

可染丙纶的研制*

周卫华 吕美娟

(北京服装学院)

【摘要】 将可染组分与聚丙烯共混改性, 纺得了可染丙纶, 可纺性好; 主要性能变化不大; 分散染料的上染量提高3~5倍以上; 色牢度达4.5~5级, 色泽鲜艳, 手感柔润。上染率提高的主要原因是改性丙纶结构疏松, 结晶度较低。

近年来, 国内外丙纶的主要发展方向是纺制细旦丝。由于丙纶细旦丝的芯吸作用、质轻、保暖等特性, 已被广泛用于军需、内衣及运动服等方面^[1]。我国已有一些工厂生产, 但要进一步开发丙纶细旦丝的潜在市场, 除了要在纺丝工艺上改进外, 还要满足丙纶细旦丝色泽鲜艳、色谱丰富、易于纺制的要求。本文研制的可染组分E, 与聚丙烯共混后纺制可染丙纶, 可避免原液着色法易堵喷丝孔等问题, 亦可获得小批量小色差, 色彩丰富、色泽鲜艳的纤维制品。

一、实验

(一) 试料

聚丙烯(PP1): 辽化生产70218, $MI=15$ 。

聚丙烯(PP2): 北京燕山树脂研究所, 高速纺用, $MI=14.9$ 。

聚丙烯粉料: 佳木斯化工厂生产(本体法), $MI=22$, 等规度为98.76%, 灰分100 ppm。

聚苯乙烯: $MI=6.4$ 。

可染共混组分E: 为本实验室提供的低熔点聚酯类高聚物。

(二) 实验方法

1. 纺丝

将可染共混组分E、聚丙烯树脂按表1所列比例与少量的其他添加剂混合后, 用 $\phi 20$ 的挤压机共混挤出、切粒后纺丝。部分试样未经

造粒, 在将各组分混合后直接纺丝。共混造粒时的挤出温度在185~210℃之间。

纺丝用的试验机台为北京合纤厂研究所自制, 螺杆直径20毫米, $L/D=20/1$, 喷丝板 $60 \times \phi 0.2$ 毫米。纺丝条件列于表1。

各种卷绕丝的牵伸, 在北京化纤研究所的双区热板牵伸机上完成, 牵伸速度为320 m/min, 牵伸温度在100℃左右, 牵伸4倍。

表1 共混纤维组成及纺丝条件

纤维号	组成 (%)				纺丝条件	
	PP1	PP2	本体PP	可染组分	纺速(m/min)	温度(℃)
12-0	100				240~250	270~295
12-5	95			5	240~250	260~285
12-4	94			6	240~250	260~285
2-1	90			10	240~250	260~280
2		50	45	5	240	270~280
3		50	45	5	380	270~280
4		50	45	5	420	270~280

2. 染色

为消除染料浓度、温度、浴比、pH、搅拌程度等因素对上染率的影响, 采用同浴染色。

常压沸染时分散染料1%(对纤维重), 扩散剂NNO 0.5~1g/l, 浴比1:50, pH为4~5。在恒温水浴锅中常压沸染1小时。

高压染色在Ahiba Turbomat高温高压程序升温染色仪(瑞士产)中进行(60℃入染, 在

30 分钟内使染浴从 60℃ 上升到 110℃，保持 1 小时后，于 20 分钟内降至 80℃。

3. 上染率测定

染色纤维经水洗、皂煮(皂片 2g/l, Na₂CO₃ 2g/l, 浴比 1:30, 95℃, 10 分钟)、水洗干燥后，分别用二甲基甲酰胺萃取剥色，计算上染量和相对上染率。相对上染率是加入可染组分 E 的改性纤维与未加可染组分 E 的纯 pp 纤维间上染量之比。

二、结果与讨论

(一) 纤维的主要物理性能

可染组分 E 与 pp 的相容性很好，在扫描电镜下，观察不到共混纤维(卷绕丝)中有分相现象。断面及纤维外表面都很均匀、光洁。可染组分 E 的热熔温度低，流动性极好，使共混体系的可纺性有所改善。不加降温母粒亦可顺利纺丝，纺丝温度比纯 pp 低 5~10℃ 左右。

