

PTT 纤维的染整加工(一)

杨栋樑

(全国染整新技术应用推广协作网,上海 200040)

摘 要: 探讨了生产 PTT 纤维的原料合成方法、PTT 纤维的分子结构及其性能,如力学性能、弹性回复性、热学性、柔软性、耐化学品性能、防污性和染色性等。详细介绍了 PTT 纤维、PTT/棉、PTT/毛、PTT/PET 混纺织物的染色工艺及注意事项。在 PTT 及其混纺织物的整理中,吸湿排湿整理是最为流行的,并还介绍了整理工艺、市售亲水剂类型及可能达到的效果。

关键词: 染整; 合成; 性能; 聚对苯二甲酸丙二酯纤维

中图分类号: TS190.62 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4017(2006)01-0046-05

Dyeing and finishing of PTT fiber(I)

YANG Dong-liang

(National Networks of Application and Cooperation of Dyeing and Printing New Techniques, Shanghai 200042, China)

Abstract: This paper covers the synthesis, molecular structure and properties including mechanical properties, elastic recovery, thermal property, softness, chemical proofing, anti staining and dyeing behaviors of PTT (polytrimethylene terephthalate) fiber. Dyeing processes of PTT fiber, PTT/ wool, PTT/cotton and PTT/PET blended fabrics are detailed, matters for attention in dyeing are put forward. The moisture management of PTT and its blended fabric is very popular nowadays, finishing process, available hydrophile as well as finishing results are introduced.

Key words: dyeing and finishing; synthesis; property; polytrimethylene terephthalate fiber

0 前言

人们习惯上说的聚酯纤维是指聚对苯二甲酸乙二酯纤维(PET),又称涤纶纤维。它于 20 世纪 50 年代开始工业化生产,性能优异,原料易得,用途广泛,现已发展成为合成纤维中产量最大的品种。但是,涤纶纤维作为纺织原料,存在着染色性能差(可使用染料种类少,且需高温高压染色设备)、吸湿率小、易产生静电荷积累、易起毛起球(尤其是针织品)和穿着闷热等诸多不足之处。这在客观上限制了它在服装面料上的进一步扩大应用,无法满足人们日益增长的对服装面料舒适性的要求。

为此,国内外有关科研人员对涤纶纤维的改性进行了不懈的努力,也取得了相当的成效。在研发过程中,涤纶纤维的同系物也相继问世,如可常温(无载体)染色、弹性良好的聚对苯二甲酸丁二酯(PBT),于 20 世纪 80 年代实现了工业化生产;以及有锦纶的弹性回复性、抗污性、腈纶的蓬松性,可常温(无载体)染色的聚对苯二甲酸丙二酯(PTT)。同时,也开发了一批在化学结构上具有酯基的线型聚合物,如结构致密耐冲击力的聚碳酸酯(PC);耐光-气候性极佳的聚乙氧基对苯甲酸酯(PEB);高强高模沸水收缩率低的聚苯二甲酸酯(PEN);可供医用的聚乙交酯(PGA);以及可生物降解的聚乳酸(PLA)等。就纺织原料来说,按国际人造纤维及合成纤维标准局(BISFA)的规定,聚酯纤维的定义是:聚酯纤维是线型大分子结构中,乙二醇和对苯二甲酸生成酯的质量分数不少于 85%。由此,只能将 PTT

和 PBT 看作是 PET 的同类产品。

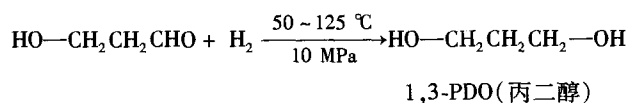
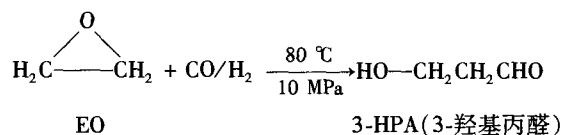
1 PTT 树脂和纤维^[1~7]

PTT 的制造技术早在 1941 年就已提出了专利申请,只是由于当时高质量的 1,3-丙二醇(PDO)成本太高,才未能实现 PTT 的工业化,这与当时 1,3-丙二醇的应用局限性有关。直至 1995 年左右,由美国壳化学(shell chemical)公司首先予以松绑。

