



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111562499 A

(43)申请公布日 2020.08.21

(21)申请号 202010518328.8

G06N 3/08(2006.01)

(22)申请日 2020.06.09

G06F 119/08(2020.01)

(71)申请人 温州长江汽车电子有限公司

地址 325000 浙江省温州市经济技术开发区滨海二道289号

(72)发明人 曹坤 闫伟 张静 周从

(74)专利代理机构 温州共信知识产权代理有限公司 33284

代理人 龚昌旦

(51)Int.Cl.

G01R 31/367(2019.01)

G01R 31/389(2019.01)

G06F 30/20(2020.01)

G06F 17/18(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

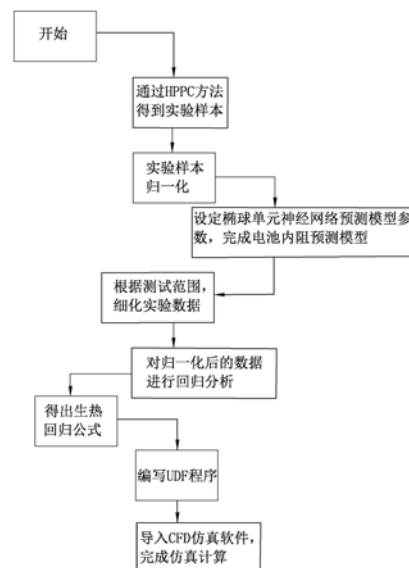
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法

(57)摘要

本发明涉及一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,包括以下步骤:S1、通过HPPC方法测得不同温度、不同SOC参数下的电池单体内阻,得到实验样本;S2、将S1中的实验样本进行归一化处理;S3、通过椭球单元神经网络对S2中的数据以及电池内阻进行创建神经网络预测模型,并得出预测结果;S4、将S3中的预测结果进行间隔加密并测出相应的内阻值;S5、对S4中的数据进行回归拟合;S6、在电池不同的充电倍率下,得出生热回归公式;S7、利用CFD仿真软件的格式编写UDF程序;S8、对电池单体进行CFD仿真实验。采用上述技术方案,本发明提供了一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,该模拟方法提高了新能源汽车锂动力电池生热模型的准确性。



1. 一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,包括椭球单元神经网络以及CFD仿真软件,具体的包括以下步骤:

S1、通过HPPC方法测得不同温度、不同SOC参数下的电池单体内阻,得到实验样本;

S2、将S1中的实验样本进行归一化处理;

S3、通过椭球单元神经网络对S2中的数据以及电池内阻进行创建神经网络预测模型,并得出预测结果;

S4、将S3中的预测结果进行间隔加密并测出相应的内阻值;

S5、对S4中的数据进行回归拟合,得出电池内阻与温度和SOC的函数表达式;

S6、在电池不同的充电倍率下,得出生热回归公式;

S7、利用CFD仿真软件的格式编写UDF程序;

S8、对电池单体进行CFD仿真实验,得出瞬态工况下电池内部不同位置的温度变化规律。

2. 根据权利要求1所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,在 -20°C - 40°C 内每隔 10°C 对锂电池进行充放电试验,在相同间隔的SOC下,通过HPPC方法对电池内阻进行测量,从而得到m组不同温度、不同SOC下的样本,所述试验的设备包括高低温恒温箱和电池测试设备系统;

其中,

高低温恒温箱用于精确控制箱内温度;

电池测试设备用于够精确控制充放电电流、电压以及时间。

3. 根据权利要求2所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,所述的HPPC为电池直流内阻(DCIR)的测试,计算公式: $\text{DCIR}=\Delta V/\Delta I=(V_2-V_1)/(I_2-I_1)$,

其中:

DCIR为电池直流内阻;

V_1, V_2 为选取的两点的电压;

