

# 锦纶织物的低温染色工艺研究

张莉<sup>1</sup>,李美真<sup>1,\*</sup>,王健红<sup>2</sup>

(1.内蒙古工业大学 轻工与纺织学院,内蒙古 呼和浩特 010080;

2.内蒙古自治区纤维检验局,内蒙古 呼和浩特 010011)

**摘要:**对乙烯砒型活性染料、兰纳素活性染料、兰纳素洒脱染料、弱酸染料的锦纶染色进行研究,优选锦纶染色最佳的染料。控制染色温度、保温时间、pH值及其他助剂等工艺条件进行染色工艺研究,测试织物强力、摩擦牢度、K/S值等指标,以确定锦纶的染色工艺;并对锦纶低温染色工艺条件进行改进,通过加入载体、稀土、CaCl<sub>2</sub>等助剂,改进锦纶的低温染色工艺。实验表明,用环保无味载体与纳米固色剂 KLD-2 型固色剂协同处理,锦纶织物的强力、断裂伸长、K/S值等性能都达到了最优状态,可得到较理想的锦纶低温染色效果。

**关键词:**锦纶;低温染色;载体;纤维性能

**中图分类号:**TS193.6

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2016)01-0010-04

锦纶纤维具有优良的弹性,广泛应用于实际生活中。传统上染锦纶工艺大多数都是在高温条件下进行的,以得到较高的上染率,但是由于锦纶织物特殊的结构,在高温条件下容易造成纤维弹性损伤,降低锦纶织物的断裂强力,因此,研究锦纶的低温染色工艺是必要的。现通过染料筛选,控制染浴条件,加入载体、CaCl<sub>2</sub>、稀土等助剂方法,对锦纶低温染色新工艺进行探究<sup>[1-2]</sup>。

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料和仪器

**实验材料:**100%白色锦纶织物,兰纳素活性染料—黑色,兰纳洒脱染料—灰色,弱酸染料—黑色,乙烯砒型染料—蓝色,匀染剂,渗透剂,醋酸,无水碳酸钠,硫酸铵,环保载体 CWP-NB,染色护色载体,n-25 环保无味载体,稀土,CaCl<sub>2</sub>,无醛固色剂 DS-1311,无醛固色剂 DS1316-B,纳米固色剂 KLD-2。

**实验仪器:**AS-12 常温小样震荡式染色机,BS223-S 电子天平,HH-4 数显恒温水浴锅,YG026H-250 型织物强力机,纺织品耐摩擦色牢度测试仪,GZX-9146 MBE 电热鼓风干燥箱,CM-3600A 分光测色仪。

### 1.2 测试指标

(1)摩擦牢度 耐摩擦色牢度按 GB/T 3920—2008《纺织品色牢度试验耐摩擦色牢度》标准测试,用

GB/T 251—2008《纺织品色牢度试验评定沾色用灰色样卡》评级。

(2)断裂伸长率 断裂伸长率是织物弹性好坏的一项指标。织物的断裂伸长率较大,表示在受到拉力下,织物有一定的弹性伸长量,不会立刻断裂。

(3)K/S值 测试K/S值时,折叠染色处理后的织物,在折痕处取3点,分别用CM-3600A分光测色仪3次测定在最大吸收波长的3个表观色深K/S值,得到平均K/S值,该值为常数。

(4)上染率 上染率是指在上染锦纶织物过程时,上染到锦纶纤维上染料的量与最初染浴中的染料总量之比,表示染料对织物的上染效果。

### 1.3 实验工艺

#### 1.3.1 染色工艺流程<sup>[3-5]</sup>

在电子天平上称取一定克数锦纶试样,根据染色浴比配制染液,并按照染色工艺曲线进行染色实验。其中,乙烯砒型、兰纳素型、兰纳洒脱型染料采用工艺条件1,弱酸性染料采用工艺条件2,正交试验采用工艺条件3。

