

## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102494778 A

(43) 申请公布日 2012.06.13

(21) 申请号 201110359931.7

(22) 申请日 2011.11.14

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5  
号

(72) 发明人 穆道斌 方凯正 吴锋 陈实  
吴伯荣 宋亮 林静

(51) Int. Cl.

G01J 5/00 (2006.01)

G06N 3/02 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

### (54) 发明名称

一种基于人工神经网络的二次电池表面最高  
温度预测方法

### (57) 摘要

本发明涉及一种基于人工神经网络的二次电  
池表面最高温度预测方法,属于电池热管理系统  
技术领域。将二次电池置于高低温试验箱内,连接  
上充放电试验机;电池放电后进行充电;监测电  
池在充电过程中表面最高温度的变化情况;通过  
设定 Back-Propagation 神经网络模型的输入、输  
出、神经元个数、层数、传递函数和训练算法来  
完成模型的构建;将数据用于模型训练,使模型能  
够运用于预测;电池在其他环境温度下充电过程  
中的表面最高温度通过模型进行预测。本发明的  
模型应用起来简单易行,参数容易控制,结果具有  
实用价值;电池在不同环境温度下工作时的表面  
最高温度得以预测,为电池热管理系统的有效工  
作和电池的安全提供了保证。

1. 一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,其特征在于具体步骤如下:

1) 将二次电池置于高低温试验箱内,连接上充放电试验机;高低温试验箱的温度为  $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ;

2) 将步骤 1) 中的电池放电至 SOC 为 0, 然后进行充电至 SOC 为 0.1 ~ 1.2;

3) 应用红外热成像仪监测电池在充电过程中表面最高温度的变化情况;

4) 通过设定 Back-Propagation 神经网络模型的输入、输出、神经元个数、层数、层间的传递函数和训练算法来完成模型的构建;

5) 将步骤 3) 得到的数据用于模型训练,使模型能够运用于预测;

6) 电池在其他环境温度下充电过程中的表面最高温度,通过步骤 5) 中训练好的模型进行预测。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,其特征在于:步骤 2) 中的充电条件为同一环境温度下以不同倍率分别对电池进行充电;倍率为 1 ~ 10C。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,其特征在于:步骤 4) 中模型的输入为环境温度和充电时间;输出为电池表面最高温度,神经元个数为 5 个,层数为 3 层,第二层和第三层的传递函数分别为 tangent-sigmoid 函数和 log-sigmoid 函数,训练算法为 Levenbrg-Marquardt 算法。

4. 根据权利要求 1 所述的一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,其特征在于:步骤 5) 中其他环境温度为  $-40^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$  和  $40^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,其特征在于:步骤 6) 中的充电倍率与步骤 2) 中的充电倍率相同。

## 一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,属于电池热管理系统技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着世界经济与社会的快速发展,环境问题和能源问题日益受到关注,汽车对燃油的巨大消耗和汽车尾气排放引发出石油资源枯竭和全球温室效应等一系列问题,促使着人们不停地探索绿色交通工具。近年来,使用绿色二次电池作为动力的 HEV(混合动力汽车)和 EV(纯电动汽车)的出现为减少二氧化碳排放抑制温室效应和节约石油资源做出了巨大贡献。目前在用的动力电池主要有镍氢电池与锂离子电池两种。二次电池作为一种新型的环境友好绿色能源,在全球范围内受到了广泛关注。除了美国、日本等在此领域处于先进水平的国家外,我国对二次电池新能源领域也给予了重点关注,特别是,在当前节能减排、低碳经济的大环境下,作为可替代传统能源之一的二次电池的开发尤为重要,可以说是关系到国家未来能源发展的战略问题之一,具有重要的意义。

[0003] 对于提供动力的电池系统来说,电池的安全性至关重要。最突出的便是电池的热效应问题。一旦电池发生热失控将会导致非常危险的后果。目前,学者们通过很多的热模型来研究电池的热效应,开发热管理系统来避免电池发生热失控。

[0004] 在众多涉及到电池热效应的因素当中,电池表面温度对电池热失控的研究具有重要意义。电池在一定环境和条件下进行工作时,电池内部各个产热因素发热的综合表现便是电池的表面温度升高,如果电池表面温度持续升高而不加控制的话,电池将会走向热失控,产生危险的后果。所以电池发生热失控之前的表面温度对于防止该问题的发生具有重要的意义。由于电池内部材料和结构设计的原因,导致电池表面温度分布不均,这时电池表面上的最高温度可以通过热成像仪来测定。因此,本发明应用人工神经网络建立了模型来预测二次电池在工作中的表面最高温度。人工神经网络模型具有处理多输入多输出的能力、较大的数据容量以及对过程机理较低的要求,使用起来非常的方便快捷,基于神经网络中的 Back-Propagation(BP) 网,采用 Levenbrg-Marquardt(LM) 算法,建立预测模型,对电池在不同环境温度下充电过程中的表面温度进行预测。该模型方法使电池在热管理系统的帮助下能够安全地工作,从而为电动汽车的普及打下基础。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决二次电池存有发生热失控的安全隐患问题,提出一种基于人工神经网络模型的二次电池表面最高温度预测方法。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

