



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110816366 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201911053761.2

(22)申请日 2019.10.31

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 张希 王东升 高一钊 朱翀

郭邦军

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 胡晶

(51)Int.Cl.

B60L 58/24(2019.01)

B60L 58/10(2019.01)

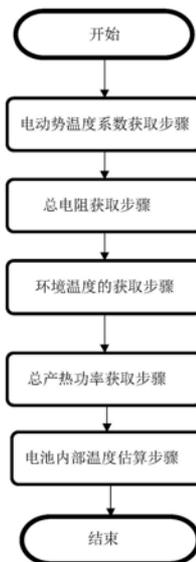
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

适用于单体电池内部的温度估算方法、系统、介质及设备

(57)摘要

本发明提供了一种适用于单体电池内部的温度估算方法、系统、介质及设备,包括:电动势温度系数获取步骤:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息、电池表面温度信息;总电阻获取步骤:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息,获取电池总电阻信息;环境温度的获取步骤:将温度传感器贴在电池上,获取环境温度信息;总产热功率获取步骤:根据BMS时刻记录的电流和得到的总电阻,通过电流热效应得到总产热功率,获取总产热功率信息;电池内部温度估算步骤:根据电动势温度系数信息、电池总电阻信息、环境温度信息、总产热功率信息,获取电池内部温度估算结果信息。本发明有助于电池的热管理系统功能的实现,进而提高电池包的可靠性和安全性。



1. 一种适用于单体电池内部的温度估算方法,其特征在于,包括:

电动势温度系数获取步骤:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息、电池表面温度信息,获取电动势温度系数信息;

总电阻获取步骤:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息,获取电池总电阻信息;

环境温度的获取步骤:将温度传感器贴在电池上,获取环境温度信息;

总产热功率获取步骤:根据BMS时刻记录的电流和得到的总电阻,通过电流热效应得到总产热功率,获取总产热功率信息;

电池内部温度估算步骤:根据电动势温度系数信息、电池总电阻信息、环境温度信息、总产热功率信息,获取电池内部温度估算结果信息。

2. 根据权利要求1所述的适用于单体电池内部的温度估算方法,其特征在于,电动势温度系数获取步骤包括:

温度系数表格制作步骤:在对电池进行充放电时,取温度间隔固定的温度值 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$,取温度间隔 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1} = 0.5^\circ\text{C}$;分别测量电池在不同时刻下的不同温度的开路电压,取相邻两个温度的开路电压的差值为因变量,温度间隔为自变量,制作表格;

查表步骤:根据电池的温度和充放电时间信息查表得到设定时间间隔内温度系数,获取电动势温度系数信息。

3. 根据权利要求1所述的适用于单体电池内部的温度估算方法,其特征在于,总电阻获取步骤包括:

电流时间曲线获取步骤:采用HPPC测试方法得到电流时间曲线,获取电流时间曲线信息;

电池内阻求值步骤:根据电流时间曲线信息,通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出电池内阻,获取电池总电阻信息。

4. 根据权利要求1所述的适用于单体电池内部的温度估算方法,其特征在于,总产热功率获取步骤包括:

反应热放热率计算步骤:根据电池内部发生的反应,获取电池反应热放热率信息;

其余放热率计算步骤:根据电池充放电过程的极化现象和电流热效应,电池使用过程中的极化热和欧姆热放热率的计算公式如下:

$$q_p = I^2 R_p + I^2 R_o = I^2 R_t;$$

其中, I 为电池电流, R_p 为电池极化内阻; R_o 为电池欧姆内阻; R_t 为电池总内阻, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率;

合并计算步骤:总的产热功率为:

$$q = q_r + q_p;$$

其中, q 为总的产热功率, q_r 为电池的反应热放热率, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率。

5. 一种适用于单体电池内部的温度估算系统,其特征在于,包括:

电动势温度系数获取模块:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息、电池表面温度信息,获取电动势温度系数信息;

总电阻获取模块:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息,获取电池总电阻信息;

环境温度的获取模块:将温度传感器贴在电池上,获取环境温度信息;

总产热功率获取模块:根据BMS时刻记录的电流和得到的总电阻,通过电流热效应得到总产热功率,获取总产热功率信息;

