

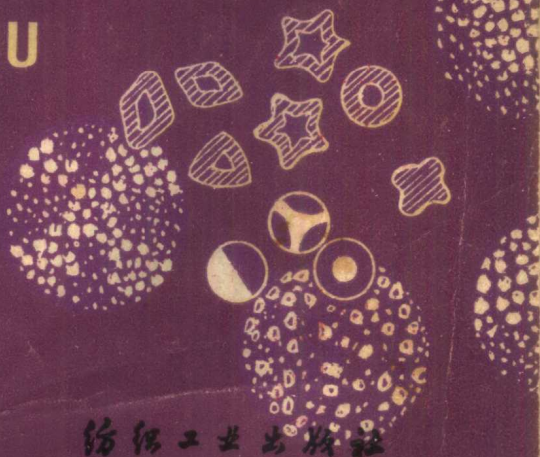
上海合成纤维研究所
全国合成纤维工业科技情报站

编译

国外

涤纶生产新技术

GUOWAI
DILUN
SHENGCHAN
XINJISHU



纺织工业出版社

国外涤纶生产新技术

上海合成纤维研究所 编译
全国合成纤维工业科技情报站



纺织工业出版社

内 容 简 介

本书是根据国外的文献资料编译而成的，共收集论文22篇。书中介绍了国外近年来涤纶的高速纺丝、长丝加工、新型短纤维及涤纶特色纤维、花式混纤丝、仿丝绸、仿毛、仿麻、仿纱、仿麂皮等新产品的工艺技术。

本书可供从事化纤生产的技术人员、科研人员及化纤专业的大专院校师生阅读，也可供从事纺织产品研究的技术人员参考。

前 言

任何一种合成纤维，总是以其基本特性的优劣、原料资源的贫富、成本价格的高低、生产路线的繁简、三废公害的轻重等因素而决定着它的发展命运。聚酯纤维就是凭藉着这些方面的优势而向为世人所瞩目。就生产的发展速度来说，在合成纤维的大品种中，聚酯纤维亦为首屈一指。例如，1970年的世界产量不过164.5万吨，占整个合成纤维的37%；而到1980年，竟猛增至513.2万吨，为十年前的三倍，在合成纤维中的比重上升到二分之一左右。可以断言，世界聚酯纤维产量逾越其它合纤的总和已为期不远。

聚酯纤维，如果说在七十年代以高速纺-拉伸变形工艺作为它的生产新技术而风靡一时；则八十年代，将以新花色、新产品称雄于世。特色纤维、花式丝、仿丝型、仿毛型、仿纱型、仿麂皮以及难燃织物等的崛起，就足以说明这一点。从近年来日本和美国市场的争夺情况，亦可窥见一斑。

综观世界合纤发展动态，结合国内生产实际，在大力发展合成纤维时以聚酯为优先的方针是合乎国情的。八十年代中，我国聚酯纤维的生产，在国内合成纤维中将处于遥遥领先的地位。本书选题以新技术、新花色品种为侧重点，用意昭然。

本书有不足之处，请读者批评指正。

上海合成纤维研究所 邵铭芳

封面设计：周振邦

科技新书目： 43—31

• 统一书号：15041·1234

定 价： 1.20 元

目 录

高速纺丝

- 一、八十年代高速纺丝工艺…………… (1)
- 二、对聚酯预取向丝在热处理时的结晶和收缩现象之研究…………… (25)
- 三、卷绕速度对聚酯长丝结构的影响…………… (41)
- 四、聚酯长丝高速纺的特点…………… (72)
- 五、聚酯纤维的高速纺——截面不均匀结构…………… (79)
- 六、纺丝速度对聚酯纤维结构形成的影响…………… (96)
- 七、不同速度卷绕的聚酯预取向丝的结构特性及其变化…………… (103)

