



中华人民共和国汽车行业标准

QC/T XXXXX—XXXX

电动汽车动力蓄电池热管理系统 第1部分：通用要求

Thermal management system for electric vehicle traction battery Part 1 :General requirements

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件是QC/T XXXXX《电动汽车动力蓄电池热管理系统》的第1部分。QC/T XXXXX分为以下X部分：

- 第1部分：通用要求；
- 第2部分：液冷系统；
- 第3部分：风冷系统；
- 第4部分：加热器；
- 第5部分：直冷直热系统。

本文件全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电动汽车动力蓄电池热管理系统 第1部分：通用要求

1 范围

本文件规定了电动汽车动力蓄电池（以下简称“电池”）热管理系统的技术要求和试验方法。
本文件适用于电动汽车动力蓄电池热管理系统的产品开发与测试评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19596 电动汽车术语

GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

3 术语及定义

GB/T 19596、GB 38031界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动力蓄电池热管理系统 Thermal management system of power battery

通过冷却、加热和保温等方式对电池进行温度控制的系统。

3.2

冷却系统 Cooling system

采用换热介质对电池进行冷却的系统。

3.2.1

风冷系统 Air cooling system

采用空气作为换热介质对电池进行冷却的系统。

注：风冷系统按冷却方式可分为主动风冷系统和被动风冷系统。

3.2.2

液冷系统 Liquid cooling system

采用冷却液（比如乙二醇和水的混合溶液）作为换热介质对电池进行冷却的系统。

3.2.3

直冷系统 Direct cooling system

采用制冷剂作为换热介质对电池进行冷却的系统。

3.3**加热系统 Heating system**

采用加热装置对电池进行加热的系统。

3.3.1**电加热膜 Electric heating film**

由加热元件、绝缘包覆层、引出导线和接插件等组成的加热装置。

3.3.2**PTC加热 Positive Temperature Coefficient heating**

由具有PTC效应的热敏发热元件和封装件等组成的加热装置。

3.4**保温系统 Thermal insulation system**

采用特殊材料对电池进行保温或隔热的系统。

3.5**最高温度 Maximum temperature**

温度传感器测得的电池系统中电池单体温度的最高值。

3.6**最低温度 Minimum temperature**

温度传感器测得的电池系统中电池单体温度的最低值。

3.7**温差 Temperature difference**

电池系统中同一时刻、采集到的电池单体温度最高值与最低值的差值。计算方法见公式（1）

$$T_{diff}^t = \text{Max}(T_1^t, T_2^t, \dots, T_n^t) - \text{Min}(T_1^t, T_2^t, \dots, T_n^t) \quad (1)$$

式中：

t ——时间，s；

T_{diff}^t 为 t 时刻电池温差，℃；

T_n^t 为 t 时刻，第 n 个温度传感器采集的电池温度值，℃。

4 技术要求

4.1 冷却性能要求

按照6.3进行试验，试验全程电池系统应符合表1要求或制造商提供的技术说明文件。

表1 电池系统冷却性能要求

冷却系统类型	最高温度 ℃	温差 ℃
主动风冷系统	制造商规定的最高温度	≤10
液冷系统		≤5
直冷系统		≤8

4.2 加热性能要求

如果电池系统配备了加热系统，应按照6.4进行试验，试验中电池系统应符合表2中的温差和温升速率要求，或符合制造商提供的技术说明文件。

表2 电池系统加热性能要求

加热系统类型	温差 ℃	温升速率 ℃/h
PTC 加热（液冷系统）	≤10	≥30
PTC 加热（风冷系统）	≤15	≥20
电加热膜（液冷系统）	≤15	≥20
电加热膜（风冷系统）	≤15	≥20
电加热膜（直冷系统）	≤15	≥20

4.3 保温性能要求

按照6.5进行试验，试验中电池系统应满足表3要求，或符合制造商提供的技术说明文件。

表3 电池系统保温性能要求

项目	温差 ℃	温降/温升速率 ℃/h
低温环境保温性能	≤15	≤4
高温环境保温性能	≤15	≤3

5 试验条件

5.1 一般条件

5.1.1 除非另有要求，试验应在下列环境条件下进行：

- 环境温度：25℃±2℃；
- 相对湿度：10%～90%；

c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

5.1.2 试验样品交付时需要包括必要的操作文件，以及和试验设备相连所需的接口部件（如连接器、插头等）。制造商需要提供电池系统的安全工作限值。

5.1.3 测试目标环境温度改变时，在进行试验前测试样品应完成环境适应过程：如果在 1h 内热管理系统不工作且电池单体温度与目标温度之间的差值不超过 2℃，且电池系统温差小于 3℃，则完成温度适应。