在纺丝、牵伸条件相近的情况下，牵伸丝的物理性能(见表 2)表明，可染丙纶的主要物性参数无太大变化，强、伸度均符合要求。

表 2 各种纤维的主要物性参数

纤维号	单丝纤度 (dtex)	延伸率 (%)	强度 (cN/dtex)
12-0	3.54	57.0	3.74
12-5	3.03	18.7	4.48
2-1	3.30	83.0	3.43
2	3.23	24.7	2.71
3	1.83	18.1	4.27
4	2.17	13.4	2.80

(二) 可染丙纶的染色性能

1. 可染组分对上染率的影响

可染组分含量不同的改性或未改性丙纶对舍马隆青莲 HFRL、分散红 3B、分散蓝 2BLN 三种染料的上染率测定结果，如表 3 所示，改性丙纶上染量都比纯丙纶高。

由于采用同浴染色，对比性可靠，目测染色纤维色泽和上染率数据都说明随酯类聚合物含量提高，上染量增加。对不同结构的分散染

表 3-a 共混纤维中可染组分 E 含量与上染率的关系 (舍马隆青莲 HFRL, 常压沸染 1 小时)

纤维试样	12-0	12-5	12-4	2-1
可染组分 (%)	0	5	6	10
上染量 (mg/g)	1.05	4.02	4.45	5.44
相对上染率	1	3.83	4.24	5.18

表 3-b 共混纤维中可染组分 E 含量与上染率的关系 (舍马隆青莲 HFRL, 高压 110℃)

纤维试样	12-0	2	3	2-1
可染组分 (%)	0	5	5	10
上染量 (mg/g)	1.31	4.63	4.15	9.20
相对上染率	1	3.53	3.17	7.03

表 3-c 共混纤维中可染组分 E 含量与上染率的关系 (分散红 3B, 高压 110℃)

纤维试样	12-0	12-5	12-4	2-1
可染组分 (%)	0	5	6	10
上染量 (mg/g)	1.32	6.06	7.70	8.62
相对上染率	1	4.59	5.83	6.53

表 3-d 共混纤维中可染组分 E 含量与上染率的关系 (分散蓝 2BLN, 高压 110℃)

纤维试样	12-0	2	3	2-1
可染组分 (%)	0	5	5	10
上染量 (mg/g)	0.23	2.08	2.04	3.74
相对上染率	1	9.04	8.87	16.26

料，改性丙纶一般都能提高数倍，改性丙纶 (2-1) 对分散蓝 2BLN 的染色性能竟提高 16 倍，但上染量低，色泽浅。可染组分 E 提高到 10% 时，物性指标变化不大，但相对上染率提高 5 倍以上。

用 PET 改性的可染丙纶，上染率亦有较大提高^[2,3]，当 PET 混入量为 5% 时，相对上染率提高 1.8~2.5 倍^[2]。而用 5% 可染组分 E 改性的可染丙纶，相对上染率提高 3.5~5 倍之多。由于采用相对上染率数据，消除了实验条件的干扰，使本文数据与文献值有可比

性。

2. 染色时间对上染量的影响

图1为丙纶、可染丙纶与涤纶长丝用分散染料同浴常压沸染的上染速率曲线。

图1表明，即使沸染2.5小时，纯丙纶对四种染料的上染量都很低；可染丙纶上染量随染色时间延长不断提高，在沸染2小时后逐渐达到平衡上染量，其中舍马隆青莲上染量提高最多。分散蓝2BLN以纯涤纶上染量为最高，可染的及纯丙纶上染量都低，不能染得深色。这说明可染组分使可染性提高的程度具有选择性，因此，尚需对染料色谱作进一步的筛选。

