

中华人民共和国国家标准

GB/T 44257.1—2024

电动土方机械用动力电池 第 1 部分：安全要求

Traction battery of electric earth-moving machinery—
Part 1: Safety requirements

2024-07-24 发布

2024-07-24 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.....Ⅲ

引言.....Ⅳ

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 符号和缩略语.....2

5 安全要求.....2

6 试验条件.....3

7 试验准备.....4

8 试验方法.....5

附录 A(规范性) 热扩散试验.....18

附录 B(资料性) 电池包或电池系统的典型结构.....23

附录 C(规范性) 电池包或电池系统绝缘电阻测试方法.....25

参考文献.....27

图 1 一个温度循环试验示意图.....7

图 2 设备电池包或电池系统随机振动测试曲线.....8

图 3 机械冲击脉冲容差范围示意图.....9

图 4 模拟碰撞脉冲容差范围示意图.....10

图 5 挤压板形式一示意图.....11

图 6 挤压板形式二示意图.....11

图 7 温湿度循环.....12

图 8 外部火烧示意图.....13

图 9 耐火隔板的尺寸和技术数据.....14

图 10 温度冲击试验示意图.....14

图 11 盐雾试验循环.....15

图 A.1 内部加热触发电池单体顶盖的出线孔位置示意图.....20

图 A.2 加热装置布置及其连接导线引出示意图.....21

图 A.3 针刺触发时温度传感器的布置位置示意图.....21

图 A.4 外部加热触发时温度传感器的布置位置示意图.....21

图 A.5 内部加热触发时温度传感器的布置位置示意图.....21

图 B.1 电池包典型结构.....23

图 B.2 含集成电池控制单元的电池系统典型结构.....24

图 B.3 外置集成电池控制单元的电池系统典型结构.....24

图 C.1 绝缘电阻测量步骤 1.....25

图 C.2 绝缘电阻测量步骤 2.....26

表 1 温度循环试验的一个循环温度和时间.....6

表 2 电池包或电池系统的振动测试条件.....7

表 3 机械冲击测试参数.....8

表 4 机械冲击脉冲容差范围.....9

表 5 模拟碰撞脉冲容差范围.....10

表 A.1 热扩散分析与验证报告详细内容.....18

表 A.2 加热装置功率选择.....19

表 A.3 加热片规格说明及使用指南.....20

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。

本文件是 GB/T 44257《电动土方机械用动力电池》的第 1 部分。GB/T 44257 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：安全要求；
- 第 2 部分：电性能要求。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国土方机械标准化技术委员会(SAC/TC 334)归口。

本文件起草单位：宁德时代新能源科技股份有限公司、江苏徐工工程机械研究院有限公司、广西柳工机械股份有限公司、陕西同力重工新能源智能科技有限公司、博雷顿科技股份有限公司、亿恩新动力科技(山东)有限公司、天津工程机械研究院有限公司、厦门厦工机械股份有限公司、上海启源芯动力科技有限公司、江苏远航锦锂新能源科技有限公司、内蒙古北方重型汽车股份有限公司、临沂临工新能源科技有限公司、惠州亿纬锂能股份有限公司、中铁十四局集团装备有限公司、湖南湘电绿能智控有限公司、微宏动力系统(湖州)有限公司、海斯特美科斯叉车(浙江)有限公司。

本文件主要起草人：吴凯、肖鹏辉、赵明、黄向荣、张悦、刘延刚、陈宝庆、王俊燕、罗浩亮、黄昆杰、李来平、薛伟、徐宇虹、李东升、孙卫阳、肖宁强、周德峰、蒋于伟、陈世龙、王金路。

引 言

GB/T 44257《电动土方机械用动力电池》是指导我国电动土方机械用动力电池安全可靠性的基础性和通用性标准。GB/T 44257 旨在确立适用于土方机械用动力电池产品相关的通用性安全要求以及电性能要求,拟由两个部分构成。

——第 1 部分:安全要求。目的在于确立适用于电动土方机械行业用动力锂离子电池的安全要求。

——第 2 部分:电性能要求。目的在于确立适用于电动土方机械用动力锂离子电池的电性能要求。

第 1 部分和第 2 部分配合使用,以便更好地满足电动土方机械行业使用要求。

电动土方机械用动力电池

第1部分：安全要求

1 范围

本文件规定了电动土方机械用动力电池单体、电池包或电池系统的安全要求，描述了相关试验方法。

本文件适用于电动土方机械用动力锂离子电池的制造，其他类型动力电池的制造参照执行。

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 2423.4 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（12 h+12 h 循环）
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾
- GB/T 2423.43 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 2423.56 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fh：宽带随机振动和导则
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 28046.4—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷
- GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 44254 电动土方机械 术语

3 术语和定义

GB 38031、GB/T 44254 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动土方机械 electric earth-moving machinery; EEMM

运行能量全部或部分由电能提供的土方机械。

注1：运行能量指土方机械作业所需要的能量，包括能量输入、能量输出以及中间的能量转换过程。

注2：电能来源于机载可充电储能系统、燃料电池、发电机装置、外接线网或其他外部储能装置等。

[来源：GB/T 44254—2024, 3.1.1]

3.2

电池单体 battery cell

将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置。

注：通常包括电极、隔膜、电解液、外壳和端子，并被设计成可充电。也称作电芯。

[来源：GB/T 44254—2024, 3.2.1.3.1]

3.3

电池包 battery pack

具有从外部获得电能并可对外输出电能的单元。

注：通常包括电池单体或电池模块、电池管理系统（不含BCU）、电池箱及相应附件（冷却部件、连接线缆等）。

[来源：GB/T 44254—2024, 3.2.1.3.6]

3.4

电池系统 battery system

由一个或一个以上电池包及相应附件（电池管理系统、高压电路、低压电路、热管理组件、机械装置等）构成的能量存储装置。

[来源：GB/T 44254—2024, 3.2.1.3.8]

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

I_1 : 1 h 率放电电流(A), 其数值等于额定容量值。

I_3 : 3 h 率放电电流(A), 其数值等于额定容量值的 1/3。

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BCU: 电池控制单元(battery control unit)

FS: 满量程(full scale)

PSD: 功率谱密度(power spectral density)

RMS: 均方根(root mean square)

SOC: 荷电状态(state-of-charge)

5 安全要求

5.1 电池单体的安全要求

5.1.1 电池单体按照 8.1.2 进行过放电试验, 应不起火、不爆炸。

5.1.2 电池单体按照 8.1.3 进行过充电试验, 应不起火、不爆炸。

5.1.3 电池单体按照 8.1.4 进行外部短路试验, 应不起火、不爆炸。

5.1.4 电池单体按照 8.1.5 进行加热试验, 应不起火、不爆炸。

5.1.5 电池单体按照 8.1.6 进行温度循环试验, 应不起火、不爆炸。

5.1.6 电池单体按照 8.1.7 进行挤压试验, 应不起火、不爆炸。

5.2 电池包或电池系统的安全要求

5.2.1 电池包或电池系统按照 8.2.1 进行振动试验, 应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象, 且不应触发制造商规定的电压、温度锐变阈值。试验后的绝缘电阻不应小于 100 Ω/V 。

5.2.2 电池包或电池系统按照 8.2.2 进行机械冲击试验, 应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻不应小于 100 Ω/V 。

5.2.3 电池包或电池系统按照 8.2.3 进行模拟碰撞试验, 应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验

后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.4 电池包或电池系统按照 8.2.4 进行挤压试验,应不起火、不爆炸。

5.2.5 电池包或电池系统按照 8.2.5 进行湿热循环试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后 30 min 之内的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.6 电池包或电池系统按照 8.2.6 进行防尘防水试验,试验后应满足 IP 67 要求,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.7 电池包或电池系统按照 8.2.7 进行外部火烧试验,应不爆炸。

5.2.8 电池包或电池系统按照 8.2.8 进行温度冲击试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.9 电池包或电池系统按照 8.2.9 进行盐雾试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.10 电池包或电池系统按照 8.2.10 进行高海拔试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不应触发制造商规定的电压、电流锐变阈值。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.11 电池系统按照 8.2.11 进行过温保护试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不应触发制造商规定的温度锐变阈值。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.12 电池系统按照 8.2.12 进行过流保护试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不应触发制造商规定的电流锐变阈值。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.13 电池系统按照 8.2.13 进行外部短路保护试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.14 电池系统按照 8.2.14 进行过充电保护试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象,且不应触发制造商规定的电压锐变阈值。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.15 电池系统按照 8.2.15 进行过放电保护试验,应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻不应小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

5.2.16 电池包或电池系统按照附录 A 进行热扩散试验,电池包或电池系统发生单个电池热失控后应提供热事件报警信号,且无起火或爆炸现象。

6 试验条件

6.1 一般条件

6.1.1 除另有规定,试验环境温度为 $22\ ^\circ\text{C}\pm 5\ ^\circ\text{C}$,相对湿度为 10%~90%,大气压力为 86 kPa~106 kPa。

6.1.2 8.1 的试验对象为电池单体,若电池单体无法独立工作,可采用电池模块进行试验,安全要求仍按照 5.1 执行。

6.1.3 对于由车体包覆并构成电池包箱体的电池包或电池系统,可带箱体或车体测试。

6.1.4 交付包括必要的操作文件和用于与测试设备相连的接口部件,高压、低压以及冷却连接器和插头,接口部件示意图见附录 B。

6.1.5 电池包或电池系统在所有测试前和部分试验后应进行绝缘电阻测试。测试位置为:两个端子和电平台之间。要求测得的绝缘电阻值除以电池包或电池系统的最大工作电压不小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。测试方法按照附录 C 的规定。

6.1.6 如果电池包或电池系统由于某些原因(如尺寸或质量)不适合进行某些测试,制造商与检测机构协商一致后可用电池包或电池系统的子系统代替作为试验对象,进行全部或部分测试,但作为试验对象的子系统应包含和整车要求相关的所有部分(如连接部件或保护部件等)。

6.1.7 调整 SOC 至试验目标值 n 的方法:按制造商提供的充电方式将电池包或电池系统充满电,静置

1 h,以 $1 I_3$ 恒流放电,放电时间为 T , T 按照公式(1)计算得到,或者采用制造商提供的方法调整 SOC。每次 SOC 调整后,在新的测试开始前,试验对象应静置 30 min。

$$T=(1-n)\times 3$$

.....(1)

式中:

T ——放电时间,单位为小时(h);

n ——试验目标值的百分数值。

- 6.1.8 测试过程中的充放电倍率大小、充放电方法和充放电截止条件由制造商提供。
- 6.1.9 电池单体、电池包或电池系统的额定容量应符合制造商提供的产品技术条件。
- 6.1.10 除有特殊规定,试验对象均以制造商规定的完全充电状态进行测试。
- 6.1.11 电池单体、电池包或电池系统放电电流符号为正,充电电流符号为负。
- 6.1.12 当电池冷却系统使用了冷却液时,如果试验不要求电池冷却,也可在排掉冷却液后进行试验。

6.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应不低于以下要求:

- a) 电压测量装置:±0.5% FS;
- b) 电流测量装置:±0.5% FS;
- c) 温度测量装置:±1℃;
- d) 时间测量装置:±0.1 s;
- e) 尺寸测量装置:±0.1% FS;
- f) 质量测量装置:±0.1% FS。

6.3 测试过程误差

控制值(实际值)与目标值之间的误差要求如下:

- a) 电压:±1%;
- b) 电流:±1%;
- c) 温度:±2℃。

6.4 数据记录与记录间隔

除另有说明外,测试数据(如时间、温度、电流、电压等)的记录间隔不应大于 15 s。

7 试验准备

7.1 电池单体试验准备

7.1.1 标准充电

电池单体先以制造商规定且不小于 $1 I_3$ 的电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止电压,搁置 1 h(或制造商提供的不大于 1 h 的搁置时间),然后按制造商提供的充电方法进行充电,充电后搁置 1 h(或制造商提供的不大于 1 h 的搁置时间)。

若制造商未提供充电方法,应按照以下方法充电:

以制造商规定且不小于 $1 I_3$ 的电流恒流充电至电池单体达到制造商技术条件中规定的充电终止电压时转恒压充电,至充电电流降至 $0.05 I_1$ 时停止充电,充电后搁置 1 h(或制造商提供的不大于 1 h 的搁置时间)。

7.1.2 预处理

7.1.2.1 正式测试开始前,电池单体需要先进行预处理循环,以确保试验对象的性能处于激活和稳定的状态。步骤如下:

- a) 按照 7.1.1 对电池单体进行标准充电;
- b) 以制造商规定的且不小于 $1I_3$ 的电流放电至制造商规定的放电截止条件;
- c) 静置 30 min 或制造商规定时间;
- d) 重复步骤 a)~c) 不超过 5 次。

7.1.2.2 如电池单体连续两次的放电容量变化不高于额定容量的 3%,可中止预处理循环。

7.2 电池包或电池系统试验准备

7.2.1 工作状态确认

正式开始测试前,电池包或电池系统的电子部件或 BCU 应处于正常工作状态。

7.2.2 预处理

7.2.2.1 正式测试开始前,电池包或电池系统需要先进行预处理循环,以确保测试时试验对象的性能处于激活和稳定的状态。步骤如下:

- a) 以不小于 $1I_3$ 的电流或按照制造商推荐的充电方法充电至制造商规定的充电截止条件;
- b) 静置 30 min 或制造商规定的时间;
- c) 以制造商规定的且不小于 $1I_3$ 的电流放电至制造商规定的放电截止条件;
- d) 静置 30 min 或制造商规定的时间;
- e) 重复步骤 a)~d) 不超过 5 次。

7.2.2.2 如电池包或电池系统连续两次的放电容量变化不高于额定容量的 3%,可中止预处理循环。

7.2.2.3 除具体测试项目中另有说明,预处理循环完成并满充后,应在 24 h 内开始测试,否则应重新进行一次标准充电:使用不小于 $1I_3$ 的电流充电至制造商规定的充电截止条件或按照制造商推荐的充电方法充电,静置 30 min 或制造商规定的时间。

8 试验方法

8.1 电池单体安全性试验方法

8.1.1 一般要求

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

8.1.2 过放电

8.1.2.1 试验对象为电池单体。

8.1.2.2 试验对象按 7.1.1 的方法充电。

8.1.2.3 以 $1I_1$ 电流放电 90 min 或放电至 0 V。

8.1.2.4 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.1.3 过充电

- 8.1.3.1 试验对象为电池单体。
- 8.1.3.2 试验对象按 7.1.1 的方法充电。
- 8.1.3.3 以制造商规定且不小于 $1I_3$ 的电流恒流充电至制造商规定的充电终止电压的 1.1 倍或 115% SOC 后,停止充电。
- 8.1.3.4 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.1.4 外部短路

- 8.1.4.1 试验对象为电池单体。
- 8.1.4.2 试验对象按 7.1.1 的方法充电。
- 8.1.4.3 将试验对象正极端子和负极端子经外部短路 10 min,外部线路电阻应小于 5 mΩ。
- 8.1.4.4 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.1.5 加热