长丝加工

- 一、喷气变形工艺…………… (128)
- 二、低捻长丝的网络加工…………… (139)
- 三、根据热应力性质研究拉伸变形…………… (148)
- 四、合成纤维变形工艺的关键设备——空气压缩机…………… (162)
- 五、激光技术在变形加工中的应用…………… (165)
- 六、变形丝卷曲指标的测定…………… (170)

七、聚酯异形变形丝的制造特征…………… (175)

短 纤 维

一、聚酯短纤维的常规工艺…………… (185)

二、二甘醇含量对聚酯纤维性能的影响…………… (199)

三、改性聚酯短纤维的性能…………… (214)

四、关于聚酯短纤维在成形过程中的冷却问题…………… (218)

新 产 品

一、聚酯纤维新产品及后加工趋向…………… (223)

二、新型的聚酯纤维…………… (254)

三、制造超细聚酯复丝的新方法…………… (262)

四、聚酯细旦丝和变形丝的特性与应用…………… (277)

高 速 纺 丝

一、八十年代高速纺丝工艺

〔西德〕 G.舒贝托 (Günter Schubert)

(一) 前言

七十年代合成纤维的纺丝技术是从常规纺过渡到高速纺。聚酯 (PET) 和聚酰胺 (PA) 纤维的高速纺分别起始于前半期和后半期。高速纺之所以能迅速发展,除了可以省却拉伸-加捻工序而使成本降低外,主要还因为其产量高、质量好,而且能改善丝的高速变形性能。

(二) 预取向丝 (POY)

1. 聚酯POY 1980年,90%以上的变形加工的PET原丝都是采用高速纺纺制的。虽然PET丝没有临界卷绕限度,并且在常规卷速以上的任何卷速下都能降低拉伸比,不过纺制预取向丝 (POY),以3000~3600m/min的卷速为宜。在2000~3000m/min卷速下纺制的是中取向丝 (MOY)。最近聚酯POY卷速已趋向于4000~4500m/min。主要是因为在这种卷速下纺得的丝不仅变形性能好,而且改善了对染料的吸收和均染性。在某些情况下,甚至可以不用高温染色。

但是,卷速超过4000m/min时,结晶度剧增。实验证明,这与全拉伸丝的特征相似,不适合在高速下进行摩擦变形加工。因此,聚酯POY的极限卷速应在4500m/min以下,如果进一步提高速度,会造成断头率急剧增加。最近一

专利介绍了采用某些措施可在非常高的卷速下降低长丝的断头率。这些措施包括采用增大喷孔的剪切力以减少皮-芯结构或者改进丝束冷却控制等。此外，还可以采用再加热的两步法以延迟冷却时间来降低断头率。但是在4500m/min以上的卷速下纺制聚酯POY，还不能说完全没有问题。

2. 聚酰胺POY PA长丝不能以所需的任何速度进行卷绕，这主要是长丝卷绕后仍会伸长。这将导致松筒、塌筒以致不能进行后加工。即使伸长不大，也会因高度紧绕而无法控制发热现象，最后使丝损伤。

这种伸长是由晶核造成的，而晶核随卷速提高成倍增加。在吸湿后，晶核长大成结晶，使长丝伸长。另外，当卷速提高时，丝束到达卷装的时间就缩短了。由于水分渗透到微晶胞间空隙需要一定时间，滞后时间短意味着丝在卷装上将吸收较多的水分继而发生了附加伸长。由于这些因素，因此随着卷速的提高，丝在卷装上的伸长就变得更大。如果采用超过常规纺所用的卷速，即PA6以1200m/min、PA66在无蒸汽管甬道时以900m/min的卷速，则伸长度将超出合格的卷装成形的允许公差。当卷速为2000m/min时，伸长将进一步增加并达到最大值。然而值得注意的是当卷速再提高时，伸长却会下降，这主要是由于随卷速的提高，大分子取向和最终结晶速率亦有所提高。虽然丝束绕筒的滞后时间随卷速提高而降低，但是丝在绕筒之前的结晶度有所增加；也就是说，取向的影响是占了主导地位。在4000m/min左右的速度区域中，长丝的伸长度相当于常规纺。即在此速度下仍有可能卷绕。

