

# 天然彩色棉纤维紫外—可见漫反射光谱特性初探

于剑锋<sup>1</sup>, 张 健<sup>1</sup>, 赵 栋<sup>2</sup>, 胡雪峰<sup>1</sup>, 章琪超<sup>1</sup>, 虞鹤群<sup>1</sup>, 唐志荣<sup>1</sup>

(1. 浙江理工大学材料与纺织学院, 杭州 310018; 2. 浙江出入境检验检疫局丝类检测中心, 杭州 310012)

**摘 要:**天然彩色棉含有的天然色素赋予了该种纤维特有光谱学特性。本研究通过对天然彩色棉及染色棉进行光谱分析,发现用紫外—可见漫反射光谱能有效鉴别天然彩色棉纤维与其颜色基本一致的染色棉,其反射光谱存在明显的区别。另外,各地天然彩色棉的紫外—可见漫反射光谱曲线趋势基本一致,但由于颜色差异,反射率也存在一定差异。因此,紫外—可见漫反射光谱检测为鉴别天然彩色棉纤维提供了一种新的方法。

**关键词:**天然彩色棉;紫外—可见漫反射光谱;特性;鉴别

**中图分类号:**TS102.211 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-265X(2013)05-0017-04

## Characteristics of UV-visible Diffuse Reflectance Spectrum of Naturally Colored Cotton Fiber

YU Jianfeng<sup>1</sup>, ZHANG Jian<sup>1</sup>, ZHAO Dong<sup>2</sup>, HU Xuefeng<sup>1</sup>,  
ZHANG Qichao<sup>1</sup>, YU Hequn<sup>1</sup>, TANG Zhirong<sup>1</sup>

(1. School of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-tech University, Hangzhou 310018, China;

2. Silk Inspection Center, Zhejiang Entry-exit Inspection & Quarantine Bureau, Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** The natural pigment contained in naturally colored cotton endows some specific spectroscopy characteristics for this kind of fibers. Based on the spectral analysis of naturally colored cotton and dyed cotton, it was found that naturally colored cotton fiber and dyed cotton with basically consistent color could be effectively distinguished by UV-visible diffuse reflectance spectrum (UV-Vis DRS), and that the reflection spectrum had significant differences. Besides, the curvilinear trend of UV-Vis DRS of naturally colored cotton in each place was basically consistent. But due to the differences in the color, the reflectivity also had certain differences. Thus, UV-Vis DRS detection provides a new method for the identification of naturally colored cotton fiber.

**Key words:** naturally colored cotton; UV-visible diffuse reflection spectrum; characteristic; identify

天然彩色棉是一种本身具有自然颜色的棉花品种,是 21 世纪人类追求环保、健康的新型纺织原料之一<sup>[1]</sup>。色彩是在棉纤维发育并日臻成熟的过程中,色素(发色基团)沉积在棉纤维中腔,或色素以多种方式与棉纤维相结合,或由上述两种因素共同作用的结果<sup>[2-3]</sup>。由于该种纤维中具有天然色素<sup>[4]</sup>,这些色素类物质赋予了该种纤维不同于其它类纤维的光谱学特性。由于天然彩色棉纤维偏短,可纺性能较差,目前,市场上的彩色棉产品,多数为混纺产品,

市场上甚至还存在用染色棉来假冒彩色棉的现象,因此快速检测天然彩色棉产品的真伪十分必要。目前,关于天然彩棉与染色棉纤维的鉴别方法已有一些报道<sup>[5-10]</sup>,它们利用化学方法或光谱技术对天然彩色棉进行鉴别,但用紫外—可见漫反射光谱分析天然彩色棉特性并鉴定天然彩色棉未见报道。本文通过对天然彩色棉及染色棉进行光谱分析,发现用紫外—可见漫反射光谱可区分天然彩色棉纤维,这为鉴别天然彩色棉纤维提供了一种新的方法。

## 1 实验材料及方法

### 1.1 实验材料

各地天然彩色棉(深棕色、浅棕色、绿色),由浙江省农业科学院作物研究所、中国农业科学院棉花研究所、新疆天然彩色棉花研究所提供;普通白棉、染色棉织物由浙江理工大学染整实验室提供。

收稿日期:2013-05-08

基金项目:国家质检总局科研计划项目(2012IK128);大学生新苗人才项目(2012R406041)