I_1, I_2 为选取的两点的电流。

4. 根据权利要求3所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,所述的m个样本对为 (T_i, S_i, R_i) ,其中 T_i 为第i个样本的温度, S_i 为第i个样本的电池SOC, R_i 为第i个样本的电池内阻值,且对各样本进行归一化处理并建立神经网络预测模型,其中,归一化处理后中80%的样本对作为训练集,20%的样本作为测试集用于神经网络预测模型的仿真测试,

所述归一化公式为: $X_1=(2(X-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min}))-1$,

其中,

X_1 为归一化后的数据。

5. 根据权利要求4所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,将所述归一化后的样本对作为样本集,以温度和SOC作为输入变量,以相应条件下的电池内阻作为输出变量训练椭球单元神经网络。

6. 根据权利要求5所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,根据测试温度范围和SOC范围,在神经网络预测模型上按上述实验将数据进行间隔细化5-10倍,代入神经网络预测模型从而得到n个模型预测点,反归一化后得到n个数据点 (T, S_i) ,

Ri),其中, $n=(5-10)m$ 。

7.根据权利要求6所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,按照CFD仿真软件的格式编写UDF程序,对电池单体进行三维网格的绘制,并将绘制好的三维网格导入CFD仿真软件中,同时设置电池基本参数,通过UDF程序对电池的内热源进行加载,得出电池在不同温度、不同倍率下的充电放电试验过程中电池内部温度的变化。

8.根据权利要求7所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,所述的椭圆单元神经网络包括输入层、隐含层以及输出层;

其中,

输入层有多个输入节点,输入节点根据输入参数的个数进行确定;

隐含层有7个隐含节点;

输出层有1个输出节点;

输入节点与7个隐含节点全部进行连接且连接权重均为1,偏差为0;

隐含节点也通过全连接的方式和输出节点相连;

输入变量采用高斯概率密度函数形式表示。

9.根据权利要求8所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,所述的CFD仿真软件为FLUENT或STAR-CCM+。

10.根据权利要求9所述的一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,所述试验中使用的锂动力电池为三元锂电池或磷酸铁锂电池或锰酸锂电池。

一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法

技术领域

[0001] 本发明涉及新能源汽车技术领域,具体的涉及一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法。

背景技术

[0002] 随着全球能源危机和环境污染的加剧,电动汽车和混合动力汽车由于其良好的能源清洁性受到世界各国的关注,我国的新能源汽车也被列为重点发展行业。随着新能源汽车销量的不断攀升,锂动力电池作为新能源汽车的核心部件,受到了研究人员的广泛关注。锂电池以其较高的重量能量密度和重量功率密度,较好的低温适应性和可靠性得到的广泛的使用。电池的运行状态对整车的动力性、经济性以及安全性都有着至关重要的影响。锂电池的工作性能和运行状态与温度密切相关,作为一种化学动力源,锂电池在充放电过程中会发生大量复杂的化学反应,随着反应的进行,温度也在不断升高,而温度升高又会加快反应的进行,而电池温度的升高和电池整体温度分布的不均匀性会导致电池的使用寿命、性能表现和使用安全,发生热失控的概率会大大增加,危害行车安全。搭建新能源汽车锂电池的生热模型,能够细致分析和优化电池和整车的热管理系统,极大提高电池的使用安全和使用寿命,然而现存的电池热管理中所用的电池单体生热模型的准确性还有待提高。

发明内容

[0003] 本发明的目的:针对新能源汽车锂动力电池热管理系统,为保证锂电池工作状态稳定,提高性能表现,避免热失控等安全问题的发生,本发明提供了一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法。

[0004] 本发明的技术方案:一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,其特征在于,包括椭球单元神经网络以及CFD仿真软件,具体的包括以下步骤:

