

化纤基础知识大全-（最新整理/60 张 PPT）

一、化学纤维的常用基本概念

● 1、纤维 (Fibre)

- 从形状上说，纤维是一种比较柔韧的细而长的物质，供纺织应用的纤维长度与直径之比一般大于1000: 1。典型的纺织纤维的直径为几微米至几十微米，长度超过25mm，线密度的数量级为10-5g/mm。
- 对于纺织纤维，还要有较大的断裂伸长，纺织纤维的典型断裂伸长在10~50%范围内。

● 2、长丝 (Continuous Filament)

在化学纤维制造过程中，纺丝流体（熔体或溶液）经纺丝成形和后加工后，得到的长度以千米计的纤维称为长丝。

长丝包括单丝、复丝、帘子线

单丝：用单孔喷丝头纺制而成的一根或几根连续纤维，较粗的单丝称为鬃丝；

复丝：数十根以上单纤维组成的丝条；

帘子线：数根单纤维组成，专门用于制造轮胎帘子布。



● 3、短纤维 (Staple)

化学纤维的产品被切成几厘米至十几厘米的长度，这种长度的纤维称为短纤维。

根据切断强度的不同，短纤维可分为棉型、毛型、中长型短纤维。

- 棉型短纤维：长度25~38mm，纤维较细（线密度1.3~1.7dtex），类似棉花，主要用于与棉混纺—涤棉织物。
- 毛型短纤维：长度为70~150mm，纤维较粗（线密度3.3~7.7dtex），类似羊毛，主要用于与羊毛混纺—毛涤织物。
- 中长短纤维：纤维长度为51~76mm，纤维的线密度为2.2~3.3dtex，介于棉型和毛型之间，主要用于制造中长纤维织物。

丝束：由几万根甚至几百万根单丝组成的束丝，用来切断成短纤维和牵切成条子。

牵切纤维丝束：经拉伸而断裂成短纤维，纤维长度不等。

预取向丝：经高速纺制得的纤维，具有一定取向度，但仍需后处理加工。



4、异形截面纤维 (Shaped Fibres)

- 在合成纤维成型过程中，采用异形喷丝孔（非圆形孔眼）纺制的具有非圆形横截面的纤维或中空纤维，这种纤维称为异形截面纤维，简称异形纤维。
- 异形纤维具有特殊的光泽，并具有蓬松性、耐污性和抗起球性，纤维的回弹性与覆盖性也可得到改善。
- 三角形横截面的涤纶或锦纶与其它纤维的混纺织物有闪光效应；十字形横截面的锦纶回弹性强；五叶形横截面的涤纶长丝有类似真丝的光泽、抗起球、手感和覆盖性良好；扁平、带状、哑铃形横截面的合成纤维纤维具有麻、羚羊毛和兔毛等纤维的手感和光泽；中空纤维的保暖性和蓬松性优良，某些中空纤维还具有特殊用途，如制作反渗透膜，用于人工肾脏、海水淡化、污水处理、硬水软化、溶液浓缩等。



5、复合纤维

- 复合纤维是将两种或两种以上成纤高聚物的熔体或浓溶液，利用组分、配比、粘度或品种的不同，分别输入同一纺丝组件，在组件中的适当部位汇合，在同一纺丝孔中喷出而成为一根纤维，称为复合纤维。
- 复合纤维的品种很多，有并列型、皮芯型、散布型（海岛型）等。
- 并列型复合和偏皮芯型复合，由于两种聚合物热塑性不同或在纤维横截面上不对称分布，在后处理过程中产生收缩差，从而使纤维产生螺旋状卷曲，有类似羊毛弹性和蓬松性。

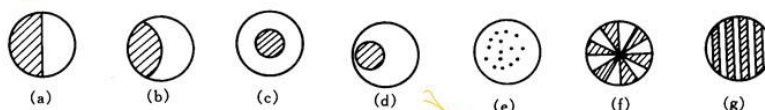
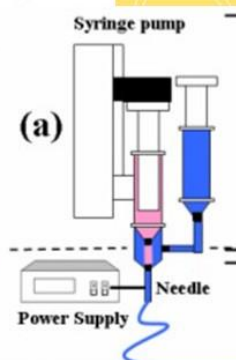
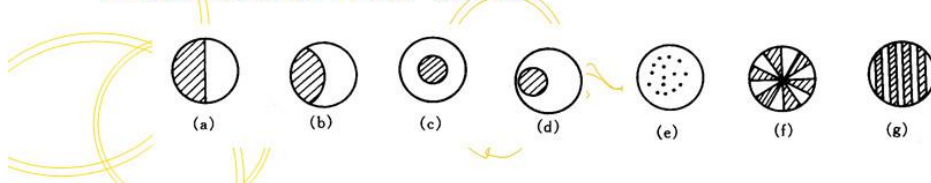


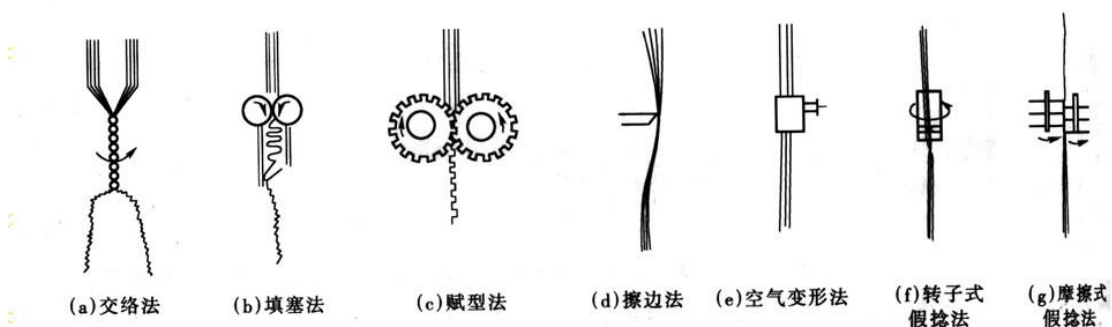
图 1-2 复合纤维的几种主要型式
(a)(b)并列型 (c)(d)皮芯型 (e)海岛型 (f)(g)裂离型

- **皮芯型纤维**：是兼有两种聚合物特性或突出一种聚合物特性的纤维。如将锦纶作皮层，涤纶作芯层，可制得染色性好、手感柔中有刚的纤维；利用高折射率的芯层和低折射率的皮层可制成**光纤纤维**。
- 若利用**岛组分**连续分散于海组分中形成海岛型复合纤维，再用溶剂溶去海组分，剩下连续的岛组分，就成为非常细的**超细纤维**。
- **裂离型复合纤维**在纺丝成形和后加工过程中均以较粗的长丝形态出现，而在织造加工中，特别是**整理和磨毛**过程中，由于两组分的**相容性和界面粘结性**差，每一根较粗的长丝分裂成许多根丝。复合形式不同，裂离后纤维的**截面形状和粗细**也不同，如图（f）为桔瓣型复合纤维，裂离后纤维横截面为三角形，（g）为裂片型复合纤维，裂离后成为扁丝。这种裂离型复合纤维生产技术在超细纤维的制造中已被广泛采用。



• 6、变形纱

- 变形纱包括所有经过变形加工的丝和纱，如弹力丝和膨体纱都属于变形纱。
- 弹力丝即变形长丝，有高弹丝和低弹丝之分。弹力丝的伸缩性、蓬松性好，其织物在厚度、重量、不透明性、覆盖性和外观特征等方面接近毛织品、丝织品或棉织品。
- 膨体纱是利用高聚物的**热可塑性**，将两种**收缩性能**不同的合成纤维毛条按比例混合，经热处理后，高收缩性的毛条迫使低收缩性的毛条卷曲，从而使其具有伸缩性和蓬松性。类似毛线的变形纱和膨体纱以腈纶为主。（变形方法）



• 7、超细纤维

- 由于单纤维的粗细对于织物的性能影响很大，所以化学纤维也可按照单纤维的粗细（线密度）分类，一般分为常规纤维、细旦纤维、超细旦纤维和极细纤维。
- 常规纤维：线密度1.4 ~ 7dtex；
- 细旦纤维：线密度为0.55 ~ 1.3dtex，主要用于仿真丝类的轻薄型和中厚型织物；
- 超细纤维：线密度为0.11 ~ 0.55dtex，主要用于高密度防水透气织物和人造皮革、仿桃皮绒织物等；
- 极细纤维：线密度在0.11dtex以下，可通过海岛纺丝法生产，主要用于人造皮革和医学滤材等特殊领域。

