



中华人民共和国国家标准

GB/T 39862—2021

高热导率陶瓷导热系数的检测

Test method for thermal conductivity of high thermal conductivity ceramics

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
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。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国工业陶瓷标准化技术委员会(SAC/TC 194)归口。

本标准起草单位:山东工业陶瓷研究设计院有限公司、中国建材检验认证集团淄博有限公司、中国建材检验认证集团股份有限公司、中材江西电瓷电气有限公司。

本标准主要起草人:李凯、周明霞、吴萍、栾婷、桑建华、陈常祝、吕艳红、耿振华、包亦望、夏卫亮。

高热导率陶瓷导热系数的检测

1 范围

本标准规定了高热导率陶瓷材料的导热系数试验方法。
本标准适用于室温导热系数大于 20 W/(m·K)、显气孔率小于 0.2% 的均质陶瓷材料。

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 6425 热分析术语
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 22588 闪光法测量热扩散系数或导热系数
- GB/T 25995 精细陶瓷密度和显气孔率试验方法
- JB/T 13176 差示扫描量热仪

3 术语和定义

GB/T 22588、GB/T 6425 界定的术语和定义适用于本文件。

4 原理

在已知样品的比热容、密度和热扩散系数值时,可根据式(1)推导出样品的导热系数(λ)。

$$\lambda = \alpha \cdot C_p \cdot \rho \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- λ ——导热系数,单位为瓦每米开[W/(m·K)];
- α ——热扩散系数,单位为平方米每秒(m²/s);
- C_p ——比热容,单位为焦每千克开[J/(kg·K)];
- ρ ——体积密度,单位为千克每立方米(kg/m³)。

注:近似认为样品密度在测量温度范围内保持不变。

5 热扩散系数的测量

热扩散系数(α)按照 GB/T 22588 规定的方法进行测试。

6 比热容的测量

6.1 试验原理

压力恒定条件下,封闭系统内物质的比热容(C)采用式(2)进行表示。

$$C = \frac{\Phi}{\beta m} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

C ——比热容,单位为焦每千克开[J/(kg·K)]；

Φ ——热流量,单位为瓦(W)；

β ——升温速率,单位为开每秒(K/s)；

m ——质量,单位为千克(kg)。

在比热容的测试过程中,其加热环境为封闭系统,如果样品的升温过程中无物理相变或化学反应发生,则封闭系统的升温速率跟仪器程序的升温速率保持一致,热流量通过维持仪器特定加热速率的功率(S)获得(DSC 功率补偿)。

将样品池放入仪器内进行基线测试,然后分别放入样品和标准样进行测试,则样品池、(样品池+样品)、(样品池+标准样)的功率(S)采用式(3)、式(4)、式(5)进行表示。

$$S_e = \kappa \Delta c \dots\dots\dots (3)$$

$$S_s = \kappa(\Delta c + c_s) \dots\dots\dots (4)$$

$$S_{st} = \kappa(\Delta c + c_{st}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

S_e ——样品池的功率,单位为瓦(W)；

S_s ——(样品池+样品)的功率,单位为瓦(W)；

S_{st} ——(样品池+标准样)的功率,单位为瓦(W)；

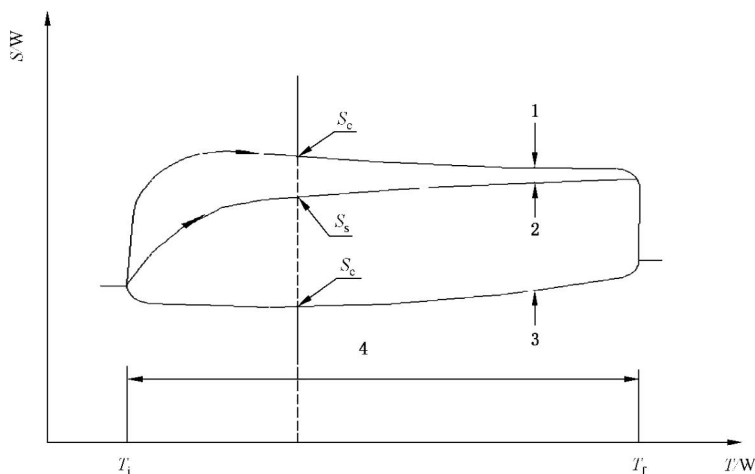
c_s ——样品的热容量,单位为焦每开(J/K)；

c_{st} ——标准样的热容量,单位为焦每开(J/K)；

Δc ——样品池的热容量,单位为焦每开(J/K)；

κ ——仪器校准系数,单位为开每秒(K/S)。

在理想条件下,样品池、(样品池+样品)和(样品池+标准样)的等温信号(功率)输出将叠加在初始温度(T_i)和最终温度(T_f)上,在这种情况下,样品池、(样品池+样品)和(样品池+标准样)在某一特定温度下的信号实际差值为真差,如图 1 所示。



说明：

1——(样品池+样品)的功率 S_s ；

3——样品池的功率 S_e ；

2——(样品池+标准样)的功率 S_{st} ；

4——温度区间($T_i \sim T_f$)。

图 1 功率输出曲线

6.2 试验环境

惰性气体(He)气氛。

6.3 仪器设备

比热容的测定采用差示扫描量热仪(DSC),量热仪应符合 JB/T 13176 的规定。

6.4 样品要求

- 6.4.1 样品尺寸要求:圆形片状、直径 5 mm~8 mm 之间、厚度 0.1 mm~0.8 mm 之间。
- 6.4.2 样品表面的平行度偏差小于厚度的 0.5%;且其表面必须先用合适的溶剂进行清洗,以除去样品表面的油脂或其他污染物。

