



中国化学与物理电源行业协会
团体标准

T/CIAPS0003—2018

电力储能系统用二次锂离子单体电池和电
池系统安全要求

Safety requirements for the secondary lithium ion cells and batteries
for energy storage applications

2018年9月12日发布

2018年10月1日实施

中国化学与物理电源行业协会 发布

全国团体标准信息平台

全国团体标准信息平台

目 次

前 言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号.....	5
5 电池安全使用.....	5
6 安全要求.....	6
7 试验方法.....	7
8 检验规则.....	12
9 安全信息.....	14
10 标贴与标识.....	14
附录 A （规范性附录） 热失控扩展试验.....	15
A.1 测试对象.....	15
A.2 试验条件.....	15
A.3 试验方法.....	15

前 言

本标准根据GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国化学与物理电源行业协会提出并发布。

本标准适用于可再生能源并网用储能系统、分布式发电及微电网储能系统、电力辅助服务用储能系统、电力输配电用储能系统。

本标准主要起草单位（排名不分先后）：

组长单位：上海中兴派能能源科技股份有限公司、深圳市科陆电子科技股份有限公司、山东圣阳电源股份有限公司、阳光电源股份有限公司。

成员单位：深圳普瑞赛思检测技术有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、东莞市迈科新能源有限公司、宁德时代新能源科技有限公司、江苏固德威电源科技股份有限公司、深圳市康拓普信息技术有限公司、深圳市沃特玛电池有限公司、浙江富来森能源科技有限公司、深圳华宝新能源有限公司、博科能源系统（深圳）有限公司、中聚（杭州）新能源科技有限公司、中国电子科技集团公司第十八研究所、三星环新（动力）电池有限公司、苏州安靠电源有限公司、乐金化学（南京）信息电子材料有限公司。

本部分主要起草人：蔡雪峰、朱静、江卫良、隋延波、张寿波、赵玲、邓琨、李永、李斯蓉、许玉林、崔云鹤。

本标准为首次制定。

全国团体标准信息平台

电力储能系统用二次锂离子单体电池和电池系统安全要求

1 范围

本标准规定了电力储能系统用二次锂离子单体电池和电池系统在预期使用和可预见性滥用情况下的安全性要求和测试方法。

本标准适用于可再生能源并网用储能系统、分布式发电及微电网储能系统、电力辅助服务用储能系统、电力输配电用储能系统的储能产品。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 31467.3-2015 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第3部分：安全性要求与测试方法

GB/T 31485-2015 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法

IEC 62619 工业应用大容量二次碱性或非酸性电解液电池—安全要求 (Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications)

