



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

动力电池热物性参数测量方法

Measurement method for thermal properties parameters of power batteries

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

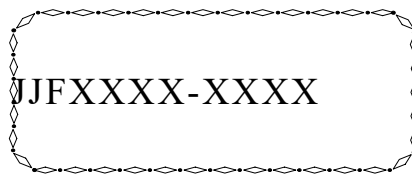
XXXX-XX-

XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

动力电池热物性参数测量方法

Measurement method for thermal properties
parameters of power batteries



归口单位：全国产业计量管理计量技术委员会

主要起草单位：重庆理工大学、中国计量科学研究院、重庆市
计量质量检测研究院、中国计量大学

参加起草单位：合肥国轩高科动力能源有限公司、中汽院新能
源科技有限公司、华霆（合肥）动力技术有限公司、中汽研汽车检验中心
（广州）有限公司

本规范委托全国产业计量管理计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：林春景、刘晓萌、周森、侯德鑫

参加起草人：张圣梓、陆大班、章月朦、赵志伟、张文彬、齐创、徐鹏飞、劳力、罗运俊、邓昕晨、舒星、杨晓霞

目 录

引 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 测试条件	5
4.1 一般条件	5
4.2 测量仪器、仪表准确度	5
4.3 数据记录和记录间隔	5
4.4 安全要求	6
5 样品及校准用模拟样品准备	6
5.1 实际电池单体准备	6
5.2 软包电池单体校准用模拟样品准备	6
5.3 方形电池单体校准用模拟样品准备	6
5.4 圆柱形电池单体校准用模拟样品准备	7
6 比热容测试	7
6.1 目标材质样品标准比热容	7
6.2 标准样件/实际电芯比热容	8
7 导热系数测试	9
7.1 稳态法	9
7.2 瞬变平面热源法	11
7.3 储热释放法	12
8 测试数据记录和结果表达	15
8.1 原始数据记录	15
8.2 结果表达	15
9 测量不确定度	15
10 试验报告	15
附录 A. 储热释放法反演计算建模方法	16

引言

本规范为首次发布。

动力电池热物性参数测量方法

1 范围

本文件适用于动力蓄电池单体（以下简称“电池单体”）的测试。

本文件适用于锂离子、钠离子等体系电池单体，包括方形、软包和圆柱等不同封装形式。其他类型电池单体可参照执行，并应在报告中说明差异。

本文件规定了电池单体质量比热容、体积比热容和等效导热系数的测量方法。导热系数包括方形和软包电池单体厚度方向导热系数和大面方向导热系数，以及圆柱电池单体径向导热系数和轴向导热系数。

本文件不适用于电池单体热失控、燃烧、短路、过充、过放等滥用工况下的热物性参数测量。需要破坏性取样时，仅用于组成材料或代表性叠片试样，不应将其直接等同于完整电池单体等效参数。

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 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

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 19596-2017 电动汽车术语

GB 38031-2025 电动汽车用动力蓄电池安全要求

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

GB/T 19466.4-2025 塑料 差示扫描量热（DSC）法 第4部分：比热容的测定

GB/T 42919.1-2023 塑料 导热系数和热扩散系数的测定 第1部分：通则

GB/T 42919.2-2025 塑料 导热系数和热扩散系数的测定 第2部分：瞬态平面热源（热盘）法

QC/T 1206.1-2024 电动汽车动力蓄电池热管理系统 第1部分：通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 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。

3.2 热电偶 Thermocouple

又称温度传感器，通常由两种金属连接而成闭合回路，通过测量连接点与接线端之间电势差，用于确定连接点处的温度，分为 K 型、N 型等。

3.3 方壳电池 Prismatic cell

结构上采用铝壳或钢壳封装，外形为长方体形的电池单体。

3.4 软包电池 Pouch cell

在结构上采用铝塑膜封装的电池单体，外形为较薄的长方体形。

3.5 圆柱电池 Cylindrical cell

外形为圆柱型的电池单体。

3.6 比热容 Specific heat capacity

单位质量电池单体温度升高 1 K 所需要吸收的热量，符号为 C_p ，单位为 $J/(kg \cdot K)$ 。当用于整个电池单体时，为在规定温度、荷电状态和测试方法下得到的平均等效值。

3.7 导热系数 Thermal conductivity coefficient

也称为热导率，是指材料在单位时间内通过单位面积、在单位温差下传递热量的能力。即在稳定传导传热条件下，对于 1 m 厚的材料的两侧表面的温差为 1 °C，在单位时间内，通过 1 m² 传递的热量。

3.8 荷电状态 state of charge

电池单体按照规定放电条件可以释放的容量占实际容量的百分比。

3.9 大面方向 In plane direction

平行于软包或方形电池单体大面的方向。

3.10 厚度方向 Through thickness direction

垂直于软包或方形电池单体大面的方向。

3.11 径向 Radial direction

垂直于圆柱电池单体中心轴线、沿电芯半径向外的方向，即垂直圆柱电池单体轴向的截面内，由圆心指向圆柱外壁的方向。

3.12 轴向 Axial direction

平行于圆柱电池单体中心轴线的方向，沿圆柱电池单体的高度（长度）延伸。

3.13 等效热物性 Equivalent thermophysical property

对于由多种材料组成、具有复杂内部结构的被测对象，在规定的几何条件、初始条件和边界条件下，为使其简化热模型的响应与真实系统的对应热响应达到预先规定的一致性判据，而等效确定的热物性参数。