5.1.4 考虑到电池系统在温控箱内的环境与整车环境有差异，对于布置在车辆底盘的电池包，试验中建议在电池系统底部布置托盘，并保持电池系统底部空气流通顺畅，同时在电池系统上表面覆盖防风隔热材料。托盘尺寸、防风隔热材料厚度及属性应参考电池系统在车辆中的布置位置 and 实际散热环境。对于布置在其他位置的电池包，电池包在温控箱内的布置方式由制造商提供；

5.1.5 液冷系统的冷却液采用与电池系统所搭载车型相一致的冷却液，如果无法满足上述条件则选择乙二醇和水体积百分数各占 50%的混合溶液；

5.1.6 如果电池包或系统由于某些原因（如尺寸或质量）不适合进行某些测试，那么制造商与检测机构协商一致后可以用电池包或系统的子系统代替作为试验对象，进行全部或部分测试，但是作为试验对象的子系统应包含和整车要求相关的所有部分（如连接部件或保护部件等）。

5.1.7 调整 SOC 至试验目标值 $n\%$ 的方法：按制造商提供的充电方式将电池系统充满电，静置 1 h，以 $1I_3$ 恒流放电 $3 \times (100-n) / 100$ h。每次 SOC 调整后，在新的试验开始前试验对象需要静置 30 min。

5.1.8 测试过程中的充放电倍率大小、充放电方法和充放电截止条件由制造商提供。

5.1.9 电池单体、电池系统的额定容量应符合制造商提供的产品技术条件。

5.2 试验仪器及仪表准确度

5.2.1 电池系统内部传感器准确度应不低于以下要求：

- a) 温度测量装置： $\pm 1^\circ\text{C}$ ；
- b) 电压测量装置： $\pm 0.5\%\text{FS}$ ；

5.2.2 试验过程中，充放电装置、温控箱等控制仪器的控制精度应不低于以下要求：

- a) 时间： $\pm 1\%\text{FS}$ （1 min 以上）， $\pm 5\%\text{FS}$ （1 min 以下）；
- b) 电压： $\pm 1\%$ ；
- c) 电流： $\pm 1\%$ ；
- d) 温度： $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

5.3 数据记录

除非另有要求，否则试验数据（如时间、温度、电流和电压等）的记录间隔应不大于 100 s。

电池温度的采集采用能够表征电池特征温度的测量值。

6 试验方法

6.1 电池系统的准备

6.1.1 电池系统的准备工作可参照附录 A 进行，电池系统的高压、低压、热管理系统装置及 BMS 要和测试平台设备相连，开启电池系统的主动和被动保护。制造商应提供热管理系统的控制策略。

6.1.2 测试平台监测 BMS 上传的电池系统电流、电压、容量、温度等参数，并将这些数据作为安全监测和判定的依据。

6.2 预处理

正式测试开始前, 电池系统需进行预处理循环。预处理开始前需进行容量标定, 热管理试验容量标定建议采用试验过程的工作电压进行标定。预处理循环在室温下进行, 其步骤如下:

- a) 以 $1 I_3$ (A) 电流或按照制造商推荐的充电机制充电至规定的充电截止条件;
- b) 静置 30 min;
- c) 使用 $1 I_3$ (A) 电流或按照制造商推荐的放电机制放电至规定的放电截止条件;
- d) 按照 5.1.3 对电池系统进行环境适应;
- e) 重复步骤 a) ~d) 5 次;

如果电池包连续两次的放电容量变化不高于额定容量的3%, 则认为电池包完成了预处理, 预处理循环可以中止。

6.3 冷却性能试验

6.3.1 试验对象为电池系统。分别在 25℃ 和 40℃ 环境下进行试验。

6.3.2 试验开始前, 按照 6.2 对试验对象进行预处理, 并将 SOC 调整至 20% 或制造商规定的 SOC。之后按照 5.1.3 对电池系统进行环境适应。

6.3.3 充电后行车冷却性能试验过程如下:

- a) 以制造商规定的充电时间最短的充电策略和热管理策略充电至 SOC 为 80% 或制造商规定的 SOC;
- b) 静置 10min;
- c) 以制造商规定的且不小于 $1 I_3$ (A) 电流的放电策略和热管理策略放电至制造商规定的放电截止条件;
- d) 停止试验, 在室温下进行环境适应。
- e) 记录试验过程中电池系统最高温度、最低温度、温差以及试验开始和结束时刻。

