



中华人民共和国国家标准

GB/T 36276—20xx
代替 GB/T 36276-2018

电力储能用锂离子电池

Lithium ion battery for electrical energy storage

(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
4 规格	2
5 技术要求	3
6 试验方法	10
7 检验规则	37
8 标志、包装、运输和贮存	43
附录 A (资料性) 试验数据记录表	45

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。

本文件代替 GB/T 36276-2018《电力储能用锂离子电池》。与 GB/T 36276-2018 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除术语和定义中与 DL/T 2528 重复的内容（见 3.1）。
- 修改了相关符号，增加了标称电压、电池单体告警电压、电池单体保护电压、电池单体告警温度、电池单体保护温度的符号定义（见 3.2）。
- 在规格中增加了电池类型的信息（见 4）。
- 增加了技术要求分类，划分为正常工作条件、外观及力学性能、电性能、环境适应性、耐久性、安全性能，并对相关性能技术指标进行修改（见 5）。
- 增加了力学性能、功率特性及出力曲线、高海拔性能、循环后热失控性能、循环后热失控扩散性能及电池簇安全保护功能技术要求（见 5.2.3、5.3.2、5.4.4、5.6.3.2、5.6.3.3、5.6.4）。
- 修改了倍率充放电性能项目名称，更名为过载充放电性能，4P 充放电性能要求从过载充放电性能要求中删除，移至过载性能中（见 5.3.3、5.6.1.3）。
- 修改了循环性能技术要求，根据使用寿命对电池循环性能进行考核（见 5.5.2）。
- 原附录 A（规范性附录）试验方法移至第 6 部分试验方法（见 6 试验方法）。
- 在试验准备中增加样品要求、试验线路连接及试验参数设定的要求（见 6.2.1、6.2.2、6.2.3）。
- 增加了功率特性及出力曲线试验、高海拔性能试验、电池簇安全保护功能试验的试验方法（见 6.4.2、6.5.4、6.7.4）。
- 修改了能量保持与能量恢复能力试验、高温充放电性能试验、低温充放电性能试验与贮存性能试验的试验方法，删除室温能量保持与能量恢复能力；高温能量保持与能量恢复能力试验条件修改为试验温度 50℃、储存时间 30 天；高温充放电性能试验试验温度修改为 50℃，低温充放电性能试验温度修改为 20℃；贮存性能试验贮存温度修改为 50℃（见 6.4.4、6.5.1、6.5.2、6.6.1）。
- 修改了循环性能试验方法，改用高温加速方法测试循环性能（见 6.6.2）。
- 修改了短路试验中外部线路电阻、挤压试验中挤压力、模块跌落试验中跌落高度的要求（见 6.7.1.4、6.7.2.1、6.7.2.2）。
- 删除了电池单体试验加热试验内容（见 2018 版 A.2.18）。
- 修改了电池单体热失控试验的内容，增加了电池单体循环性能试验后的热失控试验方法（见 6.7.3.2）。
- 修改了电池模块试验高温高湿试验的内容，增加了高温高湿后耐压性能的要求（见 6.5.3.2）。
- 修改了电池模块热失控扩散试验的内容，增加了电池模块循环性能试验后进行热失控试验的试验方法（见 6.7.3.3）。
- 增加了“抽样检验”“文件”的内容（见 7.4、8.1）。
- 修改了“标志”“包装”“运输”的内容（见 8.2、8.3、8.4）。

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这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力储能标准化技术委员会（SAC/TC 550）归口。

GB/T 36276—20xx

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

— GB/T 36276-2018。

电力储能用锂离子电池

1 范围

本文件规定了电力储能用锂离子电池的规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于电力储能用锂离子电池的设计、制造、试验、检测、运行、维护和检修。

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

GB/T 4857 运输包装件基本试验

DL/T 2528 电力储能基本术语

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

DL/T 2528界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

额定功率充放电循环次数 *rated power charge-discharge cycles*

在规定条件下，电池以额定充放电功率循环充放电时，充放电能量衰减至额定充放电能量时的循环次数保证值。

3.1.2

初始化充电 *initialize charging*

在规定条件下，电池放电至放电截止电压后，再充电至充电截止电压的过程。

3.1.3

初始化放电 *initialize discharging*

在规定条件下，电池充电至充电截止电压后，再放电至放电截止电压的过程。

3.1.4

过载充放电 *overload charge and discharge*

在规定条件下，以高于额定功率的条件对电池进行充放电的过程。

3.1.5

壳体 shell

容纳电池单体内部材料和组件，并防止与外部直接接触的封装部件。

3.1.6

起火 fire

电池任何部位发生持续燃烧的现象，不包括火花、闪燃及拉弧。

3.1.7

爆炸 explosion

电池壳体破裂，伴随响声，且有固体物质等主要成分抛射。

3.1.8

漏液 leakage

电池内部液体泄漏到电池壳体外部的现象。

3.1.9

绝热温升 adiabatic temperature rise

电池单体在绝热环境条件下，由其内部产生或从外部吸收的热量使电池单体表面温度升高的现象。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

n : 电池额定充电小时率标称值，其数值等于电池的额定充电能量/额定充电功率，向下取整。

n' : 电池额定放电小时率标称值，其数值等于电池的额定放电能量/额定放电功率，向下取整。

E_{ic} : 初始充电能量，电池单体的单位为W·h，电池模块的单位为kW·h，电池簇的单位为kW·h或MW·h。

E_{id} : 初始放电能量，电池单体的单位为W·h，电池模块的单位为kW·h，电池簇的单位为kW·h或MW·h。

E_{rc} : 额定充电能量，电池单体的单位为W·h，电池模块的单位为kW·h，电池簇的单位为kW·h或MW·h。

E_{rd} : 额定放电能量，电池单体的单位为W·h，电池模块的单位为kW·h，电池簇的单位为kW·h或MW·h。

P_{rc} : 额定充电功率，电池单体的单位为W，电池模块的单位为kW，电池簇的单位为kW或MW。

P_{rd} : 额定放电功率，电池单体的单位为W，电池模块的单位为kW，电池簇的单位为kW或MW。

w_{gd} : 质量能量密度，单位为W·h/kg。

w_{vd} : 体积能量密度，单位为W·h/L。

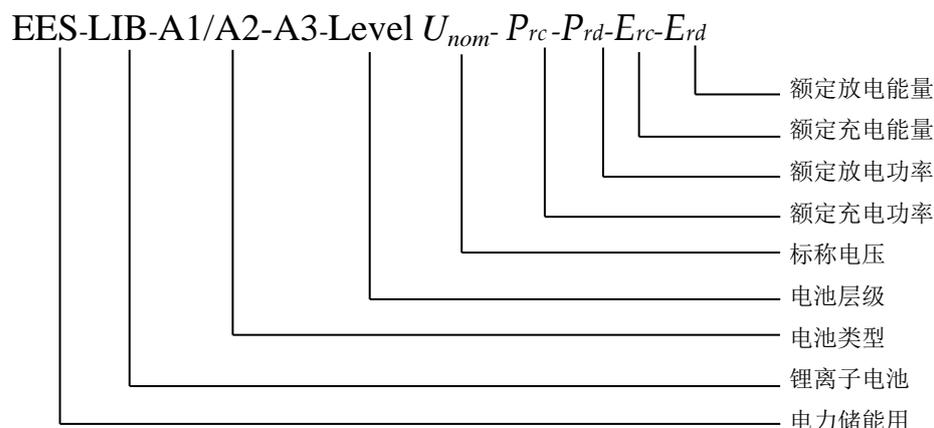
T_{alm} : 电池单体告警温度，单位为℃。

T_{ptc} : 电池单体保护温度，单位为℃。

U_{nom} : 标称电压，单位为V。

4 规格

电力储能用锂离子电池的规格信息应按下列规则标识：



其中：

A1代表正极材料的主要成分，包含：LFP—磷酸铁锂；LMO—锰酸锂类；NCM—镍钴锰酸锂；NCA—镍钴铝酸锂；LFMP—磷酸锰铁锂；LVP—磷酸钒锂；LVO—锂钒氧化物类；Li—金属锂；X—其他。

A2代表负极材料的主要成分，包含：C—石墨及炭类；LTO—钛酸锂；S—硫类；Si—硅类；Air—空气；Li—金属锂；X—其他。

A3代表电池形状，包含：PR—棱柱形；CY—圆柱形；SP—软包；X—其他。

Level代表电池层级，包含：Cell—电池单体；Module—电池模块；Cluster—电池簇。

示例1：

电力储能用锂离子电池，以磷酸铁锂为正极材料、石墨为负极材料的棱柱形电池单体，标称电压3.2V，额定充电功率80W，额定放电功率160W，额定充电能量320W·h，额定放电能量300W·h，标识为：EES-LIB-LFP/C-PR-Cell 3.2V-80W-160W-320W h-300W h。

示例2：

电力储能用锂离子电池，以镍钴锰酸锂为正极材料、石墨为负极材料的圆柱形电池单体组成的电池模块，标称电压48V，额定充电功率1.5kW，额定放电功率3kW，额定充电能量6kW·h，额定放电能量5.8kW·h，标识为：EES-LIB-NCM/C-CY-Module 48V-1.5kW-3kW-6kW h-5.8kW h。

示例3：

电力储能用锂离子电池，以磷酸铁锂为正极材料、钛酸锂为负极材料的软包电池单体组成的电池簇，标称电压650V，额定充电功率250kW，额定放电功率500kW，额定充电能量1000kW·h，额定放电能量950kW·h，标识为：EES-LIB-LFP/LTO-SP-Cluster 650V-250kW-500kW-1000kW h-950kW h。

5 技术要求

5.1 正常工作环境

电池正常工作环境应满足下列要求：

- 工作环境温度：20℃~50℃；
- 带电部位无凝露；
- 按海拔高度分为≤2000m和>2000m两档；
- 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；
- 无震动冲击，垂直倾斜度≤5°。

5.2 外观及力学性能

5.2.1 外观

5.2.1.1 电池单体

电池单体正负极无锈蚀，极性正确、清晰，外观应无划痕、变形及破损。

5.2.1.2 电池模块

电池模块正负极端子的极性和警示标识应正确、清晰，外观应无变形及破损，结构完整。

5.2.1.3 电池簇

电池簇正负极端子的极性和警示标识应正确、清晰，外观应无变形及破损，结构完整、连接可靠。

5.2.2 外形尺寸和质量

5.2.2.1 电池单体

电池单体外形尺寸和质量应满足下列要求：

- a) 外形尺寸相对于标称值的偏差不应大于 $\pm 1\text{mm}$ ；
- b) 质量相对于标称值的偏差不应大于 $\pm 0.3\text{kg}$ 。

5.2.2.2 电池模块

电池模块外形尺寸和质量应满足下列要求：

- a) 外形尺寸相对于标称值的偏差不应大于 $\pm 5\text{mm}$ ；
- b) 质量相对于标称值的偏差不应大于 3%。

5.2.2.3 电池簇

电池簇外形尺寸相对于标称值的偏差不应大于 $\pm 5\text{mm}$ 。

5.2.3 力学性能

5.2.3.1 电池模块

电池模块应具备一定的结构强度，应能满足全寿命周期正常使用要求。

5.2.3.2 电池簇

电池簇应具备一定的结构强度，应能满足全寿命周期正常使用要求。

5.3 电性能

5.3.1 初始充放电能量

5.3.1.1 电池单体

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) 能量效率不应小于 93.0%；
- d) 试验样品的初始充电能量的极差平均值不应大于初始充电能量平均值的 4.0%；
- e) 试验样品的初始放电能量的极差平均值不应大于初始放电能量平均值的 4.0%。

5.3.1.2 电池模块

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:

- 初始充电能量不应小于额定充电能量;
- 初始放电能量不应小于额定放电能量;
- 能量效率不应小于 94.0%;
- 试验样品的初始充电能量的极差平均值不应大于初始充电能量平均值的 4.5%;
- 试验样品的初始放电能量的极差平均值不应大于初始放电能量平均值的 4.5%。

5.3.1.3 电池簇

电池簇在 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 及额定功率条件下初始充放电能量应满足下列要求:

- 初始充电能量不应小于额定充电能量;
- 初始放电能量不应小于额定放电能量;
- 能量效率不应小于 95.0%;
- 充电结束时电池单体电压极差不应大于 250mV;
- 放电结束时电池单体电压极差不应大于 300mV;
- 充电结束时电池单体温度极差不应大于 6°C ;
- 放电结束时电池单体温度极差不应大于 5°C ;
- 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%;
- 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%。

5.3.2 功率特性及出力曲线

5.3.2.1 电池单体

电池单体在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下功率特性及出力曲线应满足下列要求:

- 不同充放电功率下实测的充电能量不应低于该功率下的充电能量保证值;
- 不同充放电功率下实测的放电能量不应低于该功率下的放电能量保证值;
- 提供电池单体功率特性及出力曲线。

5.3.2.2 电池模块

电池模块在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下功率特性及出力曲线应满足下列要求:

- 不同充放电功率下实测的充电能量不应低于该功率下的充电能量保证值;
- 不同充放电功率下实测的放电能量不应低于该功率下的放电能量保证值;
- 提供电池模块功率特性及出力曲线。

5.3.3 过载充放电性能

5.3.3.1 电池单体

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

- $2P_{rc}$ 、 $2P_{rd}$ 条件下充电能量相对于 P_{rc} 、 P_{rd} 条件下充电能量的能量保持率不应小于 95.0%;
- $2P_{rc}$ 、 $2P_{rd}$ 条件下放电能量相对于 P_{rc} 、 P_{rd} 条件下放电能量的能量保持率不应小于 95.0%;
- $2P_{rc}$ 和 $2P_{rd}$ 条件下能量效率不应小于 85.0%。

5.3.3.2 电池模块

电池模块在 (25 ± 2) °C 条件下过载充放电性能应满足下列要求:

- a) $2P_{rc}$ 、 $2P_{rd}$ 条件下充电能量相对于 P_{rc} 、 P_{rd} 条件下充电能量的能量保持率不应小于 99.5%;
- b) $2P_{rc}$ 、 $2P_{rd}$ 条件下放电能量相对于 P_{rc} 、 P_{rd} 条件下放电能量的能量保持率不应小于 98.0%;
- c) $2P_{rc}$ 和 $2P_{rd}$ 条件下能量效率不应小于 92.0%。

