

防紫外功能性丙纶/涤棉复合织物产品开发与性能分析

范立红, 沈兰萍, 魏 勇

(西安工程科技学院, 陕西 西安 710048)

摘 要:通过复合织物产品设计与性能测试,分析了利用抗紫外凉爽型丙纶与涤棉纱复合织造出的中薄型产品的抗紫外辐射性能、服用性能和风格特性,认为从织物组织结构入手,也是解决夏季棉类织物防紫外辐射问题的有效途径。

关键词:防紫外织物;功能性复合织物;抗紫外丙纶

0 引言

对纺织品来说,影响其抗紫外线辐射性能的因素很多,有纺织纤维原料、纱线和织物组织结构、织物后整理等。不同种类的纤维,其紫外线透

过率不同,如聚酯纤维、羊毛纤维就比棉、粘胶纤维的紫外线透过率低,这是由聚酯、羊毛纤维结构中的苯环、蛋白质分子中的芳香簇氨基酸对小于300nm的光有很好的吸收性能所决定的。由于原料及其织物的各项结构性质不仅影响着织物的防紫外辐射性能,同时也影响到织物的服用性能和风格特征。因此,通常解决棉等纤维素类纺织产品的抗紫外辐射问题,大多采用的是织物后整理加工途径,即在织物表面涂以抗紫外线的溶剂。

收稿日期:2002-09-11

作者简介:范立红(1962-),女,西安工程科技学院纺织产品开发中心,高级工程师。

根据 T/C 混纺织物(涤棉比例 90/10)碱减量生产记录,确定公式为:减量率 = $[(前碱 - 后碱) \times 浴比 / 0.9/417 + 0.005] \times 100\%$ (修正值 0.005)。

在下列工艺条件下,涤棉(90/10)混纺织物的减量率测试情况见表 2。

表 2 涤棉(90/10)混纺织物碱减量率测试结果

前碱 (g/L)	后碱 (g/L)	保温 (min)	实际减量 率(%)	理论减量 率(%)	理论与实 际误差
5.5	2.9	25	8.81	0.36	
5.4	3.2	25	8	7.53	-0.46
5.65	3.3	23	8.12	8.01	-0.1
5.5	3.0	24	8.1	8.49	0.39
5.5	3.1	24	8.15	8.17	0.02
6	3.5	18	8.5	8.5	0
5.35	3	26	8.3	8.17	-0.12
5.65	3.3	25	8.5	8.17	-0.32
6	3.5	24	8.6	8.5	-0.1
5.5	3	28	8.7	8.65	0.05

工艺:100~130℃采用 1℃/min,130℃保温,浴比 1:12

机型:立信 MK8C

4 结论

通过生产数值的积累,从中找出规律,总结出了一套减量率计算方法。运用该方法对降低工厂生产成本及缩短生产周期意义很大。此方法已在我厂溢流生产上得到全面推广运用。由于该方法要求碱控制在一定范围(5~8g/L),对浴比要求准确,因此对在其他品种上是否适用和碱用量的再提高是否也适用等,有待进一步探索。

本文感谢立信公司尚颂民博士给予指导!

责任编辑:阳贝双

然而,这种方法却存在着不耐洗涤的缺点,对织物手感也有影响。从织物组织结构入手解决纺织品的抗紫外辐射问题,目前还未见有相关报道。下面就以抗紫外凉爽型丙纶丝作面纱、涤棉纱作里纱,对不同接结方式、不同密度和组织的复合结构织物的抗紫外性能和服用性能作一探讨,以期找出具有优良防辐射性能和良好服用性能的轻薄型复合织物的合理设计参数,为纺织企业开发抗紫外辐射功能性产品提供一个可行的新方法。

1 织物设计及生产

1.1 织物组织

分别采用了 2/2 斜纹和 4 枚缎纹作为基础组织,织造出 2/2 斜纹复合织物和 4 枚缎纹复合织物。织物表纱均为抗紫外凉爽型丙纶长丝,里纱均为涤/棉(35/65)混纺纱。