注：等效热物性与对应的材料本征热物性具有相同的量纲，但其数值与测量模型、边界条件、被测对象结构及参数辨识方法有关。

注：本文件中的比热容、导热系数等被测量，均默认为电池单体的等效比热容、等效导热系数。

3.14 校准系数 calibration coefficient

采用标准样品或校准样品对测试系统响应进行修正时使用的无量纲系数。

4 测试条件

4.1 一般条件

除另有规定外，试验应在温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $10\%\sim 90\%$ 、大气压力 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 的环境下进行；不能满足上述环境条件时，应记录实际环境条件并在试验报告中说明。

当测试规定的温度改变时，在进行测试前测试样品需要完成环境适应过程，直至电池单体表面温度稳定至目标温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.2 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) 时间测量装置：误差不超过 $\pm 0.1\text{ s}$ ；
- b) 温度测量装置：误差不超过 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 电压测量装置：误差不超过 $\pm 0.05\%\text{ FS}$ ；
- d) 电流测量装置：误差不超过 $\pm 0.05\%\text{ FS}$ ；
- e) 尺寸测量装置：误差不超过 $\pm 0.1\%\text{ FS}$ ；
- f) 质量测量装置：误差不超过 $\pm 0.1\text{ g}$ ；
- g) 绝热量热装置用于比热容测试时，温度稳定性宜不超过 $\pm 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

4.3 数据记录和记录间隔

除非在具体测试项目中另有说明，否则温度、电压、电流、功率、温度场等原始数据的记录

时间间隔应不大于 1 s；采用稳态判定或模型反演时，应保留达到稳定或拟合有效性的全过程数据。

4.4 安全要求

制造商应提供试验开启、终止和报警条件。涉及加热、绝热、冷却或较大倍率充放电的测试，应在试验前确认报警阈值、断电条件和应急处置措施。

试验应在具有排风、防火、泄压和温度超限保护的场所进行。测试过程中应实时监测样品表面温度和电压；出现鼓胀、漏液、异味、异常声响、开路电压突变、任一监测点温度超过规定上限或温升速率异常时，应立即停止试验。

5 样品及校准用模拟样品准备

5.1 实际电池单体准备

测试前应按照制造商规定的方法或等效方法调整样品 SOC，并记录 SOC 调整方法、充放电电流、静置时间和开路电压。每次 SOC 调整后，新的测试开始前样品应至少静置 30 min；需要进行标准充电或标准放电时，应采用制造商规定的充放电制度，并在报告中说明。

样品外观应完好，无漏液、变形、腐蚀、端子松动或绝缘破损；端子极性标识应正确、清晰。测试前应清洁表面，不应改变壳体、极耳、端子和防爆阀结构。应测量并记录开路电压、外形尺寸、质量和初始 SOC；宜对样品进行拍照，并标记大面中心、冷却面、热像测温区域或传感器布置位置。需要固定或包覆传感器时，应使用薄层导热硅脂、导热胶带或绝缘胶带，并记录材料类型和厚度。

软包和方形电池单体应测量长度、宽度、厚度和质量；圆柱电池单体应测量直径、长度和质量。厚度测量应在电池单体处于自由状态下进行。

5.2 软包电池单体校准用模拟样品准备

类似于软包电池单体的模拟物，几何外形呈矩形平板状，导热系数具有各向异性，面向和厚度方向导热系数均可定值，面向导热系数在 5~40 W/m·K 之间，厚度方向导热系数在 0.2~3 W/m·K 之间，面向和厚度方向导热系数比值不小于 5。

推荐使用导热系数在 10~100 W/m·K 之间的金属薄片，和胶膜层叠复合后热压成型，制备出具有正交各向异性的标准样品。该样品厚度方向导热系数使用稳态法测试定值。该样品的面向导热系数，可以基于金属薄片和胶膜的导热系数及厚度，使用并联模型计算定值。

5.3 方形电池单体校准用模拟样品准备

类似于方形电池单体的模拟物，由外壳和卷芯两部分组成，其中卷芯符合软包电池单体模拟标准样品要求，外壳导热系数显著高于卷芯导热系数。

推荐首先制作软包电池单体模拟标准样品，然后通过胶粘接铝合金等高导热外壳。铝合金外壳要建立不同面之间的辅助热传导通道，模拟真实方形电池单体在热测试中的外壳影响。使用该标准样品用于比对测试时，热激励和测温均只能作用于高导热外壳。该标准样品按照内部软包模拟标准样品的表观导热系数定值。

5.4 圆柱形电池单体校准用模拟样品准备

类似于圆柱形电池单体的模拟物，由外壳和卷芯两部分组成，其中卷芯为圆柱状，其周向和轴向导热系数在 $5\sim 40\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 之间，径向导热系数在 $0.2\sim 3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 之间。

推荐使用金属薄片和胶膜卷绕后高温固化成型，内部轴心布置电加热棒和热敏电阻测温传感器，可以通过恒定功率产热时的轴心温度计算得到径向导热系数定值。轴向和周向则根据薄膜材料导热系数，用并联模型计算定值。

6 比热容测试

6.1 目标材质样品标准比热容

6.1.1 测试准备

- a) 准备 DSC（差示扫描量热仪）测试仪；
- b) 准备已知比热容的标准物质蓝宝石（单晶氧化铝 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ），以及待测样品；
- c) 准备空白坩埚，用于基线测试。