5.3.4 能量保持与能量恢复能力

5.3.4.1 电池单体

电池单体初始化充电后在 (50 ± 2) °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 85.0%;
- b) 充电能量恢复率不应小于 93.0%;
- c) 放电能量恢复率不应小于 93.0%。

5.3.4.2 电池模块

电池模块初始化充电后在 (50 ± 2) °C 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 环境适应性

5.4.1 高温充放电性能

5.4.1.1 电池单体

电池单体在 (50 ± 2) °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 93.0%。

5.4.1.2 电池模块

电池模块在 (50 ± 2) °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 93.5%。

5.4.2 低温充放电性能

5.4.2.1 电池单体

电池单体在 (20 ± 2) °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 93.0%。

5.4.2.2 电池模块

电池模块在 (20 ± 2) °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 94.0%。

5.4.3 盐雾与高温高湿

5.4.3.1 盐雾

电池模块初始化充电后经喷雾-贮存循环后,外壳应无破裂现象,不应漏液、不应起火、不应爆炸。

5.4.3.2 高温高湿

电池模块初始化充电后在高温高湿条件贮存3天后,外壳应无破裂现象,不应漏液、不应起火、不应爆炸,且高温高湿贮存后绝缘性能应满足5.6.1.5.1要求。

注:5.4.3.1适用于海洋性气候条件的应用场合;5.4.3.2适用于非海洋性气候条件下的应用场合。

5.4.4 高海拔性能

5.4.4.1 高海拔初始充放电性能

电池单体高海拔初始充放电能量应满足5.3.2.1要求。

5.4.4.2 高海拔绝缘性能

5.4.4.2.1 电池模块

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1000 Ω/V 。

5.4.4.2.2 电池簇

按标称电压计算,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均不应小于1000 Ω/V 。

5.4.4.3 高海拔耐压性能

5.4.4.3.1 电池模块

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。

5.4.4.3.2 电池簇

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。

5.5 耐久性

5.5.1 贮存性能

5.5.1.1 电池单体

电池单体在放电至50%能量状态及(50 \pm 2) $^{\circ}\text{C}$ 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 96.5%;
- b) 放电能量恢复率不应小于 96.5%。

5.5.1.2 电池模块

电池模块在放电至50%能量状态及(50±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 97.0%;
- b) 放电能量恢复率不应小于 97.0%。

5.5.2 循环性能

5.5.2.1 电池单体

电池单体在(45±2)℃及额定功率条件下循环性能应满足下列要求:

- a) 充放电循环次数达到 1000 次时, 实际每次平均充电能量损失不应大于基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均充电能量损失;
- b) 充放电循环次数达到 1000 次时, 实际每次平均放电能量损失不应大于基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均放电能量损失;
- c) 1000 次循环充放电过程中, 能量效率极差不应大于 2%。

5.5.2.2 电池模块

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) 充放电循环次数达到 1000 次时, 实际每次平均充电能量损失不应大于基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均充电能量损失;
- b) 充放电循环次数达到 1000 次时, 实际每次平均放电能量损失不应大于基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均放电能量损失;
- c) 1000 次循环充放电过程中, 能量效率极差不应大于 2%;
- d) 1000 次循环充放电过程中, 充电结束时电池单体电压极差均值不应大于 150mV;
- e) 1000 次循环充放电过程中, 放电结束时电池单体电压极差均值不应大于 350mV。

5.6 安全性能

5.6.1 电触发安全性能

5.6.1.1 过充电

5.6.1.1.1 电池单体

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1h, 不应起火、不应爆炸。

5.6.1.1.2 电池模块

电池模块初始化充电后以 P_{rc}/U_{nom} 恒流方式充电至任一电池单体电压达到电池单体充电截止电压的1.5倍或时间达到1h时, 不应起火、不应爆炸。

5.6.1.2 过放电

5.6.1.2.1 电池单体

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90min，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.1.2.2 电池模块

电池模块初始化放电后以 P_{rd}/U_{nom} 恒流方式放电至任一电池单体电压达到0V或时间达到90min时，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.1.3 过载

5.6.1.3.1 电池单体

电池单体在4倍额定充放电功率条件下充放电时，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.1.3.2 电池模块

电池模块在4倍额定充放电功率条件下充放电时，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.1.4 短路

5.6.1.4.1 电池单体

电池单体初始化充电后以 $(1 \pm 0.1) \text{ m}\Omega$ 线阻短路10min，不应起火、不应爆炸。

5.6.1.4.2 电池模块

电池模块初始化充电后分别以 $(1 \pm 0.1) \text{ m}\Omega$ 和 $(30 \pm 3) \text{ m}\Omega$ 短路10min，不应起火、不应爆炸。

5.6.1.5 绝缘性能

5.6.1.5.1 电池模块

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 $1000 \Omega/\text{V}$ 。

5.6.1.5.2 电池簇

按标称电压计算，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均不应小于 $1000 \Omega/\text{V}$ 。

5.6.1.6 耐压性能

5.6.1.6.1 电池模块

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。

5.6.1.6.2 电池簇

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。

5.6.2 机械触发安全性能

5.6.2.1 挤压

5.6.2.1.1 电池单体

电池单体初始化充电后挤压至电压达到0V或挤压力达到 (50 ± 1) kN时，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.2.1.2 电池模块

电池模块初始化充电后挤压至电压达到0V或挤压力达到 (50 ± 1) kN时，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.2.2 跌落

5.6.2.2.1 电池单体

电池单体初始化充电后由1.5m高度处自由跌落到水泥地面1次，不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.2.2.2 电池模块

电池模块初始化充电后由2m高度处自由跌落到水泥地面1次，不应起火、不应爆炸。

5.6.3 热触发安全性能

5.6.3.1 绝热温升

电池单体初始化充电后在绝热状态下，电池表面温度不超过电池保护温度时的电池温升速率均应小于 $0.02^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

5.6.3.2 热失控

在电池全寿命周期范围，电池单体热失控起始温度不应小于 90°C ，且达到热失控判定条件后不应起火、不应爆炸。

5.6.3.3 热失控扩散

在电池全寿命周期范围，电池模块进行热失控扩散试验，不应起火、不应爆炸、不应发生热失控扩散。

5.6.4 安全保护功能

电池簇应具有针对电池单体、电池模块及电池簇的安全保护功能，当发生过充、过放、过流、过温、温差、温升速率偏差、短路、绝缘电阻异常等故障时，应发出告警信号，执行相应保护动作。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验环境

除另有规定外，试验应在温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ 、大气压力为 $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 的环境中进行。

6.1.2 试验设备

6.1.2.1 测量仪器

测量仪器应满足下列要求：

- a) 尺寸测量范围小于 5mm 时最大允许误差为 $\pm 0.02\text{mm}$ ，尺寸测量范围 5mm~1000mm 时最大允许误差为 $\pm 0.07\text{mm}$ ，测量范围大于 1m 时最大允许误差为 $\pm 1\text{mm}$ ；
- b) 质量测量范围小于 2.5kg 时最大允许误差为 $\pm 0.25\text{g}$ ，测量范围 2.5kg~10kg 时最大允许误差为 $\pm 0.5\text{g}$ ，测量范围 10kg~15kg 时最大允许误差为 $\pm 0.75\text{g}$ ，测量范围 15kg~100kg 时最大允许误差为 $\pm 0.1\text{kg}$ ，测量范围 100kg~200kg 时最大允许误差为 $\pm 0.2\text{kg}$ ；大于 200kg 时最大允许误差为 0.5kg。
- c) 温湿度计温度测量最大允许误差 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度测量最大允许误差 $\pm 5\%$ ；
- d) 数据采集记录仪温度测量范围最大允许误差为 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；
- e) 时间测量最大允许误差为 $\pm 0.1\text{s}$ 。

6.1.2.2 充放电设备

充放电设备应满足下列要求：

- a) 电压测量最大允许误差为满量程的 $\pm 0.1\%$ ；
- b) 电流控制最大允许误差为满量程的 $\pm 0.1\%$ ；
- c) 功率控制最大允许误差为满量程的 $\pm 0.1\%$ ；

6.1.2.3 环境模拟装置

环境模拟装置应满足下列要求：

- a) 温度最大允许误差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ ；
- b) 温度波动度 $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$ ；
- c) 温度均匀度 $\leq 2^\circ\text{C}$ ；
- d) 湿度最大允许误差为 $\pm 3\%$ 。

6.1.2.4 绝热模拟装置

绝热模拟装置温度测量最大允许误差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

6.1.2.5 绝缘耐压试验装置

绝缘耐压试验装置应满足下列要求：

- a) 电压输出最大允许误差为满量程的 $\pm 2\%$ ；
- b) 绝缘电阻测量范围在 $10\text{G}\Omega \sim 50\text{G}\Omega$ 之间最大允许误差为 $\pm 15\%$ 、测量范围在 $1\text{G}\Omega \sim 9.999\text{G}\Omega$ 之间最大允许误差为 $\pm 5\%$ 、测量范围在 $0.05\text{M}\Omega \sim 999.9\text{M}\Omega$ 之间最大允许误差为 $\pm 2\%$ 。

6.1.2.6 短路试验装置

短路试验装置的短路电阻测量范围 $10\text{m}\Omega$ 及以下最大允许误差为 $\pm 0.07\text{m}\Omega$ ， $10\text{m}\Omega \sim 30\text{m}\Omega$ 最大允许误差为 $\pm 0.1\text{m}\Omega$ 。

6.1.2.7 挤压试验装置

挤压试验装置应满足下列要求：

- a) 挤压板为半径为 75mm 的半圆柱体；

- b) 挤压速度 5mm/s 时最大允许误差为±0.3mm/s，在此速度下挤压力最大允许误差为满量程的±1.0%。

6.1.2.8 跌落试验装置

跌落试验装置的额定载荷应大于等于样品重量。

6.1.2.9 低气压试验装置

低气压试验装置气压控制最大允许误差为±0.3kPa。

6.1.2.10 盐雾试验装置

盐雾试验装置应满足下列要求：

- a) 温度最大允许误差±2℃；
- b) 喷雾量：1~2ml/(80cm²·h) 可调。

6.1.3 连接线

用于试验的连接线应综合考虑负载回路额定电流值、电线导体的容许温度、线束工作时周围环境的温度、导线自身通电时引起的通电率降低、成捆线束容许电流的折减系数等进行合理选择，通过标识或颜色对正负极进行区分。

6.2 试验准备

6.2.1 试验样品要求

样品应满足下列要求：

- a) 样品数量应满足测试需求；
- b) 电池模块应由满足要求的电池单体组成，电池簇应由满足要求的电池模块和电池单体组成；
- c) 样品直接与测试设备连接的，样品正负极应有螺栓孔，与测试设备连接部分应能承受过载试验中最大电流，短路测试过程中样品连接部分熔断，判定为试验正常结束；
- d) 电池簇样品与测试设备连接部分应能承受电性能试验中最大电流；
- e) 样品通过外加连接件与测试设备连接的，连接件应满足 6.1.3 要求。

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按下列步骤进行：

- a) 根据样品电压和功率范围选择充放电设备；
- b) 根据试验温度、湿度要求及样品尺寸选择环境模拟装置；
- c) 将样品放置于环境模拟装置；
- d) 将试验样品正负极通过连接线与充放电设备连接，形成充放电回路；
- e) 将充放电设备的数据采样线连接到电池单体电压和温度采样点，温度采样点应布置在电池外表面面积较大的平面，连接方式如图 1 所示。

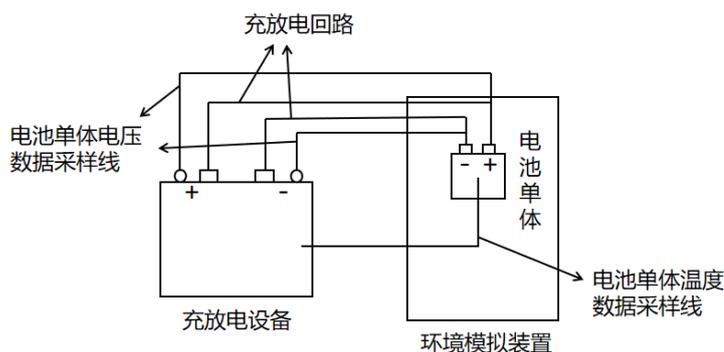


图 1 电池单体连接示意图

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按下列步骤进行：

- a) 根据样品电压和功率范围选择充放电设备；
- a) 根据试验温度、湿度要求及样品尺寸选择环境模拟装置；
- b) 将样品放置于环境模拟装置；
- c) 将试验样品正负极通过连接线与充放电设备连接，形成充放电回路；
- d) 将充放电设备的数据采样线连接到电池模块电压、电池单体电压和电池单体温度采样点，连接方式如图 2 所示。若电池模块中电池单体的采样点不方便与充放电设备的数据采样线直接连接，应提供单体电压采集延长线，如需使用电池管理系统采集单体电压和温度，应使用数据采集仪核查电池管理系统采集电池单体电压和电池单体温度准确度（单体电压测量误差不应大于 $\pm 0.3\%$ ，温度测量误差不大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）；
- e) 温度采集点的布置原则：
 - 1) 固定温度采集点：与电池模块总正和总负直接连接的电池单体；
 - 2) 随机温度采集点：根据管理系统实际温度采集点随机选取。

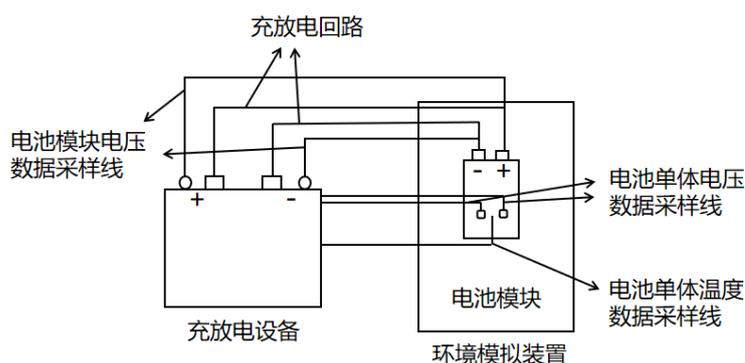


图 2 电池模块连接示意图

6.2.2.3 电池簇

除另有规定外，电池簇试验线路连接应按下列步骤进行：

- a) 根据试验样品电压和功率范围选择充放电设备；
- b) 将试验样品正负极通连接线与充放电设备连接，形成充放电回路；
- c) 将充放电设备的数据采样线连接到电池簇电压；

