ICS

A

团 体 标 准

**T/CSAE XX — 2018**

动力电池热管理系统性能试验方法

Test Method of Performance of Traction Battery Thermal Management System

（征求意见稿）

2019-xx-xx发布 201x-xx-xx实施

中国汽车工程学会发布

目次

**T/CSAEXX -2018**

[1范围 1](#_Toc4653438)

[2规范性引用文件 1](#_Toc4653439)

[3术语和定义 1](#_Toc4653440)

[4符号和缩略语 2](#_Toc4653456)

[5试验条件 3](#_Toc4653457)

[6试验方法 4](#_Toc4653463)

[附录A 7](#_Toc4653471)

前言

本标准依据GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

 本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

 本标准提出单位：中国汽车工程学会汽车测试技术分会。

 本标准起草单位：

本标准主要起草人：。

本标准为首次制定。

动力电池热管理系统性能试验方法

1 范围

本标准规定了动力电池热管理系统性能的试验方法。

本标准适用于乘用车用动力电池热管理系统，商用车用动力电池热管理系统可以参考。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 2900.41-2008 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 19596-2017 电动汽车术语（ISO 8713:2002,NEQ）

GB/T 31467.2电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第2部分：高能量应用测试规程

QC/T 468-2010 汽车散热器

GB/T 18386-2017 电动汽车 能量消耗率和续驶里程试验方法

GB 18352.6-2016 轻型汽车污染物排放限制及测量方法（中国第六阶段）

3 术语和定义

GB/T 2900.41-2008、GB/T 19596-2017中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 动力电池热管理系统 battery thermal management system

综合运用各种技术手段，具备动力电池冷却、加热、保温和均温等功能，保证动力电池在不同环境下正常工作的系统。同时，该系统可以在动力电池发生热失控时提供报警信号，具备安全防护功能。通常，动力电池热管理系统包括主动式热管理系统和被动式热管理系统两种。

3.2 被动式热管理系统 passive thermal management systems

基于热传导、热辐射、热对流等热量传输原理，只依靠冷却或加热流体因为温度因素缓慢流动自然完成热量输入输出交换的热管理系统。该类系统通常适用于单体产热量小于5W的电池。

3.3 主动式热管理系统 active thermal management systems

基于热传导、热辐射、热对流等热量传输原理，使用耗能部件消耗能量完成热量输入输出交换的系统。主动式热管理系统包括主动空气冷却加热系统和主动液体冷却加热系统两种，根据需要采用流体串行流动和并行流动两种方式实现热交换。

3.4 主动式空气冷却加热系统 Active Air Cooling and Heating Systems

又称风冷系统，利用空气作为热量交换载体控制分配动力电池系统内部温度的系统。该系统通常使用风扇和管道完成空气在电池系统内的流动，分为直接接触式和间接接触式两种。空气可以从电池系统外部进入并排出电池系统外，也可以在电池系统内部循环实现电池冷却或加热功能；若空气仅在电池内部循环，则电池系统内部通常需要有空气冷却装置（通常为空调蒸发器）、空气加热装置和空气循环风扇。该类系统通常适用于单体产热量小于10W的电池。

3.5 主动式液体冷却加热系统 Active Liquid Cooling and Heating Systems

又称液冷系统，利用冷却液作为热量交换载体控制分配动力电池系统内部温度的系统。该系统通常使用水泵和管道完成冷却液在电池系统内的流动，分为直接接触式和间接接触式两种。冷却液可以通过低温散热器冷却加热，也可以通过整车冷却系统内的冷却器冷却和加热器加热。该类系统通常适用于单体产热量小于20W的电池。

3.6 制冷剂式冷却系统 Refrigerant Cooling Systems

又称气液相变冷却系统，利用制冷剂作为热量交换载体控制分配动力电池系统内部温度的间接接触式系统，也可称为冷媒直冷系统。该系统通常与整车空调系统集成。该类系统通常适用于单体产热量小于35W的电池。

