

# 团 体 标 准

T/DZJN/XXXX

## 户外移动式锂离子电池电源安全性能及试验方法

Safety performance and test methods of outdoor mobile lithium-ion  
battery power supply

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电子节能技术协会

发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 试验条件 .....	6
4.1 试验适用性 .....	6
4.2 环境条件 .....	6
4.3 参数测量公差 .....	7
4.4 温度测量方法 .....	7
4.5 测试用充放电程序 .....	7
4.6 型式试验 .....	7
5 一般安全要求 .....	9
5.1 外观要求 .....	9
5.2 一般安全性考虑 .....	10
5.3 安全工作参数 .....	10
5.4 标识和警示要求 .....	10
5.5 安全关键元器件 .....	11
6 电池电安全试验 .....	12
6.1 高温外部短路 .....	12
6.2 过充电 .....	12
6.3 强制放电 .....	12
7 电池环境安全试验 .....	13
7.1 低气压 .....	13
7.2 温度循环 .....	13
7.3 加速度冲击 .....	14
7.4 跌落 .....	14
7.5 挤压 .....	14
7.6 重物冲击 .....	15
7.7 热滥用 .....	16
7.8 燃烧喷射 .....	16
8 电源整机/电池组环境安全试验 .....	16

T/DZJN/XXXX

8.1 低气压 .....	16
8.2 湿热循环 .....	16
8.3 振动 .....	18
8.4 加速度冲击 .....	18
8.5 跌落 .....	19
8.6 高温使用 .....	22
8.7 反向连接保护 .....	22
8.8 过热控制 .....	22
8.9 过压充电保护 .....	22
8.10 过流充电保护 .....	23
8.11 欠压放电保护 .....	23
8.12 过流放电保护 .....	24
8.13 短路保护 .....	24
8.14 热扩散 .....	24
8.15 阻燃要求 .....	24
附录 A.....	25

## 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电子节能技术协会提出、归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 户外移动式锂离子电池电源安全性能及试验方法

## 1 范围

本文件规定了户外移动式锂离子电池电源安全性能的术语和定义、试验条件、一般安全要求、电池电安全试验、电池环境安全试验、电池整机/电池组环境安全试验。

本文件适用于供室内或户外使用的、可移动的各类锂离子电池电源。

## 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 2900.41-2008 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12h+ 12h 循环）

GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.43-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 振动、冲击和类似动力学试验样品的安装

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 30426-2013 含碱性或其它非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式锂蓄电池和蓄电池组

GB 31241-2022 便携式电子产品用锂离子电池和电池组安全技术规范

## 3 术语和定义

GB/T 2900.41-2008 界定的及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**锂离子蓄电池 secondary lithium cell**

利用锂离子在正和负极之间往复迁移实现化学能与电能互相转化的装置，能够反复充电。

### 3.2

**锂离子电池组系统 lithium battery system**

**电池组 battery**

由一个或多个锂离子蓄电池连接而成的供用户直接使用的组合体；包括外壳、电子控制装置、数据采集装置、电气组件、显示面板等。

[来源：GB/T 30426-2013，3.2，有改动]

### 3.3

**户外移动式锂离子电池电源 portable lithium battery power**

由锂离子电池系统或电池组作为核心组件，可用于室内或户外，能够为各类电器、设备供电的电源系统设备。

注：不包括高压设备，即直流电大于1000V、交流电大于1500V的用电环境。

## 3.4

**额定容量 rated capacity (C)**

制造商表明 的电池或电池组的容量，单位为安时 (Ah)。

## 3.5

**荷电状态 state of charge; SOC**

剩余可用电池容量占额定容量的百分比。

## 3.6

**参考试验电流 reference test current ( $I_t$ )**

数值与额定容量 (C) 相同的试验电流。

## 3.7

**推荐放电电流 recommendation discharging current ( $I_{dr}$ )**

制造商推荐的持续放电电流

## 3.8

**标称电压 nominal voltage**

用来表示锂离子蓄电池或电池组电压的一个适当的近似数值。

注：由n只锂离子蓄电池串联组成的电池组的标称电压等于n乘以单只锂离子蓄电池的标称电压。

## 3.9

**放电终止电压 end of discharge voltage ( $U_{de}$ )**

放电终止时锂离子蓄电池或电池组的闭合电路电压。

[来源：GB/T 30426-2013]

## 3.10

**放电截止电压 discharge cut-off voltage ( $U_{do}$ )**

制造商规定的锂离子蓄电池或电池组安全放电的最低待载电压。

[来源：GB 31241-2022, 3.16, 有改动]

## 3.11

**充电上限电压 upper limited charge voltage ( $U_{up}$ )**

锂离子蓄电池或电池组能承受的最高安全电压。

## 3.12

**充电限制电压 limited charge voltage ( $U_{cl}$ )**

锂离子蓄电池或电池组的额定最大充电电压。

## 3.13

**充电保护电压 over voltage for charge protection ( $U_{cp}$ )**

制造商规定的充电至电压过高时的保护电路动作电压。

## 3.14

**欠压放电保护电压 low voltage for discharge protection ( $U_{dp}$ )**

制造商规定的放电至电压过低时的保护电路工作电压。

## 3.15

**充电保护电流 over current for charge protection ( $I_{cp}$ )**

制造商规定的充电电流过大时的保护电路动作电流。

## 3.16

**最大充电电流 maximum charging current ( $I_{cm}$ )**

制造商规定的最大恒流充电电流。

3.17

**最大放电电流** maximum discharging current ( $I_{dm}$ )

制造商规定的最大持续放电电流。

3.18

**上限充电温度** upper limited charging temperature ( $T_{cm}$ )

制造商规定的电源充电时允许的最高温度。

3.19

**下限充电温度** lower limited charging temperature ( $T_{cl}$ )

制造商规定的电源充电时允许的最低温度。

3.20

**上限放电温度** upper limited discharging temperature ( $T_{dm}$ )

制造商规定的电源放电时允许的最高温度。

3.21

**下限放电温度** lower limited discharging temperature ( $T_{dl}$ )

制造商规定的电源放电时允许的最低温度。

3.22

**允许表面最高温度** acceptable maximum surface temperature ( $T_{max}$ )

制造商规定的正常工作时，整机表面允许的最高温度。

3.23

**破裂** reapture

由内部或外部因素引起的，电池、电池组或电源整机壳体的机械损伤，导致物质或组件暴露、溢出，但没有喷出。

3.24

**漏液** leakage

非设计的，可见的液体电解质漏出。

3.25

**爆炸** explosion

电池或电池组的外壳剧烈破裂且主要成分、固体组件抛射出来产生的失效现象。

3.26

**起火** fire

从电池或电池组发出的火焰，持续时间超过 1 s。

## 4 试验条件

### 4.1 试验适用性

只有涉及安全性时才进行本文件规定的试验。

在本文件内容约定某一类电池或电池组因为产品的设计、结构、功能上的制约而明确对该产品的试验不适用时，可不进行该试验。

如因受产品设计、构造或功能上的制约而无法对电源整机进行试验，在满足测试要求的前提下，允许使用装配有必要电源整机组件的电池组进行测试。

除非另有规定，测试完成后的样品不要求还能正常使用。

### 4.2 环境条件

除非另有规定，试验应在下列条件下进行：

- a) 温度：25 °C±5 °C；
- b) 相对湿度：不大于 75%；
- c) 气压：86 kPa~106 kPa。

#### 4.3 参数测量公差

相对于规定值或实际值，所有控制值或测量值的准确度应限定在以下公差范围内：

- a) 电压：±0.5%；
- b) 电流：±1%；
- c) 温度：±2 °C；
- d) 时间：±0.1%；
- e) 尺寸：±1%；
- f) 质量：±1%。

注：以上公差包含了所用测量仪器的准确度、所采用的测试方法以及测试过程中引入的所有其他误差。

#### 4.4 温度测量方法

采用热电偶法来测量样品的表面温度。温度测试点选取温度最不利点作为试验判定依据。

注：允许使用辅助方式寻找最不利点，如红外设备。

#### 4.5 测试用充放电程序

##### 4.5.1 测试用充电程序

4.5.1.1 电池或电池组可采用下列方法之一进行充电：

- a) 制造商规定的方法；
- b) 以  $0.2I_t$  充电，当电池或电池组端电压达到充电限制电压 ( $U_{cl}$ ) 时，改为恒压充电，直到充电电流小于或等于  $0.02I_t$ ，停止充电。

4.5.1.2 充电前电池或电池组应先按照 4.4.2 规定的方法进行放电，并静置 10min。

4.5.1.3 电源整机选择适配器充电模式，按照制造商提供的方法进行充电。

##### 4.5.2 测试用放电程序

测试放电程序应按照以下步骤进行：

- a) 电池或电池组以推荐放电电流 ( $I_{dr}$ ) 恒流放电至放电终止电压 ( $U_{de}$ )；
- b) 以  $0.2I_t$  进行恒流放电至放电终止电压 ( $U_{de}$ )。

