

№ 7

# 关于空气变形丝诸问题的探讨

池 胜 吉

丹东化学纤维工业公司

# 关于空气变形丝问题的探讨

池 胜 吉

本文综述了空气变形丝工艺、物理指标、结构特征,着重探讨空气变形喷咀机理及影响变形丝性能的主要因素,最后对空气变形丝特点、发展前景等简要评述。

空气变形技术是近代化纤长丝生产中很有发展前途的一种先进变形技术,是利用运动流体的动能使长丝束中的单丝在松弛状态下发生滑移、变曲并且相互缠结、产生大量的丝圈,而改变长丝结构,从而提高其后加工性能和织物的服用性能。

为了更好地开发和应用空气变形丝(以下简称ATY)和掌握空气变形工艺技术起见,对ATY诸问题进行探讨。

## 一、空气变形工艺

空气变形工艺粗略地可以分为三种:

1、没有加热过程。其原理是在喷射气流使丝束交缠、回转、分离,然后再与喷射流体一起从小孔排入大气。由于这一加工使纤维产生不规则的圈结、交缠,而且有蓬松性。如:美国的GMAD—17型机和国产KB3型机属这一类型。

2、设置带热辊的拉伸区和带加热器的定型区。Barmag的FK6T型是带有加热系统的空气变形机。这种机型既可以加工POY,也可以加工拉伸丝,加工后的丝丝圈较小,分布均匀,而且沸水收缩率小,适于制作衣料。

3、常规喷气变形后经特殊装置处理,可制成各种规格的绒毛丝、花式丝。如:Barmag的Texs Pun装置等…。

## 二、ATY及其织物的主要物理指标

丹东化学纤维工业公司从1986年4月开始在美国EMAD—17型机和国产KB3型机上生产了35 OD变形丝(全涤)、115 OD变形丝(涤/丙)、2000D变形丝(全涤)等…不同规格产品的变形丝,实测主要物理指标如下:

| 序号 | 检 验 项 目            | 单 位    | 测试结果 |
|----|--------------------|--------|------|
| 1  | 断裂强度               | g/D    | 1.6  |
| 2  | 断裂伸长率              | %      | 20.6 |
| 3  | 丝圈不稳定性             | %      | 1.7  |
| 4  | 沸水收缩率              | %      | 9.2  |
| 5  | 纤度偏差               | ± %    | 1.65 |
| 6  | 最大丝圈尺寸≤6折经         | mm     | 3.86 |
| 7  | 最大丝圈个数3.5mm以上/10mm | 个/10mm | 1    |

## 三、ATY的结构特征

由于变形过程是在超喂状态下进行的,失去张力的长丝在气流作用下形成许多丝圈,从而使原丝成为具有类似短纤纱特征的变形丝。

## 1、ATY的表面几何形态

ATY的外表有着类似膨体纱的毛茸，这些毛茸是由许多大小不同的丝圈所组成的。这些丝圈大致为弧和圈两种组成，大于半圆为圈，小于半圆为弧，在各类丝圈中两者大体上各占一半。丝圈的主要功能是在于它的大小和分布。丝圈小，密度高，且分布较均匀；丝圈越大，则密度越低，分布均匀性也越差。

## 2、空气变形丝体的结构特征

ATY是由高压气流产生的紊流作为加捻动力，有横向气流，有轴向气流，也有旋转紊流，丝条通过喷咀加捻区时受到许多“加捻器”的作用，丝条截面中任一点所受到的气流速度都不相同，截面中各根纤维没有一个共同的回转中心，而是单丝之间在紊流作用下互相接触，转移和结合。这种过程归纳为交络和缠绕两种形式。