[0007] 本发明一种基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,能够通过神经网络的模糊控制,精确预测出电池在不同环境温度下以不同倍率电流强度充电过程中其表面最高温度的变化过程,具体步骤如下:

- [0008] 1) 将二次电池置于高低温试验箱内,连接上充放电试验机;高低温试验箱的温度为  $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ;
- [0009] 2) 将步骤 1) 中的电池放电至 SOC 为 0,然后进行充电至 SOC 为  $0.1 \sim 1.2$ ;
- [0010] 3) 应用红外热成像仪监测电池在充电过程中表面最高温度的变化情况;
- [0011] 4) 通过设定 Back-Propagation 神经网络模型的输入、输出、神经元个数、层数、传递函数和训练算法来完成模型的构建;
- [0012] 5) 将步骤 3) 得到的数据用于模型训练,使模型能够运用于预测;
- [0013] 6) 电池在其他环境温度下充电过程中的表面最高温度可以通过步骤 5) 中训练好的模型进行预测。
- [0014] 步骤 2) 中的充电条件为同一环境温度下以不同倍率分别对电池进行充电;倍率为  $1 \sim 10\text{C}$ ;
- [0015] 步骤 4) 中模型的输入为环境温度和充电时间;输出为电池表面最高温度,神经元个数为 5 个,层数为 3 层,第二层和第三层的传递函数分别为 tangent-sigmoid 函数和 log-sigmoid 函数,训练算法为 Levenbrg-Marquardt (LM) 算法;
- [0016] 步骤 5) 中其他环境温度为  $-40^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$  和  $40^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ ;
- [0017] 步骤 5) 中的充电倍率与步骤 2) 中的充电倍率相同。
- [0018] 有益效果
- [0019] 本发明的模型应用起来简单易行,参数容易控制,所得结果具有实用价值;电池在一定工作条件下的表面最高温度得以预测,为电池热管理系统的有效工作和电池的安全提供了保证。

#### 附图说明

- [0020] 图 1 为实施例步骤 4) 得到的实验数据;
- [0021] 图 2 为实施例模型预测电池在不同环境温度下,5C 充电时的表面最高温度曲线图。

#### 具体实施方式

- [0022] 下面结合实施例和附图对本发明做详细说明。
- [0023] 实施例
- [0024] 基于人工神经网络的二次电池表面最高温度预测方法,具体操作步骤为:
- [0025] 1) 将 8Ah 圆柱形镍氢动力电池置于高低温试验箱内,连接上充放电试验机;
- [0026] 2) 对在  $-10^{\circ}\text{C}$ 、 $0$ 、 $10$ 、 $20$ 、 $30$ 、 $40^{\circ}\text{C}$  环境温度下的电池进行充电,电池充电前应先放电至  $\text{SOC} = 0$ ;
- [0027] 3) 同一环境温度下以  $1\text{C}$ 、 $3\text{C}$  和  $5\text{C}$  的倍率分别对电池进行充电,充电至电池  $\text{SOC} = 1.1$  时停止;
- [0028] 4) 应用红外热成像仪监测电池在充电过程中表面最高温度的变化情况,如图 1 所示;
- [0029] 5) 建立 Back-Propagation 神经网络模型,设定模型的输入为环境温度(为步骤 2 中的环境温度数据)和充电时间(为步骤 3 中的充电过程中的时间),输出为电池表面最高

温度、神经元个数为 5 个、层数为 3 层、第二层和第三层的传递函数分别为 tangent-sigmoid 函数和 log-sigmoid 函数,训练算法为 Levenbrg-Marquardt (LM) 算法;

[0030] 6) 运用步骤 4) 得到的数据用于模型训练,使模型能够运用于预测;

[0031] 7) 电池在 50℃、60℃、70℃环境温度下以 1C、3C 和 5C 充电过程中的表面最高温度可以通过步骤 (5) 中的模型进行预测,预测结果如图 2 所示。