• 8、差别化纤维

- 差别化纤维系外来语，来源于日本。一般泛指通过化学改性或物理变形使常规化纤品种有所创新或赋予某些特性的服用化学纤维。
- 在聚合及纺丝工序中改性的有：共聚、超有光、超高收缩、异染、易染、速染、抗静电、抗起毛起球、防霉、防菌、防污、防臭、吸湿、吸汗、防水、荧光变色等纤维。
- 在纺丝、拉伸和变形工序中形成的有：共混、复合、中空、异形、异缩、异材、异色、细旦、超细、特粗、三维卷曲、网络、混纤、混络、皮芯、并列以及竹节、混色、包覆等等都属于差别化纤维的范畴。
- 差别化纤维主要用于服装及服饰织物，可提高经济效益、优化工序、节约能源、减少污染、增加纺织新产品。

• 9.特种纤维

- 特种纤维一般指具有特殊的物理化学结构、性能和用途的化学纤维，如高性能纤维、功能纤维等。
- 耐高温、耐腐蚀、耐辐射、高强高模、反渗透、导光、导电等特性、主要用于产业及尖端技术等领域。

目标 改性方法	离子性染料可染性	易染性	抗起球性	亲水性	防污性	抗静电性	难燃性	仿天然纤维 (仿毛、仿丝)
聚合物								
分子量			○					
添加剂		○		○	○	○	○	
共聚	○	○	○	○			○	
共混	○	○		○	○	○	○	
纤维								
多孔性		○	○	○				○
断面					○			○
复合纺丝							○	○
卷曲								○
混纤								○
表面	○	○	○	○	○	○		○
文络								○
织物								
化学处理			○				○	○
树脂加工				○		○	○	○
放射线照射				○				○

• 高技术纤维在神舟五号飞船上的应用

1. 非电传爆导爆索——高强纤维
2. 宇航服——高强、阻燃、抗静电纤维
3. 引导伞、减速伞、主伞、备份伞及伞索——高强、阻燃、抗静电纤维
4. 舱内装饰织物——阻燃纤维
5. 复合材料——高强高模纤维

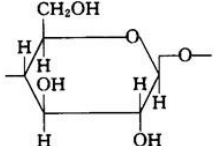
化学纤维的主要品种与结构

类 别	学 名	单 体	主要重复单元的化学结构式	商品名称
聚酯纤维	聚对苯二甲酸乙二酯纤维	对苯二甲酸或对苯二甲酸二甲酯、乙二醇或环氧乙烷		涤纶、Terylene, Dacron
	聚对苯二甲酸丁二酯纤维	对苯二甲酸或对苯二甲酸二甲酯、1,4-丁二醇		Finetex, Sumola
聚酰胺纤维	聚己内酰胺纤维	己内酰胺	$\text{—HN—(CH}_2\text{)}_5\text{—CO—}$	锦纶 6、尼龙 6、Kapron, Perlon
	聚己二酰己二胺纤维	己二胺、己二酸	$\text{—HN(CH}_2\text{)}_6\text{NHOC(CH}_2\text{)}_4\text{CO—}$	锦纶 66、尼龙 66, Nylon
聚酰胺纤维 芳香族	聚间苯二甲酰间苯二胺纤维	间苯二胺、间苯二甲酸		芳纶 1313, Nomex
	聚对苯二甲酰对苯二胺纤维	对苯二胺、对苯二甲酸		芳纶 1414, Kevlar

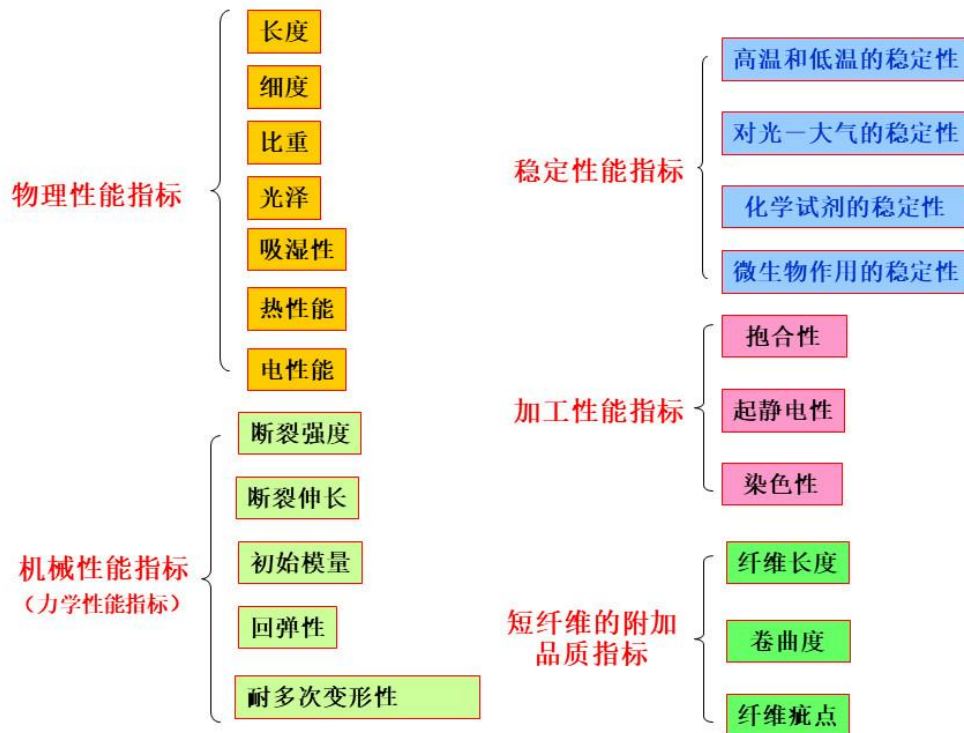
化学纤维的主要品种与结构

类 别	学 名	单 体	主要重复单元的化学结构式	商品名称
聚丙烯腈纤维	聚丙烯腈纤维 (系丙烯腈与15%以下其它单体的共聚物纤维)	除丙烯腈外,第二、三单体有:丙烯酸甲酯、醋酸乙烯、苯乙烯磺酸钠、甲基丙烯磺酸钠、甲叉丁二酸等	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{CN} \end{array}$ (共聚结构未表明)	腈纶、Cashmilan、Orlon、Courtelle
	改性聚丙烯腈纤维 (系含15%以上第二组分的丙烯腈共聚物纤维)	丙烯腈、氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—CH—} \\ \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \text{CN} \end{array}$ (无规共聚物)	腈氯纶、Dy-nel、Kanealon
		丙烯腈、偏二氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—C—} \\ \qquad \qquad \\ \text{CN} \qquad \qquad \text{Cl}_2 \end{array}$ (无规共聚物)	改性聚丙烯腈纤维、Verel
聚丙烯纤维	聚丙烯纤维	丙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	丙纶、Pylon、Meraklon
	超高分子量聚乙烯纤维 (相对分子质量 $>10^6$)	乙烯	$\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$	Spectra 900、Dyneema
聚乙烯醇纤维	聚乙烯醇缩甲醛纤维	醋酸乙烯酯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ (缩醛化后结构未表明)	维纶、维尼纶、Kuralon、Mewlon
	聚乙烯醇—氯乙烯接枝共聚纤维	氯乙烯、醋酸乙烯	聚乙烯醇(PVA)、聚醋酸乙烯(PVC)的接枝共聚物	维氯纶、Cordelan

化学纤维的主要品种与结构

类 别	学 名	单 体	主要重复单元的化学结构式	商品名称
聚氯乙烯纤维	聚氯乙烯纤维	氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	氯纶、Leavil、Rhovyl
	氯化聚氯乙烯纤维	氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—CH—CH—CH}_2\text{—CH—} \\ \quad \quad \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$	过氯纶、Pe-Ce
	氯乙烯与偏二氯乙烯共聚纤维	氯乙烯、偏二氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—C—} \\ \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \text{Cl}_2 \end{array}$ (无规共聚物)	偏氯纶、Saran
弹性纤维	聚氨酯弹性纤维	聚酯、聚醚、芳香族二异氰酸酯、脂肪族二胺	$\begin{array}{c} \text{—HN(CH}_2\text{)}_2\text{NHOCNH—R—NH—} \\ \text{COO—X—OOCNH—R—NHCO—} \end{array}$ R:芳基; X:聚酯或聚醚	氨纶、Lycra、Dorlutan、Vairin
再生纤维	粘胶纤维	天然高分子化合物		粘胶纤维、Courtaulds、Model、Topel

