**中华人民共和国国家计量技术规范**

JJF ××××⎯××××

车用动力电池热失控试验机校准规范

**Calibration Specification for** Thermal Runaway Testing Machine of Traction Battery Used in Electric Vehicle

(征求意见稿)

××××⎯××⎯××发布 ××××⎯××⎯××实施

**国家市场监督管理总局** 发 布

车用动力电池

热失控试验机校准规范

**Calibration specification for thermal runaway testing machine of traction battery used in electric vehicle**

JJF XXXX-XX

归 口 单 位：全国电磁计量技术委员会电动汽车专用计量检测

分技术委员会

主要起草单位：深圳市计量质量检测研究院

参加起草单位：

本规范委托全国电磁计量技术委员会电动汽车专用计量检测分技术委员会负责解释。

本规范主要起草人：

熊凯（深圳市计量质量检测研究院）

参加起草人：

X X X（起草人所在单位名称）

目 录

[引言 II](#_Toc21501)

[1 范围 1](#_Toc4282)

[2 引用文件 1](#_Toc21074)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc8720)

[3.1 电池单体 1](#_Toc16759)

[3.2 热失控 1](#_Toc4816)

[3.3 恒（电）流充电 1](#_Toc15813)

[3.4 恒（电）压充电 2](#_Toc5844)

[4 概述 2](#_Toc6416)

[5 计量特性 2](#_Toc22675)

[5.1 刺针直径 2](#_Toc15385)

[5.2 针尖形状与角度 2](#_Toc3401)

[5.3 针刺速度 2](#_Toc16550)

[5.4 恒流充电电流 2](#_Toc9014)

[5.5 恒压充电电压 2](#_Toc28990)

[5.6 加热功率 2](#_Toc8935)

[5.7 加热温度 2](#_Toc988)

[6 校准条件 3](#_Toc25507)

[6.1 环境条件 3](#_Toc20239)

[6.2 测量标准及其他设备 3](#_Toc29814)

[7 校准项目和校准方法 4](#_Toc30061)

[7.1 校准项目 4](#_Toc26231)

[7.2 校准方法 5](#_Toc8509)

[8 校准结果表达 11](#_Toc18990)

[9 复校时间间隔 11](#_Toc31424)

[附录A 车用动力电池热失控试验机校准不确定度评定示例 12](#_Toc333)

[附录B 校准原始记录格式 17](#_Toc9535)

[附录C 校准证书内页格式 20](#_Toc5175)

引言

本规范依据国家计量技术规范JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首发布。

车用动力电池热失控试验机校准规范

# 范围

本规范适用于车用动力电池热失控试验机的校准, 该试验机至少具备加热触发热失控、针刺触发热失控、过充电触发热失控中的一种触发模式，其他用途电池的热失控试验机的相同参数可以参考本规范进行校准。

# 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 475-2008 电子式万能试验机检定规程

GB/T 2900.41-2008 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 19596-2017 电动汽车术语

GB 38031-2020电动汽车用动力蓄电池安全要求

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

# 术语和计量单位

## 电池单体 secondary 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、电解质、外壳和端子，并被设计成可充电。

[来源：GB 38031-2020，3.1]

## 热失控 thermal runaway

电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

[来源：GB 38031-2020，3.14]

## 恒（电）流充电 constant current charge

不考虑电池的电压或温度，充电期间电流保持恒定值的充电。

[来源：GB/T 2900.41-2008，482-05-38]

## 恒（电）压充电 constant voltage charge

不考虑充电电流和温度，充电时使电压维持恒定值的充电。

[来源：GB/T 2900.41-2008，482-05-49]

