

- [28] Nancy M., Morris, et al., *Text., Chem. Color*, 16 (2), 43 (1984)
- [29] 孙玉珍、王国强, *沈阳化工*, (4), 36 (1992)
- [30] *PC/IR Operation*, Madison (U. S. A.) Nicolet Analytical Instruments, 1989.
- [31] 林水等,《傅立叶变换红外光谱学》,中国环境出版社,北京,507 (1991)
- [32] 朱善农等,《高分子材料的剖析》,科学出版社,北京,388 (1988)
- [33] 林水等,《傅立叶变换红外光谱学》,中国环境出版社,北京,297 (1991)
- [34] 许禄、郭传杰,《计算机化学方法及应用》,化学工业出版社,北京,54 (1990).
- [35] G. W. Small, *Anal., Chem.*, 59, 535A (1987)
- [36] S. R. Lowery, et. al., *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 25, 235 (1985)
- [37] M. Ruprecht, J. T. Clerc, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 25, 241 (1985)
- [38] 王国强,《中国橡胶学会第二届橡胶应用理论与测试研究方法学术会议论文摘要集》,广州,13 (1992)
- [39] *PC/IR Spectral Search*, Madison (U. S. A.), Nicolet Analytical Instruments, 1989.
- [40] M. Tungol, et al., *Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng.*, 1145 (Int. Conf. Fourier Transform Spectrosc., 7th.), 308 (1989)
- [41] M. Tungol, et al., *Appl. Spectrosc.*, 44 (4), 543 (1990)
- [42] McEwen, David J., et. al., *Thermochim. Acta*, 86, 251 (1985)
- [43] J. Khorami, et al., *Thermochim. Acta*, 103, 221 (1986)
- [44] J. Khorami, et al., *ASTM Spec. Techn. Publ.*, 997, 147 (1988)

## APPLICATION OF FT-IR SPECTROSCOPY IN FIBER ANALYSIS

Xu Fan (Shenyang Research Institute of Chemical Industry)

Wang Guoqiang (Shenyang Rubber Industrial Products Research Institute)

### Abstract

The review of FT-IR spectroscopy for the characterization and analysis of fiber with 44 references includes the application of diffuse reflection FT-IR spectroscopy, photoacoustic FT-IR spectroscopy, microscopic FT-IR spectroscopy and techniques of FT-IR spectrometer coupled with other analytical instruments. In addition, the use of computer is also involved.

(上接第 45 页)

## PRODUCTION OF SPIRAL CRIMPED NYLON STAPLES ON PP COMPACT SPINNING LINE

Yao kang

(The Carpet Factory of Xinhui City, Guangdong Province)

### Abstract

The technology for production of spiral crimped nylon staples using the PP compact spinning line are studied, the results show that by reasonably setted parameters, carefully selected, spinnerettes and higher extruder output, the spiral crimped nylon staples with stable quality can be produced on the existed PP compact spinning lines.

⑧

聚丙烯纤维设备, 纺丝设备,  
聚酯纤维, 短纤维, 卷曲, 后加工,



# 利用丙纶设备纺制锦纶 三维卷曲短纤的工艺探讨

姚康 (广东省新会市地毯厂)

70342.106

40-42139

## 摘要

探讨了利用丙纶短程纺设备纺制锦纶三维卷曲短纤的工艺条件。结果表明,只要合理设定工艺参数,慎重选择适宜的喷丝板,采用较高挤出量,可以在现有丙纶设备上生产品质稳定的锦纶三维卷曲短纤,对进一步开发锦纶 BCF 提供了间接经验。

锦纶纱线做绒头的地毯由于其特有的蓬松性、耐磨性、抗倒伏性、色泽鲜艳并可改性增加抗静电、阻燃性、抗菌等性能,在国外成为簇绒地毯工业中的主要材料。在我国用于装饰(特别是地毯)行业的锦纶有着极大的潜在市场。估计我国每年进口锦纶簇绒地毯等应达数百万平方米,而且主要集中在广东等地。目前全国仅有一家锦纶膨体丝生产厂家正式投入生产。我国簇绒地毯生产线已达 110 多条,可以压缩部分丙纶簇绒地毯生产能力,稍加改进即可生产锦纶簇绒地毯,国产簇绒地毯的造价仅为进口价格的 50%~60%,所以国产地毯的市场竞争力较强。锦纶短纤维经过纺纱可加工成为地毯纱,为地毯纱原料开辟了一条新途径,具有较好的经济效益。

## 一 原料与设备、测试仪器

### 1. 原料

切片:广东新会高速纺锦纶切片,干燥密封包装,相对粘度 2.12,含水率 0.042%。  
纺丝油剂:德国斯特豪森出品的 Estesol7325 型号油剂。  
色母粒:广东新会彩艳色母粒厂出品的锦纶色母粒。

