

变异山羊绒染色性能研究

邵 辉, 邢建伟*, 师文钊

(西安工程大学 纺织与材料学院, 陕西 西安 710048)

摘 要:采用毛用活性染料对变异山羊绒进行染色,研究了染色时正常绒纤维与两型毛的染色动力学,测试了其染色效果及染后纤维表面形态。结果表明绒纤维的平衡吸附量和染色速率常数均高于两型毛,达到吸附平衡的时间比两型毛短。通过显微镜看到染料在两型毛纤维的较直端仍有一定程度的上染,使得两型毛与绒纤维之间的染色差异减小。通过原子力显微镜测试可知绒纤维与两型毛的表面形态的不同,可定量得出两者的差异。

关键词:山羊绒纤维;两型毛;染色动力学;原子力显微镜

中图分类号:TS190.6

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2014)01-0017-04

近年来由于遗传原因、气候变化和饲养方式等因素的影响,山羊绒纤维中产生一些变异纤维,根据原绒中纤维形态的差异,分为绒纤维、二细纤维、两型毛及粗毛。两型毛是一类介于羊绒纤维及粗毛之间的过渡态纤维^[1],由于两型纤维中髓腔部分的化学组成与正常的绒纤维化学结构存在差异,容易在后续染色和成衣制作过程中造成染色不均匀或不良的化学效果,严重影响产品外观,限制了产品的高档性^[2-3]。两型毛导致纤维平均直径变化,造成山羊绒品质及最终织物质量下降^[4],导致我国山羊绒品质问题备受各方关注,迫切需要解决其染色难、上色不易等一系列染色问题。

采用助剂 WQ-G、WPN 对变异山羊绒纤维染色,分析绒纤维和两型毛的染色动力学差异,对两种纤维的染色效果进行对比,并用原子力显微镜对其表面进行了测试。

1 实验部分

1.1 材料及仪器

材料:白绒(中银绒业股份有限公司提供),Lanasol-Navy-CE(亨斯迈)。

试剂:助剂 WQ-G 和助剂 WPN(自制),甲酸和氨水(分析纯,西安市化学试剂厂)。

仪器:YG-001 型电子单纤维强力测试仪(南通宏大仪器有限公司),SP-8CA 型三目生物显微镜(上海光学仪器六厂),HD500 型水浴振荡器(南通宏大实验仪器有限公司),HJ-4 多头磁力加热搅拌器(郑州南北仪

器设备有限公司),UV-1800PC 型紫外可见分光光度计(上海美普达仪器有限公司),PHBJ-260 便携式 pH 计(上海雷磁仪器厂),电子天平(上海精密科学仪器有限公司)。

1.2 染色工艺

染色工艺流程如图 1 所示,工艺配方如表 1 所示。染料为 Lanazol 藏青 CE,浴比 30:1。

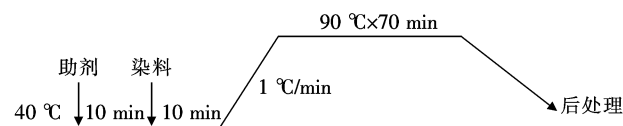


图 1 染色工艺曲线

表 1 工艺配方

助剂名称	甲 酸	WQ-G	WPN
用量/(% (owf))	1.5	2.0	3.0

1.3 后处理工艺

氨水中和 80 °C × 25 min(氨水调 pH 值 8.5 左右) → 水洗 70 °C × 15 min(2 次) → 酸中和 40 °C × 10 min(HAc 调 pH 值 5 左右) → 烘干。

1.4 性能测试

1.4.1 染色动力学参数^[5]

按照新工艺染色助剂配方,测试绒纤维及两型毛的染色动力学参数,染料用量 2.0%(owf),纤维质量为 0.2 g,浴比为 800:1,验证时间分别为 2、5、10、15、20、25、30、35、40、50、60、70、80、100、120、140、160、180、200、240 min。

按上述工艺配制好染浴(pH 值为 4.5),加热到 80 °C,放入已称量好的纤维,搅拌使其充分润湿,开始计时,根据参数要求的时间吸取染液测定吸光度,计算上染百分率,并绘制上染速率曲线。

收稿日期:2013-11-05;修回日期:2013-11-26

作者简介:邵 辉(1987-),女,陕西咸阳人,在读硕士研究生,主要研究方向为山羊绒纤维染色,E-mail:406033240@qq.com。

* 通讯作者:邢建伟(1954-),男,教授,纺织与材料学院院长。

1.4.2 染色效果

在三目生物显微镜下放大 400 倍分别观察染色后的单根绒纤维与两型毛染色样品,并用数码相机对染色样品拍照,对比观察不同纤维的染色差异。数码相机的曝光时间为 1/400 s。

