



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107884717 A  
(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201710923771.1

(22)申请日 2017.09.30

(71)申请人 中国汽车技术研究中心  
地址 300300 天津市东丽区程林庄道天山  
路口(程林庄路南)

(72)发明人 王芳 刘磊 任山 周华 林春景  
何兴 韩丽琼 石昊天

(74)专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理  
有限公司 12211

代理人 薛萌萌

(51)Int.Cl.  
G01R 31/36(2006.01)

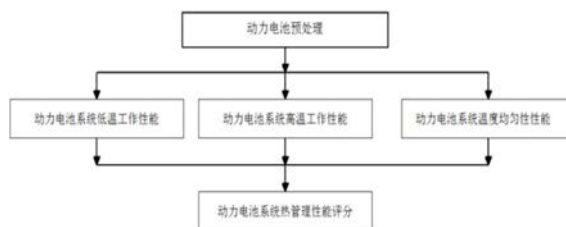
权利要求书4页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种动力电池系统热管理性能测试方法

(57)摘要

本发明提供了一种动力电池系统热管理性能测试方法,包括动力电池系统低温工作性能、动力电池系统高温工作性能及动力电池系统温度均匀性性能的测试,并进行综合评价。本发明所述的动力电池系统热管理性能测试方法简单,可以预测动力电池系统的温度适应性,测试动力电池系统的热管理性能,为评估动力电池系统环境适应性提供了可靠的评估依据;测试方法从热管理性能和能耗等最重要的方面进行综合测评,达到对动力电池系统温度适应性客观、科学评价的目的,从而进一步方便对车辆的使用便捷性、续驶里程、使用寿命等作出评估。



1. 一种动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在于,包括动力电池系统低温工作性能、动力电池系统高温工作性能及动力电池系统温度均匀性性能的测试,并进行综合评价;

测试方法如下:

1) 动力电池系统低温工作性能:

a) 将动力电池充满电后,置于超低温环境箱中一定时间,至动力电池的温度与环境箱温度相同或相差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;

b) 环境箱保持超低温,启动热管理系统,同时对动力电池进行放电,监测动力电池温度达到电池适宜工作的低温时所用时间 $t_1$ ,直至放电截止条件;

c) 记录动力电池放电过程的总放电能量 $W_1$ ,动力电池的额定放电能量为 $W_{10}$ ;

d) 计算动力电池的能耗 $w_1$ ,则动力电池能耗为

$$w_1 = (W_{10} - W_1) * 100\% / W_{10};$$

2) 动力电池系统高温工作性能

e) 将动力电池充满电后,置于超高温环境箱中一定时间,至动力电池的温度与环境箱温度相同或相差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;

f) 环境箱保持超高温,启动热管理系统,同时对动力电池放电,监测动力电池温度达到电池适宜工作的高温时所用时间 $t_2$ ,直至放电截止条件;

g) 记录动力电池放电过程的总放电能量 $W_2$ ,动力电池的额定放电能量为 $W_{20}$ ;

h) 计算动力电池的能耗,则动力电池能耗为

$$w_2 = (W_{20} - W_2) * 100\% / W_{20};$$

3) 动力电池系统温度均匀性性能

i) 将动力电池充满电后,置于高温环境箱中一定时间;

j) 环境箱保持高温,对动力电池进行工况循环测试,同时启动热管理系统;

k) 记录动力电池的温度;

l) 将动力电池充满电后,置于低温环境箱中一定时间;

m) 环境箱保持低温,对动力电池进行工况循环测试,同时启动热管理系统;

n) 记录动力电池的温度;

o) 计算动力电池的最大温差 $\Delta T$ ;

对动力电池系统热管理性能进行综合评价,方法如下:

动力电池系统低温工作性能测试中的加热时间 $t_1$ 、动力电池系统低温工作性能测试中的能耗 $w_1$ 、动力电池系统高温工作性能测试中的降温时间 $t_2$ 、动力电池系统高温工作性能测试中能耗 $w_2$ 各占约相同总得分, $t_1$ 、 $t_2$ 、 $w_1$ 、 $w_2$ 的值越小实际得分越高;动力电池系统温度均匀性性能测试中最大温度差总得分约占动力电池系统低温工作性能加热时间得分的2-3倍, $\Delta T$ 越小动力电池系统温度均匀性性能实际得分越高,将 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $w_1$ 、 $w_2$ 、 $\Delta T$ 对应的得分相加得到综合得分,综合得分越高动力电池系统热管理性能越好。

