

远红外细旦丙纶 POY 纺丝工艺的研究

宗纪鸿 徐明 孟涛 许云勇 杜伟 (中原石油勘探局舒普凡化纤厂 457001)

摘要

采用塑料级聚丙烯切片与远红外母粒共混改性造粒,制成高熔融指数的远红外高速纺专用料进行纺丝。对远红外细旦丙纶 POY 工艺条件及参数进行了分析探讨。讨论了远红外专用料以及干燥条件、组件、过滤器等纺丝工艺参数对 POY 可纺性的影响,确定了远红外细旦丙纶高速纺丝最佳工艺参数。

关键词:聚丙烯 远红外 丙纶 POY 工艺

随着人民生活水平的提高,人们对于环境卫生与自我健康日益重视。近年来,把医疗保健与日用纺织品相结合,创造一个以“生命、健康、舒适”为主体的事业正在蓬勃发展。远红外纤维是在 80 年代中、后期开发出的一种具有促进微循环和加速血液循环作用的新型功能纤维,在国内得到了广泛的研究与开发。目前,国内市场上的远红外丙纶长丝主要在 2dtex 以上,为了充分体现细旦丙纶“透气、导湿”的特点^[1],达到贴身服用尽可能发挥远红外保健功能的目的,我厂进行了远红外细旦丙纶低弹丝(111dtex/72f)的开发。我们采用塑料级聚丙烯切片与远红外聚丙烯母粒共混改性造粒,加工成高熔指的远红外高速纺专用料,用 POY-DTY 工艺进行远红外细旦丙纶长丝的开发工作,由于原料经过造粒双螺杆、纺丝螺杆的两次处理,使得远红外陶瓷粉在熔体中均匀分布,提高了可纺性,并且纤维质量均匀、稳定。本文主要对其纺丝工艺进行探讨。

1 实验

1.1 原料

聚丙烯切片:中原石油化工有限公司生产的塑料级 PP 切片 T30S, MFI 3g/10min; 等规指数 ≥ 94%; 灰份总量 ≤ 130ppm; 拉伸屈服伸长率 12%。

远红外聚丙烯母粒: MFI 35g/min; 陶瓷粉含量 20%。

1.2 仪器与设备

国产 YG023 强力仪; 德国 KMGME 卷缩仪。

国产 SHJ-58 双螺杆挤出机; FBCD 型干燥

机; 国产螺杆挤压机 JK81-65-25、卧式; 德国 BARMAG 公司卷绕头 CW6T。

1.3 工艺流程及参数

工艺流程:

PP 切片 T30S + 远红外母粒混合改性造粒 → 远红外切片干燥 → 螺杆挤压熔融 → 熔体预过滤 → 纺丝 → 冷却 → 上油 → 卷绕 → 后加工(加弹) → 物检、分级 → 包装。

工艺参数见表 1。

表 1 165dtex/72f 丙纶 POY 纺丝工艺条件

改性造粒温度(℃)	160~210	计量泵频率(Hz)	35.6	
干燥温度(℃)	100	泵供量(g/min)	30.8	
熔体温度(℃)	270	油剂浓度(%)	12	
联苯温度(℃)	272	油泵频率(Hz)	30	
预过滤器后压力(MPa)	7.0	导丝辊 1 速度(m/min)	2840	
制吹风	风速(m/s)	导丝辊 2 速度(m/min)	2860	
	风量(℃)	卷绕角(°)	7.0	
	湿度(%)	70	卷绕速度(m/min)	2800

2 结果与讨论

2.1 远红外高速纺专用料

首先采用纤维级聚丙烯切片与远红外母粒按比例混合后加入干燥系统直接纺丝的路线,为达到良好的可纺性,我们严格控制远红外聚丙烯母粒中远红外陶瓷微粉的粒径、含量,要求远红外长丝生产中所用的远红外陶瓷粉的平均颗粒直径小

作者简介:宗纪鸿,男,工程师,31岁,化工机械专业,副厂长,曾主持中国石化集团公司的“0.5dtex 超细丙纶 POY-DTY 长丝及织物开发”和“远红外细旦丙纶长丝开发与生产”项目的开发工作,已发表论文 3 篇。

