

ICS 29.220.01
K 82

团体标准

T/CIAPS0052—2026

储能用钠离子电池技术要求

Technical Requirements for Energy Storage Sodium-Ion Batteries

2026年01月08日发布

2026年02月01日实施

中国化学与物理电源行业协会 发布

目 录

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义	1
4 缩略语	3
5 一般要求	3
5.1 工作环境要求	3
5.2 产品要求	3
5.3 电池单体性能要求	4
5.4 电池模块性能要求	6
5.5 电池簇性能要求	9
6 试验方法	9
6.1 试验条件	9
6.2 试验准备	10
6.3 电池单体试验	12
6.4 电池模块试验	18
6.5 电池簇试验	26
7 检验规则	27
7.1 检验分类和检验项目	28
7.2 出厂检验	29
7.3 型式检验	30
8 标志、包装、运输和贮存	32
8.1 标志	32
8.2 包装	33
8.3 运输	33
8.4 贮存	33

前 言

本文件依据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。

本文件由中国化学与物理电源行业协会储能应用分会提出。

本文件由中国化学与物理电源行业协会归口。

本文件主要起草单位：广西电网有限责任公司、溧阳中科海钠科技有限责任公司。

本文件参与单位：南方电网储能股份有限公司、杭州煦达新能源科技有限公司、江苏中兴派能电池有限公司、山西华钠芯能科技有限责任公司、安徽理士新能源发展有限公司、维科技术股份有限公司、天津中电新能源研究院有限公司、深圳市拓邦锂电池有限公司、厦门海辰储能科技股份有限公司、中国电建集团江西省电力建设有限公司、山东电工电气集团智慧能源工程有限公司、安徽吉厚智能科技有限公司、上海采日能源科技有限公司、安徽鑫钠新材料科技有限公司、厦门和储能源科技有限公司、湖南启标新能源科技有限公司、宏骏高能科技(江苏)有限公司、楚能新能源股份有限公司、深圳市金钠科技有限公司、浙江金钠科技有限公司、上海派能能源科技股份有限公司、厦门科华数能科技有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、昆宇电源股份有限公司、许昌许继电科储能技术有限公司、广东奥克莱集团有限公司、广州智光储能科技有限公司、南京冠隆电力科技有限公司、深圳普瑞赛思检测科技股份有限公司。

本文件主要起草人：唐彬、梁沁沁、方东林、陈倩、李勇琦、闻有为、薄涛、李剑铎、杨庆亨、杨亦双、乔龙龙、王培志、寇宏宇、王钺汶、董捷、杜晨树、符惠群、石靖、徐国平、陶芝勇、涂春雷、谢光辉、王宁、尤伟、曾润、姚秋实、高荣华、林卫星、林玉春、蒋远富、贾建民、陈禹嘉、牟建、林金水、徐晨轩、宋柏、时春雨、蒋齐明、付金建、孙邦伍、刘天鹏、刘勇。

本文件为首次发布。

储能用钠离子电池技术要求

1 范围

本文件规定了储能用钠离子电池和电池模块和电池簇的术语和定义、缩略语、一般要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于储能用钠离子电池单体、电池模块和电池簇。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

3 术语、定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电池单体 cell

实现化学能和电能相互转化的基本单元，由电极、电解质、隔膜、外壳和端子等组成。

3.2

电池模块 battery module

通过串联、并联或串并联组成的一组电池，可能包含保护装置、外壳且只有一对正负极输出端子的电池组合体。

3.3

标称电压 nominal voltage

标志或识别一种电池或一种电化学体系的适当的电压近似值。

3.4

额定充电能量 rated charging energy

新出厂的电池，以制造商规定的条件，将完全放电的电池单体、电池模块进行完全充电的能量值。

注：单位为千瓦时（kWh）或瓦时（Wh）。

3.5

额定放电能量 rated discharging energy

新出厂的电池，以制造商规定的条件，从完全充电的电池单体、电池模块中释放的能量值。

注：单位为千瓦时（kWh）或瓦时（Wh）。

3.6

荷电状态 state of charge; SOC

电池单体或模块按照制造商规定的放电条件下可以释放的容量占额定容量的百分比。

3.7

荷电保持能力 capacity retention

完全充电的电池在一定温度下储存一定时间后，其放电至终止电压时容量与初始容量之比。

3.8

荷电恢复能力 capacity recovery

完全充电的电池在一定温度下储存一定时间后，放电至终止电压，然后再次充满电继续放至终止电压时容量与初始容量之比。

3.9

破裂 rupture

由于内部或外部因素引起电池外壳或模块壳体的机械损伤，导致内部物质暴露或溢出，但没有喷出。

3.10

漏液 leakage

非设计的，可见的液体电解质的漏出。

3.11

爆炸 explosion

电池或电池组的外壳剧烈破裂并且主要成分抛射出来产生的失效现象。

注：液体、气体或烟可能喷出。

3.12

起火 fire

从电池或电池组系统发出的持续时间大于1秒的火焰。

3.13

热失控 thermal runaway

由放热反应引起的电池发生不可控温升的现象。

3.14

内部短路 internal short circuit

由于电池内部存在缺陷，如毛刺、钠枝晶等刺穿隔膜，造成正负极片接触的现象。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

- a) Prc: 额定充电功率，电池单体的单位为 W，电池模块的单位为 kW，数值小数点后位数不超过 2 位；
- b) Prd: 额定放电功率，电池单体的单位为 W，电池模块的单位为 kW，数值小数点后位数不超过 2 位；
- c) Unom: 标称电压，单位为 V，数值小数点后位数不超过 2 位；
- d) FS: 满量程。

5 一般要求

5.1 工作环境要求

电池正常工作环境应满足下列要求：

- a) 工作环境温度：5℃~45℃；
- b) 带电部位无凝露；
- c) 海拔高度：不大于 2000 米；当大于 2000 米时，应满足本文件中高海拔性能要求；
- d) 空气中不应含有影响正常工作的沙尘及具有导电性、腐蚀性、爆炸性的颗粒和气体。

5.2 产品要求

5.2.1 外观

5.2.1.1 电池单体

按6.3.1检验时，外观应无变形及裂纹，表面应干燥平整无毛刺、无外伤、无污物，且标识清晰、正确。

5.2.1.2 电池模块

按6.4.2检测时，外观不得有变形及裂纹，表面干燥、无外伤，且排列整齐、连接可靠、标识清晰等。

5.2.2 极性

5.2.2.1 电池单体

按6.3.2检验时，端子极性标识应正确、清晰。

5.2.2.2 电池模块

按6.4.3检验时，端子极性标识应正确、清晰。

5.2.3 外形尺寸及质量

5.2.3.1 电池单体

按6.3.3检验时，电池单体外形尺寸及质量应符合企业提供的产品技术条件。

5.2.3.2 电池模块

按6.4.4检验时，电池模块外形尺寸及重量应符合企业提供的产品技术条件。

5.3 电池单体性能要求

5.3.1 基本性能

5.3.1.1 初始充放电能量

电池单体在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 及额定功率条件下初始充放电能量应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不应小于额定充电能量；
- b) 初始放电能量不应小于额定放电能量；
- c) 初始充放电能量效率不应小于 90.0%；
- d) 初始充电能量极差不应大于初始充电能量平均值的 4.0%；
- e) 初始放电能量极差不应大于初始放电能量平均值的 4.0%。

5.3.1.2 室温功率特性

电池单体在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下功率特性应满足下列要求：

- a) 不同充放电功率下充电能量不应低于额定充电能量；
- b) 不同充放电功率下放电能量不应低于额定放电能量；
- c) 不同充放电功率下能量效率不低于 93%。

5.3.1.3 室温倍率充放电性能

电池单体在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 条件下倍率充放电性能应满足下列要求：

- a) 2Prc 条件下充电能量相对于 Prc 条件下充电能量的能量保持率不应小于 95.0%；
- b) 2Prd 条件下放电能量相对于 Prd 条件下放电能量的能量保持率不应小于 95.0%；
- c) 2Prc 和 2Prd 条件下能量效率不应小于 90.0%。

5.3.1.4 高温放电容量

电池单体按6.3.4.4规定进行试验， 65°C 放电容量不低于初始容量的100%。

5.3.1.5 低温放电容量

电池单体按6.3.4.5规定进行试验， -20°C 或 -30°C 放电容量不低于初始容量的80%。

5.3.1.6 能量荷电保持与能量恢复能力

电池单体初始化充电后在 $(45\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 条件下储存30天时能量保持与能量恢复能力应满足下列要求：

