

□标准研究□

旋转式与平板式氙灯日晒机测试均匀性的研究

——GB/T 8427—2008 标准解读系列(二)

李治恩¹ 孙杏蕾² 张恒²

(1 中国纺织科学研究院 100025 2 美国科潘诺实验设备公司上海代表处 200120)

【摘要】通过计算和试验分析了旋转式与平板式氙灯日晒机的测试均匀性。研究表明,无论是旋转式氙灯日晒机还是平板式氙灯日晒机的测试条件都存在不均匀的问题,关键看是否符合相关测试标准的要求。

【关键词】GB/T 8427 ISO 105 B02 旋转式 平板式 氙灯日晒机 均匀性

1 ISO 105 B02 的广泛性和局限性

GB/T 8427—2008《纺织品 色牢度试验 耐人造光色牢度 氙弧》是修改采用 ISO 105 B02:1994《纺织品色牢度试验 B02 部分:耐人造光色牢度:氙灯》^[1]及其修改单对 GB/T 8427—1998 进行修订后产生的。

ISO 105 B02 是纺织行业一项应用非常广泛的国际标准。标准利用氙灯光源来加速测试纺织品因光照、温度及湿度等因素共同作用而产生的褪色和变色性能。除 GB/T 8427 之外,还有很多国标也采用或引用了该标准,如 GB/T 8431—1998^[2]、GB 11189.1—1989^[3]、GB 11189.2—1989^[4]、GB/T 14576—1993^[5]及 GB/T 16991—1997^[6]等。

但 ISO 105 B02 在某些方面也存在一定的局限性,如要求日晒机的样品架是旋转式的。这是明显的仪器硬件特性限制,与 ISO 有关标准所用仪器应尽可能以性能为基础的基本原则相违背,也不符合当今标准化的发展潮流,所以有必要对它进行修改。2007年7月 ISO/TC 38 在美国拉斯维加斯召开的年会上,中国、英国及印度等国家提出了重新修订 ISO 105 B02 的提案并获得通过。委员会已授权英国牵头成立工作组来负责标准的修订。

同样应用广泛的 AATCC TM16 也曾存在上述问题,但该标准已于 2003 年作了修订,删除了原有的关于旋转样品架的内容。

2 旋转式与平板式日晒机的测试均匀性

以上部分已经提到 ISO 105 B02 中要求样品架是旋转的。这一要求往往给人们造成一种误解,认为只有旋转式日晒机才能用于 ISO 纺织品日晒牢度的测试。其实,在 ISO 105 B02 的此类要求是由历史原因及当时的技术局限性造成的,并不说明旋转式样品架的测试均匀性一定好于平板式。下面通过计算和试验来研究 2 种氙灯日晒机的测试均匀性。

2.1 旋转式氙灯日晒机

日晒机曝晒仓的曝晒条件是通过多种参数的综合控制而得到的,是一个复杂的气候系统。从理论上说,对日晒机测试均匀性的研究需要从光照、温度及湿度等各个方面来考虑。本文仅从辐照均匀性角度出发,用计算和试验的方法对旋转式氙灯日晒机进行研究。

以市场上某型号氙灯日晒机为例。该机型是旋转式的,日晒机曝晒仓的中间是一根氙灯管,样品架围绕在灯管的周围并以灯管为轴转动,所围成的空间近似是圆柱形(见图 1)。

从理论上说,只有在灯管长度为无限长,而且灯管上的每一点的光强都相同的情况下,在样品架上离灯管相同距离的点才能形成相同的光强分布。但实际情况是灯管长度有限,而且灯管各点的光强并不完全相同(一般灯管两端的光强要比中间点的弱),从而导致不同高度样品架上的样品接收到的光

强不同。为了计算不同位置样品架上的样品接收到的光强之间的差异,故把图1简化(见图2)。

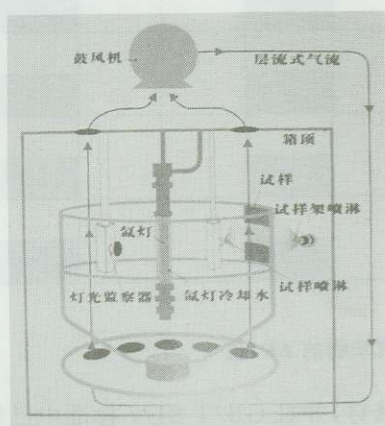


图1 旋转式氙灯日晒机的测试室截面

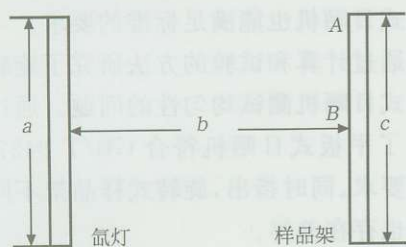


图2 旋转式氙灯日晒机的测试室简化图

在图2中,灯管(发光部分)的长度为 a ,灯管与样品架之间的距离为 b ,样品架的长度为 c 。图中 A 点是样品架的上端点, B 点是样品架的中间位置。假设灯管均匀发光,其光强用 I 来表示。那么 A 、 B 两点接收到的光强的计算公式分别为:

$$P_A = \int_0^{a/2} \frac{I}{4\pi \left[b^2 + \left(x + \frac{c-a}{2} \right)^2 \right]} dx + \int_0^{a/2} \frac{I}{4\pi \left[b^2 + \left(\frac{c+a}{2} - x \right)^2 \right]} dx$$

$$= \frac{I}{4\pi} \cdot \frac{1}{b} \left(\arctan \frac{c+a}{2b} - \arctan \frac{c-a}{2b} \right)$$

$$P_B = 2 \int_0^{a/2} \frac{I}{4\pi \left[b^2 + \left(\frac{a}{2} - x \right)^2 \right]} dx$$

$$= \frac{I}{2\pi} \cdot \frac{1}{b} \arctan \frac{a}{2b}$$

通过测量,设备的实际尺寸为: $a \approx 10$ cm, $b \approx 25$

cm, $c \approx 14$ cm。把 a 、 b 、 c 的数值代入 P_A 、 P_B 二式,经计算 $P_A \approx 93.14\% P_B$ 。由此可知,样品架中间位置(B 点)的光强大于两端位置(A 点)的光强。

进一步研究后发现,越是靠近样品架中间位置的光强越大;越是靠近样品架两端位置的光强越小。具体情况见图3:

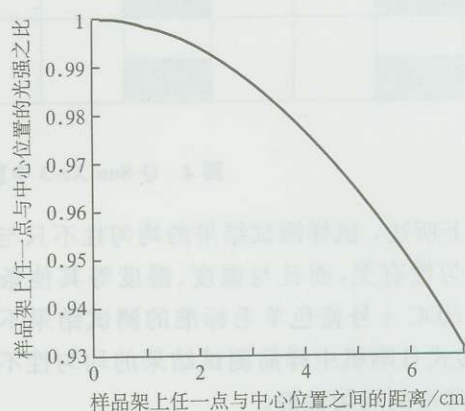


图3 样品架上任一点与中心位置的光强之比

以上数学计算是在假设灯管功率均匀的前提下所得的结果,而实际情况下灯管沿轴向的发光功率分布并不均匀,一般是中间高、两端低。如果把灯管功率分布不均匀这一因素也考虑在内的话,上述旋转式氙灯日晒机的辐照度至少存在7%以上的差异,试验箱内不同高度的样品架上接收到的光强是不同的。当然,除了辐照度之外,测试条件还和温度、湿度等其他条件相关,上面的计算还表明旋转式样品架上不同位置的辐照度之间是有差异的。这就足以证明样品架上不同位置测试条件之间存在差异,并最终导致测试结果之间存在差异。

以下通过试验方法来进一步研究以上型号旋转式氙灯日晒机的测试均匀性。测试样品选用SDC 4号蓝色羊毛标准。

把8块SDC 4号蓝色羊毛标准放在旋转式氙灯日晒机里。把它们安装在同一个样品架上,从上到下排列,测试每个试样的颜色变化。试验按照GB/T 8427的6.1节欧洲曝晒条件中的通常条件进行测试,共测试76 h。整个曝晒过程中,所有蓝色羊毛标准的位置保持不变。试验结束后,采用CIE $L^*a^*b^*$ 颜色系统,10°标准观察者, D_{65} 光源,用积分球分光光度计读取所有的颜色变化的 ΔE^* 值。

