能量源提供的加热能量产生热量以对流经所述动力电池的冷却液进行加热，并在加热过程中根据所述预设直轴电流和预设交轴电流控制所述三相逆变器对所述三相交流电机的相电流进行调节。

2.如权利要求 1 所述的动力电池加热方法，其特征在于，在获取所述动力电池的加热功率前，还包括：确定动力电池的加热条件满足预设条件；

- 15 所述确定动力电池的加热条件是否满足预设条件包括：

确定所述电机的当前工作状态为非驱动状态，以及确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态均为无故障，则识别为所述动力电池的加热条件满足预设条件；

- 20 确定所述电机的当前工作状态为驱动状态，或者确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障，则识别为所述动力电池的加热条件不满足预设条件。

3.如权利要求 2 所述的动力电池加热方法，其特征在于，所述动力电池加热方法还包括：

- 25 获取档位信息和电机转速信息，并根据所述档位信息和所述电机转速信息获取所述电机的当前工作状态。

4.如权利要求 2 所述的动力电池加热方法，其特征在于，所述动力电池加热方法还包括：

确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障，将所述预设直轴电流置零。

- 30 5.如权利要求 4 所述的动力电池加热方法，其特征在于，确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障，所述动力电池加热方法还包括：

将所述预设交轴电流置零。

6.如权利要求 1 至 5 任一项所述的动力电池加热方法，其特征在于，所述动力电池加热方法还包括：

5 在所述动力电池的加热过程中，实时监测所述三相逆变器和所述三相交流电机的温度，确定所述三相逆变器和所述三相交流电机中任意一个的温度超过温度限值，则减小所述预设直轴电流，或者将所述预设直轴电流置零。

7.如权利要求 6 所述的动力电池加热方法，其特征在于，确定所述三相逆变器和所述三相交流电机中任意一个的温度超过温度限值，所述动力电池加热方法还包括：

将所述预设交轴电流置零。

10 8.如权利要求 1 至 5 任一项所述的动力电池加热方法，其特征在于，所述动力电池加热方法还包括：

所述动力电池的加热过程中，实时监测所述动力电池的温度，所述动力电池的温度达到指定加热温度，则减小所述预设直轴电流。

15 9.如权利要求 1 至 5 任一项所述的动力电池加热方法，其特征在于，所述动力电池加热方法还包括：

20 对所述动力电池加热前，获取所述三相交流电机的当前三相电流值和电机转子位置角度信息，并根据所述电机转子位置角度信息将所述当前三相电流值变换为直轴电流与交轴电流，以在加热过程中根据所述直轴电流和所述预设直轴电流间的差值以及所述交轴电流与所述预设交轴电流间的差值控制所述三相逆变器对所述三相交流电机的相电流进行调节。

10.如权利要求 1 所述的动力电池加热方法，其特征在于，所述加热能量源为外部充电设备和动力电池中的至少一个。

11.一种动力电池加热装置，用于向车辆的动力电池进行加热，其特征在于，所述动力电池加热装置包括：

25 三相逆变器，与用于提供加热能量的加热能量源的正极与负极连接；

三相交流电机，所述三相交流电机的三相线圈与所述三相逆变器的三相桥臂连接；

30 控制模块，所述控制模块分别与所述三相逆变器以及所述三相交流电机连接，所述控制模块用于获取动力电池的当前温度值，确定所述动力电池的当前温度值低于预设温度值，获取所述动力电池的加热功率；所述控制模块还用于获取预设交轴电流，并根据所述动力电池的加热功率获取相应的预设直轴电流；其中，获取的所述预设交轴电流取值为使得三相交流电机输出的转矩值在目标范围内的交轴电流值，并且所述目标范围不包括零；

所述控制模块还用于控制三相逆变器中功率器件的通断状态，使得三相交流电机根据

加热能量源提供的加热能量产生热量以对流经所述动力电池的冷却液进行加热，并在加热过程中根据所述预设直轴电流和预设交轴电流控制所述三相逆变器对所述三相交流电机的相电流进行调节。

5 12.如权利要求 11 所述的动力电池加热装置，其特征在于，所述控制模块还用于：确定动力电池的加热条件满足预设条件；其中，

确定所述电机的当前工作状态为非驱动状态，以及确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态均为无故障，识别为所述动力电池的加热条件满足预设条件；