二、化学纤维的主要质量指标



二、化学纤维的主要质量指标

● 1、线密度 (纤度)

- 在法定计量单位中，表示纤维粗细程度的量的名称为“线密度”，在我国化学纤维工业中，旧称“纤度”。1000m长纤维质量的克数即为该纤维的特数。线密度的单位名称为特，符号为tex，其1/10称分特，符号记为dtex。
- 旦尼尔 (Denier简称旦) 和公制支数 (简称公支) 为非法定计量单位，以后不单独使用。特数=1000/公制支数； 特数 $\approx 0.11 \times$ 旦尼尔数

● 2、初始模量

- 纤维初始模量即弹性模量，是指纤维受拉伸而当伸长为原长的1%时所需的应力。
- 初始模量表征，纤维对小形变的抵抗能力。在衣着上则反映纤维对小的拉伸作用或弯曲作用所表现的硬挺度。纤维的初始模量越大，越不易变形。在合成纤维的主要品种中，涤纶的初始模量为最大，其次为腈纶，锦纶则较小。因此涤纶织物挺括、不易起邹；锦纶易邹，保形性差。

● 3、吸湿率

- 纤维的吸湿性是指在标准温湿度(20℃、65%相对湿度)条件下纤维的吸水率。一般采用回潮率和含湿率来表示:

$$\text{回潮率} = \frac{\text{试样所含水分的重量}}{\text{干燥试样重量}} \times 100\%$$

$$\text{含湿率} = \frac{\text{试样所含水分的重量}}{\text{未干燥试样重量}} \times 100\%$$

- 吸湿率取决于纤维的结构、环境条件、测定方法-我国采用公定回潮率
- 吸湿率影响纤维的加工性和使用性。

● 4、条干不匀率

- 条干不匀率是一种表示长丝条干均匀度的指标,用CV值(变异系数)或U(Uster%)表示。这项指标对预取向丝和拉伸丝尤为重要。
- 长丝条干不匀,在加工过程中容易产生毛丝和染色不匀。

● 5、沸水收缩率

- 将纤维放在沸水中煮沸30min后,其收缩后的长度与原来长度之比,称沸水收缩率。

$$\text{沸水收缩率} = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100\%$$

- 式中: L_0 — 纤维原长; L_1 — 煮沸30min后的纤维长度
 - 沸水收缩率是反映纤维热定型程度和尺寸稳定性的指标。沸水收缩率越小,纤维的结构稳定性越好,纤维在加工和服用过程中遇到湿热处理(如染色、洗涤等)时,尺寸越稳定,而不易变形;同时物理机械性能和染色性能也好。
- 纤维的沸水收缩率主要由纤维的热定型工艺条件来控制。

● 6、断裂强度

- 常用相对强度表示化学纤维的断裂强度。即纤维在连续增加负荷的作用下，直至断裂所能承受的最大负荷与纤维的线密度之比。单位为牛/特 (N/tex)、厘牛/特 (CN/tex)。
- 断裂强度是反映纤维质量的一项重要指标，断裂强度高，纤维在加工过程中不易断头，绕辊，纱线和织物的牢度高，但断裂强度太高，纤维刚性增加，手感变硬。
- 纤维在干燥状态下测定的强度称干强度；纤维在润湿状态下测定的强度称湿强度。回潮率较高的纤维，湿强度比干强度低，粘胶纤维湿强度要比干强度低30%~50%。大多数合成纤维的回潮率很低，湿强度接近或等于干强度。

● 7、断裂伸长

- 纤维的断裂伸长率一般用断裂时的相对伸长率，即纤维在伸长至断裂时的长度比原来长度增加的百分数表示：
$$Y = [(L - L_0) / L_0] \times 100\%$$
（式中：L₀—纤维原长；L—纤维伸长至断裂时的长度。）
- 纤维的断裂伸长率是决定纤维加工条件及其制品使用性能的重要指标之一。对于衣着用长丝，断裂伸长率大的纤维手感比较柔软，在纺织加工时，可以缓冲所受到的力，毛丝、断头较少；但断裂伸长率也不宜过大，否则织物易变形。普通纺织纤维的断裂伸长率在10%~30%。对于工业用长丝，伸长率愈小，其最终产品不易变形。

● 8、卷曲度：

- 将纤维进行化学、物理或机械卷曲变形加工，而赋予纤维一定的卷曲。
- 卷曲的目的：改善纤维的抱合性，同时增加纤维的蓬松性和弹性，使其织物具有良好的外观和保暖性。
- 卷曲度计算：

$$\text{卷曲数(个/cm)} = \frac{\text{弯折点个数} \times \frac{1}{2}}{L_0}$$

$$\text{卷曲率} = \frac{L_1 - L_0}{L_1} \times 100\%$$

$$\text{卷曲回复率} = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\%$$

$$\text{卷曲弹性回复率} = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \times 100\%$$

- L₀ - 预加张力为 1.26*10⁻³dN/tex
- L₁ - 加复合8.8*10⁻²dN/tex并保持一分钟后测得的纤维长度
- L₂ - 除去负荷使纤维松弛2分钟后，加预张力测得的纤维长度

● 9、染色性

- 染色性是纺织纤维的一项重要性能，它包含的内容主要有：可采用的合适染料、可染得的色谱是否齐全及深浅程度、染色工艺实施的难易、染色均匀性以及染色后的各项染色牢度等。
- 纤维的染色性与三方面因素有关：染色亲和力、染色速度及染料—纤维复合物的性质。
- 染色亲和力
 - 物理作用：Van der Waals力（色散、偶极、诱导），离子键，氢键；
 - 化学反应：共价键
- 染色速度
 - 染料从溶液中进入纤维是一个扩散过程，它取决于染浴中的染料向纤维表面扩散、染料被纤维表面吸附以及染料从纤维表面向纤维内部扩散。这与纤维结构的无序程度和松散性有关。
- 纤维—染料结合
 - 决定染色牢度、耐洗色牢度和耐光色牢度等

● 10、燃烧性能

- 纤维的燃烧性能是指纤维在空气中燃烧的难易程度。国际规定采用“极限氧指数” (Limiting Oxygen Index, 简称LOI)表示。
- 所谓极限氧指数，就是使着了火的纤维离开火源，而纤维仍能继续燃烧时，环境中氮和氧混合气体内所含氧的最低百分率。
- 在空气中，氧的百分率为21%，故若纤维的LOI<21%，可燃性或易燃性，若LOI>21%，难燃性或阻燃性纤维。当LOI>26%时称为阻燃纤维。

● 11、含油率 (OPU)

- 不同品种的含油率中心值不同，但要求要均匀。少油、多油均会影响加弹张力、染色均匀性和断头等。

- **12、DF值：**即动态热拉伸应力。反映丝条结晶、取向情况。影响加弹丝张力、染色均匀性和断头情况。国家标准没有此项要求，为内控标准。

● 13、网络度：

- 作用是增加单丝间的抱合性，减少退绕、加弹、织造时的毛丝、断头。

常见纤维的燃烧特性

纤维	燃烧情况	气味	灰烬颜色及形状
棉	易燃，黄色火焰	有烧纸气味	灰烬少，灰末细软，浅灰色
麻	易燃，黄色火焰	有烧纸气味	灰烬少，灰末细软，浅灰色
粘胶纤维	易燃，黄色火焰	有烧纸气味	灰烬少，灰末细软，浅灰色
羊毛	徐徐冒烟起泡并燃烧	有烧毛发臭味	灰烬少，黑色块状，质脆
蚕丝	燃烧慢	有烧毛发臭味	易碎的黑褐色小球
醋酯纤维	缓缓燃烧	有醋酯刺激味	黑色硬块或小球
涤纶	一边熔化，一边缓慢燃烧	有芳香气味	易碎，黑褐色小球
锦纶	一边熔化，一边缓慢燃烧	有特殊臭味	坚硬褐色小球
丙纶	边收缩，边熔化燃烧	有烧蜡臭味	黄褐色硬块
腈纶	一边熔化，一边燃烧	有鱼腥臭味	易碎，黑色硬块
维纶	燃烧缓慢	有特殊臭味	易碎，褐色硬块

