

棉纺原料 与选配

卢于述 张勃刚 编

纺织工业出版社

棉纺原料与选配

卢于述 张韧刚 编

纺织工业出版社

棉纺原料与选配

卢于述 张韧刚 编

•

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

北京纺织印刷厂印刷

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:8 24/32 字数:194千字

1985年1月 第一版第一次印刷

印数: 1—11,000 定价: 1.30元

统一书号, 15041·1341

内 容 提 要

本书分两部分：第一章概述纺织纤维的结构和性质，棉纺原料的生产、工艺性质、检验方法以及对纺纱质量的影响；第二章讨论原料选配与棉纺工艺、产品质量和产品用途的关系，混料方法和原料的日常管理等。

本书可供棉纺厂的工程技术人员阅读，也可供纺织院校棉纺专业的师生参考。

前 言

棉纺原料的选配在稳定生产、提高质量、降低成本等方面都起着重要的作用。近年来，随着化学纤维工业的发展，棉纺工业原料的品种增多、性能复杂，探讨的范围日益扩大，原料选配工作也显得更为重要。

解放以来，我国纺织工业蓬勃发展，广大纺织工人、工程技术人员和科研教学人员在纺织纤维领域内，创造和积累了大量的宝贵经验。我们在学习的基础上，汇集了棉纺原料和选配方面的技术知识，供有关人员参阅，以期在提高原料的使用价值，改善纺纱的工艺性能，增加纺织品的花色品种等方面有所借鉴，为纺织工业的四化建设做些工作。

本书在编写过程中，承蒙严灏景教授多方指导和支持，朱德震工程师热忱关怀和帮助，最后由王光晞工程师审阅修改和定稿，我们谨表示衷心感谢。

由于编者的水平有限，错误和不够确切之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 棉纺原料	(1)
第一节 概述	(1)
一、纺织纤维的分类和命名.....	(1)
二、纺织纤维的结构.....	(7)
三、纺织纤维的基本性能.....	(17)
四、各种纺织纤维的性质.....	(30)
第二节 棉纤维	(50)
一、棉花生产和初步加工.....	(50)
二、原棉工艺性质、检验和品质评定.....	(67)
第三节 化学短纤维	(108)
一、化学短纤维的制造概述.....	(108)
二、化学短纤维工艺性质、检验和 品质评定.....	(113)
第二章 原料选配	(140)
第一节 原棉选配	(140)
一、原棉选配的基本要求.....	(140)
二、原棉选配与产品的关系.....	(141)
三、原棉的选配和管理.....	(151)
四、原棉品质和棉纺生产的关系.....	(169)
第二节 化学短纤维的选配	(186)
一、化学短纤维选配的基本要求.....	(186)
二、化学短纤维的选配与产品的关系.....	(188)
三、化学短纤维基本性质与选配关系.....	(201)
四、化学短纤维的混料和管理.....	(215)

五、化学短纤维性质与纺纱生产的关系.....	(223)
第三节 原料鉴别和混纺比测定.....	(248)
一、纺织纤维的鉴别.....	(248)
二、化学纤维混纺纱中纤维含量分析.....	(267)
主要参考文献.....	(273)

第一章 棉纺原料

第一节 概 述

一、纺织纤维的分类和命名

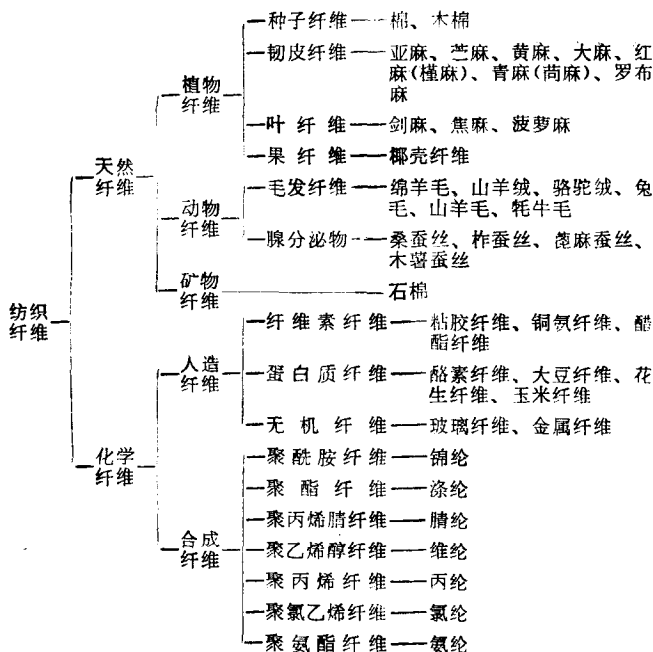
纺织纤维的范围极广，品种很多，可分为天然纤维和化学纤维两大类。天然纤维包括植物纤维、动物纤维和矿物纤维。化学纤维包括人造纤维和合成纤维。纺织纤维的分类如表1-1所示。

