

# 一种用于感光变色面料测试表征装置的设计与开发

陈宏武<sup>1,2</sup>, 张帅帅<sup>1</sup>, 赵磊<sup>1,2</sup>, 张圣忠<sup>1,2</sup>

(1.盐城工业职业技术学院 纺织服装学院, 江苏 盐城 224005; 2.江苏省生态纺织工程技术研发中心, 江苏 盐城 224005)

**摘要:** 开发了一种用于感光变色面料的测试装置,包括测试光源、样品台、光谱筛选装置、感光器以及可将感光器获得的光信号转换为电信号的检测器等部分。该感光变色面料测试装置采用入射光和反射光对感光变色面料进行测试,稳定且精确,测试结果可直接用于对新型产业用感光变色面料进行表征,设备结构简单、易于操作、使用方便。

**关键词:** 测试仪器; 面料设计; 感光变色; 表征

中图分类号: TS101.9

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)10-0027-03

## Design and development of a test characterization device for photochromic fabrics

CHEN Hongwu<sup>1,2</sup>, ZHANG Shuaishuai<sup>1</sup>, ZHAO Lei<sup>1,2</sup>, ZHANG Shengzhong<sup>1,2</sup>

(1.Yancheng Institute of Industry Technology, College of Textile and Costume, Yancheng 224005, China)

(2.Jiangsu R&D Center of the Ecological Textile Engineering & Technology, Yancheng 224005, China)

**Abstract:** A kind of testing device for the new photosensitive color-changing fabric is developed, which includes a test light source, a sample platform, a spectrum screening device, a photoreceptor, and a detector capable of converting the obtained optical signal of the photoreceptor into an electrical signal. The newly developed photosensitive color-changing fabric test device tests the photosensitive color-changing fabric through incident light and reflected light. The test result is stable and accurate, and can be directly used to characterize the new industrial photosensitive color-changing fabric. The device structure is simple, easy to operate, practical and convenient.

**Key words:** testing apparatus; fabric design; photochromism; characterization

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.10.008

随着科技进步和生活水平的不断提高,人们对纺织品高档化、多元化、个性化的要求日益增强,对纺织品的功能性要求也越来越高。人们希望在满足穿着舒适性的同时,能更多地体现自己的个性与魅力,越来越多的消费者要求服装的颜色趋于多变化,这对由传统染整工艺加工而成的色彩纯正、鲜艳度始终如一且颜色不能改变的传统服装面料提出了很大的挑战,同时促进了感光变色纤维和织物的研究和发展。随着社会的高速发展,氟利昂等大量污染物对地球臭氧层造成了破坏,因此,可吸收或防紫外线面料被越来越多的消费者所重视。可吸收紫外线感光变色织物是指在太阳光或紫外光的照射下颜色会发生变化的织物,其颜色变化可逆,当光线消失后又会变回原来的颜色。感光变色织物近年来发展迅速,这既是现代科学技术不断进步的结果,也是织物设计方面的一个突破<sup>[1-2]</sup>。

目前表征颜色变化的手段仅仅是在模拟太阳光照的条件下通过人眼观察,并直观表述,用于全面表征感光变色面料在不同光源照射条件下所发出的具体颜色特征值的设备目前还没有。因此开发一种可全面表征感光变色面料在光照条件下所发出颜色特征的设备非常有必要,对从事相关研究的科研人员具有一定的参考价值<sup>[3-4]</sup>。

## 1 感光变色织物

感光变色织物通常依靠感光变色纤维织造或织物感光变色涂料印花后整理来实现。感光变色纤维织造是将光致变色化合物均匀地分散在涤纶、锦纶或丙纶等化学纤维的纺丝液中,依靠溶液纺丝、共混纺丝或复合纺丝技术来制取光致变色纤维,后经织造形成感光变色织物。感光变色涂料印花后整理是采用掺杂感光变色化合物粉末的色浆对普通面料进行涂料印花。感光变色织物适合制作 T 恤衫、裤子、游泳衣、休闲运动服、工作服、儿童服装、舞台演出服等休闲户外用纺织品和商用礼服,也可用于窗帘、墙布和玩具等的制作,还可用于军事伪装和防伪材料<sup>[5-6]</sup>。

## 2 感光变色面料测试装置

### 2.1 结构设计

感光变色面料的测试装置包括测试光源和位于测试光源输出光路上的样品台,在测试光源输出光路上

收稿日期: 2018-07-13

基金项目: 2015 年中国纺织工业联合会科技指导性项目(2015114); 2015 年江苏省高校品牌专业建设工程资助项目(PPZY2015C254); 2015 年江苏高校优秀科技创新团队计划资助项目[苏教科(2015)4号]; 2017 年江苏省高职院校教师专业带头人高端研修项目(2017TDFX005); 2017 年江苏高校“青蓝工程”资助项目[苏教师(2017)15号]; 2017 年江苏高校境外研修计划资助项目