•11、纤维的耐磨性

• 纤维及其制品在加工和实际使用过程中，由于不断经受摩擦而引起磨损。而纤维的耐磨性就是指纤维耐受外力磨损的性能。

⑩ 纤维的耐磨性与其纺织制品的**坚牢度**密切相关。耐磨性的优劣是衣着用织物服用性能的一项重要指标。纤维的耐磨性与纤维的大分子结构、超分子结构、断裂伸长率、弹性等因素有关。

⑩ 常见纤维耐磨性高低的顺序如下：

锦纶>丙纶>维纶>乙纶>涤纶>腈纶>氯纶>毛>丝>棉>麻>富强纤维>铜氨纤维>粘胶纤维>醋酯纤维>玻璃纤维。

● 12、对化学试剂及微生物作用的稳定性

• 对化学作用的稳定性是材料的稳定性能之一，亦称**耐化学性**。它是纤维抵抗化学试剂作用的能力的量度。对微生物作用的稳定性是指纤维抵抗蛀虫、霉菌作用的能力，亦称**耐微生物性**。

⑩ 化学纤维对化学试剂作用的稳定性主要决定于其聚合物的结构。一般碳链化学纤维比杂链化学纤维对酸碱的稳定性好，但与侧基也有关系，例如：腈纶纤维的大分子链上有氰基，因此不耐强碱。

- 涤纶纤维化学稳定性主要取决于分子结构。涤纶纤维除耐碱性差以外，耐其它化学试剂性能均比较优良。涤纶纤维耐微生物作用，不受蛀虫、霉菌等作用。
- 锦纶纤维耐碱性、耐还原剂作用的能力很好，但耐酸性和耐氧化剂作用性能比较差。锦纶纤维耐微生物作用的能力较好，在淤泥水或碱中，耐微生物作用的能力仅次于氯纶纤维，但有油剂或上浆剂的锦纶纤维，耐微生物作用的能力降低。
- 腈纶纤维耐酸、碱性好，35%盐酸、65%硫酸、45%硝酸对其强度无影响，在50%苛性钠和28%氨水中强度几乎不下降。腈纶纤维耐虫蛀，耐霉菌性能好。
- 维纶纤维耐酸性较差，在浓的盐酸、硝酸和硫酸中发生溶胀和分解。耐碱性良好。在50%苛性钠溶液中和浓氨水中强度几乎没有降低。维纶纤维耐虫蛀、霉菌性良好。

注:√——溶解;○——部分溶解;×——不溶。表中的“%”均为相应物质的质量分数。

常见纤维的溶解性能

[illegible]

● 13、耐光性和对大气作用的稳定性

- 对日光和大气作用的稳定性是纤维的稳定性指标之一，亦称耐候性。是纤维抵抗气候条件引起的性能变化能力的量度。
- 耐光性是指纤维受光照后其力学性能保持不变的性能。对大气作用的稳定性是指纤维受光照射、空气中的氧气、热和水分的长时间作用后，不发生降解或光氧化，不产生色泽变化的性能。
- 化学纤维耐光性与纤维分子链节的组成、主链键和交联键的形成有关；与分子基因的振动能量和转换有关，与纤维的聚集态结构有关；与光辐射强度、照射时间和波长有关。
- 气候条件引起纤维性能的变化，主要是由于日光和空气中的氧引起的，因此提高纤维的耐光性和对大气作用的稳定性是提高其光稳定性和氧稳定性。

纤维名称	日晒时间（h）	强力损失 %
粘胶纤维	900	50
腈纶	800	10 ~ 25
锦纶	200	36
涤纶	600	60

表：常用纤维日晒后强力损失程度

三、 化学纤维的生产方法

1.原料制备



2.纺前准备



3.纺丝



4.后加工

化学纤维生产过程

● 1、原料制备

• （一）成纤高聚物及其基本性质

- 成纤高聚物：是指用于化学纤维生产的高分子化合物。

• 成纤高聚物的基本性质：

- ① 大分子必须是线型的、能伸直的分子，支链尽可能少、没有庞大侧基；
- ② 分子之间有适当的相互作用力，或具有一定规律性的化学结构和空间结构；
- ③ 应有适当高的分子量和较窄的分子量分布；
- ④ 应具有一定的热稳定性，其熔点或软化点应比允许使用温度高得多。

• （二）原料的制备过程

- 再生纤维原料的制备：天然高分子化合物——化学处理机械加工——成纤高聚物
- 合成纤维原料的制备：小分子单体——聚合反应——成纤高聚物

熔体质量对的纺丝影响

• 特性粘度

- 粘度的波动使纺丝时丝条在喷丝板喷出时的流变性能产生变动，粘度偏低，纺丝时造成注头、浆块；长丝冷却成型时，凝固点上、下移动，使单丝间条干不匀率增大，对长丝质量影响较大。

• 端羧基

- 端羧基含量上升，表明该聚酯分子量较宽，可纺性变差

• 凝胶

- 凝胶是热裂解形成的三向交联聚酯，是一种无明显熔点的胶状物，它的存在会大大增加纺丝断头，造成DTY成品深色长丝（俗称D丝），以及引起过滤器和组件堵塞。

- 高结晶聚合物
- 在聚酯中会有熔点高于280℃，结晶度大于45%的部分。在纺丝时不易熔透，在组件内生成荧光色的嫩质凝胶或棕色的老凝胶，可能引起纺丝断头及组件快速堵塞，若带到丝条中，将引起成品纤维的染色不匀（点状深色），拉伸张力不匀和伸长不匀。
- 消光剂
- 二氧化钛虽然作为消光剂，但其本身对纺丝是不利的，一是促进聚酯降解，二是增加过滤难度，从而影响聚酯的可纺性。所以，其加入量应为能够达到消光作用的最低值。
- 二甘醇含量
- 国内聚酯切片在0.7%→1.5%之间，均匀性较差时，会使可纺性变差，纤维染色均匀性不好，故其波动值最好在0.05%→0.1%。

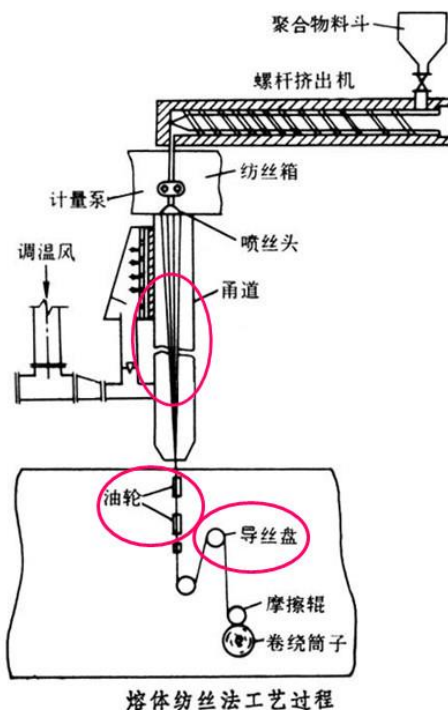
• 纺丝原液所用溶剂的工艺要求

- 在适宜温度下有良好的溶解性，并使所得高聚物溶液在尽可能高的浓度下具有较低粘度。
- 溶剂必须使浓溶液在加工时具有良好的流变性能。要求原液从喷丝孔挤出成形过程中，其结构粘度要小。等浓度溶液的粘度越低或等粘度溶液的浓度越高，则此溶剂的溶解性能就越好。聚合物和溶剂的极性越接近，越容易互溶。
- 沸点不应太低或过高。通常以溶剂沸点在50-160℃范围内为佳，如沸点太低，会由于挥发而造成浪费，并污染空气；如沸点太高，则不便回收。
- 溶剂需具备足够的热稳定性和化学稳定性。在回收过程中不易于分解，并易于回收。
- 应尽量无毒和无腐蚀性，绿色环保。要求溶剂的毒性低，对设备的腐蚀性小。
- 对聚合物稳定。溶剂在溶解聚合物的过程中，不引起对聚合物的破坏或发生其他化学变化。