- S1、通过HPPC方法测得不同温度、不同SOC参数下的电池单体内阻,得到实验样本;
- S2、将S1中的实验样本进行归一化处理;
- S3、通过椭球单元神经网络对S2中的数据以及电池内阻进行创建神经网络预测模型,并得出预测结果;
- S4、将S3中的预测结果进行间隔加密并测出相应的内阻值;
- S5、对S4中的数据进行回归拟合,得出电池内阻与温度和SOC的函数表达式;
- S6、在电池不同的充电倍率下,得出生热回归公式;
- S7、利用CFD仿真软件的格式编写UDF程序;
- S8、对电池单体进行CFD仿真实验,得出瞬态工况下电池内部不同位置的温度变化规律。

[0005] 本发明的进一步设置:在 -20°C - 40°C 内每隔 10°C 对锂电池进行充放电试验,在相同间隔的SOC下,通过HPPC方法对电池内阻进行测量,从而得到m组不同温度、不同SOC下的样本,所述试验的设备包括高低温恒温箱和电池测试设备系统;

其中，

高低温恒温箱用于精确控制箱内温度；

电池测试设备用于够精确控制充放电电流、电压以及时间。

本发明的再进一步设置：所述的HPPC为电池直流内阻(DCIR)的测试，计算公式： $DCIR = \Delta V / \Delta I = (V2 - V1) / (I2 - I1)$ ，

其中：

DCIR为电池直流内阻；

V1, V2为选取的两点的电压；

I1, I2为选取的两点的电流。

[0006] 本发明的再更进一步设置：所述的m个样本对为(Ti, Si, Ri)，其中Ti为第i个样本的温度，Si为第i个样本的电池SOC，Ri为第i个样本的电池内阻值，且对各样本进行归一化处理并建立神经网络预测模型，其中，归一化处理后中80%的样本对作为训练集，20%的样本作为测试集用于神经网络预测模型的仿真测试，

所述归一化公式为： $X1 = (2(X - Xmin) / (Xmax - Xmin)) - 1$ ，

其中，

X1为归一化后的数据。

[0007] 本发明的再更进一步设置：将所述归一化后的样本对作为样本集，以温度和SOC作为输入变量，以相应条件下的电池内阻作为输出变量训练椭圆单元神经网络。

[0008] 本发明的再更进一步设置：根据测试温度范围和SOC范围，在神经网络预测模型上按上述实验将数据进行间隔细化5-10倍，代入神经网络预测模型从而得到n个模型预测点，反归一化后得到n个数据点(T, Si, Ri)，其中， $n = (5-10)m$ 。

[0009] 本发明的再更进一步设置：按照CFD仿真软件的格式编写UDF程序，对电池单体进行三维网格的绘制，并将绘制好的三维网格导入CFD仿真软件中，同时设置电池基本参数，通过UDF程序对电池的内热源进行加载，得出电池在不同温度、不同倍率下的充电放电试验过程中电池内部温度的变化。

[0010] 本发明的再更进一步设置：所述的椭圆单元神经网络包括输入层、隐含层以及输出层；

其中，

输入层有多个输入节点，输入节点根据输入参数的个数进行确定；

隐含层有7个隐含节点；

输出层有1个输出节点；

输入节点与7个隐含节点全部进行连接且连接权重均为1，偏差为0；

隐含节点也通过全连接的方式和输出节点相连；

输入变量采用高斯概率密度函数形式表示。

[0011] 本发明的再更进一步设置：所述的CFD仿真软件为FLUENT或STAR-CCM+。

[0012] 本发明的再更进一步设置：所述试验中使用的锂动力电池为三元锂电池或磷酸铁锂电池或锰酸锂电池。

[0013] 通过上述技术方案，本发明所取得的有益效果是：本发明通过大数据分析的方式来处理试验数据，并训练椭圆单元神经网络模型，对试验参数数据点进行加密，提高了新能

源汽车锂动力电池生热模型的准确性。

附图说明

[0014] 图1为本发明具体实施例的流程图。

具体实施方式

[0015] 如图1所示,一种新能源汽车锂动力电池热管理模拟方法,包括椭球单元神经网络以及CFD仿真软件,具体的包括以下步骤:

- S1、通过HPPC方法测得不同温度、不同SOC参数下的电池单体内阻,得到实验样本;
- S2、将S1中的实验样本进行归一化处理;
- S3、通过椭球单元神经网络对S2中的数据以及电池内阻进行创建神经网络预测模型,并得出预测结果;
- S4、将S3中的预测结果进行间隔加密并测出相应的内阻值;
- S5、对S4中的数据进行回归拟合,得出电池内阻与温度和SOC的函数表达式;
- S6、在电池不同的充电倍率下,得出生热回归公式;
- S7、利用CFD仿真软件的格式编写UDF程序;
- S8、对电池单体进行CFD仿真实验,得出瞬态工况下电池内部不同位置的温度变化规律。

[0016] 在本发明具体实施例中,在 -20°C – 40°C 内每隔 10°C 对锂电池进行充放电试验,在每间隔0.2SOC下,通过HPPC方法对电池内阻进行测量,从而得到42组不同温度、不同SOC下的样本。

其中,所述的HPPC为电池直流内阻(DCIR)的测试,计算公式: $\text{DCIR}=\Delta V/\Delta I=(V_2-V_1)/(I_2-I_1)$,

其中:

DCIR为电池直流内阻;

V_1, V_2 为选取的两点的电压;

I_1, I_2 为选取的两点的电流。

[0017] 即对锂电池进行充放电试验时,得到电池的电压和电流变化曲线,在曲线上取点计算,避免采集点单一而采集到上升沿记录点,根据选好的记录点,按照公式计算出电压差和电流差的商值即为电池直流内阻值。

[0018] 具体的,所述的42个样本对为 (T_i, S_i, R_i) ,其中 T_i 为第 i 个样本的温度, S_i 为第 i 个样本的电池SOC, R_i 为第 i 个样本的电池内阻值,且对各样本进行归一化处理并建立神经网络预测模型,其中,归一化处理后中80%的样本对作为训练集,20%的样本作为测试集用于神经网络预测模型的仿真测试,

所述归一化公式为: $X_1=(2(X-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min}))-1$,

其中,

X_1 为归一化后的数据。

[0019] 进一步,将所述归一化后的样本对作为样本集,以温度和SOC作为输入变量,以相应条件下的电池内阻作为输出变量训练椭球单元神经网络。采用的椭球单元神经网络包括

输入层、隐含层以及输出层；

输入层有多个输入节点,输入节点根据输入参数的个数进行确定;隐含层有7个隐含节点;输出层有1个输出节点;输入节点与7个隐含节点全部进行连接且连接权重均为1,偏差为0;隐含节点也通过全连接的方式和输出节点相连;输入变量采用高斯概率密度函数形式表示。

[0020] 更加具体的,将温度参数进行间隔加密,间隔加密与细化属于相同意思,在实验数据采集的点比较粗时,根据大数据学习的规矩对数据点内部进行增加,是指密度增加的意思,例如在神经网络预测模型上将温度数据进行间隔细化10倍,SOC间隔细化5倍,归一化后代入神经网络预测模型从而得到2100个模型预测点,反归一化后得到2100个数据点(T,Si,Ri)。对各数据点进行回归分析,得出电池内阻与温度和SOC的函数关系式,同时分析不同的充放电倍率情况下,得出不同温度、不同SOC下的电池生热量公式,并按照CFD仿真软件的格式编写UDF程序,对电池单体进行三维网格的绘制,并将绘制好的三维网格导入CFD仿真软件中,同时设置电池基本参数,通过UDF程序对电池的内热源进行加载,得出电池在不同温度、不同倍率下的充电放电试验过程中电池内部温度的变化。