工艺1:称取锦纶试样→室温入染→80℃保温5 min(升温速率2℃/min)→98℃保温30 min(升温速率1℃/min)→70℃热水洗→冷水洗→烘干待测。

工艺2:称取锦纶试样→室温入染→70℃保温10 min(升温速率1.5℃/min)→98℃保温45 min(升温速率1℃/min)→室温水洗10 min→烘干待测。

工艺3:称取锦纶试样→室温入染→60℃保温5 min(升温速率2℃/min)→T℃保温30 min(升温速率1℃/min)→热水洗→冷水洗→烘干待测。

收稿日期:2015-09-14;修回日期:2015-10-10

作者简介:张莉(1988-),在读硕士研究生,主要研究方向为染整技术。

\*通信作者:李美真(1963-),硕士生导师,主要研究方向为染整技术,E-mail:617312113@qq.com。

染色条件:染料 3% (owf), 浴比 1 : 50, 渗透剂 1.5%, 匀染剂 1%, 硫酸铵 3%, 醋酸调 pH 值为 5、6、7、8。各助剂用量均为质量百分比。

### 1.3.2 固色工艺

将染色后的织物进行固色处理, 无醛固色剂 DS-1311 3%, 浴比 1 : 50, 保温温度 45 °C, 处理 20 min 后, 160 °C 下烘干。

## 2 结果与分析

### 2.1 染料种类与 pH 值的优选

取 4 份等质量的锦纶织物试样, 分别用乙烯砷型活性染料、兰纳素毛用活性染料、兰纳洒脱染料、酸性染料按 1.3.1 中的工艺 1 和工艺 2 进行染色, 之后参照 1.3.2 中的固色工艺进行固色处理。处理结果见表 1~表 4。

表 1 乙烯砷型活性染料染色织物性能

pH 值	断裂强力 /cN	断裂伸长率/%	K/S 值	干态摩擦牢度	湿态摩擦牢度
5	208.1	243.24	11.873	2 级	2 级
6	249.9	243.08	11.551	2-3 级	2-3 级
7	264.2	307.71	13.468	2-3 级	2-3 级
8	221.4	260.35	11.137	3 级	3 级

根据表 1 数据可以得到, 在使用乙烯砷型活性染料上染锦纶织物时, 染浴的 pH 值为 7 时, 上染锦纶织物的强力、K/S 值、弹性最优。

表 2 兰纳素毛用活性染料染色织物性能

pH 值	断裂强力 /cN	断裂伸长率/%	K/S 值	干态摩擦牢度	湿态摩擦牢度
5	249.8	174.13	14.84	2 级	2 级
6	180.5	162.28	17.02	2-3 级	2-3 级
7	210.1	225.74	18.24	2-3 级	2-3 级
8	132.8	119.58	14.39	3 级	3 级

根据表 2 数据可以得到, 在使用兰纳素毛用活性染料上染锦纶织物时, 染浴的 pH 值不同的前提下, pH 值为 5 时, 锦纶的性能最佳。

表 3 兰纳洒脱染料染色织物性能

pH 值	断裂强力 /cN	断裂伸长率/%	K/S 值	干态摩擦牢度	湿态摩擦牢度
5	143.8	120.03	28.95	4 级	4 级
6	165.2	168.93	29.56	3-4 级	3-4 级
7	206.6	220.97	33.25	3-4 级	3-4 级
8	216.6	196.00	29.62	3 级	3 级

由表 3 可以看出, 在使用兰纳洒脱染料上染锦纶织物时, 染浴的 pH 值为 7 的时候, 上染锦纶织物的性能最优。

从表 4 数据可以看出, 在使用弱酸染料上染锦纶

织物时, 染浴的 pH 值为 5 时, 锦纶织物拥有最佳的织物性能。

表 4 弱酸染料染色织物性能

pH	断裂强力 /cN	断裂伸长率/%	K/S 值	干态摩擦牢度	湿态摩擦牢度
5	235.6	203.44	40.11	2-3 等级	2-3 级
6	179.7	194.14	18.17	1 等级	1 级
7	222.0	210.53	36.79	2 级	2 级
8	222.8	199.57	23.85	2-3 级	2-3 级

