

腈氯纶纤维的性能及应用研究

郝新敏 张建春

(士兵系统研究中心 北京 100088)

1 前言

改性阻燃纤维,就是将纤维中主体不阻燃的单体,加入少量的阻燃单体或阻燃剂通过共混、共聚、接枝等方法制成的具有阻燃性能的纤维。这种方法制成的纤维纺丝工艺简单,可混纺性强,成本较低,易于工业化,因此应用较多。

几乎所有的合成纤维都可以改性成阻燃纤维。但目前已实现工业化和应用较多的主要是阻燃粘胶、阻燃腈纶、阻燃涤纶、阻燃尼龙等,其中开发较早、应用较广、与其他纤维易于混纺的是阻燃腈纶。

腈纶具有许多优良的性能,如柔软性和保暖性近似于羊毛,有“合成羊毛”之称,而且染色性好、色泽鲜艳。但它最大的缺点是不阻燃,其极限氧指数仅为17~18.5,在合成纤维中属最低,因而腈纶的阻燃研究就显得尤为重要。国外阻燃腈纶早已工业化,估计世界阻燃腈纶总产量20世纪90年代年产量已达8~9万吨,约占腈纶总产量的4.5%,其中日本的年产量已超过4万吨,为腈纶总产量的12%。

阻燃腈纶的生产方法主要有:共聚阻燃改性、共混阻燃改性、热氧化法、阻燃后整理和后处理阻燃改性等五种方法,其中以共聚方法工业应用最广,热氧化方法是腈纶特有的阻燃方法。

共聚法阻燃腈纶是将含阻燃元素(卤、磷等)的乙烯基化合物与丙烯腈单体进行共聚而实现改性的方法,因此多数又叫腈氯纶。腈氯纶最早于1950年由美国联合碳化物公司 Dynel 投入工业生产,

Kanecaron 是日本钟渊化学工业公司1957年开发并商品化的一种共聚阻燃改性聚丙烯腈纤维。年产量达2.4万吨,是世界上产量最大、规格最多的一个阻燃纤维品种。用该纤维生产的人造兽毛皮在国际上享有一定的声誉。1984年该生产技术获日本纤维科学技术学会奖,1987年该纤维的原液着色纺纱技术荣获日本纤维科学技术学会奖。在此基础上,1991年开发成功了阻燃性能更好的可与棉、羊毛、聚酯等混纺的新型 Kanecaron 纤维—Protex,并于1993年获得日本纤维科学技术学会奖。90年代,我国抚顺腈氯纶化学厂从意大利斯尼亚(Snia)公司引进了腈氯纶生产线,年产5000吨,该纤维采用丙烯腈、偏二氯乙烯和丙烯酰胺甲基丙烷磺酸钠的共聚物进行制造,极限氧指数高达35%,且耐光、耐水、耐汗、耐磨损及耐热处理,染色性能良好,可以生产有光、半有光及消光三个品种和多种规格尺寸的腈氯纶。该装置自从投产以来,其后序加工工作也在进行,现已生产出腈氯纶装饰布、防护服及毯类三个系列产品,并在市场上有了一定的销量。

2 腈氯纶纤维的规格及性能

Kanecaron 的生产方法是:首先将40%~45%的丙烯腈和60%~55%的氯乙烯置于聚合釜内,在pH=2~3的酸性介质中进行乳液聚合,反应温度45℃,反应时间14h。从聚合釜出来的胶乳经凝固、第一热处理、第二热处理、干燥机到树脂贮槽。然后,把经称量的树脂送入分散槽,同时加入一定量温度为0~5℃的丙酮溶液,溶胀分散2~3min后进入加热器,此时树脂已基本溶解。接着到溶解槽,在

50℃下保温停留 1h 继续溶解。再经二道过滤，进入原液贮槽，原液浓度 20%~25%，粘度为 1~2Pa·s (10~20P)。原液在原液贮槽静置 10h 后，依次通过第三道压滤机，经喷丝头、凝固浴、上油、干燥、解胶、预热、拉伸、热处理、上油、卷曲、切断、干燥，至打包。