#### 4.6 型式试验

##### 4.6.1 样品要求

4.6.1.1 除非另有规定，被测试样品应是客户将要接受的产品代表性样品，包括小批量试产样品或是准备向客户交货的产品，且生产后不超过 6 个月。

4.6.1.2 除非另有规定，若试验需要引入导线测试或连接时，引入导线测试或连接产生的总电阻应小于 20 mΩ。

##### 4.6.2 样品数量

除特殊说明外，每个试验项目的电池样品应为 3 个，电池组或电源整机样品应为 2 个。

### 4.6.3 容量测试

4.6.3.1 电池样品的实际容量应大于或等于其额定容量，且小于或等于额定容量的 105%，否则不能作为型式试验的典型样品。

4.6.3.2 电池应先按照 4.4.1 规定的充电程序充满电，静置 10 min，再按照 4.4.2 规定的放电程序放电，放电时所提供的容量即为电池的实际容量。

4.6.3.3 当对容量测试结果有异议时，依据 25 °C±2 °C 的环境温度作为仲裁条件重新测试。

### 4.6.4 样品预处理

在进行 4.5.5 规定的试验项目前，应对样品进行以下预处理：

a) 充放电循环

电池或电池组按照 4.5 规定的充放电程序进行三个充放电完整循环，充放电程序之间静置 10 min；

b) 静电放电

电池组在进行完 a) 充放电循环预处理后，按照 4.4.1 规定的充电程序充满电，还应按 GB/T 17626.2 的规定对电池组每个输出端子进行 4 kV 接触放电测试（±4 kV 各 10 次）和 8 kV 空气放电测试（±8 kV 各 10 次）。

注1：当在进行 a) 充放电循环预处理时同时进行容量测试，取三次充放电完整循环后符合容量测试的结果取平均值，作为样品容量。如放电容量不能满足容量测试要求时，允许重复容量测试步骤 4 次，至满足容量要求。

注2：跌落样品不做静电放电预处理。

注3：在预处理过程中如发生起火、爆炸、漏液等现象也认为是不符合本文件要求。

### 4.6.5 试验项目

4.6.5.1 电池的型式试验项目应符合表 1 的要求。

表 1 电池的型式试验

项目	章条号	试验内容	样品编号”
试验条件	4.6.3	电池容量测试	全部
	4.6.4	样品预处理	全部
一般安全要求	5.1	外观要求	全部
	5.3	安全工作参数	全部
	5.4.1	标识要求	全部
电安全试验	6.1	高温外部短路	1~3
	6.2	过充电	4~6
	6.3	强制放电	7~9
环境安全试验	7.1	低气压	1~3
	7.2	温度循环	1~3
	7.3	加速度冲击	1~3
	7.4	跌落	10~12
	7.5	挤压	13~15
	7.6	重物冲击	16~18
	7.7	热滥用	19~21
7.8	燃烧喷射	22~24	

4.6.5.2 电源整机/电池组的型式试验项目应符合表 2 的要求。

表 2 电源整机/电池组的型式试验

项目	章条号	试验内容	样品编号”
试验条件	4.6.4	样品预处理	全部
一般安全要求	5.3	安全工作参数	全部
	5.4.1	标识要求	全部
	5.4.2	警示说明	全部
	5.4.3	耐久性	全部
环境安全要求	8.1	低气压	1~2
	8.2	湿热循环	1~2
	8.3	振动	3~4
	8.4	加速度冲击	3~4
	8.5	跌落	5~6
系统安全要求	8.6	高温使用	7~8
	8.7	反向连接保护	9~10
	8.8	过热控制	11~12
	8.9	过压充电保护	11~12
	8.10	过流充电保护	11~12
	8.11	欠压放电保护	11~12
	8.12	过流放电保护	13~14
	8.13	短路保护	15~16
	8.14	热扩散	17~18
8.15	阻燃要求	——	

在满足测试要求的前提下，允许使用装配有必要电源整机组件的电池组进行测试

#### 4.6.6 试验顺序

电池、电池组和电源整机试验顺序按照附录 A 的规定。

#### 4.6.7 试验判据

某项试验的受试样品全部测试合格，判定该项试验合格。

### 5 一般安全要求

#### 5.1 外观要求

##### 5.1.1 锂离子蓄电池

5.1.1.1 电池尺寸应符合制造商提供的尺寸，且满足误差范围。

5.1.1.2 电池应包装完整、表面光洁，极耳或极柱无明显损伤或划痕。

5.1.1.3 电池无撞击、破损、漏液。

##### 5.1.2 户外移动式锂离子电池电源

- 5.1.2.1 电源整机应符合制造商提供的尺寸，且满足误差范围。
- 5.1.2.2 电源整机应表面清洁，无明显凹痕、变形。
- 5.1.2.3 电源整机无破损、漏液。

## 5.2 一般安全性考虑

电池和电池组的安全性从以下两种条件加以考虑：

- a) 正常条件；
- b) 可合理预见的误使用、滥用及故障条件。

## 5.3 安全工作参数

为确保电池和电池组在不同条件下的使用安全，应规定其安全工作条件，包括温度范围、电压范围和电流范围等参数。由于电池材料体系和结构的差异，其安全工作参数值可能不同。

制造商应在相应规格书中表明的信息应符合表3的要求。

表3 规格书中至少标明的信息

安全工作参数	符号
充电上限电压	$U_{up}$
充电限制电压	$U_{c1}$
放电终止电压	$U_{de}$
放电截止电压	$U_{do}$
最大充电电流	$I_{cm}$
最大放电电流	$I_{dm}$
充电温度上限	$T_{cm}$
充电温度下限	$T_{c1}$
放电温度上限	$T_{dm}$
放电温度下限	$T_{d1}$

## 5.4 标识和警示要求

### 5.4.1 标识要求

- 5.4.1.1 电池、电池组和电源整机的标识应清晰可辨，且不应出现混淆。
- 5.4.1.2 使用中文标明以下标识：
- a) 产品名称、型号；
  - b) 额定容量、额定能量、标称电压、充电限制电压、放电终止电压；
  - c) 正负极性，如使用“正、负”字样、“+、-”符号或不同颜色（例如红色和黑色）表示；
  - d) 生产厂；
  - e) 生产日期或批号。
- 5.4.1.3 额定能量的标识值应满足额定能量的定义。
- 5.4.1.4 电池组标识均应在电池组本体上标明，应标出“型号、额定容量、额定能量、标称电压、充电限制电压、生产厂”等中文引导词并与具体内容对应。生产日期或批号准许不使用引导词。
- 5.4.1.5 电池额定容量、生产厂（或生产厂代码）、生产日期或批号、型号和正负极性应在电池本体上标明，其余标识允许在包装或规格书上标明。

5.4.1.6 电源整机标识应在整机本体上表明，应标出：“型号、额定容量、额定能量、输出电压、输出电流、输入电压、输入电流、生产厂”等中文引导词并与具体内容对应，其余标识允许在包装或规格书上标明。

5.4.1.7 对于标识编码的锂离子电池和电池组，编码规则应符合相关国家或行业标准要求。

注1：生产厂代码含义要在最小包装或规格书进行说明。

注2：批号的含义要在最小包装或规格书进行说明，且含有生产日期信息

#### 5.4.2 警示说明

电池组和电源整机本体上应有中文警示说明。

示例 1：禁止拆解、撞击、挤压或投入火中。

示例 2：若出现严重鼓胀，切勿继续使用。

示例 3：切勿置于高温环境中。

示例 4：浸水后禁止使用（非防水型产品）

#### 5.4.3 耐久性

5.4.3.1 电池组本体上的标识和警示说明应清晰可辨。

5.4.3.2 本文件所要求的任何标识和警示说明应是耐久的和醒目的。在确定其耐久性时，应包括正常使用时对耐久性的影响因素。

5.4.3.3 通过检查、擦拭标识和警示说明来检验其是否合格。

5.4.3.4 擦拭标识和警示说明时，应使用一块蘸有水的棉布擦拭 15 s，然后再用一块蘸有 75%（体积比）的医用酒精的棉布擦拭 15 s。试验后，标识和警示说明仍应清晰，铭牌不应轻易被揭掉，而且不应出现卷边。

### 5.5 安全关键元器件

#### 5.5.1 基本要求

在涉及安全的情况下，电池、电池组及电源整机中的元器件，如正温度系数热敏电阻器（PTC）、热熔断体等，应符合本文件的要求，或者符合有关元器件的国家标准、行业标准或其他规范中与安全有关的要求。

注：只有当某一元器件明确属于基于预定用途的某一元器件国家标准、行业标准或其他适用范围内时，才能认为该标准是有关的。

#### 5.5.2 元器件的评定和试验

元器件的评定和试验按以下规定进行：

- a) 当元器件已被证实符合与有关的元器件国家标准、行业标准或其他规范相协调的某一标准时，应检查该元器件是否按其额定值正确应用和使用。该元器件还应作为电池、电池组或管理系统的一个组成部分接受本文件规定的有关试验，但不接受有关的元器件国家标准、行业标准或其他规范中规定的那部分试验；
- b) 当元器件未如上所述证实其是否符合有关标准时，应检查该元器件是否按规定的额定值正确应用和使用。该元器件还应作为电池、电池组或管理系统的一个组成部分承受本文件规定的有关试验，而且还要按电池、电池组或管理系统中实际存在的条件，承受该元器件标准规定的有关试验；

