



中华人民共和国国家标准

GB ××××—××××

电动自行车用锂离子蓄电池安全技术规范

Safety technical specification of lithium-ion battery for electric bicycle

(征求意见稿)

20××—××—××发布

20××—××—××实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 符号..... 2

5 安全要求..... 2

6 试验方法..... 4

7 型式检验..... 11

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

电动自行车用锂离子蓄电池安全技术规范

1 范围

本文件规定了电动自行车用锂离子蓄电池单体和电池组的安全要求和试验方法。

本文件适用于符合GB 17761规定的电动自行车用锂离子蓄电池单体和电池组（以下简称电池和电池组）。

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 2423.18 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB/T 5169.16-2017 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗干扰度试验

GB/T 36945-2018 电动自行车用锂离子蓄电池词汇

3 术语和定义

GB/T 36945-2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定容量 rated capacity

在规定条件下测得，并由制造商标称的电池容量值。

[来源：GB/T 36945-2018，4.6]

3.2

保护装置 protective device

当单体电池或电池组出现温度、电压、电流等异常情况时，保障其安全的装置。

3.3

单体电池 cell

直接将化学能转化为电能的基本单元装置，包括电极、电解质、外壳和端子，并被设计成可充电。

[来源：GB/T 36945-2018，2.1]

3.4

电池组 battery

由一个或多个单体电池和外壳、端子及保护装置等使用必需的装置装配成的组合体。

4 符号

下列符号适用于本文件：

C_2 ：2小时率额定容量（Ah）；

I_2 ：2小时率放电电流，其数值等于0.5 C_2 （A）；

5 安全要求

5.1 电池安全要求

5.1.1 过充电

按6.3.1规定的试验方法测试，电池应不起火，不爆炸。

5.1.2 过放电

按6.3.2规定的试验方法测试，电池应不起火，不爆炸。

5.1.3 外部短路

按6.3.3规定的试验方法测试，电池应不起火，不爆炸。

5.1.4 热滥用

按6.3.4规定的试验方法测试，电池应不起火，不爆炸。

5.1.5 针刺

按6.3.5规定的试验方法测试，电池应不起火，不爆炸。

5.1.6 标志

电池的标识应清晰可辨，且不应出现混淆。至少包含下列标志：

- a) 型号；
- b) 标称电压和额定容量；
- c) 正负极性，使用“正、负”字样，或“+、-”符号；
- d) 生产厂（或生产厂代码）；
- e) 生产日期或批号。

5.2 电池组安全要求

5.2.1 电气安全

5.2.1.1 强制放电

按6.4.1.1规定的试验方法测试，电池组应不起火，不爆炸。

5.2.1.2 过充电保护

按6.4.1.2规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.1.3 外部短路保护

按6.4.1.3规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.1.4 过流放电保护

按6.4.1.4规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.1.5 温度保护

按6.4.1.5规定的试验方法测试，电池组应不能充电，不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.1.6 绝缘电阻

按6.4.1.6规定的试验方法测试，电池组应功能保证正常，并且电池组正负极同外壳之间的绝缘阻值应大于等于20 MΩ。

5.2.1.7 静电放电

按6.4.1.7规定的试验方法测试，电池组应符合5.2.1.2~5.2.1.5的要求。

5.2.2 机械安全

5.2.2.1 挤压

按6.4.2.1规定的试验方法测试，电池组应不起火，不爆炸。

5.2.2.2 机械冲击

按6.4.2.2规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.2.3 振动

按6.4.2.3规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.2.4 自由跌落

按6.4.2.4规定的试验方法测试，电池组应不起火，不爆炸。

5.2.2.5 提手强度

按6.4.2.5规定的试验方法测试，电池组提手应不断裂，提手与外壳连接处应不开裂，不脱落。

5.2.2.6 模制壳体应力

按6.4.2.6规定的试验方法测试，电池组外壳应不出现内部组成部件暴露的破裂或变形，不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.3 环境安全

5.2.3.1 低气压

按6.4.3.1规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.3.2 高低温冲击

按6.4.3.2规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.2.3.3 浸水

按6.4.3.3规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸，外壳应不破裂，并且外壳内部应无水进入。

5.2.3.4 盐雾

按6.4.3.4规定的试验方法测试，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸，电池组正负极同电池外壳表面之间的绝缘阻值应大于等于 $1M\Omega$ 。

