

中华人民共和国国家标准

GB/T 36280—2023

代替 GB/T 36280—2018

电力储能用铅炭电池

Lead carbon battery for electrical energy storage

2023-12-28 发布

2024-07-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
4 编码	2
5 技术要求	3
6 试验方法	7
7 检验规则	24
8 标志、包装、运输和贮存	29
附录 A (资料性) 电池规格参数表	31
附录 B (规范性) 电池工作参数表	34



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 36280—2018《电力储能用铅炭电池》，与 GB/T 36280—2018 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了文件的适用范围(见第 1 章,2018 年版第 1 章)；
- 删除了术语和定义中与 DL/T 2528 重复的内容(见 3.1,2018 年版的 3.1)；
- 更改了符号的内容(见 3.2,2018 年版的 3.2)；
- 将“规格”更改为“编码”，更改了编码规则(见第 4 章,2018 年版的第 4 章)；
- 增加了“功率特性”(见 5.3.2)、“倍率充放电性能”(见 5.3.3)、“高海拔初始充放电性能”(见 5.4.3)、“短路性能”(见 5.6.1.3)、“盐雾性能”(见 5.6.2.1)、“交变湿热性能”(见 5.6.2.2)、“高海拔绝缘性能”(见 5.6.2.3)、“高海拔耐压性能”(见 5.6.2.4)；
- 将“初始充放电能量”更改为“初始充放电性能”，更改了技术要求(见 5.3.1,2018 年版的 5.1.1.4)；
- 将“能量保持能力”更改为“能量保持与能量恢复能力”，更改了技术要求，删除了“能量保持能力”技术要求(见 5.3.4,2018 年版的 5.1.1.7)；
- 将“高温充放电性能”更改为“高温适应性”，更改了技术要求(见 5.4.1,2018 年版的 5.1.1.6)；
- 将“低温充放电性能”更改为“低温适应性”，更改了技术要求(见 5.4.2,2018 年版的 5.1.1.5)；
- 将“抗机械破损能力”更改为“跌落性能”，更改了相应的技术要求(见 5.6.1.6,2018 年版的 5.2.1.5)；
- 将“气体析出量”更改为“气体析出速率”(见 5.6.1.7,2018 年版的 5.2.1.7)，更改了技术要求；
- 更改了“一致性”(见 5.3.5,2018 年版的 5.1.2.5)、“循环性能”(见 5.5,2018 年版的 5.3)“过充电性能”(见 5.6.1.1,2018 年版的 5.2.1.1)、“过放电性能”(见 5.6.1.2,2018 年版的 5.2.1.2)的技术要求；
- 删除了“大功率放电”技术要求(见 2018 年版的 5.2.1.8)；
- 删除了“耐接地短路能力”(见 2018 年版的 5.2.1.4)；
- 删除了“电池管理系统监控与告警保护功能”(见 2018 年版的 5.2.3.3)；
- 将“附录 A(规范性附录)试验方法”更改为“6 试验方法”(见第 6 章,2018 年版的附录 A)；
- 将“试验装置”更改为“试验设备”，更改了试验设备要求(见 6.1.2,2018 年版的附录 A.1.2)；
- 更改了“初始充放电性能试验”(见 6.4.1,2018 年版的 A.2.3)、“能量保持与恢复能力试验”(见 6.4.4,2018 年版的 A.2.6)、“高温适应性试验”(见 6.5.1,2018 年版的 A.2.5)、“低温适应性试验”(见 6.5.2,2018 年版的 A.2.4)、“循环性能试验”(见 6.6,2018 年版的 A.2.17)、“过充电性能试验”(见 6.7.1.1,2018 年版的 A.2.7)、“过放电性能试验”(见 6.7.1.2,2018 年版的 A.2.8)、“绝缘性能试验”(见 6.7.1.4,2018 年版的 A.3.4)、“耐压性能试验”(见 6.7.1.5,2018 年版的 A.3.5)、“气体析出速率试验”(见 6.7.1.7,2018 年版的 A.2.13)的试验方法、“防爆能力试验”(见 6.7.1.8,2018 年版的 A.2.16)、“热失控敏感性试验”(见 6.7.3.1,2018 年版的 A.2.12)；
- 增加了“功率特性试验”(见 6.4.2)、“倍率充放电性能试验”(见 6.4.3)、“高海拔初始充放电性能试验”(见 6.5.3)、“短路性能试验”(见 6.7.1.3)、“盐雾性能试验”(见 6.7.2.1)、“交变湿热性能试验”(见 6.7.2.2)、“高海拔绝缘性能试验”(见 6.7.2.3)、“高海拔耐压性能试验”(见

6.7.2.4)；

- 删除了“耐接地短路能力试验”(见 2018 年版的 A.2.10)；
- 删除了“大功率放电试验”的试验方法(见 2018 年版的 A.2.14)；
- 删除了“电池管理系统监控功能检查”(见 2018 年版的 A.4.6)、“过压充电告警保护功能试验”(见 2018 年版的 A.4.7)、“过流充电告警保护功能试验”(见 2018 年版的 A.4.8)、“欠压放电告警保护功能试验”(见 2018 年版的 A.4.9)、“过流放电告警保护功能试验”(见 2018 年版的 A.4.10)、“过温告警保护功能试验”(见 2018 年版的 A.4.11)、“短路保护功能试验”(见 2018 年版的 A.4.12)、“通信功能检查”(见 2018 年版的 A.4.13)；
- 更改了“出厂检验”(见 7.2,2018 年版的 6.2)的规则；
- 将“型式试验”更改为“型式检验”，更改了规则(见 7.3,2018 年版的 6.3)；
- 增加了“抽样检验”(见 7.4)的规则；
- 更改了“标志”(见 8.1,2018 年版的 7.1)、“包装”(见 8.2,2018 年版的 7.2)、“运输”(见 8.3,2018 年版的 7.3)、“贮存”(见 8.4,2018 年版的 7.4)的要求。

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。

本文件起草单位：浙江南都电源动力股份有限公司、中国电力科学研究院有限公司、浙江华云清洁能源有限公司、南方电网电力科技股份有限公司、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、天能电池集团股份有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、浙江超威原力能源有限公司、双登集团股份有限公司、中国科学院大连化学物理研究所、山东圣阳电源股份有限公司。

本文件主要起草人：谭建国、杨宝峰、周雨风、项文敏、许君杰、徐松、钟国彬、张雪松、阎景旺、袁关锐、徐冬明、唐明跃、官亦标、张恒山、胡娟、惠东、胡晨、尹政、沈少屏、毛书彦、尚晓丽、郭翠静、董栋、陈凌宇、赵波、万涛、王超、徐凯琪、王金生、杨诗吟、黄健、郑琼。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2018 年首次发布为 GB/T 36280—2018；
- 本次为第一次修订。

电力储能用铅炭电池

1 范围

本文件规定了电力储能用铅炭电池(简称“铅炭电池”)外观、尺寸和质量、电性能、环境适应性、循环性能、安全性能等要求,描述了相应的试验方法,规定了编码、正常工作环境、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铅炭电池的设计、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 2408—2021 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

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 5398 大型运输包装件试验方法

GB/T 16471 运输包装尺寸和质量界限

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

初始化充电 initialized charging

规定条件下,电池放电至放电截止条件后,再充电至充电截止条件的过程。

3.1.2

初始化放电 initialized discharging

规定条件下,电池充电至充电截止条件后,再放电至放电截止条件的过程。

3.1.3

倍率充放电 rate charging and discharging

规定条件下,以高于额定功率的功率值对电池进行充放电的过程。

3.1.4

壳体 shell

用于防止电池单体内部材料和组件与外部直接接触的封装部件。

3.1.5

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。

3.1.6

爆炸 explosion

电池壳体破裂,伴随剧烈响声,且有固体物质等主要成分抛射的现象。

3.1.7

漏液 liquid leakage

电池内部液体泄漏到电池壳体外部的现象。

3.1.8

气体析出速率 rate of gas evolution

标准状态下,平均每瓦时每小时对外释放出的气体量。

3.1.9

防爆能力 explosion-proof ability

过充电条件下,电池安全阀装置阻止外部火源点燃内部气体的能力。

3.1.10

材料阻燃能力 flame retardant ability of material

电池壳体耐受明火灼烧的能力。

3.1.11

热失控敏感性 sensitivity of thermal runaway

过压充电条件下,电池对充电电流和温度的感应能力。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

E_{rc} :额定充电能量,电池单体的单位为 $W \cdot h$,电池簇的单位为 $kW \cdot h$ 或 $MW \cdot h$,数值等于额定充电功率与标称充电时间的乘积,数值小数点后位数不超过 2 位。

E_{rd} :额定放电能量,电池单体的单位为 $W \cdot h$,电池簇的单位为 $kW \cdot h$ 或 $MW \cdot h$,数值等于额定放电功率与标称放电时间的乘积,数值小数点后位数不超过 2 位。

