

# PU/PP 二元共混可染丙纶的研究

郭 静 徐德增

周 辉 李伯旋

(大连轻工业学院,大连,116034)

(本溪中联化纤有限公司)

**摘 要:**研究了 PU/PP 共混物的流变性、相态、密度及纤维的染色性能。结果表明 PU/PP 共混纤维密度低于纯 PP 纤维, PU/PP 共混纤维可以用分散性染料染色,且色牢度良好。

**关键词:**聚丙烯纤维 染色性能 纤维结构 纤维性能 研究

**中图分类号:**TS 190.6

丙纶价格低,强度高,密度小,保暖性好,是制作服装的优良材料。但丙纶的高度立构规整性使其无法用常规染料进行染色和印花。目前,商业化的有色丙纶纤维都是通过添加色母粒的办法制造<sup>(1)</sup>,该法制得的有色丙纶牢度虽好,但色泽变换麻烦,满足不了服装市场对多色彩的需求,因此,改善丙纶的染色问题倍受关注<sup>(2)</sup>。

本文从破坏 PP 的立构规整性和引入与染料具有亲合能力的基团入手,通过引入具有醚键和聚氨酯基或聚脲基的聚氨酯与等规聚丙烯共混纺丝,制备了 PU/PP 共混可染丙纶,讨论了 PU/PP 共混物的流变性、相态、纤维密度及可染性,结果对可染丙纶的开发有一定指导意义。

## 1 实 验

### 1.1 原料

等规聚丙烯 PP(代号 70218), $[MI] = 18.7g/10min$ , $T_m = 170^\circ C$ ,辽化产;PU 树脂, $\bar{M} = 1.6 \times 10^5$ , $T_m = 190^\circ C$ ,自制。

### 1.2 共混切片与纤维

将 PU 与 PP 按 3/97,6/94,9/91 和 12/88 的比例混合,熔融、铸带、冷却、切粒得共混切片。

将 PU 与 PP 按上述比例混合,用自制  $\phi 20$  纺丝机纺制共混纤维,纺丝温度为  $250 \sim 260^\circ C$ ,拉伸温度为  $70 \sim 80^\circ C$ ,拉伸倍数为 3~4 倍,定型温度为  $105^\circ C$ ,时间为 20min。

### 1.3 流变性能的测试

用日本岛津产 CFT-500 型毛细孔流变仪,测试 PU/PP 共混切片在  $220^\circ C$ , $240^\circ C$  下的流变性能。毛细孔直径为 0.5mm,长度为 15mm。

### 1.4 PU 在 PP 中的分布状态的测试

PU/PP 共混切片用液氮冷却后敲碎,喷金后在扫描电镜下观察 PU 在 PP 中的分布状态。

### 1.5 染色性能测试

精确称有色纤维 2g,用定量二甲基甲酰胺萃

取,在 735 型分光光度计中测定光密度,到标准曲线上查出其中染料含量,核算 1kg 纤维吸收的染料量。

### 1.6 染色牢度测试

将得色纤维用洗涤剂洗涤 20 次,再用定量二甲基甲酰胺萃取,计算染料残留百分率。

### 1.7 纤维密度的测试

用韦氏天平测试纤维密度。

## 2 结果与讨论

### 2.1 PP 及 PU/PP 共混物流变性能

图 1,图 2 为不同温度下 PP 和 PU/PP 共混物的流动曲线。由图 1,图 2 可见 PU/PP 共混物的流动性质与 PP 相似,都表现出“假塑性”流动行为,但 PU/PP 共混物的表观粘度明显低于纯 PP,PU 含量越高,其表观粘度越小。导致这种现象的原因是 PU 与 PP 为热力学不相容体系,两组分共混时,PP 作为连续相,PU 作为分散相,PP 分子无法进入分散相所占据的空间,

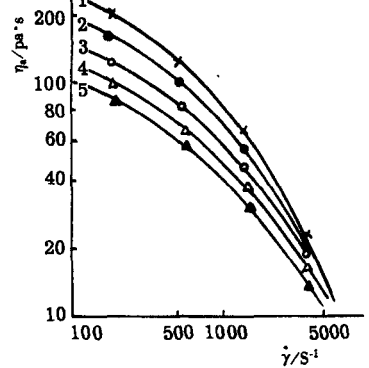


图 1 220°C PP、PU/PP 共混物的流动曲线  
1 PP;2 PU/PP=3:97;3 PU/PP=6:49;  
4 PU/PP=9:91;5 PU/PP=12:88

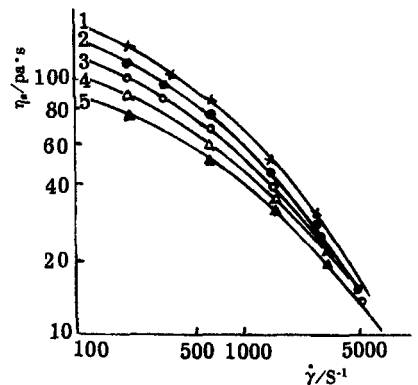


图 2 240°C PP、PU/PP 共混物的流动曲线  
注:1~5 与图 1 相同

单位体积内 PP 分子数减少,分子间的距离增大,体系内有效缠结浓度降低,PU 含量越高,缠结浓度越小,表观粘度越低。对比图 1 和图 2 还可发现温度提高,PP 和 PU/PP 共混物的表观粘度降低,温度提高共混物间的粘度差异变小。粘度随温度提高而减小的原因是温度提高共混物的自由体积增大,流动单元运动受到的限制减小,粘度差异减小的原因是温度增加,流动单元运动能力增强,体系粘度降低,两相间的相互扩散比较容易。

