

纺织品日晒色牢度：实验室加速测试与户外曝晒之间的相关性

摘要：为了研究纺织品日晒色牢度实验室加速测试与户外曝晒之间的相关性；对 4 种 SDC 蓝色羊毛标样和 23 种纺织样品进行了 80 h 实验室氙灯加速测试和 21 d 的 Florida 户外曝晒对比试验。试验结果表明，实验室氙灯加速测试的结果与 Florida 户外曝晒的相关性很好。如对 4 种 SDC 蓝色羊毛标样，氙灯测试 80 h 与 Florida 户外曝晒 14 d 之间的相关系数高达 0.95；对 23 种纺织样品，此相关系数也高达 0.93。采用氙灯对 4 种 SDC 蓝色羊毛标样作日晒色牢度测试，测试 80 h 时的效果大概相当于采用 Florida 户外曝晒 10 d；采用氙灯对 23 种纺织样品作日晒色牢度测试，测试 80 h 时的效果大概相当于 Florida 户外曝晒 14 d。

关键词：纺织品；日晒色牢度；蓝色羊毛标样；氙灯加速测试；Florida 户外曝晒；ISO 105 B02

1 前言

针对纺织品日晒色牢度试验的实验室加速测试方法很多，如 ISO 105B02、AATCC TM16[2]、GB/T 8427[3]和 SAE J2412[4]等。不过实验室加速测试多少小时相当于户外曝晒多少天，或者说实验室加速测试合格的产品，在户外能保证使用多久。该问题一直是大家普遍关心的问题，也就是实验室加速测试与户外曝晒之间的相关性。本文将针对以上问题，开展实验室加速测试与户外曝晒对比试验，以找出两者之间的相关性。

2 试验

2.1 目的与方案

2.1.1 目的

通过开展实验室加速测试与户外曝晒对比试验研究纺织品日晒色牢度的相关性。

2.1.2 方案

对 4 种 SDC 蓝色羊毛标样和 23 种纺织样品，计划开展实验室氙灯加速测试 80 h，Florida 户外曝晒 21 d，找出两者之间的相关性。

2.2 方法

在实验室加速测试与户外曝晒对比试验中，实验室氙灯加速测试按照 ISO 105 B02 标准进行试验；户外曝晒选择在美国 Q-Lab 公司的 Florida 曝晒场。

2.3 试样

试验样品为 23 种纺织样品和 4 种 SDC 蓝色羊毛标样。这 23 种纺织样品分别为活性染料，分散染料，酸性染料和还原染料。这 4 种 SDC 蓝色羊毛标样分别是：蓝色羊毛标样 3，蓝色羊毛标样 4，蓝色羊毛标样 5 和蓝色羊毛标样 6，采购自英国 SDC 染料和染色协会。每种试验样品制备 2 个重复样，其中一个用于实验室氙灯加速测试，另一个用于户外曝晒。

2.4 仪器

试验仪器：Q-SUN 氙灯试验箱（美国 Q-Lab 公司）；

滤光器：Window IR 窗玻璃滤光器（美国 Q-Lab 公司）；

测色计：CM-5 分光测色计（柯尼卡美能达）。

2.5 试验条件

户外曝晒在美国 Q-Lab 公司的 Florida 曝晒场进行。Florida 曝晒场，属典型的亚热带气候条件。它位于北纬 25°27'，海拔高度 2.4 m。它的年辐射总量为 6 588 MJ/m²，年均降雨量为 1 400 mm，年均相对湿度为 80%，年平均气温为 24 °C，月平均最高气温为 28°C（7 月）。

具体曝晒条件见表 1：

表 1 Florida 户外曝晒

曝晒地点	Florida
曝晒角度	45° 朝南
曝晒方式	玻璃框下曝晒
曝晒时间 (d)	21
评估项目 (ΔE^*)	色差
评估周期 (d)	1、3、7、14、21