10 确定所述电机的当前工作状态为驱动状态，或者确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障，识别为所述动力电池的加热条件不满足预设条件。

13.如权利要求 12 所述的动力电池加热装置，其特征在于，所述控制模块还用于：

获取档位信息和电机转速信息，并根据所述档位信息和所述电机转速信息获取所述电机的当前工作状态。

15 14.如权利要求 12 所述的动力电池加热装置，其特征在于，所述控制模块还用于：

确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障，则将所述预设直轴电流置零。

20 15. 如权利要求 12 所述的动力电池加热装置，其特征在于，确定所述动力电池故障状态、所述三相交流电机故障状态、所述电机控制器故障状态和所述导热回路故障状态中任一个故障状态为存在故障，所述控制模块还用于：将所述预设交轴电流置零。

16.如权利要求 11 至 15 任一项所述的动力电池加热装置，其特征在于，所述动力电池还包括：

25 温度检测单元，所述温度检测单元与所述控制模块以及所述三相交流电机连接，所述温度检测单元用于在所述动力电池的加热过程中，实时监测所述三相逆变器和所述三相交流电机的温度，并将监测结果反馈给所述控制模块，所述控制模块在所述三相逆变器和所述三相交流电机中任意一个的温度超过温度限值，则减小所述预设直轴电流，或者将所述预设直轴电流置零。

30 17. 如权利要求 16 所述的动力电池加热装置，其特征在于，确定所述三相逆变器和所述三相交流电机中任意一个的温度超过温度限值，所述控制模块还用于：将所述预设交轴电流置零。

18.如权利要求 11 至 15 任一项所述的动力电池加热装置，其特征在于，所述控制模块还用于：

在所述动力电池的加热过程中，实时监测所述动力电池的温度，所述动力电池的温度达到指定加热温度，则减小所述预设直轴电流。

19.如权利要求 11 至 15 任一项所述的动力电池加热装置，其特征在于，所述控制模块还用于：

5 在对所述动力电池加热前，获取所述三相交流电机的当前三相电流值和电机转子位置角度信息，并根据所述电机转子位置角度信息将所述当前三相电流值变换为直轴电流与交轴电流，以在加热过程中根据所述直轴电流和所述预设直轴电流间的差值以及所述交轴电流与所述预设交轴电流间的差值控制所述三相逆变器对所述三相交流电机的相电流进行调节。

10 20.一种车辆，其特征在于，所述车辆包括权利要求 11 至 19 任一项所述动力电池加热装置，所述车辆还包括动力电池、冷却液箱、水泵以及水管线，所述水泵根据控制信号将所述冷却液箱中的冷却液输入至所述水管线，所述水管线穿过所述动力电池和所述动力电池加热装置。

