

1 主题内容与适用范围

本标准规定了白炽灯泡电参数和总光通量、发光强度、发光强度分布曲线、颜色温度(以下简称光通量、光强度、光强度分布曲线和色温)的测量系统以及测量方法。

本标准适用于以钨作为发光材料的白炽灯泡。

本标准不适用于标准灯泡和带有光谱选择性玻壳以及带有光谱选择性反光罩类型的白炽灯泡。

2 引用标准

GB 7451 电光源名词

3 术语、符号、代号

本标准中使用的术语除应符合 GB 7451 中规定外,另补充如下:

3.1 总光通量

光源在 4π 空间发射的光通量。符号为 Φ ;单位:流明(lm)。

3.2 发光强度分布

光源在一系列规定的方向角上的发光强度。符号为 $I(\phi, \theta)$;单位:坎德拉(cd)。

3.3 颜色温度标准灯

是保存和传递颜色温度量值的计量器具,可用光强度标准灯或者其它合适的白炽灯作为色温标准灯。

4 测量系统

4.1 供电和电测系统

灯泡可用直流和交流电源供电,供电和电测线路如图 1 所示,所用的电压表的接线必须从灯头端直接引出。直流与交流供电系统推荐采用附录 A(补充件)提供的线路。

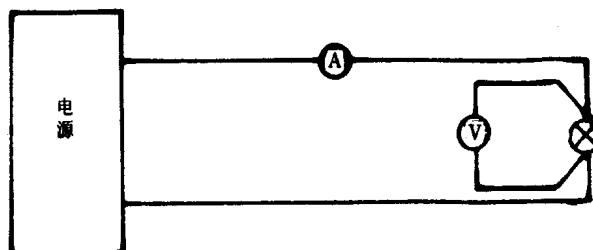


图 1

Ⓐ—电流表;Ⓥ—电压表;ⓧ—灯泡

4.1.1 供电系统

- a. 电源的功率应大于被测灯泡额定功率的 2 倍；
- b. 供电系统应能从低电压平滑地调至灯泡的额定电压值，并可以在大范围内粗调和细调；
- c. 电源的不稳定度应小于 0.2%；
- d. 交流电源应为频率 50Hz 的正弦波；
- e. 直流电源的纹波系数应小于 0.2%。

4.1.2 电测仪表

选择仪表的准确度等级应不低于 0.5 级，仪表的量限应选择适当，当选用指针式仪表时应保证测量时读数超过满刻度的 2/3；当选用数字式仪表时，测量值的有效位数不得少于三位。

4.2 测光系统

测试光参数所使用的标准灯泡的等级不应低于 3 级，每种规格的灯组不少于 3 只，测光标准灯泡应保存在干燥、无腐蚀性气体和无震动的环境中，使用时应避免撞击和过电压。