3.7 相变材料系统 Phase Change Materials Systems

又称固体相变蓄热系统，利用相变材料（通常为石蜡基或无机盐基材料）在某个温度下或温度区间吸热发生相变的特性，实现电池冷却和保温功能的被动式相变系统。

3.8 阻燃隔热系统 flame retardant thermal insulation system

利用特殊材料（通常为泡沫聚合物）实现单体电池间、模组间、电池包壳体内或其他部位隔热保温和阻隔热失控扩散作用的系统，此系统内各个部件阻燃性能一般可以达到V0级别（GB/T 2408—2008），导热系数≤0.06W/m.K（GB/T 10294-2008）且环保无卤（IEC 61249-2-21）。

3.9 电池最高温度 battery maximum temperature

动力电池的电池管理系统上报的单体最高温度。

3.10 电池最低温度 battery minimum temperature

动力电池的电池管理系统上报的单体最低温度。

3.11 电池平均温度 battery average temperature

动力电池的电池管理系统上报的单体平均温度。

3.12 电池温升 battery temperature rise

动力电池系统在某个测试工况结束时电池最高温度与测试开始时电池最低温度的差值。

3.13 电池温差 battery temperature difference

动力电池的电池管理系统某一时刻上报的电池最高温度与电池最低温度差值。

3.14 流阻 pressure drop or flow resistance

流体流过液冷板（液冷系统）或电池系统进出口（风冷系统），从流体的入口到流体的出口静压力差。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

RT：室温(25±2)℃。

*C*3：3小时率额定容量（Ah）。

*I*3：3小时率放电电流（A），其数值等于1/3*C*3（A）。

5 试验条件

5.1 一般条件

5.1.1除另有规定外，试验应在温度为25℃±5℃，相对湿度为25％～90％，大气压力86kPa～106kPa的环境中进行。

5.1.2 测试样品交付时需要包括必要的操作文件，以及和测试设备相连所需的接口部件，如连接器、冷却系统等，制造商需要提供动力电池系统的工作限制，以保证整个测试过程的安全。

5.1.3 当测试的目标环境温度改变时，在进行测试前测试样品需要完成环境适应的过程：在低温下静置不少于24h;在高温下静置不小于16h;或单体电池温度与目标环境温度差值不超过2℃。测试样品如果包含蓄电池控制单元，则环境适应过程需要将其关闭。

5.1.4 电池系统的额定容量对于测试过程具有重要影响。如果电池系统实际可用容量与额定容量之差的绝对值超过额定容量的5%,则在测试报告中要明确说明，并用实际可用容量代替额定容量用于充放电电流及SOC计算的依据。

5.1.5 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1h，以1I3 恒流放电（100-n）/100\*3h，或者采用制造商提供的方法调整SOC。每次SOC调整后，在新的测试开始前试验对象应静置 30 min。

5.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

a)电压测量装置：不低于0.5级；

b)电流测量装置：不低于0.5级；

c)温度测量装置：±0.5℃；

d)时间测量装置：±0.1%；

e)流量测量装置：不低于0.5级；

f)压力测量装置：不低于0.5级；

g)尺寸测量装置：±0.1%；

h)质量测量装置：±0.1%。

5.3 测量过程误差

控制值（实际值）和目标值之间的误差要求如下：

a)电压：±1%；

b)电流：±1%；

c)温度：±1℃；

d)流量：±0.2L/min;

