

文章编号 : 0253-9721 (2007) 08-0066-04

PTT 织物的热定型加工性能

陈维国, 张娜, 王家俊, 龚熠

(浙江理工大学 教育部先进纺织材料与制备技术重点实验室, 浙江 杭州 310018)

摘要 为更好地开发新型 PTT 纤维面料, 在不同拉伸比和温度下对 PTT 织物进行热定型。研究了热定型工艺对 PTT 织物服用性能的影响, 采用 XRD 从微观上分析了热定型对纤维结晶形态的影响。结果表明: PTT 织物的断裂强力随热定型温度的升高和拉伸比的增大有增加的趋势, 弹性回复性随温度升高呈上升的趋势, 柔软性则随温度的升高和拉伸比的增大变差; 不同的热定型工艺对纤维的结晶形态有影响, 在拉伸比约为 5%, 150~170 °C 左右热定型, 能改善 PTT 织物的服用性能。

关键词 PTT 织物; 热定型; 性能; 结晶度

中图分类号: TS195.51 文献标识码: A

Heat setting performances of PTT fabrics

CHEN Weiguo, ZHANG Na, WANG Jiajun, GONG Yi

(Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract In order to develop new fabrics involving PTT fiber, the heat settings of PTT fabrics with different elongation under different temperatures were carried out. The influence of heat setting process on the performance of PTT fabrics was investigated. The XRD analysis was used to characterize the changes of crystallinity within the fiber influenced by heat setting. The experimental results showed that the strength and elasticity recovery ratio of PTT fabrics basically increased with rising of the temperature and increase of the fabric elongation, while the softness became worse. The crystallinity of PTT fiber was found being changed by the heat setting. In conclusion, the heat setting around 170 °C with an elongation of about 5% would be helpful in improving the performance of PTT fabrics.

Key words PTT fabric; heat setting; performance; crystallinity

热定型是热塑性纤维染整加工的主要工序之一, 它可调整纤维的微细结构, 使之建立更加稳定的形态, 提高纤维的取向度和结晶度, 使结晶区的大小和结晶度达到一个新的状态。提高纤维或织物在后加工及服用过程中的性能, 对合纤及混纺织物具有极其重要的作用^[1]。

PTT(聚对苯二甲酸丙二醇酯)是以 1,3-丙二醇(PDO)和对苯二甲酸(TPA)为原料纺制成, 是近几年才实现工业化生产的新型聚酯纤维^[2]。PTT 纤维具有高弹回复性和良好的化学稳定性, 可低温染色, 手

感柔软, 抗污性好, 其应用价值越来越受到人们的关注, 有望发展成部分代替普通涤纶、锦纶、丙纶、氨纶的产品, 具有广阔的发展前景^[3-5]。

目前关于 PTT 织物在各种热处理条件下结构和服用性能变化方面的研究还不多^[6], 对 PTT 纤维织物的整理加工工艺尚缺乏足够的理论指导。根据纺织面料的发展要求, 本文就热定型工艺对 PTT 织物服用性能及微观结晶形态的影响进行了研究, 探讨了 PTT 织物的最佳热定型工艺, 以期对 PTT 织物的开发应用起到积极的指导作用。

收稿日期: 2006-10-30

修回日期: 2007-03-21

基金项目: 浙江省重大科技计划项目(2005C11028-02); 长江学者和创新团队发展计划项目(IRT0654)

作者简介: 陈维国(1962—), 男, 教授。从事纺织品染整新技术的研究与开发。E-mail: wgchen62@126.com。

1 实验部分

1.1 实验材料

PTT平纹织物,纱线线密度8.33 tex,经纬密度450根/10 cm,厚度0.11 mm,面密度62 g/m²,织物经退浆处理。

1.2 实验方法

1.2.1 织物热定型

仪器: Rapid R-3型(台湾)间歇式热定型烘干机。热定型温度:130、150、170、190℃;纬向拉伸率:0.5%、7.5%、10%;热定型时间:60 s。

1.2.2 服用性能测试

所测试样均在温度为(20±2)℃,相对湿度为(65±3)%的恒温恒湿室中平衡24 h后进行测试。

织物断裂强力:选用YG(B)026E-250型电子织物强力机(莱州市电子仪器有限公司),取织物的纬向,参照GB/T 3923.1—1997采用条样法进行测试。

织物的弹性回复率:用PC/YG 065电子织物弹力仪(莱州市电子仪器有限公司),取织物的纬向,参照FZ/T01085进行测试。

刚性:用LLY-01型电子硬挺度仪,参照GB/T 18318—2001进行测试。

1.2.3 广角X射线衍射(WAXD)测试

采用ThermoXRD型射线衍射仪。测试条件:Cu靶,K_α射线,λ=1.541 8 nm,2θ为10°~50°,扫描速度3(°)/min,管压50 kV,管流50 mA。

