

导热系数的测定方法

导热系数的测量方法

- 导热系数（又称热导率）是反映材料热传导性质的物理量，表示材料导热能力的大小。
- 某种材料的导热系数不仅与构成材料的物质种类密切相关，而且还与它的微观结构、温度、压力及杂质含量有关。在科学实验和工程设计中，所用材料的导热系数都需要用实验的方法精确测定。

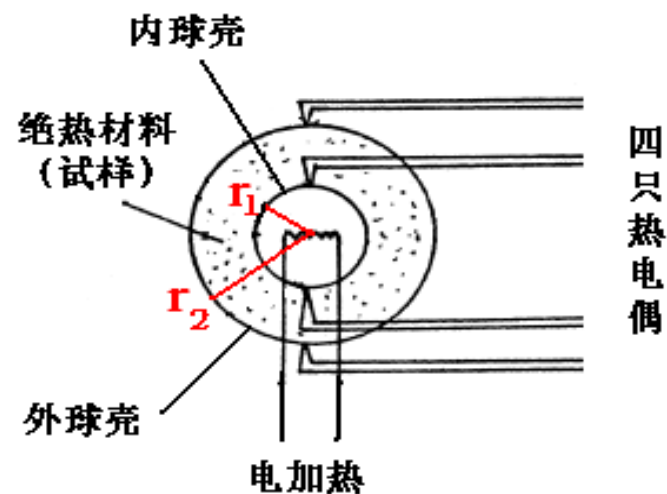
导热系数的测量方法

- 稳态法
 - 平板法
 - 热流计法
- 非稳态法
 - 瞬态热线法
 - 瞬态平面热源法
 - 探针法
 - 激光法
 - 3 ω 法

稳态法

- 球体法
- 实验仪器 球壁导热仪
- 适用材料 用于测定粉状、颗粒状、纤维状干燥材料在不同填充密度下的导热系数

圆球法测定绝热材料的导热系数是以同心球壁稳定导热规律作为基础。在球坐标中，考虑到温度仅随半径 r 而变，故是一维稳定温度场导热。



实验时，在直径为 d_1 和 d_2 的两个同心圆球的圆壳之间均匀地填充被测材料（可为粉状、粒状或纤维状），在内球中则装有球形电炉加热器。当加热时间足够长时，球壁导热仪将达到热稳定状态，内外壁面温度分别恒为 t_1 和 t_2 。根据这种状态，可以推导出导热系数 λ 的计算公式。

- 根据傅立叶定理，经过物体的热流量有如下的关系：
■ (44-1)

- 式中： Q —— 单位时间内通过球面的热流量， W ；
■ λ —— 绝热材料的导热系数， W/m·℃ ；
■ dt/dr —— 温度梯度， ℃/m ；
■ A —— 球面面积， $A = 4 \pi r^2$ ， m² 。

- 对 (44 -1) 式进行分离变量，并根据上述条件取定积分得
■ (44 - 2)

其中： r_1 、 r_2 分别为内球外半径和外球内半径。积分得：

$$\lambda = \frac{Q(d_2 - d_1)}{2\pi(t_1 - t_2)d_1d_2} \quad (44-3)$$

其中： Q 为球形电炉提供的热量。只要测出该热量，即可计算出所测隔热材料的导热系数。

事实上，由于给出的 λ 是隔热材料在平均温度 $t_m = (t_1 + t_2) / 2$ 时的导热系数。因此，在实验中只要保持温度场稳定，测出球径 d_1 和 d_2 ，热量 Q 以及内外球面温度即可计算出平均温度 t_m 下隔热材料的导热系数。改变 t_1 和 t_2 ，则可得到导热系数与温度关系的曲线。

