

## 纸及纸板 颜色测定法（漫射/垂直法）

### Paper and board—Measurement of colour (Diff/o—geometry)

本方法采用国际照明委员会（CIE）推荐的 CIE 1964 补充标准色度系统，以  $D_{65}$  光源  $10^\circ$  视场的刺激值  $Y_{10}$  色品坐  $x_{10}$ 、 $y_{10}$  表示结果或以 CIEL AB 表色系统  $L^*a^*b$  表示结果和计算色差。

本方法符合 GB3979 《物体色测量方法》的有关规定并应和 GB 7973 《纸浆、纸及纸板 漫反射因数测定法（漫射/垂直法）》一起阅读和执行。

#### 1 适用范围

本标准规定了通过测量纸及纸板漫反射因数测定颜色的方法。

本标准仅适用于无荧光染料的纸及纸板。为提高测试精度，对染色试样最好采用与试样颜色临近的标准板校准仪器后，进行测试。

#### 2 定义

##### 2.1 反射因数 $R$

由一物体反射的辐通量与同一条件下完全反射漫射体所反射的辐通量之比，以百公数表示。

##### 2.2 内反射因数 $R_\infty$

试样层厚度达到反射因数不再随厚度增加而提高时的反射因数。

##### 2.3 三刺激色射因数 $R_x$ 、 $R_y$ 、 $R_z$

采用符合 GB7973 规定的光电积分色度计，在 CIE1964 补充标准色度系统光谱特性条件下测定的反射因数。

##### 2.4 CIE1964 补充标准色度系统

由 CIE1964 年所规定的色匹配函数值  $\overline{x_{10}}(\lambda)$ 、 $\overline{y_{10}}(\lambda)$ 、 $\overline{z_{10}}(\lambda)$  表示的色度系统也叫做  $10^\circ$  视场  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$  色度系统。

##### 2.5 三刺激值

在三色系统中，与试验光达到色匹配所需的三种原刺激的量，这个量叫做试验光的三刺激值。在  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$  色度系统中用  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$  表示三刺激值。

##### 2.6 色品坐标

各刺激值与三刺激值总和之比，在  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$  色度系统中，用  $x_{10}$ 、 $y_{10}$ 、 $z_{10}$  表示色品坐标。

##### 2.7 CIELAB 表示系统和色差公式

国际照明委员会 (CIE) 1976 年推荐的在视觉上近似均匀的色空间和相应的色差公式，分别用  $L^*a^*b$  和  $\Delta E_{ab}^*$  表示。

##### 2.8 明度指数 $L^*$

在视觉上近似均匀的三维色空间中，表示物体色明度值的坐标， $L^*$  值为 0 时表示对光全吸收的黑体， $L^*$  值 100 表示对光全反射的纯白物体。

在视觉上近似均匀的三维空间中，表示色度的坐标。 $a^*$ 为正值偏红程度，负值时表示偏绿程度， $b^*$ 为正值表示偏黄程度，负值时表示偏蓝程度。

2.10 彩度  $C_{ab}^*$  表示。

表示物体色纯度或程度。

2.11 色相角  $h_{ab}^*$

在物体色相为  $360^\circ$  范围内被测色的角度。角度为  $0^\circ$  为红， $90^\circ$  为黄， $180^\circ$  为绿， $270^\circ$  为蓝。

### 3 仪器

3.1 光电积分式色度计

可测定三刺激反射因数  $R_x$ 、 $R_y$ 、 $R_z$ ，其几何和光谱特性应符合 GB 7973 中的规定。

3.2 仪器的光源、积分球、透镜、滤光片和接收器匹配的总的光谱特性符合 CIE 标准  $D_{65}$  光源  $10^\circ$  视场三刺激值  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$  的测定条件。

3.3 工作标准

对于近白试样可采用白色工作标准板，对于染色试样最好采用与试样颜色接近的色工作标准版。工作标准板的标准值应定期用授权试验室发放的三级标准校准标定。

### 4 试样的制备

4.1 按 GB 450《纸及纸板平均试样的采取及检查前试样的处理方法》的规定取样。

4.2 从抽取的纸页上切取  $150\text{mm} \times 75\text{mm}$  的矩形片不少于 10 片，其总厚度应达到反射因数不再随层数的增加而提高的程度。各试片均正面向上叠成一叠，上下各衬一张试片加以保护，防止弄脏和不必要地受光照或热辐射。

