

变形丝生产

〔苏〕 M. П. 诺索夫 著
A. A. 沃尔洪斯基

杨美城 尹素华 译校

纺织工业出版社

变形丝生产

古

T0345.34

纺织工业出版社

变 形 丝 生 产

M. II. 诺 索 夫
〔苏〕 A. A. 沃尔洪斯基 著

杨美城 尹素华 译校

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书较详尽地叙述了化学纤维的各种变形方法、工艺流程、设备及工艺参数，并对各种变形方法进行了比较。本书还对变形参数与变形丝微观结构的关系、变形设备的选用，以及变形丝的测试方法等作了一定的理论探讨。

本书可供纺织和化纤生产部门的工程技术人员和科研人员阅读，亦可供高等院校化学纤维专业师生参考。

责任编辑：蔡秀卿

ПРОИЗВОДСТВО ТЕКСТУРИРОВАННЫХ НИТЕЙ

Носов М.П., Волхонский А.А.

变 形 丝 生 产

〔苏〕М.П. 诺索夫 А.А. 沃尔洪斯基 著

杨美城 尹繁华 译校

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32·印张：9 字数：199千字

1987年1月 第一版第一次印刷

印数：1—4,000 定价：1.90元

统一书号：15041·1483

译 者 的 话

变形丝生产始于五十年代，并逐渐形成假捻法占90%以上优势的局面。七十年代中期，高速摩擦式假捻变形设备实现工业化生产时，我国开始引进低速转子式假捻变形设备。八十年代初又引进了高速摩擦式假捻变形设备，并以很快的速度发展。

增加变形丝的花色品种，满足服装工业的需要，已日益引起人们的重视；从事纺织及化纤生产的科研人员和生产技术人员也迫切需要得到这方面的资料，鉴于此，我们翻译了这本书，以供有关专业人员参考。

本书第二章、第七章由尹素华译；第一章、第三章、第四章、第五章、第六章、第八章、第九章由杨美城译；并互相校订。此外，还有王芝林同志参与了第九章的校订工作。

译者

1985年8月

序 言

苏联的化学纤维工业是高速发展的先进工业部门之一。

苏联第十个五年计划的特点是化学纤维工业技术水平显著提高，应用了一系列新的连续工艺；生产工序减少；设备生产能力增加。同时也提高了化学纤维的质量，扩大了化学纤维的品种。

变形是化纤工艺的重要工序之一，其目的是改变纤维的服用性能。

变形的实质是使单丝具有卷曲形状，防止其在复丝中紧密排列以提高织物的孔隙度。这样，除保持了化学纤维强度高和耐磨性好的基本优点外，同时又提高了纤维的弹性；改善了纤维的保暖性及卫生性。

目前变形丝是化学纤维工业中高产量的生产部门，并由强大的机器制造业来装备。

但是，至今研究卷曲成形机构的著作甚少，文献中阐述纤维变形过程中高聚物结构变化的更少，这使我们不能很好地控制变形过程及变形丝的后加工工艺，而浪费了大量原料及劳动力。

本书汇集了关于纤维变形的各种不同观点（如卷曲形成理论和变形时高聚物的结构变化）并加以系统化，同时还编写了工艺流程、所用设备，并且研究了变形丝的性质和变形方法。

作者希望此书有助于从事变形丝制造及后加工的工程技术人员和科学工作者。

本书序言、第三、四、七~九章由M. И. 诺索夫(M. И.

