



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103809126 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 21

(21) 申请号 201410061887. 5

(22) 申请日 2014. 02. 24

(71) 申请人 中国第一汽车股份有限公司

地址 130011 吉林省长春市西新经济技术开发
区东风大街 2259 号

(72) 发明人 冯辉 孙焕丽 王雯婷 刘东秦
许立超

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任
公司 22201

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

G01R 31/36 (2006. 01)

G06F 19/00 (2011. 01)

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

一种锂离子电池比热容的评估方法

(57) 摘要

本发明涉及一种锂离子电池比热容的评估方法,该方法如下:首先,测试指定工况下电池的
生热内阻,并对生热内阻与温度的关系进行数学拟合;然后,根据比热容基本公式、生热内阻与温
度的关系、电池在稳态环境下特定工况工作时的温升速率与温度的关系和在稳态环境下静置时的散
热速率与温度的关系推导出锂离子电池比热容的评估公式 $C' = I^2R/m[Q+S]$ 。本发明对设备、测试
环境要求低,测试周期短,估算结果准确度高,不需依照大量的电池化学材料基本数据,可以快速
的得出结果,解决了电动车用锂离子电池在各充放电工况下通过生热所引起的能量消耗的计算问
题,结果可用于电池热管理设计。

1. 一种锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:

对电池生热内阻与温度的关系 $R=f(T)$ 进行数学拟合;然后,根据比热容基本公式 $C=I^2Rt/m\Delta T$ 、生热内阻与温度的关系 $R=f(T)$ 、电池在稳态环境下特定工况工作时的温升速率与温度的关系 $Q=g(T)$ 和在稳态环境下静置时的散热速率与温度的关系 $S=h(T)$,推导出锂离子电池比热容的评估公式 $C'=I^2f(T)/m[g(T)+h(T)]=I^2R/m[Q+S]$;其中 C' 为比热容评估值, I 为电流, R 为生热内阻, m 为锂离子电池质量。

2. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:所述电池生热内阻根据测试电池充放电外特性得到。

3. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:所述电池生热内阻根据充放电能量效率计算。

4. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:所述锂离子电池在稳态环境下特定工况工作时的温升速度与温度关系 $Q=g(T)$ 通过电池本身生热特性得到。

5. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:所述锂离子电池在稳态环境下特定工况工作时的温升速度与温度关系 $Q=g(T)$ 用电池在此条件下的温度与时间关系得到; $T=G(t)$, $Q=g(T)=G'[G^{-1}(T)]$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:所述锂离子电池在稳态环境下静置时的散热速度与温度关系 $S=h(T)$ 根据电池与环境热交换特性得到。

7. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:所述锂离子电池在稳态环境下静置时的散热速度与温度关系 $S=h(T)$ 通过电池在此条件下的温度与时间的关系得到; $T=H(t)$, $S=h(T)=H'[H^{-1}(T)]$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池比热容的评估方法,其特征在于:所述锂离子电池所处的稳态环境指稳定的热交换环境,采用恒温恒湿箱、绝热材料包裹或稳态风冷方式得到。

一种锂离子电池比热容的评估方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车用电池热管理的技术领域,涉及一种锂离子电池比热容的评估方法。

背景技术

[0002] 近年车用动力锂离子电池技术发展迅速,而电动汽车尤其是混合动力汽车用电池的热管理也成为锂离子电池成组技术领域的一个难题,电池热管理不当时电池热失控是引起电池安全问题的一个原因。电池热管理不仅需要对电池的温度进行监控,也要对电池温升的速度进行控制,而锂离子电池的比热容决定了其本身在各种充放电工况下的温升大小与温升速率,是电池热管理的关系热参数。目前,锂离子电池比热容通常采用先分别测试构成锂离子电池的各材料的比热容然后通过加权叠加的方法得到。这种方法测试过程复杂,对设备、测试环境要求高,测试周期长。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种锂离子电池比热容的评估方法,该方法测试简单,对设备、测试环境要求低,测试周期短,测试结果准确度高,结果可用于电池热管理设计,能够解决电动汽车用锂离子电池在各种工况生热以及热交换问题。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明的锂离子电池比热容的评估方法如下:

[0005] 对电池生热内阻与温度的关系 $R=f(T)$ 进行数学拟合;然后,根据比热容基本公式 $C=I^2Rt/m\Delta T$ 、生热内阻与温度的关系 $R=f(T)$ 、电池在稳态环境下特定工况工作时的温升速率与温度的关系 $Q=g(T)$ 和在稳态环境下静置时的散热速率与温度的关系 $S=h(T)$,推导出锂离子电池比热容的评估公式 $C'=I^2f(T)/m[g(T)+h(T)]=I^2R/m[Q+S]$;其中 C' 为比热容评估值, I 为电流, R 为生热内阻, m 为锂离子电池质量。

[0006] 上述锂离子电池比热容的评估公式即可用于计算电池的比热容。

[0007] 本发明的积极效果在于此工程评估方法对设备、测试环境要求低,测试周期短,估算结果准确度高,不需依照大量的电池化学材料基本数据,可以快速的得出结果,并建立生热模型等,结果可用于电池热管理设计,能够解决电动汽车用锂离子电池在各种工况生热以及热交换问题,适合整车开发过程使用,可满足工程应用要求的精度。

[0008] 所述电池生热内阻根据充放电能量效率计算,也可以根据测试电池充放电外特性(电压、电流计算)得到。

[0009] 所述锂离子电池在稳态环境下特定工况工作时的温升速度与温度关系 $Q=g(T)$ 可以通过电池本身生热特性得到,也可以用电池此条件下的温度与时间关系得到; $T=G(t)$, $Q=g(T)=G'[G^{-1}(T)]$ 。