# 概述

车用动力电池热失控试验机主要通过加热、过充、针刺中的一种方式触发单体电池热失控，并实时监测电压、电流及温度数据。加热是指以加热装置的最大功率或恒定温升速率对触发对象进行加热至热失控触发判定条件或监测点温度达到300℃；过充通过对某一电池单体进行恒流或者恒压充电直至热失控触发判定条件或客户指定的热失控条件；针刺通过调整钢针位置和方向对电池单体进行穿刺达到热失控的目的；电压、电流监测和温度采集通过数据采集模块完成，同时通过高速摄像机记录热失控全过程影像信息；因此，动力电池热失控试验机主要组成可能包括：电芯加热装置、电芯充放电装置、电芯针刺装置、电流电压采集模块以及温度采集模块。

# 计量特性

## 刺针直径

范围：3 mm～8 mm；

## 针尖形状与角度

形状：圆锥形，角度范围：20°～60°

## 针刺速度

0.1 mm/s～10 mm/s

## 恒流充电电流

范围：10 mA～1 kA，最大允许误差：±2%

## 恒压充电电压

范围：0.1 V～10 V，最大允许误差：±1%

## 加热功率

范围：30 W～3 kW，最大允许误差：±5%

## 加热温度

范围：0℃～300 ℃，最大允许误差：±0.5℃

范围：＞300℃～1000 ℃，最大允许误差：±0.2%

注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。

# 校准条件

## 环境条件

6.1.1环境温度：20 ℃±5 ℃。

6.1.2相对湿度：10% ～ 80%。

6.1.3供电电源：单相或三相相电压：220 V±22 V；频率：50 Hz±5 Hz。

6.1.4周围无影响正常工作的电磁干扰、机械振动、噪音等影响。

## 测量标准及其他设备

6.2.1选取原则

标准设备的测量范围应覆盖被校试验机的测量范围，并具有足够高的分辨力、准确度和稳定性。可选用如下所列的测量标准，各计量标准引入的扩展不确定度（k=2）应不超过被校车用动力电池热失控试验机最大允许误差绝对值的1/3。