注：为了检验元器件是否符合某个元器件的标准，通常单独对元器件进行有关试验。

- c) 如果某元器件没有对应的国家标准、行业标准或其他规范，或元器件在电路中不按它们规定的额定值使用，则该元器件应按电池、电池组或管理系统中实际存在的条件进行试验。试验所需要的样品数量通常与等效标准所要求的数量相同。

## 6 电池电安全试验

### 6.1 高温外部短路

6.1.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，放置在  $55\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的环境中，待电池达到  $55\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  后，放置 30 min。然后用导线连接电池正负极端，并确保全部外部电阻不高于  $10\text{ m}\Omega$ 。

试验过程中监测电池温度变化，当出现以下两种情形之一时，试验终止：

- a) 电池温度下降值达到峰值温升的 80%；
- b) 短接时间达到 12 h。

6.1.2 试验终止后观察 1 h。

6.1.3 电池应不起火、不爆炸。

6.1.4 当有争议时，a) 和 b) 选较严者。

6.1.5 由试验装置不合适导致的试验失败，应更换合适的试验装置后再进行本试验。

### 6.2 过充电

6.2.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，用制造商规定的最大充电电流充电。

6.2.2 试验过程中检测电池温度变化，当出现以下两种情形之一时，试验终止：

- a) 充电至 1.15 倍的充电限制电压后持续恒压充电，至总充电时间达到 10 h；
- b) 电池温度下降值达到温度最大值的 20%。

6.2.3 有争议时，a) 和 b) 选较严者。

6.2.4 电池应不起火、不爆炸。

注：当电池组使用先并后串设计时，应使用电池并联块（电池组内的电池最小监控单元）进行此试验，试验参数根据电池并联块关系加倍。

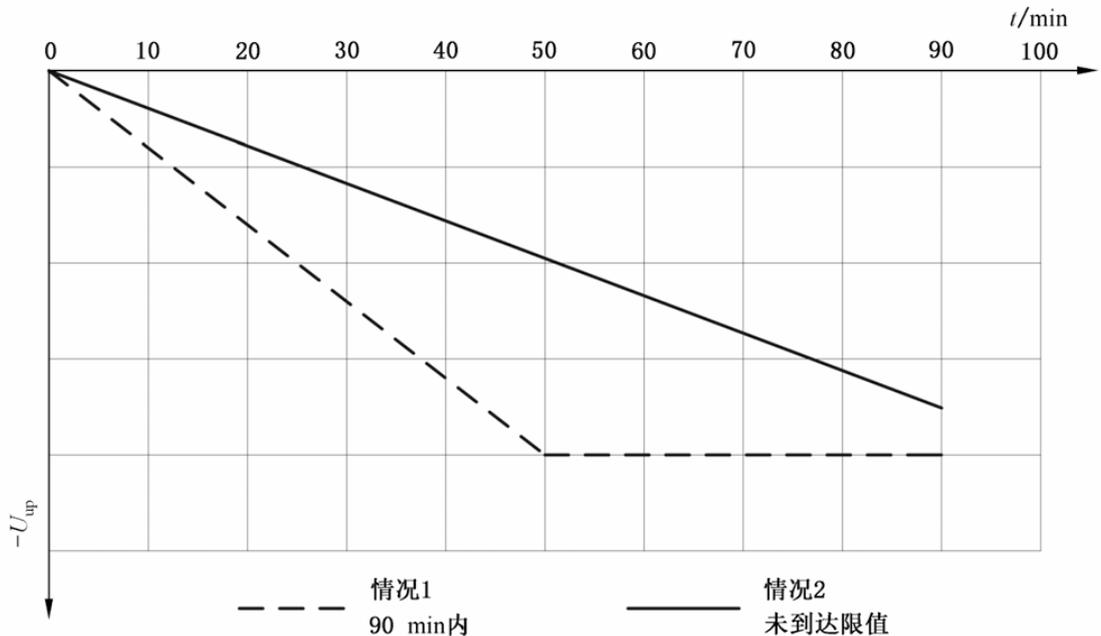
### 6.3 强制放电

6.3.1 将电池按照 4.5.2 规定的试验方法放完电后，以  $0.5I_t$  的电流进行反向充电至负的充电上限电压（ $-U_{up}$ ），反向充电时间共计 90 min。

6.3.2 如果在反向充电 90 min 内，电压达到负的充电上限电压（ $-U_{up}$ ），应通过减小电流保持该电压继续进行反向充电，反向充电共计 90 min 后终止试验，如图 1 情况 1 所示。

6.3.3 如果在反向充电 90 min 内，电压未达到负的充电上限电压（ $-U_{up}$ ），则反向充电共计 90 min 后终止试验，如图 1 情况 2 所示。

6.3.4 电池应不起火、不爆炸



注：图中仅作示例，实际测试不一定是线性或直的（水平线部分除外）

图 1 强制放电示意图

6.3.5 如果电池的最大放电电流小于  $1I_m$ ，则以最大放电电流反向充电，反向充电试验时间按如公式（1）计算。

$$t = \left(\frac{1I_t}{I_m}\right) \times 90 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

t —— 试验时间，单位为分（min）；

$I_m$  —— 电池最大放电电流，单位为安（A）。

## 7 电池环境安全试验

### 7.1 低气压

7.1.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，将电池放置于  $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$  的真空箱中，抽真空将箱内压强降低至 11.6 kPa，并保持 6 h。

7.1.2 具体试验方法按照 GB/T 2423.21 中的相关条款。

7.1.3 电池应不起火、不爆炸、不漏液

### 7.2 温度循环

7.2.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，将电池放置在温度为  $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$  的可控温的试验箱中进行如下步骤：

- a) 将试验箱温度升为  $72\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ，并保持 6h；
- b) 将试验箱温度降至  $-40\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ，并保持 6h；
- c) 重复步骤 a) ~ 步骤 b)，共循环 10 次。

7.2.2 试验过程中每两个温度之间的转换时间应不大于 30 min，步骤示意图见图 2。

7.2.3 对于重量大于 500 g 的电池，暴露于极端试验温度（ $72\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的时间至少应为 12 h。

7.2.4 具体试验方法按照 GB/T 2423.22 中的相关条款。

7.2.5 电池应不起火、不爆炸、不漏液。

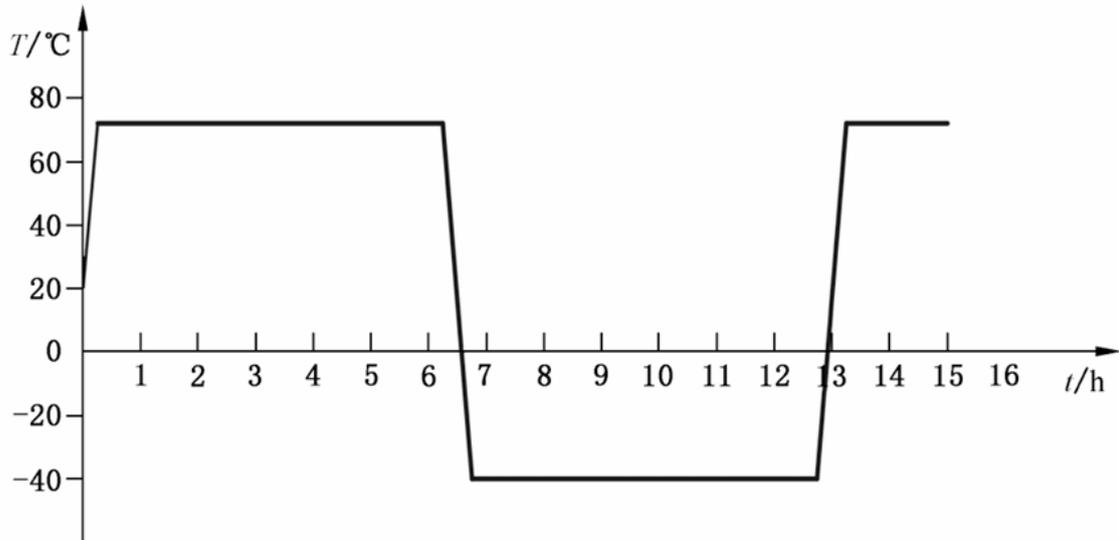


图 2 温度循环流程示意图

### 7.3 加速度冲击

7.3.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，固定在冲击台上，进行半正弦脉冲冲击试验，峰值加速度为  $150g_n\pm 25g_n$ ，脉冲持续时间为  $6\text{ ms}\pm 1\text{ ms}$ 。