测试结果显示,8块SDC 4号蓝色羊毛标准的 ΔE^* 值的标准偏差除以平均值为10%。

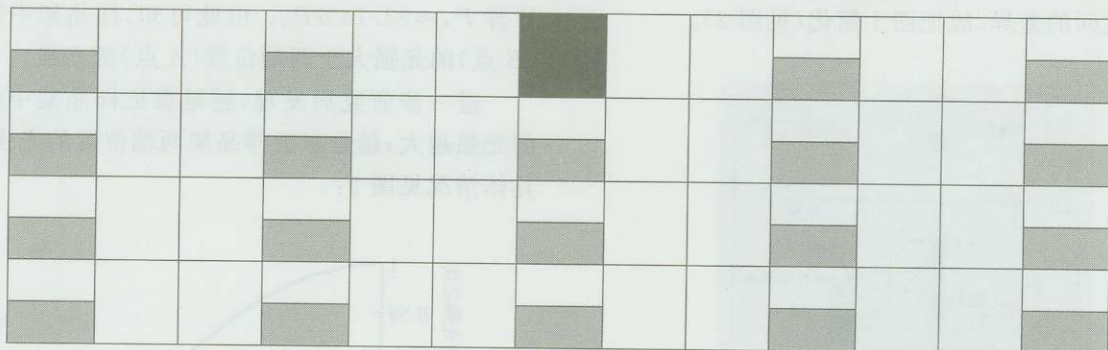


图4 Q-Sun Xe-3 中蓝色羊毛标准的位置及其所得的 ΔE^* 值

如上所述,试样测试结果的均匀性不只与辐照度的均匀性有关,而且与温度、湿度等其他条件有关。从 SDC 4 号蓝色羊毛标准的测试结果不难发现,旋转式日晒机中样品测试结果的均匀性不如单一的辐照度的均匀性好。

2.2 平板式氙灯日晒机

由于平板式氙灯日晒机的构造不适合使用计算方法来研究测试均匀性问题,以下以 Q-Sun Xe-3 型号为例,通过试验的方法进行研究。测试样品同样选用 SDC 4 号蓝色羊毛标准。

把 19 块 SDC 4 号蓝色羊毛标准放在该平板日晒机里的不同位置进行曝晒(见图 4),测试每个试样的颜色变化。试验按照 GB/T 8427 的 6.1 节欧洲曝晒条件中的通常条件进行测试,曝晒方法选择方法 3,把 SDC 4 号蓝色羊毛标准晒至颜色变化达到灰卡 3 级后停止。整个曝晒过程中,所有蓝色羊毛标准的位置保持不变。试验结束后,采用 CIE $L^*a^*b^*$ 颜色系统,10°标准观察者, D_{65} 光源,用积分球分光光度计读取所有的颜色变化的 ΔE^* 值。

测试结果显示,19 块 SDC 4 号蓝色羊毛标准的 ΔE^* 值的标准偏差除以平均值为 4%。

图 4 表明,Q-Sun Xe-3 型平板式氙灯日晒机在试验中表现出极好的褪色均匀性。在平板式日晒机中的不同位置的试样的试验结果非常相近。经计算,SDC 4 号蓝色羊毛标准每个试样的 ΔE^* 值的最大值、最小值与平均值之间的差的百分比也只有 +6.32% 和 -7.97%。而这一差异包含了测量误差,样品的温度和湿度误差等。

3 结论

在 ISO 105 B02 进行修订的同时,GB/T 8427

也进行了修订,并且 GB/T 8427 标准中已经增加了平板式氙灯日晒机的相关内容。本文关于平板式日晒机的研究结果为国标的修订提供了佐证。这也表明,不但旋转式日晒机符合 GB/T 8427 的要求,新型的平板式日晒机也能满足标准的要求。

本文通过计算和试验的方法研究了旋转式日晒机和平板式日晒机测试均匀性的问题。通过研究进一步证明了平板式日晒机符合 GB/T 8427 对测试均匀性的要求。同时指出,旋转式样品架不同位置的测试条件也存在差异。

无论是旋转式日晒机还是平板式日晒机,不同位置的样品架上不可能得到完全一致的测试结果,都会存在一定的差异。只要将这些差异控制在标准规定的范围内,就能满足 GB/T 8427 及其他相关标准的要求。

参 考 文 献

- 1 ISO 105 B02:1994 纺织品色牢度试验 B02 部分:耐人造光色牢度:氙灯[S].
- 2 GB/T 8431—1998 纺织品 色牢度试验 光致变色的检验和评定[S].
- 3 GB 11189.1—1989 非金属材料曝露试验用的有水和无水光曝露设备(氙弧型)及实施方法[S].
- 4 GB 11189.2—1989 非金属材料曝露试验用的有水和无水光曝露设备(碳弧型)及实施方法[S].
- 5 GB/T 14576—1993 纺织品耐光、汗复合色牢度试验方法[S].
- 6 GB/T 16991—1997 纺织品 色牢度试验 高温耐光色牢度:氙弧[S].