- a) 能量保持率不应小于 95.0%；
- b) 充电能量恢复率不应小于 95.0%；
- c) 放电能量恢复率不应小于 95.0%。

5.3.2 环境适应性

5.3.2.1 高温充放电性能

电池单体在 $(45\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 及额定功率条件下充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不应小于额定充电能量；
- b) 放电能量不应小于额定放电能量；
- c) 能量效率不应小于 90.0%。

5.3.2.2 低温充放电性能

电池单体在 (5 ± 2) °C 额定功率条件下充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不应小于额定充电能量；
- b) 放电能量不应小于额定放电能量；
- c) 能量效率不应小于 80.0%。

5.3.2.3 高海拔初始充放电性能

高海拔环境下，电池单体在 (25 ± 2) °C 额定功率条件下初始充放电能量应满足初始充放电能量要求。

5.3.3 耐久性

5.3.3.1 循环寿命

电池单体在 (25 ± 2) °C 及额定功率条件下循环性能应满足下列要求：

- a) 1000 次循环放电能量应大于额定放电能量的 90%；
- b) 1000 次循环充电能量应大于额定充电能量的 90%；
- c) 循环充放电的能量效率极差不应大于 4%。

5.3.3.2 储存

电池单体在放电至 30%~50% 能量状态及 (45 ± 2) °C 条件下贮存 28 天时贮存性能应满足下列要求：

- a) 充电能量恢复率不应小于 95%；
- b) 放电能量恢复率不应小于 95%。

5.3.4 安全性能

5.3.4.1 过充电性能

电池单体初始化充电后以 P_{rc}/U_{nom} 恒流充电至电压达到其充电截止电压的 1.5 倍或时间达到 1 小时。不应起火、不应爆炸、不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

5.3.4.2 过放电性能

电池单体初始化放电后以 P_{rd}/U_{nom} 恒流放电至电压达到 0V 或时间达到 1.5 小时过放后再次进行初始化充放电其放电能量应不小于额定能量的 98%。不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸、不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

5.3.4.3 过载性能

电池单体在 $4P_{rc}$ 、 $4P_{rd}$ 条件下充放电。不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸、不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

5.3.4.4 短路性能

电池单体初始化充电后两支样品分别以 $(5\pm 0.2)m\Omega$ 、 $(30\pm 2)m\Omega$ 外部线路短路 10 分钟。不应起火、不应爆炸、不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

5.3.4.5 挤压性能

电池单体初始化充电后挤压至挤压力达到 (50 ± 1) kN并保持10分钟。电压下降不应小于1V，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸、不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

5.3.4.6 跌落性能

电池单体初始化充电后由1.5米高度处自由跌落到水泥地面。不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.3.4.7 热滥用

电池单体以 $5^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 的温升速率加热至 130°C 后保持30分钟，停止加热。不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.3.4.8 热失控性能

电池单体的热失控测试时，热失控开始温度应大于 90°C ，不应起火、不应爆炸、不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

5.4 电池模块性能要求

5.4.1 基本性能

5.4.1.1 初始充放电能量

电池模块在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 及额定功率条件下初始充放电能量应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不应小于额定充电能量；
- b) 初始放电能量不应小于额定放电能量；
- c) 初始充放电能量效率不应小于 90.0%；
- d) 初始充电能量极差不应大于初始充电能量平均值的 5.0%；
- e) 初始放电能量极差不应大于初始放电能量平均值的 5.0%。

5.4.1.2 室温功率特性

电池模块功率特性应满足下列要求：

- a) 不同充放电功率下充电能量不应低于额定充电能量；
- b) 不同充放电功率下放电能量不应低于额定放电能量；
- c) 不同充放电功率下能量效率不小于 94.0%。

5.4.1.3 室温倍率充放电性能

电池模块在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 条件下倍率充放电性能应满足下列要求：

- a) 2Prc 条件下充电能量相对于 Prc 条件下充电能量的能量保持率不应小于 95%；
- b) 2Prd 条件下放电能量相对于 Prd 条件下放电能量的能量保持率不应小于 95%；
- c) 2Prc 和 2Prd 条件下能量效率不应小于 85.0%。

5.4.1.4 高温放电容量

电池模块按6.4.5.4规定进行试验， 45°C 放电容量不低于初始容量的98%。

5.4.1.5 低温放电容量

电池模块按6.4.5.5规定进行试验，-20℃放电容量不低于初始容量的85%。

5.4.1.6 能量荷电保持和能量恢复能力

电池模块初始化充电后在(45±2)℃条件下储存30天能量保持与能量恢复能力应满足下列要求：

- a) 能量保持率不应小于 95.0%；
- b) 充电能量恢复率不应小于 95.0%；
- c) 放电能量恢复率不应小于 95.0%。

5.4.2 环境适应性

5.4.2.1 高温充放电性能

电池模块在(55±2)℃及额定功率条件下充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不应小于额定充电能量；
- b) 放电能量不应小于额定放电能量；
- c) 能量效率不应小于 90.0%。

5.4.2.2 低温充放电性能

电池模块在(0±2)℃额定功率条件下充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不应小于额定充电能量 90%；
- b) 放电能量不应小于额定放电能量 90%；
- c) 能量效率不应小于 80.0%。

5.4.2.3 高海拔初始充放电性能

高海拔环境下，电池模块在(25±2)℃额定功率条件下初始充放电能量应满足初始充放电能量要求。

5.4.3 耐久性

5.4.3.1 循环寿命

电池模块在(45±2)℃及额定功率条件下循环性能应满足下列要求：

- a) 循环 1000 周后其放电能量应不小于额定能量的 90%；
- b) 循环充放电的能量效率极差不应大于 3%；
- c) 循环充放电过程中，充电结束时电池单体电压极差平均值不应大于 250mV；
- d) 循环充放电过程中，放电结束时电池单体电压极差平均值不应大于 350mV。

5.4.3.2 储存

电池模块在放电至50%能量状态及(45±2)℃条件下贮存30天时贮存性能应满足下列要求：

- a) 充电能量恢复率不应小于 95.0%；
- b) 放电能量恢复率不应小于 95.0%。

5.4.4 安全性能

5.4.4.1 过充电性能

电池模块初始化充电后以即以 P_{rc}/U_{nom} 恒流充电至任一电池单体电压达到电池单体充电截止电压的1.2倍或时间达到1小时。不应起火、不应爆炸。

5.4.4.2 过放电性能

电池模块初始化放电后以 P_{rd}/U_{nom} 恒流放电至任一电池单体电压达到0V或时间达到1.5小时，再次以额定功率循环3次后其放电能量应大于额定能量的98%。不应起火、不应爆炸。

5.4.4.3 过载性能

电池模块在4Pr_c、4Pr_d条件下充放电3次。不应起火、不应爆炸。

5.4.4.4 短路性能

电池模块初始化充电后以 (30 ± 3) mΩ外部线路短路30分钟，外部线路不应熔断，均不应起火、不应爆炸。

5.4.4.5 绝缘性能

电池模块正极与外部裸露可导电部分之间、电池模块负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻与标称电压的比值均不应小于1000Ω/V。

5.4.4.6 耐压性能

在电池模块正极与外部裸露可导电部分之间、电池模块负极与外部裸露可导电部分之间施加相应的电压，不应发生击穿或闪络现象，漏电流应小于10mA。

5.4.4.7 跌落性能

电池模块初始化充电后由2米高度处自由跌落到水泥地面。不应漏液、不应起火、不应爆炸。

5.4.4.8 挤压性能

电池模块初始化充电后在50kN的挤压力下保持10分钟。不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.4.4.9 振动性能

电池模块初始化充电后在X、Y、Z三个方向振动，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸，且振动后绝缘性能应满足5.4.4.5要求，耐压性能应满足5.4.4.6要求。