6.2.2卡尺

测量范围≥10 mm，最大允许误差：±0.05 mm。

6.2.3 工具显微镜、光学投影仪或者影像测量仪

测量范围：≥ 50 mm ×50 mm，最大允许误差：4 μm+4×10-5 *L*。

6.2.4 角度尺

测量范围：≥ 90°，最大允许误差：±0.1°。

6.2.5 百分表、千分表、钢直尺及秒表

符合JJG 475 - 2008中7.1.2.3条及7.1.2.4条的要求。

6.2.6 拉线位移传感器

测量范围：≥1000 mm，最大允许误差：±0.1%。

6.2.7直流数字电压表

测量范围：0.1 V～10 V，最大允许误差：±（0.005%～0.5%）。

6.2.8 直流标准电压源

测量范围：0.1 V～10 V，最大允许误差：±（0.005%～0.5%）。

6.2.9 直流电流电流表、直流分流器或电流传感器

测量范围：10 mA～1 kA，最大允许误差：±（0.01%～1%）。

6.2.10 电子负载

额定功率：30 W～3 kW；

电压范围：0.1 V～150 V，最大允许误差：±（0.005%～1%）；

电流范围：10 mA～100 A，最大允许误差：±（0.01%～1%）。

6.2.11 滑线变阻器

额定功率：30 W～3 kW；

阻值范围：10 μΩ～1 kΩ，最大允许误差：±（0.01%～1%）。

6.2.12 精密铂电阻

范围：（－40 ～300）℃，最大允许误差：±0.05℃。

6.2.13 标准热电偶

范围：（300～1000）℃，最大允许误差：二等。

6.2.14 电测设备

范围：－100 mV～100 mV，准确度等级不低于0.02级、分辨力不低于1 μV。

6.2.15 参考端恒温器

恒温器深度应不小于200 mm，工作区域温度变化为（0 ± 0.1）℃。

6.2.16 恒温设备

－40 ℃～300 ℃工作区域内任意两点最大温差不大于0.10 ℃，波动度不大于±0.05 ℃/10 min；

300 ℃～700 ℃工作区域内任意两点最大温差不大于0.3 ℃，波动度不大于±0.1 ℃/10 min；

700 ℃～1000 ℃工作区域内任意两点最大温差不大于0.5 ℃，波动度不大于± 0.2℃/10 min。

6.2.17其他设备

电池模拟设备或电池组。

注：电池模拟设备包括电池模拟器、直流稳定电源和负载组成的电池模拟装置。

# 校准项目和校准方法

## 校准项目

车用动力电池热失控试验机校准项目见表1。

表1 校准项目一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 计量特性条款 | 校准方法条款 |
| 1 | 刺针直径 | 5.1 | 7.2.2 |
| 2 | 针尖形状与角度 | 5.2 | 7.2.3 |
| 3 | 针刺速度 | 5.3 | 7.2.4 |
| 4 | 恒流充电电流 | 5.4 | 7.2.5 |
| 5 | 恒压充电电压 | 5.5 | 7.2.6 |
| 6 | 加热功率 | 5.6 | 7.2.7 |
| 7 | 加热温度 | 5.7 | 7.2.8 |

## 校准方法

7.2.1 校准前准备

a) 外观检查

被校车用动力电池热失控试验机的仪器名称、型号、制造厂名或商标、出厂编号、额定输入电压和频率、输出参数额定值、端钮标志等信息应齐全；端钮、通信端口、开关、按键和调节旋钮应无松动、损伤、脱落；各种功能标志应齐全正确；车用动力电池热失控试验机配备的专用测试线、温度传感器、使用说明书等附件要齐全。

b) 工作正常性检查

通电后，各开关、按键、调节旋钮、显示屏、测量仪表和各种状态指示灯（标志）应工作正常。

c) 预热

在规定的环境条件下，测量标准器和被校校车用动力电池热失控试验机按各自的说明书和实际工作需要进行预热。

7.2.2 刺针直径

a) 校准前，将刺针用无水酒精和无尘布擦拭干净。

b) 卡尺在每次测量前正确置零。

c) 使用卡尺在针尖锥端圆柱开始向尾部方向延伸约5mm、10 mm及15mm处（见图1）测量直径。各截面测量1次，分别记录下示值*d*1，*d*2和*d*3，测量结果数据至少保留小数点后1位。