通过对上述 4 种染料上染锦纶织物的强力、色牢度、K/S 值以及断裂伸长率的数据测试, 综合分析其结果可以看出, 选择兰纳洒脱染料, 在 pH 值为 7 的条件下, 锦纶织物的性能最好。所以实验的低温染色工艺, 优选最佳染料为兰纳洒脱染料, 染浴 pH 值调节到 7。

### 2.2 正交实验

正交实验过程: 兰纳洒脱染料, pH7, 进行染色。T 为保温温度, 采用工艺 3 进行染色。加入 n-25 型环保载体, 体积用量 30 ml/L, 40 ml/L, 50 ml/L, 60 ml/L, 保温温度 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C 进行正交分析实验, 测断强力、断裂伸长及 K/S 值等指标, 优化出最佳保温温度和载体最适用量。固色过程及工艺参照 1.3.2。实验结果见表 5。

表 5 工艺因素水平表

水平	因素 A 保温温度/°C	因素 B 载体用量/ml · L <sup>-1</sup>
1	80	30
2	85	40
3	90	50
4	95	60

表 6 实验数据

序号	保温温度 /°C	载体用量 /ml · L <sup>-1</sup>	断裂强力 /cN	断裂伸长 /%	伸长率 /%	K/S 值
1	80	30	241.2	300.74	300.74	15.302
2	80	40	254.4	270.61	270.61	15.179
3	80	50	214.3	212.39	212.39	16.661
4	80	60	200.1	197.37	197.37	13.824
5	85	30	257.9	287.3	287.29	17.977
6	85	40	287.4	370.23	370.23	26.052
7	85	50	246.8	256.92	256.91	10.150
8	85	60	251.3	278.67	278.66	13.195
9	90	30	230.5	192.66	192.65	22.485
10	90	40	182.1	241.24	241.23	25.605
11	90	50	253.4	274.71	274.71	30.587
12	90	60	213.3	226.29	226.28	28.078
13	95	30	177.6	185.87	185.86	19.120
14	95	40	149.8	219.71	219.70	22.231
15	95	50	224.0	298.65	298.64	15.926
16	95	60	186.2	333.05	333.05	25.700

根据表 6 数据分析可以看出,在载体用量为 40 ml/L,保温温度为 85 ℃时,织物的强力、断裂伸长、伸长率、K/S 值都达到最优。可以优选最佳保温温度为 85 ℃,载体用量为 40 ml/L。

### 2.3 工艺优化

根据上述优化出的染料、pH 值、保温时间、载体用量工艺,对实验进行改进。通过研究加入 CaCl<sub>2</sub>、稀土、固色剂对织物性能的影响,优化出改进的最优结果。

用兰纳洒脱染料在 pH 值为 7 的条件下上染锦纶纤维,分别加入 5%,8%,11% 的 CaCl<sub>2</sub> 促进锦纶的染色工艺,优选一个最佳的 CaCl<sub>2</sub> 用量,实验结果见表 7。

表 7 CaCl<sub>2</sub> 对锦纶染色后性能指标的影响

CaCl <sub>2</sub> 用量 /%	断裂强力 /cN	断裂伸长率 /%	K/S 值
5	228.6	238.06	17.351
8	242.4	272.99	20.020
11	245.8	212.35	17.953

注:CaCl<sub>2</sub> 用量为质量百分比。

通过表 7 所示结果,考虑到弹性、强力、表观色深

综合指标,可以看出最佳的 CaCl<sub>2</sub> 用量为 8%。

用兰纳洒脱染料在 pH 值为 7 的条件下上染锦纶纤维,分别加入 0.3%,0.5%,0.8%,1.1% 的稀土,优化实验上染锦纶的工艺过程,优化出最优的稀土用量,实验结果见表 8。