5.2.3.5 湿热循环

按6.4.3.5规定的试验方法测试，电池组应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。电池组正负极同电池外壳表面之间的绝缘阻值应大于等于 $1M\Omega$ 。

5.2.3.6 阻燃性

按6.4.3.6规定的试验方法测试，电池组的非金属材料外壳应符合V-0等级的要求；印制板应符合V-1等级的要求。

5.2.4 热扩散要求

按6.4.4规定的试验方法测试，电池组应在热失控报警发生后5min内不起火，不爆炸。

5.2.5 互认协同充电

电池组应有与充电装置互认协同充电的功能。

按6.4.5规定的试验方法测试，电池组充电应先与充电装置进行互认协同识别，通过后才能开始充电工作

5.2.6 标志

电池组的醒目部位应清晰和耐久的标上至少下列标志：

- a) 生产厂；
- b) 产品名称与型号；
- c) 标称电压、额定容量、充电限制电压、额定能量；
- d) 正负极性标志，使用“正、负”字样，或“+、-”符号；
- e) 生产日期或批号；
- f) 必要的安全警示说明；
- g) 最大充电电流、最大放电电流、工作温度范围。

电池组按6.4.6方法试验后，标识和警示说明仍应清晰，铭牌不应轻易被揭掉，且不应出现卷边。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境要求

除非另有特别规定外，试验一般在以下环境进行：

温度：20℃±5℃，相对湿度：不大于85%，大气压力为86kPa-106kPa。

6.1.2 测量仪器和设备要求

测量仪器和设备准确度应不低于以下要求：

- a) 电压测量装置：±0.5% FS；
- b) 电流测量装置：±0.5% FS；
- c) 温度测量装置：±1.0℃；
- d) 时间测量装置：±1s；
- e) 尺寸测量装置：1mm；
- f) 质量测量装置：±0.5% FS。

6.1.3 单一故障条件

如果要求施加模拟故障或异常工作条件，应依次施加，一次模拟一个故障。对由模拟故障条件过程中直接导致的故障（如器件直接损坏）被认为是故障条件的一部分。

当设置某单一故障时，这个单一故障包括任何元器件的失效。应通过检查电路板、电路图和元器件规格书来确定出合理可预见的故障条件。例如：

- a) 半导体器件（如保护开关管）任意2个引脚的短路和开路；
- b) 限流器件（如保险丝）的短路、开路；
- c) 电容器的短路和开路；
- d) 限压器件的短路和开路。

6.2 样品准备

6.2.1 电池样品准备

6.2.1.1 标准充电

若企业未提供充电方法，电池采用以下方法进行充电。

充电前，电池以 I_2 (A)恒流放电至终止电压。在常温(23±2)℃试验环境下，以0.4 I_2 (A)充电，当电池的端电压达到充电终止电压时，再转以恒压充电直至充电电流小于等于0.04 I_2 (A)为止，静置30分钟。

6.2.1.2 标准放电

在常温(23±2)℃试验环境下，电池按照6.2.1.2规定的方法充电结束后搁置0.5h~1h，以 I_2 (A)电流恒流放电至放电终止电压。

6.2.2 电池组样品准备

6.2.2.1 标准充电

若企业未提供充电方法，电池组采用以下方法进行充电

充电前，电池组以 I_2 (A)恒流放电至终止电压。在常温(23±2)℃试验环境下，以0.4 I_2 (A)充电，当电池组的端电压达到充电终止电压时，再转以恒压充电直至充电电流小于等于0.04 I_2 (A)为止，静置30分钟。

6.2.2.2 标准放电

在常温(23±2)℃试验环境下，电池组按照6.2.2.1规定的方法充电结束后搁置0.5h~1h，以 I_2 (A)电流恒流放电至放电终止电压。

6.2.2.3 I_2 (A) 放电

在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 环境中, 电池组按6.2.2.1规定充电后, 搁置0.5h~1h, 以 I_2 (A) 电流恒流放电至终止电压, 上述试验重复3次。记录电池组3次实际放电容量。

电池组样品的实际容量应不低于其额定容量, 否则不能作为型式试验的样品。

6.3 电池安全测试

6.3.1 过充电测试

将电池按照6.2.1.1规定的试验方法充满电后, 电池用直流电源以 I_2 (A) 恒流, 充电至1.5倍充电限制电压后停止充电或总充电时间达到1.5h, 然后搁置6h。

