

# 纺织品日晒牢度检测标准和技术

美国纺织染料和化学工程师学会(AATCC)制定的日晒色牢度检测标准,是目前使用最为普遍的权威标准之一,其中检测方法 E 倍受纺织行业关注。但由于技术条件的限制,AATCC TM16-1998 是基于硬件特性的标准,既不符合 AATCC/ISO/AS TM(美国材料与试验协会)等行业协会制定的基于技术性能的国际标准的原则,又限制了这项检测项目的推广。AATCC 于 2003 年 9 月颁布了纺织品日晒色牢度测试方法新标准——AATCC,并编入 2004 版 AATCC 技术手册全面实施。这次修订标志着该标准从一个以硬件为基础的标准体系,正式进入一个以性能为基础的新的标准体系,同时也为新技术、新方法在日晒色牢度测试方面的应用敞开了大门,使得设备成本和使用费用大幅度下降,日晒色牢度测试更科学应用更广泛。

## 1 日晒色牢度的测试原理

一般,日晒色牢度的测试流程为:将纺织品试样和双方认同的参考标准试样(蓝色标准羊毛),同时在一人造光源下按照规定条件曝晒,然后对比两者的变色程度,并通过同时曝晒的蓝色羊毛耐光色牢度标准样来确定样品的耐光色牢度的等级。

日晒色牢度所有的测试标准均采用相对比较的方法,曝晒设备不直接出具检测结果。设备的性能主要取决于对影响测试环境的参数的控制,包括光谱、光照强度、温度、相对湿度等。基于硬件设备性能有空气冷却灯管/水冷却灯管、光过滤器组成和样品架旋转速度。但是,基于硬件要求的原因,缺乏对关键性参数进行测量和控制的技术,不能充分准确地描述测试条件。基于硬件特性带来的局限性是:阻碍了技术进步,限制了市场竞争,造成市场垄断。标准中采用描述设备硬件性能的目的是:类似的硬件=类似的限制、类似的限制=类似的结果。

基于技术性能的测试环境包括:光谱定义、辐照能量、黑板温度试验箱空气温度、相对湿度、参数的标定以及与测试环境的一致性。基于技术性能的标准推动了技术进步,取消了改进控制技术的障碍,鼓励正常的市场竞争。以性能为基础的新标准,规定了要达到一定测试结果所要求的操作参数,而无需定义或者指定以硬件为基础的设备。允许用户从不同的测试设备中选用符合以性能为基础的新标准的设备。以性能为基础的新标准的颁布,促进了科技的发展,使标准能够及时采用市场上最新的技术方法。

## 2 标准修订的进程

适用于耐光与耐候性测试、以性能为基础的新标准的出台,ISO TC61(塑料)、ISO 4892(塑料)、ISO 11341(涂料油漆)、ISO 18909(印刷油墨)和 ISO 11341(密封粘合剂)等耐光耐候性文件,均先后修订为以性能为基础的标准。之后,ASTM、SAE 和 AATCC 等。各协会也相继改进了它们的耐候和耐光色牢度标准。

### 2.1 ASTM 耐候性测试标准的修订

ASTM G03 委员会首先发展了以性能为基础的新的耐光与耐候性指导性标准。它负责全面管理用于户外和实验室测试加速曝晒的通用耐候测试技术规范。不同行业(涂料、塑料、纺织等)的材料测试方法参照 G03 测试规范进行。表 1 对比了 ASTM 新旧耐候测试标准。

表 1 ASTM 新旧耐候测试标准比较

以硬件为基础的旧的耐候标准	以性能为基础的耐候性指导标准
G23(碳弧)	G151(通用)
G26(氙弧)	G152(开放式碳弧)
G53(紫外荧光)	G153(封闭式碳弧)
2000 年 1 月 ASTM G03 会议正式投票通过不再使用 G23, G26 和 G53	G154(紫外荧光)
	G155(氙弧)

ASTM G151 为非金属材料在使用实验室光源的加速试验设备中的曝晒通则，它阐述了各种实验室光源的通用试验步骤，可应用于所有光稳定性和耐候性测试。通则讨论了试验差异的来源(比如户外曝晒与实验室加速)，规定了参照材料的使用方法，统一定义了可接受的辐照度及在测试箱中测量的方法，提供了有效测量黑板温度、箱内空气温度和相对湿度的方法。

ASTM G155 为非金属材料曝光用氙弧光设备使用标准，它定义了作为实验室光源的日光和透过窗玻璃的日光的光谱功率分布，规定了辐照度指标和公差；对于测试箱环境，只要提供合适光谱，控制光照、温度和湿度三个关键测试参数，允许采用其它不同设计。

