



北京冠测精电仪器设备有限公司专注于材料热性能检测仪器的研发生产!

中华人民共和国国家标准

<http://www.guance17.cn>

GB/T 17911.8—2002

耐火陶瓷纤维制品 导热系数试验方法

**Refractory ceramic fibre products—
Determination of thermal conductivity**

(ISO 10635:1999, Refractory products—Methods of
test ceramic fibre products, IDT)

2002-12-31 发布

2003-06-01 实施

中 华 人 民 共 和 国 发 布
国 家 质 量 监 督 检 验 检 疫 总 局

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

前 言

GB/T 17911 由以下 8 个部分组成:

GB/T 17911.1—1999	耐火陶瓷纤维制品	试样制备方法
GB/T 17911.2—1999	耐火陶瓷纤维制品	厚度试验方法
GB/T 17911.3—1999	耐火陶瓷纤维制品	体积密度试验方法
GB/T 17911.4—1999	耐火陶瓷纤维制品	加热永久线变化试验方法
GB/T 17911.5—1999	耐火陶瓷纤维制品	抗拉强度试验方法
GB/T 17911.6—1999	耐火陶瓷纤维制品	渣球含量试验方法
GB/T 17911.7—2000	耐火陶瓷纤维制品	回弹性试验方法
GB/T 17911.8—2002	耐火陶瓷纤维制品	导热系数试验方法

本部分为 GB/T 17911 的第 8 部分。

本部分等同采用国际标准 ISO 10635:1999《耐火制品 陶瓷纤维制品试验方法》第 8 部分。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由原国家冶金工业局提出。

本部分由全国耐火材料标准化技术委员会归口。

本部分由洛阳耐火材料研究院负责起草。

本部分参加起草单位:摩根热陶瓷(上海)有限公司、郑州豫华企业集团股份有限公司、绵竹恒丰节能材料有限公司、四川绵竹剑南节能材料有限公司。

本部分主要起草人:马春红、李永刚、秦伟、梁智林、侯俊杰、袁兴田、任惠清。

耐火陶瓷纤维制品 导热系数试验方法

1 范围

GB/T 17911 的本部分规定了测定耐火陶瓷纤维制品导热系数的方法。

本部分适用于耐火陶瓷纤维毯、毡、纺织物、板。

本部分不适用于湿态交货的制品。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 17911 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 17911.1—1999 耐火陶瓷纤维制品 试样制备方法

GB/T 17911.2—1999 耐火陶瓷纤维制品 厚度试验方法

3 术语和定义

本部分采用以下术语和定义:

导热系数 thermal conductivity

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。用 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ 表示。

4 原理

根据傅立叶一维平板稳定传热过程的基本原理,测定稳态时一维热流垂直通过试样热面流至冷面后被流经中心量热器的水流吸收的热量。该热量(Q)与试样的导热系数(λ)、冷热面温差(Δt)、试样面积(A)成正比,与试样厚度(L)成反比,即:

$$Q = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta t}{L} \dots\dots\dots(1)$$

为测定平板试样导热系数,试验条件应满足:

- a) 试样的一个面均匀受热;
- b) 尽可能减少侧面热流;
- c) 平板试样传导的热量由一个装有外保护装置的中心量热器测量。

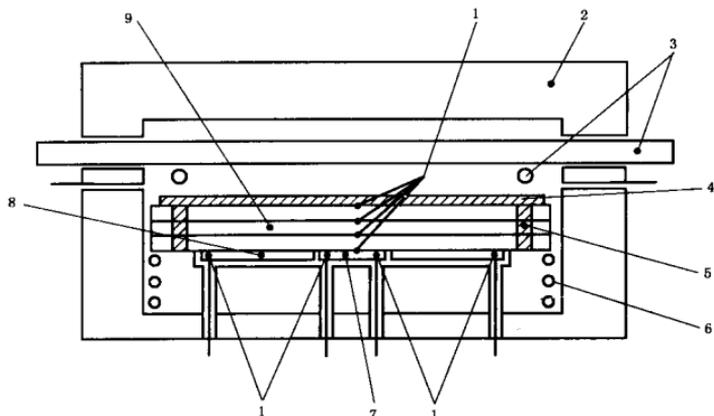
用本方法,热流应垂直于板面。

5 设备

5.1 量热器

5.1.1 尺寸

内保护装置和中心量热器组合的尺寸应至少为 230 mm×230 mm,其中,中心量热器尺寸为 76 mm×76 mm。加热室剖面见图 1。



- 1—热电偶；
 2—可动炉顶；
 3—加热元件；
 4—碳化硅板；
 5—隔热支柱；
 6—外保护装置；
 7—中心量热器；
 8—内保护装置；
 9—多层试样组。

图 1 导热系数测量设备的加热室剖面图

5.1.2 水循环系统

中心量热器和内保护装置分别装有一个进水口和一个出水口。进水口和出水口的定位应避免中心量热器和内保护装置之间的热传导。进水温度应在室温+3℃或-1℃之内。进水的温度变化不应超过0.5℃/h。进水的压力应恒定，水压变化不超过1%。

5.1.3 水温的测量装置

所用的装置应能测量进、出水之间的温差，精确至0.05℃。

5.2 加热炉

用电加热，并应保证在试样整个表面上方温度分布均匀。温度控制装置应能使温度恒定，恒温时，温度波动不超过±10℃。

表 1 给出不同试验温度下的加热速率。

表 1 不同试验温度下的加热速率

试验温度/℃	温度/℃	加热速率/(℃/min)
≤1 250	室温~低于试验温度 50	5~10
	最后 50	1~2
1 250~1 500	室温~1 200	5~10
	1 200~低于试验温度 50	2~5
	最后 50	1~2

表 1(续)