e)压力：±0.1%FS。

5.4 测试工质说明

测试工质要求如下：

a)冷却液：50%纯乙二醇，50%纯水（体积比），除非特殊说明，否则默认按此执行；

b)空气：干球温度25℃±1℃，50%RH±10%湿空气。

5.5 数据记录和记录间隔

除非在某些具体测试项目中另有说明，否则测试数据的记录间隔应小于等于100s，如时间、温度、电流、电压和流量等。

6 试验方法

6.1 试验准备

正式开始测试前，电池系统的电子部件或BCU应处于正常工作状态。

6.2 预处理

正式测试开始前，电池系统需要先进行预处理循环，以确保测试时试验对象的性能处于激活和稳定的状态，步骤如下：

a) 以不小于1I3(A)电流或按照制造商推荐的充电方法充电至制造商规定的充电截止条件；

b) 静置30 min或制造商规定的时间；

c) 以制造商规定的且不小于1I3(A)电流放电至制造商规定的放电截止条件；

d) 静置30 min或制造商规定的时间；

e) 重复步骤a)~d)5次。

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

除某些具体测试项目中另有说明，否则若预处理循环并满充后和一个新的测试项目之间时间间隔大于24h，则需要重新进行一次标准充电：使用不小于1I3(A)电流充电至制造商规定的充电截止条件或按照制造商推荐的充电方法充电，静置30分钟或制造商规定的时间。

6.3 基本功能测试

6.3.1 液冷系统阻力测试

6.3.1.1对于液冷系统，可直接测试其进、出口压力差。

6.3.1.2连接水冷机与电池液冷系统进、出口，且进、出口需要预先安装精密压力传感器（或其他精密压力测量装置）。调节水冷机出水口温度为25℃或制造商推荐值，流量分别为8L/min、10L/min、12L/min或制造商推荐值，待温度（变化不超过1℃/min）、流速（变化不超过0.1L/min）稳定。

6.3.1.3记录电池液冷系统进、出口压力并计算流阻（Pa·s/m2）。

6.3.2 液冷系统密封性能测试

6.3.2.1 对于液冷系统，试验前后需要检查其气密性。

6.3.2.2 通过气密检测装置，从液冷系统的进水口通以400kPa的压缩空气，保压时间120s，测试时间60s，排气时间5s，按式(1)换算为渗漏量。

$F=0.0006\*V\*(\frac{∆p}{∆T})$………………………………(1)

式中：

F—渗漏量，cm3/min；

V—散热器和测量回路总容积，cm3;

$\frac{∆p}{∆T}$—压力损失，Pa/s。

6.3.3 气液相变冷却系统阻力测试

6.3.3.1 对于气液相变冷却系统，可直接测试蒸发器的流阻；

6.3.3.2 选择以下两种方式中的一种进行试验：

a) 用 R134a制冷剂或者客户指定的制冷剂（气态，0℃）以16g/s(57.6kg/h或1.13L/s)的流量流过蒸发器；

b）或采用干燥空气（25℃，103kPa），以3.89L/s或16.8kg/h的流量流过蒸发器；

6.3.3.3 用精密压力传感器（或其他精密压力测量装置）测量蒸发器进出口的压力，压力差值即为蒸发器在规定工况下的流阻（Pa·s/m2）。

6.3.4 固体相变蓄热系统储热能力测试

6.3.4.1 对于固体相变蓄热系统在室温下将电池系统调节至SOC=100%，并静置到电池最高温度与设定目标温度差值在±1℃之间。

6.3.4.2 电池系统以1I3电流从SOC=100%放电至SOC=0%，再根据制造商提供的电池系统快充策略，将电池系统充电至SOC=100%，停止试验。

6.3.4.3 记录过程中电池系统最高温度。

6.4 冷却性能测试

6.4.1 高温快充-电池系统层级

6.4.1.1在室温下，将电池系统调节至SOC=0%。

6.4.1.2 将电池系统置于40℃环境下环境适应，静置至电池单体温度与设定目标温度差值在±1℃之间，并连接冷却辅助装置（如水冷机等）。

6.4.1.3 在40℃环境下，电池系统以制造商推荐的快充策略进行充电，同时主动开启热管理系统的冷却功能（如是液冷系统，调节水冷机出水口温度25℃或制造商推荐值、流量12L/min或制造商推荐值），直到充电至SOC=100%或制造商推荐截止条件。

