



中华人民共和国国家标准

GB/T 3978—2008
代替 GB/T 3978—1994

标准照明体和几何条件

Standard illuminants and geometric conditions

2008-06-26 发布

2009-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准对应于国际照明委员会出版物 CIE 15:2004《色度学》和 CIE S 005:1999《应用于色度学的标准照明体》，与 CIE15:2004 和 CIE S 005:1999 的一致程度是非等效，主要差异是在表 1、表 2、表 3 中增加了照明体 C 的光谱功率分布和色度值。

本标准代替 GB/T 3978—1994《标准照明体及照明观测条件》。

本标准与 GB/T 3978—1994 相比主要变化如下：

- 修改标准名称为“标准照明体和几何条件”；
- 将范围修改为：“本标准适用于颜色测量、计算和评价中照明体和几何条件的应用和表示。”；
- 修改照明体、CIE 标准照明体、CIE 光源的定义(本标准的 3.1~3.3)，增加几何条件、参考平面、采样孔径等定义(本标准的 3.4~3.10)；
- 修改原标准中的 6 种标准照明体为 2 种：A 和 D65(本标准的 4.1 和 4.2)；
- 增加计算 CIE 标准照明体 A 的相对光谱功率分布 $S_A(\lambda)$ 的式(1)，并说明成立条件；
- 增加照明体 D 的色品坐标和相对光谱功率分布计算方法(本标准的 4.3.3 和 4.3.4)；
- 修改“照明观测条件”为“几何条件”；将原标准中 4 个反射测量几何条件增加为 10 个(6.1.1~6.1.10)；4 个透射测量几何条件增加为 6 个(6.3.1~6.3.6)，修改几何条件的表示方法和实现方式，增加应用说明(6.2 和 6.4)；
- 增加漫射： 8° 几何条件的积分球示意图(图 1)和 45° 单方向/垂直几何条件示意图(图 2)；
- 按 GB/T 1.1—2000 对原标准进行编辑性修改。

本标准由全国颜色标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国计量科学研究院，深圳市海川实业股份有限公司。

本标准主要起草人：马煜、林弋戈、陈苹、何唯平、汤惠工。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 3978—1983、GB/T 3978—1994。

标准照明体和几何条件

1 范围

本标准规定了色度学中的 CIE 标准照明体、代表照明体的人工光源和颜色测量仪器的几何条件。本标准适用于颜色测量、计算和评价中照明体和几何条件的应用和表示。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 5698 颜色术语

3 术语和定义

GB/T 5698 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

照明体 illuminant

在影响物体颜色知觉的波长范围内具有确定的相对光谱功率分布的辐射。

3.2

CIE 标准照明体 CIE standard illuminants

CIE 依据相对光谱功率分布定义的照明体 A 和照明体 D65。

3.3

CIE 光源 CIE sources

由 CIE 规定的人工光源，其相对光谱功率分布近似于 CIE 标准照明体的相对光谱功率分布。

3.4

几何条件 geometric conditions

颜色测量仪器的照明光源和探测器与物体色样品之间的几何关系，区别于目视评价中的照明观测条件。

3.5

参考平面 reference plane

测量过程中被测样品或参考标准放置的平面。

3.6

采样孔径 sampling aperture

参考平面上的照明区域或者接收器探测到通量的区域，两者之中以区域面积小的为准。当照明区域面积大于探测区域面积，称为“过充满”；当照明区域面积小于探测区域面积，称为“未充满”。

3.7

45°单方向入射 forty-five degree directional geometry

入射光以与法线成 45°的某方向照明反射样品，符号为：45°*x*。

3.8

45°环带入射 forty-five degree annular geometry

光源从所有方位同时以与法线成 45°角度照射反射样品，符号为：45°*a*。

3.9

0°入射 zero degree directional geometry

入射光以与法线方向成 0°角的方向照射反射样品,符号为:0°。

3.10

8°入射 eight degree geometry

入射光以与法线成 8°角的方向照射反射样品,符号为:8°。

4 CIE 标准照明体

CIE 依据相对光谱功率分布规定了标准照明体 A 和标准照明体 D65,并推荐通常的色度计算优先采用标准照明体 A 和 D65。当不能用 D65 时,应根据照明光源的实际情况,选择 CIE 规定的其他照明体 D,如 D50、D55 或 D75。