于 $1.2\mu\text{m}$,最大尺寸不超过 $2\mu\text{m}$ 。在试纺时,出现POY断头多、纤维指标不匀、丝的色泽有差别、等级品率低的现象。为此,我们改变方法,采用中原乙烯的塑料级聚丙烯切片T30S与远红外母粒共混进行改性造粒,制成远红外高速纺专用料(MFI $35\text{g}/10\text{min}$)实行全造粒方法纺丝,经过造粒螺杆、纺丝螺杆的两次混合,使微粉与聚合物熔体充分混合均匀,熔体流动性和均匀性好,使可纺性得到大大提高,保证了纤维的物理指标,纤维一等品率达到90%以上。远红外高速纺专用料及母粒直接加入法可纺性对比情况见表2。

表2 远红外高速纺专用料及母粒直接加入法可纺性对比

项目	POY满筒率	断头	成型	DIY一等品率
全造粒	80%	少	较好	93%
纺前加入	70%	多	差	72%

2.2 远红外高速熔融纺丝(POY)

2.2.1 远红外切片的熔融指数确定

进行改性造粒时,远红外母粒的添加量为20%,切片中陶瓷粉的含量为 $<4\%$,切片中陶瓷粉对熔体的流动性有很大的影响,经过对不同熔融指数的远红外切片的试纺来最终确定远红外高速纺专用切片的指标。通过对MI 25~45的专用料试工艺调整、POY指标测试,认为MI达到35以上可以满足高速纺的要求。试验结果见表3。

表3 不同MI专用料的试纺情况

MI	25	30	35	40	45
纺丝温度($^{\circ}\text{C}$)	282	280	276	270	270
断裂强度(cN/dtex)	2.6	2.5	2.3	2.2	2.0
卷绕成型	较差	尚可	良好	良好	良好

2.2.2 干燥要求

由于丙纶的化学组成在结构上没有极性基团,其疏水性的化学结构使丙纶对干燥要求并不严格。但是,远红外丙纶的纺丝却不能忽视这个问题。由于陶瓷粉的加入已经改变了切片与水分子的亲合性,其吸湿性高于常规丙纶^[2]。主要表现在:①在其它干燥条件不变时,要达到正常纺丝要求的干燥效果,其干燥时间不少于6小时,高于纯丙纶切片的干燥时间(4小时);②干燥好的切片在纺丝之前与空气接触后切片的水分含量明显增大,显示出远红外切片较高的回潮性。在我厂生产过程中相同干燥条件下,纯丙纶的干燥效果可达到切片水分含量小于 40ppm ,而远红外切片水分含量却只能达到约 120ppm 。因此,强化远

红外切片的干燥效果,并保证干燥好的远红外切片在纺丝前不得再与大气空气接触是非常必要的。通过纺丝试验,切片含水在 100ppm 以下可满足工艺要求。

2.2.3 预过滤器及组件

①过滤性能:过滤性能主要体现在预过滤器及组件上,由于远红外丝要求有较高的发射率,故应当有较低的过滤精度来保留远红外陶瓷粉,同时也保证了预过滤器的切换周期;但高速纺要求杂质含量要低,单丝纤度为 1dtex 时,丙纶单丝直径约 $12\mu\text{m}$ 。如何选择一定精度的预过滤器滤芯及组件过滤结构是必须考虑的。另外,对陶瓷微粉粒径指标要严格控制,以减少纺丝断头、毛丝现象;同时,过小的微粉在制备母粒时,均匀分散也是问题,产生积聚的后果是纺丝断头;从价格方面考虑,过细的微粉价格昂贵,增加了成本。通过实验,用于细旦远红外长丝生产时,采用预过滤器滤芯 40μ 及200目过滤网既能保证正常纺丝,又能保证有较长时间的预过滤器及组件使用周期:过滤面积为 1.5m^2 的预过滤器过滤熔体20吨以上才切换,纺丝组件使用周期大于240小时,远超过同类厂家144小时使用周期。既降低了消耗及劳动强度,又提高了生产效率,使纤维中陶瓷粉的含量控制在4%左右,保证了远红外发射率,经中国计量科学研究院测试,远红外发射率为92%。

②关于喷丝板孔长径比的确定:由于聚丙烯的熔体粘度大,非牛顿性强,纺丝时挤出膨化现象明显,因此熔体细流拉伸性能差,使初生纤维卷绕困难^[3,4]。除从工艺方面调整外,采用喷丝板的毛细孔长径比1:4,使熔体在较长的孔道中能将弹性形变松弛掉,降低膨化率,防止熔体破裂,增加可纺性。实践证明这种做法是切实可行的。

