



# 改造 VD405 开发远红外丙纶短纤维

金云崖 (国家合成纤维工程技术研究中心)

## 摘要

介绍了对 VD405 涤纶短纤维生产设备的机械和电气部分进行改造,使其适用于远红外丙纶短纤维生产的经验,指出利用改造后的 VD405 及 LVD801 设备生产功能化、差别化纤维是中小型短纤维厂的一条可行之路。

在我国纺织行业中,现有许多采用 VD405 设备的短纤生产厂。这些厂与应用直接纺路线的大型短纤企业相比:生产规模小,年能力不过七八千吨;产品单耗高,成本约高出 23~40%;单位产品的设备投资高出 40%。但若能对其进行改造,适应新的生产需要,那么以经济和社会诸因素来衡量,具有非常重要的现实意义。现阶段较好的办法是发挥 VD405 批量小、更换品种快的特点,用以开发与改性切片配套的高附加值新品种。

不久前,我中心为一家短纤厂的两套 VD405 纺丝设备和一套 LVD801 后处理设备进行了改造,用于生产功能化、差别化纤维,主要是远红外丙纶短纤维。该产品系在聚丙烯中掺加陶瓷粉后制成的纤维。它可以通过吸收不同波长的远红外线,达到保暖的效果。更可随之放射出一定波长的远红外线,活化细胞组织,促进血液循环,产生强身健体的功效。制成各类医疗、保健产品,在市场上十分畅销。如上所述的生产线,每年约可生产远红外丙纶短纤维 2000~2500 吨。

但是,利用 VD405 尚存在许多问题。首先,VD405 是涤纶生产设备,不完全符合丙纶特别是远红外丙纶生产的要求,需进行局部工艺改造;其次,因为在聚丙烯中掺加陶瓷粉后,纤维的纺丝特性发生了变化,在通常允许的工艺波动范围内生产,出现了大量的并丝、断丝和条干不匀丝,纺丝的难度增加了;

另外,该产品主要用于服装加工,考虑到穿着的舒适和与棉混纺时的匹配,纤维应具有较细的纤度 1.67~1.1dtex,众所周知,细旦纤维的生产要求远较普通纤维为高。综合以上几点,远红外丙纶短纤对各种生产工艺条件要求极为严格,特别是温度、压力、转速和转速比等参数要保证相当的精度。而这一切,原装的 VD405 是无法胜任的。这次我们利用新建功能纤维生产线的机会,对整套设备进行了较大改造并取得了成功。下面分别对机械设备和电气控制设备的改造作具体论述。

## 一 机械设备

### 1. 造粒设备

远红外丙纶纺丝与常规短纤生产相比,增加了造粒部分:即将陶瓷粉与常规聚丙烯切片共同制成远红外丙纶切片,再投入正常的纺丝流程。为此,需增加高速混合机,双螺杆挤压机和冷却切粒机各一台。

### 2. 组件设备

这是涉及纺丝的关键所在,因为丙纶熔体中充斥着大量陶瓷粉微粒,它们最后应均匀地混入制成的纤维中,不合适的过滤会把陶瓷粉和杂质一起滤掉。因此取消了通常采用的海砂层,只采用一定目数的金属网,这样陶瓷粉才可以在损耗较小的情况下顺利地通过组件。我们还根据远红外丙纶纺丝的特性

重新设计了喷丝板,增大了长径比,并着重调整了喷丝孔的分布,因为丙纶的冷却特性不如涤纶,在同样的环吹风条件下,内外层纤维温度存在极大差异,严重影响原丝质量。改变喷丝孔排列方式后,冷却空气可以更好地进入丝束内层,有利于内层纤维良好的成形。

### 3. 组件处理系统

即便是取消了海砂层,由于陶瓷粉的淤积,组件的更换频率仍远高于常规纺丝,约72小时更换48个位的组件。这就对组件处理的能力提出了很高的要求:处理设备太多,操作不便且成本高昂;设备太少,能力又跟不上。为此,我们特别设计了组件搬运、处理和预热系统,本着高效节能的原则,适当地改进了加热系统,调整煨烧、预热装置的内部结构,加大炉膛容积,由单层布置改为双层布置,在设备投资增加不多的情况下,成倍地增大了组件处理能力,满足了正常生产的要求。

### 4. 后处理机组

取消了紧张热定型机,适当加大第四道七辊拉伸机与重叠收束架之间的距离,从而提高了丝片的平行度和张力的均匀性,并降低了丝束与传动辊筒之间的摩擦,减少了毛丝和倍长纤维出现的几率。

## 二 电气控制设备

由于远红外丙纶短纤维的生产成本高昂,工艺条件要求很高。此外为降低原料损耗,要求电气控制设备具有极高的可靠性。我们在经过多方考察、比较、论证后,针对现有设备,提出了性能价格比最为合理的控制方案,满足了精度与可靠性的双重要求。

