

T/TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXXX—2025

石墨烯导热膜性能检测技术要求

Technical requirements for testing properties of graphene thermal conductive film

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国技术市场协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
4.1 外观	1
4.2 规格	1
4.3 性能	2
5 试验方法	2
5.1 外观	2
5.2 宽幅测定	2
5.3 厚度测试	2
5.4 密度的测试	2
5.5 比热容测试	2
5.6 热扩散系数测试	3
5.7 导热系数测试	3
5.8 拉伸强度测试	3
5.9 耐弯折次数测试	3
5.10 电导率测试	3
5.11 耐温性测试	4

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。

本文件由常州富烯科技股份有限公司提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

石墨烯导热膜性能检测技术要求

1 范围

本文件规定了石墨烯导热膜的性能检测技术要求，包括技术要求、试验方法。
本文件适用于石墨烯导热膜的性能检测。

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 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法

GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则

GB/T 6672 塑料薄膜和薄片厚度测定 机械测量法

GB/T 10297 非金属固体材料导热系数的测定 热线法

GB/T 22588 闪光法测量热扩散系数或导热系数

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石墨烯导热膜 graphene heat conduction film

以石墨烯为主体制备的具有高导热性、柔性及耐弯折特性的膜材料。

3.2

耐弯折性 resistance to bending

材料在一定条件下反复弯曲后保持结构和性能完整性的能力。

4 技术要求

4.1 外观

- 外观表面无破损、皱折、波纹、划伤、气泡、凹陷或凸起等变形缺陷；
- 自然光下，无明显色差；
- 边缘齐整，无毛刺或撕裂现象；
- 膜片厚度均匀；
- 密封性良好，无漏气、渗水等现象；
- 印刷标识清晰、准确、美观，边缘锐利且不易脱落。

4.2 规格

石墨烯导热膜的规格及偏差要求应符合表1的规定。

表1 规格

序号	项目	单位	规格
1	宽幅	mm	偏差±1
2	厚度	um	偏差±10%
3	密度	g/cm ³	1.45~2.25

4.3 性能

石墨烯导热膜的性能要求应符合表2的规定。

表2 性能指标

序号	项目	单位	指标要求
1	比热容 (25±3) °C	J/ (g·K)	0.85
2	热扩散系数	mm ² /s	600~1100
3	导热系数 (平面)	W/ (m·K)	800~2000
4	拉伸强度	MPa	≥20
5	耐弯折次数 (R2, 180° 次)	次	>2×10 ⁴
6	电导率	s/m	5×10 ⁵ ~10×10 ⁵
7	耐温性	-	400 °C

5 试验方法

5.1 外观

在室内正常光照下目视法观察。

5.2 宽幅测定

5.2.1 试样制备

- 卷状：沿膜材长度方向选取4个位置，覆盖左/右边缘（距边10 mm）、1/4处及中心位置，在每个位置的宽度方向均匀裁取至少5条试样，试样尺寸为40 mm×实际全宽；
- 片状：采用200 mm×200 mm网格化定位，在四角距边缘10 mm处设置四个基准取样点（左下、右下、右上、左上）；沿膜材宽度方向，在纵向中心轴线上等间距选取左1/4宽度、中心点及右3/4宽度三个横向取样点；在膜材长度方向，沿横向中心轴线设置两个纵向极值取样点（距上下边缘10 mm），共9个点实施九点取样。

5.2.2 测量步骤

试验步骤按下列执行：

- 将试样平铺于无尘工作台，避免拉伸或挤压；
- 使用激光测宽仪（精度±0.1 mm）测量每份试样的宽度，计算平均值；
- 实测平均值与标称值的差值应≤±1 mm。