5.4.4.10 液冷管路耐压性能

电池模块液冷管路内压力达到 (600 ± 5) kPa后，1小时内管路中气压降不应大于50kPa，且液冷管路不应破裂。

5.4.4.11 高海拔绝缘性能

高海拔环境下，电池模块绝缘性能应满足5.4.4.5要求。

5.4.4.12 高海拔耐压性能

高海拔环境下，电池模块耐压性能应满足5.4.4.6要求。

5.4.4.13 交变湿热性能

电池模块初始化充电后经交变湿热循环，外壳不应破裂，不应漏液、不应起火、不应爆炸，绝缘性能应满足5.4.4.5要求，耐压性能应满足5.4.4.6要求。

5.4.4.14 热失控扩散性能

电池模块内任一电池单体温度升高后发生热失控，不应触发其他电池单体发生热失控、不应起火、不应爆炸、电池箱体不应发生变形。

5.5 电池簇性能要求

5.5.1 外观、尺寸

电池簇外观、尺寸应满足下列要求：

- a) 外观应无变形及破损，结构应完整，标志应正确、清晰；
- b) 尺寸相对偏差应满足企业提供的产品技术条件的要求。

5.5.2 初始充放电能量

电池簇在 (25 ± 5) °C及额定功率条件下初始充放电能量应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不应小于额定充电能量；
- b) 初始放电能量不应小于额定放电能量；
- c) 初始充放电能量效率不应小于95.0%；
- d) 充电结束时电池单体电压极差不应大于250mV；
- e) 放电结束时电池单体电压极差不应大于300mV；
- f) 充电结束时电池单体温度极差不应大于6°C；
- g) 放电结束时电池单体温度极差不应大于5°C；
- h) 充电结束时电池模块电压极差不应大于电池模块标称电压的5.0%；
- i) 放电结束时电池模块电压极差不应大于电池模块标称电压的5.0%。

5.5.3 安全性能

5.5.3.1 绝缘性能

电池簇正极与外部裸露可导电部分之间、电池簇负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻与标称电压的比值均不应小于 $1000\Omega/V$ 。

5.5.3.2 耐压性能

在电池簇正极与外部裸露可导电部分之间、电池簇负极与外部裸露可导电部分之间施加相应的电压，不应发生击穿或闪络现象，漏电流应小于10mA。

5.5.3.3 液冷管路耐压性能

电池簇液冷管路内压力达到 (600 ± 5) kPa后，1小时内管路中气压降不应大于50 kPa，且液冷管路不应破裂。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

除另有规定外，试验应在温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为15%~90%，大气压为86kPa~106kPa的环境中进行。本文件所提到的室温，是指 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 测量仪器、仪表精确度

测量仪器、仪表准确度应满足以下表1要求：

表 1 测量仪器主要技术指标要求

测量仪器	参数类型	参数范围	精度要求
量具	尺寸	<5mm	±0.02mm
		5~1000mm	±0.07mm
		>1000mm	±1mm
衡器	质量	<2.5kg	±0.25g
		2.5~10kg	±0.5g
		10~15kg	±0.75g
		15~100kg	±0.1kg
		100~200kg	±0.2kg
		>200kg	±0.5kg
温度计	环境温度	-20~40°C	±2°C
湿度计	环境湿度	0~100%	±5°C

测试用充放电测试设备准确度应满足以下表2要求：

表 2 充放电装置主要技术指标要求

试验设备	参数类型	参数范围	精度要求
充放电装置	电压	0~5V	满量程（F.S.）的±0.1%
		0~200V	±0.1%F.S.
		50~1600V	±0.1%F.S.
	电流	0~300A	±0.1%F.S.
	功率	0~1500W	±0.1%F.S.
		0~80kW	±0.1%F.S.
		0~450kW	±0.1%F.S.
	温度	-40~150°C	±1°C
	时间	/	±0.1s

6.2 试验准备

6.2.1 试验样品准备

试验样品准备应满足下列要求：

- 电池模块应由满足本文件型式检验要求的电池单体组成；
- 样品数量应满足检验规则要求；
- 应提供电池单体防爆阀或泄压点位置的书面说明文件；
- 除外观、尺寸和质量、挤压、跌落及绝热温升检验项目外，可选择使用实心钢或铝材质的夹具且夹具接触电池一侧应绝缘；

- e) 试验样品通过外部连接件与测试设备连接的,外部连接件应能承受试验过程中的最大电流且不应熔断;
- f) 电池模块进行倍率充放电性能和过载试验时,当试验样品配置的熔断器熔断电流低于试验过程中的最大电流时,应在试验前将熔断器排除在电流回路之外;
- g) 电池模块进行安全性能试验前,应将保护线路或装置排除在电流回路之外。

6.2.2 试验线路连接

6.2.2.1 电池单体

除另有规定外,电池单体试验线路连接应符合下列规定:

- a) 根据试验温度、湿度以及电池单体尺寸、电压、功率等参数选择试验设备;
- b) 电池单体正负极与试验设备通过输入输出线缆连接,形成电流回路;
- c) 电池单体正负极与试验设备通过电压数据采集线连接,形成电压数据采集回路;
- d) 电池单体温度采样点与试验设备通过温度数据采集线连接,形成温度数据采集回路,对不使用夹具的检验项目,电池单体的温度采样点为电池单体表面面积较大的平面中心位置,对使用夹具的检验项目,电池单体的温度采样点为电池单体侧面中心位置。

6.2.2.2 电池模块

除另有规定外,电池模块试验线路连接应符合下列规定:

- a) 根据试验温度、湿度以及电池模块尺寸、电压、功率等参数选择试验设备;
- b) 电池模块正负极与试验设备通过输入输出线缆连接,形成电流回路;
- c) 电池模块和电池单体的正负极与试验设备通过电压数据采集线连接,形成电压数据采集回路;
- d) 电池模块温度采样点与试验设备通过温度数据采集线连接,形成温度数据采集回路,电池模块温度采样点包括电池模块正极汇流排、负极汇流排的固定采样点和不少于 2 个有代表性的随机采样点;
- e) 采用液体冷却方式的电池模块,功率特性试验、倍率充放电性能试验和循环性能试验中液冷系统可工作,循环性能试验过程中样品端的进液温度与试验温度保持一致,高温适应性试验、低温适应性试验、贮存性能试验、液冷管路耐压性能试验前放空冷却液,其他试验项目试验前注满冷却液并断开液冷系统。

6.2.2.3 电池簇

除另有规定外,电池簇试验线路连接应符合下列规定:

- a) 根据试验温度、湿度以及电池簇尺寸、电压、功率等参数选择试验设备;
- b) 电池簇正负极与试验设备通过输入输出线缆连接,形成电流回路;
- c) 试验设备与电池簇的电池管理系统通过通讯线连接,形成控制保护回路;
- d) 电池簇、电池模块和电池单体的正负极与试验设备通过电压数据采集线连接,形成电压数据采集回路;
- e) 电池簇温度采样点与试验设备通过温度数据采集线连接,形成温度数据采集回路。

6.2.3 标准充电

6.2.3.1 电池单体标准充电

电池单体在额定功率条件下初始化充电按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.1 要求将试验样品放置于环境模拟装置内并与充放电装置连接;
- b) 设置环境模拟装置温度为 25°C;

- c) 在 (25 ± 2) °C 下静置 5 小时；
- d) 以 Prd 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- e) 以 Prc 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 初始化充电结束。

6.2.3.2 电池模块标准充电

电池模块在额定功率下初始化充电按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.2 要求将试验样品放置于环境模拟装置内并与充放电装置连接；
- b) 设置环境模拟装置温度为 25°C；
- c) 在 (25 ± 2) °C 下静置 5 小时；
- d) 以 Prd 恒功率放电至电池模块放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- e) 以 Prc 恒功率充电至电池模块充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 初始化充电结束。

6.2.3.3 电池簇标准充电

电池簇在额定功率下初始化充电按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.3 要求将试验样品与充放电装置连接；
- b) 以 Prd 恒功率放电至电池簇放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、电流、温度、电池模块电压极差、电池单体电压极差、电池单体温度极差、放电能量；
- c) 以 Prc 恒功率充电至电池簇充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、电流、温度、电池模块电压极差、电池单体电压极差、电池单体温度极差、充电能量；
- d) 初始化充电结束。

6.3 电池单体试验

6.3.1 外观检测

在良好的光线条件下，用目测法检查电池单体的外观。

6.3.2 极性检测

用电压表检测电池单体极性。

6.3.3 外形尺寸和质量检测

用量具和衡器测量电池单体的外形尺寸及质量。

6.3.4 基本性能

6.3.4.1 初始充放电能量试验

电池单体 25°C 初始充放电能量试验按照下列步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；

- b) 以 P_{rd} 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始放电能量；
- c) 以 P_{rc} 恒功率充电至企业技术条件规定的充电终止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始充电能量；
- d) 重复步骤 b) ~ c) 5 次，当连续 3 次试验结果的极差小于额定能量的 4%，可提前结束试验，取最后 3 次试验结果的平均值。

