



中华人民共和国国家标准

GB/T 36142—2018

建筑玻璃颜色及色差的测量方法

Test methods of color and color difference for architectural glass

2018-05-14 发布

2019-04-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国建筑用玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 255)归口。

本标准负责起草单位:北京奥博泰科技有限公司、国家玻璃质量监督检验中心、中国玻璃控股有限公司。

本标准参加起草单位:中国建筑玻璃与工业玻璃协会、中国南玻集团股份有限公司、北京物华天宝镀膜科技有限公司、天津北玻玻璃工业技术有限公司、日照市华业玻璃有限公司。

本标准主要起草人:张喆民、黄达泉、苑静、黄建斌、刘起英、李会、王琦、杨宏斌、高琦、尹强、李春超、吴斌。

建筑玻璃颜色及色差的测量方法

1 范围

本标准规定了建筑玻璃透射和反射颜色及色差的测量方法,包括术语和定义、测量原理、样品、光谱透射比测量、光谱反射比测量、颜色计算、玻璃颜色测量、色差计算和测试报告。

本标准适用于具有镜面反射特性的单层或多层组合建筑玻璃的透射和反射颜色及色差的测量。

本标准不适用于具有漫射特性的玻璃制品透射和反射颜色及色差的测量。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 3979—2008 物体色的测量方法

GB/T 5698 颜色术语

3 术语和定义

GB/T 5698 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

透射颜色 **transmission color**

光入射角不大于 10° 条件下,光透过玻璃后的颜色。

3.2

反射颜色 **reflection color**

光经玻璃反射后的颜色。

3.3

垂直反射颜色 **vertical reflection color**

光入射角不大于 10° 的条件下,光经过玻璃各面反射后,在与入射角相同的接收角条件下的镜面反射颜色。

3.4

偏角反射颜色 **off-angle reflection color**

光入射角大于 10° 条件下,玻璃的镜面反射颜色。通常为 30° 偏角反射颜色、 45° 偏角反射颜色和 60° 偏角反射颜色。

3.5

玻璃色差 **color difference of glass**

玻璃之间或与目标颜色间的颜色差异,也指同一片玻璃不同位置间的颜色差异,分为透射色差和反射色差,以 ΔE_{ab}^* 表示。

3.6

偏角色差 **off-angle color difference**

相同测量角度条件下偏角反射颜色的色差。

3.7

片内色差 glass unit color difference

相同测量条件下,同一片玻璃内不同测量位置之间的色差。

3.8

片间色差 pane-to-pane color difference

相同测量条件下,玻璃之间色差的极大值,用于表征玻璃之间的颜色一致性。

3.9

同批色差 same batch color difference

相同测量条件下,同一批次玻璃中按抽样规则抽出多片玻璃样品的片间色差,用于表征同批次玻璃的颜色一致性。

3.10

批间色差 color difference between batches

相同测量条件下,对于不同批次玻璃产品,在某一批次中,抽取一定数量的样品,测量并计算样品的颜色平均值,作为批次目标颜色。其他批次的颜色平均值与批次目标颜色的色差即为对应的批间色差。

3.11

镜面反射标准样品 specular reflection reference material

具有镜面反射光学特性和光谱反射比量值的标准样品。

注:标准样品术语来自于 GB/T 15000.2。

3.12

光谱光度测色法(分光光度测色法) spectrophotometric colorimetry

通过测定被测物体的光谱反射比或光谱透射比求出三刺激值和色品坐标的方法。

3.13

CIE LAB 均匀色空间 CIE LAB uniform color space

国际照明委员会(CIE)规定的以相同距离表示相同知觉色差的三维色空间,以直角坐标系 L^* 、 a^* 、 b^* 表示。其中, L^* 表示明度坐标, a^* 、 b^* 为色品指数坐标。

4 测量原理

建筑玻璃透射和反射颜色采用光谱光度测色法测量。首先测量样品的光谱透射比和光谱反射比,在 CIE 标准照明体 D65 条件下,计算 CIE 1964 标准色度系统中被测物体色的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} ,再将 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} 经 CIE 1976 均匀色空间转换公式计算得到色空间坐标 L^* 、 a^* 、 b^* ,即为被测样品的透射颜色和反射颜色。