电池内部温度估算模块:根据电动势温度系数信息、电池总电阻信息、环境温度信息、总产热功率信息,获取电池内部温度估算结果信息。

6.根据权利要求5所述的适用于单体电池内部的温度估算系统,其特征在于,电动势温度系数获取模块包括:

温度系数表格制作模块:在对电池进行充放电时,取温度间隔固定的温度值 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$,取温度间隔 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1} = 0.5^\circ\text{C}$;分别测量电池在不同时刻下的不同温度的开路电压,取相邻两个温度的开路电压的差值为因变量,温度间隔为自变量,制作表格;

查表模块:根据电池的温度和充放电时间信息查表得到设定时间间隔内温度系数,获取电动势温度系数信息。

7.根据权利要求5所述的适用于单体电池内部的温度估算系统,其特征在于,总电阻获取模块包括:

电流时间曲线获取模块:采用HPPC测试系统,得到的电流时间曲线,获取电流时间曲线信息;

电池内阻求值模块:根据电流时间曲线信息,通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出电池内阻,获取电池总电阻信息。

8.根据权利要求5所述的适用于单体电池内部的温度估算系统,其特征在于,总产热功率获取模块包括:

反应热放热率计算模块:根据电池内部发生的反应,获取电池的反应热放热率信息;

其余放热率计算模块:根据电池充放电过程的极化现象和电流热效应,电池使用过程中的极化热和欧姆热放热率的计算公式如下:

$$q_p = I^2 R_p + I^2 R_o = I^2 R_t;$$

其中, I 为电池电流, R_p 为电池极化内阻; R_o 为电池欧姆内阻; R_t 为电池总内阻, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率;

合并计算模块:总的产热功率为:

$$q = q_r + q_p;$$

其中, q 为总的产热功率, q_r 为电池的反应热放热率, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率。

9.一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至4中任一项所述的适用于单体电池内部的温度估算方法的步骤。

10.一种适用于单体电池内部的温度估算设备,其特征在于,包括:控制器;

所述控制器包括权利要求9所述的存储有计算机程序的计算机可读存储介质,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至4中任一项所述的适用于单体电池内部的温度估算方法的步骤;或者,所述控制器包括权利要求5至8中任一项所述的适用于单体电池内部的温度估算系统。

适用于单体电池内部的温度估算方法、系统、介质及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电池温度采集领域,具体地,涉及适用于单体电池内部的温度估算方法、系统、介质及设备,尤其是一种单体锂离子电池内部温度估算方法。

背景技术

[0002] 在电动汽车电池使用过程中,准确的估计电池温度对保证电池正常工作起重要作用。例如,通过监测电池的温度情况,才能知道电池是否处于正常的工作状态;电池的热管理系统功能的实现,也是要以电池温度的准确估计为前提,在准确估算电池温度的情况下才能采取相应的热管理策略。目前电池温度一般通过温度传感器进行测量来采集,主要包括以下两种:一种是采用电池表面温度传感器所测量的温度;另一种在锂离子电池制备过程中,将温度传感器探头封装于电池内部,来实现电池内部实时温度测量。其中,锂离子电池温度测量时将温度传感器置于电池表面,利用温度传感器的采集值作为电池温度。这种方法得到的是电池表面温度,而不是电池内部温度,与电池内部温度具有较大误差。而在锂离子电池制备过程中,将温度传感器探头封装于电池内部,来实现电池内部实时温度测量。这种锂离子电池还未普及,被广泛采用的仍然是普通的不带温度传感器探头的锂离子电池。

[0003] 专利文献CN209200108U公开了一种电池温度采集结构,包括由若干电池组合而成的电池组和设置在电池组上方的软性电路板,软性电路板的边缘间隔设置有若干温度接收区,电池与温度接收区之间设置有镍片,镍片的上方设置有能采集镍片上的温度、并传递到温度接收区的温度采集板;上述温度采集结构在镍片的上方设置与软性电路板连通的温度采集板,使得温度的采集能靠近电池,减小因镍片的温度的流失而导致镍片两端之间存在的温度差,更准确的测量出电池的温度,保证电池的正常运行,进而保证乘客的安全。该专利不能很好地应用于单体锂离子电池内部温度估算中。

发明内容

[0004] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种适用于单体电池内部的温度估算方法、系统、介质及设备。

