

绪论

衣、食、住、行是人类生存的四大要素，衣乃四维之冠。在社会发展的长河中，人们的穿着经历了蔽体遮羞、保暖、美观、舒适和环保等几个阶段。

我国纺织工业源远流长，早在 5000~6000 年以前，我们的祖先就能利用葛、麻等植物韧皮来制作服装。养蚕取丝是举世公认的伟大发明之一，早在 2000 多年前就传往东南亚，1800 多年前传到朝鲜和日本，1600 多年前传到中亚，1400 多年前传到欧洲希腊，900 年前传到意大利，意大利人正是受到养蚕吐丝的启发后发明了化学纤维的生产技术！

19 世纪 40 年代，我国纺织工业开始实行机器化生产，但由于清王朝的腐朽没落和发达国家经济的入侵，发展极为缓慢。中日甲午战争后，英、美、德、日等国家相继在我国开设纺织工厂。抗日战争胜利后，四大家族接收了日本在我国的纺织企业，成立了中国纺织建设公司。到解放前夕，全国有棉纺锭 500 万。

新中国成立以后，纺织工业得到了迅速发展，行业门类齐全，布局合理，不但解决了我国 13 亿人口的穿衣问题，而且成为我国出口创汇的支柱产业。随着纺织技术的不断提高，纺织品的应用已由传统的服装、装饰、产业三大领域不断向国防、医疗、航空航天、环保等领域渗透，在人们的生产和生活中发挥着越来越重要的作用。

一、纺织纤维及分类

1. 纺织纤维

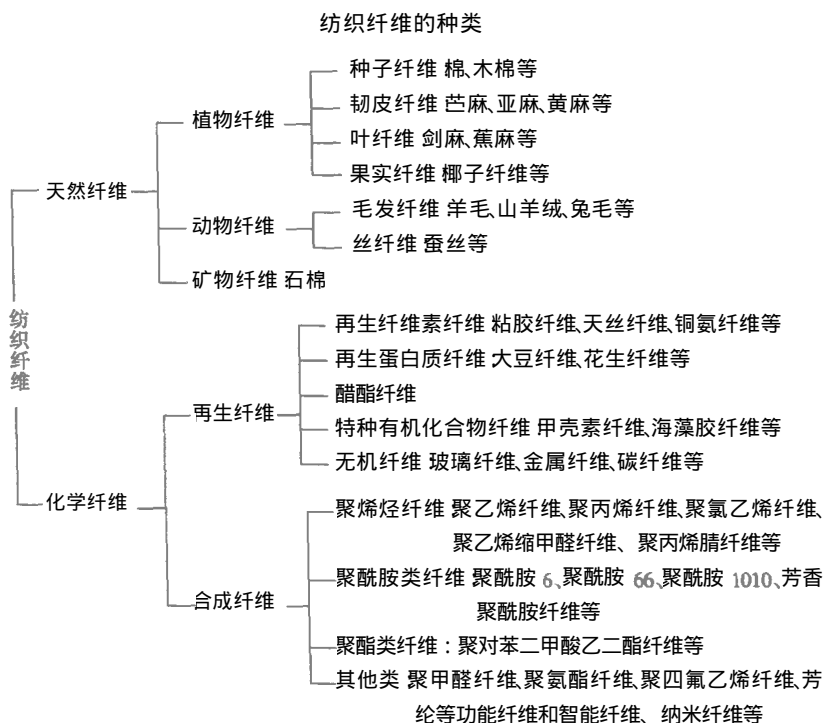
直径细到几微米或几十微米，长度比直径大千百倍的细长柔软物体，一般都称做纤维，如棉花、肌肉、毛发等。

可以用来制造纺织品的纤维，称之为纺织纤维。为满足纺织加工和使用过程中的要求，纺织纤维必须具备以下物理和化学性质。

- (1)具有一定的长度和整齐度。
- (2)具有一定的强度。
- (3)具有一定的弹性。
- (4)具有一定的抱合力和摩擦力。
- (5)具有一定的吸湿性。
- (6)化学稳定性好 具有对光、热、酸、碱及有机溶剂等一定的抵抗能力。

