

## 经验交流

英国 PFE 公司短程一步法  
丙纶短纤维生产技术

周正华

郑立新

(苏州丝绸工学院, 215005)

(连云港连润纺针化纤有限公司, 222004)

介绍了英国 PFE 公司短程一步法丙纶短纤维生产线的工艺流程, 主要生产装置及特点和主要生产技术特征, 指出了该条生产线的一些不足之处, 认为在纺丝工艺技术方面有其独特的设计思想, 值得国内化纤同行探讨和研究。

关键词: 丙纶 一步法 短纤维 聚丙烯切片, 英国

## 1 前言

连云港市连润纺针化纤有限公司从英国 PFE 工程有限公司引进了一条 3600t/a 丙纶短纤维生产线, 笔者参与了该条生产线的技术设计联络会及全套设备的安装、调试考核等工作, 认为该条生产线在纺丝工艺技术方面有其独特的设计思想, 值得国内化纤同行探讨和研究。为此, 将该条生产线的有关技术介绍如下。

## 2 生产工艺流程

短程一步法丙纶短纤维生产工艺流程如图 1 所示。

聚丙烯切片由自动加料器 2 从切片料桶 1 被输送到高位料仓 3, 靠自重进入辅助加料器 4, 自动加料器根据螺杆挤压机的供料量, 由料位开关控制, 自动向螺杆挤压机输送切片, PP 切片经过螺杆挤压机 5 熔融挤压成熔体, 通过熔体预过滤器 6、静态混合器 7 和熔体输送管道进入箱体 8, 再经过计量泵进入

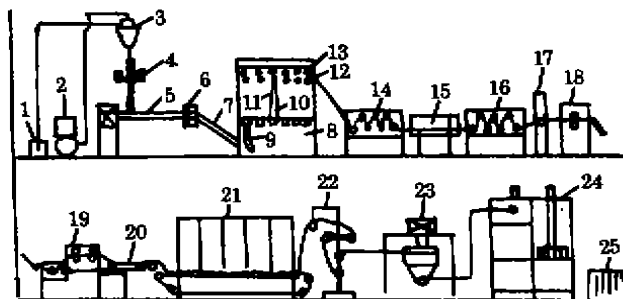


图 1 短程一步法丙纶短纤维生产工艺流程图

1. PP 切片料桶; 2. 切片自动加料器; 3. PP 切片高位料仓;
4. 辅助加料器; 5. 螺杆挤压机; 6. 熔体预过滤器;
7. 静态混合器; 8. 纺丝箱体; 9. 冷却吹风管道;
10. 纺丝组件; 11. 丝束; 12. 导丝辊;
13. 上油辊; 14. 一道热辊牵伸机; 15. 牵伸热箱;
16. 二道牵伸机; 17. 张力辊; 18. 卷曲机;
19. 二道上油装置; 20. 输送带; 21. 松弛热定型箱;
22. 张力调节架; 23. 切断机; 24. 打包机;
25. 丙纶短纤维成品。

纺丝组件 10, 从喷丝板孔中挤出成为熔体细流, 在中心冷却吹风 9 的强制冷却下固化为丝束 11, 通过导丝辊 12 及上油辊 13, 初生纤维丝束直接进入第一热辊牵伸机 14, 在热辊预热和牵伸热箱 15 中的热空气加热条件下, 通过第二牵伸辊 16 完成对初生纤维的一次

牵伸,牵伸后的丝束经过张力辊 17 进入卷曲机 18,卷曲后的纤维经二次上油装置 19 补充上油或是对纤维进行有机硅整理后由输送带 20 喂入松弛热定型机 21,经松弛热定型后,通过张力架 22 调整张力进入切断机 23,切成所需要的长度后被风机送入打包机 24,制得最终 PP 短纤维成品。

该条生产线全长 64m,使用单层厂房,净高度 6m,其中装置 1、2、3 和组件清洗装置由国内配置,其余均由 PFE 公司引进,且包括提供工艺空调冷风的制冷机,向纺丝箱体和牵伸热辊提供热油的热油炉及短纤成品物检装置。

PFE 公司的这条生产线可生产线密度 6~30dtex、长度为 25~105mm 的 PP 短纤,生产能力为 3600t/a。自动化程度高,纺丝、牵伸及后处理一步法,多孔、低速由下向上纺丝和中心向外吹风方式是该条生产线的主要特征。

## 2 主要生产设备及技术性能

**辅助加料装置。**型号 PC-3200,德国 WOYWOD GmbH 公司生产,该机共有三套独立可调的喂料小螺杆,可分别用于向螺杆挤压机喂入 PP 切片、色母粒和其它添加剂如分子量调节剂、阻燃母粒等,装置配有高低料位控制器,根据工艺设定的原料及添加剂配比自动完成向螺杆挤压机的供料工作。

