

纺纱工艺学

FANGSHAGONGYIXUE

華東紡織工學院

前 言

根据全国高等纺织院校、纺织工程、纺织机械、纺织材料、纺织企业管理工程等专业的专业基础课的教学需要，编写了本教材。本书内容主要阐述纱线加工的基本工艺原理，并以棉纺生产为重点综合介绍棉、毛、麻、绢等各种天然纤维的纺纱工艺过程。此外还介绍了气流纺纱等新型纺纱的基本原理。

本书在编写前已有自编讲义，经过试教，~~进行~~修改~~完善~~与更新，可作为高等纺织院校上述有关专业的学生在~~学习~~纺纱~~工艺~~课程时的教材。

参加本书编写的人员及其分工为：第一、二、三、四、五章由陈浦同志编写；第六、七、十一章由耿祥芳同志编写；第八、九章由董佩贞同志编写；第十章由陈浦、耿祥芳及董佩贞同志编写，全书由陈浦同志统稿，并由张百祥同志审稿。在编写过程中，编者虽努力用辩证唯物主义观点阐述纺纱规律，但限于水平以及时间匆促，书中的缺点在所难免，希望读者批评指正。

编者

内 容 提 要

本书内容包括纺纱的一般概念、原料的配合与混合、开清、粗梳、精梳、并条、粗纱、细纱、后加工、纺纱系统及纺纱工艺过程、新型纺纱等十一章。除介绍原料的选配、混合外，主要阐述纺纱工艺的基本作用原理，以棉纺为重点并综合介绍棉、毛、麻、绢等各种天然纤维的纺纱系统与工艺过程及其特点，此外还介绍了气流纺纱、自捻纺纱、静电纺纱等新型纺纱的基本原理及其发展。

本书可作为高等院校纺织机械设计、制造专业及纺织工程以及纺织企业管理工程等专业教材，也可供纺织厂以及纺机厂技术人员、生产管理人员和生产工人参考。

第一章 纺纱的一般概念

由纺织纤维制成纱线的过程称为纺纱工程。纺纱的目的是把大量紊乱而有纺纱价值，但又含有各种杂质、疵点的纤维纺制成具有一定性能连续纱线。由于各种纤维的性能、成纱用途的要求各不相同，因而所采用的纺纱过程和所纺成纱线的性质也不一样。

第一节 纱线的主要性质和棉纱质量检验、评定

一、纱线的主要性质

纱线主要性质的意义和表示方法如下：

1. 纱的细度 由于直接测量纱线直径既困难又缺乏代表性，故一般是用长度与重量的关系间接表示，通常以号数(或支数)来量度。对相同细度的纤维来说，所纺纱的号数愈细(或支数越高)即纱愈细，在纱的横截面中的纤维根数也愈少，因此对纺纱的要求也愈高。

2. 纱的捻度 是以单位长度内的捻回数来表示的。捻回使纤维紧紧地抱合在一起，从而增加了纤维间的摩擦力和抱合力，因此使纤维可连接成长度很长且具有一定强力的纱线，由于各种纤维的性能以及纱线的用途不同，因而对纱的捻度要求也有差异。

3. 纱的强力 纺纱工艺必须使纱线达到一定的强力指标，这样才能使纱线具有一定的使用价值。纱的强力以拉伸断裂时的负荷来量度。在一定限度内，它随捻度的增加而增强。

4. 纱的延伸性 它是当纱在受到张力作用时，长度有所伸长的性质，一般以延伸度来表示。所谓延伸度是纱线的伸长和原来长度的百分比。纱的弹性延伸度愈好，则品质愈佳，所制成的织物也较耐用。

5. 纱的不匀率 不匀率是表示均匀程度的一种指标，它是指细纱各片段上的某一项特性与该项特性平均数间的偏差或离散度，在一定条件下，偏差或离散度愈大表示愈不均匀，即其不匀率也就愈大。纱的重量不匀率和条干不匀率是影响其它性质不匀率的主要条件之一，如强力不匀率是随着其重量不匀率和条干不匀率的增大而增大的。不匀率愈低，纱的品质也愈好。

6. 纱的洁净度 以纱中含有杂质、疵点数的多少来衡量。它决定于所用原料的含杂(疵)多少，纺纱过程中除杂(疵)作用的完善与否。在一般情况下，纱的洁净度愈高，纱的均匀度和强力也往往愈好。

此外，纱还有光滑和毛茸程度等性质。

对纱的各种特性的要求是随着纱的用途不同而有程度上的差异。如经纱比纬纱要求强力较高、捻度较多、较光滑。细、薄织物的用纱要求号数细(支数高)、特别清洁、均匀与光滑。针织用纱要求捻度要小，均匀度则要求比机织用纱更为严格。所以，不论纺制何种用途的纱线，均须选择适当的纺织纤维，并按合理的纺纱方法加工，以保证纱线的应有特性。

二、棉纱质量检验评定

棉纱出厂之前，必须进行质量检验与评定，检验项目包括粗细是否合乎规格，强力是否

达到要求,长片段及短片段的不匀率以及棉纱表面的棉结杂质是否超出规定范围,捻度是否在控制范围之内等等。每个项目,国家根据纱线品种与要求都制定了统一的质量标准,以此,评定棉纱质量的优劣。