2.纺织纤维的分类

纺织纤维种类很多，习惯上按它的来源分为天然纤维和化学纤维两大类（见下表）



(1)天然纤维。由自然界中直接取得的纤维。

植物纤维：从植物上取得的纤维。其主要组成为纤维素。又称天然纤维素纤维。从植物种子表皮细胞生长的纤维，如棉、木棉等称之为种子纤维；从植物的韧皮取得的纤维，如亚麻、苎麻等称之为韧皮纤维；从植物的叶子或叶鞘取得的纤维，如剑麻、蕉麻等称之为叶纤维；从植物的果实取得的纤维，如椰子纤维等称之为果实纤维。

动物纤维：从动物身上或分泌物中取得的纤维，其主要组成物质为蛋白质，又称天然蛋白质纤维。由动物毛囊中生长的由角蛋白组成的纤维，如绵羊毛、山羊绒、骆驼毛、兔毛等称之为毛发纤维；由昆虫腺分泌物取得的纤维，如蚕丝称之为丝纤维。

矿物纤维：从纤维状结构的矿物岩石取得的纤维。主要由硅酸盐组成，又称天然无机纤维，如石棉，它不燃烧，耐高温，绝热性好，在工业上常作为防火、保温、绝热等材料。

(2)化学纤维。用天然的或合成的高聚物为原料，经过化学合成或机械加工制造出来的纺织纤维。

再生纤维：以天然聚合物为原料，经过化学处理和机械加工制成的纤维。它可分为再生纤维素纤维（如粘胶纤维、天丝纤维和铜氨纤维）、再生蛋白质纤维（如大豆纤维、花生纤维和牛奶纤维等）、醋酸纤维、特种有机化合物纤维（如甲壳素纤维、海藻胶纤维等）和无机纤维（如玻璃纤维、金属纤维和碳纤维等）。

合成纤维：利用自然界中简单的化合物，通过一系列繁复的化学合成，最后聚合成为高分子化合物，再经纺拉丝而成的纤维。主要有聚酯纤维（如涤纶等）、聚酰胺纤维（锦纶 6、锦纶 66 等）、聚烯烃类纤维（如腈纶、丙纶等）以及耐腐蚀的含氟纤维（氟纶）和具有良好弹性的聚氨酯纤维（氨纶）等。通过对合成纤维进行物理、化学改性，逐步生产出各种不同于常规合成纤维的如异形、超细、复合、着色、高收缩、中空等差别化纤维以及应用纳米技术等生产的功能纤维，如阻燃纤维、抗紫外线纤维、抗静电纤维和高强高模纤维等。

二、纺织纤维的基本结构

纺织纤维具有许多优良的性能 不同纤维性能之间存在着明显的差异 其中一个很重要的因素就是它们有着不同的纤维内部结构。

1. 纤维的大分子结构

高聚物大分子都是由许多相同或相似的原子团彼此以共价键多次反复连接而成的。这些相同或相似的原子团我们称之为大分子的基本链节（或称为单基或基本单元）。纺织纤维的基本链节随纤维品种而异 如 纤维素纤维的单基是 β -葡萄糖剩基 蛋白质纤维大分子的单基是 α -氨基酸剩基；涤纶的单基是对苯二甲酸乙二酯；丙纶的单基是丙烯；维纶的单基是乙烯醇缩甲醛。单基的化学结构、官能团的种类决定了纤维的耐酸、耐碱、耐光以及染色等化学性能 如 腈纶的单基中含有氰基，所以它的耐光性好；大分子上亲水基团的多少和强弱，影响着纤维的吸湿性，如羊毛纤维分子结构中含有大量的亲水基团，所以它的吸湿性能较好；卤素基的存在有助于提高纤维的难燃性 如氯纶 分子极性的强弱影响着纤维的电学性质。

一个大分子中单基重复的次数 n 称为聚合度。大分子的相对分子质量 M 取决于单基的相对分子质量与聚合度的乘积。纺织纤维的聚合度是较大的，特别是天然纤维的聚合度更高。如棉纤维的聚合度为数千甚至上万。化学纤维为了适应纺丝条件，聚合度不宜过高，如再生纤维素纤维聚合度约为 300~600，合成纤维则是数百或上千。而且一根纤维中各个大分子的聚合度也不尽相同，它们具有一定的分布，这就是高聚物大分子的多分散性。

