



中华人民共和国国家标准

GB/T 35807—2018

硫化橡胶 热扩散系数的测定 闪光法

Rubber, vulcanized—Determination of thermal
diffusivity—Flash method

2018-02-06 发布

2018-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会(SAC/TC 35)归口。

本标准起草单位：双钱轮胎有限公司、北京市理化分析测试中心、怡维怡橡胶研究院有限公司、风神轮胎股份有限公司、耐驰科学仪器商贸(上海)有限公司、北京橡胶工业研究设计院。

本标准主要起草人：董文武、黄中瑛、邹涛、赵瑾、朱毅、刘爱芹、任绍文、刘晴晴、王荣、谢君芳、李静。

引 言

闪光法测定热扩散系数的试验方法由于具有测定范围广、温度高、速度快、测定过程可以在氧化气氛、惰性气体或真空环境下进行等特点,还具有试样几何结构简单、尺寸小和测试快速等优势,目前得到广泛应用。尤其在橡胶领域,热扩散系数的测定是进行轮胎热力学性能分析,特别是对轮胎温度场研究的重要前提。通过监控轮胎各部位材料的热扩散系数可有效避免或减少轮胎行驶中某些部位受热严重导致爆胎等潜在危险因素。研究与测定轮胎橡胶材料的热扩散性能可以为轮胎安全使用提供重要保障,尤其是为绿色轮胎性能的提升提供重要技术依据和设计参考。

硫化橡胶 热扩散系数的测定 闪光法

警示——使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准并未指出所有可能的安全问题,使用者有责任采取适当的安全和健康措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本标准规定了在试样正面施加一束闪光源,通过检测试样背面温度上升时间的快慢来计算材料热扩散系数的方法。

本标准适用于测量温度在 20 ℃~250 ℃ 范围内,热扩散系数在 0.01 mm²/s 以上的主体上均匀各向同性的硫化橡胶。

注 1: 如在测量温度范围内,试样伴有分解或形态发生变化的现象,则测试温度范围作相应调整。

注 2: 由于闪光法是一种非接触式测量方法,可能不同于用其他物理量原理测定的结果(例如热流计法、防护热板法等)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2941 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序

GB/T 14838 橡胶与橡胶制品 试验方法标准精密度的确定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热扩散系数 thermal diffusivity

α

物体中某一点温度的扰动传递到另一点的速率的度量。

注: 热扩散系数通常用 α 表示,单位为平方毫米每秒(mm²/s)。

4 符号与脚标

4.1 本标准采用的相关符号及其单位

D ——直径,单位为毫米(mm);

k ——热扩散方程中基于百分比的常数;

L ——试样厚度,单位为毫米(mm);

t ——响应时间,单位为秒(s);

$t_{1/2}$ ——半升温时间,即背面温度升高到最大值一半的时间,单位为秒(s);

T ——温度,单位为开尔文(K);

- β ——达到最高强度所需的脉冲持续时间分数；
 K_1, K_2 ——基于 β 的常数；
 ρ ——密度,单位为兆克每立方米(Mg/m^3)；
 Δt_5 —— $T(5t_{1/2})/T(t_{1/2})$ ；
 Δt_{10} —— $T(10t_{1/2})/T(t_{1/2})$ ；
 $\Delta T_{\max}$ ——最高温度与基线的差值,单位为开尔文(K)；
 τ ——脉冲持续时间(见图 1)。

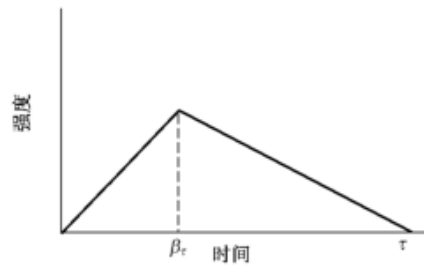


图 1 激光脉冲形状

4.2 本标准中特定的脚标说明

- x ——上升百分比；
 R ——比率；
 $\max$ ——最大值；
 p ——恒压。

5 方法概述

用高强度的能量脉冲对小而薄的圆盘状试样进行短时间的辐照,其原理示意图见图 2。试样的正面吸收脉冲能量并记录其所引起的背面温度变化(温度自记曲线)。热扩散系数通过试样的厚度和背面温度上升达到最大值的某一比值所需时间(见图 3)计算得到。当需要测定试样在一个温度范围内的热扩散系数时,在每一所需温度下需要分别测试。

