

用低熔融指数聚丙烯一步法生产中旦丙纶长丝

成 国 飞

(浙江上虞化纤厂, 312300)

TQ 342.62

摘 要: 采用熔融指数为 3, 分布指数小于 7, 相对分子质量近 30 万的聚丙烯切片在进口设备上一步法高速纺生产中旦丙纶长丝。生产中, 通过添加 3%~6% 的降温母粒, 再配以合适的纺丝拉伸工艺, 可以制得合格的中旦丙纶长丝。

关键词: 聚丙烯 熔融指数 高速纺丝 可纺性 长丝, 纤维, 一步法,

1995 年, 浙江上虞化纤厂采用低熔融指数聚丙烯切片, 在德国 Neumag 公司高速纺丝设备上一步法生产中旦丙纶长丝。并在纺丝切片中加入适量的降温母粒, 使相对分子质量降低, 分布变窄, 改善熔体的流动性, 并严格控制工艺条件, 可生产出合格的产品。该产品强度高、沸水收缩率低、织物的稳定性好, 可与进口 PC966 原料生产的产品媲美, 广泛用于装饰及工业领域。同时, 由于低熔融指数聚丙烯原料廉价易得, 拓宽了高速纺设备的原料渠道。本文讨论了中旦丙纶长丝一步法的生产工艺, 充分利用进口设备, 得到了优质的产品。

1 试验

1.1 原料

聚丙烯切片 南京扬子石化公司产 F401, S700, 上海金山石化公司产 T300, F280, 新疆独山子化纤厂 T30S, 美国 PC966。

北京燕山石化公司产降温母粒。

1.2 主要工艺设备

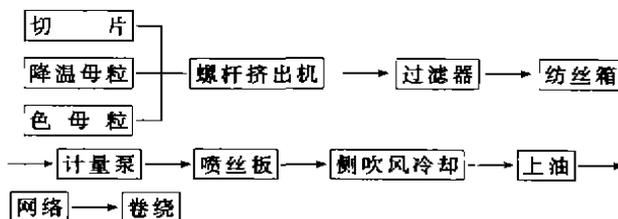
FDY 生产设备四位 16 头德国 Neumag 公司制; 螺杆挤出机 螺杆直径 101.6 mm, 长径比 $L/D=28$, 美国 Martig 公司制; 切换式过滤器 连续运行, 液压切换, 2 孔; 纺丝计量泵 流量 $2 \times 10 \text{ cm}^3/\text{r}$; 喷丝板 138 mm \times 138 mm, 80 孔, 三角形孔截面; 牵伸机 4 个拉伸辊, 二级拉伸; 卷绕机 PKIVF4000PLC 自动卷绕, 卷绕速度 1 200~3 500 m/min。

UPXRZ 400B 熔体流动速度仪, 乌氏粘度测

试仪, YG021A-5 单纱强力机。

1.3 工艺流程及参数

1.3.1 工艺流程



1.3.2 工艺参数(见表 1)

表 1 主要工艺参数

项 目	工 艺 参 数
I	225~235
II	240~250
螺杆温度/℃	III 250~255
	IV 255~265
	V 255~265
过滤器温度/℃	255~265
熔体温度/℃	~267
总拉伸倍数	4~4.5
一级	~3
二级	1.3~1.5
热定型温度/℃	80~140
卷绕速度/ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	3 000

注: 纤维规格 222~666 dtex/80 f。

2 结果与讨论

2.1 原料

用于高速纺聚丙烯切片, 其熔体在管道中的

收稿日期, 1998-11-23; 修改稿收到日期, 1999-06-03。

作者简介: 成国飞, 男, 32 岁, 工程师, 毕业于浙江工学院, 主要从事化纤生产技术工作。

剪切流动与相对分子质量和相对分子质量分布有关,相对分子质量越大,分布越宽的聚丙烯,其熔体流动的非牛顿性越强^[1]。低熔融指数聚丙烯切片通常具有相对分子质量大、分布宽、熔体流动的非牛顿性强的特点,纺丝时会因熔体过于粘稠,弹性回复大而引起纺丝困难。