表 8 稀土对性能指标的影响

稀土用量 /%	断裂强力 /cN	断裂伸长率 /%	K/S 值
0.3	219.2	165.13	14.723
0.5	261.1	229.77	15.214
0.8	275.3	130.84	11.305
1.1	223.7	205.17	13.781

注:稀土用量为质量百分比。

通过对锦纶纤维性能的测试数据分析,可以明显看出稀土的用量为 0.5% 时,对织物的性能都有很好的改善。

确定了染色的最优工艺,通过替换助剂种类,改变固色剂种类,研究何种染色助剂与固色剂配合的工艺可以达到最优,见表 9。

表 9 固色剂与染色助剂用量

助剂	无醛固色剂 DS-1311			无醛固色剂 DS-1316B			纳米无醛固色剂 KLD-2		
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
稀土/ml	0	0	0.011	0	0	0.01	0	0	0.08
CaCl <sub>2</sub> /ml	0	0.173	0	0	0.15	0	0	0.14	0
环保载体/ml	3.79	0	0	4.62	0	0	3.67	0	0

注:以上载体、CaCl<sub>2</sub>、稀土用量根据正交实验中优化出的最佳用量百分比计算得出。

表 10 固色剂与助剂对织物的影响

实验数	断裂强力/cN	断裂伸长率/%	K/S 值
1#	244.4	269.6	14.20
2#	232.4	228.1	16.35
3#	209.2	155.1	13.72
4#	172.1	231.2	24.60
5#	235.8	202.4	16.90
6#	251.1	199.8	12.20
7#	278.4	360.1	25.10
8#	218.6	262.9	19.02
9#	265.3	219.8	14.80

由表 10 实验数据可以发现,7# 中织物的性能最优,与其他组相比,锦纶性能明显提高。分析得到,使用一种载体染色在不同固色剂条件下,无醛固色剂 DS-1316B 的固色效果、织物的性能指标最佳;使用载体、CaCl<sub>2</sub>、稀土染色助剂条件下,在 3 种固色剂条件下,纳米固色剂 KLD-2 的固色效果、织物的力学性能最佳。综合载体、CaCl<sub>2</sub>、稀土的使用和 3 种固色剂的

固色效果、织物的力学性能指标数据分析,可以发现使用环保无味载体染色条件下,与纳米固色剂 KLD-2 进行固色处理,织物的强力、断裂伸长、K/S 值等性能都达到了最优状态。

### 3 结论

在锦纶传统染色工艺中,为了满足上染率的要求,只能在高温条件下进行染色,这必然会对织物造成损伤,研究锦纶低温染色无疑是十分必要的。通过一系列的实验探究,探讨了锦纶低温染色新工艺可能性,所得结论对进一步的研究有较重要的指导意义。

(1) 锦纶织物的低温染色最佳染色工艺条件为:染料为兰纳洒脱染料,染浴 pH 为 7,载体用量 40 ml/L, CaCl<sub>2</sub> 用量 8%,稀土用量 0.5%。

(2) 锦纶织物的低温染色最佳固色工艺条件为:助剂 n-25 型环保载体,固色剂纳米固色剂 KLD-2。

## 参考文献:

- [1] 唐杰,吴赞敏.涤纶织物的新型环保载体染色[J].印染, 2013,(14):14-17.
- [2] 王雪燕,狄群英,罗飞丰.锦纶纤维低温染色工艺的研究[J].丝绸,2003,(3):23-25.
- [3] 郭春燕.细旦锦纶用活性染料的染色性能及其增深研究[D].上海:东华大学,2013.
- [4] 张贵,王思捷.锦纶弹力织物 Eriofast 活性染料染色[J].针织工艺,2013,(3):31-35.
- [5] 于鲁晋.助剂与酸性染料的相互作用及对锦纶染色的影响[D].苏州:苏州大学,2013.