UN 38.3 《联合国危险物品运输试验和标准手册》第3部分

3 术语和定义

GB/T 2900.41 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单体电池 cell

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

3.2

电池并联模块 cell block

电池单体电池通过并联而形成的组合，可以带有或不带电池监控及保护装置。

3.3

电池模组 battery module

单体电池通过串并联而形成的组合，可以带有或不带电池监控及保护装置。

3.4

电池系统 battery system

由单体电池、电池模块、电池模组组成的系统。电池系统带有电池管理单元，在过充、过流及过温时切离保护。电池系统可能带有冷却或加热单元。

3.5

电池管理系统/电池管理单元 BMS/BMU

对电池充电和放电过程进行管理，提高电池使用寿命，并为用户提供相关信息的电路系统的总称。一般由监测、保护电路、电气、通讯接口、热管理装置等组成。

3.6

安全 safety

免于不可接受的风险。

3.7

风险 risk

伤害和伤害严重性的发生概率集合。

3.8

伤害 harm

身体受伤或对人健康的损害或对财产的损失或对环境的破坏。

3.9

危险性 hazard

危险性伤害的潜在根源。

3.10

预定用途 intended use

和供应商提供的说明书、操作指南信息一致的产品的使用、处理和服务。

3.11

合理可预见滥用 reasonable foreseeable misuse

产品的使用、处理和服务虽不符合供应商提供的使用要求，但它产生的结果可根据人的行为进行估计。

3.12

无影响 no effect

电池外观无变化，无功能性操作。

3.13

变形 deformation

电池无危险或伤害，电池外观发生变形，包括鼓胀。

3.14

排气 venting

电池出现不可逆转的毁坏，电解液从安全阀逸出或有雾逸出。单体电池、模组、电池组或电池系统内部的多余压力以预先设计的防止电池破裂或爆炸的方式泄出。

3.15

漏液 leakage

电池在安全阀以外的地方出现电解液泄露或排气，可见的液体电解质流失。

3.16

冒烟 smoking

电池出现烟雾现象。

3.17

破裂 rupture

电池壳体完整性造成机械损坏，电池内部部分物质暴露或泄露，无物质飞溅，且未发现热失控现象。

3.18

火花 sparkle

电池产品火星，但在1s内自熄灭。

3.19

着火 fire

电池中发射火焰，出现持续燃烧或点火，持续时间大于1s。

3.20

爆炸 explosion

电池壳体被猛烈打开，产生压力波，并伴随着电池内部主体材料被强制排出及飞溅，对样品造成严重的结构破坏。

3.21

解体 rupture

排气和破裂使电池任何部分的固体物质穿过放在离电池25厘米处的丝网筛（直径0.25毫米的软铝丝，网格密度每厘米6至7条铝丝）。

3.22

热失控 thermal runaway

由于单体电池的放热反应引发的不可控的电池温度剧烈升高。

3.23

标称电压 nominal voltage

电芯或电池电压的适宜的平均值，单位为伏特（V）。

注1：电芯或电池厂家可提供标称电压。

注2：n串电池组的标称电压等于单个电芯标称电压的n倍。

3.24

额定容量 rated capacity

制造厂商声明的一个单体电池在规定条件下经充电、静置和在指定测试下放电至规定的终止电压时所能放出的电池电量。

3.25

充电上限电压 upper limit charging voltage

单体电池或电池系统在安全性容许的条件下的充电电压上限。

3.26

放电下限电压 lower limit discharging voltage

单体电池或电池系统在安全性容许的条件下的放电电压下限。

3.27

最大充电电流 maximum charging current

基于安全性或可靠性角度出发单体电池或电池系统可以容许的最大充电电流。

3.28

最大放电电流 maximum discharging current

基于安全性或可靠性角度出发单体电池或电池系统可以容许的最大放电电流。

3.29

终止电压 cut off voltage

电池放电或充电时，所规定的最低放电电压或最高充电电压。

3.30

最高工作温度 maximum operating temperature

电池放电或充电时，所规定的最高工作温度值。

3.31

最低工作温度 lower limit operating temperature

电池放电或充电时，所规定的最低工作温度值。

3.32

重量损失 mass loss

是指超过下面表1所列数值的重量损失。重量损失数值可用公式(1)计算。如重量损失不超过表1所列数值，称为“无重量损失”。

$$\text{重量损失 (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M_1 —— 试验前的重量；

M_2 —— 试验后的重量。

表 1 重量损失限值

电池和电池组重量 M	重量损失限值
M < 1 克	0.5%
1 克 < M < 5 克	0.2%
M ≥ 5 克	0.1%

4 符号

下列符号适用于本文件。

C_n ——n小时率额定容量 (Ah)

I_t ——电池充放电电流值，采用公式 $I_t A = \frac{C_n Ah}{1h}$ 表达

5 电池安全使用

5.1 概要

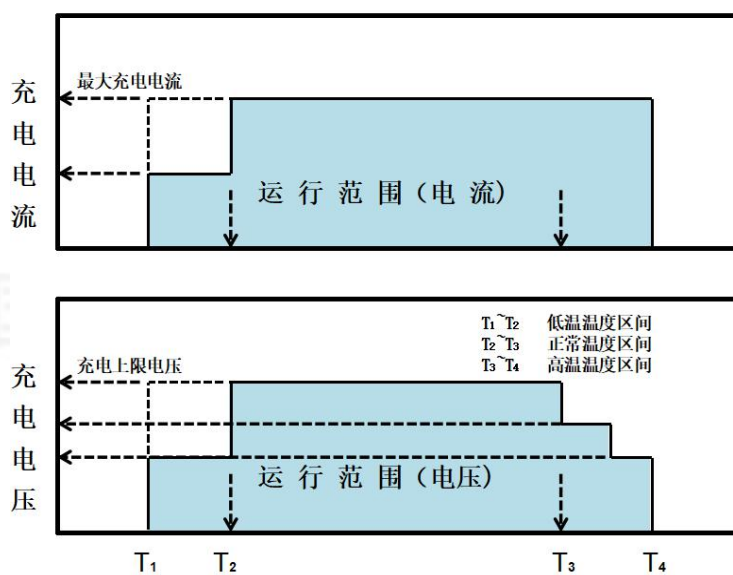
电池制造商应严格定义单体电池的工作范围。电池系统的设计应严格符合单体电池的工作范围。

