

⑦ 27-29

## 远红外丙纶高速纺丝油剂的研制\*

魏俊富 葛启 郑帽

(天津纺织工学院高新技术实业公司, 300160)

TQ342.62  
TQ340.472

**摘要:** 根据远红外丙纶的性能特点,以聚醚为油剂的主体,结合高相对分子质量聚醚、特殊磷酸酯、具有  $C_8 \sim C_{10}$  和支链结构引发剂的聚醚和其它类型平滑剂,研制出具有良好集束、抗静电、润湿、平滑和耐磨等性能的远红外丙纶高速纺丝油剂,应用于纺丝中,POY,DTY 一等品率分别高于 95% 和 85%。

**关键词:** 远红外线 聚丙烯纤维 高速纺丝 油剂 聚醚

远红外丙纶在常温下可吸收和发射远红外线,促进人体微循环,因而具有保温、保健和抑菌作用<sup>[1]</sup>,其制品越来越受到人们的关注和欢迎,具有广阔的市场前景和良好的经济效益。目前国内主要采用远红外陶瓷粉与聚丙烯切片共混后熔融纺丝,再经后加工制成成品纤维<sup>[2]</sup>,在开始进行高速纺丝时,使用普通高速纺丝油剂,出现了丝条发散、毛丝、断头等问题,为此,根据远红外丙纶的性能特点及高速纺丝工艺对油剂的要求,重点解决了集束、抗静电、摩擦特性等问题,研制出了 TFP-40 远红外丙纶高速纺丝油剂,迄今已使用约 30 t,纺丝 1 000 多吨。

## 1 油剂性能测试

**摩擦系数** 在 F-Meter R-1183 型纱线摩擦系数测定仪上测试纤维与陶瓷间(F/C)的动摩擦系数( $\mu_d$ ),测试速度为 250 m/min,包角 180°。

**油膜强度** 采用 MRS-10 四球摩擦磨损试验机测试,以油膜刚好破裂时的压力值表示。

**集束性** 将无油的 POY 在 0.5% 的乳液中浸泡 5 min 后取出,悬挂 24 h 后,观察在 20 cN 张力下剪断时丝束断面的散开程度。

**比电阻** 纤维比电阻在 YG321 型纤维比电阻仪上测试,纤维质量 15 g,测试温度 16℃,相对湿度 35%。

**润湿速度** 采用帆布沉降法,浓度 1%,温度 30℃,取 10 次平均值。

**表面张力** 在 30℃下,用 JZHY1-180 型表面张力仪测定 1% 水溶液的表面张力。

## 2 结果与讨论

### 2.1 远红外丙纶的特点

与常规丙纶相比,远红外丙纶的性能发生了明显的变化。首先,纤维中陶瓷粒子的存在,使丙纶的蜡质特性减少,纤维表面光洁度下降,纺丝时纤维与陶瓷、金属等材料间的摩擦加剧。其次,与丙纶一样,远红外丙纶中也没有极性官能团,虽然陶瓷粒子的存在使纤维抗静电性能改善<sup>[2]</sup>,但表面粗糙的远红外纤维在高速纺丝过程中,易摩擦产生和积累静电。第三,远红外纤维的模量增大,使纤维刚性增加,导致丝条的集束性下降,同时表面粗糙和静电增加,也不利于集束。

### 2.2 高速纺丝工艺对油剂的要求

高速纺丝首先要求油剂能保证均匀上油,这是稳定纺丝的前提和基础。其次,要求油剂的平滑性和耐磨性要好。第三,油剂要具有较高的集束性,以弥补远红外纤维本身集束性的不足。第四,要有良好的抗静电性,能及时消除因摩擦而产生的静电。此外,油剂要能耐 170℃ 左右的温度,并对丙纶无膨润。

#### (1) 摩擦特性

油剂的摩擦特性由其中的平滑剂决定,常用的平滑剂有矿物油、合成脂肪酸酯和聚醚三

收稿日期:1999-04-05;修改稿收到日期:1999-12-06。

\* “八五”国家科委攻关项目。

作者简介:魏俊富,男,36岁,副研究员,硕士,研究生导师。主要从事化纤油剂及高分子材料的研制和开发,已完成了6项国家及省部级项目,发表论文23篇。

类<sup>[3-4]</sup>。矿物油平滑性好,价格便宜,但耐热、耐磨性差,而且对丙纶有膨润;合成脂肪酸酯平滑性好,耐热、耐磨性中等,但不易分解,有些种类价格昂贵;聚醚种类齐全,性能易于调节,耐热、耐磨性好,可以分解成水和二氧化碳,不结焦,但平滑性较前两类稍逊,目前聚醚是各类高速纺丝油剂的主体成分。根据远红外丙纶表面粗糙的特点,对油剂的平滑性要求较高,所以选择了以聚醚为主,以其它平滑剂为辅的复合体系,效果比较满意。