6.3.2 过放电测试

将电池按照6.2.1.1规定的试验方法充满电后, 对电池以 $2I_2$ (A) 恒流放电90min。

6.3.3 外部短路测试

将电池按照6.2.1.1规定的试验方法充满电后, 用外部电阻为 $20\text{m}\Omega \pm 5\text{m}\Omega$ 的导体连接电池正负极端并保持1h, 其后搁置6h。

6.3.4 热滥用测试

将电池按照6.2.1.1规定的试验方法充满电后, 放入试验箱中, 然后试验箱以 $(5 \pm 2)^\circ\text{C}/\text{min}$ 的温升速率进行升温, 当箱内温度达到 $(130 \pm 2)^\circ\text{C}$ 后恒温, 并持续60min。

6.3.5 针刺测试

将电池按照6.2.1.1规定的试验方法充满电后, 用直径 $\Phi 5\text{mm}$ 的耐高温钢针 (如钨钢, 针尖的圆锥角为 45°), 以 $(25 \pm 5)\text{mm}/\text{s}$ 的速度, 从垂直于电池极板的方向贯穿电池的几何中心, 钢针停留在电池中, 并观察1h。

6.3.6 标志

检查电池本体的标志信息。

6.4 电池组安全测试

6.4.1 电气安全

6.4.1.1 强制放电测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后, 将电池组中的任意一个单体电池进行放电至放电终止电压, 其余单体电池均为充满电状态, 之后对电池组以 $2I_2$ (A) 恒流放电60min。

试验应在拆除保护装置的电池组上进行。

6.4.1.2 过充电保护测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后, 继续用制造商规定的最大充电电流充电, 并持续2h。

试验应在正常工作条件和充电保护元器件 (充电回路保护开关管、保险丝等) 单一故障条件下分别进行。

6.4.1.3 外部短路测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后,用外部电阻为 $20\text{m}\Omega \pm 5\text{m}\Omega$ 的导体连接电池组正负极端并保持1h或者电池组电压小于0.2V（以先到达条件为准），其后搁置6h。

试验应在正常工作条件和放电保护元器件(放电回路保护开关管、保险丝等)的单一故障条件下分别进行。

6.4.1.4 过流放电保护测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，继续用制造商规定的最大放电电流的1.5倍放电，并持续2h。

6.4.1.5 温度保护测试

将电池组按照6.2.2.2规定的试验方法放完电后，在制造商规定的最高充电温度或 55°C （取大者）加 5°C 的环境下放置8h，然后用制造商规定的最大充电电流进行充电，并保持10min，其后搁置6h。

将电池组按照6.2.2.2规定的试验方法放完电后，在制造商规定的最低充电温度或 0°C （取小者）再降 5°C 的环境下放置16h，然后用制造商规定的最大充电电流进行充电。

6.4.1.6 绝缘电阻测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，用直流电压500V的兆欧表对电池组正极与外壳之间，负极与外壳之间，测试其绝缘电阻值。

6.4.1.7 静电放电测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，按照GB/T 17626.2电子放电要求进行测试，在4kV中对电池组进行接触放电测试，在8kV中对电池组进行空气放电测试。

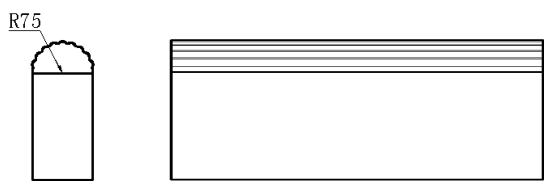
6.4.2 机械安全

6.4.2.1 挤压测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，放置在一侧是平板，一侧是异形板的中间，异形板的压头垂直于电池组中单体排列方向（图1所示）。异形板的半圆柱形挤压头的半径为75mm，半圆柱体的长度大于被挤压电池的尺寸，但不超过1m。

