

## 丙纶高强丝应用初探

林其核 谭武红

(纺织科学研究院, 北京, 100025)

TS102.526

A

综述了丙纶高强丝的生产及应用,重点探讨了它在带类、编绳、过滤布、帆布、土工布、缝纫线等产业领域的应用前景。

关键词: 丙纶高强丝 产业纺织品 应用

聚丙烯纤维

随着产业纺织品的领域不断扩大,其耗用量也在不断增加,并形成了以合成纤维代替天然纤维,以高技术生产的纤维代替普通产业用合成纤维的发展趋势。与其他合成纤维相比,丙纶高强丝除了具有优良的力学性能和耐化学稳定性外,设备投资低,原料价格便宜,消耗能量最少,具有明显的技术经济优势。目前丙纶高强丝在国内外都是开发热点。现在国内已经投产和签订合同的已有20多条生产线,其中国产和进口的生产线基本各占一半。从已经投产的厂家看,由于产品开发

脱节,销售普遍疲软。本文将就丙纶高强丝的性能、生产及开发应用方面作一评价,以推动国内丙纶高强丝的稳步发展。

## 1 丙纶高强丝的性能

## a. 强力高

丙纶高强丝强力可与涤纶、锦纶工业丝媲美。抗拉强度是普通丙纶丝的一倍,并且在干湿态下完全相同。而成本只比普通丝高15%左右。表1列出了几种纤维的抗张强度及干湿强力比,从表中可以看到,丙纶高强丝在干湿态下的力学性能完全相同。

表1 几种高强长丝抗张强力

品名	抗张强度/ $cN \cdot tex^{-1}$		干湿强力比, %	伸长率, %	
	标准	湿润		标准	湿润
维尼纶	53.0~83.9	44.2~75.0	75~90	8~22	8~26
锦纶6	56.5~83.9	52.1~70.6	84~92	16~25	20~30
锦纶66	57.4~83.9	53.0~75.0	90~95	15~22	20~28
涤纶	55.6~79.5	55.6~79.5	100	7~17	7~17
丙纶	66.2~83.9	66.2~83.9	100	15~25	7~17

## b. 密度小,吸湿性小

丙纶是目前所有合成纤维中密度最小的。其密度只相当于涤纶的66%,锦纶的80%。若按体积计算,同等重的丙纶高强丝的体积是涤纶的1.5倍,是锦纶的1.25倍。若

同时考虑丝的售价和密度,制得同样厚度、同样克重的成品,采用丙纶高强丝作原料,其原料成本将比涤纶工业丝和锦纶工业丝降低很多。由于丙纶吸湿性小,特别适合做海上用品和其他要求不吸湿的制品。

## c. 耐磨

丙纶耐磨性能在干态或湿态时是一样的,耐平磨性能接近锦纶,耐曲磨性能稍差。

## d. 热传导率低

丙纶热传导率为  $0.1 \sim 0.3 \text{ J}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{k})$ ,说明保温性能好。

## e. 对化学药品的稳定性好

由于聚丙烯分子结构中没有活性基团,故聚丙烯对酸、碱及其他化学品的稳定性非常好(见表2、3)。

表2 几种合成纤维耐酸碱性能比较<sup>[1]</sup>

纤维	浸渍时间/周	浸渍后残余强度, %		
		10% NaOH 100℃	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30℃	10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 70℃
丙纶	6	80		
	12		70	100
锦纶	6	4周后分解		
	12		立即溶解	0
涤纶	6	2h溶解		
	12		立即溶解	65

表3 丙纶耐酸碱及其它化学品稳定性<sup>[2]</sup>

化学品(60℃)	4天后断裂强度保持值, %
HNO <sub>3</sub> (66%)	90
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (95%)	100
NaOH	100
三氯乙烷	80
过氧乙烯	80
苯	80
次氯酸钠(含5%活性氯)	80
过氧化氢	90

从表2、3可以看到,丙纶经过浓的强酸强碱液的浸渍,强度只损失一部分,而在较稀的强酸溶液中,强度不变。丙纶耐酸碱性大大优于涤纶和锦纶,优良的耐化学药品性能可适用于许多化工领域。