作者简介: 陈宏武(1970-),男,教授,主要从事纺织新技术及纺织专业高职教育的研究。

通信作者: 赵磊。E-mail: zhaolei7365@163.com。

还设置有位于测试光源和样品台之间的光谱筛选装置,在光谱筛选装置与样品台之间设置有感光器,在感光器上连接有可将感光器的光信号转换为电信号的检测器,样品台连接在调节支架上,并在调节支架的作用下倾斜使测试光源的测试光经样品台反射后进入感光器。光谱筛选装置包括滤光片、激发单色器或第一单色器和发射单色器,滤光片、激发单色器或第一单色器和发射单色器依次设置在测试光源的输出光路上。感光器为空心球体的积分球,检测器为光电管或光电倍增管,测试光源为高压脉冲氙灯或卤钨灯,调节支架为伸缩支架。

## 2.2 测试原理

感光变色面料测试装置的测试光源为可选择光源。如高压脉冲氙灯,能发射出强度较大的连续光谱,光谱范围在 260~750 nm,色温可控制在 6 300 K 左右;或者卤钨灯,光谱可调范围在 350~2 500 nm,色温可控制在 3 200 K 左右。这两种光源在照射时都必须添加滤光片,过滤掉其他光谱范围内的光源,使得照射光源与日常太阳光接近或者与 D65 光源接近;置于光源和样品室之间的为激发单色器或第一单色器,可按照要求筛选出测试所需的激发光谱;置于样品室和激发单色器之间的为发射单色器,用于在激光光谱中筛选出测试所需的发射光谱;样品室为固体样品架,用于放置片状面料及固定测试面料,测量时,务必保证光源与检测器成锐角;积分球是用金属材质做成的空心球体,球体直径在 50~250 mm,内壁用硫酸钡材料进行刷白,在测试过程中,对光源的光线进行多次反射,光线的多次漫反射可使得球体通体明亮,球体内的光强相等;采用光电管或光电倍增管作检测器,可将发出的光信号放大并转为电信号。

由测试装置最终得到的电信号,即可对应得到表征感光变色面料的发光特征,并通过  $K/S$  值(感光变色面料经光源照射后产生的颜色给人的直观深度,值越大表示变色的颜色越深)、 $L^*$ (感光变色面料经光源照射后产生的颜色的亮度,值越大表示颜色越亮,负值为黑色)、 $a^*$ (感光变色面料经光源照射后产生的红绿颜色特征,正数表示颜色偏红,负数表示颜色偏绿)、 $b^*$ (感光变色面料经光源照射后产生的黄蓝颜色特征,正数表示颜色偏黄,负数表示颜色偏蓝)、 $c^*$ (感光变色面料经光源照射后产生的色彩的饱和度)、 $h$ (感光变色面料经光源照射后产生的颜色的色调)共 6 个

指标来评价发光颜色。

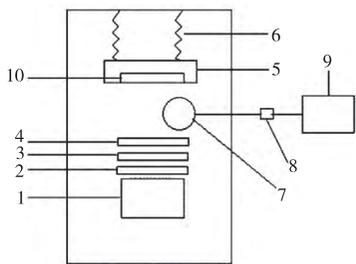
电信号与感光变色面料的发光特征之间的对应关系为感光面料变色基础数据。建立感光面料变色基础数据的方法是:首先将使用的各类感光变色纤维或不同的感光变色涂料按不同变色深度由浅至深分数档制备,制备出几套基础数据变色样,其覆盖范围略超过该单色变色面料的最大可能使用的深度。建库时输入变色颜色数据前,必须首先测量空白织物和单色变色各档浓度色样在可见光谱范围内的反射光信号值,并输入颜色名称。反射光信号值是经积分球处理得到的数据,即反射光进入积分球的输入孔之后,光线便会在积分球内均匀反射及散射,并在积分球面上出现均匀的光强分布,最终反射光从积分球输出孔输出。输出的反射光遇到检测器后,直接转换成变色的  $K/S$ 、 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、 $c^*$ 、 $h$  等 6 个指标,并自动储存到计算机。因此,测量的精度直接影响配色结果,应严格按照测色技术要求进行测量,同时按照程序要求逐个输入单个变色样的信息,例如编号、名称等,这样就建成了一个各变色单指标的基础数据库。

光源置于整个装置的最下方,有两种光源可供选择,通过光源旋转按钮控制光源。旋转按钮设有 4 个控制单元(开、关、光源 1、光源 2),光源的照射面积为圆形,直径为 2~4 cm。滤光片位于光源的上方,相隔 1.5~2 cm,滤光片的过滤面积比光源照射面积略大一些,这样可以充分保证光源全部被过滤。光源的组成与太阳光基本接近。激发单色器位于发射单色器和滤光镜之间,其工作面积与滤光片保持一致,与滤光镜和发射单色器的间隔均为 2~2.5 cm,通过控制开关按钮根据检测要求筛选出一定范围内的光谱。发射单色器置于激发单色器之上、样品室之下,同样可以通过按钮根据检测要求筛选出一定范围内的光谱照射于被检面料上。样品台置于发射单色器之上,样品台中间有一个圆形凹槽,其直径约为 4 cm,检测时被测样品置于其中,并通过圆环薄片置于被检测样品上,圆环内孔的面积就是被检面料的测试面积,圆环的内孔直径约为 2.5 cm。样品台的两端各与一个伸缩支架相连,通过控制伸缩支架可精确控制入射光与被检面料之间的入射角度。在圆形凹槽的正上方设有一个积分球,在检测过程中,面料感光变色后将光线反射于其表面,又因积分球的球体透明,且表面有若干孔洞,在球体内的多次反射使得光强相等。积分球与检测器相连,检测器