挤压速度为 $(5\pm 1)\text{mm/s}$ ，当挤压至电池组原尺寸的70%，或挤压力达到30kN时保持5min，之后撤除挤压力，并观察1h。

每个电池组只接受一次挤压。



(a) 异形板

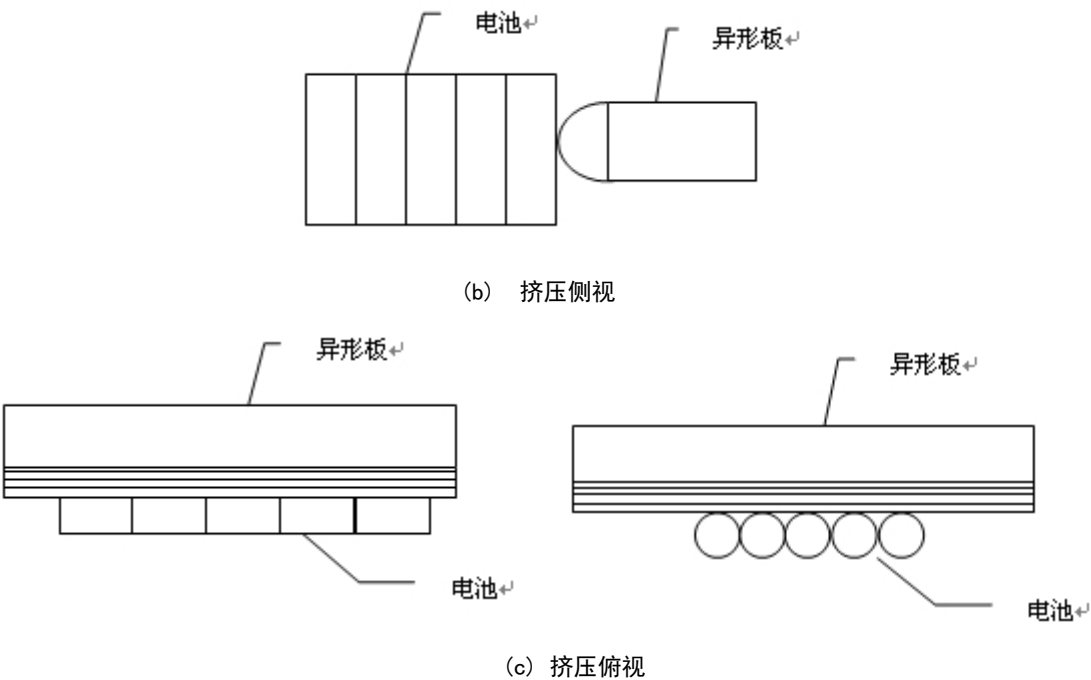


图1 异形板和挤压示意图

6.4.2.2 机械冲击测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，用刚性固定的方法（该方法能固定电池组的所有表面）将电池组固定在试验设备上。在电池组三个互相垂直的方向上各承受六次等值的冲击（三次正方向，三次负方向），至少要保证一个方向与水平面垂直。

每个电池组须经受峰值加速度150g, 脉冲持续时间6ms的半正弦波冲击。

测试结束后搁置1h并进行一次标准放充电循环。

6.4.2.3 振动测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，电池组直接安装或借助于刚性试验夹具安装在振动测试机的台面上，按表1规定振动谱进行随机振动测试，X、Y和Z轴各进行12h振动，振动顺序为Z→Y→X（车辆行驶方向为X轴，另一垂直于行驶方向的水平方向为Y轴），测试结束后搁置1h，进行一次标准放电和标准充电。

注：“刚性试验夹具”是指在试验过程中不发生共振或在所有固定点上满足试验容差要求的夹具。

表1 随机振动测试谱

X 向		Y 向		Z 向	
频率 (Hz)	PSD (g^2/Hz)	频率 (Hz)	PSD (g^2/Hz)	频率 (Hz)	PSD (g^2/Hz)
5	0.00814	5	0.00337	5	0.06560
7	0.06822	7	0.00699	7	0.19700
17	0.00654	15	0.00316	17	0.05342
28	0.02555	31	0.00115	40	0.02470
97	0.00123	84	0.00232	46	0.03794
135	0.00151	250	0.00033	60	0.04553
222	0.00111	400	0.00053	70	0.04149

GB ××××—××××

310	0.00064	500	0.00132	300	0.00297
500	0.00035	/	/	413	0.00364
/	/	/	/	500	0.00253
RMS	1.09g		0.68g		2.53g

6.4.2.4 自由跌落测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，由高度（最低点高度）1000 mm的位置自由跌落到混凝土平面上，蓄电池组的六个表面方向各一次，测试结束后搁置4h。

6.4.2.5 提手强度测试

针对带有提手的电池组，在电池组提手中央，以75mm的宽度均匀施加相当于四倍电池组质量的重物，保持位置不动，持续1min。

6.4.2.6 模制壳体应力测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，放置在70℃±2℃的恒温箱中7h，之后取出电池组并让其恢复至室温。