2. 根据权利要求1所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在于:超低温环境箱为 $-20^{\circ}\text{C}$ 环境箱,步骤a)中置于 $-20^{\circ}\text{C}$ 环境箱中24h以上,步骤b)中环境箱保持 $-20^{\circ}\text{C}$ ,启动动力电池及热管理系统,监测动力电池温度达到 $5^{\circ}\text{C}$ 时所用时间 $t_1$ ;

超高温环境箱为 $-55^{\circ}\text{C}$ 环境箱,步骤e)中将动力电池充满电后,置于 $50^{\circ}\text{C}$ 环境箱中24h

以上,步骤f)中环境箱保持50℃,启动动力电池及热管理系统,监测动力电池温度达到35℃时所用时间 $t_2$ ;

高温环境箱为40℃环境箱,步骤i)中将动力电池充满电后,置于40℃环境箱中24h以上,步骤j)中环境箱保持40℃;

低温环境箱为0℃环境箱,步骤l)中将动力电池充满电后,置于0℃环境箱中24h以上,步骤m)中环境箱保持0℃。

3. 根据权利要求1或2所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在于:动力电池系统低温工作性能加热时间、能耗及动力电池系统高温工作性能中降温时间、能耗得分计算公式,动力电池系统温度均匀性性能测试中最大温度差得分计算公式,如下所示:

测试项目	参量	参数	得分
动力电池系统低温工作性能	加热时间	$t_1 < 100\text{min}$	$15 \times (1 - t_1/100)$
		$t_1 \geq 100\text{min}$	0
	能耗	$w_1 < 50\%$	$15 \times (1 - w_1/50\%)$
		$w_1 \geq 50\%$	0
动力电池系统高温工作性能	降温时间	$t_2 < 100\text{min}$	$15 \times (1 - t_2/100)$
		$t_2 \geq 100\text{min}$	0
	能耗	$w_2 < 50\%$	$15 \times (1 - w_2/50\%)$
		$w_2 \geq 50\%$	0
动力电池系统温度均匀性性能	最大温度差	$\Delta T < 20^\circ\text{C}$	$40 \times (1 - \Delta T/20)$
		$\Delta T \geq 20^\circ\text{C}$	0

公式中 $t_1$ 、 $t_2$ 的单位为min,  $\Delta T$ 的单位为℃,得分单位为1,温度差为某一时刻动力电池中最高温度与最低温度的差值,最大温度差 $\Delta T$ 为温度差的最大值。

4. 根据权利要求3所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在于:

动力电池系统低温工作性能加热时间、能耗,动力电池系统高温工作性能中降温时间、能耗得分及动力电池的评价如下所示:

测试项目	参量	得分	评价
动力电池系统低温工作性能	加热时间	$> 12$	优秀
		$9 < \leq 12$	良好

		$6 < \leq 9$	合格
		$< 6$	差
		$> 12$	优秀
	能耗	$9 < \leq 12$	良好
		$6 < \leq 9$	合格
		$< 6$	差
		$> 12$	优秀
	降温时间	$9 < \leq 12$	良好
		$6 < \leq 9$	合格
动力电池系统高		$< 6$	差
温工作性能		$> 12$	优秀
	能耗	$9 < \leq 12$	良好
		$6 < \leq 9$	合格
		$< 6$	差
		$> 36$	优秀
动力电池系统温	最大温度	$30 < \leq 36$	良好
度均匀性性能	差	$20 < \leq 30$	合格
		$< 20$	差

5. 根据权利要求3所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在於:综合得分 $> 85$ ,则动力电池系统热管理性能优秀;

$70 < \text{综合得分} \leq 85$ ,则动力电池系统热管理性能良好;

$55 < \text{综合得分} \leq 70$ ,则动力电池系统热管理性能合格;

综合得分 $< 55$ ,则动力电池系统热管理性能差。

6. 根据权利要求1所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在於:对动力电池

系统热管理性能测试前,先对动力电池预处理,预处理方法为将动力电池按照厂家规定的标准充放电,并测量动力电池系统的放电容量和放电能量。

7.根据权利要求1所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在于:动力电池的额定放电能量为动力电池按照厂家规定的标准充放电方法进行预处理得到的电量。

8.根据权利要求6所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在于:步骤a)、步骤e)、步骤i)及步骤l)中将动力电池充满电后,动力电池充满电按照厂家规定的标准充电。