- 8.1.5.1 试验对象为电池单体。
- 8.1.5.2 试验对象按 7.1.1 的方法充电。
- 8.1.5.3 将试验对象放入温度箱,按照 5 °C/min 的速率由试验环境温度升至 130 °C±2 °C,并保持此温度 30 min 后停止加热。
- 8.1.5.4 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.1.6 温度循环

- 8.1.6.1 试验对象为电池单体。
- 8.1.6.2 试验对象按 7.1.1 的方法充电。
- 8.1.6.3 放入温度箱中,温度箱温度按照表 1 和图 1 进行调节,循环 5 次。
- 8.1.6.4 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

表 1 温度循环试验的一个循环温度和时间

温度 °C	时间增量 min	累计时间 min	温度变化率 °C/min
25	0	0	0
−40	60	60	1.08
−40	90	150	0
25	60	210	1.08
85	90	300	0.67
85	110	410	0
25	70	480	0.86

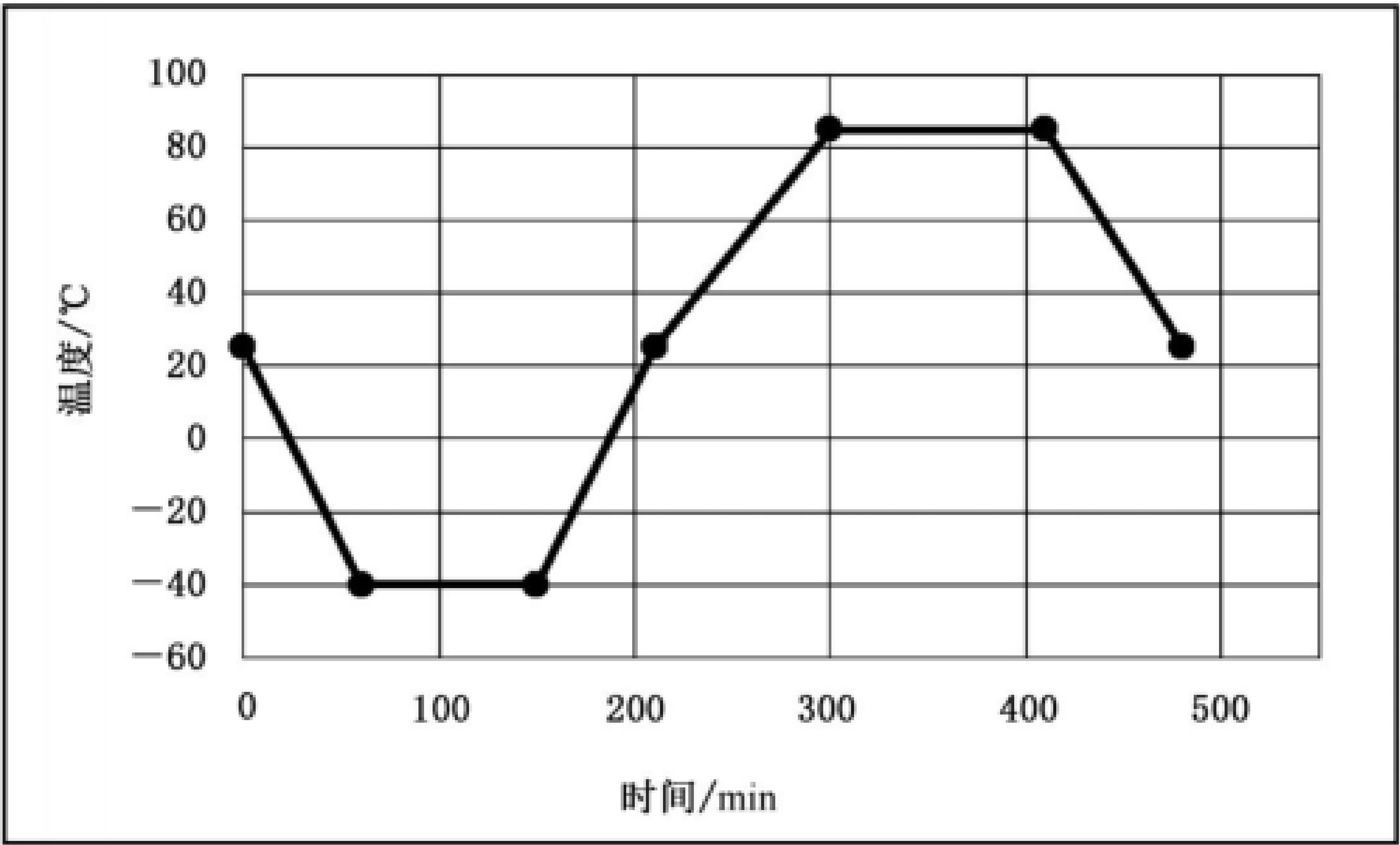


图 1 一个温度循环试验示意图

8.1.7 挤压

- 8.1.7.1 试验对象为电池单体。
- 8.1.7.2 试验对象按 7.1.1 的方法充电。
- 8.1.7.3 按下列条件进行试验：
- a) 挤压方向：垂直于电池单体极板方向施压，或与电池单体在整车布局上最容易受到挤压的方向相同；
 - b) 挤压板形式：半径 75 mm 的半圆柱体，半圆柱体的长度 L 大于被挤压电池单体的尺寸；
 - c) 挤压速度：不大于 2 mm/s；
 - d) 挤压程度：电压达到 0 V，或变形量达到 15%，或挤压力达到 100 kN，或挤压力达到 1 000 倍试验对象重量后停止挤压；
 - e) 保持当前位移 10 min。
- 8.1.7.4 完成以上试验步骤后，在试验环境温度下观察 1 h。

8.2 电池包或电池系统安全性试验方法

8.2.1 振动

- 8.2.1.1 试验对象为电池包或电池系统。
- 8.2.1.2 试验开始前，将试验对象的 SOC 状态调至不低于制造商规定的正常 SOC 工作范围的 50%。
- 8.2.1.3 按照试验对象在主机上的安装位置和 GB/T 2423.43 的要求，将试验对象安装在振动台上。每个方向施加随机载荷，加载顺序宜为 z 轴随机、 y 轴随机和 x 轴随机（整机前进方向为 x 轴方向，另一垂直于行驶方向的水平方向为 y 轴方向）。测试过程按照 GB/T 2423.56 的规定进行。
- 8.2.1.4 轮式土方机械设备上的电池包或电池系统，振动测试参数按照表 2 和图 2 进行。

表 2 电池包或电池系统的振动测试条件

随机振动(每个方向测试时间为 21 h)			
频率 Hz	x 轴功率谱密度(PSD) g^2/Hz	y 轴功率谱密度(PSD) g^2/Hz	z 轴功率谱密度(PSD) g^2/Hz
5	0.12	0.035	0.1
6	0.15	0.03	0.1

表 2 电池包或电池系统的振动测试条件 (续)

随机振动(每个方向测试时间为 21 h)			
频率 Hz	<i>x</i> 轴功率谱密度(PSD) g^2/Hz	<i>y</i> 轴功率谱密度(PSD) g^2/Hz	<i>z</i> 轴功率谱密度(PSD) g^2/Hz
10	0.11	0.001	0.02
23	0.03	0.000 15	0.005
95	0.002	—	—
110	0.000 6	—	—
200	0.000 6	—	—
RMS	<i>x</i> 轴	<i>y</i> 轴	<i>z</i> 轴
	1.41 <i>g</i>	0.79 <i>g</i>	1.61 <i>g</i>
注: <i>g</i> 表示重力加速度, <i>g</i> 取值为 9.80 m/s ² 。			

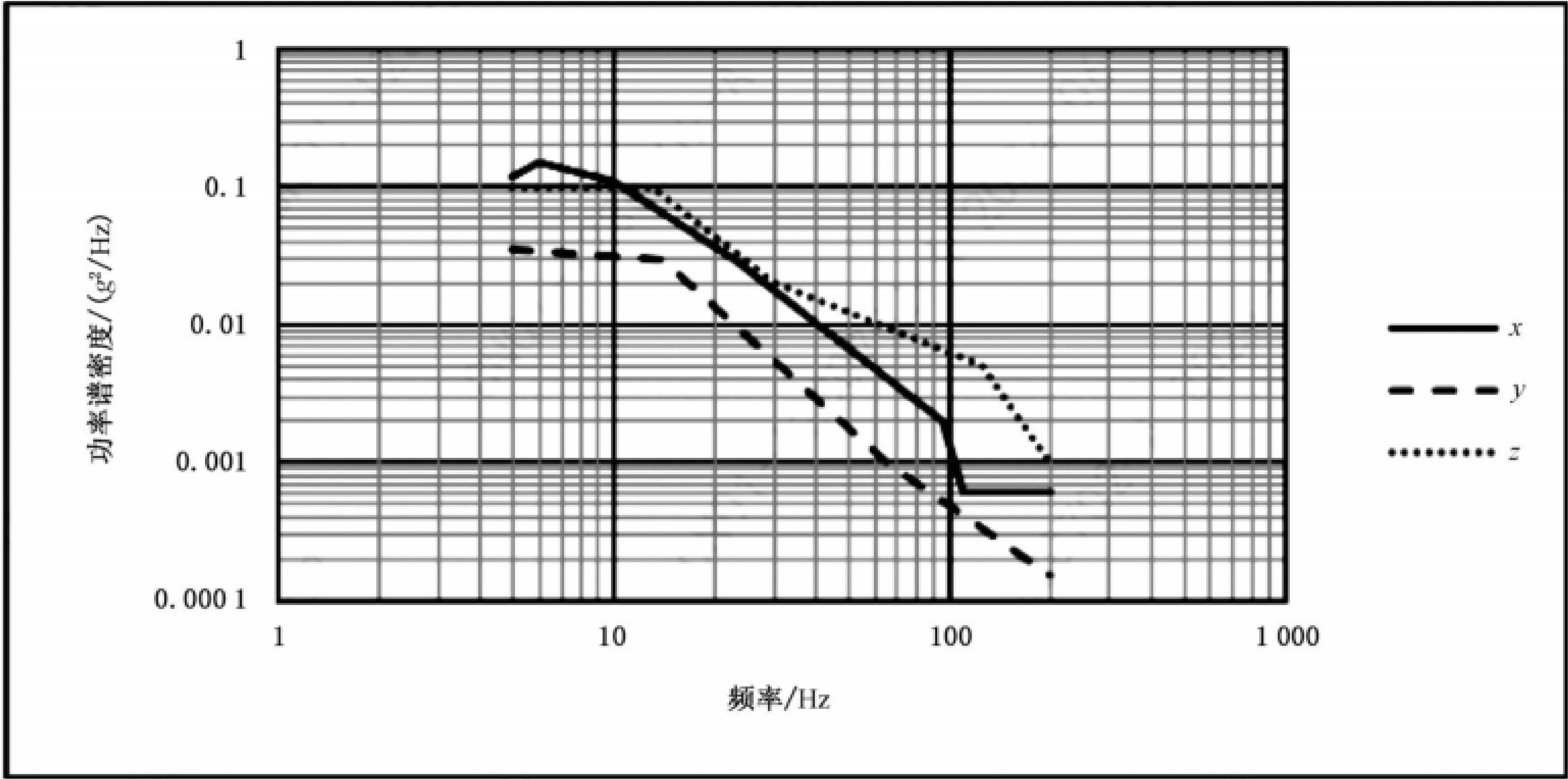


图 2 设备电池包或电池系统随机振动测试曲线

8.2.1.5 试验过程中,监测试验对象的电压和温度等。

8.2.1.6 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 2 h。

8.2.2 机械冲击

8.2.2.1 试验对象为电池包或电池系统。

8.2.2.2 对试验对象施加表 3 规定的半正弦冲击波,*z* 轴的正负方向各 6 次,共计 12 次。

表 3 机械冲击测试参数

测试程序	参数要求
冲击波形	半正弦波
测试方向	± <i>z</i>

表 3 机械冲击测试参数（续）

测试程序	参数要求
加速度值	7g
脉冲时间	6 ms
冲击次数	正负方向各 6 次

8.2.2.3 半正弦冲击波最大、最小容差允许范围如表 4 和图 3 所示。

表 4 机械冲击脉冲容差范围

点	脉宽 ms	±z 方向加速度值
A	1.00	0.00
B	2.94	5.95g
C	3.06	5.95g
D	5.00	0.00
E	0.00	2.68g
F	2.00	8.05g
G	4.00	8.05g
H	7.00	0.00

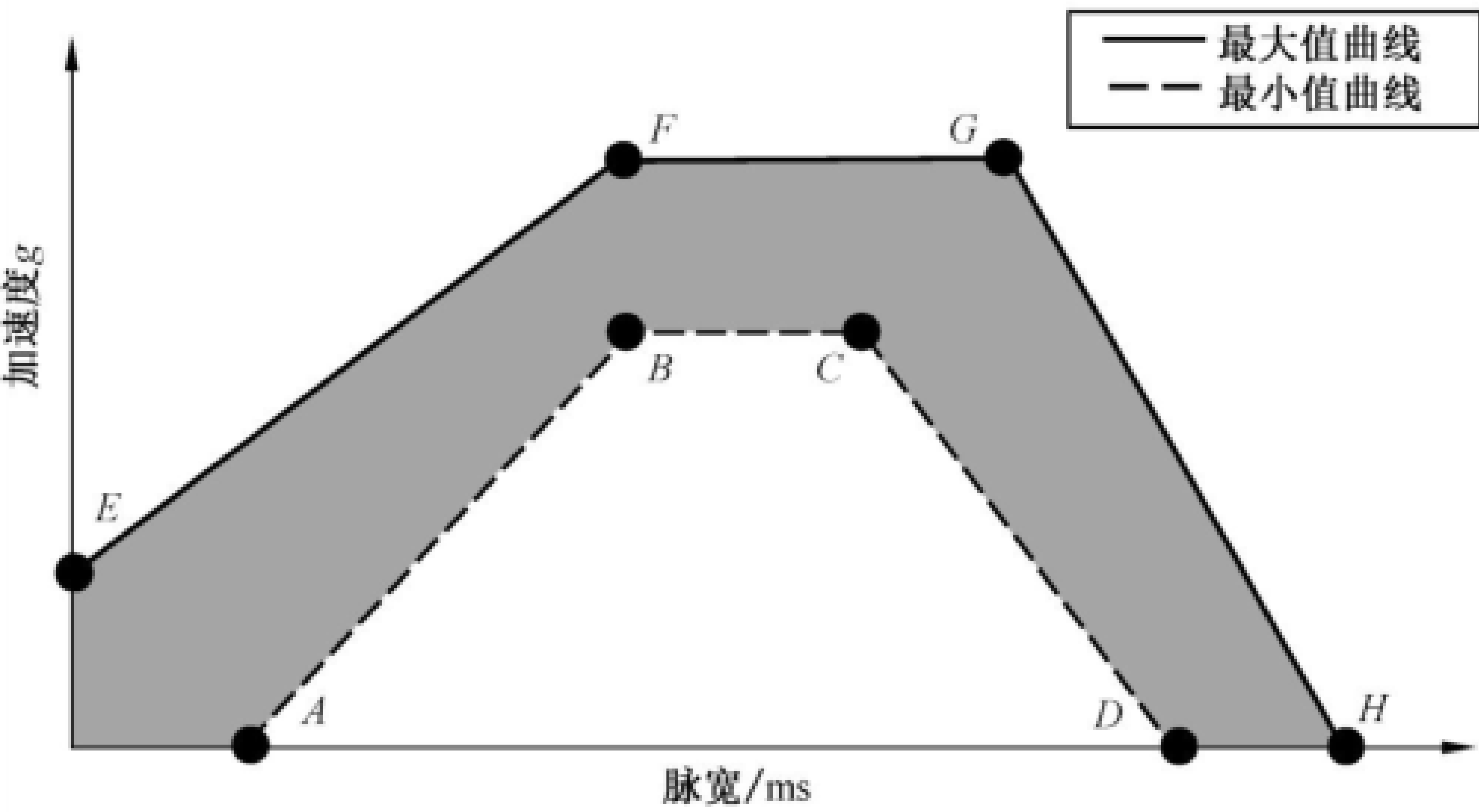


图 3 机械冲击脉冲容差范围示意图

8.2.2.4 相邻两次冲击的间隔时间以两次冲击在试验对象上造成的响应不发生相互影响为准，一般应不小于 5 倍冲击脉冲持续时间。

8.2.2.5 完成以上试验步骤后，在试验环境温度下观察 2 h。

8.2.3 模拟碰撞

8.2.3.1 试验对象为电池包或电池系统。

8.2.3.2 按照试验对象在整机安装位置和 GB/T 2423.43 的要求，将试验对象水平安装在带有支架的台车上。根据试验对象的使用环境给台车施加规定的脉冲，并落在表 5 和图 4 最大、最小容差允许范

