

# 丙纶纱及其针织物开发应用技术

周介辰

(股份公司实验厂)

丙纶纱及针织物是新产品,目前发展很快,介绍丙纶纱的工艺特点和丙纶纱针织物开发应用技术。

## 1 前言

常规纤度的聚丙烯纤维由于手感粗糙似蜡状、耐热性差、静电严重、深加工困难等缺点,多用于地毯、室内装饰织物、非造织布以及产业用布、袋等。然而当聚丙烯纤维的纤度小于 2.2dtex 时,手感将大大改观,纤维越细,刚性越低,柔软性提高。细旦丙纶纤维具有独特的“芯吸效应”,其织物具有理想导湿、透汗性,因此成为开发舒适功能性服装的理想纤维之一。

实验厂生产的细旦丙纶短纤维是一种新型的、具有良好的物理、机械和抗静电性能的纤维,适用于纺、织加工。与普通细旦丙纶短纤维相比,具有强度高、伸长低、手感柔软、弹性好等优点,是一种理想的仿棉、仿毛、仿天然纤维的新化纤。与其它合纤如锦纶、涤纶、腈纶等相比,它的吸湿性最小,有独特的芯吸效应,穿着舒适,保暖性好,比丙纶长丝更易做成针织品、机织品。因长丝纱易损伤,纱线中单丝易断裂。细旦丙纶服用短纤维还具有优异的耐化学腐蚀性、耐霉性和较好的耐摩和抗起球性。尽管它有许多特殊的优点,但还存在熔点较低,可染性差等缺点,很难在对于流行色变换要求高的服装领域应用推广,而更适用于装饰织物、内衣、巾被、护身用品等

领域。

为了满足人们对纺织品穿着舒适性能的要求,开发功能性服装已成为纺织行业当前研究的热点。1993年5月,由石化股份公司开发部立项,经过一年半的试验研究,掌握了用实验厂生产细旦丙纶服用短纤维,纺制棉型针织纱、机织纱的全套生产技术,试生产了 7 t 本色与有色的多种号数的针织纱、机织纱,开发制成纯丙纶系列针织物,巾被、棉毛衫裤、丙/棉交织 T 恤衫、柔软巾等纺织用品,供穿着使用试验。

## 2 工艺特点

1) 丙纶纺纱难易程度(即可纺性),不仅依赖于纺纱工艺设计,更重要的是取决于服用细旦丙纶短纤维的质量和技术经济指标。

2) 针织用纱比机织用纱对丙纶短纤维的要求高。针织用纱要求条干好,杂质少,柔软而有弹性,捻度宜小,有足够的强度。一般要求:细度 1.67dtex 以下,长度 38 mm,单纤强力  $\geq 3.5$  cN/dtex,断裂伸长  $\leq 50\%$ ,卷曲数 18~22 个/25 mm,超长纤维  $\leq 0.5\%$ ,倍长纤维  $< 10$  mg/100 g,疵点  $< 15$  mg/100 g,强不匀  $< 15\%$ ,伸不匀  $< 20\%$ ,纤度偏差 8%~10%,长度偏差  $\pm 8\%$ ,含油率 1%~

1.2%, 比电阻  $\leq 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ , 干热收缩率  $\leq 2\%$ 。

3) 细旦丙纶短纤维强度好, 长度整齐度高, 疵点少, 可采用棉纺梳棉纺纱系统, 其工艺流程为:

开清棉 → 梳棉 → 并条 I → 并条 II → 细纱 → 并纱 → 捻纱 → 络筒(单纱) → 筒(股线)

4) 细旦丙纶短纤维是一种不吸水或吸水极少非常卓越的绝缘材料, 在纤维互相摩擦或同有光滑表面的金属、瓷器等接触时, 摩擦系数相当高, 会产生静电而影响纺纱。为了克服静电干扰, 选用适合丙纶纺丝的专用油剂和含油率在 1% 左右时, 达到  $10^8 \sim 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$  的比电阻。此外, 棉纺纺纱车间特别是清花与梳棉工序的环境温度很重要, 必须偏大掌握, 才能尽快导走纺纱中纤维摩擦产生的静电。同时, 各工序的皮辊均需采用抗静电涂料处理, 保证纺纱生产正常进行。

