

# 远红外丙纶可纺性研究

86-88

李和玉 齐 鲁  
(天津纺织工学院, 天津, 300160)

TQ342.62

**摘要** 研究了远红外丙纶熔体的流动特性和合理的纺丝温度范围, 讨论了远红外丙纶切片的熔融指数与纺丝速度的关系。研制的远红外丙纶抗拉强度达 3~5 cN/dtex, 断裂伸长率为 35%~50%。

**关键词** 远红外丙纶纤维 纺丝温度 纺丝速度 熔体流动特性

**分类号** TQ342.6

聚丙烯纤维

远红外纤维可纺性

## Study on spinnability of far infrared polypropylene fiber

Li Heyu and Qi Lu

(Tianjin institute of science and technology, Tianjin, 300160)

**Abstract:** The melt flow properties and the spinning temperature range of far infrared polypropylene (PP) fiber were investigated. The relation between melting index of far infrared PP slice and spinning speed was discussed. Tensile strength of prepared far infrared PP fiber reached 3~5 cN/dtex and its elongation at break were 35%~50%.

**Keywords:** far infrared polypropylene fiber; spinning temperature; spinning speed; melt flow property

远红外纤维是在纤维中加入了具有吸收和发射远红外线的远红外粉而得名。在常温下, 远红外纤维可吸收和发射波长为 4~14  $\mu\text{m}$  的远红外线, 能促进人体血液循环, 改善微循环, 具有优良的保健、保温作用<sup>[1-2]</sup>。近年来, 远红外纤维在国内得到积极地开发与研究, 由于远红外丙纶具有良好的导湿性、轻便、抗菌、防蛀等特点, 因此成为远红外纤维中开发、研究的重点。远红外粉与聚丙烯混合后, 对熔体的流动性有一定影响, 增加了纺丝成型的难度, 为了解决此问题, 本文从纺丝温度、速度等工艺条件出发, 对远红外丙纶的可纺性进行了研究。

### 1 实验部分

#### 1.1 纺丝原料

聚丙烯切片, 纤维级, 辽化产。自制远红外丙纶母粒及全造粒切片, 干燥之后, 水分含量须小

于  $30 \times 10^{-6}$ , 用于高速纺丝切片的水分含量须小于  $10 \times 10^{-6}$ 。

#### 1.2 纺丝设备

短纤: 前纺为 VD406, 后纺为 LHY802。长丝: 前纺为 POY 高速纺, 后纺为 DTY。

#### 1.3 熔体流动速率测定

用  $\mu\text{PXRZ400}$  型熔体流动速率测试仪测定。测试压力为 333 kPa, 模口直径为 2.095 mm, 测试温度为 230  $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 1.4 流变性能测试

RHEOGRAPH2001 型流变仪, 德国产。测试温度分别为 230  $^{\circ}\text{C}$ 、250  $^{\circ}\text{C}$ 、270  $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 1.5 拉伸强度测试

YG001 型单纤维电子强力仪。测试长度为

收稿日期: 1999-01-12; 修改稿收到日期: 1999-02-23。

第一作者简介: 李和玉, 男, 38 岁, 工程师。已发表论文 5 篇。主要从事高分子材料与工程研究工作。

20 mm,下降速度为 5 mm/min。

## 2 结果与讨论

### 2.1 远红外丙纶纺丝工艺路线

由于远红外丙纶是在聚丙烯中加入一定量的不容性远红外粉,经熔融混合后纺丝而成。由于人为地将大量“灰分”混入聚丙烯中,因此必须选择合适的纺丝工艺路线。远红外丙纶的纺丝工艺路线有 3 种,即全造粒法、母粒法、计量注入法。全造粒法是将远红外粉与聚丙烯切片按比例混合,经造粒、干燥后直接用于纺丝。该法的优点是远红外粉在聚丙烯中分散均匀,纺出的纤维质量稳定。母粒法是将高含量的远红外粉与聚丙烯切片混合、造粒,形成母粒,然后将母粒与纯聚丙烯切片按所需比例混合均匀,经干燥后用于纺丝。该法的优点是生产效率高,加工成本低。在严格的造粒工艺下,远红外粉在聚丙烯中分散均匀,得到的母粒具有良好的均一性,适于各种纺丝速度。计量注入法是将干燥处理后的远红外粉及聚丙烯切片分别用计量螺杆同时注入纺丝螺杆直接纺丝。该法的优点是操作简单,生产效率高,但很难保证远红外粉在纤维中均匀分散。此外,目前的纺丝设备一般也不具备计量加料螺杆。