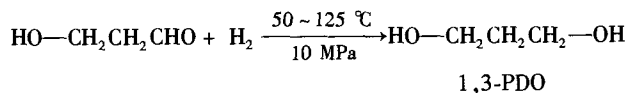
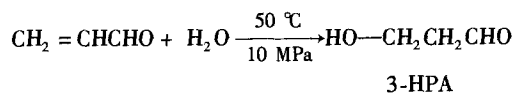
1.1 1,3-丙二醇的生产

目前,1,3-丙二醇的生产有化学法和生物技术法两种。

化学法是美国壳化学公司开发的,由环氧乙烷用水煤气加氢的技术路线生产,其化学反应如下:



美国壳化学公司在 Geismar 建立年产 7.5 万吨的工厂,作为生产 PTT 的 1,3-丙二醇原料供应地。后来,德国 Degussa-Huls 公司开发了由丙烯醛生产 1,3-丙二醇的技术路线,建立了年产 9 000 吨的工厂。其化学反应如下:



收稿日期:2005-09-20

作者简介:杨栋樑,男,江苏常州人,教授级高工,长期从事染整生产和新工艺、新技术和新产品研发工作。现任全国染整新技术应用推广协作网副理事长兼秘书长。

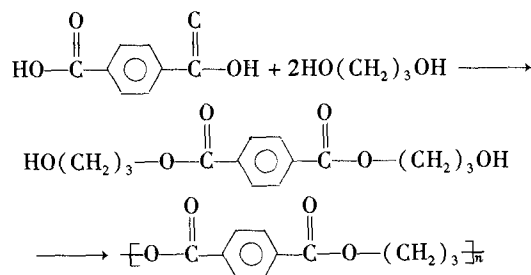
上述两种路线生产的1,3-丙二醇均能满足生产PTT的要求,成本较环氧乙烷低些,但其原料来自于石油。

美国杜邦公司最早曾引进德国 Degussa-Huls 公司技术,生产1,3-丙二醇,至20世纪90年代中期与 Genecor 公司联合采用生物技术,以转基因玉米渣为原料生产1,3-丙二醇,已实现生产能力为1000 t 的中试工厂。该公司在北卡罗莱纳州的 Kinston 拥有年生产能力为1.2万吨 PTT 的工厂,并有扩大为5万吨的计划。此外,德国赛公司以向日葵和棕榈油为原料,制成甘油后,经发酵制成1,3-丙二醇的生物技术路线,估计不久也将进行工业化生产。生物技术的原料是碳水化合物,其成本较化学法低,故其发展前景倍受人们关注。

我国安徽绩溪立兴化工公司采用生物技术,由葡萄糖发酵生产1,3-丙二醇的研发工作已进入中试生产阶段;清华大学应用化学研究所的国家科技攻关项目“两步法发酵”生产1,3-丙二醇,生产达100 t 规模;黑龙江石化研究所和上海石油化工研究所正在开发由丙烯醛生产1,3-丙二醇的工作,为我国生产1,3-丙二醇原料提供了可能性。

1.2 PTT 的合成

由对苯二甲酸与1,3-丙二醇直接酯化生成对苯二甲酸丙二酯,然后经缩聚生成聚对苯二甲酸丙二酯,其反应式如下:



美国壳化学公司于1996年在美国弗吉尼亚州兴建世界上第一个 PTT 生产厂——Point Pleasant 工厂,年生产能力为2万吨,商品名为“Corterra”。2001年,壳化学公司与 Zimmer 公司合作,在墨西哥的 Altamira 建立了一个年生产能力为11.5万吨的 PTT 工厂,壳化学公司是目前世界上 PTT 生产能力最大的公司。该公司于1999年与美国休斯顿 Kosa 公司合作生产和销售 PTT 纤维;此外,还与韩国 S. K. 化学公司有协作生产 PTT 纱线。杜邦公司在北卡州的 PTT 生产厂,年生产能力将由1.2万吨扩大至5万吨,商品名为“Sorona”。该公司与北美聚酯企业、欧洲杜邦、韩国 Sachan 工业、日本帝人、日本东丽和中国台湾地区远东等公司合作开发 PTT 纤维的应用。

PTT Poly 加拿大公司在蒙特利尔投资4000万欧元,兴建年生产能力为9.5万吨的 PTT 生产厂,并采用连续缩聚工艺技术,这是当今世界年生产能力第二的大厂,其产品主要是纤维、地毯和纺织品。该厂所用1,3-丙二醇原料由壳化学公司供应。