[0005] 根据本发明提供的一种适用于单体电池内部的温度估算方法,其特征在于,包括:电动势温度系数获取步骤:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息、电池表面温度信息,获取电动势温度系数信息;总电阻获取步骤:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息,获取电池总电阻信息;环境温度的获取步骤:将温度传感器贴在电池上,获取环境温度信息;总产热功率获取步骤:根据BMS时刻记录的电流和得到的总电阻,通过电流热效应得到总产热功率,获取总产热功率信息;电池内部温度估算步骤:根据电动势温度系数信息、电池总电阻信息、环境温度信息、总产热功率信息,获取电池内部温度估算结果信息。

[0006] 优选地,电动势温度系数获取步骤包括:温度系数表格制作步骤:在对电池进行充放电时,取温度间隔固定的温度值 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$,比如取温度间隔 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1} = 0.5^\circ\text{C}$;

分别测量电池在不同时刻下的不同温度的开路电压,取相邻两个温度的开路电压的差值为因变量,温度间隔为自变量,制作表格;查表步骤:根据电池的温度和充放电时间信息查表得到设定时间间隔内温度系数,获取电动势温度系数信息。

[0007] 优选地,总电阻获取步骤包括:电流时间曲线获取步骤:采用HPPC测试方法,得到电流时间曲线,获取电流时间曲线信息;电池内阻求值步骤:根据电流时间曲线信息,通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出电池内阻,获取电池总电阻信息。

[0008] 优选地,总产热功率获取步骤包括:反应热放热率计算步骤:根据电池内部发生的反应,获取电池的反应热放热率信息;极化热和欧姆热放热率计算步骤:根据电池充放电过程的极化现象和电流热效应,电池使用过程中的极化热和欧姆热放热率的计算公式如下:

$$[0009] \quad q_p = I^2 R_p + I^2 R_o = I^2 R_t;$$

[0010] 其中, I 为电池电流, R_p 为电池极化内阻; R_o 为电池欧姆内阻; R_t 为电池总内阻, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率;

[0011] 合并计算步骤:总的产热功率为:

$$[0012] \quad q = q_r + q_p;$$

[0013] 其中, q 为总的产热功率, q_r 为电池的反应热放热率, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率。

[0014] 根据本发明提供的一种适用于单体电池内部的温度估算系统,包括:电动势温度系数获取模块:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息、电池表面温度信息,获取电动势温度系数信息;总电阻获取模块:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息,获取电池总电阻信息;环境温度的获取模块:将温度传感器贴在电池上,获取环境温度信息;总产热功率获取模块:根据BMS时刻记录的电流和得到的总电阻,通过电流热效应得到总产热功率,获取总产热功率信息;电池内部温度估算模块:根据电动势温度系数信息、电池总电阻信息、环境温度信息、总产热功率信息,获取电池内部温度估算结果信息。

[0015] 优选地,电动势温度系数获取模块包括:温度系数表格制作模块:在对电池进行充放电时,取温度间隔固定的温度值 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$,比如取温度间隔 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1} = 0.5^\circ\text{C}$;分别测量电池在不同时刻下的不同温度的开路电压,取相邻两个温度的开路电压的差值为因变量,温度间隔为自变量,制作表格;查表模块:根据电池的温度和充放电时间信息查表得到设定时间间隔内温度系数,获取电动势温度系数信息。

[0016] 优选地,总电阻获取模块包括:电流时间曲线获取模块:采用HPPC测试系统,得到电流时间曲线,获取电流时间曲线信息;电池内阻求值模块:根据电流时间曲线信息,通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出电池内阻,获取电池总电阻信息。

[0017] 优选地,总产热功率获取模块包括:反应热放热率计算模块:根据电池内部发生的反应,获取电池的反应热放热率信息;极化热和欧姆热放热率计算模块:根据电池充放电过程的极化现象和电流热效应,电池使用过程中的极化热和欧姆热放热率的计算公式如下:

$$[0018] \quad q_p = I^2 R_p + I^2 R_o = I^2 R_t;$$

[0019] 其中, I 为电池电流, R_p 为电池极化内阻; R_o 为电池欧姆内阻; R_t 为电池总内阻, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率;

[0020] 合并计算模块:总的产热功率为:

$$[0021] \quad q = q_r + q_p;$$

[0022] 其中, q 为总的产热功率, q_r 为电池的反应热放热率, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率。

[0023] 根据本发明提供一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质, 所述计算机程序被处理器执行时实现适用于单体电池内部的温度估算方法的步骤。