1.1.1 斜纹复合织物

该织物的表、里基础组织均是 2/2 斜纹,表纱和里纱的排列比为 1:1;组织图见图 1,其中 A 为表组织的组织图,B 为里组织的组织图,C 为接结组织的组织图(“□”代表取消经组织点,接结方式为上接下),D 为边组织的组织图。该织物的上机图见图 2,图中“□”为投纬时,所有表经纱都要提起,形成双层组织,边纱穿在第 9、10 两页综。穿箱方式为布边组织 4 入/每箱齿,布身组织为 3 入/每箱齿。

1.1.2 4 枚缎纹复合织物

该织物的表里组织均是 4 枚缎纹,表纱和里纱的排列比为 1:1;组织图见图 3,其中 A 为表组织的组织图,B 为里组织的组织图,C 为接结组织的组织图(“#”为接结点),D 为边组织的组织图。

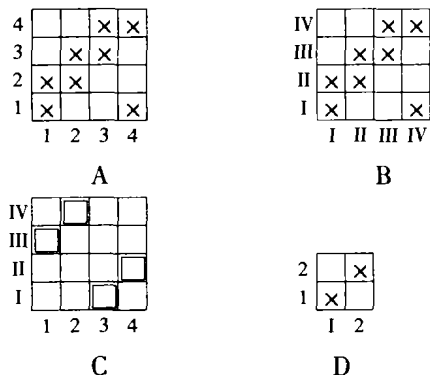


图 1 2/2 斜纹复合织物组织图

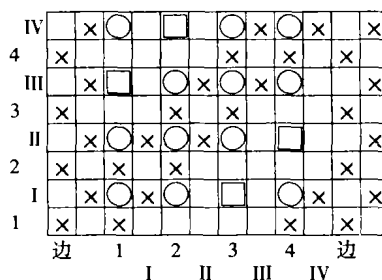
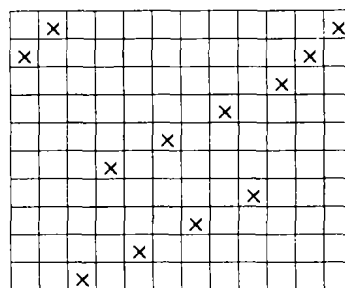


图 2 2/2 斜纹复合织物上机图

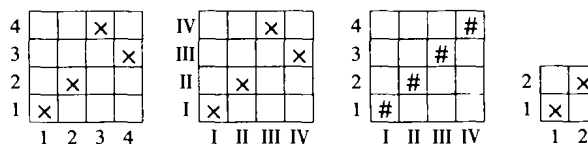
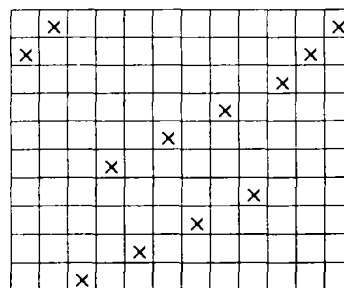


图 3 4 枚缎纹复合织物组织图

该织物的上机图见图 4,图中“○”为投表纬时,所有里纱均提起,形成双层复合组织,接结方式为下接上;边纱安排在第 9,10 两页综上,穿箱方式为边纱 4 入/每箱齿,布身 3 入/每箱齿。



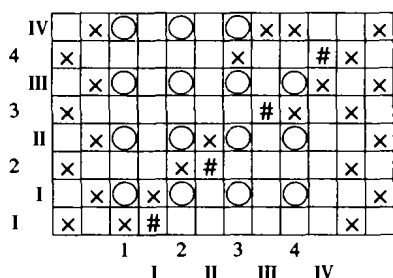


图4 4枚绉纹复合织物的上机图

1.2 生产工艺

由于复合织物为双层接结组织,经、纬纱均采用的是8.3tex抗紫外丙纶长丝和14tex涤棉混纺纱,且丙纶长丝细度较细,因此可按丝织工艺生产。

1.3 织物规格参数

抗紫外功能性织物主要的作用是屏蔽紫外线的辐射,主要应用于夏季服装、野外工作服、帐篷、军用服装等方面。由于织物组织为双层复合组织,组织结构本身就较单层组织丰厚,因此应根据织物具体用途,设计适中的紧密度,重量以中轻薄型为主。试验织物主要规格参数见表1。