7.3.2 重量大于 500 g 的电池应经受峰值加速度  $50g_n\pm 8g_n$ 、脉冲持续时间  $11\text{ ms}\pm 2\text{ ms}$  的半正弦波冲击。

7.3.3 电池每个方向进行三次加速度冲击试验，接着在反方向进行三次加速度冲击试验。

7.3.4 圆柱型电池按照其轴向和径向两个方向进行冲击试验；方型电池和软包装电池按照三个相互垂直的方向依次进行冲击试验。

7.3.5 具体试验方法按照 GB/T 2423.5 中的相关条款。

7.3.6 电池应不起火、不爆炸、不漏液

### 7.4 跌落

7.4.1.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电，静置 10 min，按 1 m 的跌落高度自由落地跌落于混凝土板上。

7.4.1.2 圆柱形电池两个端面各跌落一次，方形和软包电池每个面各跌落一次。

7.4.1.3 电池应不起火、不爆炸。

### 7.5 挤压

7.5.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电，静置 10 min。

7.5.2 将电池置于平面上，将半径 (R) 75 mm 的钢质半圆柱体置于 电池宽面上进行挤压，半圆柱体纵轴经过宽面几何中心且与电池极耳方向垂直，长度 (L) 应大于被挤压电池尺寸，施加  $35\text{ kN}\pm 1\text{ kN}$  的挤压力，挤压电池的速度为  $0.1\text{ mm/s}$ 。

7.5.3 一旦压力达到最大值或电池的电压下降三分之一时，停止挤压试验。

7.5.4 试验过程中电池应防止发生外部短路。试验后观察 1 h。

7.5.5 圆柱型电池挤压时使其纵轴向与平面平行，方型电池和软包装电池只对电池的宽面进行挤压试验。试验中半圆柱体参照图 3 所示。1 个样品只做一次挤压试验。挤压过程中，挤压达到截止条件和挤压装置停止的时间间隔应不大于 100 ms。

7.5.6 电池应不起火、不爆炸。

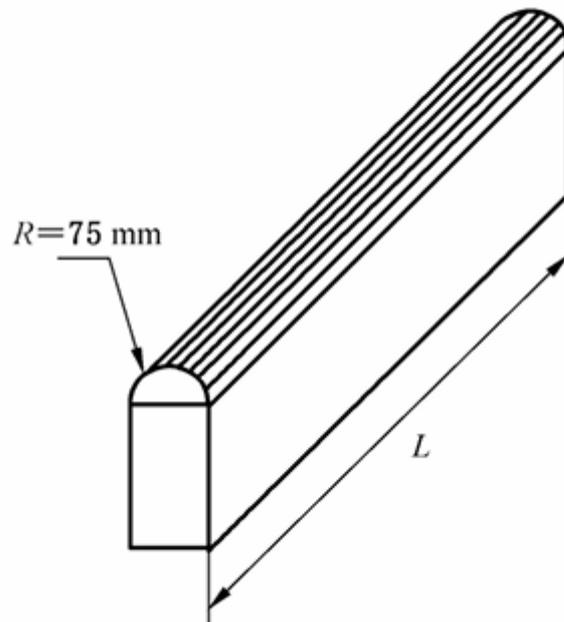


图 3 挤压试验中半圆柱体示意图

## 7.6 重物冲击

7.6.1 将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电，静置 10 min，以  $0.2I_t$  恒流放电 2.5 h 调整电池至 50%SOC。

7.6.2 将直径为  $15.8 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$  的金属棒横置在电池几何中心上表面，采用质量为  $9.1 \text{ kg} \pm 0.1 \text{ kg}$  的重物从  $610 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$  的高处自由落体状态撞击放有金属棒的样品表面，并观察 6 h。

7.6.3 高度  $610 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$  为从样品最高表面到重物底部平面的高度。

7.6.4 重物冲击试验中圆柱型电池和方型电池电池放置示意图如图 4 所示，软包装电池放置示意图参考方型电池。

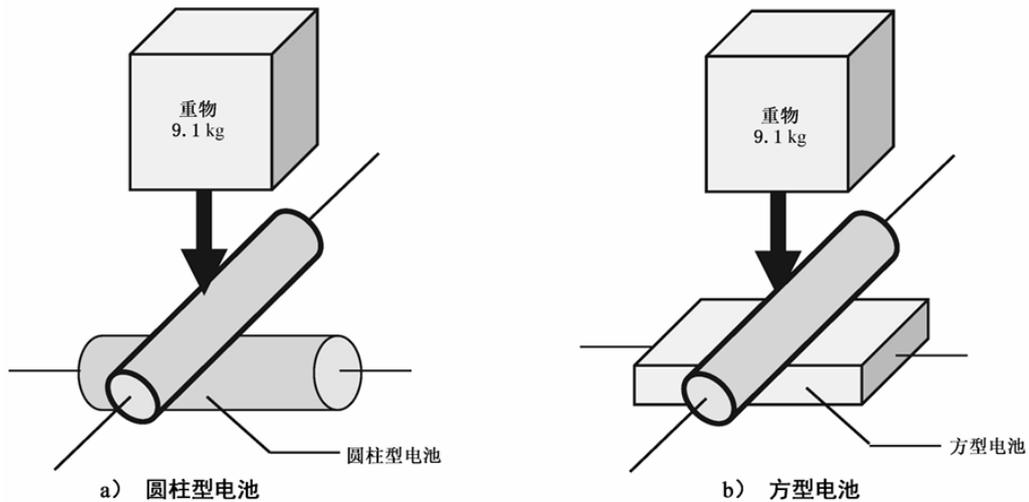


图4 重物冲击试验中电池放置示意图

7.6.5 要求圆柱型电池冲击试验时使其纵轴向与重物表面平行，金属棒与电池纵轴向垂直且尽量与冲击面平行，方型电池和软包装电池只对宽面进行冲击试验。1个样品只做一次冲击试验。

7.6.6 电池应不起火、不爆炸。

## 7.7 热滥用

7.7.1 将电池按照4.5.1规定的试验方法充满电后，12 h内将电池放入试验箱中。

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

7.7.3 电池应不起火、不爆炸。

## 7.8 燃烧喷射

7.8.1 电池按照GB31241-2022第7.9条款进行试验。

7.8.2 试验后，除粉尘产物外，电池部件或整体不应穿透铝网。

## 8 电源整机/电池组环境安全试验

### 8.1 低气压

8.1.1 电源整机按照4.5.1规定的方法充电，将电源整机放置于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的真空箱中，抽真空将箱内压强降低至11.6 kPa，并保持6 h。