两个颜色之间的色差按 CIE LAB 均匀色空间色差公式计算,片内色差、片间色差、同批色差和批次色差根据采样规则测量计算。

5 样品

5.1 样品获得

以试样或已安装、待安装的建筑玻璃制品为样品。对于已安装建筑玻璃,样品应在相同朝向、相同视场内选取。

5.2 样品要求

待测样品测量区域表面应干净整洁、无明显划痕。

6 光谱透射比测量

6.1 测量条件

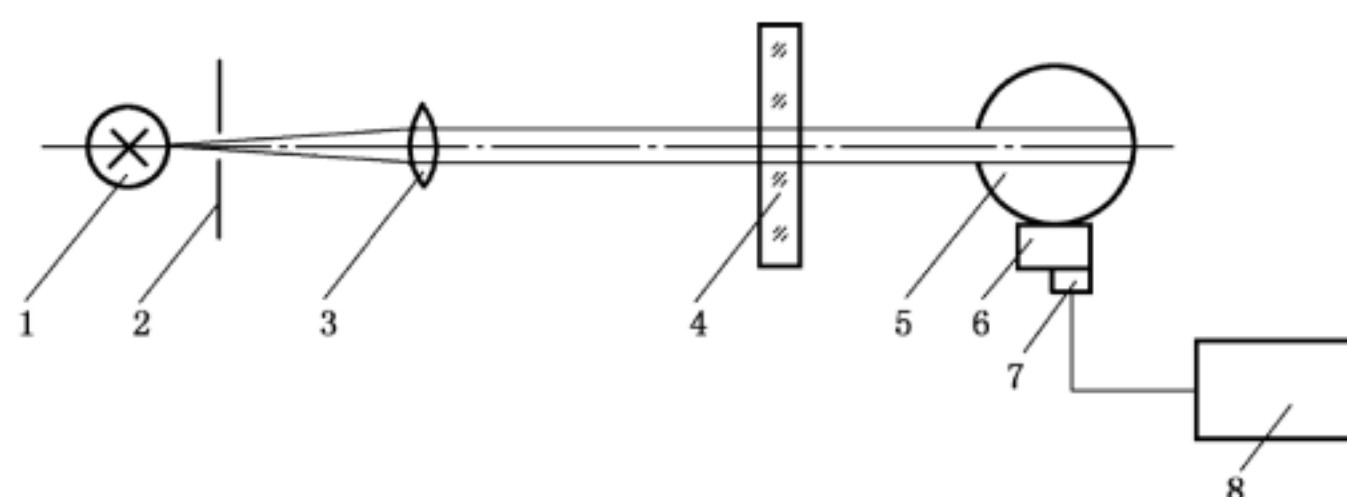
测量应满足以下条件：

- a) 测量方式：光谱光度法测量；
- b) 测量几何条件：垂直/垂直；
- c) 波长范围：380 nm～780 nm；
- d) 波长间隔：5 nm。

6.2 测量装置

6.2.1 装置组成

透射测量装置主要由光源、入射光路、积分球、光谱分光装置、光电探测器和信号采集与处理单元等组成。入射样品之后光谱分光的透射测量装置示意图如图 1 所示。如果采用入射样品之前分光，光源应包括光谱分光装置。



说明：

- 1——光源；
- 2——光阑；
- 3——准直透镜；
- 4——样品；
- 5——积分球；
- 6——光谱分光装置；
- 7——光电探测器；
- 8——信号采集与处理单元。

图 1 透射测量装置示意图

6.2.2 装置要求

6.2.2.1 照明光束与接收光束

照明光束和接收光束的光轴与样品表面法线的夹角不超过 10° ；照明光束光轴和接收光束光轴的

夹角不超过 3° ；照明光束或接收光束至少有一端光束中任一光线与自身光轴的夹角不超过 5° 。

6.2.2.2 积分球

积分球应接收玻璃各面经多次反射而出射的透射光。积分球所有开口的面积之和与积分球内表面积之比宜小于 4%。积分球内应设置相应的措施防止直接入射光和一次反射光直接进入光电探测器。

