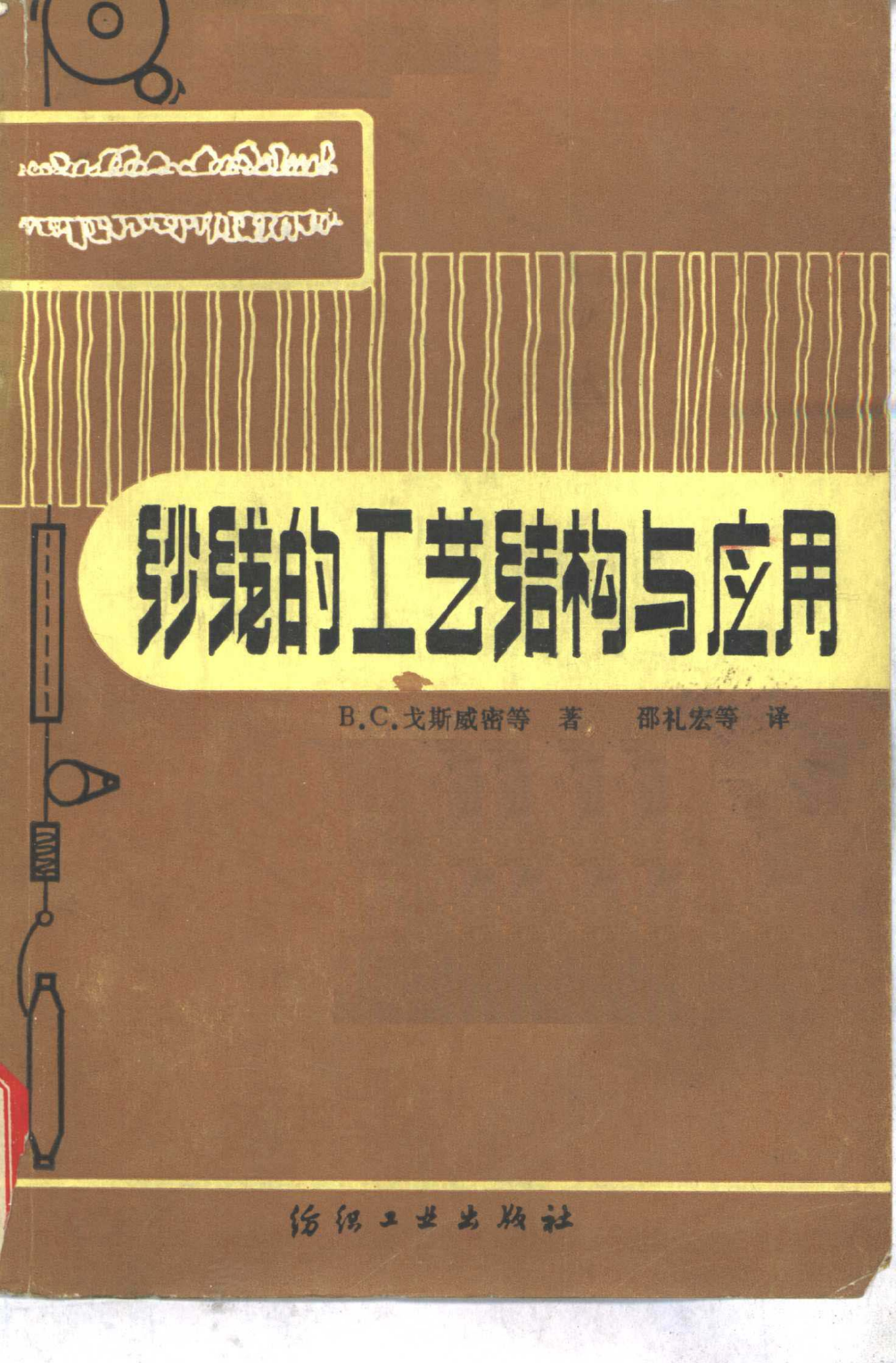




纱线的工艺结构与应用

B.C. 戈斯威密等 著 邵礼宏等 译

纺织工业出版社

纱线的工艺、结构与应用

B. C. 戈斯威密

J. G. 马丁戴尔 著

F. L. 斯卡丁纳

邵礼宏等 译

姚 穆等 校

纺织工业出版社

TEXTILE YARNS
Technology, Structure, and Applications

B.C. GOSWAMI
J.G. MARTINDALE
F.L. SCARDINO

JOHN WILEY & SONS
New York. London
Sydney. Toronto
1977

责任编辑：薛瑞源

纱线的工艺、结构与应用

[美] B. C. 戈斯威密等 著

邵礼宏等 译

纺织工业出版社出版
(北京东长安街12号)

