

“仿毛高技术化纤”学术
讨论会小组交流论文
之八

阳离子涤纶毛条的研制[✓]

杭州化纤工业学院图书馆
朱云海
藏书章

中国纺织工程学会化纤专业委员会
1991. 12.

1、前言

随着人们生活水平的提高，毛纺产品越来越受消费者的欢迎。但是我国羊毛资源短缺，满足不了迅速发展的毛纺工业的需要。

近年来国外又出现一些化纤仿毛新品种，仿毛效果几乎达到了乱真的地步，并在毛纺工业中占有相当大的比重。据对美、英、日等国的统计，在毛纺原料中化纤占79%，纯化纤产品超过24%。而我国化纤原料只占毛纺原料的35%，纯化纤产品不到10%。

“七五”初期国家及时组织有关单位进行科技攻关。“阳离子涤纶毛条的研制”就是我们承担的国家攻关项目——“仿毛化纤新品种”的主要内容。

从许多国外仿毛织物的剖析中得知：阳离子涤纶纤维是目前仿毛纤维的主要品种。阳离子涤纶可分为聚酯型和聚醚型两大类，聚醚型对热的稳定性和染色牢度差。聚酯型又有高温高压型和常压沸染型两种，常压型染色工艺简便，国内毛纺织厂利用现有设备即可进行加工。因此我们选择酯型常压沸染阳离子涤纶为本课题的主攻方向。

国外的有些资料和部分专家认为，阳离子涤纶纤维无法用普通涤纶的设备和工艺来制造。我们在使用国内的原料和现有设备研制过程中遇到，这一课题难度确实很大。研制中主要解决了切片干燥，前后纺工艺，纤维缩率的控制，油剂的选择等技术关键问题，获得较好的结果，通过了纺部鉴定。

2、原料来源及质量指标

2-1、高温高压阳离子（CDP）切片（半消光）

生产厂家：天津化纤研究所

特性粘度：0.585

熔点：245--248

2-2、高温高压阳离子切片（大有光）

生产厂家：上海涤纶厂

特性粘度：0.569

熔点：238.4

2-3、常压沸染阳离子（ECDP）（半消光）

生产厂家：上海涤纶厂

特性粘度：0.562--0.610

熔点：230.4--234.7

2-4、常压沸染阳离子（半消光）

生产厂家：扬州合成化工总厂（三批）

特性粘度：0.554--0.567；0.583--0.606；0.590

熔点：236--238；219--229；226.7--228.9

2-5、常压沸染阳离子（大有光）

生产厂家：上海涤纶厂（二批）

特性粘度：0.507 0.585

仿

基阳离子仿毛面料效果如

1. 强度高，起毛，不易脱

2. 延伸 50-60%

3. 调经，调纬，后加工少

4. 重量 30，手感好

5. 可染，色泽全

- 熔点: 234--237; 236--238
- 2-6、常压沸染阳离子 (大有光)
- 生产厂家: 扬州合成化工总厂
- 特性粘度: 0.545
- 熔点: 232--234
- *: 熔点除注明 (DSC) 测定外都是毛细管法测定。
- 2-7、常压沸染阳离子 (半消光)
- 生产厂家: 江苏吴江涤纶厂
- 特性粘度: 0.540--0.570
- 熔点: 242--245.6

3、试制设备、测试仪器及方法

3-1、试制设备

切片干燥: VD353 B 型真空转鼓

纺丝: VD405 螺杆机和卷绕机

牵伸: VD525--525 五辊牵伸机

卷曲: SL561 BL 型卷曲机

定型: 链板式蒸气干燥定型机 (自制)

制条: D 6/5 型制条机 (瑞士)

针梳: GC--12--56 针梳机 (法国)

