

《石墨烯导热膜性能检测技术要求》团体标准

征求意见稿 编制说明

一、任务来源

电子设备不断集成更强大的功能到更小组件中，温度升高会导致设备运行速度减慢、器件故障、影响电池寿命等诸多问题。因此，温度控制成为设计中的关键挑战，散热膜需要在厚度更薄的情况下，具备更好的导热散热性能。部分高端散热膜已从传统毫米级转变为微米级薄膜。

截至目前，国内外还没有专门用于检测散热膜导热散热性能的标准，这导致散热膜市场产品质量参差不齐。为了保证产品的质量和性能一致性，需要有一套完善的检测标准和方法。因此，检测技术的发展也是石墨烯导热膜产业化的必然要求。石墨烯拥有优异热学性能，单层石墨烯导热系数高达 $5300\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。以石墨烯导热膜为代表的石墨烯散热材料是热管理领域具有前景的新型散热材料，与传统人工石墨导热膜相比，具有理论导热率高、膜厚可调、柔性耐弯折等优势，且材料资源自主可控。其已在中高端智能手机、平板电脑等消费类电子产品散热领域大规模商业化应用，还逐步向折叠屏智能手机、智能可穿戴设备、半导体封装、新能源汽车、航空航天等领域拓展。

2018 年石墨烯导热膜在智能手机领域实现商业化应用，标志着其商业化应用案例首次落地，随后多家手机终端厂商相继推出采用该散热方案的旗舰机型。目前，石墨烯导热膜行业已初步形成完整产业链，但仍处在产业化初期阶段，国内具备量产能力的企业较少。在此背景下，制定性能检测方法团体标准，有助于规范市场、提高产品质量、促进企业间的交流与竞争，推动整个行业的健康发展。

目前，石墨烯导热膜性能检测相关的国家标准有 GB/T 13465.12-2023 不透性石墨材料试验方法第 12 部分：导热系数。此标准主要针对不透性石墨材料，提供了一套标准化的导热系数测试方法，适用于传统石墨材料的性能评估。而《石墨烯导热膜性能检测技术要求》团体标准则将专门针对石墨烯导热膜这一新兴材料，考虑了石墨烯材料的特殊性，如其高导热性和薄膜形态，因此在测试方法上进行了优化和创新，以更准确地反映石墨烯导热膜的性能特点。该团体标准的优势在于其能够提供更为精确和针对性的测试结果，满足石墨烯导热膜在高性能热管理应用中的检测需求，推动了石墨烯材料在电子、新能源等领域的应用发展。针对石墨烯导热膜的导热系数、热阻等，急需立项《石墨烯导热膜性能检测技术要求》该标准，填补标准空白点，充分考虑石墨烯导热膜的各种性能参数和检测方法，提高石墨烯导热膜的整体技术水平。

制定《石墨烯导热膜性能检测技术要求》团体标准具有如下重要意义：

一、推动行业规范化发展

石墨烯导热膜作为一种新型材料，其性能直接影响到下游产品的质量和应用效果。制定《石墨烯导热膜性能检测技术要求》团体标准，可以为石墨烯导热膜的生产、销售和使用提供统一的技术规范，推动整个行业的规范化发展。这有助于减少市场上的混乱现象，提高产品的整体质量水平。

二、提升产品质量与性能

通过明确的性能检测标准，企业能够更加精准地控制生产过程，确保石墨烯导热膜的性能达到或超过标准要求。这不仅有助于提升产品的质量与性能，还能增强消费者对产品的信任度，从而促进产品的市场接受度和应用范围的扩大。

三、促进技术创新与进步

有助于推动企业之间的技术共享和创新。同时，为了满足或超越标准要求，企业会加大研发投入，推动石墨烯导热膜技术的不断进步和创新。

四、保护消费者权益

团体标准的制定能够为消费者提供明确的产品性能参考，帮助消费者做出更加明智的购买决策。同时，标准的实施有助于规范市场秩序，打击假冒伪劣产品，保护消费者权益，维护市场公平竞争。

五、促进产业链协同发展。

石墨烯导热膜的广泛应用涉及多个行业和领域，如电子、汽车、航空航天等。团体标准的制定有助于产业链上下游企业之间的协同合作，确保各个环节的产品质量与性能匹配，从而促进整个产业链的健康、稳定和可持续发展。

二、起草单位所作工作

1、起草单位

本标准由常州富烯科技股份有限公司提出，由中国技术市场协会归口。本标准由常州富烯科技股份有限公司、北京石墨烯研究院、开封平煤超导热新材料有限公司、宁波墨西科技有限公司、福建永安市永清石墨烯研究院有限公司、江苏一瑞达复合材料技术有限公司共同起草。