6.4.1.4 静置30 min或制造商规定的时间，电池系统以1I3(A)电流放电至单体达到最低截止电压。

6.4.1.5 记录过程中电池系统电流、电压、容量、能量、 电池最高温度、最低温度、温差和温升。

6.4.2 高温工况放电-电池系统层级

6.4.2.1 在室温下，将电池系统调节至SOC=100%。

6.4.2.2 将电池系统置于40℃环境下环境适应，静置至电池单体温度与设定目标温度差值在±1℃之间，并连接冷却辅助装置（如水冷机等）。

6.4.2.3 在40℃环境下，电池系统按照工况要求（由制造商提供具体试验工况参数，包括30min最高车速工况、120 km/h高速工况、爬坡工况或制造商推荐工况等）放电至制造商推荐SOC值，同时主动开启热管理系统的冷却功能（如是液冷系统，调节水冷机出水口温度25℃或制造商推荐值、流量12L/min或制造商推荐值）。

6.4.2.4 记录过程中电池系统电流、电压、容量、能量、 电池最高温度、最低温度、温差和温升。

6.4.3 常温冷却-整车层级

6.4.3.1参照GB/T 18386-2017 4.4.5续驶里程试验的试验方法及车辆道路负荷的设定，试验平台规格与设定参照GB 18352.6-2016附件CD进行续驶里程试验。

6.4.3.2试验工况采用如下的复合工况形式，全程开启热管理系统的冷却功能。

表1 复合工况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 阶段 | 工况 | 运行时间 |
| 1 | 中国轻型汽车行驶工况 | 1800s |
| 2 | 高发热功率工况（制造商提供） | 制造商提供 |
| 3 | 中国轻型汽车行驶工况 | 1800s |

6.4.3.2记录过程中电池系统电流、电压、容量、能量、电池最高温度、最低温度、温差和温升。

6.5 加热性能测试

6.5.1 低温加热放电-电池系统层级

6.5.1.1在室温下，将电池系统调节至SOC=100%,并静置至电池温度25℃；将电池系统置于-20℃环境下进行环境适应，静置至电池单体温度与设定目标温度差值在±1℃之间。

6.5.1.2在-20℃环境下，主动开启热管系统的加热功能（包括电池系统内置加热装置或外部加热装置），加热到电池最低温度达到热管理策略允许的最低放电温度。

6.5.1.3 静置30 min或制造商规定的时间,电池系统以1I3(A)电流从SOC=100%放电至SOC=0%。

6.5.1.4记录电池系统从开启加热时至电池最低温度升至热管理策略允许的最低放电温度所用的时间、电池最高温度、最低温度、温差、放电容量。

6.5.2 低温加热充电-电池系统层级

6.5.2.1在室温下，将电池系统调节至SOC=0%,并静置至电池温度25℃；将电池系统置于-20℃环境下进行环境适应，静置至电池单体温度与设定目标温度差值在±1℃之间。

6.5.2.2在-20℃温度下，根据制造商提供的低温加热充电策略进行充电，并按照制造商的控制策略主动开启热管系统的加热功能（包括电池系统内置加热装置或外部加热装置），充电至SOC=100%。

6.5.2.3 静置30 min或制造商规定的时间, 电池系统以1I3(A)电流从SOC=100%放电至SOC=0%。

6.5.2.4 记录电池系统从开启加热时至关闭加热时所用的时间、电池最高温度、最低温度、温差、容量、能量。

6.6 保温性能测试-电池系统层级

6.6.1 在室温下，将电池系统调节至SOC=100%,并静置至电池单体温度与设定目标温度差值在±1℃之间，电池初始温度为25℃。

6.6.2 将电池系统置于-30℃或制造商推荐温度环境下进行环境适应，静置至电池单体温度与设定目标温度差值在±2℃之间，整个过程中不启动加热功能。

6.6.3 记录电池系统从25℃下降到-30℃的过程的时间、电池最高温度、最低温度、温差。

6.7 均温性能测试-电池系统层级

6.7.1 在室温下，将电池系统调节至SOC=50%，静置至电池单体温度与设定目标温度差值在±2℃之间。

6.7.2 将电池系统与热管理辅助装置连接，选择以下两种工况中一种进行试验，并同时开启热管理系统的冷却功能（如是液冷系统，调节水冷机出水口温度19±1℃、流量12L/min或制造商推荐流量值）：

