

团 体 标 准

T/CHINABICYCLE—202X

电动自行车用钠离子蓄电池

Sodium-ion battery for electric bicycle

(征求意见稿草稿)

2023-07-25

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国自行车协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 符号和编制.....	3
5 要求.....	4
6 试验方法.....	6
7 检验规则.....	14
8 标志、包装及运输.....	15

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。

本文件由中国自行车协会提出。

本文件由中国自行车协会归口。

本文件起草单位：无锡市产品质量监督检验院、厦门新能安科技有限公司、星恒电源股份有限公司、天能电池集团股份有限公司、浙江春风动力股份有限公司、爱玛科技集团股份有限公司、雅迪科技集团有限公司、江苏新日电动车股份有限公司、艾勒动力科技(苏州)有限公司、九号智能(常州)科技有限公司、江苏小牛电动科技有限公司、溧阳中科海纳科技有限责任公司、江苏众纳能源科技有限公司、上海哈啰普惠科技有限公司、浙江绿源电动车有限公司、杭州青奇科技有限公司、浙江天宏锂电股份有限公司、浙江鑫钠新材料科技有限公司、浙江华宇钠电新能源科技有限公司、南京市产品质量监督检验院、嘉兴威凯检测技术有限公司、浙江方圆检测集团股份有限公司、浙江省湖州市长兴县消防救援大队、江苏师范大学、山西省自行车电动车行业协会等。

本文件主要起草人：严媛、陈耀、肖质文、谈亚军、赵成龙、陈新晨、胡燕、张冲、余沛亮、金源、张路路、石毓林、王从宁、李鹏、庞旭、袁望坦、司马惠泉、蒋艳云、康利斌、方东林、赵建庆、邵冰、傅国平、张芳勇、李韞韬、张帆、都伟云、项卫胜、李忠心、陈冬、杨杰、吴仕平、王文涛、李伟权、许恒、樊燕青、耿娜、贾永峰、杨丽、李世隆、肖磊等。

电动自行车用钠离子蓄电池

1 范围

本文件规定了电动自行车用钠离子蓄电池的术语和定义、符号和型号编制、要求、试验方法、检验规则及标志、包装及运输。

本文件适用于电动自行车用钠离子蓄电池，包括单体电池（以下简称电池）和电池组。
对于换电等特定场合使用可能会有附加要求。

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 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）
GB/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池
GB/T 5169.16 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 17626.2-2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗干扰度试验
GB/T 36943 电动自行车用锂离子蓄电池型号命名与标志要求
GB/T 36945 电动自行车用锂离子蓄电池词汇
T/CNESA 1006-2021 钠离子蓄电池通用规范

3 术语和定义

GB/T 2900.41-2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 2900.41-2008 的一些术语和定义。

3.1 电动自行车用钠离子蓄电池 Sodium ion battery for electric bicycle

由多个钠离子单体电池按照电压、尺寸、极端排列、容量和倍率特性组合而成，含有电池管理系统、专为电动自行车提供电能的电池组。

注1：钠离子电池是指依靠钠离子在正极和负极之间往返移动实现化学能与电能相互转化的装置。该装置通常包括电极、隔膜、电解质、容器和端子等，并且可进行充放电。

注2：“电池组”参见3.3。

3.2 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。
[GB/T 36945-2018, 4.6]

3.3 电池组 battery

装配有使用所必需的装置（如外壳、端子、标志及保护装置）的一个或多个单体电池。
[GB/T 2900.41-2008, 定义482-01-04]

3.4 额定容量 rated capacity

在规定条件下测得并由制造商宣称的电池的容量值。
[GB/T 2900.41-2008, 定义482-03-15]

4 符号和型号编制

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

C_2 : 2小时率额定容量 (Ah) ;

C_a : 初始容量, 其数值等于3次 I_2 (A) 放电试验结果的平均值 (Ah) ;