d) 以3次测量结果的算术平均值作为该根刺针直径的测量结果*D*。

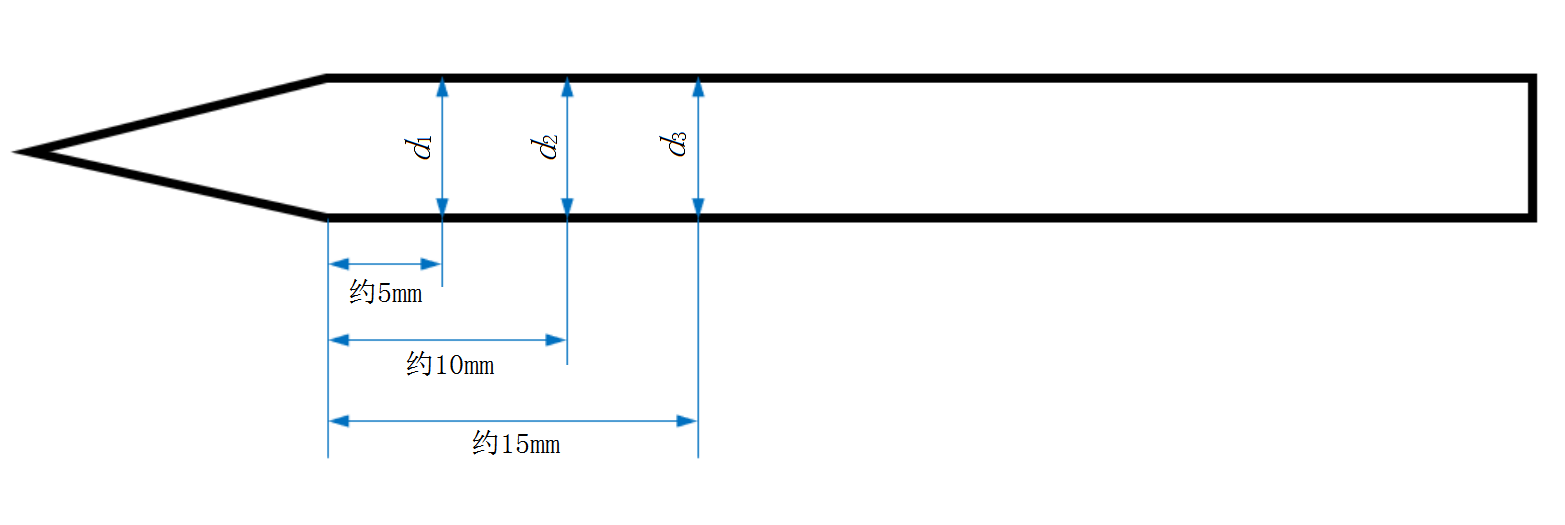


图1 刺针直径校准位置示意图

7.2.3 针尖的形状与角度

a) 校准前，将刺针用无水酒精和无尘布擦拭干净。

b) 目力观察其形状是否为圆锥形。

c) 用角度仪测量针尖的角度。也可使用用工具显微镜、光学投影仪或者影像测量仪等测量。

d) 针尖测量时每个测量位置间隔为60°，共测量3个位置，测量示值记为*A*1，*A*2和*A*3。测量结果数据至少保留小数点后1位。3次测量结果的平均值作为该刺针的针尖角度的测量结果*A*。

7.2.4 针刺速度

按JJG 475－2008中7.2.3条横梁移动速度的检验方法校准，位移量也可用拉线位移传感器代替。

7.2.5 恒流充电电流

车用动力电池热失控试验机的恒流充电电流示值误差可采用标准电流测量器进行测量，标准电流测量器包括直流电流表、直流分流器或电流传感器。

a) 按图2所示接线；

b) 至少选取量程的10% 、50% 、100% 三个校准点；

c) 设置被校车用动力电池热失控试验机充电单位功能为恒流充电模式，按校准点设置充电电流值；

d) 设置被校车用动力电池热失控试验机充电单位的充电终止电压大于电池模拟设备或电池的正负极端电压，确保被校车用动力电池热失控试验机校准过程中不停止工作；



图2 充电电流和电压校准接线图

e) 先接通电池模拟设备或电池，再启动被校车用动力电池热失控试验机充电单位，充电电流稳定后，记录直流电流测量仪表读数和被校车用动力电池热失控试验机充电电流的设置值和测量值于校准原始记录表格；

f) 按公式（1）计算恒流充电电流设置值示值误差，按公式（2）计算恒流充电电流测量值示值误差。

……………………………………（1）

式中：

—— 被校车用动力电池热失控试验机恒流充电电流设置值示值误差，A；

—— 被校车用动力电池热失控试验机充电电流设置值，A；

—— 直流电流标准值，A。

……………………………………（2）

式中：

—— 被校车用动力电池热失控试验机恒流充电电流测量值示值误差，A；

—— 被校车用动力电池热失控试验机充电电流测量值，A；

—— 直流电流标准值，A。

7.2.6 恒压充电电压

车用动力电池热失控试验机的恒压充电电压示值误差可采用标准电压源法或标准电压表法进行测量。

7.2.6.1 标准表法校准电压示值误差

a) 按图2所示接线；

b) 至少选取量程的10% 、50% 、100% 三个校准点；

c) 设置被校车用动力电池热失控试验机充电单位功能为恒压充电模式，按校准点设置充电电压值；

d) 设置电池模拟设备或电池的充电电流值大于被校车用动力电池热失控试验机充电单元的充电终止电流，确保被校车用动力电池热失控试验机校准过程中不停止工作；

e) 先接通电池模拟设备或电池组，再启动被校车用动力电池热失控试验机充电单元，充电电压稳定后，记录直流数字电压表读数和被校车用动力电池热失控试验机充电电压的设置值和测量值于校准原始记录表格；