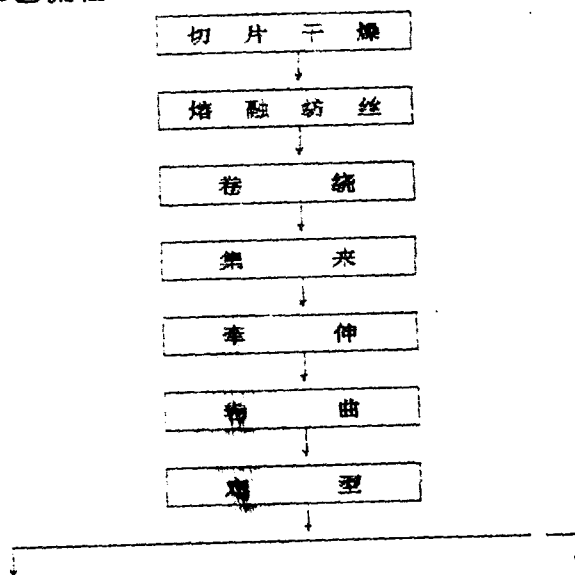
成球: GC--12--91 (R) 型自动匀整针梳成球机 (法国)

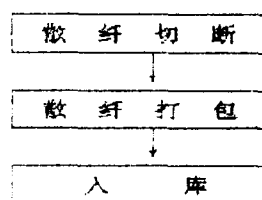
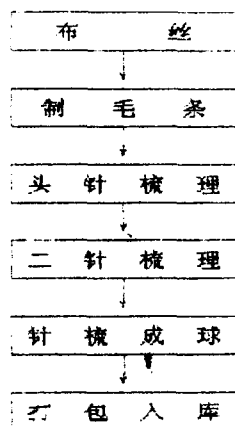
打包: S762--L 型打包机。

3-2、测试仪器及方法

- 3-2-1、特性粘度: 乌氏粘度法, 三氯甲烷: 苯酚 = 1 : 1
- 3-3-2、熔点: 毛细管铜块法
- 3-3-3、强力、伸长: Y361 型强力仪
- 3-2-4、切片热性能: 差视扫描量热仪 DSC--7 型 (美国PE公司)
- 3-2-5、干热收缩率: 化纤热收缩率测定仪

4、工艺流程





5、结果与讨论

5-1、阳离子涤纶毛条的特点

阳离子涤纶毛条的风格和内在质量方面都不同于普通涤纶纤维，它手感柔软，色泽鲜艳，色谱全，色光正。力学性能方面具有类似羊毛的特点，即强力低（ $2.5 \sim 3.3 \text{ CN/dtex}$ ），中伸长（ $40 \sim 50\%$ ），低模量（初始模量小于 30 CN/dtex ）。热性能方面具有异收缩性，不同收缩率的阳离子纤维混配，在织造时具有类似羊毛的缩绒性，使织物有丰满、活络的毛型风格。此外它还有不等长，不等细度，异截面，染色性能好（染色饱和值适中），抗起毛起球等特点。所以认为它是一种前途广阔的仿毛化纤新品种。

5-2、阳离子纤维的染色原理

高温高压型阳离子可染涤纶是在普通聚酯的缩聚中加入第三组份，一般为间苯二甲酸磷酸盐。磷酸盐的正离子和阳离子染料的正离子进行离子交换或键合作用，将染料中的发色基和纤维结合，达到阳离子染料可染的目的。

常压沸染型阳离子在上述的基础上再添加第四组份，一般为聚酯多元醇，作为柔性链段，它破坏分子结构的规整性，使分子链间的排列疏松，纤维的结晶度下降，使发色基引入纤维内部，促进了染色性能的改善。

5-3、切片干燥

阳离子切片在转鼓中烘干时，如果控制不好会出现结块和粘壁现象，有时堵塞转鼓出料口，或者螺杆的进料口，使生产无法进行。

这个现象是聚酯切片当温度超过玻璃化温度（ T_g ）时，大分子由冻结状态转变为无规运动的高弹态，此时形变性能大。当温度继续上升时，普通切片很快形成结晶，使软化点提高，切片变硬。但阳离子切片的结晶速度慢，所以它处于高弹态的时间长，容易表面软化，出现结块和粘壁现象。