到2003年,全球几大 PTT 生产厂家的年生产总量达26.33万吨(表1)。

1.3 PTT 切片

PTT 切片的生产方法可与生产 PET 切片基本相同,只是工艺技术参数稍作改动即可。为了降低生产成本,缩短工艺流程,PTT 切片大多采用直接酯化缩聚工艺。

表1 2003年世界上的 PTT 生产能力

生产国与公司	厂名	生产能力/万吨	投产年代
美国 Shell Chem.	Point Pleasant	2.1	1996
美国 Shell Chem.	Geismar	9	1999
美国 Shell Chem./德国 K98	Geismar	4.5	1999
美国杜邦	Kinston	1.2	2002.8
德国 Shell Chem./Zimmer	Zimmer	0.03	2002
加拿大 Zimmer	Montreal	9.5	2003.4

1997年壳化学公司开始用间歇缩聚法生产 PTT,其切片的特性粘度仅达0.64dl/g (dl=1/10L),不能满足纺丝工艺的要求,后改用固相缩聚也仅为0.78dl/g,其分子量分布也较宽。由 Zimmer 公司开发的连续缩聚工艺,才能达到纺丝质量的要求,如表2所示。

表2 不同缩聚工艺的 PTT 切片性能

	普通间歇与 SSP (DIV=0.28)	间歇、全熔融	连续、全熔融
特性粘度范围/dl·g ⁻¹	0.80~1.30	0.8~1.10	0.8~0.95
特性粘度平均偏差/dl·g ⁻¹	±0.03	±0.01	±0.008
DPG 含量/% (wt)	1.3±0.1	0.9±0.1	0.6±0.1
环状低聚物含量/% (wt)	0.9~1.1	2.4~2.6	2.4~2.6
分子量分布/(M _w ·M _n) ⁻¹	3~4	2.2~2.5	2.2~2.5
切片脆性	高	无	无
结晶度(DSC)/%	~75	<50	<50

注:DPG 为二丙二醇;SSP 为固相缩聚;DIV 为散变;M_w/M_n 为分子量的多分散系数。

连续缩聚工艺与间歇法相似,只是1,3-丙二醇与对苯二甲酸混合成糊状后,在两段酯化和两段缩聚都是连续进行的,最终制得高质量的 PTT 切片,其生产流程见图1。

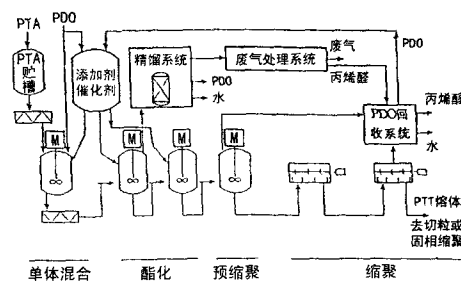


图1 PTT 连续缩聚工艺

由于连续缩聚的 PTT 切片中二丙二醇(DPG)含量较低,对纤维的可染性与织物不良影响较小,故逐步取代了间歇法。

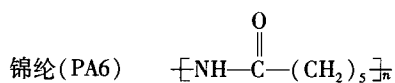
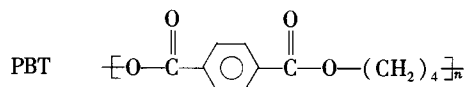
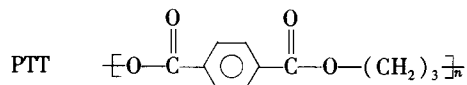
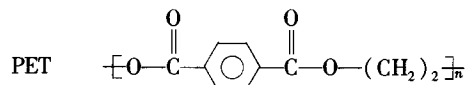
1.4 PTT 纤维

PTT 切片经真空干燥,其含水量低于30 mg/kg,毋需预结晶即可直接纺丝,在纺 PET 长丝或短纤的设备上,基本参照其工艺,适当调整技术参数即可制得 PTT 的 POY(预取向丝)、UDY(未牵伸丝)和 SDY[牵伸丝,分高取向丝(HDY)和全牵伸丝(FDY)],熔融温度一般为245~265℃,挤出温度比 PET 低30℃。PTT 长丝的加弹、网络或交络性能很好,参照 PET 纺短纤的前纺和后纺工艺,在同一设备上,稍稍改变工艺技术条件和操作,即可纺制 PTT 短纤。