f) 按公式（3）计算恒压充电电压设置值示值误差，按公式（4）计算恒压充电电压测量值示值误差。

…………………………………（3）

式中：

——被校车用动力电池热失控试验机恒压充电电压设置值示值误差，V；

——被校车用动力电池热失控试验机恒压充电电压设置值，V；

——直流电压标准值，V。

 …………………………………（4）

式中：

——被校车用动力电池热失控试验机恒压充电电压测量值示值误差，V；

——被校车用动力电池热失控试验机恒压充电电压测量值，V；

——直流电压标准值，V。

7.2.6.2 标准源法校准电压测量值

a) 按图3接线，被校车用动力电池热失控试验机充电单元只接电压采样端；



图3 标准源法校准电压接线图

b) 至少选取量程的10% 、50% 、100% 三个校准点；

c) 按校准点设置直流标准电压源的输出电压；

d) 被校车用动力电池热失控试验机充电单元设置为恒压充电模式；

e) 启动直流标准电压源输出，输出电压稳定后，记录直流电压标准值和被校车用动力电池热失控试验机充电单元的电压测量值于校准原始记录表格；

f) 按公式（4）计算恒压充电电压测量值示值误差。

7.2.7 加热功率

车用动力电池热失控试验机一般通过直流电源对加热片或加热丝进行电加热，被校设备的加热功率设置误差可通过分别测量电流和电压误差来测得。

a) 设置车用动力电池热失控试验机加热单元为恒功率加热模式，采用电压电流间接测量法进行校准，其中电压测量采用标准表法，电流测量可采用标准电流表法、分流器法或电流传感器法等方法进行校准；

b) 按图4接线；



图4 加热功率校准接线图

c) 至少选取量程的10% 、50% 、100% 三个校准点；

d) 设置直流电子负载为恒阻模式，按校准点设置放电功率值*Px*，确保被校车用动力电池热失控试验机校准过程中不停止工作；

e) 启动被校车用动力电池热失控试验机加热单元，待放电电压和放电电流稳定后，记录直流数字电压表读数*Vo*和直流电流测量仪表的读数*Io*于校准原始记录表格；

f) 按公式（5）计算被校车用动力电池热失控试验机放电功率设置值示值误差*ΔP*。

*ΔP=Px -* *VoIo* ……………………………………（5）

式中：

*ΔP——*被校车用动力电池热失控试验机加热功率设置误差，W；

*Px ——*被校车用动力电池热失控试验机加热功率设置值，W；

*Vo——*直流电压标准值，V；

*Io——*直流电流标准值，A。

7.2.8 加热温度

a) 至少选取4个校准点，应包含0℃、300℃，其他点位根据实际情况选取；

b) 将标准器和被校车用动力电池热失控试验机的温度采集探头同时插入恒温设备中有效工作区域，如下图5所示。将恒温设备恒定在校准点上，温度偏离校准点不得超过0.2℃（以标准器示值为准），达到稳定状态后，开始读数。其读数顺序如下：

标准→被校1→被校2→……→被校n→标准；

标准→被校1→被校2→……→被校n→标准；

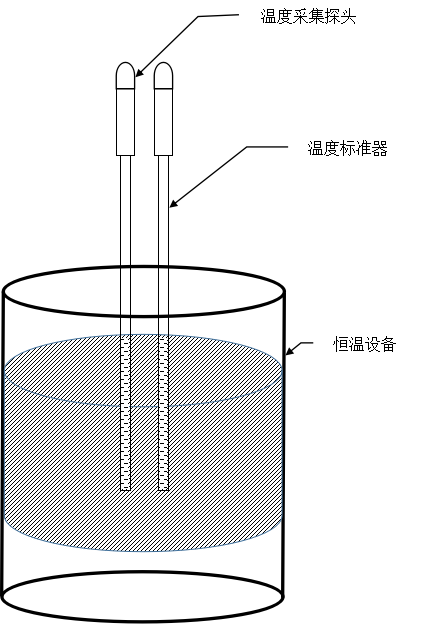


图5 温度装置校准过程示意图

读数时，被校设备每个通道的显示值不少于两次，并记录各通道显示的温度值，取各通道两次读数平均值与实际温度的差值来确定该校准点的测量误差。若在读数过程中恒温设备变化超过0.5℃，则应对设备在该温度点重新校准。用同样方法依次校准其他各点。

