

13-19

(4)

TS136.76

# 丙纶, 短纤维, 毛毯, 服用性能, 产品开发

## 丙纶短纤毛毯的服用性能及其产品开发研究(一)

### ——丙纶纤维的性能及其发展状况

山东省化学纤维研究所 姜仁平

中国纺织大学 范德新

**A** (摘要) 介绍采用色丙纶短纤维为主体原料与其它纤维混纺织制毛毯, 以优质产品为目标, 通过试验对比的方法, 研究探讨了不同比例下的多规格纤维的纺纱工艺、织造工艺及织物的服用性能。全文由三部分组成, 第一部分为“丙纶纤维的性能及其发展状况”; 第二部分为“丙纶短纤毛毯的纺织工艺研究”; 第三部分为“丙纶短纤毛毯服用性能研究”, 本期刊登第一部分内容。

#### 一、国内外丙纶及其混纺产品的发展概况

丙纶是我国聚丙烯纤维的商品名称, 意大利称为梅拉克纶 (Meraklen), 日本称为帕纶 (Pylon), 美国称为利丰 (Reeven), 捷克高收缩丙纶称为Nobelex。

1953年意大利齐格勒 (Ziegler) 首先采用了催化剂合成了聚丙烯, 为聚丙烯纤维生产奠定了基础。1957年意大利的齐格勒—纳塔 (Ziegler—Natta) 教授发明了新型催化剂, 从而使聚丙烯纤维生产实现了工业化。70年代由于抗氧剂、紫外线稳定剂的应用及熔体着色技术的使用而使丙纶着色和老化问题得以解决, 这极大地推动了丙纶产品的开发和应用。80年代丙纶进入四大合纤之列, 其发展异常迅速, 世界

时间在30—35分钟为宜。时间过短, 纤维露不出织物表面。时间过长, 织物毡化严重, 露出织物表面的纤维会摩擦掉, 也影响毛感的提高。缩绒剂一般采用209或105。为了增强手感效果可加进部分柔软剂。如果要进一步染色, 缩绒时间要缩短, 因为在染色过程中还有一个补充缩绒的过程。

上一些先进国家每年以16.4%的速度递增, 我国的年增长率为21.1%。目前世界丙纶产量已突破100万吨, 占世界合纤比例的6%左右。1990年美国丙纶短纤维占合纤的10.2%, 长丝占合纤长丝的12.3%, 相应地西欧丙纶短纤维占21.6%, 长丝占14.5%。西欧发达国家丙纶占合纤比例—意大利为20%、英国为39.7%、德国为17.8%, 同期我国丙纶占合纤的比例为4.6%, 与日本的4.1%、台湾的5.3%相近。据资料预测到2010年, 我国丙纶产量占合纤的比例将达到10%, 有望成为仅次于美国的第二大丙纶生产国。

我国丙纶业起步晚, 但发展较快。在最近10年, 尤其是“七五”期间发展迅速。1980年产量仅为3000吨, 1988年为

以上就如何提高粗纺兔毛针织品毛感, 主要对兔毛原料、梳纺工艺、缩绒后整理工艺等因素进行了初步探讨。其它影响因素有待进一步研究探讨。其目标是粗纺兔毛针织品既要手感柔软, 又要毛绒感强, 以显示兔毛产品的独特魅力, 才能占领市场、提高售价、多创外汇, 并满足国内外顾客越来越高的审美要求。

5.5万吨, 1990年达7.6万吨。1980年至1990年平均增长速度36%以上, 大大高于我国合纤平均增长速度, 也高于世界丙纶年平均增长12%的速度。1991年丙纶生产能力达到18.3万吨, 产量为10.8万吨(其中长丝6.5万吨)。