1.球壁导热仪

实验装置图如44 -1所示。主要部件是两个铜制同心球壳1、2，球壳之间均匀填充被测隔热材料，内壳中装有电热丝绕成的球形电炉加热器3。

2.热电偶测温系统

铜—康铜热电偶二支（测外壳壁温度），镍铬—镍铝热电偶两支（测内壳壁温度）；均焊接在壳壁上。通过转换开关将热电偶信号传递到电位差计，由电位差计检测出内外壁温度。

3.电加热系统

外界电源通过稳压器后输出稳压电源，经调压器供给球形电炉加热器一个恒定的功率。用电流表和电压表分别测量通过加热器的电流和电压。

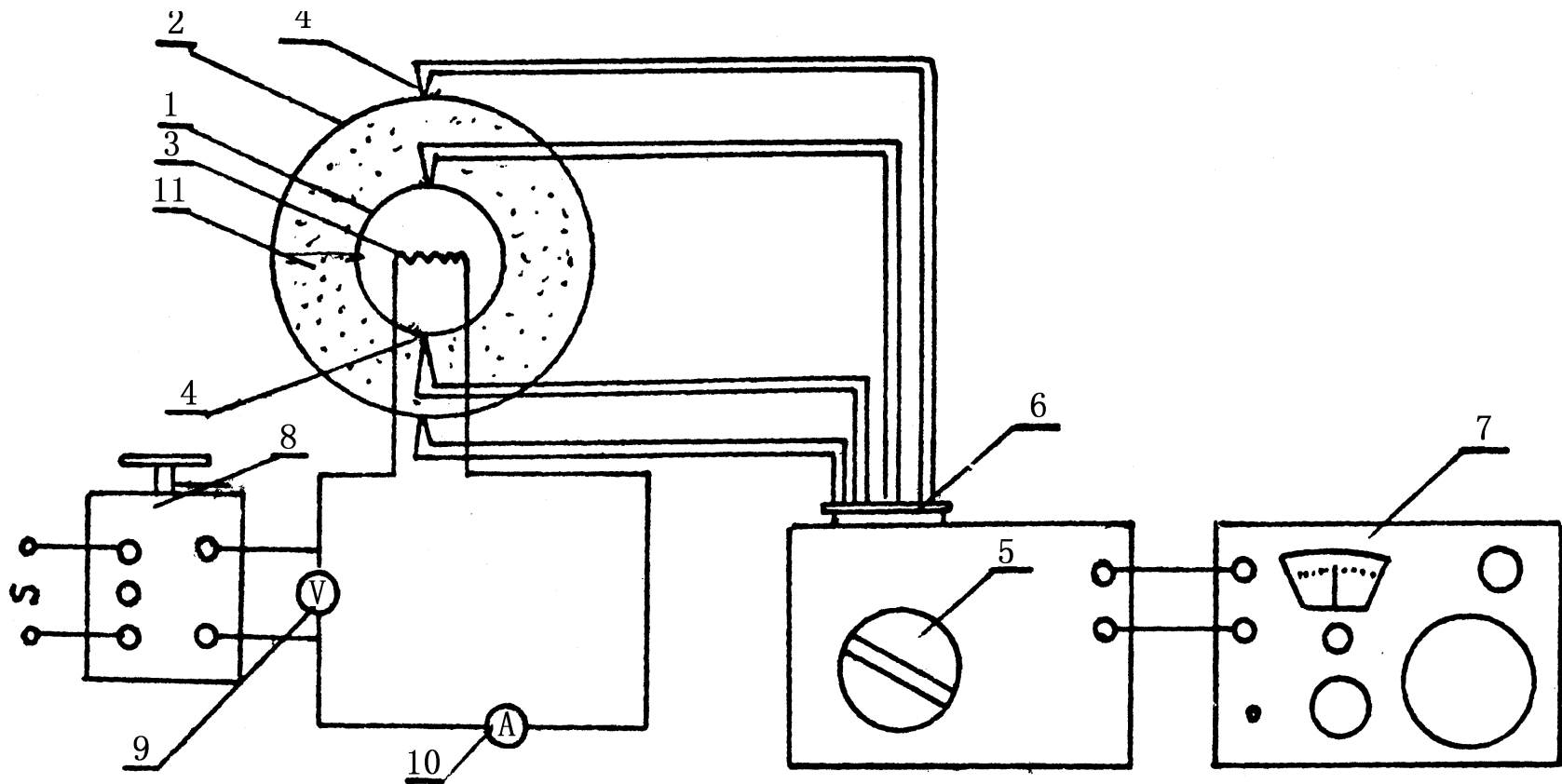


图44-1 球壁导热仪实验装置

- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| 1.内球壳 | 2.外球壳 | 3.电加热器 | 4.热电偶热端 |
| 5.转换开关 | 6.热电偶冷端 | 7.电位差计 | 8.调压器 |
| 9.电压表 | 10.电流表 | 11.绝热材料 | |

1.将被测绝热材料放置在烘箱中干燥，然后均匀地装入球壳的夹层之中。

2.按图44-1安装仪器仪表并连接导线，注意确保球体严格同心。检查连线无误后通电，使测试仪温度达到稳定状态（约3~4小时）。

3.用温度计测出热电偶冷端的温度 t_0 。

4.每间隔5~10分钟测定一组温度数据（内上、内下、外上、外下）。读数应保证各相应点的温度不随时间变化（实验中以电位差计显示变化小于0.02 mV为准），温度达到稳定状态时再记录。共测试3组，取其平均值。

5.测定并绘制绝热材料的导热系数和温度之间的关系

6.关闭电源，结束实验。