保定地区印刷厂印刷

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:17 字数: 379 千字

1984年7月 第一版第一次印刷

印数: 1—11,000 定价: 2.95 元

统一书号: 15041·1296

内 容 提 要

本书是一部有关纺织纱线的专著。内容包括：纱线的分类、规格、结构、性能以及与织物服用性的关系；对于各种纤维原料亦专列一章作了介绍。本书对化学短纤维纱线的加工及其原料混和问题作了综合性讨论，对连续长丝、特别是变形纱的加工工艺亦作了专门的论述。

本书可供纺织工程、纺织材料、化纤、纺织商品及其检验等专业的师生、工程技术人员、研究人员参考。

前 言

纺织技术在过去的二十年里，经过了许多重要的工艺、市场和产品的改革，取得了很大的进展。特别有意义的进展是发生在纺织品的性能领域内。例如，衣着和家庭用纺织品的消费者在织物特性方面逐渐形成了一些正常的需求，像洗可穿、永久性褶裥、尺寸稳定性、耐洗耐光牢度、抗污染性、去污性、漂亮的彩色花样及其持久性；与此同时，纺织工业生产者又供给其他工业以各种有效的产品，其中很多是经过专门设计和工艺处理以适合特殊的用途。这些工业用纺织品日益具有高的强重比、尺寸稳定性、耐热性，并一般地具有高水平的耐久特性。的确，纺织工业在衣着、家庭用品和工业用品方面呈现了极广阔的前景。可能除了食品工业以外，纺织工业给消费者提供了比其他任何工业部门范围更广阔的产品。而且这些产品的价格也比较适当，因此消费者在纺织品及其有关产品方面，只从他的收入中支出一小部分。

近二十年来，在纺织工艺特别是在纺织品质量和性能方面发生了实质上的革命，大部分的原因在于化学纤维的采用。这些材料补充了重要的天然纤维性能的不足，并且使产品性能可能有许多较大的改善。全世界纺织纤维的产量和消费量在最近几年发生了明显的增长，从 1950 年的 20 亿磅左右增长到 1974 年的 59.1 亿磅。两种主要天然纤维棉和羊毛在 1950 年的年产量中占 82 % 左右，而人造纤维素纤维和合成纤维，到 1974 年则接近世界纺织纤维产量的 44 %。整个

纤维产量增长主要反映了人口的增长，但从天然纤维向化学纤维的发展趋势，反映了很多因素，包括化学纤维具有理想的物理性质、原料供应的均匀性和稳定性，并且在许多情况下有利的价格。当它们与棉或羊毛混纺时，化学纤维表现得特别有效和令人满意。

在纺织产品的质量和性能取得了重要进展的同时，在纺织品的工艺加工方面同样取得了重要的发展。例如在美国，纺织品的生产能力按每人平均纺织工业品或按纺织工业中从业人员每人加工纤维量所表示的劳务来计算，从1950年以来增长了两倍。明显地，新工艺技术的应用是使纺织生产能力增进的主要原因。虽然任一种新工艺有许多方面，但纺织工业生产能力的增长所反映的主要趋势，是以新的、高速、高效和自动化的工艺设备，代替第二次世界大战战年代中的旧机器。现在纱线和织物由新的工艺技术生产出来，这些新的工艺技术是以热和物质转移的最新概念为基础的。纺织工业工艺技术上更深刻的前进，依赖于科学和技术的广阔发展程度以及工程技术向新产品和新工艺发展的程度。