4.2.1 光通量测量系统

光通量测量系统如图 2 所示。

测量的总不确定度应不大于 2.5% (不包括测光标准灯泡的误差)，其验证方法见附录 B (补充件)。

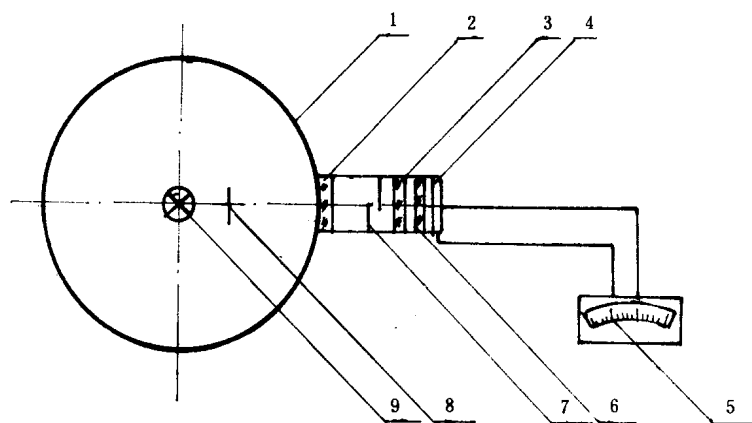


图 2

- 1—积分球；2—窗口磨砂玻璃；3—中性减光玻璃；
4—光电接收器；5—示数仪表；6—修正滤光玻璃；
7—快门；8—挡屏；9—灯泡

4.2.1.1 球体部分

4.2.1.1.1 积分球

- a. 积分球的光密闭性应良好，球体各处曲率半径应基本一致，球内附件应尽可能少，球体内表面和附件必须喷涂上化学性能稳定，漫反射特性好，光谱反射率接近中性的白色涂层。球体涂料及配方参见附录 C (参考件)；
- b. 积分球测量窗口直径不大于 50mm；
- c. 测量不同功率灯泡的光通量所选用的积分球直径应符合表 1 的规定。

表 1

灯泡功率 P W	积分球直径 D m
$P < 5$	$D \geq 0.25$
$5 \leq P < 15$	$D \geq 0.5$
$15 \leq P < 200$	$D \geq 1.0$
$200 \leq P < 1\,500$	$D \geq 1.5$
$1\,500 \leq P < 10\,000$	$D \geq 3.0$

4.2.1.1.2 灯座

测光标准灯泡的灯座位置应使灯泡铅直燃点且灯头在上,被测灯泡的灯座位置应使灯泡符合产品标准中规定的燃点位置和方向,且应使灯泡的发光中心尽可能位于积分球的球心。

4.2.1.1.3 挡屏

- a. 挡屏中心、测量窗口中心与球心应处于同一轴线上,挡屏平面与测量窗口平面应垂直于该轴线;
- b. 挡屏与球心距离应为积分球半径的 $1/2 \sim 1/3$;
- c. 挡屏的尺寸应尽量小,形状不限,但要保证从测量窗口处看不见灯泡的任何部分。

4.2.1.1.4 窗口磨砂玻璃

- a. 窗口磨砂玻璃应与积分球内表面相接,若采用单面磨砂玻璃,则毛面应朝球心;
- b. 窗口磨砂玻璃在可见光区的透射比应接近于中性。

4.2.1.2 光度测量系统

4.2.1.2.1 光度接收器

用稳定性好的光电接收器,光电接收器与修正滤光器及积分球组合后的光谱灵敏度应力求符合 CIE 标准光度观察者的光谱光效率 V_λ (参见附录 D)。在光电接收器前可装上快门,为改善光电输出的线性,在光电接收器后可用 1V 转换输出。

4.2.1.2.2 示数仪表

- a. 示数仪表的等级应不低于 0.5 级,测量时读取的有效数不少于三位;
- b. 与光电接收器组合后,在测量范围内应有良好的线性和重复性,在工作范围内非线性误差不大于 0.5%,测量的单次读数与平均值的相对偏差不大于 0.7%。