I_2 : 2小时率放电电流, 其数值等于 $0.5C_2$ (A) 。

4.2 型号编制

4.2.1 单体电池

单体电池型号编制方法应符合T/CNESA 1006-2021, 即《钠离子蓄电池通用规范》。

4.2.2 电池组

电池组的型号编制方法应符合GB/T 36943-2018。其中钠电正极体系代号用N表示。

5 要求

5.1 总则

电池组的电性能和安全性能应符合使用者在骑行、充电和存储时的要求。

5.2 电性能要求

5.2.1 初始容量

按照6.3.1进行测试后, 电池组应在第三次标准充放电循环或之前达到额定容量, 且不能大于额定容量的1.1倍。

5.2.2 倍率放电容量

按照6.3.2进行测试后, 电池组常温 $2I_2$ (A) 放电容量应不低于初始容量的95%, 常温 $4I_2$ (A) 放电容量应不低于初始容量的90%。

注: $4I_2$ (A) 为非工作电流则不作要求

5.2.3 低温充电容量

按照6.3.3进行测试后, 电池组充电容量应不低于初始容量的80%。

5.2.4 低温放电容量

按照6.3.4进行测试后, 电池组放电容量应不低于初始容量的80%。

5.2.5 高温放电容量

按照6.3.5进行测试后, 电池组放电容量应不低于初始容量的90%。

5.2.6 室温荷电保持能力及荷电恢复能力

按照6.3.6进行测试后, 电池组荷电保持能力应不低于初始容量的90%, 荷电恢复能力应不低于初始容量的95%。

5.2.7 高温荷电保持能力及荷电恢复能力

按照6.3.7进行测试后, 电池组荷电保持能力应不低于初始容量的85%, 荷电恢复能力应不低于初始容量的90%。

5.2.8 长期贮存后荷电恢复能力

按照6.3.8进行测试后, 电池组低电量荷电恢复能力应不低于初始容量的85%, 中电量荷电恢复能力应不低于初始容量的90%。

5.2.9 循环寿命

按照6.3.9进行测试后，电池组循环寿命应不低于700次。

5.2.10 内阻

按照6.3.10进行测试后，电池组内阻值应不大于制造商提供的技术参数。

5.3 安全性能要求

5.3.1 电池安全性能要求

5.3.1.1 过充电

按照6.4.1.1进行测试后，电池应不起火，不爆炸。

5.3.1.2 过放电

按照6.4.1.2进行测试后，电池应不起火，不爆炸。

5.3.1.3 外部短路

按照6.4.1.3进行测试后，电池应不起火，不爆炸。

5.3.1.4 热滥用

按照6.4.1.4进行测试后，电池应不起火，不爆炸。

5.3.1.5 针刺

按照6.4.1.5进行测试后，电池应不起火，不爆炸。

5.3.1.6 低温安全

按照6.4.1.6进行测试后，电池应不起火，不爆炸。

5.3.2 电池组安全性能要求

5.3.2.1 过充电保护

按照6.4.2.1进行测试后，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.2 过放电保护

按照6.4.2.2进行测试后，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.3 外部短路保护

按照6.4.2.3进行测试后，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.4 过温保护

按照6.4.2.4进行测试后，电池组应不能充电，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.5 过流充电保护

按照6.4.2.5进行测试后，电池组应不能充电，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.6 过流放电保护

按照6.4.2.6进行测试后，电池组应不能放电，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.7 静电放电

按照6.4.2.7进行测试后，电池组应符合5.3.2.1~5.3.2.6的要求。

5.3.2.8 挤压

按照6.4.2.8进行测试后，电池组应不起火，不爆炸。

5.3.2.9 机械冲击

按照6.4.2.9进行测试后，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.10 振动

按照6.4.2.10进行测试后，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸，并且应能继续符合浸水要求。

5.3.2.11 跌落

按照6.4.2.11进行测试后，电池组应不起火，不爆炸。

5.3.2.12 提手强度

按照6.4.2.12进行测试后，电池组提手应不断裂，提手与外壳连接处应不开裂，不脱落。

5.3.2.13 模制壳体应力

按照6.4.2.13进行测试后，电池组外壳应无发生内部组成暴露的物理形变。

5.3.2.14 壳体阻燃性

按照6.4.2.14进行测试后，非金属材料的电池组外壳应符合V-0等级的要求。

5.3.2.15 低气压

按6.4.2.15进行测试后，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.16 高低温冲击

按照6.4.2.16进行测试后，电池组应不泄漏，不起火，不爆炸。

5.3.2.17 浸水

按照6.4.2.17进行测试后，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。

5.3.2.18 盐雾

按照6.4.2.18进行测试后，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 $1M\Omega$ 。

5.3.2.19 湿热循环

按6.4.2.19进行测试后，电池组应不泄漏，外壳不破裂，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 $1M\Omega$ 。