4.1 CIE 标准照明体 A

4.1.1 CIE 规定标准照明体 A 的相对光谱功率分布由式(1)确定:

$$S_A(\lambda) = 100 \left(\frac{560}{\lambda} \right)^5 \times \frac{\exp \frac{1.435 \times 10^7}{2848 \times 560} - 1}{\exp \frac{1.435 \times 10^7}{2848\lambda} - 1} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中:

$S_A(\lambda)$ ——标准照明体 A 的相对光谱功率分布;

λ ——真空波长,单位为纳米(nm)。

注 1: 标准照明体 A 的光谱功率分布在波长 560 nm 处归一化到 100。

注 2: 式(1)是基于真空条件下的普朗克公式,波长为真空波长,为了 CIE 标准照明体 A 能够与其他色度和光度数据相协调,可用标准空气(15℃,101 325 Pa,二氧化碳体积占 0.03%的干燥空气)下的波长数值替换。

4.1.2 表 1 第二列给出了标准照明体 A 在 380 nm~780 nm 之间,间隔 5 nm 的相对光谱功率分布。为满足较高精度的实际计算需要,可以根据式(1)计算标准照明体 A 的相对光谱功率分布数值。

4.1.3 表 2 第二列给出了标准照明体 A(380 nm~780 nm,5 nm 间隔)在 CIE 1931 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标;表 3 第二列给出了标准照明体 A(380 nm~780 nm,5 nm 间隔)在 CIE 1964 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标。

4.2 CIE 标准照明体 D65

4.2.1 CIE 标准照明体 D65 的相对光谱功率分布 $S_{D65}(\lambda)$ 由表 1 第三列给出的数值确定。

4.2.2 CIE 标准照明体 D65 的相对光谱功率分布是在昼光的实测数据的基础上进行外推得出的。代表相关色温大约为 6 500 K(也称作昼光照明体的名义相关色温)的昼光。

4.2.3 表 1 第三列给出了标准照明体 D65 在 380 nm~780 nm 之间,每间隔 5 nm 的相对光谱功率分布,该组数值可以满足大多数的实际计算需要。其他中间值可由已公布的数值,采用线性内插法计算得出。

4.2.4 表 2 第三列给出了标准照明体 D65(380 nm~780 nm,5 nm 间隔)在 CIE 1931 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标;表 3 第三列给出了标准照明体 D65(380 nm~780 nm,5 nm 间隔)在 CIE 1964 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标。

4.3 其他照明体 D

4.3.1 当不能使用 D65 时,推荐使用昼光照明体 D50、D55 或者 D75 中的一种。它们的光谱功率分布分别见表 1 的第四列、第五列、第六列;它们在 CIE 1931 标准色度观察者和 CIE 1964 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标分别见表 2 和表 3 的第四列、第五列、第六列。

4.3.2 当这些昼光照明体都不能使用时,可以用式(2)~式(7)计算出在某名义相关色温(T_c)下的昼光照明体。由这些公式给出的照明体,其相关色温近似等于名义值。

4.3.3 照明体 D 的色品坐标

4.3.3.1 昼光照明体(D)的 CIE 1931(x, y)色品坐标须满足以下关系:

$$y_D = -3.000x_D^2 + 2.870x_D - 0.275 \quad \text{.....(2)}$$

式中:

x_D 数值在 0.250~0.380 之间。

4.3.3.2 昼光 D 的相关色温 T_{cp} 与其坐标 x_D 之间有如下关系:

a) 当相关色温在 4 000 K~7 000 K 之间,

$$x_D = -4.6070 \times \frac{10^9}{T_{cp}^3} + 2.9678 \times \frac{10^6}{T_{cp}^2} + 0.09911 \times \frac{10^3}{T_{cp}} + 0.244063 \quad \text{.....(3)}$$

b) 当相关色温在 7 000K~25 000 K 之间,

$$x_D = -2.0064 \times \frac{10^9}{T_{cp}^3} + 1.9018 \times \frac{10^6}{T_{cp}^2} + 0.24748 \times \frac{10^3}{T_{cp}} + 0.237040 \quad \text{.....(4)}$$

4.3.4 照明体 D 的相对光谱功率分布

昼光照明体(D)的相对光谱功率分布 $S(\lambda)$ 按照式(5)计算:

$$S(\lambda) = S_0(\lambda) + M_1 S_1(\lambda) + M_2 S_2(\lambda) \quad \text{.....(5)}$$

式中:

$S_0(\lambda)$ 、 $S_1(\lambda)$ 、 $S_2(\lambda)$ 是波长 λ 的函数,其数据见表 4。

M_1 和 M_2 因子的量值与色品坐标 x_D 、 y_D 有如下关系:

$$M_1 = \frac{-1.3515 - 1.7703x_D + 5.9114y_D}{0.0241 + 0.2562x_D - 0.7341y_D} \quad \text{.....(6)}$$

$$M_2 = \frac{0.0300 - 31.4424x_D + 30.0717y_D}{0.0241 + 0.2562x_D - 0.7341y_D} \quad \text{.....(7)}$$

注 1: 季节和地理环境的变化会影响昼光在紫外光谱区域的光谱功率分布。在没有确定这些变化的信息之前,仍建议使用本标准中推荐的照明体。

注 2: 本标准中推荐方法计算得到的昼光照明体 D 的光谱功率分布,是基于波长从 330 nm 到 700 nm 的实验观测数据,并在波长 300 nm~330 nm 和 700 nm~830 nm 范围内进行外推得到的。外推数据对色度学的应用是准确的,但不推荐用于其他用途。

5 CIE 光源

5.1 CIE 光源 A

5.1.1 相关色温为 2 856 K($c_2 = 1.4388 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{K}$)的充气钨丝灯模拟标准照明体 A 的人工光源。

5.1.2 当光源 A 应用于紫外区时,应使用具有熔融石英玻壳或窗口的灯。

5.1.3 当需要光源的光谱功率分布更准确时,应对所使用的实际光源进行光谱辐射度校准。

5.2 代表标准照明体 D65 的人工光源

5.2.1 不推荐用于实现 CIE 标准照明体 D65 或其他照明体 D 的人工光源。

5.2.2 通过计算改变照明体的特殊同色异谱指数,可对应用于色度的昼光模拟器的品质进行描述和评价。当需要光源的光谱功率分布更准确时,应对所使用的实际光源进行光谱辐射度校准。

6 颜色测量仪器的几何条件

6.1 反射测量的几何条件

6.1.1 漫射: 8° , 包含镜面成分(符号为: $di: 8^\circ$)

采样孔径被以其平面为界的半球内表面从各个方向均匀地照明,测量区域过充满。探测器对采样孔径区域的响应均匀,反射光束轴线和样品中心法线成 8° 角,在接收光束轴线 5° 内的所有方向上,采样孔径反射的辐射是均匀的。

6.1.2 漫射:8°,排除镜面成分(符号为: $de:8^\circ$)

满足 $di:8^\circ$ 的条件,但将单面的平面反射镜放置于采样孔径处时,没有光反射到探测器方向,而且在这个方向的 1° 以内也没有镜面反射。

图1是实现漫射:8°几何条件示意图。分别使用反射平面与光陷阱,可以实现包含或排除镜面成分测量。

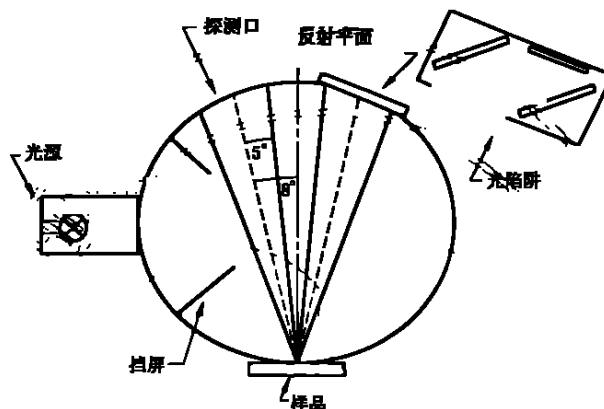


图1 漫射:8°几何条件示意图

6.1.3 8°:漫射,包含镜面成分(符号为: $8^\circ:di$)

满足 $di:8^\circ$ 的条件,但光路相反。采样孔径被与法线成 8° 角的光照明,以参考平面为界的半球收集采样孔径反射的各个角度的通量。

6.1.4 8°:漫射,排除镜反射成分(符号为: $8^\circ:de$)

满足 $de:8^\circ$ 的条件,但光路相反。

6.1.5 漫射/漫射(符号为: $d:d$)

照明满足 $di:8^\circ$ 的条件,且以参考平面为界的半球收集采样孔径反射的各个角度通量。

6.1.6 备选的漫射几何条件(符号为: $d:0^\circ$)

一个备选漫射几何条件是出射方向沿着样品法线,这是严格的不包含镜反射的几何条件。

6.1.7 45°环带/垂直(符号为: $45^\circ a:0^\circ$)