6.4 加热性能试验

6.4.1 无充放电加热性能试验

6.4.1.1 试验对象为电池系统。在 -20℃ 或制造商规定的更低温度环境下进行试验。

6.4.1.2 试验开始前, 按照 6.2 对电池系统进行预处理, 并将 SOC 调整至 20% 以下或制造商规定的 SOC。之后按照 5.1.3 对电池系统进行环境适应。

6.4.1.3 低温加热性能试验过程如下:

- a) 加热系统以制造商规定的控制策略工作, 该过程中电池不进行充放电 (电池为自带加热系统供电除外);
- b) 当电池最低温度达到 0℃ 时, 关闭加热系统, 停止试验, 在室温下进行环境适应。

6.4.1.4 记录试验过程中电池系统最高温度、最低温度、温差、试验开始时刻 t_{start} 以及试验结束时刻 t_{end} 。

6.4.1.5 按照公式 (2) 计算温升速率

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = (T_{min}^{t_{end}} - T_{min}^{t_{start}}) / (t_{end} - t_{start}) \quad (2)$$

式中:

T 为温度, °C;

t 为时间, s;

t_{start} 为试验开始时刻，s；

t_{end} 为试验结束时刻，s；

$T_{min}^{t_{start}}$ 为试验开始时刻采集到的所有电池温度的最小值，℃；

$T_{min}^{t_{end}}$ 为试验结束时刻采集到的所有电池温度的最小值，℃。

6.4.2 低温慢充加热性能试验

6.4.2.1 试验对象为电池系统。在-20℃或制造商规定的更低温度环境下进行试验。

6.4.2.2 试验开始前，按照6.2对电池系统进行预处理，并将SOC调整至20%以下或制造商规定的SOC。之后按照5.1.3对电池系统进行环境适应。

6.4.2.3 低温慢充充电加热性能试验过程如下：

- a) 以制造商规定的慢充充电策略充电至制造商规定的充电截止条件；
- b) 停止试验，在室温下进行环境适应。

6.4.2.4 记录试验过程中电池系统最高温度、最低温度、温差、加热试验开始时刻 t_{start} 、加热试验结束时刻 t_{end} 、加热系统开始工作时刻 $t_{h-start}$ 以及加热系统结束工作时刻 t_{h-end} 。

注：加热性能试验的过程中，如果存在加热系统的多次启停，仅记录和计算加热系统从试验开始的第一段加热过程。

6.4.2.5 按照公式（3）计算温升速率。

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{(T_{min}^{t_{h-end}} - T_{min}^{t_{h-start}})}{(t_{h-end} - t_{h-start})} \quad (3)$$

式中：

T 为温度，℃；

t 为时间，s；

$t_{h-start}$ 为加热系统开始工作时刻，s；

t_{h-end} 为加热系统结束工作时刻，s；

$T_{min}^{t_{h-start}}$ 为加热系统开始工作时刻采集到的所有电池温度的最小值，℃；

$T_{min}^{t_{h-end}}$ 为加热系统结束工作时刻采集到的所有电池温度的最小值，℃。

6.4.3 低温快速充电加热性能试验

6.4.3.1 试验对象为电池系统。在-20℃或制造商规定的更低温度环境下进行试验。

6.4.3.2 试验开始前，按照6.2对电池系统进行预处理，并将SOC调整至20%以下或制造商规定的SOC。之后按照5.1.3对电池系统进行环境适应。

6.4.3.3 低温快速充电加热性能试验过程如下：

- a) 以制造商规定的快速充电策略充电至制造商规定的充电截止条件；

b) 停止试验，在室温下进行环境适应。

6.4.3.4 记录试验过程中电池系统最高温度、最低温度、温差、加热试验开始时刻 t_{start} 、加热试验结束时刻 t_{end} 、加热系统开始工作时刻 $t_{h-start}$ 以及加热系统结束工作时刻 t_{h-end} 。

注：加热性能试验的过程中，如果存在加热系统的多次启停，仅记录和计算加热系统从试验开始的第一段加热过程。

6.4.3.5 按照公式（3）计算温升速率

6.4.4 低温放电加热性能试验

6.4.4.1 试验对象为电池系统。在-20℃或制造商规定的更低温度环境下进行试验。

6.4.4.2 试验开始前，按照 6.2 对电池系统进行预处理，并将 SOC 调整至 80%以上或制造商规定的 SOC。之后按照 5.1.3 对电池系统进行环境适应。