### 2.2 PU 在 PP 中的分布状态

在 PU/PP 共混物的扫描电镜图(见图 3)中,PU/PP 共混物为基体-微纤两相结构,PU 以球形精细地(大约为 2~4 $\mu\text{m}$ )、均匀地分布在聚丙烯中,由于等规聚丙烯与改性剂的热收缩系数和界面性能的差异,共混物内部两相之间存在着大量相界面,这种相界面为染料的顺利渗透提供了通道;而两组分间的相互作用又限制了聚丙烯晶粒的发展,增加了纤维中的无序程度,使染料能够顺利渗透进入纤维并藉助范德华力使染料均匀分布在纤维之中。

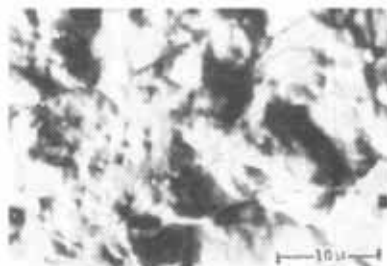


图 3 PU/PP 共混物扫描电镜图

### 2.3 PU/PP 共混纤维的密度

几种 PU/PP 共混纤维的实际密度、理论密度及孔隙率如表 1 所示,由表 1 可见,PU/PP 共混纤维的密度明显低于其理论加和值,孔隙率随 PU 含量增大而增大,说明纤维内部有微孔或孔洞存在,且随共混比增加,孔洞增加。导致这种现象的原因有以下几个方面:1. 两相凝固点膨胀系数不同,成型时产生不均匀收缩;2. 纤维拉伸时两相间产生滑移,产生空腔;3. 异相存在,导致纤维结晶度减小,增加了共混纤维的松散程度。

表 1 PU/PP 共混纤维的密度

PU 含量(%)	3	6	9	12
理论加和密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.908	0.916	0.923	0.932
实际测试密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.842	0.845	0.846	0.850
实际密度/理论密度	0.927	0.922	0.916	0.912
孔隙百分率(%)	7.3	7.8	8.4	8.8

### 2.4 PU/PP 共混纤维的染色性

用三元色对 PU/PP 共混纤维进行染色,结果如图 4。由图 4 可见随 PU 含量增大,纤维的染色平衡值增加,但增加幅度逐渐减小,导致这种现象的原因是 PU 含量较低时,PU 分散得较细微,主要以微

粒形式分散在聚丙烯基体中,单位体积中分散粒子数较多,单位体积中的相界及空隙较多,吸收染料量较大,随体系中改性剂含量的增加,部分改性剂之间可能产生凝聚,分散粒度增大,有效空隙率增加不大,吸收的染料量增加不多。综合考虑生产成本、加工性能和产品性能,笔者认为 PU 加入量在 6% 以内较好。

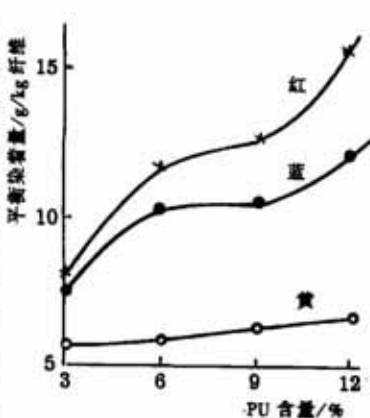


图 4 PU 含量对染色平衡值的影响

### 2.5 染色牢度

有许多可染丙纶都因染色牢度不理想而未能实现工业化,为此笔者对得色纤维的染色牢度进行了考察,结果如表 2

表 2 得色纤维的染料残留量(%)

PU 含量(%)	3	6	9	12
分散红	80	93	81	81
分散兰	83	80	84	82

由表 2 可见,洗涤 20 次后,染料残留量均在 80% 以上,说明纤维的耐水洗染色牢度较好,可以满足纺织要求。

## 3 结 论

1. PU/PP 与 PP 的流动特点相似,均为“切力变稀”流体,流体表观粘度随 PU 含量增加而减小,采用共混法生产可染丙纶时,纺丝温度应适当降低。

2. PU 以微粒形式分散在 PP 基体中,两相间有相界及空隙,为染料的渗透提供了条件。

3. PU/PP 共混纤维的密度低于纯 PP,用 PU/PP 共混纤维制作的服装将更轻薄。

4. PU/PP 共混纤维可以用分散性染料染色,其的平衡上染率随 PU 含量增大而增大,但 PU 含量一般小于 6%。

5. PU/PP 共混纤维染色牢度良好,可以满足服用要求。

### 参 考 文 献

[1] 罗移轩,黄桂梅,罗雨林等. YBP 可染丙纶树脂的研制及纺丝工艺研究,《合成纤维工业》,1993(2),1~5  
 [2] E. P. 0468519