本实验采用全造粒法和母粒法。

### 2.2 远红外丙纶的纺丝温度

从图 1 可以看出,远红外丙纶熔体的剪切应力与表观粘度均比纯聚丙烯高,并属假塑性流体。在  $92.16 \text{ s}^{-1}$  剪切速率下,远红外丙纶在  $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时的剪切应力为  $25.07 \text{ kPa}$ ,纯聚丙烯的剪切应力为  $17.31 \text{ kPa}$ ,两者的流变性能差别很小。当远红外丙纶熔体温度为  $230 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时,其剪切应力为  $26.32 \text{ kPa}$ ,当温度提高到  $270 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时,剪切应力降到  $15.86 \text{ kPa}$ 。对样品的熔体流动速率 ( $MFR$ ) 进行测定,结果见图 2 所示。

随着温度的升高, $MFR$  逐渐加快。这表明,提高纺丝温度,可使纺丝熔体的流动性提高,进而可提高纺丝速度。同时,升高温度,使材料熔体的粘度下降,有利于远红外粉在纤维中均匀分散。但温度过高会使聚丙烯热降解加剧,造成熔体破裂而影响纺丝。若温度过低,熔体粘度增大,熔体流动性变差,会出现断丝或无法绕丝而影响纺丝。经大量的纺丝实验表明,合适的纺丝

温度为  $230 \sim 270 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,具体的纺丝温度与纺丝速度及纤维规格的选择有关。

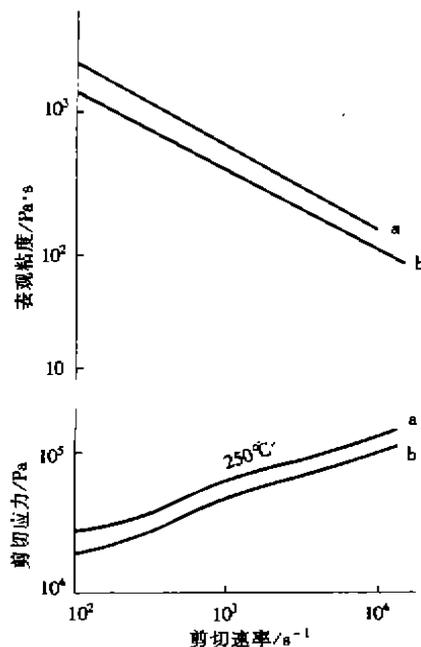


图 1 远红外丙纶与聚丙烯的流变性能曲线  
a - 远红外丙纶; b - 聚丙烯

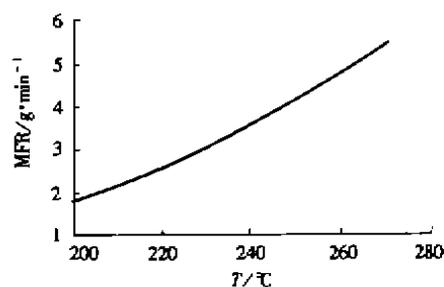


图 2 远红外丙纶 MFR 与温度的关系

### 2.3 远红外丙纶切片 MI 与纺丝速度的关系

纺丝速度的高低与熔体的流动性有密切的关系,熔体的流动性越好,适应的纺丝速度越高,因此,用  $MI$  表征纺丝速度的选择比较方便。经多次实验得到  $MI$  值的范围与纺丝速度的关系大致为: $MI$  为 (10 min)  $15 \sim 25 \text{ g}$  的切片可适应  $0.25 \sim 1 \text{ km/min}$  的纺丝速度, $MI$  为 (10 min)  $25 \sim 30 \text{ g}$  的切片适应  $1 \sim 2 \text{ km/min}$  的纺丝速度, $MI$  为 (10 min)  $30 \sim 50 \text{ g}$  的切片适应  $2 \sim 2.5 \text{ km/min}$  的纺丝速度。

