

# 丙纶中空三维卷曲纤维生产工艺探讨

沈明华

(江苏华阳轻绒制品有限公司)

摘要:本文叙述丙纶中空三维卷曲纤维的生产设备和工艺,并对工艺进行探讨。

## 一、前言

丙纶中空三维卷曲纤维是以聚丙烯(代号PP)为主要原料,采用圆中空C型喷丝板经非对称冷却成型纺丝、拉伸、卷曲、切断而成的一种新型合成纤维。它质体轻飘、色泽白洁、手感光滑、柔软,有良好的膨松性和回弹性。用它作为玩具、被褥、睡袋、衣服衬芯等填料,不仅有天然羽绒的保暖性,还具有轻型、卫生无有害物质滞留和扩散、耐洗涤、不虫蛀霉变的特性,尤其是它比重轻,作为填料与涤纶短纤维相比可节约填料近30%,同时该产品生产工艺简单,能耗低,原料价格低廉,来源广泛,供应有保障,因此该产品有着十分广阔的市场前景。我公司通过生产积累了一些经验,现将生产情况介绍如下,供广大化纤生产企业参考。

## 二、实验

### 1 主要原辅材料

1.1 切片:上海石油化工股份有限公司塑料厂产高流动指数切片,MI=26;

1.2 油剂:安徽绩溪有机化工厂产丙纶前后纺专用油剂和丙纶综合硅油;

### 2 生产设备

VD405 纺丝卷绕机(螺杆直径Φ80mm,长径比25:1);VD525C 牵伸机;S655Z 卷曲机;CS 罗姆斯切断机;ZSV600

烘燥机;MDY200 型打包机。

### 3 测试仪器

XQ-1 强伸度仪;YG321 比电阻仪;Y(B)301-I 条粗测长仪;Y172 切片器;QDF-2 电风速计;Y101 原棉分析机;YG362A 卷曲弹性仪;英式弹性测试仪。

### 4 工艺流程

切片→筛料→料斗→螺杆挤压机熔融→熔体过滤→熔体输送→计量泵→喷丝板组件→纺丝→环吹风冷却成型→卷绕→落丝→集束→导丝牵引→硅油浴→蒸汽浴→牵伸→卷曲→切断→热定型→检丝→打包→入库。

### 5 实验主要工艺参数(见表1)

表1 6.67dtex PP 中空三维卷曲纤维实验主要工艺

序号	项目	单位	工艺参数
1	喷丝板型号	代号孔一 形状×φmm	PRA160-150 -C×1.2
2	纺丝温度	℃	240-285
3	熔体压力	MPa	4-5
4	计量泵转数	rpm	35
5	泵供量	g/min	280
6	纺丝速度	m/min	810
7	前上油浓度及转数	%,rpm	0.8,35
8	卷重	g/25m·位	7.2±0.1
9	环吹风风速	℃	16±1

10	环吹风中心风速	m/s	6.5
11	吹风高度	mm	45
12	集束总旦数	万旦	30
13	总拉伸倍数	倍	4.2
14	一级拉伸比	%	100
15	硅油浴温度	℃	50±2℃
16	硅油浓度	%	12.5
17	过热蒸汽温度	℃	102±2℃
18	卷曲机主压力	MPa	0
19	切断机装刀数	把	27
20	热定型温度	℃	100—130

### 6 6.67dtex PP 中空三维卷曲纤维成品的主要指标(见表2)

表2 6.67dtex PP 中空三维卷曲纤维成品的主要指标

序号	项目	单位	指标值
1	纤度	dtex	6.69
2	卷曲数	个/cm	3.74
3	压缩弹性率	%	39.4

## 三、生产工艺探讨

### 1 原料的选择

生产丙纶中空三维卷曲纤维,要求原料熔融指数较高,且分子量分布较宽为好。因为熔融指数越小,熔体的特性粘度就越高。熔体越不易成型,这是因为熔体的粘度越高,熔体的松弛时间相对减少,弹性贮能增加的缘故,因此要选择熔融指数较高的切片。较宽的分子量分布是为了在纺丝过程中,切片中的高低分子在喷丝板处产生流速差异,以促进和强化纤维不对称结构的形成,从而使纤维形成潜在的自卷性能。

### 2 纺丝温度

生产丙纶中空三维卷曲纤维要求采用较低的纺丝温度。这样便于分子的排列和取

向,有利于初生纤维产生不对称结构,如果温度过高,熔体容易产生丝条粘附喷丝板面,造成大量的注头和浆块,恶化纺丝质量,同时温度过高容易使聚合物分解成单体滴到环吹风的滤网上,把滤网粘糊起来,造成丝束冷却不均,但温度又不能太低,温度太低,熔体在喷丝孔中剪切应力大,会出现熔体破碎而使熔体可纺性差,因此要根据具体情况,合理地选择纺丝温度。

