



(10) 聚丙烯纤维, 纺丝, 拉伸, 工艺

细旦丙纶一步法拉伸丝试制工艺探讨

王伟 高亚光 俞月莉 周亚芳 王来红

(无锡太极公司研究所)

43-46

TQ 342.62
TQ 340.651

摘 要

本文介绍了在进口 FDY 纺丝设备上,用国产聚丙烯切片(MI30 左右)纺制细旦丙纶拉伸丝的工艺,同时还研究了纺丝速度,拉伸倍数对纤维性能的影响。结果表明,分子量分布窄的聚丙烯切片纺丝性能良好,卷绕速度为 3000m/min 时制得单丝纤度为 1.88dtex 的纤维强度可达 3.79cN/dtex。

一 前 言

世界上聚丙烯纤维的工业生产始于 1960 年,其主要用途一直在地毯、非织造布、装饰布和产业等方面,服用比例很小。随着控制流变树脂(C. R.)技术、短程纺、细旦高速纺(POY、FOY)及纺拉联合(FDY)、纺拉加弹联合(细旦 BCF)等纺丝技术的不断开发,促使丙纶服用纤维以全新面貌的“舒适性”纤维面世,如美国的“泰乐尔”(Telar)等。丙纶细旦(1.5~2.04dpf)长丝作为服用材料,具有比重轻、静电小、易洗快干、耐磨、保暖、手感好及特殊光泽、酷似真丝等特点,并具有“芯吸”效应,透湿、透气性好,穿着性能良好^[1]的优点。

目前国内丙纶细旦长丝开发与生产已初见成效,但都是两步法或 POY 纺丝。在 FDY 设备上对丙纶细旦长丝的纺丝试验,在文献中尚未见报道。对此我们在进口 FDY 设备上对纺制 68dtex/48f 的丙纶细旦丝作了初步的探讨工作,本文就丙纶纺丝工艺探讨结果以及卷绕工艺对纤维性能影响的研究结果作一介绍,旨在为实现细旦丙纶 FDY 工业化生产提供一些粗浅的经验。

二 实验部分

1. 原材料

聚丙烯切片(PP):71035,MI30.23,辽化产;Z30S,MI27.35,金山产;流变母粒:自制,分子量 10.57 万,用于改善纺丝流变性能。

2. 试验设备情况

螺杆挤出机:FDD 型,Φ45,L/D22,带特殊设计的动态混合头,分四区电加热,国产;
纺丝计量泵:SADS 型,1.4cc/rev×6,日本;

纺丝箱体:SM-360 型,2 位 6 头,外循环联苯加热,日本;

拉伸卷绕联合机:AW-909/6A 型,日本。

3. 工艺路线

PP 切片 → 螺杆熔融挤出 → 计量/纺丝
母粒 → 拉伸卷绕 → 成品丝

4. 试验样品

试验样品见表 1。

5. 分析测试

分子量:乌氏粘度计,溶剂:十氢萘^[2];
熔融指数(MI)^[3];XRZ-400 型熔融指数

仪,国产,2.16Kg,230℃;

熔点:铜块法,升温速率2℃/min;

熔体零剪切粘度(η_0):按文献[4]介绍方法;

纤维性能:Uster-3型条干仪,瑞士; YGu21A-1型单纱强力仪,国产。

表1 试样编号及生产条件

样号	流变母粒/PP	卷绕速度 m/min	拉伸辊速比 GR2/GR1	备注
1	15/100	8000	2.00	
2	20/100	3000	2.00	
3	20/100	3200	2.00	
4	20/100	3600	2.00	
5	32/100	3000	1.50	
6	22/100	3000	2.00	
7	22/100	3000	2.50	
8	22/100	3000	3.00	
9	22/100	3000	3.50	
OL	0	0	0	辽化料,切片
OJ	0	0	0	金山料,切片

三 结果与讨论

1. 熔体流变质量及可纺性

虽然聚丙烯(PP)与涤纶、锦纶等化纤品种一样,可以通过熔融法纺丝,但是,丙纶纺丝与它们又有较大差异,丙纶密度低、比热大、熔融热大,而且其熔体的粘弹性大,熔体流动不稳定性大,因此熔体质量好坏直接影响到可纺性能,而熔体质量又与熔体的粘度、分子量及熔融指数等有关。研究表明,影响PP纺丝性能的指标主要有2个:230℃下的熔体零剪切粘度($\eta_{0,230}$)及分子量分布指数(α)。本文研究的两种切片虽然分子量(\bar{M}_n)及熔融指数(MI)较为接近,但是分子量分布差异较大(见表2),因此纺丝性能也不相同,差别较大。实验结果表明,分子量分布窄的切