大分子的聚合度与纤维的力学性质，特别是拉伸强度关系密切。聚合度达到临界聚合度时纤维开始具有强度，随着聚合度的增加，纤维强度随着增加，当聚合度增加到一定程度后，纤维强度即不再增大而趋于不变。

纺织纤维大分子的主链结构分为碳链、杂链和梯形双螺旋结构。

碳链结构就是在纤维大分子主链上均由碳原子以共价键形式相连接的, 常见的如丙纶和腈纶等。该类纤维对化学试剂的稳定性较好, 可塑性比较好 容易成型加工 原料构成比较简单 成本便宜 但一般不耐热, 易燃甚至易熔。杂链结构是指主链中除了含有碳原子外, 还含有氧、氮、硫等原子, 它们都以共价键的形式连接在主链中 如棉、麻、毛、丝、粘胶纤维、涤纶、锦纶等大多数常用纺织纤维均属此类。该类纤维对酸碱及氧化剂比较敏感, 大分子上的酯键、酰胺键易于水解。梯形和双螺旋形大分子就是纤维大分子的主链不是一条直线, 而且像“梯子”和“双股螺旋”的结构 如碳纤维和石纤维。该类纤维强度高、耐高温。

纺织纤维的大分子大多为线型结构。线型大分子的形态是细长的 宽度约为 1nm ; 长度可达数微米。羊毛纤维的大分子之间常有二硫键连接, 呈网状结构, 有某些特殊要求的化学纤维经改交联化处理后, 也可形成网状结构。

大分子链上的各原子能够围绕单键做一定程度的自由旋转, 称为大分子的内旋转。由于大分子的内旋转, 分子链可以在空间形成各种不同的立体形态, 称大分子的构象。纺织纤维大分子的构象一般都呈一定程度的卷曲状。

在纤维中大分子并不存在完全自由的内旋转。长链分子在一定条件下发生内旋转的难易程度称为大分子的柔曲性。内旋转越容易, 大分子柔曲性越好。如主链原子价键旋转性好, 侧基小而分布较对称 侧基间结合力较小时 则大分子链比较柔软。反之 大分子链比较僵硬。大分子柔曲性好 其构成纤维的弹性较好 容易变形 结构不易堆砌得十分紧密。

2. 纺织纤维的超分子结构

纺织纤维的超分子结构又称聚集态结构。它是指大于分子范围的结构。主要包括大分子间的作用、凝聚状态和大分子的取向。

(1)分子间的作用力。纺织纤维大分子和其他分子一样，在分子之间距离不小于一定数值时相互之间表现出来的主要是吸引力。这种吸引力使相邻的大分子保持一定稳定性的相对位置或较牢固地结合。大多数纺织纤维大分子之间是依靠范德华力和氢键结合的，此外还有盐式键和化学键。

范德华力 它只存在于分子间的一种力 其作用距离约为 $0.3 \sim 0.5\text{nm}$ 作用能量在 $2.1 \sim 23\text{J/mol}$ 之间，并随距离的增加而迅速减少。

②氢键：它是大分子侧基上或部分主链上极性基团之间的静电引力，在一定条件下能使相邻分子较稳定地结合。其作用距离约为 $0.23 \sim 0.32\text{nm}$ 作用能量在 $5.4 \sim 42.7\text{J/mol}$ 之间。其结合力较强，它的键能略大于范德华力。

盐式键：部分纤维的侧基在成对的某些专门基团之间产生能级跃迁原子转移，形成络合物类型的配价键性质的化学键。如羊毛、蚕丝大分子侧基上的一 COOH 和 $-\text{NH}_2$ 成对接近时，可以形成盐式键 ($-\text{COO}^- \cdots \cdots + \text{H}_3\text{N}-$) 盐式键的键能大于氢键。

化学键：少数纤维大分子之间含有的桥侧基，如羊毛纤维中的二硫键将两个大分子主链用化学键连接起来。其作用距离约为 $0.09 \sim 0.19\text{nm}$ 作用能量在 $209.3 \sim 837.36\text{J/mol}$ 之间。化学键的键能大于盐式键。