丙纶短纤维的应用开发一向是丙纶应用的一大课题。国外60年代已有聚丙烯混纺产品, 70年代末、80年代初发展迅速, 像捷克、英国、美国、意大利等丙纶短纤维产品已涉及到几个领域的多个层次, 产品有服装、装饰、工业用的几十个产品, 像防腐防护服、登山服、运动衣、干燥巾、尿布、沙发布、童毯、毛毯等。对纤维的性能、加工以及应用有较深入而系统的研究, 特别是在差别化丙纶短纤维的开发中更为引人注目。国外丙纶短纤维同棉、毛、腈、粘、麻混纺的产品比例常见的有55/45、50/50、60/40、80/20, 同时在混纺比例中丙纶成份流行的趋势多采用同牌号或不同牌号的多个规格进行不同纤度、不同长度和不同差异性能的色丙纶进行混和。其研究的有毛系列化, 像捷克斯洛伐克的机织毛毯的经纱采用25tex×2常规色丙纶(85%聚丙烯纤维0.38tex, 115mm; 15%聚丙烯纤维0.38tex, 90mm), 纬纱28tex含黄色和绿色高收缩丙纶 Nobelex VZ (40%收缩聚丙烯纤维 Nobelex VZ 0.38tex, 90mm; 20%粘胶纤维 0.38tex, 60mm; 25%粘胶纤维, 0.77tex, 60mm; 15%粘胶纤维, 1.32tex, 87mm)。而与羊毛混纺的机织毛毯其丙纶含量高达50% (经纱采用PA25tex×2; 纬纱采用280tex—25%PP0.66/64tex/mm; 25%PP1.7/64tex/mm; 50%羊毛)。国内丙纶短纤维混纺产品多属棉型、地毯型, 作为机织混纺毛毯几家单位注入了不少精力来从事研究, 但几年来一直处于探索阶段。

中国纺织大学及山东省合成纤维研究所于1992年开始组织人员从事色丙纶混纺毯产品的研究开发, 对产品设计及加工工艺进行了探讨, 积累了一些经验。

## 二、丙纶纤维的品种

国内丙纶短纤维的研究, 近几年来有了突破性进展。相继开发了多系列的棉型、毛型、高收缩型、抗静电型、易染色型、闪光型、同板异型及烟草滤材。正在研究开发的品种有高强、高吸水、改性、细特、超细特纤维等。这些原料为后加工厂家从事丙纶产品开发创造了条件。

## 三、丙纶纤维的性能

(一) 丙纶纤维的一般物理机械性能

丙纶的特性主要表现在比重小、强度高、弹性好、耐磨损、耐腐蚀、不起球、回潮率低等几个方面。

### 1. 内在的绝热性能

丙纶在空气中的热传导率为6.0(以空气的热传导率为1), 比其他纤维均低, 所以, 由聚丙烯纤维制成的纺织品, 在结构和重量不变的情况下, 具有较高的绝热能力, 衣着会使人感到更温暖, 见表1。

### 2. 收缩率

丙纶的软化点为140℃—160℃, 熔点为165℃—173℃, 分解点为310℃, 当温度超过130℃时有明显收缩, 见表2。

### 3. 耐磨性

聚丙烯纤维经特殊纺丝可以获得良好的弹性指标和高断裂比功, 这由表3可以看出, 因此, 丙纶织物有很好的耐磨性。

### 4. 芯吸作用

聚丙烯纤维具有很好的毛细管效应, 能使水分沿纤维轴向传递到外层表面, 这是使与皮肤接触的里层保持干燥的重要因素, 对于服装穿着舒适性至关重要。

### 5. 应力—应变行为

表1 聚丙烯纤维与其它纤维性能比较

纤维	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	导热率*	回潮率 (%)
聚丙烯纤维	0.91	6.0	0.05
聚酰胺纤维	1.14	10.0	4.5
聚丙烯腈纤维	1.17	8.0	1.3
醋酯纤维素纤维	1.31	8.5	4—7
羊毛	1.32	7.3	16
棉	1.5—1.54	17.5	8
粘胶纤维	1.52	11.0	13
聚酯纤维	1.38	7.0	0.4

注：各种纤维的导热率以空气为1.0作比较。

表2 聚丙烯纤维与其它纤维热收缩比较

	聚丙烯纤维	聚酰胺纤维	聚丙烯腈纤维	聚酯纤维
100℃水中，半小时收缩 (%)	0	0	0	0
在大气中，100℃半小时收缩 (%)	0	0	0	0
在大气中，130℃半小时收缩 (%)	2.5	1.4	0.5	2.5

纤维的应力—应变行为通常包括断裂应力（强度）、断裂伸长、弹性模数、屈服应变、断裂功（韧性）等等。

纤维的韧度是度量材料所能吸收能量的大小。断裂比功是根据应力—应变曲线求得的断裂功和所试材料计算而得的数值，通常用以表示纤维的韧度。一般纤维约为0.15~0.83cN·cm/dtex·cm，而丙纶在0.81~0.92cN·cm/dtex·cm。