生产实验中,添加适量降温母粒,改善聚丙烯熔体的流动性能及可纺性。表 2 为几种低熔融指数聚丙烯切片的流变参数及纺丝结果。

表 2 不同聚丙烯切片纺丝结果

原料	MI	$M_n \times 10^{-4}$	M_w 分布	母粒, %	无油丝 $M_n \times 10^{-4}$	生产情况	外观质量
F401	2.5	33.2	8.16	4.0	16.3	飘丝、断丝多	胀边凸崩松圈多
T300	3.2	27.6	6.05	3.5	13.4	正常	好
F280	1.7	34.8	7.26	4.0	15.1	较正常	松圈多
T30S	3.3	26.3	5.26	3.5	12.6	正常	好
S700	9.0	21.0	6.11	2.5	11.0	正常	好
PC966	19.0	17.0	5.64	—	—	正常	好

F401, F280 料因相对分子质量过大、分布宽,其熔体流动性差,挤出胀大现象严重,喷丝头拉伸过程中丝条断裂产生飘丝频率高,卷绕成品丝筒由于丝条的高弹形变回复,产生很大收缩力,导致丝筒变形。T300, T30S, S700 料的相对分子质量 M_n 及相对分子质量分布系数均比 F401, F280 小,挤出胀大不明显,无油丝相对分子质量数值与高熔融指数切片的实验测试相符。在生产中,通过添加适量的降温母粒, T300, T30S, S700 的可纺性较好,丝外观质量好, PC966 料是设备试车时所用原料。

2.2 添加降温母粒的作用

低熔融指数聚丙烯切片,由于相对分子质量高、分布宽,高速纺时单靠热降解是远远不够的,须在切片中加入适量降温母粒,以加速降解程度,可使高相对分子质量级分含量减少,相对分子质量分布变窄,从而改善熔体的流变性和可纺性,减少挤出胀大比。但降温母粒的加入量不能太大,因太大会造成熔体粘度过稀,产生飘丝,影响纺丝及纤维的强度^[2]。

表 3 是对 3 种聚丙烯切片加降温母粒混和后分别在国产 SJ-65FS-A 挤出机——码头短程低温纺丝(设定温度 205℃),测定无油丝相对分子质量及熔融指数。从实验可知,聚丙烯切片经化学降解后,切片的相对分子质量变小,流动性能得到

提高。

表 3 切片与无油丝的流变参数对比表

原料	$M_n \times 10^{-4}$		MI	
	切片	无油丝	切片	无油丝
T300	27.6	16.3	3.21	19.3
T30S	26.3	15.6	3.31	18.9
S700	21.0	14.2	9.0	26.4

注: T300、T30S 分别加 3.5% 降温母粒, S700 加 2.5% 降温母粒。

2.3 纺丝工艺控制

2.3.1 纺丝温度

纺丝温度是纺丝过程中的一个重要工艺参数。低熔融指数聚丙烯切片,需要较高的挤出温度,且在熔融和纺丝过程中相对分子质量降低较快,生成纤维的相对分子质量为 11 万~13 万。

较高的纺丝温度下,由于在结晶发生前具有较大的流动性,初生纤维的预取向度低,且形成不稳定的碟状液晶结构,有利于拉伸取向,从而获得较高强力纤维^[3]。提高纺丝温度,会导致熔体粘度下降,使熔体具有较好的流动性,减少熔体的挤出膨化,提高熔体的可纺性。但过高的纺丝温度,会加剧热降解反应,产生弯头丝、并丝现象,影响产品质量。聚丙烯机械降解反应也不可忽视,机械降解严重与否和聚丙烯相对分子质量大小有关^[4]。低熔融指数切片因其相对分子质量大,摩擦挤压引起大分子链断裂降解反应强。选择纺丝温度,应综合考虑聚丙烯切片熔融过程中的化学、机械、热降解反应及箱体中的熔体管路较细,熔体在箱体中停留时间较长的问题。生产中,纺丝温度控制在 265℃ 左右为宜。

2.3.2 侧吹风冷却

低熔融指数聚丙烯熔体粘度大、流动性差,需较高的熔融纺丝温度,纺丝产生的热量高,需强制冷却。熔体细流在纺丝线上缓冷有利于生成低取向结构,但易导致生成稳定的单斜晶结构;快速冷却有利于生成准晶结构^[5]。准晶因其不稳定性而有利于拉伸取向,但这样纺丝线固化点上移,拉伸流动速度迅速上升,速度梯度增大,由于冷却作用,丝条温度降低。熔体粘度增加,致使大分子取向度增加,双折射上升,可纺性变差。

