

QB

中华人民共和国轻工行业标准

QB/T 3580—1999

代替 ZB/TK 71002—1986

高压钠灯光电参数的测量方法

1999-04-21 发布

1999-04-21 实施

国家轻工业局 发布

前 言

本标准是原专业标准 ZB/TK 71002—1986《高压钠灯光电参数的测量方法》，经由国轻行〔1999〕112 号文发布转化标准号为 QB/T 3580—1999，内容不变。

本标准由国家轻工业局行业管理司提出。

本标准由全国电光源标准化中心归口。

本标准由沈阳华光灯泡厂负责起草。

本标准主要起草人：祁景超、倪鸣祥、杨广歧、胡连娣。

本标准自实施之日起，同时代替原轻工业部发布的轻工专业标准 ZB/TK 71002—1986《高压钠灯光电参数的测量方法》。

高压钠灯光电参数的测量方法

代替 ZB/TK 71002—1986

本标准适用于高压钠灯光电参数的测量。

1 电参数和光通量的测试

1.1 电参数和光通量的测试系统应符合图 1 和图 2 的规定。

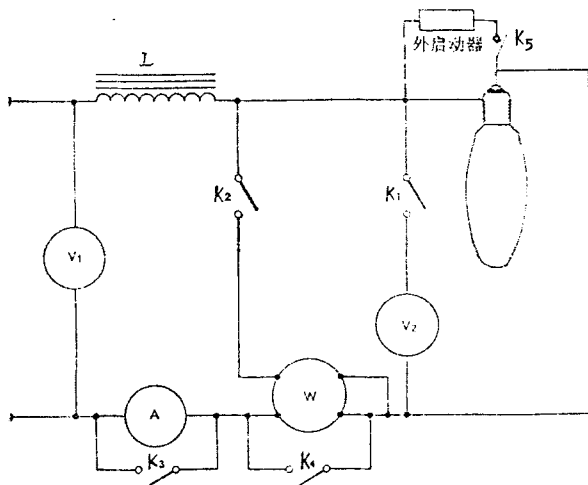


图 1 电参数的测量线路

注 1: 虚线所示为外启动器的连接线路。

注 2: 工作电压表 V_2 及功率表 W 的电压线圈必须直接接在灯两端, 以尽量减小由于线路压降引入的误差。

灯泡和挡屏在球内的相对位置: 灯泡位于球心, 灯头在上; 挡屏置于灯泡与窗口之间, 距球心 $1/3$ 半径处, 其大小以刚好遮住直射光为宜。

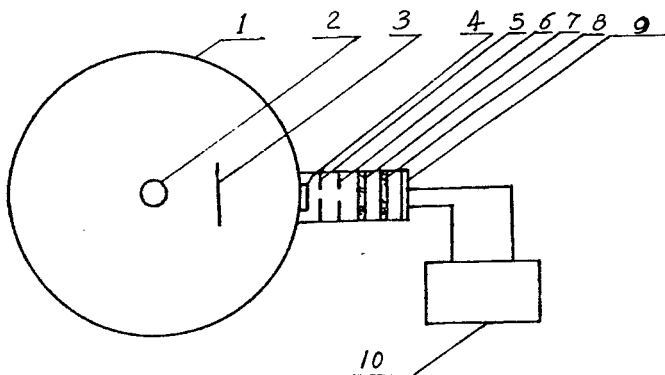
1.2 电参数和光通量的测试条件应符合下列规定。

1.2.1 供电电源

电源频率应稳定在 (5.0 ± 0.25) Hz。电源电压应稳定在 $220 \text{ V} \pm 0.5\%$ 。电源电压波形应为正弦波, 波形失真不大于 5% 。

1.2.2 电测仪表

电压表、电流表和功率表的精度不低于 0.5 级, 并基本上不产生波形误差。与灯并联的仪表, 从线路上分取的电流不应超过灯泡正常工作电流的 3% , 与灯串联的仪表其电压降不应超过灯的工作电压的 2% 。



1—积分球；2—灯泡（它的供电电路见图1）；3—挡屏；4—窗口毛玻璃；5—可变光栏；
6—快门；7—减光器；8— $V(\lambda)$ 修正滤光器；9—光电接收器；10—示数仪表