- d) 使用数据采集仪核查电池管理系统采集电池单体电压和电池单体温度准确度(单体电压测量误差不应大于±0.3%，温度测量误差不大于±2℃)；
- e) 将充放电设备与电池管理系统连接，连接方式如图3所示。

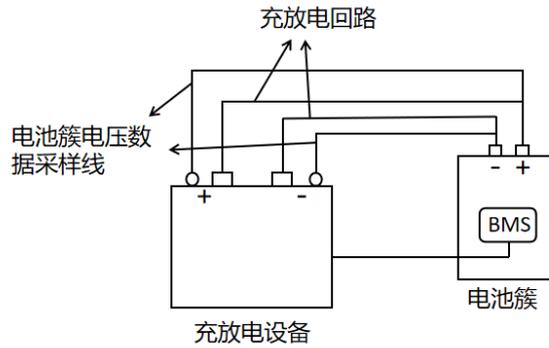


图3 电池模块连接示意图

6.2.3 试验参数设定

电池单体、电池模块与电池簇的试验参数按照表1进行设定。

表1 电池试验参数设定表

样品类型	试验参数	试验参数设定要求
电池单体	电压和温度限值	与电池单体技术规格数据记录表中信息一致
		充放电截止电压范围 < 充放电告警电压范围 ≤ 充放电保护电压范围
	预警温度 ≤ 告警温度 ≤ 保护温度	
电流保护值	> 电池单体技术规格数据记录表中最大持续充放电电流值	
电池模块	电压限值	与电池模块技术规格数据记录表中信息一致
		充电电压限值 ≤ 电池单体充电电压限值 × 电池模块中电池单体串联个数 放电电压限值 ≥ 电池单体放电电压限值 × 电池模块中电池单体串联个数 充放电截止电压范围 < 充放电告警电压范围 ≤ 充放电保护电压范围
		充放电截止电压范围 < 充放电告警电压范围 ≤ 充放电保护电压范围
	额定充放电功率	≤ 电池单体型式检验报告中额定充放电功率 × 电池模块中电池单体个数
	额定充放电能量	≤ 电池单体型式检验报告中额定充放电能量 × 电池模块中电池单体个数
电流保护值	> 电池模块技术规格数据记录表中最大持续充放电电流值	
电池簇	电压限值	与电池簇技术规格数据记录表中信息一致
		充电电压限值 ≤ 电池模块充电电压限值 × 电池簇中电池模块串联个数 放电电压限值 ≥ 电池模块放电电压限值 × 电池簇中电池模块串联个数 充放电截止电压范围 < 充放电告警电压范围 ≤ 充放电保护电压范围
		充放电截止电压范围 < 充放电告警电压范围 ≤ 充放电保护电压范围
	额定充放电功率	≤ 电池模块型式检验报告中额定充放电功率 × 电池簇中电池模块个数
	额定充放电能量	≤ 电池模块型式检验报告中额定充放电能量 × 电池簇中电池模块个数
注：电压限值包括充放电截止电压、充放电告警电压、充放电保护电压，温度限值包括预警温度，告警温度，保护温度；其中充放电截止电压为正常运行工作电压，储能电池在正常运行工作电压范围不应受到告警、保护等干扰。		

6.2.4 初始化充放电

6.2.4.1 额定功率初始化充电

电池在额定功率条件下的初始化充电应按照下列步骤进行：

- a) 电池单体在额定功率条件下初始化充电：
 - 1) 在 (25 ± 2) °C 下静置 5h；
 - 2) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，静置 10min；
 - 3) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，静置 10min；
 - 4) 初始化充电结束。
- b) 电池模块在额定功率条件下初始化充电：
 - 1) 在 (25 ± 2) °C 下静置 5h；
 - 2) 以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压，静置 10min；
 - 3) 以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，静置 10min；
 - 4) 初始化充电结束。
- c) 电池簇在额定功率条件下初始化充电：
 - 1) 在 (25 ± 5) °C 下静置 5h；
 - 2) 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，静置 10min；
 - 3) 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，静置 10min；
 - 4) 初始化充电结束。

6.2.4.2 额定功率初始化放电

电池在额定功率条件下的初始化放电应按照下列步骤进行：

- a) 电池单体在额定功率条件下初始化放电：
 - 1) 在 (25 ± 2) °C 下静置 5h；
 - 2) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，静置 10min；
 - 3) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，静置 10min；
 - 4) 初始化放电结束。
- b) 电池模块在额定功率条件下初始化放电：
 - 1) 在 (25 ± 2) °C 下静置 5h；
 - 2) 以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，静置 10min；
 - 3) 以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压，静置 10min；
 - 4) 初始化放电结束。
- c) 电池簇在额定功率条件下初始化放电：
 - 1) 在 (25 ± 5) °C 下静置 5h；
 - 2) 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，静置 10min；
 - 3) 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，静置 10min；
 - 4) 初始化放电结束。

6.2.5 试验数据记录

试验数据记录应满足下列要求：

- a) 试验开始前，应按照附录 A 表 A.1 记录试验样品信息；
- b) 试验过程中，除另有规定外，试验装置设定的数据采样周期不应大于预估的每个试验步骤的充电或放电时间的 1%；

- c) 试验结束时，应参见附录 A 的试验数据记录表记录试验的过程数据和结果数据；
- d) 检测报告内容应详实准确，且检测依据明确。应包含电池规格信息及试验参数设定信息，应包含标准要求记录的所有过程数据和结果数据。

6.3 外观及力学性能试验

6.3.1 外观检验

6.3.1.1 电池单体

电池单体外观检验按照下列步骤进行：

- a) 在良好的光线条件下，用目测法检验电池单体外观；
- b) 记录检验结果。

6.3.1.2 电池模块

电池模块外观检验按照下列步骤进行：

- a) 在良好的光线条件下，用目测法检验电池模块的外观；
- b) 记录检验结果。

6.3.1.3 电池簇

电池簇外观检验按照下列步骤进行：

- a) 在良好的光线条件下，用目测法检验电池簇的外观；
- b) 电池簇标识信息应与电池簇技术规格数据表中信息一致，电池模块铭牌中的信息应与电池模块型式检验报告中技术规格数据信息一致；电池簇铭牌中的相关信息应与电池簇技术规格数据记录表中信息一致；电池簇堆放方式应与最终供货形态一致；
- c) 记录检验结果。

6.3.2 外形尺寸和质量测量

6.3.2.1 电池单体

电池单体外形尺寸和质量测量按照下列步骤进行：

- a) 用量具和衡器测量电池单体的外形尺寸，外形尺寸为电池单体的最大投影尺寸（包含极柱，不包含可弯折极耳及便于测试外加连接件的尺寸）；
- b) 用量具和衡器测量电池单体的质量，质量为电池单体的质量（不包括便于测试外加连接件的质量）；
- c) 计算尺寸偏差=（尺寸测量值-附表 A.1 中尺寸）/附表 A.1 中尺寸×100%、每个样品的体积、全部样品的体积平均值、体积能量密度=额定放电能量/体积平均值；计算质量偏差=（质量测量值-附表 A.1 中质量）/附表 A.1 中质量×100%、全部样品的质量平均值、质量能量密度=额定放电能量/质量平均值。

6.3.2.2 电池模块

电池模块外形尺寸和质量测量按照下列步骤进行：

- a) 用量具和衡器测量电池模块的外形尺寸，外形尺寸为电池模块的最大投影尺寸（不包含便于测试外加连接件的尺寸）；

- b) 用量具和衡器测量电池模块的质量，质量为电池模块的质量（不包括便于测试外加连接件的质量）；
- c) 计算尺寸偏差=（尺寸测量值-附表 A. 10 中尺寸数据）/附表 A. 10 中尺寸数据×100%、每个样品的体积、全部样品的体积平均值、体积能量密度=额定放电能量/体积平均值；计算质量偏差=（质量测量值-附表 A. 10 中质量）/附表 A. 10 中质量×100%、全部样品的质量平均值、质量能量密度=额定放电能量/质量平均值。

6.3.2.3 电池簇

电池簇外形尺寸测量按照下列步骤进行：

- a) 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，并对具体测量位置进行标注）；
- b) 计算尺寸偏差=（尺寸测量值-附表 A. 18 中尺寸数据）/附表 A. 18 中尺寸数据×100%、体积能量密度=额定放电能量/体积。

6.4 电性能试验

6.4.1 初始充放电能量试验

6.4.1.1 电池单体

电池单体在（25±2）℃额定功率条件下初始充放电能量试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- b) 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化放电；
- c) 电池单体以 P_c 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，记录初始充电能量、初始充电时间、初始充电容量；
- d) 静置 10min；
- e) 电池单体以 P_d 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，记录初始放电能量、初始放电时间、初始放电容量；
- f) 静置 10min；
- g) 重复步骤 c)～f) 2 次；
- h) 试验结束；
- i) 计算 3 次试验的均值作为结果，计算每个样品的初始充电能量结果与额定充电能量的比值、初始放电能量结果与额定放电能量的比值、能量效率=初始放电能量结果/初始充电能量结果；计算所有测试样品初始充电能量结果的平均值、初始放电能量结果的平均值，每一次充电能量的极差、每一次放电能量的极差及 3 次极差的平均值，并计算充电能量的极差平均值占所有测试样品充电能量平均值的百分比、放电能量的极差平均值占所有测试样本初始放电能量平均值的百分比。

6.4.1.2 电池模块

电池模块在（25±2）℃额定功率条件下初始充放电能量试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池模块额定功率初始化放电；
- c) 电池模块以 P_c 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，记录初始充电能量、充电时间、初始充电容量；
- d) 静置 10min；

- e) 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压,记录初始放电能量、放电时间、初始放电容量;
- f) 静置 10min;
- g) 重复步骤 c)~f) 2 次;
- h) 试验结束;
- i) 计算 3 次试验的均值作为结果,计算每个样品的初始充电能量结果与额定充电能量的比值、初始放电能量结果与额定放电能量的比值、能量效率=初始放电能量结果/初始充电能量结果;计算所有测试样品初始充电能量结果的平均值、初始放电能量结果的平均值、每一次初始充电能量的极差、每一次初始放电能量的极差及 3 次极差的平均值,并计算初始充电能量的极差平均值占所有测试样品初始充电能量平均值的百分比、初始放电能量的极差平均值占所有测试样本初始放电能量平均值的百分比。

6.4.1.3 电池簇

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

- a) 按照 6.2.2.3 要求将电池簇与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池簇额定功率初始化放电;
- c) 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;
- d) 静置 1h;
- e) 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;
- f) 静置 1h;
- g) 重复步骤 c)~f) 2 次;
- h) 试验结束;
- i) 计算 3 次试验的均值作为结果,计算样品的初始充电能量结果与额定充电能量的比值、初始放电能量结果与额定放电能量的比值、能量效率=初始放电能量结果/初始充电能量结果;计算电池模块电压极差占电池模块标称电压的百分比。

6.4.2 功率特性及出力曲线试验

6.4.2.1 电池单体

电池单体功率特性及出力曲线试验在初始充放电能量试验结束后按照下列步骤进行:

- a) 电池单体以 $m \times P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体的放电截止电压;
- b) 静置 10min;
- c) 电池单体以 $m \times P_{rc}$ 恒功率充电至电池单体的充电截止电压,记录充电能量、充电时间、充电容量;
- d) 静置 10min;
- e) 电池单体以 $m \times P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体的放电截止电压,记录放电能量、放电时间、放电容量;
- f) 静置 10min;
- g) m 值由 95% 开始至 5% 结束,依次减少 5%,按照步骤 a)~f) 顺序开展系列试验;
- h) 计算每次充放电的能量效率=放电能量/充电能量,以同一充放电功率条件下三个测试样品充电能量、放电能量及能量效率分别取平均值作为结果;额定充放电功率下的充电能量、放电能量

与能量效率为此三个样品在初始充放电能量试验中第三次充放电的充电能量、放电能量与能量效率的平均值；根据上述数据作电池单体功率特性及出力曲线图，以额定功率的百分数为横轴，以充放电能量及能量效率为纵轴。

6.4.2.2 电池模块

电池模块功率特性及出力曲线试验在初始充放电能量试验结束后按照下列步骤进行：

- a) 电池模块以 $m \times P_{rd}$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压；
- b) 静置 10min；
- c) 电池模块以 $m \times P_c$ 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- d) 静置 10min；
- e) 电池模块以 $m \times P_{rd}$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- f) 静置 10min；
- g) m 值由 95% 开始至 5% 结束，依次减少 5%，按照步骤 a)～f) 顺序开展系列试验；
- h) 计算每次充放电的能量效率=放电能量/充电能量；额定充放电功率下的充电能量、放电能量与能量效率为此样品在初始充放电能量试验中第三次充放电的充电能量、放电能量与能量效率；根据上述数据作电池模块功率特性及出力曲线图，以额定功率的百分数为横轴，以充放电能量及能量效率为纵轴。

6.4.3 过载充放电性能试验

6.4.3.1 电池单体

在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池单体过载充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池单体额定功率初始化放电；
- c) 电池单体以 P_c 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- d) 静置 10min；
- e) 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- f) 静置 10min；
- g) 电池单体以 $2P_c$ 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- h) 静置 10min；
- i) 电池单体以 P_c 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- j) 静置 10min；
- k) 电池单体以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- l) 静置 10min；
- m) 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- n) 静置 10min；
- o) 电池单体以 $2P_c$ 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- p) 静置 10min；
- q) 电池单体以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- r) 试验结束；

- s) 根据步骤 c)、g) 的数据计算 $2P_{rc}$ 条件下充电能量相对于 P_{rc} 条件下充电能量的能量保持率；根据步骤 e)、k) 的数据计算 $2P_{rd}$ 条件下放电能量相对于 P_{rd} 条件下放电能量的能量保持率；根据步骤 o)、q) 的数据计算 $2P_{rc}$ 和 $2P_{rd}$ 条件下的能量效率。

