



中华人民共和国国家标准

GB/T 11205—2009
代替 GB/T 11205—1989

橡胶 热导率的测定 热线法

Rubber—Determination of thermal conductivity by means of hot—Wire method

2009-04-24 发布

2009-12-01 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

本标准代替 GB/T 11205—1989《橡胶热导率的测定 瞬态热丝法》。

本标准与 GB/T 11205—1989 相比主要技术差异如下：

- 修改了标准名称；
- 增加了警示语；
- 删除了热导率测试范围的规定(见第 1 章)；
- 对热导率的定义进行了补充(见第 3 章)；
- 增加了一种试样规格为 $\phi 50 \text{ mm} \times 6.3 \text{ mm}$ (1989 年版的 6.3;本版的 6.4)；
- 对试样调节进行了修改(见 7.2)；
- 删除了试验误差的计算公式(1989 年版的 8.6)；
- 增加了“试验结果保留三位有效数字”(本版的 9.2)。

本标准由中国石油和化学工业协会提出。

本标准由全国橡标委通用试验方法标准化分技术委员会(SAC/TC 35/SC 2)归口。

本标准起草单位:西北橡胶塑料研究设计院。

本标准主要起草人:高云、朱伟。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 11205—1989。

橡胶 热导率的测定 热线法

警告:使用本标准的人员应有正规实验室的实践经验。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,并保证符合国家的有关法律法规的规定。

1 范围

本标准规定了用热线法测定橡胶材料热导率的方法。
本标准适用于硫化橡胶和未硫化橡胶热导率的测定。
本标准不适用于遇水膨胀橡胶和含金属粉末的橡胶。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2941 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序(GB/T 2941—2006,ISO 23529:2004,IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

热导率 thermal conductivity

在传热条件下,表示相距单位长度的两平面温度相差为一个单位(K)时,在单位时间内通过单位面积所传递的热量。单位为 $W/(m \cdot K)$ 。

4 试验原理

利用热阻性材料做成一个平面探头,使之作为热源和温度传感器。热阻性材料的热阻系数——温度和电阻呈线性关系,即通过了解电阻的变化可以知道热量的损失,从而反映样品的导热性能。在测试过程中,探头被放置于两块样品中间进行测试,电流通过热阻性材料时,产生一定的热量,使温度升高,产生的热量同时向两块样品扩散,扩散的速度依赖于材料的热传导特性。通过记录温度与探头的响应时间,材料的这些特性可以被计算出来。

一根半径为 r_0 无限长导线(热线)放在无穷大介质中,初始时导线与介质处于热平衡温度 T_0 ,若通以恒定电流 I ,每单位长度上将产生 $q = \frac{I^2 R}{L}$ (R 为导线电阻, L 为导线长度)焦耳的热。导线热量将向周围介质传递,如果不考虑导线本身的热容量,在导线通电后的 t 时刻,导线的温度与周围介质的热物性之间符合如下数学关系:

$$T(r_0, t) - T_0 = \frac{q}{4\pi\lambda} \left[\ln \frac{4at}{r_0^2} - C \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中:

λ ——介质的热导率,单位为瓦每米开尔文 [$W/(m \cdot K)$];

a ——介质的导温系数,单位为平方米每秒 (m^2/s);

C ——欧拉常数,为 0.577 2;

r_0 ——导线半径,单位为米(m);

t ——时间,单位为秒(s);

T_0 ——初始时的温度,单位为开尔文(K);

q ——通以恒定电流,单位长度上产生的热量,单位为瓦每米(W/m);
 T ——在导线通电后 t 时刻的温度,单位为开尔文(K);
 π ——为常数 3.14。

根据上述原理,可将一根导线夹在两块被测橡胶试样中间,当导线通过一定电流时,热导线和被测橡胶同时升温,热导线升温速率大小与被测橡胶试样的热导率有关,只要测出热导线升温速率即可算出橡胶试样的热导率 λ 。

$$\lambda = \frac{q}{4\pi} \times \frac{d(\ln t)}{dT} = \frac{I^2 R}{4\pi L} \times \frac{d(\ln t)}{dT} \quad \dots\dots\dots (2)$$

