

中华人民共和国国家标准

UDC 621.315.592
.4:536.2

氧化铍瓷导热系数测定方法

GB 5598—85

Test method for thermal conductivity
of beryllium oxide ceramics

本标准方法适用于氧化铍瓷导热系数的测定。同时亦适用于低导热的氧化铝瓷等陶瓷导热系数的测定。其温度范围为40~150℃。

1 装置

1.1 装置的主要构成

如图1所示,装置主要是由加热器、连接、样品的上下热极(引入和传递热量的铜圆棒)、冷却器和冷却管组成。上述部件密封在直径为250mm,高为410mm的玻璃钟罩内或直径为200mm,高为380mm的黄铜圆筒内。玻璃钟罩或黄铜圆筒与底部用真空橡皮圈密封。样品测定期间,由前置机械泵和油扩散泵把系统抽真空到约 $133.32 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 。

1.2 加热器

采用纯铜材料加工成如图1所示的槽状内热式加热器。在槽内放置螺旋形的500瓦镍铬电阻丝($\phi 0.3 \text{ mm}$)。电阻丝用陶瓷管绝缘,输入到电阻丝上的电源必须经稳定度优于1%的稳压器。然后接入两个串联的调压器组或其他调压器件,通过调压器组或调压器件,来精密地恒定温度。

1.3 热极

热极用纯度为99.90%的 T_2 纯铜制成,其直径为 $15 \pm 0.03 \text{ mm}$ 。在与样品接触的热极端面电镀一层硬铬层,磨平硬铬层表面后,其厚度约为 $30 \mu\text{m}$ 。详细尺寸见图2。

1.4 冷却器

冷却器用铜制成,并通过锥度配合,使其和下热极紧密接触。

用流量恒定的水恒温器来精密控制从冷却器带走的热量,其水的温度变化率不大于 $0.5 \text{ }^\circ\text{C/h}$ 。

1.5 冷却管

用壁厚为1mm,直径为8mm的铜管做冷却管,并用气焊把它焊在黄铜支撑板上,以消除加热器对热极和样品的热辐射。同时,它还冷却安装在支撑板上的铜反射屏。

1.6 热电偶

采用经过校准的直径为0.3mm的铜-康铜热偶丝,所有热偶丝用小陶瓷管和塑料管绝缘。四对热偶丝被永久地锡焊(在真空中钎焊)在上、下热极的孔内。其孔的尺寸为:直径0.35mm、深度为0.8mm,见图2。热极上的孔距为 $50 \pm 0.03 \text{ mm}$ 。热偶的冷端插入冰点器($0 \text{ }^\circ\text{C}$)中,从热偶冷端引出的导线直接接入或者通过最大寄生电动势为 $0.1 \mu\text{V}$ 无热转换开关接入电位差计上,其仪器误差应不大于 $\pm 1 \mu\text{V}$ 。