6.4.4.3 低温放电加热性能试验过程如下：

- a) 以制造商规定的放电策略（电流应不小于 $1 I_3(A)$ ）放电至制造商规定的放电截止条件；
- b) 停止试验，在室温下进行环境适应。

6.4.4.4 记录试验过程中电池系统最高温度、最低温度、温差、加热试验开始时刻 t_{start} 、加热试验结束时刻 t_{end} 、加热系统开始工作时刻 $t_{h-start}$ 以及加热系统结束工作时刻 t_{h-end} 。

注：加热性能试验的过程中，如果存在加热系统的多次启停，仅记录和计算加热系统从试验开始的第一段加热过程。

6.4.4.5 按照公式（3）计算温升速率。

6.5 保温性能试验

6.5.1 低温环境保温性能试验

6.5.1.1 试验对象为电池系统。在 25℃条件下进行环境适应。

6.5.1.2 低温环境保温性能试验过程如下：

- a) 以 2℃/min 的降温速率将电池系统所处的环境温度降为-20℃或制造商规定的且不大于-20℃的温度，记录环境开始降温的时刻作为保温试验开始时刻；
- b) 自环境开始降温开始计时，持续 8 小时至试验结束，过程中不应开启电池加热功能。

6.5.1.3 记录试验过程中电池系统最高温度、最低温度、温差以及试验开始时刻 t_{start} 和试验结束时刻 t_{end} 。

6.5.1.4 按照公式（4）计算温降速率：

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{(T_{min}^{t_{start}} - T_{min}^{t_{end}})}{(t_{end} - t_{start})} \quad (4)$$

式中：

T 为温度，℃；

t 为时间，s；

t_{start} 为试验开始时刻，s；

t_{end} 为试验结束时刻，s；

$T_{min}^{t_{start}}$ 为试验开始时刻采集到的所有电池温度的最小值，℃；

$T_{min}^{t_{end}}$ 为试验结束时刻采集到的所有电池温度的最小值，℃。

6.5.2 高温环境保温性能试验

6.5.2.1 试验对象为电池系统。在 25℃条件下进行环境适应。

6.5.2.2 高温环境保温性能试验过程如下：

- a) 以 2℃/min 的升温速率将电池系统所处的环境温度升高为 55℃或制造商规定的且不低于 55℃的温度，记录环境开始升温时刻作为保温试验开始时刻；
- b) 自环境开始降温开始计时，持续 6 小时至试验结束，过程中不应开启电池冷却功能。

6.5.2.3 记录试验过程中电池系统最高温度、最低温度、温差以及试验开始时刻 t_{start} 和试验结束时刻 t_{end} 。

6.5.2.4 按照公式（5）计算温降速率：

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = (T_{max}^{t_{end}} - T_{max}^{t_{start}}) / (t_{end} - t_{start}) \quad (5)$$

式中：

T 为温度，℃；

t 为时间，s；

t_{start} 为试验开始时刻，s；

t_{end} 为试验结束时刻，s；

$T_{max}^{t_{start}}$ 为试验开始时刻采集到的所有电池温度的最大值，℃；

$T_{max}^{t_{end}}$ 为试验结束时刻采集到的所有电池温度的最大值，℃。

附录 A
(资料性目录)
热管理系统台架试验操作指南

A.1 试验准备

电池系统的高压、低压、冷却装置及 BCU 要和测试平台设备（对于风冷系统包含例如充放电系统、温度箱、低压电源等设备，对于液冷系统包含例如充放电系统、温度箱、低压电源、水冷机等设备）相连，开启电池系统的主动和被动保护。

测试平台保证测试参数和条件与测试规程的要求一致，并保证电池系统工作在合理的限值之内，这些限值由电池控制单元通过总线传输至测试平台。电池控制单元控制冷却装置的工作。必要时控制单元的程序可以由电池系统制造商根据测试规程进行更改。主动保护同时也需要由平台测试设备保证，必要时可以通过断开电池系统的主接触器实现。

A.2 风冷系统

- 1) 连接各高压、低压连接线，启动 CAN 连接控制；
- 2) 根据制造商提供的冷却策略控制风扇是否启动，以及启动后的转速，电池系统按照要求的工况进行试验。

A.3 液冷系统

- 1) 连接各高压、低压连接线，启动 CAN 连接控制；
 - 2) 连接好液冷系统各管道，对液冷系统进行气密性测试，保证无漏液，按照制造商提供的控制策略设定水冷机工作参数；
 - 3) 启动 CAN 连接，开启液冷系统阀门，电池系统按照要求的工况进行试验。
-