

高速纺丝拉伸变形 工艺与设备

王显楼 余荣华 编



纺织工业出版社

封面设计 田 苗

ISBN 7-5064-0842-2/TS·0794

定 价： 11.70 元

高速纺丝拉伸变形工艺与设备

王显楼 余荣华 编

纺织工业出版社



(京) 新登字037号

内 容 提 要

本书概括地叙述了高速纺丝拉伸变形工艺的发展历史及发展趋势,较全面而详细地阐述了涤纶和锦纶的高速纺丝拉伸变形工艺原理及工艺过程,并全面介绍了国内外使用和研制中的高速纺丝机和拉伸变形机。

本书取材较新,是一部推广合成纤维加工新技术的书籍。可供从事化学纤维生产和加工的技术人员、科研人员及高等院校师生参考。

高速纺丝拉伸变形工艺与设备

王显楼 余荣华 编

纺织工业出版社出版

(北京东直门南大街4号)

通县觅子店印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张, 13 16/32 字数, 346千字

1987年9月第一版第一次印刷 1992年12月第一版第二次印刷

印数, 5,001—8,000 定价, 11.70元

ISBN 7-5064-0842-2/TS·0794

前 言

高速纺丝拉伸变形工艺于二十世纪七十年代获得发展，并实现工业化生产。这一新工艺对改革合成纤维工业生产过程有着重要的意义。我国在进行社会主义现代化建设的过程中，对这一新工艺及其设备进行了研究，并引进了国外设备。为了满足化学纤维工业广大干部和科技人员对这一新技术的学习和研究，我们收集整理了国内外部分资料，结合自己的工作，编写了《高速纺丝拉伸变形工艺与设备》一书。本书的第一章、第八章、第九章、第十章由余荣华编写；第二章、第三章、第四章、第五章、第六章、第七章由王显楼编写。

本书在编写过程中得到有关同志的大力协助，并由郁铭芳、陈稀、王道南、李一中等同志分别审阅并提出宝贵意见，在此表示感谢。

编 者

目 录

第一章 绪言	(1)
第一节 高速纺丝-拉伸变形工艺的进展.....	(1)
第二节 高速纺丝-拉伸变形工艺的特点及其 产品.....	(6)
第二章 高速纺丝工艺	(11)
第一节 高速纺丝工艺原理.....	(11)
一、高速纺丝动力学.....	(11)
二、高速纺丝原理.....	(15)
三、高速纺丝的成形机理.....	(17)
第二节 高压纺丝原理及产生高压的方法.....	(23)
一、高压纺丝原理.....	(23)
二、喷丝头形成高压的方法.....	(24)
第三节 高速纺丝对聚酯切片质量和 含水率的要求.....	(27)
第四节 聚酯熔体流变性质和分子量及 其分布对高速纺丝的影响.....	(30)
一、聚酯熔体的流变性质对高速纺丝的影响.....	(31)
二、分子量及其分布对高速纺丝的影响.....	(34)
第五节 高速纺丝的温度、压力和速度.....	(36)
一、高速纺丝的温度和压力.....	(36)
二、高速纺丝的速度.....	(38)
第六节 喷丝板孔的分布排列和孔径对 高速纺丝的影响.....	(42)
第七节 高速纺丝的产量.....	(44)

一、提高高速纺丝产量的原理.....	(44)
二、提高高速纺丝产量的方法.....	(45)
第八节 高速纺丝的冷却成形条件.....	(48)
一、高速纺丝的冷却成形过程.....	(48)
二、高速纺丝冷却成形条件的选择.....	(50)
第九节 涤纶短纤维的高速纺丝.....	(56)
一、短纤维高速纺丝工艺.....	(56)
二、短纤维高速纺丝的冷却成形.....	(58)
第十节 锦纶6高速纺丝.....	(59)
一、纺丝温度、速度和冷却成形条件.....	(59)
二、预取向丝取向度与纺丝卷绕张力.....	(61)
三、预取向丝结构的形成.....	(62)
第三章 高速纺丝卷绕工艺.....	(63)
第一节 涤纶预取向丝的卷绕.....	(63)
一、高速纺丝卷绕的换筒生头.....	(63)
二、高速纺丝卷绕的落筒.....	(68)
第二节 卷装筒子成形质量.....	(68)
一、丝条卷绕张力的控制.....	(68)
二、卷绕成形角和接触压力对卷装筒子成形质量的影响.....	(69)
三、卷绕张力及其均匀性对卷装筒子成形质量的影响.....	(71)
第三节 锦纶6预取向丝的卷绕.....	(78)
第四节 短纤维预取向丝束的卷绕.....	(82)
第五节 涤纶预取向丝的质量指标、品种和用途.....	(82)
第六节 用导丝盘高速卷绕拉伸制取全拉伸丝.....	(84)
一、导丝盘高速卷绕拉伸工艺.....	(84)
二、全拉伸丝的物理性质.....	(86)
第七节 高速纺丝的上油.....	(87)

