

远红外丙纶 POY 的可纺性及纤维结构性能研究

陈宏军 徐晓辰 严国良 陈克权 (合成纤维国家工程研究中心 上海 200540)

摘 要

讨论了研制远红外丙纶 POY 所用原料的共混方式、远红外母粒及降温母粒的选择与可纺性、纤维结构性能及功能性的关系,为成功研制各项性能优良的远红外细旦丙纶长丝奠定了技术基础。

关键词: 共混方式 远红外母粒 降温母粒 纤维结构 性能

中图分类号: TQ 342.6

远红外纤维是一种具有保健、保温和抑菌功能的新型功能性纤维,其主体品种有涤纶、锦纶和丙纶,远红外丙纶尤以其成本低、重量轻及特有的丙纶芯吸效应而倍受青睐。系统地研究原料共混方式、远红外母粒及降温母粒的选择与可纺性、纤维结构性能及功能性之间的关系,有助于纤维的规模化发展。实践证明,选择合适的远红外母粒及降温母粒是成功研制各项性能俱佳的远红外细旦丙纶 POY 的关键。

1 实验

1.1 原料

聚丙烯 Y2600,中国石化上海石化股份有限公司塑料事业部;

远红外母粒 1#、2#、4#外购,3#自制;

降温母粒 A、B、C、D 外购;

油剂:德国汉高公司生产的 A-2 型丙纶专用油剂。

1.2 生产设备

GH-10 型高速混合机,北京塑料机械厂;

SHJ-35 型双螺杆混炼挤出机,上海化机四厂;

单部位双螺杆复合纺丝机,德国 Karlfischer 公司;

SW46SSD 卷绕头;

喷丝板: $\phi 0.23 \times 0.92 \times 72$;

FK6V-900MF216 锭加弹机, Barmag 公司。

1.3 工艺流程

聚丙烯

远红外母粒 → 高速混合 → 双螺杆挤出 → 冷却 → 降温母粒

切粒 → 干燥 → 远红外 PP

造粒温度 190~210℃, 纺丝速度 2500m/min。

1.4 测试仪器及方法

结晶性能:日本理学 3134 型 X 射线衍射仪, Cu 靶, 工作电压 35kV, $2\theta = 5 \sim 40^\circ$;

纤度:德国 Texttechno 公司纤维测长仪;

强伸度:德国 Texttechno 公司 STATIMAT 型全自动强伸仪;

织物远红外发射性能:IRE-1 型红外辐射测量仪,测试温度 50℃;

织物抗菌性能:将织物剪成 8~10mm² 的小块,采用振荡法测量细菌杀灭个数,按下式计算出抗菌率:

抗菌率(%) = (振荡前细菌平均数 - 振荡后细菌平均数) / 振荡前细菌平均数 × 100%

供试菌种:大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、巨大芽胞杆菌、荧光假单胞杆菌、枯草杆菌。检测方法参照 FZ/T01021-92。

2 结果与讨论

2.1 原料的共混方式对可纺性的影响

由于国内长丝级聚丙烯原料距工业化生产的要求有一定差距,因此研制远红外细旦丙纶长丝

作者简介:陈宏军,男,31岁,硕士,工程师,从事聚合物改性及化学纤维工艺研究,已发表论文十余篇。

需选用聚丙烯(Y2600)、远红外母粒、降温母粒甚至色母粒等数种原料,选择合适的共混方式使三种甚至四种基本原料混合均匀,是成功进行高速纺丝的基础。研究中发现,如果采用简单的机械共混方式,共混体系很难保证混合均匀,从而导致高速纺丝状态不稳定,易引起飘单丝现象,并且组件压力上升速度较快,组件使用周期缩短(<10h),所得远红外 POY 的各项指标的不匀率较高,后加工性能较差。若采用母粒注射机添加远红外母粒及降温母粒,虽明显改善纤维的可纺性,但纺丝过程的稳定性不够理想,特别是高速纺研制远红外细旦丙纶,对聚丙烯与母粒混合的均匀程度提出了更高的要求。而采用全造粒方式制备远红外高速纺丝用原料(简称远红外 PP),明显改善了可纺性,纺丝状态比较稳定,制得的 POY 的各项指标优良。毫无疑问,要使原料的共混效果得到保证,仅通过熔融纺丝螺杆来同时达到原料的混炼及 PP 的降解,显然是困难的,而全造粒方法从本质上保证了混合与降解的效果。不同共混方式对可纺性的影响见表 1。