6.4.3.2 电池模块

在 (25 ± 2) °C 下，电池模块过载充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池模块额定功率初始化放电；
- c) 电池模块以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- d) 静置 10min；
- e) 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- f) 静置 10min；
- g) 电池模块以 $2P_{rc}$ 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- h) 静置 10min；
- i) 电池模块以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- j) 静置 10min；
- k) 电池模块以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- l) 静置 10min；
- m) 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- n) 静置 10min；
- o) 电池模块以 $2P_{rc}$ 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，记录充电能量、充电时间、充电容量；
- p) 静置 10min；
- q) 电池模块以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压，记录放电能量、放电时间、放电容量；
- r) 试验结束；
- s) 根据步骤 c)、g) 的数据计算 $2P_{rc}$ 条件下充电能量相对于 P_{rcn} 条件下充电能量的能量保持率；根据步骤 e)、k) 的数据计算 $2P_{rd}$ 条件下放电能量相对于 P_{rdn} 条件下放电能量的能量保持率；根据步骤 o)、q) 的数据计算 $2P_{rc}$ 和 $2P_{rd}$ 条件下的能量效率。

6.4.4 能量保持与能量恢复能力试验

6.4.4.1 电池单体

电池单体能量保持与能量恢复能力试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- b) 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化充电；
- c) 电池单体在 (50 ± 2) °C 下储存 30d；

- d) 电池单体在 (25 ± 2) °C 下静置 5h;
- e) 在 (25 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压, 记录放电能量为保持能量;
- f) 静置 10min;
- g) 在 (25 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体的充电截止电压, 记录充电能量为充电恢复能量;
- h) 静置 10min;
- i) 在 (25 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压; 记录放电能量为放电恢复能量;
- j) 试验结束;
- k) 计算保持能量相对于该样品 6.4.1.1 试验中初始放电能量结果的能量保持率; 计算充电恢复能量相对于该样品 6.4.1.1 试验中初始充电能量结果的能量恢复率; 计算放电恢复能量相对于该样品 6.4.1.1 试验中初始放电能量结果的能量恢复率。

6.4.4.2 电池模块

电池模块能量保持与能量恢复能力试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电;
- c) 电池模块在 (50 ± 2) °C 下储存 30d;
- d) 电池模块在 (25 ± 2) °C 下静置 5h;
- e) 在 (25 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压, 记录放电能量为保持能量;
- f) 静置 10min;
- g) 在 (25 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压, 记录充电能量为充电恢复能量;
- h) 静置 10min;
- i) 在 (25 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压, 记录放电能量为放电恢复能量;
- j) 试验结束;
- k) 计算保持能量相对于该样品 6.4.1.2 试验中初始放电能量结果的能量保持率; 计算充电恢复能量相对于该样品 6.4.1.2 试验中初始充电能量结果的能量恢复率; 计算放电恢复能量相对于该样品 6.4.1.2 试验中初始放电能量结果的能量恢复率。

6.5 环境适应性试验

6.5.1 高温充放电性能试验

6.5.1.1 电池单体

电池单体高温充放电性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池单体额定功率初始化放电;
- c) 电池单体在 (50 ± 2) °C 下静置 5h;
- d) 在 (50 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体的充电截止电压, 记录充电能量、充电时间、充电容量;

- e) 静置 10min;
- f) 在 (50 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压, 记录放电能量、放电时间、放电容量;
- g) 试验结束;
- h) 计算样品的充电能量与额定充电能量的比值、放电能量与额定放电能量的比值, 根据步骤 d) 充电能量和步骤 f) 放电能量数据计算能量效率。

6.5.1.2 电池模块

电池模块高温充放电性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池模块额定功率初始化放电;
- c) 电池模块在 (50 ± 2) °C 下静置 5h;
- d) 在 (50 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压, 记录充电能量、充电时间、充电容量;
- e) 静置 10min;
- f) 在 (50 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压, 记录放电能量、放电时间、放电容量;
- g) 试验结束;
- h) 计算样品的充电能量与额定充电能量的比值、放电能量与额定放电能量的比值, 根据步骤 d) 充电能量和步骤 f) 放电能量数据计算能量效率。

6.5.2 低温充放电性能试验

6.5.2.1 电池单体

电池单体低温充放电性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池单体额定功率初始化放电;
- c) 电池单体在 (20 ± 2) °C 下静置 5h;
- d) 在 (20 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体的充电截止电压, 记录充电能量、充电时间、充电容量;
- e) 静置 10min;
- f) 在 (20 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压, 记录放电能量、放电时间、放电容量;
- g) 试验结束;
- h) 计算样品的充电能量与额定充电能量的比值、放电能量与额定放电能量的比值, 根据步骤 d) 充电能量和步骤 f) 放电能量数据计算能量效率。

6.5.2.2 电池模块

电池模块低温充放电性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池模块额定功率初始化放电;
- c) 电池模块在 (20 ± 2) °C 下静置 5h;

- d) 在 (20 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_c 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压, 记录充电能量、充电时间、充电容量
- e) 静置 10min;
- f) 在 (20 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_d 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压, 记录放电能量、放电时间、放电容量;
- g) 试验结束;
- h) 计算样品的充电能量与额定充电能量的比值、放电能量与额定放电能量的比值, 根据步骤 d) 充电能量和步骤 f) 放电能量数据计算能量效率。

6.5.3 盐雾与高温高湿试验

6.5.3.1 盐雾试验

电池模块盐雾试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电;
- b) 采用氯化钠 (化学纯或分析纯) 和蒸馏水 (或去离子水) 配置盐溶液, 浓度为 $(5 \pm 0.1)\%$ (质量分数), 温度为 (20 ± 2) °C 时, 溶液的 pH 值应为 6.5~7.2;
- c) 将电池模块放入盐雾箱, 在 15°C~35°C 下喷盐雾 2h;
- d) 喷雾结束后, 将电池模块转移到湿热箱中贮存 20h~22h, 完成 1 次喷雾-贮存循环, 湿热箱温度设定为 (40 ± 2) °C、相对湿度设定为 $(93 \pm 3)\%$;
- e) 将步骤 c)~d) 共循环 4 次;
- f) 将电池模块在温度为 (23 ± 2) °C、相对湿度为 45%~55% 的条件下贮存 3d;
- g) 将步骤 c)~f) 共循环 4 次;
- h) 观察 1h;
- i) 记录是否有外壳破裂、膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

注: 此试验适用于海洋性气候条件下的应用场合。

6.5.3.2 高温高湿试验

电池模块高温高湿试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电;
- b) 将电池模块放入湿热箱中, 在温度为 (45 ± 2) °C、相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$ 的条件下贮存 3d;
- c) 观察 1h;
- d) 电池模块按照 6.7.1.5.1 进行绝缘性能试验;
- e) 记录试验结果, 并记录是否有外壳破裂、膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

注: 此试验适用于非海洋性气候条件下的应用场合。

6.5.4 高海拔性能试验

6.5.4.1 高海拔初始充放电性能试验

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) 将电池单体放入低气压箱中, 将电池单体正负极通过低气压试验箱的转接接线柱与充放电机电连接, 将气压调节至 57.7kPa (对应 4500m), 温度为 (25 ± 5) °C, 静置 6h;
- b) 保持气压为 57.7kPa;
- c) 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化放电;

- d) 电池单体以 P_c 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，记录初始充电能量、初始充电时间、初始充电容量；
- e) 静置 10min；
- f) 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，记录初始放电能量、初始放电时间、初始放电容量；
- g) 静置 10min；
- h) 重复步骤 c)～f) 2 次；
- i) 恢复至正常大气压，试验结束；
- j) 计算 3 次试验的均值作为结果，并计算每个样品的初始充电能量结果与额定充电能量的比值、初始放电能量结果与额定放电能量的比值与能量效率，其中能量效率=初始放电能量结果/初始充电能量结果；计算所有测试样品初始充电能量结果的平均值、初始放电能量结果的平均值，每一次充电能量的极差、每一次放电能量的极差及 3 次极差的平均值，并计算充电能量的极差平均值占所有测试样品充电能量平均值的百分比、放电能量的极差平均值占所有测试样本初始放电能量平均值的百分比。

6.5.4.2 高海拔绝缘性能试验

6.5.4.2.1 电池模块

电池模块高海拔绝缘性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
- b) 将电池模块的正、负极与外部装置断开，如电池模块内部有接触器应将其处于吸合状态；如电池模块附带绝缘电阻监测系统，应将其关闭；对不能承受绝缘电压试验的元件，测量前应将其短接或拆除；
- c) 将电池模块放置于低气压试验箱中，将电池模块正极、电池模块负极与电池模块外部裸露可导电部分分别与低气压试验箱的转接接线柱连接，将气压调节至 57.7kPa（对应 4500m），温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- d) 静置 6h；
- e) 按表 2 选择合适电压等级的绝缘电阻测量仪进行测试，试验电压施加部位应包括电池模块正极与外部裸露可导电部分之间和电池模块负极与外部裸露可导电部分之间；
- f) 记录步骤 c) 中两次的绝缘阻值，并与电池模块标称电压计算每一伏电压对应的绝缘电阻；
- g) 记录试验结果。

表2 绝缘电阻测量仪电压等级

电池模块最大工作电压 U_{max} V	测量仪的电压等级 V
$U_{max} < 500$	500
$500 \leq U_{max} < 1000$	1000

6.5.4.2.2 电池簇

电池簇高海拔绝缘性能试验应在电池簇的具体应用地点进行测试。试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池簇额定功率初始化充电；
- b) 将电池簇的正、负极与外部装置断开，如电池簇内部有接触器应将其处于吸合状态；如电池簇附带绝缘电阻监测系统，应将其关闭；对不能承受绝缘电压试验的元件，测量前应将其短接或拆除；
- c) 按表 3 选择合适电压等级的绝缘电阻测量仪进行测试，试验电压施加部位应包括电池簇正极与外部裸露可导电部分之间和电池簇负极与外部裸露可导电部分之间；
- d) 记录试验结果。

表3 绝缘电阻测量仪电压等级

电池簇最大工作电压 U_{max} V	测量仪的电压等级 V
$U_{max} < 500$	500
$500 \leq U_{max} < 1000$	1000
$U_{max} \geq 1000$	2500

6.5.4.3 高海拔耐压性能试验

6.5.4.3.1 电池模块

电池模块高海拔耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
- b) 将电池模块的电源断开，主电路的开关和控制设备应闭合或旁路；对半导体器件和不能承受规定电压的元件，应将其断开或旁路；安装在带电部件和裸露导电部件之间的抗扰性电容器不应断开；由主电路供电的辅助电路保持连接，不由主电路供电的辅助电路断开；
- c) 将电池模块放置于低气压试验箱中，将电池模块正极、电池模块负极与电池模块外部裸露可导电部分分别与低气压试验箱的转接接线柱连接，将气压调节至 57.7kPa（对应 4500m），温度为 $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ；
- d) 静置 6h；
- e) 试验开始时施加的电压不应大于规定值的 50%，然后在几秒钟之内将试验电压平稳增加至规定的最大值并保持 60s；
- f) 按下列条件试验：
 - 1) 试验电压施加部位应包括电池模块正极与外部裸露可导电部分之间和电池模块负极与外部裸露可导电部分之间；
 - 2) 可采用交流电压或等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验，试验电压值应按表 4 选取；
 - 3) 交流电源应具有足够的功率以维持试验电压，可不考虑漏电流，此试验电压应为正弦波，且频率为 45Hz~62Hz；
- g) 记录是否有击穿或闪络现象。

表4 试验电压值

电池模块最大工作电压 U_{max} V	试验电压（交流耐压值） V	试验电压（直流耐压值） V
$U_{max} \leq 60$	1080	1530
$60 < U_{max} \leq 300$	1420	2010
$300 < U_{max} \leq 690$	1970	2800
$690 < U_{max} \leq 800$	2120	3000
$800 < U_{max} \leq 1000$	2400	3390
注：参考UL 1741-2020.		

6.5.4.3.2 电池簇

电池簇高海拔耐压性能试验应在电池簇的具体应用地点进行测试。试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池簇额定功率初始化充电；
- b) 将电池簇的电源断开，主电路的开关和控制设备应闭合或旁路；对半导体器件和不能承受规定电压的元件，应将其断开或旁路；安装在带电部件和裸露导电部件之间的抗扰性电容器不应断开；由主电路供电的辅助电路保持连接，不由主电路供电的辅助电路断开；试验开始时施加的电压不应大于规定值的 50%，然后在几秒钟之内将试验电压平稳增加至规定的最大值并保持 60s；
- c) 按下列条件试验：
 - 1) 试验电压施加部位应包括电池簇正极与外部裸露可导电部分之间和电池簇负极与外部裸露可导电部分之间；
 - 2) 可采用交流电压或等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验，试验电压值的选取见表 5；
 - 3) 交流电源应具有足够的功率以维持试验电压，可不考虑漏电流，此试验电压应为正弦波，且频率为 45Hz~62Hz；
- d) 记录是否有击穿或闪络现象。

表5 试验电压值

电池簇最大工作电压 U_{max} V	试验电压（交流耐压值） V	试验电压（直流耐压值） V
$U_{max} \leq 60$	1080	1530
$60 < U_{max} \leq 300$	1420	2010
$300 < U_{max} \leq 690$	1970	2800

$690 < U_{max} \leq 800$	2120	3000
$800 < U_{max} \leq 1000$	2400	3390
$1000 < U_{max} \leq 1500$	3100	4380
$1500 < U_{max} \leq 2000$	3800	5370
注：参考UL 1741-2020.		

