



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 384—2002

---

## 光谱辐射照度标准灯

Spectral Irradiance Standard Lamp

2002 - 11 - 04 发布

2003 - 05 - 04 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

光谱辐射照度标  
准灯检定规程

Verification Regulation of  
Spectral Irradiance Standard Lamp

JJG 384—2002  
代替 JJG 384—1985

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2002 年 11 月 04 日批准，并自 2003 年 05 月 04 日起施行。

归口单位：全国光学计量技术委员会

起草单位：中国计量科学研究院

本规程委托全国光学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

代彩虹 （中国计量科学研究院）

于家琳 （中国计量科学研究院）

## 目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(2)
3.1 稳定性	(2)
3.2 重复性	(2)
3.3 年变化率	(2)
3.4 标准灯光谱辐射照度量值的不确定度	(2)
4 通用技术要求	(2)
5 计量器具控制	(2)
5.1 检定条件	(2)
5.2 检定项目	(4)
5.3 检定方法	(4)
5.4 检定结果的处理	(7)
5.5 检定周期	(7)
附录 A 标准灯的选择	(8)
附录 B 250~2 500 nm 光谱辐射照度标准灯的不确定度评定	(9)
附录 C 光谱辐射照度标准灯检定原始记录格式	(10)
附录 D 光谱辐射照度标准灯检定证书内页格式	(11)

## 光谱辐射照度标准灯检定规程

### 1 范围

本规程适用于 250 ~ 2 500 nm 波段范围的光谱辐射照度标准灯（简称标准灯）的首次检定、后续检定和使用中检验。光谱辐射照度标准灯的定型鉴定、样机试验中对计量性能的要求可参照本规程执行。

### 2 概述

光谱辐射照度标准灯是用于保持和传递辐射照度的光谱密集度量值的标准计量器具。还可用于 250 ~ 2 500 nm 光谱范围内各种辐射源的光谱辐射照度分布和光谱辐射计的校准等。辐射照度的光谱密集度的单位为  $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$ 。

光谱辐射照度标准灯是一种特制的卤钨灯，主要由石英玻璃泡壳、灯丝、支撑架等几部分构成。1 000 W 柱形标准灯的发光体为布置成平面的单螺旋钨丝；500 W 管形标准灯的发光体为布置成与灯管轴线一致的双螺旋钨丝。两种标准灯的电参数见表 1，结构图分别见图 1 和图 2。

表 1 标准灯的电参数

规格	电流/A	电压/V	功率/W
1 000 W 柱形标准灯	9.0	110	1 000
500 W 管形标准灯	4.5	110	500

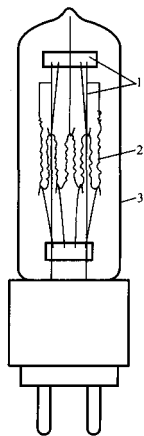


图 1 1 000 W 柱形标准灯结构图

1—支架；2—灯丝；3—石英玻壳

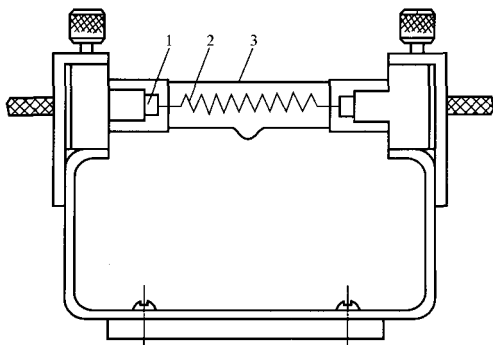


图 2 500 W 管形标准灯结构图

1—支架；2—灯丝；3—石英玻壳

### 3 计量性能要求

#### 3.1 稳定性

预热后, 标准灯在点燃 2 h 内光谱辐射照度值的变化  $\leq 1\%$ 。

#### 3.2 重复性

标准灯的光谱辐射照度值的实验标准差  $\leq 1\%$ 。

#### 3.3 年变化率

标准灯光谱辐射照度值的年变化率  $\leq 1\%$ 。

#### 3.4 标准灯光谱辐射照度量值的不确定度

标准灯光谱辐射照度量值的不确定度见表 2。

表 2 标准灯量值的不确定度

波段范围	不确定度/ $\%$ ( $k=1$ )
紫外: 250 ~ 400 nm	1.45 ~ 0.88
可见: 400 ~ 750 nm	0.88 ~ 0.83
近红外: 750 ~ 2 500 nm	0.83 ~ 1.34

