|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | |  |   XXX |

团体标准

T/CAAMTB XXX—20XX

电动汽车动力电池包及系统复合环境振动试验方法

Multi-environmental stresses vibration test method for traction battery pack and system of electric vehicle

20XX - XX – XX发布

20XX - XX - XX实施

中国汽车工业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc170488809)

[1 范围 1](#_Toc170488810)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc170488811)

[3 术语和定义 1](#_Toc170488812)

[4 缩略语和符号 2](#_Toc170488813)

[5 技术要求 2](#_Toc170488813)

[6 试验条件 2](#_Toc170488813)

[7 试验方法 2](#_Toc170488813)

1. 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。

本文件由中国汽车工业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电动汽车动力电池包及系统复合环境振动试验方法

* 1. 范围

本文件规定了市场上的应用于PHEV及BEV车型的电池包或系统在DV/PV测试阶段的复合环境振动测试的测试执行规范。

本文件适用于应用于PHEV及BEV车型的电池包以及系统在DV/PV测试阶段的复合环境振动测试。

* 1. 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 18384—2020 电动汽车安全要求

GB 2893—2008 安全色

GB 2894—2008 安全标志及其使用导则

GB 38031—2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB 38032—2020 电动客车安全要求

GB/T 2423.6 标准名称：电工电子产品环境测试 第2部分：测试方法 测试Eb和导则：碰撞

GB/T 2423.10 电工电子产品环境测试 第2部分 测试方法 测试Fc ：振动(正弦)

GB/T 2423.22 标准名称：环境测试 第2部分：测试方法 测试N：温度变化

GB/T 2423.43 电工电子产品环境测试 第2部分：测试方法 振动、冲击和类似动力学测试样品的安装

GB/T 2423.56 环境测试 第2部分：测试方法 测试Fh：宽带随机振动和导则

GB/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号

GB/T 13306—2011 标牌

GB/T 19596 电动汽车术语

GB/T 31484—2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及测试方法

GB/T 31486—2015 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及测试方法

UN/ECE R100.2 (2013) 关于在电力传动系统特定要求方面车辆认证的统一规定

GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

* 1. 术语和定义

GB/T 19596界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

电池单体

将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置。

注：通常包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子，并被设计成可充电。

电池包

具有从外部获得电能并可对外输出电能的单元。

注：通常包括电池单体、电池管理模块（不含BCU）、电池箱及相应附件（冷却部件、连接线缆等）。。

电池系统

一个或一个以上的电池包及相应附件（管理系统、高压电路、低压电路及机械总成等）构成的能量存储装置。

电池电子部件

采集或者同时监测电池包电和热数据的电子装置，必要时可以包括用于电池单体均衡的电子部件。

注：电池电子部件可以包括单体控制器。电池单体间的均衡可以由电池电子部件控制，或者通过电池控制单元控制。

电池控制单元

控制、管理、检测或计算电池系统的电和热相关的参数，并提供电池系统和其他车辆控制器通讯的电子装置。

额定容量

以制造商规定的条件测得的并由制造商申明的电池单体、模块、电池包或系统的容量值。

注：额定容量通常用安时（Ah）或毫安时（mAh）来表示。

实际容量

以制造商规定的条件，从完全充电的电池单体、模块、电池包或系统中释放的容量值。

荷电状态

当前电池单体、模块、电池包或系统中按照制造商规定的放电条件可以释放的容量占实际容量的百

分比。

室温

室温指环境温度为25 ℃±2 ℃。

充电截止电压

电池单体、模块、电池包或系统正常充电时允许达到的最高电压。

放电截止电压

电池单体、模块、电池包或系统正常放电时允许达到的最低电压。

爆炸

突然释放足量的能量产生压力波或者喷射物，可能会对周边区域造成结构或物理上的破坏。

起火

电池单体、模块、电池包或系统任何部位发生持续燃烧（火焰持续时间大于1 s）。火花及拉弧不属于燃烧。

注：火焰持续时间大于1 s是指单次火焰持续时间，而非多次火焰的累计时间。

外壳破裂

由于内部或外部因素引起电池单体、模块、电池包或系统外壳的机械损伤，导致内部物质暴露或溢出。

泄露

可见物质从电池单体、模块、电池包或系统中漏出。

注：以测试对象外部可见为准。

* 1. 缩略语和符号
     1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BCU：电池控制单元