E_{ic} :初始充电能量,电池单体的单位为 $W \cdot h$,电池簇的单位为 $kW \cdot h$ 或 $MW \cdot h$,数值小数点后位数不超过 2 位。

E_{id} :初始放电能量,电池单体的单位为 $W \cdot h$,电池簇的单位为 $kW \cdot h$ 或 $MW \cdot h$,数值小数点后位数不超过 2 位。

P_{rc} :额定充电功率,电池单体的单位为 W ,电池簇的单位为 kW 或 MW ,数值小数点后位数不超过 2 位。

P_{rd} :额定放电功率,电池单体的单位为 W ,电池簇的单位为 kW 或 MW ,数值小数点后位数不超过 2 位。

t :标称充电时间,数值小数点后位数不超过 2 位。

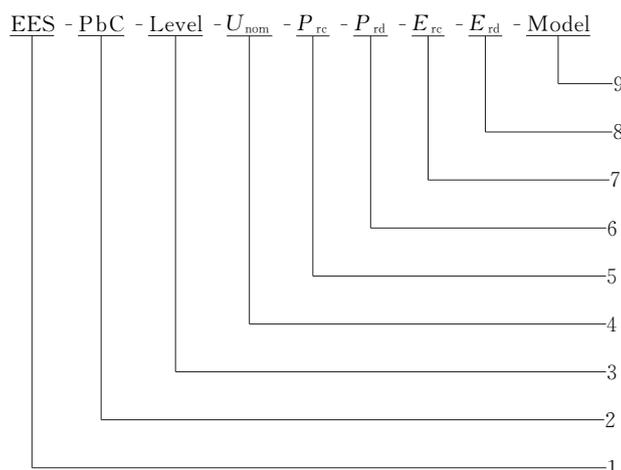
t' :标称放电时间,数值小数点后位数不超过 2 位。

U_{nom} :标称电压,单位为 V ,数值小数点后位数不超过 2 位。

η :额定功率充放电能量效率,用百分数表示,数值小数点后位数不超过 2 位。

4 编码

电力储能用铅炭电池编码规则见图 1。



标引序号说明：

1——“EES”表示电力储能用；

2——“PbC”表示铅炭电池；

3——“Level”表示电池层级，包含：Cell——电池单体、Cluster——电池簇；

4—— U_{nom} 表示标称电压，由数值和单位组成；

5—— P_{rc} 表示额定充电功率，由数值和单位组成；

6—— P_{rd} 表示额定放电功率，由数值和单位组成；

7—— E_{rc} 表示额定充电能量，由数值和单位组成；

8—— E_{rd} 表示额定放电能量，由数值和单位组成；

9——Model表示电池型号，由4位~12位字母、数字或符号组成。

示例 1：

电力储能用铅炭电池单体，标称电压 2 V，额定充电功率 250 W，额定放电功率 250 W，额定充电能量 1 130 W·h，额定放电能量 1 000 W·h，型号为 A1B2C3，编码为：EES-PbC-Cell 2V-250W-250W-1 130 W·h-1 000 W·h-A1B2C3。

示例 2：

电力储能用铅炭电池簇，标称电压 640 V，额定充电功率 80 kW，额定放电功率 80 kW，额定充电能量 365 kW·h，额定放电能量 320 kW·h，型号为 D1E2F3，编码为：EES-PbC-Cluster 640V-80 kW-80 kW-365 kW·h-320 kW·h-D1E2F3。

图 1 电力储能用铅炭电池编码规则

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：

- 温度：0℃~45℃；
- 带电部位无凝露；
- 海拔高度：不大于 3 000 m；当大于 3 000 m 时，满足本文件中高海拔性能要求；
- 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 外观、尺寸和质量

5.2.1 电池单体

电池单体外观、尺寸和质量应满足下列要求：

- 外观无变形、漏液及裂纹，表面干燥、无损伤、正负极无锈蚀，且标识正确、清晰；

- b) 厚度绝对偏差不大于 2 mm,其他尺寸相对偏差不大于 1.0%;
- c) 质量相对偏差不大于 2.0%。

5.2.2 电池簇

电池簇外观、尺寸应满足下列要求:

- a) 外观无变形及裂纹,表面干燥、无损伤,排列整齐、连接可靠、正负极无锈蚀,且铭牌和标识正确、清晰;
- b) 尺寸绝对偏差满足表 1 的要求。

表 1 外形尺寸偏差要求

单位为毫米

外形尺寸 L	$L \leq 200$	$200 < L \leq 500$	$500 < L \leq 2\ 000$	$L > 2\ 000$
尺寸绝对偏差	2	5	10	15

5.3 电性能

5.3.1 初始充放电性能

5.3.1.1 电池单体

电池单体在额定功率条件下初始充放电性能应满足下列要求:

- a) 初始充电能量不小于额定充电能量;
- b) 初始放电能量不小于额定放电能量;
- c) 0 °C 条件下初始充放电能量效率不小于 80.0%;
- d) 25 °C 条件下初始充放电能量效率不小于 88.0%;
- e) 45 °C 条件下初始充放电能量效率不小于 90.0%;
- f) 25 °C 条件下初始充电能量极差不大于初始充电能量平均值的 5.0%;
- g) 25 °C 条件下初始放电能量极差不大于初始放电能量平均值的 5.0%。

5.3.1.2 电池簇

电池簇在额定功率条件下初始充放电性能应满足下列要求:

- a) 初始充电能量不小于额定充电能量;
- b) 初始放电能量不小于额定放电能量;
- c) 初始充放电能量效率不小于 88.0%。

5.3.2 功率特性

电池单体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小于额定充电能量;
- b) 不同充放电功率下放电能量不小于额定放电能量;
- c) 不同充放电功率下能量效率不小于 88.0%。

5.3.3 倍率充放电性能

电池单体倍率充放电性能应满足下列要求:

- a) $2P_{rc}$ 充电能量相对于 P_{rc} 充电能量的能量保持率不小于 80.0%；
- b) $2P_{rd}$ 放电能量相对于 P_{rd} 放电能量的能量保持率不小于 75.0%；
- c) $2P_{rc}$ 、 $2P_{rd}$ 恒功率充放电能量效率不小于 70.0%。

5.3.4 能量保持与能量恢复能力

电池单体在 100% 能量状态下静置 7 d 后能量保持与能量恢复能力应满足下列要求：

- a) 能量保持率不小于 90.0%；
- b) 充电能量恢复率不小于 85.0%；
- c) 放电能量恢复率不小于 85.0%。

5.3.5 一致性

5.3.5.1 电压一致性

5.3.5.1.1 电池簇在电性能测试前的开路电压一致性应满足下列要求：

- a) 2 V 电池单体电压极差不大于 30 mV；
- b) 12 V 电池单体电压极差不大于 100 mV。

5.3.5.1.2 电池簇在额定功率充放电条件下电压一致性应满足下列要求：

- a) 电池簇充电结束时，2 V 电池的单体电压极差不大于 180 mV，12 V 电池的单体电压极差不大于 540 mV；
- b) 电池簇放电结束时，2 V 电池的单体电压极差不大于 200 mV，12 V 电池的单体电压极差不大于 600 mV。

5.3.5.2 温度一致性

电池簇在额定功率充放电条件下充放电过程的电池单体温度极差不大于 7 ℃。

5.4 环境适应性

5.4.1 高温适应性

电池单体从高温环境恢复至室温后充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不小于额定充电能量；
- b) 放电能量不小于额定放电能量；
- c) 能量效率不应小于 88.0%。

5.4.2 低温适应性

电池单体从低温环境中恢复至室温后充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不小于额定充电能量；
- b) 放电能量不小于额定放电能量；
- c) 能量效率不小于 88.0%。

5.4.3 高海拔初始充放电性能

高海拔环境下，电池单体在额定功率条件下初始充放电性能应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不小于额定充电能量；

- b) 初始放电能量不小于额定放电能量；
- c) 能量效率不小于 88.0%。

5.5 循环性能

电池单体在额定功率及恒压充电条件下循环性能应满足每个测试周期的放电能量平均衰减率不大于 2%。

5.6 安全性能

5.6.1 电气、机械安全性能

5.6.1.1 过充电性能

电池单体初始化充电后以 P_{rc} 恒功率充电 1 h, 不应膨胀、不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。



