

纱线制造工艺结构和应用

上 册

北京纺织工程学会

1984年12月

纱 线
制 造 工 艺、结 构
和 应 用

原 著 者

B. C. GOSWAMI

纺织研究院

Princeton, New Jersey

J. G. MARTINDLE

格拉希尔纺织学院

Galashiels, Scotland

F. I. SCARDINO

费城纺织科学学院

Philadelphia, Pennsylvania

JOHN WILEY & SONS

New York Chichester Brisbane Toronto

译者：华东纺织工学院副教授 陈莫康

校稿：王之屏

前 言

纺织工艺在过去廿年中,对许多重要制造工序、市场销售和产品革新,都取得了巨大的进步。尤其在产品的功效方面,更有特别显著的发展。比如说,服装和家用纺织品的消费者,已经对织物的特性象洗即穿、耐久折裯、尺寸稳定、水洗和曝晒牢度、抗污、脱污、花色鲜艳和经久耐用等等,都抱有必然的期望。同时工业用纺织品生产者,已经对别的工业提供了适用的和高效的产品,其中不少是为了完成特殊的任务而特地设计和制造的。这些工业用纺织品,逐渐能够提供较高的强力—对一重量比例、尺寸的完整性、耐热的稳定性和通常水平较高的功效可靠性。纺织工业确实贡献出了范围极其广泛的服装用、家庭用和工业用的产品。也许除食品工业之外,纺织工业是,对消费者来说,比任何其他工业界所提供的产品,范围要更大一些。而且这些所提供的产品,价格比较便宜;这样,使消费者在纺织品及同纺织品有关的产品上,只要化费他能够支配的收入中一小部分就够了。

在过去廿年中,纺织工艺尤其是纺织品的质量和功效方面的实质上的革命,大半归功于化学纤维的出现。这些材料补充了那些重要天然纤维的性质,使产品功效有可能有了许多主要的提高。世界范围的纺织纤维的生产和消费,近年来有迅猛的增加,从1950年的200亿磅,升到1974年的591亿磅。贰种主要天然纤维,棉和毛,在1950年占上述产量中的约82%,而在1974年,人造纤维和合成纤维却占世界范围的纺织纤维产量的约44%。纤维总产量的增加,主要反映了人口

的增长，而从天然纤维趋向于化学纤维，却反映了许多因素，其中包括化纤的必需的物理性质，它们的均匀度、供应的稳定性和许多情况下的有利的价格结构。把化纤同不论是棉或毛混和之后，它们变得特别有用和必需了。

在纺织品的质量和功效获得巨大进展的同时，纺织制造工序方面，也有了同样重要的发展。譬如说，美国的纺织品生产率是指每人所生产的产品而言，或者说是以纺织业中从业人员的纤维消费量来表示的一种劳务，自1950年以来，增加了二倍还多。很明显，新工艺的应用对纺织品生产率的提高，是有巨大贡献的。虽然说，每一种新工艺都包含着许多方面，纺织工业所增加的生产率，主要反映了第二次世界大战以来这年中，以新型的、高速的和自动化的制造工序设备，代替了旧的设备的倾向。现在纺织纱线和织物是应用新工艺制造的了，这些工艺是有赖于最新的热和物质转化概念的。纺织工业变得在工艺上愈来愈强烈地要依靠从未有过的、更大范围的科学和技术以及在工程探索中，来求得新的产品和制造工序的发展。

在过去廿年来所发生的最重要进展之一值得提到的是纱线的革命。虽然说非织造的压制织物逐渐变得重要起来，机织物和针织物在纺织品舞台上，还是占着统治地位。在这些产品中，它的基本构成单元还是纺织纱线。它从根本上决定着最后新制成织物的品质和功效，并同时反映了所组成的纤维之物理的和化学的性质。短纤纱和长丝是制造范围广泛的机织物和针织物的基本构成材料。