摩擦特性的另一方面是油剂耐磨性,即附着在纤维表面的油膜在高温、高速和一定压力下不破裂,否则油膜破裂后,就改变了纤维的摩擦行为,不仅影响可纺性,也使假捻时白粉增加。在设计配方时,充分考虑了这一因素,含有双键或其它极性基团,可以有效地提高油膜强度,但是在加弹时容易产生结焦,污染热板,所以在复配时加入了耐磨性好的磷酸酯和高相对分子质量聚醚,同时选用油膜强度较高的饱和聚醚为主体,产品的油膜强度达到 94 kg,高于大多数进口高速纺丝油剂(实测值在 70~100 kg)。

## (2) 集束性

远红外丙纶的集束性很差,在试纺过程中,出现了纤维发散,POY 退绕困难,拉伸-假捻时毛丝、断头等问题,对油剂集束性提出了很高的要求。聚醚单体的集束性对油剂的整体性能至关重要,常用的三类聚醚集束性能见表 1。

表 1 常用聚醚的集束性能

Tab. 1 Cohesive properties of polyethers

试样 Sample	散开长度/mm Length of separation	散开纤维数目/根 Number of separating filaments
脂肪醇聚醚 Alkyl alcohol polyethoxylate	20~25	≥10
脂肪酸聚醚 Fatty acid polyethoxylate	10~15	≤5
烷基酚聚醚 Alkyl phenol polyethoxylate	10~15	≤5

注:表中聚醚具有相近的醚链长度(Polyethers has close length of ether's chain)。

从表 1 可见,脂肪酸聚醚和烷基酚聚醚的集束性较好,考虑到前者的平滑性更佳,确定以脂肪酸聚醚为主,烷基酚聚醚为辅的配方设计基础。高相对分子质量聚醚粘度很高,是优良的集束剂<sup>[5]</sup>,加入一定比例,可以有效提高油剂的集束性。

抗静电与集束是相辅相成的两个方面,由于同种电荷的相斥性,静电大,纤维互相排斥强,很

难把单丝集成一束;反之,油剂的抗静电性好,可以及时将摩擦产生的电荷消除或减少,表面增加,要达到需要的集束效果,较正常的上油量偏高。

油剂的粘度-浓度特性也与集束性有关。以乳液形式使用的油剂刚刚施加到纤维上时,浓度低,粘度小,随着丝条运行以及受热拉伸,纤维表面的水分逐渐挥发,油剂乳液浓度变大,粘度也上升。从理论上讲,随着油剂浓度升高,粘度变化越小,高速纺丝及后加工过程中张力波动越小。但是,油剂的粘度-浓度特性还应根据具体的使用对象加以研究,对集束性要求高的远红外丙纶高速纺丝油剂,在低浓度区域,粘度随浓度变化要小,保证高速纺丝的张力稳定;而在高浓度区域,则希望随浓度升高,粘度增大,以提高油剂的集束性。油剂的粘度与浓度关系见图 1。

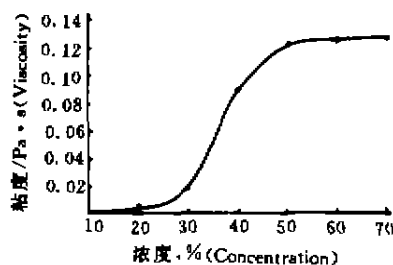


图 1 油剂的浓度-粘度关系

Fig. 1 Relationship between viscosity and concentration

## (3) 抗静电性

静电是远红外丙纶高速纺丝时存在的一个主要问题,根据静电产生的原理从三个方面加以解决。首先是增加平滑,减少摩擦,从根本上减少静电的产生。其次是选择合适的抗静电剂。目前化纤油剂中常用的抗静电剂有脂肪醇磷酸酯和聚氧乙烯脂肪醇磷酸酯,前者的抗静电效果很好,但与油剂中聚醚的相容性较差,而后的抗静电效率稍逊,需加入较大比例,因此,结合两者的优点,合成了一种新的抗静电剂,既有很高的导电能力,又与油剂中的聚醚有较好的相容性。第三,油剂以聚醚为基础,其中大量存在的聚氧乙烯链节可以与水形成氢键,尤其是在低湿度条件下,仍能保持较好的导电性,弥补了磷酸酯类抗静电剂的不足,如在相对湿度为 35% 时,比电阻从无油丝的  $2.1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$  降低到  $3.5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

