



中华人民共和国国家标准

GB/T 24328.11—2020

卫生纸及其制品 第 11 部分：光学性能的测定 亮度和颜色的测定 C/2°(室内日光条件)

**Tissue paper and tissue products—Part 11: Determination of
optical properties—Measurement of brightness and colour—
C/2° (indoor daylight) illuminant**

(ISO 12625-15:2015, Tissue paper and tissue products—
Part 15: Determination of optical properties—Measurement of brightness and
colour with C/2° (indoor daylight) illuminant, MOD)

2020-07-21 发布

2021-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 24328《卫生纸及其制品》分为以下 12 个部分：

- 第 1 部分：术语导则；
- 第 2 部分：厚度、层积厚度、表观层积紧度和松厚度的测定；
- 第 3 部分：抗张强度、最大力值时伸长率和抗张能量吸收的测定；
- 第 4 部分：湿抗张强度的测定；
- 第 5 部分：定量的测定；
- 第 6 部分：吸水时间和吸水能力的测定 篮筐浸没法；
- 第 7 部分：球形耐破度的测定；
- 第 8 部分：光学性能的测定 亮度和颜色的测定 D65/10°(室外日光条件)；
- 第 9 部分：湿球形耐破度的测定；
- 第 10 部分：打孔线抗张强度的测定及打孔效率的计算；
- 第 11 部分：光学性能的测定 亮度和颜色的测定 C/2°(室内日光条件)；
- 第 12 部分：光学性能的测定 不透明度的测定 漫反射法。

本部分为 GB/T 24328 的第 11 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 12625-15:2015《卫生纸及其制品 第 15 部分：光学性能的测定 亮度和颜色的测定 C/2°(室内日光条件)》。

本部分与 ISO 12625-15:2015 相比在结构上有调整，将 ISO 12625-15:2015 中 5.1 的悬置段增加了条号 5.1.1，将 5.1.1 和 5.1.2 相应调整为 5.1.2 和 5.1.3。

本部分与 ISO 12625-15:2015 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 450 代替了 ISO 186；
 - 用非等效采用国际标准的 GB/T 7973 代替了 ISO 2469；
 - 用等效采用国际标准的 GB/T 10739 代替了 ISO 187；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 21245—2007 代替了 ISO 5631-1: 2009。
- 删除了范围中注的内容，以适应我国技术条件。
- 删除了 C/2°颜色定义中的解释性语句，以与现有国家标准技术内容保持一致。
- 11.2.1 增加了三刺激值计算方法的说明，以方便标准使用。

本部分做了下列编辑性修改：

- 修改了标准名称。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国轻工业联合会提出。

本部分由全国造纸工业标准化技术委员会(SAC/TC 141)归口。

本部分起草单位：四川长江造纸仪器有限责任公司、乐山市产品质量监督检验所、安徽省中智科标准化研究院有限公司、中国制浆造纸研究院有限公司、湖州新天纸业有限公司。

本部分主要起草人：殷报春、王华军、王艳、张莹、孙红秀、刘翰林、吴城康。

卫生纸及其制品

第 11 部分：光学性能的测定

亮度和颜色的测定 C/2°(室内日光条件)

1 范围

GB/T 24328 的本部分规定了在室内日光条件下测定卫生纸及其制品亮度和颜色的方法。
本部分适用于卫生纸及其制品。

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 450 纸和纸板 试样的采取及试样纵横向、正反面的测定 (GB/T 450—2008, ISO 186:2002, MOD)

GB/T 7973 纸、纸板和纸浆 漫反射因数的测定(漫射/垂直法) (GB/T 7973—2003, ISO 2469:1994, NEQ)

GB/T 10739 纸、纸板和纸浆试样处理和试验的标准大气条件 (GB/T 10739—2002, eqv ISO 187:1990)

GB/T 21245—2007 纸和纸板 颜色的测定(C/2°漫反射法) (ISO 5631:2000, IDT)

ISO 2470-1:2009 纸、纸板和纸浆 蓝光漫反射因数的测定 第 1 部分:室内日光条件 (ISO 亮度) [Paper, board and pulps—Measurement of diffuse blue reflectance factor—Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness)]