围内。对于试验对象存在多个安装方向($x/y/z$)时,按照加速度大的安装方向进行试验。

8.2.3.3 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 2 h。

表 5 模拟碰撞脉冲容差范围

点	脉宽 ms	<3.5 t (整机工作质量)		3.5 t~7.5 t (整机工作质量)		>7.5 t (整机工作质量)	
		x 方向加速度	y 方向加速度	x 方向加速度	y 方向加速度	x 方向加速度	y 方向加速度
A	20	0	0	0	0	0	0
B	50	20g	8g	10g	5g	6.6g	5g
C	65	20g	8g	10g	5g	6.6g	5g
D	100	0	0	0	0	0	0
E	0	10g	4.5g	5g	2.5g	4g	2.5g
F	50	28g	15g	17g	10g	12g	10g
G	80	28g	15g	17g	10g	12g	10g
H	120	0	0	0	0	0	0

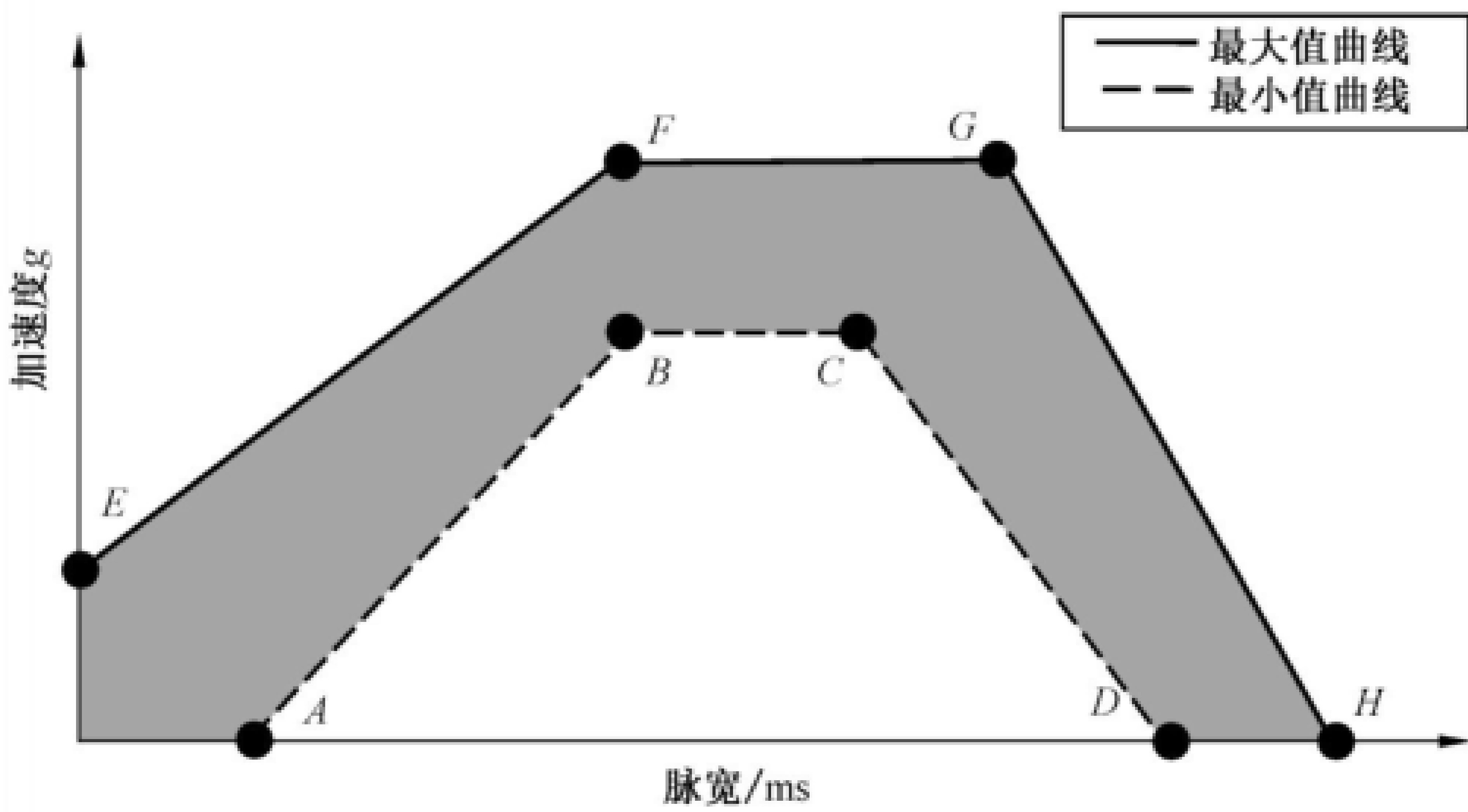


图 4 模拟碰撞脉冲容差范围示意图

8.2.4 挤压

8.2.4.1 试验对象为电池包或电池系统。

8.2.4.2 按下列条件进行试验。

- a) 挤压板形式:选择以下两种挤压板中的一种:
 - 1) 挤压板如图 5 所示,半径 75 mm 的半圆柱体,半圆柱体的长度 L 大于试验对象的高度,但不超过 1 m。
 - 2) 挤压板如图 6 所示,外廓尺寸为 600 mm×600 mm 或更小,三个半圆柱体半径为 75 mm,半圆柱体间距 30 mm。
- b) 挤压方向: x 和 y 方向(行驶方向为 x 轴方向,另一垂直于行驶方向的水平方向为 y 轴方向),为保护试验操作安全,可分开在两个试验对象上执行测试。
- c) 挤压速度:不大于 2 mm/s。
- d) 挤压程度:挤压力达到 100 kN 或挤压变形量达到挤压方向的整体尺寸的 30% 时停止挤压。
- e) 保持当前位移 10 min。

