

# 粗旦丙纶强力丝的生产初探

王连军, 姚荣兴 ( 东华大学纤维材料改性国家重点实验室, 上海 200051 )

**摘要:** 介绍了粗旦丙纶强力丝的生产工艺、着色方法及存在的问题。认为聚丙烯切片的分子量、分子量分布以及纺丝、拉伸工艺的合理调整等是丙纶强力丝生产中的关键。

**关键词:** 粗旦丙纶; 着色; 发白

**中图分类号:** TQ342.62

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-7054(2004)02-0029-02

## 1 前言

丙纶强力丝主要用于制作绳带、箱包带、圣诞树等, 纤度一般大于 1111dtex/90f, 常见的规格有 1111dtex/90f、1999dtex/90f、3108dtex/90f、3996dtex/90f, 其中以 1111dtex/90f、1999dtex/90f 为主。生产中常见的问题有发白、毛丝、条干不匀、色差等。本文对生产中出现的这些问题作一初步探讨。

## 2 实验

### 2.1 原料

聚丙烯 (PP) 切片: T30S; 广东茂名石化公司生产, MI=3g/10min; 色母粒: 广东中山市欧美纤维色母厂; 降温母粒: 深圳富宝化纤有限公司生产; 油剂: 大连理工大学化工厂生产的丙纶长丝油剂及后纺油剂。

### 2.2 仪器与设备

北京纺织机械厂产 VC406 纺丝机及配套设备, 螺杆长径比  $L/D=28$ ; 经纬纺织机械厂生产的 VC432B 型拉伸机; 加捻机。

### 2.3 工艺流程

调色→配料→混料→纺丝→上油→卷绕→拉伸→加捻→络筒→分丝→包装。

## 3 结果与讨论

### 3.1 原料的选择

在原料的选择上, 主要考虑 4 个方面的因素: 分子量及分子量分布、等规度、水分含量和灰分含量。

#### 3.1.1 分子量及分子量分布

分子量及分子量分布对聚合物的物理、力学及流变行为有重要影响, 在决定聚合物的熔纺特性及纺出纤维的力学性能方面, 也起极重要的作用。生产强力丝的聚丙烯重均分子量 ( $M_w$ ) 一般大于 35 万, 分子量分布 ( $M_w/M_n$ ) 一般要求小于 1.5。

#### 3.1.2 等规度

等规度高意味着聚合物具有较高的结晶能力, 同时, 会大大改善产品的力学性质, 有利于纺丝、拉伸

的顺利进行, 也就有利于减少毛丝、松圈丝。聚丙烯的等规度一般要求高于 96%。

#### 3.1.3 切片含水量

聚丙烯切片的含水量需严格控制在 0.1% 以下。如果超标, 很容易产生“气泡丝”, 拉伸时, 会因单丝断裂而造成毛丝、柱头丝、僵丝等。

#### 3.1.4 灰分

灰分含量一般控制在  $100 \mu\text{g/g}$  以下。灰分含量高, 不仅缩短了过滤网更换周期, 也是产生毛丝的一个不可忽视的因素<sup>[1]</sup>。

### 3.2 着色

粗旦丙纶着色一般采用母体着色, 就是指在本色 PP 切片中掺入一定比例的有色母粒。色母粒用量在 0.1%~3%。由于生产强力丝的色母粒加入量比较少, 一般少于 1.0%, 且为单色母调色, 因此为了防止纤维色差, 必须进行稀释 (即生产某一定数量的色单, 计算所需色母, 再将色母与一定 PP 切片混合均匀, 然后造粒)。稀释制得的低浓度色母粒必须先干燥, 然后按比例加入切片, 在混料机中搅拌均匀。

### 3.3 添加降温母粒

由于强力丝的强度要求很高, 选用切片的分子量必须很大, 即熔融指数较低。但较低熔融指数的切片纺丝困难, 而且成品毛丝较多, 因此纺丝时必须加入少量降温母粒, 以改善聚丙烯的流动性能。聚丙烯熔体是典型的切力变稀型非牛顿流体, 熔体的表观粘度随着剪切速率的增加而下降的程度比其它合成纤维大, 非牛顿性更强, 孔口膨化效应明显<sup>[2]</sup>。加入少量的降温母粒可使聚丙烯分子量分布变窄, 相对分子量变小, 从而改善熔体的流动性能。但由于加入降温母粒会影响后续纤维的强度, 因此必须严格控制降温母粒加入量, 一般小于 0.8%。

收稿日期: 2003-04-14

作者简介: 王连军, 男, 东华大学 2002 级硕士研究生。

### 3.4 混料

为了减少色差和条干不匀,一般要求:①新进的一批切片重新搅拌;②在加色母混料时,为防止静电吸引而导致色母聚集在混料机边缘必须加静电油;③保证混料时间,一般为7min。