表 1 基本原料共混方式对可纺性影响

共混方式	飘单丝现象	断头率	组件压力上升速率($\times 10^5$ Pa/h)	后加工性能
机械混合	较严重	较高	5~10	差
母粒注射	较少	较少	2~3	较好
全造粒	基本无	极少	0.5~1	好

2.2 远红外母粒对可纺性和织物功能性的影响

选择高效的远红外母粒是研制远红外纤维的关键因素之一。一般而言,远红外母粒是由载体树脂、远红外超细粉末及分散剂等组成,其中超细粉末的组成和选择是关键,直接影响着纤维、织物的功能性。远红外超细粉末粒径及其分布、分散剂的选用对可纺性影响较大。一般认为,采用熔纺方法研制远红外长丝,超细粉末的平均粒径应<2 μ m,凝聚粒子数<0.2个/毫克。在远红外母粒添加量相同的情况下,我们研究了四种远红外母粒的可纺性及最终织物的功能性,见表 2。

表 2 不同远红外母粒与织物功能性、可纺性之间的关系

远红外母粒品种	粉末发射率(%)	纺丝情况	组件使用周期(h)	织物远红外发射率(%)	织物抗菌率(%)
1#	91	正常	>72	83	91
2#	92	偶尔有单丝	>48	82	74
3#	92	偶尔有单丝	>60	85	79.5
4#	80	单丝严重	>20	76	61

由表 2 可知,选用不同远红外母粒制得远红

外 PP 的可纺性及织物的功能性相差较大,但各有侧重。综合考虑,1#远红外母粒的质量最优,本研究建议选用 1#远红外母粒。

在选定高效远红外母粒后,添加量的研究成为研制远红外丙纶的又一重要问题。合理的添加量不仅要满足织物功能性方面的要求,还要有利于降低生产成本、提高可纺性,并且所制得的远红外纤维的力学性能应能满足织造要求。表 3 列出了远红外母粒的不同添加量与纤维力学性能及织物功能性发射率之间关系。从表 3 可知,与普通丙纶相比,远红外丙纶力学性能略有下降,这可能与远红外粉末在一定程度上影响了纤维的分子结构,造成结构上的缺陷有关。就功能性发射率而言,则随添加量的提高而上升,当粉末含量为 4.5% 时,织物发射率已达 80%,而应用本研究的测试方法,一般认为发射率高于 80%,纤维的功能性已十分优异。当粉末含量增加到 6% 以上时,发射率的上升速度明显减慢,实践证明,粉末含量高到一定程度时,不仅对功能性无作用,反而使可纺性恶化。综合考虑原料成本、可纺性及生产成本等因素,我们认为选用 1#远红外母粒,其粉末含量为 5% 左右已能满足功能性纤维的要求,并且所得成品丝织造性能良好。

表 3 远红外粉末含量与纤维力学性能及功能性之间的关系

粉末含量(%)	0	3	4.5	6	7.5
POY 强度(cN/dtex)	2.01	1.85	1.81	1.75	1.65
POY 伸长(%)	172.3	175.4	178.6	178.3	182.4
DTY 强度(cN/dtex)	3.12	2.78	2.76	2.64	2.53
DTY 伸长(%)	42.65	39.25	41.58	43.21	42.72
远红外发射率(%)	67	77	80	83	84

2.3 降温母粒对可纺性及纤维结构、性能的影响

降温母粒是由树脂载体与分子量调节剂经造粒而制成,其对聚丙烯的降解性能主要决定于分子量调节剂。分子量调节剂的品种虽繁多,但常用的一般为过氧化物类。我们选用不同降温母粒在相同添加量条件下进行纺丝试验,研究结果见表 4。

表 4 降温母粒对远红外丙纶 POY 加工成形性能的影响

降温母粒类别	纺丝温度(°C)	卷装成形	POY 晶型	POY 后加工性能	DTY 强度(cN/dtex)
A	255~260	较好	准六方	好	2.68
B	270~275	较差	α	差	1.42
C	265~270	较差	α	差	1.35
D	255~260	较好	准六方	较好	2.49

