

纳米三防羽绒服面料的研制

冯爱芬 张永久

(河北科技大学, 石家庄, 050031)

摘 要: 论述织物的三防机理以及三防整理剂的选择, 利用正交实验设计实验方案对涤纶羽绒服面料进行了三防整理。得到了提高羽绒服涤纶面料的拒水、拒油、防污的三防整理优化工艺条件。

关键词: 纳米 三防整理 有机氟树脂 涤纶 正交实验 优化工艺条件

中图分类号: TS 195.57 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)02-0077-03

羽绒服面料多为涤纶面料, 对羽绒服面料进行拒水、拒油、防污多功能整理, 可使织物具有三防功能, 减少羽绒服的洗涤次数, 以免造成因洗涤过多影响保暖性。

1 三防机理

拒水拒油整理是在织物表面施加一层整理剂, 改变了纤维表面性能, 使纤维的表面张力低于油的表面张力。水的表面张力远大于油的表面张力, 所以织物获得拒油的性能后自然也就有了拒水的性能。利用有机氟树脂对织物进行拒水、拒油、防污“三防”整理, 是在织物表面引入表面能很低 $-CF_3$ 基团。有机氟化合物中起拒水拒油作用的是全氟烷基 ($-C_nF_{2n+1}$), 当 $-CF_3$ 基团中的一个 F 被 H 取代, 基团的 SE 就增加一倍。所以, 聚合物中全氟烷基分子链越长, SE 就越低, 氟碳基团在织物表面就形成垂直紧密网状排列, 提高了织物的拒水、拒油和防污性能^[1]。纳米材料的加入, 通过粘合剂的作用与纤维结合, 由于纳米粒子的小尺寸效应、表面和界面效应^[2], 纳米粒子表面的原子存在大量的表面缺陷和许多悬挂键, 具有很高的化学活性, 纳米粒子高度分散在纱线之间、纤维之间和纤维表面, 它们与有机氟树脂、交联剂、粘合剂在纤维表面形成一层很薄而致密的膜, 阻止了油污的进一步渗透, 大大提高了拒水、拒油和防污性能。另外, 纳米陶瓷粉本身具有一定的导电性能, 可以降低纤维表面的电荷, 从而降低了污物通过电荷间的静电吸附到纤维上的机会, 增强了防污效果。

2 实验材料与方法

2.1 实验材料及仪器

试样: 纯涤纶羽绒服面料, 平纹组织, 织物规格为 $75D \times 75D(72f) \times 230$ 根/10 cm \times 230 根/10 cm, 坯布幅宽 1.5 m。整理剂: 各种有机氟三防剂、纳米材

料、非甲醛交联剂、粘合剂、柔软剂。仪器: 小样均匀轧车、CS101-3E 型烘箱、防水性能仪、YG991-6A 型电子织物强力机、马丁代尔耐磨试验仪。

2.2 实验方法

2.2.1 整理方法(浸轧法) 配置工作液 \rightarrow 室温二浸二轧(浸渍 1 min, 轧余率 70%左右) \rightarrow 预烘($100^\circ\text{C} \times 1$ min) \rightarrow 焙烘(按优化工艺) \rightarrow 待测指标^[3]。

2.2.2 性能测定 1) 拒水性: 拒水度和抗透湿性按 AATCC-22 标准测定, 均在 ISO-4920 型防雨性能仪上测定, 测 2 次平均值。2) 拒油性: 按 AATCC-118 标准测试, 测 3 次平均值。3) 防污性: 按 FZ/T01066-1999 规定方法和试验参数。4) 耐洗试验: 在 SW-12 型耐洗牢度试验机上进行。洗涤条件, 洗衣粉 2 g/L, 纯碱 2 g/L, 浴比 1:30, 温度 40°C , 时间 15 min/次。每次洗涤后待试样干燥平衡后再测定有关指标。

3 试验结果与讨论

3.1 整理剂的选择

对比不同生产厂家的三防剂, 其性能见表 1。可以看出, 有机氟树脂 + 纳米施加在织物上与其它 3 种有机氟树脂三防剂比有明显的拒油防污效果。所以, 选用有机氟树脂与纳米材料进行复配, 而后对其进行正交实验选择最佳工艺条件。

3.2 有机氟树脂 + 纳米对纯涤纶织物的拒水、拒油、防污整理的优化工艺

3.2.1 正交实验设计 影响三防效果的因素为: 有机氟树脂浓度、纳米材料用量、交联剂用量、焙烘工艺。现选择 4 因素 4 水平进行正交实验, 因子 - 水平表如表 2 所示。

3.2.2 正交试验的测试结果和优化方案 利用方差分析找出最优组合, 达到提高涤纶羽绒服面料的拒水、拒油、防污性能。三防的优化实验方案及其结果如表 3。

3.2.3 方差分析 1) 拒水度的方差分析, 因子 A 对

表1 不同生产厂家三防剂的三防效果

	用量(g/L)	拒水性(分)	拒油性(级)	防污性(级)
有机氟+纳米	30	100	7~8	3~4
	25	100	6	3~4
	15	100	4	2
国产拒水剂	30	100	5	2
	25	100	3	2
	15	90	2	1~2
进口三防剂1	30	90	2	1~2
	25	70	1	1
	15	60	0	1
进口三防剂2	30	80	1~2	1~2
	25	70	1	1~2
	15	60	0	1

表2 因子-水平表

	A	B	C	D
	有机氟树脂(g/L)	纳米(g/L)	交联剂(g/L)	T/t(°C/s)
1	10	0.1~0.5	2	150/240
2	15	0.5~1.0	4	160/180
3	25	1.0~1.5	6	170/120
4	30	1.5~2.0	8	180/60

