

超细丙纶专用切片和高速纺丝工艺研究*

宗纪鸿, 谢延龙, 查晓辉, 许明, 张相兵

(中原石油勘探局 舒普凡化纤厂, 河南 濮阳 457001)

摘要:采用化学改性, 制造出熔融指数为 39~41 g/10 min、相对分子质量分布更窄的超细丙纶高速纺专用料, 通过对纺丝速度、组件、油剂等工艺进行调整, 使高速纺丝更加顺利。

关键词:化学改性; 超细; 高速纺

中图分类号: TS154.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-024X(2001)01-0066-03

Study on the chip and high-speed spinning for superfine polypropylene fibers

ZONG Ji-hong, XIE Yan-long, CHA Xiao-hui, XU Ming, ZHANG Xiang-bing

(Superfine Chemical Fiber Factory, Zhongyuan Oilfield Chemical Industry Group, Henan Puyang, 457001, China)

Abstract: The polypropylene chip which has narrower molecular weight distribution and the M1 value 39~41 g/10 min is made by chemical modification. The spinning speed, spinning unit and spinning finish are adjusted to improve the high-speed spinning process.

Keywords: chemical modification; superfine; high-speed spinning

由于微细丙纶纤维优良的芯吸效应, 制成的织物具有良好的保暖、透气、导湿、卫生、轻爽、柔软等特点, 在世界范围引起高度重视, 开发潜力巨大。20 世纪 80 年代后期, 美国、意大利等国的细旦丙纶工业化生产技术取得成功, 用于制造高档运动衣, 如登山服内衣、滑雪服内衣等。世界著名品牌“ADIDAS”, “Delebio”等均使用了细旦丙纶, 美国还将丙纶针织内衣选定为标准军需装备^[1,2]。我国于“八五”末期完成细旦丙纶长丝工业化生产科技攻关, 1992 年被国家经贸委列入首批产、学、研工程高新技术产业项目, 1998 年被列入国务院下发的国家重点鼓励发展的产业产品和技术项目目录中, 细旦丙纶的生产及开发工作得到积极推进。目前, 全国共有 3 个生产细旦丙纶长丝的厂家, 产品单丝纤度一般为 1.0~1.2 dtex, 年产量不超过 2 000 t, 主要用于保暖内衣、针织内衣等方面, 产品供不应求。丙纶单丝纤度愈细, 芯吸透湿效应越明显, 手感愈柔软, 服用性能更优良, 纤度为 0.8 dtex 时, 手感和风格可以超过天然真丝和棉。为此笔者采用 POY-DTY 工艺进行了 0.5 dtex 超细丙纶长丝的研制开发。本文主

要进行了超细丙纶专用切片和高速纺丝工艺的研究。

1 工艺流程

纺丝工艺流程为: 塑料级聚丙烯切片改性造粒 → 切片干燥 → 螺杆挤压熔融 → 熔体预过滤 → 纺丝 → 冷却 → 上油 → 卷绕 → 后加工(加弹) → 检验分级 → 包装

2 试验设备及方法

试验设备:

SHJ-58 双螺杆配混挤出机(甘肃化工机械厂);

FBCD-1 型切片干燥机(北京德厚朴化工新技术中心);

KP441-2 型 POY 纺丝机(中国纺织科学研究院化纤机械厂);

CWGT-920/6 型高速卷绕机(德国 Barmag 公司);

螺杆规格为 2 位 JK81-Φ65×25(L/D=25)。

* 收稿日期: 2000-11-31 作者简介: 宗纪鸿(1970-), 男, 河南濮阳人, 工程师。

基金项目: 中国石化集团公司项目(299088)

试验方法:

① 熔融指数 MI 按 ASTM-1238-70 标准进行测定;

② 相对分子质量 $M\eta$ 、相对分子质量分布指数 Q 用落球粘度法测定;

③ 纤维性能测试依 GB/T1433-93 进行测定。

3 超细旦高速纺专用切片

实验中首先用中原乙烯的塑料级聚丙烯切片 T30S 制造 MI 为 35~38 g/10 min 的聚丙烯切片进行试纺,结果很不理想。出现的主要问题是:

① 纺丝较易断头,且生头困难;

② POY 卷绕丝回缩抱筒严重,致使丝饼成形不良,且在卷绕一定时间后(约 120 min),丝饼便因抱筒无法从卷绕机上落筒,严重影响了正常纺丝;