Kanecaron 纤维具有突出的阻燃性能，LOI 值达到 28~35；良好的混纺性能，既可纯纺，也可作为纬纱与常规涤纶或棉经纱交织均可达到阻燃效果；优异的手感和悬垂性；易于加工，可染成各种色泽鲜艳的织物。

Kanecaron 纤维已有纤度 1.6~44dtex，长度 38~204mm，LOI 值 28~35 的各种规格。主要产品有：

SRB 型：有光丝，如 1.5dt×51mm；

KCD 型：原液着色丝；

SRY 型：高阻燃型，与棉、毛、丝、麻混纺后，仍具有一定的阻燃性；

AOY 型：酸性染料可染型，混纺织物一次染色可呈现多种颜色；

SL 型：全消光兽毛型，截面腰子形，强烈反射光，适合仿制各种天然兽皮；

RCL 型：全消光扁平型，截面扁带状，手感柔软，适于制作高级玩具；

HHB、HS、HB 型：收缩型，缩率分别为 40%、30%和 20%，特别适合作毛皮底布和绒毛。

SYS 型：纬纱混纺型，如 1.7dt×51mm 或 1.7dt×38mm，可制成 40~6 支单股或多股，用于纬纱与普通涤纶经纱交织。

为了满足阻燃服装及与棉、毛、涤纶等纤维混纺的需要，日本钟渊公司开发了阻燃性能更好的腈氯纶 Protex 阻燃纤维，它具有：① 优异的阻燃性能和阻燃耐久性，LOI 值可达 34~35，在使用中多次洗涤阻燃效果不下降；② 在与棉、毛、涤纶等非阻燃纤维混纺时，无需经过阻燃整理即可达到较好的阻燃效果，这样可以通过与棉、毛等天然纤维生产外观好、手感柔软、悬垂及吸湿的阻燃织物；③ 当混纺织物暴露于火焰或高温时，Protex 混纺织物的优异炭化性能确保了没有熔滴沾皮肤造成烧伤的危

险；④ 由于使用阳离子染料染色，Protex 织物可以制成色泽鲜艳、牢度优良的织物。

表 1 Protex-M 纤维的性能

纤度	强度	伸长率	杨氏模量	沸水收缩率	白度	光泽
2dt	2.6g/d	35%	350kg/m ²	<3%	93	消光

Protex 纤维主要有 M 型和 S 型两种。Protex-M 型规格主要有：2dt×38mm，51mm 和 3dt×VC 等，其物理性能见表 1，主要用于纯纺作纬纱或与棉、毛等的混纺中。Protex-S 型规格主要有：2dt×51mm，7dt×64mm，15dt×64mm 等，主要用于无纺布，尤其与常规涤纶的混纺中。

3 腈氯纶纤维的混纺加工

腈氯纶的纺织加工、染整加工与普通腈纶纤维类似。这类纤维如 Protex 可以纯纺、也可以与其他阻燃纤维混纺，还可与普通纤维如棉、毛、涤纶等混纺或交织，无需再经阻燃加工即制成各种用途的阻燃织物。

3.1 腈氯纶纤维与棉纤维的混纺织物

腈氯纶纤维 Protex 可用作纬纱与棉经纱交织，也可以与棉纤维混纺。这种混纺纱与棉纱有相似的性质，兼具阻燃性和吸湿性。

图 1 是 Protex、Kanecaron、阻燃涤纶与棉混纺不同比例的阻燃性能。从中可以看出，Protex 阻燃纤维的阻燃性能高于 Kanecaron 和阻燃涤纶，Protex/棉混纺织物在阻燃纤维比例达到 20%以上即具有阻燃效果。

