

团 体 标 准

T

T/TMAC ×××—2026

新能源汽车电池热失控条件下气凝胶隔热材料 性能测试方法

Test method for performance of aerogel thermal
insulation materials under thermal runaway conditions of
new energy vehicle batteries

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本作品著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 原理	3
5 试验条件	4
5.1 环境条件	4
5.2 试验台架	4
6 材料	4
7 仪器设备	4
8 样品	4
8.1 样品尺寸	4
8.2 样品数量	4
8.3 样品状态调节	4
9 试验步骤	5
9.1 试验准备	5
9.2 试验过程	5
9.3 试验终止	5
10 试验数据处理	5
10.1 温度-时间曲线	5
10.2 关键性能参数计算	5
10.3 结果表示	5
11 精密度和测量不确定度	6
11.1 精密度	6
11.2 测量不确定度	6
12 质量保证和控制	6
12.1 设备校准	6
12.2 参考样件	6
12.3 试验有效性判定	6
13 试验报告	6

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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国技术市场协会提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院宁波材料技术与工程研究所、上海瑞太久合新材料有限公司、上海科沐霖新材料有限公司、蜂巢能源科技股份有限公司保定分公司、中国科学院上海应用物理研究所、北京中研博采技术服务有限公司等单位。

本文件主要起草人：王立平、金光虎、姜日新、修书董、李吉豪、蓝席建、朱海瑞、李萌、朱能杰、谭晶晶、伍大恒、吴斌、程建军、乐志斌、夏卫彬等。

新能源汽车电池热失控条件下气凝胶隔热材料性能测试方法

1 范围

本文件规定了在模拟新能源汽车动力电池热失控条件下,测试气凝胶隔热材料隔热性能的试验方法,包括原理、试验条件、材料、仪器设备、样品、试验步骤、试验数据处理、精密度和测量不确定度、质量保证和控制及试验报告等要求。

本文件适用于各类气凝胶隔热材料在电池热失控场景下的隔热性能测试。

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 4132 绝热 术语

GB/T 36276 电力储能用锂离子电池

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

3 术语和定义

GB/T 4132和GB/T 36276界定的及下列术语和定义适用于本文件。

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。

3.2

热失控触发 thermal runaway trigger

采用外部加热、针刺、过充等方式诱发电池单体发生热失控的试验方法。

3.3

被保护侧 protected side

隔热材料在电池包内远离热失控源,需要被防护的一侧。

3.4

温升速率 temperature rise rate

单位时间内被保护侧温度升高的速率。

3.5

耐受时间 tolerance time

从热失控触发时刻(或加热装置功率达到设定值时刻)到被保护侧温度达到设定阈值所经历的时间。

4 原理

通过模拟电池热失控释放的巨大热流,采用大功率平面加热器对安装有气凝胶隔热样品的试验台架一侧进行高强度加热,再现热失控的热冲击过程。在样品的另一侧(被保护侧)布置温度传感器,连续监测并记录其温度变化。通过分析被保护侧的温度曲线特征参数,综合评价气凝胶隔热材料在极端热条件下的阻隔性能和热稳定性。

5 试验条件

5.1 环境条件

试验应在以下环境条件下进行。

- a) 环境温度：23°C±5°C。
- b) 相对湿度：50%±5%。
- c) 周围无明显气流扰动，不应有阳光直射和其他热辐射干扰。

5.2 试验台架

试验应在专用的隔热性能测试台架上进行。该台架包括但不限于以下内容。

- a) 金属框架，内部有效空间尺寸不小于300 mm×300 mm×厚度方向。
- b) 加热面和被保护面，两表面应平行，间距可调以安装不同厚度的样品。
- c) 样品夹紧装置，样品与加热面和被保护面紧密接触，接触压力为（5±1）kPa。

6 材料

试验材料应符合下列规定。

a) 标准热源：试验采用高密度、大功率方形硅碳棒或金属合金加热板作为标准热源，其发热区域应均匀，尺寸不小于260mm×260mm。

b) 保温材料：用于包裹试验台架非测试区域的耐高温保温砖或陶瓷纤维毡，其使用温度应不低于1000°C，导热系数（200°C时）不大于0.08W/（m·K）。

c) 隔热垫片：根据需要，可采用高温陶瓷垫片或定距块来调节样品与加热面/被保护面之间的距离，确保对中和平行。

7 仪器设备

试验仪器设备应符合下列规定。

a) 加热系统：大功率直流或交流电源，功率不低于15kW，可提供稳定功率输出，功率控制精度为±1%。加热板表面最高工作温度应不低于900°C。

b) 数据采集系统：多通道温度数据采集仪，采样频率不低于1 Hz，精度不低于±1°C。

c) 温度传感器：K型或N型铠装热电偶，丝径不大于1.0 mm，响应时间常数小于1s。其校准应符合国家计量规范要求，校准周期不超过12个月。

d) 测温布点：在被保护侧中心区域及四周关键点布置热电偶。

- 1) 被保护面几何中心点。
- 2) 距被保护面几何中心点100 mm的四个方向（上、下、左、右）的点。
- 3) 加热板与样品接触面的中心点，用于监控加热面温度。
- 4) 环境温度监测点，距台架1 m远，不受热辐射影响。