③ POY 丝结构不均匀,造成 DTY 在加工时易出现紧点和僵丝。

出现以上问题主要是由于聚丙烯的表面粘度随剪切速度增加而明显降低。以往多采用改变纺丝条件,如喷丝板结构、纺丝温度、速度等,被动适应这一特点。现采用了一种新的主动方式,即用化学降解法控制专用切片的相对分子质量及其分布,使专用切片的表观粘度与剪切速率的变化曲线接近于牛顿流体,改性后的 T30S 超细旦高速纺专用料 MI 为 39~41 g/10 min。

聚丙烯树脂熔融指数和相对分子质量分布是影响可纺性的主要因数,首先我们用细旦丙纶的工艺,对不同熔融指数和相对分子质量分布的切片进行了可纺性实验,实验结果如表 1 和表 2。

表 1 常规细旦丙纶切片 POY 可纺性实验结果

| 序号 | MI | 名义纤度 /(dtex ·f ⁻¹) | 纺丝速率 /(m· min ⁻¹) | 强度 /(N· dtex ⁻¹) | 伸长 /% | 成型 | 加弹 性能 |
|----|------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------|----|----------|
| 1 | 31±3 | 100/72 | 3 000 | 3.67 | 108.45 | 正常 | 差 |
| 2 | 35±3 | 100/72 | 3 000 | 3.24 | 120.22 | 正常 | 较差 |
| 3 | 38±3 | 100/72 | 3 000 | 3.13 | 110.37 | 正常 | 较好 |
| 4 | 41±3 | 100/72 | 3 000 | 3.16 | 113.58 | 正常 | 好 |
| 5 | 44±3 | 100/72 | 3 000 | 3.23 | 115.80 | 正常 | 较好 |

表 2 不同相对分子质量分布的
聚丙烯树脂可纺性对比

| 序号 | MI | $M\eta$ / · 10 ⁴ | 制法 | 相对分子质量分布 /(M_w · M_n ⁻¹) | 断头 | 抱筒 |
|----|------|-----------------------------|------|--|----|----|
| 1 | 38±3 | 13.5 | 化学降解 | 3.26 | 多 | 有 |
| 2 | 40±1 | 12.2 | 化学降解 | 3.00 | 少 | 无 |

如表 1 和表 2 所示,随切片熔融指数升高,POY 强度有所下降,加弹性能逐渐改善,但在 MI 为 44 时,加弹性能有所下降。在超细旦丙纶高速纺丝时,较高 MI 和窄的相对分子质量分布是超细旦高速纺成功关键。聚丙烯树脂相对分子质量分布越窄,表明其结构越均匀,熔体表观粘度与剪切速率的变化曲线越接近于牛顿流体,纺丝时的工艺适应性越强,可纺性也越好。实验表明,用 MI 为 40±1 的聚丙烯切片时,在 2 800~3 000 m/min 速率下,加工 55 dtex/96 f 的 POY 可卷绕 8 h 以上而不抱筒。

4 POY 纺丝中的主要问题及处理

4.1 预过滤器及组件

由于超细旦纤维单丝纤度 ≤ 0.5 dtex (直径约 8 μm),所以对原料的杂质含量应有严格要求。在生产过程中,我们采用了 15 μm 预过滤器滤芯,并在组件结构中采用了过滤精度为 15 μm 的金属纤维烧结毡,加强过滤效果,使用海砂、过滤网来减小组件的容腔,缩短熔体在组件中的停留时间,避免了熔体在高温高压条件下停留时间过长产生降解而给纺丝带来的不利影响。这一系列措施保证聚丙烯熔体满足超细旦高速纺的需要。随着组件结构初始压力提高,熔体在组件里短时间内建立稳定压力且熔体均匀性迅速提高,改善了熔体流动性能。新组件结构与常规细旦丙纶组件结构对比如表 3。

表 3 新组件结构与常规细旦
丙纶组件结构对比

| 组 件 | 核心结构 | 达到稳定时间 /h | 使用寿命 /h | 初压 /mPa |
|-------|---------|--------------|------------|------------|
| 常规细旦 | 400 目滤网 | 1~2 | 720 | 0.5 |
| 超细旦新型 | 金属纤维毡 | 1 | 360 | 0.68 |