c) 实际温度用下式计算：

 ……………………………………（6）

式中：----实际温度，℃；

——标准器四次读数的平均值，℃；

——标准器在校准温度点的修正值，℃。

温度探头测量误差的计算公式如下：

…………………………………………（7）

式中：——被检车用动力电池热失控试验机温度探头的测量误差，℃；

——被检车用动力电池热失控试验机温度探头的测量平均值，℃。

# 校准结果表达

8.1 校准证书

校准结果应在校准证书（报告）上反应，校准证书（报告）应至少包括以下信息：

a) 标题，如“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及其测量不确定度的说明；

m) 对校准规范的偏离的说明；

n) 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录格式见附录B，校准证书（报告）内页格式见附录C。

8.2 数据处理

校准数据结果的末位数应修约到各参数最大允许误差绝对值的1/10位。

# 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录A 车用动力电池热失控试验机校准不确定度评定示例

* 1. 引言

车用动力电池热失控试验机的校准项目有7项，其中针刺速度、加热功率、恒压充电电压、加热温度是最主要的参数。本附录以加热温度和恒压充电电压校准测量不确定度评定为例，说明车用动力电池热失控试验机校准项目的测量不确定度评定的程序。

* 1. 加热温度测量值示值误差校准结果的测量不确定度评定
     1. 测量方法简述

精密铂电阻或标准热电偶和被校设备温度探头同时放入温度稳定的恒温设备中，待示值稳定后分别读取标准温度计和温度巡回检测仪的示值，然后计算出被校温度探头的测量误差。被检设备温度探头显示值读取2次。其读数顺序如下：

标准1→被检1→被检2→……→被检n→标准

分别计算出算术平均值，得到标准温度计和被校温度探头的读数平均示值。

* + 1. 数学模型



式中：——被检设备温度探头的测量误差，℃；

——被检设备温度探头的测量平均值，℃；

——标准器四次读数的平均值，℃；

——标准器在校准温度点的修正值，℃。

* + 1. 测量不确定度评定
       1. 标准不确定度的评定

在恒温槽中，使用精密铂电阻校准探头为PT100分辨力为0.01℃测量范围为(-40～200)℃的热失控试验设备探头，对50℃进行不确定度来源分析。

* + - 1. A类不确定度的评定

在50℃校准点重复测量10次，标准偏差s用公式计算：



测量结果取两个值的算术平均值计算，则*u*1=0.014℃。

* + - 1. B类不确定度的评定

A.2.3.3.1 标准器分辨力引入的不确定度分量*u*2

标准器温度分辨力为0.001℃，不确定度区间半宽0.0005℃，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：*u*2=0.0003℃

A.2.3.3.2 标准器修正值引入的不确定度分量*u*3

标准器温度修正值的不确定度*U*=0.03℃，k=2,则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量：*u*3=0.015℃。