表1 复合织物的规格参数

编号	织物名称	基础组织	纱线号数(tex)		密度 (根/10cm)	紧度(%)	总紧度 (%)	平方米克重 (g/m ²)
			表纱(丙纶)	里纱(涤棉)				
			经×纬	经×纬				
a	2/2斜纹复合织物	2/2斜纹	8.3×8.3	14×14	460×380	56×46	76.2	95.9
b	4枚绉纹复合织物	4枚不规则绉纹	8.3×8.3	14×14	460×420	56×51	78.4	100.6
c	2/2斜纹复合织物	2/2斜纹	8.3×8.3	14×14	490×380	60×46	78.4	99.4
d	4枚绉纹复合织物	4枚不规则绉纹	8.3×8.3	14×14	490×420	60×51	80.4	104.2

2 性能测试

2.1 抗紫外辐射性能测试

目前评价织物的防紫外效果主要为紫外防护因子UPF(ultraviolet Protection Factor),它是指某防护用品如服装被穿用后,紫外辐射使皮肤达到某一损伤的临界剂量所需要时间与不用时达到同样伤害程度的时间之比。因此,UPF值越大,表示防护效果越好。显然,这种方法要受地理条件、气温和温度的影响,且紫外线辐射的强度、稳定性、重现

性和时间延续性等均难以控制。所以,目前大多采用人工模拟光源,用紫外线分光光度计测定紫外波长区域内试样的紫外线透过率P的平均值,计算出遮蔽率C,其算式为 $C = (1 - P) \times 100\%$ 。UPF与P的关系为 $UPF = 1/P$,即紫外线透过率低的纺织品,其遮蔽率和UPF值大,说明该产品的防紫外线能力强,防护功能好。

根据国家标准GB/TB082-1997,使用“纺织品紫外透通率测试仪”测得的数据见表2,其中 $P(\%) = 100 \times \text{测试平均值} / \text{满量程}$,紫外线光源光谱区域为200~300nm

表2 织物抗紫外性能测试结果

织物编号	满量程	测试结果						透过率P (%)	遮蔽率C (%)	UPF
		1	2	3	4	5	平均			
a	27.0	1.1	1.2	0.9	1.3	1.0	1.10	4.07	95.93	24.5
b	28.5	0.7	0.8	0.5	0.7	0.9	0.72	2.53	97.47	39.5
c	27.0	0.9	1.0	1.2	1.1	1.2	1.08	4.00	96.00	25.0
d	26.0	0.5	0.8	0.3	0.4	0.4	0.48	1.85	98.15	54.0

2.2 收缩性和外观特性测试

按照国家标准ZBW23001-86的有关内容要求,进行了缩水率、汽蒸收缩率、起毛、起球性、耐

磨性和光泽度的测试。起毛起球性根据标准用评级法,评级标准共5级,级别越高,织物越不易起球。织物光泽度是用与法线成60°夹角的入射平

行光照射在试样上,在 60° 角和 -30° 角位置上分别接收其正反射光和漫反射光,测出织物正反射光强度 G_s 和漫反射光强度 G_D 后,按式 $G_c = G_s / \sqrt{G_s - G_D}$ 计算出织物的光泽度。光泽度 G_c 值大,说明织物的反射光强度大,织物表面平整光亮。各性能指标测试结果见表3。

2.3 服用性能测试

根据织物的服用性要求,分别进行了耐皱性、悬垂性和透气性的测试。耐皱性用经向与纬向的急、缓弹性角度之和的一半 φ ,与折皱回复率 ω 表示。悬垂性用悬垂度系数 F 表示, F 值小,织物悬

垂性好。透气性用单位时间内通过织物单位面积的容量 Q 表示, Q 值大,透气性强。各服用性能的测试结果见表4,其中 $\omega(\%) = \text{折皱回复角} / 360^\circ \times 100\%$ 。