4.2 纺丝丝路及油剂

由于聚丙烯纤维对金属、瓷件金属等表面有较高的摩擦系数,为顺利纺丝采用了适合超细旦丝的光滑细腻的高纯氧化铝瓷油嘴及导丝瓷件。

与常规丙纶相比,超细纤维根数多,单丝细,纤维更加脆弱,在润湿、集束、平滑、抗静电等方面对纺丝油剂都提出了更高的要求。为此,选用了综合性能比较优越的天津纺院油剂 TFP-40。均匀快速上油是发挥油剂各项功能的前提,对超细纤维的高速纺丝油剂的润湿性能更为重要,TFP-40 的润湿速度在 4 s 左右,纤维含油率均匀。为了提高油剂的集束和平滑性,对原有

油剂进行了专门的调整,有效地减少了纺丝和拉伸过程中的毛丝和断头,提高了可纺性,满足了超细纤维生产需要.开发过程中曾对3种油剂进行纺丝对比实验,结果见表4.

表4 油剂使用情况对比表

| 牌号 | POY指标 | | 加弹性能 | |
|----------|-------|-------|-------|--------|
| | 毛丝情况 | 滴筒率/% | 成品率/% | 一等品率/% |
| TAB-2050 | 有 | 65 | 75 | 70 |
| TFP-80 | 较少 | 71 | 80 | 75 |
| TFP-40 | 没有 | 80 | 87 | 81 |

4.3 纺丝速度

纺丝速度的高低决定了POY丝取向度、结晶度等结构因素,进而影响到它的后加工性能.纺丝速度试验见表5.

表5 纺速对比实验结果

| 纺丝速度 (m·min ⁻¹) | 泵频率 /Hz | 纺丝性能 | | | | 可纺性能 | 加弹性能 |
|--------------------------------|------------|-------------|------------------|----------|-------------|------|------|
| | | 纤度 /dtex | 强度 /(cN·dtex) | 伸度 /% | 沸水收缩率 /% | | |
| 2 800 | 13.14 | 54.2 | 3.1 | 114.3 | 3.8 | 好 | 好 |
| 2 900 | 13.61 | 54.5 | 3.0 | 117.6 | 3.9 | 好 | 好 |
| 3 000 | 14.08 | 54.3 | 3.5 | 109.7 | 4.0 | 好 | 较好 |

在冷却条件相同的情况下,由于熔体吐出量增大,则熔体丝条的凝固过程随纺丝速度的提高而减慢,即凝固点下移.这一作用部分地抵消了由纺丝速度的提高造成的拉伸应力的增加所带来的应力诱导结晶效应.只有纺丝速度达到3 000 m/min左右时,应力诱导结晶效应才变得较为明显.丙纶纤维分子结构(晶型)逐步由准六方型向 α 晶型转变.而 α 晶型最容易生成,是一种较为稳定的晶型,因此POY生产速度过高是不利于DTY加工的.

在现有设备条件下,由于泵供量较大,选择工艺速度主要考虑生头操作的难易、生产的稳定和纤维条干均匀等问题.用144 f喷丝板试纺时,由于板面较小(直径为85 mm),密度小,丝条细,受侧吹风影响大,容易粘连,纺丝不理想.用72 f喷丝板纺丝时,纺丝生产情况较好,但泵的供量大、转速低,造成纤维不均匀率偏大.

因此,用96 f喷丝板,以2 900 m/min做为最终稳定生产的纺速,进行开发试验,纺制出合格的POY纤维,物理指标见表6.

表6 超细丙纶POY(55 dtex/96 f)物理指标

| 项目 | 纤度 /dtex | 强力 /N | 强度 /(cN·dtex) | 伸度 /% | L_0 /% | L_1 /% | 沸水缩率 /% |
|-----|-------------|----------|------------------|----------|-------------|-------------|------------|
| 平均值 | 54.4 | 1.56 | 2.87 | 99.0 | 49.5 | 47.6 | 3.88 |
| CV% | 0.14 | 0.83 | 0.61 | 0.10 | 0.15 | 0.15 | 0.53 |

注:含油率为0.7%

5 结论

(1) 通过实验研究认为,MI为39~41 g/10 min、相对分子质量分布较窄的丙纶切片是超细且高速纺丝的关键.

(2) 适宜的纺丝组件和油剂,以及适当的纺丝速度可以保证0.5 dtex超细丙纶在2 900 m/min时纺丝顺利进行.

参考文献:

- [1] 吴宏仁. 化纤生产的新形式及其发展趋势[J]. 合成纤维工业, 1996, 19(1): 31-33.
- [2] 陈铁楼. 复合超细丙纶及应用[J]. 合成纤维工业, 1996, 19(1): 45-47.