喷丝板下设置一静止无风区,有适当长的一段高温区域,以减少熔体细流的挤出膨化程度,细流在此区域因高温还未形成超分子结构,但能完成很大部分的拉伸流动,然后再加低温骤冷,可使

细流迅速冷却固化, 倾向生成准晶。表4为3种无风区设置情况对纤维断裂强度的影响。

表4 不同吹风方案对纤维性能的影响

产品规格 (dtex/f)	无风区长度/ cm	最大拉伸倍数	断裂强度/ cN · dtex ⁻¹
444/80	0	4.0	3.6
	15	4.3	3.9
	30	4.3	3.7

从实验可知, 无风区长度15 cm的工艺较为理想, 如继续增加无风区长度, 则冷却效果与缓冷相当。生产中, 侧吹风温度控制在15℃左右, 风速0.5~1.5 m/s, 丝条固化点控制在离喷丝板距离80 cm处, 无风区长度15 cm。

2.4 拉伸工艺控制

2.4.1 拉伸倍数

拉伸工艺的基本原则是使初生纤维得到尽可能高倍的拉伸和取向, 以提高丝条的强度, 降低沸水收缩率。但拉伸倍数提高到一定程度后开始出现毛丝, 强度反而随拉伸倍数提高而降低。在生产中拉伸倍数控制在4倍左右为宜。从断裂强度不匀率、伸长不匀率考虑, 一级拉伸以3倍左右为宜, 从而使不匀率控制在10%以下。

2.4.2 热定型温度

丝条经拉伸的同时应控制在较高温度(80~140℃)进行张紧热定型, 使成品丝全为 α 晶体, 控制成品丝的沸水收缩率在5%以下, 增加织物的尺寸稳定性。另一方面, 进一步提高纤维的取向度。

2.5 产品质量

国产低熔融聚丙烯切片添加合适比例的降温

母粒, 严格控制纺丝工艺, 生产出的中且丙纶长丝产品质量指标见表5。

表5 国产切片与PC966切片纺丝产品质量对比

项 目	国产切片	PC966切片
产品纤度/dtex	222~666	333~444
断裂强度/cN · dtex ⁻¹	2.9~4.5	3.7~4.4
沸水收缩率/%	2~4	4~7
纤度不匀, %	<2.5	<2
强度不匀, %	<10	<10
伸长不匀, %	<15	<10

3 结论

a. 在进口的德国Neumag公司一步法高速纺设备上, 使用国产的熔融指数为3以上, 相对分子质量近30万, 分布系数小于7的聚丙烯切片, 可生产中且丙纶长丝, 且产品断裂强度2.9~4.5 cN/dtex, 沸水收缩率2%~4%。

b. 生产中, 添加3%~6%降温母粒来改善可纺性。另外, 在喷丝板下、侧吹风上方设置15 cm长的无风区, 减少熔体挤出胀大, 降低拉伸流动的速度梯度, 提高熔体的可纺性。

参 考 文 献

- [美] 马克塔·阿迈德. 聚丙烯纤维的科学工艺(上册). 吴宏仁等译. 北京: 纺织工业出版社, 1987. 160~162
- 赵得禄, 范庆荣. 聚丙烯分子量和分子量分布对纺丝性能的影响. 合成纤维工业, 1992, 15(6): 15~16
- 董纪震, 何勤功, 濮德林. 合成纤维生产工艺学(中册). 北京: 纺织工业出版社, 1984. 319
- 刘勇, 邵宇. 聚丙烯化学降解熔体形态的研究. 合成纤维, 1995, 24(1): 9

MEDIUM FINE PP FILAMENT PREPARED FROM LOW-MELTING INDEX POLYPROPYLENE BY ONE-STEP PROCESS

Cheng Guofei

(Zhejiang Shangyu Chemical Fiber Plant)

Abstract: Polypropylene chip with melting index 3, relative molecular weight close to 300000 and distribution index less than 7 was selected to produce PP filament on imported equipment by one-step high speed spinning process. Added 3%~6% chemical degradation masterbatch, the medium fine PP filament up to standard can be obtained by proper spinning and drawing process.

Subject Terms: polypropylene; melting index; high speed spinning; spinnability