从顶点位于采样孔径中心,中心轴位于采样孔径法线上,半角分别为 40° 和 50° 的两个正圆锥之间各个方向射来的光均匀地照明采样孔径;探测器从顶点位于采样孔径中心,中心轴沿样品法线方向、半角为 5° 的正圆锥内均匀接收反射辐射。这种几何条件可以将样品质地和方向选择性反射影响降至最低。如果这种照明几何条件是由多个光源以接近于圆形排列来近似得到,或者由多根出光口排列成圆形且被单个光源照明的光纤束近似得到,形成的几何条件叫作圆周/垂直几何条件(符号为: $45^\circ c:0^\circ$)。

6.1.8 垂直/45°环带(符号为: $0^\circ:45^\circ a$)

角度和空间条件满足 $45^\circ a:0^\circ$ 的条件,但光路相反。因此采样孔径被垂直照明,反射辐射被中心与法线成 45° 角的环带接收。

6.1.9 45°单方向/垂直(符号为: $45^\circ x:0^\circ$)

角度和空间条件满足 $45^\circ a:0^\circ$ 的条件,但辐射只从一个方位角发出。排除镜反射,突出样品质地和方向性的影响。符号 x 表示入射光束从某任意方位照射参考平面。

图2是45°单方向/垂直几何条件示意图。

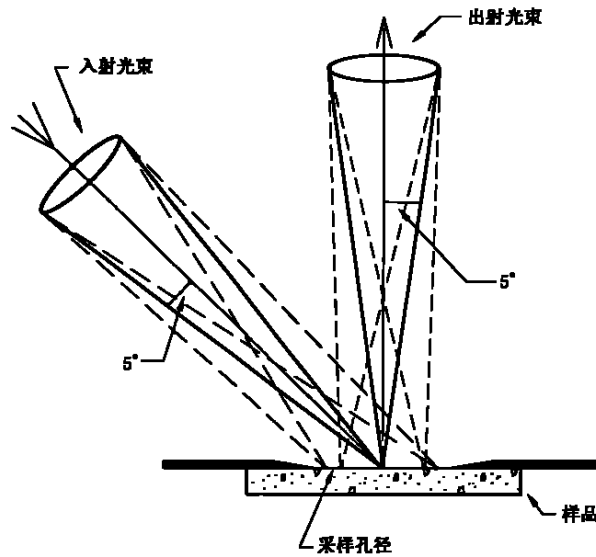


图 2 45°单方向/垂直几何条件示意图

6.1.10 垂直/45°单方向(符号为:0°:45°x)

角度和空间条件满足 45°x:0°的条件,但光路相反。因此样品表面被垂直照明,从与法线成 45°角的某个方位接收反射辐射。

6.2 应用反射测量几何条件的注意事项

6.2.1 当应用单光束积分球时,需要对由于样品的吸收而引起的积分球效率降低进行修正,否则仪器将给出非线性的测量结果。经修正的反射比见式(8):

$$\rho_s = R(\lambda) \frac{1 - \rho_w(\lambda) \cdot (1 - \sum_i f_i)}{1 - \rho_w(\lambda) \cdot (1 - \sum_i f_i) - f_s \cdot [\rho_r(\lambda) - R(\lambda)]} \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- ρ_s ——样品经修正的反射比;
- $R(\lambda)$ ——样品相对于完全漫反射体未经修正的光谱反射比;
- $\rho_w(\lambda)$ ——球壁在漫射/漫射条件下的光谱反射比;
- f_i ——积分球上第 i 个开孔面积与球总内表面的面积之比;
- f_s ——样品孔面积与球总内表面的面积之比;
- $\rho_r(\lambda)$ ——参考标准的反射比。

式(8)是基于理想积分球的特性,除样品外其他开口的有效反射比均为 0。

6.2.2 几何条件符合 6.1.1、6.1.2、6.1.6、6.1.7、6.1.8、6.1.9、6.1.10 的情况下,测量的结果是反射因数,当测量张角足够小时,反射因数的量值与辐亮度因数的量值相同;符合 6.1.3 且积分球为理想积分球时,测量结果是反射比。

注:在 45°x:0°条件下测量结果是辐亮度因数 $\beta_{s,0}$;在 0°:45°x 条件下测量结果是辐亮度因数 $\beta_{0,45}$;在 $d_i:8^\circ$ 条件下测量结果是辐亮度因数 $\beta_{d_i,8}$,与辐亮度因数 $\beta_{0,45}$ 接近;在 $8^\circ:d_i$ 条件的测量结果是反射比 ρ_s 。