6.3.4.2 室温功率特性试验

电池单体功率特性试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.1 要求将试验样品放置于环境模拟装置内并与充放电装置连接；
- b) 设置环境模拟装置温度为 25°C ；
- c) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 5 小时；
- d) 以 $100\%P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟；
- e) 以 $100\%P_{rc}$ 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 以 $100\%P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- g) 以额定充放电功率的 5% 为步长，逐次递减充放电功率至 5% 额定充放电功率，重复步骤 c) ~ e)。

6.3.4.3 室温倍率充放电性能

电池单体倍率充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- c) 以 $2P_{rc}$ 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- d) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- e) 以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- f) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- g) 以 $2P_{rc}$ 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- h) 以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体放电截止条件，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.3.4.4 高温放电容量

电池单体按照如下步骤测试高温放电容量：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 在 $65^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 5 小时；
- c) 在相同温度下，以 P_{rd} 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压；
- d) 计量放电容量（以 Ah 计）。

6.3.4.5 低温放电容量

电池单体按照如下步骤测试低温放电容量：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 在 $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或 $-30^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 16 小时；
- c) 在相同温度下，以 Prd 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压（该电压值不低于室温放电终止电压的 80%）；
- d) 计量放电容量（以 Ah 计）。

6.3.4.6 能量荷电保持与能量恢复能力

电池单体按照如下步骤测试高温荷电能量保持与能量恢复能力：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 在 $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 下搁置 30 天；
- c) 室温下搁置 5 小时，以 Prd 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压；
- d) 计量荷电保持能量（以 Wh 计）；
- e) 电池单体再按 6.2.3.1 方法充电；
- f) 室温下，以 Prd 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压；
- g) 计量恢复能量（以 Wh 计）。

6.3.5 环境适应性

6.3.5.1 高温充放电性能

电池单体高温充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池单体按照 6.2.3.1 方法充电；
- b) 设置环境模拟装置温度为 45°C ，在 $(45\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 24 小时；
- c) 设置环境模拟装置温度为 25°C ，在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 12 小时；
- d) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 Prd 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟；
- e) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 Prc 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 Prd 恒功率放电至电池单体放电截止条件，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.3.5.2 低温充放电性能

电池单体低温充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池单体按照 6.2.3.1 方法充电；
- b) 设置环境模拟装置温度为 5°C ，在 $(5\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 24 小时；
- c) 设置环境模拟装置温度为 25°C ，在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 12 小时；
- d) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 Prd 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟；
- e) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 Prc 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 Prd 恒功率放电至电池单体放电截止条件，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.3.5.3 高海拔初始充放电性能

电池单体高海拔初始充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按 6.2.3.1 完成了初始化充电的电池单体放入低气压试验装置并与充放电装置连接；
- b) 将充放电装置的电压和温度数据采样线分别与电池单体正负极和电池单体的温度采样点连接；
- c) 调节箱中气压为 $11.6\text{kPa}\pm 0.4\text{kPa}$ （模拟海拔 15240 米），温度为室温，保持 6 小时；
- d) 以 Prd 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始放电能量；
- e) 以 Prc 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始充电能量；
- f) 恢复至正常大气压，断开试验样品和充放电装置的连接，拆除数据采样线，取出试验样品。

6.3.6 耐久性

6.3.6.1 循环寿命

电池单体按照如下步骤测试循环寿命：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 以 Prd 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压，搁置 30 分钟；
- c) 计量放电能量（以 Wh 计）；
- d) 以 Prc 恒功率充电至企业技术条件中规定的充电终止电压，搁置 30 分钟；
- e) 计量充电能量（以 Wh 计）；
- f) 按照 b)~e) 重复进行充放电循环 1000 次，当连续两次循环的放电容量低于基准容量的 70% 时，则认为寿命终止，停止试验并记录循环次数。

注：循环开始时，前五次循环中，当连续三次测试容量极差小于这三次测试平均容量的 3% 时，这三次测试容量的平均值即为基准容量。

6.3.6.2 储存

电池单体按照如下步骤测试储存：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 以 Prd 恒功率放电至额定容量的 30%~50% 时截止；
- c) 设置环境模拟装置温度为 45°C ，在 $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下储存 30 天；
- d) 设置环境模拟装置温度为 25°C ，在 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下静置 5 小时；
- e) 以 Prd 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压，记录放电能量；
- f) 以 Prc 恒功率充电至企业技术条件中规定的充电终止电压，记录充电能量。
- g) 以 Prd 恒功率放电至企业技术条件规定的放电终止电压。

6.3.7 安全性能

6.3.7.1 过充电性能

电池单体过充电性能试验按照如下步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 以 Prc/Unom 电流恒流充电至电压达到企业技术条件规定的充电终止电压的 1.5 倍或者继续充电时间达 1 小时后停止充电；
- c) 观察 1 小时，记录试验现象。

6.3.7.2 过放电性能

电池单体过放电性能试验按照如下步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 以 $Prd/Unom$ 电流恒流放电至电压达到 0V 或以 $Prd/Unom$ 电流恒流放电 90 分钟后停止放电；
- c) 观察 1 小时，记录试验现象；
- d) 以 Prc 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- e) 以 Prd 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.3.7.3 过载性能

电池单体过载性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 以 Prd 恒功率放电至电池单体的放电截止电压；
- c) 以 $4Prc$ 恒功率充电至电池单体的充电截止电压；
- d) 以 $4Prd$ 恒功率放电至电池单体的放电截止电压；
- e) 观察 1 小时，记录功率、时间、电压、温度；
- f) 记录试验现象，包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸、外壳破裂及破裂位置。

6.3.7.4 短路性能

电池单体短路试验按照如下步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 两支电池单体的正负极端分别用 $5m\Omega$ 、 $30m\Omega$ 的铜线连接 10 分钟；
- c) 观察 1 小时，记录试验现象。

6.3.7.5 挤压性能

电池单体挤压试验按照如下步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 按下列条件进行试验：
 - 1) 挤压方向：垂直于电池单体极板方向施压，或与电池单体在整车布局上最容易受到挤压的方向相同；
 - 2) 挤压板形式见图 1：半径 75 毫米的半圆柱体，半圆柱体的长度（L）大于被挤压电池单体的尺寸；
 - 3) 挤压速度：不大于 2 毫米/秒；
 - 4) 挤压程度：挤压力达到 $50\pm 1kN$ 后停止挤压，保持 10 分钟；
- c) 观察 1h，记录试验现象。

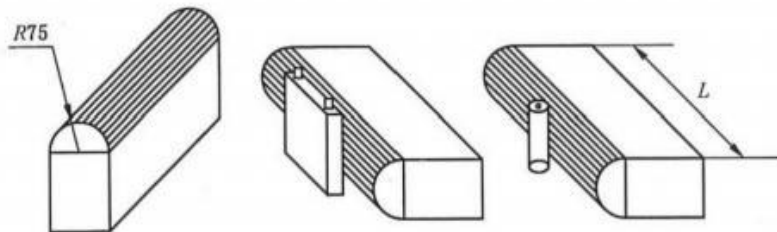


图 1 电池单体挤压板和挤压示意图

6.3.7.6 跌落性能

电池单体跌落试验按照如下步骤进行：

- a) 电池单体按 6.2.3.1 方法充电；
- b) 将电池单体从 1.5 米高度处自由跌落到水泥地面上。圆柱形电池两个端面各跌落 1 次，圆柱面跌落 2 次，共计进行 4 次跌落试验。方形电池每个面各跌落 1 次，共计进行 6 次跌落试验。
- c) 观察 1 小时，记录试验现象。

6.3.7.7 热滥用

电池单体热滥用按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.1 完成了初始化充电的试验样品置于绝热模拟装置内，连接温度数据采样线；
- b) 设置模拟装置试验起始温度为室温、试验温升步长为 5°C、试验终止温度为 130°C 后并保持 30 分钟；
- c) 停止加热，待试验样品表面温度恢复至室温，拆除数据采样线，取出试验样品；
- d) 记录试验现象，包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸、外壳破裂及破裂位置。

