



HIT大物实验交流群2019

扫一扫二维码，加入群聊。



哈尔滨工业大学

实验报告

姓名: _____ 学 号: _____

课程名称: 传热学

实验名称: 准稳态法测绝热材料的导热系数对比实验数据表

实验序号: _____ 实验日期: 2019年11月27日

实验室名称: _____

同 组 人: _____

实验成绩: _____ 总 成 绩: _____

教师评语:

教师签字:

年 月 日

一. 实验目的

1. 掌握使用热电偶测量温度及温差的方法
2. 认识和使用数字化仪表测量温度和温差
3. 快速测量绝热材料的导热系数和比热。

二. 实验原理

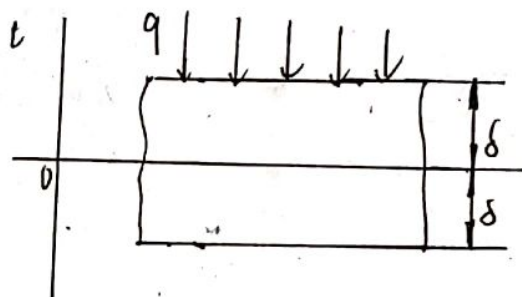
本实验是根据第二类边界条件，无限大平板的导热问题设计的。设平板厚度为 2δ ，初始温度为 t_0 ，平板两面受恒定的热流密度 q 均匀加热。求任何瞬间平板厚度方向的温度分布 $t(x, \tau)$ 。导热微分方程式，初始条件和第二类边界条件如下：

$$\frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t(x, \tau)}{\partial x^2}$$

$$t(x, 0) = t_0$$

$$\left. \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=\delta} + \frac{q}{\lambda} = 0$$

$$\left. \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=0} = 0$$



解为：

$$t(x, \tau) - t_0 = \frac{q}{\lambda} \left[\frac{a\tau}{\delta} - \frac{\delta^2 x^2}{6\delta} + \delta \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^2} \cos(\mu_n \frac{x}{\delta}) \exp(-\mu_n^2 F_0) \right]$$

式中： τ - 时间；s

q - 沿 x 方向从端面向平板加热的恒定热流密度； W/m^2

λ - 平板的导热系数； $W/(m \cdot ^\circ C)$

a - 平板的导热系数； m^2/s

$\mu_n = n\pi$ ， $n=1, 3, 5, \dots$ ；

$F_0 = \frac{a\tau}{\delta^2}$ 傅里叶准则数

t_0 - 初始温度； $^\circ C$

随着时间 τ 的延长， F_0 数变大，式(1)中的级数和项变小。当 $F_0 > 0.5$ 时，级数和项变得很小可以忽略，式(1)变成：

$$t(x, \tau) - t_0 = \frac{q\delta}{\lambda} \left(\frac{a\tau}{\delta^2} + \frac{x^2}{2\delta} - \frac{1}{6} \right)$$

由此可见,当 $h > 0.5$ 后,平板各处的温度和时间成线性关系,温度随时间变化的速率是常数,并且到处相同,这种状态称为准稳态。在准稳态时,平板中心面 $x=0$ 处的温度为:

$$t(0, \tau) - t_0 = \frac{q_0}{\lambda} \left(\frac{a\tau}{\delta^2} - \frac{1}{6} \right)$$

平板加热面 $x=\delta$ 处为:

$$t(\delta, \tau) - t_0 = \frac{q_0}{\lambda} \left(\frac{a\tau}{\delta^2} + \frac{1}{3} \right)$$

此两面的温差为:

$$\Delta t = t(\delta, \tau) - t(0, \tau) = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_0}{\lambda}$$

如已知 q, δ , 再测出 Δt , 就可以由式(3)求出导热系数:

$$\lambda = \frac{q\delta}{2\Delta t}$$

实际上,无限大平板是无法实现的,实际总是用有限尺寸的试件。一般认为,试件的长度和宽度为厚度的六倍以上,两侧散热对试件中心温度的影响忽略不计,试件两断面中心处的温度等于无限大平板时两断面的温度差。