## f. 耐微生物

丙纶不受昆虫、细菌侵蚀,耐霉变。

## g. 热稳定性较差

丙纶使用温度超过120℃时,纤维强度就明显下降。

## h. 紫外光稳定性

丙纶本身的耐光性能不好,目前这一问题通过添加光稳定剂的方法已获解决。化工部合成材料老化所强化光老化试验,结果6个月强度保持92%。丙纶高强丝主要用于做产业纺织品,要求最终产品必须耐紫外光,今后在生产丙纶强力丝时要严格把关,一定要用添加光稳定剂的聚丙烯切片,以防光老化造成不良影响。

## i. 染色性

丙纶由排列整齐的、高度结晶的高分子所组成,使染料难以扩散进去,又由于分子上没有活性基团,即无与染料结合的染座,因此丙纶不仅难以染色,经光、热氧化后也易于褪色。目前通过采用加入助染剂或原液着色的办法,使这一问题得以解决。经过原液着色的丝织成的织物色牢度高。

综上所述,丙纶高强丝有很多优良的力学性能和耐化学性能,但使用温度受一定限制,使用温度超过120℃强度明显下降。人们可以充分利用丙纶高强丝的这些性能,做到物尽其用,扬长避短来开发我们所需要的纺织品。

## 2 丙纶高强丝的生产

近年来,国外一些化纤设备制造厂及工程公司相继开发出了丙纶高强丝专用纺丝设备及工艺技术,如英国的ESL公司,意大利的Fare公司和Filteco公司都有此技术,德国的Barmag和Neumag公司等都有整机销售。我国纺织科学研究院(原纺织部纺织科学研究院)也能提供丙纶高强丝的全套生产设备及工艺软件技术,表4列出了部分生产单位的丙纶高强丝设备的主要技术经济指标。

从表4中可以看到,纺织科学研究院生

表 4 丙纶高强丝设备主要技术经济指标比较

制造商 (国别)	Barmag (德国)	Neumag (德国)	ESL (英国)	Fare (意大利)	Filteco (意大利)	纺科院 (中国)
工艺路线	一步法	一步法	二步法	一步法	一步法	二步法
设备投资*/万美元		170~200	130~170	110~140	170~200	400~500 (万人民币)
生产能力/kt·a <sup>-1</sup>	1	1.5	0.75	1	1.5	1.5
拉伸方式	卧式	立式 带网络	卧式	卧式	立式 带网络	立式
强力保证值 /cN·tex <sup>-1</sup>	66.2	69.8	73.3	66.2	66.2	70.6
伸长率,%		20~25	15~22	16~25	<40	15~25

\* 为 1992 年价格。

产的丙纶高强丝成套设备价格最低,仅为国外同类设备价格的 1/3~1/2,而生产的丙纶高强丝质量指标已达到国际同类产品先进水平,目前已经向国内出售了 11 条生产线,总生产能力为 15kt/a,其中大部分已正式生产,产品质量指标达到国际先进水平。

目前生产丙纶高强丝的工艺路线主要有 一步法和二步法。一步法又有短程纺和 FDY 生产线,二步法有水平集束拉伸和立式单锭拉伸两种。每种工艺路线各有特点,生产出的产品在强力、伸长、捻度范围及卷装方面略有差异。具体选用工艺路线时,要根据产品方案、产品用途以及厂房、公用工程条件等来选择。

### 3 丙纶高强丝的应用

丙纶高强丝的高抗张强度和抗冲击强力,使它成为在产业领域中极具竞争力的产品之一,其柔韧性、耐化学药品性和经济性也显示出它应用于产业领域的较好前景。目前国外已将丙纶高强丝广泛用于产业领域,国内生产的一些丙纶高强丝产品也较为畅销。丙纶高强丝的主要用途如下:

#### 3.1 带类

利用丙纶高强丝质轻、强力高、断裂功大等优点,可织造各种工业吊带、建筑安全带、汽车安全带,以及用于飞机、火车、轮船、运动与游戏器械的安全带等。用有色丙纶高强丝

织成各种宽度的箱包带、包装带、装饰带将发挥它的强度高、价格低、不褪色的明显优势。将良好的柔韧性和高强力合成为超级抗压性能,在高压水龙带制作方面也极有潜力。但由于丙纶的熔点较低,需采用低温涂塑工艺。目前挪威和韩国都可提供低温涂塑的设备。国内已有厂家开始在这方面做工作,已初见成效。

#### 3.2 绳缆

丙纶高强丝除了密度小、不吸湿、干湿强度一样外,还具有耐瞬间高应力冲击的性能。利用这一特性,特别适于做绳缆。如绳缆可浮在水面上,且表面不沾水,便于船员操作。目前,到南极和北极的船只,都用聚丙烯作船缆。美国用于舰船缆绳的聚丙烯耗用量已达 2 万 t。我国目前的绳缆主要用聚丙烯和聚乙烯膜裂纤维和单丝制作,成本低,但使用寿命较短。江苏泰州绳缆厂、大连绳网厂用丙纶高强丝作绳缆,效果很好。由于丙纶耐冲击性好,还可用于做登山绳、降落伞绳、体育运动安全绳及蓬盖布用绳,也可用于包装袋的捆扎、行李的吊装等。

#### 3.3 过滤布

冶金、选矿、化工、制糖、食品、农药、水泥、陶瓷、炼油、污水处理等行业各种设备所需过滤材料上百种。根据过滤物料的性能和过滤温度选择过滤材料是至关重要的。表 5

为可用作过滤材料的纤维性能和价格比较。

表5 可用作过滤材料的化纤性能<sup>[3]</sup>

纤维品种	使用温度 /℃	水解	酸	碱	耐磨	价格*
棉花	90	4	1	4	4	80
羊毛	80	3	4	1	2	400
锦纶 66	100	4	1	4	5	200
涤纶	150	2	3	2	5	100
腈纶	120	4	4	2	4	180
丙纶	100	5	5	5	4	80
芳纶	200	3	2	4	5	900
特氟纶	250	5	5	5	2	2400
玻璃	290	5	2	2	1	300

\* 以涤纶为 100。

从表 5 可见,丙纶的耐水解、耐酸碱性能比表中(除特氟纶外)的其他纤维都好,而且价格便宜,与廉价的棉花价格差不多。利用丙纶高强丝的强度高、耐酸碱、抗腐防蚀、质轻、对化学药品稳定性好、滤物剥离性好等优点,可用于温度不超过 100℃ 的过滤过程。利用其无毒和不发霉用于食品、制糖、饮料、酿酒、制药行业<sup>[3]</sup>。用于制糖业过滤疏水性好,滤液清晰,装卸容易,效率可提高 35%,比用棉布效率提高 2~3 倍;利用其耐酸碱性能用于电镀,比用棉帆布延长寿命 15 倍;在制铝工业中由于丙纶有良好的耐碱性,比锦纶滤布换布周期延长一倍<sup>[4]</sup>;利用其高强度应用冶金、采矿行业作选矿过滤布,代替锦纶工业丝或短纤维,其成本将会大幅度降低。

### 3.4 帆布

丙纶高强丝酸碱性优越,抗张强度高,织物可作鞋子衬里布,结实耐用,且防潮效果好;作运动鞋面,具有质轻、耐穿、透气性好、没有汗臭等优点。随着各产业和旅游业的发展、特别是汽车工业的发展,今后一段时间内帆布的需要量将有很大程度的增长。目前帆布的原料主要是维纶和棉布,也有一部分用涤纶短纤。由于它们的密度较大,强度低,制成的帆布厚而重,使用起来不太方便。若改用丙纶强力丝制作帆布,再进行必要的后整理,