8.2.4.3 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 2 h。

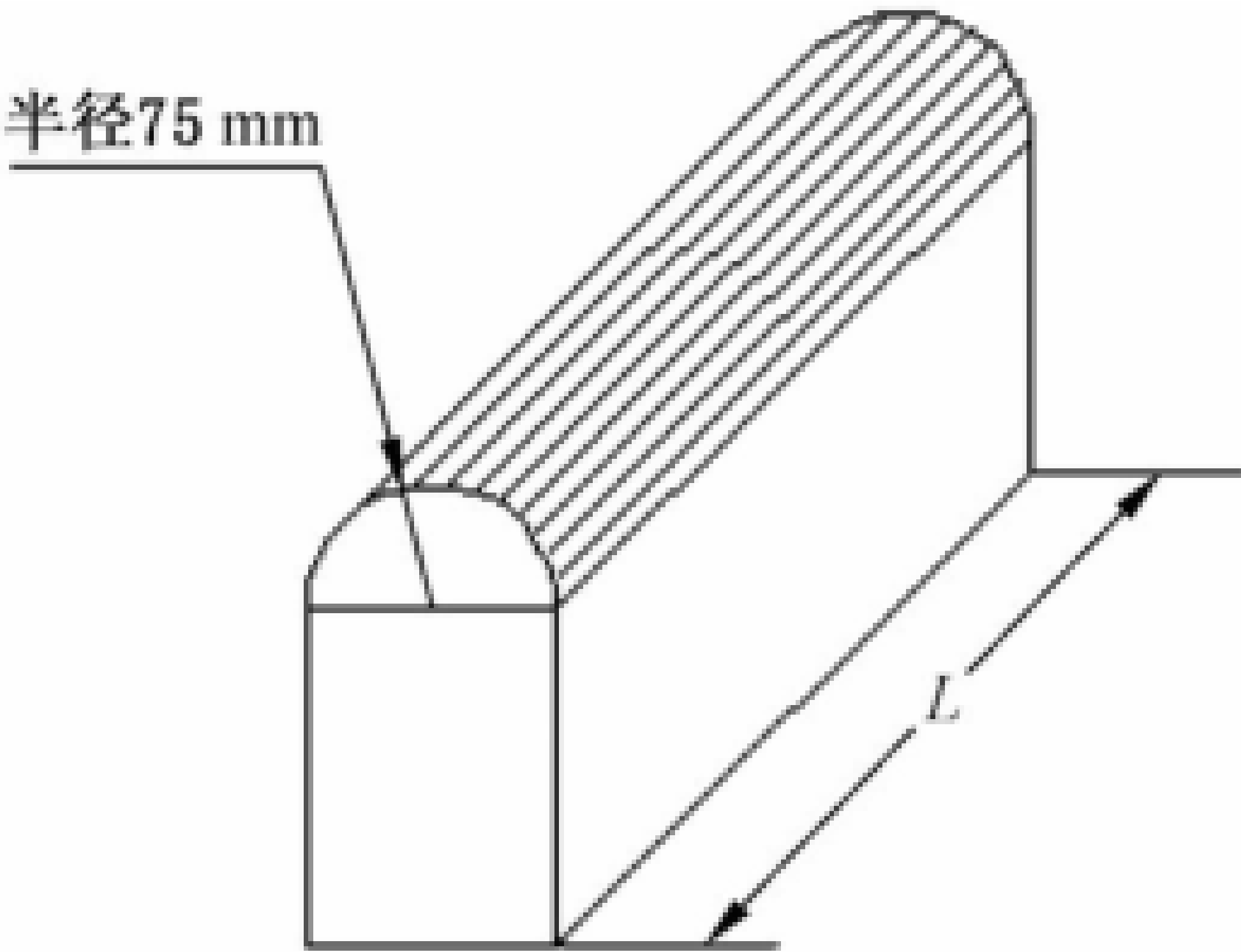


图 5 挤压板形式一示意图

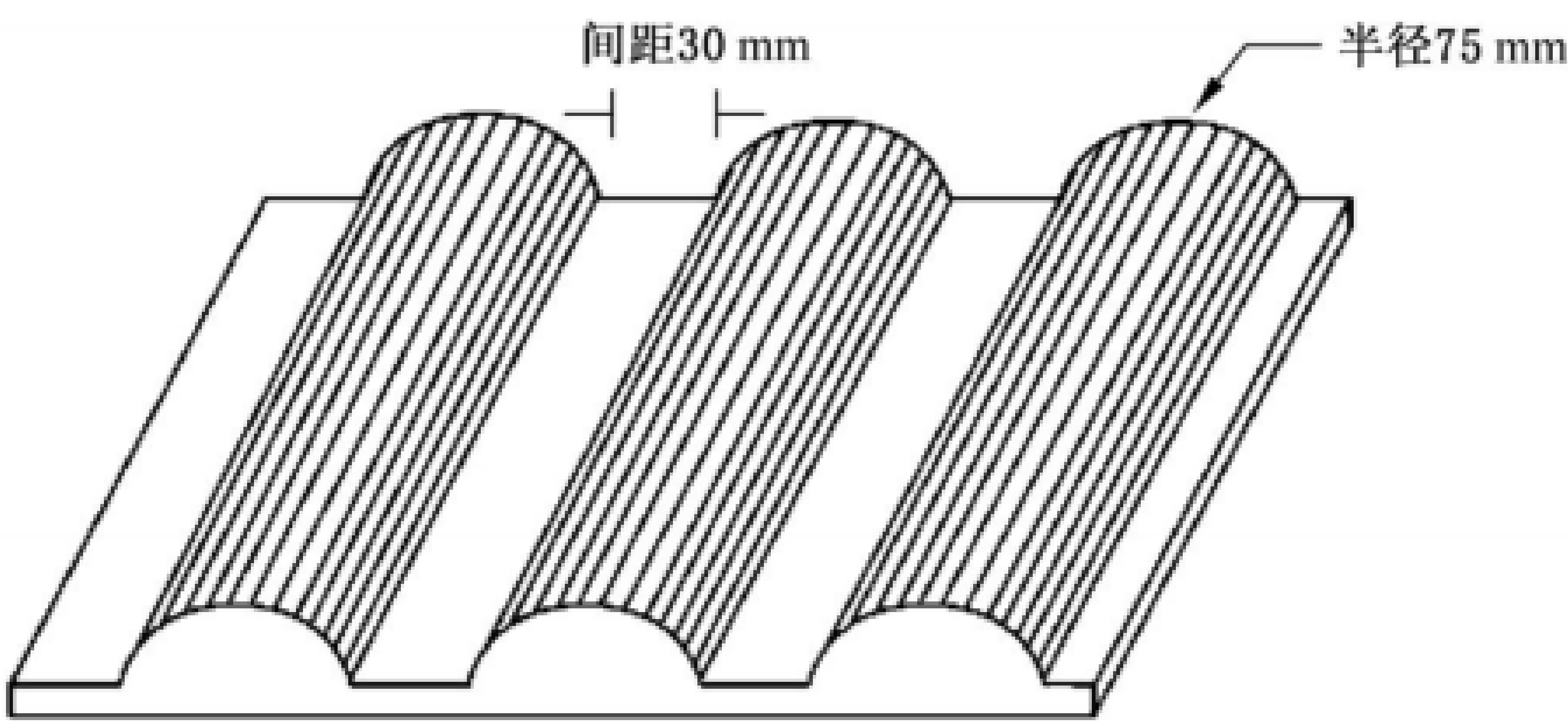


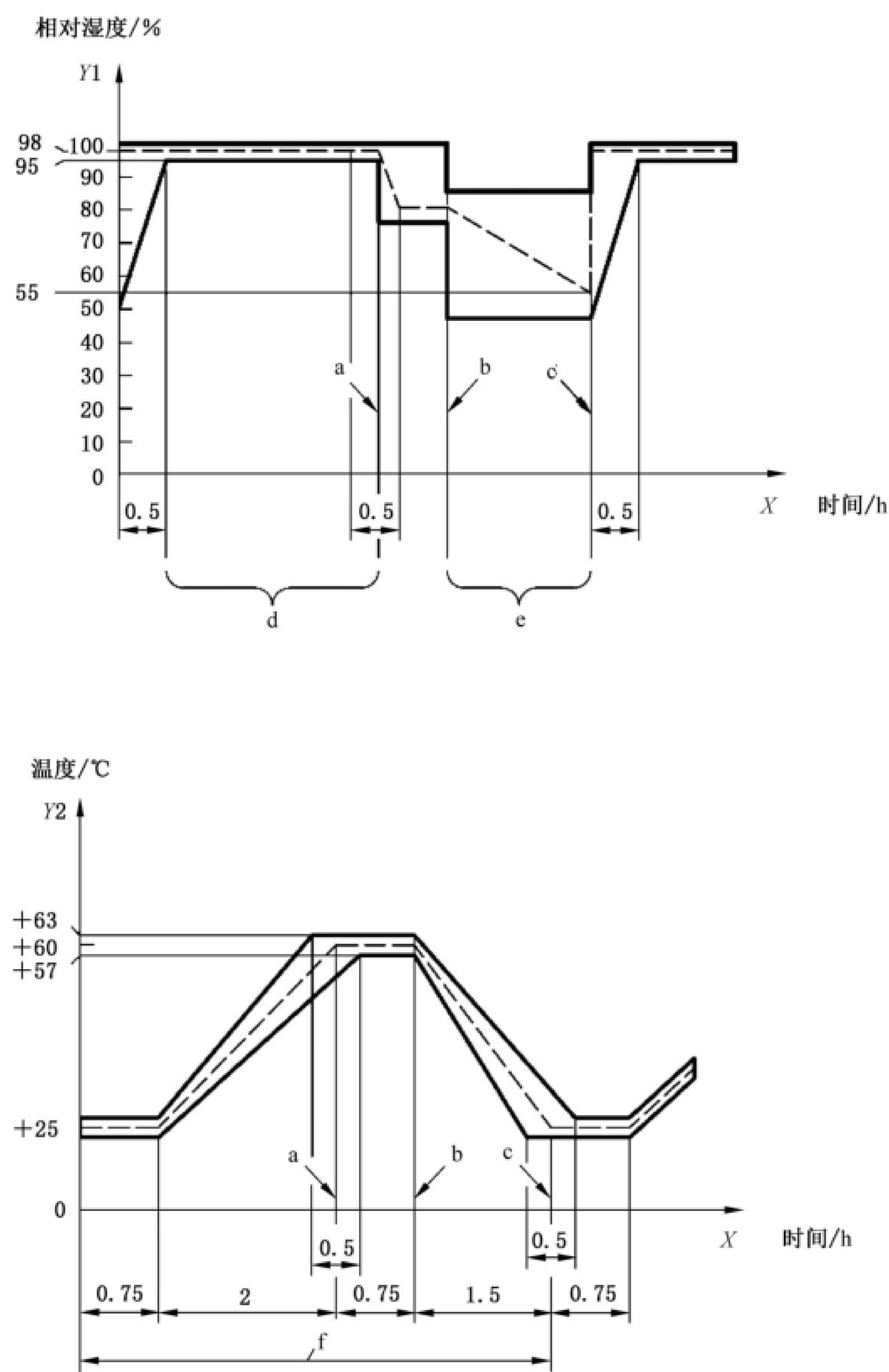
图 6 挤压板形式二示意图

8.2.5 湿热循环

8.2.5.1 试验对象为电池包或电池系统。

8.2.5.2 按照 GB/T 2423.4 执行试验 Db,变量见图 7。其中最高温度是 60℃或更高温度(如果制造商要求),循环 5 次。

8.2.5.3 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 2 h。



- 标引序号说明：
- a——升温结束；
 - b——降温开始；
 - c——推荐温湿度值；
 - d——冷凝；
 - e——干燥；
 - f——一个循环周期。

图 7 温湿度循环

8.2.6 防尘防水

8.2.6.1 防尘

- 8.2.6.1.1 试验对象为通过 8.2.1 振动试验后的电池包或电池系统。
- 8.2.6.1.2 试验应在防尘箱中进行,密闭试验箱内的粉末循环泵可用能使滑石粉悬浮的其他方法代替。滑石粉应用金属方孔筛滤过。金属丝直径 50 μm ,筛孔尺寸为 75 μm 。滑石粉用量为每立方米试验箱

容积 2 kg,使用次数不应超过 20 次。试验对象按照整车连接方式连接好线束、接插件等零部件,试验对象按照 GB/T 4208—2017 中 13.4 第二种方式所述方法和流程进行试验。被试外壳按正常工作位置放入试验箱内,不与真空泵连接。在正常情况下开启的孔,试验期间应保持开启。试验持续 8 h。

8.2.6.1.3 在试验环境温度下观察 2 h。

8.2.6.2 防水

8.2.6.2.1 试验对象为通过 8.2.6.1 防尘试验后的电池包或电池系统。

8.2.6.2.2 试验对象按照整车连接方式连接好线束、接插件等零部件,试验对象按照 GB/T 4208—2017 中 14.2.7 所述方法和流程进行试验。试验对象按照制造商规定的安装状态全部浸入水中。对于高度小于 850 mm 的试验对象,其最低点应低于水面 1 000 mm;对于高度等于或大于 850 mm 的试验对象,其最高点应低于水面 150 mm。试验持续时间 24 h。水温与试验对象温差不大于 5℃。

8.2.6.2.3 将试验对象取出水面,在试验环境温度下静置观察 2 h。

8.2.7 外部火烧

8.2.7.1 试验对象为电池包或电池系统。对电池包或电池系统起到保护作用的车身结构,可以参与火烧试验。

8.2.7.2 试验环境温度为 0℃以上,风速不大于 2.5 km/h。

8.2.7.3 测试中,盛放汽油的平盘尺寸应超过试验对象水平投影尺寸 20 cm,且不超过 50 cm。平盘高度不高于汽油表面 8 cm。试验对象应居中放置。汽油液面与试验对象底部的距离设定为 50 cm,或者为车辆空载状态下试验对象底面的离地高度。平盘底层注入水。外部火烧示意图如图 8 所示。

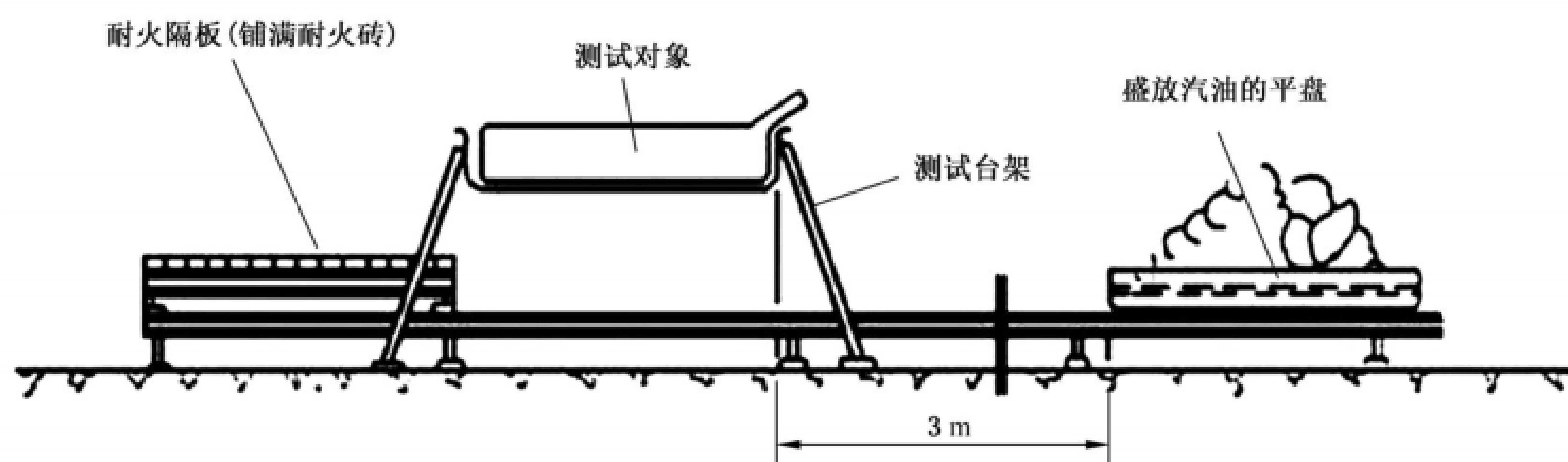
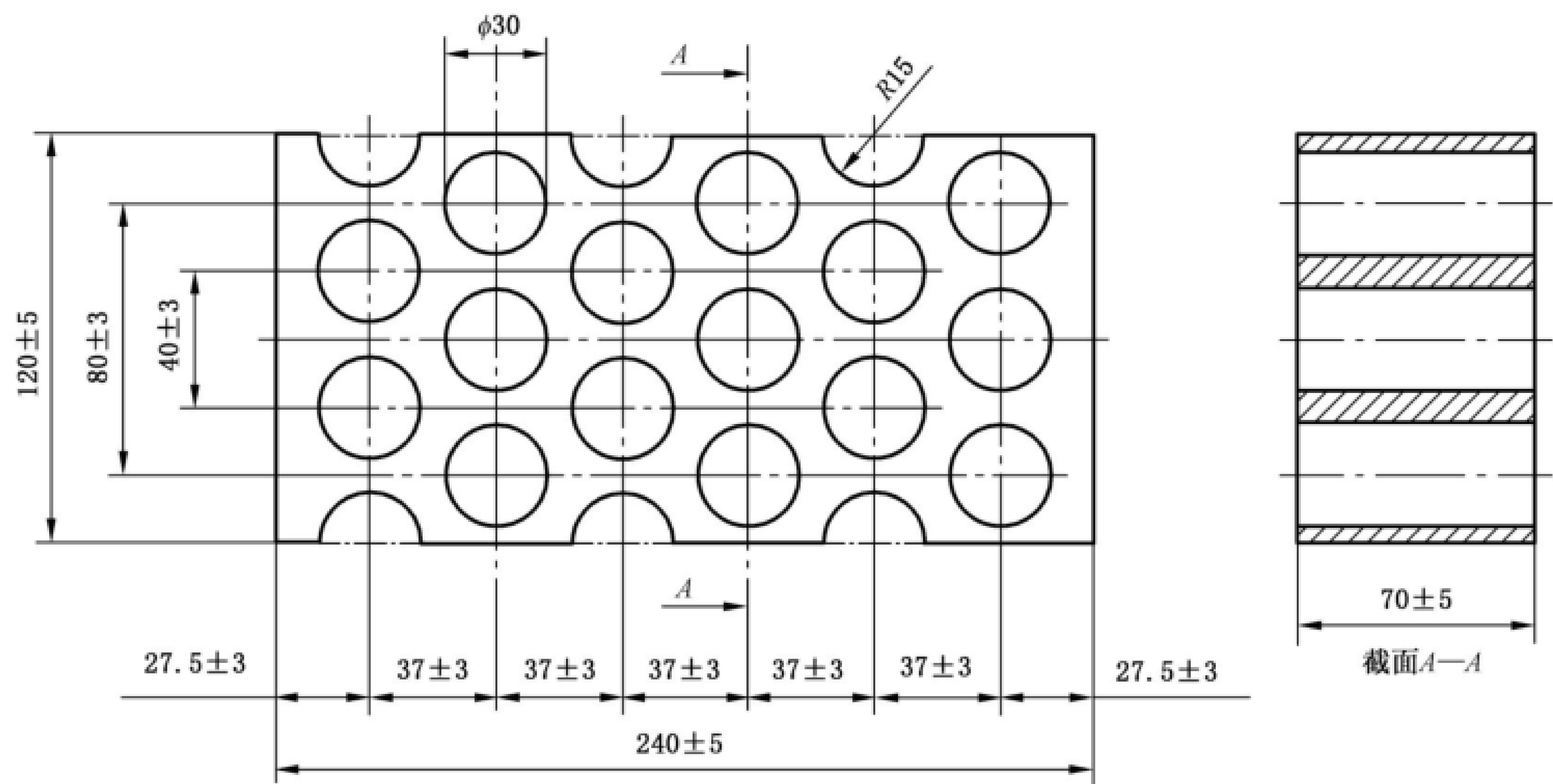


图 8 外部火烧示意图

8.2.7.4 外部火烧试验分为以下 4 个阶段。

- 预热。在距离试验对象至少 3 m 的地方点燃汽油,经过 60 s 的预热后,将油盘置于试验对象下方。如果油盘尺寸太大无法移动,可以采用移动试验对象和支架的方式。
- 直接燃烧。试验对象直接暴露在火焰下 70 s。
- 间接燃烧。将耐火隔板盖在油盘上。试验对象在该状态下测试 60 s。或经双方协商同意,继续直接暴露在火焰中 60 s。耐火隔板由标准耐火砖拼成,具体筛孔尺寸如图 9 所示,也可以用耐火材料参考此尺寸制作。
- 离开火源。将油盘或者试验对象移开,在试验环境温度下观察 2 h 或监测试验对象外表温度降至 45℃以下。

单位为毫米



耐火性:SK 30;成分:30%~33% Al_2O_3 ;密度:1 900 kg/m^3 ~2 000 kg/m^3 ;有效孔面积:44.18%;
开孔率:20%~22% 体积比。

图 9 耐火隔板的尺寸和技术数据

8.2.8 温度冲击

8.2.8.1 试验对象为电池包或电池系统。

8.2.8.2 试验对象置于 $(-40\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C})\sim(60\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C})$ (如果制造商要求,可采用更严苛的试验温度)的交变温度环境中,按图 10 所示循环进行,两种极端温度的转换时间在 30 min 内。试验对象在每个极端温度环境中保持 8 h,循环 5 次。

