

耐久型康纶荧光阻燃防护面料 研发及性能分析

倪其洲

(上海兴诺康纶纤维科技股份有限公司, 上海 200233)

摘要:将纳米银持久抗菌康纶和腈氯纶棉混纺纱以一定的形式组合,在普通双面大圆机上开发网眼空气层组织(PK组织)结构的针织面料。介绍了该耐久型康纶荧光阻燃防护面料的生产工艺,并对其阻燃、抗菌、吸湿、抗静电、抗紫外线等性能进行测试分析。测试结果:荧光色 $X=0.615$ 、 $Y=0.365$ 、 $\beta=0.42$,满足织物对荧光度的要求;点火后无燃烧至边、无洞、无熔滴、无阴燃;水洗20次后,对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抑菌率分别为98%和89%,抗菌能力强、抗菌效果持久;抗紫外线指数UPF 50+;织物表面电阻率为 $3.5 \times 10^8 \Omega$;滴水镜面反射消失时间为1 s;耐洗色牢度为3.5级。结果表明:该织物基本达到荧光、阻燃等多种功能在同一面料上实现的目的,符合市场上对防护型工装的需求,具有一定的新颖性和实用价值。

关键词:康纶;腈氯纶棉;荧光;防护面料;生产工艺;阻燃;性能分析

中图分类号:TS 184.4

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2012)06-0001-05

荧光类工装在需要高亮防护的领域有着广泛的用途,其面料多采用机织或经编工艺。近几年,纬编荧光工装因其具有良好的弹性、柔软舒适性,逐渐得到一些高端工装的认可。康纶是一种在涤纶纤维中加入无机纳米银材料,且纤维截面呈十字型的丝或纱,具有良好的耐久抗菌性能和吸湿排汗性能,在荧光高亮工装领域很受欢迎。因此,采用康纶和腈氯纶棉混纺纱,在双面大圆机上开发既具有荧光效果又有阻燃功能的耐久型康纶荧光阻燃面料,具有一定的新颖性和实用价值。

1 产品设计思路及分析

据了解,目前市场上急需一种能够满足工人在特殊工作环境下、

具有多种防护需求的工装。这种工装应适合春夏季穿着,外层荧光色能够通过荧光 EN 471 标准检测,面料具有持久的阻燃(没有熔滴)、抗菌、抗静电、吸湿排汗和抗紫外线(UV>40+)功能,且在起防护作用的同时穿着舒适、健康。即这种工装面料需要具备荧光、阻燃、抗菌、抗静电、吸湿排汗、抗紫外线等多种功能,其中荧光和阻燃功能在同一款面料上实现,难度较大,需要重点分析。

1.1 阻燃方式

阻燃在工装领域是一种常见的功能,具有有效的防护作用,很多企业已经将此作为工装的一项基本功能。达到阻燃效果的途径有多种,它们各有特点,如表 1 所示。

表 1 常见的阻燃方式

阻燃方式	纤维种类	优缺点分析
助剂后整理	康纶	熔滴
助剂后整理	涤纶	熔滴
助剂后整理	棉、黏胶、涤纶	助剂整理,影响涤纶的荧光鲜艳度
阻燃纤维	阻燃涤纶	熔滴
阻燃纤维	腈氯纶+棉混纺	没有熔滴,可以适用
阻燃纤维	国产芳纶+阻燃黏胶混纺	没有熔滴,但成本高
阻燃纤维	芳纶(Nomex 1313)	没有熔滴,但成本太高
阻燃纤维	阻燃黏胶	纺细支纱强力不够、不可行
阻燃纤维	阻燃丙纶	熔滴
阻燃纤维	阻燃锦纶	熔滴

由表 1 常见的阻燃方式,再结

作者简介:倪其洲(1970—),男,工程师,本科。主要从事印染和功能性纺织品的开发工作。

合面料所需具有的荧光色和阻燃功能,分析得出:纳米银持久抗菌康纶和腈氯纶棉以一定的形式组合,是开发荧光阻燃防护面料的理想方式。

1.2 染色方式

一般来说,织物染色有两种方式:一是染色纱后织造,简称色织法;二是织造后染坯布,简称匹染法。采用这两种方式染荧光橙色后进行对比试验,测试结果如表2所示,表3是荧光橙的颜色标准要求。

由表2和3可以看出,匹染本色康纶和腈氯纶棉双面织物,康纶正面颜色稍差,这是因为反面腈氯纶沾色严重,对正面的颜色有较大影响,反面的颜色在UV灯下看有荧光,但是在自然光下颜色很暗。因此,如果匹染该面料,即使采用载体染色的方法,解决了康纶的染色温度问题,但仍然存在分散染料对腈氯纶纤维的沾色而影响康纶面颜色鲜艳度的问题。