(一) 天然纤维

1. 植物纤维 植物纤维取自植物的茎部、叶鞘部或种子，是随着植物的生长而自然形成的，其主要成分为纤维素。

(1) 种子纤维：棉花属于种子纤维。公元前3000年，棉花在印度已成为一种重要的农作物；公元前2500年，在埃及也已经普遍种植棉花。我国栽培棉花的历史也很悠久，有文字记载的可以追溯到公元前一世纪。千百年来，棉花一直是最主要的纺织纤维，可谓“衣被天下”。如今棉花仍然是年产量最大的，在人类经济活动中占极重要地位的纺织纤维。近三十年来，由于化学纤维的大量发展，棉花产量占整个纺织纤维的比例由75%下降到50%以下。目前在一些西方国家，棉花的应用已经变得不如化学纤维那样普遍了。但是作为一种纺织纤维，棉花的用途比任何其他纤维为多，八十年代全世界棉花年产量为1235~1494万吨，平均年产量1395万吨。

表 1-1 纺织纤维的分类



(2) 韧皮纤维和叶纤维：它是取自植物的茎部和叶鞘部的纤维，统称为麻。自从人类进入文明社会以来，麻类就成为重要的纺织原料。亚麻原产欧洲，是古代埃及人的衣着原料。苎麻亦称中国草，是我国特产。亚麻和苎麻是麻类中品质最好的，可以纯纺也可以与化学纤维混纺，作为衣着用织物或工业用织物。黄麻产于巴西、印度和巴基斯坦，我国长江流域一带也有栽培。黄麻纤维比较粗硬，很少用于衣着，是麻袋和绳索等的重要原料。

2. 动物纤维 动物纤维取自动物的毛发或动物体内排出的分泌物，随着动物的生长而形成的。

(1) 毛发纤维：绵羊毛属毛发纤维，是动物纤维中最主要的一个品种。最早的一块毛织物是在埃及发现的，大概是在公元前4000~3500年。绵羊毛是高档纺织品如呢绒、毯、毡以及一些重要的工业用呢的原料，1979年全世界原毛产量为263万吨。其他用作纺织工业原料的毛发纤维有山羊绒、骆驼绒、兔毛、牦牛毛等。这些毛发纤维的性能各有特点，在某些方面优于绵羊毛，但产量较少。

(2) 腺分泌物：蚕丝是桑蚕等昆虫的幼虫成熟时化蛹前自体内排出的分泌物，这种分泌物凝固而成蚕丝。早在公元前2700~2600年，我国已经大量育蚕制丝，成为丝的故乡。秦汉以来，我国的丝绸制品远销欧亚各国，在世界上我国丝绸制品素享盛名，为最重要的产丝国家。桑蚕丝是蚕丝的主要品种，也是高贵的纺织原料。由于蚕丝的绝缘性能好，在工业上可用作绝缘材料。除桑蚕丝外，还有柞蚕丝、蓖麻蚕丝、木薯蚕丝等。

3. 矿物纤维 石棉是作为纺织原料的唯一天然矿物纤维，有不燃烧、耐高温的特点。在化学纤维大量应用以前，石棉一直是防火绝热纤维制品的重要原料。

(二) 化学纤维

化学纤维的生产始于上世纪末和本世纪初，到现在不过80年历史，但其发展很快，总产量已接近纺织纤维总产量的一半，和棉纤维的产量大致相等，估计在今后若干年中化学纤维还将继续发展。

化学纤维的种类很多，可分成人造纤维和合成纤维两类。采用天然高聚物，经过化学处理与机械加工而再生成为可以用来纺织的纤维，称为人造纤维；利用自然界结构比较简单的低分子化合物，经化学反应合成高聚物，再经纺丝加