5.2 电池的安全

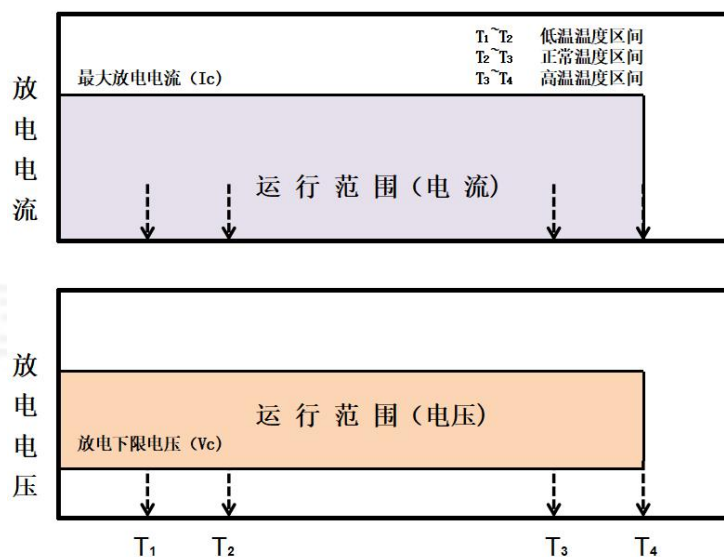
为了保证单体电池及电池系统的安全使用，电池制造商设计生产的单体电池或电池系统应严格遵循单体电池的工作范围。电池制造商在设定单体电池的充电限制电压时，设定值应保证其同时处于充电限制电压、电流与温度范围之内。

充电限制电压与充电限制温度，并不是用于衡量电池的性能，而是用于考虑电池的最低安全。

图1描述了典型的电池工作范围。如果电池工作在高温或低温区间内，可以考虑采用较低的充电电压及（或）电流。



a) 电芯温度 (表面)



b) 电芯温度 (表面)

图 1 典型的电池工作范围

5.3 电池的充电

电压、电流及温度是影响安全的主要因素，在电池充电时应符合下列要求：

- 在常温区域内，电池的充电电压不能超过充电上限电压，充电电流不能超过最大充电电流。如果充电电压或电流过高，极度的化学反应或副反应会使电池热不稳定(可能引起过热和热失控)。
- 在高温及低温区域内，应适当降低充电限制电压及电流。温度会影响电池充电时的化学反应，即使在相同的充电限制电压及电流条件下，电池的充电状态及反应也会受到温度的影响。
- 超过高温及低温区域，电池不应再进行充电。电池厂家应明确定义其电池在常温、高温及低温条件下的充电电压及电流。

5.4 电池的放电

在电池放电时，电压、电流及温度是影响安全的主要因素。放电电压应高于放电限制电压，电流应小于最大放电电流，温度应不超过高温及低温区域。

6 安全要求

6.1 单体电池

单体电池安全要求，见表2。

表 2 单体电池安全要求

序号	检验项目	试验方法	要求
1	高度模拟	7.2.2	高度模拟测试结果符合 UN38.3 T1
2	温度试验	7.2.3	温度测试结果符合 UN38.3 T2
3	振动	7.2.4	振动测试结果符合 UN38.3 T3

4	冲击	7.2.5	冲击测试结果符合 UN38.3 T4
5	外短路	7.2.6	外短路测试结果符合 UN38.3 T5
6	抗重物撞击	7.2.7	重物冲击测试结果符合 UN38.3 T6
7	过充电	7.2.8	不起火，不爆炸
8	过放电	7.2.9	过放测试结果符合 UN38.3 T8
9	抗热冲击	7.2.10	不起火，不爆炸
10	跌落	7.2.11	跌落测试结果符合 IEC 62619 的 7.2.3.3
11	挤压	7.2.12	不起火，不爆炸

6.2 电池系统

电池系统安全要求，见表3。

表3 电池系统安全要求

序号	检验项目	试验方法	要求
1	振动	7.3.2	振动测试结果符合 UN38.3 T3
2	冲击	7.3.3	冲击测试结果符合 UN38.3 T4
3	跌落	7.3.4	不起火，不爆炸
4	热失控扩展	7.3.5	不起火，不爆炸
5	高温保护	7.3.6	不起火，不爆炸
6	低温保护	7.3.7	不起火，不爆炸
7	过流保护	7.3.8	不起火，不爆炸
8	外部短路保护	7.3.9	不起火，不爆炸
9	过充电保护	7.3.10	不起火，不爆炸
10	过放电保护	7.3.11	不起火，不爆炸
11	绝缘电阻	7.3.12	电池系统正、负极接口分别对地的绝缘电阻按标称电压不小于 100 Ω/V
12	绝缘耐压性能	7.3.13	交流漏电流不超过 100mA，直流漏电流不超过 10mA