5.6.1.2 过放电性能

电池单体初始化放电后以 P_{rd} 恒功率放电 1 h, 不应膨胀、不应漏液、不应冒烟、不应起火、不应爆炸。

5.6.1.3 短路性能

2 V 电池单体初始化充电后以 1 m Ω 线阻外部短路 10 min, 不应起火、不应爆炸; 12 V 电池单体初始化充电后以 20 m Ω 线阻外部短路 10 min, 不应起火、不应爆炸。

5.6.1.4 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不应小于 2 000 Ω/V 。

5.6.1.5 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, 直流耐压漏电流应小于 10 mA。

5.6.1.6 跌落性能

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

5.6.1.7 气体析出速率

电池单体初始化充电后以恒电压充电 24 h 后, 继续充电 48 h 并收集气体。在标准状态下, 平均每瓦时每小时对外释放出的气体量不大于 1.2 mL。

5.6.1.8 防爆能力

电池单体初始化充电后过充电 1 h, 当外遇明火时不应起火、不应爆炸。

5.6.2 环境安全性能

5.6.2.1 盐雾性能

电池单体初始化充电后经喷雾-贮存循环后,壳体不应破裂,单体不应漏液、不应起火、不应爆炸。

5.6.2.2 交变湿热性能

电池单体初始化充电后经交变湿热循环,壳体不应破裂,单体不应漏液、不应起火、不应爆炸。

5.6.2.3 高海拔绝缘性能

高海拔环境下,电池簇绝缘性能应满足 5.6.1.4 的要求。

5.6.2.4 高海拔耐压性能

高海拔环境下,电池簇耐压性能应满足 5.6.1.5 的要求。

5.6.3 热安全性能

5.6.3.1 热失控敏感性

电池单体初始化充电后以恒电压充电 168 h 过程中,电池单体的表面温度不大于 60 °C,24 h 电流增长率不大于 50%。

5.6.3.2 阻燃能力

电池单体的壳体阻燃能力应符合 GB/T 2408—2021 中 HB 级材料(水平级)和 V-0 级材料(垂直级)的要求。

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 °C~40 °C,相对湿度 \leq 80%、海拔高度 \leq 3 000 m 的环境中进行。

6.1.2 试验设备

6.1.2.1 测量仪器

测量仪器主要技术指标应满足表 2 的要求。



表 2 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
量具	尺寸(L) mm	$0 < L < 5$	± 0.02
		$5 \leq L \leq 1\ 000$	± 0.07
		$L > 1\ 000$	± 0.2
衡器	质量(m) kg	$0 < m < 2.5$	$\pm 2.5 \times 10^{-4}$
		$2.5 \leq m \leq 10$	$\pm 5 \times 10^{-4}$
		$10 < m \leq 15$	$\pm 7.5 \times 10^{-4}$
		$15 < m \leq 200$	± 0.1
		$m > 200$	± 0.2
温度计	环境温度(T) ℃	$-20 \leq T \leq 50$	± 0.5
湿度计	相对湿度(RH) %	$0 \leq RH \leq 100$	± 2



6.1.2.2 充放电装置

充放电装置主要技术指标应满足表 3 的要求。

表 3 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
充放电装置	电压(U) V	—	满量程(F.S.)的 $\pm 0.1\%$
	电流(I) A	—	$\pm 0.1\%$ F.S.
	功率(P) W	—	$\pm 0.1\%$ F.S.
	温度(T) ℃	$-40 \leq T \leq 150$	± 1
	时间(t) s	—	± 0.1

6.1.2.3 环境模拟装置

环境模拟装置主要技术指标应满足表 4 的要求。

表4 环境模拟装置主要技术指标要求

试验设备	参数类型	参数范围	精度
环境模拟装置	温度(T) ℃	$0 \leq T \leq 100$	± 2
	温度波动度(T_f) ℃	—	± 1
	温度均匀度(T_u) ℃	—	≤ 2
	相对湿度(RH) %	$10 \leq RH \leq 98$	± 3

6.1.2.4 绝缘耐压试验装置

绝缘耐压试验装置主要技术指标应满足表5的要求。

表5 绝缘耐压试验装置主要技术指标要求

试验设备	参数类型	参数范围	精度
绝缘耐压试验装置	电压(U) V	$0.5 \leq U \leq 6\,000$	$\pm 2\% \text{ F.S.}$
	绝缘电阻(R_m) MΩ	$50 \leq R_m < 1\,000$	$\pm (2\% \text{ rdg} + 0.02)$
		$1\,000 \leq R_m < 1.0 \times 10^4$	$\pm (5\% \text{ rdg} + 0.2)$
		$1.0 \times 10^4 \leq R_m < 5.0 \times 10^4$	$\pm (15\% \text{ rdg} + 2)$
时间(t) s	—	± 0.1	

6.1.2.5 短路试验装置

短路试验装置主要技术指标应满足表6的要求。

表6 短路试验装置主要技术指标要求

试验设备	参数类型	参数范围	精度
短路试验装置	外部线路电阻(R) mΩ	$0 < R \leq 10$	± 0.2
		$10 < R \leq 50$	± 3
	电压(U) V	$0 \leq U \leq 1\,000$	± 0.1
		$U > 1\,000$	± 0.5
	电流(I) A	$0 \leq I \leq 16\,000$	$\pm 1\% \text{ F.S.}$
		$I > 16\,000$	$\pm 2\% \text{ F.S.}$
	时间(t) s	—	± 0.1
温度(T) ℃	$0 \leq T \leq 1\,000$	± 2	

6.1.2.6 跌落试验装置

跌落试验装置主要技术指标应满足表 7 的要求。

表 7 跌落试验装置主要技术指标要求

试验设备	参数类型	参数范围	精度
跌落试验装置	高度(h) mm	—	± 1

6.1.2.7 低气压试验装置

低气压试验装置主要技术指标应满足表 8 的要求。

表 8 低气压试验装置主要技术指标要求

试验设备	参数类型	参数范围	精度
低气压试验装置	气压(p) kPa	$40 \leq p \leq 101$	± 2
	温度(T) $^{\circ}\text{C}$	$0 \leq T \leq 100$	± 2
	时间(t) s	—	± 0.1

6.1.2.8 盐雾试验装置

盐雾试验装置主要技术指标应满足表 9 的要求。

表 9 盐雾试验装置主要技术指标要求

试验设备	参数类型	参数范围	精度
盐雾试验装置	温度(T) $^{\circ}\text{C}$	$25 \leq T \leq 60$	± 2
	相对湿度(RH) %	$10 \leq \text{RH} \leq 98$	± 3
	喷雾量(u) $\text{mL}/(80 \text{ cm}^2 \cdot \text{h})$	$1 \leq u \leq 2$	—
	时间(t) s	—	± 0.1

6.2 试验准备

6.2.1 安全措施

试验安全措施应符合下列要求：

- a) 试验前制定安全措施；
- b) 试验场地具备完善的消防和应急措施；
- c) 试验人员配备个人防护用具。

6.2.2 试验样品准备

试验样品准备应满足下列要求：

- a) 样品数量满足检验规则要求；
- b) 提供电池规格参数表,格式见附录 A；
- c) 通过外部连接件与试验设备连接的试验样品,外部连接件能承受试验过程中的最大电流且不熔断；
- d) 试验前针对试验样品的安全风险编制试验方案,电性能试验、环境适应性试验、循环性能试验过程中试验样品出现膨胀、破裂、漏液、冒烟、起火、爆炸等任一异常现象时终止该试验样品对应的所有检验项目。

6.2.3 试验线路连接

6.2.3.1 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样线连接,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样线连接,形成温度数据采集回路,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。

6.2.3.2 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信线连接,形成控制保护回路；
- d) 电池簇和电池单体的正负极与试验设备通过电压数据采样线连接,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样线连接,形成温度数据采集回路。

6.2.4 试验参数设定

电池试验参数设定应满足下列要求：

- a) 试验参数设定值满足附录 B 中表 B.1 的要求；
- b) 电池单体、电池簇的工作参数值唯一,且与电池实际使用时的工作参数值一致；
- c) 除另有规定外,电池单体试验过程以充放电电压二级报警值、高低温二级报警温度作为试验保护设定值；
- d) 除另有规定外,电池簇试验过程应以充放电电压二级报警值、充放电电流二级报警值、电池单

体高低温二级报警温度、电池簇充放电电池单体电压极差二级报警值、电池簇充放电电池单体温度极差二级报警值作为试验保护设定值。

6.2.5 初始化充放电

6.2.5.1 初始化充电

6.2.5.1.1 电池单体

电池单体初始化充电按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.3.1 的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 温度下静置 5 h；
- d) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- e) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- f) 初始化充电结束。

6.2.5.1.2 电池簇

电池簇初始化充电按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.3.2 的要求将试验样品与充放电装置连接；
- b) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池簇放电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、电流、温度、电池单体电压极差、电池单体温度极差、放电能量；
- c) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池簇充电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、电流、温度、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。

6.2.5.2 初始化放电

6.2.5.2.1 电池单体

电池单体初始化放电按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.3.1 的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) 设置环境温度为 25 °C；
- c) 在 (25 ± 2) °C 下静置 5 h；
- d) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- e) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- f) 初始化放电结束。

6.2.5.2.2 电池簇

电池簇初始化放电按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.3.2 要求将试验样品与充放电装置连接；
- b) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池簇充电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、电流、温度、电

池单体电压极差、电池单体温度极差、充电能量；

- c) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池簇放电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、电流、温度、电池单体电压极差、电池单体温度极差、放电能量。
- d) 初始化放电结束。