9.根据权利要求6所述的动力电池系统热管理性能测试方法,其特征在于:步骤b)、步骤f)、步骤j)及步骤m)中对动力电池放电或对动力电池进行工况循环测试,均按照厂家规定的标准充放电。

## 一种动力电池系统热管理性能测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于动力电池性能测试与评估领域,尤其是涉及一种动力电池系统热管理性能测试方法。

### 背景技术

[0002] 在能源危机和碳排放限制的压力下,电动车等新能源汽车逐渐成为汽车的主流发展方向。但是目前电动汽车还属于一种限区域使用的产品,在极热和极寒地区都遇到了寿命衰减过快和续航里程不足等限制其使用的问题,如2011年冬天福田“迷笛”出租车在北京延庆出现的续航里程下降,加速困难,2012年日产聆风在美国亚利桑那州遇到的沙漠高温地区电池容量衰减问题等问题。

[0003] 综合来看,温度变化对电动汽车动力电池的影响主要体现在4个方面:1)低温下加速电池性能衰减;2)高温下加速电池系统的寿命衰减;3)加剧电池的不一致性;4)恶化电池的安全性。

[0004] 由于温度对电池寿命、性能、安全性等有重要影响,多数电动车均采用电池热管理系统(BTMS)来弥补电池的先天不足。例如,通用Volt和特斯拉的Model S通过液冷系统可以将电池系统内部的温度差控制在2℃以内。

[0005] 通过对纯电动汽车电池系统的研究,热管理系统的存在与否对电池的温升有很大的影响,在高温和低温下冷却/加热系统能有效的将电池控制在“舒适”的工作温度区间范围。通常情况下,锂离子电池放电工作温度为-20~55℃,充电温度为0~45℃,如果超出此范围工作,电池寿命会大大降低,甚至会诱发安全问题的出现。从数据分析中可以看出,整车厂一般将电池系统的使用温度控制在0℃以上的,在此温度之下会启动加热功能,而在25℃以上会考虑开启制冷功能,以便保证人和电池均能在最“舒适”温度下工作。

[0006] 目前实际采用的热管理系统方式有很多种,按热源可以分为被动冷却和主动冷却;按换热介质主要分为风冷方式、液冷方式和相变材料冷却方式;按换热结构分为常规换热系统、板式换热系统和热导管换热系统。

[0007] 但是目前并没有对于动力电池系统热管理性能的测试以及评价方法,本发明提出的动力电池系统热管理性能的测试方法将从热管理性能和能耗等最重要的方面进行综合测评,从而达到对动力电池系统温度适应性客观、科学评价的目的。

### 发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明旨在提出一种动力电池系统热管理性能测试方法,以解决现有的方法无法预测动力电池系统的温度适应性,无法测试动力电池系统的热管理性能,无法为评估动力电池系统环境适应性提供了评估依据等问题。

[0009] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0010] 一种动力电池系统热管理性能测试方法,包括动力电池系统低温工作性能、动力电池系统高温工作性能及动力电池系统温度均匀性性能的测试,并进行综合评价;

[0011] 测试方法如下:

[0012] 1) 动力电池系统低温工作性能:

[0013] a) 将动力电池充满电后,置于超低温环境箱中一定时间,至动力电池的温度与环境箱温度相同或相差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;

[0014] b) 环境箱保持超低温,启动热管理系统,同时对动力电池进行放电,监测动力电池温度达到电池适宜工作的低温时所用时间 $t_1$ ,直至放电截止条件;

[0015] c) 记录动力电池放电过程的总放电能量 $W_1$ ,动力电池的额定放电能量为 $W_{10}$ ;

[0016] d) 计算动力电池的能耗 $w_1$ ,则动力电池能耗为

[0017]  $w_1 = (W_{10} - W_1) * 100\% / W_{10}$ ;

[0018] 2) 动力电池系统高温工作性能

[0019] e) 将动力电池充满电后,置于超高温环境箱中一定时间,至动力电池的温度与环境箱温度相同或相差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;

[0020] f) 环境箱保持超高温,启动热管理系统,同时对动力电池放电,监测动力电池温度达到电池适宜工作的高温时所用时间 $t_2$ ,直至放电截止条件;

[0021] g) 记录动力电池放电过程的总放电能量 $W_2$ ,动力电池的额定放电能量为 $W_{20}$ ;

[0022] h) 计算动力电池的能耗,则动力电池能耗为

[0023]  $w_2 = (W_{20} - W_2) * 100\% / W_{20}$ ;

