

9722061
①

1-61

正确认识与使用丙纶短程纺短纤维设备

蔡致中

(辽阳石油化纤公司, 111003)

叙述与讨论了丙纶短程纺短纤维设备的发展过程, 单机与生产厂的经济规模, 以低速多孔纺丝与高速吹风冷却为特征的工艺特点以及应用的灵活性。如卫生材料用细旦纤维、粗旦纤维、异形纤维、三维卷曲纤维以及生产涤纶、锦纶等纤维的可能性。

关键词: 短程纺 丙纶短纤维 设备 经济规模 卫生材料 三维卷曲纤维

短程纺短纤维设备从开发成功到扩大应用已有 15 年以上的历史。我国从 80 年代起就已引进了 Automatik, Barmag, James Makie, Moderne, Plantex, Filteco, FARE 等公司的丙纶短纤维设备与烟用丝束设备共 30 余套。国内仿制与自行开发的设备也已有 20 余套投入生产, 国产化过程基本成熟。根据远景规划, 我国丙纶短纤维与烟用丝束设备能力在 1995 年约 100 kt/a, 到 2000 年将达到 150 kt/a, 到 2010 年将达到 300 kt/a 以上(均含外资在华建设企业)。在市场牵动下, 这种设备在今后无疑将会有较大的发展。它不仅在丙纶短纤维生产上会基本取代传统二步法工艺, 并且会逐步进入涤纶、锦纶领域。本文在总结 10 多年来我国生产与应用短程纺短纤维设备的经验基础上, 对这种工艺的特点与灵活性方面作一些分析, 并对今后如何正确使用这种设备提出一些看法。

1 短程纺短纤维工艺的定义与特点

目前, 传统二步法短纤维工艺在单一品种大规模生产中仍居主导地位, 因为高速纺丝可以更有效地发挥昂贵的喷丝板的投资效益。大型后加工设备可相对地降低成本。但二步法工艺需高层

厂房, 还要大量盛丝筒与面积很大的集束间, 产品数量大, 给改变产品与更改工艺带来诸多不便。因此, 在需要小批量生产的场合, 短程纺工艺便应运而生, 特别是丙纶必须原液染色, 只有短程纺工艺才能满足频繁改变颜色需要。

短程纺工艺的定义就是把纺丝与后加工连接起来, 即纺丝速度要降低到原来集束的速度, 并以增加喷丝板孔数来补偿由于纺丝速度降低而损失的产量。因此, 多孔喷丝板及其组件的设计即为短程纺的第一个特点。另一方面, 由于纺丝速度大大降低, 大大缩短了丝束冷却距离, 纺丝甬道可以取消, 但为了保证冷却效果, 必须提高冷却能力, 增加风速, 这就是短程纺的第二个特点。短程纺(紧凑纺)的名称即由此而来。为了充分发挥挤压与后加工设备的能力, 在改变纤度时要更换喷丝板, 使纤度×孔数=常数, 产量保持不变。由于多孔喷丝板比较贵, 所以一套设备最好固定一个品种, 最多两个品种, 否则过多贮备喷丝板会使投资增加而大大抵消其优势。

辽阳石油化纤公司纤维二厂对我国引进的第一套丙纶短程纺短纤维设备, 进行了全面总结^[1], 结论是短程纺厂房面积为传统纺 1/3, 体积为 1/5, 工人 1/3, 耗电 1/6, 过渡丝比传统纺更是微不足道, 建厂进度可以大大加快。

2 短程纺短纤维工厂的经济规模

短程纺单机能力大小以及生产厂总能力大小



作者简介:

蔡致中, 67 岁, 教授级高级工程师, 原辽阳石油化纤公司纤维二厂总工程师, 本刊编委。已发表有关丙纶论文 10 余篇, 国际会议论文二篇。

收稿日期 1996-11-06.