表3 织物缩水和外观性能指标测试值

织物编号	缩水率 (%)		汽蒸收缩率 (%)		起毛起球性(级)	光泽度 G_c 值
	经向	纬向	经向	纬向		
a	2.7	2.2	0.8	0.7	5	11.59
b	2.9	2.3	1.1	0.9	4.5	11.07
c	2.9	2.2	0.7	0.8	5	11.28
d	3.1	2.3	1.0	1.3	4.5	11.32

表4 织物服用性能测试结果

织物编号	急弹性回复角 $\varphi_1(^\circ)$		缓弹性回复角 $\varphi_2(^\circ)$		折皱回复角 $\varphi(^\circ)$	折皱回复率 $\omega(\%)$	悬垂度系数 $F(\%)$	透气量 $Q(\text{公升}/\text{m}^2 \cdot \text{S}^2)$
	经向+纬向	经向+纬向	经向+纬向	经向+纬向				
a	85.5+75.5	88.5+82.5	166.0	46.1	60.4	795.8		
b	84.0+74.5	86.5+80.5	162.7	45.2	61.5	760.8		
c	81.5+82.0	83.0+83.0	164.7	45.8	62.5	779		
d	76.5+68.5	79.5+76.0	150.0	41.7	66.4	539		

2.4 风格特性测试

根据所设计织物的风格要求,分别进行了压缩性和刚柔性测试。压缩性是通过测试轻压力下的表观厚度 T_0 和稳定厚度 T_s ,由压缩率算式 $E(\%) = T_0 - T_s / T_0 \times 100$ 来反映织物的丰厚性和蓬松性的,即 E 值大,织物蓬松性好。织物的刚柔性即抗弯刚度,是通过测试试样的滑出长度 L ,从而求出抗弯长度 $C = 0.487L(\text{cm})$;经、纬向的抗弯刚度 $B = G \cdot C^3 \cdot 10^{-1}(\text{mg} \cdot \text{cm})$,以及总抗弯刚度 $B_0 = \sqrt{B_r \cdot B_w}$ 。其中 B 、 B_0 值大,织物刚度大,身骨好;反之, B 、 B_0 值小,织物手感柔软。相应的测试结果见表5。

表5 织物风格性能指标测试值

测试项目		a	b	c	d	
压缩性	表观厚度 $T_0(\text{cm})$	0.602	0.652	0.634	0.695	
	稳定厚度 $T_s(\text{cm})$	0.487	0.521	0.518	0.542	
	压缩率 $E(\%)$	19.1	20.0	18.3	22.0	
刚柔性	滑出长度 $L(\text{cm})$	经向	6.2	6.4	6.5	6.7
		纬向	5.7	6.3	6.1	6.2
	弯曲长度 $C(\text{cm})$	经向	3.0	3.1	3.2	3.3
		纬向	2.7	3.0	3.1	3.0
抗弯刚度 $B(\text{mg} \cdot \text{cm})$	经向 B_r	25.9	29.9	32.6	37.4	
	纬向 B_w	18.8	25.9	29.9	25.9	
总抗弯刚度 $B_0(\text{mg} \cdot \text{cm})$		22.1	27.8	31.1	31.2	

3 性能分析

3.1 抗紫外性能分析

从表2的测试结果与表1、表5的相关参数值可知,在相同纱线号数下,紧度大的织物其厚度和克重大,遮蔽紫外线的性能好,防护能力强。对组织相同的织物来说,密度大,单位面积内的纱线根数就多,覆盖系数大,孔隙率小,织物紧度高而厚重。当组织结构不同时,浮线长的组织,纱线易于靠拢(织造时容易打紧),纱线排列紧密,也增大了覆盖系数,织物也能做到紧度高而厚重。对于紧度相同的织物,浮线长、组织结构相对较松的织物,也较丰厚,抗紫外线的能力也较强。总之,织物抗紫外线性能的强弱与织物的紧度、厚度大小有很直接的关系,4种复合织物防护紫外线性能的大小依次为: $d > b > c > a$,即 d 织物的抗紫外线性能最好, a 织物的最弱。

根据国家《纺织品防紫外线性能的评定》标准规定,只有 $UPF > 30$,并且 UVA 透过率 $< 5\%$ 时,才能称为防紫外线产品。由此可判定 d 和 b 织物具有优良的防紫外线功能。