● 3、纺丝成型

- （一）纺丝的含义：将成纤聚合物熔体或浓溶液，用纺丝泵（计量泵）连续、定量且均匀地从喷丝头（喷丝板）的毛细孔中挤出，成为液态细流，再在空气、水或特定凝固浴中固化成为初生纤维的过程，称作“纤维成型”，或称“纺丝”。
- （二）纺丝方法
 - ①、熔体纺丝
 - 将高聚物加热至熔点以上的适当温度以制备熔体，经计量泵从喷丝孔压出，呈细流状射入空气中，经冷凝而成为细条的过程。过程简单、纺丝快、孔数少、截面多为圆形。
 - 按所使用的原料状态，熔体纺丝可分为直接纺丝、切片纺丝。
 - ②、溶液纺丝
 - 将高聚物溶液经计量泵从喷丝孔压出，在液体凝固剂或热空气固化成丝的过程。
 - 按溶液是否直接去纺丝可分为一步法和二步法。
 - 按凝固方式可分为湿法纺丝、干法纺丝

熔体纺丝



⑩ 侧（环）吹风的作用

- ⑩ 由喷丝孔挤出的熔体细流经纺丝侧吹风窗，在熔体凝固和丝条降温的过程中，
- ⑩ 向周围空气释放出大量的热。这些热量主要是通过与流动的空气进行对流传热而被带走。
- ⑩ 生产过程中要求丝条的冷却速度均匀，凝固点位置固定，
- ⑩ 不受周围空气流的影响而产生强烈的晃动，以保证POY良好的质量和均匀性。
- ⑩ 由于高速纺的熔体挤出量大，释放的热量也多，故对冷却吹风的要求较高

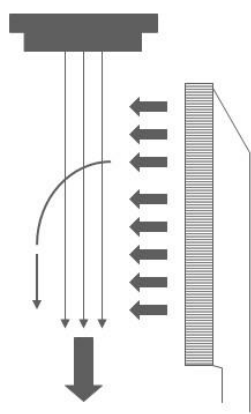
• 导丝盘的作用

- 对涤纶高速纺来说，由于卷绕速度提高，纺程上高速运行的丝条与周围空气的摩擦阻力相应增大，从而使卷绕张力比常规纺明显提高。高速纺丝设置导丝盘的目的，是减少因卷绕引起的张力波动，调节张力以利于纺丝和卷绕，实验结果表明，采用有或无导丝盘卷绕到的POY，其强度、伸度、屈服应力、自然拉伸倍数和双折射等几乎均无差异，但测得的条干不均率U%值，无导丝盘卷绕要比有导丝盘卷绕高。

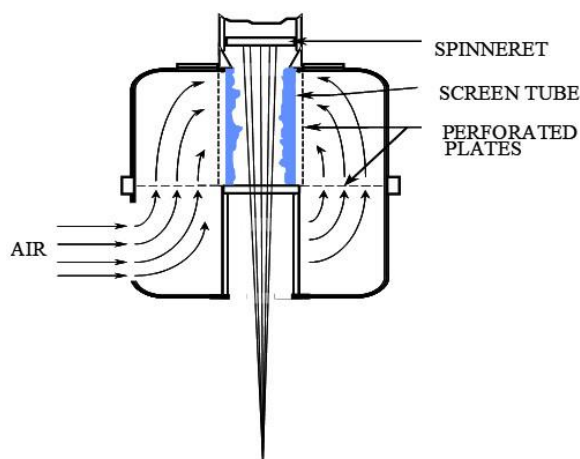
环吹风与侧吹风纺丝设备对比

冷却方式

侧吹风



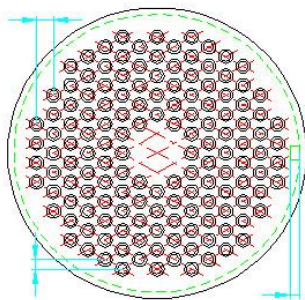
环吹风



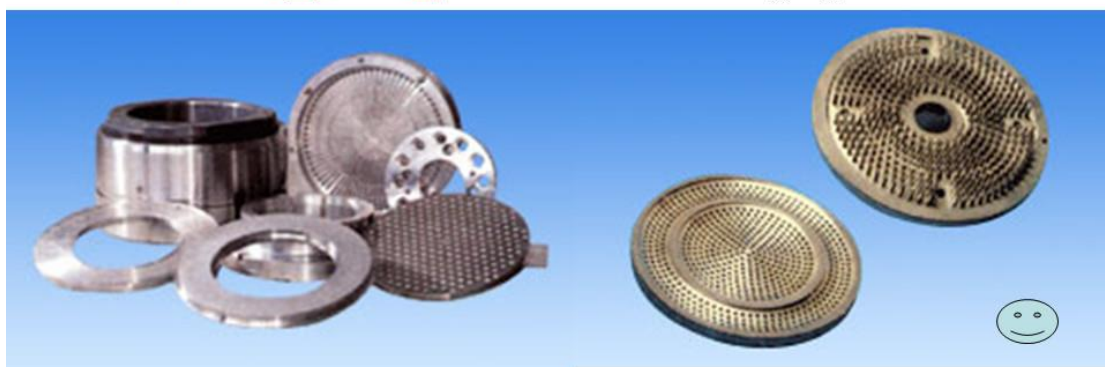
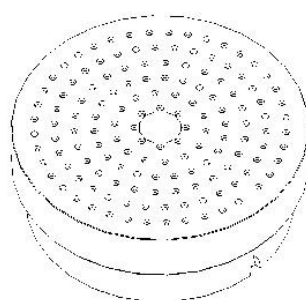
冷风从四周吹向纤维的环形吹风，适用于短纤维的多孔纺，能有效地提高纤维质量。

喷丝板特殊设计

侧吹风用板



环吹风用板



• 上油集束

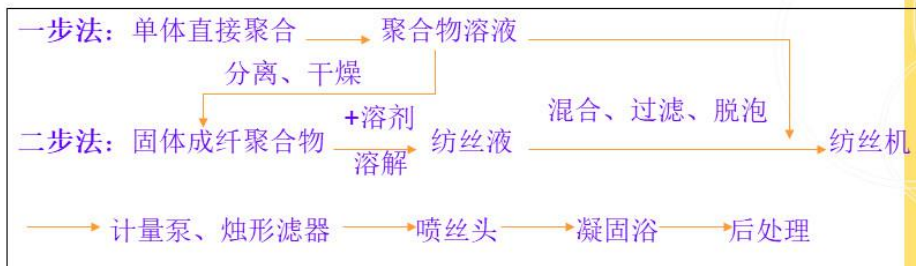
- 化学纤维在纺丝和纺织加工过程中因不断摩擦而产生静电，必须使用助剂以防止或消除静电积累，同时赋予纤维以柔软、平滑等特性，使其顺利通过后道工序
- 油膜的亲水基朝向空间，吸附空气中的湿气，在纤维表面上形成连续的水膜，使带电离子在水膜上泳移，减少因摩擦所产生的静电荷积聚，从而降低纤维表面电阻，增加导电作用；
- 油膜隔离纤维，又对纤维有一定的亲和力，使其产生一定的集束性而不致散乱；
- 它还赋予纤维一定的平滑性，使纤维在摩擦过程中不受损伤，并有良好的手感，在纺丝时能顺利通过卷绕、拉伸、干燥等工序；
- 还能消除纺织加工过程中的静电作用，减少毛丝及断头等不正常情况，保证纤维产品的质量。

• 高速纺POY油剂的特点和要求：

- a、油膜强度高，避免在高接触压力下油膜破裂，产生毛丝、断头；
- b、单丝间抱合力良好，以适应大卷装，减少和避免网绊丝；
- c、高平滑性，以适应与各种导丝器的摩擦，防止毛丝的出现；
- d、渗透性好，高速时能在瞬间均匀地附着在丝束的表面，保证上油的均匀性，提高后纺的染色均匀率（M率）；
- e、好的乳化稳定性、耐微生物性、抗静电等。