6.2.3 测量某些类型的样品(诸如逆反射材料),需要不同的几何条件或宽容度。如果应用特殊的照明和测量条件,需要进行特别说明。

6.2.4 使用积分球时,为遮挡样品和球壁入射孔或测量孔之间的直射光,需要使用表面涂白的挡屏。积分球开口的总面积不应超过球内反射面积的10%。

6.2.5 漫射样品能够将辐射散射到与其表面接近平行的方向上,在漫反射比测量中应包含这部分辐射。

6.2.6 当积分球用于荧光样品的测量时,照明系统的相对光谱功率分布将被样品的反射功率和发射功率替换。因此 $45^\circ_a:0^\circ$ 、 $45^\circ_x:0^\circ$ 、 $0^\circ:45^\circ_a$ 和 $0^\circ:45^\circ_x$ 条件更适合这种情况的应用。

6.3 透射测量的几何条件

6.3.1 垂直/垂直(符号为: $0^\circ:0^\circ$)

入射与测量光束都是完全相同的正圆锥状,正圆锥的轴位于采样孔径中心的法线上,半角是 5° ,采样孔径的面辐射和角辐射以及探测器的面响应和角度响应都是均匀的。

6.3.2 漫射/垂直,包含规则成分(符号为: $di:0^\circ$)

采样孔径被以第一参考平面为界的半球从各个方向均匀地照明,测量光束同 $0^\circ:0^\circ$ 几何条件的规定。

6.3.3 漫射/垂直,排除规则成分(符号为: $de:0^\circ$)

几何条件满足 $di:0^\circ$,但当开放采样孔径(例如不放置样品),测量采样孔径中心时,没有直射到探测器的光,并且在 1° 以内也没有直射光。

6.3.4 垂直/漫射,包含规则成分(符号为: $0^\circ:di$)

几何条件与 $di:0^\circ$ 相反。

6.3.5 垂直/漫射,排除规则成分(符号为: $0^\circ:de$)

几何条件与 $de:0^\circ$ 相反。

6.3.6 漫射/漫射(符号为: $d:d$)

采样孔径被以第一参考平面为界的半球从各个角度均匀地照明,透射通量被以第二参考平面为界的半球从各个角度均匀地接收。

注:在透射测量的几何条件的规定中,相对于入射光的参考平面,叫做第一参考平面,相对于透过样品的光的参考平面,叫做第二参考平面。两个参考平面之间是样品的厚度。本标准规定参考平面的定义中假设样品的厚度可以忽略。

6.4 应用透射测量几何条件的注意事项

6.4.1 以上透射测量几何条件中,排除规则成分条件下测量的量是透射因数,其余均为透射比。

6.4.2 测量某些类型的样品需要不同的几何条件或宽容度。如果应用了特殊的照明和测量条件,需要进行特别说明。

6.4.3 当使用积分球时,为遮挡样品和球壁入射孔或测量孔之间的直射光,需要使用表面涂白的挡屏。积分球开口的总面积不应超过球内反射面积的10%。

6.4.4 测量垂直/垂直条件的仪器的结构,照明和接收光束应完全相同。

6.4.5 漫射样品能够将辐射散射到与其表面接近平行的方向上,在漫透射比测量中包含了这部分辐射。

6.4.6 入射光束垂直于样品表面时,样品和入射光束光学元件之间的多次反射会引起测量误差,应略微倾斜一下样品来减弱测量误差。

表 1 CIE 标准照明体 A、D65 与其他照明体 D 以及照明体 C 的相对光谱功率分布
(波长范围:300 nm~780 nm,波长间隔:5 nm)