由于阳离子切片的分子中比普通 PET 增加了第三组份和第四组份，它们是柔软链段和空间位很大的基团。因此破坏了聚酯分子的结构规整性，使分子链间的排列疏松，这类结构的大分子较难形成结晶。

DSC 谱图证实了上述观点，从谱图看到阳离子切片的玻璃化温度 (T_g) 比普通 PET 切片低，而冷结晶温度 (T_c) 又比普通 PET 高，也就是说阳离子的 $T_c - T_g$ 值大，这个值越大到切片越易于结晶。由表 (一) 为证。

我们采用转鼓在 T_g 温度以下投料，和减慢升温速度的方法，从而避免了阳离子切片的结块和粘壁，解决了阳离子纤维生产过程中第一个技术关键。

(表一)			
项目	单位	普通 PET	阳离子
T_g	°C	72	52
T_c	°C	128	151
$T_c - T_g$	°C	56	89

5-4、前后纺工艺对阳离子毛条疵点 (硬并丝) 的影响

我们认为用国内阳离子切片和现有设备制备毛条的最大问题是产品疵点较多。90年11月中国纺织工程学会在扬州召开的阳离子纤维专题研讨会上，很多单位反映了这个问题。

阳离子切片和普通切片的特性粘度和热性能方面相差甚大，[详见 DSC 谱图 (一) (二) 和表 (二)]。

(表二)					
切片名称	特性粘度	T_g (°C)	T_c (°C)	T_m (°C)	熔融热 (J/GRAM)
普通切片 (仪征)	0.678	71.5	128	254.4	41.8
阳离子切片 (扬州)	0.582	63.2	148	224.8	26.6

这些说明阳离子的分子结构和堆砌状况与普通切片有很大不同所以有人说要以特殊的工艺和设备来制造阳离子纤维也不无道理。事实上操作工艺对产品疵点影响很大。表 (三) 给出了制造工艺和产品疵点的数据。

(表三)									
切片产地	试纺日期	喷丝板孔数	孔形	环吹风速 (m/min)	原丝105°C干热收缩 (%)	牵伸比 (%)	牵伸速度 (m/min)	油浴温度 (°C)	疵点含量 (mg/100g)
扬州合成化工总厂	88.5	400	圆形	0.5	51.12	88	110	70±2	153
扬州合成化工总厂	88.5	250	异形	0.2	54.4	92.5	60	67~68	18.1
上海涤纶厂	89.6	400	圆形	0.5	49.7	86	105	65±2	30.3
上海涤纶厂	89.6	250	异形	0.15	62.5	92	75	66~68	6.0

- 经过几年试纺我们摸索出一些减少斑点生成的方法，现归纳如下：
- (1) 适当增大喷丝孔的间距。3.0~3.6
 - (2) 采用异形喷丝孔。
 - (3) 严格控制熔纺温度，因为阳离子最佳纺丝温度范围较小。
 - (4) 环吹风速适当降低。
 - (5) 原丝的105℃干热收缩率适当提高。
 - (6) 头道牵伸比率适当提高。
 - (7) 牵伸油浴和过热蒸汽温度适当降低。

5-5、切片品种，产地与纤维质量的关系

我们对 CDP (半消光)，和 CDP (有光)，ECDP (半消光) 和 ECDP (有光) 切片做过试纺，其纤维的主要质理指标比较如下：

(表四)

试纺日期	切片种类	纤维产量 (kg)	强 力 (CN/dtex)	伸长 (%)	疵点 (mg/100g)
87.5	CDP (半消光)	380	3.9	33.0	8.5
90.12	CDP (有光)	750	4.1	36.5	12.8
88.5	ECDP (半消光)	1006	2.8	59.8	153
87.11	ECDP (有光)	788	3.5	57	10.3