但是，如果结晶由添加晶核成形剂或在纺丝区采用二次加热来加速的话，那么在低于4000m/min的速度下也有可能

卷绕。

迄今为止，晶核成形剂还没有为工业生产所采用。这可能是由于该种添加剂在熔体中很难取得均匀分布，而且也会因有添加剂而降低了分子取向。

以二次热源来加速结晶的方法首先应用于PA高速纺。但由于传热和染色方面有一些问题，故最近设计的纺丝系统中不再安装加热区。取而代之的是采用冷却纺丝区，这样卷速可以提高到4000m/min以上。为了实现卷绕工艺的最大稳定性，尤其是防止复丝之间单丝的长度差异，卷速最好在5000~5200m/min之间。

如果卷速过高，特别在纺粗旦丝时，会造成卷装过硬而轧扁筒管，以致筒管很难从锭子上取下。如果采用厚壁的筒管，成本就较高。因此，用于变形加工的某些聚酰胺POY以取5000m/min左右的卷速为宜。

(三) 全拉伸丝

1. PET全拉伸丝 在PET长丝中，全拉伸丝所占的比例是比较低的。全拉伸丝一般采用常规纺和拉伸加捻或者采用纺丝-拉伸纺制的。如果能够更经济地生产的话，全拉伸丝的比例还是可以增加的。当然这只有通过高速纺才能取得。

珀雷兹 (Perez) 和累克路斯 (Lecluse) 发现，在卷速为5400m/min以上时纺制的长丝，同拉伸-加捻丝一样，具有一肩颈点。在5400m/min卷速下，肩颈点发生在离喷丝板下约1米处。这种丝的特征类似于全拉伸丝。但在负荷-伸长图上的塑性流动现象消失了。卷速为5400m/min时，丝的收缩率仍然相当高，为65%左右；如果进一步提高卷速，收缩率会下降。当速度提高到7000m/min时，收缩率只有35~40%，

也就是说收缩率到目前市售全拉伸丝PET的上限。提高卷速，还可以提高丝的初始模量和改善丝的弹性。

然而，提高卷速会使强力降低，而且单丝的断头率也随之增加。在以前的杜邦和ICI公司专利中，曾对上述问题进行过叙述并提到解决上述问题的方法。因此，采取7000m/min左右的高速纺制全拉伸丝，在经济上是有利的。

2. PA全拉伸丝 PA纤维，尤其是PA6，大部分加工成全拉伸丝。迄今为止，这些丝都采用常规纺，尔后拉伸加捻。也有少量采用高速纺-拉伸的。高速纺的速度为4000m/min，纺丝后直接拉伸，卷速为5200~5500m/min。该法所用的导丝热盘是比较昂贵的。为了改善传热过程，丝必须在导丝热盘上绕数圈，所以即使两只斜交安装的导丝盘也不能纺多根丝。如果长丝根数过多，丝覆盖导丝盘的宽度就大，并且由于斜交位而使丝圈出现松散现象。

一种比较经济的方法是采用连续冷拉伸的高速纺纺制复丝。根据最终纤度为44dtex/13f的PA丝高速纺丝试验表明，总包角为360°，可以对丝进行充分拉伸。整片的长丝可开口包缠在双盘或三盘上（图1）。

但是，冷拉伸丝最终在筒管上松弛时有退绕现象，因此就需要采用用于拉伸-加捻机的稳定性非常好的筒管。如果采用廉价的筒管，丝离开筒管的收缩长度应不超过1%。否则，筒管很难从锭子上取下。然而不一定非用廉价低质筒管不可，因为有三分之二的长丝是在化纤厂进行整经的。

在另一种简化的高速纺-拉伸工艺中，拉伸区介于空气轴承上的张力盘和加热的松弛导丝盘之间。拉伸是在以对长丝动程的反方向施加应力而进行的，长丝由装在张力盘中的转子带动。该法条干均匀度要比拉伸-加捻丝好。

