# 准稳态法测不良导体的导热系数和比热-实验报告

**姓名：夏弘宇 学号：2023011004 实验日期：20241008 实验组/台号：M11**

## 【实验目的】

1.学习万用表的功能及其使用方法；

2.了解使用热电偶测量温度的方法。

3.学习并掌握准稳态法测量不良导体的导热系数和比热的原理和方法；

4.学习作图法处理实验数据。

## 【实验仪器】

函数信号发生器、数字万用表、直流稳压电源、保温杯（冷端）、换向开关、秒表（手机秒表代替）、未知规格电容、电阻、二极管、导线

实验样品台架：①中心面横梁，承载中心面的热电偶；②加热面横梁，承载加热面的热电偶；③加热薄膜，给样品加热，两加热薄膜已并联；④隔热泡沫层，防止散热，从而保证实验精度；⑤锁定杆，实验时锁定横梁，防止在未松开螺杆⑥时取出热电偶导致热电偶损坏；⑥螺杆旋钮，推动隔热层压紧或松开实验样品和热电偶。 平行板试样4块：有机玻璃，密度1196kg/m3，长×宽×厚=90.0mm×90.0mm×10.0mm；薄膜加热器2片, 加热电压控制在 15 − 20V 之间，电流不超过 0.5A；热电偶 2 只，温度系数40.0uV/℃；泡沫绝热体2块

## 【实验原理】

## 傅里叶导热定律

单位时间内通过该截面的传导热量

单位时间内通过**单位面积**的热流量为热流密度（也称为热通量）****

## 准稳态法测量导热系数及比热

目标：测量不良导体样品的导热系数

模型：厚度为2R，初始内部温度均匀为，在两侧提供恒定热流密度，平板样品内温度场记作*t(x,τ)*，以中心截面*x*=0为对称面；沿*x*轴方向的传热方程为，其中热扩散率，考虑初始及边界条件，易得



式中 *μn = nπ*，*n*=1, 2, 3, … ，为傅里叶数。当经过一定的初始加热时间τ使得傅里叶数F0>0.5后，式中指数项因子衰减得很小，可以忽略，因此简化为



由此表达式可以看出，F0>0.5后任一时刻样品内各点的温度 t 随位置 *x* 的变化呈抛物线分布；任意一点的温度随加热时间τ的增加而线性升高。进一步分析可知，样品内各点的温升速率相同并保持不变（准稳态）。

虽然上述各式都预设样品表面无限大，但实际只要长宽为厚度的6倍就可以近似认为样品中心点就位于无限大平板上，忽略有限面积带来的误差。

上式中有c和两个未知量，所以还需要一个式子来测c。由于装置的对称性，样品中心面为绝热面，从一侧的加热面流入样品的热流全部被R~0厚度范围内的样品物质所吸收，使得样品内各处的温度以相同的速率dt/dτ同步升高（F0>0.5后），因此符合 ，即。

## 3.热电偶测温

本实验中，由于温差较小，可近似为，k1为热电偶常数。

## 4. 热流密度qc的计算



## 【实验内容及步骤】

## 1.学习数字万用表的基本使用

测量电阻阻值（二端法测量）、电容、二极管的正向导通电压、交流信号的电压、频率。注意计算仪器误差：。

## 2.完成样品台组装。打开直流稳压电源、数字万用表电源并预热一段时间, 在适当预设电压下, 用万用表测量实验前加热电压

## 3.用万用表测量并记录热电偶、加热器电阻值，检查器件是否完好

## 4.连接电路

连接热电偶、换向开关与数字万用表，组装测温系统，将热电偶各接点摆放到位。

## 5.数据测量与记录

使用温度计测量初始温度 及初始温差 、初始中心面温度。接通电源与加热器, 间隔1分钟测量与 $, 共测量约25分钟。

## 6.结束实验

断开电源并拆下万用表, 测量试验后的加热电压。清理实验台，注意松开压住式样的螺杆进行散热。

## 【数据处理】

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| τ(分钟) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| *U*2(*t*2, *t*1)/mV | 0.012 | 0.015 | 0.025 | 0.041 | 0.062 | 0.085 | 0.109 | 0.133 | 0.158 |
| *U*1(*t*1, *tc*)/mV | 0.008 | 0.119 | 0.150 | 0.167 | 0.175 | 0.180 | 0.182 | 0.184 | 0.184 |
| τ(分钟) | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| *U*2(*t*2, *t*1) | 0.183 | 0.208 | 0.234 | 0.259 | 0.284 | 0.308 | 0.333 | 0.357 | 0.382 |
| *U*1(*t*1, *tc*) | 0.184 | 0.185 | 0.185 | 0.185 | 0.185 | 0.185 | 0.185 | 0.185 | 0.186 |
| τ(分钟) | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| *U*2(*t*2, *t*1) | 0.406 | 0.430 | 0.453 | 0.476 | 0.500 | 0.523 | 0.545 | 0.569 |  |
| *U*1(*t*1, *tc*) | 0.186 | 0.186 | 0.186 | 0.187 | 0.187 | 0.188 | 0.188 | 0.188 |  |