6.2.2.3 样品放置

照明光束入射面为样品实际使用时的室外面。

6.3 测量步骤

6.3.1 关闭或遮挡照明光源时,采集各波长下的光度响应值 $I_0(\lambda)$ 。

6.3.2 测量光路中无样品时,采集各波长下的光度响应值 $I_{100}(\lambda)$ 。

6.3.3 将样品置于测量光路中,采集各波长下的光度响应值 $I(\lambda)$ 。

6.3.4 按式(1)计算得出样品的光谱透射比值 $\tau(\lambda)$ 。

$$\tau(\lambda) = \frac{I(\lambda) - I_0(\lambda)}{I_{100}(\lambda) - I_0(\lambda)} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$\tau(\lambda)$ ——样品的光谱透射比;

$I(\lambda)$ ——样品置于测量光路中时,采集的各波长下光度响应值;

$I_0(\lambda)$ ——关闭或遮挡照明光源时,采集的各波长下光度响应值;

$I_{100}(\lambda)$ ——光路中无样品时,采集的各波长下光度响应值。

7 光谱反射比测量

7.1 测量条件

测量应满足以下条件:

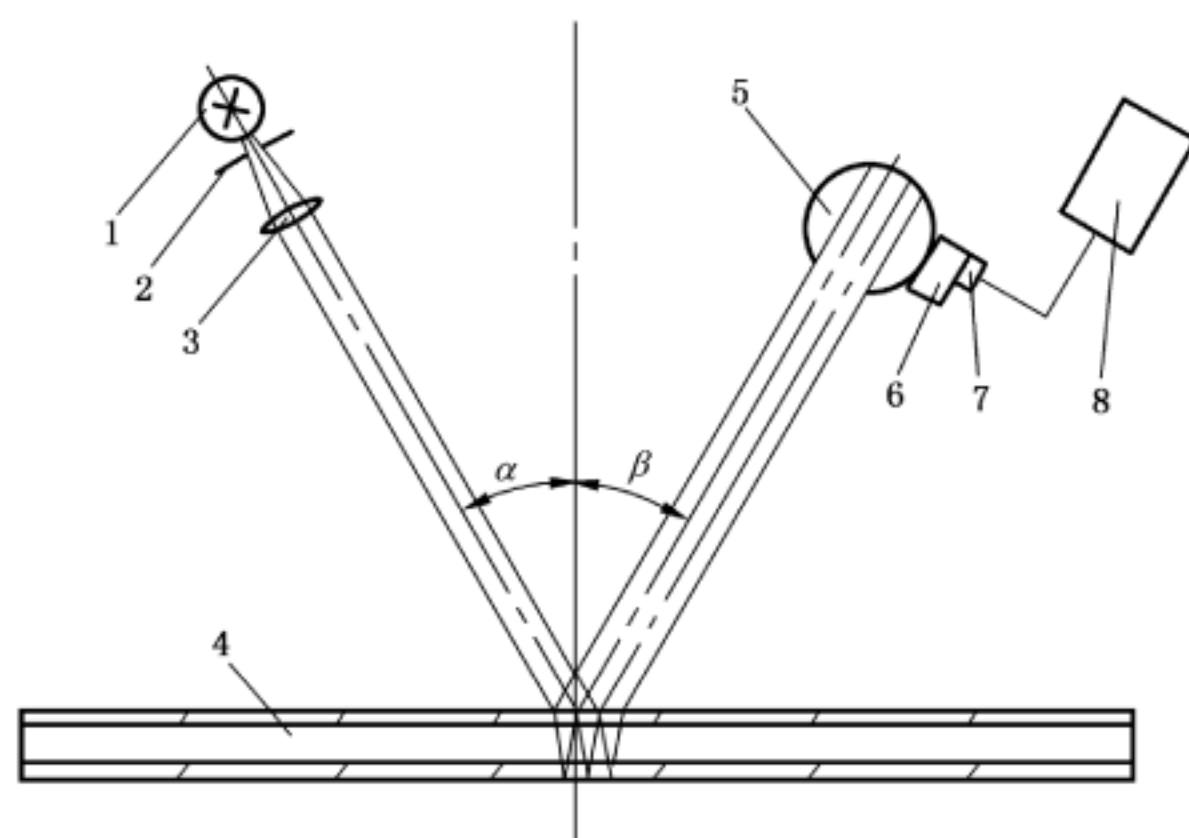
- a) 测量方式:光谱光度法测量;
- b) 垂直反射测量几何条件: $8^\circ:8^\circ$;
- c) 偏角反射测量几何条件: $30^\circ:30^\circ, 45^\circ:45^\circ, 60^\circ:60^\circ$;
- d) 波长范围:380 nm~780 nm;
- e) 波长间隔:5 nm。