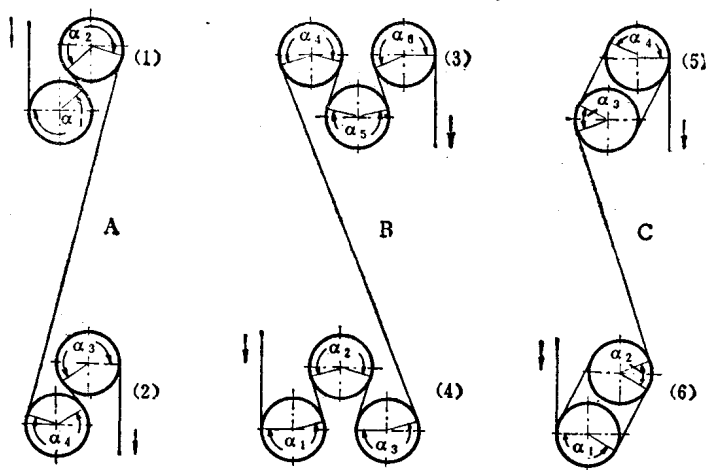


图1 各种拉伸方法

A—开口包缠型双辊 B—开口包缠型三辊 C—闭合包缠型两辊

- (1) $\alpha_1 + \alpha_2$ (2) $\alpha_3 + \alpha_4$ (3) $\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6$ (4) $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$
 (5) $\alpha_3 + \alpha_4 + n \cdot 360^\circ$ (6) $\alpha_1 + \alpha_2 + n \cdot 360^\circ$

对日产30吨44dtex装置的经济效果加以比较,从折旧、劳动力、三废和能源成本来看,即使采用一冷和一热双盘拉伸的4个部位的高速纺,其成本也要比16个部位的常规纺加拉伸加捻工艺低。采用冷导丝盘和开口包缠的高速纺-拉伸工艺更为有利。但是,对PA长丝来说,无导丝盘的高速纺工艺是最经济的方法。这种工艺以HSO系统为代表,非常适合用于制造特殊用途的长丝。据报导,采用64%伸长度的长丝可以制造无条花斑点的优质衬衫织物。其它象应用于汽车工业的经编织物,由于要求较低的剩余形变,因此伸长度应较低,断裂伸长度的上限应为50%,然而这一数字,对其

它用途，尤其在机织物上还是过高的。

但是要实现50%左右的断裂伸长度，须采用6000m/min左右的卷速。这一卷速，任何现代纺丝机都可达到。然而这并不意味着象常规纺那样，只要改变卷速就可以生产各种各样产品。所以说这一领域的发展还不是那么完善。

此外，还应考虑到在非常高的卷速下长丝断头的可能性会增加，对PA长丝来说，也可用两级二次加热来减少断头。但是在热处理上也存在长丝传热均匀的问题。因此可以认为，尽管高速纺成本低，还不能应用于生产PA全拉伸丝，至少还不能包括所有的最终用途。

(四) 高速纺丝技术中的一些问题

1. 纺丝工艺条件 在纺丝过程中，随着速度的提高会引起一系列问题。为了把断头率控制在较低水平，出喷丝头的熔体应比常规纺均匀。随时间变化的粘度，不允许有较大的起伏。因此切片的质量指标必须较高。例如，切片大小要均匀且无灰尘。在干燥器中的切片必须均匀地流动，而且先进先出，以保证在低含水率下水分均匀分布。此外，还应特别注意过滤和混合。在PET的高速纺中，通常采用在挤压机和纺丝箱体之间装有切换式过滤器的装置，在喂料管中的停留时间必须绝对均匀，从挤压机到喷丝头之间的温度必须非常精确地控制。为了较好的混合以及防止粘结，应采用静态混合装置。喷丝头过滤应使用较细的过滤器。