要有一个合理组合。关于单机能力,国际上流行的说法是2~10 kt/a,具体看品种而定,单一品种(颜色)并有固定大批量用户的品种(如卫生材料面料用薄型无纺布的细旦丙纶短纤维,大批量中等厚度针刺无纺布用中粗旦短纤维)单机能力可在5~10 kt/a,中等批量用于工业与装饰用的纺纱用丙纶短纤维可以在3~5 kt/a,经常变换颜色规格或用途不太固定的小批量纤维,则以2 kt/a左右为宜。

关于工厂经济规模,国外主要丙纶短纤维生产厂近年来正在进行前所未有的兼并与重新组合,总的趋势是规模扩大,数量减少,并逐步实现跨国化。如丹麦 Danaklon 公司已兼并德国 Bottrop 厂,成为欧洲最大厂,能力超过40 kt/a,使原来意大利 Moplefan 公司的 Terni 厂相形见绌,最近又在我国苏州建厂。美国 Hercules 公司兼并了原 Philips 公司的 Spartenberg 厂,英国 Drake 公司也在扩建与兼并一些小厂。日本室素公司也在扩建并在我国广州设厂。我国由于历史原因,虽然总能力已居世界前列,但大部分是一至二台小型设备的小厂,且分散在石化,纺织及一些地方乡镇企业中,行业管理不易组织。但近年来也出现了兼并调整的苗头。一些大型企业如上海石化公司、辽阳石油化纤公司等正在逐步走向成熟规模,具备与跨国公司抗衡能力。一些基础较好的小厂则针对某一特定品种力求扩建,另一些厂则被淘汰。

丙纶短程纺短纤维厂的经济规模有三种不同情况。一种是独立的大型丙纶厂,品种相对固定,有质量与名牌优势,这一类厂的经济规模可大一些,例如30~40 kt/a,其中包括二至三台大型生产线,同时有几条小线以补充其灵活性。第二种是后加工纺织企业的原料配套车间,短程纺设备可以充分发挥其灵活性。特别在原液染色时,这种车间的规模就不是越大越好,而是要因地制宜,一般有一至二条小生产线即可。第三种是大型聚丙烯生产厂的附属纺丝试验车间,纺织机械厂为检验自己的产品而设立的实验车间以及科研院校的实验车间。其经济规模的意义不同于一般生产厂,当然只能以小型为主。

3 短程纺短纤维设备的技术特点

3.1 大型多孔喷丝板与组件设计

我国第一批引进的设备为长方形喷丝板,其

孔数1.67~2.2 dtex为3万左右,6.7 dtex左右为1.5万孔,16.7~33.3 dtex为5000孔左右^[1],以后又引进了一批环形板,孔数比长形板成倍增加^[2],最长达9万孔。最近报道国外已有15万孔喷丝板出现^[3]。对同一纤度,喷丝板孔数的确定取决于技术(产品质量)与经济(能力)之间的平衡。增加孔数固然可以增加产量,但同时会增加熔体分配均匀与压力均衡的难度,喷丝板面孔密度增加,孔与孔之间距离减少,吹风冷却的内外层风速与温度差异增大,从而使并丝增加^[4]。Frielinghaus 认为,喷丝板表面孔密度增加,会导致每孔产量下降,其理由即在于此^[5]。在权衡各方面利弊后,经过实践可以找到对应于某一设备与工艺的最佳喷丝板孔数。

由于多孔喷丝板孔密度大,所以导致导孔设计存在一定困难,有的干脆取消导孔,即板厚等于孔长。增加孔长意味着增加长径比,这会有利于减少纺丝膨化效应(对细旦丝更重要),但机械加工技术难度增加。所以这里也有一个条件的平衡,要找出一个合适的长径比。

喷丝板孔径的选择除了随纤维纤度下降而降低的一般规律外,还要考虑纺丝拉伸的承受能力。因为对同一纤度同一孔径,从喷丝孔到快速牵伸辊之间的总牵伸倍数是一常数。所以,降低牵伸辊之间的拉伸倍数时,同时提高了从喷丝孔到慢辊之间的纺丝拉伸倍数。(以控制到小于150为宜)。所以孔径的选择也要在纤度、品种之间找到一个最佳平衡点。

3.2 吹风冷却的设计

短程纺工艺要求丝束在很短距离内(5~50 mm)将丝束冷却,因而必须用很高的风速达到此目的。传统纺的风速不到1 m/s,而短程纺则在20~50 m/s,甚至可达到100 m/s以上^[4],所以在设计风道时首先要考虑使气流始终保持层流状态,不产生湍流。其次是合理的气流走向,使其具有一定范围的调节性能。主要调节参数有冷却长度(喷嘴宽度),吹风方向(与丝条走向垂直或有一定倾角),吹风口离板面距离,空气温度与湿度。Rieter 公司已开发出吹风冷却设计的电脑软件 Sinair^[5]。对5万孔以上的大型环形喷丝板,要特别注意减少内外层丝条的风温与风速差异,加大直径(喷丝板)有利于降低孔密度,减少里外层扇形扩散差异。在环吹装置外缘增设环吸装置,既可以减少内