[0024] 3) 动力电池系统温度均匀性性能

[0025] i) 将动力电池充满电后,置于高温环境箱中一定时间;

[0026] j) 环境箱保持高温,对动力电池进行工况循环测试,同时启动热管理系统;

[0027] k) 记录动力电池的温度;

[0028] l) 将动力电池充满电后,置于低温环境箱中一定时间;

[0029] m) 环境箱保持低温,对动力电池进行工况循环测试,同时启动热管理系统;

[0030] n) 记录动力电池的温度;

[0031] o) 计算动力电池的最大温差 $\Delta T$ ;

[0032] 对动力电池系统热管理性能进行综合评价,方法如下:

[0033] 动力电池系统低温工作性能测试中的加热时间 $t_1$ 、动力电池系统低温工作性能测试中的能耗 $w_1$ 、动力电池系统高温工作性能测试中的降温时间 $t_2$ 、动力电池系统高温工作性能测试中能耗 $w_2$ 各占约相同总得分, $t_1$ 、 $t_2$ 、 $w_1$ 、 $w_2$ 的值越小实际得分越高;动力电池系统温度均匀性性能测试中最大温度差总得分约占动力电池系统低温工作性能加热时间得分的2-3倍, $\Delta T$ 越小动力电池系统温度均匀性性能实际得分越高,将 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $w_1$ 、 $w_2$ 、 $\Delta T$ 对应的得分相加得到综合得分,综合得分越高动力电池系统热管理性能越好。

[0034] 进一步的,超低温环境箱为 $-20^{\circ}\text{C}$ 环境箱,步骤a)中置于 $-20^{\circ}\text{C}$ 环境箱中24h以上,步骤b)中环境箱保持 $-20^{\circ}\text{C}$ ,启动动力电池及热管理系统,监测动力电池温度达到 $5^{\circ}\text{C}$ 时所用时间 $t_1$ ;

[0035] 超高温环境箱为 $-55^{\circ}\text{C}$ 环境箱,步骤e)中将动力电池充满电后,置于 $50^{\circ}\text{C}$ 环境箱中24h以上,步骤f)中环境箱保持 $50^{\circ}\text{C}$ ,启动动力电池及热管理系统,监测动力电池温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ 时所用时间 $t_2$ ;

[0036] 高温环境箱为 $40^{\circ}\text{C}$ 环境箱,步骤i)中将动力电池充满电后,置于 $40^{\circ}\text{C}$ 环境箱中24h

以上,步骤j)中环境箱保持40℃;

[0037] 低温环境箱为0℃环境箱,步骤l)中将动力电池充满电后,置于0℃环境箱中24h以上,步骤m)中环境箱保持0℃。

[0038] 进一步的,动力电池系统低温工作性能加热时间、能耗及动力电池系统高温工作性能中降温时间、能耗得分计算公式,动力电池系统温度均匀性性能测试中最大温度差得分计算公式,如下所示:

	测试项目	参量	参数	得分
[0039]	动力电池系统低温工作性能	加热时间	$t_1 < 100\text{min}$	$15 \times (1 - t_1/100)$
			$t_1 \geq 100\text{min}$	0
	能耗	$w_1 < 50\%$	$15 \times (1 - w_1/50\%)$	
		$w_1 \geq 50\%$	0	
[0040]	动力电池系统高温工作性能	降温时间	$t_2 < 100\text{min}$	$15 \times (1 - t_2/100)$
			$t_2 \geq 100\text{min}$	0
	能耗	$w_2 < 50\%$	$15 \times (1 - w_2/50\%)$	
		$w_2 \geq 50\%$	0	
动力电池系统温度均匀性性能	最大温度差	$\Delta T < 20^\circ\text{C}$	$40 \times (1 - \Delta T/20)$	
		$\Delta T \geq 20^\circ\text{C}$	0	

[0041] 得分公式中 $t_1$ 、 $t_2$ 的单位为min,  $\Delta T$ 的单位为℃,得分单位为1,温度差为某一时刻动力电池中最高温度与最低温度的差值,最大温度差 $\Delta T$ 为温度差的最大值。

[0042] 进一步的,动力电池系统低温工作性能加热时间、能耗,动力电池系统高温工作性能中降温时间、能耗得分及动力电池的评价如下所示:



测试项目	参量	得分	评价	
[0043]	动力电池系统低温工作性能	加热时间	>12	优秀
			$9 < \leq 12$	良好
			$6 < \leq 9$	合格
			<6	差
	动力电池系统低温工作性能	能耗	>12	优秀
			$9 < \leq 12$	良好
			$6 < \leq 9$	合格
			<6	差
	动力电池系统高温工作性能	降温时间	>12	优秀
			$9 < \leq 12$	良好
			$6 < \leq 9$	合格
				<6
动力电池系统高温工作性能		能耗	>12	优秀
			$9 < \leq 12$	良好
	$6 < \leq 9$		合格	
		<6	差	
[0044]		>36	优秀	
动力电池系统温度均匀性性能	最大温度差	$30 < \leq 36$	良好	
		$20 < \leq 30$	合格	
		<20	差	
[0045]	进一步的,综合得分>85,则动力电池系统热管理性能优秀;			

- [0046] 70 < 综合得分 ≤ 85, 则动力电池系统热管理性能良好;
- [0047] 55 < 综合得分 ≤ 70, 则动力电池系统热管理性能合格;
- [0048] 综合得分 < 55, 则动力电池系统热管理性能差。
- [0049] 进一步的, 对动力电池系统热管理性能测试前, 先对动力电池预处理, 预处理方法为将动力电池按照厂家规定的标准充放电, 并测量动力电池系统的放电容量和放电能量。
- [0050] 进一步的, 动力电池的额定放电能量为动力电池按照厂家规定的标准充放电方法进行预处理得到的电量。
- [0051] 进一步的, 步骤a)、步骤e)、步骤i) 及步骤l) 中将动力电池充满电后, 动力电池充满电按照厂家规定的标准充电。
- [0052] 进一步的, 步骤b)、步骤f)、步骤j) 及步骤m) 中对动力电池放电或对动力电池进行工况循环测试, 均按照厂家规定的标准充放电。
- [0053] 相对于现有技术, 本发明所述的动力电池系统热管理性能测试方法具有以下优势:
- [0054] 本发明所述的动力电池系统热管理性能测试方法简单, 可以预测动力电池系统的温度适应性, 测试动力电池系统的热管理性能, 为评估动力电池系统环境适应性提供了可靠的评估依据; 测试方法从热管理性能和能耗等最重要的方面进行综合测评, 达到对动力电池系统温度适应性客观、科学评价的目的, 从而进一步方便对车辆的使用便捷性、续航里程、使用寿命等作出评估。

#### 附图说明

- [0055] 图1为动力电池系统热管理性能的测试方法的流程图;
- [0056] 图2为动力电池系统低温工作性能测试结果;
- [0057] 图3为动力电池系统高温工作性能测试结果;
- [0058] 图4为动力电池系统温度均匀性性能测试结果。

#### 具体实施方式

- [0059] 除有定义外, 以下实施例中所用的技术术语具有与本发明所属领域技术人员普遍理解的相同含义。以下实施例中所用的试验试剂, 如无特殊说明, 均为常规生化试剂; 所述实验方法, 如无特殊说明, 均为常规方法。
- [0060] 下面结合实施例及附图来详细说明本发明。
- [0061] 一种动力电池系统热管理性能测试方法, 如图1所示, 包括动力电池系统低温工作性能、动力电池系统高温工作性能及动力电池系统温度均匀性性能的测试, 并进行综合评价;
- [0062] 测试方法如下:
- [0063] 1) 动力电池系统低温工作性能:
- [0064] a) 将动力电池充满电后, 置于超低温环境箱中一定时间, 至动力电池的温度与环境箱温度相同或相差  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- [0065] b) 环境箱保持超低温, 启动热管理系统, 同时对动力电池进行放电, 监测动力电池温度达到电池适宜工作的低温时所用时间  $t_1$ , 直至放电截止条件;

