

## YBP 可染丙纶树脂的研制及纺丝工艺研究

罗移轩 黄桂梅 罗雨林 王汉秋 陈铁楼\*

(巴陵石化公司研究院, 岳阳, 414014)

在聚丙烯中加入一种染色性能优异的高聚物进行共混纺丝, 可改善丙纶可染性, 考察了共混树脂(YBP)复配比、流变特性、热性能及可纺性。结果表明, 改性剂添加量为6%时, 适当调整纺丝拉伸工艺, 可制得强度 $\geq 40$  cN/tex, 延伸度为40%~60%的YBP可染丙纶。在常压下沸染, 用分散染料上色, 其上色率 $\geq 82\%$ 。

关键词: 聚丙烯 可染性 共混纺丝

聚丙烯纤维, 工艺,

聚丙烯(PP)纤维具有密度小, 保暖性、耐磨性好, 强度高、回潮率低和疏水性好(细旦纤维更明显)等特点, 为聚丙烯纤维进入服装业开辟了广阔的前景, 但其染色性能差, 刚性较强, 织物穿着时有硬挺和塑蜡感, 因此, 必须对丙纶进行改性。

在国外, 细旦丙纶及改性产品自从70年代就受到了重视, 80年代西欧一些国家投入了工业化生产。1984年, 丙纶改性产品产量已达7kt/a, 占丙纶总产量的5.2%<sup>[1]</sup>。在我国, 丙纶生产到80年代初实现工业化, 且产品单一, 多为常规品种。巴陵石化公司研究院从1988年开始对丙纶改性研究, 通过对改性剂的探索, 共混树脂特性的考察和纺丝工艺的不断完善, 成功地在200t/a的KV461-4型复合纺丝机上进行中试生产, 试纺的YBP纤维的各项物性指标均达到或超过丙纶长丝标准, 其上色率 $\geq 82\%$ , 实现了丙纶可染。

## 1 试验

### 1.1 原料

PP: 牌号70218, 熔融指数(MI)为16.1g/10min, 辽阳石油化纤公司化工二厂生产; 牌号3702, MI为12g/10min, 燕山石化

公司生产。

改性剂(聚酯类高聚物): I、特性粘数 $[\eta]$ 为0.92dL/g; II、 $[\eta]$ 为1.08 dL/g, 巴陵石化公司涤纶厂、巴陵石化公司研究院生产。

聚丙烯降温母粒: 巴陵石化公司研究院生产。

油剂: 牌号PP219, 乳液浓度为12%, 大连华能油脂厂生产。

改性剂/PP(质量比): 2/98, 4/96, 6/94, 10/90, 15/85。

### 1.2 试验设备及测试仪器

VC403 螺杆造粒机; VC352A 真空转鼓干燥机; KV461-4 型复合纺丝机(含卷绕机); VC443A 牵伸假捻机; VC604 络筒机; Instron-3211 型毛细管流变仪; Instron-1185 万能材料试验机; D/mas-rc 型 X 射线衍射仪。

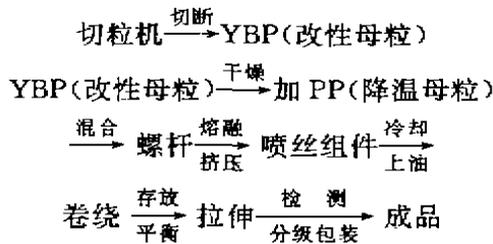
### 1.3 工艺流程

改性剂+PP  $\xrightarrow{\text{混合}}$  螺杆  $\xrightarrow{\text{熔融挤压}}$  冷却水槽  $\xrightarrow{\text{冷却}}$

收稿日期, 1992-01-14

修改稿收到日期, 1992-10-10

\* 本文执笔人。参加试验的还有: 郭德凡、郑孝纯、宋学敏、罗承宗、曾红霞、刘志超等



#### 1.4 染色实验

$$\text{上色率}\% = \frac{\text{原染液中染料重} - (\text{洗液中染料重} + \text{残液中染料重})}{\text{原染液中染料重}} \times 100$$

## 2 共混改性原理

本试验改性剂与 PP 是互不相容的两种高聚物,为获得较好的可染性能,选择改性剂与 PP 配比,使之在一定温度下熔融和在剪切作用下得到机械混匀,其中含量高的 PP 为连续相,含量低的改性剂为分散相。为保证共混均匀,必须选择表观粘度  $\eta_{\text{表}} \leq \eta_{\text{PP}}^{[2]}$ 。其改性的基本原理是:由于改性剂的加入,其分子柔性链缠结在 PP 的结晶区,使其共混纤维的结晶度降低,增加了非晶区域及孔隙结构,这样,当改性剂的极性基团及苯环  $\pi$  电子共轭作用吸附染料时,这些非晶区及孔隙提供了染料入床的通道使染料能更好地与可染高聚物接触,上染。因此, YBP 纤维具有良好的染色性能,并且手感等服用性也得到了改善。