### 1. 螺杆直流拖动控制系统

螺杆挤出机挤出头压力是影响熔纺质量的主要因素,由转速的变化引起的计量泵前熔体压力的波动,会影响到准确的泵供量,使纺出的丝条干不匀。对于远红外纤维,熔体压力的波动还会产生大量的断丝,不利于稳定

生产。故对压力反馈稳定速度控制系统的要求尤为严格。原有的控制系统全部采用分立元件构成,构造复杂,故障率高,而精度很低。这次我们采用了先进的集成化控制元件,重新设计了拖动控制系统,仍采用传统的三闭环直流拖动控制方式,它与新兴的单闭环挤出头压力反馈控制变频调速系统比,由于反馈信号多,可以更快地反映出系统的波动,从而及时进行调节。其核心部分应用了数字式直流调速器,采用纯数字化控制,精度更高,投入三闭环运行后,螺杆出口处熔体压力波动在 $\pm 1\text{kg}$ 以内。且调整过程短,可以很快使系统进入自动运行状态,缩短了试车时间,节省了费用。由于集成化程度的提高,系统内的接点大大减少,发生事故的可能性降低了。虽价格略高,但生产稳定,原丝品质提高。综合考虑,改造是必要的。

### 2. 纺丝温度控制系统

纺丝温度会直接影响到熔体粘度的均匀性,这是影响原丝均匀性的主要原因。如果温度控制得当,则可纺性好,得到的原丝物理性能优异。原机所配控制系统结构复杂,故障率高,精度低,设计之初就予以摒弃。新设计的温度控制系统采用可靠的过零触发技术,高精度控制仪表配接双支反并联单向可控硅,抗干扰能力强,负载能力大,控制精度全部保持在 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 以内,且结构简单,便于维护,适合工业生产的需要。

### 3. 环吹风空调控制系统

良好的冷却成形是保证原丝质量的重要条件。根据纺丝理论,初生纤维在离开喷丝板一段距离后,状态仍不稳定。如果冷却条件不均匀,就会造成原丝的不均匀。现场试验还表明,环吹风段下部丝束内外层之间存在温度差异,外层纤维由于环吹风作用凝固较快,此时内层纤维因冷风作用微弱,温度较高,尚未完全凝固。一旦空气发生扰动(诸如送排风不平衡等),就会在内层产生并丝或疵点。为了减少部位间和部位内原丝冷却成形的不均匀

性,我们对环吹风控制系统进行了改造。由于冷风的温湿度互相关联、互相影响,采用仪表控制效果不能令人完全满意,故对空调机组采用全微机控制。它摒弃了通常的空气达到露点后再升温获得所需温湿度的简单方法,改为温湿度同时根据设定值联动调整,使控制过程更迅速,精度更高。微机控制还可通过增加风压的检测部件,进行多点测量,使波动更快地反映出来,及早进行调整。通过改造,实现了环吹风温度、湿度、压力及风量的稳定均匀,进一步保证了原丝质量。

#### 4. 拉伸一卷曲联动机组

远红外丙纶短纤维属于功能化、差别化纤维,规格多,单一规格需求不大。因此需要经常更改工艺条件,以生产不同的品种,这其中就包括拉伸速度及拉伸速比的变化。若采用通常的长边轴传动系统,需要经常更换齿轮,十分不便。为实现柔性化生产,满足多品种,多规格的需要,我们将拉伸一卷曲部分改为分立传动,即每台拉伸机采用单独的电机控制,机械传动互不关联,传动比关系完全由电气系统实现。与传统的长边轴相比,有以下几个优点:①可以调节拉伸区长度,提高转速,增大生产能力。②可以方便地调整拉伸速比,适应远红外纤维的生产特点,更可为以后其它新型纤维的开发、研究提供便利条件。③减小了单台电机的容量,便于维修、保养,增加了设备的可靠性。

在实践中,我们设计了一数字化比例分配单元,将给定的主令信号按比例施加在各拉伸机的调速器上,对多台电机进行比例控制,使机台间保持恒定的转速比。如有需要,调整分配比例就可以实现转速比调节。

为实现拉伸一卷曲的同步调速,卷曲机还需单独建立以张力架为中心的恒张力控制,针对额定速度实现 $\pm 20\%$ 自动调速,我们采用张力架上的同步调节器作为检测元件,把张力变化线性地转为 $\pm 1.5V$ 间的电平变化,与主令信号叠加后,输入卷曲机调速器,