3. 温度与压力对上染量的影响

可染丙纶的常、高压染色对比试验结果列于表4。

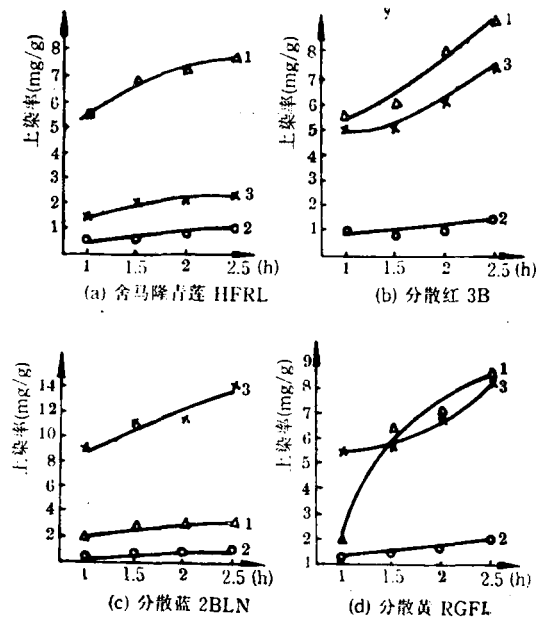


图1 改性与未改性丙纶、涤纶常压沸染的上染速率曲线

1—改性丙纶(2-1)；2—纯丙纶；3—纯涤纶。

表4 常压(100℃)和高压(110℃)染色相对上染率(倍数)对比

纤维试样 (可染组分含量)	2(5%)		3(5%)		12-5 (5%)		12-4 (6%)		2-1 (10%)	
	常压	高压	常压	高压	常压	高压	常压	高压	常压	高压
舍马隆青莲 HFRL	3.03	3.53	2.91	3.17	3.83	6.25	4.24	8.11	5.18	6.98
分散红3B	3.09	4.04	3.07	3.77	/	/	/	/	4.38	6.52

将可染纤维及其针织布用舍马隆青莲和分散红3B染色，结果是常压沸染一般得到浅、中色；高温高压使上染率提高，色泽较深。未改性的丙纶即使在高压下，上染量也不高(见表3-b、c、d)。可见，可染组分E改性的丙纶在常压沸染条件下也能满足服用纤维对色泽的一般要求。常压沸染的针织布具有丝织物的光泽与柔软手感。

4. 染色牢度

用10%可染组分E改性的丙纶(2-1纤维)织成针织布，用分散染料染色(染色条件与纤维相同)，皂洗干燥后，测定干、湿摩擦牢度及皂洗牢度，列于表5。

表5 可染丙纶(2-1)的染色牢度

	摩擦牢度(级)		皂洗牢度 (级)
	干	湿	
分散黄 RGFL	5	5	5
分散蓝 2BLN	5	5	5
分散红 3B	4~5	4~5	5
舍马隆青莲 HFRL	4~5	4~5	5

从干摩、湿摩及皂洗牢度看，染色样布几乎不褪色，尤其是皂洗后，棉细布上看不出沾色，色牢度极好。

(三) 上染机理探讨

可染丙纶上染能力的提高，与引入酯键使

表6 结晶度对上染率的影响

纤维试样	可染组分 E(%)	结晶度 (%)	上染量 (mg/g)	相对上染率
12-0	0	57.5	1.31	
3	5	53.7	4.15	3.17
2-1	10	49.6	9.20	7.03

注：结晶度是用X-光衍射法测定的，染色条件同表3-b。

纤维的表面能提高，增加对染料的吸附能力有关，但更重要的作用是由于可染组分E使丙纶结晶度降低，可吸附、包容染料分子的无定形区及相界面增多。表6是可染组分E含量与纤维结晶度、上染率的关系。

为了证实上述看法，我们选用非极性的PS(聚苯乙烯)与PP共混，纺制改性纤维，所得纤维的染色能力也有较大提高，如图2所示。可见6% PS的混入，使丙纶对分散红3B的上染量也有相当程度的提高。显然PS并不能使丙纶纤维的表面能有大的提高，而且PS与PP为非均相共混，但可使聚丙烯结晶能力减小，降低了丙纶的结晶度，提高了上染能力。这进一步证明，可染组分E使聚丙烯上染能力提高的主要原因是使丙纶纤维结构疏松，结晶度降低。酯键的引入也起了一定的作用。

