

染色条件对 PTT 纤维结构与性能的影响

陈克权

(中国石化上海石化股份有限公司技术中心, 上海, 200540)

关键词 聚对苯二甲酸丙二酯纤维 染色 聚集态结构 拉伸回弹性

PTT 纤维是新近开发的一种高弹性回复聚酯纤维,可以广泛应用于服装领域,部分替代氨纶和 PBT 纤维,也可以替代尼龙作为地毯材料。但是,在不同的纤维加工过程中,以及纤维受到热拉伸、热定形和染色等作用时,蕴藏在纤维内部紧张而不稳定的应力和应变会逐渐松弛,影响纤维内部的聚集态结构,从而影响其弹性回复性能。

研究中使用的纤维为 PTT/FDY,规格为 104dtex/48f。PTT 纤维织成袜带,选用分散蓝 2BLN 染料,入染温度为 50,分别在 90、110、130 条件下各恒温染色 20、40、60 分钟,并分别测定染色前后纤维的聚集态结构和回弹性能。采用 WAXD 和声速法等方法,研究了染色前后 PTT 纤维的聚集态结构变化,以及染色条件对 PTT 纤维拉伸回弹性的影响。

表 1 和表 2 分别表示相应纤维的结晶、取向参数和晶面参数的变化。染色前 PTT 纤维的结晶度和声速取向因子 f_s 分别为 46.9%和 0.2634,结晶度较高而大分子链取向度较低,染色后 PTT 纤维的晶区取向明显变化。

表 1 染色条件对 PTT 纤维结晶和取向参数的影响

结构参数	染色前	染色条件								
		90			110			130		
		20mi n	40mi n	60mi n	20mi n	40mi n	60mi n	20mi n	40mi n	60mi n
f_s	0.2634	0.1623	0.1477	0.1251	0.1251	0.1062	0.0935	0.1807	0.1756	0.1623
结晶度/%	46.90	61.19	49.85	38.18	63.64	39.23	63.81	47.56	64.12	54.83

表 2 染色前后 PTT 纤维晶面参数的变化

染色条件		(100) 晶面		(012) 晶面		(102) 晶面	
温度 /	时间 /mi n	2 /degree	d/nm	2 /degree	d/nm	2 /degree	d/nm
90	20	24.98	0.5294	/	/	36.20	0.3685
	40	25.92	0.5104	/	/	35.71	0.3734
	60	25.97	0.5096	/	/	36.31	0.3674
110	20	26.15	0.5060	29.86	0.4443	36.20	0.3685
	40	26.15	0.5060	29.86	0.4443	36.20	0.3685
	60	26.15	0.5060	29.86	0.4443	36.20	0.3685
130	20	26.27	0.5037	29.94	0.4432	36.16	0.3689
	40	26.11	0.5067	29.49	0.4498	36.65	0.3641
	60	25.28	0.5232	28.96	0.4579	35.60	0.3745
空白		26.02	0.5086	28.85	0.4596	36.31	0.3675

在较低的 90 °C 下染色时,由于促使染料分子渗透进入纤维的非晶区或空洞所具有的能量较低,而且纤维的结晶度也由染色前的 46%提高到 20min 后的 63%,所以 PTT 纤维的上染率较低,20min 后上染率仅达到 37%。但是,随着染色时间的延长,染料分子渗透入纤维内部的非晶区或空洞区域,对纤维的晶区起到了膨润作用,使得纤维的结晶度和晶区取向随之降低,所以上染率明显升高。同时,在 WAXD 曲线上只能观察到两个衍射峰,分别对应 (100) 和 (102) 两个晶面,纤维染色后 d_{100} 增大,但随染色时间延长 d_{100} 减小;而 d_{102} 则在染色前后变化不大。

在 110 °C 下染色时,纤维的结晶比 90 °C 时更容易发生,开始时结晶度随染色时间延长而提高。尽管结晶度明显提高,由于促使染料分子渗透进入纤维的非晶区或空洞所具有的能量增加,所以纤维的上染率也明显升高,染色 20min 时就达到了较高的 88%,并随时间延长而略有升高。染色 20min 后,由于渗透入纤维非晶区的染料分子对晶区的膨润作用,使纤维的结晶度和分子链在晶区的取向随之降低,而染色 40min 后纤维的结晶度和晶区取向随之提高。同时经染色后,纤维的 d_{100} 和 d_{012} 略有减小,而 d_{102} 则略有增大,但在整个染色过程中 d_{100} 、 d_{012} 和 d_{102} 基本上保持不变。在 110 °C 下染色时,尽管纤维结晶过程会相应发生,但染料分子渗透进入纤维的非晶区、进而降低结晶度的作用更加显著,而且在该温度下染色初期纤维的上染率就较高,大分子链运动对于进一步染色影响不大,所以染色时间对于纤维上染率的影响并不大。