6.4.3 环境安全

6.4.3.1 低气压测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，放置在真空箱中，逐渐减少其内部气压至不大于11.6kPa并保持6h。

6.4.3.2 高低温冲击测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，电池组应先在试验温度等于(72±2)℃的条件下存放至少6小时，接着再在试验温度等于(-40±2)℃的条件下存放至少6小时。两个极端试验温度之间的最大时间间隔为30分钟。此程序重复进行，共完成10次，接着将样件在环境温度(20±5)℃下存放24小时。

6.4.3.3 浸水测试

电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，浸没在温度为(20±5)℃的水槽中（以水淹没电池组最上端为准）48h，测试结束后搁置4h。

6.4.3.4 盐雾测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，按照GB/T 2423.18中试验方法3进行测试。试验后观察2h，并进行一次标准放电和标准充电。然后用直流电压500V的绝缘电阻表对试验对象正负极与外壳之间，测试其绝缘电阻值。

6.4.3.5 湿热循环测试

电池组按照6.2.2.1进行标准充电后，置于交变温度环境中，按照GB/T 2423.4执行试验Db方法2。其中最高温度是65℃或更高温度（如果制造商要求），循环5次。试验后观察2h，并进行一次标准放电和标准充电。然后用直流电压500V的绝缘电阻表对试验对象正负极与外壳之间，测试其绝缘电阻值。

6.4.3.6 阻燃性测试

电池组的非金属材料外壳、印制板按照GB/T 5169.16-2017进行测试。

6.4.4 热扩散测试

6.4.4.1 触发方法

推荐加热或过充作为热扩散测试的可选方法，可以选择其中一种方法，但需确保选择的方法能触发单体电池发生热失控。

6.4.4.2 触发对象

电池组按照6.2.2.1进行标准充电后，选择电池组内靠近中心位置，或者被其他单体电池包围的一个单体电池作为触发对象。

6.4.4.3 加热触发

推荐的加热触发热失控方法：使用平面状后者棒状加热装置，并且其表面应覆盖陶瓷、金属或绝缘层。对于尺寸与单体电池相同的块状加热装置，可用该加热装置代替其中一个单体电池，与触发对象的表面直接接触；对于薄膜加热装置，则应将其始终附着在触发对象的表面加热装置的加热面积都应不大于单体电池的表面积；将加热装置的加热面与单体电池表面直接接触，加热装置的位置应与6.4.4.5中规定的温度传感器的位置相对应；安装完成后，应在24h内启动加热装置，以加热装置的最大功率对触发对象进行加热；加热装置的功率要求见表2，必要时可增加加热功率，确保触发对象发生热失控；当触发对象发生热失控时停止加热。

表 2 加热装置的功率要求

触发对象电能E Wh	加热装置最大功率P W
E<80	30~100
E≥80	100~300

6.4.4.4 过充触发

过充触发热失控方法：以电池能持续工作的最大电流对触发对象进行恒流充电，直至其发生热失控或触发对象的荷电状态达到300% SOC；过充触发要求在触发对象上连接额外的导线以实现过充，电池组中其他的单体电池不应过充；如果未发生热失控，继续观察1h；

6.4.4.5 监控点布置方案

按如下方案操作：

- a) 检测电压或温度，应使用原始的电路或追加新增的测试用电路。温度数据的采样间隔应小于1s，准确度要求为±2℃；
- b) 加热触发时，温度传感器布置在远离热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧（如图2所示）；
- c) 过充触发时，温度传感器布置在单体电池表面与正负极等距，且离正负极最近的位置。

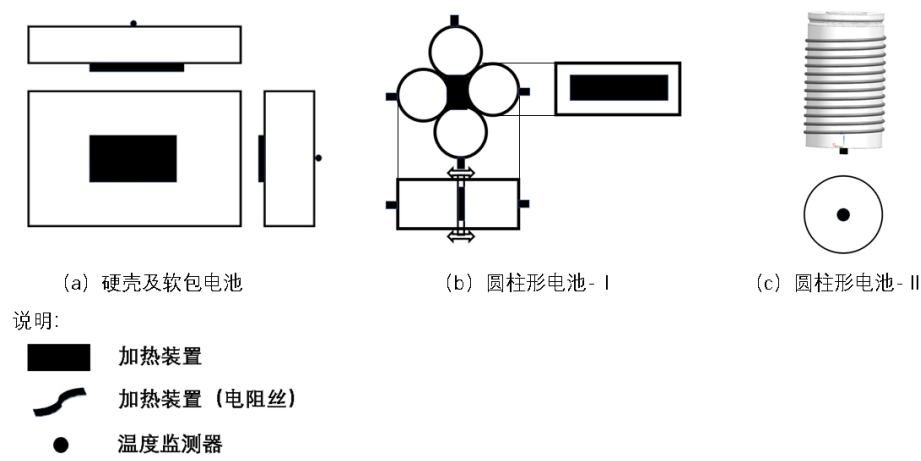


图2 加热触发时温度传感器的布置位置示意图

6.4.4.6 热失控触发判定条件

判定条件如下:

- a) 触发对象产生电压降, 且下降值超过初始电压的25%;
- b) 监测点温度达到制造商规定的最高工作温度;
- c) 监测点的速率 $dT/dt \geq 1^{\circ}\text{C/s}$, 且持续3s以上。

当a)和c)或者b)和c)发生时, 判定触发对象发生热失控。观察单体电池热失控触发过程中和结束后1h内电池组的状态。

6.4.5 互认协同充电测试

电池组与充电装置互认协同充电功能测试方法如下:

- a) 使用不匹配充电装置给电池组充电, 观察电池组的工作状态; 或
- b) 根据产品说明书的明示, 使用通讯模拟器模拟通讯协议, 观察电池组的工作状态。

6.4.6 标志

检查电池组本体的标志信息; 使用一块蘸有水的棉布擦拭15 s, 然后再用一块蘸有浓度为75 % (体积分数) 医用酒精的棉布擦拭15 s, 检查电池组标志的耐久性。

7 型式检验

7.1.1 检验规定

当发生下列情况之一时, 应进行型式检验:

- 新产品鉴定或产品的改型设计、结构、工艺、材料有较大变动后的生产定型检验时;
- 产品停止生产半年以上又恢复生产候批量生产检验时;
- 合同环境下用户提出要求时。

试验使用的电池组的制造期限不应超过 3 个月, 型式试验的样品必须是经出厂检验合格的产品。

7.1.2 检验样本和检验程序

在无特殊要求时, 进行型式检验的样本, 应从出厂检验合格的产品中随机抽取。

GB ××××—××××

型式试验检验项目、程序按表3规定；样品数量：电池10只，样品编号为1#~10#；电池组13 组，样品编号为1#~13#。

表 3 型式试验检验项目、程序

组号	检验项目		要求	试验方法	样品编号
1	电池	标志	5.1.6	6.3.6	1#~10#
		过充电	5.1.1	6.3.1	1#、2#
		过放电	5.1.2	6.3.2	3#、4#
		外部短路	5.1.3	6.3.3	5#、6#
		热滥用	5.1.4	6.3.4	7#、8#
		针刺	5.1.5	6.3.5	9#、10#
2	电池组	标志	5.2.6	6.4.6	1#~13#
		I_2 （A）放电	6.2.2.3	6.2.2.3	1#~13#
		强制放电	5.2.1.1	6.4.1.1	1#
		静电放电	5.2.1.7	6.4.1.7	2#、3#
		过流放电保护	5.2.1.4	6.4.1.4	2#
		温度保护	5.2.1.5	6.4.1.5	3#
		过充电保护	5.2.1.2	6.4.1.2	2#
		外部短路保护	5.2.1.3	6.4.1.3	3#
		互认协同充电	5.2.5	6.4.5	4#
		绝缘电阻	5.2.1.6	6.4.1.6	4#
		挤压	5.2.2.1	6.4.2.1	5#
		机械冲击	5.2.2.2	6.4.2.2	6#
		振动	5.2.2.3	6.4.2.3	7#
		自由跌落	5.2.2.4	6.4.2.4	8#
		模制壳体应力	5.2.2.6	6.4.2.6	4#
		提手强度	5.2.2.5	6.4.2.5	4#
		阻燃性 ^a	5.2.3.6	6.4.3.6	2#~4#
		低气压	5.2.3.1	6.4.3.1	9#
		高低温冲击	5.2.3.2	6.4.3.2	10#
		浸水	5.2.3.3	6.4.3.3	7#
		盐雾	5.2.3.4	6.4.3.4	11#
		湿热循环	5.2.3.5	6.4.3.5	12#
		热扩散	5.2.4	6.4.4	13#

^a可使用与壳体、印制板材料一致的测试片。

7.1.3 检验判别

产品的型式检验必须全部合格。