

动态法测定良导体的热导率

1. 测量原理：通过控制实验条件使得热量沿一维传播，令冷端温度恒定，热端温度按照简谐规律变化，则利用热传导方程 $\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ ，可以解出棒内各点的温度随时间的变化关系：

$$T = T_0 - kx + T_m e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}}x} \sin\left(\omega t - \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}}x\right)$$

其中 $\alpha = \frac{\kappa}{c\rho}$ 称为热扩散率。热波波速 $v = \sqrt{2\alpha\omega}$ ，热波波长 $\lambda = 2\pi\sqrt{\frac{2\alpha}{\omega}}$ ，所以在 ω 已知的情况下，只要测出波速或波长就可以计算出 α ，从而计算出热导率 κ 。

在实验中需要保证的热学条件有：①热量沿一维传播；②实现热端温度随时间按简谐形式变化的边界条件。

2.①实验系统设计：脉动热源和冷却装置负责实现边界条件（冷端恒定，热端简谐）；样品需要沿轴放置，保证一维传播；

②样品：将材料制成圆棒状，并用绝热材料紧裹其侧表面，这样热量将只沿轴向传播，并且在任一垂直于棒轴的截面上各点的温度可保持相同；

③实验操作：用冷却水冷却棒尾，保持温度恒定，防止整个棒温度起伏；提供周期 $T = 180\text{s}$ 的脉动热源，使得热源温度按周期起伏；

3. 理想实验曲线应该满足：①稳定性：平均温度不随时间变化，即棒的温度不会出现整体漂移；②简谐：热波的高频分量应该很快衰减，观测到的曲线应该是基频的简谐曲线；

判断这些条件可以通过：观察曲线有没有出现整体的温度漂移（可以通过观察每个波峰的高度是否相同来判断）；用一个同周期的简谐波作参考，判断曲线与简谐的接近程度；

4. 不能，因为热波波长为 $\lambda = 2\pi\sqrt{\frac{2\alpha}{\omega}} = 2\pi\sqrt{\frac{2\kappa}{c\rho\omega}}$ ，对于热的不良导体 κ 很小，导致热波长也很小，衰减很快，无法进行有效的测量。