近二十年最重要的发展之一，可算是纱线的革命。虽然成形织物(非织造织物)得到重视，但织物和针织物在纺织舞台上仍继续居于优势。在这些产品中基本构成单位是纱线，它从根本上决定最终织物的质量和性能；与此同时，反映了纤维组份的化学和物理性能。短纤维纺制的和连续长丝构成的纱线是基本结构元件，它被用于构成织物和针织物的广泛领域。

自从纱线在纺织产品中确实作为一个重要结构元件以来，十分奇怪的是关于纱线的生产、性能和特性，并没有综合性的著述提供有权威的 和定量的资料。为此，本书的作

者，出于这样很有意义的目的，对于纺织纱线作出最新的和综合性的论述，它将证明对于所有学生和纺织技术从业人员是十分有用的，本书作为纱线和织物工艺技术方面的，由赫尔、格罗斯贝格和巴克尔所写的专门论著的一个很好的补充（该专著的书名是《纤维、纱线和织物的结构力学》）当前这本书与该专著在一起，从中可得到对今天世界纺织工业中应用的许多不同的纱线全面的知识和理解。

路德威希 雷本菲尔德博士

美国新泽西州勃灵斯顿

纺织研究所所长

序

关于纤维、纱线和织物的生产、工艺和性能的研究，形成了综合的学科称为纺织技术。本书试图对纺织纱线、它们的工艺、结构、性能和应用，并附加关于纤维的一章，提供系统的和有效的研究，来满足长期以来感到的一种需要。

书中材料打算编成主要如教科书一样，这是基于我们的教学经验，并希望为纺织工业和纺织大专院校中科学家、工程师和大学生所用。虽然对书上某些部分的了解，需要物理和数学的基本知识，但是多数论题描述的形式，易于为没有超出中等学校的数学水平的人所理解。这些题材对于其他一些纺织的分枝，譬如像织造或针织专门化的学生也是适当的。它对于进一步学习纱线的结构和力学性质、提供足够的基础知识。希望本书对于那些从事纺织品设计、进入纺织业的纺织和理科的毕业生，和对大量已经在纺织工业中从事工作的人将是有用的。

本书开始是纱线形式的分类，譬如像目前应用在工业上的短纤维纱线、连续长丝、花式纱线和各种膨体纱和弹力纱；接着是基本纤维类型的简介和纤维适于加工成纱线所需物理性能的概念介绍。对捻度在改变纱线的结构和物理的力学的性能中的作用，作了详细的周密的讨论；对纱的一些物理性能，像毛羽、覆盖能力、光泽和柔软性，在织物的美感和手感方面的效应进行了简要的讨论。

本书对短纤维的各种纺纱方式的基本原理，各种类型纤

维的混合和短纤维纱线的均匀特性的重要性也作了介绍；最后两章讨论了长丝的制造技术，以及变更这些纱线的性能和特性所采用的各种变形方法。

直到最近，纺织工程技术的学生还要参阅单行的书籍和出版物，来获得短纤维纱线和连续长丝工艺和性质方面的有关资料。希望这一本综合著作，能够提供纺织纱线领域中足够的基本知识和理论。

但是必须认识到纱线工艺技术的有些领域，像非常规类型纱线的纺制技术和变形改性在不断的变化之中，而且，每一步的进展在纱线研究中都出现了一个新的领域。我们希望这些进展，将体现在本书的下一版中。

B. C. 戈斯威密

J. G. 马丁戴尔

F. L. 斯卡丁纳

1976 年 11 月于

新泽西州勃灵斯顿

苏格兰加拉设尔斯

宾夕法尼亚州 费城

译者附言

本书是一部专门论述纺织纱线的综合性著作，涉及的面很广，无论从理论和实践两方面内容都很丰富。这样的专著国外不多，国内尤为少见，对于纺织院校师生、研究人员和有关纺织技术工作者有一定参考价值。

