

No. 7.

5.56dtex三叶型涤纶短纤维的开发与研制

作者

王巧玲

辽阳石油化纤公司 纤维一厂

提

要

本文是开发 5.56 d t e x 三叶型涤纶短纤维新品种的试生产过程中的工艺技术特性的研究探讨。从生产实践中总结出在 V D——405 纺丝机上生产异型纤维的经验，从中对生产工艺、产品性能的讨论，以致对 V D——405 纺丝机改纺粗旦异型纤维所需要做的工作，如：1. 纺丝机螺杆改型，2. 喷丝板孔数设计，3. 纺丝速度，4. 牵伸倍数，5. 异型度的影响因素等给予简要的论述。

一、发展和开发差别化纤维的方向和前景

目前，世界上聚酯纤维生产与研究趋向于差别化纤维，包括：细旦和高旦，原液着色纤维，异型和莹光增白纤维，改性纤维，低熔点纤维，直接成条（毛条）。由于人民生活水平的不断提高，对于服装的需求，也向多样化，美观化，高档化发展。传统型花色品种的开发，一直是近几年纺织工业的重要课题，要想生产出适应市场需要的纺织品，化纤原料的更新，技术进步是极为关键的。因而化纤生产厂面临的任务也是十分艰巨的。化纤产品的开拓势在必行。具有差别化纤维潜在的优质，纺织染整的深度加工，两者相互扶植，互相取长补短，产品才具有开拓力。

粗旦异型纤维的开发，是根据纺织市场需求，用粗旦异型纤维混于棉、毛织物中或在纱线中混配一定数量粗旦异型纤维，主要是对织物表面起点缀作用，利用异型纤维闪光、膨松性及可纺性能好的特点，从而开发新的纺织产品。

辽化纤维一厂涤纶短纤维生产装置，产量高，规模大，对于新产品的开发，是在生产任务饱和状态下开展的，所以还要考虑经济效益物料消耗，质量和产量的保证。基于以上几点，加之用户厂的需求，我们于一九八五年至今先后开发了1.33 d t e x $\times$ 38 mm有光高强涤纶短纤维，3.33 d t e x $\times$ 65 mm、4.44 d t e x $\times$ 51 mm、5.56 d t e x $\times$ 38 mm一系列细旦、粗旦异型纤维。对于5.56 d

tex $\times$ 38 mm 三叶型短纤维的研制, 是基于纺织厂利用此化纤原料与棉、毛混纺, 制成仿毛银枪呢, 由于产品造价低加工容易, 仿毛效果好, 是一种秋冬春季理想外衣面料, 所以在市场上很畅销, 很有开发价值。

二、5.56 $\times$ dtex 三叶型涤纶短纤维的研制

1. 对 5.56 $\times$ dtex 三叶型涤纶短纤维的特性要求
织造仿毛银枪呢是采用 80% 纯棉和 20% 的涤纶异型丝, 由于是仿毛产品, 并且涤纶异型丝是布面上起点缀作用, 要求纤度要粗, 以致在布面上明显, 所以要求涤纶短纤维旦数要高, 经与纺织厂探讨研究, 把纤维纤度设定为 5.56 分特。由于是与棉混纺所以纤维长度与棉花接近。至于纤维的异型截面主要考虑此纤维是在布表面起点缀作用, 要明显、光亮, 所以利用三角形截面折光集中, 从不同角度的散色程度不同这一特点, 采用三叶型喷丝板。用于无纺织物原料采用百分之百纯涤纶异型纤维要求蓬松性好, 来提高保暖效果。可纺性要好, 不论是用于针织机织, 无纺织物都要求化纤原料可纺性好, 在纺织加工过程中要顺利通过。

2. 工艺条件的讨论

涤纶生产装置采用回转加充填联合干燥机, 干燥介质为热空气。纺丝采用 VD——405 纺丝机, 后加工为 LVD——801 生产线。从生产工艺设定上要考虑(1)切片干燥的质量;(2)螺杆挤压机能力;(3)冷却成型条件;(4)后加工牵伸效果。

首先分析切片干燥系统，即要保证切片水份的去除，又要考虑切片粘度降解，由于所用设备为回转充填大型连续干燥机组，属于对流干燥，以减湿加热

空气为传热介质，因此必须严格控制介质本身的质量。就是要严格控制进入干燥机内空气的质量，要从工艺设计上考虑干燥温度，停留时间。由于生产旦数高，熔融量大，相应要求干燥速度要快，这样切片在干燥机内停留时间要短，要从工艺温度上予以补偿，以使干燥后切片含水稳定在 $0.004 \sim 0.07\%$ 之间。