1.4.3 原子力显微镜

美国 DI 公司 NanoScope IIIa multimod 原子力显微镜,成像模式为 Tapping(轻敲模式),针尖为 DI 公司配备的单晶硅针尖,同时记录高度像和相位像,图像没有进行滤波等处理。每幅照片的粗糙度分析用 NanoScope III(Ver 4.42r8 Veece)软件完成,提取均方根粗糙度(RMS roughness Rq)参数^[6-7],扫描范围 2~10 μm,对比观察不同纤维表面微小区域的相貌图及相位图。

1.4.4 单纤维强力测试

分别取两型毛与绒纤维样品测试单纤维断裂强力,每个样品测试 50 根,重复测试 3 次后求其平均值,即为该样品的单纤维强力值。

2 结果与讨论

2.1 染色动力学参数

染色测试温度为 80 ℃,时间为 240 min,选用 Lanasol 藏青 CE 染料分别对绒纤维及两型毛进行染色动力学试验,并绘制上染速率图,结果如图 2 所示,其中 C_t 表示 t 时刻纤维上染料含量。利用威克斯塔夫的双曲线吸附方程求得染色动力学参数,结果如表 2 所示, $t/C_t \sim f(t)$ 的关系曲线如图 3 所示。

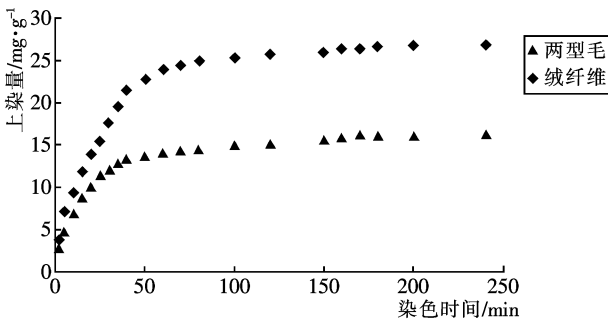


图 2 Lanasol 藏青 CE 染料上染速率

由图 2 可看出,Lanasol 藏青 CE 染料在绒纤维的上染速率明显比两型毛的高,绒纤维及两型毛上的染料量随着时间的增加而增加,染色时间到达 150 min 以后,增量趋于平缓。由于在染色初期,染料分子先是大量吸附在纤维表面,随着时间的延长,逐步向纤维内部扩散,完成扩散、固着过程。由于两型毛纤维形态及

组织结构特殊性,染料在两型毛纤维上的上染量较绒纤维低。

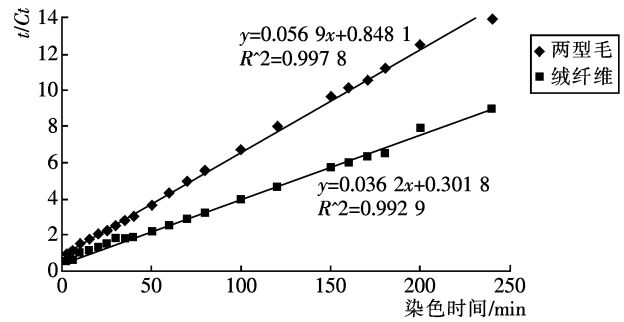


图 3 t/C_t 与染色时间 t 的关系曲线

表 2 Lanasol 藏青 CE 染色动力学参数

	平衡吸附量 C_{∞} /mg · g ⁻¹	染色速率常数 k /10 ⁻³	半染时间 $t_{1/2}$ /min
两型毛	17.574 7	3.817 5	14.905 0
绒纤维	27.624 3	4.342 1	8.337 0

从表 2 的染色动力学数据可看出,两型毛的平衡吸附量低于绒纤维的平衡吸附量,达到平衡吸附所需要的半染时间远高于绒纤维的半染时间,而染色速率常数差异不是很大。主要由于两型毛特殊的纤维结构,虽具有粗毛性质的那截纤维会对染色造成影响,但两型毛仍具有绒纤维性质,这部分纤维是可以正常吸附染料。

2.2 染色效果

由于两型毛中髓腔部分的化学组成与绒纤维化学结构存在差异,在染色时较难上染,尤其是染深色系时。制成成衣之后,在织物表面可看到一些伸出来的、未染色的白色纤维覆在织物表面,严重影响产品品质。

两型毛混在原绒纤维中较难彻底去除,所占比例不大,染色时将其一同染色,染色结束后分别将绒纤维、两型毛置于显微镜下观察,测试方法按照 1.4.2 进行,观察结果如图 4 所示。

从图 4 可看出,染色后在两型毛的毛干部分有一定程度的上染,毛尖部分染色较浅,但整体与绒纤维之间的染色差异不大,与目测结果是一致的。助剂 WQ-G 是复配型助剂,对纤维有一定的润湿、膨化作用;助剂 WPN 具有包裹染料的作用,使染液中染料聚集体增大,增大染料与纤维之间的亲和力,促进染料的上染,且使染料低温时就均匀的吸附在纤维表面,弱化了绒纤维与两型毛之间由于纤维结构不同所引起的对染料吸附能力不同的差异,随着温度的升高,染料从聚集体中释放出来并就地扩散进入纤维内部。