外层风速差异,又可以杜绝外界气流对冷却效果的影响。

实际上在整个冷却长度(吹风口宽度)上风速并非均匀分布。如果气流是从环吹中心从下向上然后向四周扩散,则受惯性影响,上部风速大于下部风速。为了得到合理分布,可以在风道中设置一些导流板,或者分多层吹风,每层都能单独控制^[7]。

4 短程纺工艺的灵活性

短程纺工艺除了有改变品种颜色比较容易,过渡丝少的特点外,更重要的是产品适用范围广。下述是一些主要产品对短程纺设备的工艺与产品质量要求。

4.1 卫生材料用细旦纤维

通常是指 2.2 dtex 左右中长型纤维。其特点为低强度高伸,热粘合性能好,吸湿性好。这种纤维的拉伸倍数往往很低,所以喷丝孔径不能太大,以免由于纺丝拉伸倍数过大造成不均匀拉伸。一些专家认为,将相对分子质量分布很宽的聚丙烯,或以不同相对熔体流动指数的聚丙烯相混合,或者将 PP 与 PE 混合纺丝,在较高熔体温度下进行强烈冷却,会在凝固前变细过程中形成皮芯结构,即高分子(高熔点)部分向中心泳移,低分子(低熔点)部分向外缘泳移。这种纤维在热轧工艺中就可以在较低温度下将表层熔化形成粘结点,而芯层仍保持原有强力,这样制得的无纺布在维持较高强力情况下手感柔软,车速也可适当提高^[6,7],纤维与无纺布的高吸湿性则可以通过选择适当油剂来达到。卷曲程度以梳理时达到高速度为准。不同梳理设备(针布结构)会有不同要求。

4.2 粗旦纤维

短程纺可比传统纺更粗的纤维。因为低速纺丝时有足够时间与空间来对丝条进行更强烈的冷却。传统纺最高纤度仅 16.7~22.2 dtex,而短程纺可以纺到 111 dtex,如改成水冷却则可以纺到 444 dtex^[5]。

4.3 异形纤维

短程纺设备在纺异形丝时,如三叶(6.6~22.2 dtex 地毯纱用纤维),中空(6.6~11.1 dtex

絮料用纤维),复合(ES 纤维或不同分子量 PP 复合)在技术上均无问题。但异形孔限制了板面孔密度的提高,从而影响产量。因此,要在产量与投资两方面找到平衡点,以获得最高经济效益。除丙纶外,还可以用瓶用聚酯回收碎片作原料生产中空絮料纤维。

4.4 三维卷曲纤维

用热空气(丙纶)或蒸汽(涤纶)为热源的填塞箱式 BCF 变形器也可以用于短程纺工艺来生产三维卷曲纤维。Neumag 与 Texfim 已有成熟设备,但这两家都是高速短程纺设备。所以变形器通过丝束只限于 5.5 万 dtex 以下,如果用于低速多孔短程纺,则丝束停留在变形器内时间较长,应该相应加大容量。

4.5 其他合纤

短程纺工艺原则上适用于所有熔纺类短纤维,特别是涤纶与锦纶。在设备上,要考虑以下几个问题:①增设原料切片干燥设备。一般是设置一台与纺丝能力相匹配的间歇式转鼓干燥机。②纺丝组件要根据原料品种重新设计。如孔径、孔密度,组件过滤阻尼层的设置等。③牵伸辊一般应加热,必要时增加一道牵伸辊以便进行多段拉伸。④所有温度控制量程要适当提高,特别是定型部分,定型时间要适当延长。⑤增加一些相应的测试仪器。

5 结语

短程纺短纤维设备技术水平正在迅速提高,有可能取代大部分传统法丙纶短纤维设备,国产化进程也正在加快。与此同时,短程纺工艺的潜在能力,特别是其灵活性方面还未充分发挥,通过设备制造厂、纤维厂以及一切有关科研、设计单位的努力,相信短程纺工艺会有更加光辉灿烂的前景。

