

T/CASME

中国中小商业企业协会团体标准

T/CASME XXXX—XXXX

锂离子电池模组安全要求及测试方法

Safety requirements and test methods for lithium-ion battery modules

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国中小商业企业协会 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。

本文件由××××提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：×××

本文件主要起草人：×××

锂离子电池模组安全要求及测试方法

1 范围

本文件规定了锂离子电池模组安全性能要求、试验条件及安全性能测试方法。
本文件适用于锂离子电池模组的安全性能检测。

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 31467.3 电动汽车用锂离子动力电池包和系统 第3部分：安全性要求与测试方法
GB/T 31485 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

3.2 锂离子电池模组

由单体锂离子电池按照串联、并联或串并联方式组成的只有一对正负极输出端子的组合体。

3.3

3.4 爆炸

电池外壳猛烈破裂，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。

3.5

3.6 起火

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

3.7

3.8 泄露

有可见物质从电池模组、电池模组、电池包或系统中漏出至试验对象外部的现象。

4 安全性能要求

4.1.1 电池模组进行下列试验时，应不爆炸、不起火、不漏液、不泄气、不破裂：

- 过放电试验；
- 过充电试验；
- 短路试验；
- 跌落试验；
- 振动试验；
- 加热试验；
- 挤压试验；
- 针刺试验；
- 火烧试验；
- 热扩展试验；
- 海水浸泡试验；
- 温度循环试验；

——高海拔试验。

- 4.1.2 电压达到规定充电终止电压的 1.15 倍或 130 % SOC 时应不爆炸、不起火。
- 4.1.3 电池模组进行试验后，电压下降应不高于 10%，电池模组容量损失率应不高于 10 %。
- 4.1.4 锂离子电池模组安全性能应符合 GB/T 31467.3 及 GB/T 31485 的要求。

5 试验条件

5.1 环境条件要求

- 5.1.1 测试环境条件为 25 °C ± 2 °C，相对湿度为 25 % ~ 90 %，大气压力为 86 kPa ~ 106 kPa 的环境中进行。
- 5.1.2 当更改测试步骤时，电池模组需恢复至标准环境条件。

5.2 仪器设备要求

- 5.2.1 电压测量装置准确度应为 ± 0.1 % 以内，其内阻应为 1 MΩ/V。
- 5.2.2 电流测量装置准确度应为 ± 1.0 % 以内。
- 5.2.3 温度测量装置分度值应不大于 1 °C，准确度 ± 2 K 以内。
- 5.2.4 计时器应按时、分、秒分度，准确度 ± 0.1 % 以内。
- 5.2.5 测量尺寸的量具分度值应不大于 1 mm，准确度 + 0.1 % 以内。
- 5.2.6 称量质量的衡器准确度应为 ± 0.1 % 以内。

5.3 电池模组要求

测试用电池模块样品应满足如下条件：

- 总电压不低于电池模组电压的 5 倍；
- 额定容量不低于 20 Ah，或者与整车用电池系统额定容量一致。

注：测试用电池模块可由实际模块串并联组成。

5.4 预处理要求

5.4.1 标准充电流程

锂离子电池模组标准充电流程应按照下列步骤进行：

- a) 室温下，电池模组先以 1 I₁ (A) 电流放电至产品技术条件中规定的放电终止电压，静置 1 h；
- b) 以 1 I₁ (A) 电流恒流充电至产品技术条件中规定的充电终止电压时转恒压充电；
- c) 充电终止电流降至 0.05 I₁ (A) 时停止充电，充电完成后静置 1 h。

注：I₁ 指 1 小时率放电电流 (A)，其数值等于额定容量值。

5.4.2 标准放电流程

锂离子电池模组标准放电流程应按照下列步骤进行：

- a) 在室温下，电池模组以 1 I₁ (A) 电流恒流放电至放电截止电压，计算放电容量 (以 Ah 计)；
- b) 在放电阶段中，若出现任一串单体电压达到产品规格书中规定的放电终止电压，则停止放电；
- c) 放电后静置不低于 30 min。

5.4.3 标准循环流程

5.4.3.1 在室温下，电池模组首先进行标准放电，静置不低于 30 min，且电池温度降至室温，然后再进行标准充电，完成标准充放电循环。

5.4.3.2 电池模组测试开始前，需对电池模组进行预处理循环 3 次。

6 安全性能测试方法

6.1 一般要求

6.1.1 锂离子电池模组在进行安全性能测试前，应按照本文件 5.4.1 的要求进行充电。

6.1.2 锂离子电池模组在进行安全性能测试后，应持续观察 1 h。

6.2 过充电测试

按照如下步骤进行过充电测试：

- a) 电池模组以 $1 I_1$ (A) 恒流充电至任一电池模组电压达到技术条件中规定的充电终止电压的 2 倍或充电时间达到 1.3 h 后停止充电；
- b) 监测测试过程中电池模组的电压、电流和温度变化，描述测试过程中的电池单体状态。

6.3 过放电测试

按照如下步骤进行过放电测试：

- a) 电池模组以 $1 I_1$ (A) 电流放电 90 min；
- b) 监测测试过程中电池模组的电压、电流和温度变化，描述测试过程中的电池单体状态。

6.4 短路测试

6.4.1 按照如下步骤进行短路测试：

- a) 室温下，以外部线路电阻 $\leq 5 \text{ m}\Omega$ 的回路将电池模组中心外的一个电池单体正负极短路；
- b) 短路 20 min 或电池表面温度基本稳定 (10 min 内的温升 $\leq 2 \text{ }^\circ\text{C}$) 时停止测试；
- c) 监测测试过程中各电池模组的电压、电流和温度变化，描述测试过程中的电池模组状态。