7.2 测量装置

7.2.1 装置组成

反射测量装置主要由光源、入射光路、积分球、光谱分光装置、光电探测器和信号采集与处理单元等组成。入射样品后光谱分光的反射测量装置示意图如图 2 所示。如果采用入射样品前分光,光源应包括光谱分光装置。

在垂直反射测量 $8^\circ:8^\circ$ 几何条件下,入射角 α 和接收角 β 为 8° ;在 $30^\circ:30^\circ, 45^\circ:45^\circ, 60^\circ:60^\circ$ 偏角反射测量几何条件下,入射角 α 和接收角 β 对应为 $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 。



说明：

- 1——光源；
- 2——光阑；
- 3——准直透镜；
- 4——样品；
- 5——积分球；
- 6——光谱分光装置；
- 7——光电探测器；
- 8——信号采集与处理单元。

图 2 反射测量装置示意图

7.2.2 装置要求

7.2.2.1 照明光束与接收光束

照明光束的入射角、接收光束的接收角偏差均不应大于 1° 。在垂直反射测量几何条件下，照明光束或接收光束中任一光线与自身光轴的夹角不超过 5° ；在偏角反射测量几何条件下，照明光束或接收光束中任一光线与光轴的夹角不超过 2° 。

7.2.2.2 积分球

积分球应接收玻璃各面经多次反射而出射的反射光。积分球所有开口的面积之和与积分球内表面积之比宜小于 4%。积分球内应设置相应的措施防止直接入射光和一次反射光直接进入光电探测器。

7.2.2.3 反射标准样品

反射标准样品宜采用镀铝或镀银的玻璃镜面反射标准样品。为保证其反射特性稳定，应将玻璃面作为光入射面，并对膜面进行有效保护。

7.2.2.4 消除环境光干扰

应具备消除环境光干扰的措施，如：采用黑丝绒等材料遮挡样品非测量面的测量区域。

7.3 测量步骤

7.3.1 确定测量几何条件。

7.3.2 关闭或遮挡照明光源时,采集各波长下的光度响应值 $I_0(\lambda)$ 。

7.3.3 将镜面反射标准样品放置在样品位置处,采集各波长下的光度响应值 $I_{\text{std}}(\lambda)$ 。

7.3.4 将样品置于测量光路中,采集各波长下的光度响应值 $I(\lambda)$ 。

7.3.5 按式(2)计算得出样品的光谱反射比值 $\rho(\lambda)$ 。

$$\rho(\lambda) = \frac{I(\lambda) - I_0(\lambda)}{I_{\text{std}}(\lambda) - I_0(\lambda)} \times \rho_{\text{std}}(\lambda) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\rho(\lambda)$ ——样品的光谱反射比值;

$\rho_{\text{std}}(\lambda)$ ——反射标准样品在与被测样品相同测量几何条件下的光谱反射比。

8 颜色计算

8.1 计算条件

按照 GB/T 3979 的规定,采用 CIE 标准照明体 D65 和 10° 标准色度观察者计算条件,计算颜色参数。

8.2 计算公式

被测样品的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} 按式(3)~式(5)计算:

$$X_{10} = \sum_{380}^{780} i(\lambda) S(\lambda) \bar{x}_{10}(\lambda) \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$Y_{10} = \sum_{380}^{780} i(\lambda) S(\lambda) \bar{y}_{10}(\lambda) \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$Z_{10} = \sum_{380}^{780} i(\lambda) S(\lambda) \bar{z}_{10}(\lambda) \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} ——被测样品的三刺激值;

$i(\lambda)$ ——样品的光谱透射比或光谱反射比;

$S(\lambda)$ ——标准照明体 D65 相对光谱功率分布;

