

ICS 17.200.10
CCS M 7452

团 体 标 准

T/BPCT 001-2025

柔性导热垫片导热系数测试方法 闪光法

**Thermal Conductivity Testing Method of Flexible Thermal Conductive Pad
Flash Method**

2025-05-28发布

2025-05-29实施

北京理化分析测试技术学会 发布

前 言

本文件参照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》和GB/T 20001.4—2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》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。

本文件由北京理化分析测试技术学会提出并归口。

本文件负责起草单位：北京市科学技术研究院分析测试研究所（北京市理化分析测试中心）、北京航科固邦科技有限公司、耐驰科学仪器商贸（上海）有限公司、北京市计量科学研究院、北京理化分析测试技术学会。

本文件主要起草人：赵瑾、邹涛、陈宇迪、洪子翼、董浩源、曾智强、卢潇平、李金艳、赵霞、章燕。

团体标准

柔性导热垫片导热系数测试方法 闪光法

1 范围

本标准描述了用闪光法测定柔性导热垫片法向导热系数的方法。

本标准适用于厚度介于0.1 mm~5.0 mm的硅橡胶类柔性导热垫片材料。

本标准适用于测试温度在20 ℃~150 ℃范围内，硅橡胶类柔性导热垫片材料法向热扩散系数的测定和法向导热系数的计算。对于其他温度区间，若材料状态不发生变化，本标准也适用。

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标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 533-2008 硫化橡胶或热塑性橡胶 密度的测定

GB/T 22588-2008 闪光法测量热扩散系数或导热系数

GB/T 35807-2018 硫化橡胶 热扩散系数的测定 闪光法

GB/T 40401-2021 骨架密度的测量 气体体积置换法

GB/T 42919.4-2023 塑料 导热系数和热扩散系数的测定 第4部分:激光闪光法

GJB 1201.1A-2021 固体材料高温热扩散率试验方法 激光脉冲法

JJF（京）145-2024 石墨烯散热片热扩散系数测试技术规范

NB/SH/T 0632-2014 比热容的测定 差示扫描量热法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 柔性导热垫片 flexible thermal conductive pad

聚合物基体和高导热填料，通过基体的高度交联获得的固态粒子填充型片状、可压缩、良好的弹性、表面润湿性和粘性的热界面材料（TIM）。

3.2 热扩散系数 α thermal diffusivity

热扩散系数又称导温系数、热扩散率。是表征非稳态导热过程中温度传播能力的物理参数，是材料传播温度变化能力大小的指标。单位是 mm^2/s 。

3.3 导热系数 λ thermal conductivity

导热系数，又称热导率。是单位时间内在单位温度梯度下沿热流方向通过材料单位面积传递的热量。是表征材料导热性能优劣的热物性参数。单位是 $\text{W}/(\text{m K})$ 。

注：热流方向垂直于材料表面方向，一般称为法向热流。

3.4 定压比热容 C_p specific heat capacity at constant pressure

定压比热容是在恒定压力下，单位质量的物质升高 1K 所需要的热量。单位是 $\text{J}/(\text{g K})$ 。

3.5 密度 ρ density

在一定温度下，单位体积橡胶的质量。单位是 g/cm^3

4 方法原理

在设定的某一温度下，特定尺寸的均质试样（或视为均质）受高强度、短时能量脉冲照射，试样下表面吸收能量使温度瞬时升高，试样下表面作为热端将能量以理想的一维热传导方式向冷端传递。记录试样上表面中心部位的温升曲线。闪光法温升曲线见图1。

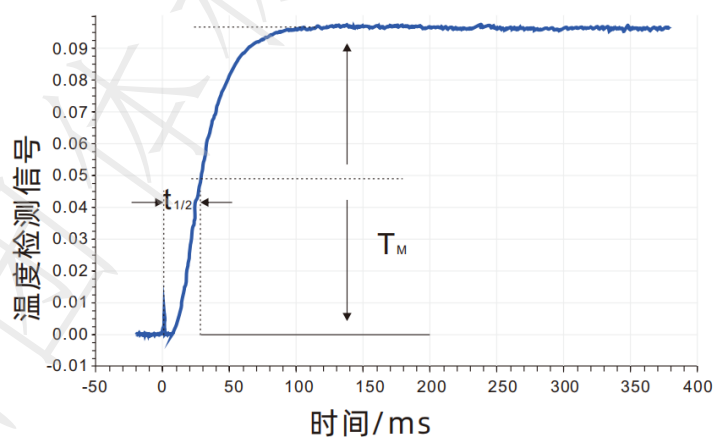


图1 闪光法的温升曲线

根据试样的厚度和上表面温度上升达到最大值的一半所需要的时间 $t_{1/2}$ ，计算出热扩散系数的值。热扩散系数计算公式见式（1）。

$$\alpha = 0.1388 \frac{L^2}{t_{1/2}} \quad (1)$$

式(1)中:

α —热扩散系数, mm^2/s

L —试样厚度, mm

$t_{1/2}$ —半升温时间, ms

5 仪器和材料

5.1 导热仪及试样架

导热仪需配置光源系统、可精准控温并恒温的环境炉、试样架、温度采集器、数据传输系统、曲线计算软件。

一般情况下, 应选择仪器配置的薄材料试样架进行测试。在没有此类薄材料试样架的情况下, 可用单孔或多孔试样架进行测试。

5.2 测厚装置

应使用校准过的千分尺, 分度值不低于 0.001 mm 。或者低压缩量的测微计。

5.3 材料

5.3.1 石墨喷罐。

5.3.2 氩气、氮气, 纯度应不低于99.99%。

5.3.3 液氮, 纯度应不低于99.99%。

5.4 标准物质

热扩散系数标准物质或者标准样品。与试样热扩散系数及半升温时间都相近的参考物质或者标准样品。

6 试样

6.1 根据试样架性状, 剪裁相应尺寸的试样进行测试。测量试样厚度时, 需在试样中心位置测试三次, 取算术平均值, 单位为 mm , 精确到 0.001 mm 。

6.2 对于平整度差的薄试样或软质试样, 试样尺寸建议大于试样架孔洞, 以便加盖样品帽或者遮光板, 使试样处于平整状态。对于平整的试样, 可直接放置于试样架的相应位置进行测量。

6.3 试样喷碳处理

为保证石墨喷涂的均匀性，喷涂前应将喷罐充分摇匀，避免喷罐的溶剂与石墨混合不均匀。喷涂应做到均匀、饱满、轻薄，能够完全遮住试样表面，以看不到试样颜色为准，不能过度喷涂。试样厚度越小，石墨层应越薄。可多次、少喷。

6.4 试样数量

对一种材料，至少测试三个试样。

7 仪器的校验

测试前，应选择5.4中规定的热扩散系数标准物质或者标准样品对仪器进行校验。应保证标准物质或者标准样品的热扩散系数测试结果与其标称值偏差不超过 $\pm 5\%$ 或仪器规定的限值。

8 试验步骤

8.1 测试前，开启仪器主机、水浴，预热时间至少0.5 h。

8.2 确定导热仪的上下窗片洁净。必要时，使用乙醇擦净窗片。

8.3 将足量的液氮灌入红外温升检测器的杜瓦瓶中。

8.4 按照第7部分内容，进行仪器校验。

8.5 环境温度下，按照6.1.1中的步骤测量试样厚度。

8.6 对试样进行喷碳处理。按照6.2.2中的步骤对试样喷碳。

8.7 开启仪器的环境炉，将装好试样的试样架放入环境炉中，关闭炉腔。高于100 ℃或低于20 ℃的测试，需在干燥的高纯氩气或者高纯氮气保护下进行。

8.8 试验参数设置

8.8.1 光源电压

在保证温升曲线的信噪比和信号高度的情况下，根据试样厚度、测试温度设置合适的光源电压。

8.8.2 脉冲宽度

脉冲宽度是光源脉冲强度大于其最大值一半的持续时间。

对于厚度0.1 mm~0.5 mm的试样，为减少有限脉冲时间效应的影响，在保证温升曲线形态、拟合度、信号高度、信噪比的前提下，应将脉冲宽度尽量降低。推荐脉冲宽度应小于试样半升温时间的0.01倍。

8.8.3 增益、信号高度和信噪比

增益是确保温升曲线信号高度和信噪比的参数。设置合理的增益，以确保温升曲线信噪比为3~5倍，信号高度大于1V。

8.8.4 温升时间

测试前，需通过对试样预闪射，获取试样的半升温时间。温升曲线的温升时间推荐设置为试样半升温时间的10倍以上。

8.8.5 数据拟合

柔性导热垫片材料是致密无孔的均质固体材料，应采用“标准+脉冲修正”模型计算热扩散系数值。或者采用其他针对致密无孔的固体材料的模型计算热扩散系数值。当垫片材料中的无机填料含量较高，橡胶基体与填料的温升过程存在明显差异，且温升曲线与“标准+脉冲修正”模型拟合度较低时，应采用“渗透/渗射+脉冲修正”模型拟合。

8.9 定压比热容测试。

参见NB/SH/T 0632-2014。

8.10 密度测试。

参见GB/T 533-2008。

若确认试样致密无孔，可用气体体积置换法测试密度值。参见GB/T 40401-2021。

9 结果处理

采用闪光法测试得到导热垫片的热扩散系数值，与相应测试温度的定压比热容和表观密度值相乘得到的结果，即为该导热垫片材料在该温度下的导热系数。导热系数计算公式见式（2）。

$$\lambda = \alpha \cdot C_p \cdot \rho \quad (2)$$

式（2）中：

λ —导热系数，W/(m K)

α —热扩散系数，mm²/s

C_p —定压比热容，J/(g K)

ρ —密度，g/cm³

10 精密度

导热垫片热扩散系数测试的重现性限为0.040 mm²/s，再现性限为0.238 mm²/s。

11 报告

11.1 参考的标准号，如T/BPCT001—2025。

11.2 试样的形状、状态、厚度、直径或边长等。

11.3 测试得到的热扩散系数值，单位为 mm^2/s ；计算得到的导热系数值，单位为 $\text{W}/(\text{m K})$ 。

11.4 测试用仪器型号。

11.5 测试日期。

11.6 本文件中未规定的任何可能对测试结果很重要的其他信息或操作。