## (4) 润湿性能

均匀上油是发挥油剂各项功能的前提,油剂能否均匀附着在纤维的表面,直接影响到丝条与

接触部件之间的摩擦行为。均匀上油一方面指高速纺丝时,纤维与油嘴接触的瞬时,油剂就要均匀地铺展在纤维的表面,形成连续的油膜,另一方面是纤维经拉伸后,表面积瞬间增大,也要求油剂能迅速而均匀地扩散到纤维的各个部位。即要求油剂在极短时间内取代纤维表面空气,使之完全润湿。润湿性能常用帆布的沉降时间来表示,时间越短,润湿速度越快,越容易均匀上油。油剂的润湿性能与所用的聚醚结构有关,聚醚引发剂的种类、醚链相对分子质量、EO/PO 比等都对其润湿能力有影响<sup>[5,6]</sup>,但引发剂的影响最大,具有中等长度( $C_8 \sim C_{10}$ )和支链结构引发剂的聚醚,常有优良的润湿性能,如润湿剂 JFC。一般高速纺丝油剂的润湿速度在 20 s 之内,从测试数据可以看出,远红外丙纶高速纺丝油剂的表面张力较低,润湿速度 4.4 s,可以满足均匀上油。

### 2.3 使用效果

TFP-40 远红外丙纶高速纺丝油剂 1995 年陆续在天津麻纺厂等单位批量使用,累计 30 多吨,已纺丝 1 000 多吨,一等品率高于 95%。先后生产了 167 dtex/48f、167 dtex/36f、111 dtex/36f、100 dtex/36f 等不同纤度的远红外丙纶白色和有色低弹丝。TFP-40 油剂的质量指标见表 2。

表 2 TFP-40 油剂的质量指标

Tab. 2 Quality index of TFP-40 finish

项 目(Item)	指 标(Index)
外观 Appearance	无色或浅黄色透明液体 Colourless or yellowish clear liquid
有效成分,% Active content	75±2
离子性(Ion type)	阴离子/非离子(Anion/Nonion)
pH(1%)	7.0±1
乳液(Emulsion)	无色透明(Colourless clear liquid)
乳液稳定性 Emulsion stability	12%~15%水溶液在 30℃×72 h 稳定,不分层(Aqueous emulsion.stable)

使用该油剂高速纺丝过程顺利,断头很少,纤维成形良好,POY 一等品率高于 95%;加弹时 POY 退绕顺利,拉伸-假捻过程稳定,DTY 一等品率在 85%以上。

### 3 结论

a. 以聚醚为主体的高速纺丝油剂 TFP-40,可用于远红外丙纶高速纺丝。根据远红外丙纶高速纺丝的要求对油剂配方适当调整,在油剂中辅以其它类型平滑剂,提高了油剂的平滑性,也从根本上减少了静电的产生,加入适量高相对分子质量聚醚,可以有效提高油剂的集束性和耐磨性;采用特殊结构的磷酸酯,既有优良的抗静电性,又可提高油膜强度。用具有中等长度和支链结构引发剂的聚醚,可改善油剂的润湿性能。

b. 本研究制得的远红外丙纶高速纺丝油剂性能为:F/C  $\mu$  0.482,油膜强度 94 kg,散开长度 5~10 mm,散开纤维数目小于或等于 3,比电阻  $2.1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ ,表面张力 0.031 N/m,润湿 4.4 s,能较好的保证高速纺丝的顺利进行。

### 参 考 文 献

- 1 张兴祥. 远红外纤维织物的研究与发展. 纺织学报,1994,15(1):43~45
- 2 齐鲁,李和玉,王学晨等. 粉料对远红外丙纶熔体和纤维性能的影响. 天津纺织工学院学报,1998,17(5):16~20
- 3 任华明,李德绵. 实用化学纤维油剂. 北京:纺织工业出版社,1987. 227~232
- 4 沈永芳,孙宇清. 油剂平滑剂结构与性能的论述. 天津纺织工学院学报,1996,15(4):104~107
- 5 魏俊富,张纪梅,葛启. 化纤油剂中聚醚的醚链结构对性能的影响. 纺织学报,1999,20(4):50~52
- 6 魏俊富,张纪梅,刘燕军等. 高速纺丝油剂用聚醚的合成研究. 合成纤维工业,1999,22(3):8~11

## STUDY ON PREPARING HIGH-SPEED-SPINNING FINISH FOR FAR-INFRARED POLYPROPYLENE

Wei Junfu, Ge Qi and Zheng Guo

(High-tech Co., Tianjin Institute of Textile Science and Technology)

**Abstract:** Based on the properties of far-infrared polypropylene fibers, the high-speed-spinning finish with good collection, antistatic behavior, wetting ability, lubricity and wear resistance can be prepared by using saturated copolyethers as the principal parts combined with other lubricants, high relative molecular weight copolyethers, special phosphonate ester and copolyethers with initiator of  $C_8 \sim C_{10}$  and branch. The finish guarantees POY top-quality percentage higher than 95% and DTY top-quality percentage higher than 85%.

**Subject Terms:** far-infrared ray; polypropylene fiber; high speed spinning; finish; polyether