7 试验方法

7.1 试验条件

7.1.1 环境条件

除另有规定外，试验应在温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为15%—90%，大气压力为86kPa—106kPa的环境中进行。本标准所提到的室温，是指 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$

7.1.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

- a) 电压测量装置： $\pm 0.5\%$ ；
- b) 电流测量装置： $\pm 1\%$ ；
- c) 温度测量装置： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 时间测量装置： $\pm 0.1\%$ ；

- e) 尺寸测量装置: $\pm 0.1\%$;
- f) 质量测量装置: $\pm 0.1\%$ 。

7.1.3 单体电池充电

7.1.3.1 室温下, 单体电池先以 $0.2C_5(A)$ 电流放电或者按照制造商宣称的放电模式放电至终止电压, 搁置 1h (或制造商提供的不大于 1h 搁置时间), 然后按制造商提供的充电方法进行充电。

7.1.3.2 若制造商未提供充电方法, 则以 $0.2C_5(A)$ 电流充电至制造商规定的充电终止电压时转恒压充电, 至充电电流降至 $0.05C_5(A)$ 时停止充电, 充电后搁置 1h (或制造商提供的不大于 1h 搁置时间)。

7.1.4 电池系统充电

7.1.4.1 室温下, 单体电池先以 $0.2C_5(A)$ 电流放电或者按照制造商宣称的放电模式放电至终止电压, 搁置 1h (或制造商提供的不大于 1h 搁置时间), 然后按制造商提供的充电方法进行充电。

7.1.4.2 若制造商未提供充电方法, 则以 $0.2C_5(A)$ 电流充电至制造商规定的充电终止电压时转恒压充电, 至充电电流降至 $0.05C_5(A)$ 时停止充电, 若充电过程中有单体电池电压超过充电终止电压时则停止充电。充电后搁置 1h (或制造商提供的不大于 1h 搁置时间)。

7.2 单体电池安全性试验

7.2.1 一般条件

所有安全试验均在有充分安全保护的环境条件下进行。如果测试对象有附加主动保护线路或装置, 应除去。

大型单体电池是指重量大于500克的单体电池。

7.2.2 高度模拟 (低气压)

高度模拟测试依据UN 38.3 T1

7.2.3 温度试验

温度测试依据UN 38.3 T2

7.2.4 振动

振动测试依据UN 38.3 T3

7.2.5 冲击

冲击测试依据UN 38.3 T4

7.2.6 外部短路

外短路测试依据UN 38.3 T5

7.2.7 抗重物撞击

重物冲击测试依据UN 38.3 T6

7.2.8 过充电

过充电试验按照下列步骤进行：

- a) 电池按照制造商宣称的放电模式，放电至截至电压；
- b) 电池按照制造商宣称的最大充电电流充电至电池充电上限电压的 1.2 倍；
- c) 当电池温度达到稳定时（充电 30 分钟内，温度变化不超过 10 度），试验结束。

7.2.9 过放电

过放电测试依据 UN 38.3 T8

7.2.10 抗热冲击

抗热冲击试验按照下列步骤进行：

- a) 单体电池按 7.1.3 方法充电；
- b) 将充满电的单体电池放置于高温箱中，调节高温箱温度以 $(5 \pm 2^\circ\text{C})/\text{min}$ 的速度上升至 $130 \pm 2^\circ\text{C}$ ，保持 1h。

7.2.11 跌落

跌落测试应符合 IEC 62619 第 7.2.3.3 条

7.2.12 挤压

挤压试验按照下列步骤进行：

- a) 单体电池按 7.1.3 方法充电；
- g) 按下列条件进行试验：
 - 挤压方向：如图 2 所示，垂直于单体电池极板方向施压；
 - 挤压板形式：半径 75mm 的半圆柱体，半圆柱体的长度 (L) 大于被挤压单体电池的尺寸；
 - 挤压程度：变压量达到 30% 或挤压力达到 200kN 后停止挤压。
- h) 观察 1h。

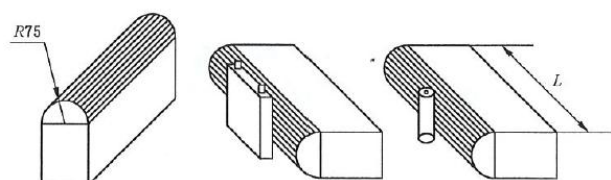


图 2 单体挤压板和挤压示意图

7.3 电池系统安全测试项目

7.3.1 一般条件

所有安全试验应在有充分安全保护的环境条件下进行。电池管理系统 (BMS) 用于监测电池的电压、电流、温度，并确保单体电池系统在其规定的范围内工作。如没有特殊要求，电池系统测试应带 BMS 一同测试。