此外,利用 PTT 切片改变纺丝方法,可制得 BCF PTT(膨化变形长丝)丝、纺粘法或熔喷法非织造布和双组分复合丝等。

2 PTT 纤维的分子结构及其性能

PTT 纤维分子的单元化学结构与 PBT 和 PET 的区别,仅在于苯环间的亚甲基个数,如下式所示:



PTT 和 PBT 两种纤维的弹性明显比 PET 好,所以有聚酯纤维的美誉。其弹性与锦纶纤维相似,甚至稍好些,仅次于氨纶纤维,如表 3 所示。

表 3 PET 纤维与其它弹性纤维的特性比较^[8]

	PET	PTT	PBT	锦纶(PA6)	氨纶	
					聚酯型	聚醚型
熔融温度/℃	260	228	221	223	270~290	230~290
玻璃化温度/℃	69~81	45~65	20~40	40~87	25~45	-70~-50
密度/g·cm ⁻³	1.38	1.33	1.35	1.14	1.20	1.21
初始模量/cN·dtex ⁻¹	9.15	2.58	2.4	2.1	0.45	0.11
弹性伸长率/%	20~27	28~33	24~29	27~32	600~800	480~650
弹性回复率/%	4	22	10.6	21	98	95
结晶速度/min	1	2~15	15	12		
光稳定性	优良	优良	优良	差	尚可	尚可
尺寸稳定性	良	优良	良	良	优良	优良
抗污性	优良	优良	优良	尚可	差	差
染色性	尚可	优良	良	优良	尚可	尚可

2.1 PTT 纤维的分子结构^[9-13]

从分子的单元结构看,PET 与 PTT 和 PBT 的区别是其亚甲基链的长短,其中 PET 和 PBT 的亚甲基个数呈偶数,而 PTT 呈奇数。根据高聚物结构中亚甲基个数的“奇碳效应”,PET、PTT 和 PBT 的弹性不是按亚甲基的数量排列,而是呈 PTT > PBT > PET 的顺序。由 X-衍射显示,PTT 的高回弹性来源于晶体结构。PTT 纤维在刚开始伸长时,其晶体应变数量几乎等同于宏观应变,而 PET 和 PBT 则不存在这种现象,以致它们结晶状的大分子链的构象也不同,如图 2 所示。

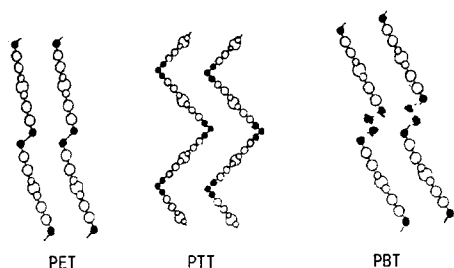


图 2 几种聚酯在结晶状态下大分子链的形态结构

PTT 分子链的空间结构由曲折的亚甲基链段和硬直的对苯二甲酸单元组成,形成沿纤维轴向的“Z”字形结构。PTT 分子构象的“Z”弹簧特征与易改变的三个亚甲基的空间构造,使之具有较好的螺旋形弹簧结构。形成弹簧结构的主要原因是“奇碳效应”。“奇碳效应”提供了更多的空间,使苯环与三个亚甲基不处于同一平面,而邻近两个羰基的斥力不能成 180°平面排列,只能以 120°空间错开。PTT 大分子结晶单元弯曲的链长是其完全伸直长度的 75%。研究表明,同样情况下,PET 为 98%,PBT 为 88%~96%,所以 PTT 在受力时大分子链比较容易拉伸和压缩;外力除去后,能迅速回复原状。但另有文献指出,以“奇碳效应”解释 PTT 纤维的高回弹性过于勉强,认为大分子链在非晶相中是无规分布的,不可能形成“Z”字形构象;在晶相中,“Z”字形构象的大分子链不可能受力首先发生构象变化,所以,PTT 纤维高回弹的结构原因仍有待进一步研究。

2.2 PTT 纤维的性能^[11,12,14-18]

PTT 纤维属典型聚酯纤维,因此具有与 PET 相同的耐光性,耐化学品的稳定性和低吸湿性;其“奇碳效应”产生的高回弹性和结晶度较低等,则使其具备一般 PET 和锦纶所不具备的性能。

2.2.1 力学性能

J. C. Kim 等人发表的 PTT、PET 和 PBT 的力学性能如表 4 所示。

表 4 PET、PTT 和 PBT 纤维的力学性能

纤维	特性粘度	卷绕速度/ m·min ⁻¹	拉伸倍数	应力/ GPa	应变/ %	双折射率 (0)
PET	0.72	900	3.0	0.45	39	0.146
PTT	0.65	900	3.75	0.35	38	0.073
PBT	0.72	1200	2.0	0.32	54	0.154