**螺杆挤压机。**型号 PFE160-35,螺杆 $\varnothing$ 160mm, L/D=35,工作能力最大可达 650kg/h,转速范围 10~100r/min,通过熔体预过滤器后的熔体压力反馈自动控制转速,螺杆材质 42CrMo4,共有 8 区加热,总加热功率为 90kW,每区还配置一台降温风机用于温控。

**熔体预过滤器。**Jefferson Hydraulics 公司生产,分上下两个过滤室,同时工作,过滤

面积为  $2 \times 7857.5\text{mm}^2$ ,通过液压驱动更换过滤网,单独切换,不需停螺杆挤压机。

**热油炉。**PFE 公司生产,由两套单独加热和供油系统分别向纺丝箱体、熔体管道和第一热辊牵伸机供油,每个系统均设有油位过低、油压过低和油温过高的报警装置,加热总功率为 90kW,热油循环系统常压工作。

**纺丝机。**PFE 公司生产,共 6 个纺丝位,每位配置一台  $70\text{cm}^3/\text{转}$  计量泵,计量泵由电加热,纺丝组件由喷丝板、分配板和过滤网构成,通过热油加热,装好的组件在纺丝箱体中预热 90min 即可纺丝,不需预先预热。喷丝板孔采用环形分布,孔数可根据纤维规格不同在 1~5 万孔之间选择,喷丝板直径 $\varnothing$ 587,工艺冷却风通过喷丝板中心的送风管道及布风装置吹风熔体细流,其风温、风速、吹出距离和吹风高度均可在一定范围内加以调节,不同纺丝位间的吹风装置互不干扰,纺丝上油采用一道油辊上油。

**牵伸机。**FLEISSNER 公司产,第一、二道牵伸机均为七辊,其中第一道牵伸机中有 6 只热辊,表面涂瓷漆,牵伸辊规格 $\varnothing \times L$ 为  $300 \times 600\text{mm}$ ,第一牵伸机最高速度可达 80m/min,第二道牵伸机最高速度 150m/min。

**卷曲机。**FLEISSNER 公司产,卷曲轮宽度 90mm,主压与背压通过气压调节。

**制冷机。**COREMA 公司产,制冷量  $2.52 \times 10^5\text{kJ}$ ,由 1 台冷冻水发生器与 1 台换热器控制仪表构成,冷却水循环使用。

**松弛热定型机。**PFE 公司产,加热区长 8m,冷却区长 2m,采用电加热,配有排湿风机,通过板式网帘输送丝束。

**切断机。**FLEISSNER 公司产,压轮式,切断长度为  $25\text{mm} \times n$  ( $n=1, 2, 3 \dots$ ),如果需要切割其它规格长度,则调换刀轮架即可。

**打包机。**ITALPRESS 公司生产,型号: SAT/KM-100,活塞最大压力 100t,生产能

力为 1500kg/h, 双塞尺寸 70×110cm, 分自动和手动操作形式, 程序设定完毕后可自动进行进料、预压、转箱、加压和提箱等操作。

### 3 主要生产技术特征

#### 3.1 自动化程度高

整条生产线在正常运行时仅需要进行 PP 切片供给和产品包装等手动操作, 其它单元操作无需人工进行。辅助加料装置根据设定好的各种原料配比和供应量, 由位于螺杆进料口上方的高低料位控制器自动完成向螺杆挤压机供料, 在设定好熔体压力以后, 可根据纺丝位的增减和生产线速度的高低自动调节螺杆转速, 确保熔体预过滤器后的熔体压力符合工艺设定的要求。

纺丝操作台上配置一只生产线整体速度调节旋钮, 可对整个生产线的螺杆挤压机、计量泵、第一、二牵伸机及卷曲机的速度进行同步调节, 保证初生纤维的线密度、拉伸倍数及生产线上丝束的张力不随生产线速度的升降而改变。

卷曲机前的张力架可自动测定丝束张力大小, 并通过反馈信号, 控制卷曲机运转速度, 从而可对进入卷曲机前的丝束张力进行自动调节。打包机在动作程序设定完毕后可自动进行进料、预压、转箱、加压、提箱等工作。操作人员只需在加压状态下对产品进行外包装即可。

从整条生产线的设备配置来看, 从牵伸机到打包机与国产短纤维后处理生产线基本相同, 但其自动化程度要高于目前国内短纤维生产线, 整条生产线操作每班仅需 2~3 人。

#### 3.2 纺丝牵伸及后处理一步法

与短纤维经典的纺丝、后处理两步法不同, 这条生产线采用纺丝牵伸卷曲及后处理一步法。从 PP 切片投入到成品产出一共只需 15min, 由于一步法生产工艺无需中间环