$MI$  值高的物料适合于高速纺丝,如纺 POY

长丝,其物料的  $MI$  不应低于(10 min)30 g;  $MI$  低的物料适于中、低速纺丝,如纺短纤,其物料的  $MI$  可在(10 min)15~25 g 范围内。若纺制 2 dtex 以下的细旦短纤维,应选择  $MI$  稍高的物料,如  $MI$  为(10 min)25~35 g,可使丝条均匀,连续性好,纤维的强度高;若纺制 100 dtex 以下长丝,其物料的  $MI$  应达到(10 min)40 g 以上。

#### 2.4 远红外丙纶侧吹风温度

在纺丝过程中,侧吹风温度及风速对纺丝的断头率影响很大,尤其是高速纺丝,物料的  $MI$  较高,熔体粘度较低,对侧吹风温度及风速更加敏感。不论是侧吹风还是环吹风,冷却风温以偏低为宜,冷却风速应根据纺制纤度的不同及纺丝速度的高低而确定。

#### 2.5 远红外丙纶的拉伸强度

远红外丙纶在不同拉伸倍数的拉伸强度如图 3 所示。

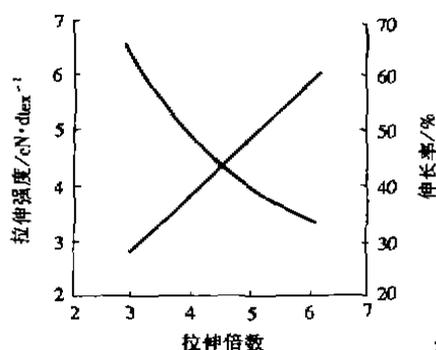


图 3 远红外丙纶的拉伸强度与拉伸倍数的关系

从图 3 可看出,当拉伸倍数提高时,纤维的

拉伸强度随之提高,断裂伸长率下降,这是因为在拉伸过程中,聚丙烯大分子和晶粒取向所致<sup>[3]</sup>。由纤维的拉伸强度表明,虽然远红外丙纶中含有大量的远红外固体粉末,但在较佳的纺丝工艺下纺制的纤维,仍具有优良的力学性能。

在生产设备上试生产出 1.67 dtex、2.78 dtex、3.33 dtex、6.67 dtex 短纤维和 111 dtex 假捻长丝。从测试远红外丙纶的物理指标表明,当成品纤维的纤度降低时,其拉伸强度随之提高,断裂伸长率下降。所得成品纤维的拉伸强度可达到 3~5 cN/dtex,断裂伸长率达 35%~50%,纤维的其它物理指标也优良。

### 3 结论

a. 远红外丙纶的最佳纺丝温度范围为 230~270℃。

b. 远红外丙纶的纺丝速度与其  $MI$  相关, $MI$  高的物料适合高速纺丝。

c. 在远红外丙纶的纺丝过程中,侧吹风的冷却风温宜偏低,冷却风速应该根据纤维的规格来确定。

### 参 考 文 献

- 1 佐佐木良幸. 最近の纤维技术のきとめ. 纤维学会志, 1995, 51(4): 172~173
- 2 山本和秀. 远红外线と纤维への应用を探る. 加工技术, 1996, 31(4): 226~237
- 3 齐鲁等. 含有陶瓷粉末 PP-纤维的拉伸性能. 纺织学报, 1994, (2): 19

(上接第 78 页)

b. 在乙酰法中使用金属盐作阻聚剂,可明显减少二聚体和树脂的生成,产物 N-对位取代苯基马来酰亚胺不经重结晶纯度就可达 99.5% 以上。另外加入阻聚剂后产品收率也有所提高。

c. 通过熔点及红外吸收的测定,证明 4 种 N-对位取代苯基马来酰亚胺化合物结构与文献吻合。

### 参 考 文 献

- 1 唐国燕. N-苯基马来酰亚胺的研制. 兰化科技, 1991, 9(2): 93
- 2 Searle N. E. Preparation of N-phenylmaleimide. US, 2 444 536. 1948
- 3 王娟. N-苯基马来酰亚胺系列单体的合成与聚合活性的研究. [硕士学位论文]. 青岛化工学院精细化工系, 1998