

# 化学方法改善亚麻染色性能的研究

郭雅琳

(大连轻工业学院纺织系, 大连, 116001)

**摘要:**用自行研制的季铵基改性剂对亚麻织物进行化学改性,可在中性无盐的条件下使活性染料的上染率大大提高。研究亚麻织物利用焙烘法改性的最佳工艺条件及优化吸尽法改性工艺参数。

**关键词:**亚麻 化学改性 染色性能 研究

**中图法分类号:**TS 190.642

**文献标识码:**A

亚麻纤维染色性能差,表现在低的上染率、固色率,严重制约着开发高档亚麻产品,已成为多年来困扰亚麻纺织业的技术难题。纤维素纤维的季铵基改性被认为是一种改善纤维素纤维染色性能行之有效的方法<sup>[1]</sup>,文献表明国内外染整工作者以棉纤维为基质进行季铵基改性,得到了较好的效果<sup>[2-3]</sup>。现利用自行研制的季铵盐,以亚麻织物为基质,探索了亚麻织物季铵基改性的化学机理,确定了采用吸尽法和焙烘法进行亚麻改性的最佳工艺。

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料、仪器

亚麻布为 29.1 × 29.1tex 平布(由哈尔滨亚麻集团提供),经精练、漂白、半丝光等前处理。改性剂在实验室自制,NaOH 溶液为化学纯,染料为市售商品。RJ-1180 型高温高压染色机,UV7500 型分光光度计,傅立叶变换红外光谱仪(大连理工大学精细化工国家实验室),ULTRANSCAN 电子测色仪。

### 1.2 实验方法

**红外光谱图:**将亚麻织物剪碎,在傅立叶变换红外光谱仪上测得改性前后亚麻的红外光谱图。亚麻织物染色时上染率的测定:用 UV7500 型分光光度计测定亚麻织物的上染率。染色织物的 K/S 值的测定:利用织物表面染色深度测试仪(ULTRANSCAN)分别测得每块染样的 K/S 值。

## 2 结果与讨论

### 2.1 结果

亚麻的化学改性的表征为自行合成的季铵盐改性剂是含有氯醇基的阳离子化合物,它在碱性条件下与亚麻反应,使亚麻大分子上带有了季铵基,如图 1、图 2 改性前后亚麻的 FTIR 光谱图所示。

比较图 1、图 2 可以看出,改性亚麻与未改性亚麻的 FTIR 光谱之间有如下差异:1) 改性亚麻在 3300cm<sup>-1</sup> 及 2900cm<sup>-1</sup> 处有铵盐的吸收峰,而未改性

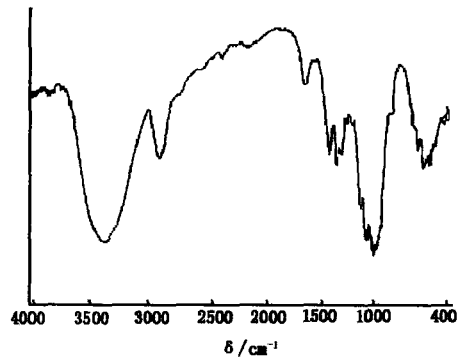


图 1 亚麻的 FTIR 光谱图

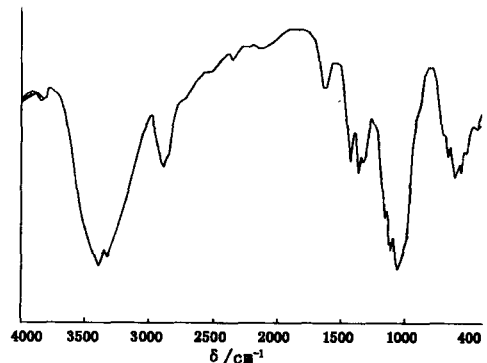


图 2 改性亚麻的 FTIR 光谱图

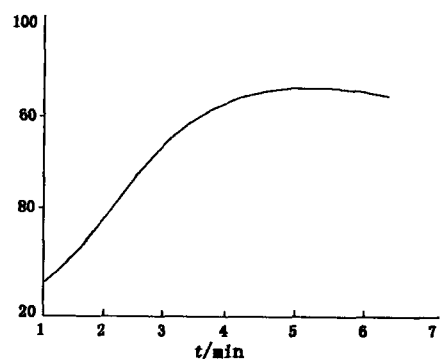


图 3 焙烘时间与上染率的关系

亚麻在该处无吸收峰。2) 在  $3400\text{cm}^{-1} \sim 3430\text{cm}^{-1}$  处, 羟基伸展震动吸收峰的强度、位置及形状均有差异。由此说明亚麻纤维与改性剂 REF 发生了化学反应, 亚麻纤维上接上了季铵基, 因此带有正电荷。

## 2.2 亚麻织物改性工艺优化

2.2.1 浸轧焙烘法改性工艺的优化 焙烘时间对平衡上染率的影响如图 3 所示。从图中可看出, 焙烘时间小于 3min 时, 改性效果随时间增加而增加, 当超过 3min 时, 变化趋平缓。将焙烘时间定为 3min, 对改性剂 REF 的质量浓度、NaOH 质量浓度、焙烘温度这 3 个影响改性效果的主要因素进行分析, 从而确定焙烘法改性的最佳工艺条件, 实验方案如表 1 所示。