6.5 试验步骤

- 6.5.1 试验前在 105 ℃~110 ℃温度下将样品干燥至恒重。
- 6.5.2 称量样品质量(m_s)和标准样的质量(m_{st}),精确到 0.01 mg。
- 6.5.3 选择质量相近的两个加盖铂金坩埚(偏差不超过 0.1 mg)作为样品池,一个作为参比坩埚,另一个坩埚分别放入被测样品和标准样。
- 6.5.4 设置仪器的升温速率,按 10 ℃/min 的升温速度将样品池由温度 T_i 加热到温度 T_f ,测定各功率(S_e 、 S_s 、 S_{st})并做出记录。
- 6.5.5 改变被测样品的厚度,尽量使样品的曲线与标准样的曲线相接近(如图 1 所示),样品的比热容(C_p)按式(6)进行计算。

$$C_p = \frac{(S_s - S_e)m_{st}C_{st}}{(S_{st} - S_e)m_s}$$

.....(6)

式中:

- m_s —— 样品的质量,单位为千克(kg);
- m_{st} —— 标准样的质量,单位为千克(kg);
- C_{st} —— 标准样的比热容,单位为焦每千克开[J/(kg·K)]。

- 6.5.6 利用式(6)计算温度 T_i 到温度 T_f 区间样品的比热容(C_{p1} 、 C_{p2} 、..... C_{pn}),并对所得的数据(数据结果不少于 10 个)进行线性拟合,则拟合所得曲线为样品的比热容,如图 2 所示。从拟合曲线上读出样品在温度 T_i 到 T_f 区间内任意温度 T 的比热容 C_{pT} 。

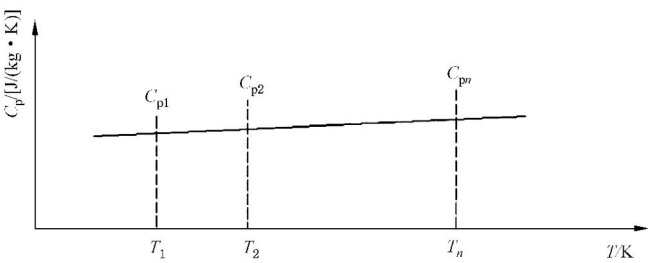
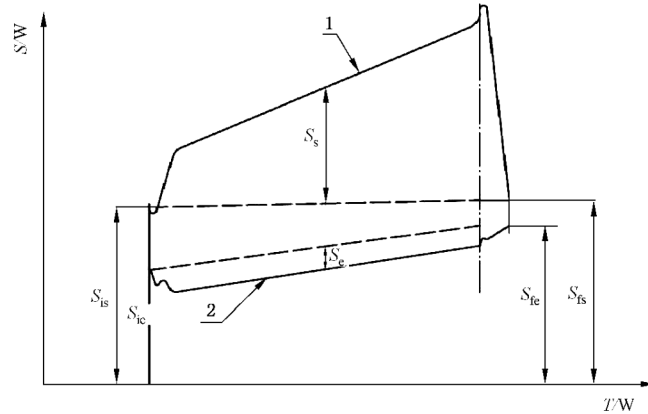


图 2 比热容拟合曲线

6.5.7 在试验过程中,如遇等温信号输出不完全叠加,则为每个信号构造一个线性基线。绘制基线时忽略开始升温 and 结束升温时的瞬变功率耗损,其中 S_e 、 S_s 的值选择构建基线上的数值(图3虚线部分),按式(6)计算样品的比热容 C_{pT} 。



说明:

- 1——(样品池+样品)的功率拟合曲线;
2——样品池的功率拟合曲线。

图3 样品池、(样品池+样品)功率拟合基线

6.5.8 空样品池至少进行两次试验,基线数据误差应小于2%;实验的温度区间应小于200 K,且不采用测试温度起始和结束阶段20 K内的数据(T_i+20 , T_f-20);实验结束后称量样品质量,如果实验前后样品质量差值大于0.3%以上,重复试验。

7 密度的测量

体积密度(ρ)按 GB/T 25995 规定的方法进行测试。

8 结果计算

导热系数(λ)按式(7)计算。

$$\lambda = \alpha \cdot C_{pT} \cdot \rho \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- λ ——样品的导热系数,单位为瓦每米开[W/(m·K)];
 α ——样品的热扩散系数,单位为平方米每秒(m²/s);
 C_{pT} ——样品的比热容,单位为焦每千克开[J/(kg·K)];
 ρ ——样品的体积密度,单位为千克每立方米(kg/m³)。

每个样品测量三次并计算其平均值,结果依照 GB/T 8170 进行数值修约,修约后结果保留一位小数。

9 检测报告

检验报告应包括以下内容:

- a) 样品编号;

- b) 样品名称；
 - c) 检测设备的名称、型号；
 - d) 标准名称；
 - e) 样品体积密度(kg/m^3)、比热容 $[\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$ ；
 - f) 导热系数的单值及其平均值 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ ；
 - g) 测试人员及实验日期。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
高热导率陶瓷导热系数的检测
GB/T 39862—2021

*

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

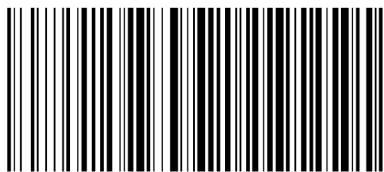
服务热线: 400-168-0010

2021年3月第一版

*

书号: 155066 · 1-67057

版权专有 侵权必究



GB/T 39862—2021



码上扫一扫 正版服务到