大型电池系统是指重量大于 12 公斤的电池系统。

如果电池系统可被拆解为更小单元，该单元的测试结果可替代整个电池系统的安全性。制造商要标明被测试的单元。

7.3.2 振动

振动测试依据UN 38.3 T3

7.3.3 冲击

冲击测试依据UN 38.3 T4

7.3.4 跌落

跌落试验按照下列步骤进行：

- a) 电池系统按 7.1.4 方法充电；
- b) 充满电的电池系统或电池系统的各独立子模块，以电池系统的高度，采用随机的方向进行跌落，连续跌落 3 次。在跌落试验中，电池系统至少有 1 次以电池底部跌落至混凝土平台上，电池底部由制造商规定。

7.3.5 热失控扩展

热失控扩展试验按照下列步骤进行：

- a) 电池系统按 7.1.4 方法充电至满电态；
- b) 充满电的电池系统置于 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境中，将电池系统中的目标单体电池引发至热失控状态，被引发热失控的单体电池至少有 2 个面与其他电池相邻。引发热失控的方式需在报告中详细说明。
- c) 单体电池热失控后，关闭加热器，并观测电池系统 1 小时。

注：热失控扩展试验方法见附录A。

7.3.6 高温保护

高温保护试验按照下列步骤进行：

- a) 将电池系统按照 $0.2C_5$ (A) 或制造商宣称的放电模式，放电至 50% 荷电态；
- b) 将电池系统温度升高至最高工作温度 $+5^{\circ}\text{C}$ ，以测试对象允许的最大充/放电电流对电池进行充/放电试验，直至电池管理系统起作用，或达到以下条件时停止测试：
 - 电池温度超过最高工作温度 10°C ；
 - 在 1h 内最高温度变化值小于 4°C ；
 - 出现其他意外情况。

7.3.7 低温保护

低温保护试验按照下列步骤进行：

- a) 测试用电池系统处于工作状态，将电池系统放电至 50% 荷电态；
- b) 将电池系统温度降低至最低工作温度 -5°C ，以标准充电电流或以厂家规定电流启动充电，直至电池管理系统起作用，或达到以下条件时停止测试：
 - 充电超过 30s。
 - 出现其他意外情况。

7.3.8 过流保护

过流保护试验按照下列步骤进行：

- a) 将电池系统以 $0.2C_5$ (A) 或制造商宣称的放电模式，放电至截至电压；
- b) 在室温环境中，以制造商宣称的最大充电电流的 1.2 倍进行恒流充电，直至系统保护动作，或达到以下条件时停止测试：

- 温度达到最高温度限值；
- 出现其他意外情况。

注：如果充电与放电具有不同的最大电流限值，应分别在充电和放电模式下对过流保护进行测试。

7.3.9 外部短路保护

外部短路试验按照如下步骤进行：

- a) 电池系统按 7.1.4 方法充电至满电态；
- b) 测试用电池系统处于工作状态；
- c) 短路电阻不大于 $20\text{m}\Omega$ 外电阻短路电池系统，至保护动作后，由双方协商观察时间或观察 2h。

7.3.10 过充电保护

过充电保护试验按照下列步骤进行：

- a) 测试用电池系统处于工作状态；
- b) 在室温环境中，将电池系统以 $0.2C_5$ (A) 或制造商宣称的电流，放电至截至电压；然后以制造商宣称的最大充电电流，充电至电池管理系统起作用，或达到以下条件时停止测试：
 - BMS 在测试对象充电终止电压的 1.1 倍前动作保护；
 - 出现其他意外情况。
- c) 试验后，观察 2h。

7.3.11 过放电保护

过放保护试验按照下列步骤进行：

- a) 测试用电池系统处于工作状态；
- b) 按制造商宣称的放电电流放电至放电截止条件，继续以 $1I_1$ 或制造商规定的最大放电电流进行恒流放电，直至电池管理系统起作用；
- c) BMS 需在保护下限电压动作保护，放电至保护点后，过放电时间超过 30min；
- d) 试验后，观察 2h。

7.3.12 绝缘电阻

绝缘电阻试验应符合下列要求：

- a) 应在电池外部无电的情况下，进行电池正、负极接口分别对地的绝缘测试；
- b) 主电路的开关和控制设备应闭合或旁路；
- c) 绝缘电阻测量仪器的电压等级，按照表 4 的规定进行选取；
- d) 采用直流电压进行试验；
- e) 压敏元件应在测试之前将其断开；
- f) 直流试验电压有效值不应超过规定值的 5%。开始施加时的试验电压不应超过规定值的 50%，或以每秒 500V 的速度将试验电压平稳增加至产品规定的最大值并保持 60s。测试按照图 3 接线。