溶液纺丝

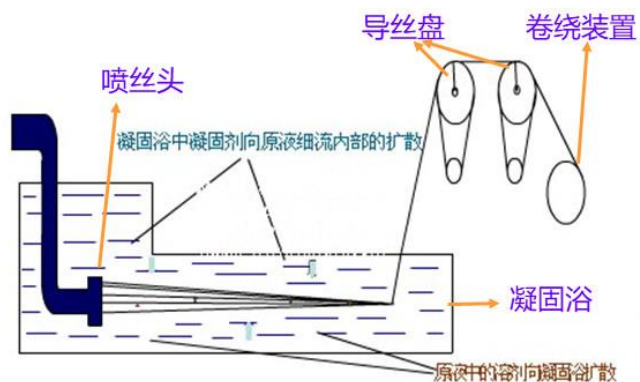


• (1) 湿法纺丝

- 将纺丝溶液从喷丝孔中压出、在液体凝固剂中固化成丝的过程。
- 纺丝速度慢、孔数多，有明显的皮芯结构

• (2) 干法纺丝

- 将纺丝液从喷丝孔中压出，在热空气中使溶剂挥发固化成丝的过程。
- 工艺较复杂、成本高



湿法纺丝示意图

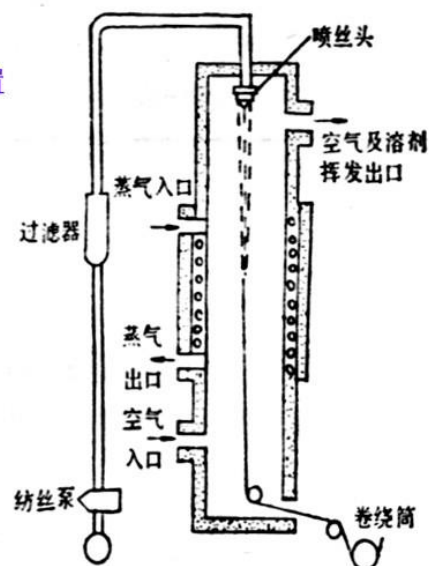
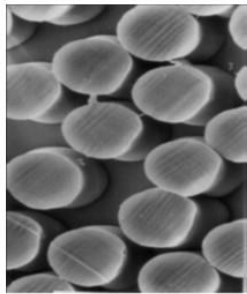


图1-13 干法纺丝示意图

熔纺初生纤维一般为圆形，不存在微孔和明显的皮芯结构



影响因素:

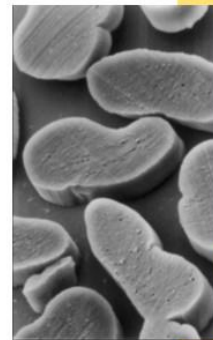
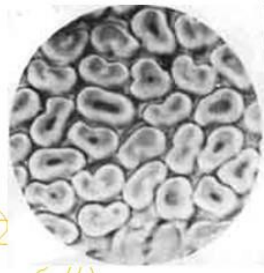
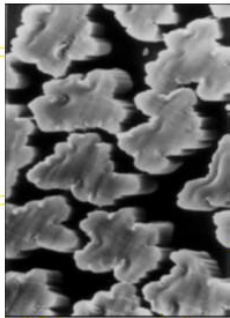
溶剂种类;

凝固浴温度;

凝固浴浓度 (注意是凝固剂浓度还是溶剂浓度);

纺丝溶液中聚合物含量

湿纺初生纤维有的为非圆形状，存在微孔和皮芯结构



常见纤维的横截面及纵向形态特征

纤维	横截面形状	纵向外观
棉	腰子形，有空腔	扭曲的扁平带状
麻	多角形，有空腔	有竹节状横节及条纹
	扁圆形，有空腔	
羊毛	不规则圆形	有鳞片状横纹
蚕丝	三角形、圆角	表面光滑
粘胶纤维	锯齿形	有条纹
醋酯纤维	三叶形或豆形	有1~2根条纹
维纶	腰子形	有粗条纹
腈纶	圆形，哑铃形或叶状	有条纹
涤纶	圆形或异形	表面光滑
锦纶	圆形或异形	表面光滑
丙纶	圆形或异形	表面光滑

● 4、后加工

● (一) 进行后加工的原因

- 初生纤维的结构不完善，物理机械性能较差，不能直接用于纺织加工，必须经过一系列的后加工。初生纤维的后处理主要有拉伸、热定型、卷曲和假捻。

● (二) 后加工主要工序的作用

- ①、拉伸作用：提高纤维大分子的取向度和结晶度，改善纤维的力学性质，提高断裂强度和耐磨性，减少产品的伸长率。
 - 方式：按拉伸次数：一道拉伸、多道拉伸。
 - 按拉伸介质：干拉伸、蒸汽拉伸、湿拉伸。
 - 按拉伸温度：冷拉伸、热拉伸。
- ②、热定型作用：消除纤维内应力，提高纤维的尺寸稳定性，并进一步改善其物理机械性能、染色性能。
 - 方式：紧张热定型：在张力下进行的热定型。
 - 松弛热定型：在无张力下进行的热定型。
- ③、卷曲是改善合成纤维的加工性（羊毛和棉花纤维都是卷曲的），克服合成纤维表面光滑平直的不足。
- ④、假捻是改进纺织品的风格，使其蓬松并增加弹性。是由短纤维条或长丝束沿纤维或者长丝的方向或某区段产生摩擦力，使纤维与纤维间，单丝与单丝间相互抱合或者缠结后不致松散或滑脱，并具有一定物理机械性能（如强度、伸长、弹性等）和外观特性（如光泽、毛羽、手感等），适于纺织加工的单根或者多股的线形集合体。

纱线是由短纤维条或长丝束沿纤维或长丝是整个长度方向或某区段产生摩擦力，使纤维与纤维间或单丝与单丝间相互抱合或缠结后不致松散或滑脱，并具有一定物理机械性质（如强度、伸长、弹性等）和外观特征（如光泽、毛羽、手感等），适于纺织加工的单根或多股的线形集合体。加捻是使纤维条成为纱线的必要手段。加捻前一般需将散纤维凝聚成纤维条，加捻后可使纤维条的外层纤维向内层挤压产生向心压力，从而使须条沿纤维的长度方向获得摩擦力。通过加捻，可将纤维条或长丝束捻合成单纱或有捻丝；可将两根或两根以上的单纱或有捻丝捻合成股线；可将长丝或短纤维包捆在主体纤维上或用粘合剂捻合成具有特殊风格的纱线；可将不同品种、不同色泽或不同喂入速度的单纱捻合成具有特殊外观的花式线；可将不同喂入速度的长丝束缠结交络或使其外观卷曲打圈成变形纱线等等。概括地说，加捻的目的是将纤维条或长丝束捻合成具有一定物理机械性质和不同结构形态的单纱或股线。

• (三) 整理:

- 机织物、针织物及其他各类织物下织机后, 须经过染整加工, 如练漂、染色或印花、整理等工序处理, 才能成述之整理内容, 系指织物经漂、染、印加工后为改善和提高织物品质, 赋予纺织品特殊功能的为投放市场的纺织商品。这些印染加工工序都属于织物整理范畴。
- 织物后整理按其整理目的大致可以分为下列几个方面
- (1) 使织物门幅整齐, 尺寸形态稳定。属于此类整理的有定幅、防缩防皱和热定形等, 称为定形整理。
- (2) 改善织物手感。如硬挺整理、柔软整理等。这类整理可采用机械方法、化学方法或二者共同作用处理织物, 以达到整理目的。
- (3) 改善织物外观。如光泽、白度、悬垂性等。有轧光整理、增白整理及其他改善织物表面性能的整理。
- (4) 其他服用性能的改善。如棉织物的阻燃、拒水、卫生整理; 化纤织物的亲水性、防静电、防起毛起球整理等。

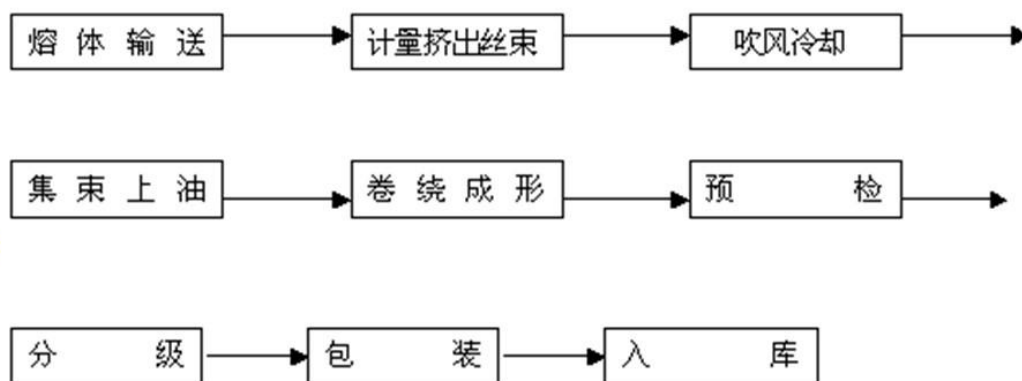
• 涤纶长丝的分类

- 未拉伸丝 (常规纺丝) —UDY
- 半预取向丝 (中速纺丝) —MOY
- 预取向丝 (高速纺丝) —POY
- 高取向丝 (超高速纺丝) —HOY
- 拉伸丝 (低速拉伸丝) —DY
- 全拉伸丝 (纺丝拉伸一步法) —FDY
- 常规变形丝—TY
- 拉伸变形丝—DTY
- 空气变形丝—ATY