## 3 结果与讨论

### 3.1 改性剂的添加量

称取样品丝 3g 放入 RJ-1180 染样机后,将配好的染液倒入缸中,40℃,pH 值 4.5~5.0 入染,然后以 1℃/min 升温,在 100℃ 下浸染一段时间,自然冷却,待冷却后,将样取出洗净,分别量洗液与残液体积,并测出洗液与残液的光密度,算出染料浓度,即可求出上色率。

改性剂添加量的选择有两个前提:一是要求有较好上染效果,二是保证良好的可纺性。表 1 是改性剂添加量对纺丝的影响,由此可知当添加量  $\leq 10\%$  时,其可纺性能几乎不受影响,添加量超过 10% 时可纺性能变差。图 1 是不同改性剂添加量与上色率的关系曲线,随着改性剂添加量的增加,上色率提高,但当改性剂添加量达 6% 时,上色率增加不

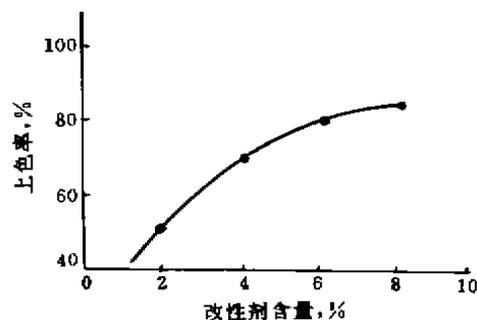


图 1 上色率与添加剂含量的关系

染液浓度 1%, 浴比 1:50, 温度 100℃, 时间 120min, 染料为福隆艳黄

表 1 改性剂添加量对纺丝的影响

编号	改性剂添加量 %(质量)	纤维指标				可纺性及拉伸情况			
		纤 度		强 力		伸 长		可纺性	拉伸性能
/dtex	CV %	/cN · tex <sup>-1</sup>	CV %	%	CV %				
YBP-R	0	66.3	2.4	55.2	5.9	36.5	8.4	好	良好
YBP-R <sub>1</sub>	2	66.0	3.2	47.6	5.5	32.9	14.9	好	顺利
YBP-R <sub>2</sub>	6	69.5	2.3	42	9.6	22.9	18.2	好	顺利
YBP-R <sub>3</sub>	10	69.8	4.1	38	11.4	25.6	20.4	较好	时有断头
YBP-R <sub>4</sub>	15	69	—	32	11.2	26.3	30.2	较差,有时降雨丝	断头

明显。为了控制成本,不影响可纺性,改性剂添加量控制在 6% 较为适宜。

### 3.2 YBP 改性母粒的流变特性及热分析

图 2 为 YBP, PP, 改性剂的流变曲线。由图 2(a) 表明,在一定温度下,当剪切速率 ( $\dot{\gamma}_w$ ) 低时,高 MI PP 的  $\eta_s$  小于高粘和低粘度改性剂的  $\eta_s$ 。随  $\dot{\gamma}_w$  提高,高 MI PP 的  $\eta_s$  与两种改性的  $\eta_s$  逐渐接近,或等于低粘改性剂的  $\eta_s$ ,这时共混物可纺性良好。图 2(b) 中,低 MI PP 的  $\eta_s$  比低粘改性剂的  $\eta_s$  高,且随  $\dot{\gamma}_w$  增大,差值增加,不利于纺丝。当在低 MI PP 中加入降温母粒,低 MI PP 的流变性获得改善,类似高 MI PP。从图 2 还可看出,选用低粘度改性剂比高粘度改性剂更有利于纺丝。