丙纶随着应变速率的提高，纤维强度增加，而断裂伸长降低。

#### 6. 蠕变和弹性恢复

蠕变和弹性回复对不同纤维品种而言，有较大差异。纤维很少是受一次负荷而破坏，更多的是因受比破坏负荷小得多的应力周期性作用所致。因此，纤维的重

要性能不只是用应力—应变图来评价，还需要观测它在比断裂负荷小得多的重复应力作用下的伸长恢复特征，这是评定纤维抗皱性、尺寸稳定性、耐磨性的指标。

丙纶和一般粘弹性物质一样，并不是瞬时恢复，它有一个时间依赖关系。丙纶在25℃时的应力—松弛关系可用Cappuccio的经验公式来表示：

$$\frac{Y}{Y_1} = 1 - A \lg t$$

式中Y为t(S)时的应力；

Y<sub>1</sub>为(t+1)(S)时应力。

A—决定于纤维晶度和取向度的系数，受纺丝工艺的影响。

丙纶呈现高的瞬时弹性恢复，伸长10%时，还能很好地保持瞬时恢复，只要伸长不超过8%，几乎可以全部恢复；当

伸长超过 8% 时, 则会留下一定量的永久形变或蠕变, 这一点仍可以与尼龙媲美, 并优于聚酯纤维。然而这是指聚丙烯纤维短时间受应力及低应变速率下的恢复性能, 若长时间受应力, 其恢复性能则比聚酯纤维差。

应指出普强 400~600mN/tex、伸长

20~35% 聚丙烯纤维的恢复特别是次级恢复相当缓慢, 实际上这种纤维被认为只是有轻微的回弹。

#### 7. 耐化学药品性

丙纶耐化学药品性很好, 耐酸碱性及耐溶剂性分别见表 3、表 4。

#### (二) 丙纶用于毛毯的性能

酸 碱	浓度 (%)	温度 °C	时间 (天)	剩余强度 (%)
盐 酸	35	20	4	100
硝 酸	60	20	4	90
硫 酸	95	20	4	100
磷 酸	75	20	4	100
冰 醋 酸		20	4	100
氢氧化钠	40	20	4	100
氢氧化钾	40	20	4	98

表 4 丙纶耐溶剂性

溶 剂	温 度 °C	时 间 (天)	剩余强度 (%)
三氯乙烯	20	4	80
全氯乙烯	20	4	80
甲 苯	20	4	98
苯	20	4	80
氯酸钠 (50% 活性氯)	20	4	85
过氧化氢 (12 体积)	20	4	90

#### 1. 丙纶的覆盖能力

在所有纤维品种中, 丙纶比重最小, 这样在等同重量下, 丙纶纤维要比其它纤维品种体积大。密度小、体积大, 更具蓬松性, 相同特数纤维织物中, 丙纶织物比体积最大。表 5 为各种纤维的密度、比体积和截面积比较。

由表 6 可知, 聚丙烯纤维的覆盖能力比聚酰胺纤维、聚丙烯腈和聚酯纤维均

高, 其值分别高出 19%、22% 和 33%。与粘胶纤维相比, 聚丙烯纤维覆盖能力更大, 两者相差达 34%, 利用聚丙烯纤维这一性能, 可以得到最大覆盖能力的织物。而腈纶纤维具有柔软、蓬松、卷曲后酷似羊毛的特性, 仿毛性极强, 腈纶毛毯也很受广大消费者的喜爱, 用腈纶和丙纶两种纤维织造混纺毛毯, 或者是粘胶纤维与丙纶纤维混纺织造毛毯, 可发挥丙纶的膨

表5 各种纤维密度、比体积和截面积比较

纤维	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	比体积 cm <sup>3</sup> /g	截面积 cm <sup>2</sup> /tex	%
聚丙烯纤维	0.91	1.09	1087	100
聚酰胺纤维	1.14	0.88	877	81
聚丙烯腈纤维	1.17	0.85	842	78
聚酯纤维	1.38	0.72	725	67
羊毛	1.32	0.76	756	70
棉	1.53	0.66	666	66
粘胶纤维	1.52	0.67	667	65