6.3.7.8 热失控性能

电池单体热失控性能试验按照下列步骤进行：

- a) 根据电池形状选择使用加热片或绝缘加热丝等加热装置，加热装置加热功率应符合表 3 的规定；
- b) 加热装置与电池应直接接触，加热装置的尺寸规格应接近电池单体被加热面尺寸，不应大于电池单体的被加热面；
- c) 监测点温度传感器布置在远离热传导的一侧，即按照图安装在加热装置的对侧，温度传感器尖端的直径应小于 1 毫米；
- d) 电池单体初始化充电；
- e) 用 0.5C 倍率恒流充电，同时启动加热装置并以其最大功率对测试对象持续加热；
- f) 当发生热失控或监测点温度达到 300°C 或加热时间达到 4 小时，停止充电并关闭加热装置；
- g) 观察 1 小时；
- h) 记录电池单体热失控温度，并记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

热失控判定条件：

- a) 测试对象电压 $\leq 1.0V$ ；
- b) 温度监测采样频率 1 秒，监测点连续三次温升速率 $\geq 5^{\circ}C/秒$ ；
- c) 当 (a)、(b) 发生时，判定电池单体发生热失控；
- d) 试验过程中及试验结束 1 小时内，如果发生起火、爆炸现象，试验应终止并判定为发生热失控。

加热功率选择：

表 3 加热装置功率选择

测试对象能量 E (单位: Wh)	加热装置最大功率 (单位: W)
$E < 50$	≥ 10
$50 \leq E < 100$	≥ 150
$100 \leq E < 400$	≥ 300
$E \geq 400$	≥ 800

6.4 电池模块试验

6.4.1 基本要求

测试用电池模块样品应满足如下条件：

- a) 总电压不低于电池单体电压的 5 倍；
- b) 额定容量不低于 20Ah，或者与系统用模块（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；
- c) 按标称电压计算，电池模块正极与外部裸露可导电部分之间、电池模块负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻均不应小于 1000Ω/V；
- d) 在电池模块正极与外部裸露可导电部分之间、电池模块负极与外部裸露可导电部分之间施加电池模块标称电压的 20 倍的电压，不应发生击穿或闪络现象。

6.4.2 外观检测

在良好的光线条件下，用目测法检查电池模块的外观。

6.4.3 极性检测

用电压表检测电池模块极性。

6.4.4 外形尺寸和质量检测

用量具和衡器测量电池模块的外形尺寸及质量。

6.4.5 基本性能

6.4.5.1 初始充放电能量试验

电池模块25℃初始充放电能量试验按照下列步骤进行：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 以 Prd 恒功率放电至任一电池单体的电压达到放电终止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始放电能量；
- c) 以 Prc 恒功率充电至任一电池单体的电压达到充电终止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始充电能量；
- d) 重复步骤 b) ~c) 5 次，当连续 3 次试验结果的极差小于额定能量的 5%，可提前结束试验，取最后 3 次试验结果的平均值。

6.4.5.2 室温功率特性试验

电池模块功率特性试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.2 要求将试验样品放置于环境模拟装置内并与充放电装置连接；
- b) 设置环境模拟装置温度为 25℃；
- c) 在 (25±2)℃下静置 5 小时；
- d) 以 100%Prd 恒功率放电至电池模块中任一电池单体的电压达到放电截止条件，静置 10 分钟；
- e) 以 100%Prc 恒功率充电至电池模块中任一电池单体的电压达到充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；

- f) 以 100%Prd 恒功率放电至电池模块中任一电池单体的电压达到放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- g) 以额定充放电功率的 5%为步长，逐次递减充放电功率至 5%额定充放电功率，重复步骤 c)~e)。

6.4.5.3 室温倍率充放电性能

电池模块倍率充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 以 Prd 恒功率放电至电池模块中任一电池单体的电压达到放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- c) 以 2Prc 恒功率充电至电池模块中任一电池单体的电压达到充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- d) 以 Prc 恒功率充电至电池模块中任一电池单体的电压达到充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- e) 以 2Prd 恒功率放电至电池模块中任一电池单体的电压达到放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- f) 以 Prd 恒功率放电至电池模块中任一电池单体的电压达到放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- g) 以 2Prc 恒功率充电至电池模块中任一电池单体的电压达到充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- h) 以 2Prd 恒功率放电至电池模块中任一电池单体的电压达到放电截止条件，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.4.5.4 高温放电容量

电池模块按照如下步骤测试高温放电容量：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 在 $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 5 小时；
- c) 在相同温度下，以 Prd 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压；
- d) 计量放电容量（以 Ah 计）。

6.4.5.5 低温放电容量

电池模块按照如下步骤测试低温放电容量：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 在 $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下搁置 16 小时；
- c) 在相同温度下，以 Prd 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压（该电压值不低于室温放电终止电压的 80%）；
- d) 计量放电容量（以 Ah 计）。

6.4.5.6 能量荷电保持与能量恢复能力

电池模块按照如下步骤测试高温荷电能量保持与能量恢复能力：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 在 $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 下搁置 30 天；
- c) 室温下搁置 5 小时，以 Prd 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压；
- d) 计量荷电保持能量（以 Wh 计）；

- e) 电池单体再按 6.2.3.2 方法充电；
- f) 室温下，以 P_{rd} 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压；
- g) 计量恢复能量（以 Wh 计）。

6.4.6 环境适应性

6.4.6.1 高温充放电性能

电池模块高温充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池模块按照 6.2.3.2 方法充电；
- b) 设置环境模拟装置温度为 55°C ，在 $(55\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 24 小时；
- c) 设置环境模拟装置温度为 25°C ，在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 12 小时；
- d) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 P_{rd} 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压，静置 10 分钟；
- e) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 P_{rc} 恒功率充电至任一电池单体的电压达到充电截止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 P_{rd} 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.4.6.2 低温充放电性能

电池模块低温充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池模块按照 6.2.3.2 方法充电；
- b) 设置环境模拟装置温度为 0°C ，在 $(0\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 24 小时；
- c) 设置环境模拟装置温度为 25°C ，在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下静置 12 小时；
- d) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 P_{rd} 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压，静置 10 分钟；
- e) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 P_{rc} 恒功率充电至任一电池单体的电压达到充电截止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下，以 P_{rd} 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.4.6.3 高海拔初始充放电性能

电池模块高海拔初始充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按 6.2.3.2 完成了初始化充电的电池模块放入低气压试验装置并与充放电装置连接；
- b) 将充放电装置的电压和温度数据采样线分别与电池模块正负极和电池模块的温度采样点连接；
- c) 调节箱中气压为 $11.6\text{kPa}\pm 0.4\text{kPa}$ （模拟海拔 15240 米），温度为室温，保持 6 小时；
- d) 以 P_{rd} 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始放电能量；
- e) 以 P_{rc} 恒功率充电至任一电池单体的电压达到充电截止电压，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、初始充电能量；
- f) 恢复至正常大气压，断开试验样品和充放电装置的连接，拆除数据采样线，取出试验样品。

6.4.7 耐久性

6.4.7.1 循环寿命

电池模块按照如下步骤测试循环寿命：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 设置环境模拟装置温度为 45°C，在 (45±2) °C 下静置 5 小时；
- c) 以 Prd 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压，搁置 30 分钟；
- d) 计量放电能量（以 Wh 计）；
- e) 以 Prc 恒功率充电至任一电池单体的电压达到充电截止电压，搁置 30 分钟；
- f) 计量充电能量（以 Wh 计）；
- g) 按照 c) ~f) 重复进行充放电循环 1000 次，当连续两次循环的放电容量低于基准容量的 70% 时，则认为寿命终止，停止试验并记录循环次数。

注：循环开始时，前五次循环中，当连续三次测试容量极差小于这三次测试平均容量的3%时，这三次测试容量的平均值即为基准容量。

6.4.7.2 储存

电池模块按照如下步骤测试储存：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 以 Prd 恒功率放电 30 分钟；
- c) 设置环境模拟装置温度为 45°C，在 45°C±2°C 条件下储存 30 天；
- d) 设置环境模拟装置温度为 25°C，在 25°C±2°C 条件下静置 5 小时；
- e) 以 Prd 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压，记录放电能量；
- f) 以 Prc 恒功率充电至任一电池单体的电压达到充电截止电压，记录充电能量；
- g) 以 Prd 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压。

6.4.8 安全性能

6.4.8.1 过充电性能

电池模块过充电试验按照如下步骤进行：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 以 Prc/Unom 电流恒流充电至任一电池单体电压达到充电截止电压的 1.2 倍或充电时间达到 1 小时后停止充电；
- c) 观察 1 小时，记录试验现象。