实验室氙灯加速测试按照 ISO105 B02 标准进行。ISO 105 B02 标准是纺织行业进行日晒色牢度试验广泛应用的测试条件，具体试验条件见表 2：

表 2 实验室氙灯加速测试

试验标准	ISO 105 B02
试验仪器	Q-SUN Xe-2 氙灯试验箱
滤光器	Window IR 窗玻璃滤光器
辐照度 (W/m ² @420nm)	1.10
黑标温度 (°C)	50
箱体空气温度 (°C)	44
相对湿度 (%)	50
试验时间 (h)	80
评估项目 (ΔE^*)	色差
评估周期 (h)	10、20、40、60、80

2.6 操作过程

将 4 种 SDC 蓝色羊毛标样（蓝色羊毛标样 3、蓝色羊毛标样 4、蓝色羊毛标样 5 及蓝色羊毛标样 6）和 23 种纺织样品分别按照表 1 和表 2 中的试验条件进行户外曝晒和实验室氙灯加速测试。

户外曝晒一共测试 21 d，分别按 1、3、7、14 和 21 d 对样品进行颜色测量。实验室氙灯加速测试一共测试 80 h，分别按 10、20、40、60 和 80 h 对样品进行颜色测量。

样品的颜色变化参照 ASTM D2244[5]，选用 CIE L*a*b*色空间，D65 光源，10°观察者，镜面反射包含条件进行测定。测色计的型号为柯尼卡美能达（KONICA MINOLTA）CM-5 分光测色计。

3 结果与讨论

3.1 Florida 户外曝晒试验结果

在户外曝晒中，随着曝晒时间增加，样品的颜色变化，即 ΔE^* 的值变大。4 种 SDC 蓝色羊毛标样和 23 种纺织样品的试验结果见图 1 和图 2。

从图 1 和图 2 发现, 曝晒 1 d 后, SDC 蓝色羊毛标样和纺织样品的颜色变化, 即 ΔE^* 的值较小, 随着曝晒时间增加, 样品的颜色变化在变大; 曝晒 21 d 后, 大部分样品的颜色变化的 ΔE^* 的值大于 10。

在 23 种纺织样品中, 有的样品日晒色牢度较好, 有的较差。图 3 显示了日晒色牢度分别为好、中、差的 3 种纺织样品的 Florida 户外曝晒结果。其中, 22# 的日晒色牢度较好, 4# 的日晒色牢度较差, 19# 的日晒色牢度居中。

