

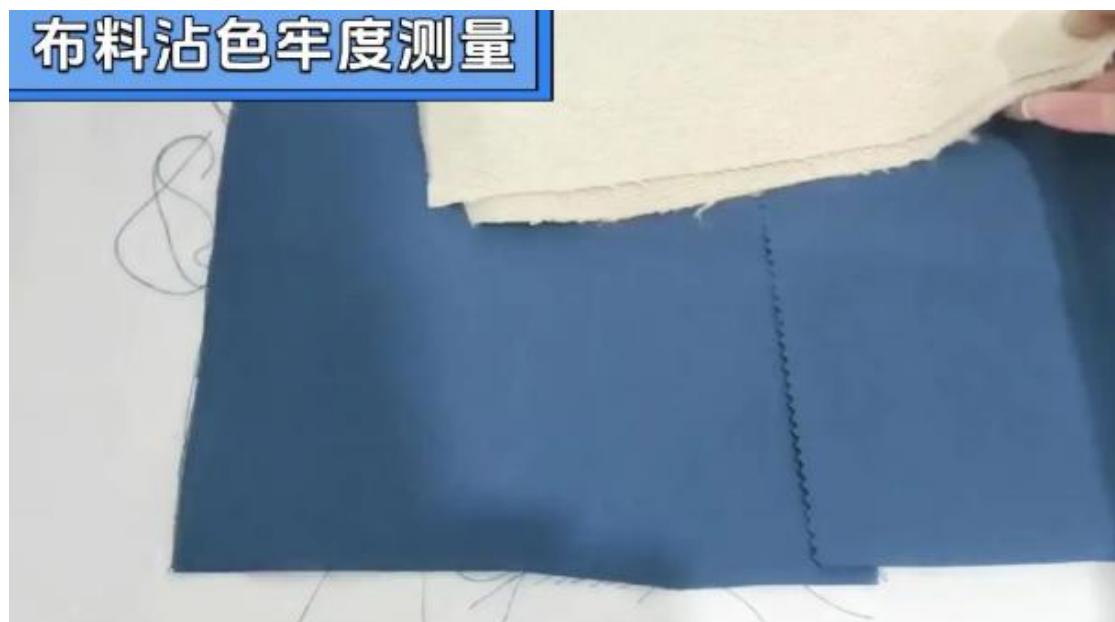
纺织品色牢度评定——色差计算公式和测量方法

作者：3nh 三恩时

纺织品色牢度评定关键在量化色差，将颜色变化转化为客观数据，从而实现质量精准控制。如何量化呢？一起来了解纺织品色牢度的计算公式和测量方法吧！

纺织品色牢度

色牢度（Color fastness）又称染色牢度、染色坚牢度，是指纺织品的颜色对在加工和使用过程中各种作用的抵抗力。根据试样的变色和未染色贴衬织物的沾色来评定牢度等级。



纺织品色牢度测试是纺织品内在质量测试中一项常规检测项目。色牢度的测试一般包括耐光色牢度、耐气候色牢度、耐洗色牢度、耐摩擦色牢度、耐汗渍色牢度等，有时根据不同的纺织品或不同的使用环境又有一些特殊要求的色牢度。

计算公式

计算两块试样间的色差时，采用 CMC (l:c) 色差公式进行比较，可提高它的目测均匀

度，此公式是在对 CIE 1976 LAB (L*a*b*) 色空间修正的基础上建立起来的。

1. CMC(l:c) 色差公式

公式特点

CMC 色差公式主要应用于纺织行业，它出现于上世纪 80 年代，1995 年被 SDC (英国染色工作者学会) 颜色测量委员会 (CMC) 推荐后获得广泛应用，逐渐成为国际标准。

该公式引入明度权重因子 l 和彩度权重因子 c，以适应不同应用的需求，尤其适用于小色差评价，广泛用于染料强度、白度、黄度的仪器测定，色牢度的评级等。

公式计算

CMC(l:c) 色差计算公式如下：

$$\Delta E = \left[\left(\frac{\Delta L^*}{l \cdot S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*_{ab}}{c \cdot S_c} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*_{ab}}{S_H} \right)^2 \right]^{1/2}$$

式中

ΔL^* 、 ΔC^*_{ab} 、 ΔH^*_{ab} ：由 CIE 1976 L*a*b* 色差公式计算

S_L 、 S_C 、 S_H ：分别为明度、彩度和色调加权函数，用于调整不同明度、不同彩度和不同色调对色差的贡献大小。

$$S_L = \begin{cases} \frac{0.040975L^*_{std}}{1 + 0.01765L^*_{std}} & L^*_{std} \geq 16 \\ 0.511 & L^*_{std} < 16 \end{cases}, \quad S_C = \frac{0.0638C^*_{ab,std}}{1 + 0.0131C^*_{ab,std}} + 0.638$$
$$S_H = S_C (Tf + 1 - f), \quad f = \left[\frac{(C^*_{ab,std})^4}{(C^*_{ab,std})^4 + 1900} \right]^{1/2}$$
$$T = \begin{cases} 0.36 + |0.4 \cos(h_{ab,std} + 35)| & h_{ab,std} < 164^\circ \text{ 或 } h_{ab,std} > 345^\circ \\ 0.56 + |0.2 \cos(h_{ab,std} + 168)| & 164^\circ \leq h_{ab,std} \leq 345^\circ \end{cases}$$

l、c：参数因子，用于调整不同的观察条件对色差的影响大小。如：纺织行业通常取值为 2:1，表示对明度差异的允许范围是彩度差异的两倍，这种确定的三个半轴的比例与典型纺织试样的目测评级具有最好的相关性。如果在样品的表面特性与纺织品的表面明显不同的情况下，可用其他的数值。