[0010] 所述锂离子电池在稳态环境下静置时的散热速度与温度关系 $S=h(T)$ 可根据电池与环境热交换特性得到,也可以通过电池在此条件下的温度与时间的关系得到; $T=H(t)$, $S=h(T)=H'[H^{-1}(T)]$ 。

[0011] 所述锂离子电池所处的稳态环境指稳定的热交换环境,可采用恒温恒湿箱、绝热材料包裹或稳态风冷等方式得到。

具体实施方式

[0012] 本发明的锂离子电池比热容的评估方法具体如下:

[0013] 首先,将锂离子电池单体置于某稳态环境中,测试指定工况下电池的生热内阻,并对生热内阻与温度的关系 $R=f(T)$ 进行数学拟合;这里所述的指定工况指采用指定电流对某 SOC 状态的锂离子电池单体进行循环充电、循环放电或循环充放电;稳态环境可以通过恒温恒湿箱、绝热材料包裹、或稳态风冷等方式得到。

[0014] 每个循环的生热内阻可以根据充放电能量效率计算,即采用电池在不同温度下的脉冲功耗计算,具体计算公式例子如下:

$$[0015] \quad R=(V_0-V_t)/I$$

[0016] 其中 V_0 、 V_t 分别为初始电压和 t 时刻电池单体的电压, I 是电流, R 是生热内阻。

[0017] 每个循环的生热内阻也可以先根据测试电池充放电外特性(电压、电流积分计算)得到生热量,然后再通过计算得到生热内阻;具体计算公式如下:

$$[0018] \quad R=E/I^2$$

[0019] 其中 $E=\int_{0-t}(OCV-V_t)*I*dt$

[0020] 式中 OCV 是开路电压, V_t 为 t 时刻电池的电压, I 是电流, R 是生热内阻, E 是生热量,

[0021] 然后,根据比热容基本公式 $C=I^2Rt/m\Delta T$ (其中, C 是锂离子电池比热容, I 是电流, R 是生热内阻, m 是锂离子电池质量, ΔT 是温度变化)、生热内阻与温度的关系 $R=f(T)$ 、电池在设定电流下的稳态温升速率与温度的关系 $Q=g(T)$ 和在稳态静置状态下的散热速率与温度的关系 $S=h(T)$, 推导出锂离子电池比热容的评估公式 $C'=I^2f(T)/m[g(T)+h(T)]=I^2R/m[Q+S]$; 其中 C' 为比热容评估值, I 为电流, R 为生热内阻, m 为锂离子电池质量。锂离子电池在设定电流下的稳态温升速度与温度关系 $Q=g(T)$ 可以通过电池本身生热特性得到,也可以根据电池在循环过程中的温升与时间的关系(在此持续生热条件下的温度与时间关系)得到 $T=G(t)$, $Q=g(T)=G'[G^{-1}(T)]$ 。锂离子电池在稳态静置状态下的散热速度与温度关系 $S=h(T)$ 可根据电池与环境热交换特性得到,也可以通过循环后在相同稳态环境下静置静置时的温度与时间的关系得到 $T=H(t)$, $S=h(T)=H'[H^{-1}(T)]$ 。

[0022] 下面结合动力车用 14Ah 锂离子电池单体比热容测试详细说明本发明。

[0023] 将 50%SOC 的锂离子电池单体置于 32°C 恒温箱中,用电池测试柜进行 42A (3C) 12 秒电流(即电流为 42A、充放电倍率为 3 倍、每个循环充电时间和放电时间均为 12 秒)的脉冲充放电循环实验。

[0024] 考虑到实际电池在电动车上的应用情况,电池使用温度需要控制在 45°C 以下,故可简单用一元多次函数进行固定区间拟合。

[0025] 1) 根据充放电能量效率计算电池的每个循环的生热内阻,并进行温度对内阻关系的数学拟合:

$$[0026] \quad R=0.0008T^2-0.103T+5.2247 \quad (32^\circ\text{C} < T < 46^\circ\text{C}) \quad (a)$$

[0027] 2) 根据循环过程电池温升与时间关系数学拟合:

[0028] $T_1=0.00002t^3-0.005t^2+0.3983t+33.599$ ($T_1=\Delta T+32^\circ\text{C}$) (b)

[0029] 3) 电池循环后,在相同环境下静置,记录温降与时间关系并进行数学拟合:

[0030] $T_2=0.00000001t^4-8*0.000001t^3+0.0022t^2-0.2744t+44.959$ ($T_2=\Delta T+32^\circ\text{C}$) (c)

[0031] 4) 将(b)函数对时间求一阶导数,再将时间对温度的反函数代回得到电池在不同温度下的温降速率(单位为 $^\circ\text{C}/\text{分}$):

[0032] $Q=0.0192T-0.582$

[0033] 5) 将c函数对时间求一阶导数,再将时间对温度的反函数代回得到电池在不同温度下的温升速率(单位为 $^\circ\text{C}/\text{分}$):

[0034] $S=-0.000811076T^2+0.03215T+0.2302$

[0035] 6) 采用 $C'=I^2R/m[Q+S]$, 得到 $C'=1.37\text{kJ}/\text{kg}^\circ\text{C}$, 与此电池实际比热容特性 $1.35\text{kJ}/\text{kg}^\circ\text{C}$ 偏差仅 1.5%。

[0036] 通过上述方法得到的锂离子电池比热容的评估公式 $C'=I^2R/m[Q+S]$ 计算的电池比热容,可用于电池热管理设计,可以解决电动汽车用锂离子电池在各种工况生热以及热交换问题。