### 3.5 工艺参数

#### 3.5.1 纺丝温度

纺丝温度一般是根据聚丙烯熔体的流动曲线及螺杆挤出机的结构而设定<sup>[1]</sup>,生产中一般根据切片熔融指数(厂家提供的)而设定。纺丝温度决定着熔体的流变性能、相对分子质量的降解程度和纤维的预取向度。如果熔体温度过高,粘度降低太多,丝内应力减小,初生纤维预取向度低,加剧聚丙烯的热降解反应,因此造成最终纤维的强度降低。温度设定过低,不利于熔体流动,造成纺丝困难。生产中以T30S切片为例,不加降温母粒和加降温母粒0.8%的纺丝温度参数见表1。

表1 挤压机各区和纺丝箱体温度

加热区	一区	二区	三区	四区	五区	六区	法兰区	箱体
温度/℃ (T30S)	250	270	285	280	275	270	260	250
温度/℃ (T30S+0.8%降母)	240	265	275	270	265	255	250	245

#### 3.5.2 拉伸工艺

熔纺制得的聚丙烯初生纤维结晶度约为33%~40%,双折射约为 $(1-6) \times 10^{-3}$ 。当具有不稳定的碟状液晶结构时,拉伸会使结晶度增加,且结晶度随拉伸温度提高而增大,而拉伸比增加时,结晶度下降,纤维强度增加。拉伸时如拉伸温度设定不当,拉伸倍数设定不合理,对强力丝的强度和质量有很大影响。一般在VC432B上生产1999dtex/90f丙纶时,工艺参数设定见表2。

表2 拉伸机各罗拉和热板温度

加热区	上罗拉	上热板	中罗拉	下热板	下罗拉
设定温度/℃	135	130	125	110	100

拉伸倍数根据强度要求可调整为5.7倍、7.2倍等;随着拉伸比的增加,纤维断裂强度增大,而断裂伸长率减少,这样纤维产生毛丝也会增加,因此一定要选择合适的拉伸倍数。

#### 3.5.3 上油

适量的上油量能满足丙纶对平滑性、集束性和抗静电性的要求,减少成品丝的松圈、毛丝等。上油量过多或上油不均匀,直接影响到纤维的拉伸,过量的油剂将吸收大量的热量,会降低罗拉温度,造成纤维发白、条干不匀等;上油量过少,造成纤维松圈、毛

丝等。可通过调整油剂浓度配比(一般为油水比1:7)、油轮材质、油轮转向转速及分丝等方法来调整上油量。

#### 3.5.4 侧吹风

聚丙烯纤维传热性差、放热慢,容易导致纺程中的取向结晶,不利于后拉伸。且在生产中,因固化温度低,易产生并丝、僵丝。为了使聚丙烯纤维冷却完全和均匀成纤,生产中均采用加侧吹风冷却。在实际生产中,侧吹风可在0.5~0.8m/s之间调节,风温14~18℃,湿度70%。

#### 3.5.5 纺速

由于粗旦强力丝纤度大,纺速通常要求比常规纺速低,一般为350m/min。生产中可以在常规纺的基础上作如下调整:计量泵、螺杆速度调快;卷绕速度相应调慢;同时两束丝合股生头。

#### 3.5.6 加捻和上后纺油

为了成品纤维外观漂亮,进一步减少毛丝,提高纤维的抱合性和强度,拉伸后的纤维必须进行加捻和上后纺油。一般捻度要求为80个/m,要求上油均匀,上油量一般为0.3%~0.5%。

通过上述工艺、设备等的调整,所生产强力丝的强度和普通丝999dtex/90f的强度见表3。

表3 强力丝与普通丝999dtex/90f的强度比较

纤度/dtex	拉伸倍数	强度/cN-dtex <sup>-1</sup>
999	4.1	4.5~5.5
1111	5.7	8.0~9.0
1999	7.2	7.5~8.0
3996	7.2	6.5~7.5

## 4 结论

1. 选择分子量高、分子量分布窄、等规度高、水分和灰分含量低的聚丙烯切片有利于提高成品纤维的强度,降低成品纤维毛丝等。
2. 适当提高纺丝温度有利于熔体流动,合适的拉伸工艺特别是拉伸倍数的尽量提高有利于提高成品纤维强度。
3. 选择长径比较大的螺杆和可进行两道拉伸的拉伸机有利于提高纤维质量和强度。
4. 选择适当的侧吹风风温、风速和适当的上油量有利于成品纤维强度的提高。

#### 参考文献

- [1] M.AHMED编,吴宏仁,赵华山等译.聚丙烯纤维的科学与工艺.31~41.
- [2] 施英德等.合成纤维.1996,(2).
- [3] 董纪震等.合成纤维生产工艺学(下).78~85.