



哈尔滨工业大学

公众号 99: 1689929593

5

课程名称: 反应工程

实验名称: 不透明材料高温发射率测量实验

实验序号: _____ 实验日期: 2019.11.15

实验室名称: _____

同组人: 朱敏达

实验成绩: _____ 总成绩: _____

教师评语:

教师签字:

年 月 日

一、实验目的:

1. 了解红外光谱仪测试测量光谱发射率测量原理及方法;
2. 掌握利用红外测温仪测量材料发射率测量原理及方法.

二、实验原理.

发射率是表征材料表面辐射本领的物理量,是一项极其重要的热物性参数.其定义为同等温度下材料表面辐射能与黑体辐射能的比值.根据波长范围,发射率可分为全发射率、光谱发射率和波段发射率;根据测量方向,可分为半球发射率和方向发射率.不同的发射率定义有不同的应用场合.研究辐射传热问题时,常用半球全发射率,一般用量热法测量.在红外成像测温、热红外伪装设计等应用中,采用的是红外波段(亦即测温仪工作波段)的波段发射率.

波段发射率的测量主要有两种方法:

- (1) 采用红外光谱仪测试光谱发射率,再求出波段发射率;
- (2) 采用测温仪测量波段发射率.而红外光谱仪比较昂贵,采用测温仪测量波段发射率有利于提高仪器利用率,节约研究成本.

红外测温仪的测量原理是靠接收被测表面发射的辐射来确定其温度.辐射测量温度和真实温度之间的能量关系式如下所示:

$$\varepsilon' T_r^n + (1 - \varepsilon') T_a^n = \varepsilon T_o^n + (1 - \varepsilon) T_a^n.$$

式中: T_r 为红外测温仪测得的温度,单位K;

T_o 为所测量试件的实际外表面温度,由达到稳态时试件内表面温度计算得到,单位K;

T_a 为环境温度, 单位 K;

ϵ 为所测试件的实际发射率;

ϵ' 为红外测温仪设定的发射率;

n 为指数; 测温仪工作波段 $8\mu m \sim 14\mu m$ 时取 4。

若已知表面的发射率, 则可由上式求出较准确的表面温度。而反过来, 如果已知较准确的表面温度, 而不知其发射率, 则可以通过红外测温仪求出其发射率。从上式可推出测温仪测量目标发射率计算公式如下:

$$\epsilon = \frac{\epsilon'(T_r^n - T_a^n)}{T_s^n - T_a^n}$$

本实验采用热电偶测量试件外表面的较准确的温度, 同时用红外测温仪测量试件外表面温度。

三. 实验步骤:

- (1). 将试样置于加热炉中正确位置, 固定好。
- (2). 打开加热炉电源开关, 设置好所需测量实验温度, 启动加热炉, 开始加热试件。
- (3). 用热电偶测量试件表面温度随时间的变化, 并将其记录在表 1 中, 直至达到稳态。
- (4). 打开红外测温仪, 设置好实验参数, 使用红外测温仪测量试件外表面温度并记录, 注意红外测温仪光瞳口中心与试件外表面中心之间的距离 $L \leq d \times D/s$ 。
- (5). 关闭加热炉及热电偶的电源, 整理好实验设备。

二、不透明材料高温发射率测量实验实验数据表

班级:

学号:

姓名:

实验台号:

实验时:

同组人:

表1 加热炉炉膛温度基本稳定后试件表面实际温度随时间变化数据记录

加热炉设定温度 (°C)	130													
时间 (t/min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22		
炉膛实际温度 (°C)	130	130.2	130.5	130.3	130.0	129.9	130.1	129.9	130.3	130.4	130.2	130.0		
试件表面实际温度 (K)	339.85	342.75	339.15	351.15	344.95	340.25	342.35	344.55	339.15	339.85	346.25	348.45		342.82
加热炉设定温度 (°C)	150													
时间 (t/min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16					
炉膛实际温度 (°C)	150.3	150.4	150.4	150.0	149.8	150.1	150.3	150.1	149.9					362.68
试件表面实际温度 (K)	362.75	362.45	362.45	364.05	361.15	362.75	361.35	363.45	362.05					