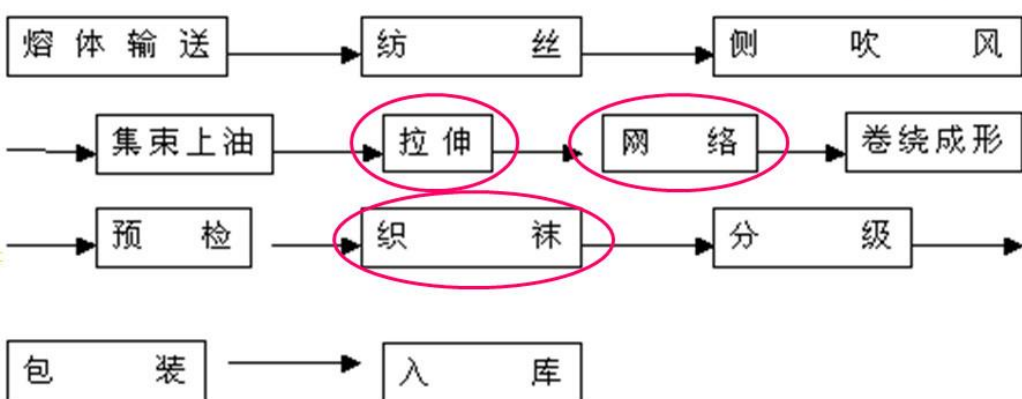
• 规格和批号

- 规格: 一般包括四个要素
- 1、粗细程度 (线密度)
- 2、单丝孔数
- 3、截面形状 (圆形截面、异形截面)
- 4、光泽 (半消光、大有光、全消光)
- 一般还要注明POY、DTY、FDY等。若不注明截面形状和光泽, 则默认为圆形、半消光。
- 将原料、规格、生产工艺、物理性能完全相同的一批丝指定一个代号, 叫“批号”。不同批号的丝不能混用

POY(高速预取向丝)生产流程图



FDY (全拉伸丝) 生产流程图



• 常见的外观指标

• 毛丝:

- (1)复丝中筒子表面的单根纤维断裂后的丝头或成环状的松圈丝。
- (2)单丝断裂露头2mm以上为毛丝。松圈丝高度大于等于3mm开始计算。

• 蛛网丝、网绊丝:

- 长度大于1cm开始计算，距管底1cm以内的网绊丝，单面不降等，双面降B级。
- 严重影响退绕的直接作废丝处理。

• 飘丝: 根据公司标准降级。(纤度范围超过B级作废丝处理。)

• 油污丝: A级品指轻微不明显的油污。

- ①人为油污(手印、轻微水渍)，其总面积不超过 1cm^2 ;
- ②指筒子表面不明显的灰尘。
- B级品较明显油污。

对于吸水性较大的聚酰胺纤维还可以防止绕在筒管上的丝条再度吸水，以致发生纵向膨胀而出现松圈和塌边等现象。

四、其他纺丝技术简介

4.1 干湿法纺丝

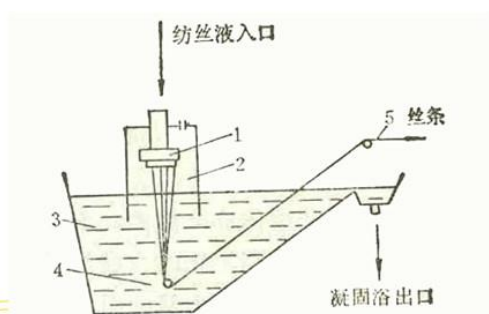


图 5-1 干湿法纺丝示意图

1—喷丝头 2—空气层 3—凝固浴 4,5—导丝辊

- 与湿法相比，喷丝头拉伸 $\uparrow$ ，使纺速 $\uparrow$
- 与湿法相比，喷丝孔径可 $\uparrow$
- 与湿法相比，纺丝液浓度及粘度可 $\uparrow$
- 与干法相比，能有效调节纤维结构形成过程

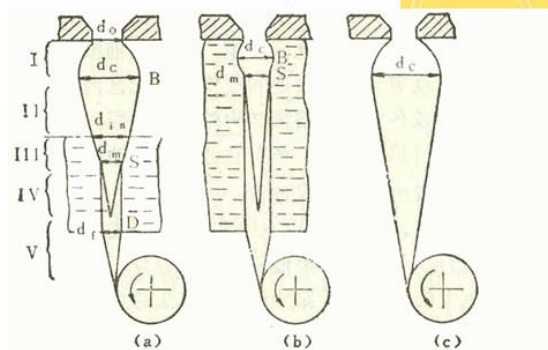
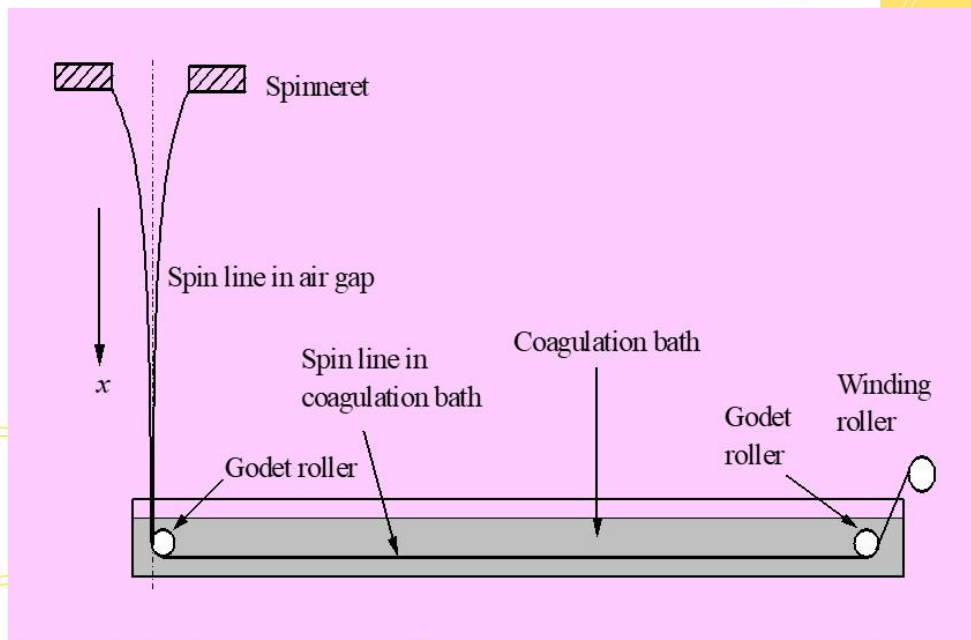


图 5-2 溶液纺丝法纤维成形过程图解

(a) 干湿法纺丝 (b) 湿法纺丝 (c) 干法纺丝 d_0 —喷丝头孔径 d_c —最大膨化区的液流直径 d_i —进入凝固浴时的细流直径 d_m —开始凝固瞬间的细流直径 d_f —初生纤维直径



• 4.2 冻胶纺丝（凝胶纺丝）

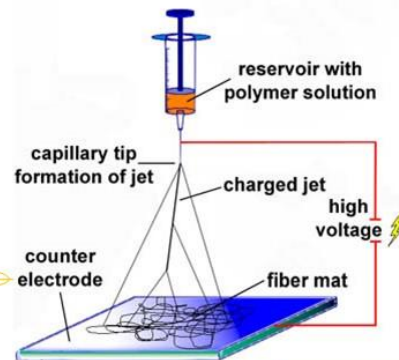
- 冻胶纺丝也称凝胶纺丝，是一种通过冻胶态中间物质制得高强度纤维的新型纺丝方法。
- 冻胶纺丝通常采用干湿法纺丝工艺，使挤出细流先通过气隙，然后进入凝固浴。因此与普通干湿法纺丝的区别，主要不在于纺丝工艺，而在于挤出细流在凝固浴中的状态不同
- 冻胶纺丝的所有技术要点都是为了减少宏观和微观的缺陷，使结晶结构接近理想的纤维，使分子链几乎完全沿纤维轴取向。
- 与干法、湿法相比:
- 采用超高分子量原料、半稀溶液（2%~10%）
- 固化过程主要是冷却过程，溶剂基本不扩散
- 拉伸比大（大于20）
- 产品高强高模