Носов) 编写。第一、二、五、六章由А.А.沃尔洪斯基 (А.А.Волхонский) 编写。

作者对为本书提出宝贵建议的Ф.Х.萨迪科瓦娅 (Ф.Х.Садикова) 教授表示感谢。

书中难免存在缺点，希望读者批评指正。

目 录

第一章 化学纤维变形方法的发展史.....	(1)
参考文献.....	(10)
第二章 假捻法生产变形丝.....	(12)
第一节 间歇法(古典法).....	(12)
第二节 假捻连续法.....	(17)
第三节 摩擦式假捻法.....	(32)
第四节 其他假捻法.....	(48)
第五节 假捻法变形捻度的热定型工艺.....	(50)
第六节 假捻法高弹丝生产设备.....	(60)
第七节 假捻法变形丝的第二次热定型工艺.....	(62)
第八节 拉伸变形同时进行的假捻工艺.....	(67)
第九节 假捻法生产合成纤维变形丝的通用 设备.....	(72)
参考文献.....	(76)
第三章 填塞箱法生产变形丝.....	(85)
第一节 填塞箱变形的工艺原理.....	(85)
第二节 卷曲形成机构.....	(87)
第三节 复丝变形装置.....	(90)
第四节 填塞箱法变形丝的生产设备.....	(94)
第五节 主要变形工艺参数对聚酰胺丝的物 理机械性能和变形性能的影响.....	(104)
第六节 卡普隆丝在填塞箱型机构中变形的 统计分析.....	(115)
参考文献.....	(117)

第四章 双组分丝	(121)
第一节 制造双组分丝的高聚物.....	(121)
第二节 双组分丝的品种及其应用.....	(122)
第三节 双组分丝卷曲形成的理论概念.....	(125)
第四节 双组分丝的卷曲和牵伸条件的关系.....	(130)
第五节 双组分丝的纺丝.....	(133)
第六节 双组分丝的纺丝组件.....	(134)
第七节 双组分丝的纺丝机.....	(140)
第八节 牵伸工艺参数对双组分丝性质的影响.....	(142)
第九节 双组分丝的潜在卷曲.....	(147)
参考文献.....	(148)
第五章 热气流变形	(152)
参考文献.....	(163)
第六章 空气喷射变形	(166)
参考文献.....	(179)
第七章 其他变形方法	(181)
第一节 刀口擦过法.....	(181)
第二节 针织物编结-定型-解编法.....	(186)
第三节 齿轮变形法.....	(187)
第四节 以复丝各组分具有不同收缩率为基 础的变形方法.....	(188)
第五节 混纤变形丝.....	(189)
第六节 应用不同变形纤维纺纱.....	(190)
第七节 提高变形丝膨松性的方法.....	(191)
第八节 应用空气喷射法使变形丝产生网络 结构.....	(191)
参考文献.....	(193)

第八章 变形丝的结构和性能	(196)
第一节 填塞箱法聚酰胺变形丝的分子解取向.....	(196)
第二节 填塞箱法聚酰胺变形丝的结晶取向和结晶度.....	(198)
第三节 假捻变形过程中的结构变化.....	(199)
第四节 变形丝原纤化结构.....	(210)
第五节 假捻变形中分子间键对形成稳定卷曲的作用.....	(211)
第六节 变形丝的物理机械性质.....	(215)
第七节 变形丝的特性.....	(220)
参考文献.....	(237)
第九章 变形丝测试方法	(242)
第一节 膨松性的测试方法.....	(242)
第二节 变形丝的卷曲度及卷曲伸长率的测试方法.....	(252)
第三节 卷曲稳定性的测试方法.....	(262)
第四节 收缩率的测试方法.....	(267)
第五节 喷气变形丝交缠度的测试方法.....	(269)
参考文献.....	(271)

第一章 化学纤维变形方法的发展史

探索化学纤维变形方法，实际上是与其工业化生产及产品制造同时开始的^[1]。

1921年曾有过用干热气流加工刚纺出的粘胶丝的记载，其目的是使丝条得到不均匀的收缩和卷曲^[2]。但因水化纤维素纤维的强力受到很大损失，故此法未得到实际应用。

1927年曾提出过将有捻丝定型后再解捻使粘胶丝形成卷曲的方法^[3]。并提出用硫酸定型丝条，但因定型质量不好、丝条强度明显降低，故此法同样未得到应用。

变形过程的真正萌芽时期为三十年代初。其工艺实质是使丝条中的单丝具有卷曲状的形变，然后把这种形状固定下来使其不再复原。那时，采用最多的使丝条变形的的方法是加捻，所以化纤长丝变形的最初工作就是以加捻为基础的。

1932年瑞士的海伯兰因(Heberlein)公司取得了仿毛型聚酯丝制造法的专利权，这种方法包括常规丝加捻、加捻丝汽蒸和解捻^[4、5]。

几乎是同时(1933年)，英国的赛拉尼斯(Celanise)公司提出了两步法变形，这种方法是将头两道工序即加捻和定型合并为一道工序^[6]。同时又研究了将三道工序合并为一道工序的方法^[7]。加捻部件是一个倾斜锭杆(假捻器)，需加工的丝条从中通过。1935年这家公司很快又研究出假捻改进法，即将两根丝条连续进行加捻、定型和分离^[8]。

