

11.9

• ‘仿毛，高技术化纤’ •
• 学术讨论会大会宣读论 •
• 文之九 •

偏中空高收缩涤纶纤维的制造原理
及其在织物中的纺毛效果

杭州化纤厂沈敦孚

中国纺织工程学会化纤专业委员会
1991年12月

偏中空高收缩涤纶纤维的制造原理 及其在织物中的仿毛效果

杭州化纤厂沈敦孚

众所周知，羊毛织物因其手感丰满、滑糯、弹性足等特点，历来为顾客所青睐。但天然羊毛的产量因受自然地理环境的制约，增长有限，已远远不能满足毛纺工业发展的需要。与此同时，合纤工业突飞猛进，近十年里我国合纤产量增长六倍，总产量跃居世界第四位。在这种形势下如何利用合成纤维经特界的纺丝，纺纱，织造，染整加工使面料达到或接近毛织物的水平，已成为当前纺织化纤行业的当务之急。

我厂承担“七五”攻关仿毛化纤新品种的研制项目。在研究过程中，我查阅了大量资料并做了一系列的试验，现将研制情况介绍一部分，望各位专家不吝指教。

据日本资料报导，小偏心中空喷丝板仿制的偏中空涤纶纤维用于纺纱织布，将会使织物有丰满的手感；据来自日本可乐丽公司的涤纶仿毛织物成衣分析，织物的经线和纬线中均含有约80%的中空纤维，其余70%系近似园形的多角形，该中空纤维的外径为19.5 μ m，平均长度89mm，纤度3.5d，模量42.5g/d，抗弯性能好；据日本SPIKIO毛条的剖析，毛条中含有两种类型的收缩率，高收缩率部分占80%，低收缩率部分占70%，综合以上三条依据，本人提出了将偏中空立体卷曲，高收缩及微孔吸湿功能有机地结合于一体的设想，于1985年开始，投入较大技术力量，从原料选用，喷丝孔形研究，直到工艺条件和设备条件的探索，整整化了四年时间，终于获得成功。

1. 原料的选择:

根据市场的需求,顾客的心理,首先必须考虑织物有良好的染色性能,并能染较宽广的色谱,这点是普通的涤纶原料所不能达到的。

羊毛的特点是具有较低的强度,较高的伸长率,较低的初始模量。而一般的涤纶纤维恰与上述性能相反,故不宜选用。

根据纯化纤仿毛工艺要求,干热收缩率要有稳定的指标,一般的涤纶纤维,通过特定的工艺,也能制出高收缩纤维,但其收缩率随着存放时间的延长而迅速衰减,例如干热收缩率为20%普通涤纶纤维,经6个月的存放之后,要衰减到9%,无法符合纯化纤仿毛的基本要求。

经过多次探索性试验之后,我们发现聚酯型常压沸染阳离子涤纶能符合以上三条要求,即其纤维易染色,色谱鲜艳齐全;纤维具有低强中伸低模量的特点,最可贵的是所得的干热收缩率指标,经一年多的存放之后,几乎看不出变化,我们研究认为与切片制造时引入第三第四单体,分子的流动性增加,结晶温度提高,结晶速度降低有关,因此聚酯型常压沸染阳离子切片是本题研究的唯一原料。聚酯型阳离子切片热稳定性差,不宜选用。

2. 喷丝孔形的设计:

普通涤纶具有圆形截面和光滑均匀无条痕的纵向表面,无扭曲。所以普通涤纶若要同羊毛近似,须经过纵向的机械卷曲,但这样的卷曲并无永久性与羊毛相距甚远。卷曲是羊毛的重要特性之一,羊毛沿其长度方向存在着周期性的弯曲,有些羊毛的卷曲不限于在一个平面内,而是围绕羊毛中心扭曲或呈螺旋形弯曲,这种螺旋形弯曲过多,会导致缩绒性不好,成品手感过于松散,质量下降。但必要的螺旋形弯曲如能出现在涤纶纤维上,将会增强织物的毛型感,获得穿着者的喜爱。羊毛的卷曲原理是羊毛的同一截面内存在着正皮质细胞和付皮质细胞,由于二种皮质细胞的构造不同,形成羊毛纤维具有天然