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

反射因数 reflectance factor

R

在相同的照明和观察条件下,物体反射的辐通量与完全反射漫射体所反射的辐通量之比。

注 1: 反射因数以百分数表示。

注 2: 如果物体是半透明的,反射因数受背衬影响。

3.2

漫反射因数 diffuse reflectance radiance factor

在相同的漫射照明和正交观察条件下,物体反射的辐通量与完全反射漫射体所反射的辐通量之比。

注: 漫反射因数以百分数表示。

3.3

内反射因数 intrinsic reflectance factor

R_{∞}

试样层数达到不透光,即测定结果不再随试样层数加倍而发生变化时的反射因数。

[GB/T 21245—2007, 定义 3.2]

3.4

C/2°亮度 C/2°brightness

使用符合 GB/T 7973 规定,具有主波长 457 nm、半波宽 44 nm 的滤光片或相应功能的反射光度计,将照射在试样上的紫外线含量调节至与 CIE 标准照明体 C 一致时测得的内反射因数。

3.5

三刺激值 tristimulus values X, Y, Z

在给定的三色系统中,与所研究的刺激颜色相匹配的三个参考色刺激的量。

注 1: 在本部分中,用 CIE 1931 标准观察者和 CIE 标准照明体 C 定义三色系统。

注 2: 按照 CIE 惯例,在使用 CIE 1931(2°)标准观察者时,不使用任何下标,即三刺激值没有下标[下标 10 适用于使用 CIE 1964(10°)标准观察者获得的三刺激值]。

3.6

C/2°颜色 C/2°colour

在 GB/T 21245—2007 规定的条件下测得的试样的 CIELAB 颜色空间值 L^* 、 a^* 和 b^* 。

注: 参数 L^* 表征试样的亮度, $L^* = 0$ 对应于黑色, $L^* = 100$ 对应于完全漫反射。在视觉上,参数 a^* 和 b^* 分别表示色度空间中的红—绿和黄—蓝轴,因此:

- $+a^*$ 是对试样红色程度的度量;
- $-a^*$ 是对试样绿色程度的度量;
- $+b^*$ 是对试样黄色程度的度量;
- $-b^*$ 是对试样蓝色程度的度量;
- 如果 a^* 和 b^* 均为 0,则试样为灰色。

4 原理

使用标准规定的仪器对试样进行漫射照明,垂直于试样表面的反射光线透过规定的滤光片并被光电检测器或一系列对应于不同波长的光敏二极管检测,由光电检测器的输出直接得到亮度,或使用适当的权重函数由光敏二极管的输出计算得到亮度。色品坐标在 C/2°条件下计算。

5 仪器设备

5.1 反射光度计或分光光度计

5.1.1 仪器具有符合 GB/T 7973 规定的几何特性、光学特性和光谱特性,并按 GB/T 7973 和 ISO 2470-1:2009 规定进行校准,用于测定蓝光漫反射因数。

5.1.2 对于滤光片式反射光度计,应使用荧光参比标准(5.2.2)进行调整或验证,使照射到试样上的紫外线含量与 CIE 标准照明体 C 一致。

5.1.3 对于简易型分光光度计,应有一个截止波长为 395 nm 的可调滤光片或其他调节和控制系统,并应使用荧光参比标准(5.2.2)对滤光片进行调整或对系统进行校准,使照射到试样上的紫外线含量与 CIE 标准照明体 C 一致。