### 4 通用技术要求

#### 4.1 标准灯应标示出厂编号和型号。

4.2 标准灯的石英玻壳应透明度高, 正对灯丝的部位没有可察觉的气泡、结石、斑点、条纹和明显的擦伤以及薄厚不均等缺陷。

4.3 1 000 W 柱形标准灯的灯丝应在一平面内整齐排列, 灯丝偏离所在平面不得超过  $\pm 1$  mm, 灯丝与挂钩及电极的连接要牢固, 不应脱落。

4.4 500 W 管形标准灯灯丝必须与灯管轴线一致。

### 5 计量器具控制

计量器具控制包括: 首次检定、后续检定和使用中检验。

#### 5.1 检定条件

##### 5.1.1 检定用设备

##### 5.1.1.1 光谱辐射照度工作基准灯组

光谱辐射照度工作基准灯组由三只工作基准灯组成。其不确定度见表 3。

表 3 光谱辐射照度工作基准灯量值的不确定度

波段范围	工作基准灯的不确定度/ $\%$ ( $k=1$ )
紫外: 250 ~ 400 nm	1.02 ~ 0.59
可见: 400 ~ 750 nm	0.59 ~ 0.52
近红外: 750 ~ 2 500 nm	0.52 ~ 0.85

##### 5.1.1.2 检定装置

检定装置包括入射光路和光谱辐射计两部分，见图3。

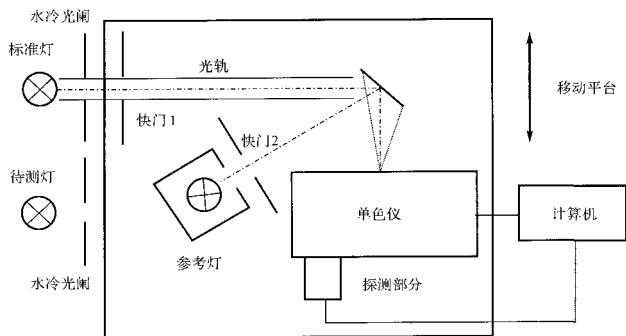


图3 光谱辐射照度检定装置示意图

入射光路：由光轨、可移动光学平台、光具座、挡屏、光闸、快门、三维可调灯架、水冷参考灯灯室、漫射器（漫射板或积分球）等组成。光轨应具有1 m以上的长度并带有毫米刻度，并且要平直稳定，高低可调；挡屏外表面要发黑；漫射器由高纯度硫酸钡或海伦等具有无光谱选择性的材料制成；整个入射光路应用漫反射比低的材料围起，以屏蔽杂散光。

光谱辐射计：包括单色仪和探测部分。单色仪的工作波长范围不小于250~2 500 nm，波长示值误差小于0.1 nm，杂光水平小于 $10^{-5}$ ；探测部分由性能稳定、高灵敏度的光电接收器，放大器及数字电压表组成。读数的有效数字必须在三位以上。探测部分的非线性误差应小于0.1%。

#### 5.1.1.3 电测和供电设备

标准灯用直流稳压源供电。电测和供电电路见图4。标准电阻为0.01级，0.01  $\Omega$ ，额定电流为10 A。数字电压表为6位半显示。直流稳压电源的规格为110 V  $\times$  10 A，要求电压连续可调。电源的调节细度 $\leq 0.001$  A。电压随时间的漂移 $\leq 5 \times 10^{-5}$  h $^{-1}$ 。