波长/nm	标准照明体 A	标准照明体 D65	照明体 D50	照明体 D55	照明体 D75	照明体 C
300	0.930 483	0.034 100	0.019	0.024	0.043	0.00
305	1.128 210	1.664 300	1.035	1.048	2.588	0.00
310	1.357 690	3.294 500	2.051	2.072	5.133	0.00
315	1.622 190	11.765 200	4.914	6.648	17.470	0.00
320	1.925 080	20.236 000	7.778	11.224	29.808	0.01
325	2.269 800	28.644 700	11.263	15.936	42.369	0.20
330	2.659 810	37.053 500	14.748	20.647	54.930	0.40
335	3.098 610	38.501 100	16.348	22.266	56.095	1.55
340	3.589 680	39.948 800	17.948	23.885	57.259	2.70
345	4.136 480	42.430 200	19.479	25.851	60.000	4.85
350	4.742 380	44.911 700	21.010	27.817	62.740	7.00
355	5.410 700	45.775 000	22.476	29.219	62.861	9.95
360	6.144 620	46.638 300	23.942	30.621	62.982	12.90
365	6.947 200	49.363 700	25.451	32.464	66.647	17.20
370	7.821 350	52.089 100	26.961	34.308	70.312	21.40
375	8.769 800	51.032 300	25.724	33.446	68.507	27.50
380	9.795 100	49.975 500	24.488	32.584	66.703	33.00
385	10.899 600	52.311 800	27.179	35.335	68.333	39.92
390	12.085 300	54.648 200	29.871	38.087	69.963	47.40
395	13.354 300	68.701 500	39.589	49.518	85.946	55.17
400	14.708 000	82.754 900	49.308	60.949	101.929	63.30
405	16.148 000	87.120 400	52.910	64.751	106.911	71.81
410	17.675 300	91.486 000	56.513	68.554	111.894	80.60
415	19.290 700	92.458 900	58.273	70.065	112.346	89.53
420	20.995 000	93.431 800	60.034	71.577	112.798	98.10
425	22.788 300	90.057 000	58.926	69.746	107.945	105.80
430	24.670 900	86.682 300	57.818	67.914	103.092	112.40
435	26.642 500	95.773 600	66.321	76.760	112.145	117.75
440	28.702 700	104.865 000	74.825	85.605	121.198	121.50
445	30.850 800	110.936 000	81.036	91.799	127.104	123.45
450	33.085 900	117.008 000	87.247	97.993	133.010	124.00
455	35.406 800	117.410 000	88.930	99.228	132.682	123.60

表 1 (续)

波长/nm	标准照明体 A	标准照明体 D65	照明体 D50	照明体 D65	照明体 D75	照明体 C
460	37.812 100	117.812 000	90.612	100.463	132.355	123.10
465	40.300 200	116.336 000	90.990	100.188	129.838	123.30
470	42.869 300	114.861 000	91.368	99.913	127.322	123.80
475	45.517 400	115.392 000	93.238	101.326	127.061	124.09
480	48.242 300	115.923 000	95.109	102.739	126.800	123.90
485	51.041 600	112.367 000	93.536	100.409	122.291	122.92
490	53.913 200	108.811 000	91.963	98.078	117.783	120.70
495	56.853 900	109.082 000	93.843	99.379	117.186	116.90
500	59.861 100	109.354 000	95.724	100.680	116.589	112.10
505	62.932 000	108.578 000	96.169	100.688	115.146	106.98
510	66.063 500	107.802 000	96.613	100.695	113.702	102.30
515	69.252 500	106.296 000	96.871	100.341	111.181	98.81
520	72.495 900	104.790 000	97.129	99.987	108.659	96.90
525	75.790 300	106.239 000	99.614	102.098	109.552	96.78
530	79.132 600	107.689 000	102.099	104.210	110.445	98.00
535	82.519 300	106.047 000	101.427	103.156	108.367	99.94
540	85.947 000	104.405 000	100.755	102.102	106.289	102.10
545	89.412 400	104.225 000	101.536	102.535	105.596	103.95
550	92.912 000	104.046 000	102.317	102.968	104.904	105.20
555	96.442 300	102.023 000	101.159	101.484	102.452	105.67
560	100.000 000	100.000 000	100.000	100.000	100.000	105.30
565	103.582 000	98.167 100	98.868	98.608	97.808	104.11
570	107.184 000	96.334 200	97.735	97.216	95.616	102.30
575	110.803 000	96.061 100	98.327	97.482	94.914	100.15
580	114.436 000	95.788 000	98.918	97.749	94.213	97.80
585	118.080 000	92.236 800	96.208	94.590	90.605	95.43
590	121.731 000	88.685 600	93.499	91.432	86.997	93.20
595	125.386 000	89.345 900	95.593	92.926	87.112	91.22
600	129.043 000	90.006 200	97.688	94.419	87.227	89.70
605	132.697 000	89.802 600	98.478	94.780	86.684	88.83
610	136.346 000	89.599 100	99.269	95.140	86.140	88.40
615	139.988 000	88.648 900	99.155	94.680	84.861	88.19
620	143.618 000	87.698 700	99.042	94.220	83.581	88.10

表 1 (续)