当时，日本东洋人造丝(Toyo Rayon)公司研究了类似海伯兰因公司提出的三步法生产，但有捻丝的定型采用了福尔马林(甲醛水)^[9]。

在1933~1940年期间，这些公司提出了一系列工艺流程的改进设想，首先涉及捻度定型问题，为此建议应用能引起水化纤维素和酯丝膨化的物质，并且在热加工时，这种物质又能在单丝表面聚合而形成能使丝条保持卷曲状态的薄膜。

变形方法的飞越发展与四十年代初出现热塑性合成聚酰胺丝有关。

1939年美国的杜邦(Du Pont)公司在欧洲许多国家取得了金属接触式加热器^[10]的专利，此加热器用于对运行的丝条进行热处理。而在1942年美国的环球卷绕公司(Universal Winding Company)利用英国赛拉尼斯公司的研究成果，并应用接触式加热器制造出一步法生产尼龙弹力丝的机器休珀洛夫特(Superloft)。与此同时欧洲的海伯兰因公司，美国的马里奥内特工厂(Marionett Mills)和日本的东洋人造丝公司完成了生产聚酰胺丝的“加捻-定型-解捻”的间歇式工艺。后来此法被称为生产高弹丝的古典法。

在四十至五十年代普遍应用古典法生产弹力丝，此法可在具备汽蒸釜的任何加捻设备上进行。弹力丝既能在有加捻设备的纺织企业中直接生产，同样也可在化纤厂生产。

在上述发展阶段，纺织工业集中生产了弹力丝，因而从变形丝中开发了新品种(无尺寸的长统袜和短袜，针织弹力运动衫和机织弹力布等)。同时也证实了高弹丝不能用于传统纺织产品生产，而弹力变形丝的服装生产要比用天然纤维纱和短纤纱做服装复杂得多。

这就需要研究新的变形方法以便控制复丝的伸缩性。根

据文献资料^[11]报道，到五十年代中期享有专利权的方法已超过一百个。其中有些方法是由于产生不均匀的热收缩，而使纤维的截面形状改变，从而形成卷曲形状的。

三十年代中期美国的J.邦克洛夫特(J. Bancroft)公司为使化学纤维丝束卷曲，使用了人所共知的将精梳毛条或普通毛条填塞到汽蒸箱中，以提高羊毛卷曲的方法。后来把此法应用于热塑性聚酰胺丝。最后处理的结果使丝条具有锯齿形卷曲^[12]。由于生产速度较高（开发初期已达100~130m/min）和特有的仿毛卷曲以及较低的弹性（弹性从300~400%下降到30~40%），因此该法立刻受到欢迎。特别是在美国，五十至六十年代这种被厂商称为贝纶(Банлон)的变形丝产量占变形丝总量的30~35%。这种丝应用于针织上衣、机织物、运动服、内衣和袜子等。

美国的迪林米里肯(Deering Milliken)研究院研究并运用了加热聚酰胺丝的刀刃拉伸变形法。其装置是捻线机或牵伸加捻机上的一个小附件。得到的名为埃德日纶(Элжилон)的变形丝主要用于生产超细弹力袜。这种变形丝的产量并不高，超不过变形丝总产量的1.5~2%。

特别受欢迎的是一种不需专门设备可直接在针织企业中生产变形丝的方法。这种编结-解编结-编结的方法是以拆开定型的针织物为基础的^[13]。此法在毛纺工业中应用较早，但仅是为了减少原料消耗和提高毛纱的蓬松性。编结-解编结-编结所生产的丝具有大而均匀重复针织编圈形状的卷曲，并且由于保持了单丝的平行状态因而提高了丝条的光泽。

1952年美国杜邦公司基于另一原理研究了适用于包括天然纤维在内的任何种类长丝和短纤维的变形新方法。这种方法是用文丘里^[14]管中的压缩空气处理超喂的加捻丝或纱，这