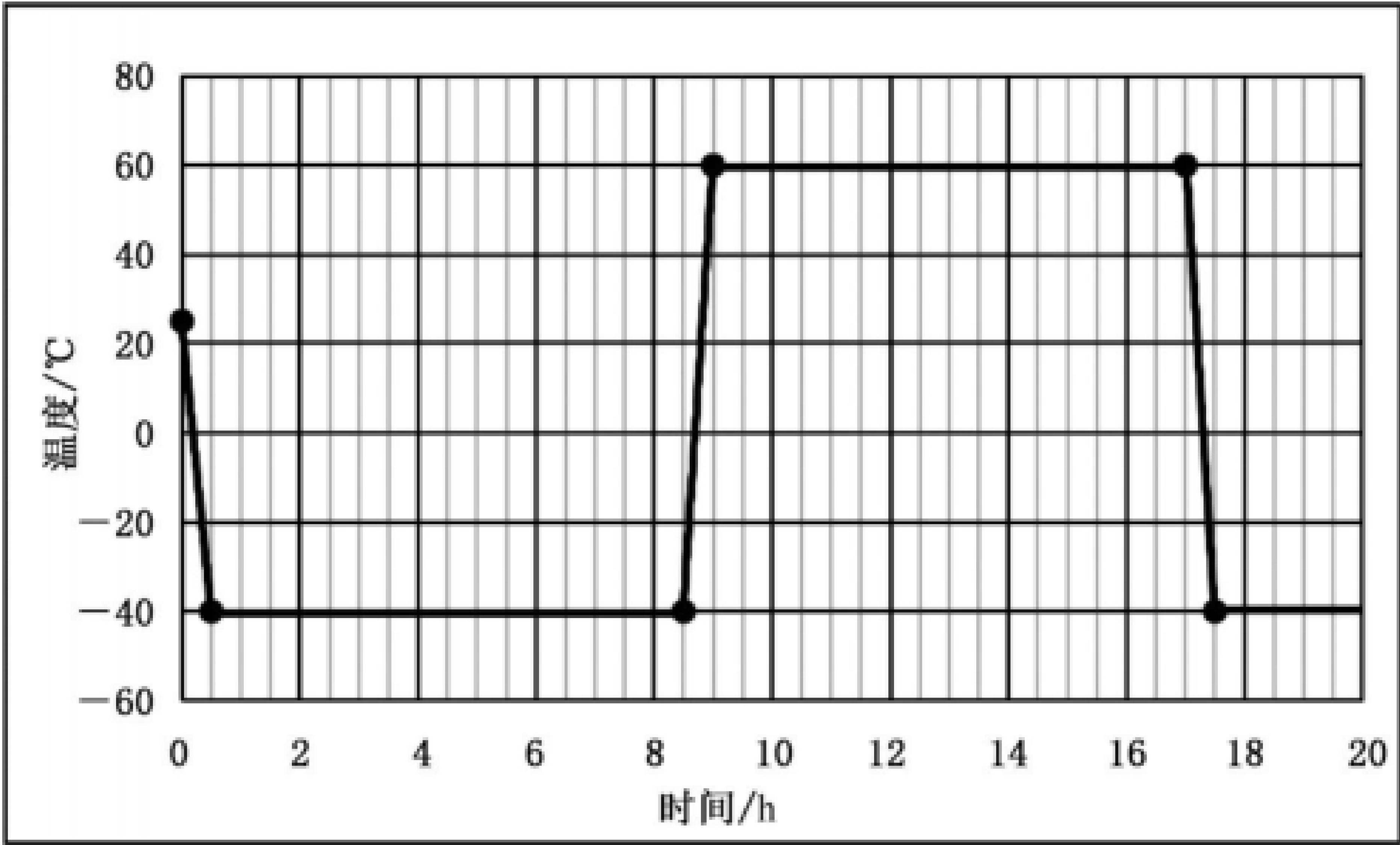


图 10 温度冲击试验示意图

8.2.8.3 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 2 h。

8.2.9 盐雾

8.2.9.1 试验对象为电池包或电池系统。

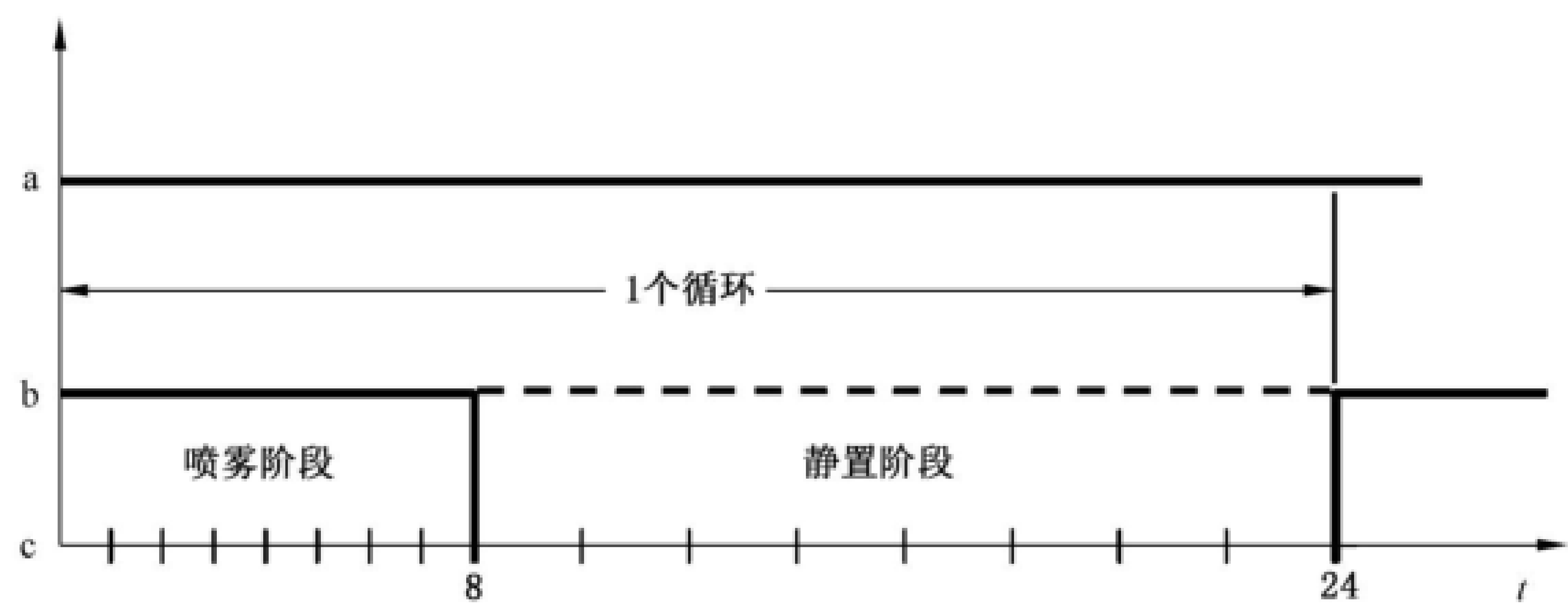
8.2.9.2 按照 GB/T 28046.4—2011 中 5.5.2 的测试方法和 GB/T 2423.17 的测试条件进行试验。

8.2.9.3 盐溶液采用氯化钠(化学纯、分析纯)和蒸馏水或去离子水配制,其浓度为 $5\%\pm 1\%$ (质量分

数)。35℃±2℃下测量 pH 在 6.5~7.2 之间。

8.2.9.4 将试验对象放入盐雾箱按图 11 所示循环进行,一个循环持续 24 h。在 35℃±2℃下对试验对象喷雾 8 h,然后静置 16 h。

8.2.9.5 至少进行 6 个循环。



标引序号说明：

t ——时间,单位为小时(h)；

a ——连接束完毕,不通电；

b ——打开(喷盐雾)；

c ——关闭(停喷盐雾)。

图 11 盐雾试验循环

8.2.10 高海拔

8.2.10.1 试验对象为电池包或电池系统。

8.2.10.2 测试环境:模拟海拔高度为 5 500 m 的 39.24 kPa 气压条件温度为试验环境温度。

8.2.10.3 保持 8.2.10.2 测试环境,搁置 5 h。

8.2.10.4 搁置结束后,保持 8.2.10.2 测试环境,对试验对象按制造商规定的且不小于 1I₃ 的电流放电至制造商规定的放电截止条件。

8.2.10.5 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 2 h。

8.2.11 过温保护

8.2.11.1 试验对象为电池系统。

8.2.11.2 在试验开始时,影响试验对象功能并与试验结果相关的所有保护设备都应处于正常运行状态,冷却系统除外。

8.2.11.3 试验对象应由外部充放电设备进行连续充电和放电,使电流在电池系统制造商规定的正常工作范围内尽可能快地升高电池的温度,直到试验结束。

8.2.11.4 室内或温度箱的温度应从 20℃±10℃或更高的温度(如果电池系统制造商要求)开始逐渐升高,直到达到根据 a)或 b)(如适用)确定的温度,然后保持在等于或高于此温度,直到试验结束。

a) 当电池系统具有内部过热保护措施时,应提高到电池系统制造商定义的这种保护措施的工作温度阈值的温度,以确保试验对象的温度将按照 8.2.11.3 的规定升高。

b) 如果电池系统没有配备任何具体的内部过热防护措施,那么应将温度升高到电池系统制造商规定的最高工作温度。

8.2.11.5 当符合以下任一条件时,结束试验：

a) 试验对象自动终止或限制充电或放电；

b) 试验对象发出终止或限制充电或放电的信号；

- c) 试验对象的温度稳定,温度变化在 2 h 内小于 4℃。

8.2.11.6 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.2.12 过流保护

8.2.12.1 试验对象为可由外部直流电源供电的电池系统。

8.2.12.2 试验条件如下:

- a) 试验应在 $20\text{℃}\pm 10\text{℃}$ 的环境温度下进行;
- b) 按照电池系统制造商推荐的正常操作(如使用外部充放电设备),调整试验对象的 SOC 到正常工作范围的中间部分,只要电池系统能够正常运行,可不需要精确调整;
- c) 与电池系统制造商协商确定可以施加的过电流(假设外部直流供电设备的故障)和最大电压(在正常范围内)。

8.2.12.3 按照电池系统制造商的资料进行过电流试验:

- a) 连接外部直流供电设备,改变或禁用充电控制通信,以允许通过与电池系统制造商协商确定的过电流水平;
- b) 启动外部直流供电设备,对电池系统进行充电,以达到电池系统制造商规定的最高正常充电电流。然后,将电流在 5 s 内从最高正常充电电流增加到 8.2.12.2 中 c)所述的过电流水平,并继续进行充电。

8.2.12.4 当符合以下任一条件时,结束试验:

- a) 试验对象自动终止充电电流;
- b) 试验对象发出终止充电电流的信号;
- c) 试验对象的温度稳定,温度变化在 2 h 内小于 4℃。

8.2.12.5 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.2.13 外部短路保护

8.2.13.1 试验对象为电池系统。

8.2.13.2 试验条件如下:

- a) 试验应在 $20\text{℃}\pm 10\text{℃}$ 的环境温度或更高温度(如果电池系统制造商要求)下进行;
- b) 在试验开始时,影响试验对象功能并与试验结果相关的所有保护设备都应处于正常运行状态。

8.2.13.3 外部短路试验:

- a) 试验前,用于充电和放电的相关继电器应闭合;
- b) 将试验对象的正极端子和负极端子相互连接,短路电阻不应超过 5 mΩ;
- c) 如果不能在单次试验中完成外部短路,则应重复进行试验。

8.2.13.4 保持短路状态,直至符合以下任一条件时,结束试验:

- a) 试验对象的保护功能起作用,并终止短路电流;
- b) 试验对象外壳温度稳定(温度变化在 2 h 内小于 4℃)后,继续短路至少 1 h。

8.2.13.5 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.2.14 过充电保护

8.2.14.1 试验对象为电池系统。

8.2.14.2 试验条件如下:

- a) 试验应在 $20\text{℃}\pm 10\text{℃}$ 的环境温度或更高温度(如果电池系统制造商要求)下进行;
- b) 按照电池系统制造商推荐的正常操作(如使用外部充放电设备),调整试验对象的 SOC 到正

常工作范围的中间部分,只要试验对象能够正常运行,可不需要精确调整;

- c) 在试验开始时,影响试验对象功能并与试验结果相关的所有保护设备都应处于正常运行状态。用于充电的所有相关的主要接触器都应闭合(如电池系统回路中包含相关继电器)。

8.2.14.3 充电过程如下:

- a) 外部充电设备应连接到试验对象的主端子,外部充电设备的充电控制限制应禁用;
- b) 试验对象应由外部充电设备在电池系统制造商许可的用时最短的充电策略下进行充电。

8.2.14.4 充电应持续进行,直至符合以下任一条件时,结束试验:

- a) 试验对象自动终止充电电流;
- b) 试验对象发出终止充电电流的信号;
- c) 当充电电流未终止,应充电至试验对象温度超过电池系统制造商定义的最高工作温度再加 10 °C;
- d) 当充电电流未终止,且试验对象温度低于最高工作温度再加 10 °C时,充电应持续 12 h。

8.2.14.5 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.2.15 过放电保护

8.2.15.1 试验对象为电池系统。

8.2.15.2 试验条件如下。

- a) 试验应在 20 °C±10 °C的环境温度或更高温度(如果电池系统制造商要求)下进行。
- b) 按照电池系统制造商推荐的正常操作(如使用外部充放电设备),调整试验对象的 SOC 到较低水平,但应在正常的工作范围内。只要试验对象能够正常运行,可不需要精确调整。
- c) 在试验开始时,影响试验对象功能并与试验结果相关的所有保护设备都应处于正常运行状态。用于放电的所有相关的主要接触器都应闭合(如电池系统回路中包含相关继电器)。

8.2.15.3 放电过程如下:

- a) 外部放电设备应连接到试验对象的主端子;
- b) 应与电池系统制造商协商,在规定的正常工作范围内以稳定的电流进行放电。

8.2.15.4 放电应持续进行,直至符合以下任一条件时,结束试验:

- a) 试验对象自动终止放电电流;
- b) 试验对象发出终止放电电流的信号;
- c) 当试验对象的自动中断功能未起作用,或者没有 8.2.15.4 中 a)所述的功能,则应继续放电,使得试验对象放电到其额定电压的 25% 为止;
- d) 试验对象的温度稳定,温度变化在 2 h 内小于 4 °C。

8.2.15.5 完成以上试验步骤后,在试验环境温度下观察 1 h。

8.2.16 热扩散

电池包或电池系统按照附录 A 进行热扩散试验。

附录 A
(规范性)
热扩散试验

A.1 制造商定义的热失控报警信号说明

- A.1.1 触发警告的热失控参数(例如温度、温升速率、SOC、电压下降、电流等)和相关阈值水平(通常明显区别于制造商规定的工作状态)。
- A.1.2 警告信号说明:描述传感器以及在发生热失控时电池包或电池系统控制说明。

A.2 说明电池包或电池系统安全性文件

- A.2.1 当单个电池热失控引起热扩散时,电池单体、电池包、电池系统或整机应具有保护司机的功能或特性。制造商应提供 A.2.2~A.2.5 中说明电池包或电池系统安全性文件。
- A.2.2 风险降低分析:使用适当的标准方法记录单个电池热失控引起的风险以及降低风险所采用的缓解功能或特征[例如:GB/T 34590(所有部分)、ISO 26262(所有部分)、GB/T 20438(所有部分)、IEC 61508(所有部分)中的故障分析或类似的方法]。
- A.2.3 相关物理系统和组件的系统图。相关系统和组件是指有助于保护乘员免受由单个电池热失控所引起的危害影响的系统和组件。
- A.2.4 表示相关系统和组件的功能操作、确认所有风险缓解功能或特征的图表。
- A.2.5 制造商应提供电池包或电池系统安全性的风险缓解功能或特征的验证程序及结果文件,包括以下部分:
- a) 对其操作策略的描述;
 - b) 实现功能的物理系统或组件的标识;
 - c) 说明风险缓解功能技术文件:分析或模拟验证的程序和结果数据;
 - d) 说明风险缓解功能技术文件:验证试验的程序和结果数据。包括以下部分:
 - 1) 试验时间、地点及产品技术参数;
 - 2) 试验程序:包括试验方法、试验对象、触发对象、监控点布置方案、热失控触发判定条件以及对试验对象所做的改动清单等,制造商可自行提供试验程序,也可参考 A.4 所述程序;
 - 3) 试验结果:包括试验关键事件(热失控触发开启、热失控触发停止、热失控报警信号、外部烟、火、爆炸等)的照片、数据和时间等。