NTC：温度传感器

PSD：功率谱密度

RMS：均方根

SOC：荷电状态。

* + 1. 符号

下列符号适用于本文件。

I 1：1 h率放电电流（A），其数值等于额定容量值。

I 3：3 h率放电电流（A），其数值等于额定容量值的1/3。

* 1. 技术要求
     1. 外观

在良好的光线条件下，用目测法检查电池包的外观，不得有变形及裂纹，表面无毛刺、干燥、无外伤、无污物，且宜有清晰、正确的标志。

* + 1. 极性

电池包用电压表检测极性时，端子极性标识应正确、清晰。

* + 1. 尺寸及质量

用量具和衡器测量电池包的尺寸及质量，应符合企业提供的产品技术条件。

* + 1. 初始容量

电池包按 6.8 试验时，其放电容量应不低于额定容量，并且不超过额定容量的 110%，同时所有测试对象初始容量极差不大于初始容量平均值的 5%。

注：极差是所有样本的最大值和最小值之差。

* + 1. 安全要求

电池包或系统进行复合振动测试，应满足：

1. 无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象，无绝缘崩溃、拉弧、火花现象，且不触发异常终止条件；
2. 测试期间，测试对象无异响，包体电压无锐变（电压差的绝对值不大于0.15 V）；
3. 测试期间，测试对象与上位机之间的通讯正常运行；
4. 测试期间，测试对象的各个密封面可靠无失效，内部粘贴的试水纸不发生变色；
5. 测试开始前和测试结束后，测试对象的放电容量偏差和直流内阻偏差不大于5 %；
6. 测试开始前和测试结束后，测试对象的绝缘电阻不小于500 Ω/V，漏电流视项目确定
7. 测试结束后，各个紧固螺栓、安装螺栓的残余扭矩不低于制造商或委托方规定的扭矩值下限；
8. 测试结束后，测试对象满足附录D.4规定气密性和冷却管路气密性要求；
9. 测试结束后，测试对象内部保持连接可靠、结构完好；连接片、铜排不能松脱或断裂；
10. 测试结束后，测试对象满足附录E.4规定的IPX8测试要求；
11. 测试结束后，测试对象的各个密封面可靠无失效，试水纸不发生变色；
12. 测试结束后，测试对象内部不出现水珠团聚流动的现象，不出现液流痕迹；
13. 测试结束后，测试对象的热管理系统正常运行，无冷却介质泄露。
    1. 试验条件
       1. 一般条件

电池包或系统测试均模拟实车应用场景。

对于由车体包覆并构成电池包箱体的电池包或系统，可带箱体或车体测试。

电池包或系统测试交付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，插头，包括冷却系统接口，电池包或系统的典型结构参见附录A。制造商需要提供电池包或系统 的安全工作限值。

电池包或系统在所有测试前和部分测试后需进行绝缘电阻测试。测试位置为：两个端子和电平 台之间。要求测得的绝缘电阻值除以电池包或系统的最大工作电压不小于100 Ω/V。具体测试方法见附录B。

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测试对象，进行全部或部分测试，但是作为测试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）。