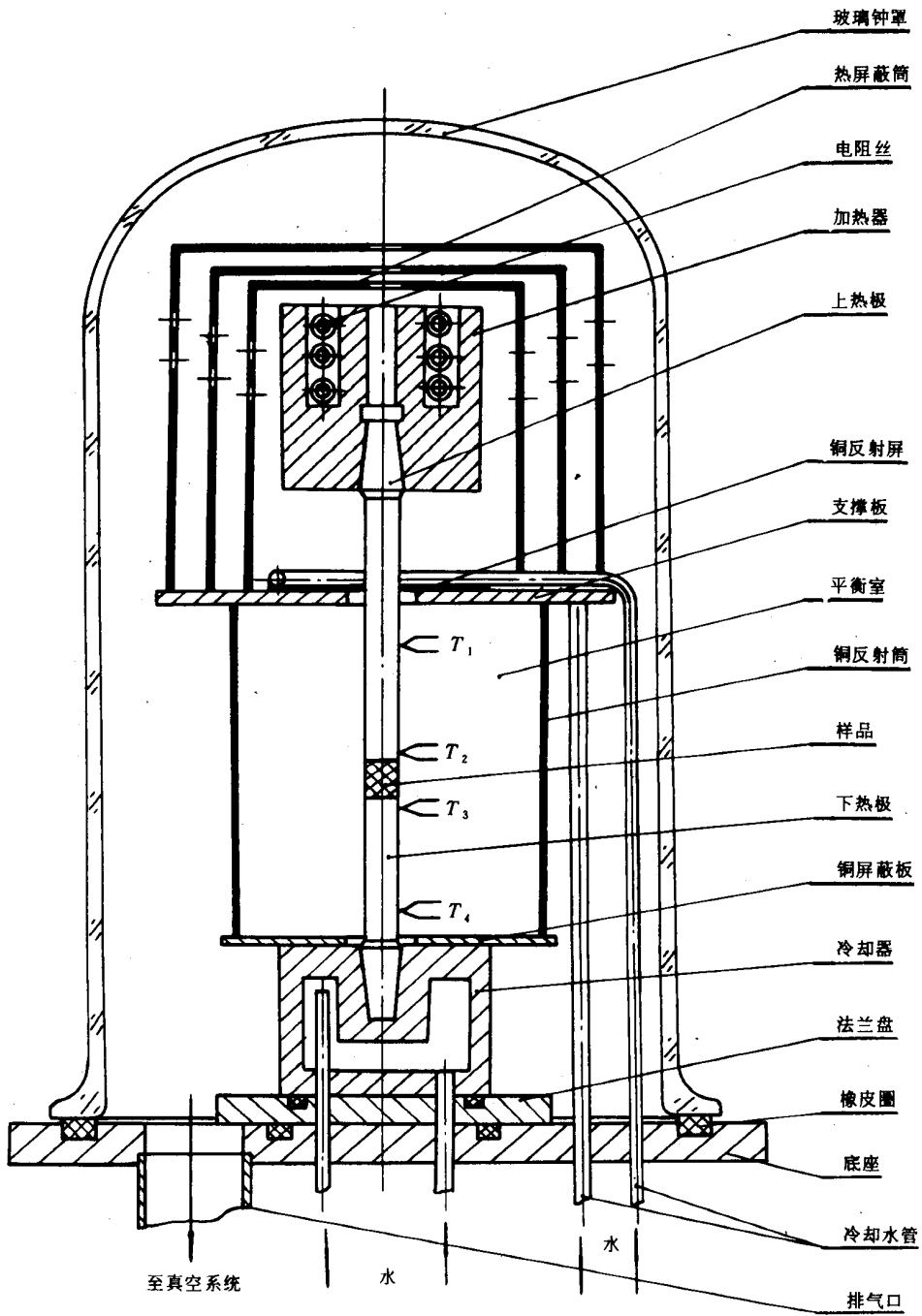


图 1 氧化铋导热系数测定装置图 (M1:3)