根据热平衡原理,在准稳态时有下列关系:

$$q \cdot A = c \cdot \rho \cdot \delta \cdot A \cdot \frac{dt}{d\tau}$$

式中: A 为试件的横截面积; c 为比热容, ρ 为密度; $\frac{dt}{d\tau}$ 为准稳态时的温升速率。由上式可得:

$$c = \frac{q}{\rho \delta \frac{dt}{d\tau}}$$

用此式可求出试件比热,试验时 $\frac{dt}{d\tau}$ 以试件中心处为准

三. 实验装置

(1) 试件: $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times \delta$, $\delta = 11\text{mm}$

(2) 加热器:

(3) 绝热层:

四. 实验步骤

1. 打开多路温度数采仪电源,在通道组态命令内检查通道1和4信号类型是否是T型热电偶,如果不是将其改为T型热电偶
2. 设置通道信号类型
3. 打开加热器电源,记录数据
4. 将数采仪显示画面切换到数显画面,每隔一分钟记录一次数据
5. 整理实验台

五. 数据处理:

加热器电流 $I[A]$: 0.076A 两加热器电阻的平均值 $R[\Omega]$: 100.35

试件截面尺寸 $A[m^2]$: 0.01 试件厚度 $\delta[m]$: 0.011

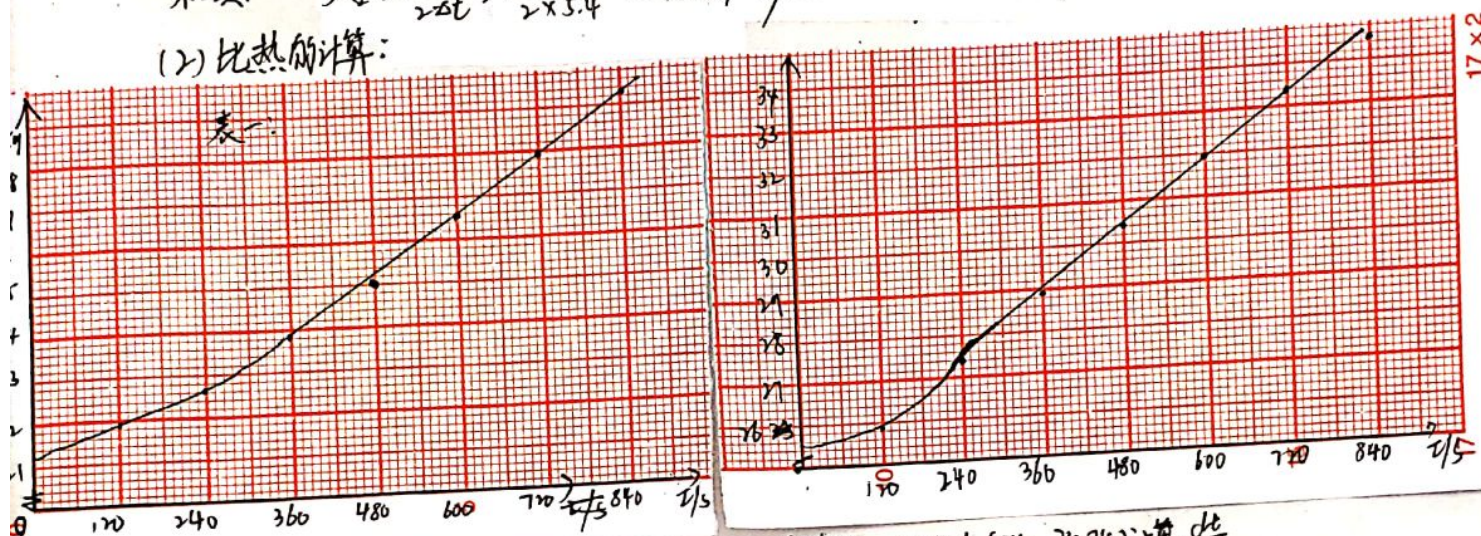
试件材料密度 $\rho[kg/m^3]$: 1165.46 热流密度 $q[W/m^2]$: 57.96