### 5 试验步骤

5.1 工作标准版的规定见 GB 7973。

5.2 按照仪器说明书，分别用工作标准板和黑筒校准仪器的刻度和零点。

5.3 从试验叠上取下保护层，把试样放在测试孔上，测试最上面一层试样的三刺激反射因数  $R_x$ ，读取测定值精确至 0.1%。

5.4 取下测过的试片放于试样叠下，重复第二片的测试。每份试样最少测 5 片。如果需要，翻过试样叠，重复测定另一面试样。

5.5 测定完反射因数  $R_x$  后重复上述操作对  $R_y$ 、 $R_z$  进行测试。

### 6 试验结果的计算和表示方法

6.1 由下式计算试样  $D_{65}$  光源的三刺激值  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$ 。

$$X_{10} = 0.76842 R_x + 0.17971 R_z$$

$$Y_{10} = R_y$$

$$Z_{10} = 1.073 \ 24 \ R_z$$

计算结果修约至 0.1%。

6.2 由下式计算试样的色品坐标  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$ ：

$$X_{10} = \frac{X_{10}}{X_{10} + Y_{10} + Z_{10}}$$

$$y_{10} = \frac{y_{10}}{X_{10} + Y_{10} + Z_{10}}$$

$$Z_{10} = \frac{Z_{10}}{X_{10} + Y_{10} + Z_{10}} = 1 - X_{10} - Y_{10}$$

计算结果修约至 0.01%。

以刺激值  $Y_{10}$  和色品坐标  $X_{10}$ 、 $Y_{10}$  表示结果。

6.3 按 CIELAB 表色系统，试样的  $L^*$   $a^*$   $b^*$  值按下式计算：

$$L^* = 116Y^* - 16$$

$$a^* = 500(X^* - Y^*)$$

$$b^* = 200(Y^* - Z^*)$$

式中：

当  $X / X_n > 0.008 \ 856$  时

$$X^n = (X / X_n)^{1/3}$$

$$Y^n = (Y / Y_n)^{1/3}$$

$$Z^n = (Z / Z_n)^{1/3}$$

当  $X / X_n < 0.0086 \ 856$  时

$$7.787 X/X_n + 0.138$$

$$7.787 Y/Y_n + 0.138$$

$$7.787 Z/Z_n + 0.138$$

$X_n$ 、 $Y_n$ 、 $Z_n$  为完全反射漫射体的三刺激值，在  $D_{65}$  光源  $10^0$  视场条件下  $X_n = 94.81$ ， $Y_n = 100.00$ ， $Z_n = 107.34$ 。

6.4 试样间 CIELAB 表示系统中的色差 ( $\Delta E_{ab}^*$ ) 按下式计算：

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

式中： $\Delta E_{ab}^*$  -----两被测试样之间的总色差；

$\Delta L^*$  -----两被试样明度指数  $L_1^*$  和  $L_2^*$  之差： $\Delta L^* = L_2^* - L_1^*$ ；

$\Delta a^* b^*$  -----两被测试样色度指数  $a_1^* b_1^*$  和  $a_2^* b_2^*$  之差：

$$\Delta a^* = a_2^* - a_1^*$$

$$\Delta b^* = b_2^* - b_1^*$$

6.5 如果需要, 可通过下式计算试样的明度差 $\Delta L^*$ 、彩度 $C_{ab}^*$ 和彩度差 $\Delta C_{ab}^*$ 、色相角 $h_{ab}^*$ 和色相差 $\Delta H_{ab}^*$  :

$$\Delta L^* = L_2^* - L_1^*$$

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\Delta C_{ab}^* = C_{ab2}^* - C_{ab1}^*$$

$$h_{ab}^* = \arctan(b^* / a^*)$$

$$\Delta H_{ab}^* = ((\Delta E_{ab}^*)^2 (\Delta L^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2)^{1/2}$$

注: 若 $h_{ab}^*$ 增加时 $\Delta H_{ab}^*$ 定为正值, 反之 $h_{ab}^*$ 减少时 $\Delta H_{ab}^*$ 定为负值。

## 6.6 测试结果表示方法举例

1 号样 (红色)  $Y_{10} = 11.82\%$   $X_{10} = 0.5745$   $y_{10} = 0.3289$

$L^* = 40.9$   $a^* = 55.4$   $b^* = 34.4$

$C_{ab}^* = 65.3$   $h_{ab}^* = 31.8$

2 号样 (红色)  $Y_{10} = 12.76$   $X_{10} = 0.6003$   $y_{10} = 0.3335$

$L^* = 42.4$   $a^* = 59.9$   $b^* = 43.3$

$C_{ab}^* = 74.0$   $h_{ab}^* = 35.8$

$\Delta E_{ab}^* = 10.1$   $\Delta L^* = 1.5$   $\Delta C_{ab}^* = 8.7$   $\Delta H_{ab}^* = 4.9$

## 7 试验报告

试验报告应注明本标准方法的标准号和以下细节:

- 试验的标志和说明;
- 仪器型号、标准光源类型、照明观测几何条件;
- 根据需要, 报告颜色的结果;
- 偏离本标准的任何试验条件。

附加说明:

本标准由中华人民共和国轻工业部提出。

本标准由轻工业部造纸工业科学研究所归口。

本标准由天津市轻工业造纸技术研究所起草。