6.6 耐久性试验

6.6.1 贮存性能试验

6.6.1.1 电池单体

电池单体贮存性能试验按照下列步骤进行：

- 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化充电；
- 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至放电能量达到该电池单体初始放电能量的 50%；
- 电池单体在 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下贮存 30d；
- 电池单体在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下静置 5h；
- 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压；
- 静置 10min；
- 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池单体以 P_c 恒功率充电至电池单体的充电截止电压，记录充电能量为充电恢复能量；
- 静置 10min；
- 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压，记录放电能量为放电恢复能量；
- 试验结束；
- 计算充电恢复能量相对于该样品 6.4.2.1 试验中初始充电能量结果的能量恢复率；计算放电恢复能量相对于该样品 6.4.2.1 试验中初始放电能量结果的能量恢复率。

6.6.1.2 电池模块

电池模块贮存性能试验按照下列步骤进行：

- 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
- 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至放电能量达到该电池模块初始放电能量的 50%；
- 电池模块在 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下贮存 30d；
- 电池模块在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下静置 5h；
- 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压；
- 静置 10min；
- 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，电池模块以 P_c 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压，记录充电能量为充电恢复能量；

- i) 静置 10min;
- j) 在 (25 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压; 记录放电能量为放电恢复能量;
- k) 试验结束;
- l) 计算充电恢复能量相对于该样品 6.4.2.2 试验中初始充电能量结果的能量恢复率; 计算放电恢复能量相对于该样品 6.4.2.2 试验中初始放电能量结果的能量恢复率。

6.6.2 循环性能试验

6.6.2.1 电池单体

电池单体循环性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池单体额定功率初始化放电;
- c) 电池单体在 (45 ± 2) °C 下静置 5h;
- d) 在 (45 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体的充电截止电压, 记录充电能量、充电时间;
- e) 静置 10min;
- f) 在 (45 ± 2) °C 下, 电池单体以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体的放电截止电压, 记录放电能量、放电时间;
- g) 静置 10min;
- h) 按照 d)~g) 连续循环 1000 次;
- i) 试验结束;
- j) 计算每 50 次循环充电结束时能量效率; 计算循环充放电过程中能量效率极差计算实际每次平均充电能量损失 = $(\text{循环 500 次充电能量} - \text{循环 1000 次充电能量}) / 1000$ 、基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均充电能量损失 = $(\text{循环 500 次充电能量} - \text{额定充电能量}) / (\text{额定功率充放电循环次数} - 1000)$ 、实际每次平均放电能量损失 = $(\text{循环 500 次放电能量} - \text{循环 1000 次放电能量}) / 1000$ 、基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均放电能量损失 = $(\text{循环 500 次放电能量} - \text{额定放电能量}) / (\text{额定功率充放电循环次数} - 1000)$ 。

6.6.2.2 电池模块

电池模块循环性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接;
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池模块额定功率初始化放电;
- c) 电池模块在 (45 ± 2) °C 下静置 5h;
- d) 在 (45 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rc} 恒功率充电至任一单体或模块的充电截止电压, 记录充电能量、充电时间、各单体电压;
- e) 静置 10min;
- f) 在 (45 ± 2) °C 下, 电池模块以 P_{rd} 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压, 记录放电能量、放电时间、各单体电压;
- g) 静置 10min;
- h) 按照 b)~c) 连续循环 1000 次;
- i) 试验结束;

- j) 计算每 50 次循环充电结束时电池单体的电压极差、放电结束时电池单体的电压极差和能量效率；计算循环充放电过程中能量效率极差；计算实际每次平均充电能量损失=（循环 500 次充电能量-循环 1000 次充电能量）/1000、基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均充电能量损失=（循环 500 次充电能量-额定充电能量）/（额定功率充放电循环次数-1000）、实际每次平均放电能量损失=（循环 500 次放电能量-循环 1000 次放电能量）/1000、基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均放电能量损失=（循环 500 次放电能量-额定放电能量）/（额定功率充放电循环次数-1000）。

6.7 安全性能试验

6.7.1 电触发安全性能试验

6.7.1.1 过充电试验

6.7.1.1.1 电池单体

电池单体过充电试验按照下列步骤进行：

- 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化充电；
- 电池单体以 $I=P_c/U_{nom}$ 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 1h；
- 观察 1h；
- 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.1.2 电池模块

电池模块过充电试验按照下列步骤进行：

- 按照 6.2.4.2 进行电池模块额定功率初始化充电；
- 电池模块以 $I=P_c/U_{nom}$ 恒流方式充电至任一电池单体电压达到电池单体充电截止电压的 1.5 倍或时间达到 1h 时停止充电；
- 观察 1h；
- 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.2 过放电试验

6.7.1.2.1 电池单体

电池单体过放电试验按照下列步骤进行：

- 按照 6.2.4.2 进行电池单体额定功率初始化放电；
- 电池单体以 $I=P_d/U_{nom}$ 恒流放电至电压达到 0V 或时间达到 90min；
- 观察 1h；
- 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.2.2 电池模块

电池模块过放电试验按照下列步骤进行：

- 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化放电；
- 电池模块以 $I=P_d/U_{nom}$ 恒流放电至任一电池单体电压达到 0V 或时间达到 90min；
- 观察 1h；
- 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.3 过载试验

6.7.1.3.1 电池单体

在 (25 ± 2) °C 下，电池单体过载试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.1 要求将电池单体放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池单体额定功率初始化放电；
- c) 电池单体以 $4P_d$ 恒功率充电至电池单体的充电截止电压；
- d) 静置 10min；
- e) 电池单体以 $4P_c$ 恒功率放电至电池单体放电截止电压；
- f) 观察 1h；
- g) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.3.2 电池模块

在 (25 ± 2) °C 下，电池模块过载试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.2.2 要求将电池模块放置于环境模拟装置内并与充放电设备连接；
- b) 按照 6.2.4.2 进行电池模块额定功率初始化放电；
- c) 电池模块以 $4P_d$ 恒功率充电至任一单体或模块的放电截止电压；
- d) 静置 10min；
- e) 电池模块以 $4P_c$ 恒功率放电至任一单体或模块的放电截止电压；
- f) 观察 1h；
- g) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.4 短路试验

6.7.1.4.1 电池单体

电池单体短路试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化充电；
- b) 将电池单体正、负极经外部短路持续 10min，外部线路电阻应为 (1 ± 0.1) m Ω （外部线路电阻包含正负极连接处接触电阻及短路试验机电阻）；
- c) 观察 1h；
- d) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.4.2 电池模块

电池模块短路试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
- b) 将电池模块正、负极经外部短路持续 10min，外部线路电阻应为 (1 ± 0.1) m Ω （外部线路电阻包含正负极连接处接触电阻及短路试验机电阻）；
- c) 观察 1h；
- d) 另取一电池模块按照 6.2.4.1 进行额定功率初始化充电；
- e) 将电池模块正、负极经外部短路持续 10min，外部线路电阻应为 (30 ± 3) m Ω （外部线路电阻包含正负极连接处接触电阻及短路试验机电阻）；
- f) 观察 1h；
- g) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.1.5 绝缘性能试验

6.7.1.5.1 电池模块

电池模块绝缘性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
- b) 将电池模块的正、负极与外部装置断开，如电池模块内部有接触器应将其处于吸合状态；如电池模块附带绝缘电阻监测系统，应将其关闭；对不能承受绝缘电压试验的元件，测量前应将其短接或拆除；
- c) 按表 2 选择合适电压等级的绝缘电阻测量仪进行测试，试验电压施加部位应包括电池模块正极与外部裸露可导电部分之间和电池模块负极与外部裸露可导电部分之间；
- d) 记录步骤 c) 中两次的绝缘阻值，并与电池模块标称电压计算每一伏电压对应的绝缘电阻；
- e) 记录试验结果。

6.7.1.5.2 电池簇

电池簇绝缘性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池簇额定功率初始化充电；
- b) 将电池簇的正、负极与外部装置断开，如电池簇内部有接触器应将其处于吸合状态；如电池簇附带绝缘电阻监测系统，应将其关闭；对不能承受绝缘电压试验的元件，测量前应将其短接或拆除；
- c) 按表 3 选择合适电压等级的绝缘电阻测量仪进行测试，试验电压施加部位应包括电池簇正极与外部裸露可导电部分之间和电池簇负极与外部裸露可导电部分之间；
- d) 记录试验结果。

6.7.1.6 耐压性能试验

6.7.1.6.1 电池模块

电池模块耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
- b) 将电池模块的电源断开，主电路的开关和控制设备应闭合或旁路；对半导体器件和不能承受规定电压的元件，应将其断开或旁路；安装在带电部件和裸露导电部件之间的抗扰性电容器不应断开；由主电路供电的辅助电路保持连接，不由主电路供电的辅助电路断开；试验开始时施加的电压不应大于规定值的 50%，然后在几秒钟之内将试验电压平稳增加至规定的最大值并保持 60s；
- c) 按下列条件试验：
 - 1) 试验电压施加部位应包括电池模块正极与外部裸露可导电部分之间和电池模块负极与外部裸露可导电部分之间；
 - 2) 可采用交流电压或等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验，试验电压值应按表 4 选取；
 - 3) 交流电源应具有足够的功率以维持试验电压，可不考虑漏电流，此试验电压应为正弦波，且频率为 45Hz~62Hz；
- d) 记录是否有击穿或闪络现象。

6.7.1.6.2 电池簇

电池簇耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池簇额定功率初始化充电;
- b) 将电池簇的电源断开,主电路的开关和控制设备应闭合或旁路,半导体器件和不能承受规定电压的元件应断开或旁路;安装在带电部件和裸露导电部件之间的抗扰性电容器不应断开;由主电路供电的辅助电路保持连接,不由主电路供电的辅助电路断开;试验开始时施加的电压不应大于规定值的 50%,然后在几秒钟之内将试验电压平稳增加至规定的最大值并保持 60s;
- c) 按下列条件试验:
 - 1) 试验电压施加部位应包括电池簇正极与外部裸露可导电部分之间和电池簇负极与外部裸露可导电部分之间;
 - 2) 可采用交流电压或等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验,试验电压值的选取见表 5;
 - 3) 交流电源应具有足够的功率以维持试验电压,可不考虑漏电流,此试验电压应为正弦波,且频率为 45Hz~62Hz;
- d) 记录是否有击穿或闪络现象。

6.7.2 机械触发安全性能试验

6.7.2.1 挤压试验

6.7.2.1.1 电池单体

电池单体挤压试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化充电;
- b) 按下列条件试验:
 - 1) 挤压方向:按照图 3 在垂直于电池单体极板方向施压;
 - 2) 挤压板形式:半径为 75mm 的半圆柱体,半圆柱体的长度(L)大于被挤压电池的尺寸;
 - 3) 挤压速度: (5 ± 1) mm/s;
 - 4) 挤压程度:电压达到 0V 或挤压力达到 (50 ± 1) kN 时停止挤压;
 - 5) 保持 10min;
- c) 观察 1h;
- d) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

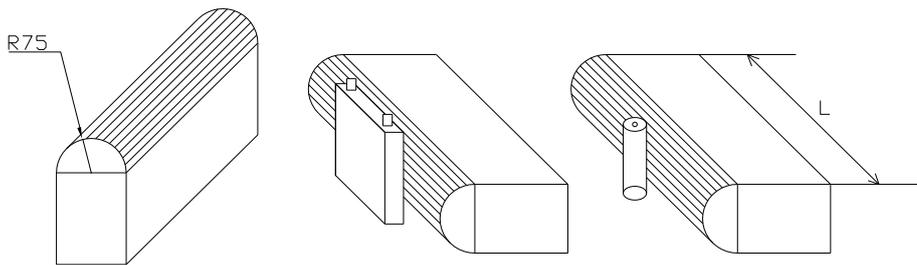


图 3 电池单体挤压板和挤压示意图

6.7.2.1.2 电池模块

电池模块挤压试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电;
- b) 按下列条件试验:

- 1) 挤压方向：与电池模块在储能系统布局上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，应按照图 4 垂直于电池单体排列方向施压；
 - 2) 挤压板形式：半径为 75mm 的半圆柱体，半圆柱体的长度 (L) 大于被挤压电池的尺寸，但不大于 1m；
 - 3) 挤压速度：(5±1)mm/s；
 - 4) 挤压程度：电池模块电压达到 0V 或挤压力达到 (50±1) kN 时停止挤压；
 - 5) 保持 10min；
- c) 观察 1h；
 - d) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

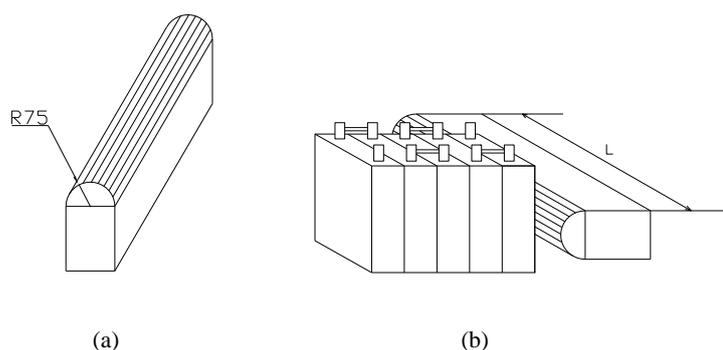


图 4 电池模块挤压板和挤压示意图

6.7.2.2 跌落试验

6.7.2.2.1 电池单体

电池单体跌落试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化充电；
- b) 将电池单体的正极或负极端子朝下从 1.5m 高度处自由跌落到水泥地面上 1 次；
- c) 观察 1h；
- d) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.2.2.2 电池模块

电池模块跌落试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
- b) 将电池模块的正极或负极端子朝下从 2.0m 高度处自由跌落到水泥地面上 1 次；
- c) 观察 1h；
- d) 记录是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象。

6.7.3 热触发安全性能试验

6.7.3.1 绝热温升试验

电池单体绝热温升试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.4.1 进行电池单体额定功率初始化充电；
- b) 设定绝热模拟装置起始温度为 40℃、终止温度为 130℃、温度检测灵敏度为 0.02℃/min、温度台阶 5℃，启动装置；

- c) 将电池单体加热到表面温度 40℃，静置 1h，加热幅度每达到 5℃且温度恒定后保持 20min；实时监测电池单体表面中心点的温度，温度数据采样周期不应大于 1s；
- d) 按照附录 A 中表 A.6 记录试验过程中的时间、电池单体温度和温升速率。