卷绕区的问题是很多的，将在下文进行讨论。

2. 长丝张力的控制 高速纺的卷绕不同于常规纺，基本上是在无导丝盘的情况下进行的。无导丝盘卷绕具有投资费用低和铺丝简单的优点。吸丝枪造成的喷头拉伸比卷绕的低。因此生头的瞬间张力明显地增加，操作比较方便，这样

就更不需要用导丝盘了。

但是无导丝盘卷绕也有缺点。如果有导丝盘，长丝的张力可由导丝盘和卷绕头之间的速度差来调节，且可以不考虑喷头拉伸所产生的张力。无导丝盘卷绕的纺丝，卷绕本身起着拉伸作用，因此丝的张力就是卷绕丝的张力。当卷速提高时，丝的张力增加，这主要是空气阻力增加的缘故。在卷速较高的情况下，应采取措施，降低空气阻力。

空气阻力可通过将单丝尽可能靠近喷丝头处成束以及在收敛点后使长丝紧密成束而加以降低。在实践中，成束与纺丝甬道中对长丝上油剂是同时进行的。如果甬道中喷油嘴导丝钩的高度可以调节，那么在一定范围内丝的张力也可以调节。如果收敛长度定得过短，可能会使单丝粘在一起。此外，收敛长度也会影响丝的不匀率和变形或整经等后道加工的效果。因此不能单以张力而任意选择收敛长度。

有人建议在长丝出喷丝头后进行拉伸成束并且通过压缩空气将丝的张力降至所需的水平。随着由喷丝头纺出的丝的张力增加，预取向度也同时增加。使用这种特殊喷丝头可以使压缩空气的消耗明显地降低。

用静电消除法进行成束也是一种人们熟知的技术。曾有一种采用较短或无甬道的紧凑系统以适应低张力长丝需要的趋势。

也有在卷绕区降低长丝张力的各种方法。最常见的是采用转速比丝速快的铺丝槽筒^①（图2）。图中铺丝槽筒装在往复辊和卷装之间，丝的包角一般为 90° 。槽筒主要起铺丝作用，这一问题将在以后进行讨论。由于槽筒速度比丝速

① 铺丝槽筒，又名成形槽筒。——译者注

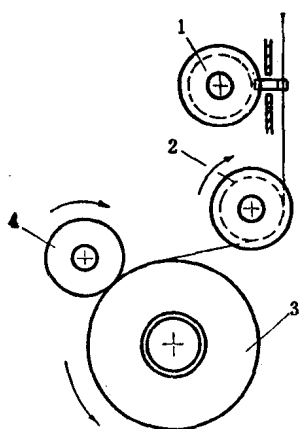


图2 使用铺丝槽筒的卷绕

- 1—往复辊 2—铺丝槽筒
3—卷装 4—驱动辊

快，在丝的运行方向产生了摩擦，最后降低了张力。在正常生产条件下，丝的张力下降是不可测的，因为张力下降发生在往复辊和卷装之间的不可达区域，且是根据速度和槽筒表面性能的差异所决定的。

铺丝槽筒对丝的张力具有积极的影响。在卷装边缘处，槽筒沟槽应比卷装中央处的深。这样卷装两边丝线的三角形可以缩小而且由三角形引起的张力峰得以降低。由于张力峰降低后对往复辊前的区域产生影响，所以在生产条件下，长

丝的张力峰降低是可以测出的。张力峰的降低也就是能用机械测试装置测出长丝低张力水平的原因所在。

当然，铺丝槽筒也有一些缺点。因为槽筒的旋转速度决定着每分钟往复次数，所以丝在卷装上的卷绕角和速度差不能相互单独确定。因此，只得选择特殊的速度差来确定卷绕角。如果卷装成形需要特殊的卷绕角，则卷绕丝张力所需的速度差却无法确定。对标准长丝质量来说，一开始就得从槽筒所需的速度差确定最佳的卷绕角。但是，如果要作变动时，那这一卷绕角对速度差的关系就不适用了。