由此可见不同品种的切片可纺性不一样，ECDP (半消光) 切片生产的纤维疵点最多，质量最差，说明可纺性较差。我们测得 ECDP (半消光) 切片的凝聚粒子比 ECDP (有光) 多得多，可能是 TiO_2 在 ECDP 中容易形成凝聚粒子的缘故，从而影响它的可纺性和产品质量。

我们也用不同厂家生产的 ECDP (半消光) 切片进行试纺，其可纺性也不相同，说明它们的质量有较大的差距。

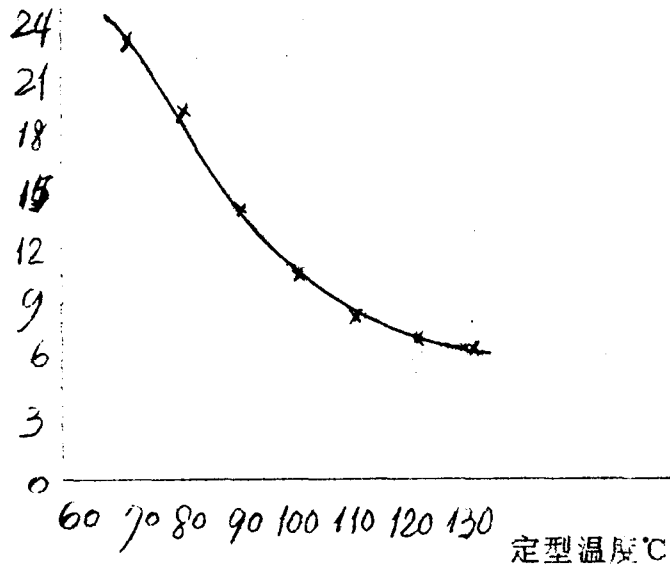
5-6、试制条件与缩率的关系

前面已经提到，为使化纤织物具有羊毛的风格，必须使纤维有不同的收缩率。我们研制了二种缩率的阳离子纤维。一种是低收缩率的其 (1003d) 180℃，30分钟的干热收缩小于7%，另一种收缩率为20%±5%，而且主体集中。这两种纤维混配的织物经热定型以后，高收缩纤维处于纱线中心，迫使低收缩纤维处于纱线外层，且凸起，使织物有丰满感。同时构成织物内部结构层次间的多点接触形式，使织物具有适洛感。

影响纤维缩率的因素很多：切片原料、纺丝、牵伸、定型等各道工序对缩率都有密切关系，这里提出几个影响较大的工序进行讨论。

5-6-1、定型温度与缩率关系 (见图一)