8.1.2 具体试验方法按照GB/T 2423.21中的相关条款。

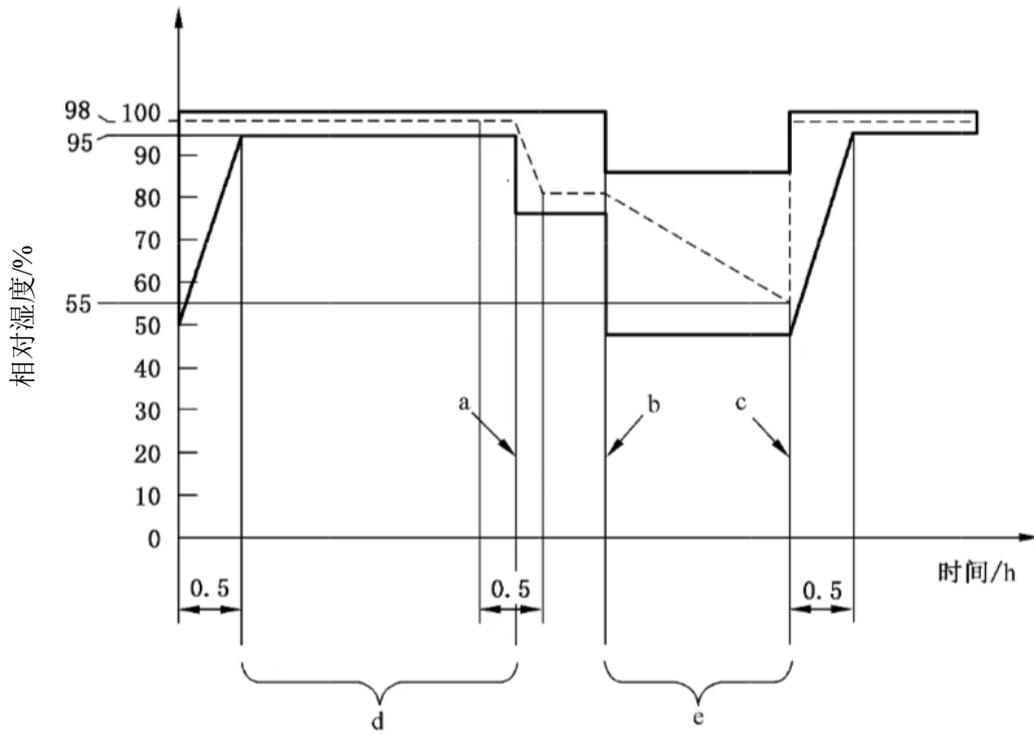
8.1.3 电源整机应无火花、不起火、不爆炸、不漏液。

### 8.2 湿热循环

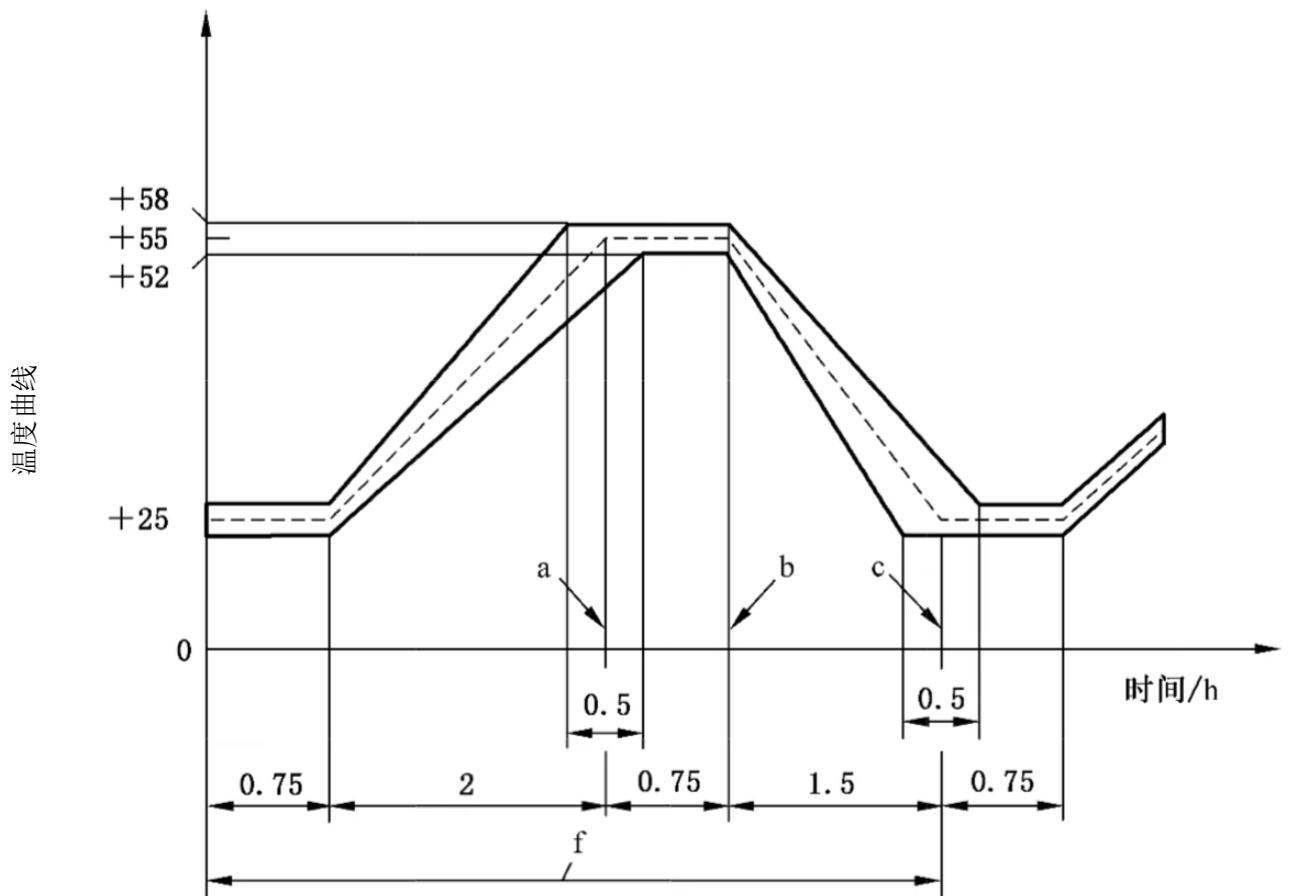
8.2.1 电源整机按照4.5.1规定的方法充电，按GB/T 2423.4进行试验Db，测试参数按图5设置。最高温度是 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或更高温度（若制造商要求），循环五次。

8.2.2 完成试验步骤后，在试验环境温度下观察2 h。

8.2.3 电源整机应无火花、无泄漏、无外壳破裂现象，且不起火、不爆炸。试验后，电源整机绝缘电阻应不小于 $100\text{ }\Omega/\text{V}$ ；若有交流输出功能，绝缘电阻应不小于 $500\text{ }\Omega/\text{V}$ 。



a) 相对湿度曲线



b) 温度曲线

- a——升温结束
- b——降温结束
- c——推荐湿度值
- d——冷凝
- e——干燥
- f——一个循环周期

图 5 是热循环试验示意图

### 8.3 振动

8.3.1 将电源整机按照 4.5.1 规范的方法充电，12 h 将电源整机按照 GB/T 2423.43 的要求，固定再振动台上。

8.3.2 按照表 4 中参数进行正弦振动测试。

表 4 振动波形（正弦曲线）

频率		振动参数 <sup>a</sup>	对数扫频循环时间 (7Hz~200Hz~7Hz)	轴向	振动周期数
起始	至				
$f_1=7\text{Hz}$	$f_2$	$a_1=1g_n^b$	15 min	X	12
$f_2$	$f_3$	$S=0.8\text{mm}$		Y	12
$f_3$	$f_4=200\text{Hz}$	$a_2=8g_n$		Z	12
返回至 $f_1=7\text{Hz}$				总计	36

$f_1$ 、 $f_4$  -- 下限、上限频率；  
 $f_2$ 、 $f_3$  -- 交越点频率 ( $f_2 \approx 17.62\text{Hz}$ 、 $f_3 \approx 49.84\text{Hz}$ ) ；  
 $a_1$ 、 $a_2$  -- 加速度幅值；  
 $S$  -- 位移幅值。

<sup>a</sup> 振动参数是指位移或加速度的最大绝对数值，例如位移幅值为 0.8mm 对应的峰值 -- 峰值的位移幅值为 1.6mm。  
 \*在本条和 8.4 加速度冲击中，重力加速度  $g_n$  值圆整为  $10\text{m/g}^2$ 。

8.3.3 每个方向进行 12 个循环，每个方向循环时间共计 3 h 的振动。

8.3.4 圆柱型电池按照其轴向和径向两个方向进行振动试验，方型电池和软包装电池按照三个相互垂直的方向进行振动试验。

8.3.5 具体试验方法按照 GB/T 2423.10 中的相关条款。

8.3.6 电源整机应无火花、无破损、无漏液，且不起火、不爆炸。试验后，电源整机绝缘电阻应不小于  $100\ \Omega/V$ ；若有交流输出功能，绝缘电阻应不小于  $500\ \Omega/V$ 。

### 8.4 加速度冲击

8.4.1 将电源整机按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，固定在冲击台上，进行半正弦脉冲冲击试验，峰值加速度为  $150g_n \pm 25g_n$ ，脉冲持续时间为  $6\ \text{ms} \pm 1\ \text{ms}$ 。使用重量大于 500 g 电池的产品，应经受峰值加速度  $50g_n \pm 8g_n$ 、脉冲持续时间  $11\ \text{ms} \pm 2\ \text{ms}$  的半正弦波冲击。

8.4.2 电池每个方向进行三次加速度冲击试验，接着在反方向进行三次加速度冲击试验。

8.4.3 圆柱型电池按照其轴向和径向两个方向进行冲击试验；方型电池和软包装电池按照三个相互垂直的方向依次进行冲击试验。

8.4.4 具体试验方法按照 GB/T 2423.5 中的相关条款。

8.4.5 将电源整机按照 4.5 规定的充放电方法进行一次放电充电循环。

8.4.6 电池应不起火、不爆炸、不漏液。

## 8.5 跌落

### 8.5.1 一般要求

8.5.1.1 将电源整机按照 4.5.1 的试验方法充满电后，按表 5 和图 6 的跌落高度及方式自由落体跌落于混凝土板或金属板上，如果是金属板，通过合适的措施避免样品外部短路。

8.5.1.2 试验后观察 1h，样品应无火花、无泄露，且不起火、不爆炸。

表 5 跌落测试方法和条件

样品质量 <sup>a</sup> m kg	测试方式	方向	跌落高度 <sup>b</sup> h cm
m<7	整体	自由	100
7≤m<20	整体	底面向下 <sup>c</sup>	100
20≤m<50	整体	底面向下	$100-5\times(m-20)/3$
50≤m<100	边和角	---	5
M≥100	边和角	---	2.5

<sup>a</sup> 质量为样品实测平均值。  
<sup>b</sup> 试验的跌落高度以样品的实际质量，根据现行内插法计算得到，如图 6 所示。  
<sup>c</sup> 样品的底面由制造商规定。