将大大降低成本,改善其使用性能。目前这一产品国内已有生产,织物经过低温防水处理完全能达到要求,正在推广使用。

### 3.5 土工布

利用丙纶高强丝强度高,耐酸碱,抗微生物,干湿强力一样等优良特性,制造的丙纶机织土工布对建造在软土地基上的土建工程(如堤坝、水库、铁路、高速公路等)起到加固作用,同时使用土工布后,使承载负荷均匀分配在土工布上,从而使路基沉降均匀,减少地面龟裂。在建造斜坡时,坡底要求有很高的承载能力,采用机织丙纶土工布可以稳定斜坡,减少斜坡的坍塌,不仅可缩短建筑工期,还可大大延长斜坡的使用寿命。每年我国要花大量的人力、财力去治理水土流失,若采用丙纶机织土工布进行护坡和护堤,可达到一劳永逸的功效。尽管一次性投资较大,可从长远来看,具有极大的经济效益和社会效益。在承载负荷较大的情况下,机织土工布和以机织土工布为基体的复合土工布有着无纺土工布无法比拟的优点。表 6 列出了普通丙纶、高强丙纶的主要性能指标。

表6 丙纶机织土工布主要性能指标

指标	普通丙纶布	高强丙纶布
克重 /g · m <sup>-2</sup>	200.9	220
厚度 /mm	0.51	0.54
抗拉强度 /N · 50mm <sup>-1</sup>		
纵	811	1976
横	1008	1946
延伸率, %		
纵	16.8	20
横	21.0	11
顶破强度 /N	4450	5980
刺破强度 /N	508	800
孔径 /mm	0.129	0.063
渗透系数 /cm · s <sup>-1</sup>	1.22 × 10 <sup>-2</sup>	5.26 × 10 <sup>-4</sup>

在大量使用纺织品的土木工程中,价格是决定土工布使用的重要因素。在织物强度要求较高的情况下,丙纶高强丝是机织土工布的首选原料之一。从工艺流程来看,生产丙

纶高强丝的原料(聚丙烯切片)易得,对原料切片无特殊要求(与生产普通丙纶丝比较),纺丝过程不需空调,能耗最低,所以丙纶高强丝的生产成本比涤纶工业丝和锦纶工业丝低得多。

国内使用土工织物还处于试验阶段,使用的土工织物无纺布占大多数,品种单一,使用量小。就其主要原因是缺乏统一的测试标准和设计规范,土工织物的生产单位和工程应用单位沟通不够。无锡第一毛纺织染厂是较早开发机织土工布的厂家之一,他们已在不少的工程中成功的使用机织土工布,并锻炼了一支专门从事土工布及土工模袋施工的专业队伍。目前国内工程所用的土工织物原料主要是锦纶高强丝,由于价格偏高,一直未得到大量推广使用。随着丙纶高强丝的开发应用,由于其成本低廉,性能相当,必将取而代之。最近,他们的试验结果表明,丙纶高强丝完全可以替代锦纶工业丝织造土工布和土工模袋布,且成本下降三分之一。“八五”期间,我国几大水利枢纽工程将陆续施工,还有大量高速公路、铁路、机场投入建设,为了提高这些工程的施工质量,延长工程的使用寿命,减少维修,在施工中使用机织土工布和土工模袋布将被越来越多的人认识和接受。

### 3.6 缝纫线

目前,包装行业已大量淘汰麻、棉包装袋,改用丙纶袋。这就使得丙纶膜裂纤维包装袋、集装袋的使用范围越来越广,使用量增大,包装袋、集装袋的回收量也相应增加,而采用同种材料缝纫线缝制的包装袋、集装袋更加利于回收。有些国家已开始将涤纶、维纶缝纫线缝制的集装袋拒之门外。我国生产的集装袋价廉物美,国内外市场需求量很大,使用丙纶高强丝作集装袋专用缝纫线是今后的一个努力方向。