15

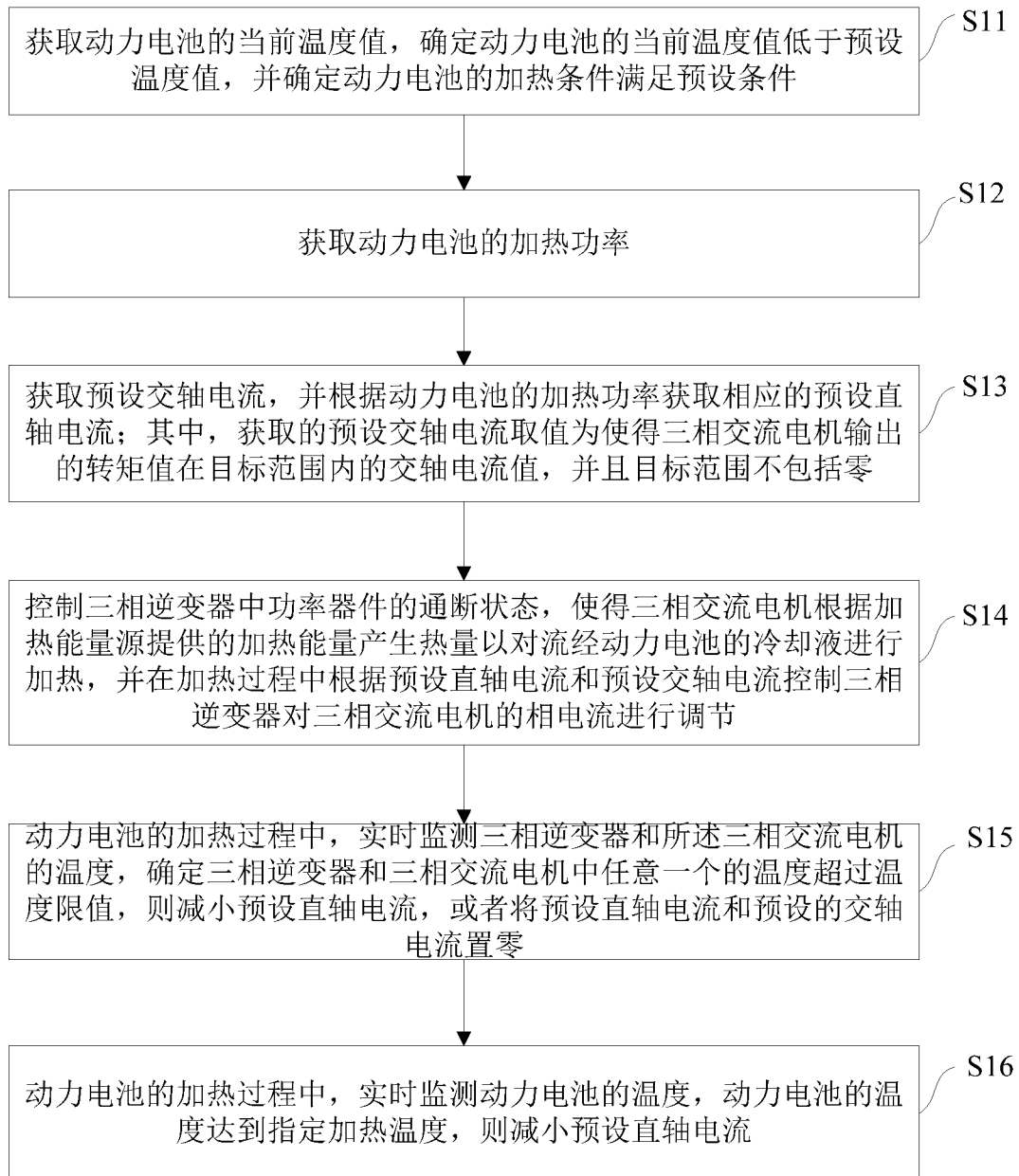


图 1

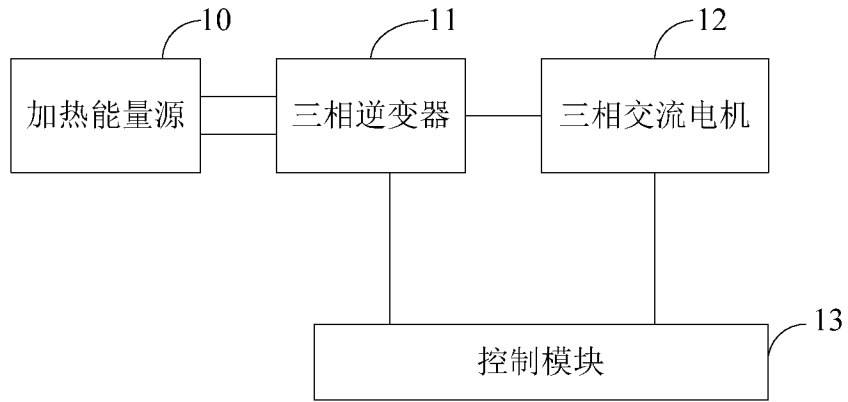


图 2

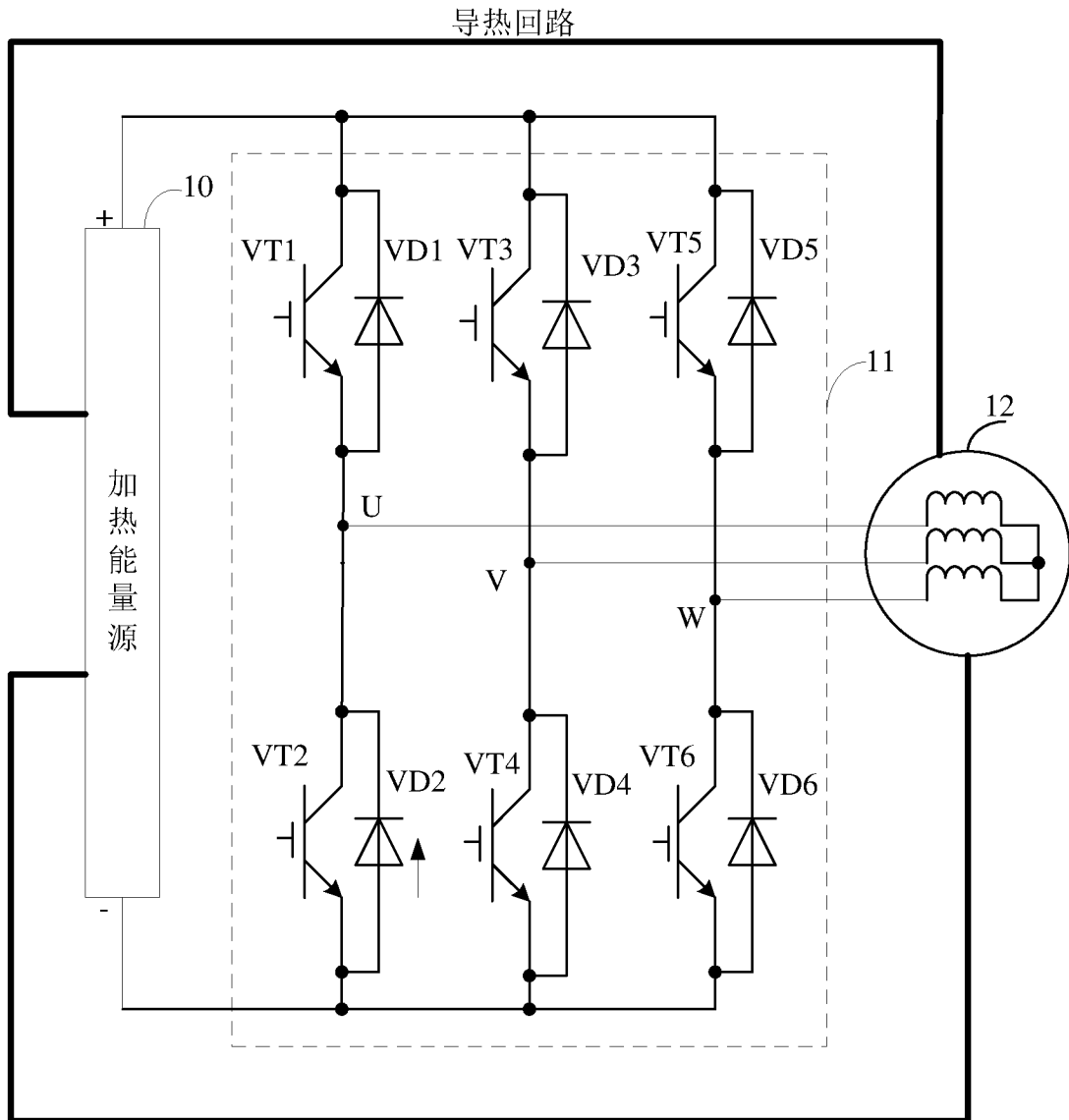


图 3

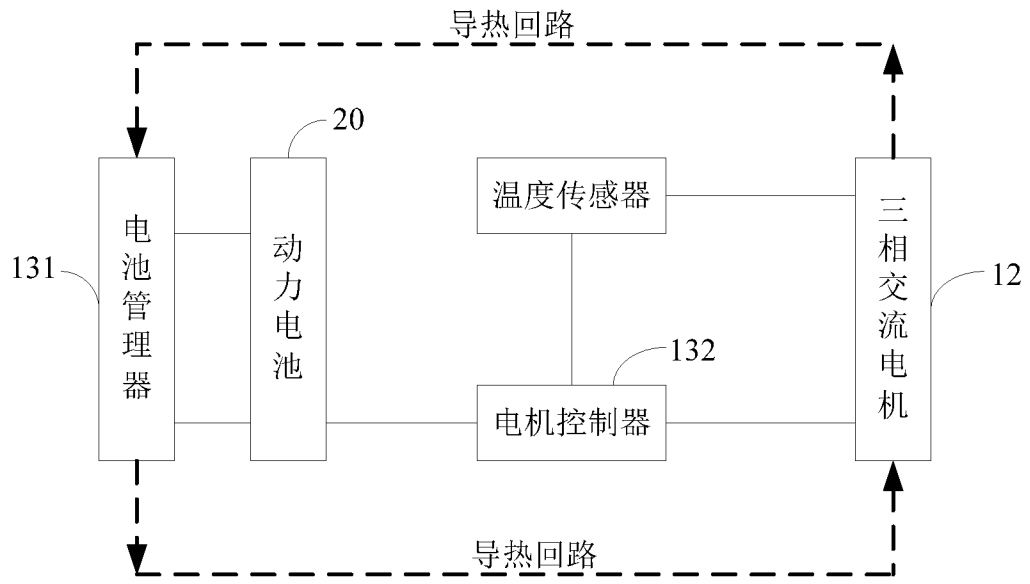


图 4

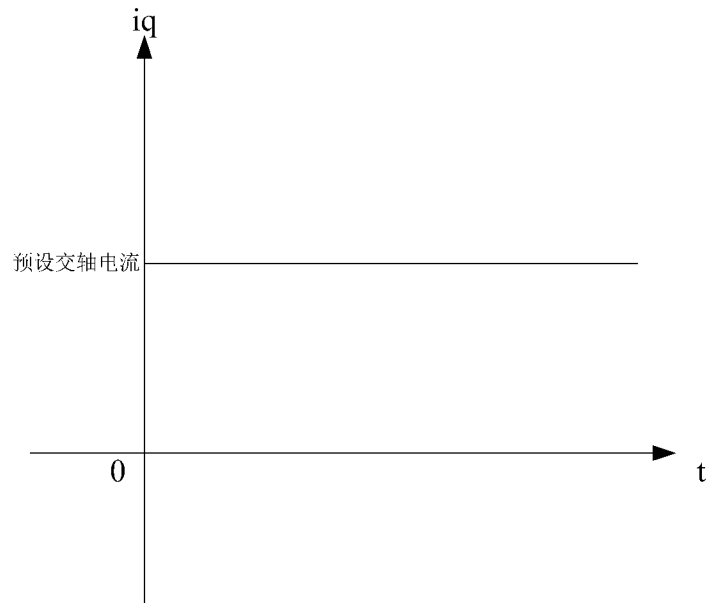


图 5

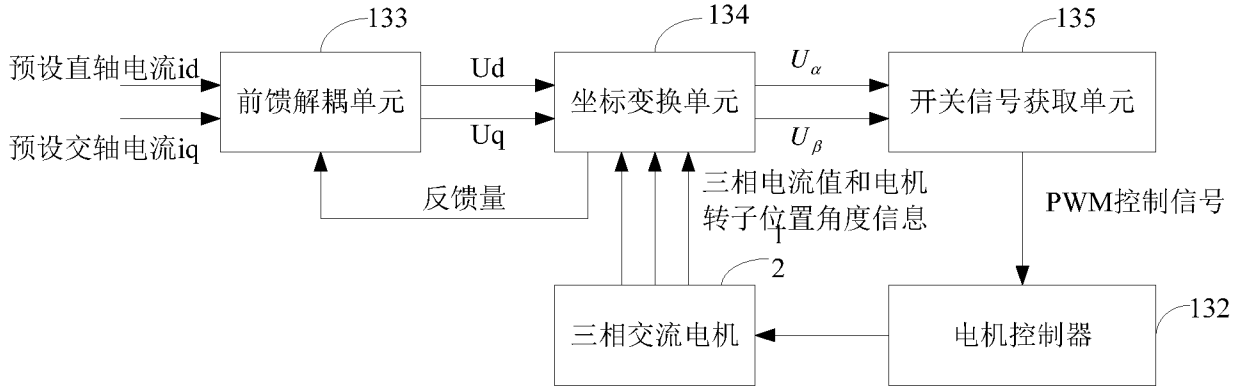


图 6

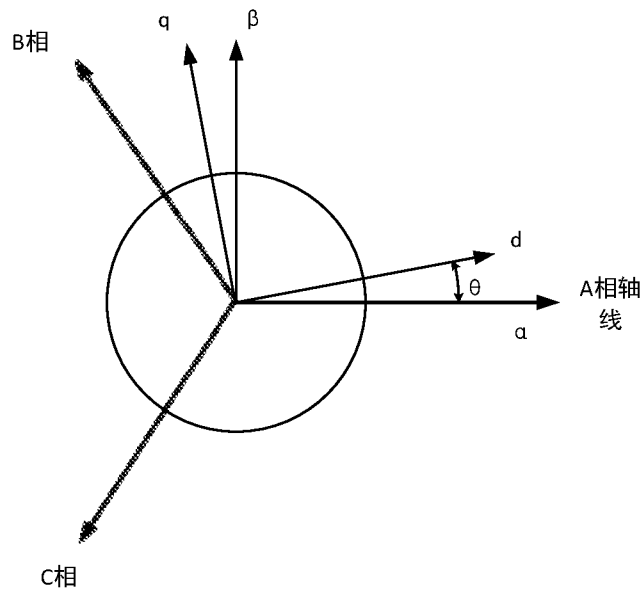


图 7

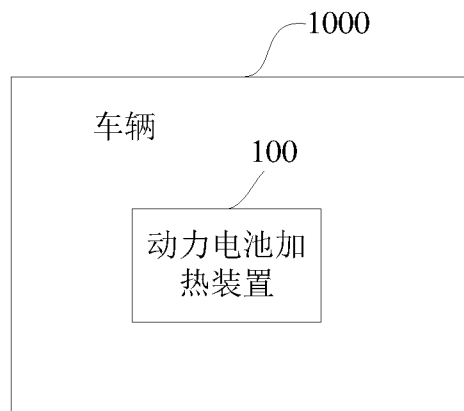


图 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/127109

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B60L 58/27(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 动力电池, 加热, 电动, 车, 直轴, 交轴, d轴, q轴, 电流, 电机, 相电流, 