松、覆盖面积大这一优点。在同等重量下，丙/腈、丙/粘混纺毯与纯纺毯相比，将会显得更膨松、丰厚。同样，同等紧度下的毯子，其重量要比其它品种轻，这不难显示丙纶纤维的优越性。利用此优点，可降低毯子的成本，在市场激烈竞争中，使产品具有竞争优势。

#### 2. 弹性性能与织物的折皱恢复性

弹性恢复对于纤维的最终使用性能是十分重要的，纤维的弹性指标的优劣可体

现织物折皱性的优劣。弹性不仅包括可恢复伸长的总量，而且也包括恢复所需的时间。聚丙烯纤维的弹性性能在相当宽的范围内变化，对于毛毯产品此性能更为重要，它取决于纤维的原料性能，如纺丝工艺，涉及到纤维的结晶取向度和沿2—轴取向的微晶以及纤维后加工工艺，像拉伸倍数、卷曲度及热定型。表6为聚丙烯、聚酰胺66和聚丙烯腈纤维的弹性性能比较。

表6 聚丙烯、聚酰胺66和聚丙烯腈纤维的回弹性

弹性性能		聚丙烯纤维	聚酰胺66纤维	聚丙烯腈纤维
5% 伸长 下	瞬时弹性恢复 (%)	38.4	17.4	20.8
	缓弹性恢复 (%)	61.6	82.4	73.7
	永久变形 (%)	0	0	5.5
10% 伸长 下	瞬时弹性恢复 (%)	29.4	14.7	11.8
	缓弹性恢复 (%)	64.2	79.9	56.4
	永久变形 (%)	6.4	5.4	31.8
15% 伸长 下	瞬时弹性恢复 (%)	27.5	14.4	9.2
	缓弹性恢复 (%)	61.7	71.0	49
	永久变形 (%)	10.8	14.6	41.8

丙纶纤维的瞬时弹性恢复率大于聚酰胺66及聚丙烯腈纤维，在伸长较大的情况

下(10~15%)，缓弹性恢复率大于聚酰胺而小于腈纶，对永久变形这一指标，丙纶

处于优势，远低于聚酰胺66和聚丙烯腈纤维。它的变形恢复率好，反应到织物上，其抗拉伸撕裂性能强，抗折皱性好。弹性不光包括弹性恢复率，还包括弹性伸长率及弹性模量，丙纶弹性伸长率是羊毛的2.28倍，是粘胶纤维的3.6倍；弹性恢复率接近羊毛，是粘胶纤维的1.25~1.75倍，丙纶弹性模量是羊毛的1.6~1.8倍，是粘胶的1.57~1.67倍。从以上三个弹性指标的分析对比中，可知丙纶有良好的弹性恢复能力和抵抗变形的能力，作为服用原料，丙纶在这方面其服用性能好，能较长久保持织物的膨松性、丰满度，有抗皱性及折皱回复性。

### 3. 导热性与保暖性

导热系数的高低，体现了纤维材料的

表 7

几种纤维材料的导热系数（室温20℃测量）

材 料	(千卡/米·度·时)	材 料	(千卡/米·度·时)
棉	0.061~0.036	涤纶	0.072
羊毛	0.045~0.047	腈纶	0.044
蚕丝	0.043~0.047	丙纶	0.19~0.26
粘胶	0.047~0.061	氯纶	0.036
醋纤	0.043	空气	0.022
锦纶	0.18~0.29	水	0.515

### 4. 吸湿性与舒适感

丙纶吸湿性小，回潮率低，在温度20℃时，相对湿度65%的条件下，其回潮率仅为0.05%，比其它纤维要低得多。但丙纶有较好的芯吸性能（毛细管效应）能补偿其吸湿性能低的缺陷。这种性能使聚丙烯纤维应用于与人体皮肤直接接触的内衣、被套、毯类等，就能将人体身上汗液迅速传递到织物表面蒸发掉，而使人体感到舒适。纤维的这种性能还赋予织物易洗快干的特性，利用纤维的芯吸效应，可做