表 4 绝缘电阻测试电压值

电池模块标称电压 U_e /V	测量仪的电压等级/V
$U_e < 500$	500
$500 \leq U_e < 1000$	1000

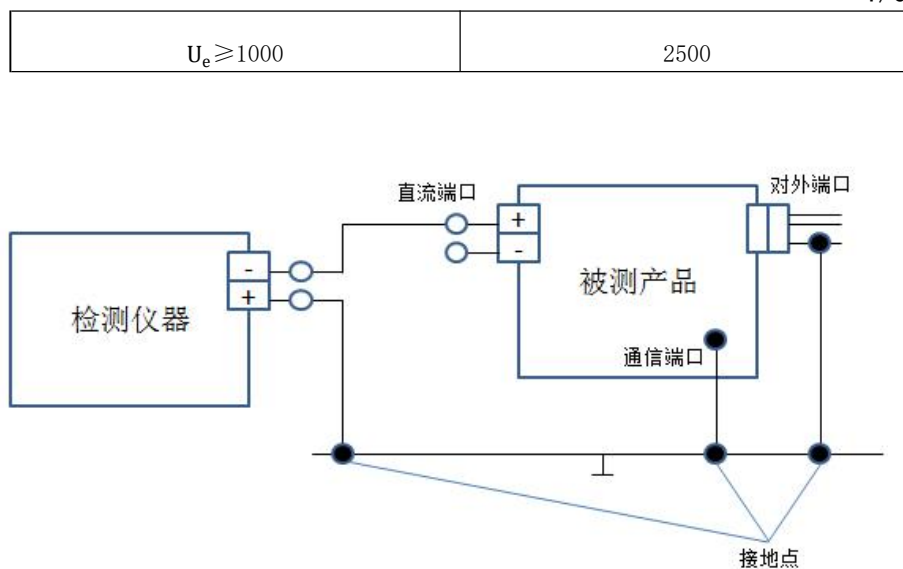


图3 绝缘电阻及耐压测试接线图

7.3.13 绝缘耐压性能

应在电池外部无电的情况下，进行电池正、负极接口分别对地的耐压性能测试。主电路的开关和控制设备应闭合或旁路。耐压测量仪器的电压等级，按照表5的规定选取。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。可以采用交流电压或等于规定的交流电压的峰值的直流电压进行试验。对于采用交流电压进行测试的系统，安装在带电部件和裸露导电部件之间的抗扰性电容器应断开。对于压敏元件应在测试之前将其断开。测试按照图3接线。

交流或直流试验电压有效值不应超过规定值5%。开始施加时的试验电压不应超过规定值的50%，或以每秒500V的速度将试验电压平稳增加至本款规定的最大值并保持60s。交流电源应具有足够的功率以维持试验电压，交流漏电流不超过100mA，直流漏电流不超过10mA。

表5 试验电压值

电池模块标称电压 U_e /V	试验电压（交流有效值）/V	试验电压（直流有效值）/V
$U_e \leq 60$	1000	1415
$60 < U_e \leq 300$	1500	2120
$300 < U_e \leq 690$	1890	2570
$690 < U_e \leq 800$	2000	2830
$800 < U_e \leq 1000$	2200	3110
$1000 < U_e \leq 1500$		3820

8 检验规则

8.1 检验分类、检验项目、要求和样品数量

8.1.1 检验分类

检验为型式试验。

8.1.2 检验项目、要求和样品数量

检验项目、要求和样品数量见表6、表7。

表6 单体电池试验程序

序号	检验项目	试验方法及条号	单体电池数量	备注
1	高度模拟	7.2.2	3个	厂家可选测试项目
2	温度试验	7.2.3	3个	
3	振动	7.2.4	3个	
4	冲击	7.2.5	3个	
5	外短路	7.2.6	3个	
6	抗重物撞击	7.2.7	3个	
7	过充电	7.2.8	3个	
8	过放电	7.2.9	3个	
9	抗热冲击	7.2.10	3个	
10	跌落	7.2.11	3个	
11	挤压	7.2.12	3个	

