

IA/MA 纯棉织物无甲醛 DP 整理技术研究

汪 澜 李 卓*

(浙江工程学院)

【摘要】 本文通过单因素分析和多元线性回归分析,确定了 IA/MA 纯棉无甲醛 DP 整理的最佳工艺。该法能获得相当高的 DP 级和干湿折皱回复角,其他指标也满足 DP 整理的要求。

关键词: 棉织物 无甲醛 DP 整理 衣康酸(IA) 马来酸(MA)

中图分类号: TS190.641

前 言

棉织物的防皱整理一直是化学工作者的一个研究热点。自 1963 年 Gagliardi 第一次提出用多羧酸作为反应剂与纤维素进行酯交联反应以来^[1],到近年来丁烷四羧酸(BTCA)的合成和柠檬酸(CA)的应用,多羧酸无甲醛 DP 整理走过了一段曲折的道路。起初,由于其酯化反应进行缓慢,生成物在碱性条件下易于水解而未被重视^[2]。后来,由于高效催化剂的发现,多羧酸整理剂重新被人们所接受。近年来,随着人们环保意识的增强,多羧酸整理剂又得到了迅速发展。国外有研究表明:用不饱和单或二羧酸和其它乙烯单体处理棉织物可以提高织物的免烫性^[3]。其中,马来酸(MA)和衣康酸(IA)的共聚物体系为棉的无甲醛 DP 整理开辟了很好的前景。

本文通过反复工艺试验和 DPS 软件的多因子正交旋转组合实验设计方案,经计算机处理,确立了 IA/MA 纯棉织物无甲醛 DP 整理的最佳工艺,并与其他常用的防皱整理方法比较,得出了一些重要结论。

一、实 验

1. 主要材料与药品

练漂棉平布;IA(工业用);MA(CP);次亚磷酸钠(AR);聚乙二醇 400(CP);SDP(上海新力纺织品有限公司);柔软剂 LF-27(传化集团)。

2. 测试方法

DP 级:按 ISO6330-1984 方法洗涤干燥后,再对照 AATCC124 DP 样照进行评定;干折皱回复角:按 GB3819-83 标准垂直法测定;湿折皱回复角:试样在 2g/l 平平加 O 溶液中浸渍 5 分钟后,夹在两层滤纸间除去织物中的水分,然后用测干折皱角的方法测定;刚柔性:参照斜面悬臂 ZBW04003-87 标准测定,数值越大,表示刚性越大;透气性:参照 GB5453-85 《织物透气性试验方法》测定;耐洗牢度 = $1 - (WRA_0 - WRA_5) / (WRA_0 - WRA_{未处理})$,其中 WRA_0 是下机回复角, WRA_5 是洗 5 次后的回复角。

二、结果与分析

MA 本身并不是与纤维发生交联的理想的多羧酸,因为每个分子中仅含二个羧基。但 MA 能与 IA 共聚而形成 5 个、6 个甚至更多官能团的多羧酸,再与棉纤维的羟基酯化交联而提高棉织物抗皱性。

在试验中发现影响整理品防皱性能的主要因素有:整理剂浓度、焙烘温度、焙烘时间、引发剂浓度和柔软剂浓度,故对其首先进行单因素分析。

1. 单因素分析

(1) IA/MA 浓度

IA/MA 浓度对整理品质量的影响极大,其结果分别见表 1、图 1 和图 2。

表 1 IA/MA 浓度对织物弹性的影响*

IA/MA 浓度 (%)	干折皱缓弹 回复角 (度)	湿折皱缓弹 回复角 (度)
5	218.7	220.3
8	229.5	229.3
11	241.4	237.8
14	252.6	246.2
17	263.0	254.9
原样	121.6	180.1

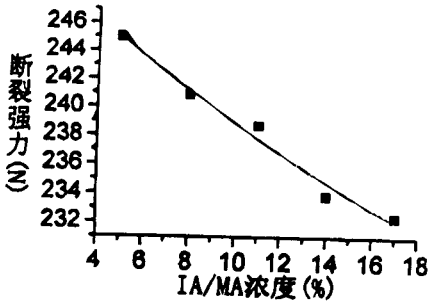


图 1 IA/MA 浓度与断裂强力的关系*

* $K_2S_2O_8$: 2%; 焙烘温度: 170°C;
焙烘时间: 1.5min; LF-27; 20g/l

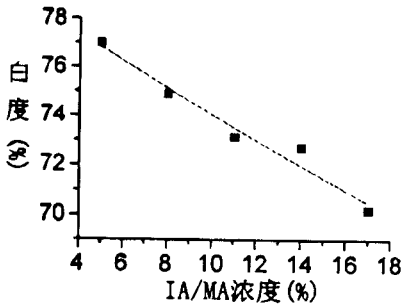


图 2 IA/MA 浓度与白度的关系*

从图表中可以看出,织物的干湿折皱回复角均随 IA/MA 浓度的增大而提高;白度和断裂强力则随 IA/MA 浓度的提高而下降。因此 IA/MA 浓度选在 12~14% 为宜。