鉴于VD405型纺丝机螺杆挤压机的挤出能力，开齐24个纺丝位，喷丝板为 $\Phi 160 \times 400$ 三叶型，即微孔截面呈三叶型（Y），交角 120° ，叶长 0.43 毫米，叶宽 0.1 毫米，长宽比为 4.3 。有较大的长宽比，熔体出喷丝板膨化比小，可保证异形度。螺杆挤压机的挤出量为 2.34

K_g / min 。丝束经环形吹风装置（GH404）冷却，风速应考虑纤维要求的异形度设计。为了提高异形度，减少膨化需急速冷却，这就要求将环吹风速加大，并且同向风速分布要均匀，降低三叶型熔体流的表面张力，以达到较好的异形度。

牵伸效果主要考虑保证牵伸倍数，尽量增大牵伸倍数，使纤维完全牵伸，分子排列整齐。（保证纤维强力，另外也要考虑丝束张力均匀。提高车速，保证实际牵伸倍数。

基于以上工艺的讨论，制定出纺制 $5.56 \text{ dtex} \times 3$

8 mm三叶型涤纶短纤维工艺方案：

纤维纤度	5.56 d t e x
干燥温度	180 ± 10℃
喷丝板规格	Φ 160 × 400 Y
纺丝速度	570 m / m i n
熔体温度	284℃
吹风形式	环吹
牵伸倍数	3.48 ± 0.1

3. 生产过程问题分析与调查

经过第一次试生产，验定生产工艺条件与实际上机情况不协调。因为只考虑螺杆挤压机挤出量，尽量大幅度增大螺杆挤出量。但纺速仍很低，在卷绕工序出现了升头困难。原因是纺丝速度低，丝束张力小，且旦数高，剪切力下降，使升小头困难，再一点，落桶成型不好，这给后加工带来一系列麻烦。由于成型差，在后加工过程中就会出现生硬丝、僵丝、未牵伸丝等疵点，尾巴丝多，卷曲效果差，成品纤维质量得不到保证。

根据以上问题的分析，重新调整了工艺条件，要想增加纺速，考虑螺杆挤出量一定，就只有减少纺丝位数。每个螺杆开5个位，泵供量可由390克/分，提高到410克/分。纺速由570米/分，提高到600米/分。虽产量略有下降，但纺速提高后，对卷绕工序稳定，落桶成型有利，取得了较好的效果。后加工顺利通过，疵点含量减少，整个生产过程比较

平稳，成品质量也有提高。

三、纤维成品质量特性分析

1. 各种主要质量指标

项 目	单 位	数 据	项 目	单 位	数 据
断裂强力	cN/dtex	3.85	疵 点	mg/100g	43
断裂伸长	%	60.6	180℃干热收缩	%	6.5
纤度偏差	±%	8.36	卷 曲 数	个/25mm	10.13
长度偏差	±%	0.82	卷 曲 度	%	/
超长纤维	%	0	含 油 率	%	0.13
倍长纤维	mg/100g	0	回 潮 率	%	0.43
强力不匀率	%	9.4	纤 度	dtex	5.39
伸长不匀率	%	12.6	比 电 阻	Ω cm	10

2. 异形纤维几何尺寸的评定

衡量异形纤维异形化的程度，一般可用异形度表示，也可用圆系数、周长系数、表面系数等表示，其计算公式如下：

异形度：



$$\text{异形度} = \left(1 - \frac{r}{R} \right) \times 100\%$$

r 内接圆半径

R 外接圆半径

圆系数



$$\text{圆系数} = \frac{F_1}{F_2} \quad \begin{array}{l} F_1 \quad \triangle \text{异形断面面积} \\ F_2 \quad \text{异形断面外接圆面积} \end{array}$$

以上两种表示方法，其中国系数越小越好，异形度越大越好，异形度越大，则异形化的程度和效果越好。我们一般用异形度直接表示纤维的异形化程度。下表是八八年八月生产 5.6 分特三叶型纤维的异形度数据

日期 数据 规格	25/8			26/8			27/8			28/8			29/8		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
5.56dtex × 38mm	40	40	41	36	37		38	37		39	40		44	36	38

3. 决定异形度的因素及其对异形度影响的一般关系

冷却成型条件：熔体经喷丝板挤出后，表面有一定的张力，马上遇到的是冷却风。冷却风的条件是影响纤维异形度的关键。风湿高、风速低，纤维束固化成型慢，丝条表面张力大，纤维异形度差。风湿低、风速高，纤维固化速度加快，纤维异形度就好。实验也证明这一点，纤维的异形度随冷却速度的增加而增大，但风速在 0.5 ~ 0.8 m/min 之间时，异形

