

文章编号:1006-396X(2003)01-0039-04

# PEG、EVA、WSPET 改性丙纶流变行为的研究

姜涛

(沈阳工业大学, 辽宁辽阳 111003)

**摘要:** 为提高聚丙烯(PP)纤维的吸湿性,采用共混法制备了聚乙二醇(PEG)、乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA)、水溶性聚酯(WSPET)改性丙纶。研究了PEG、EVA、WSPET共混改性丙纶的流变行为。研究发现共混PEG使改性丙纶表现粘度下降,但挤出胀大现象变大;随EVA加入量的增加,改性丙纶的表现粘度首先下降然后上升;WSPET的加入使改性丙纶的表现粘度下降;在加入量约10%时,3种改性剂均使改性丙纶的表现粘度下降,其中以WSPET的影响最显著。

**关键词:** 丙纶; 共混改性; 流变行为

**中图分类号:** O631 **文献标识码:** A

## The Rheological Behavior of PEG, EVA, WSPET Modified Polypropylene Fiber

JIANG Tao

(Shenyang University of Technology, Liaoyang Liaoning 111003, China)

**Abstract:** Polyethylene glycol(PEG), ethylene-vinyl acetate(EVA), water soluble polyester(WSPET) modified polypropylene(PP) fiber were prepared with blend-modification in order to increase their moisture absorption. The rheological behavior of PEG/PP, EVA/PP, WSPET/PP modified PP fibers was studied. Results show that the apparent viscosity of the composite decreases while blended with PEG but the degree of extruded swelling increases; the apparent viscosity of the composite first decreases, then increases when the amount of mixed EVA increases; the apparent viscosity of the composite decreases blended with WSPET. All three modifiers decrease the apparent viscosity of the composite when the mixed amount reaches about 10% and among which WSPET is the most effective.

**Key words:** Polypropylene fiber; Blend-modification; Rheological behavior

聚丙烯纤维具有密度小、强度高、保暖性好、耐化学腐蚀、电绝缘性好、加工成型方便等优点,已成为当今最具发展前途的合成纤维之一。由于聚丙烯纤维的优良性能,使其在装饰、工程、服装三大领域有着巨大市场,因此发展聚丙烯纤维,开发聚丙烯纤维的新品种,扩大聚丙烯纤维的应用领域是当今世界性的重要研究课题。但由于聚丙烯结构规整,结晶度高,不含有极性基团,使其染色性、粘合性、抗静电性、吸湿性以及与其它极性高分子、无机填料、金属的相容性、粘接性都很差,限制了聚丙烯纤维的进

一步推广<sup>[1-3]</sup>。

为提高排汗、透湿等服装性能,目前对聚丙烯进行改性以获得高吸湿性聚丙烯纤维-高吸湿丙纶的工作正在成为热点,研究方向主要集中在细旦和超细旦纺丝技术的开发、表面亲水处理、化学接枝改性和共混改性这几方面,其中共混改性技术是获得综合性能优异的聚合物材料的有效途径之一。研究发现聚丙烯中共混一定量的极性聚合物如聚乙二醇(PEG)、乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA)、水溶性聚酯(WSPET)后,制得的聚丙烯纤维吸湿性有明显改善。这是因为PP基体中混入带有极性基团的其它组分后,其无定型区域扩大,破坏了PP纤维结构的规整性,使吸湿性提高;部分共混组分可溶于碱溶液

收稿日期:2002-10-09

作者简介:姜涛(1957-),男,辽宁锦州,副教授。

中,在纤维表面和内部形成无数微孔,带有微孔的 PP 纤维有很好的吸湿性;并且引入的极性基团对吸湿性的改善也起很大作用<sup>[4-8]</sup>。与 PP 基体不完全相容的共混组分的加入也使聚丙烯的力学行为、可纺性等发生较大改变。

为解决吸湿性丙纶的加工问题,本文着重研究 PEG、EVA、WSPET 共混改性丙纶的流变行为。因为表观粘度的大小对可纺性具有重要意义,本文重点探讨 PEG、EVA、WSPET 的加入对改性丙纶表观粘度的影响,以期对高吸湿丙纶的研究开发有所帮助。

## 1 实验

### 1.1 原料

PP, 牌号 70218, 辽阳石油化纤公司生产; PEG, 平均分子量 20 000, 辽阳奥克化学品公司生产; EVA, 牌号 18-3, 北京有机化工厂生产; WSPET, 熔点 231 ℃, 天津石化公司生产。