在 130 °C 下染色时,纤维的冷结晶过程更加容易发生,尽管 d_{100} 和 d_{012} 略为减小, d_{102} 基本不变,但结晶度和晶区取向开始时却明显升高,染料分子进入纤维的非晶区或空洞更加困难,所以 PTT 纤维的上染率却有所降低。当进一步染色至 40min 后,虽然纤维的结晶度和晶区取向有所降低,而 d_{100} 、 d_{012} 和 d_{102} 均有所增大,大分子链排列较为紧密,结果导致纤维的上染率明显降低。

从表 1 还可以发现,在纤维染色过程中,不但发生染料分子向纤维的非晶区渗透,而且发生纤维中大分子链的解取向作用,结果使得声速取向因子明显降低。染色温度和时间对纤维的解取向有较大的影响。在 90 °C 下,由于染色温度高于玻璃化温度,大分子链的解取向比较容易发生,染色纤维取向度的明显降低,是由于晶区和非晶区中分子链的解取向所致,而且染色时间越长,这种解取向作用越明显,染色纤维的取向度也越低。在 110 °C 下染色时,纤维较 90 °C 时更容易发生结晶,而且升高温度使得染料分子的渗透膨润作用显著增加,非晶区中分子链的解取向更加容易发生,结果使其取向度特别是非晶区取向度低于 90 °C 下染色的纤维。而在 130 °C 下染色时,由于纤维更加容易结晶,结晶的进一步完善阻碍了大分子链的解取向,使得 130 °C 下染色纤维的取向度高于 90 °C 和 110 °C 下染色的纤维,但染料分子的膨润作用却使其非晶区取向度降低。总之,染色纤维中分子链在非晶区的取向度都明显降低。

由图 1 可见,染色对于 PTT 纤维的拉伸回弹性有明显的影 响,染色后纤维的

拉伸回弹性较染色前降低约 5 ~ 11 个百分点,而且重复拉伸五次后染色纤维的拉伸回弹率比第一次拉伸低 7 ~ 8 个百分点。随着染色温度的提高,纤维的拉伸回弹率有所提高,但染色时间对于纤维的拉伸回弹率基本没有影响。

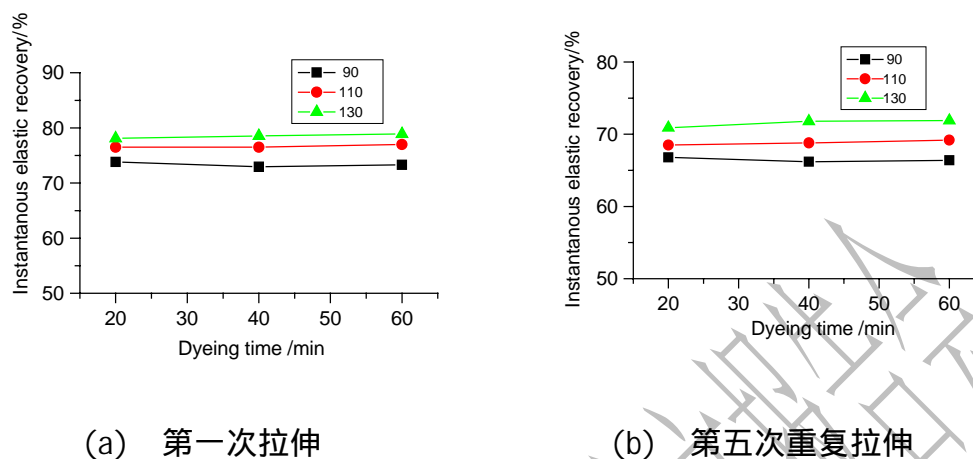


图 1 PTT 染色纤维拉伸回弹率

Effect of dyeing conditions on the morphological structure and drawing recovery of Poly(trimethylene terephthalate) filament

Kequan Chen

(Technical center of Shanghai Petrochemical Co., SINOPEC, Shanghai, 200540)

Abstract They were studied that the effects of the dyeing temperature and time on the morphological structures and the drawing recovery of PTT filament. The results showed that the best dyeing temperature for PTT filament is 110 °C, in which dye molecules were easy to seep into the filaments so as to reach a higher dye-uptake at the beginning of dyeing process. While under lower dyeing temperature of 90 °C, it is difficulty to dye PTT filament at the beginning of dyeing. The dye-uptake was increased with the increase of the dyeing time because dye molecules could permeate through filaments and destroy the crystalline structure and crystal orientation of filament along with the dyeing process. On the contrary, under higher dyeing temperature of 130 °C, the cold crystallization would take place quick easily for PTT, which would reduce the dye-uptake of PTT filament. Dyeing process would decrease the drawing recovery of PTT filament. Increasing the dyeing temperature would increase the drawing recovery, while dyeing time would not affect the drawing

recovery of PTT filament.

Keywords Poly(trimethylene terephthalate) filament dyeing morphological structure drawing recovery

2006年全國大學科技論文