- [0066] c) 记录动力电池放电过程的总放电能量 $W_1$ ,动力电池的额定放电能量为 $W_{10}$ ;
- [0067] d) 计算动力电池的能耗 $w_1$ ,则动力电池能耗为
- [0068]  $w_1 = (W_{10} - W_1) * 100\% / W_{10}$ ;
- [0069] 2) 动力电池系统高温工作性能
- [0070] e) 将动力电池充满电后,置于超高温环境箱中一定时间,至动力电池的温度与环境箱温度相同或相差 $\pm 2^\circ\text{C}$ ;
- [0071] f) 环境箱保持超高温,启动热管理系统,同时对动力电池放电,监测动力电池温度达到电池适宜工作的高温时所用时间 $t_2$ ,直至放电截止条件;
- [0072] g) 记录动力电池放电过程的总放电能量 $W_2$ ,动力电池的额定放电能量为 $W_{20}$ ;
- [0073] h) 计算动力电池的能耗,则动力电池能耗为
- [0074]  $w_2 = (W_{20} - W_2) * 100\% / W_{20}$ ;
- [0075] 3) 动力电池系统温度均匀性性能
- [0076] i) 将动力电池充满电后,置于高温环境箱中一定时间;
- [0077] j) 环境箱保持高温,对动力电池进行工况循环测试,同时启动热管理系统;
- [0078] k) 记录动力电池的温度;
- [0079] l) 将动力电池充满电后,置于低温环境箱中一定时间;
- [0080] m) 环境箱保持低温,对动力电池进行工况循环测试,同时启动热管理系统;
- [0081] n) 记录动力电池的温度;
- [0082] o) 计算动力电池的最大温差 $\Delta T$ ;
- [0083] 对动力电池系统热管理性能进行综合评价,方法如下:
- [0084] 动力电池系统低温工作性能测试中的加热时间 $t_1$ 、动力电池系统低温工作性能测试中的能耗 $w_1$ 、动力电池系统高温工作性能测试中的降温时间 $t_2$ 、动力电池系统高温工作性能测试中能耗 $w_2$ 各占约相同总得分, $t_1$ 、 $t_2$ 、 $w_1$ 、 $w_2$ 的值越小实际得分越高;动力电池系统温度均匀性性能测试中最大温度差总得分约占动力电池系统低温工作性能加热时间得分的2-3倍, $\Delta T$ 越小动力电池系统温度均匀性性能实际得分越高,将 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $w_1$ 、 $w_2$ 、 $\Delta T$ 对应的得分相加得到综合得分,综合得分越高动力电池系统热管理性能越好。
- [0085] 优选的,进一步的,超低温环境箱为 $-20^\circ\text{C}$ 环境箱,步骤a)中置于 $-20^\circ\text{C}$ 环境箱中24h以上,步骤b)中环境箱保持 $-20^\circ\text{C}$ ,启动动力电池及热管理系统,监测动力电池温度达到 $5^\circ\text{C}$ 时所用时间 $t_1$ ;
- [0086] 超高温环境箱为 $-55^\circ\text{C}$ 环境箱,步骤e)中将动力电池充满电后,置于 $50^\circ\text{C}$ 环境箱中24h以上,步骤f)中环境箱保持 $50^\circ\text{C}$ ,启动动力电池及热管理系统,监测动力电池温度达到 $35^\circ\text{C}$ 时所用时间 $t_2$ ;
- [0087] 高温环境箱为 $40^\circ\text{C}$ 环境箱,步骤i)中将动力电池充满电后,置于 $40^\circ\text{C}$ 环境箱中24h以上,步骤j)中环境箱保持 $40^\circ\text{C}$ ;
- [0088] 低温环境箱为 $0^\circ\text{C}$ 环境箱,步骤l)中将动力电池充满电后,置于 $0^\circ\text{C}$ 环境箱中24h以上,步骤m)中环境箱保持 $0^\circ\text{C}$ 。
- [0089] 动力电池系统低温工作性能加热时间、能耗及动力电池系统高温工作性能中降温时间、能耗得分计算公式,动力电池系统温度均匀性性能测试中最大温度差得分计算公式,如下表1所示,表1

测试项目	参量	参数	得分
[0090] 动力电池系统低温工作性能	加热时间	$t_1 < 100\text{min}$	$15 \times (1 - t_1/100)$
		$t_1 \geq 100\text{min}$	0
	能耗	$w_1 < 50\%$	$15 \times (1 - w_1/50\%)$
		$w_1 \geq 50\%$	0
动力电池系统高温工作性能	降温时间	$t_2 < 100\text{min}$	$15 \times (1 - t_2/100)$
		$t_2 \geq 100\text{min}$	0
	能耗	$w_2 < 50\%$	$15 \times (1 - w_2/50\%)$
		$w_2 \geq 50\%$	0
动力电池系统温度均匀性性能	最大温度差	$\Delta T < 20^\circ\text{C}$	$40 \times (1 - \Delta T/20)$
		$\Delta T \geq 20^\circ\text{C}$	0

[0091] 得分公式中 $t_1$ 、 $t_2$ 的单位为min,  $\Delta T$ 的单位为 $^\circ\text{C}$ , 得分单位为1, 温度差为某一时刻动力电池中最高温度与最低温度的差值, 最大温度差 $\Delta T$ 为温度差的最大值。