$\bar{x}_{10}(\lambda)$ 、 $\bar{y}_{10}(\lambda)$ 、 $\bar{z}_{10}(\lambda)$ —— 10° 标准色度观察者色匹配函数;

$\Delta\lambda$ ——波长间隔,取 5nm;

$S(\lambda)\bar{x}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$ 、 $S(\lambda)\bar{y}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$ 和 $S(\lambda)\bar{z}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$ 数值见表 A.1。

Y_{10} 即 CIE 标准照明体 D65、 10° 标准色度观察者条件下被测样品的可见光透射比或可见光反射比。

用于表示建筑玻璃透射和反射颜色参数的 CIE LAB 均匀色空间 L^* 、 a^* 、 b^* 按式(6)~式(10)计算。

$$L^* = 116f(Y_{10}/Y_n) - 16 \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$a^* = 500[f(X_{10}/X_n) - f(Y_{10}/Y_n)] \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$b^* = 200[f(Y_{10}/Y_n) - f(Z_{10}/Z_n)] \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$f(t) = t^{1/3} \quad t > (6/29)^3 \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$f(t) = \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6} \right)^2 t + 16/116 \quad t \leq (6/29)^3 \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

X_n 、 Y_n 、 Z_n ——CIE 标准照明体 D65 在 10° 标准色度观察者下的三刺激值, $X_n = 94.81$, $Y_n = 100.00$, $Z_n = 107.32$;

t ——代表式中 Y_{10}/Y_n 、 X_{10}/X_n 或 Z_{10}/Z_n 。

8.3 透射颜色计算

式(3)~式(5)中的 $i(\lambda)$ 为样品的光谱透射比 $\tau(\lambda)$ ，计算出透射的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} ，并按式(6)~式(10)计算获得透射颜色参数 L^* 、 a^* 、 b^* 。

8.4 反射颜色计算

8.4.1 垂直反射颜色

式(3)~式(5)中的 $i(\lambda)$ 为样品的垂直光谱反射比 $\rho(\lambda)$ ，计算出垂直反射的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} ，并按式(6)~式(10)计算获得垂直反射颜色参数 L^* 、 a^* 、 b^* 。

8.4.2 偏角反射颜色

式(3)~式(5)中的 $i(\lambda)$ 为样品在某一测量角度(30° 、 45° 或 60°)条件下的偏角光谱反射比 $\rho(\lambda)$ ，计算出偏角反射的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} ，并按式(6)~式(10)计算获得偏角反射颜色参数 L^* 、 a^* 、 b^* 。

9 玻璃颜色测量

按图3所示确定测量点位置，对于已安装建筑玻璃，按玻璃外露部分确定测量点位置。在相同测试条件下，分别测试①、②、③、④、⑤位置处的颜色，计算颜色平均值作为该玻璃的颜色。