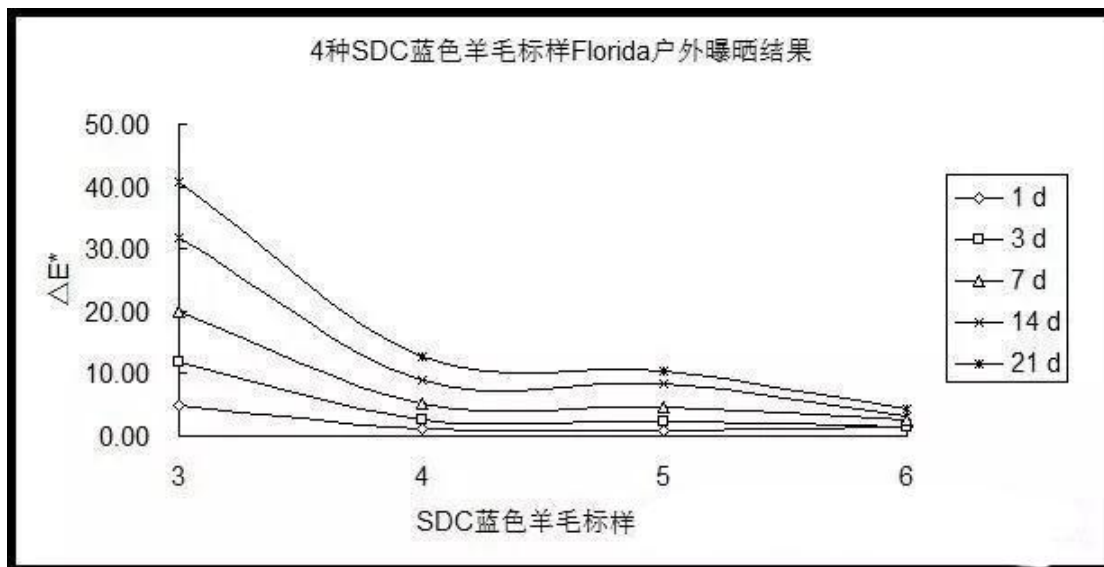


图 1 SDC 蓝色羊毛标样 Florida 户外曝晒结果

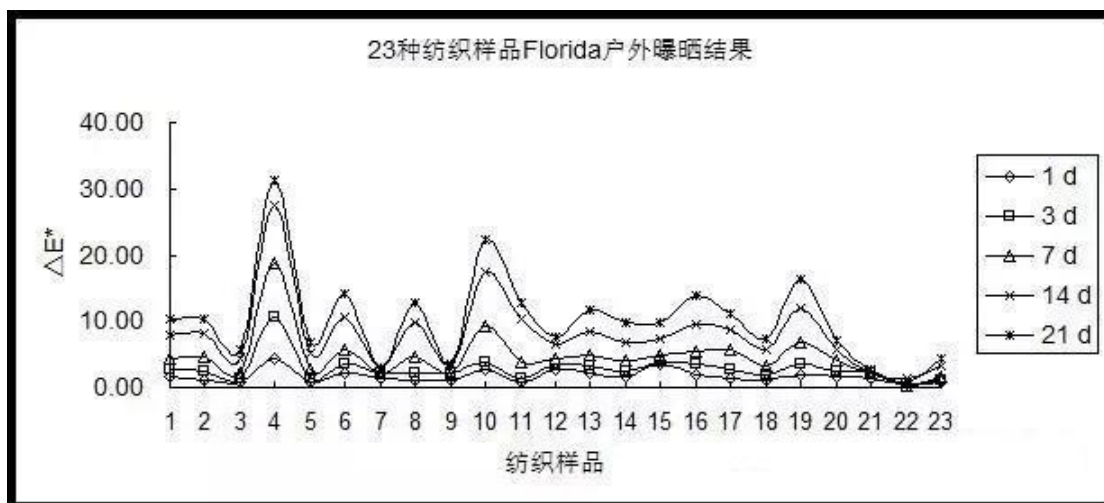


图 2 纺织样品 Florida 户外曝晒结果

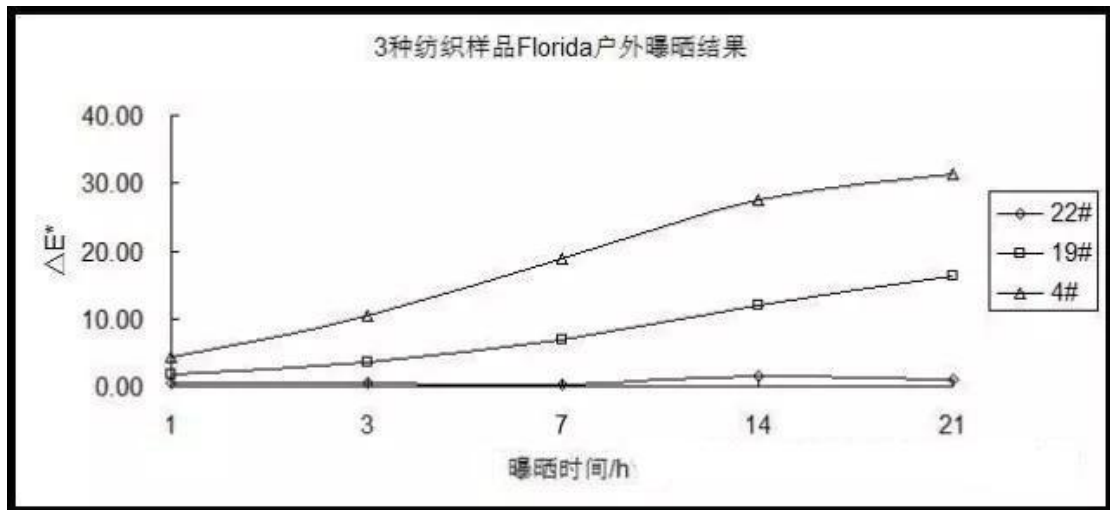


图 3 不同级别日晒色牢度纺织样品的 Florida 户外曝晒结果

3.2 实验室氙灯加速测试试验结果

在实验室氙灯加速测试中，随着试验时间增加，样品的颜色变化，即 ΔE^* 的值也在变大。4种SDC蓝色羊毛标样和23种纺织样品的试验结果见图4和图5。

从图4和图5发现，测试10h后，SDC蓝色羊毛标样和纺织样品的颜色变化，即 ΔE^* 的值较小，随着试验时间增加，样品的颜色变化在变大；测试80h后，大部分样品的颜色变化的 ΔE^* 的值大于5。

同Florida户外曝晒一样，图6显示了日晒色牢度分别为好、中、差的3种纺织样品的实验室氙灯加速测试试验结果。其中，22#的日晒色牢度较好，4#的日晒色牢度较差，19#的日晒色牢度居中。