I. M. Word 等人测定取向 PET、PTT 和 PBT 纤维的应力-应变曲线表明,PTT 纤维的初始模量明显低于 PET,略高于 PBT,而 PTT 纤维的弹性回复率和热收缩明显高于 PET 和 PBT 纤维。

PTT 纤维的结晶度低,其断裂强度也稍低,当断裂伸长为 25% 时,其强度约为 3.4 cN/dtex,而 PET 纤维为 4.2 cN/dtex,但 PTT 纤维作为纺织原料与棉或羊毛等混纺,其强度是足够的。

2.2.2 弹性回复性

多次循环拉伸试验表明,PTT 纤维拉伸达 20% 时,仍具有 100% 的弹性回复性。据称,100% PTT 织物与含有 4.7% 氨纶弹力丝的涤纶织物有同样的弹性回复性。这是 PTT 纤维分子链结构的特征所致。比较不同伸长率时的 PTT 与 PET 和 PBT 的弹性回复性,如表 5 所示。

表 5 不同伸长率时回复率比较

伸长率/%	PET 75dtex/36f	PTT 75dtex/24f	PBT 75dtex/24f	Nylon 70dtex/24f
10	65	87	78	80
20	42	81	66	67
30	-	74.9 (78dtex/20f)	-	50.8

2.2.3 热学性

PTT 纤维的熔融温度(T_m)为 230℃,比 PET(265℃)和锦

纶(225℃)低。其玻璃化温度(T_g)与锦纶相似, T_g 与 T_c 的差值是高分子加工的重要因素,在加工过程中要密切关注,几种合成纤维的热学性能如表6所示。

表6 几种合纤的热学性能

	PET	PTT	PBT	锦纶(PA6)	PA66
$T_m/^\circ\text{C}$	265	230	221	223	256
$T_g/^\circ\text{C}$	68	45~65	25	40~80	50~90
$T_c/^\circ\text{C}$	132	65	44	65	-

2.2.4 柔软性

据文献表明,PET、PTT和PBT三种纤维的挠屈模量(GPa)分别为3.11、2.76和2.34;其杨氏模量的情况也类似,分别为10.3、9.7和9.65。PTT织物的手感柔软性比PET织物好,即纤度为3.3 dtex PTT织物与2.2 dtex PET织物的柔软性相同,与同一纤度的锦纶织物柔软性近似。因此,在一般染整加工时,毋需经碱减量加工。PTT纤维的耐碱性能如图3所示。若需要碱减量处理,其工艺条件应比PET更为剧烈,NaOH浓度一般在100 g/L左右。

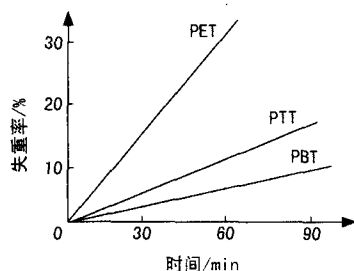


图3 PTT纤维的耐碱性(NaOH 70 g/L, 98℃)

2.2.5 耐化学品性能

PTT纤维的耐化学品性能与其它合成纤维比较见表7。

表7 耐化学品性能

化学品	PTT*	PA6	PA66	PET	备注
氯1%	++	--	-	++	在72~110℃的溶液中处理120h,单丝强度的变化 ++ + 0 - -- 好 差
盐酸5%	++	-	-	++	
烧碱5%	++	++	+	-	

* PTT纤维系 Corterra。

2.2.6 防污性

PTT纤维的防污性比锦纶纤维好。

2.2.7 染色性

合成纤维用分散染料染色,其染色温度必须在该纤维的玻璃化温度以上才有效(能染成深色)。PTT纤维的玻璃化温度为55℃左右,比PET纤维的81℃要低25℃,故其染色性能明显优于PET纤维。可在常压下沸染,并可望获得坚牢的色泽。在相同的染色温度下,分散染料在纤维上的渗透性,PTT也明显好于PET,如图4所示。