2 结果与讨论

2.1 热定型工艺对PTT织物断裂强力的影响

以不同拉伸比5%、7.5%、10%,在不同温度130、150、170、190℃对织物进行热定型,其相同拉伸比下热定型温度对织物断裂强力的影响见图1。可以看出,相同拉伸力作用下,织物断裂强力随热定型温度的升高,基本呈递增趋势。热定型温度低于150℃时,经拉伸织物的断裂强力小于未拉伸织物的,在150℃各拉伸条件下织物的断裂强力趋同,且断裂强力较低。由于热处理温度较低的时候,纤维大分子链段的热运动并不剧烈,应力容易集中到内部结构薄弱的环节,使该部位分子链之间的作用力被破坏。较低温度下拉伸热定型,不仅不会使大分子链段按受力方向调整排列结构,反而使原来的弱

点加大,从而导致断裂强力较未拉伸热处理的织物断裂强力低。随热定型温度的继续升高,拉伸5%和7.5%的织物的断裂强力明显比未拉伸定型织物的提高。显然,热处理温度较高时,纤维中大分子链段的热运动较剧烈,并沿着应力方向调整分子链段的排列状态,加以一定的拉伸作用,更有利于纤维大分子形成有序的取向状态,纤维的结晶状态调整更好,进而使织物的断裂强力提高^[7]。

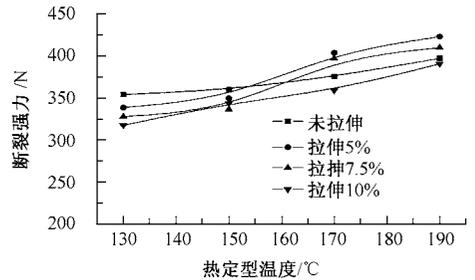


图1 热定型对断裂强力的影响

Fig.1 Influence of heat setting on breaking strength of PTT fabrics

由图1还发现经相同温度热定型后,织物断裂强力随拉伸比的增大略有下降的趋势;织物拉伸10%,不同定型温度下织物的断裂强力均小于未拉伸的织物,故拉伸10%热定型对PTT织物断裂强力有一定的损伤。可能因为较大拉伸力使纤维大分子之间的有序排列被破坏,未能形成更为整齐的取向或结晶状态。同时拉伸比加大,要考虑到织物结构的设计要求。总之,无拉伸或较小拉伸比时不同温度下的热定型,都能提高PTT织物的断裂强力(未热定型PTT织物的断裂强力为331.7 N),150℃以下热处理时未拉伸织物的强力较高,150℃以上有适当拉伸的热定型,比未拉伸热定型织物的断裂强力有所提高。

2.2 热定型工艺对断裂伸长率的影响

热定型对PTT织物断裂伸长率的影响见图2。无论进行热处理时有无拉伸,均会使PTT织物的断裂伸长率下降(未热定型PTT织物的断裂伸长率为55.7%),但下降的趋势因拉伸比和热处理温度而异。

无拉伸热处理织物的断裂伸长率随处理温度的提高呈先下降后回升的趋势;5%拉伸时,织物的断裂伸长率随温度的提高保持平稳趋势,但当拉伸比增加时,断裂伸长率的下降越来越明显。从织物的断裂伸长考虑,PTT织物热定型时不能有太大的拉伸。

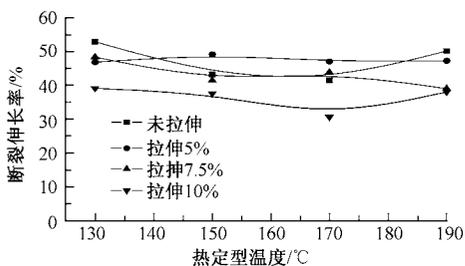


图 2 热定型对断裂伸长率的影响

Fig.2 Influence of heat setting on breaking elongation ratio of PTT fabrics

2.3 热定型工艺对弹性回复率的影响

图 3 为热定型工艺对 PTT 织物弹性回复率的影响。可以看出,不同温度下的热定型均能提高 PTT 织物的弹性回复率(未热定型 PTT 织物的弹性回复率为 64.8%)。不同拉伸比下热定型织物的弹性回复率明显高于未拉伸热定型的织物,热定型后织物的弹性回复率随定型温度的升高呈明显提高的趋势。在 160 °C 以上拉伸热定型,弹性回复率超过 90%。