既然纺织纱线确实是纺织生产上这样重要的结构单元，所以竟然没有一本详尽的书藉来提供关于纱线的生产、性质

和特性方面的有权威的和有份量的论述，真是令人十分惊异。因此，这本书的著者完成了一件很有益的意愿，来提供一些崭新的和详尽的纺织纱线方面的论述。它将证明，对于从事纺织工艺的学生和实际工作者，是极为有用的。这本书对 Hearle、Grosberg和Backer所写的那本比较深入研讨纱线和织物的著作，题为“Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and Fabrics”的书，是一个很好的补充。同那本书合起来，目前这本书将使人们能够弄清楚关于目前在世界范围内纺织工业所使用之众多的各种纺织纱线的知识和理解的全部领域。

Dr. Ludwig Robenfeld

纺织研究院院长

Princeton New Jersey

绪 说

纤维、纱线和织物的生产、制造工序和性质的研究，可以综合起来作为一门学科，叫作纺织工艺学。这本书试图提供一个有系统的和详尽的关于纺织纱线的研究，它们的制造工艺、结构、性质和应用，并另外加上纤维的一章、以满足一个长期感觉到的迫切需要。

这些材料，原来是拟作教科书用的，是以我们的教学经验为基础的，意在供工业界、大学和专门学院中从事纺织工艺的科学家、工程师和学生使用。虽然说要读懂这本书的某些部份，需要一点物理和数学的基本知识，但极大部份的主要内容都是以一种能被没有学过高中水平以上数学的人容易了解的方式写出的。主要内容对其他纺织专门学科，象机织和针织的学生，也是适用的。它给更深入一步对纺织纱线的结构和机制的研究，打了一个适当的基础。我们希望这本书对那些从事纺织设计的人，对进入纺织工业界的学习纺织和科学的毕业生，对大量已经在纺织工业界追求发展的人，将是有用的。

本书以纱线分类开始，包括短纤纱、长丝、花饰线以及最近在工业中所使用的各种各样的高度膨松纱和弹力纱。接着，简略地叙述一下纤维的基本类型，并介绍一下为了适应制成纱线所需要具备的物理性质的意义。然后详细地评述了捻度对纱线的结构以及物理和机械性能所起的作用。而关于纱线的物理性质，象茸毛、复盖力、光泽和柔软性对织物的观感上和触觉上的影响，则略加论述。

书内还提到了短纤维制成纱线的各种体系的基本原理，各种类型纤维的混和方法 and 短纤纱的均匀特性的重要性。最后两章并分别阐述了连续长丝的制造工艺以及对它们的各种改形方法以变更其特征和性质。

直到最近，学纺织工艺的学生，总是被迫去分别寻找各种书笈和报刊，以获取关于短纤纱和连续长丝的制造和性质的报道。我们希望，这里把两方面资料集中于一本书的处理办法，将能提供对于纺织纱线这个主题的知识 and 理解以充份的基础。

不过，必须记住，有些纱线制造工艺的领域，象非传统式的纺纱技术和改形整理等方面，经常在不断变化中。而且每一宗新的发展，会提出一些新的纱线研究的尺度，我们希望这些发展，将会在这本书的新版本里包括进去。

B. C. Goswami

J. G. Martindale

F. L. Scardino

1976.11.

目 录

1. 纱线的分类
2. 原料
3. 纱线的结构
4. 纱线的规格
5. 纱线的捻度
6. 纱线的机械性质
7. 纱线的均匀特性
8. 纱线结构同服装织物的观感上和触觉上的质量之间的关系
9. 把短纤维制成纱线
10. 短纤维纱线制造体系中的纤维混和方法
11. 连续长丝和丝束
12. 改形纱线

附录A

检词

第一章 纱线的分类

纱线的定义

一般说来，纱线可以定义为一束短纤维或长丝集合在一起，组成为一条连续的长线条，具有纺织品属类的特性。所谓纺织品属类的特性，包括着良好的抗拉强力和高度的柔软性。许多非纺织品材料，也可以把它们制成具有相似的强力和可挠性的连续长线条。不过就纱线来说，它们必须是可以传统的纺织设备上加工制作的，或者必须具备一般纺织品所具有的观感上和触觉上的特性（审美的）。