(2) 焙烘温度和焙烘时间

焙烘温度和焙烘时间的影响也十分重要。实验结果表明:两者对整理品性能的影响的趋势基本一致。这里以焙烘温度为例,实验结果见图 3、图 4 和表 2。

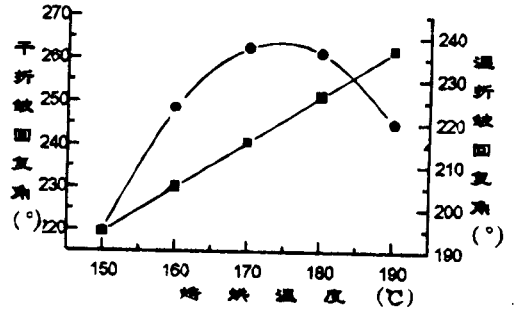


图 3 焙烘温度与弹性的关系*

■ 干折皱回复角 ● 湿折皱回复角

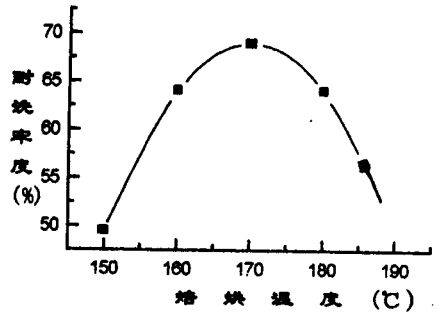


图 4 焙烘温度与耐洗牢度的关系*

表 2 焙烘温度对织物白度和断裂强力的影响*

焙烘温度 (°C)	白度 (%)	断裂强力 (N)
150	77.94	251.5
160	75.62	245.3
170	73.31	237.0
180	71.00	232.6
190	68.67	225.1
原样	82.31	380.1

* IA/MA: 11%; $K_2S_2O_8$: 2%; 焙烘时间: 1.5min;
LF-27; 20g/l

随着焙烘温度升高,织物的干湿折皱回复角和耐洗牢度均增加,但织物的强力和白度均下降。综合弹性、强力和白度之间的关系,焙烘温度应选在 160~180°C,焙烘时间选在 1~2min 之间。

(3) 引发剂和柔软剂

据资料报道, $K_2S_2O_8$ 为 IA/MA 聚合最理想的引发剂^[4]。本实验表明:随着 $K_2S_2O_8$ 浓度提高,织物的白度、强力下降,干弹先提高后下降。柔软剂浓度提高,整理品干弹提高,湿弹先

提高后下降。因此,引发剂浓度和柔软剂浓度都不宜太高。

2. 多元线性回归分析

(1) 试验设计

本试验采用 DPS 软件对试验进行设计,按五个因素实际水平所表示的工艺条件进行实验,测得的结果经计算机处理后得到的回归方程如表 3。

表 3 各因素与织物性能关系的回归方程

性能指标	简化回归方程
干缓折皱角	$Y_1 = 240.61111 + 11.28333x_1 + 6.94167x_2 + 10.54167x_3 + 7.89167x_4 + 4.05000x_5 - 3.38334x_2^2 - 2.97084x_4^2 - 6.43700x_1x_2 + 5.53750x_1x_3 - 3.82500x_2x_3$
湿缓折皱角	$Y_2 = 237.79722 + 8.54167x_1 + 6.33333x_3 + 3.45000x_4 + 6.75417x_2^2 + 7.45417x_3^2 - 17.25417x_4^2 - 4.91660x_2^2$
强力	$Y_3 = 238.33333 - 9.33333x_1 - 7.33333x_2 - 6.50000x_3 - 7.25000x_4 - 3.58333x_5 - 6.56250x_2^2 + 3.56250x_4^2 + 4.50000x_1x_2$
耐洗牢度	$Y_4 = 0.68861 + 0.05250x_1 - 0.02667x_2 + 0.03667x_4 - 0.03083x_1^2 - 0.04833x_3^2 + 0.04042x_2^2 + 0.05375x_1x_2 - 0.06750x_1x_3 - 0.05125x_1x_4 - 0.06256x_2x_3 - 0.04250x_4x_5$
白度	$Y_5 = 73.30556 - 1.09458x_1 - 3.14708x_2 - 2.31708x_3 - 1.69875x_4 - 0.48125x_5 + 0.38802x_1^2 - 0.65948x_2^2 + 0.99427x_4^2 + 1.02437x_1x_2 - 0.60812x_1x_3 + 0.56313x_1x_4 - 0.055437x_2x_4$