所谓交络就是纤维间彼此相交形成网状结构，缠绕就是一根纤维以另一根纤维为轴心，或相互为轴心，相互盘绕。整个ATY中单丝就是以这种交络、缠绕形成

错综复杂的丝体，这样的“加捻”当然是不能退捻的。和机械加捻的变形丝有本质的区别。

综上所述，可以把ATY的总体结构归纳为丝圈加交络，其理想的几何构模型如图1。

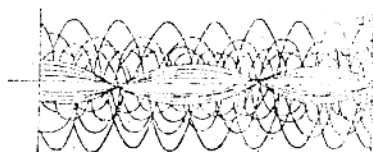


图1 理想的ATY的几何结构

## 3、ATY的结构特征参数

表征ATY的特征的结构参数有丝圈高度、丝圈密度、丝圈不稳定性、络结度、膨松度和动态不稳定性。

## 四、喷咀及空气变形喷咀变形机理

### 1、喷咀

喷咀是空气变形机的心脏部份。喷咀的构造见图2和图3。

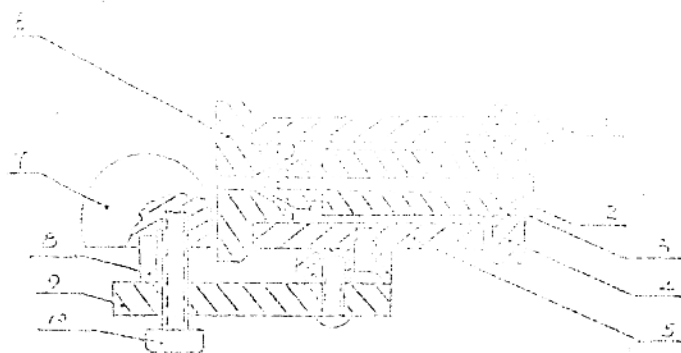


图2 EMAD-17型喷咀剖面图

- 1、喷针调节螺钉    2、磁咀    3、喷针    4、喷针帽    5、喷咀壳体  
6、文丘里管    7、挡板    8、定位角    9、调节板    10、调节螺钉

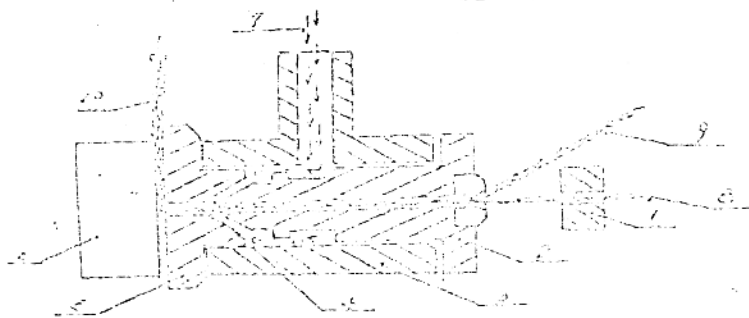


图3 EMAD—17型喷嘴俯视剖面图

- 1、水咀    2、喷针    3、喷嘴壳    4、湍流室    5、文丘里管  
6、挡板    7、压缩空气    8、芯丝    9、皮丝    10、变形丝

喷嘴是衡量空气变形技术先进程度的一个重要尺度。喷嘴的好坏，不但影响变形速度、空气消耗量等经济指标，而且影响到变形丝的品质指标。

从国外几十年变形喷嘴的研制过程看，结构设计和外形虽然不断改进和更新，形式很多，而投入生产使用的基本可归纳为二类：杜邦公司Taslan系列喷嘴和Heberlein公司的Heam喷嘴。

## 2、空气变形喷嘴变形机理

空气变形的过程与流体的流场有关，包括速度场、压强场、密度场和温度场；也与变形的工艺条件有关，例如，丝束进入喷嘴前必须有超喂，才能保持松弛状态下变形，复丝进咀前要给湿，等等。在相同的工艺条件下，变形效果的好坏主要取决于喷嘴的气流状态。

### ①喷嘴内紊流的作用

经环形窄缝加速后进入的气流，在紊流室内产生了强烈的紊流。紊流是流体微团的一种极不规则的运动，有较大的剪应力，在内层形成各种频率、不同振幅的振动，通过动量交换，作用在导丝针孔出来的长丝束上，气体微团不规则的“搅拌”运

动使长丝束被打开，紊流的起伏速度继续传递到缩放管扩张段的气流上，使松散长丝波浪式向前运动直至被超音速气流喷出喷嘴，为在出口处形成丝圈创造了条件。因此，喷嘴内产生强紊流是变形加工的一个必要条件。紊流室的大小和紊流强度的大小都将影响变形效果。当环形缝隙截面等于或稍大于喉道截面时，进入紊流室的气流速度最大，长丝束充分膨松，变形效果也最佳。这就是要调节导丝针位置的原因。

### ②超音速气流对丝圈形成的作用

缩放管出口处的气流是超音速的，速度可以达到500~800米/秒。这高速气流在扩张段的流动的加速、降压、降密度，气动力将被紊流打开的丝束进一步膨松，使松散的复丝作高速的波浪运动喷出加速管。

### ③不均匀流场对丝圈的作用

喷气变形喷嘴的一个很重要的特征是流场必须不对称。不均匀流场的形成是产生丝圈的一个必要条件。由于气流径向轴向的不对称，也使单丝在不同位置的瞬时滑移、弯曲、交错的周期没有规律性，所