6.1.2 基线测试

在相同的测试条件下，首先进行空白测试，即放置空白坩埚进行测试，以补偿测量系统的任何不对称性。

6.1.3 标准物质蓝宝石测试

进行标准物质蓝宝石的测试，参比样品为空白坩埚（建立一个已知比热容的标准曲线）。

6.1.4 待测样品测试

进行待测样品的测试，参比样品同样为空白坩埚。

6.1.5 数据采集与处理

- a) 在一定的升温速率下，通过 DSC 测试仪测量蓝宝石和待测样品的热流变化；
- b) 每一条有样品的 DSC 线都要减去空白测试曲线，以消除基线的影响；
- c) 使用试样测试曲线 DSC 信号与已知的蓝宝石 DSC 信号进行比较，计算待测样品的比热容。

6.1.6 计算比热容

利用已知的蓝宝石的比热容和质量，以及测量得到的热流变化，计算待测样品的比热容。计算公式如下：

$$C_{pSample} = C_{pSapphire} \frac{\phi_{Sample}}{\phi_{Sapphire}} \cdot \frac{m_{Sapphire}}{m_{Sample}} \quad (1)$$

其中， $C_{pSample}$ 是目标材质样品的比热容， ϕ_{Sample} 和 $\phi_{Sapphire}$ 分别是目标材质样品和蓝宝石的热流信号， $C_{pSapphire}$ 是蓝宝石的已知比热容， $m_{Sapphire}$ 和 m_{Sample} 分别是蓝宝石和目标材质样品的质量。

6.1.7 结果分析

分析不同温度下的比热容数据，得到目标材质样品样品在各个温度点的比热容值。

6.2 标准样件/实际电芯比热容

6.2.1 测试设备校准系数获取

在电池单体比热容测试中，为有效减少设备测试误差，应采用与电池单体几何尺寸一致的标准铝块或校准用模拟样品进行校准。通过比较 6.2.2 节获取的标准样件比热容测试值与 6.1 节获取的目标材质样品标准比热容，计算得到测试系统校准系数，并将校准系数用于后续样品比热容计算。校准样品、定值来源、校准温度范围和校准结果应在试验报告中说明。

6.2.2 标准样件/实际电芯比热容测量流程

进行标准样件或实际电池单体比热容测量时，宜将相同状态的样品与薄膜加热片组合成“样品包”。其中，方形或软包样品宜采用两支样品夹持加热片；圆柱样品宜采用三支样品围绕加热片布置。加热片有效加热面积宜不小于其覆盖电池单体大面的 60%，样品包应用导热性能良好的薄层材料固定，并保证传感器贴附牢固。

样品包应放置在绝热腔中部，避免与腔体直接接触；测试前样品温度宜低于初始控制温度不小于 3℃。测试过程中应记录加热功率、各测温点温度和时间，得到温度—时间曲线。加热终止温度宜为 60℃，通常不应超过 65℃；加热阶段电池单体温升速率宜不超过 0.2℃/min。当多个测温点温升差异明显时，应检查样品包接触、加热片位置和传感器固定情况，必要时重新测试。

6.2.3 标准样件/实际电芯比热容测量数据处理

电池单体的比热容是随温度变化的函数，变温比热容计算如公式（2）所示。

$$C_p(T) = \frac{P}{m} \times \frac{1}{dT/dt} \quad (2)$$

当电池单体比热容的测试温度范围较窄时，可认为电池单体在该测试温度区间内为定值，单体平均比热容计算如公式（3）所示。

$$C_p = \frac{P}{m} \times \frac{1}{\Delta T / \Delta t} \quad (3)$$

6.2.3 测试准确度校准流程

针对软包、方形和圆柱形电池单体制备的标准样品，应具有良好一致性。每类标准样品宜至少重复测试 3 次，计算平均值、标准偏差和相对偏差；当重复性不满足预先设定要求时，应检查标准样品一致性、传感器贴附、加热功率稳定性和绝热边界条件，并重新测试。

7 导热系数测试

针对电池单体导热系数测试，目前行业存在多种测试方法，其适用范围各有不同，可根据实际条件选择并规范使用。

7.1 稳态法

7.1.1 测试准备

稳态法宜用于软包或方形电池单体在不破坏完整封装条件下的厚度方向表观导热系数测试。确需将方形电池单体拆解或重新封装为软包形态时，测试对象应表述为卷芯、叠片或代表性重构样品，所得结果不应直接作为完整电池单体导热系数。

测量待测样品的尺寸，记录长度 L、宽度 W、厚度 D。

测试前应将样品调整至规定 SOC；未特别规定时宜采用 50%SOC。调整 SOC 后样品应静置不少于 1 h，并记录开路电压和表面温度。

定制与准备好样品面向几何尺寸一致的薄膜电热片、匀热铝板。

7.1.2 测试系统

测试系统结构如图 1 所示，将两个相同规格的被测电池单体样品，与电热片、冷板等按照图 1 所示结构层叠；最内侧为薄膜电加热片，其两侧具有铝合金或紫铜等材质的高导热匀热板，然后通过导热垫接触待测电池单体样品，再通过导热垫接触外侧的冷板，最外侧具有压紧机构施加压力确保叠堆接触面均匀良好接触。整个测试系统放在恒温箱中。测温传感器应使用细丝状或薄片状传感器，其厚度不超过 1/2 导热垫厚度，以避免插入传感器影响界面接触。建议热端和冷端各布置不少于 2 个测温传感器，以比对检查测试过程中热端和冷端温度均匀性。