2、主要起草单位及其所作工作

本文件主要起草人及工作职责见表1。

表1 主要起草单位及工作职责

起草人	工作职责
常州富烯科技股份有限公司、北京石墨烯研究院、开封平煤超导热新材料有限公司	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了新材料行业资深专业人员，新材料行业管理人员
宁波墨西科技有限公司、福建永安市永清石墨烯研究院有限公司、江苏一瑞达复合材料技术有限公司	实际生产单位、负责汇报企业生产数据、试验方法，参与标准编制。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的新材料行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

4.1 立项阶段

2024年12月24日，中国技术市场协会正式批准《石墨烯导热膜性能检测技术要求》立项。

4.2 起草阶段

4.2.1 成立标准制定工作组，根据《石墨烯导热膜性能检测技术要求》编制需要，常州富烯科技股份有限公司、北京石墨烯研究院、开封平煤超导热新材料有限公司、宁波墨西科技有限公司、福建永安市永清石墨烯研究院有限公司、江苏一瑞达复合材料技术有限公司等机构相关专家成立标准制定工作组。

4.2.2 形成标准草案：根据工作计划及分工安排，在系统参考、学习已有标准及研究的基础上，标准制定工作组完成《石墨烯导热膜性能检测技术要求》各部分内容，并于2025年1月15日汇总形成标准草案。

4.2.3 2025年3月10日，通过腾讯会议线上召开了《石墨烯导热膜性能检测技术要求》团体标准讨论会，与会代表30余人参加会议。会上，标准编制组就该标准立项背景和标准框架分别进行了介绍。与会专家和代表就标准名称、框架结构、定义、范围、技术指标、试验方法等内容进行了深入讨论。明确了该标准编制工作方向，并提出了一系列标准内容的完善措施和修改意见、建议。

在讨论会结束后标准编制工作组根据与会专家及参会代表的意见和建议，对标准稿进行了修改完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

4.3 征求意见阶段

2025年3月27日，本标准由中国技术市场协会在全国团体标准信息平台面向社会进行公开征求意见，同时由编制工作组向相关单位进行定向征求意见。

五、标准主要内容

根据生产企业常州富烯科技股份有限公司、北京石墨烯研究院、开封平煤超导热新材料有限公司、宁波墨西科技有限公司、福建永安市永清石墨烯研究院有限公司、江苏一瑞达复合材料技术有限公司等单位的产品数据得到以下主要技术内容：

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。

规范性引用文件

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

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。

2.2

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。

3 技术要求

3.1 外观

- a) 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；
- b) 自然光下，无明显色差；
- c) 边缘齐整，无毛刺或撕裂现象；
- d) 膜片厚度均匀；
- e) 密封性良好，无漏气、渗水等现象；
- f) 印刷标识清晰、准确、美观，边缘锐利且不易脱落。

3.2 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

3.3 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

4 试验方法

4.1 外观

在室内正常光照下目视法观察。

4.2 宽幅测定

4.2.1 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。

4.2.2 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。

4.3 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。

4.4 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。

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

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。

4.5 比热容测试

4.5.1 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。

4.5.2 仪器设置

打开差示扫描量热仪，并进行预热和校准。

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

4.5.3 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。

4.6 热扩散系数测试

按GB/T 22588的要求进行试验。

4.7 导热系数测试

导热系数（ λ ）可通过以下两种方式确定：

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

$$\lambda = a * \rho * c \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

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

4.8 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。

4.9 耐弯折次数测试

4.9.1 仪器

MIT式耐折测试仪。

4.9.2 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。

4.9.3 试验步骤

试验步骤按下列执行：

- a) 切取试样尺寸为10 mm×140 mm；
- b) 把试样两端分别夹在上下两个夹具上，保持平整；
- c) 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；
- d) 根据测试结果完成测试报告，结果应符合表1的规定。

4.10 电导率测试

4.10.1 仪器

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

4.10.2 试验条件

试验室温度为（25±3）℃。

4.10.3 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 mm×100 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。

4.11 耐温性测试

4.11.1 仪器与设备

试验设备有：

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

4.11.2 试样准备

4.11.2.1 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。

4.11.2.2 试样在测试前需在标准实验室环境（ $(25\pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，湿度50%RH）中静置24h。

4.11.3 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（ $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），待温度稳定后放入试样；
- b) 开始计时，连续保持 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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。

六、标准水平分析

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

6.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十一、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025 年 3 月