

天然染料紫草染色织物的迷彩伪装防护性能

冯新星¹, 陈建勇¹, 陈子毫¹, 郭玉海¹, 张建春^{1,2}

(1. 浙江理工大学 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室, 浙江 杭州 310018;

2. 总后勤部军需装备研究所士兵系统研究中心, 北京 100088)

摘要 采用传统的染色方法,用天然染料紫草对蚕丝和纯棉织物进行染色实验,研究了染色后这些织物的迷彩伪装性能。实验发现,用紫草染色的天然纤维织物不仅有很好的紫外防护性能,而且对可见-近红外迷彩伪装也有很好的防护,其防护指标能达到军队的防护标准。紫草迷彩伪装性能可能是它的主要成分 α -萘醌的共轭电子跃迁的结果。

关键词 天然染料;紫草;迷彩伪装;电子跃迁

中图分类号:TS 195.59 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2005)05-0072-03

Protective functions of camouflage fabrics of pure silk and cotton dyed with natural dye lithospermum erythrorrhizon

FENG Xin-xing¹, CHEN Jian-yong¹, CHEN Zi-hao¹, GUO Yu-hai¹, ZHANG Jian-chun^{1,2}

(1. The Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou, Zhejiang 310018, China;

2. The Quartermaster Research Institute of the General Logistics Department of the CPLA, Beijing 100088, China)

Abstract Pure silk and cotton fabrics were dyed with natural dye lithospermum erythrorrhizon by the traditional method, and the camouflage properties of the dyed fabrics were evaluated. It is found by experiments that these fabrics have good camouflage protective functions in resistance to ultraviolet, visible, and near infrared rays. Their protective indexes are up to the standards of the army. These camouflage protective functions may be attributed to the electronic transition of α -naphthaquinone in lithospermum erythrorrhizon.

Key words natural dye; lithospermum erythrorrhizon; camouflage; electronic transition

天然染料的应用有着悠久的历史,自古以来人们一直利用它来对天然纤维制品进行染色。近年来,为了避免合成染料对环境的污染及人体的危害,人们开始关注对环境具有良好相容性和药物保健功能的天然染料。现代研究还发现一些天然染料具有特殊功能,如防紫外、红外^[1]等。

紫草染料的主要成分是紫草素,它由含有 2 个酚羟基的 α -萘醌及其配糖体组成,由于紫草的特殊结构可使织物具有良好的紫外吸收和可见-近红外反射功能。本文就天然染料紫草的迷彩伪装性能展开研究,得到较好的研究结果,这不仅为天然染料开发应用开辟了新途径,而且还为环保功能性迷彩伪装军服的生产提供新的思路。

1 实验材料与仪器

1.1 实验材料

12012 蚕丝双绉, 30.21 tex \times 36.71 tex 纯棉布。紫草(市购), 氢氧化钠, 重铬酸钾, 氯化亚锡, 硫酸亚铁, 硫酸铝钾, 无水碳酸钠, 氯化钠, 平平加 O。

1.2 仪器

Lambda900 UV/Visible/NIR 型积分球式紫外光谱仪, UV-2102PC 型紫外可见分光光度计, XENOTEST II 50S 日晒牢度试验机, Y571 型染色摩擦牢度仪等。

2 实验方法

2.1 色素的提取

称 3 g 紫草根洗净捣碎加水泡一夜, 煎煮 10 min

后过滤,将滤渣加水再煎 20 min,将滤液合并^[2]。

2.2 染色工艺条件的选择

2.2.1 最佳 pH 值的选择 pH 值对染色有较大的影响,根据文献[3],选定 pH 值为 4 左右。

2.2.2 媒染剂处理方法、用量和染色方法 为了提高上染率,对织物采用媒染处理,处理方法、用量和染色方法参见文献[4,5],媒染剂选用 SnCl₂、KAl(SO₄)₂·12H₂O、K₂Cr₂O₇、FeSO₄,媒染处理选用预媒染。先将织物用 50℃ 左右的温水浸泡 10 min,然后按每 25 g 织物 1 L 水的比例加入一定量的媒染剂,将预热后的织物煮 1 h,放置过夜,再洗净待用。

