

动态法测定良导体热导率

1. 简述本实验的测量原理，并从原理上思考在实验中需要保证的热学条件有哪些。

通过控制实验条件，实现热量的一维传播，热端的温度按照简谐的方式变化（ $T = T_0 + T_m \sin \omega t$ ），冷端无反射且保持恒定温度（ T_0 ）则利用热流方程 $\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ ，可以得到棒中温度的分布为：

$$T = T_0 - kx + T_m e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}}x} \sin(\omega t - \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}}x) \quad \alpha = \frac{\kappa}{c\rho} \quad (1)$$

从中可以得出热波波速和热波波长：

$$v = \sqrt{2\alpha\omega} \quad \lambda = 2\pi\sqrt{\frac{2\alpha}{\omega}} \quad (2)$$

已知角频率 ω 的情况下，可以算出 α ，再由 $\alpha = \frac{\kappa}{c\rho}$ 快速计算出 κ 。最终可得：

$$\kappa = \frac{v^2 c \rho}{2\omega} \quad (3)$$

需要保证的热学条件则有：①热量要只沿一维方向传播；②热端的温度按照简谐的方式变化。

2. 列举本实验是如何从实验系统设计、样品、实验操作等方面保证这些热学条件的。

①实验系统设计：采用脉动热源和冷却装置来实现边界条件（热端简谐，冷端恒定）。样品沿轴放置，使热量一维传播。

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

③实验操作：冷却端用冷却水冷却，防止整个棒温起伏。脉动热源的周期调整到 180s，以期有平滑的温度曲线。热源中的高次谐波会很快衰减至零，只会留下角频率为 ω 的基波。

3. 列举理想实验曲线应该满足的特征，在实验中如何判断曲线满足这些要求？不符合要求的曲线会给实验结果带来什么影响？

特征：①稳定性：即平均温度不会随时间变化，温度整体不会出现漂移；②简谐性：热波的高频分量应该快速衰减，只会剩下基频的简谐分量。

判断方法：①观察温度曲线整体有没有随时间发生一个漂移，如有，则说明尚未达到稳定。②观察曲线整体是否接近正弦波形，可以采用同周期的波形来对比。

影响：没有到达稳定时，其内的温度分布还在变化，理论推导无法适用，无法采集有效数据；波形不接近简谐波时，难以判断何时财神同相位点，数据采集不准。

4. 本实验可否用来测量热的不良导体，为什么？

不可以。衰减的因子为 $\sqrt{\frac{\omega c \rho}{2\kappa}}$ ，热的不良导体热导率太小，导致衰减因子很大，波形衰减很快，同时波长也很小，无法进行有效测量。