注:本测试方法在大量出版的书籍和综述文章中都有详细说明,在附录 A 中对原理进行了概述。

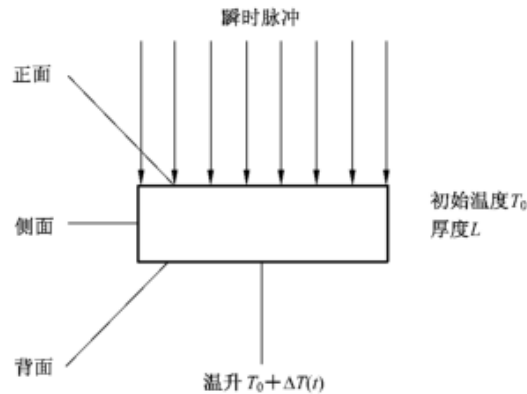
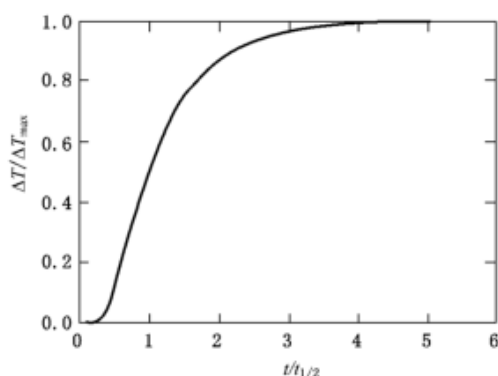


图 2 闪光法机理



说明:

$\Delta T/\Delta T_{\max}$ ——某时刻 t 时的温升值与最大温升值的比值;

$t/t_{1/2}$ ——某一时刻 t 与半升温时间的比值。

图3 试样背面温升记录曲线

6 设备

6.1 设备的基本构成如图4所示,主要包括闪光源、样品池、检测器、信号处理装置等。

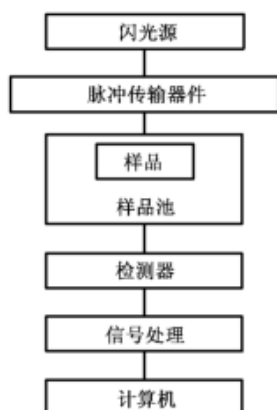


图4 闪光系统模块设计

6.2 闪光源:可以是激光脉冲、闪光灯或者是其他能形成短周期高能量脉冲的装置。该能量脉冲的周期应小于 $t_{1/2}$ 的 2%。照射在试样表面的脉冲强度要均匀。使用的脉冲持续时间应在 $t_{1/2}$ 的 0.5%~2% 范围内,为了进一步减小脉冲宽度对温升曲线的影响,需进行脉冲宽度校正。

6.3 环境控制设备:对在非室温条件下的测试,需要配置环境控制设备,使试样温度达到所要求的温度。控温精度为 0.1 °C。

6.4 检测器:测量试样温升的检测器可以是热电偶、红外探测器、光学高温计或者其他对微小温度变化能够提供线性电信号输出的器件,且应该能够探测到试样初始温度以上 0.05 K 的改变。检测器和与其配套的放大器的响应时间应小于 $t_{1/2}$ 的 2%。为尽量靠近试样,测温元件应与样品支架紧密接触或固定在样品支架上。测温元件不应与试样接触,更不允许嵌入到试样中。