5) 作为一般的服用纤维, 细旦丙纶短纤维具有一定的耐热性, 但在定型与熨烫时要严格控制温度, 采用蒸汽定型与熨烫, 温度掌握在  $100^\circ\text{C}$  以下。在纺纱过程中, 现代化纺纱生产高速、高效与丙纶纤维熔点低的特性要两者兼顾。对纤维, 即要有较高的断裂强力, 还要有一定的卷曲牢度, 以避免在纺纱梳理过程中因摩擦产生温度升高而带来的强力损失与卷曲烫平, 使纤维间无抱合力而滑脱, 出现断、破网、烂纱现象。在纺纱工艺设计中必须合理设计定量、加压、欠伸速度、钢丝圈等主要工艺参数。

6) 由于丙纶短纤维比重轻, 在针织、机织加工用纱号数选择时, 一般要比纯棉纱、纯腈纶纱分别提高 23% 与 17% 左右, 才能保证产品的密度和紧度, 降低用纱量, 提高效益。

### 3 丙纶纱生产工艺技术

根据现有生产条件, 本研究采用棉纺梳棉纺纱系列的工艺流程与机型:

A002C → A006C (A045) → A036C (A045) → A092A → A076C → A186D → A272F → A272F → A456D → A513F → 1332MD

在考虑丙纶和其他纤维混纺时, 为了便于分别处理, 一般两者分别经清棉和梳棉处理, 制出生条后在并条机上按混比要求进行混和。这样, 既可对不同原料采用不同工艺进行分别处理, 以达到不同质量的要求, 又可保证混合比例准确。

在对两种以上不同色泽丙纶短纤进行混色纺以达特殊色泽效应时, 并条宜采用三道, 以达混色均匀。在生条不匀超标时, 也可采用此法以保证纱线质量。

#### 3.1 开清棉生产工艺技术

丙纶细旦短纤无杂而又较蓬松, 仅含少量纤维疵点, 所以开清棉加工要多开松少打击, 要发挥棉箱均匀混合作用, 以减少纤维损伤。一般选用两个棉箱机械和两个握持打击的开清点。打手采用全梳针滚筒打手和三翼梳针打手。实践证明, 开清棉过程中罗卜丝少, 短绒花衣少, 棉卷均匀, 棉层退卷时分层清爽无粘连现象。

考虑丙纶比重小, 几乎不吸湿, 纤维蓬松, 熔点较低特点, 本工序要求:

1) A036C 梳针滚筒打手速度为 575 r/min, 梳针三翼打手速度为 800 r/min, 打击数为 0.74 次/g, 均低于加工腈纶短纤时的工艺参数。

2) 贮棉箱容量在 3/4 以上, 中部棉箱存棉量要保持稳定; 前 V 形帘棉箱建议改为振动板, 以保持箱内密度一致, 这是控制出棉均匀的基础。

3) 粘卷是加工丙纶等化纤较为突出的问题, 其主要原因是丙纶无天然卷曲, 纤维间抱合力小, 还易产生静电使纤维互相排斥, 所以棉层内的纤维较易离散分开, 退卷时, 棉层

易粘连。为此,除清棉机上凹凸罗拉起到防粘作用外,在工艺上还采用较重定量来减少粘连。生产中实际卷重为 377 g/m,总重 11.1 kg。棉卷辊外加装塑料套管,卷外包塑料布,解决拔辊困难和贮存搬运中棉层松散剥落和沾污。

4) 环境条件:温度 20~25 ℃,湿度 RH>85%。

### 3.2 梳棉生产工艺技术

为了获得良好的梳棉效果,加工细旦丙纶短纤维时,应根据其工艺特性恰当地选择分梳元件,并针对性地调整梳理工艺。

#### 3.2.1 针布型号

锡林针布的针齿工作角宜适当增大,齿深宜浅,齿密适当,齿形宜采用负角弧背,以增强对丙纶的释放和转移能力。防止细旦丙纶短纤维转移不畅绕锡林和熔融成硬块而轧坏针布。道夫针布应与锡林针布配套选用。我厂采用的针布型号为:

锡林 SC-3 或 SC-12;道夫 SD-3A;盖板 702 型双列。

#### 3.2.2 梳理工艺参数

1) 锡林与刺辊线速比确定:考虑良好的分梳和顺利转移,获得清晰均匀棉网,采用速比为 2:1。

2) 为了减少落棉,可适当提高除尘刀的位置和加大安装角度,取进出 31 mm,高 3 mm,角度 90°。

3) 梳理隔距应考虑既要提高梳理质量又不缠绕纤维。给棉板——刺辊 9,刺辊——锡林 7,锡林——盖板 16、14、14、14、16,锡林——道夫 5,道夫——剥棉罗拉 12,剥棉罗拉——转移罗拉 12,小漏底 25×30,大漏底 1/8×43×22。

