

---

# PET/PTT/纳米-SiO<sub>2</sub>纤维的可纺性和染色性的研究

李素花, 吴嘉麟\*

东华大学材料科学与工程学院, 上海, 200051

**关键词:** 共聚酯 可纺性 染色性

PET 纤维由于其优异的力学性能而成为纺织业的主要原料, 但存在染色性能差等缺点。PET 纤维的染色改性一般采用添加第三、或第四组分, 改变 PET 的分子结构, 以提高染色性能<sup>[1]</sup>。研究报道, PTT 纤维的染色性及回弹性极其优异, 但 PTT 纤维的强度低于 PET, 因而可纺性低于 PET 纤维<sup>[2]</sup>。在 2005 年全国高分子学术论文报告会上, 我们报道了纳米 SiO<sub>2</sub>/PET 纤维有良好的可纺性, 但染色性能还不能与 PTT 纤维相比。为了综合 PET 及 PTT 纤维各自的优点, 我们在纳米 SiO<sub>2</sub>/PET 制备中添加第三单体 PDO 以得 PET/PTT/纳米-SiO<sub>2</sub> 共聚酯, 可兼顾两者的优点, 得到综合性能优异的新型纤维。

## 1 实验

### 1.1 原料

对配制成的“纳米-SiO<sub>2</sub>/EG 的可逆凝胶体系”采用超高速剪切的分散方法<sup>[3]</sup>, 将纳米-SiO<sub>2</sub> 分散在 EG (乙二醇) 中。配制成的纳米-SiO<sub>2</sub>/EG 凝胶体系呈乳白色状态, 在超高速剪切下, 体系突然呈现浅蓝色的透明状态, 此时纳米-SiO<sub>2</sub> 均匀分散在乙二醇中, 再与不同比例的 1,3-丙二醇混合, 将纳米-SiO<sub>2</sub> 稀释至 0.1% 浓度, 与 PTA 聚合, 即可得到含 PDO 不同比例的 PET/PTT/纳米-SiO<sub>2</sub> 的共聚切片。

采用 30 立升聚合釜, 每次聚合样品 8 Kg。聚合样品中的 1,3-丙二醇组成如表 1。

### 1.2 纺丝

将试样在 80 及真空条件下预干燥 4 小时, 再升温至 110 , 真空干燥 20 小时。在江苏纺织研究院的工业化 POY 熔融纺丝机上纺丝。5 种纤维的规格相同, 根据喷丝孔的纺丝稳定性来调节纺丝速度, 以直接判定工业化生产中 PET/PTT/

nano-SiO<sub>2</sub>共聚酯切片的可纺性。

表 1. 试样组成

Table 1. The composition of the samples

试样	PD0 含量/%	特性粘度/( dL/g)	熔点/( )
0	0	0.695	260
1	4	0.698	231
2	8	0.678	227
3	12	0.676	225
4	16	0.662	223

### 1.3 断裂伸长测定

纤维的断裂伸长用 YG021A—1 型单纱强力机测定。重复 5 次，取其平均值。

### 1.4 沸水收缩率测定

取初始长度 ( $L_0$ ) 50cm, 预加应力为 0.1cN/dtex, 沸水中煮 30min, 吸干水分平衡 2 小时后, 再重新挂上重锤测其长度为  $L_1$ , 根据公式:  $(L_0 - L_1) / L_0 \times 100\%$  计算其沸水收缩率。

### 1.5 上染率测定

用分散红对共聚酯纤维进行常压沸染。染色条件: 染料质量分数 1%(对纤维重), 浴比 1:200, 时间 80min。

用 722N 型可见分光光度计测吸光度, 然后计算不同时间下的上染率。

## 2 结果与讨论

### 2.1 纺丝结果分析

表 1 显示: 四种不同 PD0 含量的 PET/PTT/ nano-SiO<sub>2</sub>共聚酯的熔点均低于对照的纯 PET 样品 30 多度。表明: 聚合时只要加入少量纳米 SiO<sub>2</sub>和 PD0, 共聚酯的熔点就近似于纯 PTT 的熔点<sup>[4]</sup>。熔融纺丝时, 螺杆挤压机 5 个区的温度相应要降低 15-20 度。纺丝工艺见表 2。

表 2. 共聚纤维的纺丝工艺

Table 2. The spinning procedure of the copolyester fiber

试样	螺杆各区温度/				箱体 温度 /	纺丝	纺丝状况
						速度 /(m/min)	
1	240	285	285	290	290	3200	优
2	220	275	275	275	275	3300	优
3	215	275	275	275	275	3500	优
4	220	275	275	275	275	3200	优

实验发现：只有当箱体的温度比常规 PET 的降低 15 左右时，纺丝才能顺利进行（见表 2）。当 PDO 含量为 12% 时，3200M/min 的纺丝速度下的 POY 丝的伸长达 143%，将纺丝速度提高到 3500M/min 时，伸长才为 134%。这表明 PDO 含量为 12% 时的 PET/PTT/ nano-SiO<sub>2</sub> 共聚酯切片有良好的可纺性。

## 2.2 PDO 含量对 POY 共聚纤维断裂伸长的影响

表 3. PDO 含量对初生纤维强伸度的影响

Table 3. Effect of the PDO content on tensile elongation of as spun fiber

试样	dtex/f	强力/(cN)	断裂伸长/%	断裂强度/(cN/dtex)
1	131/36	305	119	2.33
2	131/36	275	131	2.09
3	132/36	270	134	2.05
4	178/36	257	132	1.44