[0092] 进一步的, 动力电池系统低温工作性能加热时间、能耗, 动力电池系统高温工作性能中降温时间、能耗得分及动力电池的评价如下表2所示:

[0093] 表2

测试项目	参量	得分	评价
[0094] 动力电池系统低温工作性能	加热时间	$> 12$	优秀
		$9 < \leq 12$	良好
		$6 < \leq 9$	合格
		$< 6$	差
	能耗	$> 12$	优秀
		$9 < \leq 12$	良好
		$6 < \leq 9$	合格

		<6	差
[0095]	动力电池系统高温工作性能	>12	优秀
		$9 < \leq 12$	良好
		$6 < \leq 9$	合格
		<6	差
	能耗	>12	优秀
		$9 < \leq 12$	良好
		$6 < \leq 9$	合格
		<6	差
动力电池系统温度均匀性性能	最大温差	>36	优秀
		$30 < \leq 36$	良好
		$20 < \leq 30$	合格
		<20	差
综合性能	>85	优秀	
	$70 < \leq 85$	良好	
	$55 < \leq 70$	合格	
	<55	差	

[0096] 综合得分 > 85, 则动力电池系统热管理性能优秀;

[0097]  $70 < \text{综合得分} \leq 85$ , 则动力电池系统热管理性能良好;  $55 < \text{综合得分} \leq 70$ , 则动力电池系统热管理性能合格; 综合得分 < 55, 则动力电池系统热管理性能差。

[0098] 对动力电池系统热管理性能测试前, 先对动力电池预处理, 预处理方法为将动力电池按照厂家规定的标准充放电, 并测量动力电池系统的放电容量和放电能量。

[0099] 动力电池的额定放电能量为动力电池按照厂家规定的标准充放电方法进行预处理得到的电量。

[0100] 步骤a)、步骤e)、步骤i) 及步骤l) 中将动力电池充满电后, 动力电池充满电按照厂家规定的标准充电。

[0101] 步骤b)、步骤f)、步骤j) 及步骤m) 中对动力电池放电或对动力电池进行工况循环

测试,均按照厂家规定的标准充放电。

[0102] 本实例中动力电池系统低温工作性能测试结果如图2所示, $t_1$ 为20.3min, $w_1$ 为8%;动力电池系统高温工作性能测试结果如图3所示, $t_2$ 为16.7min, $w_2$ 为5%;动力电池系统温度均匀性性能测试结果如图4所示, $\Delta T$ 为1℃,根据测试结果得出综合得分为88.55,优秀。