波长/nm	标准照明体 A	标准照明体 D65	照明体 D50	照明体 D55	照明体 D75	照明体 C
625	147.235 000	85.493 600	97.382	92.334	81.164	88.06
630	150.836 000	83.288 600	95.722	90.448	78.747	88.00
635	154.418 000	83.493 900	97.290	91.389	78.587	87.86
640	157.979 000	83.699 200	98.857	92.330	78.428	87.80
645	161.516 000	81.863 800	97.262	90.592	76.614	87.99
650	165.028 000	80.026 800	95.667	88.854	74.801	88.20
655	168.510 000	80.126 700	96.929	89.586	74.562	88.20
660	171.963 000	80.214 600	98.190	90.817	74.324	87.90
665	175.383 000	81.246 200	100.597	92.133	74.873	87.22
670	178.769 000	82.277 800	103.003	93.950	75.422	86.30
675	182.138 000	80.281 000	101.068	91.953	73.499	85.30
680	185.429 000	78.284 200	99.133	89.956	71.576	84.00
685	188.701 000	74.002 700	93.257	84.817	67.714	82.21
690	191.931 000	69.721 300	87.381	79.677	63.832	80.20
695	195.118 000	70.665 200	89.492	81.258	64.464	78.24
700	198.261 000	71.609 100	91.604	82.840	65.076	76.30
705	201.359 000	72.979 000	92.246	83.842	66.573	74.36
710	204.409 000	74.349 000	92.889	84.844	68.070	72.40
715	207.411 000	67.976 500	84.872	77.539	62.256	70.40
720	210.365 000	61.604 000	76.854	70.235	56.443	68.30
725	213.268 000	65.744 800	81.883	74.768	60.343	66.30
730	216.120 000	69.885 600	86.511	79.301	64.242	64.40
735	218.920 000	72.486 300	89.546	82.147	66.697	62.80
740	221.667 000	75.087 800	92.580	84.993	69.151	61.50
745	224.361 000	68.339 800	85.405	78.437	63.890	60.20
750	227.000 000	63.592 700	78.230	71.880	58.629	59.20
755	229.585 000	55.005 400	67.961	62.337	50.623	58.50
760	232.115 000	46.418 200	57.692	52.793	42.617	58.10
765	234.589 000	56.611 800	70.307	64.360	51.985	58.00
770	237.008 000	66.805 400	82.923	75.927	61.352	58.20
775	239.370 000	65.094 100	80.599	73.872	59.838	58.50
780	241.675 000	63.382 800	78.274	71.818	58.324	59.10

注：照明体 C 代表相关色温大约为 6 774 K 的平均日光。照明体 C 不属于 CIE 推荐的日光照明体，但在一些标准和应用中仍引用照明体 C，在此给出其相对光谱功率分布。

表 2 CIE 照明体在 CIE 1931 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标

色度值	标准照明体 A	标准照明体 D65	照明体 D50	照明体 D55	照明体 D75	照明体 C
X	109.85	95.04	96.42	95.68	94.97	98.07
Y	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Z	35.58	108.88	82.51	92.14	122.61	118.22
x	0.447 58	0.312 72	0.345 67	0.332 43	0.299 03	0.310 06
y	0.407 45	0.329 03	0.358 51	0.347 44	0.314 88	0.316 16
u'	0.255 97	0.197 83	0.209 16	0.204 43	0.193 53	0.200 89
v'	0.524 29	0.468 34	0.488 08	0.480 75	0.458 53	0.460 89

注：表中色度值为 CIE 照明体在波长范围为 380 nm~780 nm、波长间隔为 5 nm 下的计算值。

表 3 CIE 照明体在 CIE 1964 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标

色度值	标准照明体 A	标准照明体 D65	照明体 D50	照明体 D55	照明体 D75	照明体 C
X_{10}	111.14	94.81	96.72	95.80	94.42	97.29
Y_{10}	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Z_{10}	35.20	107.32	81.43	90.93	120.64	116.14
x_{10}	0.451 17	0.313 81	0.347 73	0.334 12	0.299 68	0.310 39
y_{10}	0.405 94	0.330 98	0.359 52	0.348 77	0.317 40	0.319 05
u'_{10}	0.258 96	0.197 86	0.210 15	0.205 07	0.193 05	0.200 00
v'_{10}	0.524 25	0.469 54	0.488 86	0.481 65	0.460 04	0.462 55

注：表中色度值为 CIE 照明体在波长范围为 380 nm~780 nm、波长间隔为 5 nm 下的计算值。

表 4 应用于不同相关色温的 CIE 昼光照明体的相对光谱功率计算时的昼光成分
 $S_0(\lambda)$ 、 $S_1(\lambda)$ 、 $S_2(\lambda)$ (波长范围: 300 nm~830 nm, 波长间隔: 5 nm)