6.4.8.2 过放电性能

电池模块过放电性能试验按照如下步骤进行：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 以 Prd/Unom 电流恒流放电至任一电池单体电压达到放电终止电压；
- c) 以 Prd/Unom 电流恒流放电至电池模块任一单体电压达到 0V 或以 Prd/Unom 电流恒流放电 90 分钟后停止放电；
- d) 观察 1 小时，记录试验现象；
- e) 以 Prc 恒功率充电至电池模块充电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 以 Prd 恒功率放电至电池模块放电截止条件，静置 10 分钟，记录功率、时间、电压、温度、放电能量。

6.4.8.3 过载性能

电池模块过载性能试验按照下列步骤进行：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；

- b) 以 Prd 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压；
- c) 以 $4Prd$ 恒功率充电至任一电池单体的电压达到充电截止电压；
- d) 以 $4Prd$ 恒功率放电至任一电池单体电压达到放电终止电压；
- e) 观察 1 小时，记录功率、时间、电压、温度；
- f) 记录试验现象。

6.4.8.4 短路性能

电池模块短路试验按照如下步骤进行：

- a) 电池模块按 6.2.3.2 方法充电；
- b) 用外部电阻 $30m\Omega$ 的铜线连接电池正负极端 30 分钟；
- c) 观察 1 小时，记录试验现象。

6.4.8.5 绝缘性能

电池模块绝缘性能试验按照如下步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.2 完成了初始化充电的电池模块的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接，关闭电池模块的绝缘电阻监测功能；
- b) 按表 4 施加试验电压，持续 1 分钟，记录正极与外部裸露可导电部分绝缘电阻、试验电压，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- c) 将电池模块的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- d) 按表 4 施加试验电压，持续 1 分钟，记录负极与外部裸露可导电部分绝缘电阻、试验电压，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接，取出试验样品；
- e) 分别计算正负极与外部裸露可导电部分绝缘电阻和电池模块标称电压的比值。

表 4 绝缘电阻性能试验电压

试验样品充电截止电压 (U) /V	试验电压/V
$U < 500$	500
$500 \leq U < 1000$	1000
$U \geq 1000$	2500

6.4.8.6 耐压性能

电池模块耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.2 完成了初始化充电的电池模块的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- b) 按表 5 施加直流试验电压，以 $\leq 50\%$ 试验电压开始，10 秒之内增加至试验电压并保持 60 秒，记录试验电压、漏电流，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- c) 将电池模块的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- d) 按表 5 施加直流试验电压，以 $\leq 50\%$ 试验电压开始，10 秒之内增加至试验电压并保持 60 秒，记录试验电压、漏电流，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- e) 将电池模块的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；

- f) 按表 5 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压，保持 60 秒，记录试验电压，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- g) 将电池模块的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- h) 按表 5 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压，保持 60 秒，记录试验电压，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接。

表 5 耐压性能试验电压

试验样品充电截止电压 (U) /V	直流试验电压/V	交流试验电压/V
$U \leq 60$	1530	1080
$60 < U \leq 300$	2010	1420
$300 < U \leq 690$	2800	1970
$690 < U \leq 800$	3000	2120
$800 < U \leq 1000$	3390	2400
$1000 < U \leq 1500$	4380	3100
$U > 1500$	5370	3800

6.4.8.7 跌落性能

电池模块跌落试验按照如下步骤进行：

- 电池模块按 6.2.3.2 规定的方法充电；
- 正负端子向下从 2 米高度处自由跌落到水泥地面上；
- 观察 1 小时，记录试验现象。

6.4.8.8 挤压性能

电池模块挤压试验按照如下步骤进行：

- 电池模块按 6.2.3.2 规定的方法充电；
- 按下列条件进行试验
 - 挤压方向：与电池模块最容易受到挤压的方向相同。如果最容易受到挤压的方向不可获得，则垂直于电池单体排列方向施压（参考图 2）；
 - 挤压板形式：半径 75 毫米的半圆柱体，半圆柱体的长度（L）大于被挤压电池单体的尺寸，但不超过 1 米
 - 挤压速度：（5±1）毫米/秒；
 - 挤压程度：挤压力达到 50kN 时，停止挤压；
 - 保持 10 分钟；
- 观察 1 小时。

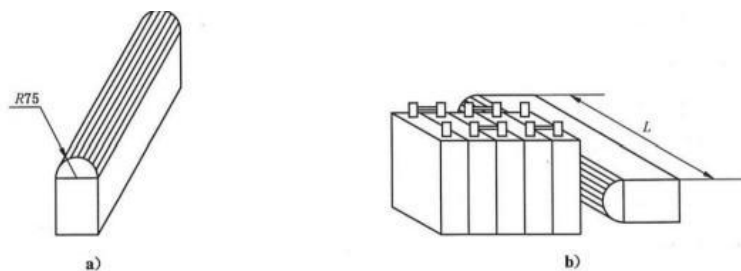


图 2 模块挤压板和挤压示意图

6.4.8.9 振动性能

电池模块振动性能试验按照如下步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.2 完成了初始化充电的电池模块置于振动试验装置上并固定；
- b) 按表 6 设置随机振动波谱参数，在 X、Y、Z 轴三个方向分别进行随机振动，观察 1 小时，记录试验现象，包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸；
- c) 取出试验样品，按照 6.4.8.5 和 6.4.8.6 依次进行绝缘性能试验和耐压性能试验。

表 6 随机振动波谱参数

	频率 Hz	加速度功率谱密度 g^2/Hz
加速度功率谱密度	5	0.0031
	6	0.00072
	12	0.00072
	16	0.0036
	25	0.0036
	30	0.00072
	40	0.0036
	80	0.0036
	100	0.00036
	200	0.000018
加速度均方根	0.51	
振动时间	180min	

6.4.8.10 液冷管路耐压性能

电池模块液冷管路耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.2 完成了初始化放电的电池模块液冷管路与气体增压试验装置连接；
- b) 向液冷管路增压至压强达到最大工作压强的 1.2 倍，稳压 2 分钟后停止充气，记录气压值，静置 1 分钟，再次记录气压值，按照两次记录值计算气压降，记录试验现象，包括管路破裂；
- c) 恢复至正常大气压，断开与气体增压试验装置的连接。

6.4.8.11 高海拔绝缘性能

电池模块高海拔绝缘性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.2 完成了初始化充电的电池模块置于低气压试验装置内；
- b) 将电池模块的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接，关闭电池模块的绝缘电阻监测功能；
- c) 调节箱中气压为 $11.6kPa \pm 0.4kPa$ （模拟海拔 15240 米），温度为 $(25 \pm 2)^\circ C$ ，保持 6 小时；
- d) 按表 4 施加试验电压，持续 1 分钟，记录正极与外部裸露可导电部分绝缘电阻、试验电压，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- e) 将电池模块的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- f) 按表 4 施加试验电压，持续 1 分钟，记录负极与外部裸露可导电部分绝缘电阻、试验电压，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接，恢复至正常大气压，取出试验样品；
- g) 分别计算正负极与外部裸露可导电部分绝缘电阻和电池模块标称电压的比值。

6.4.8.12 高海拔耐压性能

电池模块高海拔耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.2 完成了初始化充电的电池模块置于低气压试验装置内；
- b) 将电池模块的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- c) 调节箱中气压为 $11.6\text{kPa}\pm 0.4\text{kPa}$ （模拟海拔 15240 米），温度为 $(25\pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$ ，保持 6 小时；
- d) 按表 5 施加直流试验电压，以 $\leq 50\%$ 试验电压开始，10 秒之内增加至试验电压并保持 60 秒，记录试验电压、漏电流，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- e) 将电池模块的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- f) 按表 5 施加直流试验电压，以 $\leq 50\%$ 试验电压开始，10 秒之内增加至试验电压并保持 60 秒，记录试验电压、漏电流，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- g) 将电池模块的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- h) 按表 5 施加频率为 $45\text{ Hz}\sim 62\text{ Hz}$ 的正弦交流试验电压，保持 60 秒，记录试验电压，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- i) 将电池模块的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- j) 按表 5 施加频率为 $45\text{ Hz}\sim 62\text{ Hz}$ 的正弦交流试验电压，保持 60 秒，记录试验电压，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池模块的连接；
- k) 恢复至正常大气压，取出试验样品。