A.3 验证与资料提供说明

- A.3.1 检测机构依据制造商提供的技术文件、试验程序进行结果验证,并提供检测报告。
- A.3.2 热扩散分析与验证报告应包含表 A.1 所列 3 项报告,其中第 1 项和第 2 项为制造商提供,第 3 项由检测机构出具。
- 注: A.2.5 d)与 A.3 所述的验证试验可为在相同检测机构进行的同一试验。

表 A.1 热扩散分析与验证报告详细内容

编号	报告名称	对应章条
1	制造商定义的热失控报警信号说明	A.1.1、A.1.2
2	说明电池包或电池系统安全性技术文件	A.2.2、A.2.3、A.2.4、A.2.5
3	检测机构依据制造商提供的技术文件、试验程序进行结果验证的检测报告	A.3

A.4 热扩散保护验证试验程序

A.4.1 试验对象

试验对象为电池包或电池系统。

A.4.2 试验条件

试验应在以下条件进行。

- a) 温度 0℃以上,相对湿度 10%~90%,大气压力 86 kPa~106 kPa。
- b) 室内或者风速不大于 2.5 km/h 的室外。
- c) 试验开始前,对试验对象的 SOC 进行调整。对于设计为外部充电的电池包或电池系统,SOC 调至不低于制造商规定的正常 SOC 工作范围的 95%;对于设计为仅通过车辆能源进行充电的电池包或电池系统,SOC 调至不低于制造商工作范围的 90%。
- d) 试验开始前,确认试验对象的 SOC 满足要求。
- e) 试验开始前,所有的试验装置正常运行。
- f) 试验不宜对试验对象进行改动,制造商需提交所做改动的清单。

A.4.3 试验方法

A.4.3.1 A.4.3.4~A.4.3.6 可作为热扩散试验的可选方法,制造商可选择其中一种方法,也可自行选择其他方法来触发热失控。

A.4.3.2 热失控触发对象:试验对象中的电池单体。选择电池包内靠近中心位置,或者被其他电池单体包围的电池单体。

A.4.3.3 完成以上试验后,在试验环境温度下观察 2 h。

A.4.3.4 针刺触发热失控方法如下:

- a) 刺针材料:钢;
- b) 刺针直径:3 mm~8 mm;
- c) 针尖形状:圆锥形,角度为 20°~60°;
- d) 针刺速度:0.1 mm/s~10 mm/s;
- e) 针刺位置及方向:选择能触发电池单体发生热失控的位置和方向(例如,垂直于极片的方向);
- f) 针刺停止条件:直至热失控,或者针刺深度达到触发电池单体在针刺方向尺寸的 90%。

A.4.3.5 外部加热触发热失控方法: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,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;加热装置的加热面积都应不大于电池单体的表面积;将加热装置的加热面与电池单体表面直接接触,加热装置的位置应与 A.4.3.7 中规定的温度传感器的位置相对应;对触发对象进行加热,加热装置的功率建议参照表 A.2;当发生热失控或者 A.4.3.7 定义的监测点温度达到 300℃后,停止触发。

表 A.2 加热装置功率选择

触发对象电能 E Wh	加热装置最大功率 W
$E < 100$	30~300
$100 \leq E < 400$	300~1 000

表 A.2 加热装置功率选择 (续)

触发对象电能 E Wh	加热装置最大功率 W
$400 \leq E < 800$	300~2 000
$E \geq 800$	>600

A.4.3.6 内部加热触发热失控方法:表 A.3 为推荐的加热片规格说明及使用指南。

表 A.3 加热片规格说明及使用指南

内部加热方法		参数/说明
加热片规格	材质	Cu+绝缘层,或其他合适的电阻加热元件
	面积	50 mm×50 mm~15 mm×15 mm
	厚度	≤0.5 mm
	功率	150 W~700 W
使用方法	布置位置	卷芯表面
	引线孔/引线端部密封	树脂胶,如环氧树脂,或者合适的结构密封方式
	停止加热条件	发生热失控

内置加热片的电池单体及其电池包制备流程如下。

- a) 在制备内置加热片的电池单体前,应先对电池顶盖制造合适孔径的通孔,以便加热片的连接导线从电池内部引出。通孔位置应避开电池组连接巴片正对应区域,对于电池顶盖刚度较大的情况,宜在一类出线孔或二类出线孔位置制造通孔(见图 A.1);对于电池顶盖刚度较小的情况,宜在二类出线孔(如靠近拐角或靠近大面)的位置制造通孔。
- b) 在入壳封装工序前,将加热片布置在卷芯表面中心。卷芯入壳封装后,应对电池顶盖的出线孔及加热片连接导线端部进行密封处理,以防止电解液溢出(见图 A.2)。
- c) 按照电池正常工序生产直至电池单体制作完成。
- d) 电池模块制作时,加热片的连接导线引出位置尽可能避开电池模块结构部件。对于无法规避的情况,应对电池模块上的结构部件进行相应的避让处理,以便引伸出加热片的连接导线。在电池包上预设出线孔,将加热片导线引出后进行密封。

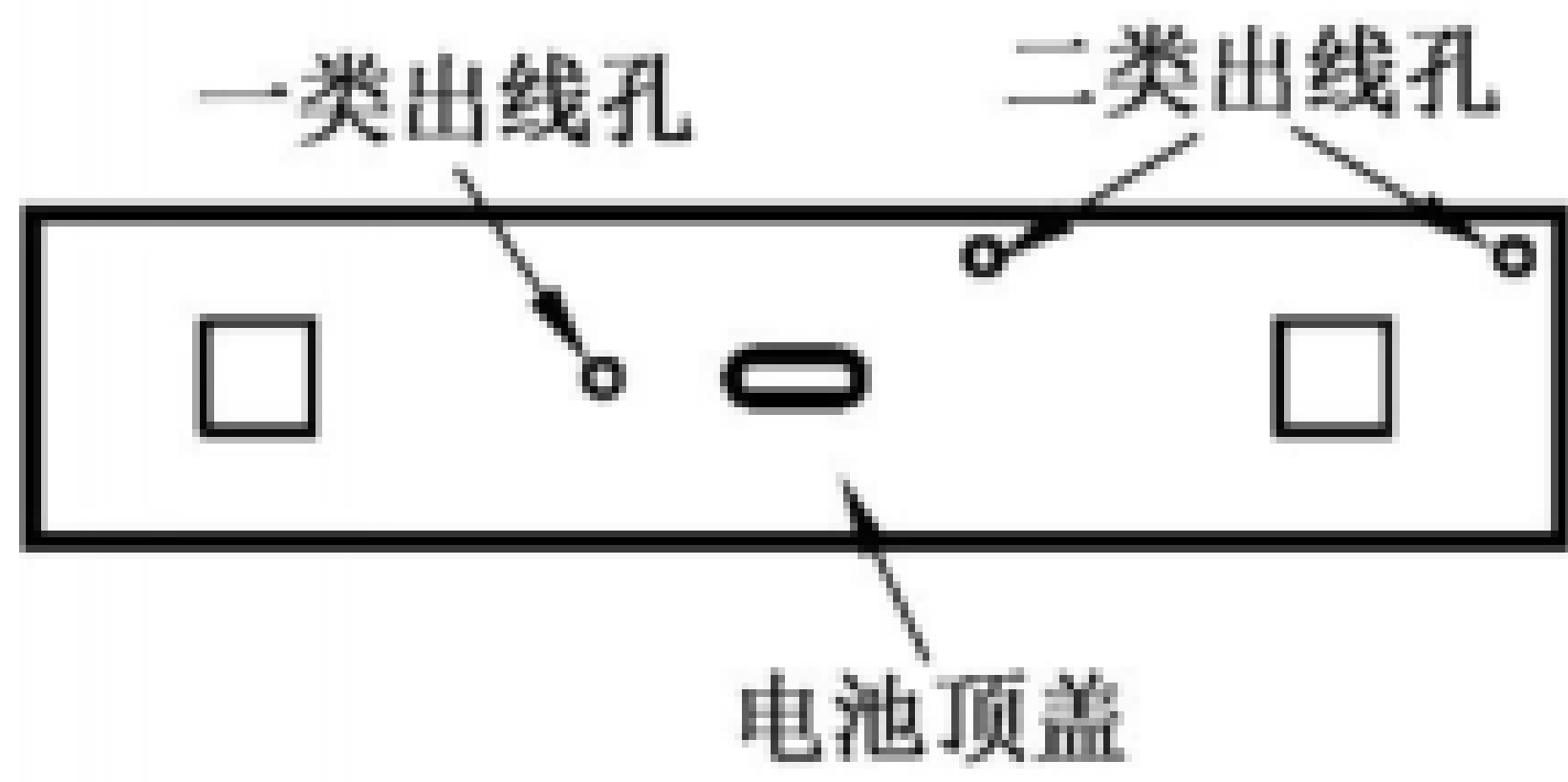


图 A.1 内部加热触发电池单体顶盖的出线孔位置示意图

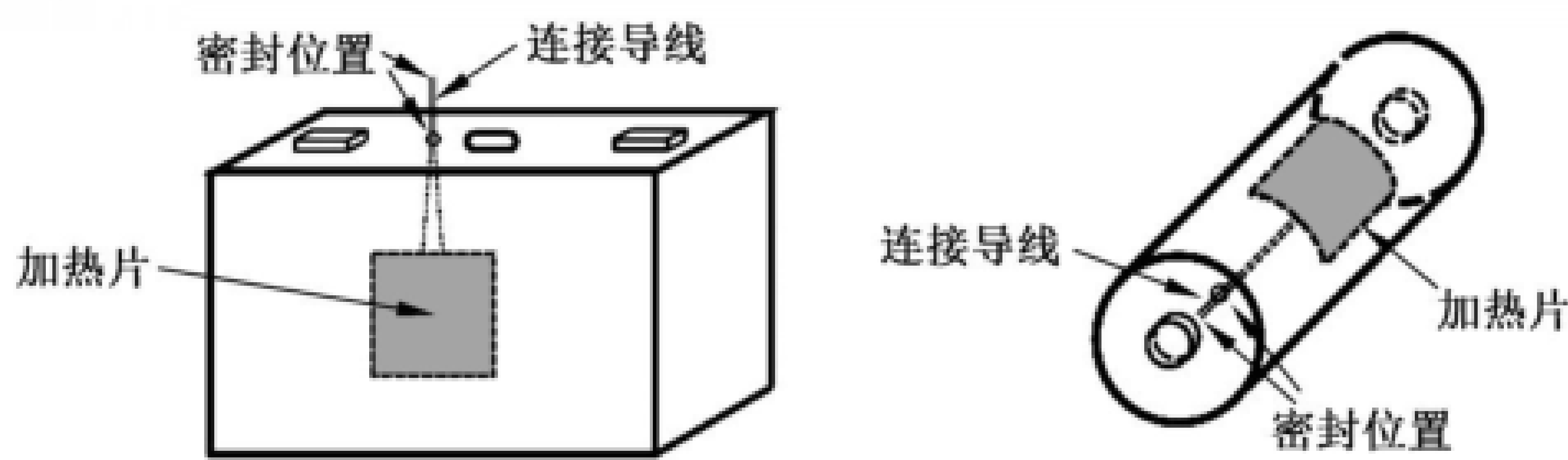


图 A.2 加热装置布置及其连接导线引出示意图

内部加热触发热失控测试流程如下：

- a) 测试前,使用电阻测量设备测量加热片的电阻值；
- b) 根据目标加热功率调整供电设备电压,闭合开关对加热片进行供电,加热电池单体直至热失控。

A.4.3.7 监控点布置方案如下。

- a) 监测电压或温度,应使用原始的电路或追加新增的测试用电路。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 1 s,准确度为±2℃。
- b) 针刺触发时,温度传感器的位置应接近短路点,也可使用针的温度(见图 A.3)。