2.3 染色牢度的测定

皂洗牢度参照 GB/T 392—1997 耐洗色牢度试验标准进行测试;日晒牢度参照 GB/T 8427—1998 纺织品耐人造光色牢度标准进行测试;耐摩擦色牢度参照 GB/T 3920—1997 纺织品色牢度试验标准进行测试。

2.4 迷彩伪装性能的测试

迷彩伪装性能测试参照美国军用标准 MIL-C-44031 D 1989.8.22 评定。

3 结果与讨论

3.1 紫草染色织物的色牢度

按选定的最佳染色工艺对织物染色后,进行标准皂洗色牢度、日晒色牢度、耐摩擦色牢度的测定,结果见表 1。从表 1 看出,紫草染色后丝绸的色牢度比纯棉好,这可能与真丝纤维分子中有较多可与染料结合的基团,染料与真丝的亲和力比棉大有关。媒染织物的色牢度如皂洗牢度、耐摩擦色牢度、日晒牢度等都比直接染色方法好。

表 1 紫草染色织物的色牢度 级

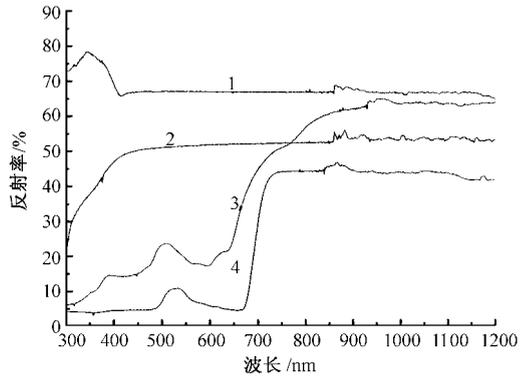
		皂洗牢度		耐摩擦色牢度		日晒牢度
		褪色	沾色	干	湿	
直接染	棉	2~3	2~3	2	2	2
	丝	3	3	2	2~3	2
铝媒染	棉	2~3	2~3	2	2~3	2
	丝	3	3~4	2	2~3	2
铁媒染	棉	3~4	3~4	2	3	3
	丝	3~4	3~4	2	3	3
铬媒染	棉	4~5	4~5	2	3	3
	丝	4~5	4~5	2	3	3
锡媒染	棉	3	3	2	3	3
	丝	3~4	3~4	2	3	3~4

3.2 紫草染色织物的迷彩伪装性能

根据美国军用标准 MIL-C-44031 D 1989.8.22 对军用迷彩光谱反射率的要求进行评定。若实验检测的紫草染色织物的反射率均在此范围内,则说明天

然染料紫草有很好的迷彩伪装性能。

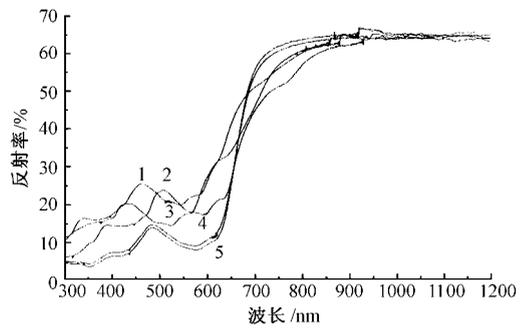
图 1 是紫草染色织物前后的迷彩伪装性能测试结果。从图 1 看出,棉和丝绸未用紫草染色前基本没有迷彩伪装功能,但用紫草染色后具有很好的迷彩伪装性能,基本符合美国军用标准,但紫草染丝绸后虽然其模拟的叶绿素曲线很相似,但与美国军用标准相比还是有点偏低,可能是选用的丝绸较薄,光谱透过率较高所致。