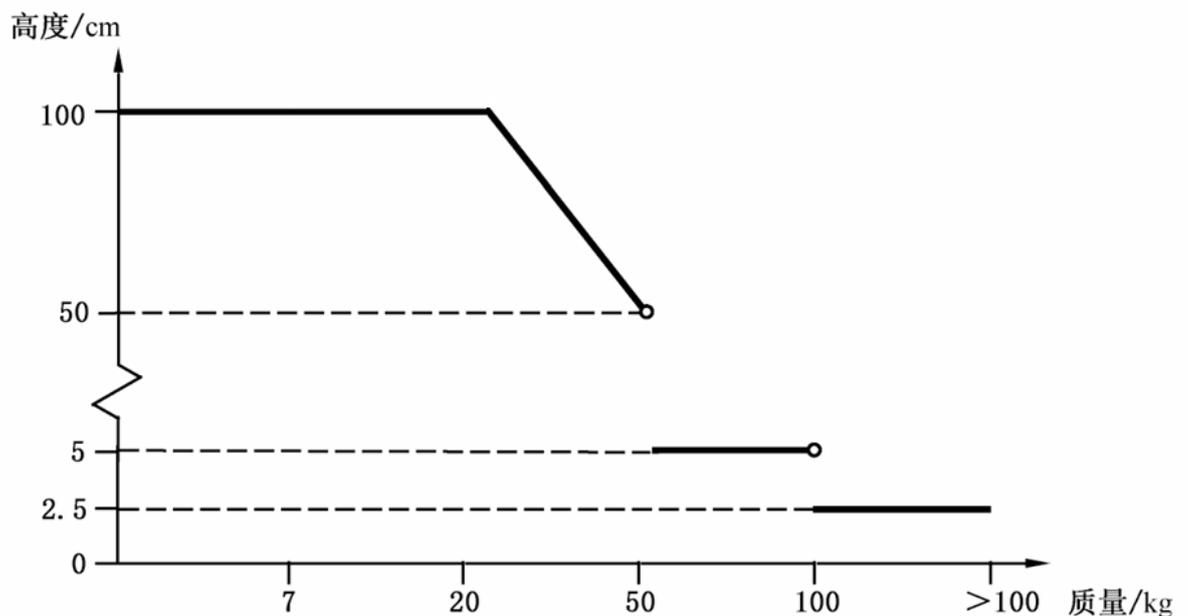


图 6 跌落高度与样品质量关系图

### 8.5.2 整体跌落试验

8.5.2.1 质量小于 50 kg 的样品，采用整体跌落试验。

8.5.2.2 将电源整机按 4.5.2 规定的放电电流，放电至制造商规定的转运或维护的荷电状态。若制造商未规定，充电后样品不进行放电。

8.5.2.3 样品按照表 5 中规定的高度 1 次跌落在混凝土板或金属地板上，如果是金属板，通过合适的措施避免样品外部短路。

8.5.2.4 质量小于 7 kg 的样品进行自由跌落，7 kg 及以上，50 kg 以下的样品进行底面向下方跌落。

8.5.2.5 测试完成后样品至少静置 1 h 并目测检查。

### 8.5.3 边和角跌落试验

8.5.3.1 质量在 50kg 及以上的样品，采用边和角跌落试验。

8.5.3.2 充满电的样品，按照表 5 中规定的高度 2 次跌落在混凝土板上。跌落测试条件如图 7、图 8 和图 9 所示，选择短边以及对应的角为跌落点。

8.5.3.3 将电源整机按 4.5.2 规定的放电电流，放电至制造商规定的转运或维护的荷电状态。若制造商未规定，充满电后样品不进行放电。

8.5.3.4 样品按照表 5 中规定的高度 2 次跌落在混凝土板或金属地板上，跌落测试应保证如图 7、图 8 和图 9 所示的最短边跌落和角跌落能够重复的撞击点。每种撞击类型的两次撞击应位于同一角落和同一最短边。对于角和边跌落，样品的放置方向应确保穿过待撞击角/边的直线，且试验装置几何中心大致垂直于撞击表面。

8.5.3.5 测试完成后样品静置至少 1 h，确认无火花、无破损、无泄露，按照 4.5 中规定的充放电方法，进行一次放电充电循环。

8.5.3.6 当使用起重释放装置，则释放时，不应向装置施加旋转或侧向力。

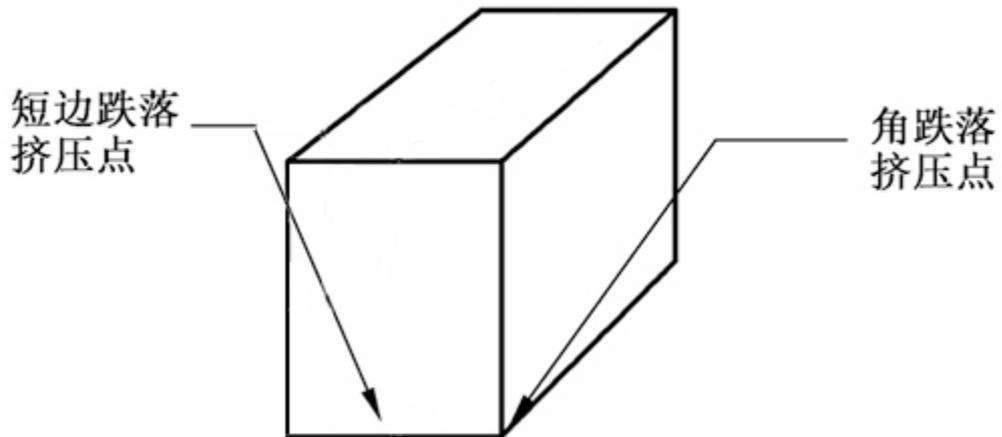


图 7 跌落位置

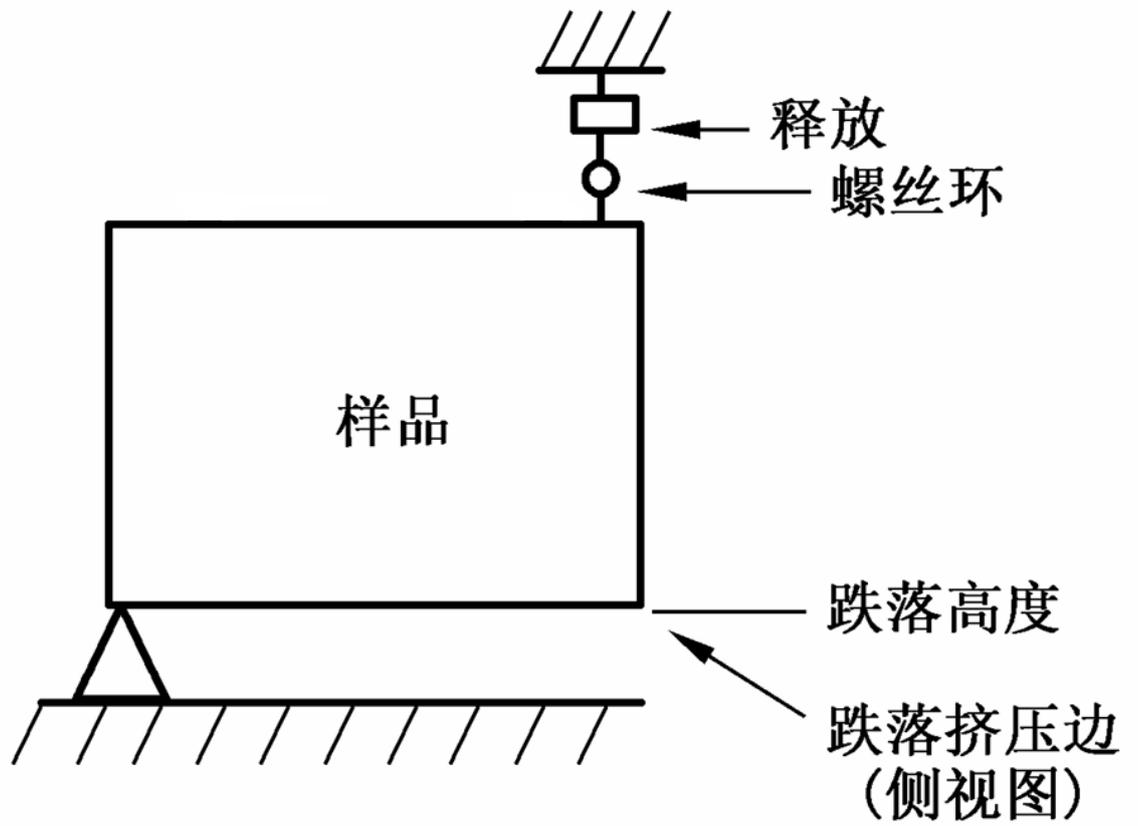
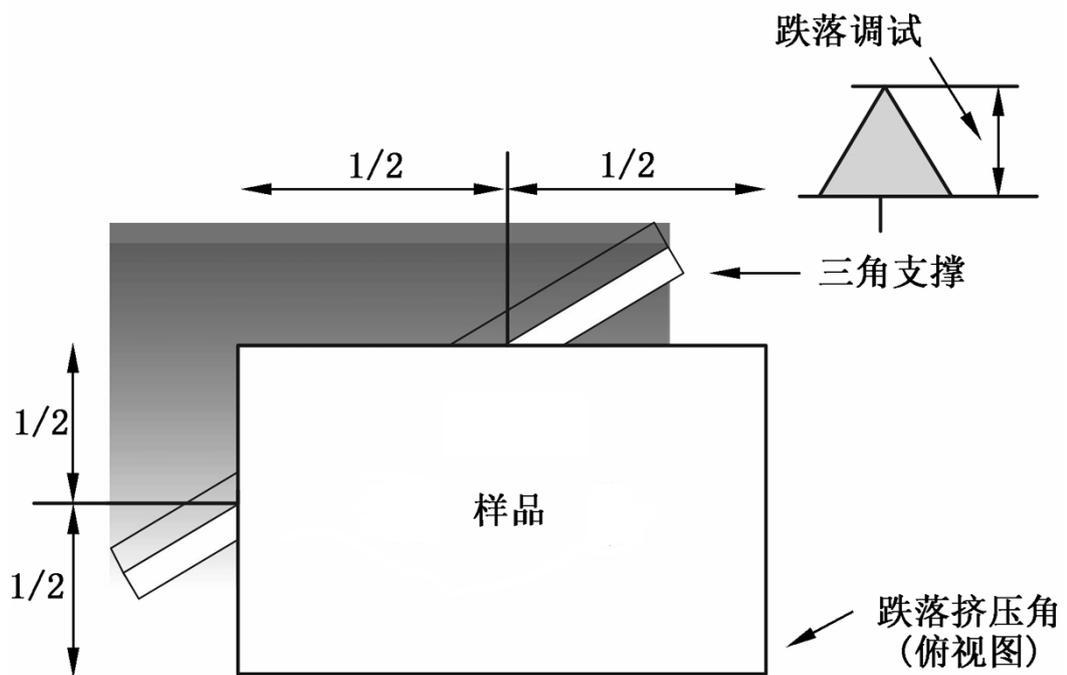