### 3.7 其他

除了上述用途外,丙纶高强丝还可用于

箱包面料、海上用品如渔网网纲、拖网等方面。工程上用的锚杆,起重、吊装用的钢丝绳也可以用丙纶高强丝的制成品作代用品。

### 4 问题与建议

a. 我国丙纶高强丝 1993 年底生产能力将超万吨,还有一些厂也将在 1994 年投入正式生产,产品开发是个迫在眉睫的问题。因此现在不宜再过多地扩大生产能力,而应根据市场的需求,积极开发适销对路的产品。

b. 加强行业交流,加强与研究院校的技术合作,对丙纶高强丝从原料、纺织加工,到产品设计、推广应用一条龙生产,提高产品的竞争能力。

c. 丙纶高强丝的使用范围很广,涉及到许多领域,不同的部门。不同的部门制定的标准各不相同,使设计和使用部门无所适从。建议应指定一些单位对具体领域的产品作深入的调研及科研工作,从统一试验方法和测试仪器着手,根据不同品种的用途制定不同的标准。

d. 开发纤维级聚丙烯系列产品,满足丙纶产品多样化的要求。目前国内市场的聚丙烯切片价格高于国际市场价,原因是塑料级切片和纤维级切片发展不平衡,纤维级切片品种单一,使价格上涨。随着我国几大乙烯工程的竣工,这一情况将有所好转。这样丙纶高强丝成本还可相应降低,最终成品价格也可下降。

e. 丙纶高强丝是近几年来开发出的新产品,人们对它有个认识过程,需加强宣传,以提高人们对它的各方面性能的认识。

### 参 考 文 献

- 1 Polypropylene Fibers-Science and Technology, 1982, 641~657
- 2 Chemiefasern Textilindustrie, 1986, 36/88, T57
- 3 Chemiefasern Textilindustrie, 19d7, (3), 220~226
- 4 产业用纺织品, 1987, (4), 2~3

## HIGH TENACITY PP FILAMENTS AND ITS APPLICATION

Lin Qileng and Tan Wuhong

(Textile Institute of the Ministry of Textile Industry, Beijing)

### ABSTRACT

In this paper, the production processes of high tenacity PP filament are introduced. Its application prospect in belt, filter fabrics, canvas, sewing thread and cable are discussed.

**Key Words:** high tenacity PP filament; technical textile; application

(上接第29页)

## TECHNOLOGY OF SPLIT CONJUGATE SUPERFINE FIBER PRODUCTION AND ITS FABRIC DEVELOPMENT

Wang Lejiang and Li Lin

(Synthetic Fiber Research Centre, China Textile Academy, Beijing)

### ABSTRACT

In this paper, the process and equipment for producing the split superfine fiber were introduced. The main methods on controlling and regulating the spinning and drawing processes in the superfine fiber production were summarized. The author also concisely introduced the main uses of the split superfine fiber in the area of textile.

**Key Words:** superfine fiber; technology; application

### 涤纶混纤空变丝生产精纺呢绒 通过鉴定

由江苏盐城化纤厂等单位共同承担的“八五”化纤仿毛一条龙产品开发项目——涤纶混纤空变丝生产精纺呢绒,最近在江苏盐城通过部级新产品及部级科技成果鉴定。项目下达两年来,盐城化纤厂一直与美国杜邦公司技术合作,积极采用国外先进的生产技术,同时,充分发挥成员单位各自在原料生产、织造、后整理和科研方面的优势,在提高涤纶空变丝仿毛产品档次上取得了突破性进展,产品档次达到并部分超过了立项要求及国外来样水平。

80年代中后期,空变丝档次问题一直制约着我国空变丝引进设备的开锭率和产量。对此,根据我国合纤长丝原料的生产形势,前后道工序的设备条件和技术状况,该项目采取了单项优势为整体优势方

法,以涤纶高速纺 POY 丝为原料,通过空变加工成纱,利用剑杆织机织造,再经过后整理处理,开发类似仿毛织物风格的面料。

在组织实施中,为了避免失误,确保产品上档次,该项目从原料到纱线,从织造到后整理,均采用探索性试验——考核对比试验——批量生产,分三个阶段进行的稳妥开发方案。实践表明:“涤纶混纤空变丝生产精纺呢绒”一条龙产品开发,以市场为导向,集前后道厂各自在生产设备和生产技术方面的优势,并应用国外先进的技术,搞联合开发性研究,通过探索性的试验、试制、总结、调整,走出一条成功之路,实现了织物仿毛效果的稳步提高,保证了批量生产物的预期风格,缩短了同类产品与国外先进水平的差距。

(盐城化纤厂 杨 滨供稿)