

经验交流

丙纶超短纤维的开发

潘冬娟

(温州合成纤维厂,325003)

探讨了丙纶超短纤维的加工技术,采用德国纽马格公司的短程纺生产线和适当的工艺条件,加工出 3.3dtex×5.0mm 的丙纶超短纤维。

关键词:超短纤维 丙纶 短程纺,聚丙烯纤维

1 前言

丙纶超短纤维是专门为湿法非织布应用而生产的特种纤维,是作为一种热塑性纤维混合在纤维素纤维中,在纤网加热加压时熔融,产生粘合加固作用,所以它必须符合湿法非织布的原料要求,即纤维在水中应具有良好的分散性,在制浆时能打散成单纤分散在水中,这牵涉到纤维的长度与线密度之比、纤维的卷曲性、吸湿性及切断质量好坏等因素,此外还要求纤维的熔点较低,以利于热轧,并且无毒,符合 GB9688-88 食品包装用聚丙烯树脂卫生标准。因此,在试制过程中,我们着重在这几方面进行探索。

2. 试验条件

2.1 设备简介

德国纽马格公司制造短程纺设备。该条生产线将传统的纺拉工艺合并为一步法,其中的高速拉伸、高速卷曲及高速切断使短纤维加工工艺有了新的发展,三对导热辊完成拉伸定型工序,工艺速度可达 1600m/min;

卷曲变型箱热空气压力 1.3MPa,最高温度 300℃,NM2%型切断机,转盘式,速度为 230~2000m/min。

2.2 工艺流程

工艺流程如图 1 所示。

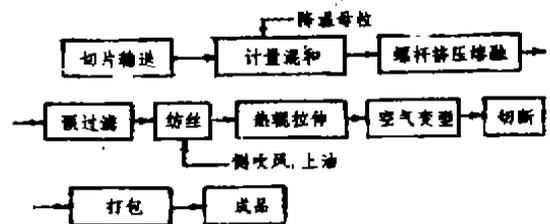


图 1 工艺流程框图

2.3 原料

使用的多数原料是薄膜、拉丝级树脂, MFI 在 4.0 左右,根据原料的性能制订工艺参数,并对预过滤器,喷丝组件进行了改进,从而确定了产品质量,开拓了原料的使用范围。

3 实验结果与讨论

3.1 纺丝温度

为使纤维的熔点偏低,利于热轧,必须提

高纺丝温度。因为 PP 分子量高,刚熔融的熔体粘度较高,流变性能差,难以成形,只有提高纺丝温度,才能使聚丙烯大分子在流经挤压机的短时间内发生降解,分子量下降。这样大分子的缠结数减小,大分子链容易运动,熔体的切变粘度和拉伸粘度随之下降,纵向速度梯度 $dv(x)/dx$ 变小,拉伸应力 σ_s 也相对减小,容易生成低取向度的初生纤维。试制中,在不改变其它工艺条件的情况下,改变熔体温度进行试纺,熔点随温度的升高而降低,但熔体温度高于 280°C 时,易发生毛细破裂,则可纺性差。我们根据设备特点,如螺杆直径大($\phi 130\text{mm}$),长径比 28:1 及六区带有混合销钉和各分配管前装有静态混合器等特点,将熔体温度控制在 270°C 左右。在特殊情况下加降温母粒,使低熔融指数的原料也能纺丝。

3.2 纺丝速度

聚丙烯熔体的粘弹性高,纺丝的临界剪切速率 $\dot{\gamma}$ 一般比 PA 及 PES 低一个数量级,在纺丝速度较高,即剪切速率较高时,易造成纺丝稳定性差,甚至无法纺丝。但纺丝速度过低,熔体在管路中停留时间较长,导致熔体发生裂解,也会发生毛细破裂。为加强纺丝的稳定性,我们选用的喷丝板孔径 0.4mm , L/D 为 4:1,从而减少了熔体的孔口膨化,使纤维成型均匀。喷头拉伸比的大小影响着初生纤维的结晶度和晶体结构,喷头拉伸比大于 90 倍左右时,初生纤维的密度随喷头拉伸倍数增加而迅速增加,如图 2 所示^[1]。因此,生产中将纺丝速度设定在 $480\text{m}/\text{min}$ 左右,以控制喷头拉伸比在 90 倍以内。

3.3 冷却条件

聚丙烯是典型的立体规整性高聚物,非常容易结晶,其结晶速率随着温度的降低而迅速增加。在生产中,我们为避免初生纤维成为 α 变体,将纤维的细化取向和固化结晶相对分开,在侧吹风上部 100mm 采用挡板挡