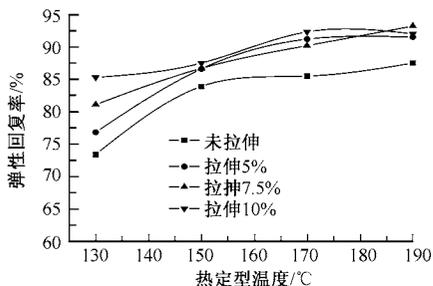


图 3 热定型对弹性回复率的影响

Fig.3 Influence of heat setting on elasticity restoring ratio of PTT fabrics

较高温度下拉伸热定型有助于纤维内部产生较大而完整的晶体,使纤维内部结构更趋完善,这种完善的结构将有利于限制纤维内无定形区分子链的松弛,使纤维具有更高变形回复能力,从而改善其弹性回复性^[8]。而低温下进行热处理,纤维大分子的链段运动还不够活跃,施加的张力容易使内部结构受到损伤,发生不可逆变形,PTT 织物弹性回复率的提高不多。为最大限度地维持并优化织物的高弹性能,应对织物的定型温度和拉伸条件进行严格控制。

2.4 热定型对织物刚柔性的影响

热定型后 PTT 织物刚柔性的变化见图 4。织物的弯曲刚度随热定型温度的升高呈上升趋势,即高温热定型使 PTT 织物的柔软性下降,经拉伸后织物的弯曲刚度较未拉伸的小。拉伸 5%、7.5% 织物在

较低温度下热定型后,织物的弯曲刚度较未定型的织物小(未热定型 PTT 织物的弯曲刚度为 0.1 cN·cm),且 2 种效果很相近。说明织物在拉伸作用下热定型能在一定程度上提高织物的柔软性。这里要考虑拉伸使织物紧密度下降,弯曲刚度变小,织物变松有关,但热定型温度过高后,会抵消因拉伸使织物稀松后的弯曲刚度下降,柔软性急剧下降严重影响面料的外观手感和服用舒适性,故热定型温度不宜过高。

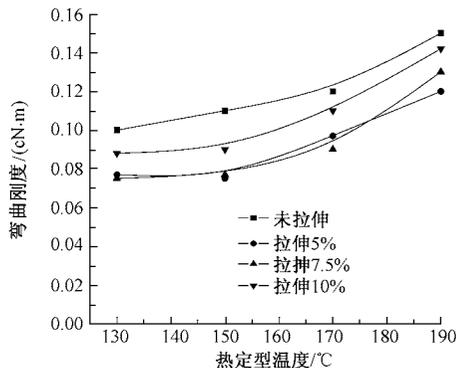


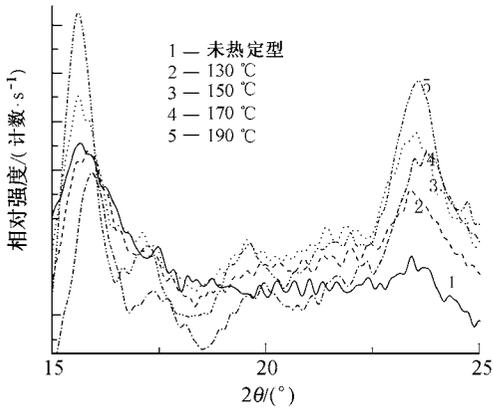
图 4 热定型对 PTT 织物刚柔性的影响

Fig.4 Influence of heat setting on softness of PTT fabrics

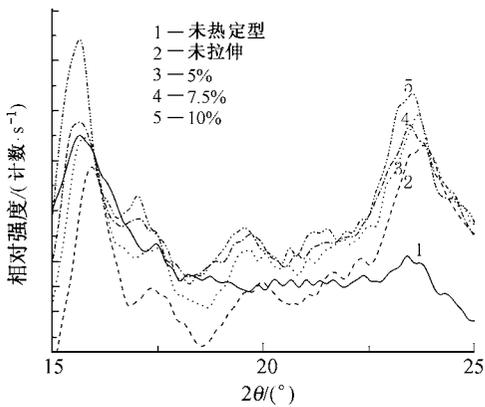
2.5 热定型对 PTT 纤维结晶形态的影响

热定型对 PTT 织物结晶性能的影响见图 5。由图可看出热定型后 PTT 织物的特征衍射峰的形状基本吻合,但衍射峰的强度各不相同,可见热定型并未改变 PTT 纤维的化学组成,但对纤维的结晶形态有一定的影响^[9]。