表1-1

假捻丝分类表

方 法	工 序	丝的形状	生产厂商	商 品 名	设备制造商
古典法	加捻、松弛、捻度定型、解捻	高伸缩，捻度不稳定	海伯兰因 (瑞士)	海拉恩卡 (Хеланка)	—
	加捻 + 定型，解捻	同上	赛拉尼斯 (美国)	克利斯采利 (Криспель)	—
假捻法	加捻 + 定型，解捻	同上	同上	弗鲁夫纶 (Флу-Флон)、海拉恩卡	环球卷绕公司 (美国)， 休珀洛夫特 (美国)
填塞箱法	用喂入粗丝填入箱中	低伸缩，未加捻，稳定	邦克洛夫特 (美国)	贝纶	斯克拉格 (Scrugg) (美国)， 邦克洛夫特 (美国)
刀刃卷曲法	热丝沿刀边拉伸	高伸缩，未加捻，稳定	迪林米里肯 (美国)	埃德日纶	霍包尔 (Hoborn) (英国)
喷气变形法	压缩气流加工	无伸缩性，加捻，稳定	杜邦 (美国)	塔斯纶 (Таслон)	环球卷绕公司 (美国)

时丝条(纱线)中的单丝或单纤维被吹出呈圈结状并牢固地固着在其表面。

表1-1^[11]是五十年代普遍生产的各种变形丝的分类表。

到1955年机器制造者们已积累了制造假捻设备的丰富经验;假捻锭子的转速由12000~16000r/min(丝条线速度为5.0~6.0m/min)增加到30000r/min;而且很快又增加到40000~60000r/min(丝条线速度增加到20m/min)。1958年休珀洛夫特511型变形机已在美国运转,其转速达150000r/min(丝条线速度为40m/min),而1960年553型机的转速已达350000r/min(丝条线速度为100m/min),与此同时成本降低了22%^[15]。

同时,用一步法假捻机生产的变形丝的质量得到明显改善,奠定了和古典法弹力丝生产的竞争能力。

五十年代后期世界各国开始生产定型的低弹丝^[16],因此假捻法开始在生产纺织用变形丝的领域里普及起来。1959年英国的帝国化学工业(Imperial Chemical Industry)公司开始生产低弹聚酯变形丝克里姆普纶(Кримплеи)^[17],这类丝具有高膨松性、低伸缩性和低收缩率(与天然纤维收缩率相比),并且简化了机织和针织工艺。此外,1958年英国的尼龙纺(British Nylon Spinner)公司研制了摩擦式假捻法,提高了设备生产能力,并和英国的霍包恩公司一起制造了第一台EPI型摩擦式假捻机。所有这些都为扩大变形丝生产奠定了基础。

从1960年到1970年,合成纤维变形丝生产在所有发达国家中均有所增长。从1962年到1966年,纺织用变形丝的世界产量从7.03万吨增加到20万吨^[18],地毯丝从2万吨增加到9万吨,其中1.4万吨是聚丙烯丝^[19]。

由于新型簇绒地毯的发展,地毯变形丝的需要量不断增加。与此同时也研究了变形新方法^[20~22](见第七章)。

虽然这些年出现和应用的新方法数量有限,但其中已得到应用的有:齿轮变形法和英国J.希奇考特(J. Hichcoat)公司的米拉纶(Miralon)机器及其工艺,这种工艺用针布来进行卷曲。还有应用过热蒸汽作为变形机构的喷气变形法和双组分丝条卷曲法。但所有这些方法目前还未得到广泛应用。

在1960~1970年间确定了合纤丝变形的两个主要方法:假捻法(衣着用丝)和填塞箱法(生产地毯和装饰织物用丝)。发展的趋势是在提高变形丝生产速度的同时合并和减少一些工序。转子式假捻器的转速逐渐达到600000r/min,使加工速度增加到150~180m/min,同时原丝和成品丝的卷装量也大大增加。

在1965~1968年间纺织变形丝的世界产量从20万吨增加到40万吨,其中假捻法生产的服用变形丝占80%。

根据文献[18]报道,聚酯变形丝在变形丝生产总量中的比例有所提高,在欧洲占54%,在美国占67%。需要指出的是,大部分聚酯变形丝用于针织工业。1972年在美国衣着用的43.2万吨聚酯丝中,21万吨为变形丝,其中18.3万吨用于针织。聚酯变形丝●生产的增长速度比聚酰胺变形丝快。据文献[18]报道,1978年欧洲聚酯丝的产量增加30%,而聚酰胺丝仅增加8~10%。

