

# 耐光色牢度试验参数的控制与选择

**摘要：**本文在对耐光试验参数，包括测试光源、仪器内温度、湿度的理解基础上，探讨了这些参数的控制及选择对耐光试验精准性的影响，并据此提出了耐光试验过程中的注意事项，此问题的提出有利于增强耐光试验结果的精准性和复现性。

**关键词：**纺织品；耐光色牢度；氙弧；光谱；辐照量

## 1 引言

耐光色牢度是指材料上颜色的特性在阳光或日光灯照射下而变色的程度。它既可用于评价所有类型的纺织品，又适合于纺织品的着色体，整理和加工化学品等。随着国际贸易的快速发展和我国纺织服装出口量的持续增加，国际配额的取消，一些欧美国家为了自身的利益，利用技术壁垒对国外进口的物质进行设限，很多产品因其耐光牢度达不到合同要求而被客户退货从而造成了巨大的损失[1]。这其中相当一部分是由出口商或检验机构在运用和理解检验标准上的差别造成的，因此对耐光色牢度检测标准的充分理解就变得越来越重要了，它直接影响检验结果在其他检验机构检测结果的复现性。

经过长期的研究发现，影响纺织品光牢度的因素包括内因与外因。内因主要有：纤维上染料对光化学作用的敏感性；染料发生褪色反应的化学本质，如氧化性或还原性；染料在纤维中的连接程度或者聚集程度；纤维的渗透特性；纤维的化学本质。外因主要有：纺织品上的污染物、减光泽剂、抗紫外线稳定剂和后处理；环境因素，如温度、相对湿度、大气污染物以及光照强度和光谱的能量分布。对于内因，与测试方法本身关系不大，但对于外因的控制水平，则直接影响检验结果的精确性，这些外因主要有温度、湿度和光照等因素。

为了探究耐光色牢度测试的精确性，本文对影响纺织品耐光色牢度的各项因素进行分析说明。

## 2 耐光试验参数的控制和选择

### 2.1 耐光色牢度光源的选择

光源种类繁多，并且各种波段的射线都有可能对导致纺织品化学性能发生变化，尤其是紫外线部分，其波长短，能量较高，对纺织品及其表面上染料的光牢度影响尤为厉害，因此光波的波长和频率对纺织品纤维发生光化学反应有着重大的影响，进而对其耐光色牢度有极大的影响。经研究发现，利用氙气放电所发出的光的光谱功率分布曲线接近于太阳光，其产生的紫外线、可见光和红外线部分是目前最接近日光的人造光源，因此，耐光试验中选择氙弧灯。此外，为了模拟纺织品或其他产品在各种不同使用条件下的光谱能量分布，还需要根据具体情况选择相应的光谱过滤系统。总体看来，氙弧光灯发出的光谱照射到试样表面时要考虑的因素主要有以下两个方面：滤光系统和光源的稳定性。

#### 2.1.1 滤光系统

目前市场上的耐光、气候色牢度仪的型号各种各样，但大多数采用的氙弧灯是全光谱氙灯，因此，氙弧灯产生的光谱必须过滤掉不需要的光谱。而采用合适的滤光器的依据是被测试材料和材料的最终使用条件，不同的光谱过滤器过滤后的光谱中紫外线短波段的量不同。这些在很大程度上影响了试验的老化速度和类型，如模拟户内暴露的试验（即被设计用来测试耐室内光稳定性）时，则采用玻璃窗过滤器以获得与透过玻璃的太阳光光谱相似的光谱；模拟用于汽车标准的需要短波长紫外光的汽车检测方法时[2-3]，则采用 Q/B 滤光器；模拟户外的老化情况（即为了在模拟正午的直射阳光下的稳定性）时，采用日光过滤器。耐光试验中的滤光系统以 ISO105B02 为例，如采用空冷式氙弧灯[4-5]，其对过滤器的滤光片要求是：使氙弧灯光谱到达试样和蓝色羊毛标样的表面时光谱波长在 380nm~750nm 之间的光波至少为 90%，而在 310nm~320nm 之间的光波应降为 0，而对滤热片的要求是使氙弧光谱中的多余红外辐射被消除到试验标准中所规定的温度。

## 2.1.2 光源辐照度及稳定性的控制

被测试材料所受光辐照量的大小直接影响其染料的分解速度，从而影响到耐光色牢度，因此辐照量的检测与控制尤为重要。在使用氙弧灯作为测试光源时，虽然选择了合适的氙弧灯管和光谱过滤器，也只能说明测试的光源有了一定的保障。因为氙弧燃烧器或过滤片的老化会导致光源的变化，污垢和残渣在燃烧器外壳上的积聚也会引起光源光谱的变化，从而使氙弧灯发出的光谱到达试样表面时产生一定程度的光谱漂移。