6.5 信号处理装置:包括读取试样温度与环境温度之差的电子回路、脉冲峰过滤器、扩大器和模拟-数字变换器。

6.6 数据采集及记录系统:数据采集系统应有足够快的速度,采样频率应小于 $t_{1/2}$ 的 1%。

7 试样

7.1 尺寸和形状

试样应具有代表性,应没有痕迹或可见的缺陷。通常采用的试样为薄的圆片状,其直径取决于所使用的仪器,其正面面积比能量束斑小。典型的试样直径为 10.0 mm~12.5 mm,试样厚度尺寸为 1 mm~3 mm。若采用其他试样尺寸,直径与厚度的比值应大于 3。

7.2 试样数量

平行试验应不少于 2 个。

7.3 厚度测量

厚度测试所用的测厚计应符合 GB/T 2941 中 A 方法的规定。制备的试样应表面平整且平行度在厚度的 0.5% 以内,表面不宜有缺陷(如凹坑、划痕或标记)。

注:表面不完全平行的试样也可进行测试,但会产生较大误差,测试时需取测试面各处厚度的平均值。

7.4 表面处理

在测试之前,采用非常薄的、均匀的石墨或其他高辐射率涂层对试样的上下表面进行处理。可采用喷雾、涂抹和喷射等方法处理试样表面,提高试样吸收能量的能力,尤其对于高反光率试样。

7.5 调节和停放

试样的调节、停放应符合 GB/T 2941 的规定。

8 校准和校验

8.1 定期校验设备性能和评估误差,通过测量一个或几个已知热扩散系数的材料来实现。附录 B 给出了热扩散系数的核查程序。

8.2 闪光法测试仪的温度校正目前主要有以下两种方法:

- 居里点标样校正法:找到一系列居里点转变温度在仪器测量温度范围内的标准样品,通过测量其相变温度与理论值的偏差来校正仪器内部的温度;
- 外置式标准热电偶法:通过已标定的热电偶来校正仪器内部温度。

上述两种方法用户可选择使用。用户可以进行自校验或委托具有资质的计量机构进行校正。

8.3 使用标准物质验证未知材料的数据,需注意当标准物质的性能(包括半升温时间和热扩散系数)与未知相似,且测定温度上升曲线的方式相同才是有效的。

8.4 进行修正时,对数据有效性的重要检验方法是改变试样厚度。因半升温时间随 L^2 变化,即试样厚度减小一半,半升温时间相应减少到其原始值的四分之一。因此,如果同一材料不同厚度的有代表性的试样测得的热扩散系数相同时(应用合适的热损失修正),可以认为所测得的数据是真实有效的。

9 试验步骤

9.1 测定并记录试样的厚度。

9.2 根据试样情况,对试样进行表面处理(见 7.4),然后放入样品支架中。

9.3 测定试样温度。

9.4 能量脉冲的选择。在保证可测温升的前提下,应选用尽可能低的能量脉冲,以确保检测器在其线性范围内工作(特别是在低温测试时),同时防止较大的脉冲能量造成试样表面吸收层温度的明显上升(极端情况下可能造成试样表面的分解)。

9.5 脉冲发出后,监控初始的或处理过的温度曲线以确定合适的能量范围。

9.6 在测试前或是测试过程中,应手动或自动校验温升信号基线的稳定性,确保其在最大温升的4%以内。

9.7 在基线稳定的情况下,测定试样的环境温度,采用9.4中选定的能量进行测试,并采集基线和瞬时温度升高及冷却数据,根据第10章的规定分析结果。在多试样测试时,在相同温度下按顺序对试样进行依次测定(节约时间),然后再升温至下一待测温度。

9.8 根据要求改变或设定试样的环境温度,并重复数据采集过程,在不同温度下进行测试。

9.9 如有必要,在每一测试温度下,对试样的冷却或重复升温过程进行循环测试。

10 计算

10.1 热扩散系数的计算

10.1.1 首先确定基线和最高温升,得到温度变化 $\Delta T_{\max}$,再确定试样背面的温度从脉冲发射开始至升高到 $\Delta T_{\max}$ 一半所需要的时间,即半升温时间 $t_{1/2}$ 。根据试样的厚度 L 和 $t_{1/2}$,通过式(1)计算得到热扩散系数 α :

$$\alpha = 0.138\,79 L^2 / t_{1/2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