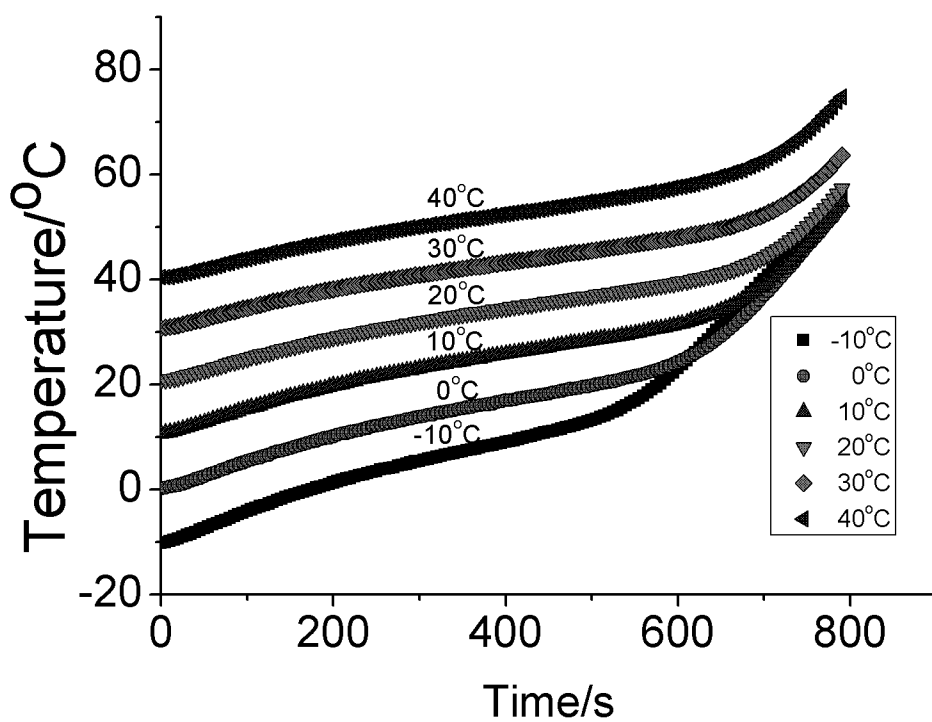


图 1

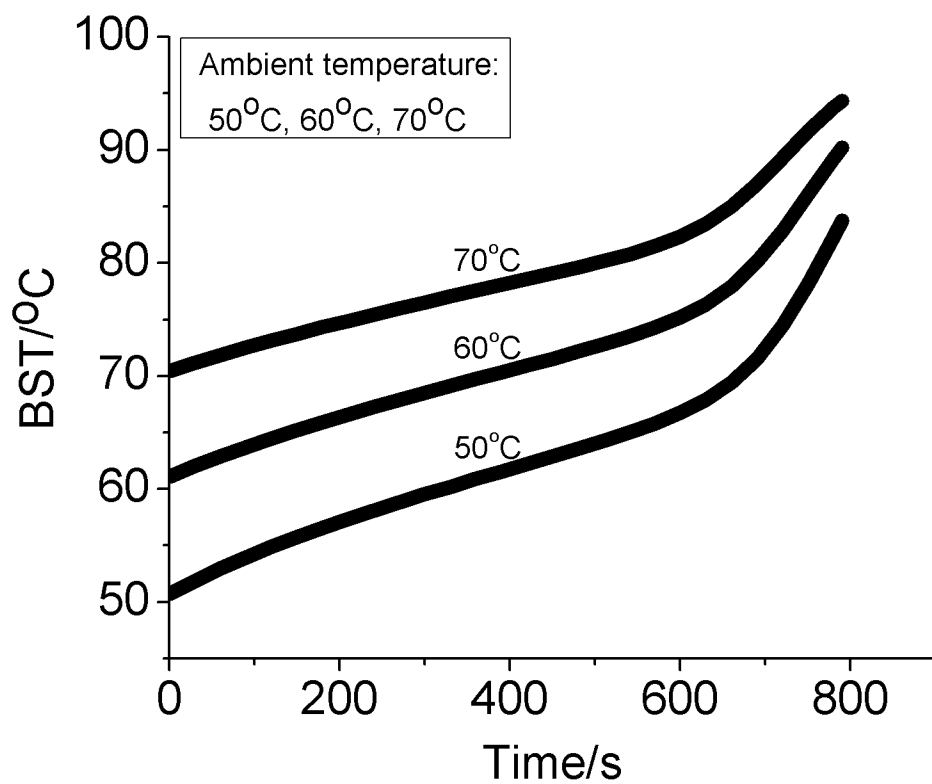


图 2