●4.3 液晶纺丝

- ⑩ 具有刚性分子结构的聚合物在适当的溶液浓度和温度下，可以形成各向异性溶液或熔体。
- ⑩ 在纤维制造过程中，各向异性溶液或熔体的液晶区在剪切和拉伸流动下易于取向，同时各向异性聚合物在冷却过程中会发生相变形成高结晶性的固体，从而可以得到高取向度和高结晶度的高强纤维。
- ⑩ 溶致性聚合物的液晶纺丝通常采用干湿法纺丝工艺。
- ⑩ 热致性聚合物的液晶纺丝可采用熔融纺丝工艺。

● 4.4 静电纺丝法

- ⑩ 静电纺丝法是一种对高分子溶液或熔体施加高电压进行纺丝的方法。
- ⑩ 静电纺丝的装置包括定量供给溶液或熔体的装置（计量泵）形成细流的装置（喷丝模口）以及纤维接受装置。



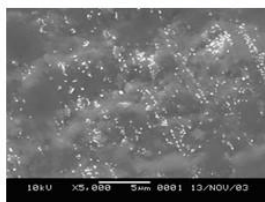
● 4.5 相分离纺丝法

- 与冻胶纺丝法类似，采用一种聚合物溶液作为纺丝原液，纺丝线的固化是改变温度的结果，而不是改变溶液的组成。
- 由聚合物在溶剂中不同温度下溶解度不同的原理，使聚合物溶液极速降温，从而导致聚合物与溶剂发生相分离而固化。
- 临界相分离温度高于室温而低于挤出温度。
- 所得初生纤维经过拉伸和萃取溶剂得到成品纤维
- **优点：**纺丝速度高，生产能力大（100~1600m/min）
- 溶液浓度可较低，而形成细旦纤维。
- 可纺制填充物粒径高于纤维直径的纤维。
- **缺点：**溶剂的选择及回收
- 理论尚不成熟

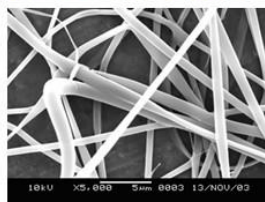
● 4.6 乳液纺丝法

- ⑩ 将成纤高聚物分散在分散介质中，构成乳液或悬浊液进行纺丝的方法。
- ⑩ 适用与一些熔点高于分解温度，且无合适的溶剂的聚合物进行纺丝。
- ⑩ 50年代就被用来生产聚四氟乙烯纤维。
- ⑩ 过程与湿纺纺丝类似。
- ⑩ 将粉末状的聚合物颗粒分散在某种成纤载体中，配置成乳液，载体通常是另一种聚合物的溶液，且这种聚合物溶液易被纺制成纤维，并能高温下破坏分解掉。在进行高温处理时，载体分解，而高熔点的聚合物粒子被烧结或熔融而连续化形成纤维。为了提高纤维强度，在进行烧结时通常进行一定的拉伸。
- ⑩ 适用于生产：聚四氟乙烯纤维、陶瓷纤维、碳化硅纤维、氧化硅纤维、维氯纶（氯乙烯在PVA水溶液中进行乳液聚合后进行纺丝）等。

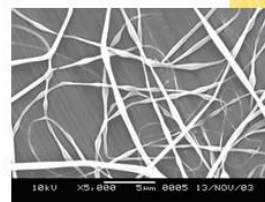
- ⑩ 例:再生蚕丝蛋白水溶液的静电纺丝(regenerated silk fibroin aqueous solution)
 - 蜘蛛和蚕是在空气中吐丝成形的，其成丝过程其实是一个干法纺丝过程。
 - 静电纺丝从本质上而言，属于一种干法纺丝过程。
 - 静电电压：20KV~40KV；喷射孔径：0.9mm；接收距离：11cm。



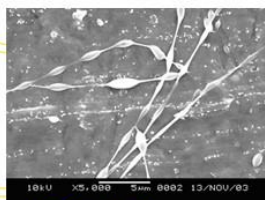
(L1)17wt%, 20kV



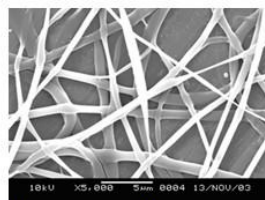
(L2)28wt%, 20kV



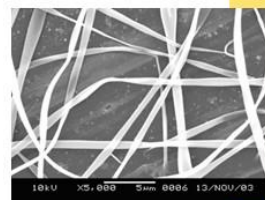
(L3)39wt%, 20kV



(H1)17wt%, 40kV



(H2)28wt%, 40kV



(H3)39wt%, 40kV

SEM photographs of electrospun SF fibers

●4.7 喷射纺丝法

- 采用高压和高速气流来分散高聚物溶液或熔体进行纺丝的方法。
- 纺丝流体经过一个窄缝型模口挤出，而后通过文丘里管或高速气流喷嘴进行喷吹拉伸，形成极细的纤维。
- 与静电纺丝法可结合使用。

●4.8 离心纺丝法

- 取消喷丝头，将聚合物熔体自轴心引入一个快速转动着的喇叭口中央，由于离心力的作用使流体甩出，通过喇叭口的内表面而成为一逐渐变薄的薄膜，在离开喇叭口的边缘后薄膜被分散成纤维，随后被干燥或冷却而固化。

●4.9 无喷头熔池纺丝法

- 直接从聚合物熔体表面将丝条拉出经冷却固化后形成纤维的方法。
- 由于大多数聚合物的热稳定性都不是很好，故从未加保护的熔体表面自然拉出纤维的过程尚未成功。
- 有研究表明，将聚合物熔体表面遮蔽起来，如采用保温隔膜，则纺丝过程可以稳定的进行。
- 熔池纺丝法可以生产与普通熔融纺丝性质类似的纤维，但纤维的变异系数较大。采用熔池纺丝法还可较为容易的生产双组份复合纤维，将芯层聚合物熔体从皮层聚合物熔体表面下方喷出。

四、纤维的发展趋势

- 从蚕、蜘蛛吐丝想到的-仿生学是化纤发展的智慧宝库
- 超细旦纤维 – 0.001dtex, diameter 0.1 μ m
- 高强度高模量纤维 – 超过钢材不是梦
- 功能纤维 – 丰富多彩的选择
- 智能纤维 – 能识别、响应、执行的高级纤维
- 具有传感功能的纤维 – 智能机器人的保障
- 居安思危 – 可再生资源の開発

•蜘蛛丝-最强的纤维

- 蛋白纤维；吐丝机理尚不完全清楚；特殊酶作用下的快速取向，属液晶纺丝

•蚕丝-最美丽的天然纤维

- 蛋白纤维；室温固化成型；吐丝速度极低，取向的动力何来？

•超细化带来的变革

- 纤度在1~9dtex为普通丝，0.4~1dtex为微细旦丝，小于0.4为超细旦
- 天然纤维最细为真丝(1.1dtex)，化学纤维目前的纤度可达0.001dtex,仅4g质量的聚合体纺出了长度能够到达月球距离的超细纤维。

•超细纤维的优点

- 织物更加柔软，手感改进；比表面积增大，透气性改善；吸水吸油性提高；保温隔热性增加；织物光泽更加柔和

•超细纤维的应用

- 人造麂皮、仿真丝绸、高密度织物、新合纤、高性能洁净布

• 智能纤维 – 能识别、响应、执行的高级纤维

- 智能纤维就是当纤维所处的环境发生变化时，其形状、温度、颜色和渗透速率等随之发生敏锐响应,即突跃性变化的纤维。包括：
 - pH响应纤维
 - 温敏纤维
 - 光敏纤维
 - 形状记忆纤维
- 应用领域
 - 服装
 - 药物控制释放
 - 新型热机转换
 - 智能开关
- 具有传感功能的纤维 – 智能机器人的保障
 - 用于测量和信号传输

功能纤维 – 丰富多彩的选择

- 抗静电、导电纤维（电子工业用）
- 防止火灾而使用的阻燃纤维
- 运动服所用的防水透湿织物
- 体操、健美运动员使用的高弹性织物
- 内衣和医疗方面使用的高吸水纤维
- 加工袜类和医疗服装使用的抗菌纤维
- 生物降解纤维
- 远红外纤维
- 抗紫外线纤维
- 分离膜用的中空纤维

The end!!!