6.5 跌落测试

按照如下步骤进行自由跌落测试：

- a) 将电池模组正负端子向下从 1.5 m 高处自由跌落到水泥地面上；
- b) 观察 1 h，描述测试过程中的电池模组状态。

6.6 振动测试

按照如下步骤进行振动测试：

- a) 根据 GB/T 31467.3-2015 中 7.1 的要求进行振动测试；
- b) 观察模组的结构完整性以及确认模组是否漏液，描述测试过程中的电池模组状态。

6.7 加热测试

按照如下步骤进行加热测试：

- a) 将电池模组放入温度箱，温度箱按照 $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速率由室温升至 $120 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ，并保持此温度 30 min 后停止加热；
- b) 监测测试过程中电池模组的电压、电流和温度变化，描述测试过程中的电池单体状态。

6.8 挤压测试

6.8.1 挤压试验应按下列步骤进行：

- a) 用挤压头面积不小于 20 cm^2 的挤压装置， $5 \pm 1 \text{ mm/s}$ 的挤压速度垂直于电池模组极板方向进行施压；
- b) 挤压力达到 200 KN、变形量达到 30 %、电池壳体破裂或内部短路(蓄电池电压变为 0 V)后停止施压，保持 10 min；
- c) 监测测试过程中电池模组的电压、电流、温度和挤压力变化，描述测试过程中的电池模组状态。

6.8.2 挤压板两侧应包括平板和异形板。异形板的半圆柱形挤压头的典型直径为 75 mm，挤压头间的典型间距为 30 mm。

6.8.3 方形或软包单体电芯组成的模组需用 2 组，分别做垂直和平行于单体电芯排列方向施压。

6.9 针刺测试

6.9.1 按照如下步骤进行针刺测试：

- a) 用直径 5 mm~8 mm 的耐高温钢针以 (25 ± 5) mm/s 的速度，从垂直于电池极板的方向贯穿，贯穿位置宜靠近所刺面的几何中心(钢针停留在电池中)；
- b) 监测测试过程中电池单体的电压、电流和温度变化，描述测试过程中的电池单体状态。

6.9.2 针尖的角度应为 60° ，钢针表面应光洁，无锈蚀、氧化层及油污。

6.10 火烧测试

按照如下步骤进行火烧测试：

- a) 室温下，将电池模组置于中间直径为 1220 mm 的孔并盖有盖板的平面桌上，盖板由直径为 0.43 mm 的钢丝和每 305 mm 20 孔的钢丝网构成，同时在电池模组周围安置一个 610 mm 宽、305 mm 高共 8 面的丝网屏风，丝网屏风由直径为 0.25 mm 的金属丝和每 305 mm 16~18 丝的金属丝网构成；
- b) 将燃烧器置于电池模组下方进行火烧，二者距离为 38 mm；
- c) 直到电池模组发生爆炸或起火时停止测试，描述测试过程中的电池模组状态。

6.11 热扩展测试

6.11.1 按照如下步骤进行热失控测试：

- a) 电池模组进行充电至 $\geq 90\%$ SOC；
- b) 将加热片粘贴到模组中间电芯处的表面，布置电压采集线和温感线，并将电池单体放入高温防爆箱中，接通加热片电源进行加热(外接恒压源，加热功率选择为 150~200 W)；
- c) 当发生热失控时停止加热；
- d) 监测测试过程中模组电芯的温度、电压等信息，记录温感布置位置，提供过程录像；
- e) 加热过程中及加热后 1 h，若发生起火、爆炸，则终止测试。描述测试过程中的电池模组状态。

注：上述测试方式以加热方式引发热失控为例，可根据过充、过放、加热的要求选择引发热失控的方式。

6.11.2 出现下列情况应判定为热失控：

- a) 模组中间被加热电芯产生电压降到充电截止电压的 1/2 以下；
- b) 监测点温度温升速率超过 $1\text{ }^\circ\text{C/s}$ 。

6.12 海水浸泡测试

海水浸泡试验应按下列步骤进行：

- a) 将电池模组浸入质量百分比 3.5 % NaCl 溶液中 2 h，水深应完全没过电池模组；
- b) 描述测试过程中的电池模组状态。

6.13 温度循环测试

电池模组放入温度箱中，温度箱温度按照表1进行调节，循环次数5次；监测测试过程中电池模组的电压、电流和温度变化，描述测试过程中的电池单体状态。

表 1 温度循环试验一个循环的温度和时间

温度 ($^\circ\text{C}$)	时间增量 (min)	累计时间 (min)	温度变化率 ($^\circ\text{C}/\text{min}$)
25	0	0	0
40	60	60	13/12
40	90	150	0
25	60	210	13/12
85	90	300	2/3
85	110	410	0
25	70	480	6/7

6.14 高海拔测试

电池模组在室温下稳定后放入低气压箱，调节试验箱中气压为 11.6 kPa，温度为室温静置 6 h；监测测试过程中电池模组的电压、电流和温度变化，描述测试过程中的电池单体状态。