4) 生条定量过轻易使棉网破边,飘断头,偏差,堵喇叭头。棉网张力掌握不当出现断网。在道夫速度为 16.6 r/min 时,生条定量为 25.3 g,张力欠伸 1.075,生产正常。

#### 3.2.3 环境条件

温度 20~25 ℃,湿度 RH>80%。

### 3.3 并条生产工艺技术

细旦丙纶短纤维与其它化纤一样,长度及整齐度、卷曲度等比棉纤维好,与金属之间摩擦系数较大,因此在欠伸过程中牵伸力大。在工艺设计中要采用重加压,大间距通道光洁防缠防堵等措施。

1) A272F 并条机具有对纤维运动控制作用较好的三上三下压力棒、双区曲线牵伸机构。通过压力棒对须条施加的压力,连同中罗拉作用一起增强了主欠伸区对低速纤维的控制,提高了欠伸质量。

2) 罗拉加压:头并集棉罗拉 12,前罗拉 32,压力棒 6,中罗拉 35,后罗拉 32。二并同头并。

罗拉隔距:前区 10.5 mm,后区 16 mm。与常规化纤纯纺采用的前区 11~13 mm,后区 13~15 mm 相比,前区偏小,后区偏大,经生产调试后证明有利于丙纶纤维欠伸,提高了欠伸质量,达到了改善和提高熟条条干均匀度的目的。

3) 研制中曾发生换筒和满筒时,丙纶条子堵塞圈条斜管现象。经分析是因金属摩擦系数较高而纤维又轻所致。改换了圆柱螺旋线曲线斜管后,减少了条子与管壁的摩擦阻力,解决了堵管断头的问题,圈条成形正常。

4) 定量:头并 21.8 g,二并 19.82 g,输出速度在 132 m/min 左右。

5) 环境条件:温度 20~25 ℃,湿度 RH70%~75%。

### 3.4 粗纱生产工艺条件

针对细旦丙纶短纤维特性,粗纱工艺除应掌握大隔距,重加压,小张力原则外,捻系数选择是本工序关键。

1) 粗纱捻系数选择主要根据纤维长度、细度、粗纱定量还要与细纱生产工艺与断头情况乃至最终成品纱的质量结合起来考虑。系数取 68.13 时粗纱断头少,生产稳定。

2) 总欠伸 7.62。罗拉隔距:前区 29,后

区 29。罗拉加压:22,12,14。粗纱定量 5.20 g。

3) 丙纶比重轻,条子蓬松,粗纱直径比同号的其它纤维粗,故卷绕密度宜调整得比常规密度小 15%左右。经实际调节与生产状况得出卷绕密度在 3 左右时,纱圈排列整齐,不嵌不迭,退绕正常。

4) 锭子速度在 700 r/min,前罗拉输出速度为 24 m/min,纱条运行平稳,张力适中。

5) 生产中个别锭子曾多次出现压撑处断纱现象。经分析是锭翼纱条通道不光洁,丙纶纱条工艺性能与其不同,故运动轨迹不可能吻合,阻力增加。当张力波动时,即出现下端断头,顶端绕纱现象。只有光滑清洁的纱条通道,才能保证粗纱机生产正常。

6) 在粗纱整体张力调整后,由于前后排纱条张力不一,造成前排纱条松懈,后排较正常现象。经全面检查假捻器磨损状态后,剔除了打滑严重假捻器。并执行前后排假捻器分清,纱条张力基本一致,卷绕成形良好。

7) 环境条件:温度 20~25 °C,湿度 RH65%~70%。

### 3.5 细纱生产工艺条件

1) A513F 细纱机欠伸型式为三罗拉,双皮圈,摇架加压。从细旦丙纶短纤特点考虑,牵伸应采用较大隔距,较重的加压等欠伸工艺。经对比调试后,罗拉隔距:前区 20,后区 42,较腈纶纯纺大 10%左右。罗拉加压:前 14,中 10,后 12.5,中、后罗拉加压较腈纶纯纺重 1~2.5 kg。为的是加强后区握持力,加上喂入粗纱捻系数较小,使纤维在欠伸区处于良好的受控状态,有利于细纱条干均匀度提高。

2) 欠伸分配直接影响成纱质量,有利于细纱条干均匀度提高。后区欠伸 1.25。后区欠伸选用较小欠伸,可以稳定粗纱质量,降低成纱不匀率,表现在乌氏条干值可达 15%以下。