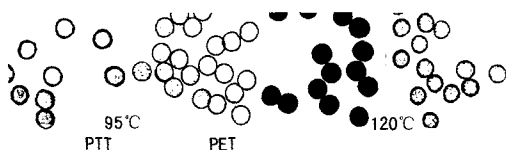


图4 PTT与PET纤维用分散蓝139染色的横截面

3 PTT产品的开发方向和存在的问题

3.1 PTT的市场情况^[6,17]

世界市场上,PTT纤维及其纺织品的营销分属两大营销网络,一是美国大型石油化工企业——壳化学公司;二是以综合生命科学为重点的杜邦公司。前者以化学法生产1,3-丙二醇,首先实现PTT工业化生产,且产量最大,占有较大的市场份额;后者摆脱了石油资源的限制,以转基因玉米渣等为原料,应用生物技术制造1,3-丙二醇,生产成本比化学法低,有潜在竞争优势。

根据PTT纤维的防污性和回弹性两大特征,其在地毯方面的应用推广,已获得了市场的认可。1997年壳化学公司与世界上最大的地毯公司Shaw公司合作用于地毯;又以优良的回弹性、柔软性和易护理性为依据,与最大涤纶丝和锦纶丝的Unifi Inc公司合作开发用于纺织品领域;1999年9月与鲜京公司签订织物生产和市场合作协议,开辟PTT亚洲市场。

壳化学公司宣布,向全世界提供PTT和PTT纤维生产技术许可证。该公司已选择北美最大的聚酯企业Kosa和西班牙CDP公司作为合作伙伴,同时,又为著名的化纤公司提供PTT切片开发纤维产品。例如:西班牙Antex公司,中国台湾地区华隆公司,韩国晓星公司、三养公司、SK化学公司和高丽化纤公司,意大利Mircoglio公司和法国Setila公司等。

1999年,日本旭化成公司已拥有年生产能力1000吨的PTT纤维生产线,现已增至年生产能力2000吨,其商品名为“Solo”。原料由壳化学公司提供,产品有长丝、短纤和纺粘法非织造布等。由PTT纤维制成的毛衣、运动衣和混纺外衣,其中春夏季妇女保暖衣及紧身运动装很受欢迎,并准备向椅套、汽车装饰布方面开发。2002年4月10日,日本旭化成与帝人公司签订联合开发PTT纤维成立“Solotex”新公司协议,并于6月1日正式运营。该新公司当年销售额约为10亿日元。

杜邦公司的PTT纤维“Sorona”与分布在北美、欧洲、韩国、日本和中国台湾地区的六家企业合作开发应用外,其开发的用生物技术生产的PTT纤维“Sorona”产品可望在2006年投放市场。2001年,东丽-杜邦公司已试销PTT纤维,且该公司生产PTT纤维的能力,也由刚起步时的100吨/年,计划在五年内发展到2000吨/年生产规模。上海华源股份有限公司于2000年就与美国壳化学公司合作开发PTT纤维和纺织品。其后,其它相关企业也陆续与杜邦或壳化学公司签约开发国内市场。如2003年,苏州方圆化纤公司与杜邦公司合作开发PTT纤维。

3.2 PTT纤维的产品开发和存在的问题^[8,16,19]

PTT纤维具有各种合成纤维的优良服用性,必将成为最流行的纤维品种之一,与常见的服用纤维的性能相比,其优点如表8所示。

采用PTT纤维为面料有如下优点:

服用性 穿着舒适、因具有良好的伸拉回复性;

手感 柔软、飘逸;

外观 色泽明亮、悬垂性、形态稳定性好;

保养 易于保养、抗污性好、可机洗烘干;

染色性 可常温染色、且染色牢度高。

表 8 几种服装用纤维的性能比较

	PTT	PBT	PET	PA6/PA66	氨纶	腈纶
柔软性	5	4	2	4	1	4
弹性	4	4	2	3	5	1
蓬松性	5	5	2	5	1	4
热定形性	3	1	3	5	2	1
耐磨性	4	4	4	5	1	-
耐氯水性	5	5	2	2	1	-
染色性	5	5	1	4	1	-
耐污性	5	5	4	2	1	2
耐光性	3	3	4	2	1	5
耐洗涤性	5	5	5	2	1	3
色牢度	3	3	3*	2*	1	3*
抗静电性	4*	2*	5*	4	1	-
成本	3	3	4	3	1	3

注:性能比较优劣顺序为:5-优秀;4-良好;3-一般;2-较差;1-很差。本表系根据文献资料汇总,个别项目的评定,作者认为不妥者,已予以校正,并以☆号表示之。

在服装面料和室内装饰用布方面,PTT纤维与其它常用的合纤比,其最具有挑战性的特征是:高回弹性和柔软性。而这两方面性能,正好与近年广大消费者要求的舒适性、形态稳定的弹性织物不谋而合。