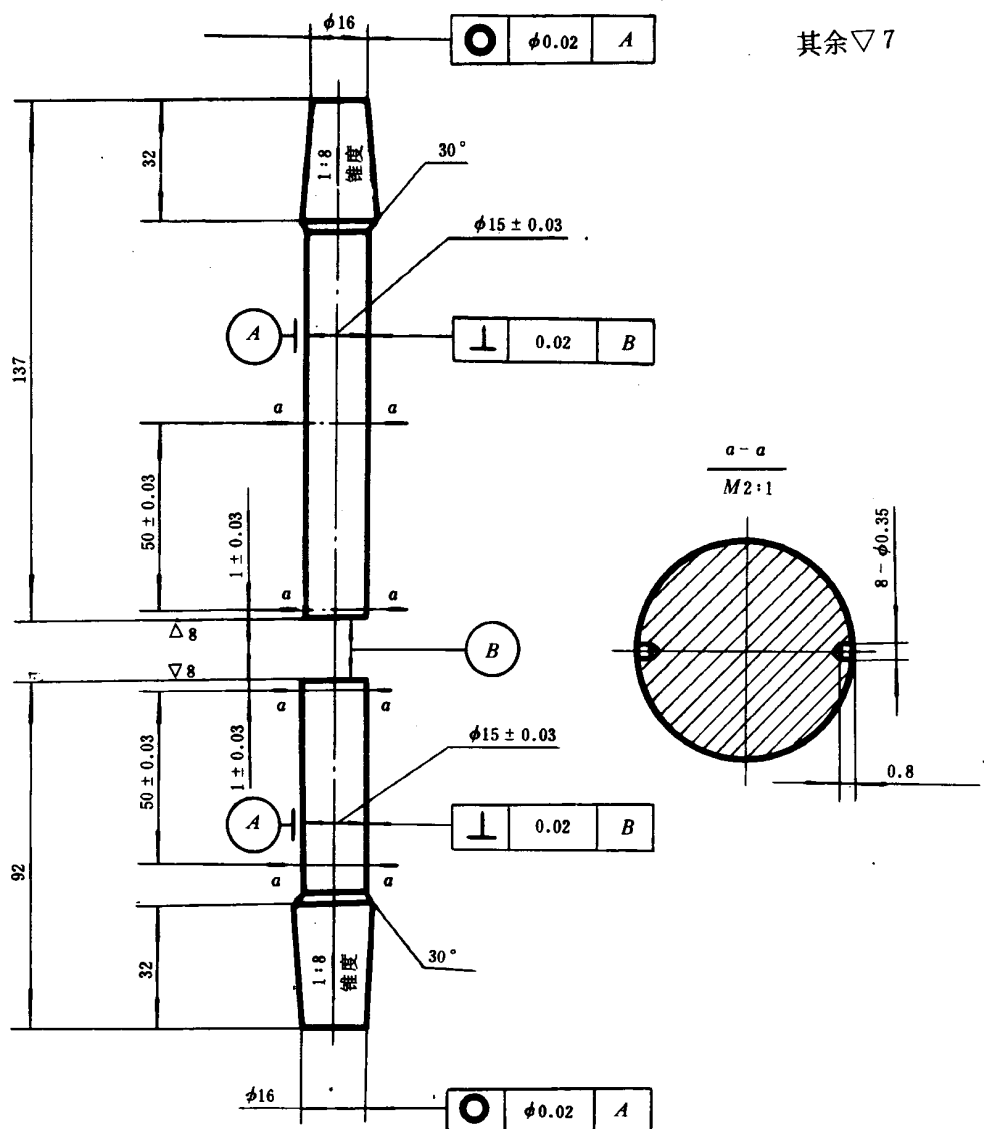


图 2 热极尺寸图 (M1:2)

B端面镀硬铬约 30μ

2 样品

按通常制造陶瓷的干压、热压铸或挤压工艺成型、烧熟以后。样品研磨到直径为 15 ± 0.03 mm、高为 15 ± 0.03 mm的圆柱。样品底面与圆柱体轴的垂直度不大于0.02mm，样品两个端面的不平度小于0.02mm，见图3。

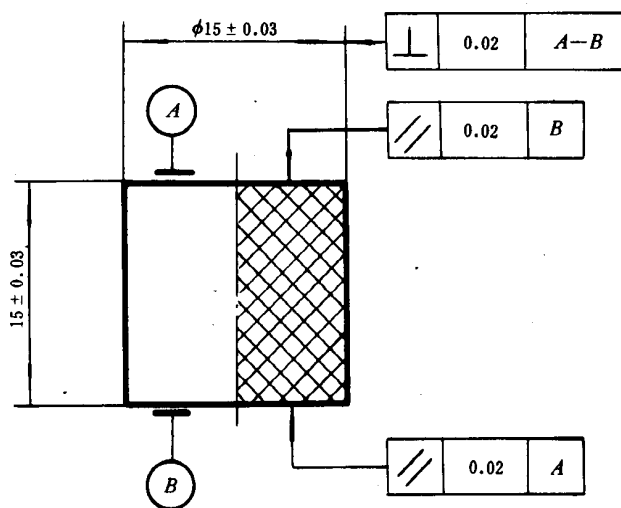


图 3 样品尺寸图 (M2:1)