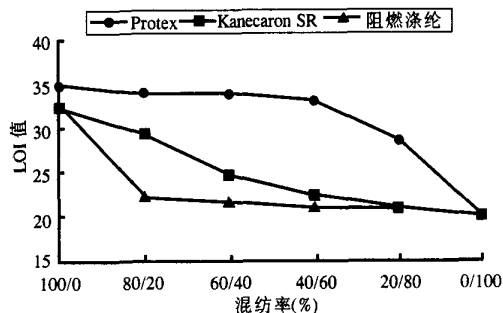


图 1 Protex、Kanecaron SR 及阻燃涤纶与棉织物混纺的 LOI 值

表2是我们使用Protex-M纤维与棉和涤纶混纺纱卡织物的阻燃性能测试情况。在未经阻燃整理的情况下,各种混纺织物都具有较好的阻燃性,只是损毁长度略差。

3.2 腈氯纶纤维与羊毛纤维的混纺织物

图2是Protex与羊毛在不同比例下混纺的阻燃性能。从中可以看出,当Protex含量超过20%时,织物就具有良好的阻燃性能,但与Protex/棉混纺略有不同,整体而言Protex/羊毛、Protex/棉混纺织物的阻燃性能比阻燃涤纶/棉的性能要好得多。

表2 Protex与棉、涤纶纤维55/45的混纺织物的阻燃性能

织物种类	垂直燃烧						燃烧状态	氧指数(%)	
	续燃时间(s)		阴燃时间(s)		损毁长度(mm)			经向	纬向
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向			
P/C	0.3	0	0	0	16.8	15.0	收缩炭化	30.0	30.2
P/PET	0.6	0.3	0	0	17.5	15.4	收缩炭化	—	—

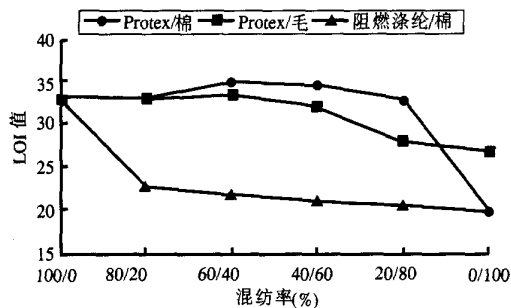


图2 Protex与羊毛、棉混纺织物的阻燃性

3.3 腈氯纶纤维与涤纶纤维的混纺

通常无纺布是通过阻燃剂的化学整理来得到阻燃性能的。但是,通过Protex-S的混纺,尤其与涤纶纤维的混纺可以获得阻燃性能优异、无需化学阻燃整理的、成本较低的阻燃织物。

Protex-S具有优良、稳定的阻燃性能;耐久性能好,阻燃剂不会随水洗而脱落,造成环境破坏;与

化学阻燃整理相比,成本较低,重量较轻。

图3和图4是Protex-S/涤纶混纺无纺布的LOI值和热收缩性能。从中可知,Protex-S与涤纶混纺时,Protex-S含量超过30%即具有阻燃性,超过40%时LOI值就大于30,比普通改性腈纶/涤纶混纺无纺布的阻燃性能好得多;同时Protex-S/涤纶混纺无纺布具有优异的耐热性,160℃、5min处理热收缩小于1%。

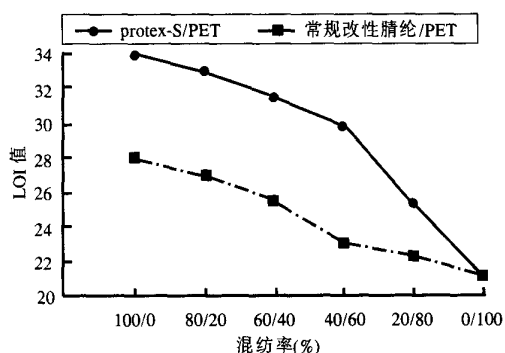


图3 Protex-S/涤纶混纺无纺布的LOI

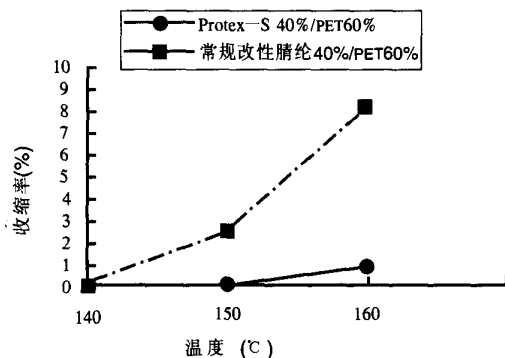


图4 Protex-S/涤纶混纺无纺布的热收缩率

4 腈氯纶的应用

腈氯纶纯纺及混纺织物可用于室内装饰材料、床上用品、防护服、工业用布、玩具、普通衣料、人造毛皮、防化服等方面。表3是Protex混纺织物的用途表。表4是Protex-S/涤纶混纺无纺布的应用情况。