图 8 短边跌落试验



## 图 9 角跌落试验

## 8.6 高温使用

8.6.1 将电源整机按照 4.5.1 规定的方法充电，12 h 内置于高温箱内，取制造商规定的电池组或整机的充电上限温度和放电上限温度、电池充电上限温度和放电上限温度和 65 °C 中的最大值，为试验温度。

8.6.2 样品表面温度稳定后，保持 8 h。

8.6.3 若一次充放电循环的时间大于 8h，可将试验时间延长至充放电循环结束。

8.6.4 样品应满足以下要求之一：

- a) 切断电路，无火花、无破损、无泄露，且不起火、不爆炸；
- b) 未切断电路，在高温实验过程中按照 4.5 规定的充放电方法进行一次放电充电循环，应无火花、无破损、无泄露，且不起火、不爆炸。

## 8.7 反向连接保护

将电源整机按照 4.5.1 规定的方法充电，以  $0.2I_c$  放电至由电池组系统制造商规定的运输或维护的荷电状态。制造商可选取如下一种方法进行试验：

a) 方法一：

- 1) 切断 BMS 和主电源；反接电源整机中的一个电池，其他电池保持正确的极性；
- 2) 打开 BMS 和主电源，以 4.5.1 规定的方法或制造商规定的条件对电源整机进行充电，直至充满或保护功能停止充电。电池组系统应放置 1h；
- 3) 如果电源整机能进行放电，以制造商规定的最大放电电流进行放电，直至系统终止放电，放置 1 h；
- 4) 如果电源整机无法进行放电，则不进行放电，放置 1 h；
- 5) 试验后样品无火花、无泄露，且不破裂、不起火、不爆炸；

b) 方法二：

- 1) 如果样品具备反向连接保护或防止反向连接的功能，将充电线与电源整机的正负极反接；
- 2) 按照 4.5.1 规定的方法充电；
- 3) 电源整机的保护功能激活，直接终止充电，观察 1 h；样品无火花、无泄露，且不破裂、不起火、不爆炸；
- 4) 若电源整机的保护功能未激活，则试验不合格。

## 8.8 过热控制

8.8.1 电源整机按照 4.5.2 规定的试验方法放完电后，按照推荐的电流充电至 50%SOC。

8.8.2 使样品的温度上升至比最高工作温度高 5 °C，在该温度下继续充电至系统终止充电。

8.8.3 数据采集/监视设备应在试验结束后保持 1 h（如 BMS 终止充电）。

8.8.4 BMU/BMS 应能发现过高温度并终止充电。

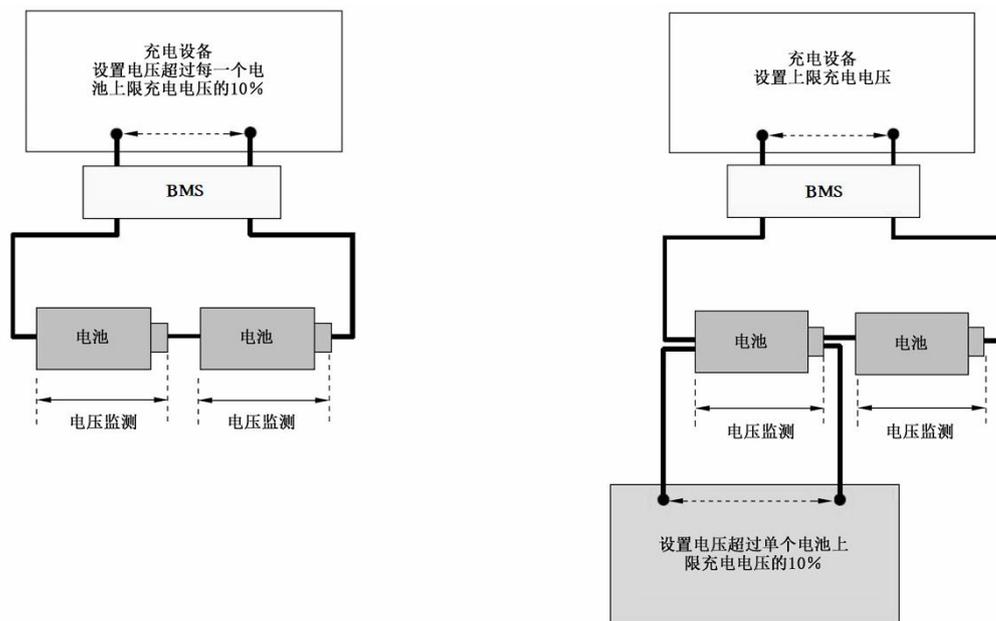
8.8.5 试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。

8.8.6 试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也准许判定为合格，但发生不可恢复的短路不应判定为合格。

## 8.9 过压充电保护

8.9.1 将电源整机按照 4.5.2 规定的试验方法放电完毕，用推荐最大充电电流充电，充电电压设置为充电上限电压的 1.1 倍以上。

- 8.9.2 充电至 BMU/BMS 终止充电。
- 8.9.3 将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在充电结束后保持 1 h。
- 8.9.4 试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。充电示例见图 10。
- 8.9.5 如果难以使用整机样品进行试验，准许使用电池组接必要的组件进行试验。
- 8.9.6 如果 BMU/BMS 没有终止充电，试验应在出于安全考虑的合适时机停止，比如，当电池电压超过 103% 的电池充电上限电压时，或者超过电池充电上限电压的时间达到 1 min 时。



a) 超出电压施加在整个系统

b) 超出电压施加在样品的部分电池上

图 10 过压充电电路结构示例

- 8.9.7 BMU/BMS 在电池超过充电上限电压前终止充电，应不起火、不爆炸。
- 8.9.8 试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也准许判定为合格，但发生不可恢复的短路不应判定为合格。

## 8.10 过流充电保护

- 8.10.1 将电源整机按照 4.5.2 规定的试验方法放电完毕，用超过最大充电电流 20% 的电流进行充电。
- 8.10.2 将样品进行 3 次测试，数据采集/监视设备应在充电结束后保持 1 h。
- 8.10.3 试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。
- 8.10.4 BMU/BMS 应发现过流充电并将充电电流控制在最大充电电流以下（包括切断充放电回路）。
- 8.10.5 样品不起火，不爆炸。
- 8.10.6 试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路，准许判定为合格；但发生不可恢复的短路不应判定为合格。

## 8.11 欠压放电保护

- 8.11.1 将电源整机按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，以  $0.2I_t$  放电至 30%SOC。
- 8.11.2 以规定的最大放电电流进行放电。
- 8.11.3 BMU/BMS 在电池放电至放电截止电压前终止放电。

- 8.11.4 如果难以使用整机进行欠压放电，准许使用电池组接必要的组件进行试验。
- 8.11.5 将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在放电结束后保持 1 h。
- 8.11.6 试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。
- 8.11.7 BMU/BMS 应采取动作切断放电电流。不起火，不爆炸。
- 8.11.8 试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也准许判定为合格，但发生不可恢复的短路不应判定为合格。