5.3 厚度测试

厚度的测试应按照GB/T 6672的规定进行，使用精度为±1 μm的接触式测厚仪，沿膜材对角线方向裁取10个测试点，每个点重复测量3次，取平均值。

5.4 密度的测试

密度的测试应按GB/T 1033.1规定进行，裁取10 mm×10 mm试样，质量≥0.5 g。称量试样空气中质量 m_1 ，浸入已知密度 $\rho_{液}$ 的无水乙醇，称量浸渍后质量 m_2 ，然后按公式（1）计算密度。

$$\rho = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \cdot \rho_{液} \quad (1)$$

式中：

- m_1 -----试样在空气中的质量；
 m_2 -----试样浸渍后的质量；
 $\rho_{液}$ -----无水乙醇的密度。

5.5 比热容测试

5.5.1 试样准备

从石墨烯导热膜上切取尺寸为10 mm×140 mm试样且试样平整、无缺陷。

5.5.2 仪器设置

打开差示扫描量热仪，并进行预热和校准。

测试在标准试验室温度（25±3）℃下进行，并测试试样在50℃环境下的比热容。

5.5.3 测试步骤

试验步骤按下列执行：

- 将试样静置于差示扫描量热仪的夹持器中；
- 启动测试程序，监测试样在升温过程中的热量变化，并记录数据；
- 整理、处理测试数据，计算比热容。

5.6 热扩散系数测试

按GB/T 22588的要求进行试验。

5.7 导热系数测试

导热系数（ λ ）可通过以下两种方式确定：

- 直接测试法：使用导热系数测试仪直接测量；
- 间接计算法：基于热扩散系数、密度和比热容，按公式（3）计算：

$$\lambda = \alpha * \rho * c \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- λ -----导热系数；
 α -----热扩散系数；
 ρ -----密度；
 c -----比热容。

5.8 拉伸强度测试

拉伸强度测试应按GB/T 1040.1的规定进行测试。

5.9 耐弯折次数测试

5.9.1 仪器

MIT式耐折测试仪。

5.9.2 试验条件

荷重方式：砝悬吊式4.9 N；弯曲频率：250次/分；弯曲角度：90~180°；弯曲夹具R角：5 mm。

5.9.3 试验步骤

试验步骤按下列执行：

- 切取试样尺寸为10 mm×140 mm；
- 把试样两端分别夹在上下两个夹具上，保持平整；
- 以250次/分的频率对试样进行折弯，观察弯曲30000次后是否有明显裂纹，如无明显裂纹为合格；
- 根据测试结果完成测试报告，结果应符合表1的规定。

5.10 电导率测试

5.10.1 仪器

- 四探针测试主要包括主机、测试架和四探针头；
- 量具采用游标卡尺、千分尺。

5.10.2 试验条件

试验室温度为 (25 ± 3) °C。

5.10.3 测试步骤

试验步骤按下列执行：

- a) 测量石墨烯导热膜的厚度，试样尺寸取 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ ；
- b) 按照四探针测试方法测试石墨烯导热膜的方块电阻；
- c) 根据方阻与电导率的关系计算出电导率；
- d) 根据测试结果完成测试报告，其结果应符合。

5.11 耐温性测试

5.11.1 仪器与设备

试验设备有：

- a) 恒温烘箱：控温精度 ± 1 °C，温度均匀性 $\leq \pm 2$ °C，温度范围 $0 \sim 300$ °C；
- b) 表面皿或耐高温托盘；
- c) 光学显微镜或电子显微镜。

5.11.2 试样准备

5.11.2.1 从待测石墨烯导热膜上切取尺寸为 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 的试样 3 片，要求边缘平整、无初始缺陷。

5.11.2.2 试样在测试前需在标准实验室环境（ (25 ± 3) °C，湿度 50%RH）中静置 24h。

5.11.3 测试步骤

试验步骤按下列执行：

- a) 将恒温烘箱预热至设定温度（ 100 °C），待温度稳定后放入试样；
 - b) 开始计时，连续保持 100 °C 环境 240 h；
 - c) 测试期间每 24 h 记录一次烘箱温度，并检查试样状态；
 - d) 测试结束后，关闭烘箱，待温度降至室温后取出试样，试样应符合本文件的要求。
-