4.2.1.2.3 减光器

可用中性灰玻璃(推荐 AB6 型)、磨砂玻璃或磨砂乳白玻璃等做减光器,它们在可见光区的透射比应接近于中性。

4.2.1.3 测光标准灯泡

所选用的总光通量标准灯泡,其色温、光强度分布和总光通量值应与被测灯泡相近,如果被测灯泡与标准灯泡的上述特性相差较远,则必须加以修正。

4.2.2 光强度测量系统

光强度测量系统如图 3 所示。

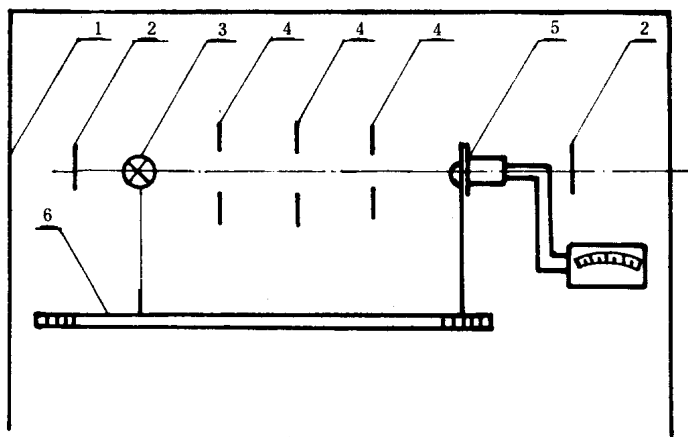


图 3

1—黑色绒布;2—挡屏;3—被测灯泡;4—光栏;
5—光度测量系统;6—光轨

4.2.2.1 光轨

- 光轨应平直,其长度不小于 3m,光轨标尺的最小刻度为 1mm;
- 灯架应能进行上、下、左、右、倾、仰、转动等调节;
- 挡屏二个,光栏若干个,光栏开孔尺寸与布置应不能影响正常光度测量;
- 黑色绒布制成的围帐应全部罩住图 3 中的整个系统;
- 所有部件表面应呈黑色,以减少杂散光。

