

# 团 体 标 准

T/TMAC ×××—2026

## 锂离子电池用高性能气凝胶隔热材料产品技术要求

### Evaluation of quality grade of high-performance heat insulation gas gel sheet

(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](http://www.ctm.org.cn) 电子信箱：[136162004@qq.com](mailto: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 工作要求 .....	4
4.1 原材料要求 .....	4
4.2 生产工艺要求 .....	4
4.3 生产环境要求 .....	4
5 技术要求 .....	4
6 试验方法 .....	5

## 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：上海瑞太久合新材料有限公司、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、桂林理工大学、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：金光虎、王立平、刘勇平、修书董、李吉豪、朱海瑞、蓝席建、李萌、朱能杰、谭晶晶、伍大恒、吴斌、程建军、乐志斌、夏卫彬等。

# 锂离子电池用高性能气凝胶隔热材料产品技术要求

## 1 范围

本文件规定了锂离子电池用高性能气凝胶隔热材料（以下简称“气凝胶材料”）的工作要求、技术要求、试验方法。

本文件适用于锂离子电池单体、模块及系统用高性能气凝胶隔热材料，包括气凝胶毡、气凝胶板等形态产品，其他类似用途的气凝胶隔热材料可参照执行。

## 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 1347 钠钙硅玻璃化学分析方法
- GB/T 5486 无机硬质绝热制品试验方法
- GB/T 5990 耐火材料 导热系数、比热容和热扩散系数试验方法（热线法）
- GB/T 6343 泡沫塑料及橡胶 表观密度的测定
- GB/T 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
- GB/T 14402 建筑材料及制品的燃烧性能 燃烧热值的测定
- GB/T 34336 纳米孔气凝胶复合绝热制品

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**气凝胶隔热材料** aerogel insulation material

以气凝胶为核心成分，辅以增强骨架、粘结剂等制备而成，具有超低导热系数、优异隔热性能的多孔材料。

### 3.2

**表观密度** apparent density

单位体积气凝胶材料的质量，包括材料内部的孔隙和开口孔隙的体积。

### 3.3

**热导率** thermal conductivity

在稳态条件下，单位时间内通过单位面积气凝胶材料的热量与材料两侧温度差及厚度的比值，又称导热系数。

### 3.4

**线收缩率** linear shrinkage rate

气凝胶材料在规定温度下保温一定时间后，长度方向的收缩量与原始长度的百分比。

### 3.5

**体积电阻率** volume resistivity

表征气凝胶材料抵抗电流通过的能力，是材料内部体积对电流的阻碍作用，单位为  $\Omega \cdot m$ 。

### 3.6

**燃烧性能** combustion performance

气凝胶材料在遇火或高温作用下所表现出的燃烧特性，包括燃烧等级、热值等指标。

## 4 工作要求

### 4.1 原材料要求

气凝胶材料原材料应符合下列规定。

- a) 气凝胶粉体：纯度应不低于95%，比表面积应大于600 m<sup>2</sup>/g，孔径分布范围为2 nm~50 nm，参考GB/T 34336中相关要求。
- b) 增强骨架材料：采用玻璃纤维、陶瓷纤维等无机纤维时，纤维直径应在3 μm~10 μm，抗拉强度不低于100 MPa，其中玻璃纤维应符合GB/T 1347中S30408牌号的相关要求。
- c) 粘结剂：应选用无机粘结剂，如硅溶胶、铝溶胶等，其固含量应不低于30%，pH值范围为6~8，且不应含有对锂离子电池性能产生不利影响的重金属离子（铅、汞、镉含量均不超过10 mg/kg）。
- d) 其他添加剂：如分散剂、消泡剂等，应符合国家相关环保标准，有害物质释放量应满足GB/T 18587中E1级要求。

### 4.2 生产工艺要求

气凝胶材料生产工艺应符合下列规定。

- a) 配料：应按照预设配方精确计量各原材料，计量误差应控制在±1%以内。配料过程中应进行均匀搅拌，搅拌时间不少于30 min，确保气凝胶粉体与其他组分充分混合。
- b) 成型：根据产品形态（毡状、板状）选择合适的成型工艺。毡状产品采用连续卷绕成型，成型压力控制在0.5 MPa~1.0 MPa；板状产品采用模压成型，成型压力为1.0 MPa~2.0 MPa，成型温度为室温~80℃，保压时间不少于10 min。
- c) 干燥：采用热风循环干燥或真空干燥工艺，干燥温度应控制在100℃~150℃，干燥时间为2 h~4 h，确保产品含水率不超过1.0%。真空干燥时，真空度应不低于0.09 MPa。
- d) 烧结：对于需要烧结的产品，烧结温度应根据材料组分确定，一般为600℃~1000℃，升温速率为5℃/min~10℃/min，保温时间为1 h~3 h，随后随炉冷却至室温。