工而制成的纤维，称为合成纤维。

化学纤维有长丝和短纤维两种，长丝可直接用以织造或加工成股线和绳索等，短纤维必须先纺成纱，然后加工成各种成品。短纤维是由长丝切断而成的，可以根据需要切成各种不同长度的纤维。长度和棉纤维大致相等、适用于棉纺设备纺制成纱的化学短纤维，称为棉型化学短纤维；长度和羊毛大致相等、适用于毛纺设备纺制成纱的化学短纤维，称为毛型化学短纤维。棉型和毛型化学短纤维除长度不同外，纤维粗细也有差异。棉型化学短纤维比毛型化学短纤维细，其粗细分别与棉纤维及羊毛相近。此外，还有长度和细度介于棉型和毛型两者之间的化学纤维，称为中长型化学纤维，中长型化学纤维可以在类似棉纺设备上加工。化学纤维的光泽一般比天然纤维强，为了消减纤维的光泽，在纺丝溶液中加入不同比例的二氧化钛作为消光剂。根据消光剂的含量不同，化学纤维有“有光纤维”、“半光纤维”和“无光纤维”之分。

1. 人造纤维 人造纤维包括人造纤维素纤维、人造蛋白质纤维和人造无机纤维等。

(1) 人造纤维素纤维：利用木材、棉短绒等天然纤维素为原料制成的纤维称为人造纤维素纤维，亦称再生纤维素纤维。最早生产的人造纤维素纤维是硝酸纤维，由于它易于燃烧，不适用于纺织加工，所以在当时就没有能继续生产。现在最大宗的人造纤维素纤维是粘胶纤维，少量的 是 铜 氨 纤维。全世界人造纤维素纤维的年产量一直稳定在 350 万吨左右。

改进粘胶纤维的纺丝工艺，可制得高湿模量粘胶纤维，在我国称为富强纤维。普通粘胶纤维的强度不大，在湿润条

件下纤维强度降低很多，只有干强度的一半左右。高湿模量粘胶纤维的性质更接近天然纤维素纤维中的棉纤维，强度高，尺寸稳定性好，它不仅干强度较高，而且湿强度比普通粘胶纤维也有显著改善。工业用的粘胶长丝，其强度比普通粘胶短纤维大得多，这种纤维称为粘胶强力丝。

由纤维素经过醋酸酯化转变为纤维素醋酸酯，制成纺丝液后经纺丝加工而制成醋酯纤维。醋酯纤维有二醋酯纤维和三醋酯纤维之分，前者在葡萄糖剩基中，三个羟基平均有两个或两个半羟基被乙酰基取代，后者则有92%以上的羟基被乙酰基取代。

(2) 人造蛋白质纤维：利用乳酪、大豆、花生等天然蛋白质为原料制成的纤维称为人造蛋白质纤维，亦称再生蛋白质纤维。人造蛋白质纤维有酪素纤维、大豆纤维、花生纤维等。由于人造蛋白质纤维的强度低，原料来源有限，这种纤维在世界各国很少生产。

(3) 人造无机纤维：采用玻璃、金属等原料加工制成的纤维称为人造无机纤维，亦称人造矿物纤维。人造无机纤维有玻璃纤维、金属纤维、陶瓷纤维等，其中以玻璃纤维为主。玻璃纤维的强度高、伸长小、不吸湿、不燃烧、化学稳定性好，适于制造过滤布、电绝缘材料以及其他工业用织物等。

2. 合成纤维 合成纤维的品种很多，有聚酰胺纤维、聚酯纤维、聚丙烯腈纤维、聚乙烯醇纤维、聚丙烯纤维、聚氯乙烯纤维和聚氨酯纤维等。

(1) 聚酰胺纤维：是世界上第一个工业化生产的合成纤维，于1939年开始工业化生产，是合成纤维主要品种之一。聚酰胺纤维是一个大类，我国的商品名称为锦纶，这类纤维

品种很多，有锦纶6、锦纶66、锦纶610、锦纶1010等。最早生产的聚酰胺纤维是尼龙66和尼龙610，前者作为针织袜子的原料，后者供制造牙刷和其他刷子用。

聚酰胺纤维的大分子含有酰胺基（ $-\text{CONH}-$ ），故称聚酰胺纤维。聚酰胺采用大分子的单元结构所含有的碳原子数来命名。例如锦纶6的单元结构是 $[-\text{HN}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-]$ ，其中含有6个碳原子。锦纶66由己二酸 $[\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}]$ 和己二胺 $[\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2]$ 缩聚而成，己二酸和己二胺中各含有6个碳原子。锦纶1010是由含10个碳原子的癸二胺和含10个碳原子的癸二酸缩聚而成。