6.7.3.2 热失控试验

6.7.3.2.1 循环前热失控试验

- a) 试验步骤：
 - 1) 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 6 的规定；
 - 2) 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；
 - 3) 监测点温度传感器布置在远离热传导的一侧，即按照图 5 安装在加热装置的对侧，温度传感器尖端的直径应小于 1mm；
 - 4) 电池单体初始化充电；
 - 5) 用 P_{rc}/U_{nom} 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；
 - 6) 当发生热失控或监测点温度达到 300℃或加热时间达到 4h，停止充电并关闭加热装置；
 - 7) 观察 1h；
 - 8) 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。
- b) 热失控判定条件：
 - 1) 测试对象电压 $\leq 1.0V$ ；
 - 2) 温度监测采样频率 1s，监测点连续三次温升速率 $\geq 5^\circ C/s$ ；
 - 3) 当 1)+2) 发生时，判定电池单体发生热失控；
 - 4) 试验过程中及试验结束 1h 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。

表6 加热装置功率选择

测试对象能量 E Wh	加热装置最大功率 W
$E < 50$	≥ 10
$50 \leq E < 100$	≥ 150
$100 \leq E < 400$	≥ 300
$400 \leq E < 800$	≥ 450
$E \geq 800$	≥ 600

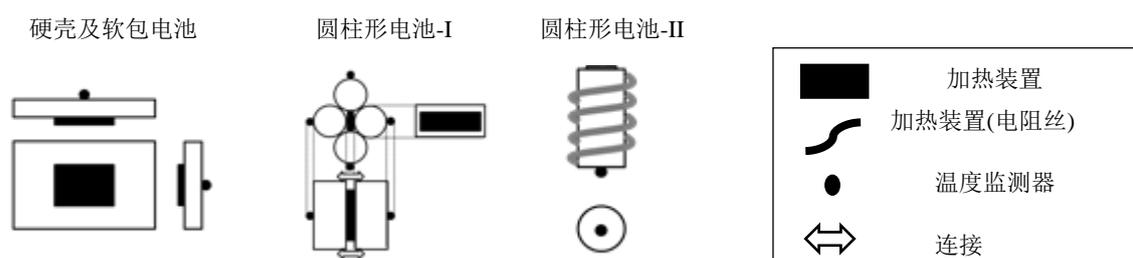


图5 热失控试验加热示意图

6.7.3.2.2 循环后热失控试验

电池单体循环后热失控试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.6.2.1 进行循环性能试验；
- b) 按照 6.7.3.2.1 进行热失控试验；
- c) 记录试验结果。

6.7.3.3 热失控扩散试验

6.7.3.3.1 循环前热失控扩散试验

循环前热失控扩散试验按照下列步骤进行：

- a) 热失控触发方式及测试对象选择：
 - 1) 从过充和加热两种方式中选择一种作为热失控触发方式；
 - 2) 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；
 - 3) 热失控监测对象选择：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；
- b) 电压及温度监测点布置：
 - 1) 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 1mm；
 - 2) 过充触发时，触发对象温度传感器应按照图 6 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按照图 5 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；
 - 3) 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，即按照图 5 安装在加热装置的对侧，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；
- c) 若选择过充触发热失控，则按照下列步骤进行：
 - 1) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电；
 - 2) 样品改装：将触发对象（最小电池管理单元）正负极与其他最小电池管理单元断开后与充放电设备连接；
 - 3) 以触发对象（最小电池管理单元）的 P_{rc}/U_{nom} 电流对其进行恒流充电，直至其发生热失控或监测点温度达到 300℃；
 - 4) 如果未发生热失控，继续观察 1h；
- d) 若选择加热触发热失控，则按照下列步骤进行：

- 1) 按照 6.2.4.1 进行电池模块额定功率初始化充电;
 - 2) 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, 加热装置功率选择见表 6;
 - 3) 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, 则可将其安装在模块中, 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步骤 b) 中 3) 规定的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;
 - 4) 启动加热装置, 发生热失控或监测点温度达到 300℃时, 停止触发;
 - 5) 如果未发生热失控, 继续观察 1h;
- e) 记录试验结果;
- f) 按照下列条件判定是否发生热失控;
- 1) 测试对象电压 $\leq 1.0V$;
 - 2) 温度监测采样频率 1s, 监测点连续三次温升速率 $\geq 5^\circ C/s$;
 - 3) 当 1)+2) 发生时, 判定发生热失控;
 - 4) 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 24h 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;
- g) 选择的触发方式不能使触发对象发生热失控的, 应选择另一种触发方式继续进行试验, 如果仍不能使触发对象发生热失控, 则判定为电池模块试验结果满足热失控扩散试验要求。

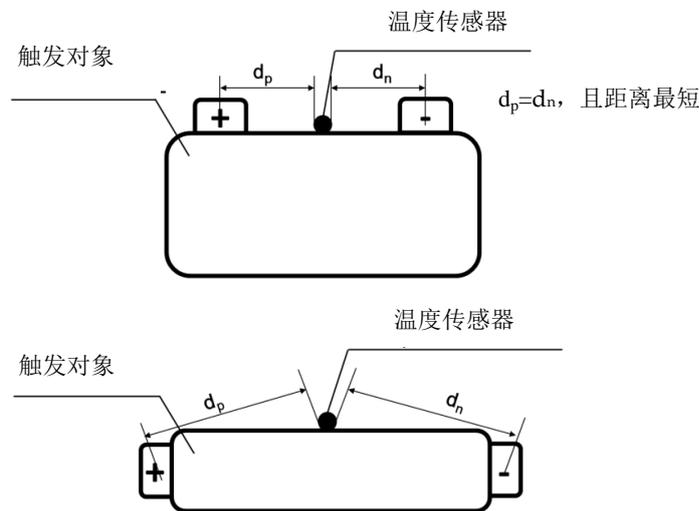


图 6 过充触发时温度传感器的布置位置示意图

6.7.3.3.2 循环后热失控扩散试验

电池模块循环后热失控扩散试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.6.2.2 进行循环性能试验;
- b) 按照 6.7.3.3.1 进行热失控扩散试验;
- c) 记录试验结果。

6.7.4 保护功能试验

电池簇保护功能试验按照下列步骤进行：

- a) 修改电池簇电池管理系统中电池单体、电池模块与电池簇的告警电压、保护电压限值，逐一触发电压保护条件，记录保护项目及其触发条件，电池管理系统动作后恢复正常设置；
- b) 修改电池簇电池管理系统中短路及电流保护限值，使电池簇正常充放电即可触发保护。启动电池簇充放电装置，逐一触发电流保护条件，记录保护项目及其触发条件，电池管理系统动作后恢复正常设置；
- c) 修改电池簇电池管理系统中电池单体告警温度与保护温度、电池单体温差、电池单体温升速率偏差限值，逐一触发相应保护条件，记录保护项目及其触发条件，电池管理系统动作后恢复正常设置；
- d) 修改电池簇电池管理系统中绝缘电阻限值，触发相应保护条件，记录保护项目及其触发条件，电池管理系统动作后恢复正常设置；
- e) 记录试验结果。

7 检验规则

7.1 检验分类和检验项目

检验分为出厂检验、型式检验及抽样检验，检验分类和检验项目应符合表7的规定，试验方法参见6试验方法。

表7 检验分类和检验项目

序号	项目类别	项目	技术要求（章条号）	型式检验	出厂检验	抽样检验	
1	外观及力学性能	外观	电池单体	5.2.1.1	√	√	√
			电池模块	5.2.1.2	√	√	√
			电池簇	5.2.1.3	√	√	√
2		外形尺寸和质量	电池单体	5.2.2.1	√		√
			电池模块	5.2.2.2	√	√	√
			电池簇	5.2.2.3	√		√
3		力学性能	电池单体	5.2.3.1			
			电池模块	5.2.3.2			
			电池簇	5.2.3.3			
4	电性能	初始充放电能量	电池单体	5.3.1.1	√	√	√
			电池模块	5.3.1.2	√		√
			电池簇	5.3.1.3	√	√	√
5		功率特性及出力曲线	电池单体	5.3.2.1	√		√
			电池模块	5.3.2.2	√		√
6		过载充放电性能	电池单体	5.3.3.1	√		√
			电池模块	5.3.3.2	√		√
7		能量保持与能量恢复能力	电池单体	5.3.4.1	√		
			电池模块	5.3.4.2	√		
7	环境适应性	高温充放电性能	电池单体	5.4.1.1	√		√

			电池模块	5.4.1.2	√		√	
8		低温充放电性能	电池单体	5.4.2.1	√		√	
			电池模块	5.4.2.2	√		√	
9		盐雾与高温高湿	电池模块	5.4.3	√			
10		高海拔性能	高海拔初始充放电能量	电池单体	5.4.4.1		√	
			高海拔绝缘性能	电池模块	5.4.4.2.1			√
				电池簇	5.4.4.2.2			√
			高海拔耐压性能	电池模块	5.4.4.3.1			√
		电池簇		5.4.4.3.2			√	
11	耐久性	贮存性能	电池单体	5.5.1.1	√			
				电池模块	5.5.1.2	√		
13		循环性能	电池单体	5.5.2.1	√			
				电池模块	5.5.2.2	√		
14	安全性能	电触发安全性	过充电	电池单体	5.6.1.1.1	√	√	
				电池模块	5.6.1.1.2	√		√
15			过放电	电池单体	5.6.1.2.1	√		√
				电池模块	5.6.1.2.2	√		√
16			过载	电池单体	5.6.1.3.1	√		√
				电池模块	5.6.1.3.2	√		√
17			短路	电池单体	5.6.1.4.1	√		√
				电池模块	5.6.1.4.2	√		√
18			绝缘性能	电池模块	5.6.1.5.1	√		√
				电池簇	5.6.1.5.2	√		√
19			耐压性能	电池模块	5.6.1.6.1	√		√
				电池簇	5.6.1.6.2	√		√
20		机械触发安全性能	挤压	电池单体	5.6.2.1.1	√		
			电池模块	5.6.2.1.2	√			
21		跌落	电池单体	5.6.2.2.1	√			
			电池模块	5.6.2.2.2	√			
22		热触发安全性能	绝热温升	电池单体	5.6.3.1	√	√	
23			热失控	电池单体	5.6.3.2	√	√	
24			热失控扩散	电池模块	5.6.3.3	√	√	
25		安全保护功能	电池簇	5.6.4	√		√	

注：针对高海拔应用的电池以高海拔性能试验项目替代常规条件下对应的试验项目。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验要求和样品数量

每一批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

序号	检验项目	要求（章条号）	试验方法（章条号）	样品抽样比例
1	外观检验(电池单体、电池模块、电池簇)	5.2.1.1, 5.2.1.2, 5.2.1.3	6.3.1.1, 6.3.1.2, 6.3.1.3	100%
2	外形尺寸测量（电池模块）	5.2.2.2	6.3.2.2	GB/T 2828.1 S-4级标准
3	初始充放电能量试验（电池单体、电池簇）	5.3.1.1, 5.3.1.3	6.4.1.1, 6.4.1.3	GB/T 2828.1 II级标准

7.2.2 判定规则

若被检产品存在任何一项检验项目不合格，则判定为出厂检验不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 需进行型式检验的情形

有下列情况之一应进行型式检验：

- 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

型式检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	检验项目	要求（章条号）	试验方法（章条号）	样品数量及编号
电池单体	1	外观检验	5.2.1.1	6.3.1.1	27个 1#~27#
	2	外形尺寸和质量测量	5.2.2.1	6.3.2.1	
	3	初始充放电能量试验	5.3.1.1 (高海拔应用: 5.4.4.1)	6.4.1.1 (高海拔应用: 6.5.4.1)	
	4	功率特性及出力曲线试验	5.3.2.1	6.4.2.1	1#、2#、3#
	5	过载充放电性能试验	5.3.3.1	6.4.3.1	4#、5#、6#
	6	能量保持与能量恢复能力试验	5.3.4.1	6.4.4.1	7#、8#、9#
	7	高温充放电性能试验	5.4.1.1	6.5.1.1	4#、5#、6#
	8	低温充放电性能试验	5.4.2.1	6.5.2.1	4#、5#、6#
	9	贮存性能试验	5.5.1.1	6.6.1.1	10#、11#、12#

	10	循环性能试验	5.5.2.1	6.6.2.1	13#、14#、15#	
	11	过充电试验	5.6.1.1.1	6.7.1.1.1	16#、17#、18#	
	12	过放电试验	5.6.1.2.1	6.7.1.2.1	1#、2#、3#	
	13	过载试验	5.6.1.3.1	6.7.1.3.1	4#、5#、6#	
	14	短路试验	5.6.1.4.1	6.7.1.4.1	19#、20#、21#	
	15	挤压试验	5.6.2.1.1	6.7.2.1.1	7#、8#、9#	
	16	跌落试验	5.6.2.2.1	6.7.2.2.1	10#、11#、12#	
	17	绝热温升试验	5.6.3.1	6.7.3.1	22#、23#、24#	
	18	热失控试验	5.6.3.2	6.7.3.2	25#、26#、27# 13#、14#、15#	
	电池模块	1	外观检验	5.2.1.2	6.3.1.2	11个 1#~11#
		2	外形尺寸和质量测量	5.2.2.2	6.3.2.2	
		3	初始充放电能量试验	5.3.1.2	6.4.1.2	
		4	功率特性及出力曲线试验	5.3.2.2	6.4.2.2	1#
		5	过载充放电性能试验	5.3.3.2	6.4.3.2	2#
		6	能量保持与能量恢复能力试验	5.3.4.2	6.4.4.2	3#
		7	高温充放电性能试验	5.4.1.2	6.5.1.2	2#
		8	低温充放电性能试验	5.4.2.2	6.5.2.2	2#
		9	盐雾与高温高湿试验	5.4.3	6.5.3.1或6.5.3.2	7#
10		贮存性能试验	5.5.1.2	6.6.1.2	4#	
11		循环性能试验	5.5.2.2	6.6.2.2	5#	
12		过充电试验	5.6.1.1.2	6.7.1.1.2	8#	
13		过放电试验	5.6.1.2.2	6.7.1.2.2	3#	
14		过载试验	5.6.1.3.2	6.7.1.3.2	2#	
15		短路试验	5.6.1.4.2	6.7.1.4.2	9#、10#	
16		绝缘性能试验	5.6.1.5.1 (高海拔应用: 5.4.4.2.1)	6.7.1.5.1 (高海拔应用: 6.5.4.2.1)	6#	
17		耐压性能试验	5.6.1.6.1 (高海拔应用: 5.4.4.3.1)	6.7.1.6.1 (高海拔应用: 6.5.4.3.1)	7#	
18		挤压试验	5.6.2.1.2	6.7.2.1.2	4#	
19		跌落试验	5.6.2.2.2	6.7.2.2.2	6#	
20		热失控扩散试验	5.6.3.3	6.7.3.3	11#、5#	

