

# 细旦丙纶全牵伸长丝的研制

罗先珍, 莫冬次, 邹超贤, 梁丽明

(广西化学纤维研究所, 广西 南宁 530022)

**摘要:**探讨了在国产 VCS204B、KJKV518 长丝设备上, 采用高熔融指数聚丙烯切片纺制细旦丙纶全牵伸长丝的工艺。经适当调整工艺参数, 生产出单丝纤度为 1.15—1.20dtex, 强力为 4.4—4.6cN/dtex 的细旦丙纶全牵伸长丝。

**关键词:**聚丙烯切片; 细旦丙纶; 工艺

## 1 前言

细旦丙纶长丝不仅原料来源丰富, 而且价格低廉, 是合成纤维“五大”纶中极有发展前途的品种。细旦化后的丙纶长丝除具有其他细旦纤维的共同特性如柔软、织物飘逸和质感好外, 还具有良好的防热和保湿性能<sup>[1]</sup>。尤为独特的是: 当其纤度细到一定值时, 织物华贵高雅, 手感特别柔软, 并具有芯吸导湿的毛细现象。这种纤维织物穿着在人身体上, 能使人运动后产生的汗水通过其毛细管道(缝隙)连续不断地排出到织物表面, 使皮肤干爽舒适, 消除了普通织物在出汗时的粘湿感, 因而被服装界誉为“人体服装空调器”。目前, 被广泛用来制作新颖的高品质针织运动服装和内衣。因此, 开发细旦丙纶长丝及其织物, 将具有十分广泛的市场前景。

广西化纤研究所于2000年进行试制细旦丙纶全牵伸长丝, 经设备改进, 工艺摸索, 已试制出单丝纤度为1.15—1.20dtex, 强力为4.4—4.6cN/dtex的细旦丙纶全牵伸长丝。

## 2 主要纺丝设备、测试仪器及原料

### 2.1 纺丝设备

微热再生空气干燥机: PQZ-6/8型, 6m<sup>3</sup>/min, 广东肇庆化工机械厂制造。

干热空气充填干燥塔: 容积0.5m<sup>3</sup>, 广西化

纤所自制。

长丝纺丝机: VCS204B, 2位/台, 北京化纤机械厂制造。

平牵伸卷绕机: KJKV518, 山西经纬纺织机械厂制造。

### 2.2 测试仪器

熔融指数仪: XPZ-400S, 上海产。

缕纱测长机: YG086, 常州纺织机械厂产。

电子单纱强力仪: HG021, 南通宏大实验仪器有限公司产。

测温仪: TES-1310, 上海娄山热工仪表厂产。

风速仪: QDF-2, 上海产。

### 2.3 原料

改性聚丙烯切片: Z30S-1, 熔融指数45g/10min, 北京中科院产。

丙纶油剂: TAB-210, 大连华能化工厂产。

## 3 试验工艺

### 3.1 工艺路线

Z30S-1切片→充填干燥→熔融挤压→预过滤→计量→精过滤→纺丝→冷却固化→上油卷绕→牵伸卷绕→分析检验→成品。

### 3.2 主要工艺参数

本研究试制的83dtex/72f细旦丙纶全牵伸长丝主要工艺参数见表1。

表1 主要工艺参数

项目	单位	参数
干燥气量	m <sup>3</sup> /h	18—20
干燥风温	℃	100—110
干燥时间	h	7—8
纺丝速度	m/min	600
熔体温度	℃	260—270
螺杆压力	MPa	6.5—7
计量泵规格	mL/r	1.2
计量泵供量	g/min	17
计量泵转速	r/min	16
测吹风速	m/s	0.25—0.28
测吹风温	℃	28—30
油剂浓度	%	14
牵伸速度	m/min	400—600
牵伸倍数	倍	3.007—3.356
热盘温度	℃	80—85
热板温度	℃	160—165
松弛比	%	6.31—6.71