表7 电池系统试验程序表

序号	检验项目	序号	电池系统数量	备注
1	振动	7.3.2	1个	
2	冲击	7.3.3	1个	
3	跌落	7.3.4	1个	
4	热失控扩展	7.3.5	1个	
5	高温保护	7.3.6	1个	
6	低温保护	7.3.7	1个	
7	过流保护	7.3.8	1个	
8	外部短路保护	7.3.9	1个	
9	过充电保护	7.3.10	1个	
10	过放电保护	7.3.11	1个	
11	绝缘电阻	7.3.12	1个	
12	绝缘耐压性能	7.3.13	1个	

8.2 型式试验

对有代表性的样品所进行的试验，其目的是确定其设计和制造是否能符合本标准的要求。

8.2.1 有下列情况之一应进行型式试验

- a) 新产品投产和老产品转产；
- b) 转厂；
- c) 停产超过一年后复产；

- d) 结构、工艺或材料有重大改变；
- e) 合同规定。

8.2.2 判定规则：

在型式试验中，若有一项不合格时，应判定为不合格。

9 安全信息

单体电池制造商应提供电池的电压、电流及温度的工作限定范围，电池系统制造商应明确告知电池工作的限制要求，以防止危害的发生。如果电池系统被安装在电气设备中，电气设备制造商也应明确告知使用带有电池设备的潜在危险。

10 标贴与标识

按照IEC 62620第5.1条要求。

附 录 A

(规范性附录)

热失控扩展试验

A.1 测试对象

测试对象为完整的电池系统，制造商如果选择电池系统子系统作为测试对象，则需证明子系统的试验结果能够合理地反映完整电池系统在同等条件下的安全性能。如果电池系统的电子管理单元(BMS或其它装置)没有集成在封装蓄电池的外壳内，则必须保证电子管理单元能够正常运行并发送报警信号。

A.2 试验条件

试验应在以下条件进行：

- a) 本试验应在温度为 15~30℃，相对湿度为 15%~90%，大气压力为 86~106kPa 的环境中进行。
- d) 试验开始前，测试对象的 SOC 应调至大于制造商规定的正常 SOC 工作范围的[90%或者 95%]。
- e) 试验开始前，所有的试验装置应都必须正常运行。
- f) 试验应尽可能少地对测试样品进行改动，制造商需提交所做改动的清单。
- g) 试验应在室内环境或者风力不超过 3 级的环境下进行。

A.3 试验方法

A.3.1 考虑到试验的可行性和可重复性，以下三种不同的方法可作为可充电储能系统热失控扩展试验的候选方法，厂商可从中选择一种方法或复合方案进行触发。加热是其中一种触发方法，另外两个可选方法分别是针刺和过充，两者均只须对蓄电池系统做很小的改动。针刺触发要求提前在蓄电池系统的外壳上钻孔，过充触发要求在触发对象上连接额外的导线以实现过充。

A.3.2 热失控触发对象：选择可通过 A.3.1 实现热失控触发的单体蓄电池作为热失控触发对象，热失控触发对象热失控产生的热量应非常容易传递至相邻单体蓄电池。例如，选择蓄电池包内最靠近中心位置的单体蓄电池，或者被其它单体蓄电池包围且很难产生热辐射的单体蓄电池。

A.3.3 针刺触发热失控：试验应在如下条件下开展：刺针材料：钢；刺针直径：3mm 及 8mm；针尖形状：圆锥形，角度为 20°~60°；针刺速度：10~100mm/s；针刺位置及方向：选择可能触发单体蓄电池发生热失控的位置和方向(例如，垂直于极片的方向)。如果能够发生热失控，也可以直接从蓄电池的防爆阀刺入，被针刺穿孔的单体蓄电池称为触发对象。如果未发生热失控，观察 1h 后参照 7.3.5 作判断。

A.3.4 过充触发热失控：以最小 1/3C、最大不超过制造商规定正常工作范围的最大电流对触发对象进行恒流充电，直至其发生热失控或者触发对象达到 200%SOC，蓄电池系统中的其它单体蓄电池不能被过充。如果未发生热失控，观察 1h 后则参照 7.3.5 作判断。

A.3.5 加热触发热失控：使用平面状或者棒状加热装置，并且其表面应覆盖陶瓷，金属或绝缘层。对于尺寸与单体蓄电池相同的块状加热装置，可用该加热装置代替其中一个单体蓄电池；对于尺寸比单体蓄电池小的块状加热装置，则可将其安装在模块中，并与触发对象的表面直接接触；对于薄膜加热装置，则应将其始终附着在触发对象的表面；在任何可能的情况下，加热装置的加热面积都不应大于单体蓄电

