

EVA/PP共混纤维的超分子结构与力学性能的研究

王 兵 赵家森

(天津纺织工学院)

【摘要】 研究表明,共混纤维中EVA和PP未形成混晶;后处理未使PP组分的结晶结构发生转变,但对结晶度有影响,EVA使共混纤维的表观结晶度降低,但使PP组分的结晶度提高。纤维的平均取向度、晶区取向度与拉伸比成折线关系。EVA使纤维的力学性能有所降低,而拉伸可使其力学性能提高。

关键词: EVA/PP 共混纤维 超分子结构 力学性能

中图分类号: TS102.528

目前,在国外市场上开发出许多芳香纺织品,如芳香絮棉、芳香手帕、芳香围巾、芳香窗帘、芳香领带等。芳香纤维即是70年代开发80年代中期迅速发展起来的一种新型功能纤维。制备芳香纤维的技术多集中于日本,欧美尚未开发。在我国,芳香后整理技术已有应用,芳香织物已开始发展和流行,但芳香纤维尚无研制报道。

我们用EVA/PP共混纤维作为基体,研制出性能优良的丙纶芳香纤维。本文主要研究EVA/PP共混纤维的超分子结构与力学性能。

一、实验部分

1. 主要原料

(1) 聚丙烯树脂,中国石化辽阳石油化纤公司生产,MI=(17~18)g/10min, $T_m=171.18^\circ\text{C}$ 。

(2) 乙烯-醋酸乙烯共聚树脂,化工部上海化工研究院生产,VA含量(Wt%) 30 ± 2 (皂化法测定), $T_m=81^\circ\text{C}$ 。

2. EVA/PP共混纤维的纺制

用已干燥过的EVA/PP共混物切片在自制的微型柱塞纺丝机上熔融纺丝,制备出直径约为 $20\sim 25\mu\text{m}$ 的EVA/PP共混纤维。

3. EVA/PP共混纤维的后处理

初生共混纤维在室温下平衡48h后,在自制的拉伸装置上进行热拉伸。将平衡后的拉伸纤维作紧张热定形。

4. X—ray衍射分析(WAXD)

采用日本Rigaku D/max+A型X—ray衍射仪,将EVA/PP纤维平行绕成束进行赤道反射连续扫描,扫描范围 $2\theta=10\sim 30^\circ$ 。对最强衍射峰进行方位角透射扫描,测取方位角方向强度分布曲线图。

5. DSC分析

在Perkin—Elmer DSC—2型差示扫描量热仪上测试,用计算机处理数据,测升温曲线。

6. 声速法测取向度

采用SSY—1型声速仪,用多点法测共混纤维的声速取向因子 f_s 。

7. 纤维力学性能的测试

采用国产YG001A型纤维电子强力仪。单根纤维初始长度为10mm,拉伸速度为 $5\sim 60\text{mm}/\text{min}$ 。

二、结果与讨论

1. EVA/PP共混纤维的超分子结构

(1) EVA/PP共混纤维的结晶结构

从图1看出,纤维结晶结构为 α 晶,特征峰 2θ 为 14° 、 16.8° 、 18.4° ,由于晶粒高度取向,位于 21.2° 和 22.1° 的(131)、(111)衍射峰主要出现在与拉伸轴 45° 的方向,因此赤道方向没有衍射出现。在EVA/PP=20/80纤维WAXD图谱上可分解为EVA和PP各自的谱图。EVA(200) 2θ 为 23.4° , (110) 2θ 为 21.2° ,两衍射面 2θ 相差只有 2.4° ,在WAXD谱图上 21° 处出一单峰,由于含量少,故此峰较弱。而EVA/PP=10/90中,EVA含量更少,观察不到EVA特征

峰。PP 组分的特征峰并未由于 EVA 的存在而发生改变,说明 EVA 和 PP 以各自的结晶结构结晶。从图 2 看出,EVA/PP 纤维 DSC 图谱是 EVA 和 PP 谱图的叠加,两组分的熔化温度并未因共混而改变,说明 EVA 与 PP 未形成混晶,这与 WAXD 结果相一致。