## 4 结果与讨论

### 4.1 干燥

聚丙烯切片结晶度高,大分子链不含极性基团,几乎不吸水,24小时吸水率小于0.01%,而且水解速度很慢<sup>[2]</sup>。在纺丝过程中,水份对热氧化降解影响不大,去除水份主要是防止水份分子气化产生气泡而引起断丝,因而切片干燥条件要求不高。试验中干燥风温控制在100—110℃,时间7—8小时,干空气露点小于-40℃,可满足纺丝要求,不需进行转鼓干燥。

### 4.2 纺丝工艺

#### 4.2.1 原料指标与可纺性的关系

纺制细旦丙纶长丝,原料的熔融指数、分子量及其分布是决定纺丝的难易程度和产品质量好坏的关键之一。熔融指数低,分子量大及其分布宽的切片,熔体粘度高,成形过程中膨化现象严重,纤维在塑性状态时拉伸受到限制,难以获得细纤度的纤维。有研究指出,用国产Z305切片(熔融指数22g/10min,分子量15万,分子量分布5.2),纺制单丝纤度为1.5dtex的细旦丙纶长丝,可纺性差<sup>[3]</sup>。本试验用国产改性Z30S-1切片,熔融指数45g/10min,分子量14万,分子量分布4.07,纺制单丝纤度为

1.15dtex的细旦丙纶长丝,成形较稳定,可纺性好,产品强力高。实验表明,纺制细旦丙纶长丝应采用分子量在13—14万,分子量分布接近4,熔融指数大于40g/10min的切片。

#### 4.2.2 纺丝温度的控制

在600m/min纺速下,于较大纺丝温度范围内,对Z30S-1切片试验结果见表2。

表2 纺丝温度与纺丝状况

项目	规格 83dtex/72f		
	260	270	280
纺丝温度(℃)	260	270	280
纺丝状况	注头断丝	良好	飘丝、缠辊断头

从表2可见,纺丝温度偏低,会导致熔体出口膨化胀大加重,纺丝困难。过高的纺丝温度,切片热氧化降解剧烈,无法正常纺丝。因此,在一定的温度范围内,适当提高纺丝温度,达到降低熔体粘度是提高可纺性制取细旦丙纶长丝的重要工艺措施。试验结果表明,纺丝温度宜控制在高于熔点(改性Z30S-1熔点170℃)90—100℃。在此条件下,熔体具有良好的流动性和均匀性,初生纤维易形成低取向的准晶结构,有利于纤维后拉伸。

#### 4.2.3 喷丝板孔径及长径比

聚丙烯熔体非牛顿流变行为非常突出,挤出膨化现象比较严重。在纺丝过程中,熔体的温度、泵供量、喷丝板孔径、孔长等都是直接影响熔体细流的主要因素。当工艺条件一定时,所使用的喷丝孔愈小,膨化现象就愈大。原因是孔径愈小,在入口处大分子形变就愈大,致使熔体的内应力增加,出口膨化现象严重,成品纤维不匀率增加。长的喷丝孔,熔体在孔道流经时间长,应力松弛机会相对增加,有利于大分子松弛过程臻于完善,减轻出口膨化现象的产生。试验采用 $\Phi=0.3\text{mm}$ , $L/D=4$ 的喷丝板纺制83dtex/72f细旦丙纶长丝较适宜。纺丝顺利,原丝拉伸性能良好。

#### 4.2.4 冷却成形条件

除了纺丝温度外,侧吹风温及风速也是影响初生纤维质量的一个重要因素。要使熔体细流凝固均一,侧吹风温、风速要相对稳定。由于聚丙烯熔体温度比凝固温度高100℃以上,熔融热大,出口膨化又造成丝条直径增大,如果

风温过高或风速过低,会使丝束冷却不够,易出现并丝。风温过低或风速过高,丝束冷却过快,初生纤维易取向结晶,给拉伸带来困难。根据这些特性,经试验,控制侧吹风温在28—30℃之间,风速0.25—0.28m/s较适宜。