测量的有效性可由温升曲线上除半升温时间外的至少两个点按式(2)计算出的热扩散系数 α 来验证:

$$\alpha = k_x L^2 / t_x \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

k_x ——常数,其值见表1;

t_x ——温度升高至 $\Delta T_{\max}$ 的 $x(\%)$ 所需要的时间。

表1 各百分比温升下常数 k_x 的值

$x/\%$	k_x	$x/\%$	k_x
10	0.066 108	60	0.162 236
20	0.084 251	66.67	0.181 067
25	0.092 725	70	0.191 874
30	0.101 213	75	0.210 493
33.33	0.106 976	80	0.233 200
40	0.118 960	90	0.303 520
50	0.138 790		

10.1.2 理想情况下,不同的 $x(\%)$ 值计算得到的 α 值都应该是相同的。如果 $x(\%)$ 值为25%、50%、75%时计算的 α 值误差控制在 $\pm 2\%$ 以内,那么在半升温时间处测试的整体误差将在 $\pm 5\%$ 以内。如果 α 值在此范围之外,则应对响应曲线进行进一步分析,以确定是否存在辐射热损失、有限脉冲时间或者非均匀加热效应。

10.1.3 辐射热损失效应可以容易地从 $4t_{1/2}$ 时间后试样温度和背面温度的响应特性得到辨认。推荐方

法是：绘制一条 $\Delta T/\Delta T_{\max}$ 关于 $t/t_{1/2}$ 的曲线，同时在该图中添加数学模型理论曲线（部分数据见表 2）。

表 2 理论模型作图用温度时间数值

$\Delta T/\Delta T_{\max}$	$t/t_{1/2}$	$\Delta T/\Delta T_{\max}$	$t/t_{1/2}$
0	0	0.755 5	1.533 1
0.011 7	0.292 0	0.778 7	1.606 1
0.124 8	0.511 0	0.799 7	1.679 1
0.181 4	0.584 0	0.818 7	1.752 1
0.240 9	0.657 0	0.835 9	1.825 1
0.300 6	0.730 0	0.851 5	1.898 1
0.358 7	0.803 0	0.865 6	1.971 1
0.414 0	0.876 0	0.890 0	2.117 1
0.466 0	0.949 0	0.909 9	2.263 1
0.500 0	1.000 0	0.926 2	2.409 1
0.558 7	1.095 1	0.945 4	2.628 1
0.599 5	1.168 1	0.966 9	2.993 1
0.636 9	1.241 1	0.986 5	3.650 2
0.670 9	1.314 1	0.995 0	4.380 2
0.701 9	1.387 1	0.998 2	5.110 2
0.730 0	1.460 1		

10.1.4 可以根据表中的 $\Delta T/\Delta T_{\max}$ 和 $t/t_{1/2}$ 值画出理论模型曲线，并将试验数据进行归一化，所有归一化试验曲线应经过点 $\Delta T/\Delta T_{\max}=0.5$ 和 $t/t_{1/2}=1.0$ 。计算中需包含 25%~35% 及 65%~80% 范围内的点，以便将试验数据和理论曲线进行对比。

10.1.5 如图 5、图 6、图 7 所示，在接近理想情况下绘制的归一化试验曲线的例子中，存在辐射热损失和有限脉冲时间效应。修正这些效应的方法可查阅文献，且在 10.2 和 10.3 中给出了修正特例说明。