冷却液, battery, heat, electric, vehicle, direct axis, quadrature axis, d-axis, q-axis, motor, phase current, cool+ liquid

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108306078 A (SUZHOU INOVANCE AUTOMOTIVE CO., LTD.) 20 July 2018 (2018-07-20) description, paragraphs [0026]-[0042], and figures 1-3	1-20
A	CN 104249629 A (BYD COMPANY LIMITED) 31 December 2014 (2014-12-31) entire document	1-20
A	CN 106347067 A (BAIC BJEV CO., LTD.) 25 January 2017 (2017-01-25) entire document	1-20
A	CN 108736108 A (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED) 02 November 2018 (2018-11-02) entire document	1-20
A	CN 103560304 A (DONGFENG MOTOR CORPORATION) 05 February 2014 (2014-02-05) entire document	1-20
A	US 2014/0012447 A1 (MAGNA E-CAR SYSTEMS AMERICA, INC.) 09 January 2014 (2014-01-09) entire document	1-20

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 March 2020

Date of mailing of the international search report

19 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/  
CN)  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/127109**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108306078	A	20 July 2018	None			
CN	104249629	A	31 December 2014	KR	20160021443	A	25 February 2016
				EP	3014733	A4	27 July 2016
				WO	2014206368	A1	31 December 2014
				US	10166882	B2	01 January 2019
				CN	104249629	B	07 September 2016
				EP	3014733	A1	04 May 2016
				JP	6400692	B2	03 October 2018
				US	2016152151	A1	02 June 2016
				KR	101921389	B1	13 February 2019
				JP	2016525326	A	22 August 2016
CN	106347067	A	25 January 2017	WO	2018018834	A1	01 February 2018
				CN	106347067	B	11 September 2018
CN	108736108	A	02 November 2018	EP	3573172	A1	27 November 2019
				US	2019363408	A1	28 November 2019
CN	103560304	A	05 February 2014	CN	103560304	B	04 May 2016
US	2014/0012447	A1	09 January 2014	WO	2014/008122	A2	09 January 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/127109