在现行标准中，对光照强度和总辐射量的控制基于大都采用点或某一波段的控制。譬如：ISO105B02、GB/T8427 和 AATCC16[6-7] 等标准规定为水冷式是在波长为 420nm 处的控制点的辐射量为 1.10W/m<sup>2</sup>，而空冷式是在 300nm~420nm 段的控制范围的辐射量为 42W/m<sup>2</sup>[8-9]。若氙弧灯的光谱漂移发生在控制点（段）以外时，即使在控制点的辐射量控制得再准确，也可能导致老化速度和类型发生大的变化而导致较大的误差。

## 2.2 耐光试验仪器内温度的控制

由于温度的变化势必会引起试样的应力等变化和材料或染料的次化学反应，因此，纺织品光牢度测试不是简单地把纺织品放在某种光线下观察它的耐光性能的表现，而是还要把除辐射之外不可忽视的老化因素：试样表面温度、环境温度与湿度等因素均考虑在内。因此，在进行耐光试验时，温度的控制是一个主要因素。

### 2.2.1 标准金属板对耐光试验温度控制的影响

在进行耐光试验时，由于直接测量实际试样既昂贵又有一定的技术难度，而且容易出现测量错误，所以人们通过测量标准金属板的温度来得到试样表面温度。目前有三种标准金属板可使用，一种是被欧洲国家及国际标准广泛采用的安装于绝缘塑料板上的黑板，它亦被称为黑色标准温度计（BST）；另一种是美国材料试验协会所采用的不绝缘黑板（BPT）；还有一种极少使用的标准白板温度计（WST）。它们各自有着不同的热感应元件，反映的温度都是物体的表面温度。

BST 是由一块有黑色涂层的塑料板隔热、大小为 70mm×40mm、厚度为 0.5mm 的不锈钢板组成，采用隔热板吸收耐光色牢度测试中产生的大部分辐射能，其温度是由热电阻测定的，该热电阻具有良好的导热性，安装在背面。金属板固定在一块塑料板上，以致其是隔热的，金属板面向光源的一面是黑色的，光线到达试样的反射率小于 5%。该温度计可提供在自然光或人造光下曝晒的最大温度估计值。

BPT 是一种由不隔热的、有黑色涂层的金属板（大小至少为 70mm×150mm）制成，用来控制人工天气的温度探测装置。其中由温度计或热电偶测定的温度面积不小于 45mm×100mm，且温度计或热电偶的感应部分位于该金属板的中心并与其有良好的接触。该温度计可提供在自然光或人造光下曝晒的最大温度估计值，并为样品曝晒于辐射能下提供一个最高温度的约值；黑色涂层是用来吸收耐光色牢度测试中产生的大部分辐射能。金属板面向光源的一面是黑色的，光线到达试样的反射率小于 5%。BPT 读数表示所吸收的辐射能减去因传导和对流消耗的热量。在试验时，黑板温度计测试温度是通过安装在样品架上，其正面与试样接受同等曝晒的黑板温度计测量和调节的。

一般来说，用 BPT 测得的温度要比用 BST 测得的温度低 5℃~10℃，因此，它们不能交换使用。如 AATCC16[7] 中标准黑色温度计一般用于氙弧灯，连续照明，程序 5 和其他一些欧洲测试程序，而一些 ISO 标准注明用“标准黑色温度计”的两种不同仪器在同样的条件下测量的结果通常是不一样的。

白色吸收热量能力不如黑色强，因而其测定的值（WST）就不如标准黑色温度计测定的值（BST）高。也就是说，由于不同地区和国家采用不同的测试程序，要求采用的温度设定值（如 AATCC16 的程序 3 和程序 5）、温度计和热感应元件种类也不同，因此，在试验的参数设定过程中，准确地理解和运用它们就显得尤为重要了。

### 2.2.2 检测仪箱内温度对耐光试验温度的控制

检测仪箱内气体的温度对于相对温度的控制也十分重要，因为箱内气体的温度直接影响试样表面的温度和箱内气体的湿度，尤其对箱内相对湿度的影响很大，从而使因试样耐光色牢度试验条件的变化而引起测试结果的不准确。