卷曲特征。人们利用这一原理制成了两种成分的复合高卷曲纤维。现在
 在我们利用这一原理试制偏心中空涤纶。设计特定喷丝孔，如图（一）
 所示：

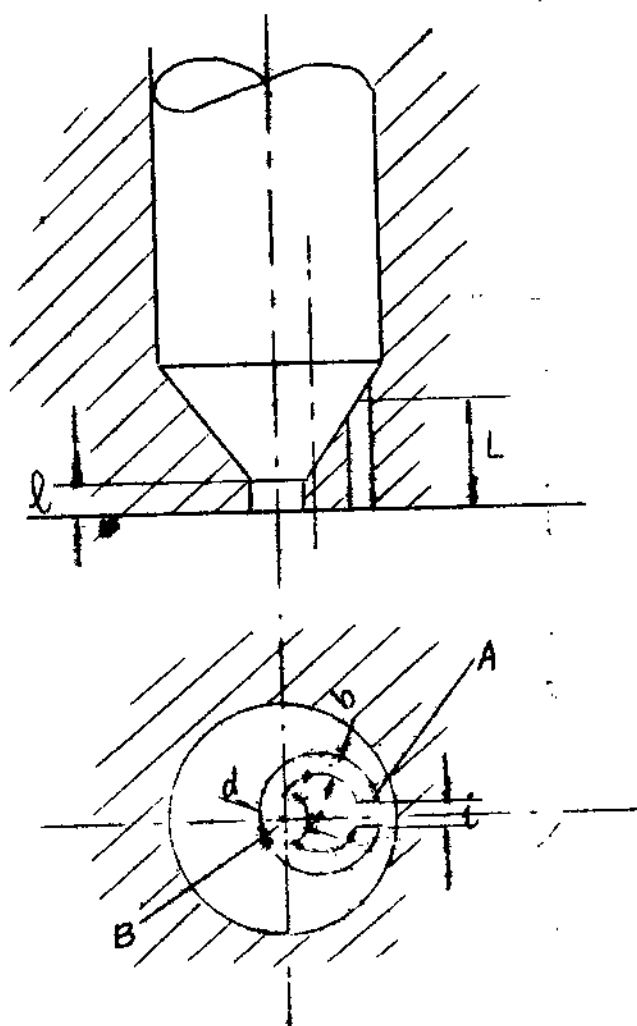


图 (I)

显然A点的长径比远大于B点，长径比大的，流动阻力就大，长径比小的，流动阻力就小。由于流体流动阻力的显著差异，使形成的同一根中空纤维周壁的厚度不等，即呈偏心中空形，薄壁侧所对应的喷丝孔，长径比大，阻力大，具有较高的予取向度，厚壁侧的予取向度较低，这就相当于同种原料不同取向度的纤维的复合，可产生适当的永久性的卷曲特性，从而可增强织物的毛型感。

3. 调整喷丝孔型，使纤维具有吸湿功能。

为使涤纶纤维具有一定的吸水能力，最好使中空纤维的外表面有很多微孔，且与内腔相通。国际上大多采用非活性微粒子添加在切片中，待纺成纤维后再经过后处理，使添加剂溶掉，纤维表面形成微孔，但这一方法要影响可纺性，并使过程复杂化。

现我们调节上述孔形中的 i 值（见图 I），能使纤维外表沿纤维轴方向形成沟槽，缝隙或洞穴，有些与内腔相通，使纤维具有少量的吸湿能力，在接触皮肤时不会有蜡状感。

现将调节 i 值产生吸湿效果的原理叙述于下：

当 i 值过大时，会使熔体细流闭合困难，纺出的纤维面呈（Ⅱ）形，当 i 值过小，会出现全闭合，成为标准的偏中空形即（Ⅰ）形。如 i 值处于临介状态，则纺出的纤维截面有下列几种形式，即（Ⅲ）形，（Ⅳ）形，（Ⅴ）形和（Ⅵ）形（见图 II）

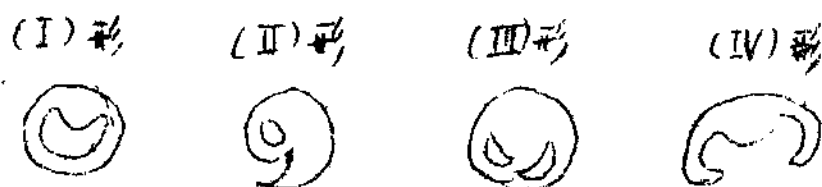


图 (II)

i 值临介状态时，断面的各种形态

用1500倍显微镜观察纤维表面，就可看到有些像沟槽，有些像缝隙，有些像洞穴，有与纤维中心孔相通的，有不通的。同一根纤维在不同位置上截断，会发现有很大的不同的断面形状，有闭合的也有开口的（这与环形吹风的不稳定，丝条的飘动等有关），同一根纤维沿纤维轴方向移动显微镜镜头观察，会发现不同形状，有时沟槽缝隙增大，有时沟槽缝隙消失，有时还能看见孔穴，有时还能发现小缝隙里存在着细长的小水珠，有些纤维表面看上去还像秃皮桦树一样，这些形状的存在，正符合我们的设计目的，这样的产品，其回潮率能提高一倍普通中空纤维回潮率0.7%，此类纤维回潮率达1.4%以上。说明调整偏心中空纤维的喷丝孔形，能获得纤维的吸湿功能。