6.2.6 试验数据记录

试验数据记录应符合下列要求：

- a) 除另有规定外，数据采样周期不大于预估的每个试验步骤的充电或放电时间的 0.5%；
- b) 检测报告内容翔实准确，包含电池规格参数表和试验数据记录表。

6.3 外观、尺寸和质量检验

6.3.1 电池单体

电池单体外观、尺寸和质量检验按照下列步骤进行。

- a) 在良好的光线条件下，目测检验电池单体的外观，记录检验结果，包括变形、破损、正负极锈蚀、标识。
- b) 用量具测量电池单体投影对应部位的最大尺寸，测量范围包含极柱，记录测量结果。
- c) 用衡器测量电池单体的质量，记录测量结果。
- d) 计算每个试验样品各维度的尺寸偏差，按公式(1)计算厚度绝对偏差、公式(2)计算其他尺寸相对偏差：

$$t_a = |t_m - t_n| \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- t_a ——厚度绝对偏差；
 t_m ——厚度测量值；
 t_n ——厚度标称值。

$$L_r = |L_m - L_n| / L_n \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- L_r ——其他尺寸相对偏差；
 L_m ——其他尺寸测量值；
 L_n ——其他尺寸标称值。

- e) 按照公式(3)计算每个试验样品的质量相对偏差。

$$m_r = |m_m - m_n| / m_n \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- m_r ——质量相对偏差；
 m_m ——质量测量值；
 m_n ——质量标称值。

6.3.2 电池簇

电池簇外观、尺寸检验按照下列步骤进行：

- a) 在良好的光线条件下，目测检验电池簇的外观，记录检验结果；
- b) 用量具测量电池簇投影对应部位的最大尺寸，记录测量结果；
- c) 按照公式(4)计算试验样品各维度的尺寸绝对偏差：

$$L_a = |L_m - L_n| \dots\dots\dots (4)$$

式中：

L_a ——尺寸绝对偏差；

L_m ——尺寸测量值；

L_n ——尺寸标称值。

6.4 电性能试验

6.4.1 初始充放电性能试验

6.4.1.1 25 ℃初始充放电性能试验

6.4.1.1.1 电池单体

电池单体 25 ℃初始充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.5.2.1 进行电池单体初始化放电；
- b) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、初始充电能量；
- c) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、初始放电能量；
- d) 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；
- e) 重复步骤 a)~d) 至所有试验样品完成试验；
- f) 以步骤 b) 的初始充电能量和步骤 c) 的初始放电能量计算每个试验样品初始充放电能量效率；计算所有试验样品的初始充电能量的平均值、初始放电能量的平均值、初始充放电能量效率的平均值、初始充电能量极差、初始放电能量极差；计算初始充电能量极差与初始充电能量平均值的百分比、初始放电能量极差与初始放电能量平均值的百分比。

6.4.1.1.2 电池簇

电池簇 25 ℃初始充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 测量并记录每个单体电池的开路电压，计算电池单体电压极差；
- b) 按照 6.2.5.2.2 进行电池簇初始化放电；
- c) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池簇充电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、电流、温度、电池单体电压极差、电池单体温度极差、初始充电能量；
- d) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池簇放电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、电流、温度、电池单体电压极差、电池单体温度极差、初始放电能量；
- e) 断开试验样品和充放电装置的连接，断开电池管理系统和充放电装置的连接；
- f) 以步骤 c) 的初始充电能量和步骤 d) 的初始放电能量计算初始充放电能量效率。

6.4.1.2 45 ℃初始充放电性能试验

电池单体 45 ℃初始充放电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.5.2.1 进行电池单体初始化放电；
- b) 设置环境模拟装置温度为 45 ℃，在 (45 ± 2) ℃ 下静置 24 h；
- c) 在 (45 ± 2) ℃ 下，以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- d) 在 (45 ± 2) ℃ 下，以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；

- e) 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;
- f) 重复步骤 a)~e)至所有试验样品完成试验;
- g) 以步骤 c)的充电能量和步骤 d)的放电能量计算每个试验样品的能量效率。

6.4.1.3 0℃初始充放电性能试验

电池单体 0℃初始充放电性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.5.2.1 进行电池单体初始化放电;
- b) 设置环境模拟装置温度为 0℃,在(0±2)℃下静置 24 h;
- c) 在(0±2)℃下,以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- d) 在(0±2)℃下,以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、放电能量;
- e) 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;
- f) 重复步骤 a)~e)至所有试验样品完成试验;
- g) 以步骤 c)的充电能量和步骤 d)的放电能量计算每个试验样品的能量效率。

6.4.2 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 6.2.3.1 的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 h;
- d) 以 100% P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件,静置 10 min;
- e) 以 100% P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件,静置 10 min,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 min,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 40%额定充放电功率,重复 d)~f);
- h) 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;
- i) 重复步骤 a)~h)至所有试验样品完成试验;
- j) 以步骤 e)的充电能量和步骤 f)的放电能量计算每个试验样品不同功率充放电能量效率,计算所有试验样品同一功率条件下的充放电能量效率平均值;计算所有试验样品同一功率条件下的充电能量平均值、放电能量平均值;
- k) 以步骤 j)的充电能量平均值分别与额定充电能量的百分比作为不同功率条件下的充电特性特征值,以步骤 j)的放电能量平均值分别与额定放电能量的百分比作为不同功率条件下的放电特性特征值;
- l) 以额定功率的百分数为横轴,以步骤 k)的充电特性特征值和放电特性特征值、步骤 j)的充放电能量效率平均值为纵轴,绘制电池单体的功率特性曲线图。

6.4.3 倍率充放电性能试验

电池单体在 25℃条件下倍率充放电性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.5.2.1 进行电池单体初始化放电;
- b) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、充电能量;

- c) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、放电能量;
- d) 以 $2P_{rc}$ 恒功率充电至电池单体充电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- e) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- f) 以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体放电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、放电能量;
- g) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、放电能量;
- h) 以 $2P_{rc}$ 恒功率充电至电池单体充电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- i) 以 $2P_{rd}$ 恒功率放电至电池单体放电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、放电能量;
- j) 断开试验样品和充放电装置, 拆除数据采样线, 取出试验样品;
- k) 重复步骤 a)~j) 至所有试验样品完成试验;
- l) 以步骤 b) 的充电能量和步骤 d) 的充电能量计算 $2P_{rc}$ 充电能量相对于 P_{rc} 充电能量的能量保持率; 以步骤 c) 的放电能量和步骤 f) 的放电能量计算 $2P_{rd}$ 放电能量相对于 P_{rd} 放电能量的能量保持率; 以步骤 h) 的充电能量和步骤 i) 的放电能量计算 $2P_{rc}$ 、 $2P_{rd}$ 恒功率充放电能量效率。

6.4.4 能量保持与恢复能力试验

电池单体能量保持与恢复能力试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.5.1.1 进行电池单体额定功率初始化充电;
- b) 设置环境模拟装置温度为 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, 在 $(45\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下储存 7 d;
- c) 设置环境模拟装置温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 在 $(25\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下静置 5 h;
- d) 在 $(25\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、放电能量;
- e) 在 $(25\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- f) 在 $(25\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件, 静置 10 min, 记录功率、时间、电压、温度、放电能量;
- g) 断开试验样品和充放电装置, 拆除数据采样线, 取出试验样品;
- h) 重复步骤 a)~g) 至所有试验样品完成试验;
- i) 以 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 初始放电能量和步骤 d) 的放电能量计算每个试验样品能量保持率, 以 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 初始充电能量和步骤 e) 的充电能量计算每个试验样品充电能量恢复率, 以 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 初始放电能量和步骤 f) 的放电能量计算每个试验样品放电能量恢复率。

6.5 环境适应性试验

6.5.1 高温适应性试验

电池单体高温适应性试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.5.1.1 进行电池单体初始化充电;
- b) 设置环境模拟装置温度为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 在 $(50\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下静置 24 h;

- c) 设置环境模拟装置温度为 25 °C,在(25±2)°C下静置 24 h;
- d) 在(25±2)°C下,以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件,静置 10 min;
- e) 在(25±2)°C下,以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- f) 在(25±2)°C下,以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- g) 断开试验样品和充放电装置连接,拆除数据采样线,取出试验样品;
- h) 重复步骤 a)~g)至所有试验样品完成试验;
- i) 以步骤 e)的充电能量和步骤 f)的放电能量计算每个试验样品的能量效率。

6.5.2 低温适应性试验

电池单体低温适应性试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.5.1.1 进行电池单体初始化充电;
- b) 设置环境模拟装置温度为 -40 °C,在(-40±2)°C下静置 24 h;
- c) 设置环境模拟装置温度为 25 °C,在(25±2)°C下静置 24 h;
- d) 在(25±2)°C下,以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件,静置 10 min;
- e) 在(25±2)°C下,以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- f) 在(25±2)°C下,以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、充电能量;
- g) 断开试验样品和充放电装置连接,拆除数据采样线,取出试验样品;
- h) 重复步骤 a)~g)至所有试验样品完成试验;
- i) 以步骤 e)的充电能量和步骤 f)的放电能量计算每个试验样品的能量效率。