5.2 用于校准仪器的参比标准

5.2.1 无荧光参比标准,用于光度计的校准,由符合 GB/T 7973 规定的授权实验室提供。

5.2.2 荧光参比标准,用于调整照射在试样上的紫外线含量,具有由符合 ISO 2470-1:2009 附录 B 规定

的授权实验室标定的 $C/2^\circ$ 亮度值。

5.3 工作标准

5.3.1 两块平板,由乳白色玻璃、陶瓷或其他适宜的无荧光材料制成,并按照 GB/T 7973 规定进行清洁和校准。

注: 在一些仪器中,工作标准的功能可通过内置的内部标准来实现。

5.3.2 稳定的塑料板或其他白板,含有荧光增白剂。

5.3.3 黑筒,在所有波长下的反射因数与其名义值的差值应不超过 0.2%。黑筒应开口朝下放置于无尘的环境中或盖上防护盖。

注: 黑筒的状况可参考仪器制造商的说明进行检查。

6 校准

6.1 从反射光线中移除紫外截止滤光片,使用无荧光参比标准(5.2.1)的标定值,按照仪器制造商给出的说明校准仪器。

6.2 采用适当的测定程序测定荧光参比标准(5.2.2)的 $C/2^\circ$ 亮度值并比较其标定值。测定值大于标定值,说明紫外线含量过高,反之亦然。

6.3 使用紫外调节滤光片或其他调节装置调整光源的紫外线含量并再次进行测定,直至得到与标定值一致的 $C/2^\circ$ 亮度值。

6.4 重复 6.1、6.2 和 6.3,直至在用无荧光参比标准校准的仪器上得到与荧光参比标准标定值一致的 $C/2^\circ$ 亮度值。至此,紫外线含量已调节至与 CIE 照明体 C 一致,记录紫外调节装置的设置值。

注: 在某些仪器中,6.2 至 6.4 的程序可自动执行。

6.5 为工作标准指定参考值:

- 测定无荧光材料(5.3.1)的 $C/2^\circ$ 亮度和 CIE- L^* 、 a^* 、 b^* 值,将测定值指定为无荧光工作标准的参考值;
- 测定含荧光材料(5.3.2)的 $C/2^\circ$ 亮度和 CIE- L^* 、 a^* 、 b^* 值,将测定值指定为荧光工作标准的参考值。

工作标准只能用于给其赋值的特定仪器,并只能用于监测照明体的变化。如更换了照明体,或者使用中的工作标准显示超过一个亮度单位的偏离,则应使用三级参比标准(5.2.2)对工作标准重新进行赋值。

注: R_x 、 R_y 、 R_z 可代替 L^* 、 a^* 、 b^* 值用于参考值赋值。

7 取样

如果试验目的是评价一批样品,应按 GB/T 450 规定取样。如果测试其他类型的样品,应确保所取试样在样品中具有代表性。

在成品卷纸上取样时,至少应去除前六层和后六层,以避免可能带有胶黏剂或有机械损伤的样品。做好试样标记,确保可以区分样品的正反面。

8 温湿处理

按 GB/T 10739 规定对试样进行温湿处理,并在此大气条件下进行试验。不应进行高温预处理,否则可能会改变其光学特性。

9 试样制备

切取尺寸至少为 50 mm×50 mm 或直径 50 mm 的试样。试样不应有任何污损、洞眼或其他明显缺陷。将足够数量的试样正面朝上组成一叠。试样的数量应保证试样层数加倍后,反射因数不会变化。

在试样叠的顶部和底部各盖上一层保护层,以避免试样受到污染及不必要的光照和热辐射。

如果试样叠非常蓬松,应采取措施排出空气。试样叠应小心地压缩在两个保护层之间。

在试样叠的一角做标记以区分试样及其正反面。

10 试验步骤

10.1 总则

取下试样叠的保护纸页。按以下步骤测定试样叠正面的光学特性,如有需要,测定试样叠另一面的光学特性。

在不损坏材料的前提下,采取措施确保试样叠在足够的压力下压在测量孔上,且试样叠不应进入测量球体内。

10.2 $C/2^\circ$ 亮度的测定

调整仪器紫外线含量至与 CIE 照明体 C 一致。

测定试样叠标记面的 $C/2^\circ$ 亮度(457 nm 有效波长下的反射因数)。读取并记录反射因数值,精确到 0.05% 或以上。将最上层的试样移到试样叠底部,测定下一个试样的反射因数,以此类推,直至获得至少 10 个有效读数。

如需要,将试样叠翻面,重复上述步骤测定试样叠另一面。

按 11.1 所述计算 $C/2^\circ$ 亮度。

注 1: 对于含荧光的试样,如果在反射光线中插入 420 nm 的截止滤光片进行测定,可能使 $C/2^\circ$ 亮度的测定不受荧光增白剂影响,但这不属于本部分的范围。

注 2: 对于无荧光试样, $C/2^\circ$ 亮度与 D65 亮度相同。

10.3 $C/2^\circ$ 颜色的测定

调整仪器紫外线含量至与 CIE 照明体 C 一致。

如果使用滤光片式光度计,检查是否在反射光线中插入了正确的滤光片。

测定最上层试样标记面的三刺激值 X 、 Y 和 Z (或者 CIELAB 值,如果仪器设计成直接报告色空间)。记录结果,精确到 0.1 个单位。将最上层的试样移到试样叠底部,重复测定,直至获得至少 10 个有效读数。