## 2.3 耐光试验仪器内湿度的控制

纺织品在日常生活中的使用过程中,尤其是一些室外用品会产生褪色,试样的褪色过程除了包括染料的光热分解和升华等物理和化学变化过程外,还包括了湿度引起的各种物理和化学变化。水在各种纺织品的色牢度测试中常扮演着一个重要的角色,它会直接引起材料的物理和化学变化。当湿度加大时,绝大部分染料的水溶性加强,分解速度也会加快,因此,必须对仪器内的湿度进行很好的控制。尤其在耐气候色牢度试验时,可能会牵涉到模拟淋雨的测试,因此对湿度的控制就成了一个极其重要的参数。试样在吸收了光能后,试样的表面温度要比四周空气的温度要高一些,和它直接接触的空气的相对湿度相应地也要低一些,因而也可能影响试样的日晒牢度测试结果,所以曝晒时应注意试样表面的温度。另外,某些试验为了模拟雨水对户外产品的热冲击和应力腐蚀,湿度也会影响试样发生老化的速度和类型[2-6]。

对于耐光色牢度仪相对湿度的控制通常都是由湿度控制器精确控制的。因此,我们应该做的是通过将蓝色羊毛标样与湿度控制标样一起装在硬卡上,并尽可能使之置于试样夹中部,同时进行曝晒,直至湿度控制标样上曝晒和未曝晒部分间的色差达到变色样卡4级,此时用蓝色羊毛标样评定湿度控制标样与哪一级蓝色羊毛标样的色变一致,如,在欧洲曝晒条件下,湿度控制标样曝晒与非曝晒部分间的色差应与5级蓝色羊毛标样的色差一致。如不一致需重新调节控制器以保持规定的黑板温度和湿度。

## 2.4 耐光试验曝晒终点的控制

从理论上讲,任何有色纺织品经过足够长时间的曝晒后,其颜色均会褪尽,因此,这就涉及到试验终点的判定问题。而目前判定试验终点的通行做法大约有三种:①能量累积法;②标准物质对比法;③定时法。至于具体采用哪种方法作为试验结束依据,则应视标准的具体规定来采用。因为不同的标准可能有不同的规定。

### 2.4.1 能量累积法判断耐光试验终点

能量累积法是通过监控某一波长处或某一波长区间内能量控制点的能量累积来控制,该方法要求所用设备装有控制曝晒时间的定时装置和光照检测装置,并且设备安装了用于控制曝晒时间长短的时间控制部件,其中有一些型号的设备安装了辐射计(可测量波段为:300nm~400nm紫外光),该辐射计被设计为,只要达到设定的曝晒辐射能量就立即切断设备,这种辐射计装有宽带波长过滤片,限制只能测量紫外光谱范围为300nm~400nm的区域,过滤辐射计能够很好地结合时间以及辐射能量之间的关系。

### 2.4.2 标准物质对比法判断耐光试验终点

采用将蓝色羊毛标准物质与试样一同曝晒并通过检查蓝色羊毛的褪色程度来确定试验的曝晒终点,纵观ISO105B02、105B04、AATCCTM16D、JISI0843、ASTMG23、ASTMG26等标准都是采用此种方法判断耐光试验终点。

### 2.4.3 定时法判断耐光试验终点

定时法判断耐光试验终点是指在规定的温度、湿度和光谱条件下,曝晒规定的时间后终止曝晒的一种试验方法,其中试验时间是指有标准或客户约定的曝晒时间。当仪器所提供的试验条件是精确且可控制时,可按时间的长度来考核被试物的耐光牢度,此法常与前法组合使用。

## 3 结论

(1)光源控制过程中,既要保证光控系统可以连续地、自动而又精确地控制监控点的辐照度,又要做到适时地更换灯管和滤光系统。

(2)对于试验温度的控制,应该定期检查仪器的温度测试系统以及湿度补偿系统,确保其灵敏、快捷,从而不会导致太大耐光色牢度结果误差。

(3)对于湿度控制,试验前要检查设备是否处于良好的运转状态,氙灯是否洁净,并且调节湿度所需标样要严格符合要求;另外每天检查,必要时重新调节湿度控制器,以保证湿度的准确。

(4) 能量累积法判断耐光终点需要仪器具备灵敏的辐射计，而标准物比对法则需要试验操作人员了解蓝色羊毛标准的种类及所属的标准体系，并了解同一标准体系下不同级别的蓝色羊毛标准之间的关系。

---

**上海罗中科技发展有限公司**

地址：上海市江场西路 299 弄中铁中环 4 号楼 906B

Tel: +86-21-61485255 Fax: +86-21-61485258

E-mal: [info@roachelab.com](mailto:info@roachelab.com)[www.roachelab.com](http://www.roachelab.com)

**RoacheLab**  
TEST EQUIPMENT SOLUTIONS