6.5.3 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) 将按照 6.2.5.2.1 完成初始化放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) 依据试验样品最大应用海拔高度,按照表 10 设置试验气压值,在(25±2)°C下静置 6 h;
- d) 以 P_{rc} 恒功率充电至电池单体充电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、初始充电能量;
- e) 以 P_{rd} 恒功率放电至电池单体放电截止条件,静置 10 min,记录功率、时间、电压、温度、初始化放电能量;
- f) 恢复至正常大气压,断开试验样品和充放电装置连接,拆除数据采样线,取出试验样品;
- g) 重复步骤 a)~f)至所有试验样品完成试验;
- h) 以步骤 d)的初始充电能量和步骤 e)的初始放电能量计算每个试验样品初始充放电能量效率;计算所有试验样品的初始充电能量平均值、初始放电能量平均值、初始充放电能量效率平均值、初始充电能量极差、初始放电能量极差;计算初始充电能量极差与初始充电能量平均值的百分比、初始放电能量极差与初始放电能量平均值的百分比。

表 10 电池最大应用海拔高度对应试验气压值

电池应用海拔高度(<i>h</i>) m	试验气压值(<i>p</i>) kPa
3 000 < <i>h</i> ≤ 4 000	62
<i>h</i> > 4 000	54

6.6 循环性能试验

电池单体循环性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.5.2.1 进行电池单体初始化放电；
- b) 设置环境模拟装置温度为 25 °C，在(25±2)°C 静置 1 h；
- c) 在(25±2)°C 温度下，以 P_{rc} 额定充电功率充电至电池单体的充电截止条件，继续恒压充电，总充电时间为标称充电时间的 2 倍，静置 10 min，记录功率、时间、电压、温度、充电能量；
- d) 在(25±2)°C 温度下，以 P_{rd} 额定放电功率放电至标称放电时间，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- e) 重复步骤 c) 和 d) 至充放电次数达到 99 次；
- f) 在(25±2)°C 温度下，以 P_{rc} 额定充电功率充电至电池单体的充电截止条件，继续恒压充电，总充电时间为 24 h；
- g) 在(25±2)°C 温度下，以 P_{rd} 额定放电功率放电至电池单体的放电截止条件，记录功率、时间、电压、温度、放电能量；
- h) 以 c)~g) 为 1 个测试周期，重复步骤 c)~g) 至充放电次数达到 5 个测试周期；
- i) 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；
- j) 以步骤 g) 的放电能量计算每个测试周期的第 100 次的放电能量；
- k) 按照公式(5)计算从第 1 个测试周期到第 5 个测试周期的平均放电能量衰减率：

$$\Delta \bar{E} = \frac{\sum_{n=1}^4 \left(1 - \frac{E_{n+1}}{E_n} \right)}{4} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $\Delta \bar{E}$ —— 放电能量衰减率平均值；
- n* —— 测试周期数，*n* 为 1, 2, 3, 4；
- E_n —— 第 *n* 个测试周期的第 100 次循环的放电能量。

6.7 安全性能试验

6.7.1 电气、机械安全性能

6.7.1.1 过充电性能试验

电池单体过充电性能试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.5.1.1 完成初始化充电的电池单体与充放电装置连接；
- b) 按照 6.2.3.1 将充放电装置的电压和温度采样线与电池单体连接；
- c) 以 P_{rc} 恒功率充电 1 h，停止充电，观察 1 h，记录电流、时间、电压、温度；
- d) 记录试验现象，包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸以及外壳破裂位置；
- e) 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；

f) 重复步骤 a)~e)至所有试验样品完成试验。

6.7.1.2 过放电性能试验

电池单体过放电性能试验按照下列步骤进行：

- 按照 6.2.5.2.1 完成初始化放电的电池单体与充放电装置连接；
- 按照 6.2.3.1 将充放电装置的电压和温度采样线与电池单体连接；
- 以 P_{nd} 恒功率放电 1 h, 停止放电, 观察 1 h, 记录电流、时间、电压、温度；
- 记录试验现象, 包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸以及外壳破裂位置；
- 断开试验样品与电阻连接线, 拆除数据采样线, 取出试验样品；
- 重复步骤 a)~e)至所有试验样品完成试验。

6.7.1.3 短路性能试验

电池单体短路性能试验按照下列步骤进行。

- 按照表 11 调节短路试验装置与电池单体正极连接处中心位置到短路试验装置与电池单体负极连接处中心位置之间的试验装置电阻, 记录试验装置电阻。
- 将按照 6.2.5.1.1 完成了初始化充电的电池单体与短路试验装置连接。
- 按照 6.2.3.1 将短路试验装置的电压和温度数据采样线与电池单体连接。
- 测量电池单体正极极柱中心点到短路试验装置与电池单体正极连接处中心位置之间的正极接触电阻, 调整短路试验装置与电池单体正极的连接状态至正极接触电阻小于或等于 0.1 mΩ, 记录正极接触电阻。
- 测量电池单体负极极柱中心点到短路试验装置与电池单体负极连接处中心位置之间的负极接触电阻, 调整短路试验装置与电池单体负极的连接状态至负极接触电阻小于或等于 0.1 mΩ, 记录负极接触电阻。
- 按公式(6)计算外部线路电阻：

$$R_e = R_t + R_p + R_n \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- R_e —— 外部线路电阻；
 R_t —— 试验装置电阻；
 R_p —— 正极接触电阻；
 R_n —— 负极接触电阻。

- 启动短路试验装置, 在电池单体正极和负极之间形成电流回路, 保持 10 min, 断开电流回路, 观察 1 h, 记录电流、时间、电压、温度。
- 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。
- 断开试验样品和短路试验装置的连接, 拆除数据采样线, 取出试验样品。
- 重复步骤 a)~i)至所有试验样品完成试验。

表 11 电池单体内阻要求

单位为毫欧

电池单体类别	试验装置内阻
2 V	[0.8, 1.0]
12 V	[19.8, 20.0]

6.7.1.4 绝缘性能试验

电池簇绝缘性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.5.1.2 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 12 施加试验电压,持续 1 min,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 12 施加试验电压,持续 1 min,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。

表 12 绝缘电阻测量仪电压等级

电池簇最大工作电压(U) V	测量仪的电压等级 V
$U < 500$	500
$500 \leq U < 1\ 000$	1\ 000
$U \geq 1\ 000$	2\ 500

6.7.1.5 耐压性能试验

电池簇耐压性能试验按照下列步骤进行：

- a) 将按照 6.2.5.1.2 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 13 施加直流试验电压,以小于或等于 50%试验电压开始,10 s 之内增加至试验电压并保持 60 s,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 13 施加直流试验电压,以小于或等于 50%试验电压开始,10 s 之内增加至试验电压并保持 60 s,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 13 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压,保持 60 s,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 13 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压,保持 60 s,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。

表 13 耐压性能试验电压

电池簇最大工作电压(U) V	直流试验电压 V	交流试验电压 V
$U \leq 60$	1 530	1 080
$60 < U \leq 300$	2 010	1 420
$300 < U \leq 690$	2 800	1 970
$690 < U \leq 800$	3 000	2 120
$800 < U \leq 1 000$	3 390	2 400
$1 000 < U \leq 1 500$	4 380	3 100
$U > 1 500$	5 370	3 800

6.7.1.6 跌落性能试验

电池单体跌落试验按照下列步骤进行：

- 将按照 6.2.5.1.1 完成电池初始化充电的单体放置于跌落试验装置的试验台；
- 将试验样品底部朝下从 1.5 m 高度处自由跌落到水泥地面；
- 观察 1 h；
- 记录试验现象，包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸以及外壳破裂位置。

6.7.1.7 气体析出速率试验

电池单体气体析出速率试验按照下列步骤进行。

- 按照 6.2.5.1.1 完成初始化充电的电池单体与充放电装置连接。
- 按照 6.2.3.1 将充放电装置的电压和温度采样线与电池单体连接，电池单体按照表 14 选择合适恒定电压充电 24 h 后，按图 2 将收集气体的量筒浸入水中，其深度不应超过 20 mm。