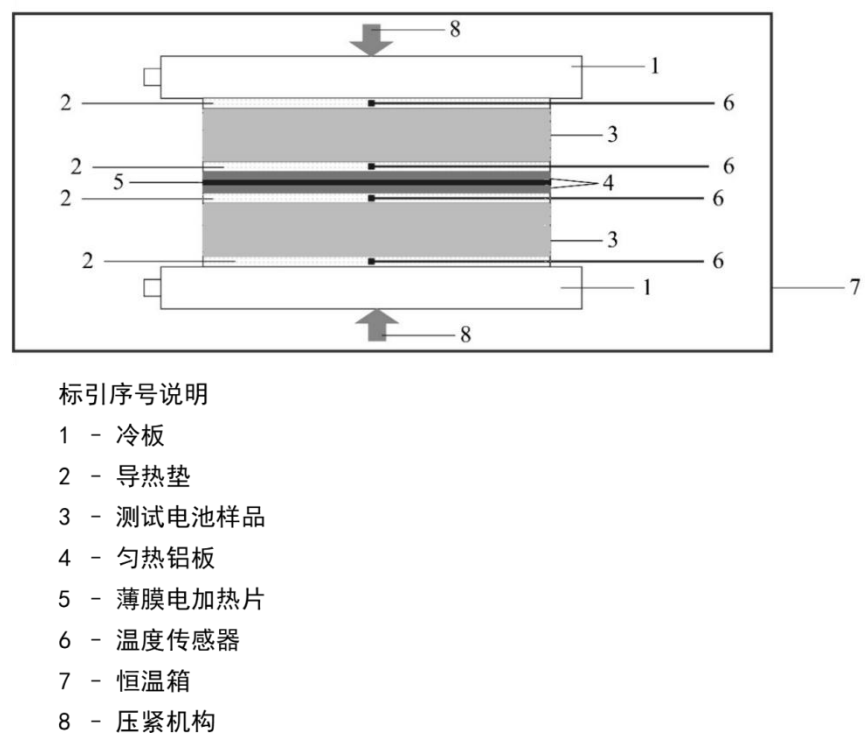


图 1 电池单体导热系数稳态测试系统

7.1.3 测试过程

电热片采用恒定功率持续加热，使用电功率仪表测量记录实际加热功率 Q 。加热片有效面积宜不小于其覆盖样品大面的 60%。功率测量时应考虑减小长导线线路损耗影响，或者采取措施进行补偿修正。

宜设置 3~5 个加热功率点，分别达到热平衡后记录功率和温差。加热功率与温度梯度之间应呈线性关系，线性拟合决定系数宜不小于 0.99。未达到要求时，应延长均衡时间、增加功率点或检查接触热阻后重新测试。

使用测温仪表持续采集温度传感器数据，检查热端和冷端温度变化，当所有温度示值在连续 30 min 内变化不超过 0.2 °C，视作达到热平衡。

检查热平衡时热端和冷端多个传感器测温一致性，如果任一端测温极差超过两端温差的 5%，应检查调整接触情况重新测试。

记录热平衡时的实际加热功率 Q ，热端传感器温度示值平均值 T_{hot} 和冷端传感器温度示值平均值 T_{cool} 。

7.1.4 数据处理方法

待测样品厚度方向表观导热系数计算如下：

$$k_z = \frac{1}{2} \times \frac{Q \cdot D}{(T_{\text{hot}} - T_{\text{cool}}) \cdot L \cdot W} \quad (4)$$

其中， k_z 是厚度方向导热系数， L 、 W 、 D 分别为被测电池单体的长度、宽度和厚度尺寸。

7.1.5 校准要求

开展某种封装形式的电池单体测试之前，应使用本文件第 6 节所述相应校准用模拟样品进行校准。

7.2 瞬变平面热源法

7.2.1 测试准备及过程

为了提高测试准确度，测试要求样品表面平整。

7.2.2 测试系统及过程

当样品为软包电池单体，考虑到电池单体的表面接触不严密，推荐采用单面法，即瞬变平面热源法导热系数仪的探头一面与样品直接接触，在探头的另一面采用导热系数低的材料做热绝缘，同时考虑加热探头的面积较小，选取的区域应有代表性。当样品为方形电池单体时，推荐取卷芯用铝塑膜重新封装为软包形态样品进行测试。

7.2.3 数据处理方法

对于瞬变平面热源法，测试原理如下：

$$\Delta T_i = A + \left(\frac{P_0}{(\lambda_r \lambda_a)^{1/2} \cdot \pi^{3/2} \cdot r} \right) \cdot D_0(\tau_i) \quad (5)$$

其中， P_0 是传感器功率总输出， r 是传感器盘的半径， λ 是测试样品的热传导率，下标 a 表示大面方向，下标 r 表示厚度方向， $D(\tau)$ 为与尺寸无关的时间依赖方程，其中：

