

# 阳离子可染聚丙烯纤维的研究

马敬红 梁伯润 许赤峰 郑利民 (东华大学纤维材料改性国家重点实验室 上海 200051)

## 摘要

采用共混纺丝的方法,制备阳离子可染聚丙烯纤维,并对其性能进行了研究。结果表明:PP/MPT共混体系具有良好的可纺性,纺制的纤维上染率达95%以上。共混纤维有良好的力学性能,符合纺制加工的要求,并使纤维的吸湿性和抗静电性能有明显的改善。

**关键词:** 聚丙烯纤维 阳离子可染 共混纺丝

聚丙烯纤维具有比重轻、强度高、良好的保暖性及导湿性等优点,且原料广泛、价格低廉,但由于聚丙烯结晶度高,结构紧密,且分子上没有可与染料分子结合的极性基团,使其不能用常规的方法进行染色,大大限制了聚丙烯纤维在服用方面的应用。目前可染聚丙烯纤维的改性方法很多,较为成功的是共混改性法。我课题组在成功地开发了“酸性可染聚丙烯纤维”<sup>[1,2]</sup>和“分散可染聚丙烯纤维”的基础上,又进行了阳离子可染聚丙烯纤维的研究。阳离子可染聚丙烯纤维具有色泽鲜艳、染料用量少等优点,并可与腈纶等混纺后同浴染色,具有很好的工业化前景。本文制备了一种阳离子可染添加剂(MPT),经共混纺丝制成阳离子可染的聚丙烯纤维,并对其染色性能及力学性能进行了研究。

## 1 实验部分

### 1.1 原料

聚丙烯切片:Y2600,金山石化提供;  
阳离子可染添加剂:MPT,自制;  
增容剂:马来酸酐接枝聚丙烯(M-PP),自制。  
冰醋酸(C.P.),无水硫酸钠(C.P.),醋酸钠(C.P.),平平加O,阳离子黄8GL、阳离子红5GN、阳离子蓝RL、碱性品绿(均为商品染料)。

### 1.2 共混纺丝

#### 1.2.1 小纺丝机试验

将不同含量的MPT、增容剂M-PP干燥后与PP共混造粒,在日本富士公司的MSTC-400型熔融纺丝机上纺制不同纤度的可染丙纶,纺丝条件如表1。

表1 纺丝条件

各区温度(℃)			泵供量	卷绕速度
一区	二区	三区	(r.p.m)	(m/min)
190	265	260	40	400

#### 1.2.2 生产设备上的扩大纺丝试验

将含量为10wt%的MPT干燥后与PP共混造粒,在意大利FARE短程纺丝机上纺制了阳离子可染聚丙烯短纤维,喷丝板为33000孔,四部位;熔体温度为260℃;拉伸倍数为3.1倍。

### 1.3 染色性能测试

#### 1.3.1 染色工艺条件

染色处方:染料1%(o.w.f);冰醋酸3%(o.w.f);醋酸钠1%(o.w.f);无水硫酸钠5%~15%(o.w.f);平平加O 0.5%(o.w.f);浴比1:100。

染色工艺<sup>[3]</sup>:

加料 $\xrightarrow{10\text{min}}$ 85℃保温(5min) $\xrightarrow{1.5\text{℃/min}}$ 约95℃保温(90~100min) $\xrightarrow{\text{自然冷却}}$ 40℃水洗 $\rightarrow$ 皂煮 $\rightarrow$ 水洗、烘干