图2 光通量测试系统

1.2.3 标准镇流器应符合原 ZB/TK 71001—1986《高压钠灯泡》附录 A 的要求。

1.2.4 测光通量的标准灯应采用高压钠灯标准灯，并经计量部门定期检定。

注：在目前没有高压钠灯标准灯的条件下，可暂用与被测灯泡光通量相近的 BDT 型或 BDP 型白炽灯泡作标准灯。但须按附录作适当的修正。

1.2.5 积分球

积分球的内径不小于 1.5m，对光的密封性能良好，球内附件要少，球体各处的曲率半径应基本一致，球体内表面及其球内所有附件须均匀地涂上化学稳定性和漫反射特性好、光谱反射率接近中性且积分反射率高的白色涂层。球的积分反射率不得低于 0.8。

1.2.6 光电接收系统及仪表

- 光电接收器的稳定性应良好，疲劳现象少，与示数仪表构成的接收系统的非线性误差在使用范围内不得超过 1%。
- 光电接收器光谱特性的修正及示数仪表的配置如表 1。

加上 $V(\lambda)$ 滤光器后接收器的光谱灵敏度应尽量接近明视觉光谱光效率函数 $V(\lambda)$ 。 $V(\lambda)$ 值列于表 A1。

表 1

光电接收器	$V(\lambda)$ 修正滤光器	示数仪表
硒光电池	颜色玻璃 (LB6+LB16) 或相应的液槽	微安表 (内阻 < 100 Ω) 检流计 (内阻 < 50 Ω) 或数字电压表
光电管	相应的颜色玻璃或液槽	

1.2.7 测试环境

测试时的环境温度应保持在 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。在测试过程中环境温度变化不得大于 4°C 。

1.3 电参数和光通量的测试步骤和计算方法

1.3.1 测试准备

测试前应对光电接收器及积分球用工作照度进行预照，使其稳定。预照时间不应少于 30 min。

1.3.2 被测灯的测量

测试时，通过开关，只使与被测参数有关的仪表工作。其它不用的仪表，并联的应断开，串联的应短路。

A. 启动参数

断开 K_1 、 K_2 、 K_3 ，闭合 K_4 。调整电源电压 V_1 至规定的启动电压值。当灯启点后迅速记下启动时间，然后升高电压至额定电压值。在 10 s 内读取电流表 A 的数值，即启动电流。

B. 工作参数

控制电源电压 V_1 为灯的额定电压值，燃点 15 min 后按光通量-工作电流-工作电压-灯功率的顺序进行测试。

测光通量 断开 K_1 、 K_2 ；闭合 K_3 、 K_4 ，记取示数仪表的光电流值 m ；然后按 1.3.4 计算光通量。

测工作电流 断开 K_1 、 K_2 、 K_3 ；闭合 K_4 ，记取电流表 A 的读数。

测工作电压 断开 K_2 ；闭合 K_1 、 K_3 、 K_4 ，记取工作电压表 V_2 的读数。

测灯功率 断开 K_1 、 K_4 ；闭合 K_2 、 K_3 ，记取功率表 W 的读数。

C. 灭弧电压

迅速将电源电压下降到规定的灭弧电压值。观察灯泡是否熄灭。

1.3.3 标准灯的使用

选择与被测灯同类型、同规格（或相近规格）的标准灯，按标定条件燃点。记下光电流值 m 。

当被测灯为 3 只时，允许使用 1 只标准灯；被测灯为 6 只时，要使用 2 只标准灯。

1.3.4 光通量的计算

$$F = C \cdot m \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： F ——被测灯的光通量；