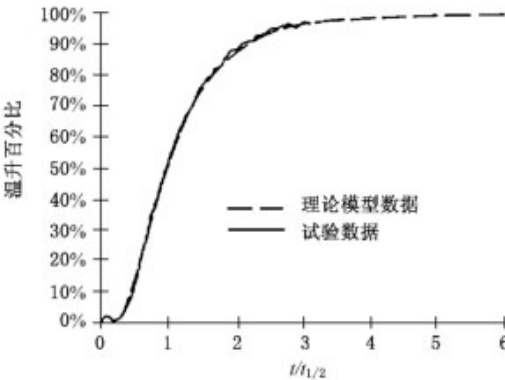


图 5 无量纲温度曲线与数学模型的对比

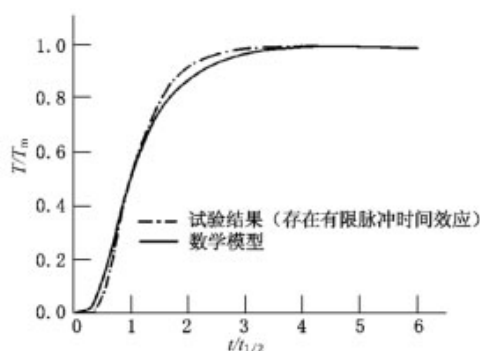


图6 归一化背面温升曲线:数学模型(无有限脉冲时间效应)
与试验结果(存在有限脉冲时间效应)的对比

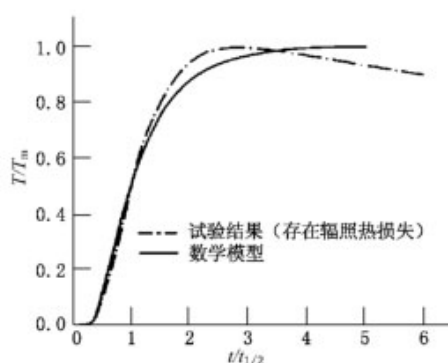


图7 归一化背面温升曲线:数学模型(无辐射热损失)与试验结果(存在辐射热损失)的对比

10.1.6 有限脉冲时间效应随着厚度增加而降低,而热量损失随着厚度的减小而减少,选择合适的试样厚度能使修正值最小化。

10.1.7 因为二维热流的存在,非均匀加热效应也会引起试验曲线与模型曲线相比而下移的偏差。非均匀加热可能因为能量脉冲的本质造成,如热中心(试样中心温度高)情况近似为辐射热损失的例子,也可能是试样正面的非均匀吸收造成,如冷中心(试样中心温度低)情况导致背面温度在 $4t_{1/2}$ 后继续显著上升,前一种情况应通过更换能量源来消除,而后者可以通过增加吸收层(如石墨喷覆)来消除。

10.2 有限脉冲时间校正

一般可以使用式(3)进行校正:

$$\alpha = K_1 L^2 / (K_2 t_x - \tau) \quad \dots\dots\dots (3)$$

如图1所示,为使其是有效的,脉冲强度的变化以持续时间 τ 和达到最大强度的时间 $\beta\tau$ 的三角形表示。激光能量脉冲的形状可以使用光学检测器来确定。从脉冲的形状可以得到 β 和 τ 。与 β 值对应的用于校正 α_x 的常数 K_1 和 K_2 的值列于表3。

表3 有限脉冲时间因子

β	K_1	K_2
0.15	0.348 44	2.510 6
0.28	0.315 50	2.273 0

表 3 (续)

β	K_1	K_2
0.29	0.311 10	2.245 4
0.30	0.306 48	2.237 5
0.50	0.270 57	1.949 6

10.3 热损失修正

10.3.1 Cowan 方法

采用 5 倍 $t_{1/2}$ 和 10 倍 $t_{1/2}$ 时的净温升与 $t_{1/2}$ 时的净温升的比值,比值分别为 Δt_5 和 Δt_{10} 。如果没有热量损失,则 $\Delta t_5 = \Delta t_{10} = 2.0$ 。 $5t_{1/2}$ 和 $10t_{1/2}$ 的修正因子(K_c)按式(4)计算得到:

$$K_c = A + B(\Delta t) + C(\Delta t)^2 + D(\Delta t)^3 + E(\Delta t)^4 + F(\Delta t)^5 + G(\Delta t)^6 + H(\Delta t)^7 \quad \cdots \cdots (4)$$