(2)大分子的聚集态。纺织纤维大分子的凝聚状态有着复杂的结构，通常将其简单地分为两类，即结晶态和非结晶态。我们把纺织纤维中大分子排列整齐有规律的状态称为结晶态，呈现结晶态的区域叫结晶区。反之，纺织纤维中排列杂乱无章的区域称为非结晶态，呈现非结晶态的区域叫非结晶区。结晶区中的大分子排列比较整齐密实，缝隙孔洞较少，分子之间互相接近的各个基团的结合力互相饱和，水分子和染料分子难以进入。而非结晶区中的大分子排列比较紊乱，堆砌比较疏松，有较多的缝隙和孔洞，密度较低，水分子和染料易于进入。纺织纤维中结晶区部分的质量占整个纤维质量的百分比称为纤

维的结晶度。纤维的结晶度越高 强度就越高 变形能力越小。

(3) 分子的取向。纤维内大分子链主轴与纤维轴向的平行程度称为纤维大分子排列的取向度。取向度较高时,纤维的拉伸强度较高,变形能力较小 其光学、力学等性能的各向异性比较明显 如双折射率较高,各向弹性模量差异较大。天然纤维的取向度与纤维的品种、生长条件有关。化学纤维的取向度主要取决于制造过程中对纤维的拉伸 拉伸倍数较大时 纤维的取向度就越高。

3. 纺织纤维的形态结构

形态结构是借助各种测试手段直观地观察到的结构。随着测试手段的不断进步,观察的形态结构的尺寸也越来越小,目前观察形态结构的方法主要是光学显微镜和电子显微镜。形态结构主要包括以下几个方面。

(1)纤维纵向形态。如纤维表面状态 卷曲、转曲、长度等。

(2)截面形状。如圆形截面、异形截面及其他不规则形状截面等。

(3)截面结构。如纤维的皮芯结构、复合结构、羊毛的双侧结构、棉纤维的日轮等。

(4) 纤维中的缝隙和孔洞等。

形态结构对纤维的力学性质、光泽、手感、保暖性、吸湿性等都有一定的影响。例如纤维中有缝隙和孔洞时,纤维的强度较低,吸湿性较好。异形纤维中的三角形、多角形等截面具有特殊的光泽,不易起毛起球。中空纤维的保暖性好。卷曲度高的纤维手感蓬松、弹性好。羊毛纤维由于表面有鳞片而光泽柔和。

4. 纺织纤维的结构层次

由大分子到纤维 其间经历许多级的微观结构 可作如下区分。

(1)大分子。由各种单基组成的不同聚合度的线型大分子,在纤维中一般具有相对稳定的三维空间几何形状,有的大分子呈锯齿形,

有的呈波浪形 有的呈螺旋形。

(2)基原纤。由几根线型大分子相互平行，按一定距离、一定位相、一定相对形状比较稳定地结合在一起。形成结晶结构的、细长的大分子束 其直径为 $1 \sim 3\text{nm}$ 。

(3)微原纤。微原纤是由若干根基原纤平行排列在一起成为较粗的、基本上属于结晶态的大分子束。微原纤内的基原纤之间存在一些缝隙和孔洞，也可能搀填一些其他分子的化合物。微原纤一方面靠相邻基原纤之间的分子间结合力联结，另一方面也靠穿越两个基原纤的大分子主链将两个基原纤联结起来。微原纤的横向尺寸约为 $4 \sim 8\text{nm}$ 。

(4)原纤。原纤是由若干根微原纤基本平行地排列结合在一起的更粗的大分子束。原纤中存在着比微原纤中更大的缝隙、孔洞和非结晶区，也可能存在一些其他分子的化合物。微原纤之间依靠相邻分子的结合力和穿越的大分子主链来联结，横向尺寸 $10 \sim 30\text{nm}$ 。在一根原纤上可能出现许多段由非结晶区间隔开来的结晶区。

(5)巨原纤。巨原纤是由原纤基本平行地堆砌成的、更粗的大分子束。在原纤之间存在着比原纤中更大的缝隙、孔洞及非结晶区。原纤之间主要靠穿越非结晶区的大分子主链和一些其他物质来联结。一部分多细胞的天然纤维中，巨原纤可能就是一个细胞。