## Study on the Dyeing Process of Nylon Fabric at Low Temperature

ZHANG Li<sup>1</sup>, LI Mei-zhen<sup>1,\*</sup>, WANG Jian-hong<sup>2</sup>

(1. Light Industry and Textile School, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010080, China;

2. The Inner Mongolia Autonomous Region Fiber Inspection Bureau of Hohhot, Hohhot 010011, China)

**Abstract:** The dyeing effects of vinyl sulfone reactive dyes, lanasol reactive dyes, lanasol easy dye and weak acid dye on nylon were explored to optimize the suitable dyes for nylon dyeing. The dyeing process of polyamide was studied by controlling the process conditions of dyeing temperature, holding time, pH value and other auxiliaries. The optimum dyeing process was confirmed through the test of fabric strength, rubbing fastness, K/S value and other indicators. The optimization process condition was proceeded by joining carrier, rare earth and CaCl<sub>2</sub> to promote nylon dyeing process at low temperature. The results showed that the best fixation process for nylon socks was nano fixing agent KLD-2 solid color processing. The fabric strength, breaking elongation and K/S value of treated nylon fabric were best at low temperature.

**Key words:** nylon; low temperature dyeing; carrier; fiber property

## 中国纺织“十三五”规划成型 望保持高速增长

从中国纺织工业联合会获悉,纺织行业“十三五”规划已经成型。“十三五”期间,产业用纺织品将被重点培育,并有望保持两位数的高速增长。

### “点金”产业用纺织品

联合会人士介绍说,纺织行业“十三五”规划已经被工业和信息化部列为部级规划之一,预计在2016年上半年由工信部发布。

该人士透露,根据全球状况和中国国情,“十三五”期间,纺织工业作为我国国民经济传统支柱产业和重要民生产业的地位不会变,但是基于比较成本层面的国际竞争优势正在进一步转换为产业链层面的国际化新优势。因此,纺织行业“十三五”规划对新时期纺织业有了新定位:“纺织工业是我国传统支柱产业、重要的民生产业和创造国际化新优势的产业,是科技和时尚融合、衣着消费与产业用并举的产业,在美化人民生活、带动相关产业、拉动内需增长、建设生态文明、增强文化自信、促进社会和谐等方面发挥着重要作用”。

联合会人士介绍说,“创造国际化新优势、科技和时尚的融合、衣着消费和产业用并举”,这三点是新提出的表述,会在“十三五”期间有明显的体现,而这也是中国纺织工业转型升级走向高端的必然要求和必经过程。

我国产业用纺织品起步于20世纪80年代,起初被称作产业用布。“十二五”期间,行业已取得了长足进步,有3家非织造布生产企业进入世界40强;上市公司达14家;行业前20强企业的劳动生产率年均增长15%,涌现出一批“专、精、特、优、新”的中小企业。

### 行业增速有望保持两位数

中国产业用纺织品行业协会会长李陵申认为,对于产业用纺织品行业来说,“十三五”时期最大的机遇是中国经济仍然保持中高速增长。

专家表示,产业用纺织品行业是国民经济依存度较高的产业,与国家基础设施建设和国家大政方针密切相关。

近年来,交通工具用纺织品呈现出快速增长的势头,行业的销售收入和利润总额增长超过15%。据统计,现如今在汽车中应用纺织材料的零件已超过80种,每辆轿车大约需要20kg的纺织材料。

有测算指出,到2020年,全球汽车保有量将超过10亿辆,也就是说,在未来的7年内,每年的汽车保有量涨幅将达到12%~15%,因此车用纺织品也有巨大的发展空间,并将随人们生活水平的提高向高端系列迈进。

同时,交通运输、外贸旅游业的日益繁荣,海陆空涉及的交通工具都有快速增长的趋势。特别是在交通工具朝着高端大型、节能环保发展的驱动下,高速铁路近几年得到了迅猛发展,国产大飞机C919也即将为国人效力,这些都推动着轻量、高性能的纺织品及其复合材料逐步替代钢铁,应用量进一步增加,是近年来纺织行业最具发展潜力和高附加值的新兴产品。

李陵申说,只要我国国民经济生产总值增长能保持在6.5%~7%之间,基本就能保证产业用纺织品行业主要经济指标以两位数增长。

(来源:上海证券报)