$$\tau_i = \sqrt{\frac{t_i - t_{corr}}{\theta}} \quad (6)$$

其中， t 是瞬态记录开始的时间测量值，而 θ 是特征时间，定义为：

$$\theta = \frac{r^2}{\alpha_r} \quad (7)$$

其中 α 是样品的热扩散系数。

首先计算体积比热容，即质量比热容乘以密度得到体积比热容，通过迭代的方法，得到 a 轴方向的热扩散系数 α_a 。

$$\rho c_p = \lambda_r / \alpha_r = \lambda_a / \alpha_a \quad (8)$$

$$\lambda_a = C \cdot \alpha_a \quad (9)$$

依据以上公式，计算出大面内的导热系数，依据拟合直线的斜率，得到厚度方向的导热系数。

7.2.3 校准要求

开展某种封装形式的电池单体测试之前，应使用本文件第 6 节所述相应校准用模拟样品进行校准。

7.3 储热释放法

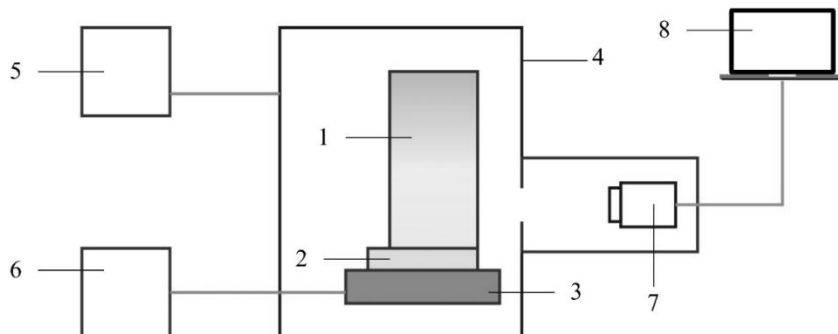
7.3.1 测试准备

测试前待测电池单体宜去除测温区域和冷却面绝缘膜，以减小外部热阻影响。

电池单体表面的热像测温区域应均匀喷涂黑体漆，完全覆盖测温区域。

7.3.2 测试系统

储热释放法测试系统结构示意图见图 2，要点如下：被测电池单体的冷却面通过匀热板接触液冷板，可模拟电池包中液冷式热管理对电池单体实施冷却；被测电池单体及其连接的测试单元均放置在恒温箱中，可通过调节恒温箱温度，使电池单体达到热平衡时处于设定的初始温度状态；被测电池单体的一个大面和匀热板的一个端面平齐，作为红外测温区域，相应区域均喷涂辐射测温用黑体漆，且处于测温热像仪的视场中。



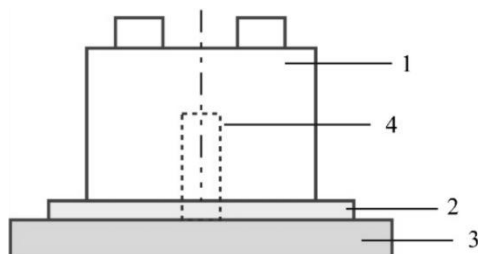
标引序号说明

- 1 - 被测电池
- 2 - 匀热板
- 3 - 液冷板
- 4 - 恒温箱
- 5 - 恒温箱控温单元
- 6 - 液冷板控温单元
- 7 - 测温热像仪
- 8 - 测控主机及软件

图 2 电池单体导热系数储热释放法测试系统示意图

测试时电池单体的冷却面宜与其在电池包或电池系统热管理结构中的主要传热路径保持一致。

如电池包或电池系统中采用底部冷却，则采用图 3 所示冷却方式。即测试时将电池单体底部作为冷却面，热像仪测量记录电池竖直中线上沿冷却传热方向的温度分布规律。

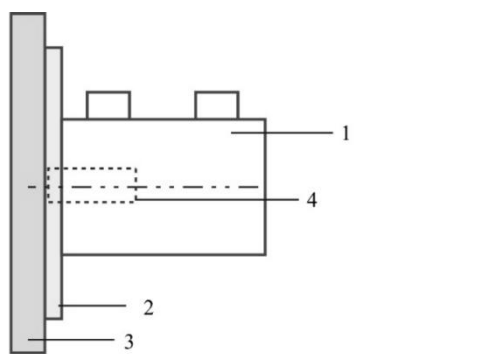


标引序号说明

- 1 - 被测电池
- 2 - 匀热板
- 3 - 液冷板
- 4 - 热像测温区域

图 3 方形电池单体底部冷却模式

如电池包或电池系统中采用侧面冷却，则采用图 4 所示冷却方式。即测试时将电池单体侧面作为冷却面，热像仪记录电池单体水平中线上沿冷却传热方向的温度分布规律。其他冷却方式可参照执行，并应在报告中说明冷却面、传热路径和偏离原因。



标引序号说明

- 1 - 被测电池
- 2 - 匀热板
- 3 - 液冷板
- 4 - 热像测温区域

图 4 方形电池单体侧面冷却模式

7.3.3 测试过程

将电池单体冷却面均匀涂抹导热脂，压紧接触液冷板上的匀热板；调整电池单体位置，使测

温区域正对热像仪；

设置恒温箱温度为储热温度，静置直到被测电池单体达到热平衡；一般建议至少 4 h，且连续 1 h 电池单体表面温度变化不超过 0.1 °C；

设置冷却板的温度为冷却温度，冷却温度和储热温度推荐相差 20 °C，确保冷却过程中电池单体表面有明显的温度梯度；

启动液冷板冷却介质循环，开始冷却过程，直至电池单体测温区域距冷却面最远点温度相较储热温度降温不小于 2 °C，记录完整冷却过程中热像仪采集的温度场数据。

7.3.4 计算方法

采用三维非稳态传热反演方法确定电池单体热传导特性参数。以卷芯面内导热系数、卷芯厚度方向导热系数、卷芯与大面外壳之间的界面传热系数、卷芯与冷却面外壳之间的界面传热系数为待反演参数。反演计算前，应建立能够分别描述外壳和卷芯，并考虑二者之间接触热阻的三维非稳态传热模型。具体步骤如下。