正象形象化图形的图1·1所示，纱线可以由一条或一条以上的连续长丝或者由许多不连续的较短纤维（短纤）组成。为了克服纤维间的滑移，以便制成可用的纱线，短纤维束常被加上些捻度或扭缠。由短纤维制成的纱线，常被称为纺成纱（或短纤纱）。一根或二根以上的单股纱线，还可以捻合在一起，制成多股纱线（图1d和图1e）。多股纱线更可以进一步捻合，制成各种复合纱线。联合纱线则是指不同类型的纱线捻合在一起而言，譬如说把短纤纱同连续长丝相捻合。

纱线的分类

从商业上已有的各类纱线看来，各种用途上和审美上的可能设计的数量和纱线间远不相同的种类，似乎是无限的。在短纤纱制造体系上，使用天然的、人造的（再制的）和合成的

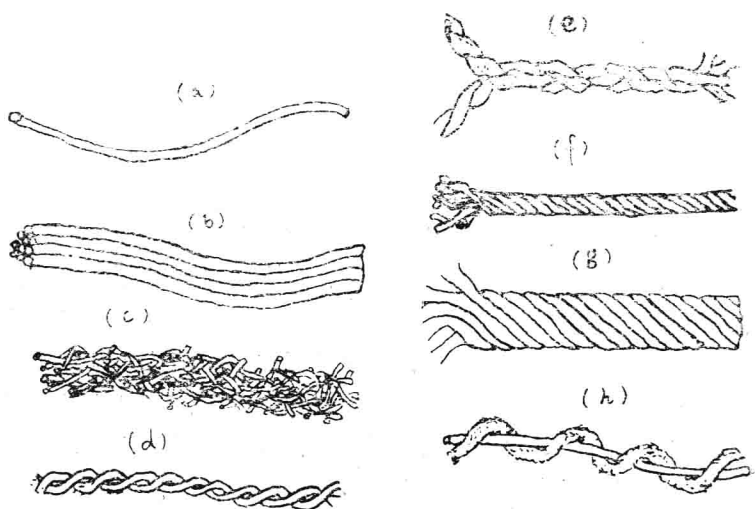


图1.1 各种纱线结构的理想化示意图(a)单缕长丝—实心单条化度无限 (b)被缕长丝—好几条单缕连续化丝并合在一起略加捻度 (c)短纤纱—许多短纤维紧紧捻合在一起 (d)双股线—两根单股纱捻合在一起 (e)缕捻线—把双股线再捻合在一起 (f)多股线—硬而细的多股捻合线 (g)索或缆—把许多条股线捻合成较粗的结构 (h)联合股线—两种不同类型的纱线捻合在一起

纤维，有单品种加工制造的和各种各样混合起来加工制造的。也有各种各样以连续长丝同短纤纱联合起来加工制造的。甚至即使某种纱线是由同一种特定纤维或连续长丝制成的，也有可能制成各种各样的类型。经过最后的化学性质或

机械性质的加工，原来的短纤纱或连续长丝，更可以获得实际上不同的结构特点，因而完全改变了原来纱线的外形和用途上的功效。

虽然看起来似乎类型无穷，纱线还是可以按其物理性质和功效特征，很方便地加以分类的。纱线的物理性质和功效特征，是因所组成的短纤或长丝的物理性质和纱线的结构而不同的。按照物理性质或功效特征，纱线的分类，有如第1表所示。

表1 按照物理性质和功效特征的纱线分类表

纱 线 类 别	纱 线 一 般 性 质
短纤纱线	手感、复盖力、舒适性优越，外表有纹理，强力和均匀度良好。
精梳棉	
粗梳棉	
精梳羊毛	
粗梳羊毛	
连续长丝	强力、均匀度优越，高纤细度可能性大，手感良好，复盖力差。
天然丝	
化纤或合成丝	
花饰纱线	有优越的装饰特征或特性。
意匠线	
金属线	
特殊用途或工业用纱线	完全实用性的，为满足某些特殊