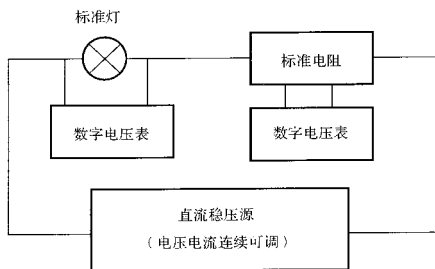


图4 标准灯直流供电及电测控制线路图

## 5.1.1.4 其他装置

工程水准仪两台。应满足 JJG 425—1994《水准仪检定规程》中 DSZ3 等的要求。

## 5.1.2 环境条件

5.1.2.1 温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

5.1.2.2 湿度： $\leq 80\% \text{RH}$ 。

5.1.2.3 实验在暗室里进行。不允许有影响测量的杂散光进入测量光路。

## 5.2 检定项目

检定项目见表 4。

表 4 检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观检查	+	+	+
稳定性	+	-	-
重复性	+	+	-
年变化率	-	+	-
量值检定	+	+	+

注：“+”表示需检定的项目；“-”表示不需检定的项目。

## 5.3 检定方法

## 5.3.1 外观

用目视方法进行外观检查，要求符合 4 规定，凡不符合要求的标准灯不予检定。

## 5.3.2 计量性能

## 5.3.2.1 标准灯的安装和调整

标准灯在每次使用前用酒精棉球或航空汽油轻轻擦拭石英玻壳，避免用手触摸。操作时应戴白细纱手套。轻拿轻放，保持灯泡玻壳清洁。

标准灯点燃时，应缓慢地将灯电流升至工作电流。测量结束后，将电流逐渐降至零，然后断开电路。升降灯电流的时间不应小于 5 min。标准灯的预热时间应不小于 20 min。

测量完毕，关闭电源后，待灯泡玻壳冷却后方可将灯取下。

在测量光路中，在灯与漫射器之间应设置几个孔径适当的限制光阑。对于不同的光谱范围，相应选择光谱漫反射比低的屏蔽材料。

将长轨调整到水平且平行于单色仪的光轴；将漫射器中心高度调整到与狭缝中心等高，且漫射器中心在单色仪的光轴与系统光路光轴的交点上并成一定的角度。为避免出现镜反射，角度不要采用  $45^\circ$ 。规定距离不应小于 500 mm。距离调整误差不应超过  $\pm 1 \text{ mm}$ 。

1 000 W 标准灯工作位置调节：以两台光轴垂直相交的工程水准仪的光轴为准，分别调节测量光路与灯丝平面。移动三维灯架，使灯丝前表面与被照射面的距离为规定距



离（见图 5）。

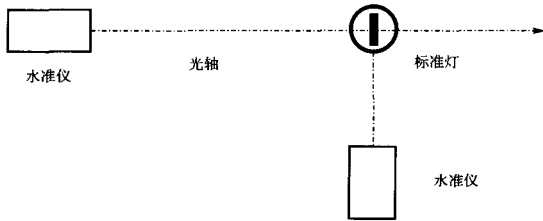


图 5 1 000 W 标准灯工作位置调节示意图

500 W 标准灯工作位置调节：以两台光轴垂直相交的工程水准仪的光轴为准，分别调节测量光路与灯架前沿平面。移动三维灯架，使灯架前沿平面与被照射面的距离为规定距离（见图 6），并应给出灯丝中心到灯架前沿平面的距离。

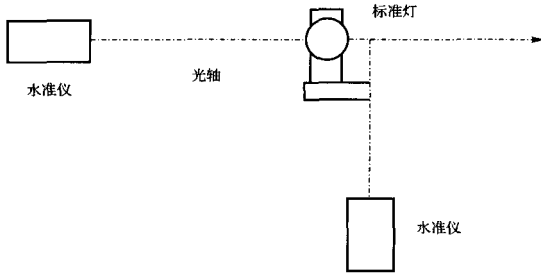


图 6 500 W 标准灯工作位置调节示意图

### 5.3.2.2 检定安排

标准灯的量值由光谱辐射照度工作基准标定。用三只工作基准灯组两次重复标定同一只参考灯，其照度值的相对标准偏差不得超过 1%；再用参考灯标定另一只工作基准灯，标定值与原值符合在  $\pm 1\%$  以内。达到上述要求，即可用参考灯标定标准灯。