4.2.2.2 光度测量系统

可使用照度计和其它光度计,光度计在测量时必须用光强标准灯校正。

4.2.2.3 测光标准灯泡应使用光强度标准灯。

4.2.3 光强度分布曲线测量系统

光强度分布曲线测量系统如图 4 所示。

- 光轨和光度测量系统的要求见 4.2.2.1 和 4.2.2.2;
- 分度盘的最小分度应不大于 0.5° ;
- 旋转装置的主轴转速应符合产品标准中的要求。

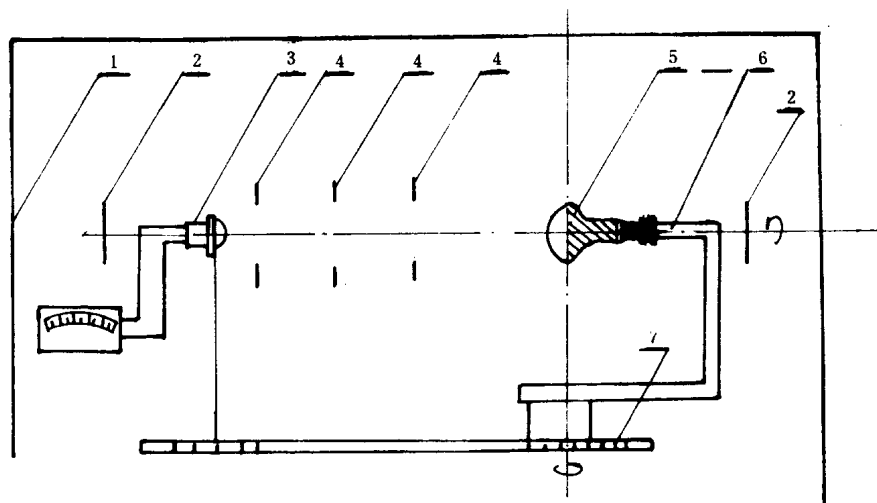


图 4

1—黑色绒布;2—挡屏;3—光度测量系统;4—光栏;
5—被测灯泡;6—减速器;7—光轨

4.2.4 色温测量系统

4.2.4.1 用光电法测量色温的系统如图 5 所示。

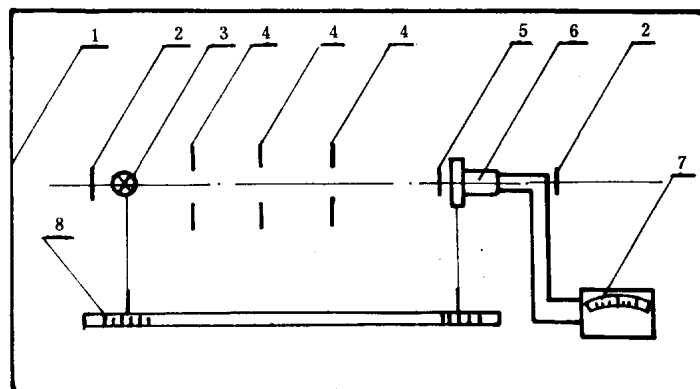


图 5

1—黑色绒布；2—挡屏；3—被测灯泡；4—光阑；5—蓝色或红色滤光玻璃；
6—光电接收器；7—示数仪表；8—光轨

- a. 对光轨的要求见 4.2.2.1；
- b. 用性能稳定的光电池或光电管等作光电接收器。它们与示数仪表组合后，应保证加上蓝色或红色滤光玻璃时有三位以上的有效读数，且重复性良好；
- c. 蓝色滤光玻璃由 QB7 型与 BL6 型玻璃组合，它与光电接收器组合的光谱响应峰值波长近似于 460 nm，对于波长小于 380 nm 范围的光，应下降为零；
红色滤光玻璃为 HB13 型，它与光电接收器组合的光谱响应峰值波长近似于 660 nm。对于波长大于 750 nm 范围的光，应下降为零；
蓝色和红色滤光玻璃的透射光波长范围应互无重叠；
- d. 色温标准灯泡应具有标定色温值与燃点电流曲线 $T_c-f(i)$ 。

4.2.4.2 色温表直接测量色温必须按产品要求的条件使用。

4.3 测量系统的检验

上述测量系统中所用各种计量仪表和器具必须经有关计量部门检定，并在检定有效期内使用。标准灯组必须同时送检。

5 测量步骤和计算方法

进行光电参数测量前，必须将与被测灯泡功率相近的灯泡在球内燃点 10~15 min，烘烤球壁，同时预照接收器，使其工作时灵敏度比较稳定。

5.1 电参数测量步骤和计算方法

5.1.1 电参数测量应在电源工作稳定后进行。

5.1.2 灯泡接入电测系统，调节电源，使电压接近于额定值，适当预热被测灯泡，待发光稳定后再调节电源电压至灯泡的额定值 U_0 ，记录电流表读数 I_t 。

5.1.3 灯泡的电流 I 按式(1)计算：

$$I = I_t - U_0/R_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中： R_i ——电压表内阻。

5.1.4 灯泡的功率 P 按式(2)计算：

$$P = IU_0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

5.2 光通量测量步骤和计算方法

5.2.1 光通量测量步骤

5.2.1.1 在开始测量被测灯泡前与结束后,按照 4.2.1.3 的要求选择两只测光标准灯泡,其光通量分别为 Φ_1 、 Φ_2 ,放入积分球内,预热后读下示数仪表数值 M_1 、 M_2 。

5.2.1.2 将被测灯泡按顺序分别装入积分球内按所要求的额定电压燃点,分别记下几个被测灯泡的示数仪表读数 m_1, m_2, \dots, m_n 。

5.2.1.3 平均光通量常数的计算:

计算单个标准灯泡的光通量常数 $C_i (i=2)$:

$$C_i = \Phi_i / M_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

然后求其平均光通量常数为:

$$\bar{C} = (C_1 + C_2) / 2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

计算每只标准灯光通量常数对平均值的相对偏差:

$$|\delta_i| = |\Delta C_i / \bar{C}| = |(C_i - \bar{C}) / \bar{C}| \leq 1\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

如不符合必须用第三只标准灯泡来检查并重新计算 \bar{C} 。

只有在确信测试系统及标准灯泡稳定的条件下,方可以计算单个标准灯泡光通量常数 C_i 代替 \bar{C} 。

5.2.1.4 被测灯泡的光通量:

$$\Phi_n = m_n \cdot C \quad \dots\dots\dots (6)$$

5.2.2 光强度测量步骤

测量在暗室中进行。

5.2.2.1 将被测灯泡装在灯架上,调整被测灯泡发光中心、光栏中心以及接收器中心,使它们在同一平行于光轨的轴线上,此轴线称为光轴。被测灯泡测量光强的方向与光轴一致且垂直于接收器的接收面。

5.2.2.2 光栏的位置排列应适当,以保证从光电接收器表面上的任何一点均能看到被测灯泡的全部发光面。

两个挡屏分别置于被测灯泡和接收器的背面,保证背景呈黑色。

5.2.2.3 将被测灯泡在额定电压下燃点,调节灯泡与接收器间的距离,使之不小于产品标准规定的光度学极限距离,且光度计读数应大于满刻度的一半或保证有三位有效数字。

5.2.2.4 被测灯泡测量方向上的光强度按式(7)计算:

$$I_v = E l_v^2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: I_v ——被测灯泡光强度,cd;

l_v ——被测灯泡发光面至光电接收器接收面的距离,m;