### 3 冷却条件的控制

冷却条件的好坏直接影响纤维是否具有潜在的自卷性能和自卷性能的强弱。要求纤维本身存在不对称结构,这就要使丝条在各个方向上受到不同的冷却效果。我公司使用的环吹风,采用高速低温冷风骤冷单面丝束,并调节吹风高度。同时为了确保冷却风无紊流存在,在吹风窗上蒙上一层特别的无纺布,在这里风温风速很重要,如果风温过低或风速过高,会使丝束冷却过度,过早固化导致结皮,造成丝束表面发硬,不光滑,同时容易造成丝束不稳定,产生飘荡,造成丝束冷却不均,单丝性能不一;如果风温过高或风速过低,又会使丝束冷却不够,达不到骤冷的目的,同时又容易产生并丝。因此在生产中如何使风温和风速互相匹配好,是生产丙纶中空三维卷曲纤维的关键之处。

### 4 牵伸次数

生产丙纶中空三维卷曲纤维,采用一次牵伸为宜。因为二次牵伸的二道牵伸是在较高温度下进行,使纤维获得约20%的结晶度,制取三维卷曲纤维,牵伸时由于结晶度的增加,降低了一部分高分子松弛收缩能力,削弱了纤维结构的不对称性,减少了纤维的自卷效果,因此采用一次牵伸为宜。

### 5 牵伸倍数

丙纶中空三维卷曲纤维是采用圆中空C型喷丝板经非对称冷却纺丝拉伸而成的。因而纤维存在不对称分子结构,同时纤维是中空的,那么就造成拉伸性能比普通纤维

差。如果拉伸倍数过大,加速了大分子沿轴向排列均匀化,使卷曲收缩能力消失。同时纤维容易破裂,产生断丝、毛丝,故拉伸倍数不能过高;如果拉伸倍数过小,则达不到拉伸的目的,同时由于拉伸不足,纤维容易产生僵并丝,影响产品质量,因此拉伸倍数通常在4.2倍左右。

#### 6 拉伸温度

生产丙纶中空三维卷曲纤维,拉伸温度要适当,因为太高的拉伸温度会使整根纤维拉伸性能趋于一致,并加速结晶,结晶的增加起到交联点作用,减少了纤维内部的应力差和超分子结构差异,起到抑制卷曲作用,反之,如果温度过低会产生毛丝和断头,直接影响产品质量,所以拉伸温度通常在110℃以内。

#### 7 卷曲

丙纶中空三维卷曲纤维是采用圆中空C型喷丝板经非对称冷却纺丝拉伸而成的纤维。由于本身四周分子结构的不对称而呈现三维螺旋卷曲的,因此需不需要加机械卷曲,是我公司探讨的一个问题。通过实践,我们认为无需加机械卷曲,在生产中将卷曲机丝束出口处垫高20mm,卷曲主压力为零这样可使丝束通过卷曲室时更流畅,避免丝束与刀、侧板间剧烈摩擦产生局部过热而发生熔斑现象,造成卷曲斑点。

#### 8 松弛热定型

初生纤维由于非对称冷却而潜在的自卷性能,经拉伸,由于分子取向和结晶结构两种不同超分子结构产生不同的收缩而绕轴向产生扭转,形成部分三维卷曲,但这种卷曲还未完全显示,同时其纤维形态结构不稳定,尚需通过高温热定型来缩短分子链的松弛时间,增加结晶度,使卷曲及时地完全显现固定下来。在实际生产过程中将纤维切断,使纤维处于完全的自由状态,这样可避免长丝束中各单丝同在热收缩时相互牵制约束,使每根短纤维松弛收缩更为充分,潜

在卷曲呈现完全,这样纤维卷曲效果好,同时可克服因三维卷曲的显现,纤维切断长度实际偏长的缺点,在生产中,松弛热定型温度为100—130℃,热定型时间为10min左右。如果温度过高,时间过长,则会造成成品纤维颜色发黄、丝变脆,影响产品质量,如果温度过低,时间过短,则会造成纤维结构性能不稳定,分子链松弛时间长,产品蓬松回弹性能差。

## 四、结论

1. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,应尽可能采用熔融指数较高,分子量分布较宽的切片;

2. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,要求采用较低的纺丝温度;

3. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,要严格控制好冷却条件,风温、风速的互相匹配得当是纺丝成型的关键;

4. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,采用一次拉伸为宜;

5. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,拉伸倍数应控制在4.2倍左右;

6. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,拉伸温度要适当;

7. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,无需进行机械卷曲;

8. 纺制丙纶中空三维卷曲纤维,通过松弛热定型,才能将潜在的自卷性能完全显现固定下来。

## 五、存在问题

1. 同规格同长度的丙纶中空三维卷曲纤维的压缩回弹性能不如涤纶中空三维卷曲纤维。

2. 丙纶切片纺丝过程中由于受高温分解的单体滴到环吹风的滤网上容易堵塞,不便清洗。