### 2.2 AATCC TM16 耐光色牢度标准的修订

2003 年 5 月，AATCC 批准了以性能为基础的新的耐光色牢度测试标准。其中，TM16(耐光色牢度)适用于室内纺织品；TM169(织物的耐候性：氙弧)适用于户外纺织品；TM192(耐候性：1.3 光碳弧)。作为 AATCC RA50 和 RA64 委员会成员的纺织品供应商、生产商和测试设备制造商，促成了该标准的修订。

AATCC TM16 是广泛使用的纺织品光稳定性测试标准，它针对碳弧和氙弧而定。TM16 旧版本用“A”、“D”、“E”、“F”、“H”、“I”和“J”表示测试的不同选项，TM16 新版本用数字“1~5”表示不同选项。使用最广泛的氙弧测试循环选择“16E”为“16-3”取代，旧版本中的选择“E”不再使用。

表 2 比较了 AATCC TM16 与 AATCC TM16E—1998、ISO 105 B02-1994。

表 2 ISO 105 与 AATCC TM16 标准比较

	ISO 105 B02—1994		AATCC TME16—1998	AATCC TM16—2003
标准体系	硬件特征		硬件特征	技术性能
设备描述	附录 A(空冷)、附录 B(水冷)		附录 A(水冷)、附录 D(空冷)	附录 A
操作流程	420 nm 为水冷,300-400 nm 为空冷		420 nm 为水冷,300-400 nm 为空冷	无具体要求
灯管冷却方式	区分空冷、水冷		区分空冷、水冷	无具体要求
样品架结构	要求旋转,直径要求		要求旋转,直径要求	平面和旋转均可
光过滤器的类型	指定设备硬件特性		指定设备硬件特性	按照实验目的指定性能特性
光谱定义	无要求		无要求	量化参考光谱
曝晒选项	氙弧光源		A、B、C、D……J(按照光源类型和冷却方式区分)	1、2、3……6(仅按照光源类型区分,不区分冷却方式)
曝晒条件	ISO 105 B02 第 6 章		AATCC 16 第 9.5 节	AATCC TM16 第 9.4 节
曝晒方法	欧洲方法	美国方法	美国方法	美国方法
光辐照量控制	无要求	无要求	(1.10 ± 0.03) W/m <sup>2</sup> @420 nm	(1.10 ± 0.03) W/m <sup>2</sup> @420 nm
黑板温度/℃	最大值	63 ± 1	63 ± 1	63 ± 1
试验箱空气温度/℃	无要求	43 ± 2	43 ± 2	43 ± 2
试验箱相对湿度/%	范围要求	30 ± 5	30 ± 5	30 ± 5
样品架转速	依据特定设备给出	依据特定设备给出	依据特定设备给出	无要求
灯管、过滤器更换时间	依据特定设备给出	依据特定设备给出	依据特定设备给出	允许按照不同设备供应商要求操作
维护周期	依据特定设备给出	依据特定设备给出	依据特定设备给出	允许按照不同设备供应商要求操作

由表 2 可知，在新的标准体系 AATCC TM16-2003 中，以技术性能要求代替了旧标准中以硬件性能为基础的规定。

新的氙灯试验标准体现了技术性能的量化光源光谱要求，列出人工日光和透过玻璃窗日光两种光源的光谱分布和允差，光谱带宽精度达 20nm。按新标准测试时，建议使用光辐照度传感器，样品架可以采用旋转鼓室和平面放置两种方式。新标准中，辐照源采用一个或多个灯管，冷却方式分水冷和空冷两种。新标准还列出了氙弧测试设备应该具备的技术条件和系统辐照强度、黑板温度、试验箱空气温度和相对湿度的控制，以及上述所有参数的标定。

新标准的修订注重“数”和“量”，淡化具体设备的硬件结构。ASTM G151 指出：原有的标准过分详细地描述了设备的设计细节。

### 3 新标准的技术性研究和试验证明

作为标准修订的一项重要内容，相关的权威标准组织和协会就标准修订的可行性、新标准采用技术性能的设备条件是否具备等，进行了大量的试验和研究，为标准的修订提供了翔实的技术基础。