表 3 Protex 混纺织物的用途

应用领域	阻燃试验方法	阻燃要求	与 Protex 混纺纤维种类	优点
服装	垂直燃烧法	炭化长最大小于 254mm, 平均 178mm 以下, 脱脂棉不燃烧	Protex/棉、毛混纺	阻燃、柔软、吸湿、舒适
童装	垂直燃烧法	炭化长最大小于 254mm, 平均 178mm 以下, 脱脂棉不燃烧	Protex/棉、腈氯纶混纺	阻燃、柔软、吸湿、舒适、耐洗
睡衣等	垂直燃烧法	炭化长最大小于 254mm, 平均 178mm 以下, 脱脂棉不燃烧	Protex/棉、粘胶混纺	阻燃、柔软、吸湿、舒适、快干
防护服	垂直燃烧法	炭化长最大小于 254mm, 平均 178mm 以下, 脱脂棉不燃烧	Protex/棉、毛、麻、涤纶、粘胶等混纺	阻燃、舒适、吸湿、挺括
厨房用纺织品	垂直燃烧法	炭化长最大小于 254mm, 平均 178mm 以下, 脱脂棉不燃烧	Protex/棉、麻混纺	阻燃、柔软、舒适、易洗
办公用纺织品	45°燃烧法等	炭化长最大 70mm 以下, 平均 50mm 以下	Protex/棉、毛、涤纶、腈氯纶混纺	阻燃、安全、色泽齐全、品种多样
地板铺饰纺织品	45°燃烧法	续燃 20s 以下, 炭化 10cm 以下	Protex/腈氯纶混纺	阻燃、安全、毛感好、高级
室内装饰纺织品、玩具	45°燃烧法等	续燃 5s 以下, 阴燃 5s 以下, 炭化 20cm 以下等	Protex/棉、毛、麻、涤纶、粘胶、芳纶、醋纤、丝等混纺	阻燃、安全、高雅、耐洗、易洗、色泽多样
床上用纺织品	45°燃烧法、水平法等	不同品种有不同要求	Protex/棉、麻、涤纶、醋纤、丝等混纺	阻燃、安全、高雅、易洗、色泽多样

表 4 Protex-S/涤纶混纺无纺布的应用

应用领域	阻燃标准	LOI 值要求	Protex-S 混纺比	生产方法	优点
空气过滤材料(建筑用)	JIS L-1091	30~32%	P-S 40~60% PET 60~40%	化学粘合、针刺	阻燃性能好且稳定
汽车内饰	FMVSS 302	25~27%	P-S 5~15% PET 95~85%	热粘	价格低廉, 重量轻
电器设备材料	UL-94	29~32%	P-S 30~50% PET 70~50%	针刺	阻燃性能好且稳定
建筑材料		30~33%	P-S 50~70% PET 50~30%	针刺	阻燃性能好且稳定

(上接第 11 页)

甚至要求达到 99%。为了使口罩或面罩对化学物质有更好的过滤吸附性, 现在不少产品在过滤层中加入了活性炭。由于合成纤维具有相当高的断裂强度和弯曲刚度, 不易断裂, 故所做的口罩排除了吸入和呼出空气时纤维碎屑沾染的可能性。这种情况同样有利于防毒面具和呼吸防护帽。

在适应人们消费多样化、高

档化的今天, 热熔粘合复合纤维的开发及应用的空间将更加广阔, 前景更加美好。

参考文献

1. 周晓沧, 张林. 复合纤维材料的生产与应用.
2. 宋青. 热熔粘合复合纤维. 纺织科学研究, 1994, (4).
3. 孔繁慧, 袁一贤. 热熔粘合机

理及其在衬布压烫过程的应用. 中国服装研究设计中心.

4. 热接着性复合纤维. 专利号: 昭 62—69822.
5. 《Polymor Journal》. Vol. 28. No. 3. 1996.
6. 郭秉臣. 非制造布的性能与测试. 北京: 中国纺织出版社, 1998.