表 1 焙烘试验方案

实验号	影响因素			实验结果	
	REF 质量浓度 (g/L) $Z_1$	NaOH 质量浓度 (g/L) $Z_2$	温度 $^{\circ}\text{C}$ $Z_3$	上染率 % $Y$	
1	30	5	100	72.2	
2	30	5	130	80.3	
3	30	35	100	85.6	
4	30	35	130	87.2	
5	10	20	100	70.5	
6	10	20	130	75.0	
7	50	20	100	87.8	
8	50	20	130	88.9	
9	10	5	115	71.2	
10	10	35	115	73.4	
11	50	5	115	77.5	
12	50	35	115	86.5	
13	30	20	115	84.5	
14	30	20	115	83.7	
15	30	20	115	84.5	

设指标(上染率)与各因素之间的数学模型为:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 \quad (1)$$

方程(1)中  $X_1, X_2, X_3$  为影响因素  $Z_1, Z_2, Z_3$  中心化表示式。

用计算机编程求得式(1)中系数为:  $b_1 = 6.325, b_2 = 3.938, b_3 = 1.913, b_{12} = 1.700, b_{13} = -0.850, b_{23} = -1.625, b_{11} = -3.934, b_{22} = -3.159, b_{33} = 0.241, b_0 = 84.242$ 。

将这些系数代入方程(1)得:

$$y = 84.242 + 6.325X_1 + 3.938X_2 + 1.913X_3 + 1.700X_1X_2 - 0.850X_1X_3 - 1.625X_2X_3 - 3.934X_1^2 - 3.159X_2^2 + 0.241X_3^2 \quad (2)$$

方程式(2)的复相关系数为:  $R = 0.976$  对于  $\alpha = 0.05, N_1 = 9, N_2 = 5$ , 查表得:  $F_{\alpha} = 4.77, R_{\alpha} = 0.946$ , 由于  $R > R_{\alpha}$ ,  $Y$  的回归效果显著。

由表 2 的方差分析表明三个因素的一次项对上

染率的影响特别显著, 二次项对上染率的影响当  $\alpha = 0.1$  时显著, 因此只需配到二次项就行了, 由此说明改性剂 REF 的质量浓度、NaOH 的质量浓度和焙烘温度与改性亚麻织物的上染率之间不是简单的线性关系。根据求极值的必要条件, 得出焙烘法的最佳工艺条件: 改性剂质量浓度为  $47.88\text{g/L}$ , NaOH 的质量浓度为  $30.69\text{g/L}$ , 焙烘温度为  $124^{\circ}\text{C}$ 。

表 2 方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方和	F	显著性
一次项	473.220	3	157.740	26.808	**
二次项	89.490	3	29.830	5.070	*
交互项	25.020	3	8.340	1.417	
误差	29.830	5	5.884		
总和	617.152	14			

2.2.2 吸尽法改性工艺优化 利用活性染料采用染色法表征改性效果, 采用正交实验, 取改性剂的质量浓度、NaOH 的质量浓度、温度、时间四个因素, 选择三个水平, 设计  $L_9(3^4)$  正交实验如表 3 所示。

表 3 吸尽法正交实验表

实验号	NaOH (g/L)	REF (g/L)	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	时间 (min)	上染率 (%)
1	10	20	40	80	45.2
2	10	30	60	40	55.6
3	10	40	80	60	60.7
4	15	20	80	40	53.8
5	15	30	40	60	85.6
6	15	40	60	80	92.5
7	20	20	80	60	50.6
8	20	30	50	80	67.6
9	20	40	60	40	88.2
水平	1	10	20	40	40
	2	15	30	60	60
	3	20	40	80	80
$K_1$	161.5	149.6	198.4	197.6	
$K_2$	230.9	208.8	235.3	196.9	
$K_3$	206.4	240.4	165.1	204.3	
R	69.4	90.8	70.2	7.4	

从正交实验表中数据可以看出, 改性剂 REF 的质量浓度各水平之间极差最大, NaOH 质量浓度和温度极差值几乎相同, 处于第二位, 而时间的极差最小。这说明改性剂 REF 的质量浓度对上染率的影响最大, NaOH 的质量浓度和温度次之, 改性时间影响最小, 质量浓度为  $15\text{g/L}$ , REF 为  $40\text{g/L}$ , 温度为  $60^{\circ}\text{C}$ , 时间为  $60\text{min}$ 。

## 3 结论

1. FTIR 光谱图表明, 亚麻改性后带有季铵基。
2. 通过建立三元二次数学模型求极值的数学条件, 确定了亚麻织物利用焙烘改性的最佳工艺条件为: 改性液中改性剂质量浓度为  $47.88\text{g/L}$ , NaOH 质量浓度为  $30.69\text{g/L}$ , 焙烘温度为  $124^{\circ}\text{C}$ , 时间为

3min。

3. 利用活性染料采用染色法来表征改性效果, 设计了  $L_9(3^4)$  正交实验, 优化改性工艺参数, 结果表明, 吸尽法改性工艺的最佳工艺条件为: 改性剂质量浓度为 40g/L, NaOH 质量浓度为 15g/L, 浴比为 1:20, 温度为 60℃, 时间为 60min。

### 参 考 文 献

- 1 宋心远等. 纤维素纤维化学改性增强染色性能(一). 印染, 1998(24): 37~45.
- 2 LEWIS D M et al. Improved Cellulose Dyeability by Chemical Modification of the Fiber. *Dyes and Pigments*, 1991(16):23.
- 3 BURKINSHW S W et al. Modification of Cotton to Improve its Dyeability Part 2. *JSDC*, 1990(106): 307.