5.3.2.20 热失控扩散

按照6.4.2.20进行测试后，电池组应在热失控报警发生后5min内不起火，不爆炸。

5.3.2.21 绝缘电阻

按6.4.2.21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 $20M\Omega$ 。

5.3.2.22 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6.4.2.22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

6 试验方法

6.1 试验条件

除另有规定外，本章所用的检测设备和器具应符合GB/T 12742标准的规定。
试验环境以及测量仪器和设备要求根据以下条款规定：

6.1.1 试验环境

除另有特别规定外，测试应在以下环境进行：

- a) 温度：20 °C ± 5 °C；
- b) 相对湿度：不大于85%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

6.1.2 测量仪器和设备要求

测量仪器和设备精度应符合以下要求：

- 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°C；
- 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。

6.2 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°C ± 2°C试验环境下，以0.4 I_2 (A)充电，当电池的端电压达到充电限制电压时，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0.5h。

6.2.1.2 标准放电

在常温23°C ± 2°C试验环境下，电池按照6.2.1.1规定方法充电结束后搁置1h，以 I_2 (A)电流恒流放电至终止电压。

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°C ± 2°C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限制电压时，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0.5h。

6.2.2.2 标准放电

在常温23°C ± 2°C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1h，以 I_2 (A)电流恒流放电至终止电压。

6.3 电性能测试

6.3.1 初始容量测试

在温度为23°C ± 2°C的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后搁置1h，以 I_2 (A)电流恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。上述测试重复3次，计算3次测试结果的平均值为初始容量 C_a 。

6.3.2 倍率放电容量测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后搁置1h，以 $2I_2(A)$ 、 $4I_2(A)$ 电流恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

6.3.3 低温充电容量测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.2规定的方法放电结束后，将其放入 -5°C 或者制造商规定的小于 -5°C 的更低充电环境温度中搁置16h，之后在此温度环境中以 $0.2I_2(A)$ 电流恒流充电至充电限制电压，记录充电时间，计算充电容量。

6.3.4 低温放电容量测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后，将其放入温度为 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中恒温搁置16h，之后在此温度环境中以 $2I_2(A)$ 电流或者制造商提供的最大放电电流恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

6.3.5 高温放电容量测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后，将其放入温度为 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中恒温搁置6h，之后在此温度环境中以 $2I_2(A)$ 电流恒流或者制造商提供的最大放电电流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

注1：高温放电过程中允许电池采取主动限流策略；

注2：若测试过程中因温度保护停止放电，允许搁置1次，待电池温度恢复至 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，之后在此温度环境中以 $I_2(A)$ 电流恒流再次进行放电，两次累计放电容量为高温放电容量。

6.3.6 常温荷电保持能力及荷电恢复能力测试

6.3.6.1 常温荷电保持能力测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后，开路放置在温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中28天，之后在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境中，以 $I_2(A)$ 恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

6.3.6.2 常温荷电恢复能力测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，做完荷电保持能力测试的电池组按6.2.2.1规定的方法充电，充电结束后放置1h，之后在此温度环境中以 $I_2(A)$ 恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

上述电池组放电容量测试可重复进行3次，当其中有一次放电容量符合5.2.6要求时，即可终止该项目测试。

6.3.7 高温荷电保持能力及荷电恢复能力测试

6.3.7.1 高温荷电保持能力测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后，开路放置在温度为 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中7天，之后在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境中搁置6h，以 $I_2(A)$ 恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

6.3.7.2 高温荷电恢复能力测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，做完荷电保持能力测试的电池组按6.2.2.1规定的方法充电，充电结束后放置1h，之后在此温度环境中以 $I_2(A)$ 恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

上述电池组放电容量测试可重复进行3次，当其中有一次放电容量符合5.2.7要求时，即可终止该项目测试。

6.3.8 长期贮存后荷电恢复能力测试

6.3.8.1 低电量荷电恢复能力测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.2规定的方法放电结束后，然后在温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中贮存90天。贮存期满后取出电池组，在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，按6.2.2.1规定的方法充电，充电结束后搁置1h，之后以 $I_2(\text{A})$ 恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

上述电池组放电容量测试可重复进行3次，当其中有一次放电容量符合5.2.8要求时，即可终止该项目测试。

6.3.8.2 中电量荷电恢复能力测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后，放置1h，之后以 $I_2(\text{A})$ 电流恒流放电1h，然后在温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中贮存90天。贮存期满后取出电池组，在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，按6.2.2.1规定的方法充电，充电结束后搁置1h，之后以 $I_2(\text{A})$ 恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