考虑到保持本书的完整性，内容未加删减或改动，按原著译出。各章中有关人名或专用名词，凡译音者，如参考文献中能够查到则不附原文，否则附原文；对其中不常见的专业术语，有的用译注略加解释；全书还有十余个极少见的或新的专业名词，在我国现有的几本英汉纺织染辞典中查找不到的，则根据情况译意或译音并附原文供读者参考；翻译过程中还发现原著刊误或错漏大小共三十余处，一一作了订正。但由于译出时间甚为局促，工作做得不够，有的地方缺乏仔细推敲；加上这本书内容牵涉的面很广，从原料到各种加工工艺和设备，其中有的比较少见，难于查对，错误或不当之处，也必然不少。敬希读者指出，以便订正。

本书的第9和第10章分别由陈怡星和黄耀洲所译，其余为邵礼宏译。以上各章分别由姚穆、黄理民、黄钟衍、孙予姚和邵礼宏审校；其中有些章节还得到杨民、吴本刚等一些同志提出宝贵意见；全书由邵礼宏负责统稿，由黄耀洲协助整理缮写。

目 录

第一章	纱线的分类	(1)
第二章	原料	(11)
第三章	纱的结构	(86)
第四章	纱线的规格	(99)
第五章	纱线的捻度	(109)
第六章	纱线的力学性质	(153)
第七章	纱线的均匀特性	(243)
第八章	纱线结构与服装织物的美学和触觉 质量的关系	(293)
第九章	短纤维纱线的加工	(307)
第十章	短纤维纺纱系统中的混和	(387)
第十一章	连续长丝和丝束	(418)
第十二章	变形纱	(440)
附 录		(533)

第一章 纱线的分类

一、纱线的定义

纱线一般可定义为：由纤维或长丝的线型集合体所组成的，具有类似纺织品特性的连续纤维束。所谓类似于纺织品的特性，是指好的断裂强度和高的柔曲性能。很多非纺织材料，可以设计使之成为连续的纤维束，而且具有类似的强力和曲挠性。然而，作为纱线来考虑，这些连续的纤维束必须是可以在通常的纺织设备上加工的、或者必须具有视觉的和触觉的美学特性，而这些特性经常与纺织产品联系着。

图 1-1 是理想的模型，它们可以由一根或多根连续长丝或由许多非连续的相当短的纤维所组成。为了克服纤维的滑脱和形成有用的纱线，短纤维总要给予大量的捻度或设法使它们缠结在一起。各种短纤维纱常指纺制成的纱；两根或多根单纱可以捻合在一起，形成双股线或复捻股线[图 1(d)和(e)]，复捻股线还可以经过更多的捻合成为各种复捻多股线；混合股线是由不同组份譬如短纤维纱和连续长丝併合起来的。

二、纱线的分类

从工业生产的纱线的多样性看，它可以具有各种功能和美学上的设计，并无限制，所以大量具有明显不同性质的纱线，也是没有限制的。天然、再生和合成纤维可以利用短纤维纺纱系统单独加工，也可以进行多种混纺。¹ 还有一些是用连续长丝和短纤维混合纺制的纱线。即使用某一种短纤维或