皂煮工艺:皂粉液2g/L,85~95℃,皂煮20min,浴比1:100。

#### 1.3.2 皂洗牢度的测试<sup>[4,5]</sup>

参考标准:ISO105—C03;1989耐洗牢度实验3;ISO105—C06;1982耐家庭和商业洗涤色牢度。

#### 1.3.3 均染性分析

将染色纤维用Y172哈氏切片器制取横向切片,用德国Leitz公司的VARIO—DRTHOWAT2型偏光显微镜观察并摄影。

### 1.4 纤维回潮率、比电阻及力学性能测试:

作者简介:马敬红,女,32岁,副研究员,主要从事高性能纤维方面的研究工作,已发表论文20余篇。

在 20℃及 65%相对湿度下测定纤维回潮率;用 YJ321 型比电阻仪测定纤维试样的比电阻值;用 SQ-1 型纤维强度仪、YJ362A 型卷曲弹性仪等测试。

### 1.5 纤维结晶度的测定

结晶度的测定采用 D/MAX-3A X 射线衍射仪。铜靶,镍片滤光。测定电压 37.5kV,电流 40mA,扫描速度 2°/min。

## 2 结果与讨论

### 2.1 共混纤维的可纺性和力学性能

衡量丙纶可染添加剂的优劣,首先要看它与聚丙烯组成的共混体系是否具有好的纺丝性能。一般来说,采用共混改性法制备可染丙纶,其添加剂的含量不宜超过 10%,否则会影响其纺丝性能。

表 2 共混体系的可纺性

MPT 添加量(wt%)	M-PP 添加量(wt%)	可纺性	拉伸性能
6	0	好	好
8	0	好	好
8	1	好	好
10	0	好	好
10	1	好	较好

从表 2 中可以看到:即使不添加增容剂,MPT 与 PP 组成的共混体系亦有良好的纺丝和拉伸性能,添加剂的含量达到 10%,也没有出现毛丝或断头等情况,长丝的纤度可做到 2dtex 以下(见表 3)。这是由于我们制备的阳离子可染添加剂是一类聚酯离聚物,分子链上含有的磺酸基团,与聚丙烯之间存在特殊的相互作用,因此二者有一定的相容性。另外,我们还成功地在生产设备上进行了扩大实验,结果也表明该共混体系有良好的可纺性。

表 3 共混纤维的力学性能

纤维类别	纤度(dtex)	断裂强度(cN/dtex)	断裂伸长(%)
纯 PP	2.38	4.86	141.8
共混纤维	1.83	4.73	88.0
共混纤维	2.01	4.40	148.7
共混纤维	7.04	3.01	169.7

从表 3 中还可以看到,与纯丙纶相比,改性后纤维的断裂强度略有下降,但完全能够满足后加工的要求。

### 2.2 纤维的结晶度和结晶尺寸

纯丙纶及共混丙纶的结晶度  $X_c$  及晶粒尺寸 L110 列于表 4 中。可以看到,由于添加剂的加入,共混纤维的结晶度明显下降,而晶粒尺寸却有不同程度的增加。聚酯类离聚物的加入破坏了聚

丙烯分子规整的排列,影响了其结晶能力,且形成的结晶尺寸增加,均会导致纤维内部晶区体积减少,染料可以进入的无定形区增加,有利于纤维染色性能的提高。

表 4 纤维结晶度及晶粒尺寸

纤维类别	纤度(dtex)	$X_c$ (%)	L110(Å)
纯 PP	5.56	41.1	114.3
共混纤维	5.56	41.2	127.0
共混纤维	2.78	39.0	118.5

### 2.3 共混纤维的染色性能

添加剂 MPT 中含有可与阳离子染料结合的离子基团,起染座的作用。因此共混体系中添加剂含量越大,染座就越多,纤维染色也越深。采用不同的染料分别对可染聚丙烯短纤维进行染色,测得上染率列于表 5 中。

表 5 不同染料上染率的比较

染料名称	上染率(%)		
	纯 PP	可染 PP(2.78dtex)	可染 PP(5.56dtex)
阳离子黄 8GL	6.4	96.53	96.53
阳离子红 5GN	9.2	97.76	96.52
阳离子蓝 RL	—	98.84	98.65
碱性品绿	—	98.45	98.45

从表 6 中可以看到:纯丙纶几乎不能染色,上染率不足 10%,而改性后纤维上染率均达 95%以上,而且对不同的染料,上染率也没有明显的差别,表明这种阳离子可染丙纶适应的色谱宽广,纤维可染成中深色,且颜色鲜艳,无明显色差。

另外,在染料浓度相同的条件下,纤维的上染率一般与其纤度成反比关系;而对表观色泽而言,则是纤度越大,表观色泽越深。但在我们的试验中,却发现纤度对其上染率并无太大的影响,而且以上两种纤维的表观色泽也十分相近,肉眼难以分辨出色差。