### 4.3 生产环境要求

气凝胶材料生产环境应符合下列规定。

- a) 生产车间应保持清洁、干燥，空气洁净度应达到10万级，温度控制在20℃~28℃，相对湿度不超过60%。
- b) 原材料和成品仓库应通风良好，避免阳光直射和雨淋，温度控制在5℃~35℃，相对湿度不超过70%，并做好防潮、防火、防腐蚀措施。
- c) 生产过程中产生的粉尘应配备有效的收集和处理装置，粉尘排放浓度应符合GB 16297中二级标准要求（排放浓度≤120 mg/m<sup>3</sup>）。

## 5 技术要求

锂离子电池用高性能气凝胶隔热材料的技术要求应符合表1的规定。

表1 技术要求

技术指标	要求（毡状）	要求（板状）
表观密度	120kg/m <sup>3</sup> ~200kg/m <sup>3</sup>	200kg/m <sup>3</sup> ~350kg/m <sup>3</sup>
热导率	≤0.018W/(m·K)	≤0.020W/(m·K)
热导率（高温）	≤0.035W/(m·K)	≤0.038W/(m·K)
常温抗压强度（压缩率10%）	≥50kPa	≥200kPa
常温抗拉强度	≥30kPa	≥150kPa
线收缩率	≤1.0%	≤0.8%
体积电阻率	≥1×10 <sup>12</sup> Ω·m	≥1×10 <sup>13</sup> Ω·m
含水率	≤1.0%	≤1.0%
燃烧性能等级	不低于A1级	不低于A1级

燃烧热值（总热值）	$\leq 0.5\text{MJ/kg}$	$\leq 0.5\text{MJ/kg}$
耐酸性（质量变化率）	$\leq 2.0\%$	$\leq 1.5\%$
耐碱性（质量变化率）	$\leq 2.5\%$	$\leq 2.0\%$
尺寸偏差	长度 $\pm 5\text{mm}$ ，宽度 $\pm 3\text{mm}$ ，厚度 $\pm 0.5\text{mm}$	长度 $\pm 3\text{mm}$ ，宽度 $\pm 2\text{mm}$ ，厚度 $\pm 0.3\text{mm}$

## 6 试验方法

气凝胶隔热材料各技术指标的试验方法应符合表2的规定。

表2 试验方法

技术指标	试验方法	测试条件	注意事项	参考标准
表观密度	1. 按 GB/T 6343 规定，选取 3 个尺寸为 100 mm×100 mm×样品厚度的试样； 2. 用精度 0.01 g 的电子天平称量试样质量 (m)，精确至 0.01 g； 3. 用精度 0.01 mm 的卡尺测量试样长 (L)、宽 (W)、厚 (H)，各测量 3 点，取平均值； 4. 计算表观密度，结果保留两位小数。	室温 (23±2)℃ 常压	试样应平整、无缺损，测量尺寸时避开边缘缺陷区域	GB/T 6343
热导率 (常温/ 高温)	常温： 1. 按 GB/T 10294 采用防护热板法，试样尺寸为 300 mm×300 mm×样品厚度，选取 3 个试样； 2. 设定冷板温度为 15℃，热板温度为 35℃，温差 20℃，待热流稳定后（热流波动 $\leq 2\%/h$ ），记录热流密度和温差； 3. 计算热导率。 高温： 1. 按 GB/T 5990 采用热线法，试样尺寸为 200 mm×200 mm×50 mm，选取 3 个试样； 2. 设定试验温度为 300℃，保温 30 min 后通入热线电流，记录热线温度随时间变化曲线； 3. 根据曲线计算热导率，结果取 3 个试样平均值。	常温： 平均温 25℃ 温差 10℃~20℃ 高温： 平均温度 300℃ 温差 50℃~80℃	常温试验前试样应在 (23±2)℃、 (50±5)%RH 环境下放置 24 h；高温试验后 试样应自然冷 却至室温再 处理	GB/T 10294、 GB/T 5990
常温抗压 强度	1. 按 GB/T 5486，试样尺寸为 50 mm×50 mm×样品厚度，选取 3 个试样； 2. 采用万能试验机，加载速率 1 mm/min，沿试样厚度方向施加压力； 3. 当压缩量达到试样原始厚度的 10%时，记录此时的压力值 (F)； 4. 计算抗压强度，结果取 3 个试样平均值。	室温 (23±2)℃ 加载速率 1 mm/min	加载过程中应 保持试样受力 均匀，避免出现 偏心加载	GB/T 5486
常温抗拉 强度	1. 按 GB/T 5486 将试样加工成哑铃型(标距段尺寸 50 mm×10 mm×样品厚度)，选取 3 个试样； 2. 万能试验机拉伸速率 5 mm/min，夹持试样标距段两端； 3. 记录试样断裂时的最大拉力 (F)； 4. 计算抗拉强度，结果取 3 个试样平均值。	室温 (23±2)℃ 拉伸速率 5 mm/min	试样标距段应 平整，无裂纹， 夹持时避免损 伤试样	GB/T 5486
线收缩率	1. 按 GB/T 5486 试样尺寸为 100 mm×100 mm×样品厚度，选取 3 个试样； 2. 用铅笔在试样上标记 3 条平行于长度方向的标线，测量每条标线的原始长度 (L <sub>0</sub> )，精确至 0.01 mm； 3. 将试样放入马弗炉，以 5℃/min 速率升温至 600℃，保温 2 h，随炉冷却至室温； 4. 测量冷却后每条标线的长度 (L <sub>1</sub> )； 5. 计算线收缩率，结果取 3 个试样每条标线的平均值。	600℃保温 2 h	升温速率应严 格控制，避免试 样因温度骤变 产生开裂	GB/T 5486
体积 电阻率	1. 按 GB/T 1410 试样尺寸为 100 mm×100 mm×样品厚度，选取 3 个试样； 2. 将试样在 (23±2)℃、(50±5)%RH 环境下放置 24 h； 3. 采用高阻计，将电极与试样上下表面紧密接触，施加 1000 V 直流电压，稳定 1 min 后读取电阻值 (R)； 4. 计算体积电阻率，结果取 3 个试样平均值。	室温 (23±2)℃ 相对湿度 (50±5)%	试验环境应保 持干燥、无粉 尘，电极与试样 接触应良好，避 免空气间隙影 响测量结果	GB/T 1410
含水率	1. 按 GB/T 5486 称取试样质量 (m <sub>1</sub> )，精确至 0.01 g，试样尺寸为 50 mm×50 mm×样品厚度，选取 3 个试样； 2. 将试样放入 105℃±5℃的烘箱中，烘干至恒重； 3. 取出试样放入干燥器中冷却至室温，称量质量 (m <sub>2</sub> )； 4. 计算含水率，结果取 3 个试样平均值。	105℃±5℃ 烘干至恒重	试样烘干过程 中应避免与烘 箱壁直接接触， 冷却时应迅速 放入干燥器	GB/T 5486
燃烧性能	1. 按 GB/T 8624 中 A1 级要求进行试验，包括不燃性试验、总燃烧热值试验	按 GB/T 8624	试验前试样应	GB/T