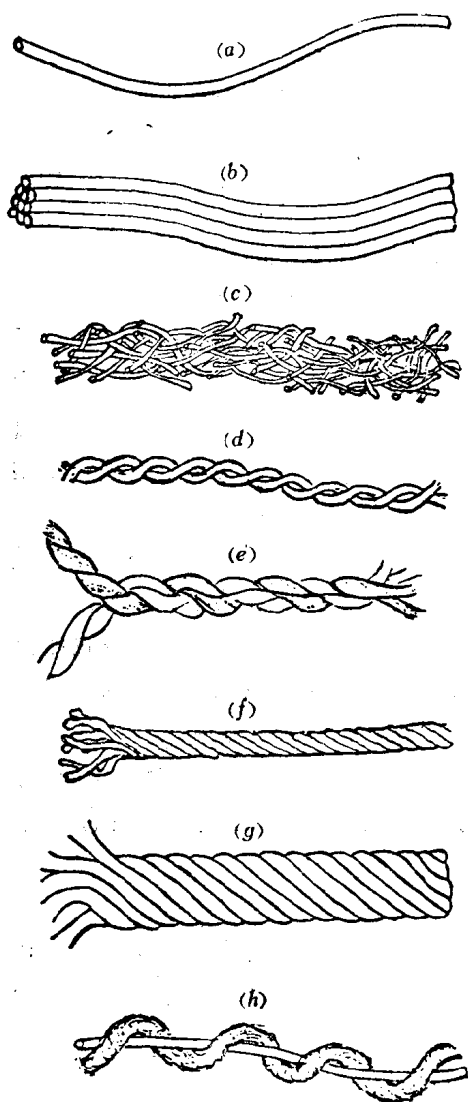


图 1.1 各种纱线结构的理想图形 (a) 单丝——实心的无限长的丝缕 (b) 多股长丝——由很多连续长丝组成,加有一些捻度 (c) 短纤纱——很多短纤维紧紧地捻合在一起 (d) 双股线——两根单纱捻合在一起 (e) 复合股线——股线捻合在一起 (f) 多股线——硬的,细的多股线 (g) 绳或缆——很多复合股线并捻后形成的分层结构 (h) 混合股线——两根不同的纱合股在一起

连续长丝纺制成纱线，也可能有很多品种。通过化学的或机械性质的后加工，天然的短纤维或连续长丝纱线实际上可以获得完全不同的结构特征，这些不同的结构特征，可以显著地改变原来纱线的外表和使用性能。

尽管纱线的种类表面上是无限的，但是根据它们的物理性能和使用特性分类还是很方便的。纱线的物理性能和使用特性，取决于纤维或长丝组份的物理性质和纱的结构。基于物理性质和使用特性作出的纱线分类如表1.1所示。

表 1.1 纱线按物理性质和工作特性分类

纱 线 类 型	纱 线 的 一 般 性 质
短纤维纱线 精梳棉纺、粗梳棉纺、毛精纺、毛粗纺	良好的手感、盖复能力、舒适感和结构特征外观极优良，适当的强力 and 均匀度
连续长丝纱线 天然的、人造或合成	良好的强度、均匀度，和纺制精细纱支的可能性，适当的手感和较差的覆盖能力
花式纱线 花式的、金属的	良好的装饰特征和性能
特殊用途的或工业用纱线 帘子线、橡皮或高弹性的、芯线、复合缆绳、带涂层的	单纯具有某种功能的、为满足某种特殊条件而设计的
膨体纱 短纤纱、连续长丝(塔斯纶)	重量很轻，但具有很大的覆盖能力和良好的松软度或丰满度
弹力纱 加捻-热定型-解捻(海兰卡、弗卢弗纶) 卷曲-热定型(膨纶)① 拉伸应力型(阿吉纶)② 编织拆散型和齿轮卷曲型	具有延伸性能和紧贴感而不附有很大压力、良好手感和覆盖能力

①膨纶(Ban-lon)由填塞箱卷曲法制成的一种弹力纱。

②阿吉纶(Agilon)一种由刀口卷曲法制成的弹力纱。

三、短纤维纱线

有四种基本的短纤维纺纱系统，并且已较好地标准化了。这些短纤维纺纱系统是：粗梳棉纺、精梳棉纺、粗梳毛纺和精梳毛纺。粗梳和精梳棉纺系统，用于加工短的（1英寸）和较长的（1.5~2英寸）的原棉以及其他棉型纤维；粗梳和精梳毛纺系统，用于加工短的（2.5英寸以下）和较长的（3~9英寸）的羊毛以及其他毛型纤维。绝大多数其他短纤维纺制系统，是由这四种基本系统之一改装而成的。化学纤维经常将长度、直径和卷曲做成与棉或羊毛相似，以便在这些系统中加工。凡是由其中任一系统纺制的纱线，不管含有什么样的纤维都具有这种系统独有的几何结构特点。用短纤维纺纱系统生产的纱线，其几何结构上的差异将在其他章节中讨论。

短纤维纱线制成的织物，具有绝对良好的触觉质量（手感、好的覆盖能力和良好的舒适感），而且也有令人愉快的美感（一种天然的织态结构外观）。但是短纤维纱线这一类不及线密度相同的连续长丝结实而均匀，因为短纤维是作为群体进行加工而不是单根的，所以纱线截面内的纤维数目，沿着纱线的长度方向有相当大的变化。由于这种情况，限制了在现有的工业基础上短纤维的可纺细度。