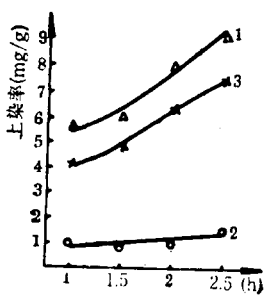


图2 添加PS的丙纶上染速率曲线(分散红3B)
1—改性丙纶(2-1);
2—纯丙纶;
3—94%PP+6%PS。

(四) 纺制可染丙纶细旦丝的探索

用原液着色法较难纺制细旦丙纶，而可染丙纶细旦丝因无颜料微粒影响不仅易纺，而且色泽鲜艳，手感柔滑、丰满，发展前景较大。可染组分E与聚丙烯相容性较好，熔体流动性也有所提高，故与纯聚丙烯相比，可在较大范

围内调整纺丝速度，纤度容易控制到2分特以下。在纺细旦丝时，由于熔体流动性提高，可纺性好，即使加入45%的本体聚丙烯，或未经预先共混造粒，纺丝与牵伸仍很顺利。用PET改性，由于可染组分熔点太高，且相容性不太好，纺丝难度较大。

用可染组分E及部分本体聚丙烯试纺，虽然可纺性仍较好，能纺得细旦丝，但由于本体聚丙烯质量波动大，纤维的强、伸度指标很不稳定，如表2所列。本工作中，主要采用提高纺速、减少泵供量降低纤度、所得细旦丙纶的染色性能列于表7。2、3、4号纤维含可染组分的量相同，只是纤度不同，它们对同一种染料的上染量相差不大，但均比12-0纤维(未改性)的上染率高2~3倍。

一般而论，其他条件相同时，纺速越高，纤维越细，取向度相应提高，结构也较致密，故上染率就低，表7数据反映了这一趋势，但相差甚微。纤度1.83dtex的3号丝，其上染量只比2号丝(3.23 dtex)低2%。针织布染色后目测其颜色深度，几乎无差异。只是手感更柔软、爽滑，光泽感更强。可见，用可染组分E与聚丙烯共混改性，开发可染丙纶及其细

表7 不同纤度的可染丙纶对四种染料的上染率 (常压沸染1小时)

染料	纤维试样 上染率	12-0		2		3		4	
		上染量 (mg/g)	相 对 上染率	上染量 (mg/g)	相 对 上染率	上染量 (mg/g)	相 对 上染率	上染量 (mg/g)	相 对 上染率
舍马隆青莲 HFRL		1.60	/	4.85	3.03	4.65	2.91	4.55	2.84
分散红 3B		2.15	/	6.65	3.09	6.60	3.07	6.50	3.02
分散黄 RGFL		3.95	/	/	/	8.00	2.03	/	/
分散蓝 2BLN		1.00	/	/	/	2.64	2.64	/	/

旦丝是有前途的。

三、结束语

1. 含酯键的可染组分E与聚丙烯共混，可降低纺丝温度，增加流动性，能顺利纺得可染丙纶。其主要物性指标与纯丙纶比变化不大。

2. 可染丙纶的溶液染色能力有很大提高，四种分散染料的染色结果表明，相对上染率均达到3~5倍以上，染色牢度在4.5~5级间。

3. 可染丙纶使上染量提高的主要原因是丙纶结晶度的下降，酯键的引入也起到一定的作用。

* 参加本工作的还有黄瑛、赵建霞、陈蓉。

参考资料

- [1] 《合成纤维工业》，1990, No.1, P 1~7.
- [2] A. K. SENGUPTA et al., 《Textile Research Institute》，1986, (8), P. 511.
- [3] 《合成纤维》，1985, No.3, P. 9.