该工装面料只需正面荧光色通过测试就可以,从对表2颜色测试结果的分析可以得出,采用将康纶染成色丝再上机编织织物正面的方法效果较好,同时反面采用白色,这样可最大程度地减少反面颜色对正面的影响。

1.3 织物组织结构

康纶染色可以达到荧光EN471的标准,但无阻燃效果,助剂整理不耐久且会影响颜色鲜艳度。腈氯纶棉混纺纱可以达到阻燃的要求,但腈氯纶染荧光色很少见、且技术不成熟。在这种情况下,如果要使面料具备荧光色和阻燃两种功能,就要考虑将面料设计成两面结构:外层康纶荧光橙色丝,有抗菌吸湿功能;内层腈氯纶棉贴身、阻燃;抗紫外线和抗静电功能

表2 荧光橙色织物的颜色测试结果

染色方法	织物正面	织物反面	测试面	亮度因素 β/\min	色坐标		结论
					X	Y	
色织	康纶荧光橙色丝	腈氯纶棉本色	织物正面	0.43	0.613	0.360	通过
匹染	荧光橙康纶	腈氯纶棉(匹染康纶时沾色)深紫红色	织物正面	0.38	0.569	0.350	不通过,稍差
			织物反面	0.20	0.350	0.150	不通过,差别大

表3 EN471 荧光橙色的颜色要求

色坐标		最小亮度因素 β/\min
X	Y	
0.610	0.390	0.40
0.535	0.375	
0.570	0.340	
0.655	0.345	

注:标准的色坐标的4个点围成四边形,要求面料的色坐标在四边形内,并且亮度因素不低于0.40。

加在面料的正面或反面。

将平针组织和半畦编组织相结合的复合组织,叫网眼空气层,俗称PK组织。该阻燃面料选择PK组织编织双面结构,其原因有两点:

a. 织物正面的纤维烧损后,反面的面料结构还是完整的,即如果把正面的丝抽取后,反面的阻燃纱面料组织还是完整的,只有这样才能起到阻燃效果;

b. 反面的颜色对正面的影响较小,即正面的荧光色丝要能最大程度地遮盖住反面的白色阻燃纱,同时康纶的含量又不能太高,因为康纶不阻燃,含量太高容易对整个面料的阻燃性能造成影响。因此在织物正面采用了立体结构,有效地遮盖住反面的白色,同时立体结构使面料外观具有特色。

1.4 生产流程

确定好原料和组织结构后,便可制定合理的生产流程。耐久型康纶荧光阻燃防护面料的生产流程为:染丝备纱→上机织布→水洗(整理)→成品。

2 生产工艺

2.1 编织工艺

2.1.1 原料规格

采用3种原料编织,其规格分别如下:

a. 83.3 dtex/72 f (75 D/72 f) 康纶长丝,DTY,轻网,Z捻。先染色再编织,染色时加2%亨斯曼公司生产的UV FAST P(尤维定P)抗UV助剂。

b. 160 dtex(36^s)70%国产腈氯纶+30%精梳棉混纺纱。

c. 将22.2 dtex/3 f (20 D/3 f) 无色导电丝和83.3 dtex/72 f 康纶荧光橙色丝包覆成83.3 dtex+22.2 dtex(75 D+20 D)康纶导电丝包覆纱。

2.1.2 设备参数

机型	普通双面大圆机
机号	24针/25.4 mm
筒径	863.6 mm(34")
路数	72 F

2.1.3 三角排列

上机三角排列如图1所示。

2.1.4 织针排列

织针排列采用罗纹对位的方式,其中针盘织针按照ABAB顺序排列,针筒织针按照BABA顺序排列。

2.2 水洗处理工艺

坯布下机放置24 h后,在液流缸中水洗。水洗的作用是洗去面料上的油剂,使面料达到适当收缩。水洗后适当添加3%亲水柔软剂,以改善手感。水洗工艺如下:

纯碱	5 g/L
----	-------

针盘	B	∩	-	V	-	-	V	-	-	V	-	-	V
	A	-	-	V	-	-	V	∩	-	V	-	-	V
路数/F		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
针筒	A	∩	∧	-	∩	∩	-	-	∧	-	∧	∧	-
	B	-	∧	-	∧	∧	-	∩	∧	-	∩	∩	-