定型温度与缩率的关系图

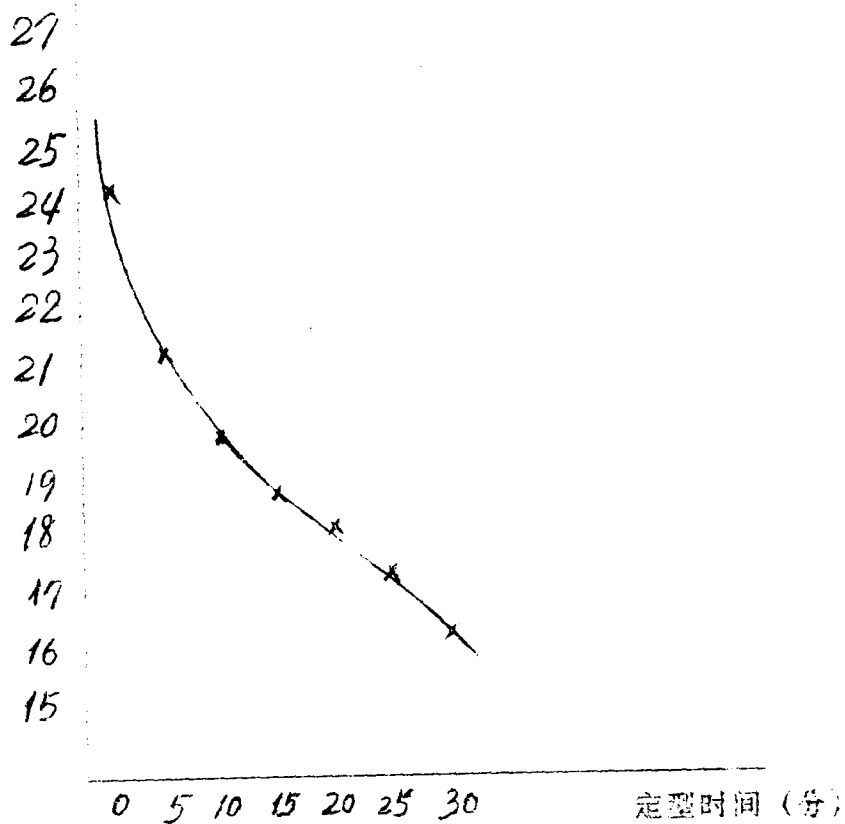


图一

可见随着定型温度的增加，纤维的缩率降低。但温度太低，纤维的卷曲牢度差，结晶度减少，机械性能也会变差。
5-6-2、定型时间与缩率的关系（见图二）

缩率%

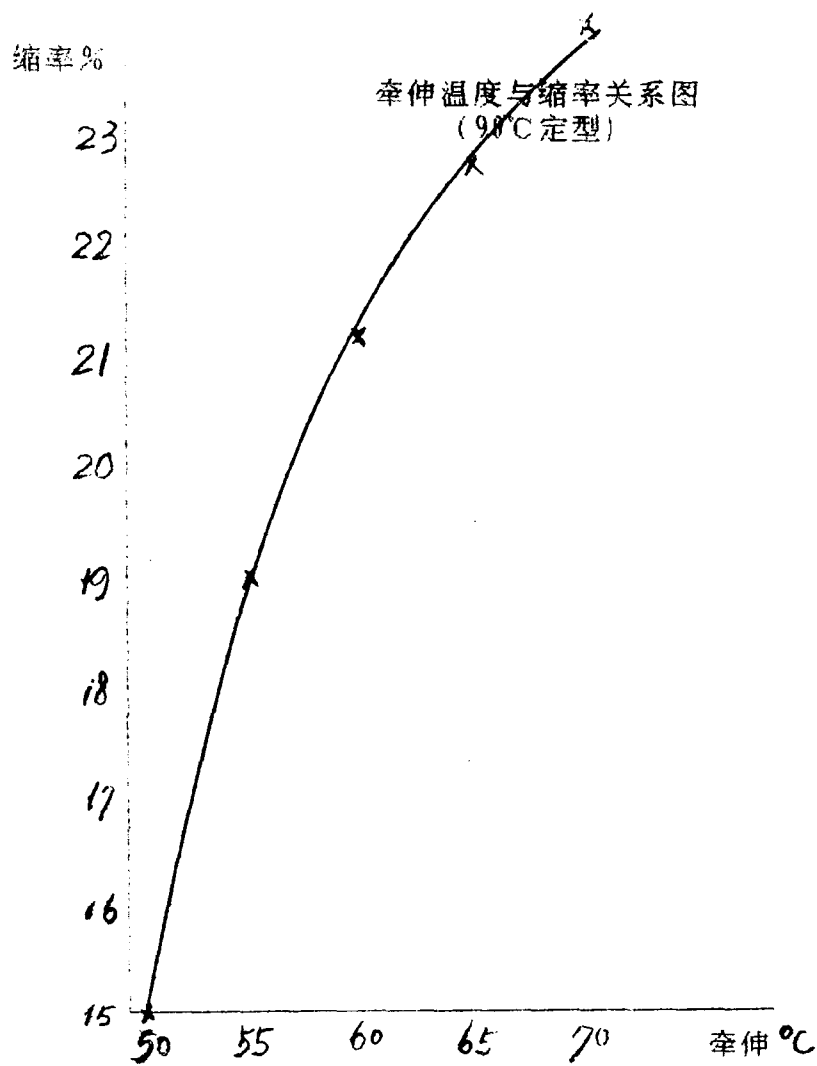
定型时间与缩率关系图
(100°C定型)