### 5.3.2.3 光谱辐射照度量值的确定

光谱辐射照度的标定采用参考灯替代法，在光谱辐射计上进行测量。参考灯的设置见图 3。实验方法如下：

(1) 工作基准灯标定参考灯：移动实验平台，使工作基准灯灯丝中心在光阑中心和漫反射板中心所确定的光轴上。在每一测量波长  $\lambda$ ，分别测量工作基准灯的响应  $V_{\lambda\text{基准}}$  和参考灯的响应  $V_{\lambda\text{参考1}}$ ；

(2) 参考灯标定标准灯：移动实验平台，使标准灯灯丝中心在光阑中心和漫反射板中心所确定的光轴上。在每一测量波长  $\lambda$  处，分别测量参考灯的响应  $V_{\lambda\text{参考2}}$  和标准灯的

响应  $V_{\lambda}$  标准；

(3) 设工作基准灯在规定距离处的光谱辐射照度值为  $E_{\lambda}$  基准。计算标准灯在波长  $\lambda$  的光谱辐射照度值  $E_{\lambda}$  标准：

$$E_{\lambda} \text{标准} = \frac{E_{\lambda} \text{标准}}{V_{\lambda} \text{参考2}} \times \frac{V_{\lambda} \text{参考1}}{V_{\lambda} \text{基准}} \times E_{\lambda} \text{基准} \quad (1)$$

实验中检定的波长点见表 5。

表 5 光谱辐射照度标定的波长点

波段	测量的波长点 $\lambda/\text{nm}$										
紫外	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
	360	370	380	390	400	—	—	—	—	—	—
可见	380	390	400	450	500	550	555	600	650	700	750
	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
近红外	750	800	850	900	950	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500
	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000	2 100	2 200	2 300	2 400	2 500	—

#### 5.3.2.4 稳定性

将标准灯点燃在额定电流，预热 20 min 后，在 2 h 内用自动光谱辐射计监测标准灯的光谱辐射照度值变化。在波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  处，设最大值为  $E_{\max}$ ，最小值为  $E_{\min}$ 。计算出标准灯光谱辐射照度值的相对变化  $\Delta E/E$ ，应符合 3.1 的规定。

$$\frac{\Delta E}{E} = \left( \frac{E_{\max}}{E_{\min}} - 1 \right) \times 100\% \quad (2)$$

#### 5.3.2.5 重复性

点燃标准灯，预热 20 min 后，在任一测量波长  $\lambda$  处，进行  $n$  ( $n \geq 5$ ) 次光谱辐射照度的测量。分别得到  $n$  个测量值 ( $E_1 \sim E_n$ )。设平均值为  $\bar{E}$ ：

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^n E_i / n \quad (3)$$

计算实验的相对标准差  $s$ ，应符合 3.2 的规定。

$$s = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}{n-1}}}{\bar{E}} \quad (4)$$

#### 5.3.2.6 年变化率

设上一年某波长的照度值为  $E_{\lambda}'$ ，今年同一波长的照度值为  $E_{\lambda}$ ，则年变化率应符合 3.3 的规定。

$$\text{年变化率} = \frac{|E - E'|}{E'} \times 100\% \quad (5)$$

#### 5.3.2.7 测量不确定度的计算

按照附录 B 的方法计算不确定度，应符合表 2 的规定。

#### 5.4 检定结果的处理

按本规程检定合格的灯发给检定证书。检定不合格的灯发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

#### 5.5 检定周期

检定周期一般不超过2年。但是当标准灯的累计使用时间达到50 h时，应当重新检定。送检时应附带上一次的检定证书。

## 附录 A

## 标准灯的选择

将老化 8 h 后的标准灯，再做 2 h 的稳定性实验。为了忽略接收器灵敏度变化的影响，用一只稳定的灯作为比较灯，与标准灯进行比较测量，其比值的变化表示灯的稳定性（实验时，两只灯电流的控制精度应  $\leq 1 \times 10^{-4}$ ）。