<p><b>A. 主题的分类</b> B60L 58/27(2019.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																									
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) B60L H02P</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 动力电池, 加热, 电动, 车, 直轴, 交轴, d轴, q轴, 电流, 电机, 相电流, 冷却液, battery, heat, electric, vehicle, direct axis, quadrature axis, d-axis, q-axis, motor, phase current, cool+ liquid</p>																									
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 108306078 A (苏州汇川联合动力系统有限公司) 2018年 7月 20日 (2018 - 07 - 20) 说明书第[0026]-[0042]段, 图1-3</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104249629 A (比亚迪股份有限公司) 2014年 12月 31日 (2014 - 12 - 31) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106347067 A (北京新能源汽车股份有限公司) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108736108 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2018年 11月 2日 (2018 - 11 - 02) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103560304 A (东风汽车公司) 2014年 2月 5日 (2014 - 02 - 05) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014/0012447 A1 (MAGNA E-CAR SYSTEMS AMERICA, INC.) 2014年 1月 9日 (2014 - 01 - 09) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&amp;” 同族专利的文件</td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 108306078 A (苏州汇川联合动力系统有限公司) 2018年 7月 20日 (2018 - 07 - 20) 说明书第[0026]-[0042]段, 图1-3	1-20	A	CN 104249629 A (比亚迪股份有限公司) 2014年 12月 31日 (2014 - 12 - 31) 全文	1-20	A	CN 106347067 A (北京新能源汽车股份有限公司) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 全文	1-20	A	CN 108736108 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2018年 11月 2日 (2018 - 11 - 02) 全文	1-20	A	CN 103560304 A (东风汽车公司) 2014年 2月 5日 (2014 - 02 - 05) 全文	1-20	A	US 2014/0012447 A1 (MAGNA E-CAR SYSTEMS AMERICA, INC.) 2014年 1月 9日 (2014 - 01 - 09) 全文	1-20	* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																							
A	CN 108306078 A (苏州汇川联合动力系统有限公司) 2018年 7月 20日 (2018 - 07 - 20) 说明书第[0026]-[0042]段, 图1-3	1-20																							
A	CN 104249629 A (比亚迪股份有限公司) 2014年 12月 31日 (2014 - 12 - 31) 全文	1-20																							
A	CN 106347067 A (北京新能源汽车股份有限公司) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 全文	1-20																							
A	CN 108736108 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2018年 11月 2日 (2018 - 11 - 02) 全文	1-20																							
A	CN 103560304 A (东风汽车公司) 2014年 2月 5日 (2014 - 02 - 05) 全文	1-20																							
A	US 2014/0012447 A1 (MAGNA E-CAR SYSTEMS AMERICA, INC.) 2014年 1月 9日 (2014 - 01 - 09) 全文	1-20																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																								
国际检索实际完成的日期 2020年 3月 2日	国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 19日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	授权官员 王笑寒 电话号码 86-(10)-53961495																								

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/127109

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108306078	A	2018年 7月 20日	无			
CN	104249629	A	2014年 12月 31日	KR	20160021443	A	2016年 2月 25日
				EP	3014733	A4	2016年 7月 27日
				WO	2014206368	A1	2014年 12月 31日
				US	10166882	B2	2019年 1月 1日
				CN	104249629	B	2016年 9月 7日
				EP	3014733	A1	2016年 5月 4日
				JP	6400692	B2	2018年 10月 3日
				US	2016152151	A1	2016年 6月 2日
				KR	101921389	B1	2019年 2月 13日
				JP	2016525326	A	2016年 8月 22日
CN	106347067	A	2017年 1月 25日	WO	2018018834	A1	2018年 2月 1日
				CN	106347067	B	2018年 9月 11日
CN	108736108	A	2018年 11月 2日	EP	3573172	A1	2019年 11月 27日
				US	2019363408	A1	2019年 11月 28日
CN	103560304	A	2014年 2月 5日	CN	103560304	B	2016年 5月 4日
US	2014/0012447	A1	2014年 1月 9日	WO	2014/008122	A2	2014年 1月 9日