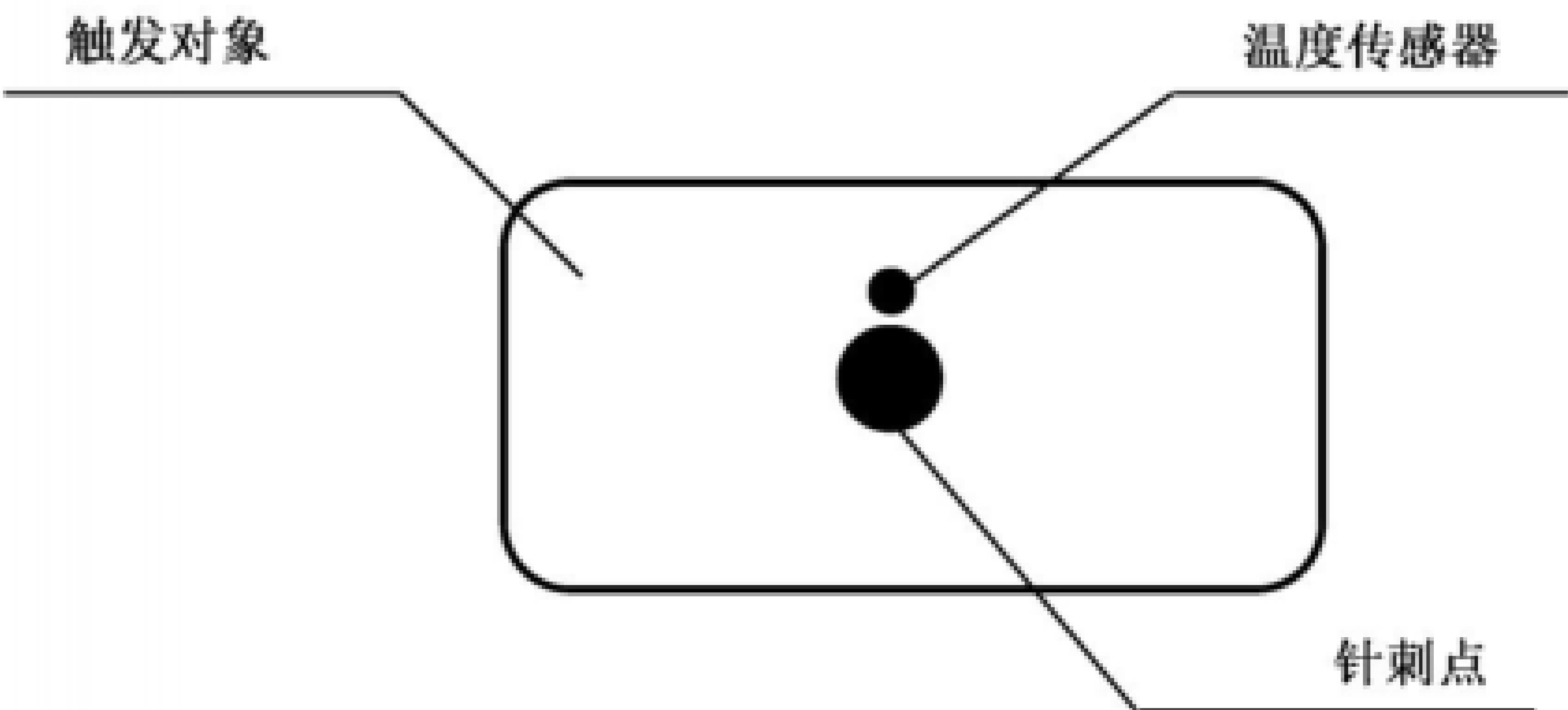


图 A.3 针刺触发时温度传感器的布置位置示意图

- c) 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(见图 A.4、图 A.5)。

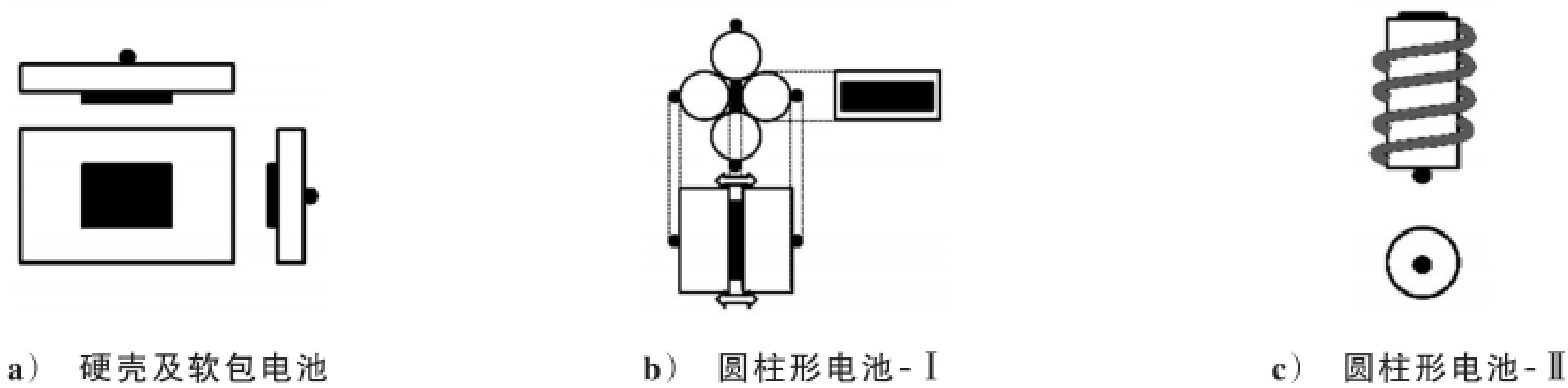


图 A.4 外部加热触发时温度传感器的布置位置示意图



图 A.5 内部加热触发时温度传感器的布置位置示意图

A.4.3.8 热失控触发判定条件：

- a) 触发对象产生电压降,且下降值超过初始电压的 25%；
- b) 监测点温度达到制造商规定的最高工作温度；
- c) 监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1\text{ }^{\circ}\text{C/s}$,且持续 3 s 以上。

当 a)和 c)或者 b)和 c)发生时,判定发生热失控。如果采用上述方法作为热失控触发方法,且未发生热失控,应证明采用如上三种推荐方法均不会发生热失控。

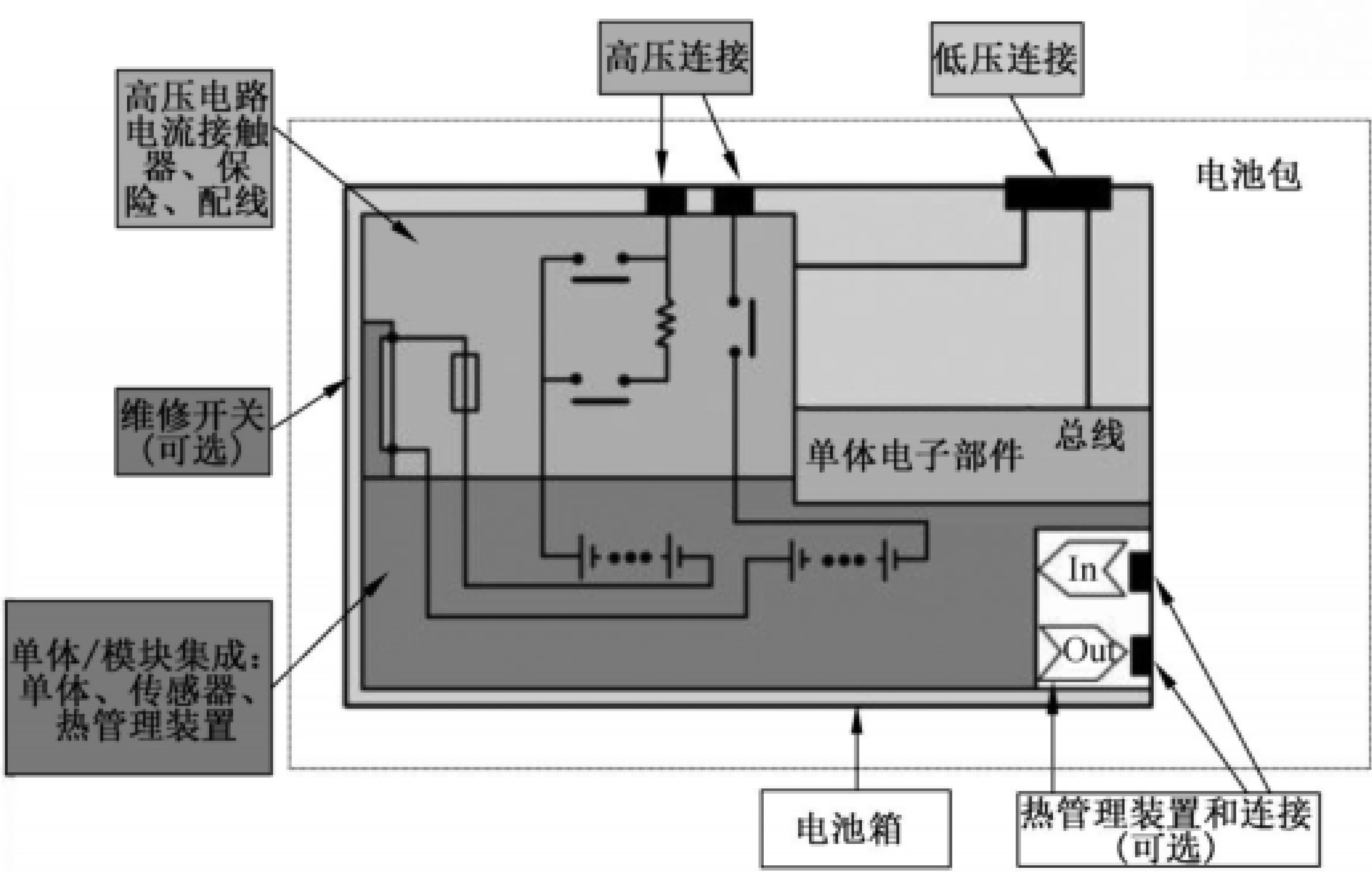
A.4.3.9 触发电池单体热失控后,在试验环境温度下至少观察 2 h,且所有监测点温度均不高于 60 °C 后,结束试验。

附录 B
(资料性)

电池包或电池系统的典型结构

B.1 电池包

电池包是能量存储装置,通常包括电池单体、高压电路、电流接触器等部件及其他外部接口(如冷却、高压、辅助低压和通信等)。图 B.1 是一个电池包的典型结构。

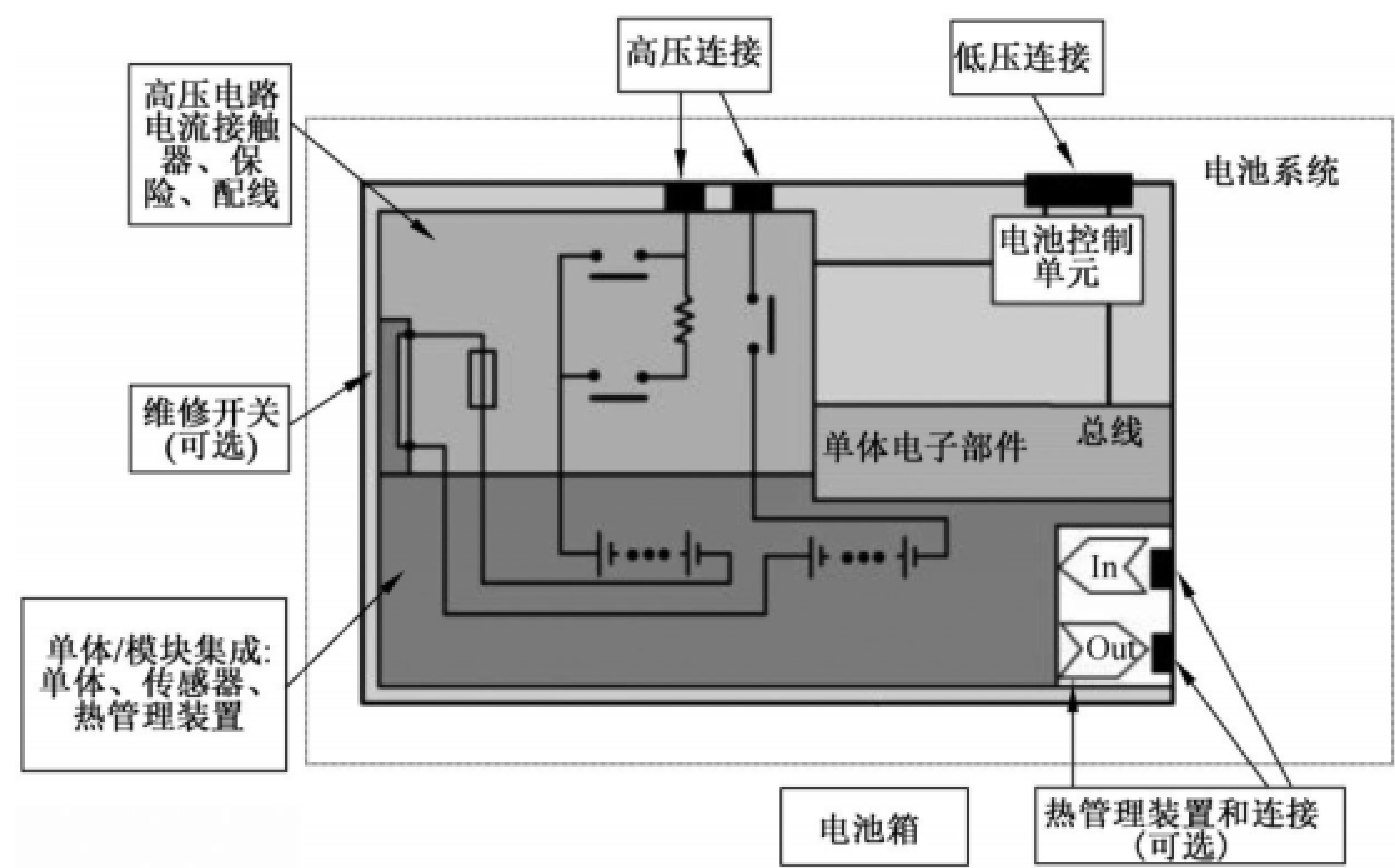


标引符号说明：
In ——冷却介质进口；
Out——冷却介质出口。

图 B.1 电池包典型结构

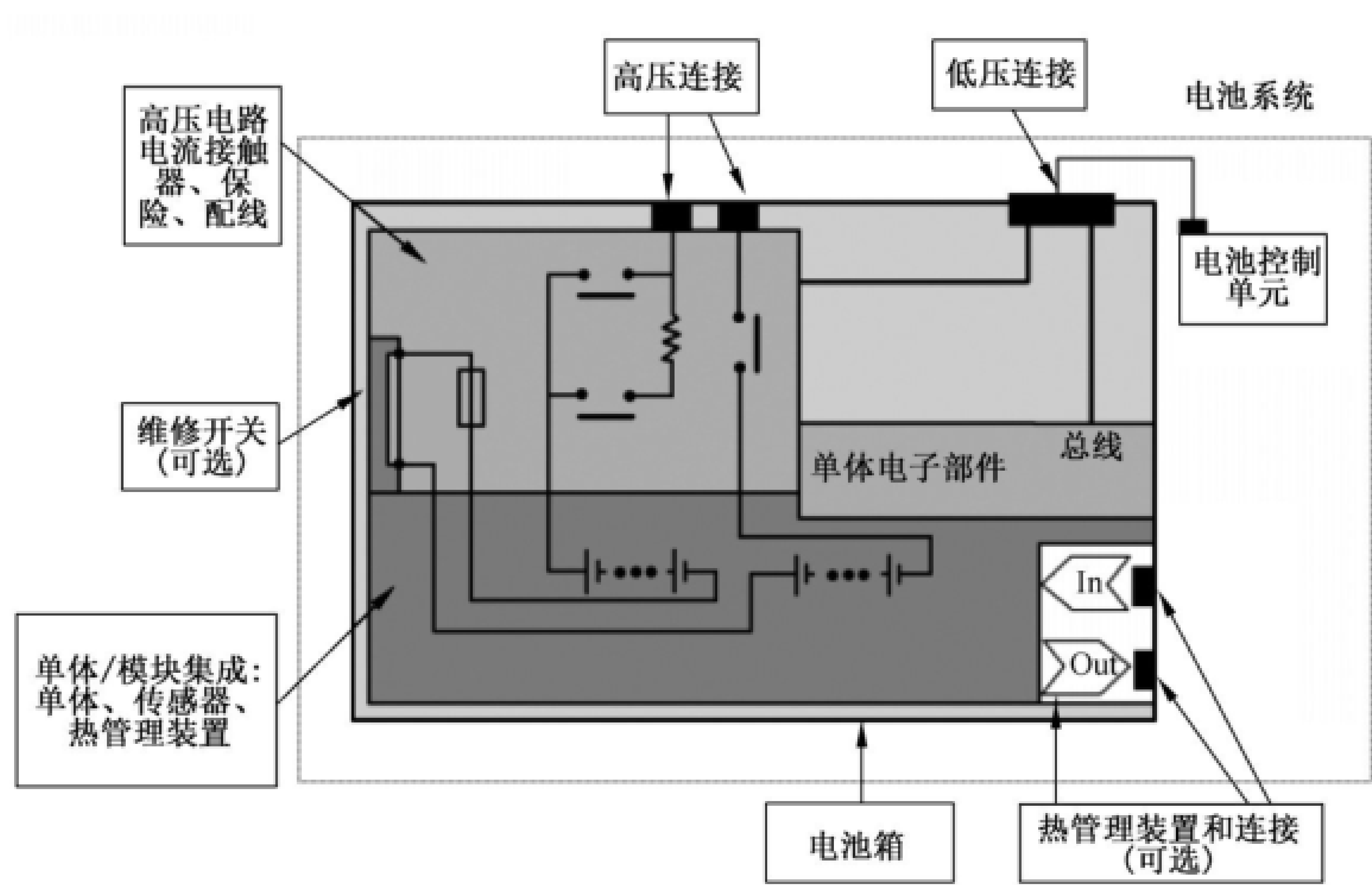
B.2 电池系统

电池系统是能量存储装置,包括电池单体或电池包、电控单元(如电池控制单元,电流接触器)等部件。电池系统的典型结构有两种,分别是集成了电池控制单元的电池系统和带外置电池控制单元的电池系统,分别如图 B.2 和图 B.3 所示。