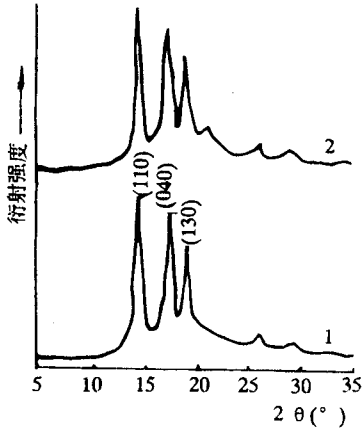


图 1 初生纤维的 WAXD 图

1—EVA/PP=10/90;2—EVA/PP=20/80

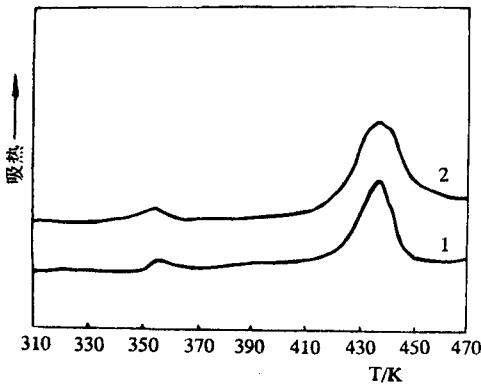


图 2 初生纤维的 DSC 图

1—EVA/PP=10/90;2—EVA/PP=20/80

表 1 EVA/PP初生纤维的DSC和WAXD结晶度

EVA/PP	DSC 表观结晶度	DSC PP 组分结晶度	WAXD 表观结晶度	WAXD PP 组分结晶度
0/100	0.584	0.584	0.699	0.699
5/95	0.552	0.581	0.669	0.704
10/90	0.527	0.586	0.657	0.730
20/80	0.506	0.633	0.627	0.784

从表 1 看出,EVA 使纤维的表观结晶度变小,但使 PP 组分的结晶度变大,这是由于 EVA 起增塑作用,有利于 PP 结晶。

表 2 不同拉伸比拉伸纤维的结晶度

拉伸倍数	0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
结晶度 DSC	0.528	0.527	0.538	0.552	0.581	0.578
结晶度 WAXD	0.668	0.640	0.670	0.714	0.724	0.719

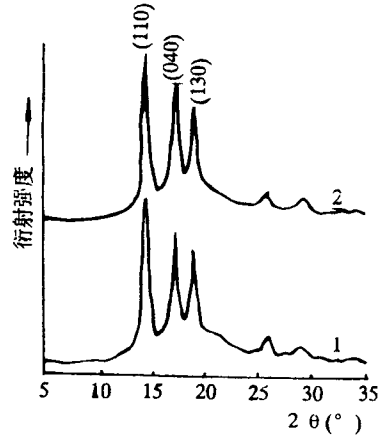


图 3 热定形纤维的 WAXD 曲线

1—EVA/PP=10/90;2—EVA/PP=20/80

从图 3 看出,后处理纤维 WAXD 曲线特征峰仍是 2θ 为 14° 、 16.8° 、 18.4° ,结晶结构为 α 晶,后处理未使纤维晶型转变,这与初生纤维的卷绕速度有关。

从表 2 看出,在适当的拉伸比范围内,纤维的结晶度随拉伸比而增大;拉伸比过高或过低时,结晶度变小。在热拉伸时,由于应力和温度的作用,PP 组分部分结晶尤其是球晶受到破坏,无定形区链分子沿轴取向,部分分子链段可能因高度有序排列砌入晶格而结晶。在适当的拉伸比范围内,结晶成核率和结晶生长速率比结晶破坏速率大;当拉伸比过高时,结晶破坏速率大于生长速率,使结晶度变小;拉伸比过低时,没有应力诱导结晶效应,使结晶生长速率减缓,而引起结晶度变小。