拒水度没有显著性影响,因子B、C、D对拒水度没有影响,但是 $III_i = IV_i > II_i > I_i$,所以,可以选择 A_3 或者 A_4 。2)拒油度的方差分析见表4,最优工艺的选择:因子A特别显著,因 $IV_i > III_i > II_i > I_i$,故选 A_4 ;因子B也特别显著,因 $II_i > III_i > I_i > IV_i$ 故选 B_2 ;因子C与D不显著,其水平可任选。综合起来看,拒油最优工艺为: $A_4 B_2 C_3 D_1$ 。3)防污性方差分析见表5。最优工艺的选择:因子A特别显著,因 $IV_i > II_i = III_i > I_i$,故选 A_4 ;因子B特别显著,因 $II_i > III_i = I_i > IV_i$,故选 B_2 ;因子C与D不显著,其水平可任选。综合起来看,防污最优工艺为: $A_4 B_2 C_3 D_1$ 。

综上所述,根据正交实验与方差分析结果,综合拒水、拒油、防污方差分析结果得出最优工艺为: $A_4 B_2 C_3 D_1$,即有机氟树脂为30 g/L,纳米为0.5~1.0 g/L,交联剂为6 g/L, T/t 为150 °C/240 s。

3.3 整理效果的耐久性

不同有机氟树脂与纳米材料的配比对拒水拒油防污性能有不同的影响,通过正交试验找出最佳配比,优选工艺为14号,而对其进行耐洗性实验,结果如表6。

由表6可见,有机氟树脂在与纳米材料复配使用涤纶的表面张力由原来的 $43 \times 10^{-5} N/cm$ 下降到 $20.0 \times 10^{-5} N/cm$ 。加入交联剂、柔软剂、粘合剂整理,织物有较好的耐洗性。经10次洗涤,拒水度保持100分,拒油度仍在7级以上,防污性仍在3级以上。

表3 实验方案及结果

序号	A	B	C	D	误差列	拒水度(分)	拒油度(级)	防污性(级)
1	1	1	1	1	1	70(7)	1	2
2	1	2	2	2	2	70(7)	2	2~3
3	1	3	3	3	3	70(7)	1	2
4	1	4	4	4	4	70(7)	1	2
5	2	1	2	3	4	90(9)	4	3
6	2	2	1	4	3	90(9)	5	3~4
7	2	3	4	1	2	90(9)	5	3
8	2	4	3	2	1	90(9)	4	3
9	3	1	3	4	2	100(10)	6	3
10	3	2	4	3	1	100(10)	6	3~4
11	3	3	1	2	4	100(10)	6	3
12	3	4	2	1	3	100(10)	5	3
13	4	1	4	2	3	100(10)	6	3~4
14	4	2	3	1	4	100(10)	8	4
15	4	3	2	4	1	100(10)	7	3~4
16	4	1	3	2	2	100(10)	6	3
I_i	28	36	36	36	36			拒水度
II_i	36	36	36	36	36			
III_i	40	36	36	36	36			
IV_i	40	36	36	36	36			
\sum	5280	5184	5184	5184	5184			
Q_i	24	0	0	0	0			
f_i	3	3	3	3	3			拒油度
I_i	5	17	18	19	18			
II_i	18	21	18	18	19			
III_i	23	19	19	17	17			
IV_i	27	16	18	19	19			
\sum	1607	1347	1333	1335	1335			
Q_i	68.69	3.69	0.19	0.69	0.69			
f_i	3	3	3	3	3			防污性
I_i	8.5	11.5	11.5	12	12			
II_i	12.5	13.5	12	12	11.5			
III_i	12.5	11.5	12	11.5	12			
IV_i	14	11	12	12	12			
\sum	580.75	567.75	564.25	564.25	564.25			
Q_i	4.17	0.29	0.047	0.047	0.047			
f_i	3	3	3	3	3			

注:拒水度括号中的数据为计算时用的简化值;2~3等在进行数理统计计算时赋值取中间值(2.5)。

表4 拒油度方差分析表

方差来源	离差平方和	自由度	均方差	F值	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	显著性
因子A	68.69	3	22.90	134.7	3.86	6.99	**
因子B	3.69	3	1.23	7.24	3.86	6.99	**
误差e	1.57	9	0.17				
总和	73.95						

表5 防污性方差分析表

方差来源	离差平方和	自由度	均方差	F值	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	显著性
因子A	4.17	3	1.39	86.88	3.86	6.99	**
因子B	0.92	3	0.31	19.17	3.86	6.99	**
误差e	0.14	9	0.016				
总和	5.23						

表 6 整理织物的拒水拒油防污及耐洗性能

	拒水度(分)	拒油度(级)	防污性(级)
未整理织物	0	0	1
整理后织物	100	7~8	4
水洗 10 次	100	7~8	3~4

4 结 论

1. 通过正交实验和方差分析,得到拒水拒油防污的最佳工艺。

2. 采用有机氟和纳米材料整理剂整理的织物,三防效果好。纳米材料的加入,增加了有机氟的协同

效果,但必须掌握好有机氟与纳米材料复配的比例。

3. 该技术思路合理、工艺简单可行、操作方便、生产成本低。

4. 三防羽绒服面料不仅提高了服装的服用功能,而且易于去污,方便使用。

参 考 文 献

- 1 刘洪凤等.织物的拒油整理.上海纺织科技,2002(4):49.
- 2 酒金婷等.纳米微粒在纺织工业的应用及研究进展.2001 功能性纺织品及纳米技术应用研讨会论文集,50~53.
- 3 刘艳春等.涤、棉织物拒水拒油多功能整理的研究.印染,2002(2):9~11.