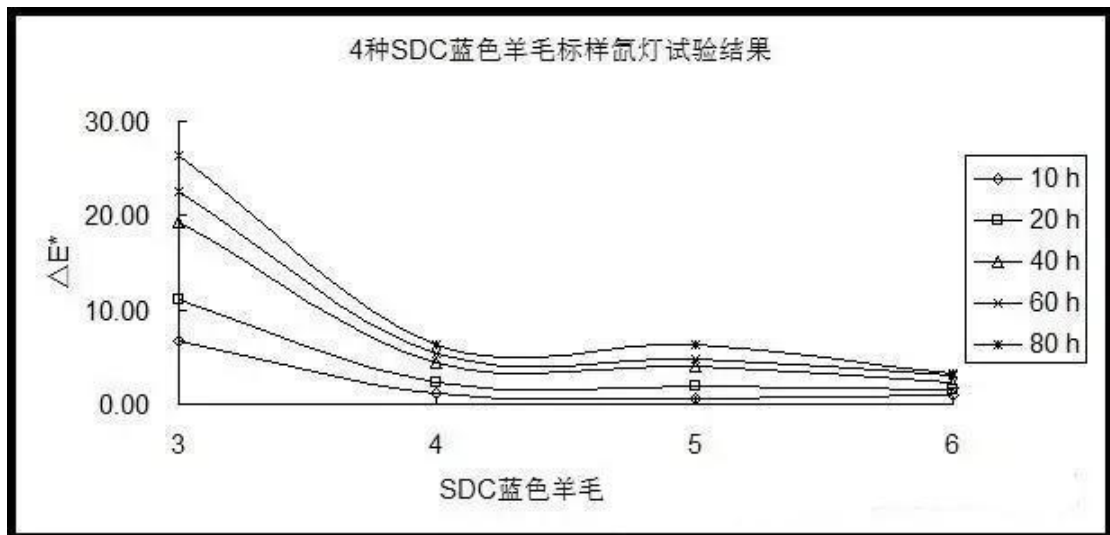


图 4 SDC 蓝色羊毛标样氙灯加速测试试验结果

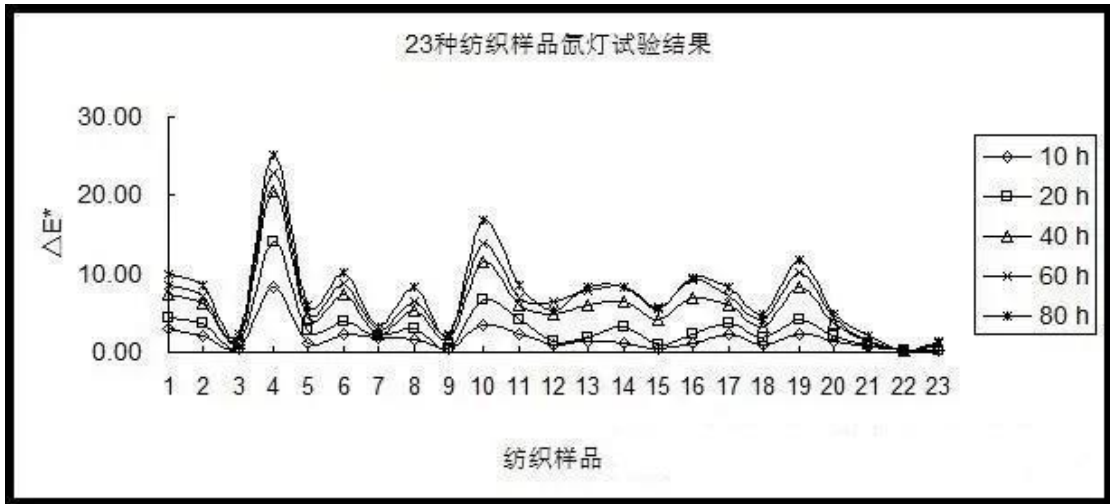


图 5 纺织样品氙灯加速测试试验结果

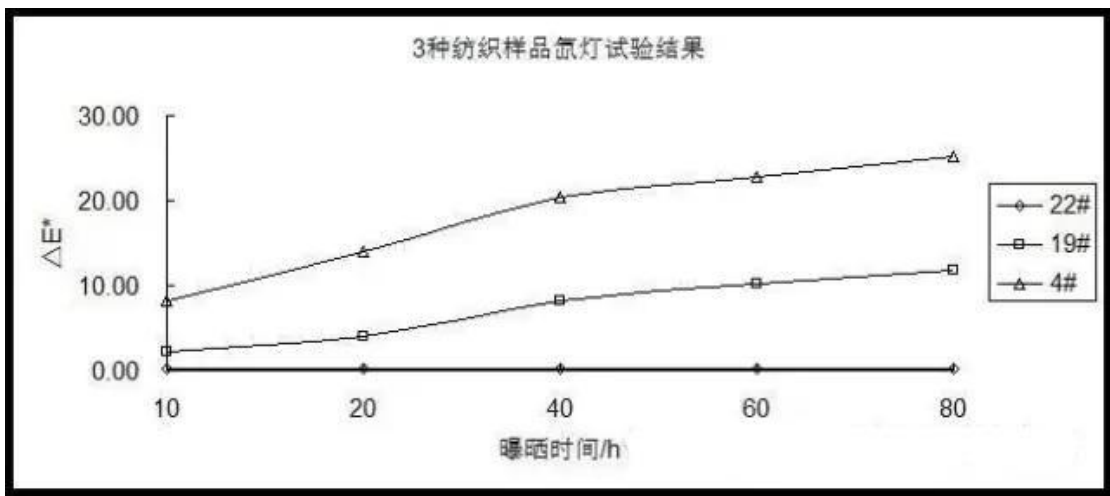


图 6 不同级别日晒色牢度纺织样品的氙灯加速测试试验结果

3.3 分析与讨论

以上部分分析了户外曝晒和实验室氙灯加速测试的试验结果，下面分析一下实验室氙灯加速测试与户外曝晒之间的相关性。相关性研究参考 ASTM G169[6]中的 spearman 排序方法，相关系数 r_s 指的是利用两种不同的测试方法对一组样品进行测试，所得实验结果之间的相关性。相关系数 r_s 的计算公式为： $r_s=1-6\sum di^2/[n(n^2-1)]$ ，其中 n 指的是样品的个数， di 指的是两列排序中每组排位之间的差值。