∧.成圈三角;∩.集圈三角;-.浮线三角。

图1 三角排列图

除油剂 2 g/L
 螯合分散剂 1 g/L
 先在 80 ℃水中洗 20 min,排水;再用 50 ℃水洗 10 min,重复操作一次,以洗去残留碱;最后在 40 ℃水中洗 10 min。

2.3 成品定形

成品定形的温度控制很重要,因为既要满足织物对定形的要求,又不能破坏荧光的鲜艳度和染色牢度。康纶在织物的正面,结构相对较松,腈氯纶棉混纺纱在织物的反面,结构相对较紧,起到一个支架的作用,定形温度的选择主要从腈氯纶棉混纺纱的定形效果来考虑,故要求尽量稍低些。定形时间统一为 40 s。采用 ISO 6330 标准,织物经过 60 ℃水洗 5 次,平摊干燥后测试其缩水率,测试结果见表 4。

表4 定形温度对缩水率的影响

温度/℃	缩水率/%	
	纵向	横向
140	7.3	6.2
150	5.8	5.1
160	3.5	3.3
170	3.4	3.2

由表 4 可知,最终选择 160~170 ℃,40 s 的过水定形工艺。

3 面料性能测试与分析

3.1 阻燃性能

对该康纶、腈氯纶棉混纺纱交织的双面结构针织面料进行熔滴试验。如图 2 所示,在面料正面(荧光面)点火后,正面的康纶收缩、熔融,呈小点分散地黏在背面腈氯纶

棉阻燃层上,此时腈氯纶棉阻燃层仍然呈完整的织物状态,没有熔滴现象。

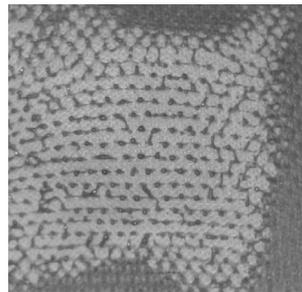


图2 康纶荧光阻燃面料燃烧后的正面图

原因可能是康纶荧光阻燃面料在遇热或火焰后,康纶收缩、熔融被分割成一个个很小的点状黏在腈氯纶棉纱层上,进一步受热后,腈氯纶分解产生的氯化氢气体会阻止康纶的继续燃烧,从而起到阻燃效果。

3.2 抗菌性能

康纶应用在很多面料的生产中,其纤维含量从 35%到 100%。为了比较康纶含量对面料抗菌性能的影响,分别对 3 种康纶面料(水洗 20 次后)进行抗菌性能测试。抗菌性能参照 FZ/T 73023 标准中的振荡法进行测试,测试结果如表 5 所示。

从表 5 可以看出,面料中康纶含量只有 35%,且经过 20 次洗涤,仍然具有良好的抗菌效果。由此可以说明,康纶抗菌能力强、抗菌效果持久。

原因可能是康纶在生产过程中添加了无机的纳米银,而纳米银

表5 康纶含量对面料抗菌性能的影响

面料品种	纤维含量	抑菌率/%	
		金黄色葡萄球菌	大肠杆菌
汗布	62%康纶、33%莫代尔、5%氨纶	98.09	95.58
毛巾布	50%棉、50%康纶	99.85	96.75
汗布	65%棉、35%康纶	95.54	86.36

即使很微量,抗菌效果也很明显。因而纳米银康纶抗菌效果持久,且不用担心有抗菌化学品附着在纤维表面。

3.3 吸湿性能

康纶具有良好的吸湿功能,但它位于织物的正面。关于腈氯纶棉吸湿性能的报道较少,因此,这里只对腈氯纶棉的吸湿性能进行测试。腈氯纶棉混纺面料前处理烘干后测试其滴水镜面反射消失时间,测试结果见表 6。

表6 腈氯纶棉混纺面料的吸湿性能

面料品种	原料	滴水镜面反射消失时间/s
汗布	25.0 tex(23 ^s)60%腈氯纶+40%棉	2
汗布	25.0 tex 60%腈氯纶+40%棉和 3.3 tex (30 D)氨纶交织	2
双面 PK 布	8.3 tex(75 D)康纶和 16 tex(36 ^s)70%腈氯纶+30%棉交织	1

从表 6 可以看出,腈氯纶棉混纺纱中棉的含量小于 40%时,织物具有良好的吸湿性能。在织物的后续生产工艺中应注意合理使用相关助剂,以保证成品具有好的吸湿性能。腈氯纶的吸湿性能可能与纤维的截面(异型)或其中的单体性能(吸水性)有关。