m ——被测灯的光电流值；

C ——光通量常数。为标准灯的光通量 F 与所测得的标准灯的光电流 m 之比。当标准灯为 2 只时， C 为 2 只标准灯光通量常数的平均值。

2 相关色温的测试

本标准推荐如下两种测试方法，当测量结果不一致时，以分光法为准。

2.1 单色仪分光法

2.1.1 测试系统原理见图 3。

2.1.2 测试条件

2.1.2.1 被测灯的供电电源、电测仪表和标准镇流器应符合本标准 1.2.1、1.2.2 和 1.2.3 的规定。

2.1.2.2 测相关色温用的标准灯应为分布温度标准灯、光谱辐照度标准灯或光谱辐亮度标准灯。标准灯按计量部门的规定使用。

2.1.2.3 单色仪的工作波长至少为 380 nm~780 nm 高压电源要稳定。

2.1.2.4 环境温度应保持在 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

2.1.3 测量步骤和计算方法

第一步 测相对光谱功率分布

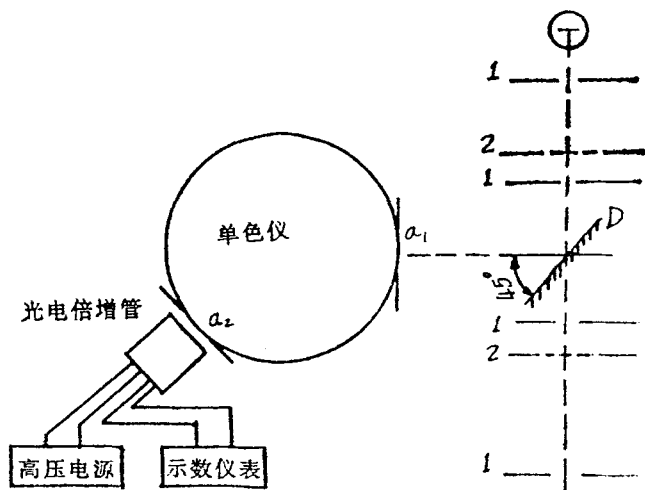
法 I 按图 3，在 380 nm~780 nm 范围内，以 5 nm 的间隔通过旋转漫反射白板 D，分别对标准灯和被测灯进行光谱功率分布测试。

法 II 按图 3，使被测灯和标准灯在同一侧。用置换灯的方法进行相对光谱功率分布测试。

法 III 使用辐亮度标准灯，将标准灯直接成象在单色仪入射狭缝 a_1 上，分别进行相对光谱功率分

布测试。

最好采用法1。



1—开口挡屏；2—导轨上快门；D—漫反射白板（能旋转90°）；a₁、a₂—入射及出射狭缝

图3 分光法测试系统原理图

注1：图中标准灯为色温标准灯或光谱辐照度标准灯；

注2：当用辐亮度标准灯时，标准灯应直接成像于单色仪入射狭缝a₁上。

第二步 灯泡相对光谱功率分布的计算

$$P_c(\lambda) = \frac{M_c(\lambda)}{M_0(\lambda)} \cdot P_0(\lambda) \quad \dots \dots \dots (2)$$

式中：P_c(λ) —— 被测灯在波长为λ处的相对光谱功率分布；

P₀(λ) —— 标准灯在波长为λ处的相对光谱功率分布；

M_c(λ) —— 被测灯在波长为λ处的测量值；

M₀(λ) —— 标准灯在波长为λ处的测量值。

此处λ取380、385、390……780 (nm)。

第三步 计算灯泡在1931年CIE色度系统中的三刺激值(X、Y、Z)。

$$\begin{cases} X = \sum_{380}^{780} P_c(\lambda) \cdot \bar{X}(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Y = \sum_{380}^{780} P_c(\lambda) \cdot \bar{Y}(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Z = \sum_{380}^{780} P_c(\lambda) \cdot \bar{Z}(\lambda) \cdot \Delta\lambda \end{cases} \quad \dots \dots \dots (3)$$

式中：Δλ —— 波长间隔 (5nm)；

$\bar{X}(\lambda)$ 、 $\bar{Y}(\lambda)$ 、 $\bar{Z}(\lambda)$ —— 1931年CIE标准观察者光谱三刺激值 (见表A2)。

第四步 计算灯泡在1931年CIE色度图上的色坐标(X、Y)。

$$\begin{cases} X = \frac{X}{X+Y+Z} \\ Y = \frac{Y}{X+Y+Z} \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

第五步 计算灯泡在 1960 年 CIE 均匀色度图 (即 1960 年 CIE UCS 图) 上的色坐标 (u, v)。

$$\begin{cases} u = \frac{4X}{-2X+12Y+3} + \frac{4X}{X+15Y+3Z} \\ v = \frac{6X}{-2X+12Y+3} + \frac{6X}{X+15Y+3Z} \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

第六步 由色坐标 (u, v) 利用 1960 年 CIE 均匀色度图上的等相关色温线查图, 找出相关色温 T (单位为 K), 或按中华人民共和国计量器具检定规程“色温表”(JJG 212—1980) 附录 1 计算出灯的相关色温。