以形成的丝圈也是没有任何规律性的。

④喷咀出口处安置挡体是提高 ATY 质量的主要环节。

目前国内外所使用的产生型喷咀，大都 在喷咀的出口处加了一个挡体，有平板式的、也有柱形的、球形和半球形的。在喷咀出口处产生超音速气流遇到钝头体时，也就是丝束在垂直偏转时迅速膨化。另一方面，增强了喷咀出口处挡体前的紊流度，提高了单丝的振动频率，使单丝在相对位移弯曲的同时，频繁错位和交缠，因而产生了大量的丝圈，并且在继续运行的过程中逐渐稳定。

#### ⑤长丝给湿对气流的影响

复丝进喷咀前给湿，可使气流温度下降，由于喷咀内气流温度下降，使空气的粘滞系数减小，单丝间的摩擦力也相应减小，因此在气动力作用下，单丝更容易相对位移和交络起圈，进而改善了变形的效果。

### 五、影响 ATY 性能的主要因素

变形加工与长丝的外观质量、旦数、压缩空气的压力、超喂率等工艺条件有直接关系，下面就分别讨论一下各主要工艺条件对变形丝性能的影响。

#### 1、原丝外观质量

原料丝应该要成型良好，否则退绕张力不一致。全牵伸丝中不允许有拉伸不均或不足的丝，否则造成 ATY 起圈不均，张力不匀。毛丝要极少，否则断头多，毛丝缠结吹不开。另外，在变形中原丝伸度下降较多，因此原丝伸度要大于 20% 为好，若伸度太小就变形丝弹性差，发脆。

#### 2、原料丝的旦数

用于加工 ATY 的原丝，要求其复丝旦数低，单丝根数多，无捻为好，这是因为丝束经过喷咀后，旦数低的单丝很容易

被压缩空气作用而吹散，丝束在喷咀内缠结，绞扭机会多，加工后的变形丝较蓬松、柔软，织物的手感较好。

单丝纤度大小不仅影响产品应用范围，而且还影响变形速度，这是因为单丝纤度越大，其弯曲性能差，使长丝交络和起圈变得困难，因此，必须降低变形速度，以增加丝束在喷咀内的停留时间，令其达到充分的变形。

我公司目前所使用的原丝旦数是：涤纶长丝 150D/30F 和丙纶长丝 150D/30F，这几种原料的单丝旦数都比较高，纺丝效果不十分理想。基于原料丝的情况，为了取得较好的变形丝而采取了使丝速降低和尽可能提高超喂率的措施，这样就使得丝束充分地膨松、缠结，毛圈增加，也可使变形丝的外观质量提高。最好，单丝根数大于 70 根，单丝旦数在 1.5~3D 为好。

#### 3、超喂率

原丝超喂是加工 ATY 的必备条件之一，因为进入喷咀的原丝长度必须超过从喷咀出来的丝的长度才能形成丝圈。

对于变形丝，如果超喂过高，则给织造和织物外观带来不利影响，而对于加工仿毛型变形丝来说，适当地增加皮丝超喂，可使织物表面蓬松柔软，改善服用性能。但超喂量增大，变形速度必须相应地下降。这是因为当皮丝超喂增加后，必须使丝束在喷咀内增加停留时间，才能令其实现充分地变形，但皮丝超喂增加到一定数值后，变形则无法继续进行，据有关资料介绍，变形速度与皮丝喂的关系如下：

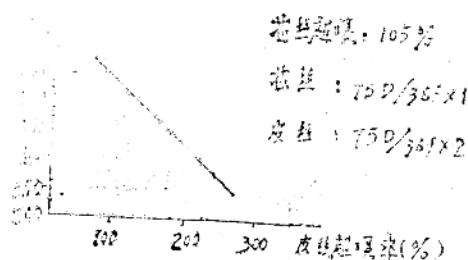


图4 变形速度与皮丝超喂的关系

因此，变形丝生产过程中的超喂和欠喂是关系到变形丝质量和成形好坏的关键。

#### ①芯丝的超喂

芯丝做为变形丝的筋骨，超喂不易过大或过小，超喂过大，会造成变形丝的伸长过大，卷绕过松，使变形丝卷结过大，给织造厂生产带来困难，超喂过小，会造成张力过大，使丝束进入喷嘴松散不开，这样造成皮丝无法与芯丝穿插，而使皮丝只附在芯丝表面，这样使丝圈的牢度差。