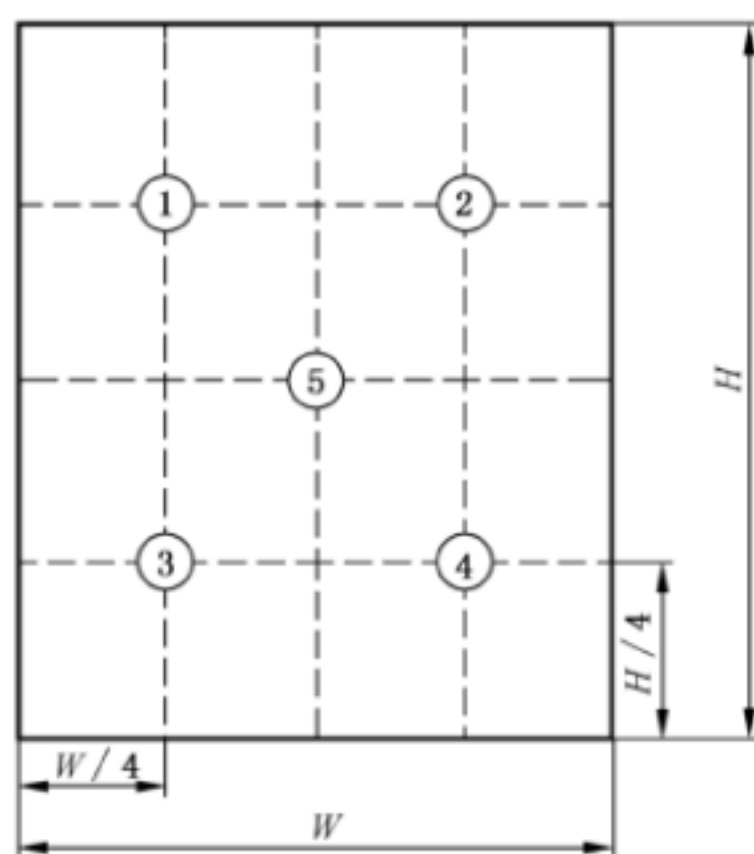


图3 建筑玻璃颜色测试点示意图

10 色差计算

10.1 透射色差和反射色差

依 CIE LAB 均匀色空间色差公式计算色差，见式(11)。

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

ΔE_{ab}^* ——CIE LAB 均匀色空间色差；

ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* ——分别为两个颜色之间 L^* 、 a^* 、 b^* 的差值。

10.2 片内色差

按图 3 测量①、②、③、④、⑤位置处的颜色。以中间位置⑤处的颜色作为对比颜色,其余四处位置均与对比颜色计算色差,色差最大值为该片玻璃的片内色差。

10.3 片间色差

10.3.1 两片玻璃之间的片间色差

按第 9 章测量两片玻璃的单片玻璃颜色,计算两片玻璃颜色之间的色差,即为两片玻璃的片间色差。

10.3.2 多片玻璃之间的片间色差

按第 9 章测量所有玻璃的单片玻璃颜色,计算颜色平均值,计算各单片玻璃颜色与颜色平均值之间的色差,色差最大值为多片玻璃之间的片间色差。

10.4 同批色差

按照抽样检验要求,抽取一定数量的样品,按照 10.3 测量样品的片间色差作为该批次玻璃的同批色差。

10.5 批间色差

以某一批次为目标批次,抽取一定数量的样品,按第 9 章测量各样品玻璃颜色,计算所有样品颜色平均值,作为批次目标颜色;测量并计算其他批次的颜色平均值,并计算与批次目标颜色的色差,即为批间色差。

11 测试报告

报告宜包括以下内容:

- a) 采用标准;
- b) 工程信息;
- c) 样品信息;
- d) 测试仪器及型号;
- e) 测试结果;
- f) 环境条件;
- g) 测试人员;
- h) 测试日期。

附 录 A
(规范性附录)

CIE 标准照明体 D65 和 10°标准色度观察者条件下三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} 计算用参数

被测样品的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} 计算所用参数,即标准照明体 D₆₅ 相对光谱功率分布与 10°标准色度观察者色匹配函数及波长间隔的乘积见表 A.1。

表 A.1 $S(\lambda)\bar{x}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$ 、 $S(\lambda)\bar{y}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$ 和 $S(\lambda)\bar{z}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$ 乘积数值(波长间隔 5 nm)