一、油剂特性、组成及其配制	(87)
二、上油量对拉伸变形加工的影响	(92)
三、上油方式	(94)
第四章 转子式假捻变形工艺	(97)
第一节 变形丝的加工方法	(97)
一、变形丝加工方法的分类	(97)
二、假捻变形法	(100)
第二节 拉伸变形和常规变形对原丝质量的要求	(103)
一、常规变形对原丝的质量要求	(103)
二、拉伸变形对预取向丝和未拉伸丝的质量要求	(104)
第三节 假捻变形工艺原理	(107)
一、假捻变形过程	(107)
二、假捻变形丝的结构及其弹性	(109)
第四节 涤纶低弹丝外拉伸变形和常规变形工艺	(111)
一、涤纶低弹丝的理想卷缩特性	(111)
二、外拉伸变形和常规变形工艺	(111)
三、外拉伸变形和常规变形工艺参数对变形丝性质的影响	(118)
第五节 涤纶内拉伸变形工艺	(126)
一、内拉伸变形工艺流程	(127)
二、内拉伸变形工艺及其参数的选择	(128)
三、内拉伸变形工艺条件对变形丝性质的影响	(132)
第六节 假捻变形丝紧点的产生	(135)
一、原丝捻度的影响	(136)
二、原丝油剂特性的影响	(136)
三、拉伸条件的影响	(136)
四、假捻变形条件的影响	(136)
第七节 内拉伸变形和外拉伸变形比较	(138)
一、内拉伸和外拉伸变形工艺	(138)

二、内拉伸和外拉伸变形丝性质.....	(143)
三、内拉伸和外拉伸变形技术经济指标.....	(146)
第五章 摩擦式假捻变形工艺.....	(148)
第一节 涤纶低弹丝内拉伸变形工艺.....	(148)
一、摩擦式内拉伸变形工艺概述.....	(148)
二、摩擦盘参数的选择.....	(148)
三、内拉伸变形工艺参数的选择.....	(149)
四、影响拉伸变形加工稳定性的因素.....	(156)
五、变形丝的质量指标.....	(159)
第二节 假捻装置和内拉伸变形工艺对低弹丝	
性质的影响.....	(159)
一、丝偏向角和包角对低弹丝性质的影响.....	(159)
二、摩擦盘材质和粒度对低弹丝性质的影响.....	(161)
三、冷却距离和温度对低弹丝性质的影响.....	(162)
四、摩擦盘中心距和D/Y值对变形丝上色率的	
影响.....	(163)
五、加热器温度、摩擦盘中心距、拉伸比和D/Y值	
对变形丝卷缩率的影响.....	(164)
六、小结.....	(165)
第三节 锦纶高弹丝内拉伸变形工艺.....	(167)
一、内拉伸变形工艺流程.....	(167)
二、锦纶高弹丝内拉伸变形工艺.....	(169)
三、内拉伸变形工艺对高弹丝性质的影响.....	(171)
第四节 摩擦式和转子式假捻变形的比较.....	(176)
一、假捻变形丝外观.....	(176)
二、生产成本.....	(176)
三、假捻数.....	(171)
四、产量.....	(177)
第五节 变形丝的上油.....	(178)

一、上油目的和油剂特性·····	(178)
二、平滑剂和表面活性剂的选择·····	(179)
三、油剂的组成和性能·····	(179)
四、影响上油率的主要因素·····	(180)
第六章 喷气变形工艺·····	(182)
第一节 喷气变形对原丝的要求·····	(182)
第二节 喷气变形原理·····	(183)
第三节 喷气变形工艺·····	(184)
第四节 喷气变形丝的种类·····	(190)
第五节 喷气变形工艺参数对变形丝性质的影响·····	(192)
一、预取向丝拉伸温度和拉伸倍数·····	(192)
二、空气压力·····	(192)
三、给湿量·····	(194)
四、超喂率·····	(194)
五、定型温度·····	(195)
六、定型时间·····	(197)
第六节 膨体长丝(BCF)的生产·····	(197)
第七章 预取向丝和变形丝的结构、性质及其测试·····	(201)
第一节 预取向丝的结构和性质·····	(201)
一、预取向丝在放置过程中的性质变化·····	(201)
二、预取向丝大分子构象的转变·····	(202)
三、预取向丝的取向行为·····	(205)
四、预取向丝的结晶和晶体结构·····	(208)
五、预取向丝的结构与收缩行为的关系·····	(211)
六、预取向丝的取向和结晶对纤维性质的影响·····	(213)
第二节 假捻变形丝的结构和性质·····	(216)
一、假捻变形丝的卷缩外观和截面形态·····	(216)
二、假捻变形丝的微细结构·····	(219)