由表 4 可知,选用不同降温母粒,对远红外 PP 结构、加工性能的影响较大。若降温母粒选择

不当,不仅需相应提高纺丝温度,而且纺丝时卷装的胀边凸肚现象较严重,很难退卷,所得 POY 不适于进行假捻变形等后加工处理。本研究所选用的四种降温母粒中,降温母粒 A 降解性能最优,相应的远红外 PP 最适合于进行高速纺丝及后加工,所得纤维的各项指标优良。因此选用降温母粒 A 进行试验。总之,必须选择合适的降温母粒及相应的添加量,才能制得结晶度较低且晶型为准六方型的远红外 POY。我们选择降温母粒 C、添加量为 3% 时作对比试验,从所得远红外 POY 的 X 衍射图谱可知,在 1900~2700m/min 的纺丝速度下,图谱呈较强的多峰结构,晶型均为较稳定的 α 晶型,这种晶型结构不利于进一步的后加工处理。表 5 为其相应的结晶度。从表 5 可知,降温母粒选择不当会导致结晶度偏高,即使纺丝速度降至 1900m/min,结晶度也高达 45.9%,这对后加工也是不利的。

表 5 不同纺丝速度所得远红外丙纶 POY 的结晶度

纺丝速度(m/min)	1900	2100	2300	2500	2700
结晶度(%)	45.9	49.0	49.7	51.3	53.3

3 结论

1. 聚丙烯 Y2600、降温母粒、远红外母粒采用全造粒的共混方式,能有效地改善共混均匀程度,全造粒远红外 PP 有良好的高速纺丝性能。

2. 远红外母粒的选择与可纺性及织物的功能性关系密切,本研究认为选用 1# 远红外母粒,粉末含量为 5% 左右,可制得综合性能优良的纤维及织物。

3. 降温母粒对高速纺远红外 POY 的超分子结构有较大的影响,选择合适的降温母粒和添加量能使预取向丝的结晶度降低,且结晶形态发生转变,由较稳定的 α 晶型转化为易于后加工为准六方晶型。

参 考 文 献

- [1] 张兴祥. 纺织学报. 1994, 15(11): 530~533
- [2] 刘建勇等. 印染助剂. 1994, 11(2): 27~30
- [3] 赵家祥等. 纺织技术. 1997, 25(9): 545~548
- [4] 李良训等. 合成纤维. 1999, 28(2): 16~18

STUDY ON SPINNABILITY OF FAR-INFRARED POLYPROPYLENE POY AND ITS STRUCTURE AND PROPERTIES

Chen Hongjun Xu Xiaochen Yan Guoliang Chen Kequan

(The National Engineering Research Center for Synthetic Fiber 200540)

Abstract

The relationships between materials blending ways, the choice for far-infrared masterbatch and temperature-reduced masterbatch and spinnability, fiber structures, fiber functions and properties were discussed. It provides the basis for successfully producing far-infrared polypropylene POY.

Key words: blending way far-infrared masterbatch temperature-reduced masterbatch fiber structure property

行业动态

新颖实用的高科技纤维

日本最近推出一系列用途广泛的高科技实用性纤维产品,倍受消费者的青睐。

① 太阳能纤维:其含有一种能吸贮太阳光能的化学成份碳化锆。碳化锆是太阳能发电机的基本元件,它易于有效地吸收太阳光能,并可将已吸收的太阳光能“锁住”,不会将能量漏失。含碳化锆纤维能吸收波长小于 2 微米的太阳光,并将光能转变为热能;同时,将波长大于 2 微米的光线反射掉。经测太阳光中 95% 以上的能量集中在波长 0.3~2 微米的范围内,而人体热辐射的波长在 10 微米左右,这就是“太阳— α 纤维”在冬季室外阳光下能保温取暖的奥秘所在。“太阳— α 纤维”特别适用于制造冬季运动服装及登山、探险防寒服。

② 芳香纤维:借鉴“特种化纤”的多微孔吸附原理,使纤维中“粘嵌”品种各异的芳香浓缩晶形物。用这种纤

维制成的服饰,会持续散发出各种有益香气,使人醒脑明目、心情愉快。

③ 热变色纤维:其纤维的表面上均匀地涂覆着数以万计具有“热敏感”作用的染料“微囊”。这些染料微囊具有随外界温度的高低舒张或收缩的特性。根据光线的折射、反射原理,服装面料会因温而变,不断呈现出各种炫目美丽的颜色。

④ 仿生纤维:它是一系列精确模仿自然界生物色彩的纤维。如有一种名称“形态纱”的纤维,就是基本模仿巴西亚马逊河原野丛中生长着的一种彩色蝴蝶翅膀上的微细图案而制作的。其纤维纱线结构扁平,异形截面的长丝排列紧密、规则,似乎再现了大自然生物翔舞飘逸、色彩艳丽的迷人姿色,故颇受妇女们的欢迎。

(薛志成)