波长/nm	$S(\lambda)\bar{x}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{y}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{z}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$	波长/nm	$S(\lambda)\bar{x}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{y}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{z}_{10}(\lambda)\Delta\lambda$
380	0.000 4	0.000 0	0.001 5	530	1.095 8	4.055 3	0.141 3
385	0.001 6	0.000 2	0.006 5	535	1.388 1	4.215 3	0.094 0
390	0.005 6	0.000 7	0.024 7	540	1.692 7	4.321 7	0.061 5
395	0.021 3	0.002 4	0.095 5	545	2.025 3	4.404 8	0.035 4
400	0.068 0	0.007 1	0.306 2	550	2.371 9	4.440 2	0.017 9
405	0.162 7	0.016 9	0.738 8	555	2.704 4	4.385 6	0.004 8
410	0.333 4	0.034 6	1.532 9	560	3.034 2	4.291 0	0.000 0
415	0.559 3	0.057 7	2.612 9	565	3.352 9	4.149 6	0.000 0
420	0.822 1	0.086 0	3.909 4	570	3.642 0	3.960 7	0.000 0
425	1.025 7	0.114 3	4.969 6	575	3.931 4	3.782 6	0.000 0
430	1.173 7	0.144 3	5.793 8	580	4.180 0	3.581 2	0.000 0
435	1.474 0	0.204 4	7.411 0	585	4.263 6	3.276 6	0.000 0
440	1.731 2	0.280 2	8.876 0	590	4.268 2	2.966 6	0.000 0
445	1.845 9	0.356 6	9.677 0	595	4.360 7	2.769 5	0.000 0
450	1.866 3	0.450 6	10.042 9	600	4.353 0	2.549 5	0.000 0
455	1.732 7	0.537 0	9.601 9	605	4.208 0	2.294 7	0.000 0
460	1.532 3	0.649 8	8.847 4	610	3.972 8	2.035 5	0.000 0
465	1.272 0	0.764 9	7.783 4	615	3.626 3	1.761 4	0.000 0
470	0.966 7	0.915 3	6.511 6	620	3.231 2	1.502 2	0.000 0
475	0.656 8	1.091 8	5.114 8	625	2.776 8	1.249 2	0.000 0
480	0.401 5	1.264 9	3.851 0	630	2.320 4	1.016 0	0.000 0
485	0.198 7	1.439 4	2.756 4	635	1.922 2	0.820 1	0.000 0
490	0.075 8	1.587 6	1.944 3	640	1.554 3	0.647 5	0.000 0
495	0.023 9	1.855 7	1.419 3	645	1.210 6	0.493 8	0.000 0
500	0.017 9	2.168 0	1.028 0	650	0.923 9	0.370 5	0.000 0
505	0.071 9	2.482 6	0.743 8	655	0.704 3	0.279 9	0.000 0
510	0.173 9	2.814 0	0.519 5	660	0.526 6	0.208 1	0.000 0
515	0.326 6	3.136 2	0.376 0	665	0.392 2	0.154 2	0.000 0
520	0.530 7	3.434 8	0.273 7	670	0.288 5	0.112 6	0.000 0
525	0.790 8	3.763 4	0.197 0	675	0.200 0	0.078 1	0.000 0

表 A.1 (续)

波长/nm	$S(\lambda)\bar{x}_{10}$ (λ) $\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{y}_{10}$ (λ) $\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{z}_{10}$ (λ) $\Delta\lambda$	波长/nm	$S(\lambda)\bar{x}_{10}$ (λ) $\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{y}_{10}$ (λ) $\Delta\lambda$	$S(\lambda)\bar{z}_{10}$ (λ) $\Delta\lambda$
680	0.137 8	0.053 6	0.000 0	735	0.002 2	0.000 9	0.000 0
685	0.091 1	0.035 3	0.000 0	740	0.001 6	0.000 6	0.000 0
690	0.059 7	0.023 1	0.000 0	745	0.001 2	0.000 3	0.000 0
695	0.042 0	0.016 4	0.000 0	750	0.000 8	0.000 3	0.000 0
700	0.029 6	0.011 4	0.000 0	755	0.000 5	0.000 2	0.000 0
705	0.020 7	0.008 2	0.000 0	760	0.000 3	0.000 0	0.000 0
710	0.014 7	0.005 8	0.000 0	765	0.000 2	0.000 0	0.000 0
715	0.009 1	0.003 5	0.000 0	770	0.000 2	0.000 0	0.000 0
720	0.005 8	0.002 1	0.000 0	775	0.000 0	0.000 0	0.000 0
725	0.004 2	0.001 7	0.000 0	780	0.000 0	0.000 0	0.000 0
730	0.003 0	0.001 2	0.000 0	—	—	—	—
注：表中数据采用 GB/T 3979—2008 中 CIE 标准照明体 D65 相对光谱功率分布和 10°标准色度观察者数据计算得到： $\sum S(\lambda)\bar{x}_{10}(\lambda)\Delta\lambda=94.81$； $\sum S(\lambda)\bar{y}_{10}(\lambda)\Delta\lambda=100.00$； $\sum S(\lambda)\bar{z}_{10}(\lambda)\Delta\lambda=107.32$。							

参 考 文 献

- [1] GB/T 15000.2 标准样品工作导则(2) 标准样品常用术语及定义
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
建筑玻璃颜色及色差的测量方法
GB/T 36142—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字
2018年5月第一版 2018年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-60597 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 36142—2018