试验温度/℃	温度/℃	加热速率/(℃/min)
>1 500	室温~1 200	<20
	1 200~低于试验温度 50	<10
	最后 50	<2

5.3 通风干燥箱

能保持 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

5.4 天平

精确至 0.1 g。

6 试样

6.1 试样制备

试样制备按 GB/T 17911.1 进行。

试样组应由一层或多层试样组成,每层试样长×宽应至少为 230 mm×230 mm,试样组厚度在 45 mm~100 mm。每一层试样都应覆盖中心量热器和内保护装置的整个表面,其厚度测定按 GB/T 17911.2 进行。

当试样的厚度小于 40 mm 时,不少于 3 层;当厚度在 40 mm~50 mm 时,宜用两层;当厚度大于 50 mm 时,可用单层。

6.2 干燥

将试样在干燥箱中 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 干燥至恒量,即间隔 1 h 两次称量的质量变化不超过 0.1% 时,可认为达到恒量。

7 试验步骤

7.1 准备工作

为每层试样用隔热砖制备四个支柱,其直径为 $17 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$,高度不低于试样厚度的 9/10。在每层试样四个角各打直径与支柱相同的一个孔,将支柱装入孔中。每层试样上孔的位置均相同。

7.2 试样的安装

将第一支热电偶装在中心量热器的中心,然后安装第一层试样,并用一块长、宽尺寸与试样相同的木板或其他工具将其压至支柱顶,使试样与量热器紧密接触。取出木板,将第二支热电偶装在第一层试样上面中心第一支热电偶的正上方处。依此类推,安装第二层试样和第三支热电偶,直至所需层数。用一块长、宽尺寸与试样相同的碳化硅板压在最后一层试样和热电偶之上,这块碳化硅板在整个试验期间与该层试样及其上面的热电偶保持接触。

如果试样仅有一层或两层,热电偶应插入试样中,且尽可能安插 5 支热电偶。

7.3 温度梯度的测量

最上面和最下面的两支热电偶测出试样组热面和冷面的温度。其余的热电偶每支均测出试样相邻两层的热面和冷面的温度。这些温度测量值和相应的厚度组合给出:

- 10 个温度梯度和 10 个平均温度(由 4 层试样组成的试样组,5 支热电偶);
- 6 个温度梯度和 6 个平均温度(由 3 层试样组成的试样组,4 支热电偶)。

7.4 测量条件

试样组的热面应加热到制品使用的极限温度,而对高温制品,则应加热到所用设备的操作极限温度,至少保温 24 h。然后在该温度下,要保持加热元件的温度使热面温度在 2 h 内的变化不大于 5°C ,同时用量热器测量的热流量变化不大于 2%。保持中心量热器的水流量在 $120 \text{ mL}/\text{min} \sim 200 \text{ mL}/\text{min}$,

该水流量应恒定,其变化不大于1%。

调节内保护装置的水流量,以保证该装置和中心量热器的出水温度基本相同。在30 min间隔内进行3次~5次测量,包括测量每层试样的热面温度 T_2 、冷面温度 T_1 及水温升高值($t_2 - t_1$)和中心量热器的水流量 m ,计算导热系数 λ 平均值。

8 结果计算

按式(2)计算导热系数,以 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ 表示,修约至第三位小数。

$$\lambda = \frac{m(t_2 - t_1)CL}{A(T_2 - T_1)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

m ——通过中心量热器的水的平均流量,单位为千克每秒($kg \cdot s^{-1}$);

t_1 ——进水温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$);

t_2 ——出水温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$);

T_1 ——试样层的冷面温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$);

T_2 ——试样层的相应的热面温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$);

L ——测量 T_1 和 T_2 所用的热电偶之间的距离,单位为米(m);

A ——中心量热器的有效面积,单位为平方米(m^2);

C ——在量热器进、出水平均温度下水的比热容,单位为焦耳每千克开尔文($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)。

对三层试样组成的试样组,用式(2)于每层试样和它们的厚度组合可得到导热系数和平均温度关系图上的6个点:

$$\lambda = f(T_m) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$T_m = \frac{1}{2}(T_2 + T_1) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

T_m ——平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$)。

表2给出不同温度下水的比热容。温度区间内的比热容用内插法计算。

表2 水的比热容

温度/ $^{\circ}C$	$C/(J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$
15	4 185.5
20	4 181.6
25	4 179.3

试样中各点实际温度下的导热系数的计算,参见附录A。

9 试验报告

试样报告应包括下列内容:

- 试验单位及委托单位名称;
- 试验日期;
- 执行的标准;
- 试验样品的名称、牌号;
- 试验样品的数量;
- 每一块样品的试样数量;
- 每层试样冷、热面温度,平均温度及对应的导热系数值。

附录 A

(资料性附录)

试样中各点实际温度下的导热系数的计算

假设一种纤维制品的导热系数的变化规律以最常见的形式表示:

$$\lambda = AT^{1/2} + BT^3 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

A 和 B 是取决于材料的系数,并由式(A.2)确定:

$$\lambda_{T_1}^{T_2} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{(AT^{1/2} + BT^3)dT}{T_2 - T_1} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

因此 T_1 和 T_2 两个温度间 λ 的平均值为:

$$\lambda_{T_1}^{T_2} = \frac{2/3A}{T_2 - T_1} (T_2^{3/2} - T_1^{3/2}) + \frac{1/4B}{T_2 - T_1} (T_2^4 - T_1^4) \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

鉴于试样的每一层可得到一个有两个未知数的方程,两层即可得到一个方程组,由此求出 A 和 B。

由式 $\lambda = AT^{1/2} + BT^3$ 可计算随温度而变化的 λ 的实际值并画出导热系数曲线 $\lambda = f(T)$ 。