当电池冷却系统使用了冷却液时，如果测试不要求电池冷却，也可在排掉冷却液后进行测试。

* + 1. 环境条件

除非在某些具体的测试项目中另有说明，环境温度为25 ℃±10 ℃，相对湿度为15%～90%，大气压力为86kPa～106kPa。

* + 1. 抽样

试验的电池包样品应在同一批次中一次性随机抽取。

* + 1. 测量仪器和仪表准确度

除非在某些具体的测试项目中另有说明，测量仪器、仪表准确度的要求如下：

——电压测量装置：不低于0.5级；

——电流测量装置：不低于0.5级；

——温度测量装置：±0.5 ℃；

——时间测量装置：±0.1 %；

——尺寸测量装置：±0.1 %；

——质量测量装置：±0.1 %。

——测试过程中，控制值（实际值）和目标值之间的误差要求如下：

——电压：±1 %；

——电流：±1 %；

——温度：±2 ℃。。

* + 1. 标准充电

电池包或系统充电过程中，热管理系统均需按照策略开启。

室温下，测试样品先以1 I 3电流放电至任一单体电压达到放电截止电压（参照充放电策略），搁置1 h，参照充电策略充电至任一单体电压达到充电截止电压。

* + 1. 标准放电

电池包或系统放电过程中，热管理系统均需按照策略开启。

室温下，电池系统以1 I 3电流恒流放电至任一单体电压达到放电截止电压（参照充放电策略）。

* + 1. 预处理

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

1. 以不小于1 I 3 的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；
2. 静置30 min或制造商规定时间；
3. 以制造商规定的且不小于1 I 3 的电流放电至制造商规定的放电截止条件；
4. 静置30 min或制造商规定时间；
5. 重复步骤a）～c）不超过5次。

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

除在某些具体测试项目中另有说明，否则若预处理循环完成并满充后和一个新的测试项目之间时间间隔大于24 h，则需要重新进行一次标准充电：使用不小于1 I 3 的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 min或制造商规定的时间。

* + 1. 初始容量测试方法

以下容量测试过程均需策略开启直冷。

1. 按5.3进行标准充电，搁置1 h；
2. 按5.4进行标准放电，搁置1 h；
3. 重复1-2步共计3次。记三次放电量分别为Q01、Q02和Q03，记三次放电量的算术平均值为Q0，如果Q01、Q02和Q03的相互偏差均＜3 %，则Q0为该电池系统的容量；如果Q01、Q02和Q03的相互偏差有≥ 3 %，则需要重复进行容量测试过程，直至连续三次的放电量满足＜3 %的确认条件；

Q01、Q02和Q03 的相互偏差计算公式：相互偏差 = ( Qmax - Qmin ) / Qmin × 100 %。

* + 1. 直流内阻测试方法

1. 室温下按6.8所述的方法调节SOC至25 %，以1.5 I 1恒流放电30 s，搁置1 h；
2. 记录放电前的搁置电压 、放电30 s末的电压 ；
3. 放电DCIR计算方式：放电DCIR = (-) / 1.5 I 1 ×1000，单位为mΩ。
   * 1. SOC调整至测试目标值n%的方法