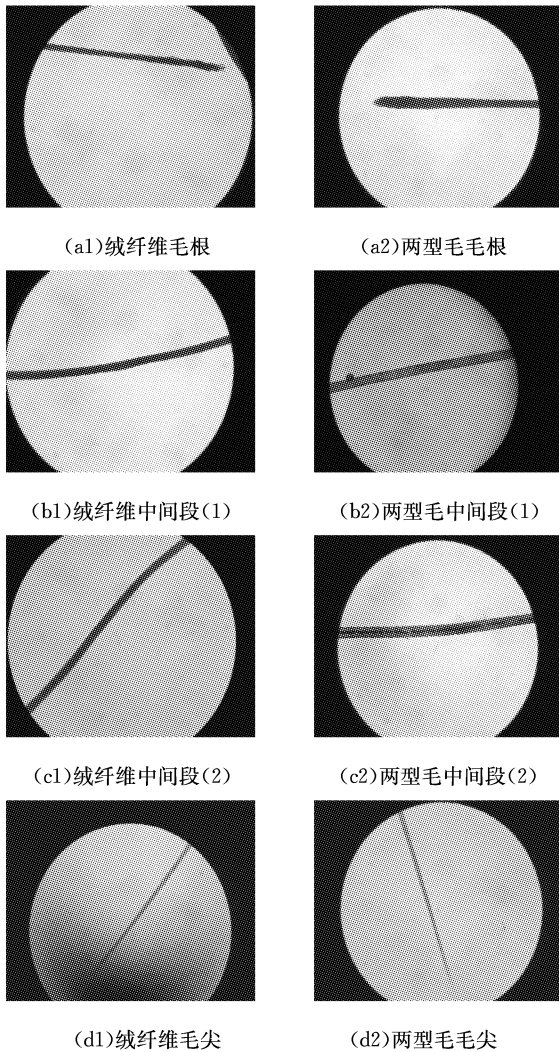


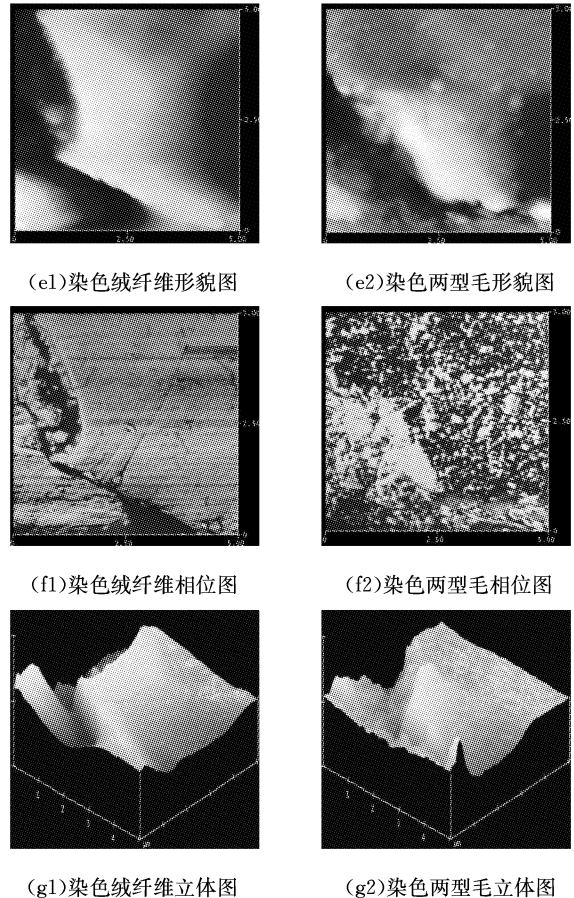
图4 不同纤维染色效果

2.3 原子力显微镜测试及分析

原子力显微镜(AFM)是利用原子之间的作用力来呈现样品的表面特性,获取微米甚至纳米级分辨率的物体表面结构信息。本文主要以纤维测试范围 $5\ \mu\text{m} \times 5\ \mu\text{m}$ 大小为分析对象,扫描频率为 1 Hz,点数为 256,对比分析不同纤维的形貌图、位相图及立体图,测试结果如图 5 所示。

对比图 g1、g2 两个立体图可看出,图 e1、e2 可明显看到鳞片的边缘形态,所测试的区域均是在靠近鳞片边缘的部位。图 e1、e2 的相对高度分别在 400 nm 和 300 nm 左右。结合 f1 和 f2 的相位图可看出,绒纤维的软硬度分布相对集中、规整,而两型毛的交叉分布相对较均匀,根据立体图估算两者的最大硬度分别在 110° 和 140° 左右。根据所测数据显示绒纤维与两型毛在该部位的粗糙度方均根分别为 91.207 nm 和 62.305 nm,粗糙度方均根的计算主要由所测区域的相