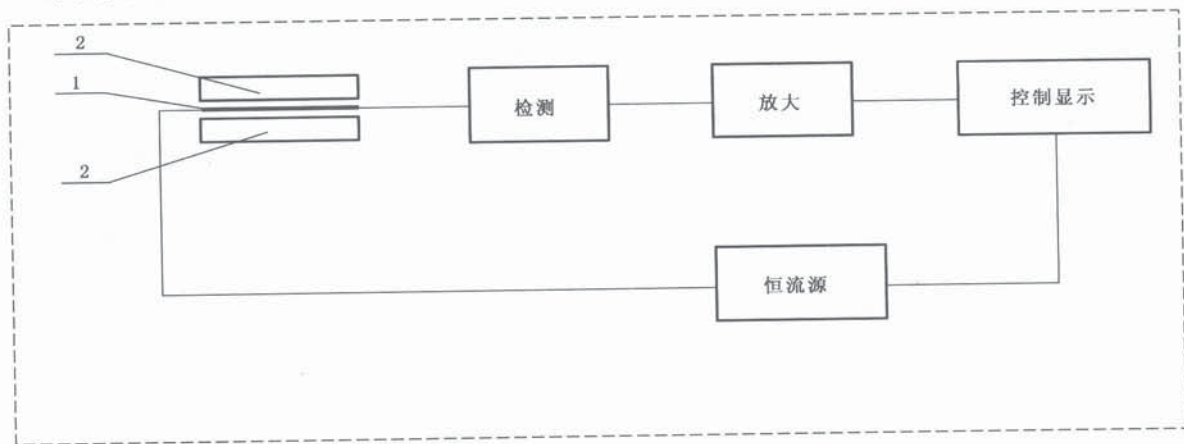
式中:

L ——导线长度,单位为米(m);

其余各参数定义同上。

5 试验仪器

5.1 采用热线法设计的热导率测定仪,其结构原理图如图 1 所示。



1——热导线;
 2——试样。

图 1 仪器装置图

5.2 仪器参数

- 5.2.1 加重块质量:1 000 g±200 g。
- 5.2.2 校准块尺寸:长 130 mm,宽 70 mm,厚 50 mm。
- 5.2.3 校准块热导率 $\lambda_c \leq 0.003$ W/(m·K)。
- 5.2.4 恒流源精度: ≤ 0.001 A。
- 5.2.5 电压放大器精度: ≤ 0.001 mV。

5.3 为了防止交变电流干扰,仪器应加稳压电源。

6 试样

6.1 试样的制备应按照 GB/T 2941 规定的方法执行。如果成品试样需要进行打磨。则打磨和试验之间的时间间隔应不少于 16 h,也不应多于 72 h。

6.2 试样表面应平整光滑、无杂质、无气泡。

6.3 硫化和试验之间的时间间隔应符合 GB/T 2941 的规定。

注 1: 如果产品标准有特殊要求,试样的处理可执行产品标准。

6.4 试样的各边尺寸应大于热导线的尺寸,推荐采用长 120 mm、宽 60 mm、厚 5 mm~20 mm 和 $\phi 50$ mm×6.3 mm 的尺寸规格。

注 2: 产品标准有特殊要求时可选用其他规格的试样,但不同类型的试样,其结果不可进行比较。

6.5 每组试样为2个,应不少于2组试样。

7 试验条件

7.1 实验室温度及湿度按 GB/T 2941 的规定执行。

7.2 试样的调节按 GB/T 2941 的规定执行。

7.3 试样和热导线之间应避免受空气流动的影响。必要时可采取一些措施,如安装防护罩等。

8 试验步骤

8.1 连接好试验设备,打开电源开关。

8.2 按照设备说明书的要求校准校准块的热导率,使校准块的热导率与设备说明书提供的校准块的热导率相同。

8.3 将热导线放置到两块试样中间,使之完全接触试样,并且不应超出试样部分,连接热导线的电器元件应有好的接地装置。

8.4 将加重砝码放置于试样上,使加重砝码完全与试样表面接触。

8.5 热导线在试样上放置 5 min,记录测试值。

8.6 每组试样在不同部位测试三次,取三次测试值的平均值做为该组试样的试验值。

8.7 将试样取出,重新放置一组试样,重复上述 8.3~8.6 的步骤。

8.8 试验完毕将夹在两块试样中间的热导线取出,将仪器调回零点,关闭电源。

注:热导线的放置时间可依据其相关标准和设备说明书而定。

8.9 每次测试值与试验值相差不超过±3%,否则应重新测试。

8.10 试验结果以两组试样试验值的平均值表示,但两组试样的试验值与平均值相差不超过±5%,否则应重新进行取样进行测试。

9 试验结果表示

9.1 试验结果以两组试验值的平均值表示:

$$\lambda = \frac{\bar{\lambda}_1 + \bar{\lambda}_2}{2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

λ ——热导率,单位为瓦每米开尔文[W/(m·K)];

$\bar{\lambda}_1, \bar{\lambda}_2$ ——分别为两组试样的试验值,单位为瓦每米开尔文[W/(m·K)]。

9.2 试验结果保留三位有效数字。

10 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试样名称、编号及试样来源;
- b) 试样数量、规格及状态;
- c) 使用的标准名称和编号;
- d) 实验室温度及湿度;
- e) 试验温度;
- f) 仪器型号及校准块参数;
- g) 试验结果;
- h) 试验日期、试验人员和审核员。