



JJF1322A-1990

JJG

中 华 人 民 共 和 国

国家计量副基准操作技术规范

改号为 JJF 1322A-1990

JJG 1322A—90

20010772

250~2500 纳米光谱
辐射亮度副基准

GJJ(光)0651

国家技术监督局

北 京

250~2500 纳米光谱辐射亮度

副基准操作技术规范

Operating Technical Norm of Secondary Standard for Spectral Radiance in the Range of 250~2500 nm

JJG1322A-90

副基准保存单位: 中国计量科学研究院

副基准保管人员: 于家琳 吕正

起草人员: 于家琳

250~2500 纳米光谱辐射亮度副基准操作技术规范

— 概述

1 光谱辐射亮度是研究各种材料的光谱特性、光源的光谱辐射特性以及测量各种探测器光谱灵敏度的重要基础。是国防、航天航空、科学技术、工农业生产及医疗卫生等行业必不可少的基本物理量。

2 光谱辐射亮度是光辐射对空间位置、方向和波长的分布,即光谱—几何分布或光谱—空间分布。光谱辐射亮度被定义为:通过 x 、 y 处的表面元 $dA=dx \cdot dy$ (m^2) 在方向 θ 、 Φ 的立体角元 $d\omega = \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\Phi$ (球面度) 内,在波长 λ 处的单位波长间隔 $d\lambda$ (nm) 内传播的辐通量 $d\Phi$ ($x \cdot y \cdot \theta \cdot \Phi \cdot \lambda$) (W)。单位是 $W \cdot m^{-2} \cdot Sr^{-1} \cdot 10 \text{ nm}^{-1}$ 。对于绝对温度为 T (K) 的全辐射体的光谱辐射亮度,可由普朗克公式表示:

$$L_{\lambda, B} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot \frac{1}{e^{C_2 / \lambda T} - 1} \quad (1)$$

对于人工黑体则表示为:

$$L_{\lambda, b} = \tau_{\lambda} \cdot \varepsilon_{\lambda, b} \cdot L_{\lambda, B} \quad (2)$$

3 钨带灯组是光谱辐射亮度的副基准器。自动光谱辐射计、直流稳流电源等是副基准器向光谱辐射亮度工作基准量值过渡(复现)的重要仪器,其波长准确度、测量重复性是副基准量值总不确定度的主要误差源和修正量。被视为副基准的主要辅助部分。

已知绝对温度为 T (K) 的高温黑体,其窗口材料光谱透射系数为 τ_{λ} ,有效光谱发射系数为 $\varepsilon_{\lambda, b}$,用(1)(2)式可求出该黑体的光谱辐射亮度 $L_{\lambda, b}$ 。应用光谱辐射亮度副基准灯组与黑体在自动光谱辐射计上多次比较测量,完

成光谱辐亮度副基准器的建立。

4. 光谱辐亮度副基准器——钨带灯组。每工作波段由六支组组成。工作波长范围是 250 nm — 2500 nm。

副基准灯类别	工作波长 nm	工作温度 K	灯泡皮材料	数量	不确定度 σ %
近紫外	250~400	2800	石英	六	2.0 ~ 3.8
可见	380~800	2300	普通玻璃	六	1.3 ~ 2.0
近红外	750~2500	2100	普通玻璃	六	0.8 ~ 1.6

二 量值复现方法、保存及复现周期

5 复现方法：高温黑体与副基准灯组采用与参考灯比较测量法（替代法）在自动光谱辐射计上进行比较测量。

将黑体置于比较装置的被测位置上，转动扇形反射透射转镜，分别将黑体光栏和参考灯的钨带经凹面镜成像在单色仪的入射狭缝上。分光后，单色辐射投射在接收器上，经锁相放大器放大的两信号，正比于黑体和参考灯的光谱辐亮度 $L_{\lambda \cdot b}$, $L_{\lambda \cdot L_{参}}$ ，即：

$$V_{\lambda \cdot b} = K_{\lambda} \cdot L_{\lambda \cdot b} \quad (3)$$

$$V_{\lambda \cdot L_{参}} = K_{\lambda} \cdot L_{\lambda \cdot L_{参}} \quad (4)$$

此处 K_{λ} 是与单色仪光谱透射系数、接收器的光谱灵敏度有关的比例系数。 $V_{\lambda \cdot b}$, $V_{\lambda \cdot L_{参}}$ 是黑体和参考灯的响应值。比值为：

$$R_{\lambda_1} = V_{\lambda \cdot L_{参}} / V_{\lambda \cdot b} = L_{\lambda \cdot L_{参}} / L_{\lambda \cdot b} \quad (5)$$

则

$$L_{\lambda \cdot L_{参}} = R_{\lambda_1} \cdot L_{\lambda \cdot b} = R_{\lambda_1} \cdot \epsilon_{\lambda \cdot b} \cdot \tau_{\lambda \cdot b} \cdot L_{\lambda \cdot B} \quad (6)$$

其中 $L_{\lambda \cdot b}$ 是经普朗克公式计算出的黑体辐亮度值。

将副基准灯组分别替代黑体的位置，重复上述测试，即：

$$V_{\lambda \cdot L_{参}} = K_{\lambda} \cdot L_{\lambda \cdot L_{参}} \quad (7)$$

$$V_{\lambda \cdot L_{副}} = K_{\lambda} \cdot L_{\lambda \cdot L_{副}} \quad (8)$$

K_{λ} 同前， $V_{\lambda \cdot L_{参}}$, $V_{\lambda \cdot L_{副}}$ 是参考灯和副基准灯的响应值，比值为：

$$R_{\lambda_2} = V_{\lambda \cdot L_{副}} / V_{\lambda \cdot L_{参}} = L_{\lambda \cdot L_{副}} / L_{\lambda \cdot L_{参}} \quad (9)$$

$$L_{\lambda \cdot L_{副}} = R_{\lambda_2} \cdot L_{\lambda \cdot L_{参}} = R_{\lambda_1} \cdot R_{\lambda_2} \cdot \epsilon_{\lambda \cdot b} \cdot \tau_{\lambda \cdot b} \cdot L_{\lambda \cdot B} \quad (10)$$

采用与参考灯比较方法可以消除由反射镜的光谱反射系数、单色仪的狭缝和波长的不重复性，以及接收器光谱灵敏度漂移等影响。

6 量值保存和复现周期：

光谱辐亮度值由副基准灯组保存。五年复现一次。

三 副基准操作技术

7 副基准工作条件和工作准备

7.1 副基准灯组和比较测量装置放置在恒温、恒湿标准实验室中。室温为 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $< 60\%$ 。实验室应保持整洁。

7.2 为副基准灯和参考灯供电的电源是直流稳流电源。稳定度为