续表 1

纱 线 类 别	纱 线 一 般 性 质
轮胎线 橡胶或弹性线 包芯线 多股复捻线 包复线 高度膨松纱线 短纤纱线 连续长丝（塔斯纶—Taslan） 弹力纱线 经过加捻—热定型—退捻而得（海兰卡—Helanca，弗卢弗伦—Fluflon） 经过绉曲—热定型而得（班纶—Ban-Lon） 经张力下拉伸而得（阿吉纶—Agilon） 经过针织退织而得	情况而设计的。 复盖力大而量轻，较为松软或丰满。 在不大的压力下即可伸展而贴身，手感和复盖力良好。

续表 1

纱 线 类 别	纱 线 一 般 性 质
经过齿轮压出绉曲而得	

短纤维纱

短纤维纱的基本制造体系，有四种已经相当稳定地标准化了。它们是粗梳棉纺、精梳棉纺、粗梳毛纺和精梳毛纺。粗梳和精梳棉纺体系的设计，适用于把短（1 英寸）和长（1.5~2 英寸）的棉或类似棉的纤维纺制成纱。粗梳和精梳毛纺体系的设计则适用于把短的（2.5 英寸以下）和长的（3~9 英寸）羊毛或类似羊毛的纤维纺制成纱。所有其他极大多数的短纤维纱制造体系，只不过是四种基本体系中之一的修正型而已。化纤通常被制成具有象棉花或羊毛那样的长短、直径和绉曲，以便在那些体系上加工。一条在上述任何一种体系上加工制成的纱线，即具有一种这一体系特有的几何结构（纤维连结）的特性，而不论其所由组成的纤维如何。这种短纤维加工制造体系所生产的纱线之几何结构的不同情况，将在另章论述。

在一种织物内，短纤维纱具有它自己属类的优越的触觉上品质（手感、良好的复盖力和优越的舒适系数）而且观感上是动人的（一种自然纹理的外观）。但是短纤维纱就整个类型而言，如果线向密度是相等的，就没有象连续丝那样的强力或均匀度。最后，因短纤维在加工制造时是集合而不是单个

处理的，因而在纱线沿长度方向的断面上，纤维数的变化很大，这种情况，限制了短纤纱在商业角度上能够制成的纤细度。

连续长丝

在化纤出现以前，蚕丝是唯一存在的一种连续长丝。简单地说，它是从选好的蚕茧上抽出来的，是具有特定纤细度的许多自然形成的双联丝缕束。接着加以所需的捻数和捻向，才成为单丝条，最后又可成为多股丝线。

在制造化纤丝时，用一种溶液压经一个有许多很小孔眼的喷丝头，在喷丝头外，溶液就凝结、蒸发或冷冻成为固体。通常喷丝头的细孔数决定丝条中的缕数。而且喷丝头上每个细孔的大小和拉伸的程度(如果有的话)，决定丝缕的直径。当各条丝缕凝固以后，即被拢集起来，稍加或不加捻度或扭缠，以制成连续长丝。

如果丝缕需要在短纤纱制造体系上加工的话，就得把几千条丝缕拢集在一起，作成没有捻度的所谓丝束，以便给予绉曲和截切。化纤的有利条件之一是便于控制，控制可以在每个生产工序中施行。纤维可以按照各种各样最后用途所要求的物理的或化学的性质来制造，即使这些性质是原料纤维或天然纤维所没有的。

连续长丝在制成织物后，通常具有优越的强力和均匀度。正象纤细的单缕长丝和复缕长丝在商业上受欢迎所显示那样，连续长丝可以比短纤纱制成线向密度更高和直径更细的纱线。不过没有经过改形加工的连续长丝，看来是不会具备既有良好的复盖力、触觉性、舒适感又有悦目的外观

之综合效果的，除非用作有数的服装譬如透明袜类和女式内衣。但是作为工业上和非服装上的用途，这样的综合性能却并不重要，而且连续长丝还往往占了上风。

花饰纱线

异形纱线或花饰纱线是为了装饰而不是为了实用而制造的。完全用花饰纱线织成的织物很是少有，除非也许作为帘幕等用途。极大多数花饰纱线，基本上或者是意匠的或者是嵌金属的。联合纱线经常被用来获得所需的效应。