如需要,将试样叠翻面,重复上述步骤测定试样叠另一面。

按 11.2 所述计算 CIELAB $C/2^\circ$ 颜色坐标。

11 结果计算

11.1 $C/2^\circ$ 亮度

计算试样 $C/2^\circ$ 亮度的平均值,以百分数表示,精确到 0.1%。计算亮度值的标准偏差。

如果试样两面(正面和反面)均已测定,分别计算和报告试样两面的亮度平均值。亮度测定结果的

精密度参见附录 A。

11.2 C/2°颜色

11.2.1 单次值

用试样的三刺激值 X 、 Y 、 Z ，按以下公式，用 CIE- L^* 、 a^* 和 b^* 坐标计算单次的颜色值：

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right] \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right] \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

X 、 Y 、 Z ——在 C/2°条件下试样的三刺激值，三刺激值的计算方法参见 GB/T 21245—2007 的附录 A；

X_n 、 Y_n 、 Z_n ——在 C/2°条件下完全漫反射的三刺激值，这些值在 GB/T 21245—2007 附录 A 中以“白点”值给出。

当比值 X/X_n 、 Y/Y_n 、 Z/Z_n 中任何一个满足以下条件时，可使用替代公式：

- 如果 $(X/X_n) \leq (24/116)^3$ ，使用表达式 $(841/108)(X/X_n) + 16/116$ 代替式(2)中的 $(X/X_n)^{1/3}$ ；
- 如果 $(Y/Y_n) \leq (24/116)^3$ ，使用表达式 $(841/108)(Y/Y_n) + 16/116$ 代替式(1)、式(2)和式(3)中的 $(Y/Y_n)^{1/3}$ ；
- 如果 $(Z/Z_n) \leq (24/116)^3$ ，使用表达式 $(841/108)(Z/Z_n) + 16/116$ 代替式(3)中的 $(Z/Z_n)^{1/3}$ 。

注 1： $(24/116)^3$ 约等于 0.008 856。

注 2： $(841/108)$ 约等于 7.787。

注 3：当 $(Y/Y_n) \leq (24/116)^3$ 时，式(1)简化为 $L^* = 903.3(Y/Y_n)$ 。

11.2.2 平均值

计算试样 CIE- L^* 、 a^* 和 b^* 的平均值，保留三位有效数字。

如果试样两面(正面和反面)均已测定，分别计算和报告试样两面 CIE- L^* 、 a^* 和 b^* 的平均值。颜色测定结果的精密度参见附录 A。

11.2.3 结果的分散性

由于三维统计计算非常复杂，推荐采用以下简便方法评估色差。

计算 L^* 、 a^* 和 b^* 的平均值 $\langle L^* \rangle$ 、 $\langle a^* \rangle$ 、 $\langle b^* \rangle$ 。

对每个试样，按式(4)使用平均值计算色差 ΔE_{ab}^* ：

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* ——试样的 L^* 、 a^* 、 b^* 值与对应的平均值 $\langle L^* \rangle$ 、 $\langle a^* \rangle$ 、 $\langle b^* \rangle$ 之差。

计算 ΔE_{ab}^* 的平均值 $\langle \Delta E_{ab}^* \rangle$ ，得到 C/2°颜色与平均值之间色差的平均值(MCDM 值)，它表示颜色在 CIELAB 颜色空间中的分散性，以围绕平均值点的空间半径表示。

注：这一方法也可用于计算两种样品之间的 C/2°色差，按式(5)：

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* ——两种样品颜色坐标对应值之差。

12 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 本部分编号；
- b) 试验的时间和地点；
- c) 使用的温湿处理环境条件；
- d) 准确鉴别试样所需的所有信息；
- e) 使用的仪器型号及提供校准仪器所需的3级国际参比标准的授权实验室信息；
- f) $C/2^\circ$ 亮度的平均值和标准偏差和(或) $C/2^\circ$ 颜色的平均值,必要时报告正、反面平均值；
- g) 偏离本部分及其他可能影响测试结果的任何情况。



附 录 A
(资料性附录)
精 密 度

A.1 总则

2012年7月,九个不同的实验室对六种样品进行了国际实验室间的比对试验,对白色和近似白色的卫生纸原纸及制品的所有特性进行了评估,同时对三种彩色试样进行了颜色测定。