作者简介:于剑锋(1989-),男,浙江嘉兴人,本科生,09 材料科学与工程专业。

通信作者:唐志荣,E-mail: tzt@zstu.edu.cn

## 1.2 实验仪器

SupNIR2700 近红外分析仪(聚光科技股份有限公司), Nicolet 5700 傅里叶红外光谱仪和 ATR (OMNIC 采样器)附件(美国 Thermo Nicolet 公司), Almega XR 激光拉曼光谱仪(美国 Thermo Nicolet 公司), TU-1950-双光束紫外可见分光光度计带积分球附件(北京普析通用仪器有限公司)。

## 1.3 实验方法

取各种纤维或织物样品适量,整理后直接装入各种光谱设备的样品架中进行光谱测定。近红外光谱扫描波长:1 000~1 800nm,分辨率为 3.5nm,探头视场角为 20°。FTIR-ATR 光谱测定中样品需完全覆盖 ZnSe 晶体,入射角为 45°。光谱扫描范围:4 000~600 $\text{cm}^{-1}$ ,分辨率 4 $\text{cm}^{-1}$ ,扫描次数:32 次。拉曼光谱扫描范围:3 750~250 $\text{cm}^{-1}$ ,激光器为 Nd:YVO<sub>4</sub>,波长 1 064nm。扫描次数 22,分辨率:4 $\text{cm}^{-1}$ 。紫外-可见光谱扫描波长 230~750nm,采用 Savitzky-Golay 平滑法对原始光谱数据进行预处理。每种样品测试 3 次,取平均值。

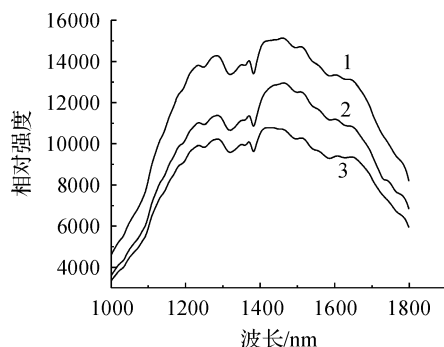
## 2 结果与分析

### 2.1 天然彩色棉纤维的不同光谱图分析

图 1~图 4 分别是普通白棉、天然绿色棉和天然棕色棉的近红外光谱图、FTIR-ATR 光谱图、拉曼光谱图和紫外-可见漫反射光谱图。通过 4 个图中 3 种棉的图谱比较,可见 3 种棉的紫外-可见漫反射光谱图有较大区别,而其它 3 种光谱图差异不大。

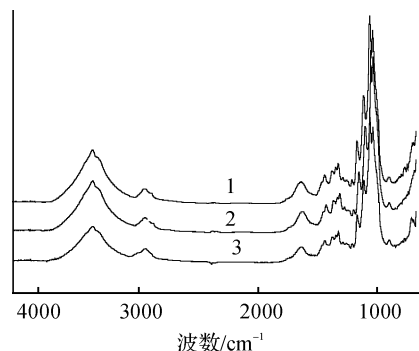
### 2.2 天然彩色棉与染色棉的紫外-可见漫反射光谱分析

对同种天然彩色棉的不同形态(织物和纤维)在相同条件下进行紫外-可见漫反射光谱测定,发现天然彩色棉平纹织物与纤维的光谱图峰型形状完全相同,因此在标准色卡中找出与天然彩色棉(棕色和绿