1960 年 CIE 均匀色度图由表 A3 黑体轨迹等温线的色度坐标制出。

2.2 彩色亮度计法

2.2.1 测试仪器为具有三个接收器的彩色亮度计。三个接收器的光谱灵敏度分别与 $\bar{X}_r(\lambda)$ 、 $\bar{Y}(\lambda)$ 、 $\bar{Z}(\lambda)$ 相接近。[$\bar{X}(\lambda) = \bar{X}_r(\lambda) + \bar{X}_b(\lambda)$ 。 $\bar{X}_r(\lambda)$ 是 $\bar{X}(\lambda)$ 的红段, $\bar{X}_b(\lambda)$ 是 $\bar{X}(\lambda)$ 的蓝段]。

2.2.2 测试条件应符合下列规定。

2.2.2.1 供电电源、电测仪表、标准镇流器与本标准 2.1.2.1 同。

2.2.2.2 测相关色温用的标准灯应为高压钠灯标准灯, 且由计量部门给出灯的色坐标 (X_0, Y_0)。

2.2.2.3 环境条件与 2.1.2.4 同。

2.2.3 彩色亮度计法测相关色温的步骤和计算方法

第一步 标定仪器。给出仪器修正系数 K_1 、 K_2 和 f 。

将彩色亮度计对准标准灯, 由仪器的三个接收器的输出值得到 R'_0 、 G_0 和 B_0 。

由 R'_0 、 G_0 和 B_0 计算仪器修正系数 K_1 、 K_2 和 f :

$$\begin{cases} K_1 = \frac{G_0}{Y_0 R'_0} (X_0 - 0.167 Z_0) \\ K_2 = \frac{Z_0 G_0}{Y_0 B_0} \\ f = 0.167 \frac{K_2}{K_1} \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

式中: X_0 、 Y_0 及 Z_0 ($Z_0 = 1 - X_0 - Y_0$) 为标准灯的色坐标。

$$0.167 = \frac{K_1 \cdot f \cdot B}{K_2 \cdot B} = \frac{\int_{380}^{505} \bar{X}_0(\lambda) d\lambda}{\int \bar{Z}(\lambda) d\lambda}$$

第二步 用彩色亮度计测被测灯, 得出输出值 R' 、 G 、 B 。

第三步 计算灯泡在 1931 年 CIE 色度系统中的三刺激值 (X 、 Y 、 Z)。

$$\begin{cases} X = K_1 (R' + f \cdot B) \\ Y = G \\ Z = K_2 B \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

注: 式 (6) 和式 (7) 适用于一般仪器, 对不同仪器应按说明书给出的公式和修正系数计算。

第四、五、六步与单色仪分光法同。

附录 A

(参考件)

用白灯泡作标准灯测高压钠灯的光通量时的修正方法

当选用 BDT 型或 BDP 型白炽灯做标准灯泡测量高压钠灯光通量时,主要考虑到两种光源的相对光谱功率分布不相同,以及测光系统总的相对光谱灵敏度〔积分球内壁的漫反射系数 $e(\lambda)$ 、窗口的透射系数 $\tau(\lambda)$ 、光电接收器的相对光谱灵敏度 $S(\lambda)$ 之组合〕偏离相对光谱光效率 $V(\lambda)$,给测量引入明显误差,因而必须做出修正。修正系数 K 按下式计算:

$$K = \frac{\int_{380}^{780} P_c(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} P_0(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \cdot \frac{\int_{380}^{780} P_0(\lambda) \cdot T(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} P_c(\lambda) \cdot T(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}$$

式中: $P_0(\lambda)$ —— 标准灯的相对光谱功率分布;

$P_c(\lambda)$ —— 被测灯的相对光谱功率分布;

$V(\lambda)$ —— 明视觉光谱光效率函数;

$S(\lambda)$ —— 接收器的相对光谱灵敏度;

$$T(\lambda) = \frac{e(\lambda)}{1 - e(\lambda)} \cdot \tau(\lambda) \quad \text{—— 积分球的等价透射系统;}$$

$e(\lambda)$ —— 积分球内壁漫反射系数;