6.4.8.13 交变湿热性能

电池模块交变湿热性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.2 完成了初始化充电的电池模块置于环境模拟装置内；
- b) 设置试验温度为 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 95% 、升温速率为 $12.5\text{ }^\circ\text{C}/\text{小时}$ ，温度达到 $(70\pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度达到 $(95\pm 3)\%$ 时保持当前温湿度，静置 6 小时；
- c) 设置试验温度为 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 95% 、降温速率为 $12.5\text{ }^\circ\text{C}/\text{小时}$ ，温度达到 $(25\pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度达到 $(95\pm 3)\%$ 时保持当前温湿度，静置 6 小时；
- d) 重复步骤 b)~c) 至交变循环次数达到 6 次；
- e) 设置试验温度为 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 70% ，温度达到 $(25\pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度达到 $(70\pm 3)\%$ 时保持当前温湿度；
- f) 观察 1 小时；
- g) 记录试验现象，包括外壳破裂、膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸；
- h) 取出试验样品，30 分钟内按照 6.4.8.5 和 6.4.8.6 依次进行绝缘性能试验和耐压性能试验。

6.4.8.14 热失控扩散性能

6.4.8.14.1 热失控触发方式及测试对象选择：

- a) 以过充和加热两种方式作为热失控触发方式；
- b) 选择电池模块内最靠近中心位置的最小电池管理单元或被其它最小电池管理单元包围且很难产生热辐射的最小电池管理单元作为热失控触发对象；
- c) 选择与触发对象相邻的最小电池管理单元中距离触发对象最近的电池单体作为热失控监测对象；

6.4.8.14.2 电压及温度监测点布置：

- a) 监测电压时，不应改动原始的电路；监测温度的温度传感器尖端的直径应小于 1 毫米；

- b) 过充触发时,触发对象温度传感器应布置在触发对象表面与正负极柱等距且离正负极柱最近的位置,如触发对象为多个电池并联则温度传感器布置在离中心位置单体的正负极柱最近的位置;监测对象温度传感器应布置在远离热传导的一侧,如果难以直接安装温度传感器,应布置在能探测到监测对象连续温升的位置;
- c) 加热触发时,触发对象与监测对象温度传感器布置在远离热传导的一侧,即在加热装置的对侧,如果难以直接安装温度传感器,应布置在能探测到监测对象连续温升的位置;
- d) 电池模块按照 6.2.3.2 进行初始化充电;
- e) 根据触发对象形状选择使用加热片或绝缘加热丝等加热装置,加热装置功率选择与单体热失控测试一致;
- f) 若触发对象为电池单体,对于尺寸与电池单体相同的块状加热装置,可用该加热装置代替其中一个电池单体;对于尺寸比电池单体小的块状或薄片加热装置,则将其安装在模块中,并与触发对象(电池单体)的表面直接接触;加热装置尺寸不应大于触发对象的被加热面,加热装置的位置应按照温度传感器的位置相对应;若块状加热装置或薄片加热装置安装后,两侧均与电池单体直接接触,则应将与加热装置直接接触的电池单体均视为触发对象,与触发对象相邻且远离加热片的 2 个电池单体均被视为监测对象;若触发对象为电池单体并联组成的最小电池管理单元,加热装置应布置在触发对象的每个单体之间,具体的加热装置的安装方式与单体作为触发对象要求一致;
- g) 启动加热装置,发生热失控或监测点温度达到 300°C 时,停止触发;
- h) 如果未发生热失控,继续观察 1 小时;

6.4.8.14.3 按照下列条件判定是否发生热失控:

- a) 测试对象电压 $\leq 1.0V$;
- b) 温度监测采样频率 1 秒,监测点连续三次温升速率 $\geq 5^{\circ}C/秒$;
- c) 当 a)+b)发生时,判定发生热失控;
- d) 当与触发对象相邻的最小电池管理单元中电池单体发生热失控时,判定为电池模块发生热失控扩散;热失控触发过程中及触发结束 24 小时内,如果发生起火、爆炸现象,试验应终止并判定为电池模块发生热失控扩散。

6.5 电池簇试验

6.5.1 外观、尺寸

6.5.1.1 在良好的光线条件下,用目测法检查电池簇的外观。

6.5.1.2 用量具测量电池簇的外形尺寸。外形尺寸为电池簇的最大投影尺寸(生产单位应提供外形尺寸图,并对测量位置进行标注)。

6.5.2 电性能

在 $(25\pm 5)^{\circ}C$ 下,电池簇初始充放电能量试验按照下列步骤进行:

- a) 按照要求将电池簇与充放电设备连接;
- b) 电池簇按照 6.2.3.3 完成初始化充电;
- c) 电池簇以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体、任一模块或簇的放电截止电压。
- d) 电池簇以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体、任一模块或簇的充电截止电压,记录初始充电能量、充电时间、电池单体的电压极差、电池模块的电压极差、电池单体的温度极差、初始充电容量;

- e) 静置 1 小时；
- f) 电池簇以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体、任一模块或簇的放电截止电压，记录初始放电能量、放电时间、电池单体的电压极差、电池模块的电压极差、电池单体的温度极差、初始放电容量；
- g) 静置 1 小时；
- h) 重复步骤 d)~g)2 次；

6.5.3 安全性能

6.5.3.1 绝缘性能

电池簇绝缘性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.3 完成了初始化充电的电池簇的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接，关闭电池簇的绝缘电阻监测功能；
- b) 按表 4 施加试验电压，持续 1 分钟，记录正极与外部裸露可导电部分绝缘电阻、试验电压，断开绝缘耐压试验装置与电池簇的连接；
- c) 将电池簇的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- d) 按表 4 施加试验电压，持续 1 分钟，记录负极与外部裸露可导电部分绝缘电阻、试验电压，断开绝缘耐压试验装置与电池簇的连接，取出试验样品；
- e) 分别计算正负极与外部裸露可导电部分绝缘电阻和电池簇标称电压的比值。

6.5.3.2 耐压性能

电池簇耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.3 完成了初始化充电的电池簇的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- b) 按表 5 施加直流试验电压，以 $\leq 50\%$ 试验电压开始，10 秒之内增加至试验电压并保持 60 秒，记录试验电压、漏电流，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池簇的连接；
- c) 将电池簇的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- d) 按表 5 施加直流试验电压，以 $\leq 50\%$ 试验电压开始，10 秒之内增加至试验电压并保持 60 秒，记录试验电压、漏电流，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池簇的连接；
- e) 将电池簇的正极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- f) 按表 5 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压，保持 60 秒，记录试验电压，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池簇的连接；
- g) 将电池簇的负极、外部裸露可导电部分与绝缘耐压试验装置连接；
- h) 按表 5 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压，保持 60 秒，记录试验电压，记录试验现象，包括击穿、闪络，断开绝缘耐压试验装置与电池簇的连接。

6.5.3.3 液冷管路耐压性能

电池簇液冷管路耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.3.3 完成了初始化放电的电池簇液冷管路与气体增压试验装置连接；
- b) 向液冷管路增压至压强达到最大工作压强的 1.2 倍，稳压 2 分钟后停止充气，记录气压值，静置 1 分钟再次记录气压值，按照两次记录值计算气压降，记录试验现象，包括管路破裂；
- c) 恢复至正常大气压，断开与气体增压试验装置的连接。

7 检验规则

7.1 检验分类和检验项目

检验分为出厂检验和型式检验，检验分类和检验项目应符合表7的规定。

表 7 检验分类和检验项目

试验样品	序号	试验项目	出厂检验	型式试验
电池单体	1	外观	√	√
	2	极性	√	√
	3	外形尺寸及质量	√	√
	4	初始充放电能量	√	√
	5	室温功率特性		√
	6	室温倍率充放电性能		√
	7	高温放电容量		√
	8	低温放电容量		√
	9	能量荷电保持与能量恢复能力		√
	10	高温充放电性能		√
	11	低温充放电性能		√
	12	高海拔初始充放电性能		√
	13	循环寿命		√
	14	储存		√
	15	过充电		√
	16	过放电		√
	17	过载		√
	18	短路		√
	19	挤压		√
	20	跌落		√
	21	热滥用		√
	22	热失控		√
电池模块	1	外观	√	√
	2	极性	√	√
	3	外形尺寸及质量	√	√
	4	初始充放电能量	√	√
	5	室温功率特性		√
	6	室温倍率充放电性能		√
	7	高温放电容量		√
	8	低温放电容量		√