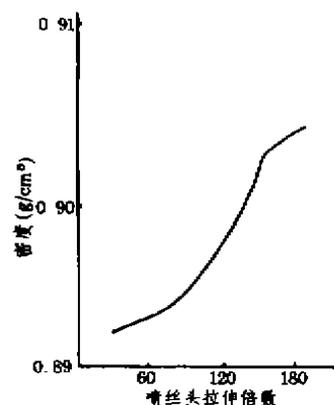


图 2 喷丝头拉伸倍数和密度的关系

除。这样,速度梯度 $dv(x)/dx$ 增加很大,大分子虽然流动取向,但此时丝条温度很高,大分子解取向也很严重,所以取向度的增加并不大。在固化区,采用 $10\sim 15^\circ\text{C}$ 的冷却骤冷,在高冷却速率下,电子丝条温度较低,分子链活动能力差,链段不能自由地彻入晶格,高聚物固化为热力学上不稳定的准晶结构。经试验,熔程随冷却风温的降低而增长。我们根据纤维的熔程变化,设定风温 $10\sim 14^\circ\text{C}$,风速 $0.5\sim 0.6\text{m}/\text{s}$,风压 $4.0\times 10^3\text{Pa}$ 。

3.4 上油

在生产中,对油剂的要求特殊。首先必须无毒,符合卫生标准;其次必须适合湿法造纸工艺,湿法造纸要求油剂含量低,不起泡沫,在水中分散性好,这要求油剂含有亲水基团;此外要符合纤维加工工艺,在生产过程中,油剂要承受 170°C 左右的高温,所以油剂除具有良好的集束性、抱合性、抗静电性外,还要耐高温,使丝条在高速拉伸、高速卷曲中能顺利通过喷嘴。

3.5 拉伸

初生纤维的结构基本上是低取向的准晶结构或以准晶为主的混晶结构,其结晶度一般在 $45\%\sim 60\%$ 。丙纶超短纤维的拉伸是采用高速低倍、低温拉伸,选择拉伸速度

1500m/min, 拉伸倍数 3.1 倍, 拉伸温度 90~115℃, 得到的是一种缺陷较多的结构, 经测试, 结晶度为 59.6%, 熔点 170.8℃, 比较适合湿法造纸中的热压工艺。

3.6 空气变形

从本产品的用途而言, 不需要空气变形, 但不符合纤维加工工艺, 要使丝束顺利通过喷嘴, 必须有一定的温度和压力, 过高的温度单丝会熔化粘结, 并堵塞喷嘴, 我们选择热空气压力 1.1~1.2MPa, 喷嘴实际温度 170℃ 以下。

局部真空是使丝束瞬间塑化的关键, 负压的大小直接决定纤维的卷曲度。负压太低, 纤维不易卷曲, 出喷嘴后很松散, 对辅丝切断不利; 负压太高, 卷曲度好, 纤维难伸直, 在造纸打浆时易生成团状, 影响造纸加工, 故选择真空度 $3.4 \times 10^3 \text{Pa}$, 以满足供需双方的工艺要求。

3.7 切断

切断长度和切断质量是本产品的关键, 纤维的长度与直径之比越大, 在水中的分散

性能越差, $3.3 \text{dtex} \times 2.5 \text{mm}$ 分散性虽好, 但加工困难, 因此, 确定为 $3.3 \text{dtex} \times 5.0 \text{mm}$ 。

打浆时超长纤维极易在纤维悬浮浆中生成纤维团状, 无法成网, 而纤维端面的粘结点又使纸张破损, 两者均无法使造纸正常生产, 所以超长纤维控制在 30.0mg/100g 以下, 纤维的端面粘结点 3 个/5g (10~20 根), 20 根以上不允许存在。

4. 结束语

该产品经使用后认为, 其纤维长度均整, 无连刀纤维, 纤维无并丝, 在使用过程中无泡沫, 分散性好, 符合造纸的要求, 能代替日本同类产品, 可用于食品包装材料、过滤纸, 也可用作玻璃棉纸的增强剂、耐火砖的填充剂等等。

5 参考文献

1. 孙友德, 吴立峰. 丙纶. 广东科技出版社, 105, 1987.

DEVELOPMENT OF POLYPROPYLENE SUPER STAPLE FIBRE

Pan Dongjuan

(Wenzhou Chemical Fibre Factory)

ABSTRACT

The process of PP super staple fibre was discussed. PP super staple fibre of $3.3 \text{dtex} \times 5.0 \text{mm}$ was produced on Neumag's compact spinning line.

Keywords: super staple fibre; polypropylene (PP)