式中系数 A 到 H 的值列于表 4。修正后的扩散系数按式(5)进行计算:

$$\alpha_{corrected} = \alpha_{0.5} K_c / 0.138\ 85 \quad \cdots \cdots (5)$$

式中 $\alpha_{0.5}$ = 通过 $t_{1/2}$ 计算得到的未修正的热扩散系数。

表 4 Cowan 修正的系数值

系数	Δt_5	Δt_{10}
A	-0.103 716 2	0.054 825 246
B	1.239 040	0.166 977 61
C	-3.974 433	-0.286 034 37
D	6.888 738	0.283 563 37
E	-6.804 883	-0.134 032 86
F	3.856 663	0.024 077 586
G	-1.167 799	0.0
H	0.146 533 2	0.0

10.3.2 Clark 和 Taylor^{[1],[2]} 方法

依据温度升高至 75% ΔT_{max} 的时间除以升高至 25% ΔT_{max} 的时间,即 $t_{0.75}/t_{0.25}$ 比值,其理论值为 2.272。通过试验数据得到 $t_{0.75}/t_{0.25}$,然后根据式(6)计算修正系数 K_R :

$$K_R = -0.346\ 146\ 7 + 0.361\ 578(t_{0.75}/t_{0.25}) - 0.065\ 205\ 43(t_{0.75}/t_{0.25})^2 \quad \cdots \cdots (6)$$

修正后的热扩散系数是 $\alpha_{corrected} = \alpha_{0.5} K_R / 0.138\ 85$ 。也可以使用其他不同比值进行修正。

11 报告

试验报告应包含以下内容:

- a) 本标准名称及编号;
- b) 试样厚度;
- c) 试验温度;

- d) 试验温度下,计算 $x=50\%$ 时的热扩散系数;
- e) 每一个温度点下重复测试的结果;
- f) 对热损失和有限脉冲时间效应的修正过程进行说明;
- g) 所用仪器的制造商和型号。

12 精密度

12.1 概述

关于重复性和再现性的精密度计算按照 GB/T 14838 进行,并遵循该标准表述的概念和术语。附录 C 给出了重复性和再现性的应用指南。

12.2 精密度结果

热扩散系数测定的精密度结果,见表 5。

表 5 热扩散系数测定的精密度

温度范围/℃	相对(r)/%	相对(R)/%
30~100	≤ 3.0	≤ 5.0
100~150	≤ 5.0	≤ 8.0
150~250	≤ 7.0	≤ 15.0
注: r = 重复性,热扩散系数单位; (r) = 重复性,百分比(相对); R = 再现性,热扩散系数单位; (R) = 再现性,百分比(相对)。		

附 录 A
(资料性附录)
原 理

A.1 理想情况——脉冲方法的物理模型建立在绝热(隔离热交换)的板状材料的热性能上,在恒定温度下,其正面受到一个瞬间能量脉冲作用,模型假设如下:

- a) 一维热流;
- b) 板表面没有热损失;
- c) 正面均匀吸收脉冲;
- d) 脉冲持续时间极短;
- e) 仅表面非常薄的一层吸收能量脉冲;
- f) 板状材料均匀、各向同性;
- g) 在试验条件下材料的性质不随温度变化。

Parker 根据厚度均匀(厚度为 L)的固体隔热材料内的温度分布方程推导出计算热扩散系数的数学表达式,见 Carslaw 和 Jaeger 给出的式(A.1):

$$T(x, t) = \frac{1}{L} \int_0^L T(x, 0) dx + \frac{2}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \exp\left(\frac{-n^2 \pi^2 a t}{L^2}\right) \cdot \cos \frac{n \pi x}{L} \int_0^L T(x, 0) \cos \frac{n \pi x}{L} dx \quad \cdots \cdots (A.1)$$