### 1.2 共混工艺

PP、PEG、EVA、WSPET 分别在 110 ℃ 恒温干燥箱中干燥 4 h, 按预定配比进入高速搅拌机中混匀, 然后进入双螺杆挤出机造粒。

### 1.3 测试仪器

用 XYL-Ⅱ 型流变仪(毛细管直径 1 mm, 长径比为 40)进行流变行为研究。

## 2 结果与讨论

### 2.1 PP/PEG 体系

2.2.1 切变速率( $D_w$ )对表观粘度( $\eta_a$ )的影响 将 PEG 质量分数分别为 3%、9%、20% 的改性 PP 分别在 190 ℃ 下进行流变实验, 结果见图 1。

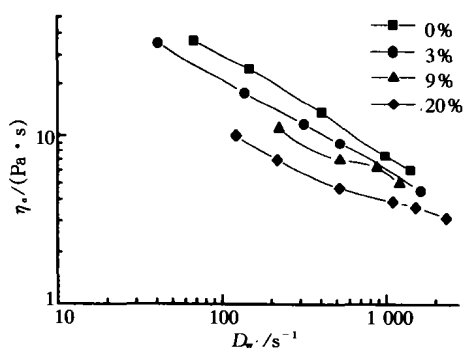


Fig. 1  $\eta_a - D_w$  plot of PP/PEG  
图 1 PP/PEG 的  $\eta_a - D_w$  曲线

由图 1 可见, PP/PEG 体系与纯 PP 熔体一样,  $\eta_a$  随  $D_w$  的增加而下降, 是具有切力变稀现象的非牛顿性假塑性流体。

2.2.2 PEG 质量分数对  $\eta_a$  的影响 由图 1 可见, PEG 质量分数对  $\eta_a$  有较大影响,  $\eta_a$  随 PEG 质量分数的增大而降低。这是因为 PEG 柔性大, 熔点较低(65 ℃), 平均分子量较小(20 000), 在实验温度下, PEG 熔体起到了类似增塑剂的作用, 使 PP 熔体流动缠结现象减少, 位移单元变小, 流动阻力降低,  $\eta_a$  下降; 随 PEG 质量分数的增大,  $\eta_a$  逐步降低。

2.2.3 PP/PEG 体系的挤出膨化现象 柔性聚合物熔体的挤出膨化现象是高聚物熔体弹性的表现。挤出膨化现象对纺丝不利, 它影响纤维达到预定的细度, 影响丝束的正常卷绕和拉伸, 甚至造成纺丝断头。实验采用游标卡尺测定挤出物直径从而求得不同切应力下的挤出胀大比  $B$ , 见表 1。

表 1 PP/PEG 的  $B$  值  
Table 1  $B$  value of PP/PEG

| $\omega(\text{PEG}),$<br>% | $\sigma_m/\text{Pa}$ |                    |                    |                    |
|----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                            | $1.84 \times 10^4$   | $3.68 \times 10^4$ | $5.52 \times 10^4$ | $7.35 \times 10^4$ |
| 9                          | -                    | -                  | -                  | 1.04               |
| 20                         | -                    | 1.04               | 1.10               | 1.20               |
| 30                         | 1.10                 | 1.48               | 2.18               | 2.22               |

由表 1 可见, PP/PEG 体系与纯 PP 一样, 随切应力增加非牛顿性增强, 弹性效益增大; 切应力相同时,  $B$  值随 PEG 质量分数的增加而迅速增大, 说明 PEG 的柔性链在毛细管出口处有明显的弹性恢复, 使 PP 可纺性变差。

### 2.2 PP/EVA 体系

#### 2.2.1 温度、 $D_w$ 对 $\eta_a$ 的影响

将 EVA 质量分数分别为 3%、11%、30% 的 EVA 改性聚丙烯分别在 190、220、250 ℃ 进行流变实验。得到不同温度下, 熔体  $\eta_a$  随  $D_w$  的变化如图 2 所示。

由图 2 可见, EVA 改性聚丙烯体系  $\eta_a$  随  $D_w$  的增加和温度的升高而降低, 同 PP 一样是具有切力变稀现象的假塑性流体。

2.2.2 EVA 质量分数对  $\eta_a$  的影响 在 190、250 ℃ 下, EVA 质量分数对熔体  $\eta_a$  的影响见图 3、4。

由图 3、4 可见, EVA 质量分数大小对熔体  $\eta_a$  影响很大, 在 250 ℃ 时随 EVA 的加入, 熔体  $\eta_a$  先降低然后逐渐增加, EVA 质量分数为 11% 时各  $D_w$  下