(6)纤维。纤维由巨原纤堆砌而成，在巨原纤之间存在着比巨原纤内更大的缝隙和孔洞，巨原纤之间的联结也更疏松一些，有的纤维甚至主要靠其他物质如多细胞纤维的胞间物质来联结。

不同种类的纺织纤维，其结构层次并不相同。一般来说。经历层次较多的纤维 其结构较为疏松 而经历层次较少的纤维 其结构较为紧密。

三、纺织材料的线密度指标

线密度是纺织纤维和纱线的重要指标。在其他条件相同的情况

下 纤维越细 可纺纱的线密度也越细 成纱强度也越高 细纤维制成的织物较柔软，光泽较柔和。在纺纱工艺中，用较细的纤维纺纱可降低断头率 提高生产效率 但纤维过细 易纠缠成结。

纤维和纱线的线密度指标有直接指标和间接指标两大类。

1. 直接指标

纺织材料线密度的直接指标有直径、宽度和截面积。截面直径是纤维主要的线密度直接指标，它的单位用 μm 表示，只有当截面接近圆形时，用直径表示线密度才合适。目前，纤维的常规试验中，羊毛采用直径来表示其线密度。

2. 间接指标

纤维线密度的间接指标有定长制和定重制。它们是利用纤维长度和质量间的关系来间接表示纤维的线密度。

(1) 定长制。系指一定长度纤维的质量。它的数值越大，表示纤维越粗。线密度的法定计算单位为特克斯（ tex ）和分特克斯。

特克斯是指 1000m 长纤维在公定回潮率时的质量克数 其计算式为：

$$T_t = \frac{1000 \times G_k}{L}$$

式中 T_t —— 纤维的线密度 tex ；

L —— 纤维的长度 m ；

G_k —— 纤维的质量 g 。

分特克斯是指 10000dm 长纤维的质量克数。它等于 1/10 特 其计算式为：

$$T_{\text{dtex}} = \frac{10000 \times G_k}{L}$$

式中 T_{dtex} —— 纤维线密度的分特数。

另外，旦尼尔是纤维线密度的非法定计量单位，但纺织企业仍在使用，它是指 9000m 长纤维在公定回潮率时的质量克数，它等于 1/9 特。其计算式为：

$$N_d = \frac{9000 \times G_k}{L}$$

式中： N_d ——纤维的旦尼尔数。

(2)定重制。是指一定质量纤维的长度。它的数值越大，表示纤维越细。其中，以往曾使用的细度单位公制支数是指在公定回潮率时，每克纤维或纱线所具有的长度米数。其计算式为：

$$N_m = \frac{L}{G_k}$$

式中： N_m ——纤维的公制支数。

3. 线密度指标间的换算关系

(1)间接指标间的换算。

$$T_t \times N_m = 1000$$

$$N_d / T_t = 9$$

$$N_d \times N_m = 9000$$

(2)间接指标与直接指标间的换算。当纤维截面形状不规则、无中空时可假设纤维为圆柱体，截面直径为 d_{yc} (mm)，纤维密度为 ρ (g/cm³)，长度为 L (m)，则纤维质量 M 和假设直径 d_{yc} 为：

$$M = \pi \frac{d_{yc}^2}{4} \times L \times \rho$$

根据上式，可求得以下各换算式：

$$d_{yc} = 0.03568 \sqrt{\frac{T_t}{\rho}}$$

$$d_{yc} = 0.01189 \sqrt{\frac{N_d}{\rho}}$$

$$d_{yc} = \frac{1.129}{\sqrt{N_m \rho}}$$

当纤维截面形状不规则、有中空时，可假设纤维为中空圆柱体。以原截面外形轮廓构成的圆环形截面的计算直径为 d_p (mm)，长度为 L (mm)，质量为 M (mg) 的空心纤维，则其单位体积的质量 δ (mg/mm³) 和纤维的计算直径 d_p 间的关系为：