### 2. 设备

德国 Neumag 短程纺设备。

### 3. 测试仪器

江苏省太仓市太仓纺织仪器厂出品的 YG001A 型纤维电子强力仪和 YG362 型卷曲弹性仪。

## 二 工艺条件

氮气耗量 21/h,熔体温度 258℃,熔体过滤后压力  $80 \times 10^5$  Pa,计量泵转速 11.0rpm,侧吹风温度 26℃,相对湿度 71%,风速 1.0m/s。

加工速度 1826m/min,拉伸比一级 2.16,二级 1.35,第一对热辊温度 100℃。第二对热辊温度 130℃。第三对热辊温度 160℃。变形温度 260℃。

## 三 测试结果与工艺条件分析

### 1. 氮气用量

聚己内酰胺在高温下与氧接触易发生氧化交联生成凝胶,因而造成纺丝困难及拉伸断头。我厂设备特点螺杆长径比  $L/D=30$  (锦纶设备螺杆  $L/D$  一般为 24),熔体在高温下停留时间长,因此氮保护是必要的。由于螺

杆本身有排气作用,气体的走向为从熔体到投料口,因此我们选择进气口为螺杆根部,设备从进料口开始全密封,氮气的用量根据产量、设备空间大小而定,细旦丝应增加氮气量。

氮气用量控制:PA6 产量 197.16kg/hr,密度:1.13kg/l,

$$\begin{aligned} \text{PA6 切片体积流量} &= \frac{197.16\text{kg/hr}}{1.13\text{kg/l}} \\ &= 174.34(\text{l/hr}) \end{aligned}$$

若保证切片料斗无空气进入;氮气用量必须保持在 174.34(l/hr)以上,用量十分大。减小消耗的办法,可设二级料斗,二级料斗用少量气量正压保护即可。本厂在纺制过程中,当氮气用量由 2l/hr 减至 1l/hr(1 个大气压)时,开始出现堵板现象,因此本厂氮气用量应控制在 2l/hr 以上。

## 2. 改善熔体质量的办法

熔纺过程中,聚己内酰胺熔体与聚丙烯熔体相比,有较高的粘度,而且热稳定性较差;因此两种设备在螺杆长径比、螺槽深度、管道压力、管道直径、组件结构、喷丝板设计上有一定差异。如何克服丙纶设备的不利影响,减少凝胶生成,是改善熔体质量的关键。

### (1) 区温

在试纺初期,发现机头熔体压力和螺杆转速波动较大,据分析,丙纶设备的螺杆长径比较大,熔体若在进料段较早熔融,切片固体床破裂后,破碎的固相浮游于液相中,此时夹

在固相中的空气和附在表面的蒸汽由于被固相包围而无法排出。另外丙纶螺杆螺槽较浅,切片固体破裂的碎块嵌入螺杆和套筒的间隙中,且不规则地分布在螺杆周围,从而造成各点径向力不等现象,形成径向压差,引起压力波动。因此,第一、二区区温不宜过高。如表 2 所示。区温的设定一般进料段偏低,压缩、熔融段稍高,计量段介于前两段之间。

表 2 螺杆第一、二区区温情况

区温(℃)	一区	250	246	243	240
	二区	252	248	245	242
熔压和螺杆转速		波动大	波动减少	波动减少	稳定

在生产不同旦数丝过程中,因泵量和喷丝板数不同,熔体从螺杆挤出后的升温值比丙纶(28℃左右)为小,但随着螺杆转速提高,熔体升温不断增大,如表 3 所示:

表 3 螺杆转速与熔体温度关系

螺杆转速 (rpm)	第五区温度 (℃)	熔体温度 (℃)	温度差 (℃)
85	248	259	11
100	247	260	13
120	242	260	18

在增加泵供量或部位时,应适当降低区温以保持熔体温度。升温值增加的原因是螺杆转速提高后,产生剪切升温现象。这种现象易引起熔体氧化分解,适当的降低熔体压力可削弱剪切升温。

### (2) 熔体在管道中的流动

由于高聚物熔体的非牛顿性,在管中的流动不呈抛物线,而接近塞柱流动,其速度梯度集中于管壁。据资料报道,管壁附近熔体的

表 1 锦纶短纤测试结果与丙纶短纤企业标准比较

		纤度 (dtex)	强度 (cN/dtex)	强度变异 (CV%)	伸长率 (%)	伸长变异 (CV%)	卷曲数 (个/cm)	卷曲率 (%)	卷曲回复率 (%)	卷曲弹性 (%)	疵点含量 (mg/100g)	倍长含量 (100mg)
锦纶短纤	1	5.60	5.1	21.08	125.9	21.42	5	27	23.3	86.7	0	0
	2	6.68	3.8	18.03	121.7	21.32	3	23.37	15.43	84.8	0	0
	3	11.17	3.4	17.99	123.5	24.73	5	21.71	20.58	94.63	0	0
	4	16.0	2.9	15.62	125.4	21.77	5	18.7	15.8	88.5	0	0
丙纶短纤	企业标准		2.5		M±20		5	≥15		≥80	0	0