池的表面积；将加热装置的加热面与蓄电池表面直接接触，加热装置的位置应与 A. 3. 7 中规定的温度传感器的位置相对应；安装完成后，立即启动加热装置，以加热装置的最大功率对触发对象进行加热；加热装置的功率要求见表 A. 1，但不做强制性要求；当发生热失控或者 A. 3. 7 定义的监测点温度达到 300℃ 时，停止触发。如果未发生热失控，观察 1h 后参照 7. 3. 5 作判断。

表 A. 1 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)
$E < 100$	30~300
$100 \leq E < 400$	300~1000
$400 \leq E < 800$	300~2000
$E \geq 800$	>600

A. 3. 6 以下是判定是否发生热失控的条件：

- 测试对象产生电压降；
- 监测点温度达到制造商规定的最高工作温度；
- 监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1^\circ\text{C/s}$
- 当 a)&c)或者 b)&c)发生时，判定发生热失控。
- 如果测试已经停止，且过程中未发生热失控，测试中止，参照 7. 3. 5 作判断。

A. 3. 7 电压及温度的监测

监测触发对象的电压和温度以判定是否发生热失控，监测电压时，应不改动原始的电路。监测温度定义为温度A(测试过程中触发对象的最高表面温度)。温度数据的采样间隔应小于1s，准确度要求为 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，温度传感器尖端的直径应小于1mm。

针刺触发时，温度传感器的位置应尽可能接近短路点。

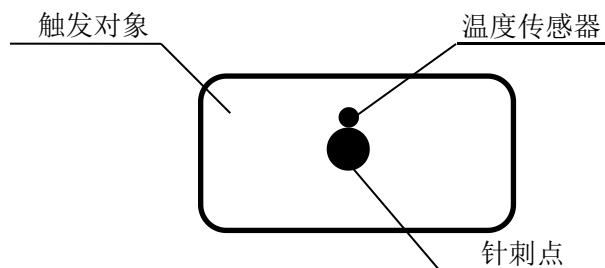
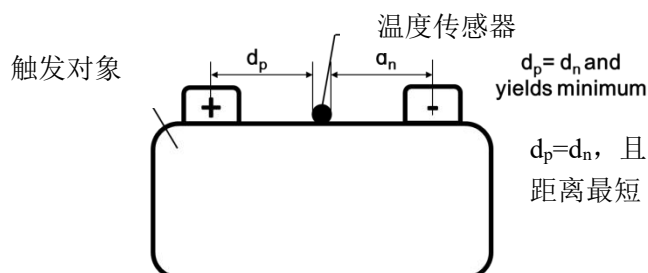


图 A. 1 针刺触发时温度传感器的布置位置示意图

过充触发时，温度传感器应布置在单体蓄电池表面与正负极柱等距且离正负极柱最近的位置。



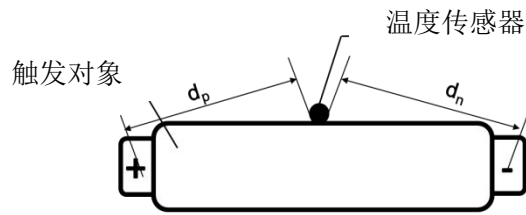


图 A.2 过充触发时温度传感器的布置位置示意图

加热触发时，温度传感器布置在远离热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧(如图A.3)。如果很难直接安装温度传感器，则将其布置在能够探测到触发对象连续温升的位置。

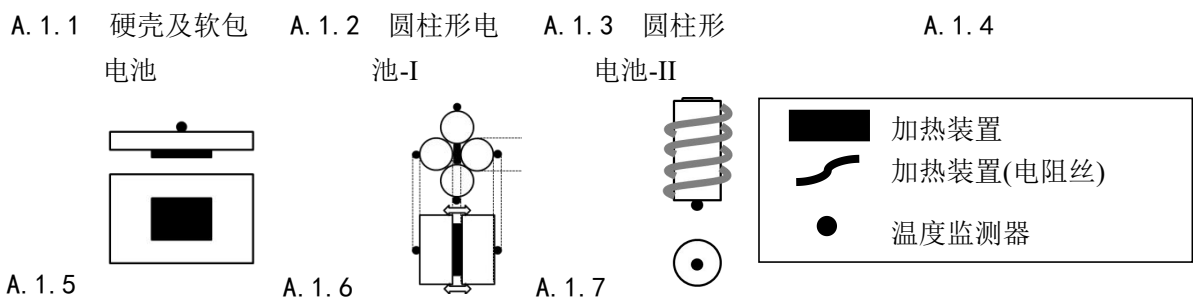


图 A.3 加热触发时温度传感器的布置位置示意图

全国团体标准信息平台