三、假捻变形丝的性质.....	(226)
四、假捻变形丝结构与染色性的关系.....	(229)
第三节 喷气变形丝的结构和性质.....	(230)
第四节 预取向丝和变形丝的测试方法.....	(233)
一、预取向丝的测试方法.....	(233)
二、变形丝的测试方法.....	(235)
第八章 高速纺丝卷绕机.....	(240)
第一节 高速纺丝卷绕机的结构和特点.....	(241)
一、高速纺丝卷绕机的结构.....	(241)
二、高速纺丝卷绕机的特点.....	(244)
第二节 高速纺丝和成形装置.....	(245)
一、螺杆挤出机.....	(245)
二、纺前过滤器.....	(257)
三、静态混合器.....	(258)
四、纺丝箱体部分.....	(260)
五、喷丝头组件.....	(263)
六、丝仓和甬道.....	(274)
第三节 高速卷绕机.....	(278)
一、上油系统.....	(281)
二、高速导丝盘.....	(286)
三、高速卷绕器.....	(286)
四、高速往复导丝机构.....	(299)
五、摩擦辊.....	(307)
六、卷绕锭子.....	(310)
七、其他功能装置.....	(313)
第四节 自动换筒装置.....	(315)
一、转盘式筒管座换筒机构.....	(315)
二、生头装置.....	(319)
三、落筒装置.....	(321)

第九章 拉伸变形机	(327)
第一节 拉伸变形机的结构.....	(328)
第二节 加工预取向丝的变形装置.....	(331)
一、磁性转子假捻器.....	(331)
二、摩擦锭子假捻器.....	(339)
三、喷气变形装置.....	(347)
第三节 加热与冷却装置.....	(351)
一、加热装置.....	(351)
二、冷却装置.....	(359)
三、加热装置与冷却装置的选择.....	(361)
第四节 拉伸变形机的其他部件.....	(363)
一、原丝筒子架.....	(363)
二、拉伸装置和输送辊.....	(366)
三、生头装置.....	(370)
四、吸烟装置.....	(370)
五、隔音罩.....	(371)
六、上油与卷绕装置.....	(371)
七、自动落筒装置.....	(375)
八、驱动装置.....	(376)
九、控制箱.....	(378)
第五节 当代拉伸变形机的特征.....	(379)
第十章 高速纺丝和拉伸变形工艺的发展	(402)
第一节 高速纺丝-拉伸卷绕和超高速纺丝.....	(403)
第二节 短纤维高速纺丝及其前途.....	(405)
一、短纤维高速纺丝的特殊要求.....	(406)
二、高速条筒布丝器.....	(407)
三、条筒的充填.....	(409)
第三节 变形加工的未来.....	(410)
参考文献	(415)

第一章 绪 言

当今合成纤维工业迅速发展，二十世纪七十年代的前八年，世界合成纤维产量增加了一倍多。目前，在世界合成纤维总产量中，短纤维和长丝约各占一半。自从第一批变形丝在市场上销售以来的二十多年中，世界变形丝的消耗量已接近羊毛消耗量，其中2/3为聚酯变形丝，1/3为聚酰胺变形丝。

在我国，随着合成纤维工业的发展，聚酯长丝及变形丝的产量不断增加，约有52kt聚酯长丝用于针织品织造。但尚需不断改善聚酯长丝及其变形丝的性能，如抗起毛结球性能、抗静电性、阻燃性能等；不断提高生产效率、降低成本；增加聚酯长丝及其变形丝的品种规格，适应各种织物的需要；还要开发人民所喜爱的、价廉物美的各种针织、机织、经编、纬编织物和服装。

第一节 高速纺丝-拉伸变形 工艺的进展

一、拉伸变形工艺的进展

1932年瑞士的海勃林(Heberlein)公司发明了变形丝的加工技术，当时用来制造人造丝变形丝，直至1950年才开始生产合成纤维聚酰胺变形丝，而聚酯变形丝则出现于1966年。