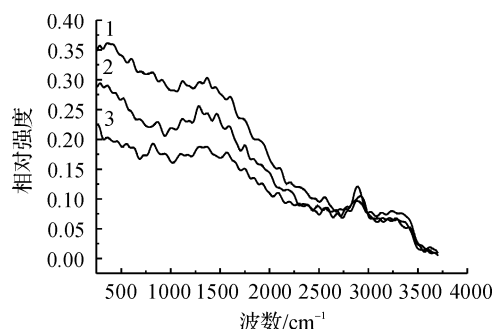
1. 白棉, 2. 绿色棉, 3. 棕色棉

图 1 3 种天然棉纤维的近红外光谱图



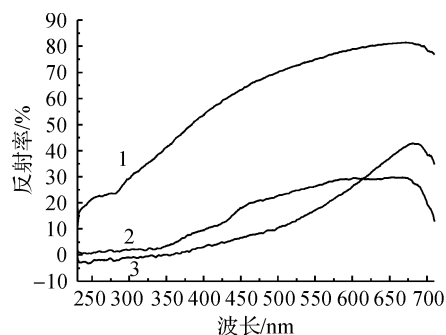
1. 白棉, 2. 绿色棉, 3. 棕色棉

图 2 3 种天然棉纤维的 FTIR-ATR 光谱图



1. 白棉, 2. 绿色棉, 3. 棕色棉

图 3 3 种天然棉纤维的拉曼光谱图



1. 白棉, 2. 绿色棉, 3. 棕色棉

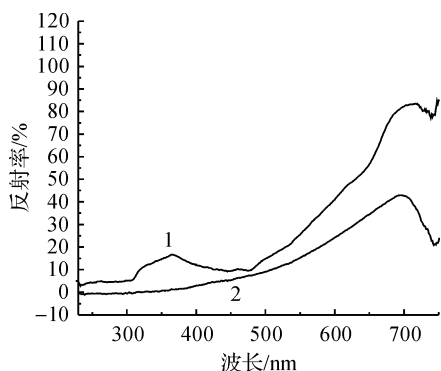
图 4 3 种天然棉纤维的紫外-可见漫反射光谱图

色棉)颜色十分接近的织物样品(平纹)进行紫外-可见漫反射光谱测定,并与天然彩色棉纤维进行比较。

天然棕色棉纤维的紫外图谱与颜色接近的染色棕棉织物的紫外图谱如图 5 所示。可见,两种样品的图谱有明显不同,在 360nm 的紫外区,染色棕棉织物明显多了一个反射峰。因此,用紫外-可见漫反射光谱可区分天然棕色棉与染色棕色棉。

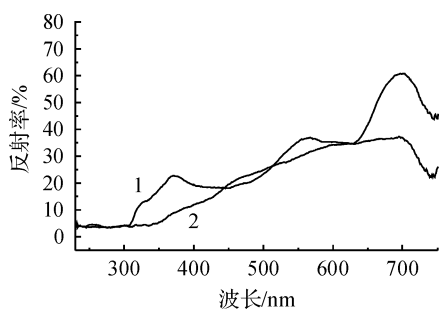
天然绿色棉纤维的紫外图谱与颜色接近的染色绿棉织物的紫外图谱如图 6 所示。绿色棉纤维与染色织物对比可发现,染色织物在 370、560、700nm 这 3 出地方都有反射峰,而天然绿色棉图谱相对较平滑,只是在 700nm 附近出现一个反射峰,可见用紫

外一可见漫反射光谱也可区别天然绿色棉与染色绿棉织物。



1. 棕 TC6074 染色棉, 2. 天然棕棉纤维

图5 天然棕色棉纤维与颜色接近的染色棕棉织物的紫外一可见漫反射光谱图



1. 绿 TC6201 染色棉, 2. 天然绿棉纤维

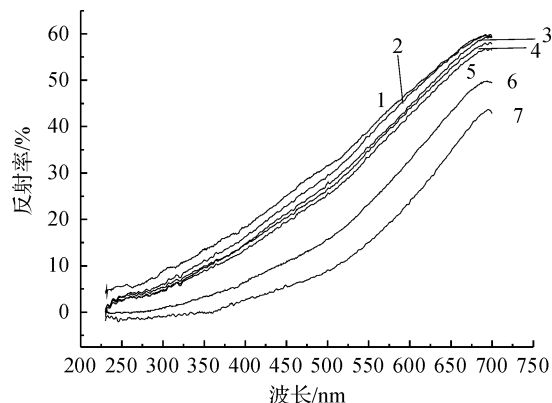
图6 天然绿色棉纤维与颜色接近的染色绿棉织物的紫外一可见漫反射光谱图

棉纤维染色中理论上可用不同种类的染料染出与天然彩色棉颜色相同的纤维,但所用染料的分子结构不同于天然彩色棉色素,推断所染出的棉纤维的紫外一可见漫反射光谱应该与天然彩色棉纤维不同,其具体差异还需进一步研究。