(1) 测量导热系数

第一套: $\lambda_1 = \frac{q\delta}{\Delta t} = \frac{57.96 \times 0.011}{2 \times 5.43} = 5.87 \times 10^{-2} W/m \cdot K$

第二套: $\lambda_2 = \frac{q\delta}{\Delta t} = \frac{57.96 \times 0.011}{2 \times 5.4} = 0.059 W/m \cdot K$

(2) 比热的计算:



取 (360, 23.32) 和 (840, 29.31) 计算 $\frac{dT}{dt}$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{29.31 - 23.32}{840 - 360} = 0.0114$$

$$C_1 = \frac{57.96}{1165.46 \times 10^{-3} \times 0.0114} = 436.24 [J/(kg \cdot K)]$$

取 (360, 28.85) 和 (840, 34.74) 计算 $\frac{dT}{dt}$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{34.74 - 28.85}{840 - 360} = 0.0122$$

$$C_2 = \frac{57.96}{1165.46 \times 10^{-3} \times 0.0122} = 407.63 [J/(kg \cdot K)]$$

六. 分析与思考:

1. 讨论稳态, 准稳态, 非稳态传热过程的差异:

稳态是指温度场不随时间而改变。准稳态则是在较短的时间内没有明显的变化, 当然如果时间一长还是会有变化, 只是通常在研究的时间内可以看作做稳态, 此时为准稳态。非稳态则是温度场随时间不断变化的传热过程。

2. 本方法能否测量金属材料的导热系数, 为什么?

不能, 因为金属材料的导热系数较大, 使得两端的温度几乎没有差别, 采用普通测温装置很难测量, 计算出的值会有很大误差。

一、准稳态法测绝热材料的导热系数和比热实验数据表

班级: |

学号: ..

姓名: /

实验台号:

实验时间: 11月21日 1-2节

同组人: 李金峰



加热器电流 I [A]: 0.76A

两加热器电阻的平均值 R [Ω]: 100.35

试件截面尺寸 A [m^2]: 0.01

试件厚度 δ [m]: 0.011 m

试件材料密度 ρ [kg/m^3]: 1165.46

热流密度 q [W/m^2]: 57.96

实验数据记录与整理表 1

	温度 t_1 [$^{\circ}C$]	温度 t_2 [$^{\circ}C$]	$\Delta t = t_2 - t_1$ [$^{\circ}C$]
1	21.86	23.36	1.50
2	21.85	25.28	3.43
3	22.14	26.43	4.29
4	22.62	27.42	4.8
5	23.12	28.22	5.1
6	23.82	28.85	5.03
7	24.43	29.70	5.27
8	25.09	30.45	5.36
9	25.83	31.22	5.39
10	26.50	31.93	5.43
11	27.21	32.67	5.46
12	27.93	33.36	5.43
13	28.62	34.05	5.43
14	29.31	34.74	5.43
15			
16			
17			
18			
19			
20			

一、准稳态法测绝热材料的导热系数和比热实验数据表

实验数据记录与整理表 2

	未知 1 t_1		t_2 未知 2	
	热电势数值	温度[°C]	热电势数值	温度[°C]
1	0.06 0.06	0.1	0.11	3
2	0.071	2	0.183	5
3	0.105	3	0.204	5
4	0.135	3.5	0.211	5.2
5	0.156	4	0.217	5.3
6	0.180	4.8	0.219	5.3
7	0.207	5.2	0.221	5.4
8	0.232	6	0.223	5.4
9	0.258	6.5	0.225	5.4
10	0.284	7.1	0.225	5.4
11	0.301	7.9	0.226	5.4
12	0.335	8.5	0.227	5.4
13	0.360	9.1	0.228	5.4
14	0.386	9.9	0.228	5.4
15	0.412	10.4	0.228	5.4
16				
17				
18				
19				
20				