3.2 外观性能分析

在表3中,对缩水性来说,4块织物里纱均为35/65涤/棉纱,由于棉纤维吸湿性强,比例较大,当织物润湿时,纤维横向溶胀使纱线直径增加,表现在织物上收缩较大。在织物经密大于纬密的情况下,纬纱之间有较大的可收缩空间,所以经向缩率就大。4枚缎纹的结构较2/2斜纹松弛,其收缩的余地更大。

大多数合成纤维均有热收缩现象,而棉纤维的热稳定性较好,所以4块织物的汽蒸收缩率较小。缎纹织物的汽蒸收缩率大于斜纹,也是原于结构较松弛。

4块织物的起毛起球性均在4.5~5级之间,超过了国家标准规定的最低为3级的标准,所以,4块织物的抗起毛起球性能均较优良,织物表面光洁,外观特性好。由于4块织物的组织纹路相似,表面对光的反射程度接近,因此光泽度值也相近。

3.3 服用性能分析

在表4的各项服用性能中,4块织物的折皱回复角均在 $150^\circ < \varphi < 180^\circ$ 范围内, φ 值偏小,表明耐皱性和弹性较差,织物的形态稳定性略差。这是因为棉纤维的拉伸变形恢复能力较小,对织物的折皱回复性不利。a织物的紧度值略小,折皱回复性略好于b、c织物,d织物的略差。从悬垂性的测试结果可看出,4块织物的悬垂度系数在 $60^\circ < F < 70^\circ$ 范围内,这与棉纤维的初始模量高,纤维刚度大有关。由于a、b、c3块织物紧度值接近,且小于d织物,因此F值较小,悬垂性好于d织物。对于透气性来说,由于棉纤维和细旦丙纶丝本身有较好的透气性,因此4块织物的透气量值Q均较大。且a、b、c3织物的紧度小,织物轻薄,所以透气性好于d织物。

3.4 风格特性分析

在表5的风格特性测试结果中可看到,在纱线细度相同条件下,a织物的紧度值小、克重量轻,单位面积内的纱线根数少,所以厚度小;而d织物紧度高、克重大,单位面积内的纱线根数多,因而

织物厚实丰满。对刚柔性,a织物紧度值小,总抗弯刚度 B_0 值小,织物较柔软;d织物紧度高,B值大,织物硬挺;b和c织物则居于两者之间。总之,织物的风格特性与织物紧度有很密切的关系,紧度小,织物轻薄,手感柔软,抗弯刚度小,耐皱性和悬垂性好。

综上所述,织物外观稳定性的大小依次为 $a > b > c > d$ 织物,服用性能的优劣依次为 $a > b > c > d$,厚度值及抗弯刚度值大小依次为 $d > c > b > a$ 。结合抗紫外线的防护性优劣,d和b织物较好,厚度适中,克重为中薄型,适宜夏季服用。

4 结论

(1)在纱线细度一定时,影响复合织物抗紫外辐射性能、服用性能和外观风格特性的主要因素是织物紧度,因此在织物设计时,要根据具体的功能性和服用性要求合理设计织物紧度。

(2)由于棉纤维的缩水率较大,因此含较大比例棉的复合织物的收缩性较大,即尺寸稳定性和耐皱性能较差,这是它的不足之处。

(3)通过复合组织结构设计织造出的双层织物,选用合适的组织,合理的密度、紧度等结构参数,也可解决棉等纤维素类织物的防紫外辐射问题,获得优良的防辐射功能。

参考文献

- 1 吴仁伦. 紫外线遮蔽纤维的开发应用现状. 现代纺织技术, 2001
- 2 周秀会, 曹晓英. 防紫外织物新进展. 国外纺织技术, 2000:2
- 3 申志恒. 纺织品性能与检测(教材). 西安:西安工程科技学院
- 4 沈兰萍. 服用织物设计(教材). 西安:西安工程科技学院
- 5 杨建民, 范立红. 纺织品性能与检实验指导书. 西安:西安工程科技学院

责任编辑:陈朝武