3) 细旦丙纶短纤断裂强度高,针织用纱

要求柔软有弹性。为此,根据生产状况与产品质量综合评价,常规针织用纱捻系数为 270 时,成纱柔软,而强度仍大于腈纶针织纱。通过针织织造,符合针织编织要求。

4) 钢丝圈选择对细旦丙纶短纤维至关重要。对低熔点纤维,在钢丝圈选用上必须保证它在高速运行中具有良好散热条件。试验中,在使用 H/D 较小,重心低的 DSS 型钢丝圈时,因通道不畅,有烧毁、发蓝、飞圈现象。选用 H/D 较大,有较大通道的 FO 型或 6903 型钢丝圈后生产正常。相匹配钢领为 PG1/2,锭子速度为 11552 r/min,钢丝圈速度为 25.5 m/s。

5) 卷绕密度应调整得较腈纶小,约为纯腈纶纱的 85%左右。

6) 定量 1.476 g,成品号数 14.8 tex。

7) 环境条件:温度 20~26 °C,湿度 RH60%~65%。

### 3.6 络筒生产工艺条件

1) 降低车速有利于低熔点的细旦丙纶短纤维络筒,解决烧断头问题。设计比腈纶纱络筒低 20%左右,张力加压 3.7 g。

2) 调整锭杆角度,避免个别锭子出现烧断头。

3) 调整张力装置与探杆位置,保证筒子纱成形良好。

4) 筒子重量 1 kg 为宜。

5) 宜采用电容式电子清纱器可提高针织纱条干均匀度,有利于针织品布面质量与机台生产效率的提高。

6) 环境条件:20~26 °C,湿度 RH>65%。

## 4 丙纶针织物的开发应用

随着经济的发展,人们的生活水准有了质的变化,对服装的要求更侧重穿着的舒适性、卫生性、功能性。化纤生产朝细旦和超细旦方向的发展,为改善衣着面料的功能提供

了条件。据国外有关报导,近几年来,价格便宜有竞争性的聚丙烯纤维,无论在材料质量方面,还是在用途方面,已有了新的突破,人们已开始将细旦丙纶纤维用来做针织运动衣、游泳衣、运动保暖袜及手套等衣着面料,并在加速发展之中。为此,我们在改善针织产品服用性能方面作了些研制、开发工作。采用芯吸性及卫生性良好的细旦丙纶短纱为原料,进行纬编单面,双面组织编织,通过不同组织结构选择,以改变皮肤与服装内层的接触状态。

#### 4.1 纯丙、丙/棉交织针织品的生产工艺流程

##### 4.1.1 纯丙针织内衣生产工艺流程

络纱→织造(纬编)→磅布打印→验布→修布→开幅→染色→柔软→脱水→开幅→烘干→定型→成卷→成衣→包装

##### 4.1.2 丙/棉交织内衣生产工艺流程

针织织造同纯丙针织工艺流程、漂染工艺需参照纯棉针织品工艺流程:

前处理(煮漂)→水洗→染色(染棉)→水洗→皂洗→水洗→柔软→脱水→开幅→烘干→定型→成卷

在染浅色特别是染鲜亮产品时需采用漂白工艺:

前处理(煮漂)→水洗→套兰、增白→水洗→染色(染棉)→水洗→柔软→脱水→开幅→烘干→定型→成卷

#### 4.2 针织编织生产工艺技术

1) 单面针织物,绒布针织物选用针织台车,单面纬编机(美国 ZOOMNIT、西德 Terrot)。在选用机号时,要注意到纯丙纶纱比重小,故要比同号其他纤维直径粗。在研制中得出 20.8 tex 丙纶纱选用 28 针,14.8 tex 丙纶纱选用 36 针,机上密度,进纱张力等编织工艺参数,视产品类别、组织选定调整。

2) 双面针织物选用 Z721 提花圆机,

Z211 棉毛机或 4 跑道提花机, Terrot 双面提花大圆机等,一般 14.8 tex 纯丙纶纱机号宜选用 22~24 G,或根据织物结构需要选择。据国外资料介绍,一般纯丙纶纱作为人体直接接触的里层,常采用平纹组织。而外层为棉、腈等天然合成纤维,采用提花组织。内外层各司其职,兼外观与舒适为一体,其编织工艺视机型、花型,采用纱线类别而定。就丙纶纱而言,工艺上无特殊要求,只要求纱线通道光洁,无沟槽,进纱张力宜小于棉纱。

3) 针织用丙纶筒子纱条干均匀,成形良好,可直接上针织机织造,避免络筒不当给纱线带来损伤,也可省人力、物力等,于生产、质量、管理均有较大益处。本项目研制过程基本上不采用两次络筒工艺。纱厂筒子直接上纬编机织造,生产情况、坯布质量均较正常。