#### 8.12 过流放电保护

- 8.12.1 将电源整机按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，以  $1.5I_{dn}$  或制造商规定的不小于  $1.1I_{dn}$  的电流放电。
- 8.12.2 如果电源整机未设置保护装置，允许使用电池组连接必要的组件进行测试。样品放电至放电终止电压，观察 1 h。
- 8.12.3 如果电源整机装有保护装置，放电至保护装置激活，终止放电，观察 1 h。
- 8.12.4 样品应不起火、不爆炸、不漏液。

#### 8.13 短路保护

- 8.13.1 将电源整机按照 4.5.1 规定的试验方法充满电，放置在室温环境中，12 h 内进行测试。
- 8.13.2 将电源整机的总正、总负短接，外部短路电阻不应大于  $10\text{ m}\Omega$ ，全部外部电阻不高于  $100\text{ m}\Omega$ 。
- 8.13.3 试验过程中监测电池温度变化，当出现以下两种情形之一时，试验终止：
  - a) 未设置保护装置，外壳温度下降值达到峰值温升的 80%；
  - b) 未设置保护装置，短接时间达到 6 h；
  - c) 有保护装置，短路保护装置激活，外壳温度不再上升后，观察 1h。
- 8.13.4 试验后样品应不破裂、不起火、不爆炸。
- 8.13.5 未设置保护装置的产品，当有争议时，a) 和 b) 选较严者。

#### 8.14 热扩散

按照 GB44240-2024 中，9.7.2 规定试验。

#### 8.15 阻燃要求

按照 GB 31241-2022 中，8.9 规定试验。

附 录 A  
(规范性)  
电池、电池组和电源整机试验顺序

A.1 电池安全型式试验顺序

对电池进行的第六章、第七章的型式试验按图 B.1 所示顺序进行。

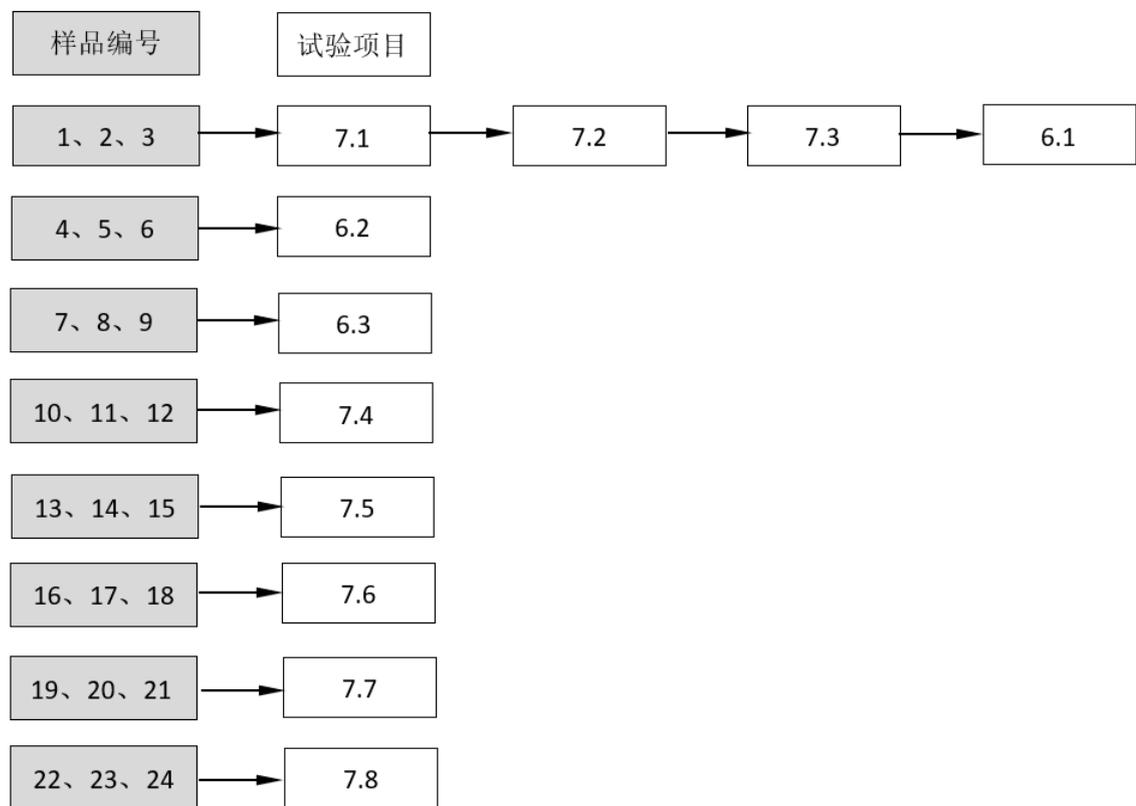


图 A.1 电池安全型式试验顺序

A.2 电源整机/电池组安全型式试验顺序

对电源整机/电池组进行第八章型式试验按照图 A.2 的试验顺序进行。

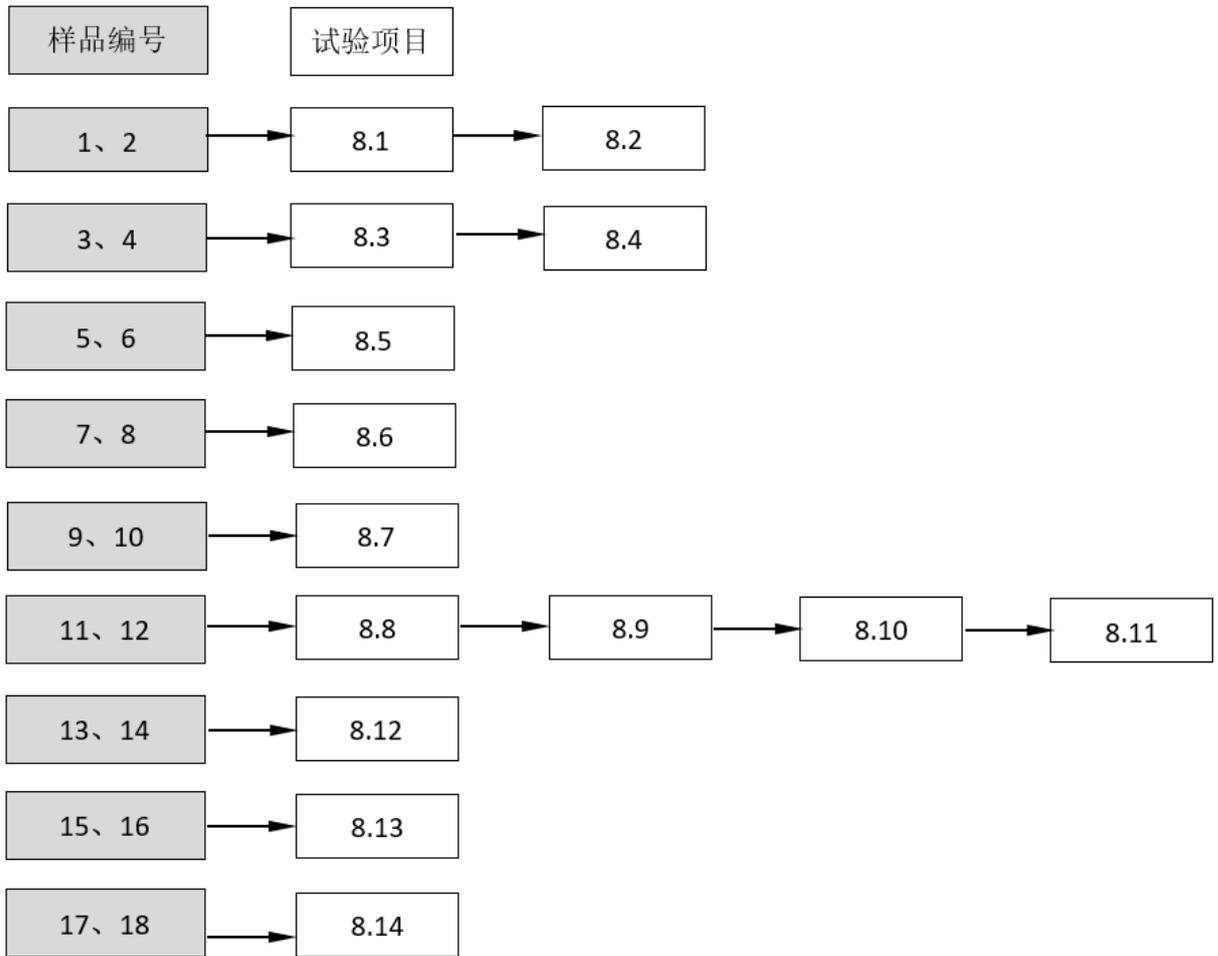


图 A. 2 电源整机/电池组安全型式试验顺序

当样品具备保护功能时，在样品未损坏且功能正常的条件下，8.7~8.13 的试验项目可不更换新样品试验，且顺序可不作规定。