#### ②皮丝的超喂

皮丝在变形后变为毛圈，皮丝的超喂率要比芯丝大的多。超喂率有控制地加大，则毛圈大小适中，分布均匀，外观质量好，如果超喂过大，并且超过喷嘴吸丝能力，那么，丝条上的毛圈过长而稠密，在生产中易产生缠罗拉，同时织造厂退绕也困难。皮丝超喂率小，则加工后的变形丝条毛圈稀疏，外观质量不好，织物手感差。经几年生产，变流丝采取的超喂一般

控制在下面的超喂范围为好：

| 变形丝单数          | 芯丝超喂 | 皮丝超喂     |
|----------------|------|----------|
| 350D<br>(纺纱型)  | 110% | 120~150% |
| 500D<br>(纺毛型)  | 110% | 200~220% |
| 1200D<br>(纺毛型) | 102% | 185~200% |

#### ③卷绕部分超喂

卷绕部分一般采取小超喂或欠喂，使输出罗拉的速度等于或低于卷绕速度，这样可以起两个方面的作用，使变形后的丝条以小的拉伸以便使变形后的毛圈能较好的定型，通过拉伸，使输出罗拉与卷绕筒子间的张力加大，这样使卷绕筒的密度加大，因而使筒子成型好。

#### 4、压缩空气压力

空气变形加工是利用气流对长丝进行再加工的技术，因此，改变空气的气流状态，如：压力、流量等必然会对变形过程产生相应的影响。生产实践表明，在空气

压力高的条件下变形, ATY丝圈小而密, 交缠效果良好, 即使是在速度较高的情况下, 压力高时亦可获得较好的变形效果, 而当压力逐渐降低时所得丝圈也逐渐变大、松散、不均匀, 大丝圈也随之增加。在不使用压力下加工ATY产品确实会获得不同的变形效果。因此, 在变形加工过程中, 压缩空气压力保持恒定并使偏差降低到最低限度, 是一个不容忽视的问题。因为, 当喷嘴中针管与文丘里管调节正常, 其相对位置没有变化, 但如压力下降, 则空气流量也会随之减少; 反之, 当压力上升, 空气流量又会增加, 这样原丝在喷嘴中的紊流程度时有变化, 就会使ATY的丝圈大小、稳定性都产生差异, 这些不但会使变形丝的质量下降, 还会造成织物的色差。

## 六ATY特点、用途及其发展前景

ATY是一种新型纺织材料, 几年来, 由于ATY表面丝圈结构特征, 开发了一些毛型感强、价格较便宜的产品, 使它的应用与推广发展很快。

### 1、特点

①ATY具有多品种、多规格、多花色的优点、且易小批多变, 可适应时装日新月异变化的需要。

②ATY可改善其织物的外观, 具有仿短纤纱风格, 基本消除化纤织物的极光和腊感, 增加其仿毛感, 改善织物透气性, 提高纱线复盖率而减少用纱量, 同时相应改善化纤织物抗起毛、起球性能。

③ATY织造性能良好, 做经纱可免浆, 缩短制造工艺。

### 2、用途

ATY可制作衣料、汽车坐垫、装饰

布、家具用装饰布、地毯、行李袋、袜子等。特别是衣料方面, 近年来用途更广, 可制薄型织物, 用于男女西装、茄克、外衣、运动服等, 尤其是用细旦丝、阳离子改性涤纶长丝、母体或原液着色丝作为原丝时, 经混纤生产出的花式丝, 更是当今最流行的产品。

### 3、发展前景

目前尚存在着, 采用原料品种单一(多采用涤纶长丝)、原丝的单丝纤度过大, 加工产品品种不多, 变形速度较低, 能耗高等问题影响了ATY的发展。

但是, 变形丝已经开始进入棉纺、毛纺、针纺和丝绸各领域, 并且开始为各界所认识, 近几年来我国对空气变形技术的研究和设备研制方面也有很大发展。

仅我公司EMAC—17型机和KB3型机各二台从85年7月份先后投入生产以来取得了较好的经济效益, 86年实现产值100, 8万元, 87年实现产值336万元。

近年来, 长丝产量和品种增加速度很快, 从而为ATY的发展提供了更广泛的原料, 加之人们在穿着个性化的需求也为ATY提供更广阔的市场。据有关资料的预测, 到1990年国内外ATY产量可达18~27万吨, 本世纪末, 产量将增至65万吨, 代替目前用纱量的20%。

总之, ATY具有的独特优点使它在今后必将获得更大的发展。

### 参考文献

- 1、李杰新等《合成纤维》No1 (1987)
- 2、朱宝璋《合成纤维》No4 (1985)
- 3、EMAC—17型SIDELINDER安装、操作、维修、保养说明书
- 4、秦敏《合成纤维》No6 (1984)