当时，变形丝的加工采用常规法（见图1-1之A），包括纺丝、拉伸、变形三个工序。即将以1000~2000m/min卷绕速度生产的未拉伸丝（undrawn yarn，简称UDY），在拉伸机上拉伸4倍左右，制成全拉伸丝（fully drawn yarn，简称FDY），然后在变形丝加工厂制成变形丝（throwster textured yarn，简称：

TTY)。

为了缩短变形丝的整个加工过程，二十世纪六十年代中期，研究成功纺丝拉伸联合工艺，以约1000m/min的纺丝速度纺丝，并立即在同一台机器上拉伸4倍左右，再以4000m/min的速度进行卷绕。用这种方法生产的FDY再经变形加工而制成变形丝。这样，变形丝的制造就从三个工序缩短为两个工序(见图1-1之B)，后来发现实际生产速度并没有提高，虽然省掉了拉伸机，但在卷绕机上仍要增加拉伸部件，而且因卷绕机速度的大幅度提高，增加了纺丝卷绕机的造价；同时，由于采用这种纺丝拉伸联合工艺生产的长丝质量不稳定，因而该法只用于粗纤度纤维生产，没能用于变形丝的工业化生产。

1969年，人们又研究成功拉伸变形工艺，并于1971~1972年用于工业化生产。拉伸变形工艺所采用的原丝仍为普通纺丝法制成的未拉伸丝，只是将拉伸和变形两工序在同一台机器(拉伸变形机)上先后进行(见图1-1之C)，当时采用外拉伸工艺。美国首先采用这种新工艺，并于1971年在纺丝厂生产出变形丝(producer's textured yarn,简称PTY)。拉伸变形工艺以生产过程中的操作性能好、纤维质量及染色性均匀而引起人们的注意，先后在七家生产合成纤维的公司进行工业化生产。用这种工艺生产的变形丝统称拉伸变形丝(draw textured yarn,简称DTY)。预计常规法生产变形丝将被淘汰。