[0021] 具体的,所述的CFD仿真软件为FLUENT或STAR-CCM+。所述试验中使用的锂动力电池为三元锂电池或磷酸铁锂电池或锰酸锂电池。

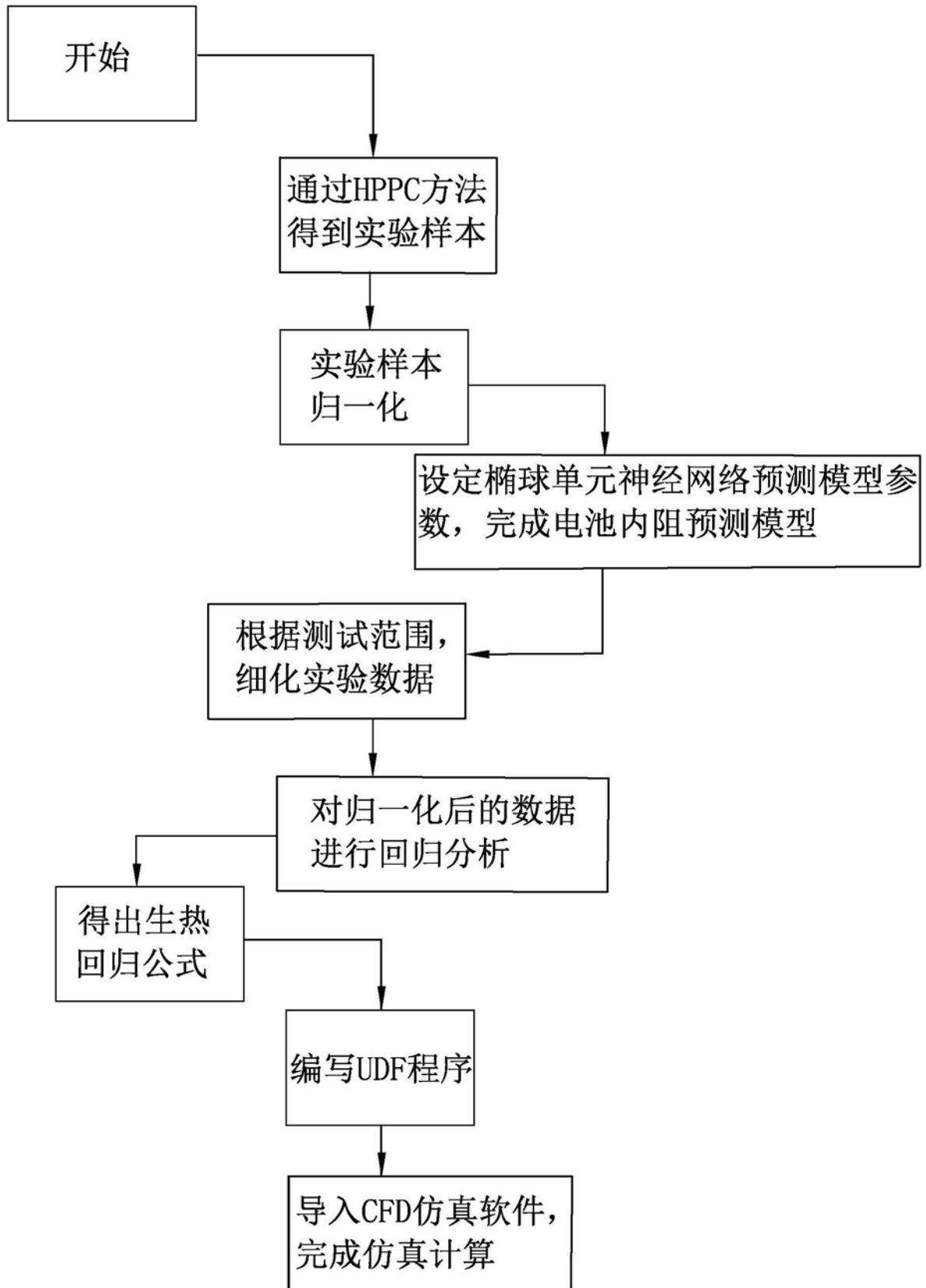


图1