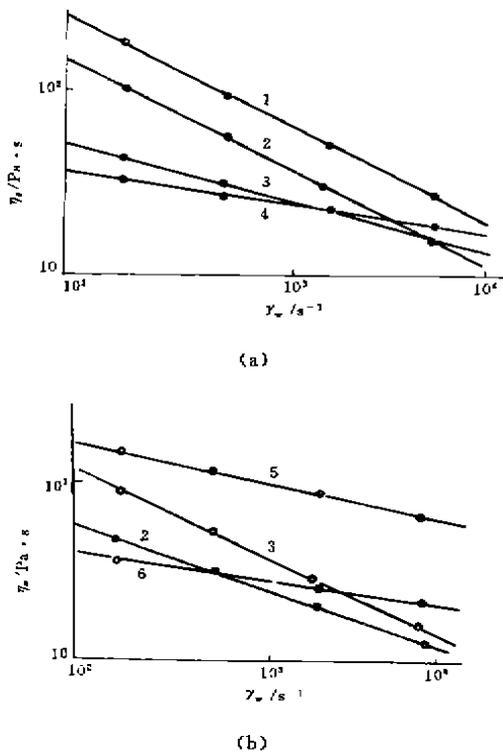


图 2 YBP PP 改性剂的流变特性

1. 高粘度改性剂; 2. 低粘度改性剂;
3. YBP 改性母粒; 4. 高 MI PP; 5. 低 MI PP;
6. 低 MI PP+降温母粒; 温度 275℃

经差示热分析(图 3)可知,YBP 改性母

粒有两个玻璃化温度,即  $-23^{\circ}\text{C}$ 、 $26^{\circ}\text{C}$ ,说明 PP 与改性剂是互不相容的两种高聚物。因此,应选择合适的纺丝工艺条件,否则改性剂不能在 PP 相中均匀分布,甚至出现共混熔体挤出喷丝孔时呈漫流或液滴。

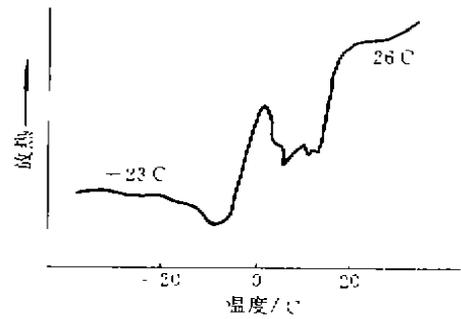


图 3 YBP 改性树脂差示热分析图

升温速度  $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,起始温度  $-40^{\circ}\text{C}$

$T_g$ :  $-23^{\circ}\text{C}$ 、 $26^{\circ}\text{C}$

### 3.3 原料的干燥及混合

改性剂属聚酯类高聚物,含水量为 0.4%,纺前需进行干燥,由于改性剂结晶温度低,常温下结晶速率快,可直接升温干燥,干燥温度  $125\sim 130^{\circ}\text{C}$ ,时间  $10\sim 12\text{h}$ 。因为改性剂添加量少(6%),而 PP 含水率为 0.1%,因此改性剂干燥后含水率达到 100ppm 即可。

两种高聚物熔融纺丝前,在转鼓中混和 2~4h,使之均匀分散,由于改性剂与 PP(当选用低 MI 的 PP 时加入降温母粒)的密度不同,要尽量减少倒桶,减轻料仓的截流阻力;同时颗粒大小,形状尽量一致,以避免物料分层。这都是稳定纺丝的有效措施和手段。

### 3.4 纺丝工艺

高 MI PP 与改性剂共混时,容易找出等粘点或近粘点,无须加入降温母粒。低 MI PP 与改性剂共混时,则需加入适量的降温母粒。实验表明:降温母粒加入量每增加 1%,纺丝温度降低  $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。一般,当改性剂添加量为

6%时,共混纺丝的工艺温度与加入降温母粒的聚丙烯纺丝工艺温度相近,箱体温度略高2~5℃。

共混高聚物熔体的可纺性与共混高聚物的纺丝温度及剪切速率有关系(如表2)。由表2可以看出,纺丝温度过高,改性剂与PP熔体不相容,相间界面张力较大,相间界面张力与表观粘度的比值也较大,共混熔体容易产生漫流<sup>[9]</sup>。熔体挤出速度大于或等于临界速度,共混熔体为正常挤出胀大型。另外,定期用硅树脂刮刮板面,能有效降低表面张力,减轻熔体剥离,确保稳定纺丝。

选择不同过滤网考察 YBP 改性母粒纺

表2 纺丝温度、挤出速度与可纺性能关系

试验编号	纺丝温度 /℃	挤出速度 /g·min <sup>-1</sup>	可纺性	备注
90-1	270~280	18	无法纺丝	液滴型
90-2	245~255	24	较差	漫流型
90-3	246~250	32	好	挤出胀大型
91-1	240~250	40	好	挤出胀大型