二、高速纺丝工艺的进展

UDY-DTY工艺经过一个时期的实践发现，变形丝的强度较低，只有0.24N/tex左右，不适用于针织。而且在使用拉伸变形机进行加工时，有如下弊病：

(1) UDY的卷绕筒子放置时间不能过长，否则丝易变脆，强度下降，而不能加工。

(2) 卷装成形受气候条件的影响较大，容易松乱，不能长途运输。

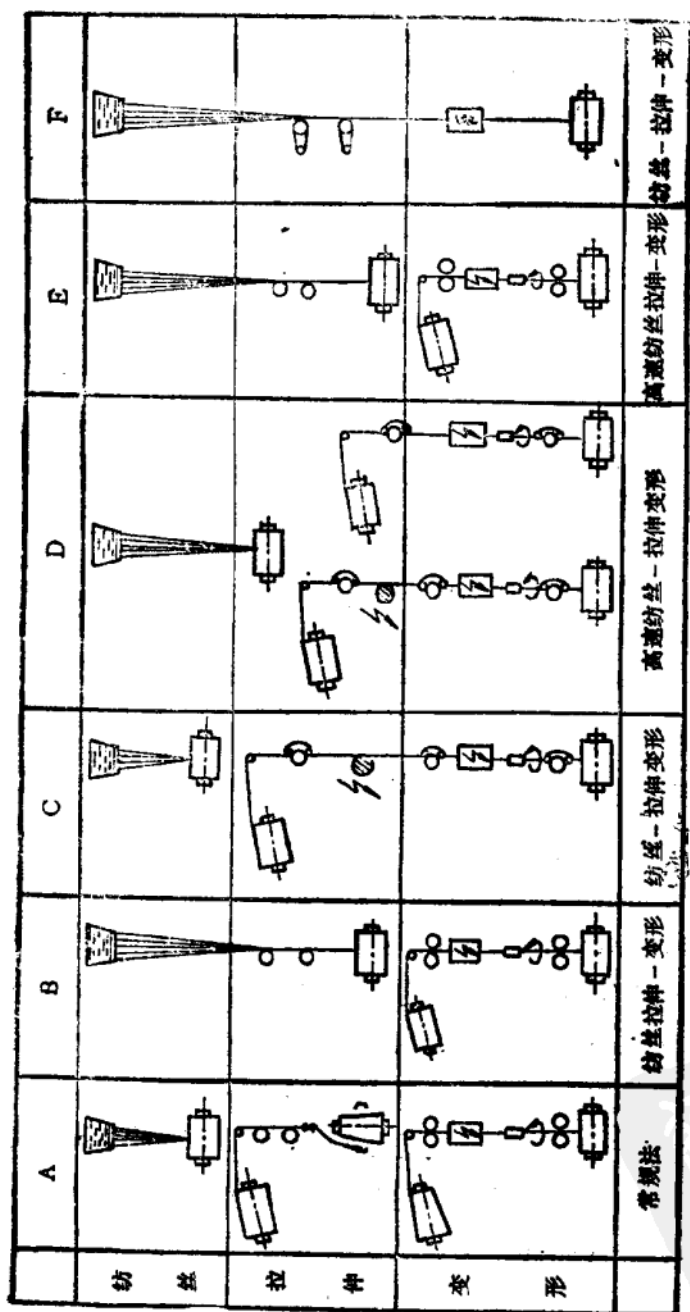


图1-1 变形丝生产工艺的变迁

(3) 为了满足拉伸的要求, 拉伸变形机上的第一加热器必须采用封闭式, 设备费用高。

(4) 拉伸及变形质量对温度的突然波动十分敏感, 不易控制。

(5) 拉伸变形机上增添了拉伸辊及加热锭或加热板, 使机器复杂, 这给丝束张力的控制和生头均带来一定困难。

因此, 生产变形丝的UDY-DTY工艺只能局限在纺丝厂使用。

早在1956年, 苏厄(Sauer)已对纺丝工艺与变形加工和拉伸性能的关系进行过论述, 以后格里尔(Griehl)经过详细研究, 修正了苏厄的结论, 齐亚比斯基(Ziabicki)也进行一系列的研究, 于1958年就高速纺丝发表了研究报告。但因高速卷绕设备的限制, 付之实用尚有困难。以后由于纺丝拉伸联合工艺的出现, 制造了卷绕速度为4000m/min左右的高速卷绕机, 才使高速纺丝工艺和制造预取向丝或部分取向丝(pre oriented yarn或 partially oriented yarn, 简称POY)的研究工作获得新进展。因此, 高速纺丝的工业化是以纺丝拉伸联合工艺为基础发展起来的, 并于1972年实现了工业化生产, 从此形成了高速纺丝-拉伸变形工艺(称POY-DTY, 见图1-1之D)。实际上, 拉伸变形工艺生产的PTY尚未达到预期质量, 因而生产PTY的公司逐渐用POY-DTY工艺取代了UDY-DTY工艺。这样, 不仅可采用外拉伸工艺, 还可采用拉伸变形同时在一区内完成的内拉伸工艺。表1-1是美国前几年的PTY与POY生产设备能力和消费变化的情况, 说明了上述发展趋势。

近年来, 高速纺丝的发展促进了拉伸变形工艺的发展, 并引起了生产体系的改变, 使变形丝的生产既可在纺丝厂中进行, 又能在变形丝加工厂(如针织厂、袜厂等)中进行。半成品POY可长途运输和长期存放, 改变了未拉伸的卷绕丝必须加工成变形丝或全拉伸丝的旧方式。反过来, 拉伸变形工艺的发展又推动了高速纺丝的发展。世界上很多国家都已建立了采用高速纺丝-拉

表1-1 美国PTY/POY设备能力和消费情况

(单位:10⁴t)

设 备 能 力				消 费 量			
加工方法	1973年	1974年	1975年	纤 维	1975年	1975年	1977年
PTY	9.9	13.7	21.4	PT ^①	12.6	17.5	22.6
				POY	17.8	24.3	27.6
UDY+POY	40.6	46.5	55.0	FDY	14.4	12.8	13.3
				输 入	0.5	0.5	0.5
(其中, POY)	(3.3)	(11.6)	(23.4)	合 计	45.3	55.1	64.0
合 计	50.5	60.2	76.4	聚 酰 胺	9.6	10.3	10.4
				其 他	1.9	2.3	2.3

① 这里PTY采用UDY-DTY工艺制造,所用的UDY原丝不包括在UDY+POY之内。

伸变形工艺的合成纤维生产厂。

在研究POY-DTY工艺的同时,人们又对中速纺丝(约2500 m/min)生产中取向丝(medium oriented yarn, 简称MOY),再进行拉伸变形加工的工艺作了研究。从经济角度评价,开始因高速卷绕机只能卷绕几个筒子,认为MOY-DTY工艺要比POY-DTY工艺更为经济。经过几年工业生产实践,以及高速卷绕机卷绕筒子数量的增加,证实了采用3500m/min的高速纺丝及600~800m/min的POY-DTY工艺最为经济合理。但是,一些纺丝速度为1500~2000m/min的老纺丝机经改造后,采用MOY-DTY工艺在提高产量、减少投资、改进产品质量等方面也有一定价值。

三、纺丝-拉伸-变形联合工艺的进展

高速纺丝只能生产预取向丝,但不能制得全取向丝。1977