A.2.3.3.3 标准器稳定性引入的不确定度分量*u*4

标准器相邻两次校准温度修正值最大变化0.01℃，按均匀分布，由此引入的标准不确定分量：*u*4=0.003℃。

A.2.3.3.4 恒温设备均匀性引入的不确定度分量*u*5

恒温设备均匀性0.10℃，按均匀分布，由此引入的标准不确定分量： *u*5=0.058℃。

A.2.3.3.5 恒温设备稳定性引入的不确定度分量*u*6

恒温设备稳定性±0.05℃/10 min，按均匀分布，由此引入的标准不确定分量：*u*6=0.029℃。

* + 1. 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量见表A.1。

A.1 不确定度分类一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分量符号 | 不确定度来源 | 数值 | 概率  分布 | 包含  因子 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
| *u*1 | 温度测量重复性 | 0.014℃ | 正态 | 1 | 1 | 0.014℃ |
| *u*2 | 标准器分辨力 | 0.001℃ | 均匀 |  | 1 | 0.0003℃ |
| *u*3 | 标准器修正值 | 0.03℃ | 正态 | 2 | 1 | 0.015℃ |
| *u*4 | 标准器稳定性 | 0.01℃ | 均匀 |  | 1 | 0.003℃ |
| *u*5 | 恒温设备均匀性 | 0.10℃ | 均匀 |  | 1 | 0.058℃ |
| *u*6 | 恒温设备稳定性 | ±0.05℃/10 min | 均匀 |  | 1 | 0.029℃ |

* + 1. 合成标准不确定度的评定

测温误差合成不确定度*u*c计算：

*uc*== 0.068℃

* + 1. 扩展不确定度

扩展不确定度U等于合成标准不确定度uc和包含因子k的乘积。取k=2,置信概率为95%。

= 0.14℃

* 1. 恒压充电电压示值误差校准结果的测量不确定度评定
     1. 测量模型

以标准电压表法校准充电电压5 V测量点的示值误差为例进行不确定度评定。校准方法见7.2.6，其误差校准的测量模型可用公式如下表示。



式中：

——被校电池热失控试验机恒压充电电压测量值示值误差，V；

——被校电池热失控试验机电压测量值的示值，V；

——直流标准电压表读取的电压标准值，V。

以上各输入量之间不相关，不确定度传播可用如下公式表示：



——被校热失控试验机恒压充电电压测量值示值误差的合成标准不确定度，V；

——被校热失控试验机引入的标准不确定度，V；

——被校热失控试验机的标准不确定度，V。

* + 1. 标准不确定度来源

标准电压表的最大允许误差引入的标准不确定度；

标准电压表电压测量分辨力引入的不确定度；

被校电池热失控试验机恒压充电电压测量值的分辨力引入的标准不确定度；

被校电池热失控试验机恒压充电电压测量重复性引入的标准不确定度。

* + 1. 标准不确定度的评定
       1. 标准电压表最大允许误差引入的标准不确定度

按B类进行评定。根据标准电压表5 V技术指标，5 V的最大允许误差为±0.0002 V，服从均匀分布，按B类进行评定，包含因子，则标准电压表最大允许误差引入的标准不确定度为：



* + - 1. 标准电压表电压测量分辨力引入的不确定度

按B类进行评定。标准电压表在5 V量程其分辨力为1 mV，则区间半宽度为，服从均匀分布，包含因子，则

* + - 1. 被校电池热失控试验机恒压充电电压测量值分辨力引入的标准不确定度

根据说明书可知，被校电池热失控试验机电压测量分辨力为0.001 V，那么其区间半宽度为，服从均匀分布，按B类进行评定，包含因子，则被校电池热失控试验机电压测量分辨力引入的标准不确定度为：



* + - 1. 被校电池热失控试验机恒压充电电压测量重复性引入的标准不确定度

被校电池热失控试验机恒压充电电压测量重复性引入的标准不确定度按A类评定，通过标准电压表对稳定被校系统的充电电压（5 V）进行重复测量，测量结果如表A.2所示：

表A.2 电池热失控试验机充电电压5 V点重复性测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值/V | 5.001 | 5.002 | 5.002 | 4.999 | 5.001 | 5.001 | 5.002 | 5.000 | 5.001 | 5.001 |

根据表A.2中的数据，由贝塞尔公式计算出的实验标准差作为被校电池热失控试验机恒压充电电压测量重复性引入的标准不确定度：



* + - 1. 被校电池热失控试验机引入的标准不确定度

为了避免重复计算，测量结果的重复性和电池热失控试验机电压测量分辨力取其中最大值作为被校电池热失控试验机引入合成标准不确定度分量。<，故舍去被校电池热失控试验机电压表的分辨力引入的标准不确定度分量。被校电池热失控试验机引入的标准不确定度：