上述电池组放电容量测试可重复进行3次，当其中有一次放电容量符合5.2.8要求时，即可终止该项目测试。

6.3.9 循环寿命测试

在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后搁置0.5h，之后以 $I_2(\text{A})$ 电流恒流放电至终止电压，记录放电时间，计算放电容量。

电池组一个充放电循环测试结束后搁置0.5h，再进行下一个充放电循环，直至连续两次放电容量低于初始容量的70%，即可终止该项目测试。

注：如果制造商考虑缩短循环寿命测试周期，可将 $I_2(\text{A})$ 放电电流变更为 $2I_2(\text{A})$ 。

（循环寿命要求不变）

6.3.10 内阻测试

电池组的内阻一般用交流法进行测试。

测试前，在温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，电池组应以 $I_2(\text{A})$ 电流恒流放电至终止电压。电池组按6.2.2.1规定的方法充电结束后，在温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中搁置4h，之后对电池组施加电流有效值为 I_a 、频率为 $1.0\text{kHz} \pm 0.1\text{kHz}$ 的交流电，用交流表测量交流电压有效值 U_a ，测量时间 $1\text{s} \sim 5\text{s}$ 。所有电压在电池组的端子进行测量，不包括承载电流的接触点。电池组的交流内阻值 R_{ac} 按式(1)计算：

$$R_{ac} = U_a / I_a \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R_{ac} —交流内阻值，单位为欧姆(Ω)，

U_a —交流电压有效值，单位为伏特(V)；

I_a —交流电流有效值，单位为安培(A)。

注：宜选择峰值电压低于20mV的交流电。

6.4 安全性能测试

6.4.1 电池安全性能测试

6.4.1.1 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 $I_2(\text{A})$ 恒流，充电至1.5倍充电限制电压或总充电时间达到1.5h，其后搁置6h。

6.4.1.2 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 $2I_2(\text{A})$ 恒流放电1.5h。

6.4.1.3 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并保持1h，其后搁置6h。

6.4.1.4 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 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}\pm 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温升速率进行升温，当箱内温度达到 $130^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 后恒温，并持续1h。

6.4.1.5 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5mm的耐高温钢针（如钨钢，针尖的圆锥角为 45° ），以 $25\text{mm}/\text{s}\pm 5\text{mm}/\text{s}$ 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。

6.4.1.6 低温安全测试

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，在 $-5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或者制造商规定的充电下限温度（取小者）的环境温度下进行 $I_2(\text{A})$ 放电，静置0.5h，然后进行 $0.2I_2(\text{A})$ 充电，重复以上放电充电循环总共20次，然后试验箱以 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}\pm 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温升速率进行升温，当电池本体中部的表面温度达到 $130^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 后恒温，并持续1h。

注1：对于方壳和软包电池，大面的对角线点为电池本体中部；对于圆柱形电池，离正负极等距离的点为电池本体中部。

6.4.2 电池组安全性能测试

6.4.2.1 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至制造商规定的充电限制电压的1.5倍，并持续2h。

本测试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。

6.4.2.2 过放电保护测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，将其以 $I_2(\text{A})$ 放电至终止电压，之后再继续以 $0.2I_2(\text{A})$ 恒流放电2h，目测电池组外观。

6.4.2.3 外部短路保护测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法充满电后，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。

本测试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。

6.4.2.4 过温保护测试

将电池组按照6.2.2.1规定的试验方法放完电后，在制造商规定的最大充电温度或 $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ （取大者）加 5°C 的环境下放置8h，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6.2.2.1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 $0^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ （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，并保持10min，其后搁置6h。

6.4.2.5 过流充电保护测试

将电池组按照6.2.2.2规定的试验方法放完电后，用制造商规定的最大充电电流的1.5倍充电，并持续2h。

6.4.2.6 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，用制造商规定的最大放电电流的1.5倍放电，并持续2h。

6.4.2.7 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 17626.2-2006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。

6.4.2.8 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 $5\text{mm/s} \pm 1\text{mm/s}$ ，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。