(2) EVA/PP 共混纤维的取

向结构

从图 4、5 看出,纤维的平均取向度和晶区取向度与拉伸比成折线关系。转折点均出现在拉伸比为3.0处。转折点以前,取向度与拉伸比呈线性增加关系;转折点之后,取向度基本不与拉伸比相关,达到最大值。

在结构上这一转折点对应于PP组分球晶结构转变为微纤结构,分子高度取向,取向度达到最大值。

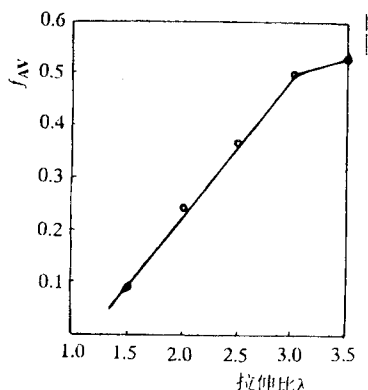


图 4 纤维平均取向度与拉伸比的关系

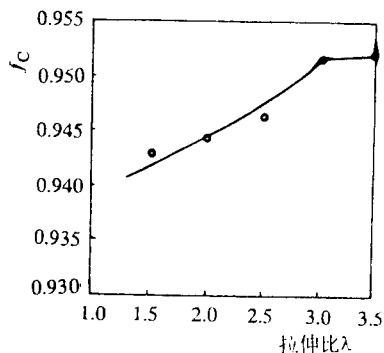


图 5 纤维晶区取向度与拉伸比的关系

2. EVA/PP 共混纤维的力学性能

从表 3 看出,EVA 使共混纤维的断裂强度、断裂伸长、初始模量、屈服强度等力学性能有所降低,而屈服应变升高。这是由于 EVA 和 PP 两相之间作用力较弱,同时 EVA 的引入减弱了 PP 大分子间作用力,导致除屈服应变上升外其他力学性能降低。

从表 4 看出,拉伸使共混纤维的断裂强度、

表 3 EVA含量与纤维力学性能的关系

EVA/PP	断裂强度 (cN/D)	断裂伸长 (%)	初始模量 (cN/D)	屈服强度 (cN/D)	屈服应变 (%)
0/100	1.81	267	7.26	1.17	25.5
5/95	1.48	264	6.80	1.05	26.38
10/90	1.46	249	6.78	1.02	28.14
20/80	1.07	218	5.36	0.73	30.00

屈服强度提高,断裂伸长率降低。由于热拉伸,取向度提高,纤维内承受应力的分子链数目增多,从而使断裂强度增加。屈服的实质是塑性形变,随取向度提高,分子链的平均取向方向与拉伸应力方向的夹角变小,分子链发生塑性形变的应力变大,已经取向的分子链在剪切形变中要进一步受到拉伸,因而有较高的屈服强度。在低形变速率下,纤维断裂时到达同样的微纤结构,因而断裂伸长取决于初始取向度,取向度小的纤维断裂伸长率最大。

表 4 纤维力学性能与拉伸比的关系

拉伸倍数	断裂强度 (cN/D)	断裂伸长 (%)	屈服强度 (cN/D)
0	1.46	249	1.06
1.5	1.89	116	1.74
2.0	2.57	72	2.46
2.5	3.44	42	3.35
3.0	4.26	9	4.26
3.5	6.47	2	6.47

三、结论

1. 共混纤维中,EVA 和 PP 以各自的结晶结构结晶;后处理对 PP 组分的结晶度有明显的影响,EVA 对结晶度也有影响。
2. EVA/PP 纤维的取向度主要由拉伸工艺决定。
3. EVA 使纤维的力学性能有所降低,拉伸可以改善纤维的力学性能。

参 考 资 料

[1] 《纺织学报》,Vol. 15, No. 10, P. 39.
 [2] Peterlin A. J. Mater. Sci., 1971, 6: 490.
 [3] Juska T, Harrison I R. Polym. Eng. Sci., 1982, 22(12): 766.