* + 1. 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量见表A.3。

表A.3 恒压充电电压测量值示值误差标准不确定度分量表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定  度分量 | 不确定度来源 | 评定  方法 | 分布  类型 | 值 | 标准不  确定度 |
|  | 标准电压表的最大允许误差引入 | B | 均匀 |  | 0.12 mV |
|  | 标准电压表电压测量分辨力引入 | B | 均匀 |  | 0.29 mV |
|  | 被校热失控试验机恒压充电电压测量分辨力引入 | B | 均匀 |  | 0.29 mV |
|  | 被校热失控试验机恒压充电电压测量重复性引入 | A | 正态 | 1 | 0.94 mV |
|  | 被校电池热失控试验机引入 | 0.94 mV | | | |

* + 1. 合成标准不确定度的计算

输入量及相互间彼此独立，则合成标准不确定度按下式计算。



* + 1. 扩展不确定度的确定

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：



附录B 校准原始记录格式

车用动力电池热失控试验机校准原始记录

证书编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校仪器信息： | | | | | | | | | | |
| 委托单号 | |  | | | | 送校单位 | | |  | |
| 名 称 | |  | | | | 制造单位 | | |  | |
| 型号/规格 | |  | | | | 出厂编号 | | |  | |
| 校准环境条件及地点： | | | | | | | | | | |
| 温 度 | ℃ | | | | 地 点 | |  | | | |
| 相对湿度 | % | | | | 其 它 | |  | | | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）：  JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示 | | | | | | | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | | | | | | | |
| 名 称 | | | 测量范围 | 不确定度/  准确度等级 | | | | 证书编号 | | 证书有效期至  (YYYY-MM-DD) |
|  | | |  |  | | | |  | |  |

第 页 共 页

车用动力电池热失控试验机校准原始记录

证书编号：

|  |
| --- |
| 校准结果记录 |
| 1. 刺针直径  |  |  |  | | --- | --- | --- | | 要求 | 测量值 | 测量不确定度 | |  |  |  | |  | |  |  1. 针尖形状与角度  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 项目 | 要求 | 测量值 | 测量不确定度 | | 针尖形状 |  |  | ———— | | 针尖角度 |  |  |  | |  | |  |  1. 针刺速度  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 设置值 | 实际位移值 | 所用时间 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  1. 恒流充电电流  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 设置值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  1. 恒压充电电压  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 设置值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  1. 加热功率  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 被校设备显示值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | | 量程 | 被校设备显示值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  1. 加热温度  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 被校设备显示值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |

**校准员： 核验员： 校准日期： 年 月 日**

第 页 共 页

附录C 校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| <校准机构授权说明>  校准结果不确定度的评估和表述均符合JJF1059.1的要求。 | | | | | | | |
| 校准环境条件及地点： | | | | | | | |
| 温 度 | ℃ | | | 地 点 |  | | |
| 相对湿度 | % | | | 其 它 |  | | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： | | | | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | | | | |
| 名 称 | | 测量范围 | 不确定度/  准确度等级 | | | 证书编号 | 证书有效期至  (YYYY-MM-DD) |
|  | |  |  | | |  |  |

第X页 共X页

证书编号 XXXXXX-XXXX

校 准 结 果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 刺针直径  |  |  |  | | --- | --- | --- | | 要求 | 测量值 | 测量不确定度 | |  |  |  |  1. 针尖形状与角度  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 项目 | 要求 | 测量值 | 测量不确定度 | | 针尖形状 |  |  | ———— | | 针尖角度 |  |  |  |  1. 针刺速度  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 设置值 | 实际位移值 | 所用时间 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  1. 恒流充电电流  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 设置值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  1. 恒压充电电压  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 设置值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  1. 加热功率  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 被校设备显示值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  1. 加热温度  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 被校设备显示值 | 测量值 | 示值误差 | 测量不确定度 | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |   说明：  根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下 个月校准一次。 |
| 声明：  1. 仅对加盖“XXXXX校准专用章”的完整证书负责。  2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。 |

校 准 员： 核 验 员：

第X页 共X页

——————