

QJ

中华人民共和国航空航天工业部航天工业标准

QJ 1868-90

材料热扩散率测试方法 激光脉冲法(300 ~ 1800K)

1990-01-20 发布

1990-12-01 实施

中华人民共和国航空航天工业部 发布

材料热扩散率测试方法 激光脉冲法 (300 ~ 1800 K)

1 主题内容与适用范围

本标准规定了用激光脉冲法测量材料热扩散率的方法。

本标准适用于用接触式测温元件在 300 ~ 1800K 温度范围内测量材料的热扩散率。本标准不适用于测量绝热材料的热扩散率。

2 术语

2.1 热扩散率

热扩散率又称导温系数,是表征非稳态导热过程中温度变化速率的特性参数,以 α 表示。

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

- 式中: α 热扩散率, m^2/s ;
- λ 热导率, $W/(m \cdot k)$;
- C_p 定压比热容, $J/(kg \cdot k)$;
- ρ 密度, kg/m^3 。

3 方法要点

一个圆片试样,前表面受到激光脉冲的均匀加热,在绝热条件下产生向试样背面的一维热流,由此而引起的试样背面温度变化可由公式 2 计算:

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

$$\times \int_0^L T(x, 0) \cos \frac{n \pi x}{L} dx \dots\dots\dots (2)$$

对于不透明材料, 激光脉冲周期无限短、无热损时, 公式 2 可简化为:

$$\frac{T(L, t)}{T(L_{max})} = 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 \alpha t}{L^2}\right) \dots\dots\dots (3)$$

当 $\frac{T(L, t)}{T(L_{max})}$ 取 0.5 时:

$$\alpha = 0.139 \frac{L^2}{t_{1/2}} \dots\dots\dots (4)$$

- 式 3、4 中: $T(L, t)$ — 试样背面温升, K;
- $T(L_{max})$ — 试样背面最高温升, K;
- $t_{1/2}$ — 为背面温升 $T(L_{max})$ 的一半所对应的时间, s;
- L — 试样厚度, m.

激光脉冲法原理示于图 1.

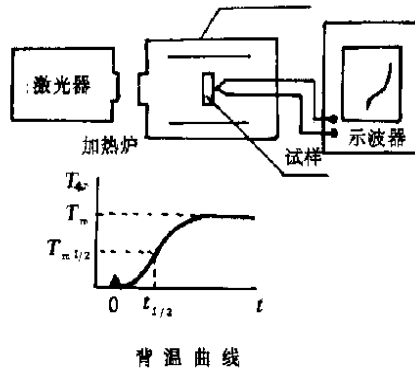


图 1 激光脉冲法原理图