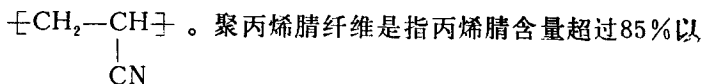
随着聚酰胺纤维的发展，具有两个苯环的芳香族聚酰胺纤维诺梅克斯（Nomex）和凯夫拉（Kevlar）相继问世。其特点是热稳定性好、不熔融、防燃烧、且具有高强度和高模量，适于制造防护服、宇宙服、帘子线、降落伞以及其他工业用和国防用纺织品。

(2) 聚酯纤维：它的大分子中含有酯基（ $-\text{C}-\text{O}-$ ），



故称聚酯纤维。聚酯纤维的品种很多，目前主要品种为聚对苯二甲酸乙二酯纤维，我国的商品名称为涤纶，俗称的确良。由于聚酯纤维具有良好的抗皱性能，其织物快干免烫，易于保养，所以发展异常迅速，在各合成纤维品种中占首位。

(3) 聚丙烯腈纤维：它的基本单元结构为



上的共聚纤维；丙烯腈含量35~85%的纤维称为改性聚丙烯

腈纤维。在我国，聚丙烯腈纤维的商品名称为腈纶。

(4) 聚乙烯醇纤维：它的基本单元结构为

$$\left[\text{CH}_2 - \underset{\substack{| \\ \text{OH}}}{\text{CH}} \right]$$

不符合纺织纤维的要求，所以聚乙烯醇在后加工时必须经过甲醛处理，使聚乙烯醇大分子中一部分羟基与甲醛作用，制成聚乙烯醇缩甲醛纤维，我国的商品名称为维纶。

(5) 聚丙烯纤维：它的基本单元结构为

$$\left[\text{CH}_2 - \underset{\substack{| \\ \text{CH}_3}}{\text{CH}} \right]$$

我国的商品名称为丙纶。

(6) 聚氯乙烯纤维：它的基本单元结构为

$$\left[\text{CH}_2 - \underset{\substack{| \\ \text{Cl}}}{\text{CH}} \right]$$

我国的商品名称为氯纶。

二、纺织纤维的结构

(一) 纺织纤维分子结构和排列

1. 基本单元 纺织纤维一般是由许多长链分子组成，每一个长链分子则有许多链节即基本单元构成。大多数纺织纤维长链分子的基本单元是单一的，少数纺织纤维的基本单元有两种或多种，例如棉纤维大分子的基本单元只有一种，即葡萄糖剩基；羊毛纤维大分子的基本单元 α -氨基酸剩基有各种不同的侧基R，其数目多达二十余种。

纺织纤维的长链分子基本单元的重复数目称为分子的聚合度。各种纺织纤维长链分子的聚合度差异很大，例如普通粘胶纤维的聚合度为300~500，高湿模量粘胶纤维的聚合度为9000~10000。聚合度对纤维的拉伸有很大关系。

纺织纤维的长链分子是细长的，如棉纤维素分子的宽度

为 $7.5 \text{ \AA}$ ，长度为 $5000 \times 10.28 \text{ \AA}$ 。

2. 取向度 纺织纤维长链分子的排列特征之一是纤维的取向度，它是指纤维内部长链分子对纤维轴的平行程度。当纤维长链分子完全无规则地随机排列时，纤维取向度最差，纤维呈各向同性；当纤维长链分子完全伸直平行于纤维轴时，纤维取向度最好，纤维呈各向异性。纤维的取向度一般用纤维的双折射表示，即平行于纤维轴的偏振光折射率($n_{//}$)和垂直于纤维轴的偏振光折射率($n_{\perp}$)之差。纤维的双折射高，纤维的取向度也高。取向度高的纤维强度较大，而伸长较小。在化学纤维制造过程中，可以根据纤维的不同用途，用改变纤维的取向度，得到不同强度和伸长的纤维。