意匠纱线通常是用短纤纱或连续长丝以不均匀的捻合法制成的，其特征在于具有突发性的和周期性的效应。它们的周期性可以是凌乱的，也可以是均匀的。花饰的效应经常是较大或醒目的，它是在纱线捻合时，有计划地加減捻度或者所喂入的一根或一根以上组合纱线的速度而获得的。结果就会得到组合纱线间各种各样的相互缠合或包复，或者在复合结构中牢牢地缠绕着膨松纱片段。另一种类型则是在正规股线之中，嵌入具有花饰效应的短片段材料。意匠纱线的举例见图1·2。

金属的花饰纱线则具有闪光表面和长方形断面的特征。为了增加金属纱线的耐久性，使用一种透明的薄膜，包复在铝箔或镀有其他能产生闪光效应的金属的材料上。以聚脂薄膜（Metlon, Mylar）醋酸脂等处理过的金属纱线就是用于装饰品的具有耐久性闪光的纱线例子。

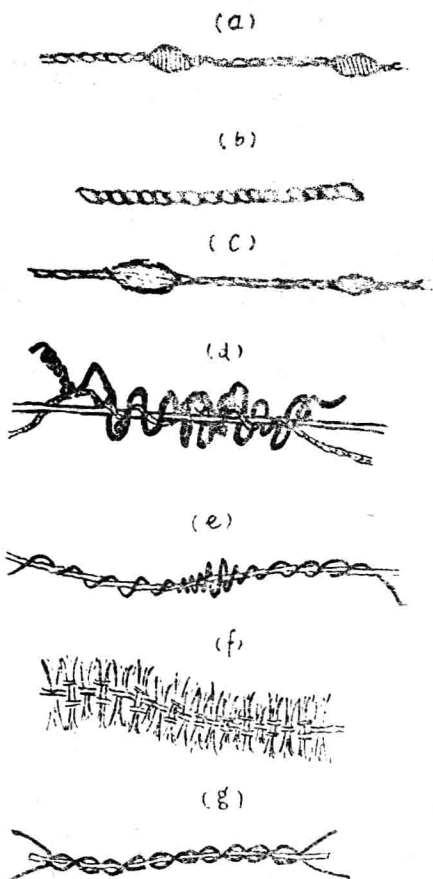


图1.2 各种花饰纱线举例
 (a)竹节线 (b)螺纹线 (c)粗布节云片线
 (d)圈包线 (e)竹节圈包线 (f)刺毛线或
 绳绒线 (g)菱纹金属夹心线

特殊用途的纱线

工业需要的特殊用途的纱线，在特性上纯粹是属于实用型的。这些纱线是为了在特殊情况下具有预定效用而制造的。许多工业用纱线，没有象为服装和家用织物而设计的那样观感上和触觉上的优良品质。为特殊用途而制造的纱线，可以举例如下：轮胎线、网线、缝线、橡胶或弹性线、石棉或玻璃线、包心纱、金属丝、特粗单缕长丝和裂膜线。

高度膨松纱线

高度膨松纱线可以是短纤的，也可以是长丝的，具有正常的伸展性，但却又有异常的柔软性或丰满性。这些纱线，不论在松弛或紧张情况下，都能保持其膨松度。用这种高度膨松纱线制成织物，就有可能获得较大复盖力而重量却较轻。

有些高度膨松纱线是用热塑性纤维在短纤纺纱体系上制造的，这种纤维在处理后的纱线中，其绉缩略有差异，不同的绉缩使纱线结构中的纤维束，在缠绕点之间造成大团的堆卷或绉曲。连续长丝也可以用同样方法获得充份膨松度，或者使它的单缕不成直线而成为圈状并加捻把丝圈夹住。这种方法通常称作喷流改形法，因为采用了一种空气或蒸汽流，使丝缕成为非直线状的。高度膨松纱线的例子如图1·3所示。很细的但仍然是膨松的结构，可以用改形的连续长丝制造。联合纱线也可以作改形加工，使其具有差异的膨松效果。