[0024] 根据本发明提供一种适用于单体电池内部的温度估算设备, 包括: 控制器;

[0025] 所述控制器包括存储有计算机程序的计算机可读存储介质, 所述计算机程序被处理器执行时实现适用于单体电池内部的温度估算方法的步骤; 或者, 所述控制器包括适用于单体电池内部的温度估算系统。

[0026] 与现有技术相比, 本发明具有如下的有益效果:

[0027] 1、本发明通过电池内部温度建模, 对电池内部的温度进行估算, 从而准确的反映电池内部温度;

[0028] 2、本发明能够为BMS的状态计算及故障诊断提供更加可靠的电池温度值;

[0029] 3、本发明有助于电池的热管理系统功能的实现, 进而提高电池包的可靠性和安全性。

附图说明

[0030] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述, 本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0031] 图1为本发明的方法流程示意图。

[0032] 图2为本发明的系统框架示意图。

[0033] 图3为单体锂离子电池内部温度估算方法的方框示意图

[0034] 图4为锂离子电池电压时间曲线图

[0035] 图5为锂离子电池脉冲功率测试图

具体实施方式

[0036] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明, 但不以任何形式限制本发明。应当指出的是, 对本领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明构思的前提下, 还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0037] 如图1-图5所示, 根据本发明提供一种适用于单体电池内部的温度估算方法, 其特征在于, 包括: 电动势温度系数获取步骤: 根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息、电池表面温度信息, 获取电动势温度系数信息; 总电阻获取步骤: 根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息, 获取电池总电阻信息; 环境温度的获取步骤: 将温度传感器贴在电池上, 获取环境温度信息; 总产热功率获取步骤: 根据BMS时刻记录的电流和得到的总电阻, 通过电流热效应得到总产热功率, 获取总产热功率信息; 电池内部温度估算步骤: 根据电动势温度系数信息、电池总电阻信息、环境温度信息、总产热功率信息, 获取电池内部温度估算结果信息。

[0038] 有两种方式获取电池的温度, 第一种方式是通过温度传感器获得电池表面温度, 并将其视为电池的内部温度, 缺点是精度较差; 第二种方式是将温度传感器的探头封装在电池内部进行温度的测量, 但这种方式检测成本高且无法保证可靠性。为了解决这一问题,

本发明从电池产热机理出发,基于能量守恒定律建立了电池热模型,并利用该模型估计电池内部温度,从而达到提高电池内部温度的测量精度,降低测量成本,确保电池系统的可靠性的目的。本发明涉及电动汽车的电池温度采集领域,特别涉及一种单体电池内部温度的估算方法。首先获取某一时刻的开路电压、电池电流、电池电动势温度系数以及电池表面温度;然后根据该时刻的电池端电压和电池电流,确定电池在该时刻的产热功率;最后根据电池产热功率、电动势温度系数和电池表面温度,估计下一时刻的电池内部温度。

[0039] 优选地,电动势温度系数获取步骤包括:温度系数表格制作步骤:在对电池进行充放电时,取温度间隔固定的温度值 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$,比如取温度间隔 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1} = 0.5^\circ\text{C}$;分别测量电池在不同时刻下的不同温度的开路电压,取相邻两个温度的开路电压的差值为因变量,温度间隔为自变量,制作表格;查表步骤:根据电池的温度和充放电时间信息查表得到设定时间间隔内温度系数,获取电动势温度系数信息。

[0040] 优选地,总电阻获取步骤包括:电流时间曲线获取步骤:采用HPPC测试方法,得到电流时间曲线,获取电流时间曲线信息;电池内阻求值步骤:根据电流时间曲线信息,通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出电池内阻,获取电池总电阻信息。

[0041] 优选地,总产热功率获取步骤包括:反应热放热率计算步骤:根据电池内部发生的反应,获取电池的反应热放热率信息;极化热和欧姆热放热率计算步骤:根据电池充放电过程的极化现象和电流热效应,电池使用过程中的极化热和欧姆热放热率的计算公式如下:

$$[0042] \quad q_p = I^2 R_p + I^2 R_o = I^2 R_t;$$

[0043] 其中, I 为电池电流, R_p 为电池极化内阻; R_o 为电池欧姆内阻; R_t 为电池总内阻, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率;