由PET、PTT、PBT和耐纶66(PA66)四种拉伸变形丝(DTY)制成的五种织物,均按正常染整工艺加工。其染色温度为:PTT、PBT和PA66织物沸染,PET织物130℃;整理温度为:PTT和PBT织物150℃,PET织物180℃,PA66织物200℃;五种织物均用相同量的有机硅柔软剂处理。然后分别测定染整加工后织物回弹性、柔软性和耐磨性,结果如图5~8所示。

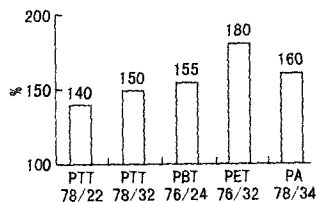


图 5 在 10 N 拉力下织物的伸长特性

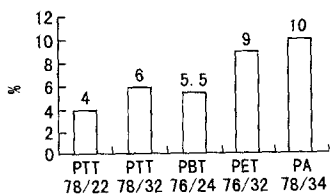


图 6 在 10 N 拉力下伸长后永久变形

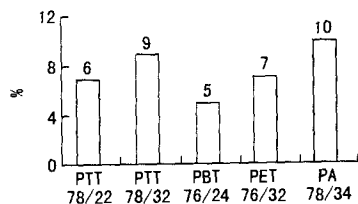


图 7 织物的相对柔软性(PA 为 10 最柔软)

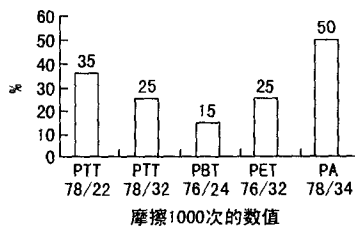


图 8 Martindale 耐磨性

由图5、6可知,PA66和PET织物没有回弹性,PTT和PBT织物的回弹性类似,单纤为3.55 dtex的PTT织物(78 dtex/22 f)比3.16 dtex PBT织物(76 dtex/24 f)稍好些。柔软性以PA66织物为标准(10分为最好),PBT织物的手感较硬,在单纤纤度相同情况下,PTT织物与PA66织物似乎相同。耐磨性以PA66织物为最好,其后分别为PTT 78 dtex/22 f、PTT 78 dtex/32 f和PET 78 dtex/32 f织物,而PBT织物相对较低些。

100% PTT短纤与棉或毛混纺的织物,经染整加工,如要表现出PTT/DTY织物优良的弹性回复性和柔软性,将是PTT纤维产品开发中一大难题,尤其PTT/棉混纺机织产品将是关键性品种。应从产品设计着手,处理好混纺比、纱线结构形态和织物结构对回弹性和柔软性的关系,使纱线能自由移动,又能保持织物表面平整;经低张力染整加工后,是可以实现PTT织物特征的。

PTT纤维的产品开发目标,似应以具有10%左右舒适弹性的织物,最好是与天然纤维混纺的机织物,可改进PTT使用时的吸湿性和提高其舒适性。

PTT除用于生产纤维外,还可用于生产薄膜和工程塑料。有人乐观地预测,2006年PTT世界生产能力为100万吨,需求量将达200万吨。壳化学公司预测,2010年世界总产量为100万吨。某国际著名公司预测,PTT纤维的市场需求量将大大提高,到2010年,将取代15%的氨纶,35%尼龙,100%取代PBT和10%的PET,表明未来市场前景极为乐观。(未完待续)

书 讯

我发行站现有如下图书,欢迎选购。如需邮购请另加工15%邮费。详细目录备索。

书 名	价 格
禁用染料及其代用(第二版)	36.00
电子分色制版新技术	11.00
计算机测色与配色新技术	9.00
电晕辐照技术	18.00
新型染整助剂手册	30.00
生态纺织品与环保染化料	35.00
涂料印染技术	24.00
纺织品印花实用技术	28.00
双组分纤维纺织品的染色	42.00
染整新技术问答	22.00
纺织品生态加工技术	18.00
英汉染整词汇	80.00
织物的功能整理	15.00

上海市纺织科学研究院纺织图书发行站

地址:上海市平凉路988号 邮编:200082
电话:55210011-246或335 联系人:陈 军