是一种转换器,可将感光变色面料所产生的颜色光信号转化为电信号直接传输电脑,电脑根据变色基础数据库快速表征出变色特征指标。

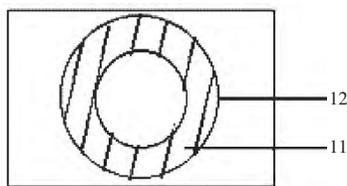
### 2.3 实施方案

感光变色面料测试表征装置的结构示意图见图1。抽屉式试样架的俯视图见图2。



1-光源;2-滤光片;3-激发单色器;4-发射单色器;5-样品台;6-伸缩支架;7-积分球;8-检测器;9-处理系统;10-抽屉式试样架

图1 感光变色面料测试表征装置的结构示意图



11-圆形凹槽;12-固定圆环

图2 抽屉式试样架的俯视图

在测试之前应先打开感光变色面料测试装置的电源开关和光源开关,预热3~5 min,并开启电脑实现测试表征装置与数据测试软件连接。预热完成之后,如图1、2所示,首先拉开抽屉式试样架10,将固定圆环12取下,将测试试样裁剪为直径5 cm左右的圆形试样,并将试样放入圆形凹槽11,固定圆环12放置于试样上用于固定试样,并将抽屉式试样架10送入测试装置内。继续旋转电源开关按钮可选定光源种类,打开光源1,光源1经过滤光片2滤光后,穿过激发单色器3,筛选出特定的激发光谱,激发光谱再次穿过发射单色器4,从而筛选出入射到待测样品的照射光谱。

入射光谱直接照射到样品台5上的检测布样,可通过调节伸缩支架6两边的支架高度,进而控制样品台5的倾斜角度,以满足不同角度入射光的测试。当光线入射到测试样品表面后,由于入射光不是直角,因此反射光将不沿着原来的路径反射出去,而是直接反射到积分球7上,经过积分球7的处理之后,被测试的反射光颜色均匀稳定。积分球7通过检测器8立即传输给处理系统9,处理系统9通过电脑处理即通过变色基础数据库得出感光变色面料光照变色后反光色深值K/S、反光亮度值 $L^*$ 、反光红绿特征值 $a^*$ 、反光黄蓝特征值 $b^*$ 、反光颜色饱和度值 $c^*$ 以及反光颜色色调值 $h$ 。

### 3 结语

本文设计开发的感光变色面料检测装置可用于对各种感光变色面料光照后的变色值进行精确的测试与表征,且本装置具有设备结构简单,易于操作,使用方便,针对性较强的特点,可为广大从事产业用感光变色面料的研发人员提供参考。



#### 参考文献:

- [1] 戴淑娟,白刚,KEELY D C.超疏水感光变色涤纶织物的制备及其性能研究[J].上海纺织科技,2015,43(9):36-38.
- [2] 马倩,王可,王曙东,等.感光变色防紫外面料的开发[J].上海纺织科技,2016,44(9):8-10.
- [3] WANG Z.Solvothermal synthesis of a new photochromic azo polymer and its self-assembly behavior[J].Journal of Macromolecular Science:Pure & Applied Chemistry,2010,47(11):1142-1148.
- [4] 杨文芳,梁庆忠,路硕,等.智能变色纺织材料[J].印染,2014(19):10-12.
- [5] 苏启来,杜文琴.光致变色织物研究进展[J].纺织导报,2011(1):71-72.
- [6] ZAHRA M S,AKBAR K,SHADPOUR M.Improvement in hydrophobicity of polyester fabric finished with fluorochemicals via aminolysis and comparing with nano-silica particles[J].Colloid Polymer Science,2011(289):1035-1044.

(上接第5页)

- [47] 许耘,邓洁.静电纺丝纳米纤维在医用敷料的应用及风险评估[J].中国药物警戒,2014,11(9):564-566.
- [48] JIN G R,PRABHAKARAN M P,KAI D,et al.Controlled release of multiple epidermal induction factors through core-shell nanofibers for skin regeneration[J].Eur J Pharm Biopharm,2013,85(3):689-698.

- [49] JI Y,GHOSH K,SHU X Z,et al.Electrospun three-dimensional hyaluronic acid nanofibrous scaffolds[J].Biomaterials,2006,27(20):3782-3792.
- [50] SHENG X Y,FAN L P,MO X M,et al.Electrospun silk fibroin composite nanofibrous mats loaded with vitamin A and E[J].J Control Release,2013,172(1):35-36.

保护环境 利国利民