$$d_p = 0.03568 \sqrt{\frac{T_t}{\delta}}$$

■ 习题

1. 名词解释：

纤维、纺织纤维、天然纤维、再生纤维、合成纤维、化学纤维、单基、聚合度、大分子的柔曲性、结晶度、取向度、特克斯、旦尼尔、公制支数

2. 纤维必须具备哪几方面的性能，才能纺纱织布？

3. 《纺织材料学》主要研究什么？

4. 说明纤维内部结构对纤维的性能有何影响？

5. 分子间的作用力有哪些？它们的大小顺序如何？

6. 从内部结构来解释：为什么粘胶纤维的强度小于棉，伸长度大于棉，吸湿能力优于棉？为何腈纶具有优良的耐光性？

7. 推导特克斯、旦尼尔、公制支数之间的换算式。

8. 一只粘胶丝饼的质量为 1.180kg，烘干后称得干重为 1.062kg，求粘胶丝饼的回潮率及其公定质量？

第一章 天然纤维

天然纤维的主要品种有棉、毛、丝和麻等纤维。

第一节 棉纤维

一、原棉概况

人类利用棉花的历史相当久远，早在公元前二千多年，人类就开始采集野生的棉纤维用来御寒，后来棉花逐渐被推广种植。18 世纪下半叶纺织机械的发明，使棉纤维取代毛纤维等成为全世界最主要的纺织原料。目前已占全世界纺织纤维总产量的 45% 左右 而我国棉纤维的产量约占纺织纤维的 60% 以上。

棉花的种植范围很广 从北纬 37°到南纬 30°之间的温带地区都可种植。中国、美国是棉花的主要生产大国 印度、巴基斯坦、巴西、埃及和苏丹等也是重要的产棉国。

1. 棉花的生产与棉纤维的形成

棉花大多为一年生植物。我国约在四五月份开始播种，11 月前后枯死 生长期约 120~150 天。棉花播种 7~14 天后发芽，以后继续生长，发育很快，最后形成棉株。棉株上的花蕾约在七八月间陆续开花，开花期可延续一个月以上。花瓣脱落后开始结果，结的果称为棉桃或棉铃。棉铃内分为 3~5 个室 每室内有 5~9 粒棉籽。棉铃由小逐渐长大 约 45~60 天后种子和纤维成熟。这时棉铃外壳变硬，干燥开裂，露出棉纤维，称为吐絮。吐絮后就可以开始收摘籽棉。根据收摘时期的早迟，有早期棉、中期棉、晚期棉之分。其中中期棉质量最好。

棉纤维是由胚珠（即将来的棉籽）表皮壁上的细胞伸长加厚而成的。一个细胞就长成一根棉纤维，它的一端生于棉籽表面，另一端呈封闭状。棉籽上长满了棉纤维，这就称为籽棉。棉纤维的生长可分为伸长期、加厚期和转曲期。

(1) 伸长期。开花期中 胚珠表皮细胞就开始隆起伸长 形成纤维的原始细胞 胚珠受精后 纤维的原始细胞继续伸长 同时细胞宽度加大 形成一定长度的、有中腔的、细长的薄壁管状物。这一时期为期约 25~30 天，在此期间，细胞壁的增厚很小，直至伸长到纤维的最后长度。

(2) 加厚期。当纤维初生细胞伸长到一定长度时，就进入加厚期。这时纤维长度不再增加，外周长也基本不变，只是细胞壁由外向内逐层沉积 胞壁增厚 最后 形成一根两端较细、中间较粗的棉纤维。加厚期也约为 25~30 天。纤维素沉积的速度与温度有关 温度越高 沉积越快 昼夜气温不同 沉积加厚的速度不同 在棉纤维的截面形成分层结构 类似树木的年轮 称为日轮。

(3) 转曲期。加厚期结束后 细胞停止生长 棉铃干裂吐絮 棉纤维与空气接触，纤维内水分蒸发，胞壁发生扭转，形成不规则的螺旋形，称为天然转曲。这一时期称为转曲期。

2. 棉花的种类

(1) 按棉纤维的长度、线密度分类。

细绒棉：又称陆地棉。其长度在 23~33mm 之间；线密度为 1.5~2dtex，色泽洁白或乳白，有丝光。可纺制 10~100tex 的棉纱，是纺织的主要原料。棉纤维中 85% 以上是细绒棉。我国种植的棉花大多属于这一类。