a) 标准2C充电至SOC=70%，1.5C放电至SOC=30%，进行充放电循环10次；

b）1C脉冲充放电，脉冲时间60s，充放电间隔为20s，进行充放电循环10次。

6.7.3 记录过程中电池系统的电池最高温度、最低温度、温差、温升、容量、能量。

附录A

（资料性附录）

中国轻型汽车行驶工况

A.1 范围

中国轻型汽车行驶工况包括：中国乘用车行驶工况和中国轻型商用车行驶工况。

A.2 工况构成

A.2.1 中国乘用车行驶工况

中国乘用车行驶工况（CLTC-P）包括低速（1部）、中速（2部）和高速（3部）3个速度区间，工况时长共计1800秒，工况曲线如图所示，工况曲线统计特征如表所示。



图A.1 CLTC-P工况曲线

表A.1 CLTC-P工况曲线统计特征

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 特征 | 总体 | 1部 | 2部 | 3部 |
| 运行时间(s) | 1800 | 674 | 693 | 433 |
| 里程(km) | 14.48 | 2.45 | 5.91 | 6.12 |
| 最大速度(km/h) | 114.00 | 48.10 | 71.20 | 114.00 |
| 最大加速度(m/s2) | 1.47 | 1.47 | 1.44 | 1.06 |
| 最大减速度(m/s2) | -1.47 | -1.42 | -1.47 | -1.46 |
| 平均速度(km/h) | 28.96 | 13.09 | 30.68 | 50.90 |
| 运行平均速度(km/h) | 37.18 | 20.20 | 38.24 | 53.89 |
| 加速段平均加速度(m/s2) | 0.45 | 0.42 | 0.46 | 0.46 |
| 减速段平均减速度(m/s2) | -0.49 | -0.45 | -0.50 | -0.54 |
| 相对正加速度(m/s2) | 0.17 | 0.14 | 0.16 | 0.18 |
| 加速比例(%) | 28.78 | 22.55 | 30.45 | 35.80 |
| 减速比例(%) | 26.44 | 21.51 | 28.43 | 30.95 |
| 匀速比例(%) | 22.67 | 20.77 | 21.36 | 27.71 |
| 怠速比例(%) | 22.11 | 35.16 | 19.77 | 5.54 |

A.2.2中国轻型商用车行驶工况

中国轻型商用车行驶工况（CLTC-C）包括低速（1部）、中速（2部）和高速（3部）3个速度区间，工况时长共计1800秒，工况曲线如图所示，工况曲线统计特征如表所。



图A.2 CLTC-C工况曲线

表A.2 CLTC-C工况曲线统计特征

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 特征 | 总体 | 1部 | 2部 | 3部 |
| 运行时间（s） | 1800 | 735 | 615 | 450 |
| 里程（km） | 16.43 | 2.68 | 5.73 | 8.01 |
| 最大速度（km/h） | 92.00 | 45.80 | 65.00 | 92.00 |
| 最大加速度（km/h） | 1.18 | 1.18 | 1.15 | 0.86 |
| 最大减速度（km/h） | -1.39 | -1.22 | -1.39 | -1.10 |
| 平均速度（km/h） | 32.85 | 13.15 | 33.52 | 64.12 |
| 运行平均速度（km/h） | 41.23 | 19.56 | 40.74 | 66.48 |
| 加速段平均加速度（m/s2） | 0.47 | 0.49 | 0.49 | 0.41 |
| 减速段平均减速度（m/s2） | -0.48 | -0.45 | -0.52 | -0.44 |
| 相对正加速度（m/s2） | 0.11 | 0.15 | 0.14 | 0.08 |
| 加速比例（%） | 23.33 | 22.18 | 27.32 | 19.78 |
| 减速比例（%） | 23.67 | 23.67 | 26.67 | 19.56 |
| 匀速比例（%） | 32.67 | 21.36 | 28.29 | 57.11 |
| 怠速比例（%） | 20.33 | 32.79 | 17.72 | 3.56 |

————————————