表 14 电池单体电压要求

单位为伏

电池单体类别	恒定电压
2 V	2.4
12 V	14.4

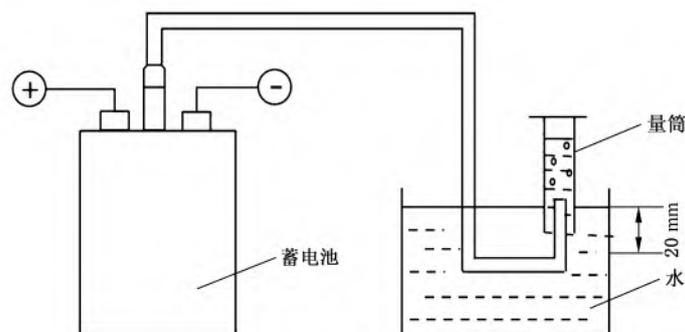


图 2 收集气体试验

- c) 在恒压充电状态下持续收集气体 48 h。
- d) 记录电池单体电流、时间、电压、温度,记录环境温度和大气压力,记录气体总体积。
- e) 断开试验样品与充放电试验装置的连接线,拆除数据采样线。
- f) 按公式(7)计算标准状态下的气体析出量 V_n (不计水蒸气压力):

$$V_n = \frac{V_a \times T_r}{(T_a + 273)} \times \frac{P_a}{101.3} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- V_n —— 气体析出量,单位为毫升(mL);
- V_a —— 累计收集的气体总体积,单位为毫升(mL);
- T_a —— 收集气体期间的环境平均温度,单位为摄氏度(°C);
- T_r —— 标准温度,293 K;
- P_a —— 收集气体期间的环境平均大气压,单位为千帕(kPa);
- 101.3 —— 标准大气压,单位为千帕(kPa);
- 273 —— 绝对温标,单位为开尔文(K)。

- g) 按公式(8)计算出电池单体标准状态下气体析出速率 G_e :

$$G_e = \frac{V_n}{0.8 \times n \times 48 \times E_{rd}} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- G_e —— 电池单体标准状态下气体析出速率,单位为毫升每瓦时[mL/(W·h)];
- V_n —— 气体量,单位为毫升(mL);
- n —— 电池单体数;
- E_{rd} —— 电池 P_{rd} 额定放电功率下的放电能量,单位为千瓦时(W·h)。

6.7.1.8 防爆能力试验

电池单体防爆能力试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.5.1.1 完成初始化充电的电池单体与充放电装置连接;
- b) 按照 6.2.3.1 将充放电装置的电压和温度采样线与电池单体连接;
- c) 电池单体以 $0.4P_{rc}$ 额定充电功率充电 1 h;
- d) 在保持过充电状态下,将 1 A~3 A 保险丝放置于电池单体排气孔 2 mm~4 mm 的位置,用 24 V 直流电源熔断保险丝使其产生明火,记录电流、时间、电压、温度,记录试验现象,包括起火、爆炸;
- e) 更换保险丝,重复步骤 d) 2 次;
- f) 断开试验样品与充放电试验装置的连接线,拆除数据采样线。

6.7.2 环境安全性能试验

6.7.2.1 盐雾性能试验

电池单体盐雾性能试验按照下列步骤进行:

- a) 按照 6.2.5.1.1 进行电池单体初始化充电的电池单体置于盐雾试验装置内;
- b) 以化学纯或分析纯的氯化钠、蒸馏水或去离子水配置质量浓度为 $(5 \pm 1)\%$ 的氯化钠溶液,并注入试验装置的水箱内;
- c) 设置试验温度为 35 °C,试验装置内温度达到 (35 ± 2) °C 时启动喷雾程序,喷雾时间达到 2 h 时停止喷雾;
- d) 设置试验温度为 40 °C、相对湿度为 93%,试验装置内温度达到 (40 ± 2) °C 时、相对湿度达到

(93±3)%时启动贮存程序,贮存时间达到 22 h 时停止贮存;

- e) 重复步骤 c) 和 d) 至喷雾-贮存循环次数达到 4 次;
- f) 设置试验温度为 23 ℃、相对湿度为 50%, 试验装置内温度达到(23±2)℃时、相对湿度达到(50±3)%时启动贮存程序,贮存时间达到 3 d 时停止贮存;
- g) 重复步骤 c)~f) 至喷雾-贮存循环次数达到 4 次;
- h) 观察 1 h;
- i) 记录试验现象,包括外壳破裂、膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸;
- j) 取出试验样品。

6.7.2.2 交变湿热性能试验

电池单体交变湿热性能试验按照下列步骤进行:

- a) 将按照 6.2.5.1.1 完成了初始化充电的电池单体置于环境模拟装置内;
- b) 设置试验温度为 50 ℃、相对湿度 95%、升温速率为 12.5 ℃/h, 温度达到(50±2)℃、相对湿度为(95±3)%时保持当前温湿度,静止 6 h;
- c) 设置试验温度为 25 ℃、相对湿度 95%、升温速率为 12.5 ℃/h, 温度达到(25±2)℃、相对湿度为(95±3)%时保持当前温湿度,静止 6 h;
- d) 重复步骤 b) 和 c) 至交变循环次数达到 6 次;
- e) 设置试验温度为 25 ℃、相对湿度 70%, 温度达到(25±2)℃、相对湿度为(70±3)%时保持当前温湿度;
- f) 观察 1 h;
- g) 记录试验现象,包括外壳破裂、膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸;
- h) 取出样品。

6.7.2.3 高海拔绝缘性能试验

电池簇高海拔绝缘性能试验按照下列步骤进行:

- a) 依据试验样品最大应用海拔高度,将按照 6.2.5.1.2 完成了初始化充电的电池簇置于相应低气压试验环境;
- b) 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,关闭电池簇的绝缘电阻监测功能;
- c) 按表 12 施加试验电压,持续 1 min,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;
- d) 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;
- e) 按表 12 施加试验电压,持续 1 min,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;
- f) 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。

6.7.2.4 高海拔耐压性能试验

电池簇高海拔耐压性能试验按照下列步骤进行:

- a) 依据试验样品最大应用海拔高度,将按照 6.2.5.1.2 完成了初始化充电的电池簇置于相应试验环境;
- b) 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;
- c) 按表 13 施加直流试验电压,以小于或等于 50%的试验电压开始施加,10 s 之内增加至试验电压并保持 60 s,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；

- d) 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；
- e) 按表 13 施加直流试验电压，以小于或等于 50% 的试验电压开始施加，10 s 之内增加到试验电压并保持 60 s，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；
- f) 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；
- g) 按表 13 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压，保持 60 s，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；
- h) 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；
- i) 按表 13 施加频率为 45 Hz~62 Hz 的正弦交流试验电压，保持 60 s，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。

6.7.3 热安全性能试验

6.7.3.1 热失控敏感性试验

电池单体热失控敏感性试验按照下列步骤进行：

- a) 按照 6.2.5.1.1 完成初始化充电的电池单体与充放电装置连接；
- b) 按照 6.2.3.1 将充放电装置的电压和温度采样线与电池单体连接；
- c) 在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下，按照表 15 选择合适恒定电压连续充电 168 h；
- d) 充电过程中每隔 2 h 记录一次充电电流值和电池单体表面温度，记录时间、电压、电流、温度数据；
- e) 断开试验样品与充放电试验装置的连接线，拆除数据采样线；
- f) 计算从恒压充电开始每隔 24 h 的充电电流增长率。

表 15 电池单体电压要求

单位为伏

电池单体类别	恒定电压
2 V	2.45
12 V	14.7

6.7.3.2 阻燃能力试验

电池单体材料的阻燃能力试验按照下列步骤进行：

- a) 按 GB/T 2408—2021 中第 6 章规定的方法进行取样制备；
- b) 水平法按 GB/T 2408—2021 中第 8 章规定的方法试验，记录试验的过程数据和结果数据；
- c) 垂直法按 GB/T 2408—2021 中第 9 章规定的方法试验，记录试验的过程数据和结果数据。

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 16 的规定。

表 16 检验分类和检验项目

序号	检验项目			出厂 检验	型式 检验	抽样 检验		
1	外观、尺寸和质量			电池单体	√	√	√	
				电池簇	√	√	√	
2	电性能试验	初始充放电性能试验	25℃初始充放电性能	电池单体	√	√	√	
			45℃初始充放电性能	电池单体		√	√	
			0℃初始充放电性能	电池单体		√	√	
			功率特性试验	电池单体		√		
3					√			
4					√	√		
5					√			
6	环境适应性试验		高温适应性试验	电池单体		√	√	
7			低温适应性试验	电池单体		√	√	
8			高海拔初始充放电性能试验(仅适用于高海拔条件应用的电池)	电池单体		√	√	
9	循环性能试验			电池单体		√		
10	安全性能 试验	电气、机械安全 性能试验	过充电性能试验	电池单体		√	√	
11				过放电性能试验	电池单体		√	
12				短路性能试验	电池单体		√	√
13				绝缘性能试验	电池簇		√	√
14				耐压性能试验	电池簇		√	√
15				跌落性能试验	电池单体		√	
16				气体析出速率试验	电池单体		√	√
17				防爆能力试验	电池单体		√	
18			环境安全性能 试验	盐雾性能试验(适用于海洋性气候条件应用的电池)	电池单体		√	
19				交变湿热性能试验(仅适用于非海洋性气候条件应用的电池)	电池单体		√	
20				高海拔绝缘性能(仅适用于高海拔条件应用的电池)	电池簇		√	√
21				高海拔耐压性能(仅适用于高海拔条件应用的电池)	电池簇		√	
22			热安全性能 试验	热失控敏感性试验	电池单体		√	√
23				阻燃能力试验	电池单体		√	√