标引序号说明：
In ——冷却介质进口；
Out——冷却介质出口。

图 B.2 含集成电池控制单元的电池系统典型结构



标引序号说明：
In ——冷却介质进口；
Out——冷却介质出口。

图 B.3 外置集成电池控制单元的电池系统典型结构

附录 C
(规范性)
电池包或电池系统绝缘电阻测试方法

C.1 试验条件

电池包或电池系统均以制造商规定的完全充电状态进行,试验环境温度为 $22\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度为 $15\%\sim 90\%$ 。

电压检测工具的内阻不小于 $10\text{ M}\Omega$ 。在测量时若绝缘监测功能会对电池包或电池系统绝缘电阻的测试产生影响,则应将绝缘监测功能关闭或者将绝缘电阻监测单元从 B 级电压电路中断开,以免影响测量值,否则制造商可选择是否关闭绝缘监测功能或者将绝缘监测单元从 B 级电压电路中断开。

C.2 绝缘电阻测试方法

C.2.1 方法 1

C.2.1.1 使电池包或电池系统内的电力、电子开关激活以保证电池系统处于接通状态。

C.2.1.2 用相同的两个电压检测工具同时测量电池包或电池系统的两个端子和电平台之间的电压,如图 C.1 所示。待读数稳定,较高的一个为 U_1 ,较低的一个为 U_1' 。

注:电池包或电池系统的电平台可以是其与整车电平台连接的可导电外壳。

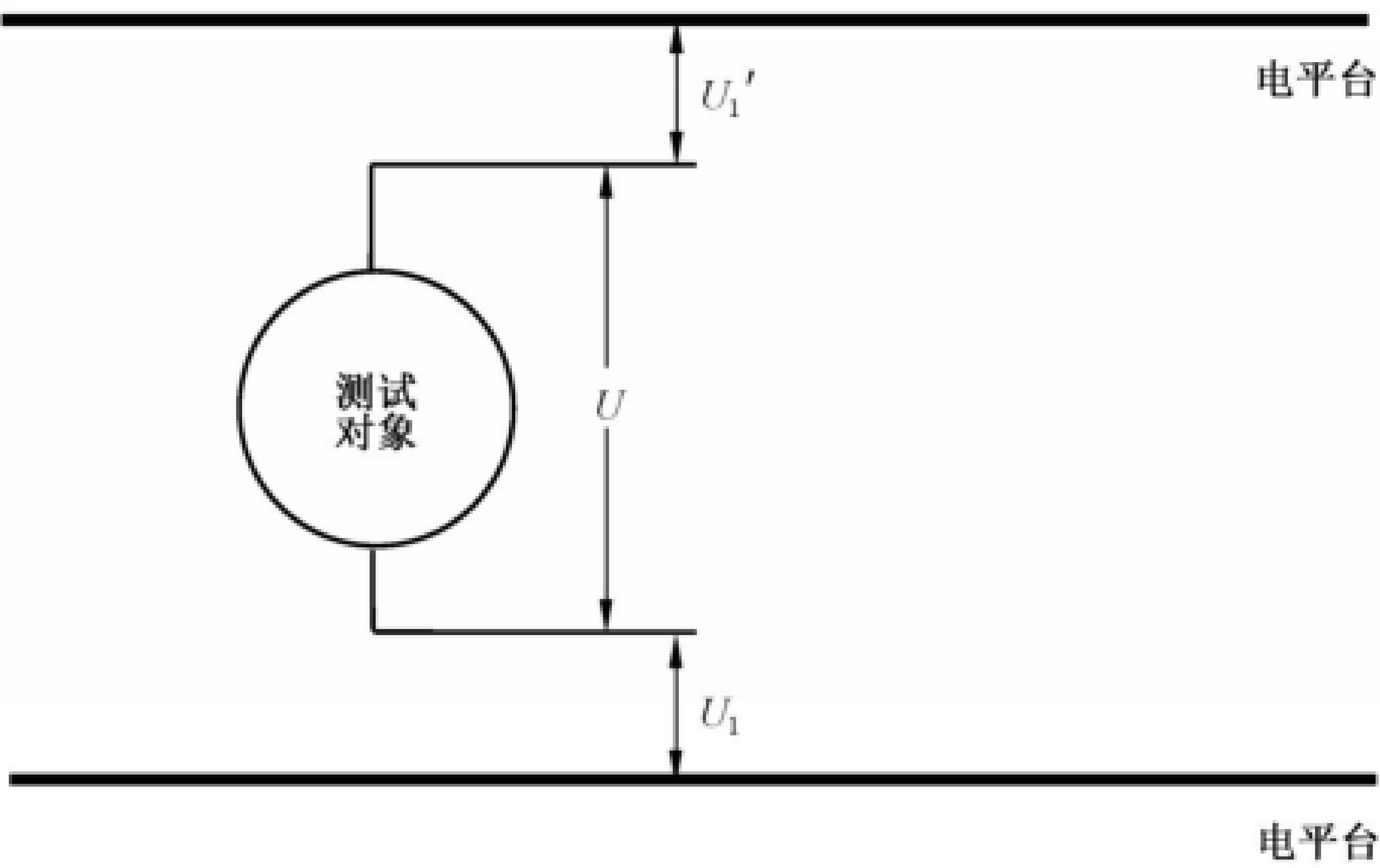


图 C.1 绝缘电阻测量步骤 1

C.2.1.3 添加一个已知电阻 R_0 ,阻值推荐 $1\text{ M}\Omega$,如图 C.2 所示并联在电池包或电池系统的两侧端子与电平台之间。再用 C.2.1.2 中的两个电压检测工具同时测量电池包或电池系统的两个端子和电平台之间的电压,待读数稳定,测量值为 U_2 和 U_2' 。

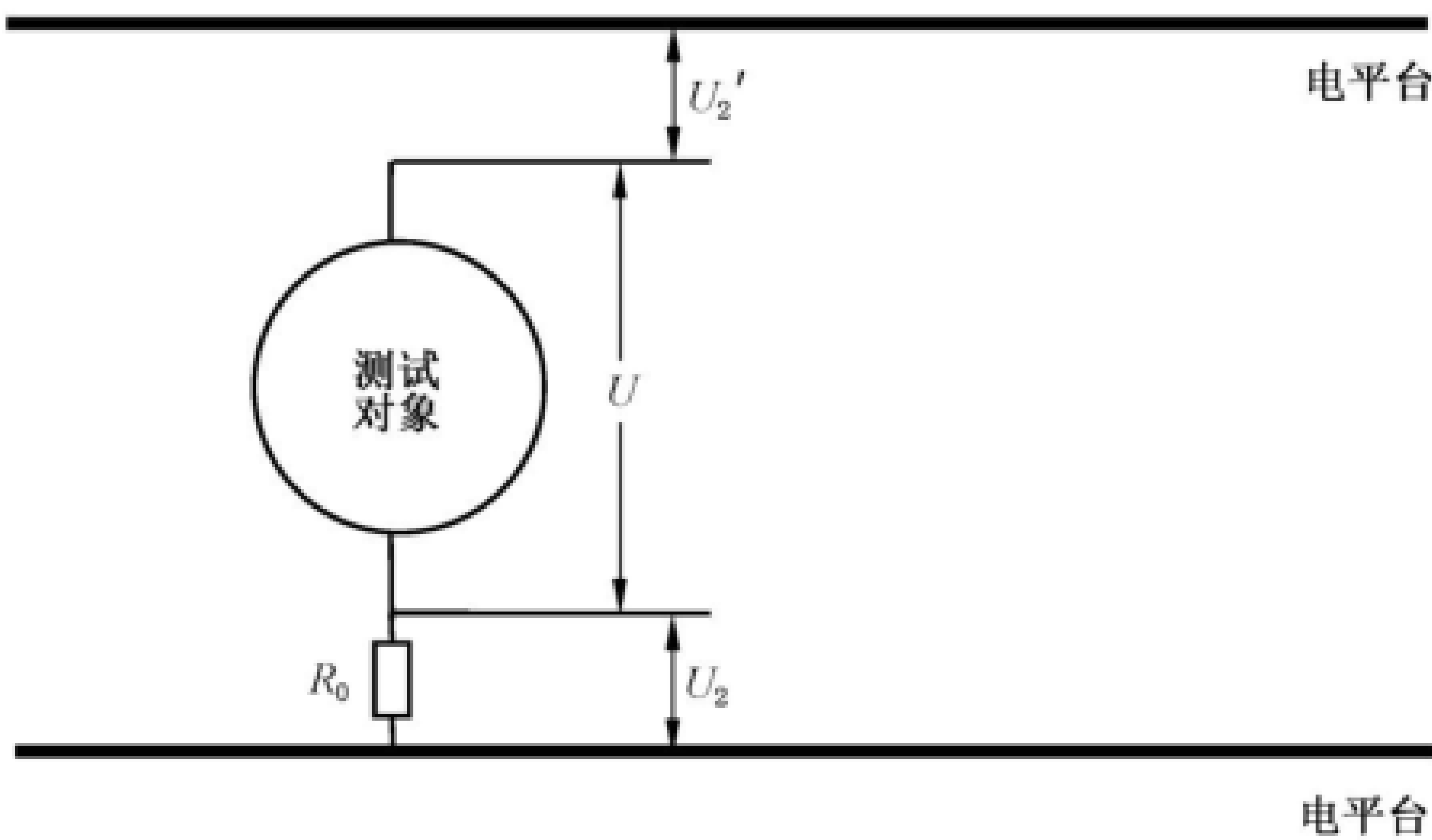


图 C.2 绝缘电阻测量步骤 2

C.2.1.4 计算绝缘电阻 R_i ,方法如下:

R_i 可以使用 R_0 和四个电压值 U_1 、 U_1' 、 U_2 和 U_2' 以及电压检测设备内阻 r ,代入公式(C.1)或公式(C.2)计算。

$$\frac{R_i \times r}{R_i + r} = R_0 \left(\frac{U_2'}{U_2} - \frac{U_1'}{U_1} \right) \dots\dots\dots (C.1)$$

$$R_i = \frac{1}{\frac{1}{R_0 \left(\frac{U_2'}{U_2} - \frac{U_1'}{U_1} \right)} - \frac{1}{r}} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- U_1 、 U_2 —— 电池包或电池系统的两个端子和电平台之间的较高电压,单位为伏特(V);
- U_1' 、 U_2' —— 电池包或电池系统的两个端子和电平台之间的较低电压,单位为伏特(V);
- R_0 —— 电阻值,单位为兆欧(MΩ),推荐 1 MΩ;
- r —— 电压检测设备内阻,单位为兆欧(MΩ)。

C.2.2 方法 2

C.2.2.1 使电池包或电池系统处于接通的状态。

C.2.2.2 使用绝缘电阻仪分别测量电池包或电池系统两个端子和电平台之间的绝缘电阻。

注: 电池包或电池系统的电平台可以是其与整车电平台连接的可导电外壳。

C.2.2.3 测量电压应为电池包或电池系统标称电压的 1.5 倍或 500 V(DC)的电压,两者取较高值。施加电压的时间宜大于或等于 30 s,以获得稳定的读数。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
 - [2] GB/T 34590(所有部分) 道路车辆 功能安全
 - [3] ISO 26262(all parts) Road vehicles—Functional safety
 - [4] IEC 61508(all parts) Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电动土方机械用动力电池
第1部分：安全要求
GB/T 44257.1—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址：www.spc.net.cn

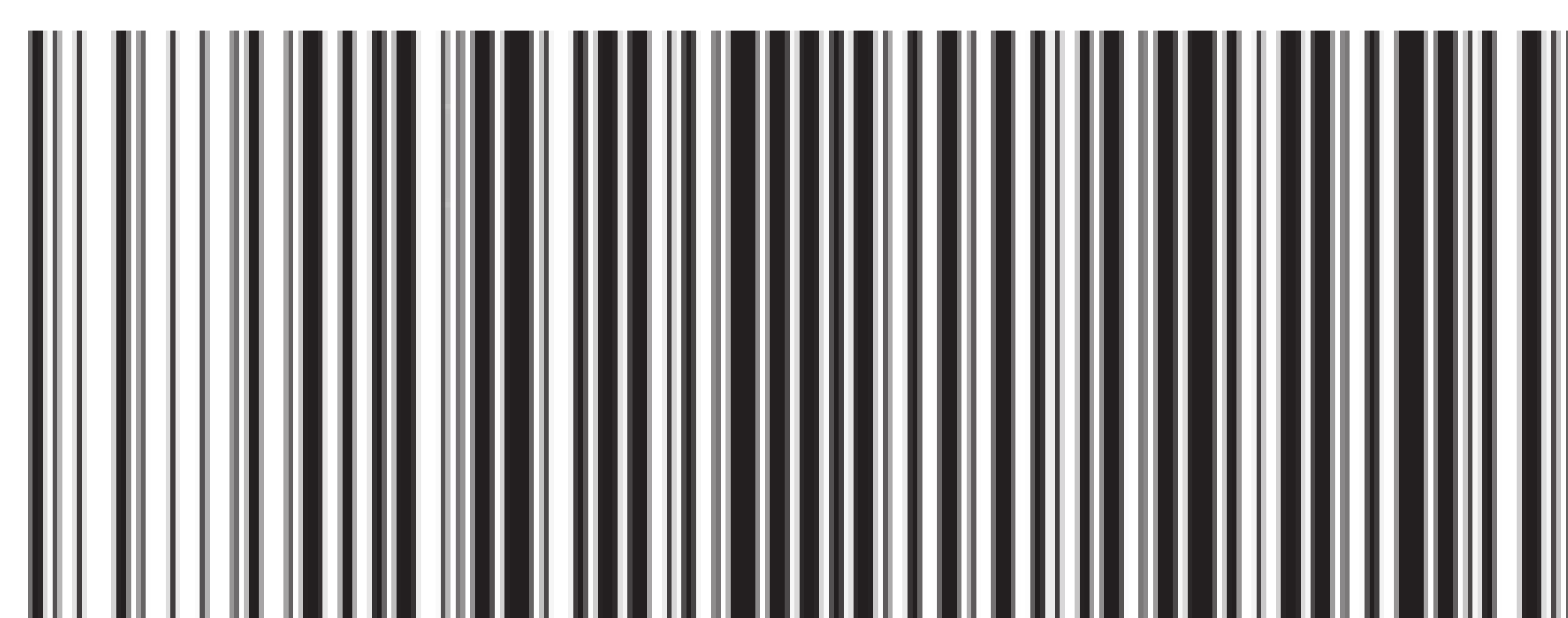
服务热线：400-168-0010

2024年7月第一版

*

书号：155066·1-77249

版权专有 侵权必究



GB/T 44257.1-2024