表2 切片流变参数及纺丝性能表

切片牌号	生产厂家	MI	\bar{M}_n	$\eta_{0,230}$	α^*	纺丝成形
71035	辽化	30.23	14.92万	3120.1	3.20	良好
Z30S	金山石化	27.35	15.30万	4800.3	5.36	不好

* 分子量分布指数 $\alpha = \bar{M}_w / \bar{M}_n$

片(辽化料),其纺丝性能优于分子量分布宽的切片(金山料),这与文献中介绍的结果是一致的。

2. 纺丝温度的控制

纺丝温度是决定纺丝成型的一个重要参数,由于纺丝温度提高,会导致熔体粘度下降,使纺丝应力下降,熔体可纺性提高,PP细旦纺丝要求组件与挤出头之间的温度梯度要小,这样的目的是给熔体弹性以足够的相对松弛时间,熔体粘度得到进一步的均化,有利于纺丝成形的稳定。但是,过高的纺丝温度会加剧聚丙烯的热降解反应,反而导致可纺性能恶劣化,所以在纺细旦丙纶时应注意选择合适的纺丝温度。

需要说明的是,在丙纶纺丝生产中,由于熔体粘度大,其流动性较差,与同类设备和品种规格比较,丙纶纺丝熔体压力的要求比涤纶高一些,这是因为动态压力高一些,熔体流动粘度就下降一些,有利于纺丝成纤。实验表明,纺丝温度在265~285℃,同时控制熔体压力在7~8MPa就可以了。

3. 冷却成形条件

除了纺丝温度外,喷丝板下冷却条件也是影响初生纤维质量的另一个关键因素。为了使熔体丝流凝固过程均匀一致,必须维持丝室的气流和丝室温度相对稳定。由于PP熔体温度比其凝固点高出100℃以上,放热量大,出口膨胀又造成丝流直径大,而熔体传热性能差,风温过高或风速过慢,容易导致并丝,而风温过低或风速过快,又会造成丝束冷却过快,产生大量热力学上不稳定的准晶结构,给后面的拉伸和卷绕成形工序带来难度。根据丙纶的这些特性及纺制细旦丙纶长丝的要求,综合其它纺丝工艺参数,并参考涤纶FDY纺丝的经验数据,丙纶FDY纺丝侧吹风风温取25~30℃,风速0.3~0.4m/s。表3是生产一步法PP拉伸丝的主要工艺参数。表4则给出了1#样品卷绕成形丝的质量指标。

4. 拉伸—卷绕工艺对成品丝性能的影响

(1) 拉伸倍数

表3 主要工艺参数

序号	项目	单位	参数
1	纺丝温度	℃	265~285
2	熔体压力	MPa	7~8
3	侧吹风	温度	℃
4		湿度	%RH
5		风速	m/s
6	第一辊	速度	m/min
		温度	℃
7	第二辊	速度	m/min
		温度	℃
8	卷绕速度	m/min	3000~3600

表4 成品丝质量指标

指标项目		单位	实测值
纤 度	单丝纤度	dpf	1.86
	不匀率	%	2.22
强 度	强度值	cN/dtex	3.79
	不匀率	%	1.52
伸 长	伸长率	%	73.8
	不匀率	%	5.59
沸水收缩率		%	2.5
网络度		个/米	34
条 干	U ₂ 值	%	1.08
	CV值	%	1.86
含油率		%	0.92

选择3000m/min卷绕速度,研究拉伸热辊速比(拉伸倍数)对卷绕成品丝结构性能的影响示于图1。从图中的曲线变化看,拉伸倍

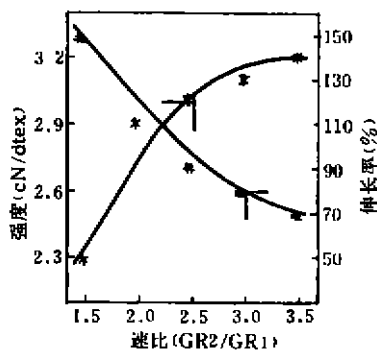


图1 拉伸热辊速度之比(拉伸倍数)的影响

数增加,纤维强度增大,伸长率下降,并逐渐趋于平缓,这是由于随着拉伸倍数的上升,纤

维内结构单元被强制定向取向,而纤维的强度与总取向度、结晶度有关,特别是非晶区的取向度^[2],在相同的纺丝条件、卷绕速度下,增大拉伸倍数意味着提高非晶区的取向度,而此时纤维的结晶度变化不大,晶区的分子取向因晶格束缚变化也不会太大,此时,非晶区取向度对纤维强度贡献最大,因此纤维强度随拉伸倍数加大而逐渐增大,同时因非晶区分子链伸展运动减少而导致伸长率下降。这说明加大伸倍数对改善纤维性能有一定帮助。