电池系统：按6.6测试包体实际容量C0，以6.5将电池充满电，静置1 h，以0.1 I 1恒流放电直至放出容量为【（1-n％）×C0】Ah。

每次SOC调整后，在新的测试开始前单体、电池系统需搁置2 h或任一单体均达到目标温度范围。如涉及多次SOC调节，仅在第一次SOC调节前测试实际容量C0。

* + 1. 数据记录与记录间隔

除在某些具体测试项目中另有说明，否则测试数据（如时间、温度、电流和电压等）的记录间隔应不大于10 s。

* 1. 试验方法

复合振动试验步骤如下：

1. 测试对象为检查确认合格的正常的电池包或系统。
2. 为保护测试操作人员和实验室安全，制造商应提供电压锐变限值作为异常终止条件.
3. 测试开始前，根据制造商或委托方的要求，在测试对象内部元器件和外表面粘贴应变片，并连接至应变监测设备。
4. 参考测试对象车辆安装位置和GB/T 2423.43的要求，将测试对象安装在四综合振动台上。
5. 当测试对象按照6.7所述方法与测试环境达到热平衡后，在每个方向分别施加温湿度交变环境下的随机振动，并伴随充放电循环过程。测试加载顺序宜为z轴、y轴、x轴（汽车行驶方向为x轴方向，另一垂直于行驶方向的水平方向为y轴方向）。
6. 振动测试参数按表 3和图 2进行，每个轴分别随机振动20 h，共振动60 h。温湿度调节参数如表 1和图 1进行。充放电循环参数如表 12进行，每个轴分别循环20圈，共循环60圈。
7. 测试对象仅在放电过程中开展随机振动测试，以每20圈充放电循环的结束定义该方向四综合测试的结束。
8. 当制造商或委托方提供了基于实车路测数据推演得到的振动测试参数时，应按照制造商或委托方提供的测试参数开展振动测试。
9. 每个方向在测试开始前和测试结束后，都需检查测试对象。测试对象状态满足6.1.6规定的要求，并按照6.7所述方法与下一个方向的测试环境达到热平衡后，方可继续测试。
10. 每个方向在振动开始前、振动结束后均需进行扫频振动。
11. 测试开始前和测试结束后，应按照制造商或委托方规定的螺栓扭矩测量方法，对测试对象和测试工装涉及的各个螺栓进行残余扭矩测量、记录与校核。
12. 每次测试开始前和测试结束后，应开展等电势和绝缘测试并记录数据。
13. 测试过程中，监控测试对象内部最小监控单元的状态，如电压和温度等。
14. 测试过程中，监控并记录测试对象内部元器件和外表面的应变数据。
15. 测试过程中，每两个小时记录一次PSD响应谱的原始数据。
16. 测试过程中，测试对象的热管理系统按制造商规定的策略正常运行。
17. 完成以上测试步骤后，首先开展气密性测试，然后开展防水测试。。
18. 复合环境振动试验温湿度交变测试条件

| 时间 | 0-5 h | 6-15 h | 16-25 h | 26-35 h | 36-45 h | 46-55 h | 56-60 h |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度 | 45 ℃ | 45-25 ℃ | 25 ℃ | 25-15 ℃ | 15 ℃ | 15- -10 ℃ | -10 ℃ |
| 湿度 | 80 %RH | | 60 %RH | |  | |  |
| 振动 | Z轴随机振动 | | | | | | |
| 时间 | 61-65 h | 66-75 h | 76-85 h | 86-95 h | 96-105 h | 106-115 h | 116-120 h |
| 温度 | -10 ℃ | -10-15 ℃ | 15 ℃ | 15-25 ℃ | 25 ℃ | 25-45 ℃ | 45 ℃ |
| 湿度 |  | |  | | 60 %RH | | 80 %RH |
| 振动 | Y轴随机振动 | | | | | | |
| 时间 | 121-125 h | 126-135 h | 136-145 h | 146-155 h | 156-165 h | 166-175 h | 176-180 h |
| 温度 | 45 ℃ | 45-25 ℃ | 25 ℃ | 25-15 ℃ | 15 ℃ | 15- -10 ℃ | -10 ℃ |
| 湿度 | 80 %RH | | 60 %RH | |  | |  |
| 振动 | X轴随机振动 | | | | | | |

1. 复合环境振动试验温湿度交变测试条件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 充放电循环工步 | 电流制度 | 时间 |
| 充电 | 1 *I１* | 60 min |
| 搁置 | / | 30 min |
| 放电 | 1 *I１* | 60 min |
| 搁置 | / | 30 min |

1. 复合环境振动试验温湿度交变测试条件

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 随机振动 | | | | | |
| z轴 | | y轴 | | x轴 | |
| 频率  Hz | 功率谱密度（PSD） g2/Hz | 频率  Hz | 功率谱密度（PSD） g2/Hz | 频率  Hz | 功率谱密度（PSD） g2/Hz |
| 5 | 0.001365513 | 5 | 0.000756841 | 5 | 0.004259568 |
| 11.5 | 0.00289 | 10 | 0.002226653 | 9.5 | 0.005003604 |
| 13 | 0.005258896 | 14 | 0.004515886 | 11 | 0.00761189 |
| 21.5 | 0.002415433 | / | / | / | / |
| 30 | 0.002007472 | / | / | / | / |
| 35 | 0.001977798 | 34 | 0.001149305 | / | / |
| 38 | 0.002463838 | 40 | 0.002334441 | / | / |
| 48 | 0.000846822 | 46 | 0.000826129 | / | / |
| 67 | 0.000379298 | 74 | 0.000334107 | 78 | 0.000472382 |
| 76 | 0.000719009 | 77 | 0.000275899 | 80 | 0.000447002 |
| 84 | 0.000280122 | / | / | 100 | 0.000321054 |
| 200 | 0.00000719 | 200 | 0.0000315 | 200 | 0.0000228 |
| RMS | 0.3558 g | RMS | 0.3336 g | RMS | 0.4020 g |