对高度差决定,与纤维上的测试区域有较大关系。



(g1)染色绒纤维立体图 (g2)染色两型毛立体图

注:(1)形貌图中,颜色越亮表示该区域高度越高,颜色越暗,高度越低,Date scal 分别为 500 nm 和 400 nm。(2)相位图中,颜色越亮表示该区域硬度越高,弹性模量越大,颜色越暗,硬度越低,相对而言越软,Date scale 为 120° 和 150° 。

图5 不同纤维原子力显微镜图片

2.4 单线强力

羊绒纤维在染色湿热条件下会发生不同程度的损伤,对染色后纤维单纤强力及断裂伸长率进行测试,结果如表 3 所示。

表3 单纤断裂强力及伸长率

纤维类型	断裂强力/cN	断裂伸长率/%
未染色绒纤维	4.79	47.55
未染色两型毛	40.16	35.05
染色绒纤维	4.56	44.09
染色两型毛	37.83	33.57

从表 3 数据可得出,染色后绒纤维及两型毛的强力损失分别为 4.80% 和 5.80%,断裂伸长率降低百分率分别为 7.27% 和 4.22%。强力是评价纤维性能的重要指标之一,染色条件必然会对纤维造成一定的损伤,在染色过程中可加入一些保护剂可减小损伤。

3 结论

(1)不同纤维染色动力学研究表明,绒纤维的平衡吸附量和染色速率常数均高于两型毛,毛用活性染料上染两型毛的半染时间比绒纤维长。

(2)结合显微镜及原子力显微镜对纤维表面观察看到虽然染料难以进入两型毛内部,但吸附在纤维表面,在纤维的较直端有一定程度的上染,使其与绒纤维的染色差异减小。

参考文献:

- [1] 毛新元. 关于两型毛定义的商榷[J]. 纤维标准与检验, 1989, (2): 37—38.
- [2] 吕寅, 丁小瑞, 杨建忠. 变异山羊绒原绒中的纤维类型[J]. 毛纺科技, 2011, 39(3): 52—54.
- [3] 李倩. 低温等离子体改性变异山羊绒纤维上色率研究[D]. 西安: 西安工程大学, 2012.
- [4] 贾迎宾, 杨建忠, 李发洲. 山羊绒纤维细度变异的研究[J]. 毛纺科技, 2010, 3(11): 48—50.
- [5] 马晶, 张建波. 牛奶蛋白纤维染色热力学和染色动力学研究[J]. 染整技术, 2009, 31(5): 1—7.
- [6] Stout K J. Development of methods for the characterization of roughness in three dimensions[M]. London, UK: Penton Press, 2000.
- [7] Lorraine C Vander Wielen, Thomas Elder, Arthur J Raugauskas. Analysis of the topochemical effects of dielectric-barrier discharge on cellulosic fiber[J]. Cellulose, 2005, 12(2): 185.

Study on the Dyeing Property of Variation Cashmere Fiber

SHAO Hui, XING Jian-wei*, SHI Wen-zhao

(School of Textile and Materials, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The dyeing thermodynamics of cashmere and heterotypical fiber was studied using wool reactive dyes. The dyeing effects and surface morphology were tested. The results indicated that both the values of equilibrium absorption capacity and dyeing rate constant of cashmere were higher than heterotypical fiber, and the half-dyeing time of cashmere was less than heterotypical fiber. The images showed that in the straight area of heterotypical fiber was still dyed more or less, which reduced the difference in dyeing effects between cashmere and heterotypical fiber. According to the results obtained from atomic force microscopy, the surface feature of cashmere and heterotypical fiber were different and could be quantitatively obtained their difference.

Key words: variation cashmere; heterotypical fiber; dyeing thermodynamics; atomic force microscopy

(上接第 16 页)

Study on the Heat Resistant Modification Reagent of Polylactic Acid Fiber

LI Ying¹, LIU Da-wei², GENG Liang¹

(1. Department of Textile Engineering and Materials, Chengdu Textile College, Chengdu 611731, China;

2. Chongqing Polycomp International Co., Ltd., Chongqing 400082, China)

Abstract: The optimal experimental program of heat resistant modification was obtained using orthogonal test with TGIC and TAIC as heat resistant modification reagent for polylactic acid fiber. Through the dry heat shrinkage test of polylactic acid film, TAIC was the best modification reagent. The test results showed that the flexibility of the modified polylactic acid fiber was increased, fiber strength retention after heat treatment was relatively increased before modification and the thermal stability of modified polylactic acid was improved.

Key words: polylactic acid; fiber modification; TGIC; TAIC