二、不透明材料高温发射率测量实验实验数据表

表2 不透明材料高温发射率测量实验数据记录表

加热炉设定温度 ($^{\circ}\text{C}$)	130								
试件外表面实际温度 T_s (K)	342.82								
红外测温仪设定发射率 ε'	0.3			0.7			0.95		
红外测温仪测量温度 T_r (K)	397.05	398.15	399.75	347.35	348.15	348.25	335.75	335.25	335.25
环境温度 T_u (K)	293.15								
试件发射率	0.83			0.79			0.78		

加热炉设定温度 ($^{\circ}\text{C}$)	150								
试件外表面实际温度 T_s (K)	362.68								
红外测温仪设定发射率 ε'	0.3			0.7			0.95		
红外测温仪测量温度 T_r (K)	415.95	416.45	418.65	358.95	358.55	358.65	343.15	342.75	344.95
环境温度 T_u (K)	293.15								
试件发射率	0.69			0.65			0.63		

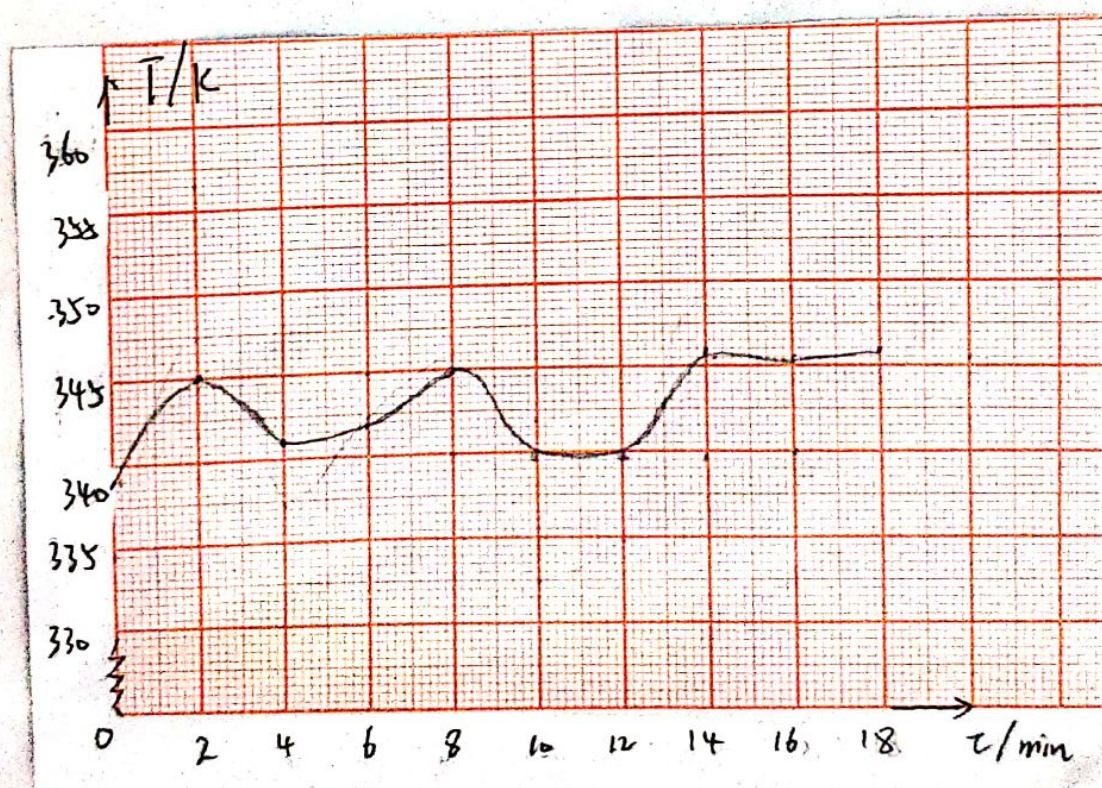
五. 分析与思考:

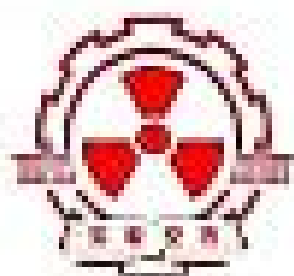
1. 答: 加热初始试件表面升温较快, 随着试件温度上升, 其升温速率越来越慢, 直至最后趋于定值。

2. 答: ① 红外测温仪操作不当。

② 试件温度尚未稳定便开始测量。

③ 过多地干扰试件加热环境。





HIT大物实验交流群2019

扫一扫二维码，加入群聊。