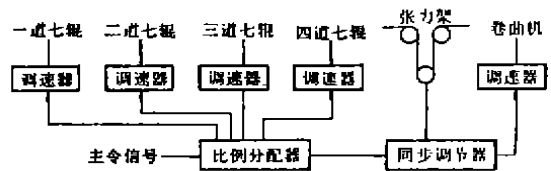


图1 拉伸一卷曲联动机组控制过程  
实现速度同步。具体控制过程如图1。

#### 5. 曳引一切断联动机组

由于丙纶密度低于涤纶,故同样旦数的丙纶丝束远远粗于涤纶丝束,同时由于掺入了陶瓷粉,切断时的阻力增大了,为保证生产能力,我们选用了切断能力较大的切断机。其控制方式与拉伸一卷曲联动机组相似,采用以曳引机控制信号为主令,结合张力同步调节器的反馈信号控制切断机与曳引机实现同步调速,调速范围 $\pm 20\%$ 。但从工程初期的实际控制效果看并不好,表现为张力调节架上下波动剧烈,曳引一切断同步性差,超长纤维出现几率较大。经过我们在现场的分析总结,确认由于提高了切断机的能力,其电机的转动惯量大过曳引机数倍,转动惯量大的物体响应速度相对较慢,响应时间较长,跟踪设定的能力差,所以切断机为了跟踪张力变化,速度经常在较大范围内波动,导致张力更不易控制。我们在控制系统上作出调整,把大惯量切断机的控制信号作为主令,结合张力调节信号后去控制曳引机。经实践,小惯量的曳引机能迅速、准确的跟踪张力变化,表现为张力架在生产时基本保持稳定,超长纤维出现几率大大下降。

### 三 结束语

改造后的生产线经连续性生产试车后,正式投入生产。通过检验生产机器性能,确认本套改造设备质量可靠,运转稳定,各工艺参数精度符合要求。检测产品的各项指标,均达到或超过了预期的要求,并顺利的通过了中

(下转第42页)

的浪费。另一方面浓度过高喷雾在丝束表面,丝发硬,同时容易产生喷雾不均,影响产品滑爽性能。因此在正常生产过程中,硅油浓度控制在 3~5%。

#### (6)热定型时间

生产中空粗旦丝。热定型时间要控制适当,不能过长也不能过短。在一定的温度条件下,热定型时间过短容易造成纤维烘不干,影响回潮率指标,纤维不滑爽。另一方面容易造成硅油反应时间不足,达不到上硅油的目的。如果热定型时间过长,丝易发黄、变脆、手感差。因此在正常生产过程中,热定型时间控制在 15min 左右。

#### 10. 产品的用途

由于中空粗旦短纤维是中空的,且表面经有机硅整理,因而该产品质体轻飘,手感光滑、柔软、蓬松、有韧劲、具有很好的膨松性和回弹性。用它作为高档玩具填充料,充实饱满压缩挺性好,成型完好,形象逼真;也可作衣服衬芯、睡袋等内胆材料,也可作喷胶棉生产云丝被用。该产品保暖性好。具有轻型、卫生、无有害物质滞留和扩散,耐洗涤、不虫蛀霉变的特性。同时该产品原料来源广泛,价格低廉、生产成本低、市场竞争力强。因此该产品有着十分广阔的市场前景。

## PRODUCING COARSE DENIER HOLLOW STAPLE FROM PET BOTTLE FLAKES AND RECYCLED MATERIALS

Shen Minghua

(*Jiangsu Huayang Light-Raising Products Co. Ltd.*)

#### Abstract

The equipments and technology as well as the product property and application are described in the production of PET coarse denier hollow staple from bottle flakes and recycled materials.

\*\*\*\*\*

(上接第 39 页)

国石化总公司组织的专家鉴定。因此可以说,设备的改造完全达到了设计的要求。迄今为止,我们已用该套设备生产过多种材质,多种规格的产品,其中包括 1.67dtex 远红外丙纶短纤维和 1.11dtex 丙纶短纤维,这在全国同类短纤维生产线中处于领先水平。

远红外丙纶短纤维在与纺织后加工衔接后,生产出各种保健被、毯、内衣、袜等,深受顾客欢迎,有极好的经济效益和社会效益。

综上所述,利用改造后的 VD405 及 LVD801 生产功能化、差别化纤维是中小型短纤企业的一条可行之路。

## REMAKING VD405 EQUIPMENT FOR PRODUCTION OF INFRA—RED RADIATIVE PP STAPLE FIBER

Jin Yuanya

(*The National Engineering and Technique Center of Synthetic Fiber, China Textile Academy*)

#### Abstract

Experiences in the remake of mechanical and electrical parts on Model VD405 spinning machine of PET staple fiber for production of infra—red radiative PP staple fiber are introduced, which points out a feasible way for small to medium size staple fiber plant to produce functional and differential chemical fibers by the use of remake VD405 and LVD801 equipments.