3 样品装配

在样品的两个端面以及上、下热极的端面上涂覆一层 I 号液态合金，经反复浸渍后，将样品放置在上、下热极之间进行合轴装配。然后在上热极顶端小心放上内热式的加热器，并将从热极和样品间挤压出来的多余液态合金，小心擦掉。

4 测定程序

- 4.1 当样品与热极满意地合轴装配后，关闭系统，并对系统抽真空，其真空度约为 $133.32 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 。
- 4.2 通水冷却冷却器和支撑板后，通电供给上下热极热量，从而沿热极和样品建立温度梯度。
- 4.3 测定是在温度稳定状态下进行的。

判断稳定状态的标准是：最靠近加热器的热偶 1 的温度变化速率小于 $0.03 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

4.4 当达到稳定后，按热偶 1、2、3 和 4 的顺序读出四个热偶的热电势。在每一个稳定状态下，读三组这样的读数，然后取其平均值将平均值转换成温度值。由三组温度数据计算的导热系数必须互相一致，其偏差不得超过 1%。

5 记录试验数据

- 5.1 样品的直径和高度
- 5.2 热极的直径
- 5.3 热偶 1 和 2 以及 3 和 4 之间距离
- 5.4 按 4.4 条所述，稳定状态下每对热偶三组热电势，并分别转换成三组温度值。
- 5.5 上热极平均温度按照热偶 1 和 2 测定的温度值 t_1 和 t_2 计算：

$$\frac{t_1 + t_2}{2}$$

- 5.6 样品的平均温度，这个平均温度是通过测量 2 号和 3 号热电偶的温度值 t_2 和 t_3 计算：

$$\frac{t_2 + t_3}{2}$$

6 计算

6.1 按下式计算导热系数

$$\lambda_s = \frac{A_{cu}}{A_s} \cdot \frac{\lambda_{cu}(t_1 - t_2)l_s}{l_1(t_2 - t_3) - l_2[(t_1 - t_2) + (t_3 - t_4)]}$$

式中：
 λ_s ——测定样品的导热系数 W/(m·K)；
 λ_{cu} ——铜热极平均温度（按5.5条计算）的导热系数 W/(m·K)；
 A_{cu} ——垂直于热流方向的热极截面积 (m²)；
 A_s ——垂直于热流方向的样品截面积 (m²)；
 t_1 和 t_2 ——热偶 1 和 2 的温度 (K)；
 t_3 和 t_4 ——热偶 3 和 4 的温度 (K)；
 l_s ——样品的长度 (m)；
 l_1 ——热偶 1 和 2 之间的距离 (m)；
 l_2 ——热偶 2 和上热端面之间的距离 (m)。

6.2 导热系数用 3 位有效数字表示。

6.3 铜热极的导热系数 λ_{cu} 的数据如下：

温度 (°C)	导 热 系 数 值
	W/(m·K)
0	388
100	380
200	373

7 报告

7.1 材料的一般说明。

7.2 在某一指定温度测定时，按6.1条计算公式给出该温度（按5.6条计算平均温度）的样品导热系数。

7.3 在某一温度范围的测定时，按6.1条进行三个以上温度点的导热系数测定，然后绘制导热系数—温度曲线。

8 误差

8.1 根据对同一个氧化铍样品所进行多次重复性的测定，确定本方法的精密度为 ± 2 %。

8.2 根据对电解铁和奥氏体不锈钢标准样品所进行的测定，确定本方法的准确度为 + 5 %。

附加说明：

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部第十二研究所起草。

本标准主要起草人刘序芝。