$\tau(\lambda)$ —— 窗口的透射系数。

此时,光通量的计算公式(1)修正为 $F = K \cdot C \cdot m$

表 A1 明视觉光谱光效率函数值 $V(\lambda)$

波长 λ (nm)	$V(\lambda)$	波长 λ (nm)	$V(\lambda)$	波长 λ (nm)	$V(\lambda)$
380	0.00004	520	0.710	650	0.107
390	0.00012	530	0.862	660	0.061
400	0.0004	540	0.954	670	0.032
410	0.0012	550	0.995	680	0.017
420	0.0040	555	1.000	690	0.0082
430	0.0116	560	0.995	700	0.0041
440	0.023	570	0.952	710	0.0021
450	0.038	580	0.870	720	0.00105
460	0.060	590	0.757	730	0.00052
470	0.091	600	0.631	740	0.00025
480	0.139	610	0.503	750	0.00012
490	0.208	620	0.381	760	0.00006
500	0.323	630	0.265	770	0.00003
510	0.503	640	0.175	780	0.000015

表 A2 1931 年 CIE 标准观察者光谱三刺激值

波长 λ (nm)	$\bar{X}(\lambda)$	$\bar{Y}(\lambda)$	$\bar{Z}(\lambda)$	波长 λ (nm)	$\bar{X}(\lambda)$	$\bar{Y}(\lambda)$	$\bar{Z}(\lambda)$
380	0.0014	0.0000	0.0065	550	0.4334	0.9950	0.0087
385	0.0022	0.0001	0.0105	555	0.5121	1.0000	0.0057
390	0.0042	0.0001	0.0201	560	0.5945	0.9950	0.0039
395	0.0076	0.0002	0.0362	565	0.6784	0.9786	0.0027
400	0.0143	0.0004	0.0879	570	0.7621	0.9520	0.0021
405	0.0232	0.0006	0.1102	575	0.8425	0.9154	0.0018
410	0.0435	0.0012	0.2074	580	0.9163	0.8700	0.0017
415	0.0776	0.0022	0.3713	585	0.9786	0.8163	0.0014
420	0.1344	0.0040	0.6456	590	1.0263	0.7570	0.0011
425	0.2148	0.0073	1.0391	595	1.0567	0.6949	0.0010
430	0.2839	0.0116	1.3856	600	1.0622	0.6310	0.0008
435	0.3285	0.0168	1.6230	605	1.0456	0.5668	0.0006
440	0.3483	0.0230	1.7471	610	1.0026	0.5030	0.0003
445	0.3481	0.0293	1.7826	615	0.9384	0.4412	0.0002
450	0.3362	0.0380	1.7721	620	0.8544	0.3810	0.0002
455	0.3187	0.0480	1.7441	625	0.7514	0.3210	0.0001
460	0.2908	0.0600	1.6692	630	0.6424	0.2650	0.0000
465	0.2511	0.0739	1.5281	635	0.5419	0.2170	
470	0.1954	0.0910	1.2876	640	0.4479	0.1750	
475	0.1421	0.1126	1.0419	645	0.3608	0.1382	
480	0.0956	0.1390	0.8130	650	0.2835	0.1070	
485	0.0580	0.1693	0.6162	655	0.2187	0.0818	
490	0.0320	0.2080	0.4652	660	0.1649	0.0610	
495	0.0147	0.2536	0.3533	665	0.1212	0.0446	
500	0.0049	0.3230	0.2720	670	0.0874	0.0320	
505	0.0024	0.4073	0.2123	675	0.0636	0.0232	
510	0.0093	0.5030	0.1582	680	0.0468	0.0170	
515	0.0291	0.6082	0.1117	685	0.0329	0.0119	
520	0.0633	0.7100	0.0782	690	0.0227	0.0082	
525	0.1096	0.7932	0.0573	695	0.0158	0.0057	
530	0.1655	0.8620	0.0422	700	0.0114	0.0041	
535	0.2257	0.9149	0.0298	705	0.0081	0.0029	
540	0.2904	0.9540	0.0203	710	0.0058	0.0021	
545	0.3597	0.9803	0.0134	715	0.0041	0.0015	

表 A2 (续)

波长 λ (nm)	$\bar{x}(\lambda)$	$\bar{y}(\lambda)$	$\bar{z}(\lambda)$	波长 λ (nm)	$\bar{x}(\lambda)$	$\bar{y}(\lambda)$	$\bar{z}(\lambda)$
720	0.0029	0.0010		755	0.0002	0.0001	
725	0.0020	0.0007		760	0.0002	0.0001	
730	0.0014	0.0005		765	0.0001	0.0000	
735	0.0010	0.0004		770	0.0001		
740	0.0007	0.0003		775	0.0001		
745	0.0005	0.0002		780	0.0000		
750	0.0003	0.0001					