对每种样品,在其正面分别进行10次重复试验。

A.2 亮度

计算依据为 ISO/TR 24498 和 TAPPI T 1200。

表 A.1 中给出的重复性标准偏差为合并重复性标准偏差,即标准偏差通过所有参比实验室标准偏差的均方根计算得到,这与 ISO 5725-1 中关于重复性的传统定义不同。

表 A.1 和表 A.2 报告的重复性限和再现性限是在相同的试验条件下,对相同试样进行的两次试验结果进行比较,在 95% 的置信概率下可能出现的最大差值的估算值。这种估计不适用于不同材料或不同的试验条件。

注:重复性限和再现性限由重复性标准偏差和再现性标准偏差乘以 2.77 计算得到,即 $r = 1.96\sqrt{2}s_r$, $R = 1.96\sqrt{2}s_R$ 。

表 A.1 重复性的估算值

样品	实验室数	平均亮度 UV C %	重复性标准偏差 s_r %	变异系数 $C_{v,r}$ %	重复性限 r %
4 层卫生纸,白色	9	82.2	0.2	0.2	0.4
3 层卫生纸,白色	7	76.6	0.1	0.2	0.4
3 层卫生纸,白色	8	57.2	0.2	0.3	0.5
4 层手帕纸,白色	8	87.0	0.1	0.1	0.2
2 层纸巾,白色	8	81.1	0.2	0.3	0.7
单层卫生纸原纸	7	84.6	0.1	0.1	0.3

表 A.2 再现性的估算值

样品	实验室数	平均亮度 UV C %	再现性标准偏差 s_R %	变异系数 $C_{v,R}$ %	再现性限 R %
4 层卫生纸,白色	9	82.2	0.4	0.5	1.0
3 层卫生纸,白色	7	76.6	0.4	0.6	1.2
3 层卫生纸,白色	8	57.2	0.4	0.7	1.1

表 A.2 (续)

样品	实验室数	平均亮度 UV C %	再现性标准偏差 s_R %	变异系数 $C_{v,R}$ %	再现性限 R %
4 层手帕纸, 白色	8	87.0	0.3	0.3	0.8
2 层纸巾, 白色	8	81.1	0.4	0.5	1.2
单层卫生纸原纸	7	84.6	0.7	0.9	2.0

A.3 颜色

对于 L^* 、 a^* 、 b^* , 仅报告平均值, 未计算标准偏差。

颜色测定的标准偏差以 CIELAB 空间中相对于平均值点的球半径的分散性 (ΔE_{ab}^*) 计算。这是由平均值 (ΔE_{ab}^*) 定义的 (见 11.2.3), 称为 MCDM 值 (颜色与平均值之间色差的平均值)。

表 A.3 报告的重复性值是每个参比实验室内 MCDM 值的平均值 (实验室内对平均值的平均色差)。

表 A.3 报告的再现性值是通过所有参比实验室的 CIELAB 值计算得到的 MCDM 值 (实验室内对平均值的平均色差)。

表 A.3 基于 MCDM 的重复性和再现性的估算值

样品	实验室数	平均颜色 L^* -UV C	平均颜色 a^* -UV C	平均颜色 b^* -UV C	重复性	再现性
4 层卫生纸, 白色	7	95.7	-0.764	5.44	0.083	0.17
3 层卫生纸, 白色	6	91.0	0.722	1.59	0.068	0.24
3 层卫生纸, 白色	8	83.9	1.64	6.35	0.077	0.26
2 层卫生纸, 黄色	7	88.5	2.21	47.2	0.25	0.43
4 层手帕纸, 白色	6	97.2	-0.839	4.48	0.038	0.12
餐巾纸, 蓝色	8	33.1	6.18	-22.8	0.22	0.24
餐巾纸, 红色	8	46.9	51.5	25.9	0.22	0.49
2 层纸巾, 白色	7	95.3	-1.16	5.60	0.12	0.21
单层卫生纸原纸	7	95.1	-0.100	2.33	0.076	0.17

参 考 文 献

- [1] ISO 5725-1:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 1: General principles and definitions
- [2] ISO/TR 24498:2006 Paper, board and pulps—Estimation of uncertainty for test methods
- [3] TAPPI T 1200 sp-07 Interlaboratory evaluation of test methods to determine TAPPI repeatability and reproducibility
-