（1）数值模型

数值模型应对卷芯和外壳建立独立的计算域，并分别赋予相应的热物性参数；卷芯与外壳之间的界面应考虑接触热阻。

模型中至少应将卷芯面内导热系数、卷芯厚度方向导热系数、卷芯与大面外壳之间的界面传热系数、卷芯与冷却面外壳之间的界面传热系数等四个参数设置为待反演参数。

模型所需的其他热物性参数及几何参数可作为已知量输入，包括但不限于外壳厚度、外壳导热系数、卷芯密度和卷芯比热容。当实测条件满足相应要求时，卷芯密度和卷芯比热容可采用电池单体整体平均密度和平均比热容替代。

（2）参数反演

根据实测温度响应与数值模型计算温度响应之间的一致性，采用最小二乘法对待反演参数进行辨识。最小二乘拟合的目标函数宜定义为实测温度与计算温度之间偏差的平方和或加权平方和。拟合过程中，应对各待反演参数的物理取值范围设置约束。反演算法应采取措施避免待反演参数估计结果对初始值的过度依赖。

（3）有效性判定

仿真温度与实测温度的均方根偏差宜不超过 0.06 °C，单个测点单个时刻的最大温度偏差宜不超过 0.2 °C。若不满足上述要求，说明计算模型与实际测试之间存在不可忽略的偏差，应检查样品结构、接触状态、初始条件、边界条件、模型几何及输入参数，并重新开展测试或反演计算。

7.3.5 校准要求

开展某种封装形式的电池单体测试之前，应使用本文件第 6 节所述相应校准用模拟样品进行

校准。

8 测试数据记录和结果表达

8.1 原始数据记录

应根据测试方法记录能够复现测试过程和计算结果的原始数据。数据记录应至少包括样品状态、设备状态、环境条件、传感器布置、加热或冷却边界条件、采样间隔、稳定性判据、原始曲线和数据处理过程。

8.2 结果表达

测试结果应给出被测量名称、数值、单位、温度区间、SOC 状态、测试方向、测试方法、校准信息和测量不确定度。导热系数结果应明确厚度方向、大面方向、径向或轴向。比热容结果应明确质量比热容或体积比热容。

9 测量不确定度

比热容和导热系数测量不确定度应按 JJF 1059.1 评定。

10 试验报告

试验报告至少应包括以下内容：

- a) 样品信息：型号、批次、生产企业、标称容量、尺寸、质量、SOC、开路电压、外观检查结果和样品照片。
- b) 测试条件：试验地点、环境温度、湿度、大气压力、测试温度点、样品预处理、SOC 调整方法、静置时间、边界条件和安全监测措施。
- c) 设备信息：仪器型号、校准证书编号、校准日期、传感器布置、数据采集间隔、主要量程、准确度等级和校准系数。
- d) 方法信息：采用的比热容或导热系数方法、样品包形式、校准件信息、模型假设、拟合区间、稳定性判据和试验终止条件。
- e) 原始和处理数据：功率、温度、流量、温差曲线、热像温度场、剔除数据的理由、修正项和计算过程。
- f) 结果：比热容、各方向导热系数、单位、温度区间、SOC 状态和测量不确定度。
- g) 偏离说明：与本规范不一致的任何步骤、偏离原因、偏离对结果的可能影响，以及试验过程中的异常和处理措施。

附录 A. 储热释放法反演计算建模方法

卷芯热传导如式(A.1)所示。

$$\rho_{\text{core}} C_{\text{core}} \frac{\partial T_{\text{core}}}{\partial \tau} = k_{\text{in}} \left(\frac{\partial^2 T_{\text{core}}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{\text{core}}}{\partial y^2} \right) + k_{\text{cr}} \frac{\partial^2 T_{\text{core}}}{\partial z^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

ρ_{core} ——卷芯密度，单位为克每立方米（kg/m³）；

C_{core} ——卷芯比热容，单位为焦耳每克开尔文（J/（kg·K））；

T_{core} ——卷芯温度，单位为开尔文（K）；

τ ——时间，单位为秒（s）；

k_{in} ——卷芯面向导热系数，单位为瓦特每开尔文米（W/（m·K））；

k_{cr} ——卷芯纵向导热系数，单位为瓦特每开尔文米（W/（m·K））；

x ——冷却面法线方向的坐标，单位为米（m）；

y ——卷芯平面上垂直 x 轴方向的坐标，单位为米（m）；

z ——卷芯厚度方向的坐标，单位为米（m）。

外壳热传导如式(A.2)所示。

$$\rho_{\text{shell}} C_{\text{shell}} \frac{\partial T_{\text{shell}}}{\partial \tau} = k_{\text{shell}} \left(\frac{\partial^2 T_{\text{shell}}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{\text{shell}}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T_{\text{shell}}}{\partial z^2} \right) \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

ρ_{shell} ——外壳密度，单位为克每立方米（kg/m³）；

C_{shell} ——外壳比热容，单位为焦耳每克开尔文（J/kg·K）；

T_{shell} ——外壳温度，单位为开尔文（K）；

τ ——时间，单位为秒（s）；

k_{shell} ——外壳导热系数，单位为瓦特每开尔文米（W/（m·K））；

x ——冷却面法线方向的坐标，单位为米（m）；

y ——卷芯平面上垂直 x 轴方向的坐标，单位为米（m）；

z ——卷芯厚度方向的坐标，单位为米（m）。

卷芯和外壳通过接触面换热如式(A.3)所示。

$$-k_r \frac{\partial T_{\text{core}}}{\partial r} = -k_{\text{shell}} \frac{\partial T_{\text{shell}}}{\partial r} = h_r \cdot (T_{\text{core}} - T_{\text{shell}}) \cdot (-1)^s \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