从热定型温度对 PTT 纤维的影响看出,衍射峰强度随热定型温度的升高而提高,说明 PTT 纤维的结晶程度随热定型温度的升高而增大,这与织物的断裂强力随温度升高而增大是一致的。主要是热处理过程中晶区相互合并和无定形区相互聚集,无定形区可自由活动大分子出现了部分结晶的缘故^[10]。一定温度下,PTT 纤维的衍射峰随拉伸比的增加有增大的趋势,明显高于未定型的织物。可见拉伸热定型可以完善纤维的结晶形态,提高结晶度^[11]。这主要由于较高温度下,一部分妨碍链段运动的相对不稳定、不完善的小晶体发生熔化,释放出的链段可随外加张力的作用而运动,并将沿着张力方向再参与到相对稳定的结晶中去,纤维内晶粒数减少而晶粒尺寸变大,晶粒之间的空隙也增大,内部结构更趋完善,从而使纤维的总结晶程度提高。从图中还可以看出温度对衍射峰强度的影响更为明显,说明温度对纤维的结晶状态影响更大,但考虑到过高的温



(a) 不同温度的影响



(b) 170 °C 不同拉伸的影响

图 5 热定型对 PTT 纤维结晶形态的影响

Fig. 5 Influence of heat setting on the crystallinity of PTT fiber.

(a) Influence of temperature ;(b) Influence of elongation

度和拉伸不利于织物的手感和断裂延伸性,所以不建议对织物作高温强拉伸热定型处理。

3 结 论

1) PTT 织物的断裂强力随热定型温度的升高呈递增趋势,一定的拉伸比有助于断裂强力的提高,热定型后 PTT 织物的断裂伸长率有所降低。

2) 热定型能提高 PTT 织物的弹性回复率,并随

温度升高和拉伸比的增大而提高,170 °C 达到较好的水平,较高温度热定型对织物的柔软性有不利影响。

3) 经 X 射线衍射发现,热定型改变了 PTT 纤维大分子的结晶度,并随温度的升高而增大,这从微观上佐证了 PTT 织物服用性能变化的原因。

综合考虑热定型对 PTT 织物物理机械性能及外观形态的影响,在 150 ~ 170 °C 拉伸 5 % 的条件下进行热定型处理,对 PTT 织物的服用性能总体上较未热定型的织物有改善作用。

FZXB

参考文献:

- [1] 马晓光. 纺织品物理机械染整[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2002 .
- [2] Ward I M, Wilding M A, Brody H. The mechanical properties and structure of poly (trimethylene terephthalate)[J]. Journal of Polymer Science: Polymer Physics Edition, 1976(14) : 263 - 274 .
- [3] 吕初旭, 王玥, 柴焕敏. PTT 的结构和性能[J]. 聚酯工业, 2004(4) : 6 - 9 .
- [4] Presad N M. Influence of thermal modification of cationic-dyeable polyester on dyeability with disperse dyes [J]. American Dyestuff Reporter, 1989, 78 (10) : 15 - 20 .
- [5] Yanenaga A. PTT fibre — a new mass product [J]. Intern Tex Bulletin, 2000, 46 (5) : 35 - 36 .
- [6] 任永花, 俞建勇, 张一心. PTT 纤维及其制品的应用特性分析[J]. 棉纺织技术, 2005(11) : 641 - 644 .
- [7] 刘颖, 任永花, 俞建勇. 热处理对 PTT 短纤维力学性能的影响[J]. 合成纤维工业, 2005(3) : 19 - 21 .
- [8] Chuah H H. Orientation and structure development in poly (trimethylene terephthalate) tensile drawing [J]. Macromolecules, 2001 (34) : 6985 - 6993 .
- [9] 左演生, 陈文哲, 梁伟. 材料近代分析方法[M]. 北京: 北京工业大学出版社, 2000 .
- [10] Tell M D, Presad N M. Effect of heat setting on the structure and properties of cationic-dyeable and normal polyester [J]. American Dyestuff Reporter, 1990, 79(8) : 31 - 35 .
- [11] Wang B J, C Y Lt, Hanzhcek J, et al. Poly (trimethylene terephthalate) crystal structure and morphology on different length scales [J]. Polymer, 2001, 42 : 7171 - 7180 .