染色牢度是指纺织品的颜色在加工和使用过程中耐各种作用物的能力。包括皂洗牢度、日晒牢度及摩擦牢度等。我们测试了阳离子可染聚丙烯的皂洗牢度(列于表 6 中)。

表 6 纤维的皂洗牢度

染料名称	皂洗牢度(60℃,30min)(级)		
	原样变化	白睛沾色	白丙纶沾色
阳离子黄 8GL	3-4	4	5
阳离子红 5GN	4	3-4	5
阳离子蓝 RL	4	4	5
碱性品绿	5	4	5

从表中可以看到,可染丙纶的皂洗牢度随染

料的不同有所差异,这与染料分子的结构有关,但均达到 3~4 级以上,能够满足生产加工的要求。

另外,为了考察染料在纤维中分散的情况,我们拍摄了染色纤维横截面的显微镜照片。可以看到:染料分子均能扩散到纤维内部,且分散均匀,无环染现象,说明改性聚丙烯纤维具有良好的匀染性和染透性。

### 2.3 共混纤维的抗静电性能

聚丙烯分子中不含任何极性基团,故其吸湿性较差,比电阻较高,这就给纤维后加工带来静电问题,且织物手感较差。经过改性的可染聚丙烯纤维,由于引入了离子基团,使纤维的抗静电性能有明显的改善(见表 7),这对纤维的后加工是十分有利的,并能改善织物的手感。

表 7 纤维回潮率及比电阻的比较

纤维种类	回潮率(%)	比电阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )
纯 PP <sup>(1)</sup>	0.04	$7 \times 10^{19}$
可染 PP	0.54	$5.5 \times 10^7$

## 3 结论

1. PP/MPT 二元共混体系在大规模纺丝设备上有良好的纺丝性能,显示了诱人的工业化前景。
2. 改性纤维在常压下可用阳离子染料沸染,得到上染率在 95% 以上,色泽鲜艳的聚丙烯纤维。
3. 改性纤维的力学性能较纯丙纶下降不大。
4. 改性纤维的吸湿性及抗静电性能有所改善,对纺织后加工有利。

### 参 考 文 献

- [1] 杨胜利,梁伯润等.中国纺织大学学报.1998,24(4):95~98
- [2] 马敬红,梁伯润等.合成纤维工业.2000,23(2):30~32
- [3] 上海纺织工业局(染料应用手册编写组).《染料应用手册》(第三册).纺织工业出版社,1983:14~32
- [4] 纺织部标准化研究所编.纺织品基础标准方法标准汇编(续编二).北京:中国标准出版社,1990:683~688
- [5] 国际标准 ISO105.纺织品色牢度实验(中译本).北京:纺织工业出版社,1984:55~56
- [6] M Amed 著,吴宏仁、赵华山等译.《聚丙烯纤维的科学工艺》(下册).纺织工业出版社,1987:300

## STUDY ON THE CATION DYEABLE POLYPROPYLENE FIBERS

Ma Jinghong Liang Borun Xu Chifeng Zheng Limin

(State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, Donghua University 200051)

### Abstract

The cation dyeable polypropylene fibers are prepared by means of blend-spinning and the properties of the fibers have been studied. It is shown that the spinnability of PP/MPT blend system is good enough to meet the requirement of industrial production. The dye-uptake of the fibers can be up to 95%. The results also show that the mechanical properties are satisfactory as well as the moisture adsorption properties and antistatic properties are somewhat improved.

## (上接第 16 页) STUDY ON THE RHEOLOGICAL BEHAVIOUR OF PET - PBT COPOLYESTER

Li Wengang Dai Junming Huang Xiangnan

(State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, Donghua University 200051)

### ABSTRACT

The rheological behaviour of copolyester indicates that it is a typical pseudoplastic fluids. The viscosity of copolyester melt decline with the introduction and increasing of PBT, at the same time, also decline with the increase of melt temperature and the introduction of the third monomer. The viscous flow activation energy of copolyester is lower than pure PET. The non-Newtonian index of copolyester melt was higher than pure PET, and increasing with the increase of temperature and the introduction of the third monomer.

(上接第 19 页)

## DISCUSSION ON NEW TYPE HOT CHANNEL SPINNING TECHNOLOGY

Xu Xiaochen (The National Engineering Research Centre for Synthetic Fibers 200540)

### Abstract

In this paper, the development and origin of hot channel spinning technology were reviewed and analyzed. Based on investigation and exploitation of hot channel spinning, it elicited this new technology having good application foreground.