式中:

a ——材料的热扩散系数。

当一个能量辐射脉冲 Q 瞬间照射试样正面($x=0$)并被均匀吸收,吸收层深度为 g ,此时的温度分布为:

当 $0 < x < g$ 时,见式(A.2):

$$T(x, 0) = \frac{Q}{\rho \cdot C \cdot g} \quad \cdots \cdots (A.2)$$

当 $g < x < L$ 时,见式(A.3):

$$T(x, 0) = 0 \quad \cdots \cdots (A.3)$$

在此初始条件下,式(A.1)可以写为式(A.4):

$$T(x, 0) = \frac{Q}{\rho C L} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos \frac{n \pi x}{L} \frac{\sin \frac{n \pi g}{L}}{\frac{n \pi g}{L}} \cdot \exp\left(\frac{-n^2 \pi^2 a t}{L^2}\right) \right] \quad \cdots \cdots (A.4)$$

式中:

ρ ——材料密度;

C ——材料比热。

对不透光材料而言, g 非常小,因此有式(A.5)

$$\sin \frac{n \pi g}{L} \approx \frac{n \pi g}{L} \quad \cdots \cdots (A.5)$$

在背面,即 $x=L$ 处,温度随时间的变化过程可以用式(A.6)表示:

$$T(L, t) = \frac{Q}{\rho C L} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \exp\left(\frac{-n^2 \pi^2 a t}{L^2}\right) \right] \quad \cdots \cdots (A.6)$$

两个无量纲参数, V 和 ω 定义见式(A.7)和式(A.8):

$$V(L, t) = \frac{T(L, t)}{T_M} \quad \cdots \cdots (A.7)$$

$$\omega = \frac{\pi^2 \alpha t}{L^2} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

T_M 代表背面的最高温度,联立式(A.6)~式(A.8)得式(A.9):

$$V = 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \exp(-n^2 \omega) \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

当 $V=0.5, \omega=1.38$ 时,见式(A.10):

$$\alpha = \frac{1.38 \cdot L^2}{\pi^2 t_{1/2}} \quad \dots\dots\dots (A.10)$$

或式(A.11):

$$\alpha = 0.1388 \frac{L^2}{t_{1/2}} \quad \dots\dots\dots (A.11)$$

式中 $t_{1/2}$ 是背面温度达到其最高温度的一半所需的时间。闪光法原理可用图 2 来说明。

A.2 非理想情况——实际测试时都会在一定程度上违背上述假设,所以上述 Parker 方法一引入,其不足就非常明显。此后,研究者引用各种理论去描述实际过程,并对违反假设的边界条件进行修正。理想的修正应包括所有因素,但至今还没有这样的修正方法。而有人采用单一或成对的修正方法来计算偏差。结果是经修正后,最后得到一系列互有差异的数据。从历史的观点来说,这是可以理解的,每个研究者都聚焦于修正理想模式中一个或两个偏离因素,而假定其他的因素都是理想的、恒定的。但这本身违背了原理,因为现实中试验总会在一定程度上受特定试验条件的干扰,所有参数同时都在变化。有些情况可能会增大某个条件的影响,例如脉冲过长,有些则会造成其他偏差,如正面由于脉冲能量过大造成的过度热损失等。因此,研究者选择与试验条件相符的修正进行分析是很重要的。

例如,当测试的试样很薄且热扩散系数很大时,会产生明显有限脉冲时间效应。当测试的试样较厚时,高温下辐射热损失会很明显。相比之下,任何热扩散系数试验中都会存在加热不均匀的情况,如辐照面小于试样的面积或脉冲的辐射流密度在试样表面分布不均匀。当吸收能量相同时,非均匀照射的半升温时间(根据试样背面中心的温升曲线得到)与均匀照射时有很大不同,可通过增大试样的厚度与半径比来减少这种影响,采用自动对试样背面的温升信号进行积分的温度测试系统也可以达到同样的效果。