3.4 抗静电性能

使织物达到抗静电效果的方法有 3 种:对坯布进行抗静电助剂整理、添加导电丝织布或在纺纱过

程中添加导电纤维。其中助剂整理的方法不持久,导电纤维需要在纺纱的时候加入,且成本较高。因此,该面料采用织布时加入导电丝的方法较合适。

3.4.1 导电丝添加位置

一般情况下,双面组织中导电丝既可以加在织物的正面,也可以加在织物的反面。但在康纶和腈氯纶棉交织的荧光阻燃 PK 组织面料中,导电丝加在面料的阻燃层还是加在面料的康纶荧光层,阻燃效果是不同的,见表 7。

表 7 导电丝添加位置对织物阻燃性能的影响

导电丝添加位置	燃烧试验
阻燃层	外层纱线烧熔,内层导电丝熔融、断裂;腈氯纶棉纱层在导电丝处结构断裂;面料呈条块状散开
康纶荧光层	外层纱线烧熔,内层面料完整

从表 7 可以看出,由于导电丝不阻燃,即使其含量很少,也会对织物的阻燃性能产生很大影响,主要是使面料的结构断裂、脱散,所以导电丝不能加在阻燃面,而要加在康纶荧光面。由于康纶荧光面作为织物正面使用,故不宜采用黑色的导电丝,因为黑色会影响荧光色的整体鲜艳度,因此采用无色的导电丝。

3.4.2 导电丝用量

一般来说,白色导电丝的导电原理是通过在纤维中加金属氧化物的方法,黑色导电丝是添加炭黑的方法。单就导电丝的导电性能来说,黑色的比白色好。一般地,黑色导电丝用量在 0.267% 时就有比较好的抗静电效果^[1]。要想达到相同的导电效果,白色导电丝的用量要比黑色导电丝的用量高。康纶和腈氯纶棉交织面料中导电丝用量对

织物抗静电性能的影响见表 8,采用 EN 1149-1 标准。

表 8 导电丝用量对织物抗静电性能的影响

导电丝含量/%	面料上相邻导电丝距离/mm	织物表面电阻率/ Ω
0.3	9.0	3.0×10^{12}
0.5	4.5	5.0×10^{10}
0.9	3.0	5.1×10^8
1.2	2.2	6.9×10^8

从表 8 可以看出,面料中只需加入 0.9% 的白色导电丝,即可达到较好的抗静电效果。

3.5 抗紫外线性能

一般来说,使织物具有抗紫外线功能可以从以下几个方面考虑:

a. 面料结构。透光网孔类面料很难有好的抗紫外线性能,原因是透光的网孔无法阻止紫外线的进入,阻光性能好的面料抗紫外线效果好。

b. 面料颜色。深色面料的抗紫外线效果要好些,颜色越浅越不易防紫外线。

c. 助剂整理。通过对织物进行抗紫外线助剂整理可以改善其抗紫外线性能。目前,涤纶(康纶)的抗紫外线整理多采用染色同浴加助剂的方法,即在染色过程中加入助剂,以使抗紫外线的助剂进入纤维内部,耐久性好。

d. 采用消光纤维。消光的涤纶纤维中加入了含钛的物质,这种物质具有一定的抗紫外线效果,但这需要在纤维的生产过程中加入,不易操作。

e. 选择抗紫外线效果比较好的纤维。不同的纤维具有不同的抗紫外线效果,腈氯纶抗紫外线的效果比较好。

结合上面的分析和实际生产经验得出,在康纶染色浴中加入 2% 的抗紫外线助剂,成品面料具有较好的抗紫外线效果。

3.6 成品布规格及主要性能指标

3.6.1 规格

克质量	200~210 g/m ²
幅宽	190 cm
纤维含量	
康纶	36.1%
腈氯纶	44.0%
棉	19.0%
导电丝	0.9%

3.6.2 性能指标

双面组织结构的荧光橙色阻燃面料水洗 20 次以后,对其颜色、阻燃性能、抗菌性、抗紫外线、抗静电、吸湿性能、耐洗色牢度、缩水率分别进行测试,测试结果见表 9。

4 结论

4.1 将纳米银持久抗菌康纶染色丝,再和腈氯纶棉混纺纱以一定的形式组合上机编织,是开发荧光

表 9 面料性能的测试结果

测试项目	测试标准	测试结果
荧光色	EN 471	$X=0.615, Y=0.365, \beta=0.42$, 满足织物对荧光度的要求
阻燃性能	ISO 14116	无燃烧至边、无洞、无熔滴、无阴燃
抗菌性	FZ/T 73023 振荡法	金黄色葡萄球菌抑菌率 98%, 大肠杆菌抑菌率 89%
抗紫外线	BS EN13758.1	抗紫外线指数 UPF 50+, 达到了抗紫外线的目的
抗静电	EN 1149-1	织物表面电阻率 $3.5 \times 10^8 \Omega$, 具有良好的抗静电性能
吸湿性能	ADIDAS	滴水镜面反射消失时间 1 s (要求 ≤ 2 s), 吸湿透气性好
耐洗色牢度	ISO 105 C10 (A)	3.5 级
缩水率	ISO 6330 平摊法	纵向 3.5%, 横向 3.2%

