

# 红外辐射加热器 光谱法向发射率测量方法

Measuring method for normal spectral  
emittance of infrared heater

本标准适用于电热式红外辐射加热器（以下简称加热器）的光谱法向发射率测量。测量波长范围为 $2.5\sim 15\mu\text{m}$ ，温度范围为 $500\sim 900\text{K}$ 。

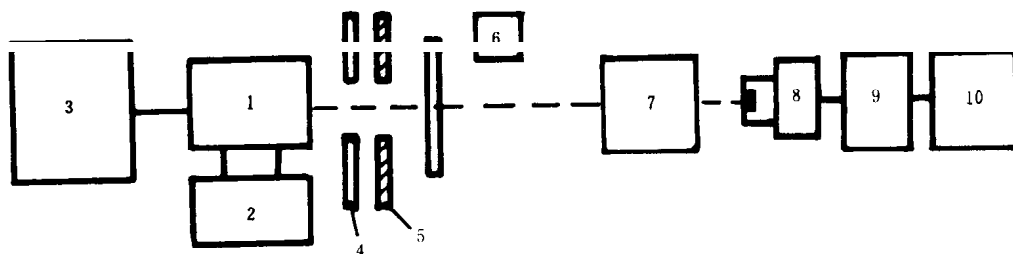
本标准采用相对辐射计法：将待测加热器与已知光谱法向发射率的参比涂料在相同条件下进行比较测量，从而获得待测加热器的光谱法向发射率。

## 1 试样

取符合有关产品标准规定的整体加热器作为试样。

## 2 测量装置和参比涂料

2.1 测量装置如图所示。



测量装置图

- 1—待测试样； 2—试样支架； 3—控温仪； 4—水冷光栏；  
5—限束光栏； 6—调制器； 7—单色仪； 8—探测器；  
9—放大系统； 10—函数记录仪

## 2.2 仪器设备

2.2.1 控温仪，控温精度不低于 $\pm 0.5\text{K}$ 。

2.2.2 试样支架、能方便夹持各种加热器，并具有三维连续可调的功能。

2.2.3 调制器，转速不稳定性不大于 $\pm 1\%$ ，其调制频率应与探测器的频响特性一致。

2.2.4 单色仪，工作波段至少应为 $2.5\sim 15\mu\text{m}$ ，并带有波长扫描装置。

2.2.5 探测器，比探测度不小于 $10^9\text{cm}\cdot\text{Hz}^{-1}\cdot\text{W}^{-1}$ ，至少应在 $2.5\sim 15\mu\text{m}$ 波长范围内具有平坦的光谱响应。

2.2.6 放大系统，信噪比大于20，中心频率应与调制频率一致，非线性度不大于 $\pm 2\%$ 。

2.2.7 函数记录仪，精度不低于1.0级。

**2.2.8 辐射测温仪，精度不低于 $\pm 1\%$ 。**

注：记录部分也可由A/D转换器、微型计算机及绘图仪组成的记录系统代替，系统精度不低于 $\pm 2\%$ 。

**2.3 参比涂料****2.3.1 参比涂料应具有下列性质：**

- a. 化学性质稳定，在测试温度范围内涂覆于各种加热器表面均不发生化学变化；
- b. 当厚度不小于0.2mm时，至少对2.5~15 $\mu\text{m}$ 的红外辐射不透明；
- c. 光谱法向发射率在测试温度范围内的平均温度变化率小于 $0.03 \times 10^{-2}/\text{K}$ ；
- d. 全法向发射率大于0.8，光谱辐射特性近似灰体。

**2.3.2 所给参比涂料在测试温度范围内的光谱法向发射率数据，其精度应不低于 $\pm 4\%$ 。****3 测量条件****3.1 环境温度 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。****3.2 相对湿度不大于75%。****3.3 测量应在防尘防震的实验室中进行。****4 测量步骤**

**4.1** 对待测试样施加额定工作电压，待温度稳定后，用辐射测温仪测定试样表面温度分布，并确定其中心部位的等温区以及等温区的工作温度，然后断电冷却至室温。

**4.2** 将试样固定在试样支架上，调整光学系统达到下列要求：

**4.2.1** 探测器光敏面与调制盘平面，光栏平面，试样辐射面及单色仪入射狭缝平面相互平行且共轴；

**4.2.2** 光学系统所决定的试样待测面积相对于探测器可作“点源”近似。且位于等温区内并小于等温区面积。

**4.3** 将控温仪热电偶焊接或粘接于待测面附近（在等温区内）。用控温仪将待测表面温度控制在其工作温度。待温度稳定后，开启单色仪的扫描装置，使之在2.5~15 $\mu\text{m}$ 波长范围内进行连续扫描，同时使记录仪的走纸机构与之同步，测出放大系统输出的试样与调制盘差分光谱信号电压 $U_{s\lambda}$ 随波长变化的关系曲线。

**4.4** 关闭控温仪，试样冷却至室温后，在等温区内均匀涂覆参比涂料，涂覆厚度为0.2mm，涂覆方法与获取其发射率数据的原测量方法中的一致。然后开启控温仪（设定温度与4.3条相同）。温度稳定后，按4.3条的方法测出放大系统输出的参比涂料与调制盘差分光谱信号电压 $U_{r\lambda}$ 随波长变化的关系曲线。

**4.5** 移开试样，测量放大系统输出的背景与调制盘差分光谱信号电压 $U_{w\lambda}$ 随波长变化的关系曲线（方法同4.3条）。

**4.6** 用辐射测温仪测量等温区的表现工作温度 $T_r$ 。

**5 测量结果计算**

按下式计算试样在工作温度下的光谱法向发射率，结果保留二位有效数字：

$$\varepsilon_{n\lambda} = \frac{(U_{s\lambda} - U_{w\lambda} + R_{\lambda} \cdot K \cdot P_{0\lambda} \cdot \Delta\lambda)}{(U_{r\lambda} - U_{w\lambda} + R_{\lambda} \cdot K \cdot P_{0\lambda} \cdot \Delta\lambda)} \cdot \varepsilon_{r\lambda}$$

式中： $\varepsilon_{n\lambda}$ ——试样在工作温度下的光谱法向发射率，无量纲；

$\varepsilon_{r\lambda}$ ——参比涂料在试样工作温度下的光谱法向发射率（取表现工作温度 $T_r$ 下的数值），无量纲；

$U_{s\lambda}$ ——试样与调制盘差分光谱信号电压，mV；

$U_{r\lambda}$ ——参比涂料与调制盘差分光谱信号电压，mV；

$U_{w\lambda}$ ——背景与调制盘差分光谱信号电压, mV;

$R_\lambda$ ——探测器光谱响应率, mV/mW;

$K$ ——放大系统电压放大系数, 无量纲;

$\Delta\lambda$ ——单色仪谱线宽度,  $\mu\text{m}$ ;

$P_{0\lambda}$ ——探测器接收的背景光谱辐射功率(将背景作黑体处理, 用点源公式计算给出),  
mW/ $\mu\text{m}$ 。

## 6 测量记录

每次测量应记录下列内容:

- 6.1 试样名称, 规格型号及送样单位;
- 6.2 测量装置中设备、仪器名称及型号;
- 6.3 光学系统参数及其他仪器工作参数;
- 6.4 测量条件;
- 6.5 测量结果;
- 6.6 测量日期和测量人员。

---

### 附加说明:

本标准由国家标准局提出, 由湖北省标准局归口。

本标准由国家红外产品质量监督检测中心负责起草。

本标准主要起草人曾宇、王淑华、戴俊国、蒋幼斌。