长绒棉：又称海岛棉。较细绒棉细且长度长，品质优良。其长度在 33~45mm 之间，最长可达 64mm，线密度为 1~1.9dtex，色泽乳白或淡棕色，富有丝光。用于纺制高档轻薄和特种棉纺织品。长绒棉原

产美洲西印度群岛。目前长绒棉的主要生产国有埃及、苏丹、美国、秘鲁和中亚各国，我国在新疆、广东等地区也有种植。长绒棉的产量约占棉纤维总产量的 10% 左右，因为它适宜于在生长期较长、雨水少、日光足的棉区种植。我国长绒棉的产量较小，但其品质优良，是高档棉纺产品的原料。

(2) 按棉花的初加工分类。轧棉：指棉籽上的纤维与棉籽分离的过程。方法有两种：即皮辊轧棉与锯齿轧棉。

(3) 按纤维的色泽分类。

白棉 正常成熟、吐絮的棉花，色泽呈洁白、乳白或淡黄色。棉纺厂使用的原棉，大多数为白棉。

黄棉 指棉花生长晚期，棉铃经霜冻冻伤后枯死，铃壳上的色素染到纤维上，使原棉颜色发黄。黄棉一般都属低级棉，棉纺厂仅有少量使用。

灰棉：指棉花在多雨地区生长时，棉纤维在生长发育过程中或吐絮后，受雨淋、日照少、霉变等影响，原棉颜色呈灰白。灰棉强度低、质量差，棉纺厂仅在纺制低级棉纱时搭用。

3. 棉花的初加工

从棉田采得的棉花，纤维与棉籽是连在一起的，称为籽棉。籽棉不能直接用于纺纱，必须先将棉纤维与棉籽分离，分离的工艺过程就是棉花的初加工，或称轧花。轧花后的棉纤维称为皮棉，皮棉经分级打包成一定规格和质量的棉包（即原棉）后，就可送棉纺厂使用加工成纱。

籽棉经轧花后，所得到的皮棉质量占原来籽棉质量的百分率称为衣分率。衣分率一般为 30% ~ 40%。

根据籽棉初加工采用的轧棉机不同，得到皮棉和锯齿棉。

(1) 锯齿加工。锯齿轧棉机是利用几十片圆形锯片抓住籽棉，并带住籽棉通过嵌在锯片中间的肋条，由于棉籽大于肋条间隙而被阻

止 从而使纤维与棉籽分离。

锯齿轧棉机上有专门的除杂设备 用来排除僵片、清除杂质 因此锯齿棉含杂、含短绒较少 纤维长度较整齐。但由于轧棉作用剧烈 易损伤纤维，也易产生轧工疵点，使棉结、索丝和带纤维籽屑含量较高，皮棉呈松散状。

(2)皮辊加工。皮辊轧棉机是利用表面粗糙的皮辊粘住籽棉，带住籽棉通过一对定刀和冲击刀。定刀与皮辊靠得较紧，使棉籽不能通过。冲击刀在定刀外侧上下冲击，使纤维与棉籽分离。

皮辊轧棉机上因为没有专门的排杂装置，所以皮辊棉含杂、含短绒较多 纤维长度整齐度差 但由于皮辊轧棉机作用缓和 不易损伤纤维 轧工疵点较少 但有黄根 皮棉呈片状。

4. 棉纤维形态结构

(1)棉纤维的截面形态结构。正常成熟的棉纤维，截面是不规则的腰圆形，内有中腔。见图 1-1(a)。未成熟的棉纤维，截面形态极扁 中腔很大 见图 1-1(b)。过成熟的棉纤维，截面呈圆形，中腔极小 见图 1-1(c)。

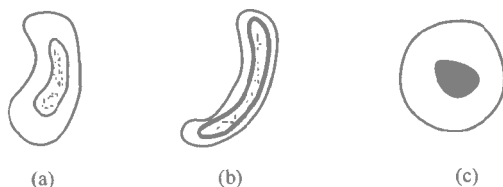


图 1-1 棉纤维的截面形态

棉纤维的截面由外至内主要由初生层、次生层和中腔三个部分组成。

初生层：初生层为棉纤维在伸长期形成的初生细胞壁，它的外壁是一层很薄的蜡质和果胶，表面有深浅不同的细长状皱纹。外皮之

下是纤维的初生细胞。初生层很薄，约为 $0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$ 质量占整个纤维的 $2.5\% \sim 2.7\%$ 。