表 2 中不同 PDO 含量的 POY 共聚纤维的断裂伸长和断裂强度见表 3。

表 3 给出的断裂伸长是在表 2 中的不同纺丝速度下得到的。由此可见，在相同的 3200M/min 的纺丝速度下，第三组分 PDO 含量为 12% 时，POY 纤维的断裂伸长最大。出现这一结果的原因可归结为：纯 PTT 纤维的强度低于纯 PET 纤维的强度，随 PDO

含量增加，共聚纤维的断裂强度降低，限制了纺丝速度<sup>[5]</sup>。

### 2.3 PDO 含量对共聚纤维沸水收缩率的影响

沸水收缩率是纤维品质的一个重要指标。取纺速都为 3200M/min 时的 4 个样品进行测量。不同 PDO 含量共聚纤维的沸水收缩率，数据如表 4。

表 4. PDO 含量对共聚纤维沸水收缩的影响

Table 4. Effect of PDO content on boiling water shrinkage of the copolyester fiber

试样	1	2	3	4
沸水收缩率/%	5.2	7.8	9.6	11.8

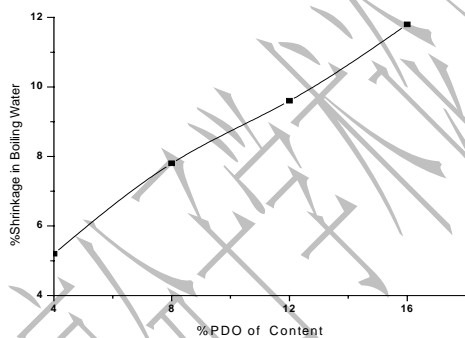


图 1 PDO 含量对共聚纤维沸水收缩的影响

Fig 1. Effect of PDO content on boiling water shrinkage of the copolyester fiber

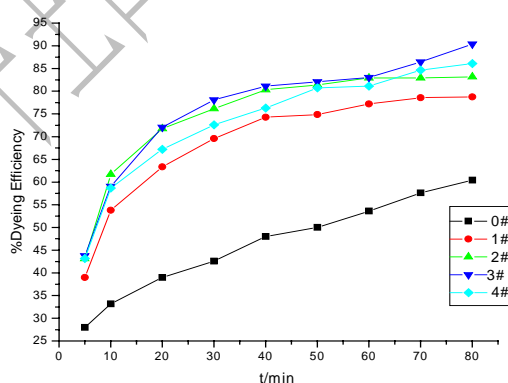


图 2 共聚纤维分散染料色的等温上染率

Fig.2 Isothermal dyeing efficiency in copolyester fiber system with disperse red

---

由图 1 可见，随着 PDO 含量的增加，纤维的沸水收缩率逐渐增大，这说明含有 PDO 的共聚纤维的不规整结构导致了较高的收缩率。

#### 2.4 PDO 含量对共聚纤维染色性能的影响

由图 2 可见，PTT 链段的引入提高了共聚纤维的染色性。当 PDO 含量为 12%，纳米 SiO<sub>2</sub> 含量为 0.1% 时，上染率达到最大。

### 3 结论

PET/PTT/nano-SiO<sub>2</sub> 共聚酯的熔点近似于纯 PTT 的熔点；纺丝温度比常规 PET 的降低 15-20 。当 PDO 含量为 12% 时，PET/PTT/nano-SiO<sub>2</sub> 共聚纤维的可纺性优于 PET 和 PTT 纤维。纳米 SiO<sub>2</sub> 含量为 0.1%、PDO 含量为 12% 的共聚纤维可以常压沸染。

#### 参考文献

- 1 张光传, 郭华. 分散染料常压易染 PET 纤维的研制. 聚酯工业, 2005, 18: 31 ~ 33
- 2 王兴良, 辛长征, 黄象安. PTT 纤维结构与性能的研究现状. 产业用纺织品, 2002, 9: 1~4
- 3 刘艳, 吴嘉麟. 纳米二氧化硅/乙二醇体系的凝胶现象及其应用. 合成技术及应用, 2003, 4: 20~23
- 4 Zengjun Liu, Kequan Chen, Deyue Yan. Nanocomposites of poly(trimethylene terephthalate) with various organoclays: morphology, mechanical and thermal and thermal properties. Polymer Testing, 2004, 23: 323~331
- 5 Jaemin Suh, J. E. Spruiell, Steven A. Schwartz. Melt Spinning and Drawing of 2-Methyl-1,3-Propanediol-Substituted Poly(ethylene terephthalate). Journal of Applied Polymer Science, 2003, 88: 2598~2606

### Spinnability and Dyeability for PET/PTT/ Nano-SiO<sub>2</sub> Fiber

Li Su-Hua<sup>a</sup>, Wu Jia-Lin<sup>b</sup>

(a): College of Material Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 200051, China

(b): State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, Donghua University, Shanghai 200051, China;

Corresponding author: Wu Jia-Lin, jlwu@dhu.edu.cn

---

## **Abstract**

In order to develop a new copolyester fiber with high performance and low cost, we prepared PET/PTT/nano-SiO<sub>2</sub> copolyester fiber by high speed cut and symmetrical disperse nano of nano/EG critical gel system. As nano-SiO<sub>2</sub> content is 0.1%, the effect of four different PDO component on spinnability, breaking elongation, boiling water shrinkage and chromaticity has been analyzed,. As the copolyester contains 12% PDO and 0.1% nano-SiO<sub>2</sub>, the velocity of the POY spinning and breaking elongation can reach 3500m/min and 127% respectively. The new copolyester fiber can be dyed at the conditions in common pressure and boiling temperature.

**Keyword:** Copolyester Spinnability Dyeability