节, 因此减少了生产工序, 简化了操作过程, 减少了操作人员, 提高了劳动生产率, 节省了基建投资, 同时还提高了短纤维品质指标的均匀性。

#### 3.3 低速多孔短程, 从下向上纺丝

纺丝机采用  $\varnothing 587\text{mm}$  环状喷丝板, 根据所生产纤维的线密度和整机生产能力, 选择喷丝孔数范围在 1~5 万孔之间, PP 熔体经过纺丝组件从喷丝孔中挤出, 通过位于喷丝板上方的导丝辊和上油辊引向第一道牵伸机, 设计的纺丝速度最大为 80m/min, 与第一道牵伸机生产速度相匹配。

这种自下而上的低速纺丝方式的优点本文认为有以下几点: ①易于组件拆装操作, 组件自重达 43kg, 喷丝板直径  $\varnothing 587\text{mm}$ , 纺丝操作台上的组件座距地面约 1m, 因此组件拆装操作较为容易; ②便于纺丝工观察喷丝板出丝情况, 易于处理出丝异常情况; ③由于自下而上走向, 纺程短, 纺丝速度低, 故熔体泵压较低, 加上特殊的纺丝组件结构使熔体通过喷丝孔时的剪切速率远低于临界剪切速率, 这样就可以使用较低级的 PP 原料, 而且对喷丝板结构的要求也不会很高, 可以降低喷丝板孔的加工费用; ④由于纺速低, 纺丝温度在可纺范围内可适当降低, 在一定的冷却吹风条件下, 熔体的凝固点距喷丝板面间的距离短(一般可控制在 30cm 范围内), 这就使导丝辊、上油辊与喷丝板间的距离有可能达到最小, 从而使整个纺丝机达到短程、紧凑, 占有较小的空间。

#### 3.4 中心向外吹风方式

目前熔纺冷却吹风多采用侧吹风或环吹风, 而从喷丝板中心向外吹风方式在国产装置上并不多见, 在这种吹风方式中, 冷却气流由风管道引入喷丝板中心, 通过径向放射形吹风装置由丝束中心向四周排出, 对熔体细流进行冷却, 其吹风温度通过制冷机的冷冻水温来调节, 吹风速度通过送风风机的输出

量大小来调节,吹出距离和吹风高度亦可在一定范围内调节,整个冷却吹风装置非常简单,操作简便,丝条冷却均匀。

### 3.5 螺杆直径大,长径比高

该条生产线配置一台 $\varnothing 160\text{mm}$ 的螺杆挤压机,正常生产能力达 $450\text{kg/h}$ ,最大可达 $650\text{kg/h}$ ,螺杆 $L/D=35$ ,采用大长径比的挤出机,延长了PP熔体停留时间,强化了熔体混炼效果,进一步改善了熔体的流动性能。

### 3.6 可生产多规格品种及差别化短纤维

采用PC-3200型辅助加料装置可以生产各种有色短纤维,将色母粒的比例设定后,辅助加料装置的进料小螺杆可根据输出量向螺杆挤压机供料,由于选用大长径比的螺杆,强化了混合效果,同时由于熔体输送管道中4只静态混合器的作用,纤维上色均匀色差小;通过添加阻燃母粒可以生产各种阻燃PP纤维;通过对纤维的有机硅整理可获得天然羽绒般的手感和弹性;通过改变喷丝板孔形状可生产各种异形截面的PP短纤维。

## 4 生产线的几点不足

a. 引进生产线在纺丝机至第一道牵伸机之间缺少一丝束收幅装置,使进卷曲机前的丝束幅宽调节困难。

b. 在卷曲机后的二道上油装置中,两道压辊之间无丝束定向装置,丝束极易走偏,影响正常生产。

c. 松弛热定型机温度最高仅达 $130^{\circ}\text{C}$ ,如采用硅整理油剂处理纤维,则硅油固化效果因受温度低的影响而不良。

## 5 结束语

连润纺针化纤有限公司引进的这条短程一步法丙纶短纤生产线采用了一些独特新颖的设计思想和生产技术,为我们了解国际上短纤维生产线的新技术新工艺提供了一个窗口,无疑值得国内化纤业同行借鉴和探讨。

## COMPACT INTEGRATED PRODUCTION TECHNOLOGY OF PP STAPLE FIBRE OF PFE CO. IN UK

Zhou Zhenhua

Zheng Lixin

(Su Zhou Institute of Silk Textile Technology)

(Lian Run Fang Zhen Man-made Fibre Co., Ltd)

### ABSTRACT

The processing route, main production units and main technologic characteristics of the compact integrated production line of PP staple fibre of PFE Co. in UK were introduced. Some shortcomings of the production line were also indicated. It showed that the design thought of the production line in spinning process and technology was distinctive.

Keywords: PP; compact integrated production; staple fibre