的  $\eta_a$  与纯聚丙烯接近, EVA 质量分数继续增加时,  $\eta_a$  继续增加, EVA 质量分数为 30% 时各  $D_w$  下的  $\eta_a$  明显高于纯聚丙烯。这是因为 EVA 有一定的交联度, 可通过交联链形成一种网络。当 EVA 质量分数较低时, PP 作为连续相将 EVA 包裹在里面, 从而使整个体系粘度下降; EVA 质量分数逐渐增大, 则 EVA 与 PP 的共混物形成一种基体-网状微纤结构, EVA 均匀分散在 PP 连续相中。这种网状结构抑制了连续相的活动, 使体系的流动阻力变大, 所以 PP/EVA 体系的粘度随 EVA 质量分数的增大而增大。

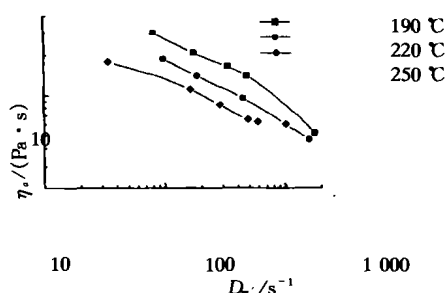


Fig. 2  $\eta_a - D_w$  plot of PP/PEG (EVA content: 3%)

图 2 EVA 改性聚丙烯 (EVA 质量分数为 3%) 的  $\eta_a - D_w$  曲线

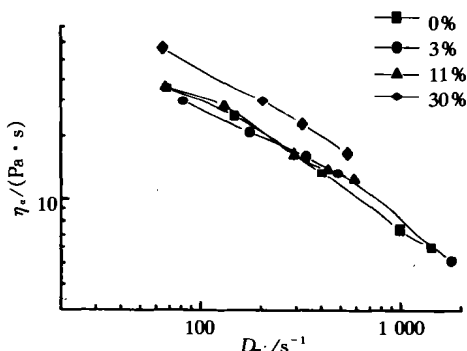


Fig. 3  $\eta_a - D_w$  plot of PP/EVA under 190 °C

图 3 190 °C 下 PP/EVA 的  $\eta_a - D_w$  曲线

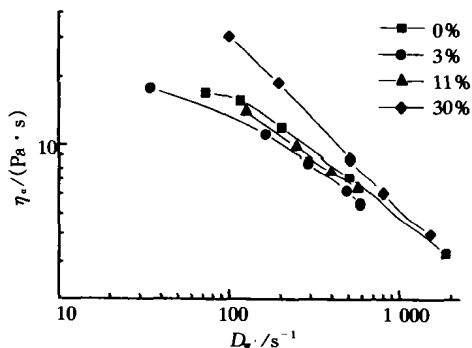


Fig. 4  $\eta_a - D_w$  plot of PP/EVA under 250 °C

图 4 250 °C 下 PP/EVA 的  $\eta_a - D_w$  曲线

### 2.3 PP/WSPET 体系

将 WSPET 质量分数分别为 5%, 12%, 20% 的 WSPET 改性聚丙烯分别在 190, 250 °C 进行流变实验。得到不同温度下熔体  $\eta_a$  随  $D_w$  的变化 (见图 5、6)。