参 考 文 献

- 1 张敏,王怀信,蔡致中.合成纤维工业,1986,9(5):31
- 2 王延春,孙立,蔡致中.合成纤维工业,1991,14(4):1
- 3 Schafer. CFI,1995(4),116
- 4 蔡致中.合成纤维工业,1991,14(1):53
- 5 Frielinghans, et al. CFI,1995,(6):478
- 6 Schafer. CTI,1994,(5):E88
- 7 US. 5 230 905. 1993

PROPER EVALUATION AND APPLICATION OF PP COMPACT STAPLE FIBER EQUIPMENT

Cai Zhizhong

(Liaoyang Petrochemical Fiber Corporation)

ABSTRACT

The developing course, the economical size of single machine and production plant, the process specialties especially the multi-hole low speed spinning and high air speed quenching technology and the flexibility of application such as fine denier fiber for hygiene material, coarse denier fiber, profiled fiber, three dimensional crimped fiber and the possibility of spinning polyester and nylon staple fiber were described and discussed.

Key Words: compact; PP staple fiber; equipment; economical size; hygiene material; three dimensional crimped fiber

Rosin 公司干燥设备和生产工艺

河南豫淇化纤公司从英国 Rosin 公司引进一套涤纶切片干燥设备,通过一年半的运行,未出现过任何故障,干燥效果很好。最终切片含水小于 $30 \mu\text{g/g}$,完全满足了 Barmag 公司高速纺丝机纺细旦和超细旦丝的要求。该设备结构紧凑,预结晶与干燥连为一体,生产能力大(最大可达 450 kg/h)能耗也较低,是一套比较先进的涤纶切片干燥设备。

1 干燥工艺简介

1.1 切片输入

采用 Rosin 公司配套生产的脉冲式输送系统,输送能力可达 1.5 t/h ,输送距离垂直高度可达 50 m ,系统内设置了振动筛和金属探测器,可将粉尘、超长切片及大于 1.5 mm 的金属杂质精确地处理,该系统运行平稳,耗气少,耗气量 $69 \text{ Nm}^3/\text{h}$,输气压力 0.3 MPa 。

1.2 流化床预结晶

湿切片于室温下喂入连续式流化床预结晶器,同时从流化床底部送入一股上升的热气流,对湿切片进行加热及充分接触,以除去其表面水分,防止切片从无规状态向结晶状态转化时产生粘结。切片在流化床内停留,保证了切片进入干燥塔前全部软化,从预结晶器和干燥塔顶部引出的热空气将切片内的粉末和小颗粒经旋风分离器分离后收集。

1.3 干燥

干燥的热空气通过塔底的锥形多孔分布板均匀上升,使切片在近似活塞流状态下缓慢下降,切

片与空气呈逆流状态,达到充分接触,切片在干燥塔内的停留时间保证了切片经均匀干燥后含水小于 $30 \mu\text{g/g}$ 。

2 主要设备特点

2.1 流化床结晶器

该器内设有一组可调的立式挡板,调节挡板高度以控制切片的流动状态,使其在结晶器内停留时间一致。结晶器与干燥塔紧贴,它们之间的过渡处有可调挡板以控制切片进入干燥塔流量,结晶器底部进气区有气流分布板使热空气均匀进入流化床。

2.2 干燥塔

塔底部有进气分布锥。干热空气通过塔底部一侧法兰,经多孔分布锥进入干燥塔,塔中央设有一倒挂的双锥体,使切片成活塞流状下落。

2.3 旋转阀

该阀必需有较高的严密性,使热空气不会倒流入切片料仓,旋转叶轮带有弹性伸缩结构以防止旋转时切片被卡死。叶轮悬臂安装在转轴上,转轴的密封采用弹簧式自定位机械密封,转轴通过齿轮马达及链条驱动。

2.4 双塔除湿器

为加热再生型除湿器,由 2 个脱湿塔组成,塔内充填吸湿剂(分子筛),压缩空气通过其中的一个塔时,水分子被吸收,脱湿后的干空气进入干燥塔,同时有少量的干空气返流到另一脱湿塔作吸湿剂再生用,塔内有一电加热元件,会自动开启进行加热,将吸湿剂吸收的水分去除,再生用的空气被排放到室外。切换阀由露点计进行控制,自动将

(下转第 16 页)