3.3.1 蓝色羊毛标样

对于户外曝晒试验数据和实验室氙灯加速测试试验数据，按照样品颜色变化 ΔE^* 的大小分别进行排序。4 种 SDC 蓝色羊毛标样的氙灯试验与户外曝晒之间的相关系数见表 3:

表 3 蓝色羊毛标样的氙灯试验与户外曝晒之间的相关系数

相关系数 rs	氙灯(20 h)	氙灯(40 h)	氙灯(60 h)	氙灯(80 h)
Florida - 3 d	1.00	1.00	1.00	0.95
Florida - 7 d	1.00	1.00	1.00	0.95
Florida - 14 d	1.00	1.00	1.00	0.95
Florida - 21 d	1.00	1.00	1.00	0.95

从表 3 发现，对于 4 种 SDC 蓝色羊毛标样，氙灯试验与户外曝晒之间的相关系数都非常好。下面的图 7 显示的是这 4 种 SDC 蓝色羊毛标样在 Florida 户外曝晒 7、14 d 和氙灯试验测试 80h 的结果。从图 7 可以发现，氙灯试验测试 80h 样品的颜色变化大概介于 Florida 户外曝晒 7 d 和 14 d 样品的颜色变化之间。所以得出结论，对于这 4 种 SDC 蓝色羊毛标样，氙灯试验测试 80 h 后的效果大概相当于 Florida 户外曝晒 10 d。

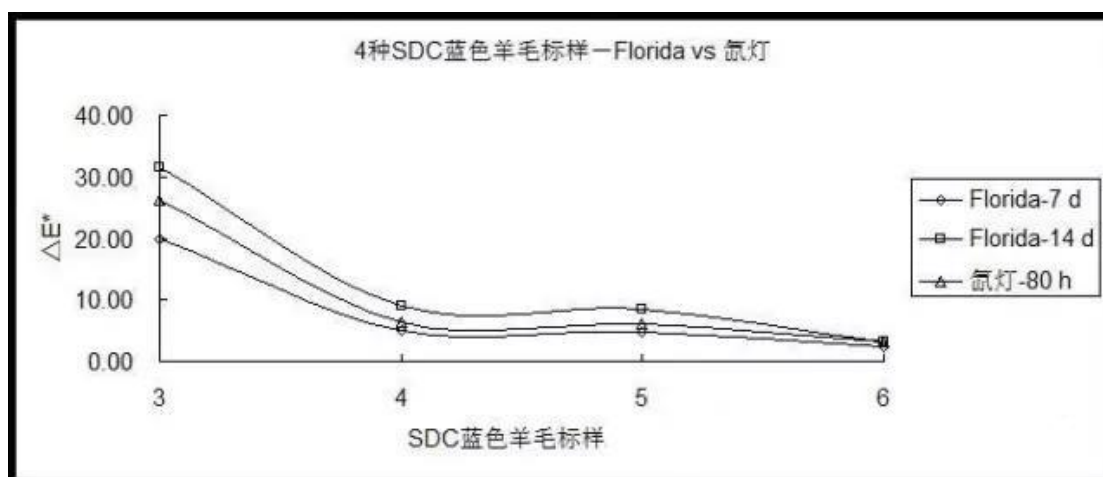


图 7 SDC 蓝色羊毛标样—氙灯试验 80h 大概相当于 Florida 曝晒 10 天

3.3.2 纺织样品

对于 23 种纺织样品，氙灯试验与户外曝晒之间的相关系数见表 4：

表 4 纺织样品的氙灯试验与户外曝晒之间的相关系数

相关系数 rs	氙灯—20h	氙灯—40h	氙灯—60h	氙灯—80h
Florida - 3 天	0.55	0.76	0.81	0.73
Florida - 7 天	0.76	0.88	0.91	0.89
Florida - 14 天	0.84	0.90	0.91	0.93
Florida - 21 天	0.82	0.91	0.92	0.94