[0103] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

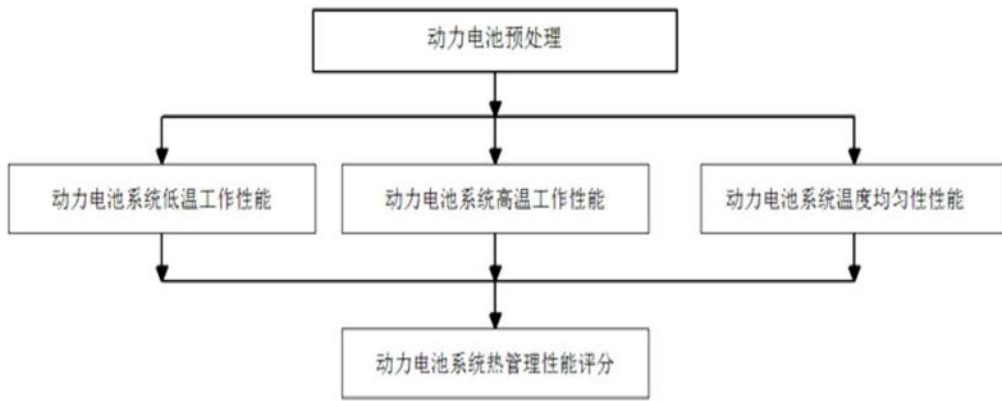


图1

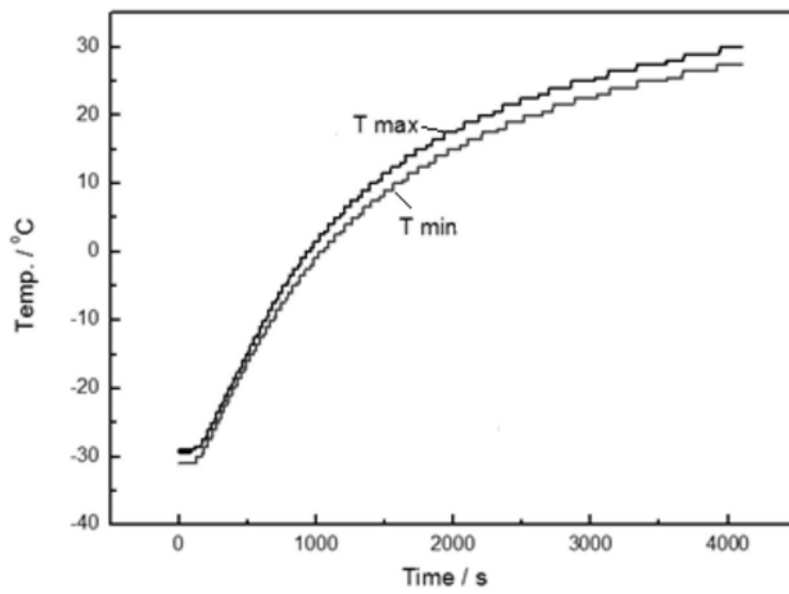


图2

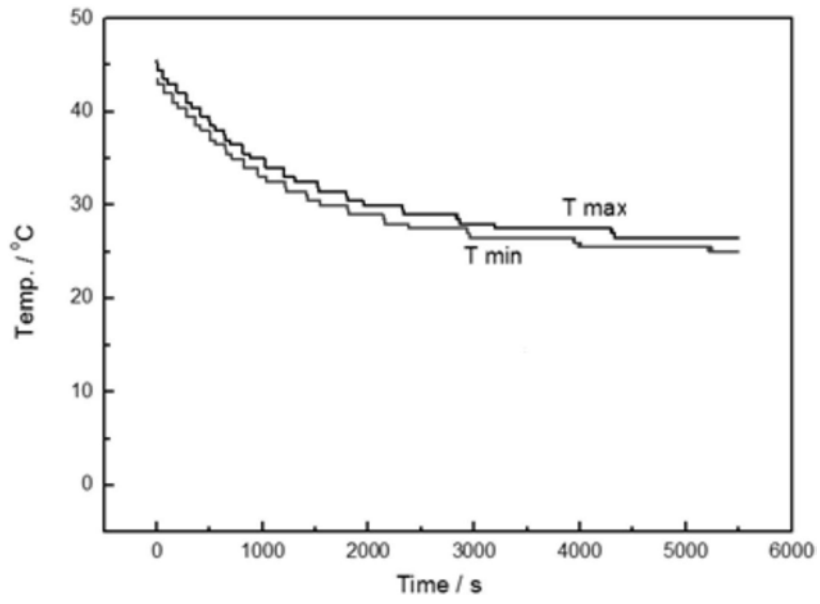


图3

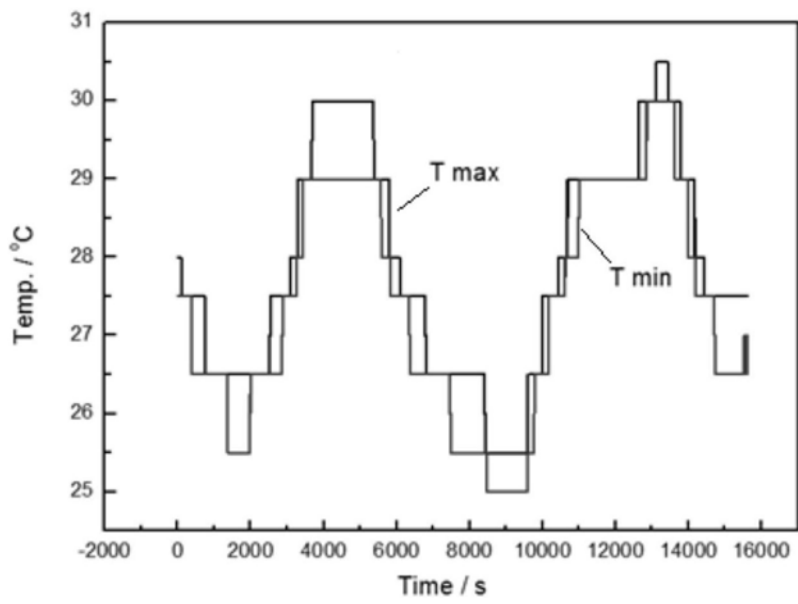


图4