七十年代变形丝生产的发展进入了新阶段。在这些年代里生产合纤丝的大化纤中心都力图把变形工序包括在自己的生产环节中。

●原文为聚酯丝。——译者注

此外，六十年代因市场缺少变形丝。为了保证销售而要求扩大生产，并在缩短生产周期、降低生产费用方面加强工作。首先要求缩短变形丝生产工序，这只有去掉中间的牵伸工序，或把这道重要工序与纺丝或变形工序合并才能实现。

1969年芬兰的奥赛约陶纺(Spinner Osaceyoto)公司制造出了第一台156-VK型摩擦式假捻机。此机将牵伸和变形工序合并在一起，生产速度为600m/min。英国的克林格(Klinger)公司的平纶(Pinlon)、英国的道勃生和巴罗(Dobson and Barlou)公司的983型卷曲定型机(Crimposet 983)、苏联的ОБГ-500-И和民主德国的泰克斯蒂玛(Textima)型样机同时采用填塞箱法生产出地毯合纤变形丝。一步法拉伸变形机的运转速度为400~600m/min^[23]。

与此同时美国的利宋纳(Leesona)公司、联邦德国的巴马格(Barmag)公司制造了生产复丝连续纺丝拉伸变形机，生产速度达4000m/min^[24]。

高速卷绕(高于3500m/min)和高产量的无导丝盘纺制预取向丝的生产工艺是先进的工艺，特别适用于聚酯民用丝生产。

与此同时假捻变形机的生产能力明显增加。由于应用了摩擦式加捻装置，机械速度增加到800~1000m/min。但须指出，实际速度一般较低，因为这和原丝的质量、油剂种类、车间的气候条件及其他因素有关。

各种型号的变形机都配有牵伸装置(用于加工未牵伸丝)以及为了降低纤维伸长率而进行第二次定型用的附加加热器，并有可拆卸的复式筒子架，以安装纺丝机的大卷装。成品筒子卷装的重量也增到5~8kg。有些类型的机器还有机械落筒和空筒生头装置。这一措施明显地在变形丝生产中节省

了劳动力。

研究和应用将纺丝、牵伸、变形过程在同一台机器上进行的工艺，将使变形丝生产周期大大缩短。化学纤维生产和机械制造的大企业，诸如美国杜邦公司、英国的帝国化学工业公司和J.希奇考特公司、法国的隆波郎(Roan Pulek)公司、意大利的斯尼亚人造丝(Snia Viscosa)公司和SCAM Inj公司，联邦德国的纽马格(Neumag)公司和巴马格公司都从事这方面的研究工作。连续变形最可行的方法是用热气流或蒸汽流的填塞箱法。因其工艺速度高，并能在运转过程中向变形装置中生头，同时也消除了变形过程中机械对丝条的损伤。此法所生产的丝主要用于织造地毯、窗帘和家具布。但其前景是制造纺织品用丝。

因此七十年代变形丝的生产是现代机械化程度较高的联合企业，利用最好的工艺装备高生产率的设备。但同时也存在安装着六十年代设备的老车间。根据资料记载，1975年这些老设备中，海伯兰因公司生产的设备占90%。新机器的不断应用、化学工业集中生产变形丝和技术成果的推广都为变形丝生产降低成本，继续增加产量奠定了基础。1978年用于纺织品的变形丝产量已达160万吨、地毯丝为110万吨^[26]。

必须指出除缩短变形工序外，一定要大力扩大变形丝的品种。每种变形丝虽然都有自己的特点，但它们的有效使用范围还未最后确定。按照扩大的使用范围而对成品丝的性质提出了新的要求。这样，在纺织行业中，根据卫生要求，其性质首先要接近天然纤维纱，而要求地毯丝要降低丝条的带电量，赋予丝条特有的性质（防污、防尘、耐燃等）。

因此近年来研究将各种不同变形方法结合起来。如复合丝假捻法^[29]，为了补充变形，在假捻机上安装空气喷嘴，