流动速度只有管中心的 15% 左右,熔体粘附于管壁过久,易生成凝胶。增大螺杆挤出量,可缩短管道中滞留时间,减少凝胶生成,在纺制过程中发现,采用高挤出是可延长组件使用周期的。

### 3. 喷丝板的选择

为获得稳定的纺丝状态,应该选择喷丝孔直径在一定的纺丝泵供量下造成的剪切速度低于熔体的临界剪切速率。即:

$$\dot{\gamma}_w \leq \dot{\gamma}_c \quad (1)$$

根据拉宾诺维奇(Rabinowith)修正方程式:

$$\dot{\gamma}_w = \frac{3n+1}{4n} \frac{4Q}{\pi R^3} \quad (2)$$

式中  $\dot{\gamma}_c$  为喷丝孔壁面剪切速率( $S^{-1}$ ),  $Q$  为单孔体积流量( $g/s$ ),  $R$  为喷丝孔直径( $cm$ ),  $n$  为非牛顿指数。

单孔体积流量  $Q$  的计算式为

$$Q = \frac{Tn \times V}{60 \times 1000 \times P \times Z \times K} \quad (3)$$

$T$  为喷丝板总纤度(Tex),  $V$  为纺速度( $m/min$ ),  $\rho$  为纺丝聚合物熔体密度,聚己内酰胺  $\rho = 1.05g/cm^3$ ,  $z$  为总根数,  $K$  为考虑回缩等的经验常数,通常取  $K = 1.15$ 。经计算 6d:  $Q = 0.0168$ , 10d:  $Q = 0.0282$ , 15d:  $Q = 0.0420$ 。熔体的临界剪切速率近似取为  $\dot{\gamma}_c = 1 \times 10^4 s^{-1}$ 。

由式(1)、(2)、(3)按近似牛顿流体计算( $n=1$ )得 6d: 直径  $D=0.258mm$ , 10d: 直径  $D=0.306mm$ , 15d: 直径  $D=0.350mm$ , 本厂喷丝板孔规格有  $D=0.2mm$  和  $D=0.5mm$  两种,根据式(1)选用  $D=0.5mm$  喷丝板,当然,生产较细且的 6d 短纤另做一套孔径 0.35mm 左右的喷丝板更适宜。

### 4. 提高卷曲率的方法

高卷曲率短纤可使纱线的抱合力提高,覆盖度增加。变形温度对生产三维卷曲起直接作用,变形温度太高或太低还会影响丝条的强伸度,加工锦纶三维卷曲纤维采用 260℃ 比较合适。图 1 表示加工 6 旦的变形温

度对卷曲率的影响。由图可见,只要适当控制加工条件,锦纶的卷曲比丙纶更高。

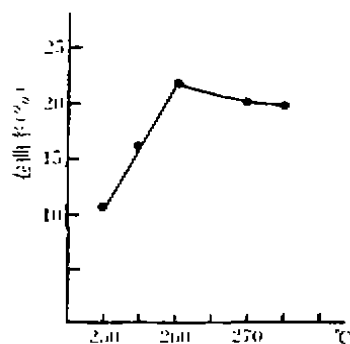


图 1 变形温度对卷曲率的影响

### 5. 生产工艺控制

为保证锦纶三维卷曲短纤质量,必须保证严格执行工艺条件,另外还要注意切片含水不可过高,含水率若超过 0.07%,会对纺丝产生不利影响。为保持喷丝板面的洁净程度,需在生产上采用加密的过滤网,定期清洁单体等。

## 四 结 论

1. 利用现有丙纶设备,只要合理选择工艺,完全可以纺制出品质优良,主要指标达到或超过丙纶企业标准的锦纶三维卷曲短纤。

2. 为保证生产稳定,关键在于改善熔体质量,减少凝胶的生成。锦纶生产需采取氮保护,为克服丙纶设备不利影响,可采取降低区温,熔体压力等方法,增加螺杆挤出量,有效地减少管壁上凝胶的生成。

3. 由于聚己内酰胺熔体有较高的粘度,因此要慎重选择喷丝孔孔径,以免熔体超过临界剪切速率,引起纺丝状态不稳定。

4. 为提高纤维的卷曲率,必须严格控制变形温度,实践证明 260℃ 这个变形温度下生产的三维卷曲程度高,而且稳定。

5. 锦纶短纤的工艺控制比丙纶更加严格,对切片含水、喷丝板的清洁等的要求更高。

(英文摘要见第 39 页)