r ——代指 x 、 y 、 z 三轴中任意一个方向；

k_r —— r 所代指方向的卷芯导热系数，单位为瓦特每开尔文米（ $W/(m \cdot K)$ ）；

T_{core} ——卷芯温度，单位为开尔文（ K ）；

k_{shell} ——外壳导热系数，单位为瓦特每开尔文米（ $W/(m \cdot K)$ ）；

T_{shell} ——外壳温度，单位为开尔文（ K ）；

h_r —— r 所代指方向的卷芯和外壳的换热系数，单位为瓦特每平方米开尔文（ $W/(m^2 \cdot K)$ ）；

s ——取值为 0 或 1；卷芯和各轴外壳（共 6 个面）的正向接触面取 1，负向接触面取 0。

电池单体外壳除冷却面之外的 5 个表面和环境换热如式(A.4)所示。

$$-k_{shell} \frac{\partial T_{shell}}{\partial r} = h_{surf} \cdot (T_{shell} - T_0) \cdot (-1)^s \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

k_{shell} ——外壳导热系数，单位为瓦特每开尔文米（ $W/(m \cdot K)$ ）；

T_{shell} ——外壳温度，单位为开尔文（ K ）；

r ——代指 x 、 y 、 z 三轴中任意一个方向；

h_{surf} ——电池单体表面和环境换热系数，单位为瓦特每平方米开尔文（ $W/(m^2 \cdot K)$ ）；

T_0 ——电池单体初始温度，单位为开尔文（ K ）；

s ——取值为 0 或 1；各轴外壳和环境（共 6 个面）的正向接触面取 1，负向接触面取 0。

电池单体冷却面和冷却板换热如式(A.5)所示。

$$-k_{shell} \frac{\partial T_{shell}}{\partial x} = h_{cool} \cdot (T_{shell} - T_{cool}) \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

k_{shell} ——外壳导热系数，单位为瓦特每开尔文米（ $W/(m \cdot K)$ ）；

T_{shell} ——外壳温度，单位为开尔文（ K ）；

x ——冷却面法线方向的坐标，单位为米（ m ）；

h_{cool} ——电池单体冷却面和冷却板换热系数，单位为瓦特每平方米开尔文（ $W/(m^2 \cdot K)$ ）；

T_{cool} ——冷却板温度，单位为开尔文（ K ）。

国家计量技术规范

《动力电池热物性参数测量方法》

(征求意见稿)

编制说明

规范起草项目组

2026 年 9 月

目 次

一、工作简况.....	3
二、编制原则和确定主要内容的依据.....	3
三、主要试验（或验证）情况分析.....	5
四、规范中涉及专利的情况.....	6
五、预期达到的社会效益等情况.....	6
六、采用国际标准和国外先进标准情况.....	6
七、与现行相关文件的协调性.....	6
八、重大分歧意见的处理经过和依据.....	7
九、规范性质的建议说明.....	7
十、贯彻规范的要求和措施建议.....	7
十一、废止现行相关规范的建议.....	7
十二、其他应予说明的事项.....	7

《动力电池热物性参数测量方法》（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家计量技术规范制修订工作安排，《动力电池热物性参数测量方法》由全国产业计量管理计量技术委员会归口。本规范为首次发布，主要面向动力蓄电池单体热物性参数测量需求，拟建立适用于锂离子、钠离子等体系动力电池单体的比热容和导热系数测量方法。

动力电池热物性参数是电池热管理设计、热安全分析、热仿真建模和试验验证的重要基础数据。随着电动汽车及储能产业快速发展，动力电池单体结构、材料体系和封装形式不断丰富，行业对完整电池单体层面的等效比热容、等效导热系数等参数测量需求日益突出。现有材料级测试方法难以直接覆盖完整电池单体的复杂结构和各向异性热传导特征，亟需制定统一、可操作、可比对的计量技术规范。

（二）主要工作过程

起草组围绕动力电池热物性参数测量需求，系统梳理了动力电池单体结构特点、热物性参数应用场景和国内外相关测试方法，重点分析了比热容、导热系数、热像测温、稳态传热和反演计算等方法在动力电池单体测试中的适用性。

在资料调研和技术论证基础上，起草组形成了规范草案框架，明确本规范以电池单体为对象，以质量比热容、体积比热容和等效导热系数为主要被测量，覆盖方形、软包、圆柱等不同封装形式，并对样品状态、SOC 控制、仪器准确度、校准用模拟样品、数据记录、结果表达和测量不确定度提出要求。

2026 年 9 月，起草组结合前期调研、方法适用性分析和文本讨论情况，形成《动力电池热物性参数测量方法》征求意见稿及本编制说明。

二、编制原则和确定主要内容的依据

（一）编制原则

本规范编写遵循科学性、适用性、可操作性和可溯源性的原则，内容安排与国家计量技术规范编写要求相协调，并参考 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》的有关规定。

本规范立足动力电池热物性参数测量的实际需求，充分考虑动力电池单体存在多材料复合、多层结构、封装形式差异和各向异性导热等特点，避免简单套用均质材料测试结论，强调测试边界条件、校准方法、数据记录和结果表达的一致性。

本规范注重与现行计量技术文件和动力电池相关标准衔接，对测量不确定度评定、计量术语、动力电池术语、安全要求和热管理参数应用等内容进行协调，保证规范发布后便于检测机构、科研单位、动力电池企业和整车企业使用。

（二）主要内容

本规范规定了动力蓄电池单体质量比热容、体积比热容和等效导热系数的测量方法。其中，导热系数包括方形和软包电池单体厚度方向导热系数和大面方向导热系数，以及圆柱电池单体径向导热系数和轴向导热系数。