1—未染棉布;2—未染丝绸;
3—紫草直接染棉布;4—紫草直接染丝绸

图 1 紫草染色织物前后的迷彩伪装性能

图 2 是用不同媒染剂染色的紫草织物的迷彩伪装性能。从图 2 看出,不同媒染剂对迷彩伪装的效果有较大的影响,这可能是媒染剂过渡金属的显色是由于 d→d 和 f→f 轨道电子跃迁的结果,如果 d 轨道或 f 轨道的电子云密度越大,跃迁的波长就移向红波长,媒染剂架桥织物与染料分子形成共轭大 π 键使 d 轨道或 f 轨道的电子云密度增加或减少所致。



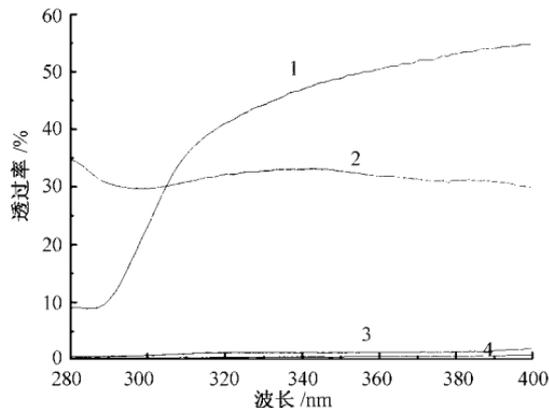
1—Al 盐媒染;2—直接染;3—Cr 盐媒染;
4—Sn 盐媒染;5—Fe 盐媒染

图 2 用不同媒染剂紫草染色棉布后的迷彩伪装性能

图 3 是天然染料紫草染色前后织物的紫外迷彩伪装性能测试曲线。从图 3 中曲线 1,2 看出,未染织物的 UVB(280~315 nm)和 UVA(315~400 nm)的紫外透过率都很高,紫草染色后织物的紫外透过率降到 1% 以下。

(下转第 76 页)

(上接第 73 页)



1—未染丝绸;2—未染棉布;3—紫草染丝绸;4—紫草染棉布

图3 紫草染色前后织物的紫外迷彩伪装性能

3.3 紫草迷彩伪装的机理

紫草色素主要成分是 α -萘醌类化合物以及它们的配糖体等。众所周知,激发态与基态能级间隔越小,吸收光谱的频率就越低,作为防可见光及近红外侦视的伪装染料,它主要吸收波长在 $400 \sim 1\ 200\ \text{nm}$ 范围内,与此相适应的能级间隔的大小主要由价电子激发所需要能量和振动能量所决定。紫草的分子结构中具有共轭双键,这种染料分子能够吸收 650

$\sim 700\ \text{nm}$ 的可见光的能量而进入较高的激发态,当激发态的分子跃迁到基态时,发射出波长较长的近红外光,从而增加近红外的反射值^[6]。

4 结 论

天然染料紫草对棉布和丝绸有较好的染色性能,用其染色后的织物有较好的迷彩防护功能,可应用于迷彩防护。

参考文献:

- [1] 冯新星,陈建勇,张建春.天然染料大黄防紫外性能的研究[J].纺织学报,2004,25(1),13-15.
- [2] 许安邦,谷振琴.紫草色素提取的研究[J].食品科学,1991,(5),28-31.
- [3] 周秋宝,陈莹.紫草染料对真丝织物染色性能的研究[J].丝绸,2002,(5),22-24.
- [4] Bliss, Anne. A Handbook of Dyes from Natural Materials[M]. The United States of America: Interweave Press,2000.
- [5] Nonabah G Bryan, Stella Young. Navajo Native Dyes Their Preparation and Use[M]. New York: Dover Publications, Inc, 2002.
- [6] Wake L V. Principles and formulation of solar reflecting and low IR emitting coating for defence use[P]. AD A21 8429,1990.