[0044] 合并计算步骤:总的产热功率为:

$$[0045] \quad q = q_r + q_p;$$

[0046] 其中, q 为总的产热功率, q_r 为电池的反应热放热率, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率。

[0047] 具体地,在一个实施例中,如图3所示,一种电池内部温度估计方法如下:

[0048] 首先,先建立电池热模型;将单个锂离子电池视为一个系统,系统温度的变化是由系统内部的产热量和与外界环境的换热量引起的。锂电池电池在使用过程中,由于电流的热效应有热量产生,而当电池与外界环境出现温差时又会出现热传递现象,所以根据能量平衡有:流入系统的净热流量+内热源产热量=内能增加量。该电池热模型可以被表示如下公式:

$$[0049] \quad I^2 R_t - IT(t) \frac{\partial E}{\partial T} = C_p M \frac{dT(t)}{dt} + hA [T(t) - T_{amb}]$$

[0050] 离散化后的方程得电池内部温度递推公式:

$$[0051] \quad T_k = \left(C_p M - I_k \left(\frac{\partial E}{\partial T} \right)_k - hA \right) T_{k-1} / C_p M + \frac{hA T_{amb}}{C_p M} + \frac{R_{t,k}}{C_p M} I_k^2$$

[0052] 其中, T_k, T_{k-1} 为 k 和 $k-1$ 时刻的电池内部温度 $^\circ\text{C}$, I_k 为 k 时刻的电流 A , h 为对流换热系数 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $R_{t,k}$ 为 k 时刻的总电阻 Ω , C_p 为锂离子电池的比热容 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$; M 为单电池

质量kg;A为电池表面积 m^2 ; $\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_k$ 为k时刻的电动势温度系数; T_{amb} 为环境温度 $^{\circ}C$ 。

[0053] 由此可知,在电池内部温度估计时,只要获得了当前时刻下的电池产热功率 q ,电池表面温度,当前时刻下的电流,外界环境温度,电池电动势温度系数,利用之前估计出的电池内部温度 T_{k-1} 可以根据公式来确定出当前时刻下的电池内部温度 T_k 。

[0054] 所述的电池温度影响系数 $\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_k$ 与环境温度相关性不大,优选地,通过以下方法计算得出:

[0055] 在电池经常工作范围内, $\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_k$ 数值较小,且变化不大,可以由 $\left(\frac{\partial U_{ocv}}{\partial T}\right)_k$ 近似给出,从而有

$$[0056] \quad \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_k \approx \left(\frac{\partial U_{ocv}}{\partial T}\right)_k \approx \left(\frac{\Delta U_{ocv}}{\Delta T}\right)_k$$

[0057] 在对电池进行充放电时,取一系列的温度值 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$,温度间隔固定,比如可以取温度间隔 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1} = 0.5^{\circ}C$,分别测量电池在不同时刻下的不同温度的开路电压 U_{ocv} ,取相邻两个温度的开路电压的差值为因变量,温度间隔为自变量,制作 $\Delta U_{ocv} - \Delta T - k$ 表格,查表可得在 $k, k+1$ 时刻处的温度系数即为 $\left(\frac{\Delta U_{ocv}}{\Delta T}\right)_k, k = 1, 2, 3, \dots$

[0058] 所述的电池的总电阻可以利用实验测得。总电阻包括电池极化内阻和电池欧姆内阻,其值可以用可以通过一般的电池内阻测试方法测得,比如HPPC法、不平衡电桥法等。

[0059] 优选的,采用HPPC测试进行测试。锂电池内阻主要包括两个部分,欧姆内阻和极化内阻在温度恒定的条件下,欧姆电阻基本稳定不变,而极化电阻会随着影响极化水平的因素变动。

[0060] 根据电池内阻测量方法HPPC的步骤进行操作,电流时间曲线如图5所示。 $t_0 \sim t_1$ 时刻,对电池以120A的电流放电; $t_1 \sim t_2$ 时刻,电池断电静置; $t_2 \sim t_3$ 时刻,对电池以100A的电流充电。电池内阻可以通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出,具体计算公式如下:

$$[0061] \quad R_o = (U_B - U_A) / I$$

$$[0062] \quad R_p = (U_C - U_B) / I$$

[0063] 式中, R_o 为电池欧姆内阻, R_p 为电池极化内阻, I 为充放电电流。脉冲放电和充电的时间不能过长,避免极化内阻产生明显影响。

[0064] 环境温度 T_{amb} 的值可由温度传感器测得,且一般可以认为在对电池进行充放电时,环境温度不变。

[0065] 一般地,三元锂电池的 C_p 的取值范围为 $133 \sim 880 J / (kg \cdot ^{\circ}C)$,自然对流下空气的对流系数 $h = 5 \sim 25 W / (m^2 \cdot K)$ 。