e) 密封材料：高温密封胶或陶瓷纤维绳，用于填充样品与台架之间的缝隙，减少边缘热损失。

8 样品

8.1 样品尺寸

样品应为平整的方形或圆形，推荐尺寸方形为（250±2）mm×（250±2）mm，圆形为直径（250±2）mm，厚度为产品公称厚度。样品厚度为产品公称厚度。

8.2 样品数量

每组试验至少测试3个有效样品。

8.3 样品状态调节

试验前，样品应在温度 (23 ± 2) ℃、相对湿度 $50\%\pm 5\%$ 的标准环境下调节至少24 h。

9 试验步骤

9.1 试验准备

试验准备应符合下列规定。

- a) 检查仪器设备、电源和数据采集系统是否正常工作。
- b) 将状态调节后的样品准确安装在试验台架的指定位置。
- c) 使用密封材料仔细密封样品边缘与台架之间的间隙。
- d) 按照第7章的要求布置所有热电偶。
- e) 关闭试验舱门或设置好安全警戒线。
- f) 安全防护措施：
 - 1) 试验应在防爆舱或独立防火间内进行，舱内配置烟雾报警、自动灭火（喷淋或惰性气体）及排风系统；
 - 2) 试验区域2 m内不得存放易燃、易爆物品；
 - 3) 操作人员须佩戴隔热手套、防护面罩、阻燃工作服；
 - 4) 现场须备有干粉灭火器（ ≥ 6 kg）一具，并确保人员熟悉使用方法；
 - 5) 试验全过程须有第二人监守，并保证通讯畅通；
 - 6) 试验前检查自动断电、超温保护功能是否正常。

9.2 试验过程

试验过程应符合下列规定。

- a) 开启数据采集系统，记录初始温度（至少稳定1 min）。
- b) 启动加热系统。加热程序分为两个阶段。
 - 1) 预热段：在60s内，将加热板功率线性提升至 (8.0 ± 0.1) kW，并保持该功率恒定。
 - 2) 热冲击段：持续加热直至被保护面中心点温度达到 500°C ，随后进入恒温阶段，恒温5 min，之后停止加热。
- c) 整个加热及冷却过程中，数据采集系统应持续记录所有热电偶的温度数据，直至被保护面中心点温度降至 100°C 以下或试验结束后至少30min。

9.3 试验终止

出现以下情况之一时，应立即终止试验，并记录终止原因。

- a) 加热面温度超过设备限值。
- b) 样品发生破裂、熔融、脱落等现象，导致试验条件发生改变。
- c) 出现明火或其他安全隐患。

10 试验数据处理

10.1 温度-时间曲线

绘制被保护面中心点的温度随时间变化的曲线。

10.2 关键性能参数计算

应从温度-时间曲线中提取以下参数。

- a) 被保护侧最高温度：被保护面中心点的温度在整个试验过程中达到的最高温度值，单位 $^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 耐受时间：从加热开始（0s）到被保护面中心点的温度首次达到 180°C 所经历的时间，单位s。
- c) 平均温升速率：计算从被保护面中心点的温度从 50°C 升至 180°C 时间段内的平均温升速率。

10.3 结果表示

取3个有效样品测试结果的算术平均值作为最终报告结果。同时报告每个样品的单个测试值。

11 精密度和测量不确定度

11.1 精密度

在重复性条件下,使用同一仪器设备,由同一操作员在短时间间隔内对同一样品进行两次单独测试,所得结果的精密度如下。如果两次测试结果偏差超出上述范围,应查找原因并重新试验。

- a) 对于被保护侧最高温度: 相对偏差应小于5%。
- b) 对于耐受时间: 相对偏差应小于8%。

11.2 测量不确定度

试验结果的不确定度主要来源于热电偶的测量误差、加热功率的波动、样品厚度的不均匀性、接触热阻的变化等。实验室根据JJF 1059.1的要求,对被保护侧最高温度和耐受时间等关键参数进行测量不确定度评定。在标准试验条件下,被保护侧最高温度的扩展不确定度($k=2$)宜控制在 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 以内。

12 质量保证和控制

12.1 设备校准

加热系统的功率仪表、数据采集仪及热电偶应定期送至有资质的计量机构进行校准,确保其量值溯源性。校准周期一般不超过12个月。

12.2 参考样件

实验室应保留一种经过多次测试、性能稳定的气凝胶材料作为参考样件。每进行10次测试或重要设备维修后,应对该参考样件进行一次测试。将其结果与历史数据进行比对,以监控测试系统的稳定性。参考样件测试结果波动应在历史平均值的 $\pm 5\%$ 以内。

12.3 试验有效性判定

试验应满足以下条件。

- a) 加热板功率稳定在 (8.0 ± 0.1) kW。
- b) 加热面中心温度在恒功率阶段能达到 500°C ,且持续不少于5 min。
- c) 试验过程中未发生9.3条规定的提前终止情况。
- d) 数据记录完整、连续。

13 试验报告

试验报告包括但不限于以下内容。

- a) 样品描述,包括名称、型号、厚度、生产商、批号等。
- b) 试验日期和环境条件。
- c) 试验设备信息。
- d) 试验参数,包括加热功率、终止条件等。
- e) 关键性能参数的单个值和平均值。
- f) 试验过程中的现象,包括样品安装完成后的全景照片、试验结束后样品正反面照片等。
- g) 试验单位、操作员、审核员签字。