等级	<p>和单体燃烧试验；</p> <p>2. 不燃性试验：将试样放入不燃性试验炉，按规定升温程序加热，记录试样的质量损失、温升和持续燃烧时间；</p> <p>3. 总燃烧热值按 GB/T 14402 测定；</p> <p>4. 单体燃烧试验按 GB/T 20284 测定，记录热释放速率、产烟量等参数；</p> <p>5. 综合各项指标判定燃烧性能等级。</p>	规定进行	在 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ 、 $(50\pm 5)\% \text{RH}$ 环境下放置 48 h，试验过程中做好安全防护措施	8624、GB/T 14402、GB/T 20284
耐酸性、耐碱性	<p>1. 按 GB/T 5486 试样尺寸为 <math>50\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times</math> 样品厚度，选取 3 个试样，分别进行耐酸和耐碱试验；</p> <p>2. 称量试样原始质量 (<math>m_0</math>)，精确至 0.01 g；</p> <p>3. 耐酸试验：将试样浸入 20% <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> 溶液中，液面高于试样 5 mm，浸泡 72 h，期间每 24 h 更换一次溶液；耐碱试验：将试样浸入 10% NaOH 溶液中，条件同上；</p> <p>4. 浸泡结束后，取出试样用蒸馏水冲洗至中性，放入 <math>105^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}</math> 烘箱烘干至恒重，称量质量 (<math>m_1</math>)；</p> <p>5. 计算质量变化率，结果取 3 个试样平均值。</p>	20% $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液浸泡 72 h、10% NaOH 溶液浸泡 72 h	酸碱溶液应现配现用，试验过程中避免溶液溅出，操作时佩戴防护手套和护目镜	GB/T 5486
尺寸偏差	<p>1. 按 GB/T 34336 选取 3 个完整产品作为试样；</p> <p>2. 用精度 0.01 mm 的数显游标卡尺，在试样长度方向两端及中间位置各测量 1 点，宽度方向两端及中间位置各测量 1 点，厚度方向均匀选取 5 个测量点；</p> <p>3. 分别计算长度、宽度、厚度的平均值与公称尺寸的差值</p> <p>4. 结果取 3 个试样各尺寸偏差的最大值。</p>	室温 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ 用精度 0.01 mm 卡尺测量	测量时应将试样平铺在平整的工作台上，避免试样弯曲影响测量结果	GB/T 34336