热绝性或保暖性。一种织物的热绝缘性或保暖性受到纤维、空气层和水份多种因素的影响，而纺织材料的保暖性，主要取决于纤维层中夹持的空气数量和状态。尽管丙纶的导热系数高于涤、腈、粘胶纤维，但因纤维不吸湿（几乎为零），而水的导热系数是粘胶、腈纶的10倍左右，这是丙纶纤维本身具有良好绝热性的重要因素；另外，丙纶纤维低比重而使其织物膨松，而纤维层的体积重量与纤维的比重成正比例，体积重量减小，导热系数在一定范围内呈减小趋势。此外，丙纶纤维在寒冷气候条件下性能变化较小，在-40℃时，纤维仍能保持它的柔软性，所以丙纶织物特别适合于冬季保暖用品。几种纤维的导热系数如表7。

成卫生巾、卫生毛毯等产品。这一产品通过混纺起绒可使产品具有二层甚至三层结构，表层为导湿性好的聚丙烯纤维，中间吸水层用棉或棉混纺品，底层采用不透水但透气的涂层或薄膜片。这种织物接触到水份后，利用聚丙烯纤维的低吸湿及芯吸作用，使得水份迅速传递到吸水层。由于底层为不透湿的底层，阻止了水份渗透到内衣及床单上去，保持了人身体及床单的干燥卫生，对婴幼儿或卧床病人极为重要。

### 5. 电性能、摩擦系数与起毛起球

聚丙烯纤维不吸水,回潮率很低,是非常卓越的绝缘材料,因而在导电性上不显示变化,其体积比电阻为 $6.5 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ ,介电常数为2。当聚丙烯纤维与另一纤维摩擦时,它自身会产生负电荷而另一纤维总是带正电荷,这是由于聚丙烯纤维位于纤维摩擦带电序列的负电荷末端。

同样原理,若与其它物品摩擦,聚丙烯纤维总能带负电荷,所以聚丙烯纤维有类似聚氯乙烯纤维的性能,它能产生减轻类似风湿痛的负电荷,并具有一定疗效。近年来,化纤科技工作者在丙纶纤维抗静电、吸湿、起毛起球方面做了大量的研究工作,研制出了抗静电、吸湿、起毛起球等改性纤维。纤维选择得当,织物起毛起球会得到控制,像丙纶纤维与其它纤维混纺,如果所采用的纤维的吸湿性优于丙纶,

两种纤维间摩擦会产生不同电荷,静电聚集会减轻,静电导致的起毛起球现象也会得到改善。

#### 参考资料:

- 1.《丙纶生产基本知识》纺织工业出版社,
- 2.《合成纤维工业》,1993,(1) 5~9.
- 3.《山东纺织科技》1992,(3),
- 4.《纺织译丛》1985,(2),44
- 5.《聚丙烯纤维的科学与工艺》纺织工业出版社
- 6.《聚丙烯纺织品生产与应用》纺织工业出版社
- 7.《纺织品服用性能》纺织工业出版社
- 8.《纺织材料学》纺织工业出版社
- 9.《合成纤维》1985,(1),35

(上接第22页)

匀的极差值 $\Delta T_{n,x} = (n-1) \Delta T = (n-1) 8 \mu r T_1 (d+2\mu r)^{-1}$ 可知,减少张力差异的途径有,减少经轴个数 $n$ ,但这要受到总经根数及筒子架容量的限制;增大轴架间距 $d$ ,则要增加占地面积,减小轴头轴瓦的摩擦系数 $\mu$ 和轴头半径 $r$ 。另外,还可通过阻力补偿,使各轴的张力均匀一致,但这显然会增加纱线的张力和伸长。

### 五、结语

1.单列互绕式经轴退绕方法的纱线张力不匀情况较为严重,影响纱线退绕张力及其差异的主要因素是轴头与轴瓦间的摩擦阻力。

2.本文中的理论推导分析是基于静志条件下进行的。实际在动时,多轴互绕法退绕影响经纱退绕张力变化的因素很多。

3.在本文讨论中,假定各轴的空轴重量是相同的。实际空轴重量的差异影响着经轴退绕张力的及其均匀性。

4.采取一定的润滑措施,可减少和均匀各轴纱线的退绕张力。生产上是采用阻力补偿的办法来均匀各轴张力。

#### 参考资料:

- 1.华东纺织工学院主编《织机设计原理》p.444
- 2.《棉纺织技术》1980年第8期,10~15