[0066] 本领域技术人员可以将本发明提供的适用于单体电池内部温度估算方法,理解为本发明提供的适用于单体电池内部温度估算系统的一个实施例。即,所述适用于单体电池内部温度估算系统可以通过执行所述适用于单体电池内部温度估算方法的步骤流程实现。

[0067] 根据本发明提供一种适用于单体电池内部的温度估算系统,包括:电动势温度系数获取模块:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息、电池表面温度信息,获取电动势温度系数信息;总电阻获取模块:根据BMS时刻记录的电压信息、电流信息,获取电池总电阻信息;环境温度的获取模块:将温度传感器贴在电池上,获取环境温度信息;总产热功率获取模块:根据BMS时刻记录的电流和得到的总电阻,通过电流热效应得到总产热功率,获取总产热功率信息;电池内部温度估算模块:根据电动势温度系数信息、电池总电阻信息、环境温度信息、总产热功率信息,获取电池内部温度估算结果信息。

[0068] 优选地,电动势温度系数获取模块包括:温度系数表格制作模块:在对电池进行充放电时,取温度间隔固定的温度值 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$,比如取温度间隔 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1} = 0.5^\circ\text{C}$;分别测量电池在不同时刻下的不同温度的开路电压,取相邻两个温度的开路电压的差值为因变量,温度间隔为自变量,制作表格;查表模块:根据电池的温度和充放电时间信息查表得到设定时间间隔内温度系数,获取电动势温度系数信息。

[0069] 优选地,总电阻获取模块包括:电流时间曲线获取模块:采用HPPC测试系统,得到电流时间曲线,获取电流时间曲线信息;电池内阻求值模块:根据电流时间曲线信息,通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出电池内阻,获取电池总电阻信息。

[0070] 优选地,总产热功率获取模块包括:反应热放热率计算模块:根据电池内部发生的反应,获取电池的反应热放热率信息;极化热和欧姆热放热率计算模块:根据电池充放电过程的极化现象和电流热效应,电池使用过程中的极化热和欧姆热放热率的计算公式如下:

$$[0071] \quad q_p = I^2 R_p + I^2 R_o = I^2 R_t;$$

[0072] 其中, I 为电池电流, R_p 为电池极化内阻; R_o 为电池欧姆内阻; R_t 为电池总内阻, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率;

[0073] 合并计算模块:总的产热功率为:

$$[0074] \quad q = q_r + q_p;$$

[0075] 其中, q 为总的产热功率, q_r 为电池的反应热放热率, q_p 为电池放电过程中的极化热和欧姆热放热率。

[0076] 根据本发明提供一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质,所述计算机程序被处理器执行时实现适用于单体电池内部的温度估算方法的步骤。

[0077] 根据本发明提供一种适用于单体电池内部的温度估算设备,包括:控制器;

[0078] 所述控制器包括存储有计算机程序的计算机可读存储介质,所述计算机程序被处理器执行时实现适用于单体电池内部的温度估算方法的步骤;或者,所述控制器包括适用于单体电池内部的温度估算系统。

[0079] 本发明通过电池内部温度建模,对电池内部的温度进行估算,从而准确的反映电池内部温度;本发明能够为BMS的状态计算及故障诊断提供更加可靠的电池温度值;本发明有助于电池的热管理系统功能的实现,进而提高电池包的可靠性和安全性。

[0080] 本领域技术人员知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现本发明提供的系统及其各个装置、模块、单元以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得本发明提供的系统及其各个装置、模块、单元以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器以及嵌入式微控制器等的形式来实现相同功能。所以,本发明提供的系统及其各项装置、模块、单元可以被认为是一种硬件部件,而对其内包括的用于实现各种功能的装置、模块、单元也可