2.2.4 纺丝温度

远红外聚丙烯熔体对纺丝温度变化比较敏感,一方面是丙纶本身比热较大,另一方面,远红外陶瓷微粉具有蓄热能力。因此,纺丝温度的合理控制、调整对生产合格POY是至关重要的。纺丝温度高,冷却困难,由于没有充分凝固,丝束经过丝路上的油嘴时,容易磨损积聚成聚合物颗粒,并且顺着丝束带到导丝钩上,易造成断丝、缠辊。小颗粒进入POY后,使后纺加弹困难,出现断头现象。若纺丝温度太低,熔体流动性差,不仅造成

断头、缠辊现象,而且纤维结构取向不稳定,易造成回缩抱筒现象,不能正常生产。在细旦丙纶远红外 POY(165dtex/72f)纺丝时,纺丝温度取 270~275℃较合适。

2.2.5 侧吹风工艺

丙纶具有较大的比热容,而远红外丙纶由于功能粒子的加入进一步增大了熔体的比热容,所以,高速纺远红外丙纶要特别注意侧吹风的调节,以确保丝条的冷却效果。对 165dtex 的远红外丙纶,采用风温 11~15℃、风速 0.5~0.7m/s 较为合适。

2.2.6 纺丝油剂

由于远红外陶瓷粒子镶嵌于纤维基体内部和表面,在高速纺丝时,与各导丝瓷件间的摩擦较大,在纺丝过程中碎屑明显增多,要求油剂具有良好的抱和性、润滑性和充足的上油,以减少丝条运行过程中的摩擦,减少并消除毛丝,使 POY 的加工性能提高。经过试验认为上油率需大于 1.0%。

2.2.7 卷绕

由于陶瓷粒子的存在,在纺丝拉伸时,纤维轴向上受到的拉应力更大,断裂强度有所降低,为避免出现单丝断裂而毛丝,远红外丙纶的纺丝速度应较纯丙纶低,在 2800m/min 速度下能够顺利纺丝。

为保证 POY 丝饼的成型,可以从卷绕张力和卷绕角方面进行调整。在生产过程中,针对丝饼凸肚现象,可以调节上下导丝辊的速度,调整各辊间丝束张力变化,最终减小卷绕张力,以减少丝的回缩。同时适当提高卷绕成型角,对成型问题有显著改善。在 POY 纤度 165dtex 时,控制卷绕张力 8~12cN、卷绕角为 7~8°较为合适。

2.2.8 远红外 POY165dtex/72f 物理指标(见表 4)

表 4 远红外 POY165dtex/72f 主要物理指标

项目	标准	实测指标
线密度偏差(%)	±5	0.36
线密度 CV 值(%)	0.6	0.28
断裂强度(cN/dtex)	1.9	2.2
断裂强度 CV 值(%)	7	3.61
断裂伸长率(%)	M±20	140
断裂伸长率 CV 值(%)	7.0	3.42
沸水收缩率	3.0	1.4

注:M 值可在 120~170 范围内选择。

2.2.9 远红外 POY165dtex/72f 的后纺可加工性

采用全造粒方法加工的 POY 各项指标比较好,在后纺加工时,工艺容易调整,DTY 成品物理指标优良,在下游厂家织造时,普遍反映断头少、疵点少,面料成品率高。

3 结论

1. 采用全造粒方法将塑料级聚丙烯切片与远红外母粒共混改性造粒,制成远红外高速纺专用切片。

2. 根据远红外聚丙烯切片的特点,充分干燥后,综合考虑预过滤器、组件、纺丝温度、侧吹风、纺丝油剂及卷绕等参数,确定了远红外丙纶 POY 的最佳工艺条件,所制得的 POY 物理指标优良,易于 DTY 加工。

参 考 文 献

- [1] 陈彦模等.合成纤维工业.2000,23(1):23
- [2] 张兴祥等编.合成纤维工业.1996,19(3):9
- [3] 徐心华,李允成.涤纶长丝生产.北京:纺织工业出版社,1989
- [4] 董纪震等编.合成纤维生产工艺学(下).北京:中国纺织出版社,1996:307

RESEARCH ON THE SPINNING PROCESS OF FAR-INFRARED FINE DENIER PP POY

Zong Jihong Xu Ming Meng Tao Xu Yunyong Du Wei

(Zhongyuan Petroleum Exploring Bureau SUPERFINE Chemical fiber Factory 457001)

Abstract

By blending Plastic grade PP chips and far-infrared matrices, the far-infrared special raw material with high melt index was prepared for high speed spinning. The influence of the spinning process parameters such as far-infrared special raw material, desiccation condition, spinnerette, filter etc on spinnability of PP POY production were analyzed. The optimal technological parameters for far-infrared fine denier PP POY were determined.