	9	能量荷电保持与能量恢复能力		√	
	10	高温充放电性能		√	
	11	低温充放电性能		√	
	12	高海拔初始充放电性能		√	
	13	循环寿命		√	
	14	储存		√	
	15	过充电		√	
	16	过放电		√	
	17	过载		√	
	18	短路		√	
	19	绝缘性能		√	
	20	耐压性能		√	
	21	跌落		√	
	22	挤压		√	
	23	振动		√	
	24	液冷管路耐压性能		√	
	25	高海拔绝缘性能		√	
	26	高海拔耐压性能		√	
	27	交变湿热性能		√	
	28	热失控扩散性能		√	
	电池簇	1	外观、尺寸		√
		2	电性能		√
		3	绝缘性能		√
		4	耐压性能		√
		5	液冷管路耐压性能		√

7.2 出厂检验

每批次产品出厂前应进行出厂检验，出厂检验要求和样品数量应符合表8的规定。

表 8 出厂检验要求和样品数量

试验样品	序号	试验项目	要求 (章条号)	试验方法 (章条号)	样品抽样比例
电池单体	1	外观	5.2.1.1	6.3.1	100%
	2	极性	5.2.2.1	6.3.2	100%
	3	外形尺寸及质量	5.2.3.1	6.3.3	100%

	4	初始充放电能量	5.3.1.1	6.3.4.1	100%
电池模块	1	外观	5.2.1.2	6.4.2	100%
	2	极性	5.2.2.2	6.4.3	100%
	3	外形尺寸及质量	5.2.3.2	6.4.4	GB/T 2828.1 规定抽检
	4	初始充放电能量	5.4.1.1	6.4.5.1	GB/T 2828.1 规定抽检

7.3 型式检验

7.3.1 需要进行型式检验的情况

有下列情况之一应进行型式试验：

- a) 新产品投产；
- b) 厂址变更；
- c) 停产超过一年后复产；
- d) 结构、工艺或材料有重大改变；
- e) 合同约定。

7.3.2 型式检验要求和样品数量

型式试验要求和样品数量应符合表9的规定。

表9 型式检验要求和样品数量

试验样品	序号	试验项目	技术要求 (章条号)	试验方法(章 条号)	样品数量及编号
电池 单体	1	外观	5.2.1.1	6.3.1	样品数量：33个 1#~33#
	2	极性	5.2.2.1	6.3.2	
	3	外形尺寸及质量	5.2.3.1	6.3.3	
	4	初始充放电能量	5.3.1.1	6.3.4.1	
	5	室温功率特性	5.3.1.2	6.3.4.2	1#、2#、3#
	6	室温倍率充放电性能	5.3.1.3	6.3.4.3	4#、5#、6#
	7	高温放电容量	5.3.1.4	6.3.4.4	7#、8#、9#
	8	低温放电容量	5.3.1.5	6.3.4.5	10#、11#、12#
	9	能量荷电保持与能量恢复能力	5.3.1.6	6.3.4.6	13#、14#、15#
	10	高温充放电性能	5.3.2.1	6.3.5.1	7#、8#、9#

	11	低温充放电性能	5.3.2.2	6.3.5.2	10#、11#、12#
	12	高海拔初始充放电性能 ^a	5.3.2.3	6.3.5.3	31#、32#、33#
	13	循环寿命	5.3.3.1	6.3.6.1	16#、17#、18#
	14	储存	5.3.3.2	6.3.6.2	19#、20#、21#
	15	过充电	5.3.4.1	6.3.7.1	1#、2#、3#
	16	过放电	5.3.4.2	6.3.7.2	4#、5#、6#
	17	过载	5.3.4.3	6.3.7.3	7#、8#、9#
	18	短路	5.3.4.4	6.3.7.4	10#、11#、12#
	19	挤压	5.3.4.5	6.3.7.5	22#、23#、24#
	20	跌落	5.3.4.6	6.3.7.6	25#、26#、27#
	21	热滥用	5.3.4.7	6.3.7.7	28#、29#、30#
	22	热失控	5.3.4.8	6.3.7.8	31#、32#、33#
电池 模块	1	外观	5.2.1.2	6.4.2	样品数量：11个 1#~11#
	2	极性	5.2.2.2	6.4.3	
	3	外形尺寸及质量	5.2.3.2	6.4.4	
	4	初始充放电能量	5.4.1.1	6.4.5.1	
	5	室温功率特性	5.4.1.2	6.4.5.2	1#
	6	室温倍率充放电性能	5.4.1.3	6.4.5.3	2#
	7	高温放电容量	5.4.1.4	6.4.5.4	3#
	8	低温放电容量	5.4.1.5	6.4.5.5	4#
	9	能量荷电保持与能量恢复能力	5.4.1.6	6.4.5.6	5#
	10	高温充放电性能	5.4.2.1	6.4.6.1	3#
	11	低温充放电性能	5.4.2.2	6.4.6.2	4#
	12	高海拔初始充放电性能 ^a	5.4.2.3	6.4.6.3	6#
	13	循环寿命	5.4.3.1	6.4.7.1	7#
	14	储存	5.4.3.2	6.4.7.2	8#
	15	过充电	5.4.4.1	6.4.8.1	1#
	16	过放电	5.4.4.2	6.4.8.2	2#
	17	过载	5.4.4.3	6.4.8.3	3#
	18	短路	5.4.4.4	6.4.8.4	4#、5#
	19	绝缘性能	5.4.4.5	6.4.8.5	6#
	20	耐压性能	5.4.4.6	6.4.8.6	
	21	跌落	5.4.4.7	6.4.8.7	
	22	挤压	5.4.4.8	6.4.8.8	8#
	23	振动	5.4.4.9	6.4.8.9	9#
	24	液冷管路耐压性能 ^b	5.4.4.10	6.4.8.10	
	25	高海拔绝缘性能 ^a	5.4.4.11	6.4.8.11	6#

	26	高海拔耐压性能 ^a	5.4.4.12	6.4.8.12	
	27	交变湿热性能	5.4.4.13	6.4.8.13	10#
	28	热失控扩散性能	5.4.4.14	6.4.8.14	11#
电池簇	1	外观、尺寸	5.5.1	6.5.1	样品数量：1个 样品编号：1#
	2	初始充放电性能	5.5.2.1	6.5.2	
	3	绝缘性能	5.5.3.1	6.5.3.1	
	4	耐压性能	5.5.3.2	6.5.3.2	
	5	液冷管路耐压性能 ^b	5.5.3.3	6.5.3.3	
^a 仅适用于高海拔条件应用的电池。 ^b 仅适用于采用液体冷却方式的电池。					

7.3.3 判定规则

型式试验中，所有试验样品进行的项目全部满足要求，则判定为型式试验合格；若有1个试验样品或1项试验项目不满足要求，则判定为型式试验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

在产品应有下列标志：

- a) 制造厂名或商标；
- 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；
- e) 制造日期或批号；
- f) 环保标志（回收标志）（电池模块）；
- g) 必要的安全警示说明（电池模块）；
- h) 最大工作电流（电池模块）。

8.1.2 产品外包装标志

产品外包装应有以下标志：

- a) 制造厂名与厂址；
- b) 产品名称；
- c) 型号规格；
- d) 标准编号、名称（也可标在产品或说明书上）；
- e) 箱体尺寸（长×宽×高）以及体积；
- f) 数量；
- g) 每箱净重与毛重；
- h) “小心轻放”“怕湿”等储运图示标志；

- i) 出厂日期;
- j) 邮编与联系电话。

8.1.3 其他

合同环境下可按需方要求标志。

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,外用纸箱或其他箱体包装,捆扎牢固。特殊情况,可根据需方(合同)要求确定。

8.3 运输

装有产品的包装箱应按照GB/T 191的规定进行装卸和运输。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装运输。

8.4 贮存

8.4.1 产品应贮存在环境温度为-5℃~35℃,相对湿度不大于75%的清洁、干燥、通风的,并能防雨、防雪的室内,不应与酸、碱等腐蚀性物质或起尘物品存放在一起。不应受阳光直射,离火源和热源(暖气设备等)不得少于2米。

8.4.2 装有产品的箱体应放妥垫起,距地面不应小于100毫米,堆垛高度不应超过3米。

8.4.3 产品的贮存期通常为2年。