阻燃防护面料的理想方式。

4.2 面料设计为PK组织的双面结构,其中外层康纶染荧光丝有抗菌吸湿功能,内层腈氯纶棉贴身、阻燃,从而在同一款面料上同时实现荧光和阻燃等功能,且性能耐久。

4.3 采用添加导电丝织布的方法,即在康纶荧光面加入0.9%的白色导电丝编织,即可使耐久型康纶荧光阻燃防护面料具有较好的抗静

电效果。

4.4 结合腈氯纶纤维的特性和织物结构特征,在康纶染色浴中加入2%的抗紫外线助剂,即可使成品面料具有较好的抗紫外效果。

4.5 康纶在生产过程中添加了无机纳米银,即使纳米银很微量,抗菌效果也很明显。因而纳米银康纶抗菌性能好、抗菌效果持久,用其开发的耐久型康纶荧光阻燃防护面料也具有持久的抗菌效果。

4.6 该耐久型康纶荧光阻燃防护面料不但具有高亮荧光功能而且可达到持久的抗菌、阻燃、抗静电、抗紫外、吸湿等多种持久的功能,是一种多功能的针织工装面料,可以满足在特殊工作环境下的保护作用。

参考文献

[1]于燕华,陈振洲,王家豪,等.抗静电汽车内饰面料的工艺研究[J].上海纺织科技,2006,34(11):61-65.

收稿日期 2012年1月30日

“第十三届新型原料在针织及其他相关行业应用技术研讨会”预通知

自1996年“第一届新型原料在针织行业推广应用技术研讨会”在武汉召开以来,每年一次的化纤与针织行业之间的研讨会已成为两个行业互通信息、交流合作、产品创新和推动产业链互动的盛会。应化纤和针织企业的要求,由全国合成纤维科技信息中心、全国针织科技信息中心和东华大学纤维材料改性国家重点实验室主办的“第十三届新型化纤原料在针织及其他相关行业应用技术研讨会”定于2012年8月13~16日在山西省太原市三桥大厦召开。

会议邀请国内外知名企业和高等院校的专家、教授就新型化纤原料的开发现状、特殊性能及针织企业对新原料的加工应用经验做专题报告,并对生产中遇到的问题进行深层次交流。希望广大业内人士积极参加并踊跃投稿,会议内容主要围绕以下议题进行:

1. 原料行业的发展现状及最新动态。
2. 新一代智能纤维的性能及应用,如温度调节型新纤维、形状记忆型新纤维等。
3. 功能性纤维的性能及应用,如抗紫外、吸湿排汗复合新纤维,保暖透气型聚酯纤维,磁性保健纤维,抗菌纤维,珍珠纤维,仿生纤维,竹银纤维,发热纤维,碳纤维,海藻酸纤维等。
4. 绿色环保型纤维的性能及应用,如PLA纤维、牛奶蛋白纤维、咖啡炭纤维、蚕蛹蛋白纤维、竹炭纤维、有机棉等。
5. 新型弹性纤维的性能及应用,如DOW XLA纤维,PTT纤维,柔软舒适型、运动型弹性纤维等。
6. 多组分新型混纺针织纱线的性能及应用。
7. 各种天然纤维及化学改性纤维的性能及应用。
8. 应用新型原料开发针织新产品的实践和体会,以及新原料针织面料的染整新技术。
9. 生态面料、清洁生产、REACH法规等给化纤和针织行业带来的新课题、新要求。
10. 新经济形势下,企业谋求发展的途径和管理经验。

以上相关的会议议题目前仍在征稿当中,欢迎广大业内人士踊跃投稿。

会议联系: 全国针织科技信息中心

邮编: 300193

地 址: 天津市南开区鹊桥路25号

传真: 022-27384456

电 话: 022-27382711-808 27385020-808

E-mail: zzgybjb@yahoo.com.cn

联系人: 李哲 孟振华 安虹 邓淑芳

投稿平台: www.knittingpub.com