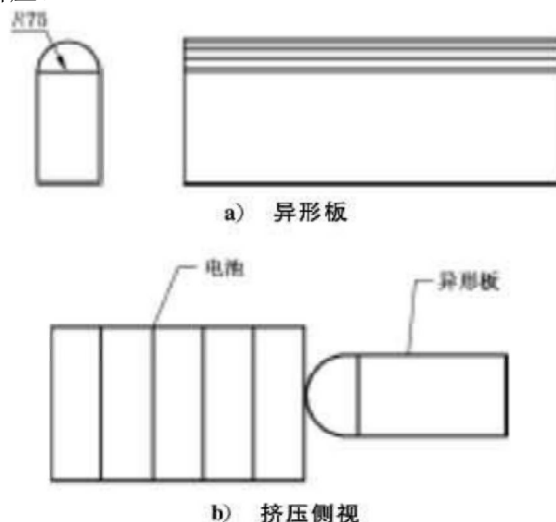


图1异形板和挤压示意图

6.4.2.9 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。

每个电池组须经受最大加速度150g和脉冲持续时间6ms的半正弦波冲击。

测试结束后搁置1h并进行一次标准放电循环。

6.4.2.10 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，电池组直接安装或通过夹具安装在振动测试机的台面上，按照表1规定振动谱进行随机振动测试，X、Y和Z轴各进行12个小时振动，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并进行一次标准放电循环。

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	0.000654	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
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

6.4.2.11 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(电池组最低点高度)1m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。

6.4.2.12 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。

6.4.2.13 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。

6.4.2.14 壳体阻燃性测试

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。

6.4.2.15 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。

6.4.2.16 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0.5h。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24h。

6.4.2.17 浸水测试

将通过6.4.2.10测试后的电池组,分别浸没在温度为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。

6.4.2.18 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。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,并进行一次标准放电和标准充电。

6.4.2.19 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。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,并进行一次标准放电和标准充电。

6.4.2.20 热失控扩散测试

6.4.2.20.1 触发方法

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

6.4.2.20.2 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。

6.4.2.20.3 加热触发

推荐的加热触发热失控方法：使用平面状或者棒状加热装置，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，需要时，应增加加热功率，确保触发对象发生热失控；当触发对象发生热失控或者监测点温度达到300℃时，停止加热。

6.4.2.20.4 加热装置的功率要求

表2 加热装置功率要求

触发对象电能E (Wh)	加热装置最大功率P (W)
$E < 80$	30~100
$E \geq 80$	100~300

6.4.2.20.5 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；

6.4.2.20.6 监控点布置方案

按如下方案操作：

- 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 $\pm 2^\circ\text{C}$ ；
- 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）；
- 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。

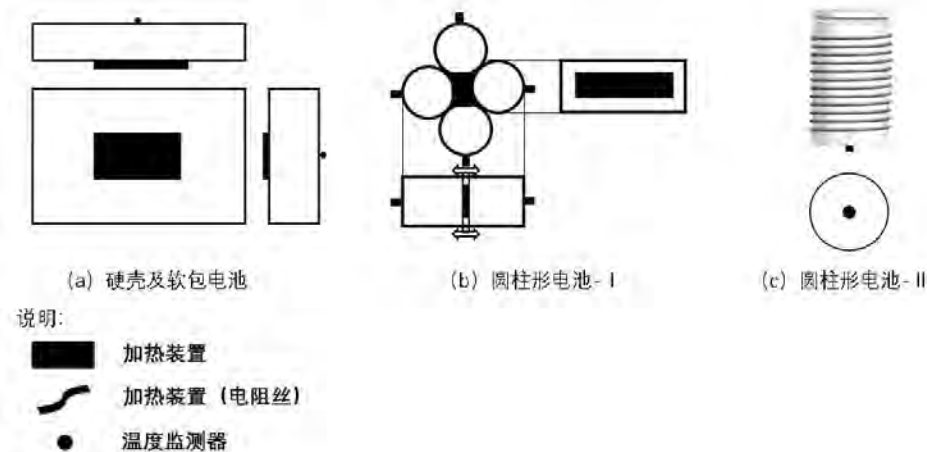


图2 加热触发时温度传感器的布置位置示意图

6.4.2.20.7 热失控触发判定条件

判定条件如下：

- 触发对象产生电压降，且下降值超过初始电压的25%；
- 监测点温度达到制造商规定的最高工作温度；
- 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。