度增加不大。造成这种现象的原因理论上可解释为：熔体从喷丝孔出来后，要受到重力，表面张力，卷绕拉力的同时作用。在熔体细流未凝固前主要受表面张力的作用，由于异形孔不同于圆形孔，熔体喷出后，具有局部范围的极大曲率，因表面张力作用而产生的压力迫使各个局部曲率发生均化，这样就会导致整个截面积形状趋于圆形。此时各部分的压力分配和粘性阻力相平衡。与此同时，由于卷绕拉力及喷丝头拉伸作用，纤维断面也相应地缩小，提高冷却速度就相应增大了粘性阻力部分，这样增大对表面张力的抵抗作用，但风速增加过大，对丝条整个截面积冷却程度不均，丝条固化程度也不一致，表皮冷却速度快，芯部未凝，喷丝头拉伸不均。降低了各个局部曲率均化速度，从而使丝条成型不匀，所以要控制风速在一定范围内，使纤维以较快的速度，较大的异形度固定下来。

影响异形度的因素还有切片的粘度，熔体温度，喷头拉伸倍数，纺丝速度，后加工牵伸倍数和牵伸、卷曲、定形工艺条件。

4. 开松度

开松度是纺织厂在生产过程中控制的一个主要参数。评定开松度的效果，我们通过试验来证明。取一定量的普通圆形截面4.44分特和5.56分特三叶型纤维，分别从中取5克放在试管内，在同一原始高度下，分别加压200克重量，时间5分种，测其高度，再除去压力5分种，测其高度，然后计

算膨松度。

数据 规格	项目	试样 重量 (g)	压前 高度 (mm)	加压 5 分 钟后高度 (mm)	除压 5 分 钟后高度 (mm)	膨松度 mm/g	
						加 压 高量比	除 压 高量比
4.44dtex		5	80	51	68.5	10.2	13.7
5.56dtex 三叶		5	80	58.5	72	11.7	14.4

从上面试验数据可见，5.56分特三叶型纤维压后高度和除压后高度均比4.44分特普通圆形为好，证明5.56分特三叶型纤维有较好的膨松度。

5. 异形丝的光泽性

圆形纤维，因其表面呈圆柱形，对入射光线以不同角度向各个方向散射，因此感到光线不亮。而三叶型丝，断面为三角形，表面呈三角棱形，折光面平而大，因此反射光集中，所以用肉眼就可以区别圆形丝。也达到纺织厂的需求。

四、结论

1. 产品的适用性

5.56分特三叶型涤纶短纤维，具有旦数高，三角立体面折光集中以及膨松，可纺性好等功能和特点。在设计纺织产品时，结合这些特性，目前已运用到几种纺纱系统和产品之中。下表是应用该纤维纺织新产品的情况。

编号	配用成分	纺纱系统	织造方式	织 物 种 类
1	T20%/C80%	普通纺	机 织	格呢色织物 起绒色织物
		气流纺	针 织 机 织 针 织	起绒色织物 染色磨毛织物
2	T53%/W47%	粗梳毛纺	机 织	毛涤闪点织物
3	T100%	无 纺 布	喷胶粘合 热熔粘合	无纺织物 无纺织物

其中： T表示涤纶； C表示棉； W表示毛；

从表中可看出5，56分特三叶形涤纶短纤维已应用到机织，针织，毛纺，无纺织物生产开发试制出许多纺织新产品。替织起绒织物手感丰满厚实，富有弹性，颜色鲜明，光点闪烁、优雅新颖。机织起绒织物具有仿毛花呢与光点绒面兼备的效果。化纤纺织品的开发，发挥了异形纤维的特点。产品新颖，适销对路，而且效益也很明显。从为用户着想，市场需求，开发品种，生产异形纤维还是可行的。

2. 生产状态分析

利用VD——405纺丝机生产5，56 d t e x × 38 mm三叶型纤维，从设备能力，生产状态经过努力是可以生产出较好的异形纤维的。这里关键是要设计好生产工艺，工艺条件主要有(1)选定合理的纺速，纺速合适，卷绕工序生产状态稳定，落桶成型好，废丝率下降，以保证后加工生产顺利。(2)要

保证纤维的异形度，这要从冷却成型入手、保证冷却条件稳定，所以说只要选择一套合理的工艺参数，在现有的设备无需改造的情况下，是可以生产出理想的用户满意的异形纤维的。

3. 几个问题

a. 对于生产高旦数异形纤维（4.4 d t e x 以上）由于 V D——405 纺丝机生产能力的限制，对提高纺速无望，用减少纺丝位的方法是消极的，要想扩大生产，必须考虑产量的保证，所以要考虑增加螺杆挤出能力，将设计螺杆改为深槽螺杆，挤出能力可增加 20%。再一点是减少喷丝板孔数，由原来 400 孔改为 300 孔，这样即能保证原丝旦数，又能提高纺速。

b. 三叶型喷丝板在盐浴处理过程中比较困难，清洗后的喷丝板在检验中发现堵孔也无法处理，这主要是三叶型孔的三个尺寸很小，一般探针无法解决。要解决这一问题要选用合适的组件处理装置。

一九九一年九月