### 2.3 各地天然彩色棉的紫外一可见漫反射光谱图分析

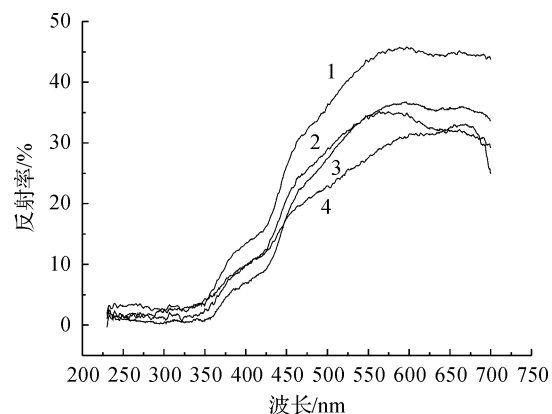
不同品种的天然棕色棉的紫外一可见漫反射光谱图如图7所示,由图7可知,各地天然棕色棉的紫外一可见漫反射光谱图的峰形十分相似,只是反射率的大小有所差异。新疆棕1194、新疆博彩16号、新疆彩棉17号、新疆石大彩棉、中科院浅棕棉这5种不同品种天然棕色棉的紫外一可见漫反射光谱曲线十分相近,但与浙江省农业科学院提供的棕色棉和中科院提供的天然深棕色棉曲线相差很大,这些差异是因为各地的天然棕色棉的颜色深浅差异有关。不同品种的天然绿色棉的紫外一可见漫反射光谱图如图8所示。图8可见,4种天然绿色棉的紫外一可见漫反射图谱虽然有一定的差异,但整体走

势接近。在350nm左右反射率有一个明显的上升,而到580nm左右又趋于平稳。可见,各地彩色棉的紫外一可见漫反射光谱图形状基本相同,由于颜色深浅的差异,其反射率有所差异。



1. 中科院浅棕棉, 2. 新疆棕1194, 3. 新疆博彩16号, 4. 新疆彩棉17号, 5. 新疆石大彩棉, 6. 中科院深棕棉, 7. 浙农科院棕棉

图7 不同品种的天然棕色棉的紫外一可见漫反射光谱图



1. 新疆彩棉16号, 2. 中科院绿棉, 3. 新疆金墨绿, 4. 浙农科院绿棉

图8 不同品种的天然绿色棉的紫外一可见漫反射光谱图

### 3 结论

a) 通过不同棉纤维的近红外光谱图、FTIR-ATR光谱图、拉曼光谱图和紫外一可见漫反射光谱图的比较发现,紫外一可见漫反射光谱图能明显区分白棉、棕色棉、绿色棉3种天然棉纤维。

b) 天然彩色棉的紫外图谱与颜色接近的染色棉紫外图谱有着明显的区别,用紫外一可见漫反射光谱法可鉴别天然彩色棉与染色棉。

c) 各地天然彩色棉的漫反射光谱图在形状大致相同,但各地的彩色棉在反射率上有一定差异,这与各地彩棉的颜色深浅不同有关。

## 参考文献:

- [1] 张 镁, 胡伯陶, 赵向前. 天然彩色棉的基础和应用 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2005: 2-8.
- [2] Parmar M S, Giri C C. Spectral characterization and thermal study of naturally coloured cotton[J]. Colourage, 2001, 49(9): 21-26.
- [3] Ishtiaque S M, Parmar M S, Chakraborty M. To study the structural behaviour of natural coloured cotton and its interaction with different chemicals[J]. Colourage, 2000, 49(9): 15-24.
- [4] 赵向前, 王学德. 天然彩色棉纤维色素成分的研究[J]. 作物学报, 2005, 31(4): 456-462.
- [5] 杨小明. 彩棉纤维定性鉴别方法的探讨[J]. 天津纺织科技, 2011(4): 62-64.
- [6] 赵秀苇, 孙卫国, 陈 莉, 等. 天然绿棉与染色棉混纺纱中彩棉定性分析研究[J]. 陕西纺织, 2009(1): 5-7.
- [7] 洪 华, 徐鑫华, 吴 浩. 天然彩色棉纤维与染色棉纤维鉴别方法的研究[J]. 检验检疫科学, 2007, 17(1/2): 23-28.
- [8] 刘 芳, 张坤宝, 顾莉琴, 等. 天然彩色棉与染色棉鉴别方法[J]. 东华大学学报: 自然科学版, 2008, 34(5): 540-544.
- [9] 孔丽萍, 霍金花. 彩棉与白棉混纺产品中纤维含量定性定量分析研究[J]. 中国纤检, 2006(5): 11-15.
- [10] 陈 莉, 孙卫国, 刘玉森. 绿棉/棉混纺纱中绿棉定性鉴别与混纺比测定[J]. 西安工程大学学报, 2008, 22(6): 696-699.

(责任编辑: 许惠儿)