其余数据见原始数据记录。

从图线中可看出, 在第7 min后，加热面与中心面的温差不再发生变化, 可以认为进入准稳态状态。

在准稳态下, 计算加热面与中心面的温差。

计算热流密度。

于是，导热系数

对7min后的图像进行线性拟合，拟合图像如下：

由线性拟合结果可得：



计算样品材料比热容得：



## 【实验总结】

实验结果：, 

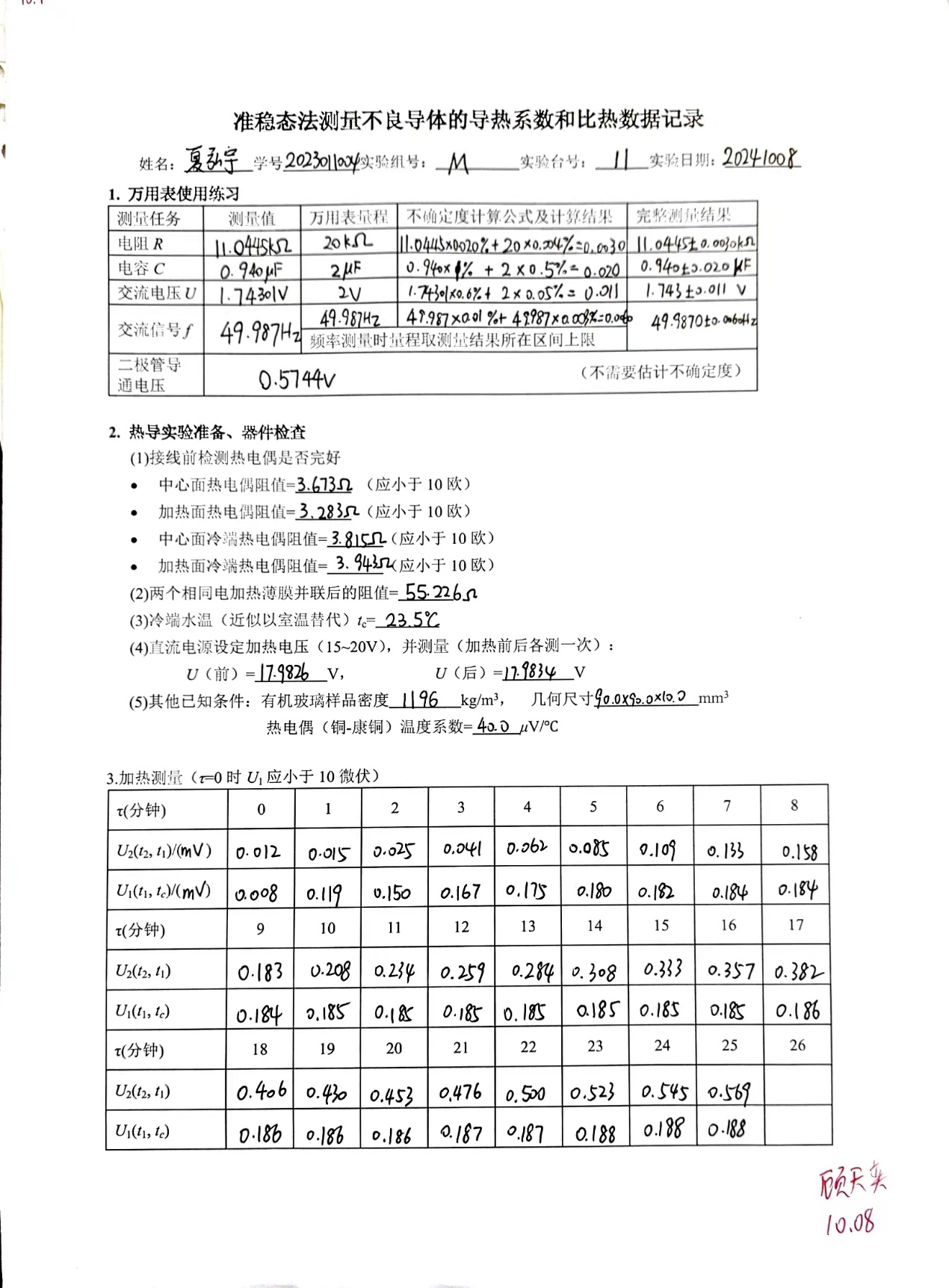
测量误差：

系统误差：由于热量耗散的存在，测得的温度都会偏低；将有限大平板视为无限大平板存在误差。

偶然误差：万用表测量读数产生的误差。

其中，热量耗散是简易热学实验难以避免的系统误差，从读数中也可以看出，7min之后，△U2总体变化越来越小，与保持不变的理想状况不符合，主要就是因为热量的耗散。鉴于这一因素，本实验分析过程中并未计算不确定度。

## 【原始数据记录】

****