铺丝槽筒的另一个缺点就是容易被纺丝油剂沾污，因此有时要用软水洗去油剂。长期使用后，由丝路磨光造成的摩擦变化也是一个麻烦的问题，特别是在只更换一部分槽筒时

更为突出。最后必须指出，为了防叠而使速度差有一个恒定的微量变化，这可以通过槽筒周期性的速度变化而实现。

在卷绕区使用转动较快的驱动辊来改变长丝的张力也是一个可行的途径。图3为一种三辊装置，三辊的线速度均比丝速快。与槽筒法一样，摩擦辊按丝的运行方向靠速度差产生摩擦力而使张力降低。当然，三辊组缺乏槽筒的某些功能，但也有优点，即速度差和卷绕角能相互单独调节。此外，丝的张力既可由速度差确定，也可以由图中三辊组的包角来确定。图3所示的中间辊可以根据张力要求而调节其位置。

图4表示PA长丝离辊时，与速度差 V 有关的张力 F_2 曲线特性。曲线上标出的参数是三辊总包缠角 2α 。三辊前丝的张力 F_1 为40cN。

如图4所示，通过速度差降低长丝张力是极有限的。如果速度差提高30%以上，长丝张力 F_2 几乎保持不变。若是改变总包角 2α ，长丝张力却可以任意地降低。从这些结果可看出，只要设定速度差在30%左右并控制包角就可以调节长丝

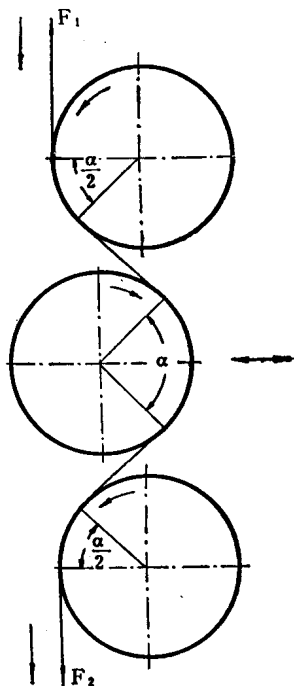


图3 两个固定辊和一个可
调辊的摩擦辊组件

F_1 —进组件前的摩擦

F_2 —出组件后的摩擦

总包角： $\frac{\alpha}{2} + \alpha + \frac{\alpha}{2}$

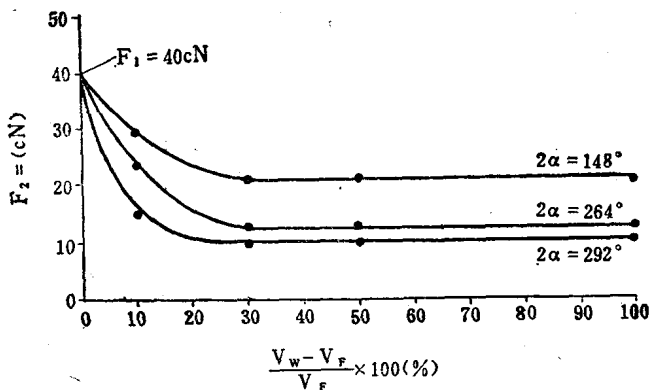


图4 离辊后PA长丝张力 F_2 与摩擦辊及丝速的速度差 V 之间的关系

张力。如对转速稳定性的要求并不十分高的话，可简易地采用鼠笼式电动机传动。

图5表示长丝张力 F_2 与总包角 2α 的关系。这里所指的是167dtexPET长丝，摩擦辊运转速度比丝速快30%。进辊组前丝的张力 F_1 为40cN。因此改变包角，可以任意降低PET及PA的张力。

从成本上考虑，可将三辊组象双辊一样并入到卷绕机中在往复区进行工作。在这种情况下，导辊就相应地放长。但是，也可以和卷绕机分开，丝的运行最好不要紧靠在一起，以便使用小导辊。如果在纺丝过程中进行交络，分别安装是有益的，因为这样可以在降低的张力区使用吹捻喷嘴，从而也可以提高吹捻后的交络密度。

在设置4~6头纺丝的小型装置中，有可能毫无困难地