电池簇	1	外观检验	5.2.1.3	6.3.1.3	1个 1#
	2	外形尺寸测量	5.2.2.3	6.3.2.3	
	3	初始充放电能量试验	5.3.1.3	6.4.1.3	
	4	绝缘性能试验	5.6.1.5.2 (高海拔应用: 5.4.4.2.2)	6.7.1.5.2 (高海拔应用: 6.5.4.2.2)	
	5	耐压性能试验	5.6.1.6.2 (高海拔应用: 5.4.4.3.2)	6.7.1.6.2 (高海拔应用: 6.5.4.3.2)	
	6	保护功能试验	5.6.4	6.7.4	
注: 电池单体型式检验共需试验样品27个, 电池模块型式检验共需试验样品11个, 电池簇型式检验共需试验样品1个, 试验样品出厂日期建议为试验开始前3个月以内。					

7.3.3 判定规则

型式检验中, 所有试验样品进行的试验项目全部满足要求, 则判定为型式检验合格; 若任何 1 个试验样品的任何 1 项检验项目不满足要求, 则判定为型式检验不合格。

7.4 抽样检验

7.4.1 需进行抽样检验的情形

有下列情况之一应进行抽样检验:

- 需检验某个工程实际应用的产品与其对应的型式检验产品在关键性能方面的一致性;
- 需检验某个批次产品与其对应的型式检验产品在关键性能方面的一致性;
- 更换产品, 且更换的数量不小于抽样数量 100 倍的;
- 合同约定。

7.4.2 抽样检验要求和样品数量

抽样检验应满足下列要求:

- 抽样检验针对同一型号产品, 若存在多个型号, 则每个型号均单独抽样检验;
- 抽样检验样本总量的额定能量之和不大于 20MWh 的, 应按表 10 进行抽样检验;
- 抽样检验样本总量的额定能量之和大于 20MWh 的, 以 20MWh 为一个抽样单元等比例增加抽样数量, 不足 20MWh 的部分按 20MWh 计。

表10 抽样检验要求和抽样数量

试验样品	序号	检验项目	要求 (章条号)	试验方法 (章条号)	抽检数量及编号
电池单体	1	外观检验	5.2.1.1	6.3.1.1	18个
	2	外形尺寸和质量测量	5.2.2.1	6.3.2.1	1#~18#

	3	初始充放电能量试验	5.3.1.1 (高海拔应用: 5.4.4.1)	6.4.1.1 (高海拔应用: 6.5.4.1)		
	4	功率特性及出力曲线试验	5.3.2.1	6.4.2.1	1#、2#、3#	
	5	过载充放电性能试验	5.3.3.1	6.4.3.1	4#、5#、6#	
	6	高温充放电性能试验	5.4.1.1	6.5.1.1	4#、5#、6#	
	7	低温充放电性能试验	5.4.2.1	6.5.2.1	4#、5#、6#	
	8	过充电试验	5.6.1.1.1	6.7.1.1.1	7#、8#、9#	
	9	过放电试验	5.6.1.2.1	6.7.1.2.1	1#、2#、3#	
	10	过载试验	5.6.1.3.1	6.7.1.3.1	4#、5#、6#	
	11	短路试验	5.6.1.4.1	6.7.1.4.1	10#、11#、12#	
	12	绝热温升试验	5.6.3.1	6.7.3.1	13#、14#、15#	
	13	热失控试验	5.6.3.2	6.7.3.2	16#、17#、18#	
	电池模块	1	外观检验	5.2.1.2	6.3.1.2	6个 1#~6#
		2	外形尺寸和质量测量	5.2.2.2	6.3.2.2	
3		初始充放电能量试验	5.3.1.2	6.4.1.2		
4		功率特性及出力曲线试验	5.3.2.2	6.4.2.2	1#	
5		过载充放电性能试验	5.3.3.2	6.4.3.2	2#	
6		高温充放电性能试验	5.4.1.2	6.5.1.2	2#	
7		低温充放电性能试验	5.4.2.2	6.5.2.2	2#	
8		绝缘性能试验	5.6.1.5.1 (高海拔应用: 5.4.4.2.1)	6.7.1.5.1 (高海拔应用: 6.5.4.2.1)	3#	
9		耐压性能试验	5.6.1.6.1 (高海拔应用: 5.4.4.3.1)	6.7.1.6.1 (高海拔应用: 6.5.4.3.1)	4#	
10		过充电试验	5.6.1.1.2	6.7.1.1.2	5#	
11		过放电试验	5.6.1.2.2	6.7.1.2.2	1#	
12		过载试验	5.6.1.3.2	6.7.1.3.2	2#	
13		短路试验	5.6.1.4.2	6.7.1.4.2	3#, 4#	
14		热失控扩散试验	5.6.3.3	6.7.3.3	6#	
电池簇	1	外观检验	5.2.1.3	6.3.1.3	1个 1#	
	2	外形尺寸和质量测量	5.2.2.3	6.3.2.3		
	3	初始充放电能量试验	5.3.1.3	6.4.1.3		

	4	绝缘性能试验	5.6.1.5.2 (高海拔应用: 5.4.4.2.2)	6.7.1.5.2 (高海拔应用: 6.5.4.2.2)	
	5	耐压性能试验	5.6.1.6.2 (高海拔应用: 5.4.4.3.2)	6.7.1.6.2 (高海拔应用: 6.5.4.3.2)	
	6	保护功能试验	5.6.4	6.7.4	

7.4.3 判定规则

抽样检验中, 所有试验样品进行的试验项目全部满足要求, 则判定为抽样检验合格; 若有任何 1 个试验样品的任何 1 项检验项目不满足要求, 则判定为抽样检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

电池模块及电池簇上应有铭牌和标识, 铭牌和标识应满足下列要求:

- a) 铭牌应包括品名、型号、制造商名称、制造日期等内容;
- b) 应有高压电、防触电等标识。

8.2 包装

产品包装应满足下列要求:

- a) 产品包装应满足《联合国关于危险货物运输的建议书》中危险品包装条款的要求;
- b) 对于《联合国关于危险货物运输的建议书》要求带外包装的产品, 其包装应满足《关于危险货物运输的建议书》规定的包装测试要求, 并按照运输条件满足 GB/T 4857 规定的相应要求;
- c) 对于《联合国关于危险货物运输的建议书》不要求带外包装的, 包装要求由制造商与客户根据运输条件协商确定;
- d) 包装内应含产品合格证、产品使用说明书、检验报告等随行文件;
- e) 外包装箱上应包括: “向上”、“防雨”、“防晒”、“禁止翻滚”、“重心”等标志以及“第九类危险品标签”; 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定;
- f) 根据制造商与客户协商, 包装箱上宜粘贴产品信息标识, 标识信息包括但不限于品名、型号、数量等。

8.3 运输

产品运输时应满足下列要求:

- a) 产品应包装成箱后再运输, 运输过程中电池的荷电状态应为 20%~50%或满足指定要求;
- b) 运输过程中应防止剧烈振动、冲击、挤压, 防止日晒雨淋, 不得倒置;
- c) 在装卸过程中, 应轻搬轻放, 严防摔掷、翻滚、重压;
- d) 运输过程中应断开高压。

8.4 贮存

产品贮存时应满足下列要求:

- a) 初始能量状态宜为 30%~50%, 每贮存 6 个月宜维护能量状态至前述范围;

GB/T 36276—20xx

- b) 贮存环境温度范围应为 $-30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，宜不高于 35°C ；
- c) 贮存环境应避雨、防晒、清洁、干燥、通风及防护良好，远离火源、热源、腐蚀性介质及重物隐患；
- d) 按照产品说明书的要求放置。

附 录 A
(资料性)
试验数据记录表

A.1 按照表A.1 记录电池单体技术规格数据。

表 A.1 电池单体技术规格数据记录表

电池单体规格	EES-LIB-A1/A2-A3-Cell ____V-____W-____W-____Wh-____Wh		
电池单体型号			
项目	符号	单位	数值
额定充电小时率	n	/	
额定放电小时率	n'	/	
额定充电功率	P_{rc}	W	
额定放电功率	P_{rd}	W	
额定充电能量	E_{rc}	Wh	
额定放电能量	E_{rd}	Wh	
额定功率充放电循环次数		次	
额定充电容量	C_{rc}	Ah	
额定放电容量	C_{rd}	Ah	
95%额定充电功率下充电能量保证值	E_{1c}	Wh	
95%额定放电功率下放电能量保证值	$E_{1d'}$	Wh	
90%额定充电功率下充电能量保证值	E_{1c}	Wh	
90%额定放电功率下放电能量保证值	$E_{1d'}$	Wh	
...	
5%额定充电功率下充电能量保证值	E_{19c}	Wh	
5%额定放电功率下放电能量保证值	E_{19d}	Wh	
电池单体标称电压	U_{nom}	V	
电池单体尺寸	/	mm	(长×宽×高): (× ×) / (长×宽×厚): (× ×) / (直径×高): (×)
电池单体质量	/	kg	
电池单体充电截止电压	/	V	

电池单体放电截止电压	/	V	
电池单体充电告警电压	/	V	
电池单体放电告警电压	/	V	
电池单体充电保护电压	/	V	
电池单体放电保护电压	/	V	
电池单体告警温度	/	℃	
电池单体保护温度	/	℃	
电池单体最大充电电流	/	A	
电池单体最大放电电流	/	A	
摆放方式要求	<input type="checkbox"/> 竖直 <input type="checkbox"/> 平放		
夹具使用要求	<input type="checkbox"/> 基本性能 <input type="checkbox"/> 循环性能 <input type="checkbox"/> 安全性能		
注：最大充电电流=额定充电功率/放电截止电压，最大放电电流=额定放电功率/放电截止电压。			

A.2 按照表A.2 记录电池单体初始充放电能量试验数据。

表 A.2 电池单体初始充放电能量试验数据记录表

项目		样品编号			
		电池 1#	电池 27#
初始充电能量 E_{ic} (Wh)	①				
	②				
	③				
	均值				
充电时间 t_c (h)	①				
	②				
	③				
	均值				
初始放电能量 E_{id} (Wh)	①				
	②				
	③				
	均值				
放电时间 t_d (h)	①				
	②				
	③				
	均值				
能量效率=初始放电能量均值/初始充电能量均值 $\times 100\%$ (%)					
初始充电能量均值/额定充电能量 $\times 100\%$ (%)					
初始放电能量均值/额定放电能量 $\times 100\%$ (%)					
初始充电容量 (Ah)	①				
	②				
	③				
	均值				
初始放电容量 (Ah)	①				
	②				
	③				
	均值				

表 A.2 电池单体初始充放电能量试验数据记录表（续）

检测项目数据处理		
项目		计算结果
初始充电能量平均值(Wh)		
初始放电能量平均值(Wh)		
初始充电能量极差(Wh)	①	
	②	
	③	
初始放电能量极差(Wh)	①	
	②	
	③	
初始充电能量极差平均值(Wh)		
初始放电能量极差平均值(Wh)		
初始充电能量极差平均值/初始充电能量平均值×100%(%)		
初始放电能量极差平均值/初始放电能量平均值×100%(%)		

A.3 按照表A.3 记录电池单体过载充放电性能试验数据。

表 A.3 电池单体过载充放电性能试验数据记录表

倍率	项目	样品编号		
		电池 4#	电池 5#	电池 6#
P_{rc} 和 P_{rd}	充电能量(Wh)			
	放电能量(Wh)			
	充电时间(h)			
	放电时间(h)			
	充电容量(Ah)			
	放电容量(Ah)			
	能量效率(%)			
$2P_{rc}$ 和 $2P_{rd}$	充电能量（倍率充电）(Wh)			
	放电能量（倍率放电）(Wh)			
	充电时间（倍率充电）(h)			
	放电时间（倍率放电）(h)			
	充电容量（倍率充电）(Ah)			
	放电容量（倍率放电）(Ah)			
	充电能量保持率(%)			
	放电能量保持率(%)			
	充电能量（过载充放电）(Wh)			
	放电能量（过载充放电）(Wh)			
	充电时间（过载充放电）(h)			
	放电时间（过载充放电）(h)			
	充电容量（过载充放电）(Ah)			
	放电容量（过载充放电）(Ah)			
能量效率(%)				

A.4 按照表A.4 记录电池单体高温充放电性能试验数据。

表 A.4 电池单体高温充放电性能试验数据记录表

项目((50±2)℃)	样品编号		
	电池 4#	电池 5#	电池 6#
充电能量 $E_c(\text{Wh})$			
放电能量 $E_d(\text{Wh})$			
充电时间 $t_c(\text{h})$			
放电时间 $t_d(\text{h})$			
充电容量 $C_c(\text{Ah})$			
放电容量 $C_d(\text{Ah})$			
能量效率= $E_d/E_c \times 100\%$ (%)			
充电能量均值/额定充电能量 $\times 100\%$ (%)			
放电能量均值/额定放电能量 $\times 100\%$ (%)			

A.5 按照表A.5 记录电池单体低温充放电性能试验数据。

表 A.5 电池单体低温充放电性能试验数据记录表

项目((20±2)°C)	样品编号		
	电池 4#	电池 5#	电池 6#
充电能量 $E_c(\text{Wh})$			
放电能量 $E_d(\text{Wh})$			
充电时间 $t_c(\text{h})$			
放电时间 $t_d(\text{h})$			
充电容量 $C_c(\text{Ah})$			
放电容量 $C_d(\text{Ah})$			
能量效率= $E_d/E_c \times 100\%$ (%)			
充电能量均值/额定充电能量 $\times 100\%$ (%)			
放电能量均值/额定放电能量 $\times 100\%$ (%)			