图二

当定型温度确定后，定型时间对缩率影响很大，即定型时间越长，缩率越低。

5-6-3、牵伸温度与缩率的关系（见图三）

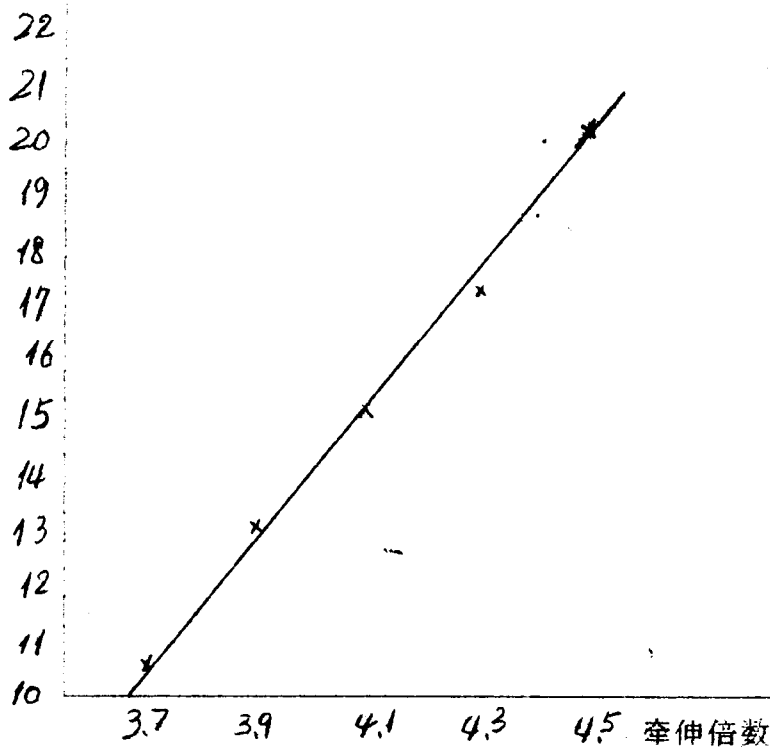


图三

牵伸后用90°C定型的纤维随着牵伸温度降低，缩率也随之下降。
5-6-4、牵伸倍数与缩率的关系

缩率%

牵伸倍数与缩率的关系图
(定型90℃)



图四

牵伸后用90℃定型的纤维，在牵伸为3.7—4.5倍范围内，其缩率随着倍数成比例增加。

总之，缩率是阳离子纤维的重要质量指标，它与织物的风格关系极大，而控制得好，操作难度也是相当大的。

对于高收缩阳离子纤维其收缩率是否会随存放时间延长而衰减？我们对88年5月生产的纤维进行了一年又八个月时间的跟踪测试，结果说明不会因时间而衰减。详见（表五）。

88年5月批

(表五)

日/月	n	阳 离 子 $\bar{x}$	σ	CV%
88年 27/6	30	15.7	3.08	19.6
4/7	30	10.6	5.78	54.6
11/7	30	20.7	8.96	43.3
18/7	30	17.4	5.41	31.1
25/7	44	16.1	6.3	38.6
1/8	30	16.3	5.6	34.8
30/8	150	17.7	6.3	35.8
8/10	119	18.2	4.4	24.5
30/10	179	18.3	5.2	28.5
29/12	117	18.2	5.16	28.3
89年 29/9	30	15.8	5.3	33.4
90年 16/2	30	<u>17.4</u>		

5-7、油剂选择

阳离子纤维和普通涤纶纤维一样，导电性能差，静电荷很大，特别在加工过程中静电表现甚至比普通涤纶大得多。

毛型纤维在制成毛条和后加工中要经过多道针梳，如没有很好的油剂，容易产生静电，生成大量毛疵，影响产品质量，也给加工带来困难，严重时出现大量断头，使生产无法进行。

使用油剂可以让纤维表面润滑，增加集束性，使纤维间有较大的抱合力。同时减少纤维的摩擦系数，又有适度的平滑性和具有良好的抗静电性能。这样易于梳理又能减少毛疵，从而顺利地通过制条和纺织各道后加工工序，得到好的产品。