从表 4 发现，对于 23 种纺织样品，氙灯试验与户外曝晒之间的相关系数也都很好。下面的图 8 显示的是这 23 种纺织样品在 Florida 户外曝晒 7、14、21 d 和氙灯试验测试 80h 的结果。从图 8 可以发现，氙灯试验测试 80h 样品的颜色变化几乎和 Florida 户外曝晒 14 d 天样品的颜色变化相同。所以得出结论，对于这 23 种纺织样品，氙灯试验测试 80h 大概相当于 Florida 户外曝晒 14 d。

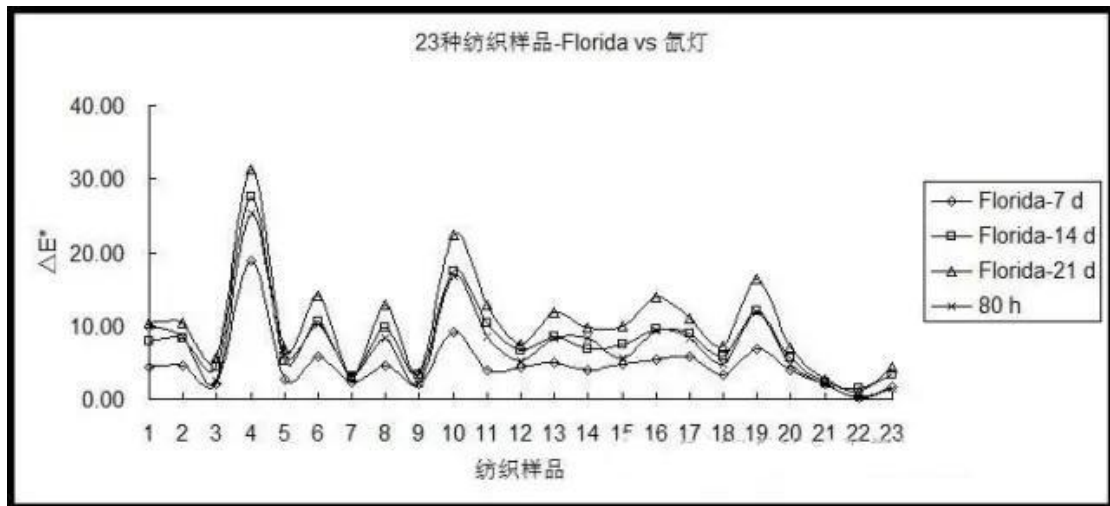


图 8 纺织样品—氙灯试验 80h 大概相当于 Florida 曝晒 14 d

4 结论

本文通过实验室氙灯加速测试与 Florida 户外曝晒对比试验，研究了 4 种 SDC 蓝色羊毛标样和 23 种纺织样品的日晒色牢度相关性。试验结果表明，实验室氙灯加速测试与 Florida 户外曝晒之间的相关性很好。4 种 SDC 蓝色羊毛标样的日晒色牢度，氙灯测试 80 h 后的效果大概相当于 Florida 户外曝晒 10 d 的；23 种纺织样品的日晒色牢度，氙灯测试 80 h 后的效果大概相当于 Florida 户外曝晒 14 d 的。

另外，值得注意的是，不同样品实验室氙灯加速测试与 Florida 户外曝晒之间的相关性不同。本文的相关性研究结果只针对进行对比试验的这些样品，其他材料或产品不能直接套用这些结果。如要了解其他材料或产品的日晒色牢度相关性，也应开展实验室加速测试和户外曝晒对比试验，而不能靠猜测。

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