本规范正文包括范围、规范性引用文件、术语和定义、测试条件、样品及校准用模拟样品准备、比热容测试、导热系数测试、测试数据记录和结果表达、测量不确定度、试验报告等内容，并设置储热释放法反演计算建模方法附录。

（三）确定主要内容的依据

表 3 主要引用依据及作用

文件	作用
JJF 1001	统一计量术语和基本定义
JJF 1059.1	支撑比热容和导热系数测量不确定度评定
GB/T 19466.4-2025	支撑差示扫描量热法测定比热容相关内容
GB/T 42919.1-2023、GB/T 42919.2-2025	支撑导热系数、热扩散系数及瞬变平面热源法相关内容
GB 38031-2025	衔接动力蓄电池安全要求
QC/T 1206.1-2024	衔接动力电池热管理系统通用要求及应用场景

本规范确定测试条件时，兼顾计量测试的可重复性和动力电池样品安全性，规定一般环境条件、仪器仪表准确度、数据记录间隔、样品状态和 SOC 控制、安全要求等内容。

本规范确定样品及校准用模拟样品要求时，充分考虑软包、方形和圆柱电池单体几何结构和传热路径差异，提出相应校准用模拟样品准备要求，以提升不同实验室、不同方法之间的可比性。

本规范确定导热系数测试方法时，兼顾现有仪器条件、测试可实施性和动力电池实际热管理边界，分别规定稳态法、瞬变平面热源法和储热释放法，供使用者根据封装形式、测试方向和实际条件选择。

三、主要试验（或验证）情况分析

（一）方法适用性分析

动力电池单体并非均质材料，其热物性参数受电芯结构、极片堆叠或卷绕方式、外壳、极耳、SOC、温度区间和测试边界条件影响。因此，本规范将测量结果界定为在规定条件下获得的等效热物性参数，并要求报告中明确温度区间、SOC 状态、测试方向、测试方法、校准信息和测量不确定度。

比热容测试方面，本规范既保留材料级 DSC 测试方法，也规定标准样件或实际电芯层面的比热容测试流程。通过校准用模拟样品获取校准系数，可降低绝热量热装置、加热片布置、传感器贴附和边界散热差异对测试结果的影响。

导热系数测试方面，稳态法适用于边界条件明确、传热方向清晰的厚度方向测试；瞬变平面热源法可作为局部或代表性区域快速测试方法；储热释放法结合红外热像测温和三维非稳态传热反演，可用于贴近实际冷却边界的等效参数识别，尤其是针对目前圆柱电池单体的导热系数测试，在一定程度上解决了行业空白。

（二）校准与重复性控制

本规范通过校准用模拟样品和测试系统校准系数控制系统误差。针对软包、方形和圆柱形电池单体，分别提出与封装形式相匹配的模拟样品准备要求，并要求每类标准样品宜开展重复性测试，用于评估测试不确定度。

为保证数据可靠性，本规范规定原始数据记录应能够复现测试过程和计算结果，至少包括样品状态、设备状态、环境条件、传感器布置、加热或冷却边界条

件、采样间隔、稳定性判据、原始曲线和数据处理过程。

(三) 测量不确定度与结果表达

本规范要求比热容和导热系数测量不确定度按 JJF 1059.1 评定。结果表达应给出被测量名称、数值、单位、温度区间、SOC 状态、测试方向、测试方法、校准信息和测量不确定度，导热系数结果应明确厚度方向、大面方向、径向或轴向。

四、规范中涉及专利的情况

本规范主要规定动力电池热物性参数测量的一般测试条件、样品准备、校准要求、数据处理和结果表达要求。就现有征求意见稿内容而言，未发现必须使用特定专利技术方可实施的条款。

五、预期达到的社会效益等情况

本规范发布实施后，可为动力电池热物性参数测量提供统一技术依据，提升不同实验室、不同企业之间测试结果的可比性和可追溯性，为动力电池热管理设计、热仿真建模、安全评估和产品开发提供基础数据支撑。

本规范有助于推动动力电池从材料级热参数测试向完整电池单体等效热物性参数测试延伸，促进动力电池热设计和热安全评价技术进步，对提升新能源汽车和储能系统热管理水平、保障产品安全运行具有积极意义。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

本规范未等同采用国际标准或国外先进标准。规范编制过程中参考了差示扫描量热法、导热系数和热扩散系数测试等国内外通用技术路线，并结合动力电池单体结构复杂、封装形式多样、热物性参数呈现等效性和各向异性的特点，对测试对象、测试条件、校准样品、数据处理和结果表达作出规定。

七、与现行相关文件的协调性

本规范与现行计量技术规范、动力电池安全要求、电动汽车术语、热管理系统通用要求以及比热容、导热系数测试相关标准保持协调。规范中有关测量不确定度、术语定义、仪器准确度、试验安全和报告内容的规定，与现行相关文件不

存在矛盾。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、规范性质的建议说明

本规范用于统一动力电池热物性参数测量方法和结果表达要求，建议作为国家计量技术规范发布。

十、贯彻规范的要求和措施建议

建议规范发布后 6 个月实施。实施前可通过宣贯培训、技术交流、试验比对等方式，帮助相关检测机构、科研单位和企业理解规范的适用范围、测试流程、校准要求、测量不确定度评定和试验报告要求。

建议相关单位结合自身仪器设备、样品制备能力和安全管理条件，建立符合本规范要求的作业文件和原始记录模板，并在正式应用前开展典型样品测试和数据处理验证。

十一、废止现行相关规范的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。