(2) 卷绕速度

卷绕速度在3000~3200m/min左右时,得到的丙纶纤维强度没有变化,伸长率略有下降(见图2,拉伸倍数为2.0),这是由于丙纶动态取向结晶速率很快,纤维密度随着纺丝速度加快而很快达到“饱和”状态,即卷绕速度对丙纶取向结晶的影响不象涤纶那样敏感,因此,纤维强度受纺丝速度的影响不太^[2];而当卷绕速度上升到3600m/min时,纤维强度陡增,伸长率也急剧下降,И. В. Иванюков认为^[4],丙纶高速纺丝中当纺速达3500~4000m/min以上时,纤维的应力—应变曲线上的屈服点将逐渐变得不明显甚至完全消失,纤维性能也将发生质的变化,本文实验结果与此论点是相符的,具体的机理尚不清楚,进一步的研究工作尚有待于继续开展。我们认为,对丙纶高速纺丝而言,3000~4000m/min左右的卷绕速度都能获得合格的细旦成品丝。

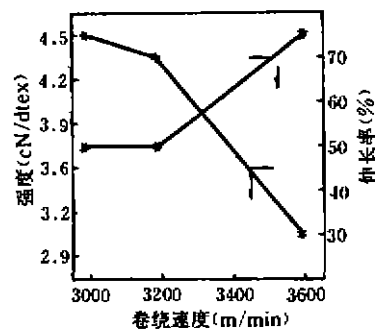


图2 卷绕速度对纤维性能的影响(拉伸2倍)

四 结 论

1. 利用 MI30 左右的国产聚丙烯切片, 在进口 FDY 高速纺丝设备上, 制取细旦丙纶拉伸丝的工艺是可行的, 分子量分布窄的切片纺丝性能良好, 适当地选择纺丝工艺参数, 能改善初生丝性能。

2. 卷绕速度为 3600m/min 时纺制出的丙纶细旦丝单丝纤维度为 1.54dtex, 其强度可达 4.5cN/dtex, 伸长率为 31.3%。

3. 提高拉伸倍数, 能进一步改善纤维性能, 强度提高、伸长率下降。

4. 虽然本文结果离丙纶 FDY 细旦长丝生产还有相当距离, 而且卷绕成形等问题也未能根本解决, 但是, 积极寻求最佳的纺丝-拉伸-卷绕工艺, 使丙纶细旦 FDY (纺速 3000m/min 以上) 生产早日走上工业化道路是必然趋势。

参 考 文 献

- [1] 陈福等, 合成纤维工业, 16(2), 31(1993)
- [2] 孙友德、吴立峰, 丙纶, 广东科技出版社, 1987 年第 1 版
- [3] 曹惠榕、史秀珍, 合成纤维, 22(5), 21(1993)
- [4] Д. В. Иванков, Лолитролпен, 187(1974)

INVESTIGATION ON ONE-STEP PROCESS TECHNOLOGY OF PP FINE-DENIER DRAWN FILAMENT YARN

Wang Wei, Gao Yaguang, Yu Yueli, Zhou Yafang
and Wang Laihong
(Institute of Wuxi Taiji Co., Ltd.)

Abstract

The high-speed spinning process for PP fine-denier filament yarn using domestic chip is introduced, the spinnability of the chip and the influences of the spinning speed, etc. on the fiber's properties are studied. Results show the spinnability of PP with narrow molecular weight distribution is better than that with wide distribution. The process introduced is feasible.

金海机械有限公司

螺杆挤出机的规格为 $\phi 180$ 、 $\phi 160$ 、 $\phi 150$ 、 $\phi 130$ 、 $\phi 120$ 、 $\phi 105$ 、 $\phi 90$ 、 $\phi 80$ 、 $\phi 75$ 、 $\phi 65$ 、 $\phi 55$ 等, 采用销钉、BM、双波等新型螺杆, 适用于涤纶、丙纶、锦纶等切片熔融纺丝。挤出机配用硬齿面减速器, 可选用进口轴承、密封件, 性能稳定。挤出机参照国外最新设计, 具有熔体质量均匀、能耗低、产量高等特点。电控柜采用进口的名牌温控元件, 用 PC 速压控制, 配用进口交流变频器或直流调速器, 可靠性好。

螺杆、套筒配件常年可供现货, 型号有国产的 VC、VD、KP、KV、SKV 等系列以及国外进口的 $\phi 15 \sim \phi 180$ 的螺杆、套筒。

地址: 浙江省舟山市经济开发区 A 区金海路 邮编: 316000 传真: (0580)2032990 2028673
电话: (0580)2033006 9008379 2033144