次生层：次生层是棉纤维在加厚期淀积而成的部分，几乎都是纤维素。它是纤维中的主体部分，决定了棉纤维的主要物理性能。由于每日温差的关系，棉纤维逐日淀积一层纤维素，形成了棉纤维的日轮。纤维素在次生层中的淀积并不均匀，以束状小纤维的形态与纤维轴倾斜呈螺旋形（螺旋角约 $25 \sim 30^\circ$ ），并沿纤维长度方向有转向。这是棉纤维具有天然转曲的原因。

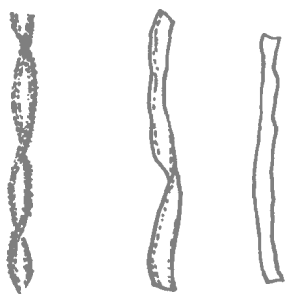


图 1-2 棉纤维的纵向形态

中腔：中腔是棉纤维停止生长后留下的空隙 同一品种的棉纤维 外周长大致相等，次生层厚时，中腔小；次生层薄时 中腔大。

(2) 棉纤维的纵向形态。棉纤维是一端封闭的管状细胞 中间较粗 两端较细，长度与宽度之比为 $1000 \sim 3000$ 纵向呈转曲的带状 如图 1-2。

棉纤维的天然转曲，沿纤维长度方向不断改变转向。棉纤维单位长度上扭转半周（即 180° ）的个数称为转曲数，细绒棉的转曲数约为 $39 \sim 65$ 个/cm 长绒棉比细绒棉多。

成熟正常的棉纤维转曲最多；未成熟的棉纤维呈薄壁管状物，转曲少 过成熟的棉纤维呈棒状 转曲也少。

天然转曲使棉纤维具有良好的抱合力，有利于纺纱工艺过程的正常进行和成纱质量的提高。但转曲反向次数过多的棉纤维强度较低。

5. 棉纤维的化学组成

棉纤维的主要组成物质是纤维素。正常成熟的棉纤维纤维素含量约为 94% 。此外还有少量的果胶、蜡质、蛋白质等物质。

纤维素是天然高分子化合物，化学结构式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。

棉蜡使棉纤维具有良好的适宜于纺纱的表面性能，但在棉纱、棉布漂染前 要经过煮练 除去棉蜡 保证染色均匀。

糖分含量较多的棉纤维在纺纱过程中容易绕罗拉、绕皮辊等，必须在纺纱前用消糖剂喷洒，以降低糖分。

二、棉纤维的主要性能和纺纱品质

1. 棉纤维的主要性能

(1)耐酸碱性。棉纤维耐碱不耐酸。酸可导致纤维素分解，大分子链断裂。常温下 65% 浓硫酸即可将棉纤维完全溶解。而棉纤维遇碱不会发生破坏 在一定浓度的碱液中 棉纤维截面会产生膨化 截面变圆 长度缩短 天然转曲消失 若此时拉伸纤维 会使纤维呈现丝一般的光泽，洗去碱液后，仍可保持光泽，这一处理称为丝光。但浓碱高温对棉纤维起到破坏作用。

(2)吸湿性和吸水性。棉纤维在标准状态下的回潮率为 7% ~ 8% 其湿态强度大于干态强度 其比值为 1.1 ~ 1.15。

(3)染色性。棉纤维吸湿性强，一般染料均可对棉纤维染色。

(4)耐热性。棉纤维在 100 的高温下处理 8h 强度不受影响。棉纤维在 150 时分解 在 320℃ 时起火燃烧。

(5)比电阻。棉纤维的比电阻较低，在加工和使用过程中不易产生静电。

2. 棉纤维的纺纱性质

(1)长度。棉纤维的长度主要取决于棉花的品种、生长条件和初加工。棉纤维的长度是伸长期形成的，与棉花成熟度关系不大。

棉纤维的长度与成纱质量关系十分密切。一般长度越长，且长度整齐度越高 短绒越少 可纺纱越细 纱线条干越均匀 强度越高 且表面光洁、毛羽少。