1. 复合环境振动试验温湿度交变测试条件

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试方向 | 定频频率  Hz | 定频幅值  g | 定频时间  h |
| X | 24 | 1.00 | 1 |
| Y | 24 | 1.00 | 1 |
| Z | 24 | 1.00 | 1 |

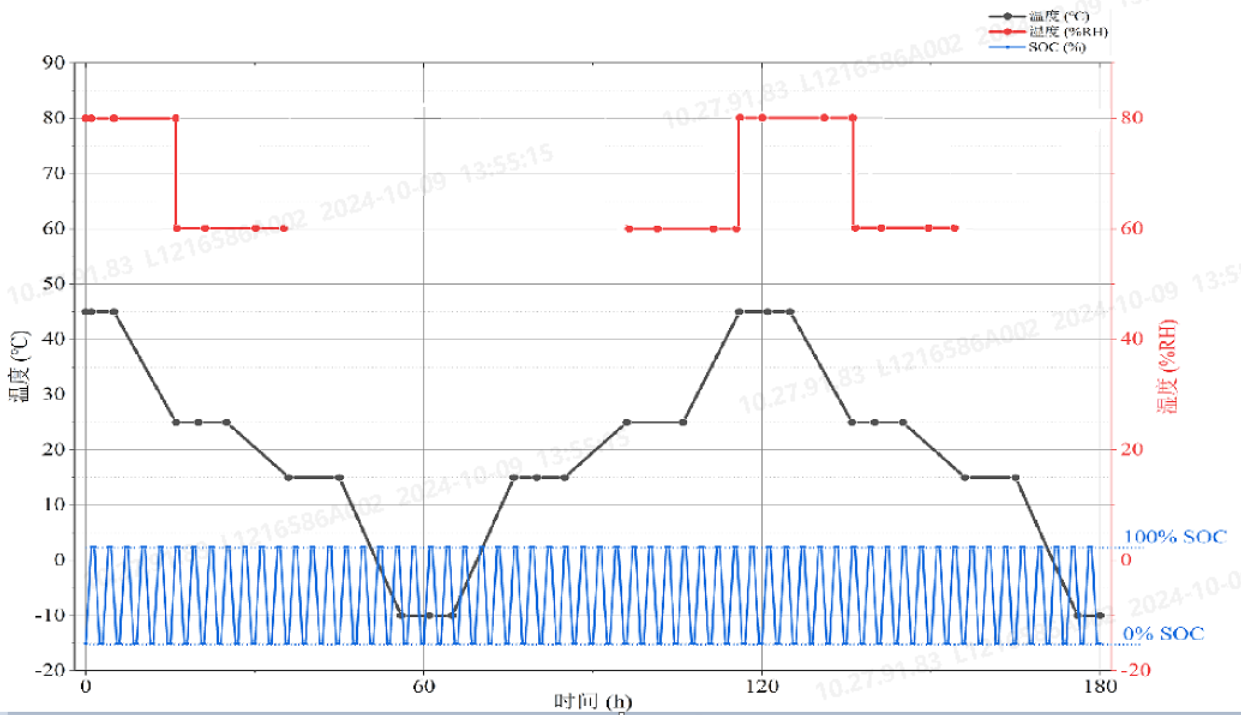


图 1 电池包或系统复合环境振动试验温湿度交变测试曲线

四综合短周期

图 2 电池包或系统短周期复合综合振动测试曲线