四、连续长丝纱线

在化学纤维出现以前，蚕丝是惟一的可以取得的连续长丝，简言之，丝是天然形成的一定细度的双股长丝。它是由经过精选的蚕茧缫制而得的，然后加上所要求捻向的捻度，使各根蚕丝组合在一起，形成单股和再进一步制成多股丝线。

化纤长丝的制造是迫使溶液通过喷丝板的细孔，接着溶液经过凝固、蒸发、或冷却而成为固体。喷丝板上小孔的数

目，往往决定着长丝束中的根数；小孔的大小和拉伸倍数决定着每根单丝的直径。当各根单丝凝固以后，它们被聚集到一起，经过轻度加捻、不加捻或缠合形成连续长丝纱。

假使长丝用于短纤维纺纱系统中加工，成千根长丝聚集到一起，形成无捻的线型集合体、即所谓丝束，接着使之卷曲和切断。化学纤维的优点之一是有可能在每一步生产程序中进行控制，使纤维做成适合于最终用途的广泛品种。关于纤维最终用途所要求的物理性质或化学性质，并不完全是原来的纤维或天然纤维所具有的。

连续长丝纱在织物形态中常具有良好的强度和均匀度，为工业所采用的细的单丝或长丝纱，往往比短纤维纱的线密度或直径要细得多。没有经过变形的连续长丝纱，除了用于有限的衣着用品，如透明轻薄的袜子和女式贴身衣裤等以外，并不认为具有良好的覆盖能力、触觉质量、舒适感和愉快的外观。然而，在工业的和非衣着用品中，这些性质的综合表现并不是重要的，连续长丝纱往往优于其他纱线。

五、花式纱线

花色线或花式纱线的设计是为了供装饰之用，而不是以某种功能为目的。完全由花式纱线构成的织物是很少的，除非作为装饰之用才有可能；绝大多数的花式纱线基本上不是花式型就是金属型，并且经常用各种花色纱线的组合来获得预期的效果。

花色纱线往往由短纤纱或长丝纱进行不规则的合股制得，它具有不连续的或周期性的花样，而这些花样的周期性可以是随机的，也可以是有规则的；花纹的效果往往很大或很明显，它是由于捻度按设计的变化形成，或者是在合股时用一根或多根组份的喂入量，按设计变化而形成的。这样，

往往在组份中造成不同的弯曲或缠绕，或者将形成扭曲的片段永久缠卷到混合的结构中。另一种是以规则的合股线为基线，将具有花色效果的片段材料裹缠到其上，花式线的例子如图 1.2 所示。

金属花式线具有闪光的外观和矩形的截面形态，它在产生闪光的铝箔或喷涂金属的材料上，附加一层透明的保护层以增进它的耐久性。梅特纶(Metlon)、醋酯纤维、米拉(Mylar)金属线，均为用于装饰的光泽耐久的金属花式线。

六、特殊用途的纱线

作为特殊用途的纱线，在工业上的设计要求纯粹是为了具有某种功能。这些纱线的设计制造是为了在特殊条件下使用而且具有预定的工作特性。很多工业用纱线不具有视觉和触觉质量，不像设计其他的纱线用于穿着或家庭陈设时那样要求。设计用作特殊用途的纱线有如帘子线、线绳、缝纫线、橡胶或松紧线、石棉和玻璃线、包芯纱、硬纱、粗重单丝和切割的薄膜扁丝等。

七、高膨体纱

高膨体纱是一种短纤纱或长丝纱，它具有正常的延伸能力，但是它那高度的松软性或丰满度是不寻常的。这种纱在受力和松弛状态下都保留它的膨松性。由膨体纱所构成的织物重量可以很小但具有很大的覆盖能力。

一些膨体纱是由热塑性短纤维制得的，它们在加工过程中形成不同程度的皱缩。由于各种纤维的缩率不同，结果使纱线结构中各缠结点之间，形成大量的皱缩或卷曲。连续长丝纱实际上也可以由同样的方法处理而获得，或者由各根长丝变成非线性波和圈形，并借捻度将这些圈形缠住而保留下来。这种方法通常称为喷射成型，它是由空气流或蒸汽流造