2. ΔE^*ab 色差公式

1976 年，为获得视觉上较均匀的颜色空间，CIE 推荐 CIE 1976 (L*a*b*) 色空间，并

规定了色差计算方法。这是色差计算的基础公式，逐渐被全球大多数国家和行业所认可，应用极其广泛，是色差仪厂家必备的色差公式。

在国家标准 GB/T 250 中，也有 CIELAB 色差值和色牢度等级的对照表。

公式计算

用下列公式计算 CIELAB 色差 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 、 ΔC_{ab}^* 、 ΔE_{ab}^* 、 ΔH_{ab}^* ，下标R和S分别为标样和试样的CIELAB值：

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L_S^* - L_R^* \\ \Delta a^* &= a_S^* - a_R^* \\ \Delta b^* &= b_S^* - b_R^* \\ \Delta C_{ab}^* &= C_{ab,S}^* - C_{ab,R}^* \\ \Delta E_{ab}^* &= [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \\ \Delta H_{ab}^* &= pq[(\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2]^{1/2}\end{aligned}$$

其中，

ΔL^* ：明度差（正值为更亮，负值为更暗）

Δa^* ：红绿偏差（正值为更红，负值为更绿）

Δb^* ：黄蓝偏差（正值为更黄，负值为更蓝）

ΔC_{ab}^* ：颜色的彩度差

ΔE_{ab}^* ：两种颜色的总色差

ΔH_{ab}^* ：两种颜色的色调差

色牢度测量方法

现代测色仪可以直接测出色牢度等级，下面以围巾的变色牢度测量为例，详细讲解测量步骤。

1. 准备工作

样品准备：准备两块围巾，一块为标样，一块为变色后的样品。



仪器准备：打开 YS4560 分光测色仪，确保仪器在校准有效期，各项工作条件良好。

2. 参数选择

选择相应的参数，如光源、观察者角度，颜色指数等，特别注意一定要选择“变色牢度”。



3. 标样测量

将 YS4560 测量口径紧贴在标样围巾表面，按下测量键，等待仪器测量完成。测量完成后，测量屏幕会显示相应的测量数值。



4. 试样测量

将仪器切换到试样测量模式，测量方法与标样测量一致。



5. 数据分析

测量结束后，可直接查看色差数据和色牢度测量结果。



图中, ΔL^* 为-0.14, Δa^* 为0.04, Δb^* 为-0.44, ΔE^* 为0.46, 颜色检测结果合格。



图中, 变色牢度为0.34, 变色牢度等级为5。参照标准为GB/T 250, 变色牢度等级和CIELAB色差值对照表如下

牢度等级	CIELAB 色差	容差
5	0	0.2
(4-5)	0.8	±0.2
4	1.7	±0.3
(3-4)	2.5	±0.35
3	3.4	±0.4
(2-3)	4.8	±0.5
2	6.8	±0.6
(1-2)	9.6	±0.7
1	13.6	±1.0

注：沾色牢度测量方法基本同上，不同之处在颜色空间页面选择“沾色牢度”。其参照标准为 GB/T 251，沾色牢度等级和 CIELAB 色差值对照表如下

牢度等级	CIELAB 色差	容差
5	0	0.2
(4-5)	2.2	±0.3
4	4.3	±0.3
(3-4)	6.0	±0.4
3	8.5	±0.5
(2-3)	12.0	±0.7
2	16.9	±1.0
(1-2)	24.0	±1.5
1	34.1	±2.0

重要概念区分

变色牢度

指纺织品本身颜色在受到外部因素作用后发生变化的程度。

沾色牢度

指纺织品上的染料在外部因素作用下转移到其他织物或材料上的程度。

两者之间的核心区别在于：变色牢度关注的是纺织品自身颜色的变化，而沾色牢度关注的是染料对其他材料的污染程度。

推荐产品

3nh&TILO 旗下有多款适用于纺织品色牢度评定的分光色差仪，以下为大家推荐几款核心产品。

1. CR9 分光色差仪

CR9 实现了分光色差仪和分光色差宝二合一，省心省力还省钱，具有高精度、高性能、高性价等特点，可准确进行纺织品的色差测量和色牢度评级。同时，它可通过 PC 端软件管控色彩，也可通过蓝牙与手机设备无缝连接，极大拓展了测色仪的应用空间。



2. YS4580plus 分光测色仪

YS4580plus 可精确测量样品反射率及各种色度数据，准确测量纺织品的色差，也可精准评定色牢度。仪器配备Φ20mm 大测量口径，适用于交通路标、塑胶电子、油漆油墨、纺织服装印染、印刷、陶瓷等行业精确颜色测量和品质控制。



YS4580plus分光测色仪

3. YS3060 分光测色仪

YS3060 仪器稳定、测量颜色准确、功能强大，广泛用于纺织品的色差测量和色牢度评定。借助该仪器可轻松实现颜色的精确传递，也可作为准确配色系统的检测设备。



YS3060分光测色仪

联系我们

3nh 三恩时，为您提供专业的色彩解决方案。如有任何问题，欢迎随时联系我们！

- 拨打 24 小时热线电话 : 400-888-5135