#### 3.1 不同结构设计的氙弧测试设备

##### (1) 旋转鼓式设备 (美国 ATIAS 公司)

起源于 1918 年，该设备的光源位于中心，滤镜系统环绕四周，样品随着鼓室旋转鼓室围绕

光源旋转，如图 1 所示。

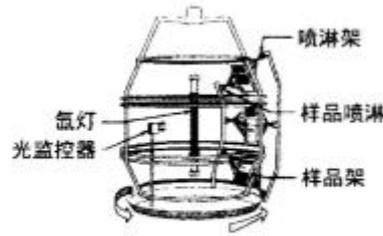


图 1 旋转鼓式氙弧测试设备

### (2)静态平面设备(美国 Q-Lab 公司)

灯管置于顶部，滤镜位于灯管下面，具有镜面反射系统；样品位于灯管下方，可以倾斜放置，防止水很流走。

### 3.2 ASTM(美国材料试验学会)G03 工作组的研究

专业进行耐候性和耐久性测试研究的 ASTM G03 工作组，在世界上 5 个实验室使用不同型号的 Q-Sun 平面式和 ATLAS 旋转式耐光与耐候性测试仪，对几种材料进行了试验对比。测试结果表明，只要采用相应的光谱过滤系统和曝晒条件，在相同的测试环境下，使用以技术性能为基础的测试标准，两种结构设计不同的 E I 晒色牢度试验机得出的结果相同。蓝色标准羊毛测试获得的一致性结果，证明了日晒色牢度标准采用技术性能的可行性(图 2, 3)。

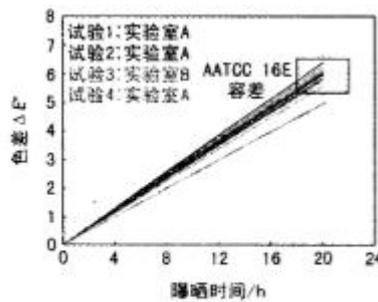


图 2 L2 蓝色羊毛标准校准测试

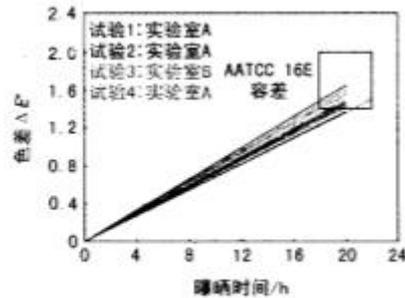


图 3 L4 蓝色羊毛标准校准测试

### 3.3 旋转鼓室和静态平面样品摆放系统

理想的测试仪应该在整个测试箱中产生均一的辐照度、温度和湿度，通过检测在同一环境下不同样品曝晒结果的差异性，可以判断一个试验箱的技术性能(表 4, 5)。

有多年氙弧测试经验的六个实验室参与了本次研究，它们包括位于美国密歇根州南菲尔德市、怀恩多特市和德国明斯特市的 3 个 BASF 制造商，和 2 个独立测试实验室(A2LA 美国实验室认证委员会，分别为美国密歇根州希尔斯代尔市的 ACT 实验室和佛罗里达州迈阿密市的 Q-L a b 气候研究室)及 1 个设备制造商。

表4 曝晒条件 AATCC TM16 用于室内纺织品

步骤	时间/h	灯管开关	辐照度 W/m <sup>2</sup> @420 nm	黑板温度/℃	测试箱温度/℃	相对湿度/%	水喷淋开关	滤镜
1	24	开	1.10	63	43	30	关	Window B/SL

表5 蓝色标准羊毛测试结果的均匀度比较

试验材料	试验箱类型			
	测试方法	旋转鼓室	平面静态 样品位置置换 (建议)	平面静态 样品位置不置换 (不建议)
蓝色羊毛 I2 (ΔE)	SAE J2412	±9% CI4000	±5% Xe-3-HS	±8% Xe-3-HS
	AATCC TM16	±3% CI65	±5% Xe-3-HS	±10% Xe-3-HS
蓝色羊毛 I4 (ΔE)	SAE J2412	±13% CI4000 ±7% CI3000 ±4% CI65	±5% Xe-3-HS	±8% Xe-3-HS
	AATCC TM16	±8% CI65	±7% Xe-3-HS	±8% Xe-3-HS

### 3.4 试验结论

旋转鼓室试验箱内降解一致性误差范围为±3%—±13%，取决于材料类型和曝晒条件，平面静态系统的一致性误差范围为±3%—±8%。测试过程中移位样品的话，平面排列的降解一致性更好。但是更多的情况下，即使不移位，平面排列的一致性也和旋转鼓室的一样好或者更好。为得到最佳结果，建议每种材料取多个样品(至少3个)测试，然后取平均值。可按计划安排在旋转鼓室和平面排列试验箱内人工移位样品。

## 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-mail: office@roachelab.com www.roachelab.com

**RoacheLab**  
TEST EQUIPMENT SOLUTIONS