表 A3 黑体轨迹等温线的色度坐标

色温 T K	黑体轨迹上		黑体轨迹外	
	u	v	u	v
∞	0.1801	0.2635	0.2132	0.2556
100000	0.1807	0.2659	0.2117	0.2579
50000	0.1813	0.2685	0.2110	0.2650
33333	0.1821	0.2712	0.2102	0.2632
25000	0.1829	0.2741	0.2092	0.2661
20000	0.1839	0.2771	0.2083	0.2691
16667	0.1849	0.2802	0.2077	0.2722
14286	0.1861	0.2834	0.2072	0.2755
12500	0.1874	0.2967	0.2069	0.2787
11111	0.1883	0.2899	0.2868	0.2820
10000	0.1903	0.2933	0.2069	0.2853
9091	0.1919	0.2965	0.2068	0.2886
8333	0.1936	0.2999	0.2069	0.2918
7692	0.1955	0.3030	0.2074	0.2950
7143	0.1975	0.3061	0.2080	0.2981
6667	0.1996	0.3092	0.2109	0.3012
6250	0.2018	0.3122	0.2123	0.3043
5882	0.2045	0.3158	0.2138	0.3070
5556	0.2064	0.3178	0.2155	0.3098
5263	0.2088	0.3205	0.2173	0.3125
5000	0.2144	0.3231	0.2193	0.3151
4762	0.2100	0.3255	0.2213	0.3175
4545	0.2166	0.3279	0.2235	0.3199

表 A3 (续)

色温 T K	黑体轨迹上		黑体轨迹外	
	u	v	u	v
4348	0.2194	0.3302	0.2257	0.3221
4167	0.2222	0.3323	0.2281	0.3243
4000	0.2251	0.3344	0.2306	0.3263
3845	0.2280	0.3363	0.2331	0.3283
3704	0.2309	0.3381	0.2357	0.3301
3571	0.2339	0.3398	0.2384	0.3318
3448	0.2369	0.3415	0.2410	0.3335
3333	0.2400	0.3431	0.2439	0.3351
3226	0.2432	0.3445	0.2467	0.3365
3125	0.2462	0.3464	0.2496	0.3378
3030	0.2494	0.3471	0.2526	0.3392
2941	0.2526	0.3483	0.2555	0.3403
2857	0.2559	0.3495	0.2585	0.3414
2778	0.2590	0.3505	0.2615	0.3425
2703	0.2623	0.3515	0.2646	0.3435
2632	0.2659	0.3548	0.2677	0.3444
2564	0.2688	0.3532	0.2706	0.3452
2500	0.2721	0.3541	0.2738	0.3460
2439	0.2753	0.3547	0.2771	0.3468
2381	0.2786	0.3554	0.2801	0.3474
2326	0.2819	0.3560	0.2833	0.3480
2273	0.2852	0.3566	0.2865	0.3486
2222	0.2885	0.3571	0.2897	0.3491
2174	0.2918	0.3575	0.2929	0.3495
2128	0.2950	0.3580	0.2960	0.3500
2083	0.2983	0.3584	0.2997	0.3504
2041	0.3016	0.3587	0.3001	0.3504
2000	0.3050	0.3591	0.3056	0.3510
1961	0.3082	0.3593	0.3089	0.3511
1923	0.3114	0.3595	0.3119	0.3516
1887	0.3146	0.3597	0.3152	0.3517
1852	0.3179	0.3599	0.3183	0.3519
1818	0.3212	0.3602	0.3215	0.3521

表 A3 (续)

色温 T K	黑体轨迹上		黑体轨迹外	
	u	v	u	v
1786	0.3243	0.3602	0.3246	0.3522
1754	0.3276	0.3603	0.3278	0.3523
1724	0.3370	0.3604	0.3310	0.3524
1695	0.3339	0.3604	0.3340	0.3547
1667	0.3371	0.3605	0.3371	0.3525
1639	0.3403	0.3605	0.3403	0.3525
1613	0.3433	0.3605	0.3433	0.3541
1587	0.3465	0.3605	0.3464	0.3507
1563	0.3496	0.3605	0.3494	0.3524
1538	0.3507	0.3604	0.3525	0.3524
1515	0.3556	0.3604	0.3551	0.3519