E ——在距离为 l_v 处的照度值,lx。

5.2.3 光强度分布曲线测量步骤和计算方法

测量在暗室中进行。

5.2.3.1 测量步骤见 5.2.2.1、5.2.2.2,且光轴与旋转装置主轴重合。

5.2.3.2 将被测灯泡在额定电压下燃点,按产品标准中要求对被测灯泡沿轴线自转或对某一个或几个选定的 ϕ 角度方向上测量与光轴成 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n$ 角时各自的照度值 $E(\phi, \theta_1), E(\phi, \theta_2), E(\phi, \theta_3), \dots, E(\phi, \theta_n)$ 。

5.2.3.3 被测灯泡轴线与光轴成 θ 角方向上的光强度按式(8)计算:

$$I_v(\phi_i, \theta_j) = E(\phi_i, \theta_j) \cdot l_v^2 (j = 1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (8)$$

式中: $I_v(\phi_i, \theta_j)$ ——被测灯泡轴线 ϕ 在 ϕ_i 角时与光轴成 θ_j 角方向上的光强度, cd;

l_v ——被测灯泡发光中心到接收器接收面的距离, m;

$E(\phi_i, \theta_j)$ ——在相应方向上距离为 l 处的照度值, l_x 。

按测量值计算后, 绘制 $I_v(\phi_i, \theta_j)$ - θ_j 光强度分布曲线。

注: 也可用其它型式的分布光度计测量光强度分布曲线。在没有适当光通量标准灯的情况下也可以根据光强度分布曲线计算光源的总光通量。

5.2.4 色温测量步骤

测量在暗室中进行。

5.2.4.1 光电法测量色温步骤:

a. 将色温标准灯泡和被测灯泡先后安装在灯架上, 调整方法见 5.2.2.1 和 5.2.2.2;

b. 调整色温标准灯与光电接收器的距离, 使测量系统有足够响应, 保持色温标准灯泡与光电接收器接收面的距离不变, 根据 $T_c-f(i)$ 特性, 调节相应色温值下的电流, 至灯发光稳定后交替使用蓝色和红色滤光玻璃, 记下示数仪表上在相应色温下各组读数 $i_{b1}, i_{r1}, i_{b2}, i_{r2}, i_{b3}, i_{r3}, \dots, i_{bn}, i_{rn}$;

注: $n \geq 3$ 。

c. 求出色温标准灯泡 n 个蓝红比值:

$$(b/r)_1 = i_{b1}/i_{r1}, (b/r)_2 = i_{b2}/i_{r2}, (b/r)_3 = i_{b3}/i_{r3}, \dots, (b/r)_n = i_{bn}/i_{rn};$$

d. 绘制该光电接收器的色温值与蓝红比曲线, 即 $T_c-(b/r)$ 曲线;

e. 在额定电压下燃点被测灯泡, 调整被测灯泡与光电接收面的距离, 使测量系统有足够的响应, 保持被测灯泡与光电接收器接收面的距离不变, 交替使用蓝色和红色滤光玻璃, 记下示数仪表上各自读数 i_b 和 i_r ;

f. 求出被测灯泡的蓝红比值 (b/r) ;

g. 在光电接收器的 $T_c-(b/r)$ 曲线上查出被测灯泡蓝红比值为 (b/r) 所对应的色温值。

5.2.4.2 一般测量时可用色温表, 精确测量时用光谱辐射度法。

附录 A
供电和电测线路图
(补充件)