#### 4.2.5 拉伸速度

试验采用400m/min和600m/min的拉伸速度进行了牵伸,结果见表3。

表3 拉伸速度与拉伸状况

项 目	参 数	
牵速速度(m/min)	400	600
牵伸倍数(倍)	3.356	3.356
断裂强度(cN/dtex)	4.6	4.38
牵伸状况	良好	毛丝,断头率高

从表2可见,拉伸速度对产品强力有一定的影响。拉伸速度高,大分子取向时间少,滞后现象严重,各种晶态形变难以跟上,拉伸应力大,单丝易被拉断,产生毛丝,致使强力偏低。因此,拉伸速度选择400m/min较适宜。

#### 4.2.6 拉伸温度

聚丙烯初生纤维在不同的温度下形成的晶态也不同。在低于70℃时为准晶结构,高于该温度为斜晶态。为了破坏其原有的结构形态,生成新的序态结构,必需要提供足够运动的能量,因而需要选择适宜的拉伸温度,根据试纺的品种,单丝纤度细,拉伸速度低,丝条内摩擦的热效应低,故热盘温度控制在80—85℃,热板温度为160—165℃较合适。

#### 4.2.7 拉伸倍数

拉伸倍数是保证产品质量和拉伸过程能否顺利进行的关键。拉伸倍数不同,纤维的伸度也随之改变。拉伸倍数增加,纤维强度上升,伸长率下降。试验中,设计了多个拉伸倍数进行了试验,结果见表4。

表4 拉伸倍数与拉伸情况

项 目	参 数			
拉伸倍数(倍)	3.007	3.356	3.4513	3.549
断裂强度(cN/dtex)	3.47	4.60	4.62	4.65
断裂伸长(%)	44.5	35	33	30
拉伸情况	好	良好	毛丝较多	毛丝,断头多

从表4可见,拉伸倍数在3.007—3.356倍之间选择较合适。

#### 4.2.8 拉伸松弛比

松弛比的大小是得到良好成形大卷装的重要保证。在拉伸倍数一定时,偏高的松弛比,卷装松,牵伸生头困难,成形突边。过低的松弛比,卷装过紧,牵伸生头容易,但落筒困难。不同松弛比试验结果见表5。

表5 松弛比与成型状况

项 目	参 数		
拉伸倍数	3.356	3.356	3.356
松弛比	6.16	6.32	6.71
成型状况	落筒困难	良好	生头困难,成形突边

在本试验的牵伸条件下,松弛也比取6.32为宜。

## 5 结语

5.1 在国产设备上,采用熔融指数大于40g/10min的聚丙烯切片,合理设定工艺参数,可顺利纺制单丝纤度在1.15—1.20dtex的细旦丙纶长丝,且产品质量较好。

5.2 纺细旦丙纶长丝,纺丝温度控制在高于熔点90—100℃,有利于减小熔体的膨化效应,有利于纺丝成形。

5.3 纺制细旦丙纶长丝,采用长径比大于4的喷丝板,可减小出口膨化,提高可纺性。

5.4 应加强细旦丙纶长丝的后织造开发,尤其是在服用方面的应用。

5.5 生产细旦丙纶长丝比普通常规丝难度大,牵伸速度慢,产量低,能耗高,在纺丝工艺、设备方面有待进一步改进提高。

## 6 致谢

对协助本项目工作的涤纶长丝厂及分析测试室的同志,在此表示感谢。

### 参考文献:

- [1] 周凤飞. 国内外微细旦丙纶和超细旦丙纶纤维的开发与生产[J]. 北京化纤, 1996, (2): 4
- [2] 孙友德, 吴立峰. 丙纶[M]. 广州: 广东科技出版社, 1987, 118.
- [3] 陈稀, 仲蕾兰, 屈凤珍, 等. 国产Z30S聚丙烯纺制细旦丙纶复丝的研究[J]. 合成纤维工业, 1995, 18(2): 2.