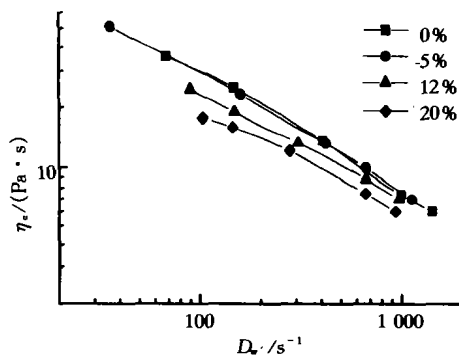


Fig. 5  $\eta_a - D_w$  plot of PP/EVA under 190 °C

图 5 PP/WSPET (190 °C) 的  $\eta_a - D_w$  曲线

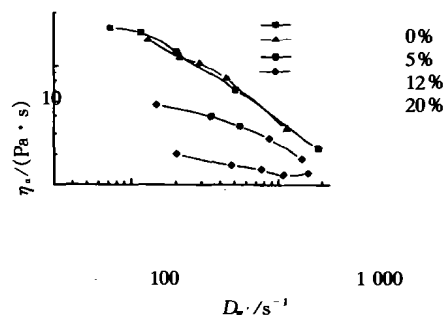


Fig. 6  $\eta_a - D_w$  plot of PP/WSPET under 250 °C

图 6 WSPET/PP (250 °C) 的  $\eta_a - D_w$  曲线

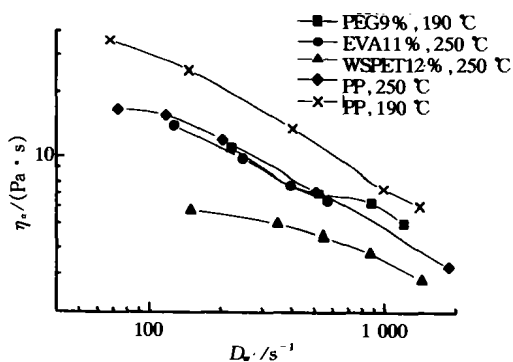


Fig. 7 Influence of PEG, EVA, WSPET on the  $\eta_a$  of the composite

图 7 PEG、EVA、WSPET 对共混体系的  $\eta_a$  影响的比较

由图 5、6 可见, 190 °C 时 WSPET/PP 体系  $\eta_a$  随 WSPET 质量分数的变化不大, 而在 250 °C 时  $\eta_a$  随 WSPET 质量分数的增大迅速降低。这是因为 WSPET 熔程宽 (180 ~ 240 °C), 190 °C 时 WSPET 并未完全熔融, 在流动过程中以柔性小颗粒存在, 除剪切流动形式外还包括旋转、滚动、形变等成分, 造

成总体上  $\eta_a$  随 WSPET 质量分数的变化不大; 而 250 °C 时 WSPET 完全熔融, 分子质量较小的 WSPET 熔体起到了类似增塑剂的作用, 与 PEG 的作用一样, 使 PP 熔体流动缠结现象减少, 位移单元变小, 流动阻力降低,  $\eta_a$  下降; WSPET 质量分数增大,  $\eta_a$  逐步降低。

#### 2.4 PEG、EVA、WSPET 对共混体系 $\eta_a$ 影响比较

由图 7 可见, 在加入量在 10% 左右时, PEG、

EVA、WSPET 的加入均使  $\eta_a$  降低, 其中以 WSPET 的影响最为显著。这是因为 WSPET 是一种对苯类和间苯类的混合共聚酯, 分子链刚硬, 分子间作用力大, 是一种“温敏性”高分子, 温度升高, 表观粘度下降较快, 加之 WSPET 分子质量较低, 分子质量分布和熔程都很宽, 所以在 250 °C 时 PP/WSPET 体系粘度降低最大。

### 参 考 文 献

- [1] CHEN Ke-quan(陈克权). Some respects of development of China propylene fiberindustry(关于我国丙纶发展的若干思考)[J]. China synthetic fiber industry(合成纤维工业), 2000, 23(3):1-5.
- [2] MA Jian-hua(马建华), 等. Study on the blend-modification polypropylene(共混改性聚丙烯的研究)[J]. Synthetic fiber(合成纤维), 1999, 28(4):13-16.
- [3] ZHU Jing-an(朱静安), 等. A study on rheological behavior of HA-PP(HA-PP 改性丙纶流变行为的研究)[J]. China synthetic fiber industry(合成纤维工业), 1996, 19(5):26-29.
- [4] WU Pei-xi(吴培熙), 等. 聚合物共混改性[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1996.
- [5] GU Li-xia(顾利霞), 等. 亲水性纤维[M]. 北京:中国石化出版社, 1997.
- [6] HE Man-jun(何曼君), 等. 高分子物理(修订版)[M]. 上海:复旦大学出版社, 1990.
- [7] CHEN Yan-mo(陈彦模), 等. Chemical graft-modification of polypropylene(聚丙烯的化学接枝改性)[J]. Synthetic resin and plastic(合成树脂及塑料), 2001, 18(3):33-36.
- [8] WU Xiu-jun(吴秀君), 等. Improving the hydrophilicity of propylene fiber(改善丙纶亲水性的研究)[J]. Dyeing and finishing(印染), 2000, 26(11):51-52.

(Ed.: Z, W)