4、偏中空纤维高收缩率的形成及立体卷曲的原理。

涤纶纤维的基本结构单元间有比较牢固的联结点，牵伸过程将使结构单元联结点部分脱离，产生移动，重新排列，从而提高取向度，又在比较高的定型温度下处理，使结构单元间建立新的联结点（结晶），从而赋予纤维较高的强度。但在比较低的温度下牵伸时，结构单元间的联结点大部不脱离而相互间产生了位移，再在较低的温度下烘干使新的联结点难以建立，这样的纤维内部贮藏着较大的回缩势能。当经过高温处理（超过玻璃化温度 T_g ）时，就可通过未脱离的联结点贮藏起来的回缩势能和分子内的旋转作用，使纤维产生较大的回缩，这就是偏心中空纤维高收缩率形成的机理。

在相同的纺丝条件下，所喷出的纤维越细，可拉伸倍数越小，纤维越粗，可拉伸倍数越大。在相同的拉伸倍数下，细纤维所贮藏的回缩势能相对地大于粗纤维，则细纤维的收缩率大于粗纤维。对于偏心中空纤维来说，薄壁侧就相当于细纤维，厚壁侧就相当于粗纤维，经拉伸后再遇到玻璃化温度以上的热处理条件，薄壁侧的收缩程度大于厚壁侧，因此产生弯曲，厚壁侧处于弯曲圆弧的外边，薄壁侧处于圆弧的内边，一般呈立体扭曲状。但要达到这样的立体扭曲状，要有一

个必要的条件，即拉牵倍数不能太高，如果拉伸倍数高到结构单元间的联结点全部脱离，纤维结构单元间重新排列，（贮藏着的势能全部被破坏），那么薄壁侧与厚壁侧的差异消失，就不可能出现自然卷曲。一般说来，拉伸到不至于脱纤的程度，纤维经回缩后还多少存在一点立体卷曲的状态，对于增强织物的蓬松感会带来好处。

5、收缩率的控制规律

根据高收缩率纤维的制造原理，根据生产实践的经验，控制收缩率有如下几条规律：

5、1、拉伸的温度（指一、二道间的油浴温度和二、三道间的过热蒸汽温度）越低，拉伸的倍数越高，则所得纤维的热收缩率就越大。

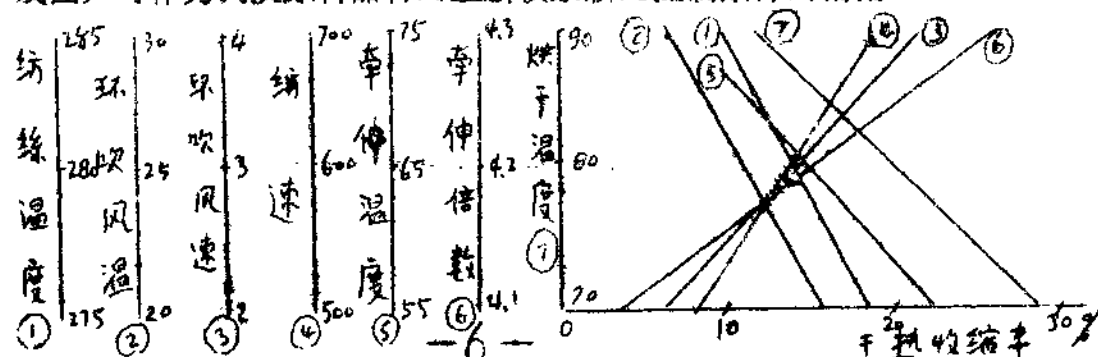
5、2、在相同的拉伸条件下，纺丝温度越高，环形吹风风速越高，吹风风速越小，则成品纤维的热收缩率就越小。