往往由于对设备的情况和所测的参数了解不够,很难选择出最优的修正方法。原则上,应回到最初的前提:数据的精确度取决于数学模型与试验结果的一致性。对所得试验数据进行修正的目的是通过修正偏差使其接近理想情况。

附 录 B
(资料性附录)
标 准 物 质

B.1 美国国家工业技术标准协会(NIST)提供了少量用于测定热扩散系数的标准物质(SRM)。但是,在行业范围内得到认同的参考资料中有大量的数据可用于修正的目的。

B.2 在文献中可以找到关于热扩散系数的有价值的综述和数据库,提供了大量材料的参考值。

B.3 校正和核查设备的准确度,可任选如下标样之一(挑选与日常试样的热扩散系数较为接近的标样)进行不同温度下的热扩散系数测试,标准物质热扩散系数参考值见表 B.1。

表 B.1 标准物质热扩散系数参考值

标样名称	298 K 下热扩散系数理论值 ^a mm ² /s	理论值覆盖温度范围 ^b ℃
纯铜	117.2	25~300
纯铁	21.6	-100~700
Inconel 600	3.458	-125~1 000
Pyroceram 9606	1.926	-140~1 000
Pyrex 7740	0.650	25~300
^a 更详细的热扩散系数随温度变化曲线详见厂家标样证书。 ^b 测试上限温度不得超出标样的最高使用温度(以理论值覆盖的上限温度范围为准)。		

以实测结果与理论值对比,一般偏差应在±3%以内。

附 录 C
(资料性附录)
精密度结果使用指南

C.1 使用精密度结果的一般程序如下,用符号 $|X_1 - X_2|$ 表示任意两次测量值的正差。(例如不带任何标识的两次测量值)

C.2 查相应的精密度表(无论所考虑的是什么测试参数),在测得产权数的平均值与正在研究的测试数据平均值最近处画一横线,该线将给出判断过程中使用的相应的 r 、 (r) 、 R 和 (R) 。

C.3 用下列通用的重复性表述和相应的 r 及 (r) 值可用来判定精密度。

- a) 绝对差:在正常和正确操作的测试程序下,用名义上相同的材料样品得到的两个测试平均值之间的绝对差 $|X_1 - X_2|$,平均每 20 次中不得多于一次超过表中所列的重复性 r ;
- b) 两个测试平均值间的百分数差:在正常和正确操作的测试程序下,用名义上相同的材料样品得到的两个测试平均值间的百分数差,平均每 20 次中不得多于一次超过表中所列的重复性 (r) 。

$$\{|X_1 - X_2| / [(X_1 + X_2) / 2]\} \times 100 \dots\dots\dots (C.1)$$

C.4 用下列通用的再现性表述和相应的 R 和 (R) 值可用来判定精密度。

- a) 绝对差:在两个实验室间的正常和正确操作的测试程序下,用名义上相同的材料样品得到的两个独立测试值之间的绝对差 $|X_1 - X_2|$,平均每 20 次中不得多于一次超过表中所列的再现性 R ;
- b) 两个测试平均值的百分数差:在两个实验室间的正常和正确操作的测试程序下,用名义上相同的材料样品得到的两个独立测试平均值的百分数差,平均每 20 次中不得多于一次超过表中所列的重复性 (R) 。

$$\{|X_1 - X_2| / [(X_1 + X_2) / 2]\} \times 100 \dots\dots\dots (C.2)$$

参 考 文 献

[1] Taylor, R. E., “Critical Evalution of Flash Method for Measuring Thermal diffusivity”, Report PRF-6764. Avaiable from National Science Technical information service, Springfield, VA 22151, 1973.

[2] Taylor, R. E., “Thermal diffusivity of composites”, high temperatures-high pressures, Vol 12, 1980, pp.147-160.

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
硫化橡胶 热扩散系数的测定 闪光法
GB/T 35807—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2018年2月第一版

*

书号: 155066 · 1-59460

版权专有 侵权必究



GB/T 35807—2018