表3 使用不同滤网对可纺性及成品丝物性指标的影响

网孔面积 /mm <sup>2</sup>	纤度		强力		伸长		组件更换周期 /d	可纺性
	/dtex	CV %	/cN·tex <sup>-1</sup>	CV %	%	CV %		
0.011	89.2	2.2	40.5	1.7	46	7.2	2~3	毛丝、断头少
0.018	91.1	2.4	40.2	1.7	46.2	6.9	6~8	毛丝、断头少,稳定性好

表4 PP YBP 纤维的拉伸工艺及其物性指标

项目	拉伸倍数 /倍	热盘温度 /℃	纤度		强力		伸长		拉伸性能
			dtex	CV %	/cN·tex <sup>-1</sup>	CV %	%	CV %	
PP	3.2	65	89.3	1.7	40.1	1.3	45	7.2	好
YBP	3.2	65	92.4	2.7	38.7	2.3	64	10.3	好
YBP	3.4	50	90.7	2.7	39.9	1.9	47.1	7.3	好
YBP	3.4	65	91.2	2.4	40.2	1.7	46.2	6.9	好

子链和常温下结晶速率高的改性剂,使得其纺丝工艺及纤维的拉伸性能与纯PP有所不

同(如表4)。由表可知,PP与YBP改性母粒的初生纤维的拉伸性能相近。在同一拉伸倍

### 3.5 拉伸工艺

由于在YBP改性母粒中引入了柔性分

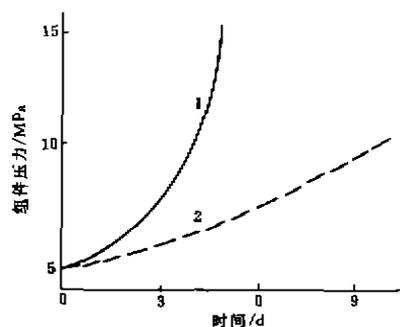


图4 不同时间组件压力的变化情况

网孔面积/mm<sup>2</sup>: 1. 0.011; 2. 0.018

数下, YBP 改性母粒的纤维的断裂延伸率稍大。这是由于 YBP 改性母粒结晶度低, 在拉伸张力下, 其大分子链先解缠, 后伸直及相界面层相对滑移之故。

### 3.6 试生产情况

按后加工单位要求, 用 YBP 改性母粒批量生产了 99dtex/24f, 83dtex/24f 纤维, 生产工艺稳定, 纺丝周期长。表 5 是生产情况及物

表 5 YBP PP 纤维生产情况及物性指标

品种规格/dtex · f <sup>-1</sup>	卷绕满卷率 %	拉伸满卷率 %	纤度不匀 %	强 力 /cN · tex <sup>-1</sup>	伸 长 %	上色率 %	组件更换周期 /d
YBP 99/24	93	77	1.3	40.5	52.0	83.7	6
YBP 83/24	91	73	1.1	43.2	47.3	86.1	8
PP 99/24	98	81.3	0.4	41.2	50	/	10

注: 上色条件: 常温常压; 染料: 福隆艳黄; 浓度: 1%; 时间: 120min。

性指标。

## 4 结 论

a. 在 PP 中加入改善 PP 染色性能的改性剂, 共混纺丝是成功的。

b. 改性剂含量为 6% 时, 既能满足良好的可纺性能, 又能保证较高的上色率 (≥ 82%)。

c. 共混纺丝温度, 挤出速度等工艺因

素, 对 YBP 改性母粒可纺性影响较大, 生产时还必须选择合理的原料规格。

## 参 考 文 献

- 1 颜志新.《合成纤维工业》, 1991, [5], 47
- 2 肖维为.《合成纤维改性原理和方法》. 四川, 成都科技大学, 1984, 107~141
- 3 董纪震等.《合成纤维工艺学》(上册). 北京, 纺织工业出版社, 1984, 166~190

## STUDY ON THE PREPARATION OF DYEABILITY YBP RESIN AND ITS SPINNING PROCESS

Luo Yixuan, Huang Guimei, Luo Yuling, Wang Hanqiu and Chen Tielou

(Research Institute of Baling Petrochemical, Yueyang)

### ABSTRACT

The dyeability of PP fiber was improved by means of blend spinning with a kind of polyester having excellent dyeability. The YBP compound ratio, rheologic property, thermal property and spinnability of YBP were investigated. If 6% modifier was selected, the tenacity of YBP fiber is higher than 40cN/tex, and elongation at break is about 40%~60%. Dyed by disperse dyes under normal pressure, the coloring proportion is higher than 82%.

**Key Words:** PP; dyeability; blend spinning