5、3、在纺丝和牵伸条件都相同情况下，采取较低的温度烘干，使纤维的基本结构单元不产生新的联结点，则成品纤维就具有较高的热收缩率。

在日常生产中，为便于对纤维热收缩率的控制，将纺丝条件，牵伸条件都尽可能固定下来，然后试验烘干条件。当获得一个合适收缩率的试样后，就将烘干温度和烘干时间尽可能稳定下来，进行连续性生产，使产品具有稳定的缩率指标。

5、4、涤纶纤维的180℃干热收缩率与诸因素的关系图：

现将涤纶纤维的180℃干热收缩率与诸因素的关系分别画出曲线图，可作为调换原料品种时重新摸索新的控制条件的指南。



(牵伸倍数, 牵伸温)

从图中看出(1)(2)的斜率比较大,说明纺丝温度与环吹温度对于热收缩率的影响较小,而(5)(6)(7)的斜率比较小,故干燥温度对纤维干热收缩率的影响较大,因此后三条是调整180℃干热收缩率的主要因素。

6、典型工艺举例及对应的质量指标。

生产日期: 1990、7、

原 料: 扬州市聚酯型阳离子切片、熔点219~229

特性粘度0.585-0.606

主要工艺条件:

纺丝箱体温度: 280℃

每转10C、C、的计量泵转速: 22 r/min

环形吹风温度: 27℃

环形吹风风压: 8mm水柱

纺丝速度: 730米/分

采用油剂: T500+T600

原丝纤度: 14.9 dtex

105℃缩率: 60.7%

集束仔特数: 31Ktex

牵伸总倍数: 4

牵伸比分分配: 1-2道占90%

牵伸温度: 67±2℃

热定型温度: 80±5℃

相应质量指标:

纤度: 4.35 dtex

强度: 2.87CN/dtex

伸长: 60.3%

模量: 25CN/dtex

疵点: 6、7mg/100g

毛粒: 大毛粒 0 粒/克

中毛粒 0 粒/克

小毛粒 0、18 粒/克

松散毛粒 0、11 粒/克

针尖毛粒 0、1 粒/克

毛片: 大毛片 0 只/米

中毛片 0 只/米

小毛片 0、09 只/米

比电阻: $2、97 \times 10^6 \Omega \text{ cm}$

回潮率: 1、63%

180℃干热缩率: 18、51%

这些指标的特点:

1、强度低, 有利于织物抗起球, 普通涤纶纤维强度4.5CN/dtex以上, 此种纤维强度仅2.87CN/dtex。

2、伸长高, 使织造和整理过程不会出现吊经吊纬现象。普通涤纶伸长30%左右, 而此种纤维伸长达60%之多。

3、模量低, 有利于手感柔软。

4、疵点低, 一般聚酯阳离子纤维的疵点均在100mg/100g以上而纺制这种纤维疵点能降低二个数量级。

5、回潮率高, 比普通涤纶纤维高1倍以上。

6、偏心中空纤维在织物中的仿毛效果。

南京纺织研究所采用我们的偏心中空高收缩纤维(缩率18.5%)以30%的比例与普通阳离子纤维混纺, 采用匹染路线, 制造女衣呢, 曾获纺织部新产品一等奖, 主要原因是热定型过程中, 由于高收缩率纤维的收缩作用, 迫使同一根纱线内的阳离子纤维弯曲, 而高收缩

纤维本身变得平直，趋向于纱线或织物的中心，使阳离子纤维呈曲状暴露于织物外层，使织物有蓬松感，且柔软，近似于毛织物，此外偏中空及永久性的立体卷曲也是导致蓬松感的因素之一。

沙市毛纺厂利用我们的偏中空高收缩纤维（占总重量10%）再混以占80%比例的化学改性高收缩纤维和70%的阳离子纤维或70%的抗静电有色纤维，试制成的索维呢和马库呢，具有以假乱真的纺毛效果。主要原因是这三种纤维具有三个层次的热收缩率，化学改性高收缩率纤维缩率最高，为25%，偏中空纤维缩率次之，为18%，阳离子纤维的缩率最低为6.5%，由三者构成的织物，在匹染和热定型过程中，由于收缩作用产生纤维的迁移，化学改性高收缩纤维由于缩率最大，迁向纱线最内层，阳离子纤维由于缩率最小，被迫弯曲后，曲点露于纱线表层，偏心中空纤维由于缩率居于二者之间，则居于中层，使织物中的纤维形成多层次的点接触，中层纤维又有偏中空立体卷曲的作用，构成了织物总的手感为蓬松，柔软、活落，近似于纯毛织物，达到了仿毛像毛以假乱真的效果。

附：全涤纶产品实样