6.4.2.21 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。

6.4.2.22 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。

7 检验规则

7.1 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。

7.2 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按周期检验所需要的样本数量随意抽取。

型式试验检验项目、程序按表3规定；样品数量为电池12只，样品编号为1#~12#，电池组16组，样品编号为1组~16组。

表3 型式试验检验项目、程序

检验项目		要求	试验方法	样品编号
电性能 测试	初始容量测试	5.2.1	6.3.1	1组~16组
	倍率放电容量测试	5.2.2	6.3.2	1组、2组
	低温充电容量测试	5.2.3	6.3.3	3组、4组
	低温放电容量测试	5.2.4	6.3.4	5组、6组
	高温放电容量测试	5.2.5	6.3.5	7组、8组
	室温荷电保持能力及荷电恢复能力测试	5.2.6	6.3.6	9组
	高温荷电保持能力及荷电恢复能力测试	5.2.7	6.3.7	10组
	长期贮存后荷电恢复能力测试	5.2.8	6.3.8	11组、12组
	循环寿命测试	5.2.9	6.3.9	13组
	内阻测试	5.2.10	6.3.10	14组、15组
安全性能 测试 (电池)	过充电测试	5.3.1.1	6.4.1.1	1#、2#
	过放电测试	5.3.1.2	6.4.1.2	3#、4#
	外部短路测试	5.3.1.3	6.4.1.3	5#、6#
	热滥用测试	5.3.1.4	6.4.1.4	7#、8#
	针刺测试	5.3.1.5	6.4.1.5	9#、10#
	低温安全测试	5.3.1.6	6.4.1.6	11#、12#
	过充电保护测试	5.3.2.1	6.4.2.1	1组
	过放电保护测试	5.3.2.2	6.4.2.2	3组

安全性能 测试 (电池组)	外部短路保护测试	5.3.2.3	6.4.2.3	2组
	过温保护测试	5.3.2.4	6.4.2.4	3组
	过流充电保护测试	5.3.2.5	6.4.2.5	4组
	过流放电保护测试	5.3.2.6	6.4.2.6	4组
	静电放电测试	5.3.2.7	6.4.2.7	1组~4组
	挤压测试	5.3.2.8	6.4.2.8	3组
	机械冲击测试	5.3.2.9	6.4.2.9	4组
	振动测试	5.3.2.10	6.4.2.10	5组
	跌落测试	5.3.2.11	6.4.2.11	6组
	提手强度测试	5.3.2.12	6.4.2.12	7组、8组
	模制壳体应力测试	5.3.2.13	6.4.2.13	14组
	壳体阻燃性测试	5.3.2.14	6.4.2.14	7组、8组
	低气压测试	5.3.2.15	6.4.2.15	15组
	高低温冲击测试	5.3.2.16	6.4.2.16	15组
	浸水测试	5.3.2.17	6.4.2.17	5组
	盐雾测试	5.3.2.18	6.4.2.18	15组
	湿热循环测试	5.3.2.19	6.4.2.19	15组
	热失控扩散测试	5.3.2.20	6.4.2.20	16组
	绝缘电阻测试	5.3.2.21	6.4.2.21	9组
	互认协同充电测试	5.3.2.22	6.4.2.22	9组

7.3 检验判别

产品的型式检验必须全部合格。

8 标志、包装及运输

8.1 标志

在产品的醒目部位应清晰和永久性地标上可溯源的特征符号标志，电池组应有下列标志：

- a) 制造厂名；
- b) 产品名称与型号；
- c) 标称电压与额定容量；
- d) 正负极性标志，使用“正、负”字样，或“+、-”符号；
- e) 制造日期或者批号；
- f) 必要的安全警示说明，如：禁止拆解、撞击、挤压；若出现严重鼓胀，切勿继续使用等；
- g) 最大工作电流；
- h) 工作温度范围、存储温度范围。

8.2 包装

8.2.1 出厂产品应附有产品合格证、装箱单、产品说明资料。

8.2.2 每只产品都应采用单个小包装，外用纸箱或其他箱包装，捆扎牢固。特殊情况，可根据需方（合同）要求确定。

8.3 运输

装有产品的包装应按照GB/T191规定的进行装卸和运输。搬运时应轻拿轻放，不应抛掷。在运输过程中应防止剧烈振动、冲击或挤压，不应日晒、雨淋，严禁与易燃物品和活性化学品混合运输。