波长/nm	$S_0(\lambda)$	$S_1(\lambda)$	$S_2(\lambda)$
300	0.04	0.02	0.00
305	3.02	2.26	1.00
310	6.00	4.50	2.00
315	17.80	13.45	3.00
320	29.60	22.40	4.00
325	42.45	32.20	6.25
330	55.30	42.00	8.50
335	56.30	41.30	8.15
340	57.30	40.60	7.80
345	59.55	41.10	7.25
350	61.80	41.60	6.70
355	61.65	39.80	6.00
360	61.50	38.00	5.30

表 4 (续)

波长/nm	$S_0(\lambda)$	$S_1(\lambda)$	$S_2(\lambda)$
365	65.15	40.20	5.70
370	68.80	42.40	6.10
375	66.10	40.45	4.55
380	63.40	38.50	3.00
385	64.60	36.75	2.10
390	65.80	35.00	1.20
395	80.30	39.20	0.05
400	94.80	43.40	-1.10
405	99.80	44.65	-0.80
410	104.80	46.30	-0.50
415	105.35	45.10	-0.60
420	105.90	43.90	-0.70
425	101.35	40.50	-0.95
430	96.80	37.10	-1.20
435	105.35	36.90	-1.90
440	113.90	36.70	-2.60
445	119.75	36.30	-2.75
450	125.60	35.90	-2.90
455	125.55	34.25	-2.85
460	125.50	32.60	-2.80
465	123.40	30.25	-2.70
470	121.30	27.90	-2.60
475	121.30	26.10	-2.60
480	121.30	24.30	-2.60
485	117.40	22.20	-2.20
490	113.50	20.10	-1.80
495	113.30	18.15	-1.65
500	113.10	16.20	-1.50
505	111.95	14.70	-1.40
510	110.80	13.20	-1.30
515	108.65	10.90	-1.25
520	106.50	8.60	-1.20
525	107.65	7.35	-1.10
530	108.80	6.10	-1.00
535	107.05	5.15	-0.75

表 4 (续)

波长/nm	$S_0(\lambda)$	$S_1(\lambda)$	$S_2(\lambda)$
540	105.30	4.20	-0.50
545	104.85	3.05	-0.40
550	104.40	1.90	-0.30
555	102.20	0.95	-0.15
560	100.00	0.00	0.00
565	98.00	-0.80	0.10
570	96.00	-1.60	0.20
575	95.55	-2.55	0.35
580	95.10	-3.50	0.50
585	92.10	-3.50	1.30
590	89.10	-3.50	2.10
595	89.80	-4.65	2.65
600	90.50	-5.80	3.20
605	90.40	-6.50	3.65
610	90.30	-7.20	4.10
615	89.35	-7.90	4.40
620	88.40	-8.60	4.70
625	86.20	-9.05	4.90
630	84.00	-9.50	5.10
635	84.55	-10.20	5.90
640	85.10	-10.90	6.70
645	83.50	-10.80	7.00
650	81.90	-10.70	7.30
655	82.25	-11.35	7.95
660	82.60	-12.00	8.60
665	83.75	-13.00	9.20
670	84.90	-14.00	9.80
675	83.10	-13.80	10.00
680	81.30	-13.60	10.20
685	76.60	-12.80	9.25
690	71.90	-12.00	8.30
695	73.10	-12.65	8.95
700	74.30	-13.30	9.60
705	75.35	-13.10	9.05
710	76.40	-12.90	8.50

表 4 (续)

波长/nm	$S_2(\lambda)$	$S_1(\lambda)$	$S_3(\lambda)$
715	69.85	-11.75	7.75
720	63.30	-10.60	7.00
725	67.50	-11.10	7.30
730	71.70	-11.60	7.60
735	74.35	-11.90	7.80
740	77.00	-12.20	8.00
745	71.10	-11.20	7.35
750	65.20	-10.20	6.70
755	56.45	-9.00	5.95
760	47.70	-7.80	5.20
765	58.15	-9.50	6.30
770	68.60	-11.20	7.40
775	66.80	-10.80	7.10
780	65.00	-10.40	6.80
785	65.50	-10.50	6.90
790	66.00	-10.60	7.00
795	63.50	-10.15	6.70
800	61.00	-9.70	6.40
805	57.15	-9.00	5.95
810	53.30	-8.30	5.50
815	56.10	-8.80	5.80
820	58.90	-9.30	6.10
825	60.40	-9.55	6.30
830	61.90	-9.80	6.50