在回归方程中,各因子系数的大小直接反映该因子对性能指标的贡献程度。对于湿弹性起促进作用的主要因素依次是:IA/MA 浓度、焙烘温度和焙烘时间;使断裂强力和白度下降的主要因素有:IA/MA 浓度、引发剂浓度、焙烘温度和焙烘时间;而提高耐洗牢度的因素依次是:IA/MA 浓度和引发剂浓度的交互作用、IA/MA 浓度、柔软剂浓度的二次效应和焙烘时间。由此可见:整理品的弹性和强力、白度之间是一对矛盾,要解决这个问题,就需要寻找在弹性、强力和白度三者之间保持平衡的合适工艺,这也是对 DP 整理系统最基本的要求。根据国际市场上对免烫棉织物和成衣的要求:织物

强力损失在 40% 以内,DP 级达到 3.5;本实验又规定白度为 80%,干弹提高 120°;再按照回归方程经计算机处理得出符合上述要求的各因子编码值为:

$$X_1 = 1.03478; X_2 = -0.0217;$$

$$X_3 = 0.0423; X_4 = -0.0379; X_5 = 0.9281$$

由此得出的最佳工艺条件为:IA/AM: 14%;K₂S₂O₈: 2%;焙烘温度:170℃;焙烘时间:1.5min;柔软剂浓度:10g/l。

(2) 最佳工艺验证

本文采用最佳工艺条件进行试验,并与 CA、SDP(低甲醛整理剂)整理品相比较,其结果见表 4:

表 4 IA/MA、CA、SDP 整理效果指标

织物	DP 级*	干弹(°) (T+W)	湿弹(°) (T+W)	白度 (%)	强力保留值(%)	刚柔性 (cm)	耐洗牢度	毛效 (cm)	透气性 (L/m ² s)
原样	1.0	122.0	179.0	84.12	100.00	3.2	/	10.0	519.5
1 [#]	3.5	213.0	228.0	82.00	62.80	2.8	0.96	8.2	505.3
2 [#]	4.0	246.7	249.0	79.03	62.00	2.7	0.98	10.0	506.8
3 [#]	3.2	261.0	256.0	81.00	59.50	3.5	0.93	7.8	510.0

* 洗 5 次后

1[#]:CA:10%;SHP:6%;PEG400:2.5%;LF-27:20g/l;焙烘(170℃,1.5min)

2[#]:IA/MA 整理液

3[#]:SDP:27%;ZnCl₂:4%;CA:0.3%;LF-27:10g/l;焙烘(150℃,2min)

从表 4 看出,IA/MA 整理棉织物得到的 DP 级最高(4.0),干湿折皱角的提高都比 CA

大,刚柔性、耐洗性和断裂强力好于或接近于

(下转第 17 页)

(上接第 33 页)

SDP 和 CA。由于在评估 DP 整理效果时,DP 级比折皱回复角(WRA)更为重要,所以 IA/MA 整理品因较高的 DP 级而显示出极大的优越性。从而也说明该方法更适用于服装工业。

三、结 论

1. 确定 IA/MA 纯棉 DP 整理的最佳工艺条件为:

IA/MA: 14%; $K_2S_2O_8$: 2%; 焙烘温度: 170℃; 焙烘时间: 1.5min; LF-27: 10g/l。

2. 与其他常用防皱整理剂相比,IA/MA 显示出相当优势,即在获得较高的 DP 级和干湿折皱回复角的同时,其他指标均能满足国际市场对 DP 整理的要求。

(1) *系 96 级硕士生。

(2) 感谢 98 届本科毕业生丁文静、覃园参与本课题的部分实验。

参 考 资 料

- [1] Cagliardi Shippee. Crosslinking of Cellulose with Polycarboxylic Acid. American Dyestuff Reporter, 1963, 52(8): 300.
- [2] B. A. Kottel, Andrews, N. M. Morris, E. A. Catalano, Durability of Ester Groups to Laundering of Polycarboxylic Acid-Finished Cotton Fabric. American Dyestuff Reporter, 1994, 83(6): 22.
- [3] Choi HM. and Welch CM. Unsaturated Dicarboxylic Acids In Non-Formaldehyde DP Finishing of Cotton A. D. R, 1994, 83(12): 48~53.
- [4] 《中国纺织大学学报》, 1996, 22(3). 105~114.