几年来我们先后使用了日本竹本公司的 T500, T600, 西德达柯公司的 D489, D490, 国产 PK 和 T600, 日本吉村公司的 C110, C112 等油剂，用于阳离子纤维进行试验，结果统计如下：

油剂试验统计表				(表六)
日期	88.2	89.6	89.6	90.7
油剂	T500	PK	D489	C110
种类	T600	T600	D490	C112
含量 (%)	0.22	0.13	0.19	0.19
纤维比电阻	3.17×10^6	6.19×10^6	1.46×10^9	3.04×10^6
($\Omega \cdot \text{cm}$)				
毛条产量 (kg)	317	390	278	22100
大毛粒 (粒/克)	0.6	0.1	0.2	0.06
中毛粒 (粒/克)	0.6	0.4	0.2	0.14
小毛粒 (粒/克)	0.6	0.1	0.1	0.03
大毛片 (只/米)	6.2	0.1	0	0.04
中毛片 (只/米)	6.2	0.3	0	0
小毛片 (只/米)	6.2	0.2	0.1	0.04
制条情况	生活难做	抱合力较差 生活较难做	丝柔松散 条干不匀	制条顺利 断头少
织造情况	毛片多	毛疵较多	反映尚好	生活好做 毛疵较少

由此可见，日本吉村的 C110, C112 油剂制得的产品毛粒、毛片少，条干均匀，抗静电好，毛条试纺人员普遍反映较满意，特别是毛纺厂反映后加工生活好做。因此认为吉村的 C110, C112 集束，平滑性兼优，是目前阳离子纤维比较理想的油剂。

5-8、阳离子毛条的使用和存在问题

经过几年试验研究，我们的阳离子涤毛条性能基本可以达到低强，中伸，低模量的技术要求。主要力学性能和日本帝人的 Spikio 纤维比

较如下:

		(表七)	
项 目	单 位	89--6批	spikio
细度	dlex	3.36	3.40
强度	CN/DTEX	2.63	2.58
伸长	%	5.07	46
初始模量	CN/dlex	22.6	26.9
染色饱和值	%	2.26--2.41	2.97

我们试制的毛条主要是用于织造精纺面料,从87年5月到90年12月,先后试制十九批,产毛条41.650吨。在上海毛麻研究所,上海第二毛纺织厂,南京纺织研究所,天津新港毛纺织厂,北京毛纺研究所,湖北沙市毛纺织厂,浙江麻纺织厂,加兴第二毛纺织厂,杭州第一、第二毛纺织厂,等单位试用。它们一致反应纺纱和织造过程顺利,断头率低,生活好做。由于阳离子纤维的伸长比普通涤纶大,所以在纯化纤和混纺织物中没有普通涤纶的吊经吊纬现象,解决了涤毛织物多年无法解决的大的问题。由于高低缩率纤维都是阳离子一个品种,所以可以一浴染色,染整工艺简便,流程短,产量高,因此有节能和提高经济效益的作用。织造的产品有纯化纤和高比例化纤的啥味呢、哔叽、女衣呢、马裤呢、花呢、骰子贡,还有粗纺花呢、女式呢、大衣呢等。(见实料)

一些产品因为价格便宜,色泽鲜艳,受到顾客的欢迎。

但是毛条的疵点还比较多,染色饱和值也不够稳定。织造时修补工夫大,且影响呢面的光洁,结构较松的纯化纤织物面料起球级较低,服用时起球明显。另外目前阳离子切片价格高达1.1~1.2万元/吨(酯型ECDPL),使用厂家经济上无法承担。以上是阳离子纤维不能大量使用的主要原因,须努力解决。