4) 丙纶与金属摩擦系数较大,为减轻针织编织中磨损与减少织疵,纬编机润滑系统应视品种,而区别对待,合理调节给油量和周期。

#### 4.3 纯丙、丙/棉交织针织布漂染的生产工艺技术

1) 染色采用 Q113 绳状染色机,前处理在洗涤剂、乳化剂水浴中,80℃下处理 15 min。柔软处理可在柔软剂、抗静电剂水浴中,35~40℃下处理 5 min。染色采用活性染料等染棉染料,采用染棉的染色工序完全可对丙/棉交织类产品进行套染。

2) 预缩开幅,采用平扩。

3) 烘干温度不超过 80℃。

4) 定型温度不超过 90℃。

## 5 经济效益估析

丙纶纱的开发应用能形成一定规模生产能力,在国内有广阔的市场。其经济效益和社会效益是很难估算的。既填补了国内空白,又满足了消费者需求。

(下转第 36 页)

1) 实验厂漂染废水采用 LD-PACT 工艺代替原电解——过滤处理装置进行处理, 出水的 pH 和色度均达到排放要求, 平均  $COD_{Cr}$  去除率为 86%~89%, 出水  $COD_{Cr} \leq 200$  mg/L 的保证率为 95%, 完全符合出水  $COD_{Cr} \leq 400$  mg/L 的设计要求。同时, 也达到《GB4287-84 纺织印染工业水污染物排放标准》。这充分说明选择 LD-PACT 工艺是正确的, 生产性试验是成功的。

2) 漂染废水处理设施经技术改造后, 实现了水的有效处理。这不仅保证了稳定的出水合格率, 减少了污染, 同时带来一定的环境效益、社会效益, 也给企业带来明显可计的经济效益。因此, 该废水处理装置的技术改造是成功的。

3) 应用 LD-PACT 处理漂染废水, 具有出水水质好, 运转稳定, 成本低廉的特点, 为漂染废水处理开辟了新的工艺路线。同时, 也为 LD-PACT 工艺的推广应用提供了生产性

试验的可靠依据。

#### 参考文献

- 1 肖志成, 蔡则成, 曹翰虎. 化工给排水设计, 1991, No. 1, P1-9
- 2 朱慧, 张林弟, 曹翰虎. 环境科学, 1992, Vol13, No. 6, P23-28
- 3 臧炳祺, 张林弟, 肖志成, 环境科学, 1991, Vol12, No. 6, P52-54
- 4 肖志成, 卢保中, 张丽明, 上海环境科学, 1991, Vol10, No. 6, P23-25
- 5 蔡则成, 肖志成, 曹翰虎, 合成纤维, 1993, No. 1, P44-48
- 6 臧炳祺, 张林弟, 蔡则成, 工业水处理, 1992, Vol12, No. 6, P17-20
- 7 曹翰虎, 朱慧, 张林弟. 环境污染与防治, 1992, Vol14, No. 2, P13-16
- 8 朱慧, 肖志成, 石油化工环境保护, 1991, No. 2, P17-20

本文由沈彩琴执笔, 卢保中、臧炳祺及实验厂周耀宗等参加本项目试验研究工作。

(上接第 51 页)

现按细旦丙纶短纤维市场价及 17 tex 丙纶纱市场可接受测算:

细旦丙纶短纤维	1.4 万元/t
纺纱加工费	0.8 万元/t
纺纱制成率	95%
17 tex 纱市场销售价	2.8 万元/t

仅从纤维加工到纱线, 可获 0.44 万元/t 利润和 0.08 万元/t 税利。这还不考虑纤维本身及纱到成衣的利润。因此, 可以认为, 只要投入生产打开市场, 效益是不低的。

## 6 结论

1) 本项目所制定的棉纺、针织、漂染等行业的各工序工艺是正确可靠的。纯丙纶纱及其针织光坯布等产品质量指标, 经市纺织

局纺织品检测中心测试, 均好于同类棉布、腈纶纱线、光坯布的国家标准, 被评为一等品。

2) 细旦丙纶短纤维可在国产棉纺、针织、机织、漂染等设备上进行加工。全部工艺软件可在生产上推广应用, 对丙纶纺纱及针织、机织、染整等后加工生产具有一定参考价值。

3) 细旦丙纶针织品、机织品试制研究结果表明, 无论在单面, 还是双面纬编机上编织, 在毛巾机上机织, 细旦丙纶短纤维的强度, 延伸性等性能基本符合织造工艺要求。从物理性能测试分析中看出, 在制品透湿性、透气性、保暖性、芯吸效应等有关指标测试结果均有明显效果。产品外观效应别致, 手感柔软, 反映了服用上的优越性, 与试穿反映基本一致。