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验规则

每个生产批次产品出厂前应按检验次序进行出厂检验，出厂检验应满足表 17 的要求。

表 17 出厂检验要求

检验次序	检验项目	技术要求章条号	试验方法章条号	抽样比例
1	外观检验(电池单体、电池簇)	5.2	6.3	100%
2	外形尺寸检验(电池单体)	5.2.1	6.3.1	GB/T 2828.1 S-4 级标准
3	25℃初始充放电性能试验(电池单体、电池簇)	5.3.1	6.4.1.1	GB/T 2828.1 II 级标准

7.2.2 判定规则

出厂检验中，所有试验样品进行的检验项目全部满足要求，判定为出厂检验合格；任一试验样品的任一检验项目不满足要求，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

型式检验应按检验次序进行，应满足表 18 的规定。

表 18 型式检验要求

检验样品类别	检验次序	检验项目	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、尺寸、质量检验	5.2.1	6.3.1	样品数量:29 个 样品编号:1#~29#
	2	初始充放电性能试验	5.3.1.1	6.4.1.1.1	
				6.4.1.2	1#,2#,3#
				6.4.1.3	4#,5#,6#
	3	功率特性试验	5.3.2	6.4.2	7#,8#,9#
	4	倍率充放电性能试验	5.3.3	6.4.3	10#,11#,12#
5	能量保持与恢复能力试验	5.3.4	6.4.4	13#,14#,15#	

表 18 型式检验要求 (续)

检验样品类别	检验次序	检验项目	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	6	高温适应性试验	5.4.1	6.5.1	16#, 17#, 18#
	7	低温适应性试验	5.4.2	6.5.2	19#, 20#, 21#
	8	高海拔初始充放电性能试验(仅适用于高海拔条件应用的电池)	5.4.3	6.5.3	27#, 28#, 29#
	9	循环性能试验	5.5	6.6	22#, 23#, 24#
	10	过充电性能试验	5.6.1.1	6.7.1.1	1#, 2#, 3#
	11	过放电性能试验	5.6.1.2	6.7.1.2	4#, 5#, 6#
	12	短路性能试验	5.6.1.3	6.7.1.3	7#, 8#, 9#
	13	跌落性能试验	5.6.1.6	6.7.1.6	10#
	14	气体析出速率试验	5.6.1.7	6.7.1.7	25#
	15	防爆能力试验	5.6.1.8	6.7.1.8	11#
	16	盐雾性能试验(适用于海洋性气候条件的应用的电池)	5.6.2.1	6.7.2.1	12#
	17	交变湿热性能试验(适用于非海洋性气候条件的应用的电池)	5.6.2.2	6.7.2.2	12#
	18	热失控敏感性试验	5.6.3.1	6.7.3.1	26#
	19	阻燃能力试验	5.6.3.2	6.7.3.2	13#
电池簇	1	外观、尺寸检查	5.2.2	6.3.2	样品数量:1个 样品编号:1#
	2	初始充放电性能试验	5.3.1.2	6.4.1.1.2	
	3	一致性试验	5.3.5	6.4.1.1.2	
	4	绝缘性能试验	5.6.1.4	6.7.1.4	
	5	耐压性能试验	5.6.1.5	6.7.1.5	
	6	高海拔绝缘性能试验(仅适用于高海拔条件应用的电池)	5.6.2.3	6.7.2.3	
	7	高海拔耐压性能试验(仅适用于高海拔条件应用的电池)	5.6.2.4	6.7.2.4	

7.3.3 判定规则



型式检验中,所有试验样品进行的检验项目全部满足要求,判定为型式检验合格;任一试验样品的任一检验项目不满足要求,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：

- a) 验证工程实际使用产品与对应型式检验产品关键性能的一致性；
- b) 验证批次产品与对应型式检验产品关键性能的一致性；
- c) 验证更换产品与对应型式检验产品关键性能的一致性；
- d) 合同约定。

7.4.2 抽样检验规则

抽样检验应按检验次序进行，应符合表 19 的检验规则及下列规定：

- a) 电池簇抽样检验前应完成电池单体抽样检验；
- b) 不同型号产品均应单独进行抽样检验；
- c) 常规抽样检验应以表 19 的检验项目和样本量作为必要检验项目和最小样本量，仲裁等其他需进行抽样检验的情形可根据实际需要在表 19 的基础上增加抽样检验项目和样本量；
- d) 电池批量的额定能量总和小于或等于 50 MW·h 时，应以 50 MW·h 为计，按表 19 要求抽取相应的样本量进行检验；
- e) 电池批量的额定能量总和大于 50 MW·h 时，应以 50 MW·h 为一个抽样单元，不足 50 MW·h 的部分按 50 MW·h 计，以表 19 要求的样本量为一个批次，按比例抽取相应的样本量，分批次进行。

表 19 抽样检验要求

检验样品类别	检验次序	检验项目	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、尺寸、质量检验	5.2.1	6.3.1	样本量：14 个
	2	初始充放电性能试验	5.3.1.1	6.4.1.1.1	样本编号：1#~14#
				6.4.1.2	1#，2#，3#
				6.4.1.3	4#，5#，6#
	3	倍率充放电性能试验	5.3.3	6.4.3	7#，8#，9#
	4	高温适应性试验	5.4.1	6.5.1	1#，2#，3#
	5	低温适应性试验	5.4.2	6.5.2	4#，5#，6#
	6	高海拔初始充放电性能试验（仅适用于高海拔条件应用的电池）	5.4.3	6.5.3	12#，13#，14#
	7	过充电性能试验	5.6.1.1	6.7.1.1	1#，2#，3#
	8	短路性能试验	5.6.1.3	6.7.1.3	4#，5#，6#
	9	气体析出速率试验	5.6.1.7	6.7.1.7	10#
10	热失控敏感性试验	5.6.3.1	6.7.3.1	11#	
11	阻燃能力试验	5.6.3.2	6.7.3.2	7#	

表 19 抽样检验要求 (续)

检验样品类别	检验次序	检验项目	技术要求章条号	试验方法章条号	样品数量及编号
电池簇	1	外观、尺寸检查	5.2.2	6.3.2	样本量:1个 样本编号:1#
	2	初始充放电性能试验	5.3.1.2	6.4.1.1.2	
	3	一致性试验	5.3.5	6.4.1.1.2	
	4	绝缘性能试验	5.6.1.4	6.7.1.4	
	5	耐压性能试验	5.6.1.5	6.7.1.5	
	6	高海拔绝缘性能试验(仅适用于高海拔条件应用的电池)	5.6.2.3	6.7.2.3	
	7	高海拔耐压性能试验(仅适用于高海拔条件应用的电池)	5.6.2.4	6.7.2.4	

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;任一试验样品的任一检测项目不满足要求,判定为抽样检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品铭牌和标志满足下列要求:

- 电池单体外表面应包含极性、商标、产品信息唯一识别码、编码、生产日期、可回收利用等标志、制造单位名称;
- 电池簇的铭牌应包含商标、产品名称和编码、制造商名称、出厂编号、生产日期或批号等内容;
- 电池簇外表面应包含极性、高电压、防触电、接地、电池簇内布置示意图等标识。

8.2 包装

产品包装满足下列要求:

- 产品应有外包装,包装后应放置在干燥、防尘、防潮、防震的包装箱内;外包装箱上标志应包括:“小心轻放”“向上”“防雨”“防晒”“重心”“堆码层数极限”“禁止翻滚”以及“第八类危险品标识”;重量超过 50 kg 以上时,包装外箱上应有“重心标识”;
- 包装储运图示标志和警示标志应符合 GB/T 191 的规定;
- 包装箱上应有下列信息:品名、型号、数量、制造单位地址、邮编、净重和毛重;
- 包装箱内应含产品清单、产品说明书、产品合格证、出厂检验报告等随机文件;
- 运输包装件应满足 GB/T 5398 及 GB/T 16471 的要求。

8.3 运输

产品运输时应满足下列要求:

- 电池能量状态为 100%,断开高压回路;

- b) 产品运输过程轻搬轻放,严防摔掷、翻滚、重压;
- c) 产品运输过程防止剧烈震动、倒置、冲击、挤压、日晒雨淋。

8.4 贮存

产品贮存时满足下列要求:

- a) 初始能量状态宜为 100%,每贮存 3 个月宜按进行能量状态维护;
- b) 贮存环境温度宜为 15℃~35℃,且不高于 50℃或低于-40℃,相对湿度不大于 95%;
- c) 贮存环境防止日晒雨淋,保持清洁、干燥、通风,远离火源、热源、腐蚀性介质及重物隐患。