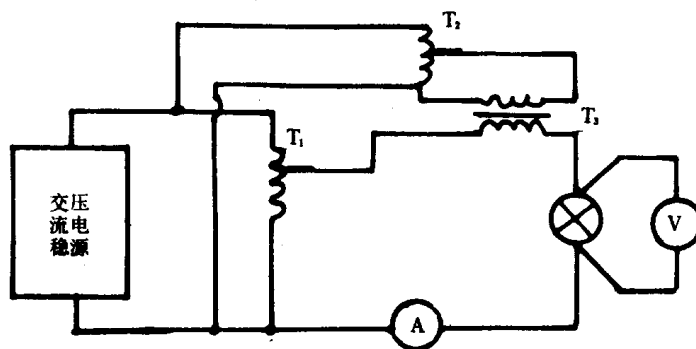


图 A1 供电系统电测电路

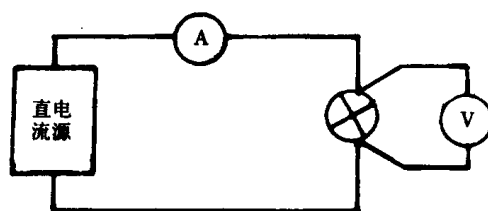


图 A2 直流供电系统

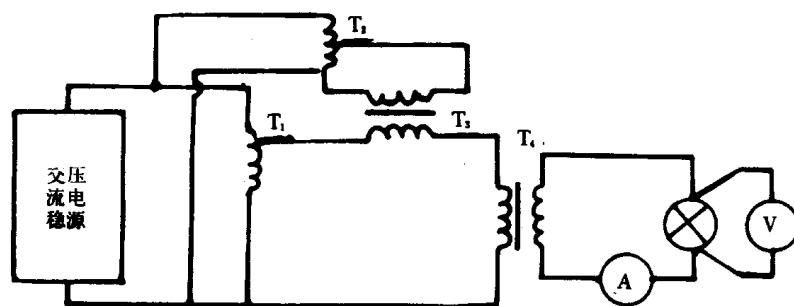


图 A3 低压灯泡供电系统

T_1 —调压变压器(粗调); T_2 —调压变压器(细调); T_3 —降压变压器(220V/6.3V~24V)

T_4 —配低压灯用变压器(降压比根据被测灯泡的额定电压选择)

附 录 B

测量系统不确定度验证的推荐方法

(补充件)

B1 计算法

对标准灯泡和被测灯泡为近似色温和相似光分布时,由以下项目来验证系统的不确定度。

B1.1 用本标准中 5.2.1.3 条方法比标准灯组内的各个灯泡的平均光通量常数,然后计算出每只标准灯的 $|\delta|$ 及其灯组的平均 $|\delta|$ 且 $|\delta| < 1$ 。

B1.2 确定测量系统的非线性误差为 0.5%。

B1.3 单次读数对平均值的相对偏差取 0.7%。

B1.4 测量的不确定度计算:

$$U = 1\% + 0.5\% + 0.7\% = 2.2\% \quad \dots\dots\dots (B1)$$

当考虑色温和光分布各有差异时,将不确定度放宽至 2.5%。

B2 实验方法

选择 3 只发光稳定的灯泡,按本标准规定的方法测量其光通量,然后送至有关部门或质量检验机构,在相同条件下测量其光通量,二者相对偏差小于 2.5%。

附 录 C

积分球推荐涂料及配方

(参考件)

名 称	重 量 比		
	底层	中层	表层
硫酸钡(化学纯)	100	100	100
聚乙烯醇	4	2	1
蒸馏水	200	200	200

附 录 D
CIE 标准光度观察者的光谱光效率 V_λ
 (参考件)

波长, nm	光谱光效率 V_λ	波长, nm	光谱光效率 V_λ
380	0.0000	590	0.757
390	0.0001	600	0.631
400	0.0004	610	0.503
410	0.0012	620	0.381
420	0.0040	630	0.265
430	0.0116	640	0.175
440	0.023	650	0.107
450	0.038	660	0.061
460	0.060	670	0.032
470	0.091	680	0.017
480	0.139	690	0.0082
490	0.208	700	0.0041
500	0.323	710	0.0021
510	0.503	720	0.0010
520	0.710	730	0.0005
530	0.862	740	0.0003
540	0.954	750	0.0001
550	0.995	760	0.00006
560	0.995	770	0.00003
570	0.952	780	0.00002
580	0.870		

GB/T 15043—94

附加说明:

本标准由中国轻工总会提出。

本标准由全国电光源标准化中心归口。

本标准由上海亚明灯泡厂负责起草。

本标准主要起草人王文翊、张朝安。

本标准第一次修订人王文翊、苏耀康。