3. 结晶度 纺织纤维长链分子的排列特征之二是纤维的结晶度，它是指纤维内部结晶部分的重量占整个纤维重量的百分数。纺织纤维长链分子有规律地整齐排列的部分称为纤维的结晶区域，长链分子无规律地随机排列的部分称为纤维的无定形区域。各种纺织纤维的共同特点是纤维中既有结晶区域，也有无定形区域。测定纤维的结晶度有多种方法，用得最多的是X射线衍射分析法。纤维的结晶度对纤维性能有重要影响，结晶度高，纤维强度大，伸长小，染料分子不易进入，吸湿性能亦低。纤维结晶区比无定形区集合较紧密，所以结晶度在一定程度上影响纤维的比重。

4. 大分子间作用力 纺织纤维长链分子之间具有一定的互相作用的力，它使纤维分子之间保持相对稳定。如果纤维长链分子之间这种互相作用的力减弱，纤维分子之间将要产生滑移。在纤维结晶区域中分子滑移的可能性最小，在纤维无定形区域中分子滑移的可能性最大。纺织纤维长链分子之间的互相作用的力可以分成两部分，一部分是分子的侧基

所形成的交链，另一部分是相邻分子之间的结合力。盐式键和二硫键是羊毛大分子的侧基所形成的交链，氢键是纺织纤维中分子之间结合力的主要形式。除了氢键以外，纤维分子之间的结合力还有范德华力。

5. 纤维的微结构概念 纤维的微结构概念，早在本世纪三十年代就形成了“缨状微胞理论”，认为纤维是结晶区域和无定形区域相混杂的两相结构，如图 1-1 所示。在纤维中一些长链分子的部分链段和其他分子的部分链段平行有序排列成结晶区域，长链分子的其余部分链段呈杂乱排列或者不那么有序排列而成为无定形区域。纤维的结晶区域很小，称为微晶区或微胞。



图1-1 缨状微胞理论图

从电子显微镜观察到纤维由直径从几十个 $\text{\AA}$ 到几千个 $\text{\AA}$ 大小不等的原纤组成，原纤本身可以有分枝，侧旁分离出若干大分子，将各个原纤互相联结起来，形成“缨状原纤理论”，如图1-2所示。

近二十年来发现在聚合物的单晶中，长链分子存在有规则的折叠形式。在锦纶、涤纶等的原生纤维中，还存在由折叠链构成的球晶和片晶，如图 1-3 所示。一个片晶到相邻片晶之间，有很多起连接作用的大分子所谓束缚分子贯串着，形成“折叠链缨状原纤理论”。

不同纤维是由不同方法制成的，所以纤维的结构有很大差异，不可能用一种统一的模式来叙述各种纤维的结构。

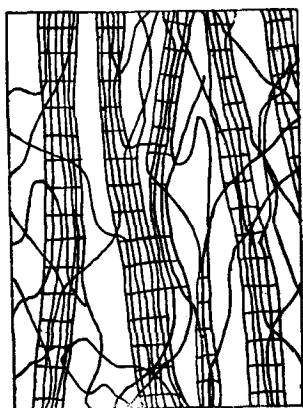


图1-2 纒状原纤理论图

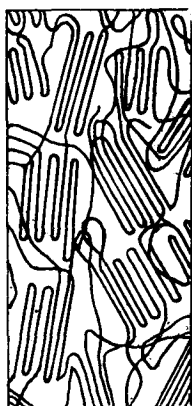
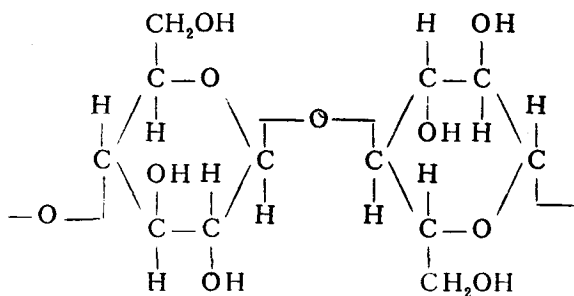


图1-3 折叠链构成的片晶

(二) 几种纺织纤维的结构

1. 纤维素纤维的结构 天然纤维素纤维的主要成分为纤维素，其中含有一定数量的纤维伴生物，如半纤维素、果胶、木质素等。人造纤维素纤维则是由纤维素组成。纤维素的分子是由碳(44.4%)、氢(6.2%)和氧(49.4%)所组成，分子的基本单元是葡萄糖剩基：



纤维素分子是由β-葡萄糖剩基借1,4-甙键重复连接而