实验步骤如下。

A.1 点燃两种灯后，预热 20 min 后开始测量。用  $n_1$ ， $n_2$  分别表示标准灯、比较灯的响应值。

A.2 每隔 10 min 测量一次，共测量 4 次。求出比值：

$$p_i = \frac{n_1}{n_2} \quad (i = 1, 2, 3, 4)$$

A.3 半小时求一次平均比值，共求 4 个。

$$\bar{p}_j = (p_1 + p_2 + p_3 + p_4)/4 \quad (j = 1, 2, 3, 4)$$

A.4 若  $\bar{p}_j$  中最大与最小值的相对偏差  $\frac{\bar{p}_{\max} - \bar{p}_{\min}}{\bar{p}_{\min}} \leq 1\%$ （式中  $\bar{p}_{\max}$  表示最大的比值； $\bar{p}_{\min}$

表示最小的比值），该灯即可作标准灯使用。

## 附录 B

250 ~ 2 500 nm 光谱辐射照度标准灯  
的不确定度评定

B.1 测量不确定度的 A 类评定

B.1.1 光谱辐射照度测量的实验相对标准差，即相对标准不确定度  $s$ 。

B.2 测量不确定度的 B 类评定

B.2.1 光谱辐射照度工作基准灯的相对标准不确定度  $u_1$

B.2.2 探测器的非线性导致的光谱辐射照度的相对标准不确定度  $u_2$

B.2.3 电测系统导致的光谱辐射照度的相对标准不确定度  $u_3$

B.2.4 波长的不确定度产生的光谱辐射照度的相对标准不确定度  $u_4$

B.2.5 距离测量产生的光谱辐射照度的相对标准不确定度  $u_5$

B.3 计算合成相对标准不确定度

上述各不确定度之间互不相关，按照下面公式计算合成相对标准不确定度  $u_c$ 。

$$u_c = \sqrt{s^2 + u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2}$$

## 附录 C

## 光谱辐射照度标准灯检定原始记录格式

检定日期

年 月 日

第 页

送检单位			证书编号			
送检日期			标准灯型号			
生产厂家			标准灯编号			
检定类型	<input type="checkbox"/> 首次检定		<input type="checkbox"/> 后续检定		<input type="checkbox"/> 使用中检验	
室温/℃			相对湿度/%			
外观检查	<input type="checkbox"/> 合格		<input type="checkbox"/> 不合格		<input type="checkbox"/> 其他	
技术依据	<input type="checkbox"/> JJG 384—2002		<input type="checkbox"/> 其他			
检测方法	在自动光谱辐射计上, 利用参考灯比较法得到					
检定条件						
测量距离			标准灯电流			
检定结果						
$\lambda$ 单位	nm		$E_\lambda$ 单位	$\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$	$u_c$ 单位	%
$\lambda$	$E_\lambda$	$u_c$	$\lambda$	$E_\lambda$	$u_c$	
250			380			1 000
260			390			1 100
270			400			1 200
280			450			1 300
290			500			1 400
300			550			1 500
310			555			1 600
320			600			1 700
330			650			1 800
340			700			1 900
350			750			2 000
360			800			2 100
370			750			2 200
380			800			2 300
390			850			2 400
400			900			2 500

检定结论:

有效期至

检定员:

核验员:

## 附录 D

## 光谱辐射照度标准灯检定证书内页格式

检定条件:

1. 灯丝中心平面与测量平面之间的距离:
2. 标准灯工作电流: 8.500 0 A

检定结果:

波长  $\lambda$  单位: nm;

光谱辐射照度  $E_\lambda$  单位:  $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$

检定结果的相对标准不确定度  $u_c$  的单位: %

$\lambda$	$E_\lambda$	$u_c$	$\lambda$	$E_\lambda$	$u_c$	$\lambda$	$E_\lambda$	$u_c$
250			400			1 200		
260			450			1 300		
270			500			1 400		
280			550			1 500		
290			555			1 600		
300			600			1 700		
310			650			1 800		
320			700			1 900		
330			750			2 000		
340			800			2 100		
350			850			2 200		
360			900			2 300		
370			950			2 400		
380			1 000			2 500		
390			1 100					

环境条件: 室温:             $^{\circ}\text{C}$ ; 相对湿度:            % RH

声明:

1. 检定结果仅对送检仪器有效。
2. 未经本实验室书面批准, 不得部分复制本证书。
3. 本证书未加盖公章无效。