6、结论

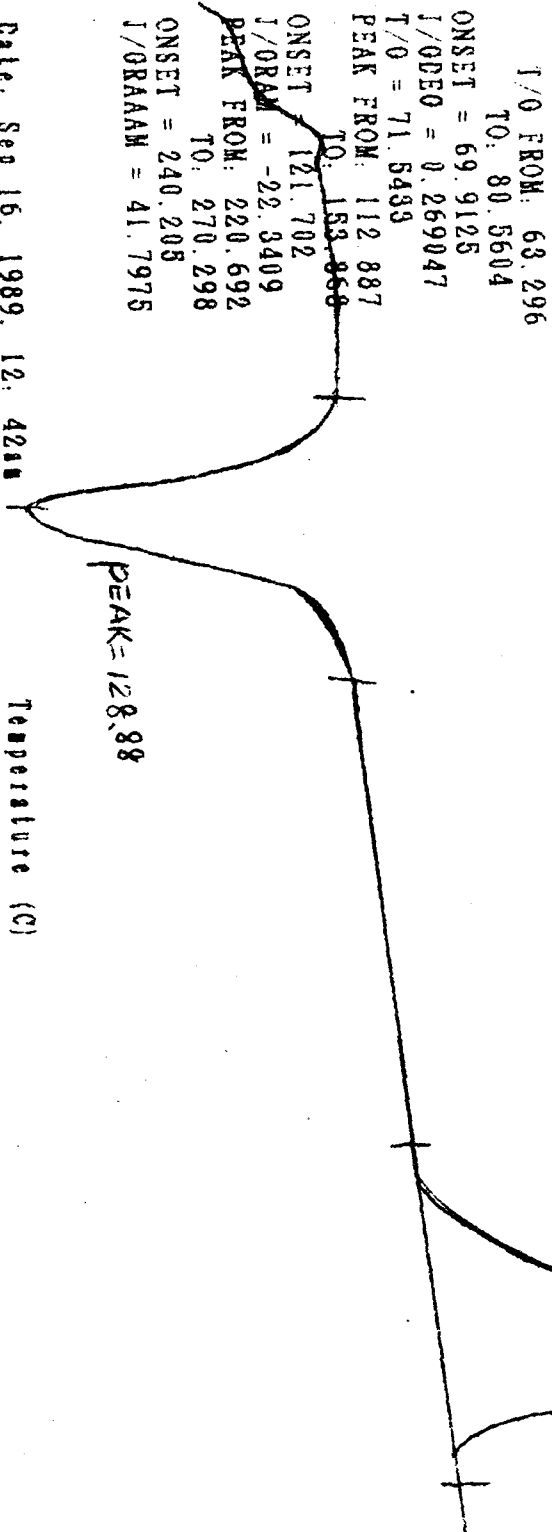
6-1、研制的阳离子涤纶毛条具有低强、中伸、低模量、不等长、不等细度、异截面、抗起球及染色性能好,色泽鲜艳等类似羊毛的特点。不同缩率的纤维混配,再经适当的织造工艺,能够制造出具有好的羊毛风格效果的纯化纤和高比例化纤混纺面料是毛纺工艺比较理想的新型化纤原料。

6-2、阳离子涤纶毛条和普通毛条比较在纺、织染等方面有如下优点:(1)纺、织、染整流程短,设备简便,产量高。(2)纺纱锭速高、条干好、断头率低。(3)开口清晰,上机容面易开出,产品无吊经吊纬现象。

6-3、经几年试验研究,解决了切片干燥、缩率控制、前后纺生产工艺和油剂选择等多个技术关键问题。研制出质量较好的阳离子涤纶毛条,一些重要的指标已达到或接近国外同类产品的水平,该产品通过了中纺部鉴定。

原书缺页

金山普通切片 DSC谱图



Temperature (C)

Date: Sep 16, 1989, 12: 42am
 Scanning Rate: 20.0 C/min
 Sample Wt: 5.900 mg Disk: C001

DELTA SERIES DSC7

File: 733 Li