A. 6 按照表A. 6 记录电池单体绝热温升试验数据。

表 A. 6 电池单体绝热温升试验数据记录表

温度(°C)	温升速率(°C/min)		
	样品编号		
	电池 22#	电池 23#	电池 24#
50			
55			
60			
65			
70			
75			
80			
85			
90			
95			
100			
105			
110			
115			
120			
125			
130			

A.7 按照表A.7记录电池单体能量保持与能量恢复能力试验数据。

表 A.7 电池单体能量保持与能量恢复能力试验数据记录表

项目	单位	样品编号		
		电池 7#	电池 8#	电池 9#
保持能量	Wh			
充电恢复能量	Wh			
放电恢复能量	Wh			
能量保持率 =保持能量/ $E_{id}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%			
充电能量恢复率 =充电恢复能量/ $E_{ic}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%			
放电能量恢复率 =放电恢复能量/ $E_{id}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%			

A.8 按照表A.8记录电池单体贮存性能试验数据。

表 A.8 电池单体贮存性能试验数据记录表

项目	单位	样品编号		
		电池 10#	电池 11#	电池 12#
充电恢复能量	Wh			
放电恢复能量	Wh			
充电能量恢复率 =充电恢复能量/ $E_{ic}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%			
放电能量恢复率 =放电恢复能量/ $E_{id}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%			

A.9 按照表A.9 记录电池单体循环性能试验数据。

表 A.9 电池单体循环性能试验数据记录表

样品编号	电池 13#/电池 14#/电池 15#				
循环次数	充电能量(Wh)	放电能量(Wh)	充电时间 (h)	放电时间(h)	能量效率(%)
50					
100					
150					
200					
250					
300					
350					
400					
450					
500					
550					
600					
650					
700					
750					
800					
850					
900					
950					
1000					
循环充放电过程中能量效率极差 (%) (1 次~1000 次)					
实际每次平均充电能量损失= (循环 500 次充电能量-循环 1000 次充电能量) /1000					
实际每次平均放电能量损失= (循环 500 次放电能量-循环 1000 次放电能量) /1000					
基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均充电能量损失 = (循环 500 次充电能量-额定充电能量) / (额定功率充放电循环次数-1000)					
基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均放电能量损失					

= (循环 500 次放电能量-额定放电能量) / (额定功率充放电 循环次数-1000)	
--	--

A. 10 按照表A. 10 记录电池模块技术规格数据。

表 A. 10 电池模块技术规格数据记录表

电池模块规格	EES-LIB-A1/A2-A3-Module ____V-____kW-____kW-____kWh-____kWh		
电池模块型号			
电池单体规格	EES-LIB-A1/A2-A3-Cell ____V-____W-____W-____Wh-____Wh		
电池单体型号	电池模块内单体串并联方式：____并____串		
项目	符号	单位	数值
额定充电小时率	n	/	
额定放电小时率	n'	/	
额定充电功率	P_{rc}	kW	
额定放电功率	P_{rd}	kW	
额定充电能量	E_{rc}	kWh	
额定放电能量	E_{rd}	kWh	
额定功率充放电循环次数		次	
额定充电容量	C_{rc}	Ah	
额定放电容量	C_{rd}	Ah	
95%额定充电功率下充电能量保证值	E_{1c}	Wh	
95%额定放电功率下放电能量保证值	$E_{1d'}$	Wh	
90%额定充电功率下充电能量保证值	E_{1c}	Wh	
90%额定放电功率下放电能量保证值	$E_{1d'}$	Wh	
...	

5%额定充电功率下充电能量 保证值	E_{19c}	Wh	
5%额定放电功率下放电能量 保证值	E_{19d}	Wh	
电池模块标称电压	/	V	
电池模块尺寸(长×宽×高)	/	mm	___×___×___
电池模块质量	/	kg	
电池单体充电截止电压	/	V	
电池单体放电截止电压	/	V	
电池模块充电截止电压	/	V	
电池模块放电截止电压	/	V	
电池单体充电告警电压	/	V	
电池单体放电告警电压	/	V	
电池单体充电保护电压	/	V	
电池单体放电保护电压	/	V	
电池模块充电告警电压	/	V	
电池模块放电告警电压	/	V	
电池模块充电保护电压	/	V	
电池模块放电保护电压	/	V	
电池单体告警温度	/	°C	
电池单体保护温度	/	°C	
电池模块最大充电电流	/	A	
电池模块最大放电电流	/	A	
注：最大充电电流=额定充电功率/放电截止电压，最大放电电流=额定放电功率/放电截止电压。			

A. 11 按照表A. 11 记录电池模块充放电能量试验数据。

表 A. 11 电池模块初始充放电能量试验数据记录表

项目		样品编号			
		电池 1#	电池 11#
初始充电能量 E_{ic} (kWh)	①				
	②				
	③				
	均值				
充电时间 t_c (h)	①				
	②				

	③				
	均值				
初始放电能量 $E_{ia}(\text{kWh})$	①				
	②				
	③				
	均值				
放电时间 $t_d(\text{h})$	①				
	②				
	③				
	均值				
能量效率=初始放电能量均值/初始充电能量均值 $\times 100\%$ (%)					
初始充电能量均值/额定充电能量 $\times 100\%$ (%)					
初始放电能量均值/额定放电能量 $\times 100\%$ (%)					
初始充电容量 (Ah)	①				
	②				
	③				
	均值				
初始放电容量 (Ah)	①				
	②				
	③				
	均值				
检测项目数据处理					
项目		计算结果			
初始充电能量平均值(Wh)					
初始放电能量平均值(Wh)					
初始充电能量极差(kWh)	①				
	②				
	③				
初始放电能量极差(kWh)	①				
	②				
	③				
初始充电能量极差平均值(Wh)					

初始放电能量极差平均值(Wh)	
初始充电能量极差平均值/初始充电能量平均值×100%(%)	
初始放电能量极差平均值/初始放电能量平均值×100%(%)	

A. 12 按照表A. 12 记录电池模块过载充放电性能试验数据。

表 A. 12 电池模块过载充放电性能试验数据记录表

倍率	项目	样品编号
		电池 2#
P_{rc} 和 P_{rd}	充电能量(kWh)	
	放电能量(kWh)	
	充电时间(h)	
	放电时间(h)	
	充电容量(Ah)	
	放电容量(Ah)	
	能量效率(%)	
$2P_{rc}$ 和 $2P_{rd}$	充电能量（倍率充电）(kWh)	
	放电能量（倍率放电）(kWh)	
	充电时间（倍率充电）(h)	
	放电时间（倍率放电）(h)	
	充电容量（倍率充电）(Ah)	
	放电容量（倍率放电）(Ah)	
	充电能量保持率(%)	
	放电能量保持率(%)	
	充电能量（过载充放电）(kWh)	
	放电能量（过载充放电）(kWh)	
	充电时间（过载充放电）(h)	
	放电时间（过载充放电）(h)	
	充电容量（过载充放电）(Ah)	
	放电容量（过载充放电）(Ah)	
	能量效率(%)	

A. 13 按照表A. 13 记录电池模块高温充放电性能试验数据。

表 A. 13 电池模块高温充放电性能试验数据记录表

项目((50±2)°C)	样品编号
	电池 2#
充电能量 $E_c(\text{kWh})$	
放电能量 $E_d(\text{kWh})$	
充电时间 $t_c(\text{h})$	
放电时间 $t_d(\text{h})$	
充电容量 $C_c(\text{Ah})$	
放电容量 $C_d(\text{Ah})$	
能量效率= $E_d/E_c \times 100\%$ (%)	
充电能量/额定充电能量 $\times 100\%$ (%)	
放电能量/额定放电能量 $\times 100\%$ (%)	

A. 14 按照表A. 14 记录电池模块低温充放电性能试验数据。

表 A. 14 电池模块低温充放电性能试验数据记录表

项目((20±2)°C)	样品编号
	电池 2#
充电能量 $E_c(\text{kWh})$	
放电能量 $E_d(\text{kWh})$	
充电时间 $t_c(\text{h})$	
放电时间 $t_d(\text{h})$	
充电容量 $C_c(\text{Ah})$	
放电容量 $C_d(\text{Ah})$	
能量效率= $E_d/E_c \times 100\%$ (%)	
充电能量/额定充电能量 $\times 100\%$ (%)	
放电能量/额定放电能量 $\times 100\%$ (%)	

A. 15 按照表A. 15 记录电池模块能量保持与能量恢复能力试验数据。

表 A. 15 电池模块能量保持与能量恢复能力试验数据记录表

项目	单位	样品编号
		电池 3#
保持能量	kWh	
充电恢复能量	kWh	
放电恢复能量	kWh	
能量保持率=保持能量/ $E_{id}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%	
充电能量恢复率=充电恢复能量/ $E_{ic}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%	
放电能量恢复率=放电恢复能量/ $E_{id}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%	

A. 16 按照表A. 16 记录电池模块贮存性能试验数据。

表 A. 16 电池模块贮存性能试验数据记录表

项目	单位	样品编号
		电池 4#
充电恢复能量	kWh	
放电恢复能量	kWh	
充电能量恢复率 =充电恢复能量/ $E_{ic}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%	
放电能量恢复率 =放电恢复能量/ $E_{id}(25^{\circ}\text{C})\times 100\%$	%	

A.17 按照表A.17 记录电池模块循环性能试验数据。

表 A.17 电池模块循环性能试验数据记录表

样品编号	电池 7#						
循环次数	充电 能量 (kWh)	放电 能量 (kWh)	充电 时间 (h)	放电 时间 (h)	能量 效率 (%)	充电结束时 电池单体电 压极差(mV)	放电结束时 电池单体电 压极差(mV)
50							
100							
150							
200							
250							
300							
350							
400							
450							
500							
550							
600							
650							
700							
750							
800							
850							
900							
950							
1000							
充电结束时电池单体电压极差平均值(mV) (1次~1000次)							
放电结束时电池单体电压极差平均值(mV) (1次~1000次)							
循环充放电过程中能量效率极差 (%) (1次~1000次)							
实际每次平均充电能量损失= (循环 500 次充电能量-循环 1000 次充电能量) /1000 (Wh)							
基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均充电能量损 失=(循环 500 次充电能量-额定充电能量) / (额定功率充放 电循环次数-1000) (Wh)							
实际每次平均放电能量损失= (循环 500 次放电能量-循环							

1000 次放电能量) /100 (Wh)	
基于额定功率充放电循环次数计算的每次平均放电能量损失= (循环 500 次放电能量-额定放电能量) / (额定功率充放电循环次数-1000) (Wh)	

A. 18 按照表A. 18 记录电池簇技术规格数据。

表 A. 18 电池簇技术规格数据记录表

电池簇规格	LIB-A1/A2-A3-Cluster-EES ____V-____kW-____kW-____kWh-____kWh		
电池簇型号			
电池模块规格	LIB-A1/A2-A3-Module-EES ____V-____kW-____kW-____kWh-____kWh		
电池单体规格	LIB-A1/A2-A3-Cell-EES ____V-____W-____W-____Wh-____Wh		
电池模块型号		电池簇内模块串并联方式: ____并____串	
电池单体型号		电池模块内单体串并联方式: ____并____串	
项目	符号	单位	数值
额定充电小时率	n	/	
额定放电小时率	n'	/	
额定充电功率	P_{rcn}	kW	
额定放电功率	$P_{rdn'}$	kW	
额定充电能量	E_{rcn}	kWh	
额定放电能量	$E_{rdn'}$	kWh	
额定充电容量	C_{rcn}	Ah	
额定放电容量	$C_{rdn'}$	Ah	
电池簇标称电压	/	V	
电池簇尺寸 (长×宽×高)	/	mm	____×____×_
电池单体充电截止电压	/	V	
电池单体放电截止电压	/	V	
电池模块充电截止电压	/	V	
电池模块放电截止电压	/	V	
电池簇充电截止电压	/	V	
电池簇放电截止电压	/	V	
电池单体充电告警电压	/	V	
电池单体放电告警电压	/	V	
电池单体充电保护电压	/	V	
电池单体放电保护电压	/	V	
电池模块充电告警电压	/	V	
电池模块放电告警电压	/	V	

电池模块充电保护电压	/	V	
电池模块放电保护电压	/	V	
电池簇充电告警电压	/	V	
电池簇放电告警电压	/	V	
电池簇充电保护电压	/	V	
电池簇放电保护电压	/	V	
电池单体告警温度	/	℃	
电池单体保护温度	/	℃	
电池单体最大电压差保护值	/	mV	
电池单体最大温度差保护值	/	℃	
电池单体温升速率偏差预警值			

A. 19 按照表A. 19 记录电池簇初始充放电能量试验数据。

表 A. 19 电池簇初始充放电能量试验数据记录表

项目	符号	单位	试验次数	样品编号
				电池 1#
初始充电能量	E_{ic}	kWh	①	
			②	
			③	
			均值	
充电时间	t_c	h	①	
			②	
			③	
			均值	
初始放电能量	E_{id}	kWh	①	
			②	
			③	
			均值	
放电时间	t_d	h	①	
			②	
			③	
			均值	
能量效率=初始放电能量均值/初始充电能量均值×100%	/	%	/	
初始充电能量均值/额定充电能量×100%	/	%	/	
初始放电能量均值/额定	/	%	/	

定放电能量×100%				
充电结束时电池单体 电压极差	/	mV	①	
			②	
			③	
			均值	
放电结束时电池单体 电压极差	/	mV	①	
			②	
			③	
			均值	
充电结束时电池单体 温度极差	/	℃	①	
			②	
			③	
			均值	
放电结束时电池单体 温度极差	/	℃	①	
			②	
			③	
			均值	
充电结束时电池模块 电压极差	/	V	①	
			②	
			③	
			均值	
放电结束时电池模块 电压极差	/	V	①	
			②	
			③	
			均值	
电池单体最大温升	/	℃	/	
初始充电容量	C_{ic}	Ah	①	
			②	
			③	
			均值	
初始放电容量	C_{id}	Ah	①	
			②	
			③	
			均值	

充电结束时电池模块 电压极差均值/电池模 块标称电压×100 (%)	/	%	/	
放电结束时电池模块 电压极差均值/电池模 块标称电压×100 (%)	/	%	/	