以视为硬件部件内的结构;也可以将用于实现各种功能的装置、模块、单元视为既可以是实现方法的软件模块又可以是硬件部件内的结构。

[0081] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

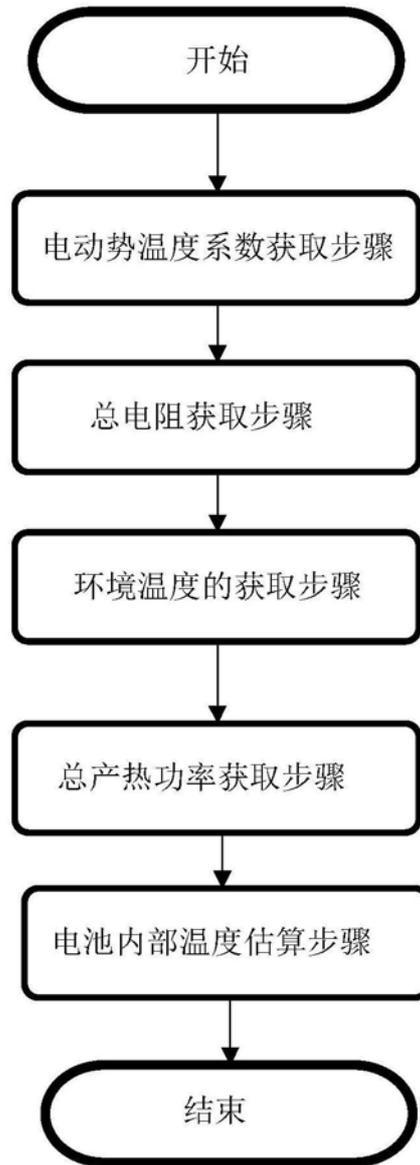


图1



图2

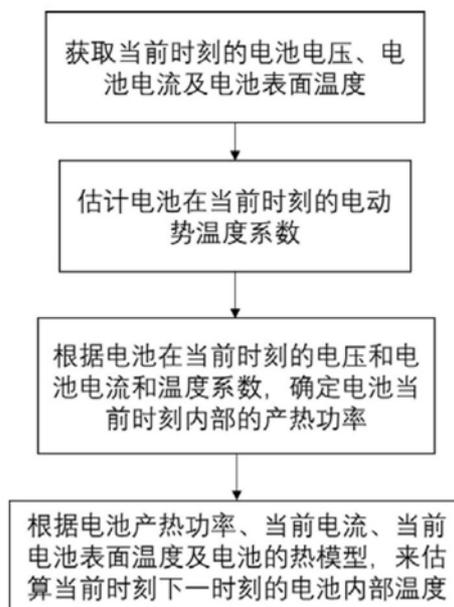


图3

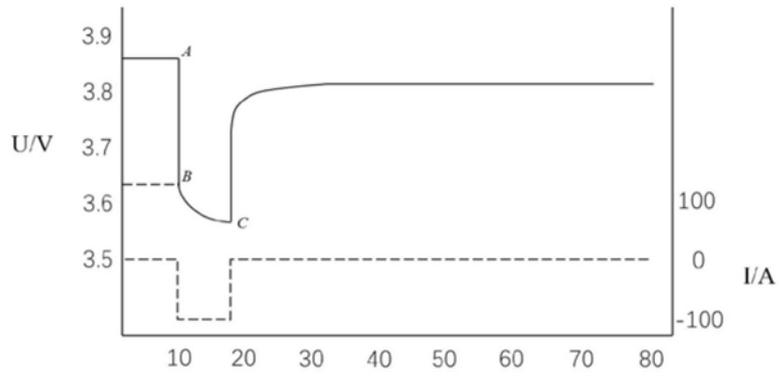


图4

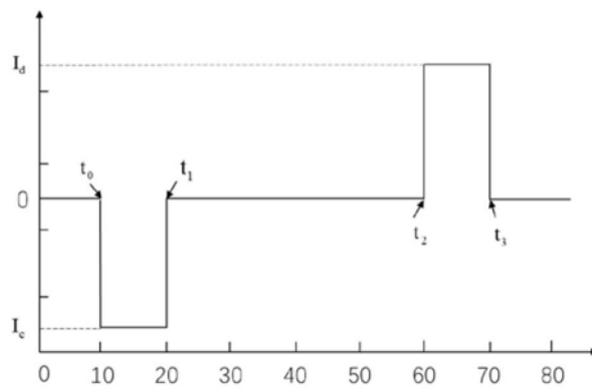


图5