附 录 A
(资料性)
电池规格参数表

A.1 电池单体规格参数表见表 A.1。

表 A.1 电池单体规格参数表

电池单体编码			
电池单体型号			
项目	符号	单位	数值
最大应用海拔高度	h	m	
电池单体标称充电时间	t	—	
电池单体标称放电时间	t'	—	
电池单体额定充电能量	E_{rc}	W·h	
电池单体额定放电能量	E_{rd}	W·h	
电池单体额定充电功率	P_{rc}	W	
电池单体额定放电功率	P_{rd}	W	
电池单体标称电压	U_{nom}	V	
电池单体尺寸	—	mm	(长×宽×高):(×××) (长×宽×厚):(×××)
电池单体质量	—	kg	
电池单体充电一级报警电压	—	V	
电池单体充电二级报警电压	—	V	
电池单体充电三级报警电压	—	V	
电池单体充电截止电压	—	V	
电池单体放电截止电压	—	V	
电池单体放电三级报警电压	—	V	
电池单体放电二级报警电压	—	V	
电池单体放电一级报警电压	—	V	
电池单体高温一级报警温度	—	℃	
电池单体高温二级报警温度	—	℃	
电池单体高温三级报警温度	—	℃	
电池单体高温截止温度	—	℃	
电池单体低温截止温度	—	℃	
电池单体低温一级报警温度	—	℃	
电池单体低温二级报警温度	—	℃	
电池单体低温三级报警温度	—	℃	
摆放方式要求	☞竖直 ☞平放		
注：此表由制造厂家提供。			

A.2 电池簇规格参数见表 A.2。

表 A.2 电池簇规格参数表

电池簇编码			
电池簇型号			
电池单体编码			
电池单体型号		电池簇内电池单体串并联方式： 并 串	
项目	符号	单位	数值
最大应用海拔高度	h	m	
电池簇标称充电时间	t	—	
电池簇标称放电时间	t'	—	
电池簇额定充电能量	E_{rc}	kW·h	
电池簇额定放电能量	E_{rd}	kW·h	
电池簇额定充电功率	P_{rc}	kW	
电池簇额定放电功率	P_{rc}	kW	
电池簇标称电压	—	V	
电池簇尺寸(长×宽×高)	—	mm	× ×
电池簇充电一级报警电压	—	V	
电池簇充电二级报警电压	—	V	
电池簇充电三级报警电压	—	V	
电池簇充电截止电压	—	V	
电池簇放电截止电压	—	V	
电池簇放电三级报警电压	—	V	
电池簇放电二级报警电压	—	V	
电池簇放电一级报警电压	—	V	
电池单体充电一级报警电压	—	V	
电池单体充电二级报警电压	—	V	
电池单体充电三级报警电压	—	V	
电池单体充电截止电压	—	V	
电池单体放电截止电压	—	V	
电池单体放电三级报警电压	—	V	
电池单体放电二级报警电压	—	V	
电池单体放电一级报警电压	—	V	
电池簇充电一级报警电流	—	I	
电池簇充电二级报警电流	—	I	
电池簇充电三级报警电流	—	I	
电池簇充电电流截止值	—	I	

表 A.2 电池簇规格参数表 (续)

电池簇放电一级报警电流	—	I	
电池簇放电二级报警电流	—	I	
电池簇放电三级报警电流	—	I	
电池单体高温一级报警温度	—	°C	
电池单体高温二级报警温度	—	°C	
电池单体高温三级报警温度	—	°C	
电池单体高温截止温度	—	°C	
电池单体低温截止温度	—	°C	
电池单体低温一级报警温度	—	°C	
电池单体低温二级报警温度	—	°C	
电池单体低温三级报警温度	—	°C	
电池簇充电电池单体电压极差一级报警值	—	mV	
电池簇充电电池单体电压极差二级报警值	—	mV	
电池簇充电电池单体电压极差三级报警值	—	mV	
电池簇充电电池单体电压极差截止值	—	mV	
电池簇放电电池单体电压极差三级报警值	—	mV	
电池簇放电电池单体电压极差二级报警值	—	mV	
电池簇放电电池单体电压极差一级报警值	—	mV	
电池簇放电电池单体电压极差截止值	—	mV	
电池簇充电电池单体温度极差一级报警值	—	°C	
电池簇充电电池单体温度极差二级报警值	—	°C	
电池簇充电电池单体温度极差三级报警值	—	°C	
电池簇充电电池单体温度极差截止值	—	°C	
电池簇放电电池单体温度极差一级报警值	—	°C	
电池簇放电电池单体温度极差二级报警值	—	°C	
电池簇放电电池单体温度极差三级报警值	—	°C	
电池簇放电电池单体温度极差截止值	—	°C	
电池簇三级报警绝缘电阻	—	kΩ	
电池簇三级报警绝缘电阻	—	kΩ	
电池簇三级报警绝缘电阻	—	kΩ	

附 录 B
(规范性)
电池工作参数表

电池工作参数应满足表 B.1 要求。

表 B.1 电池工作参数表

电池层级	工作参数	工作参数要求
电池单体	与电池单体规格参数表一致	
	电压限值	充电电压一级报警值 > 充电电压二级报警值 > 充电电压三级报警值 > 充电截止电压
		放电电压一级报警值 < 放电电压二级报警值 < 放电电压三级报警值 < 放电截止电压
	温度限值	高温一级报警温度 > 高温二级报警温度 > 高温三级报警温度 > 高温截止温度
		低温一级报警温度 < 低温二级报警温度 < 低温三级报警温度 < 低温截止温度
	充电截止条件	达到下列任一条件： a) 电池单体电压达到电池单体充电截止电压； b) 电池单体电压达到电池单体高温截止温度； c) 电池单体电压达到电池单体低温截止温度
放电截止条件	达到下列任一条件： a) 电池单体电压达到电池单体放电截止电压； b) 电池单体电压达到电池单体高温截止温度； c) 电池单体电压达到电池单体低温截止温度	
电池簇	与电池簇规格参数表一致	
	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 × 电池簇中电池单体个数
	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 × 电池簇中电池单体个数
	电压限值	充电电压限值 < 电池单体充电电压限制 × 电池簇中电池单体串联个数
		放电电压限值 > 电池单体放电电压限制 × 电池簇中电池单体串联个数
		充电电压一级报警值 > 充电电压二级报警值 > 充电电压三级报警值 > 充电截止电压
		放电电压一级报警值 < 放电电压二级报警值 < 放电电压三级报警值 < 放电截止电压
	电流限制	充电电流一级报警值 > 充电电流二级报警值 > 充电电流三级报警值 > 充电电流截止值
放电电流一级报警值 > 放电电流二级报警值 > 放电电流三级报警值 > 放电电流截止值		
电池单体电压极差限值	电池簇充电电池单体电压极差一级报警值 > 电池簇充电电池单体电压极差二级报警值 > 电池簇充电电池单体电压极差三级报警值 > 电池簇充电电池单体电压极差截止值	
	电池簇放电电池单体电压极差一级报警值 > 电池簇放电电池单体电压极差二级报警值 > 电池簇放电电池单体电压极差三级报警值 > 电池簇放电电池单体电压极差截止值	

表 B.1 电池工作参数表 (续)

电池层级	工作参数	工作参数要求
电池簇	电池单体温度极差限值	电池簇充电电池单体温度极差一级报警值 > 电池簇充电电池单体温度极差二级报警值 > 电池簇充电电池单体温度极差三级报警值 > 电池簇充电电池单体温度极差截止值
		电池簇放电电池单体温度极差一级报警值 > 电池簇放电电池单体温度极差二级报警值 > 电池簇放电电池单体温度极差三级报警值 > 电池簇放电电池单体温度极差截止值
	绝缘电阻限值	电池簇一级报警绝缘电阻 < 电池簇三级报警绝缘电阻
	电池单体工作参数	与电池单体技术规格数据记录表中信息一致
	充电截止条件	达到下列任一条件： a) 电池簇电压达到电池簇充电截止电压； b) 任一节电池单体电压达到充电截止电压； c) 电池簇电流达到电池簇充电电流截止值； d) 电池簇内电池单体电压极差达到电池簇充电电池单体电压极差截止值； e) 任一节电池单体温度达到电池单体高温截止温度； f) 任一节电池单体温度达到电池单体低温截止温度； g) 电池簇内电池单体温度极差达到电池簇充电电池单体温度极差截止值
	放电截止条件	达到下列任一条件： a) 电池簇电压达到电池簇放电截止电压； b) 任一节电池单体电压达到放电截止电压； c) 电池簇电流达到电池簇放电电流截止值； d) 电池簇内电池单体电压极差达到电池簇放电电池单体电压极差截止值； e) 任一节电池单体温度达到电池单体高温截止温度； f) 任一节电池单体温度达到电池单体低温截止温度； g) 电池簇内电池单体温度极差达到电池簇放电电池单体温度极差截止值