(一)棉纱质量的检验项目

1.棉纱的细度 棉纱细度的表示方法有定长制与定重制两种,建国后,我国一直沿用定重制的英制支数,后来,在部分地区试用过公制支数,目前全国统一采用定长制的号数(与国际上通用的“Tex”相同)。

(1)号数 1000米长的棉纱在公定回潮率(8.5%)时称得的重量克数,即为该棉纱的号数,即

$$\text{棉纱号数}(N_T) = \frac{\text{公定回潮率时的棉纱重量(克)}}{\text{棉纱长度(米)}} \times 1000$$

可见纱线愈粗,号数越大。

应用下式可将任何实际回潮率时称得的实际重量换算成公定回潮率时的重量,

$$\text{公定回潮率时的重量} = \frac{1 + \text{公定回潮率}}{1 + \text{实际回潮率}} \times \text{实际重量}$$

对于一定号数的棉纱来说,其在公定回潮率时的重量是一定值,称之为标准重量。

(2)英制支数和公制支数 在标准回潮率(9.89%)时重1磅的棉纱,其长度为多少个840码,其英制支数就是多少支,即

$$\text{英制支数}(N_e) = \frac{\text{棉纱长度(码)}}{\text{棉纱在标准回潮率(9.89\%)时的重量(磅)} \times 840}$$

可见,纱线愈粗,英制支数愈低。

在标准回潮率(9.89%)时1克重的棉纱长多少米,其公制支数就是多少支,即

$$\text{公制支数} = \frac{\text{棉纱长度(米)}}{\text{棉纱在标准回潮率时的重量(克)}}$$

可见纱线愈粗其公制支数也愈低。

(3)号数、英制支数、公制支数的换算 棉纱的号数与英制支数,由于前者是定长制,后者是定重制,而且所用的量度单位,以及公定回潮率与标准回潮率不同,所以两者之间的换算比较复杂,但通过一定的换算,可以得出两者的关系式为:

$$N_T = \frac{583.1}{N_e}$$

其中583.1为棉纱号数与英制支数的换算常数。

对于其他原料所纺的纱线,其号数与英制支数的换算常数则如下表1—1所示。

表1—1

纺纱原料	干重混纺比	英制标准 回潮率(%)	号数制公定 回潮率(%)	换算常数
纯棉		9.89	8.5	583.1
纯化纤		标准回潮与公定回潮相同		590.5
涤/棉	65/35	3.72	3.2	587.5
棉/维	50/50	7.45	6.8	586.9
棉/腈	50/50	5.95	5.3	586.8
棉/丙	50/50	4.95	4.3	586.8
棉/粘	75/25	10.67	9.6	584.8
涤/棉/锦	50/33/17	4.23	3.8	588.1

公制支数与英制支数的换算则由于两者标准回潮率相同，因而换算比较简单，得出的关系式为

$$N_m = 1.69 N_e$$

$$\text{或 } N_e = 0.59 N_m$$

(4) 纱线直径 纱线直径是表示纱线细度的直接指标，如前所述，直接测量是比较麻烦的，但在纺织机器的设计，以及纺织工艺设计中，又往往需要用纱线直径作为设计依据，例如细纱机卷绕机构的设计，络纱机清纱器的隔距等，因而常常通过直径与号数或支数间的关系换算而得。进行换算时，为方便起见，一般都假定纱线为一圆柱体。长度为 l 厘米的一段纱的重量应为

$$G = S \cdot l \cdot \delta = \frac{1}{4} \pi d_{\tau}^2 \cdot l \cdot \delta$$

式中：G——纱的重量(克)

S——纱的截面积(平方厘米)

d_{τ} ——纱的直径

δ ——纱的体积重量(克/立方厘米)

又根据纱线号数的定义，可得：长度为 l 厘米的纱重应为：

$$G = \frac{l}{100 \times 1000} \times N_{\tau}$$

$$\text{因而 } \frac{\pi d_{\tau}^2}{4} \cdot l \cdot \delta = \frac{N_{\tau}}{100 \times 1000}$$

$$\text{于是 } d_{\tau} = 0.0357 \sqrt{N_{\tau} / \delta} \quad (\text{毫米})$$

棉纱的体积重量一般为0.8~0.9克/立方厘米

取 $\delta = 0.9$ 则 $d_{\tau} = 0.037 \sqrt{N_{\tau}}$ (毫米)，其中0.037为棉纱的号数直径换算系数。同法可得棉纱英制支数与一直径的关系式为

$$d_e = 0.0384 \frac{1}{\sqrt{N_e}} \quad (\text{英寸})$$

其中0.0384为棉纱的英制支数直径换算系数。

各种不同纤维所纺的纱由于体积重量的不同其换算系数各异，但可近似地从同号棉纱的直径由下式求得：

$$d_x = d_c \sqrt{\frac{r_c}{r_x}}$$

式中 d_x ——某种纤维所纺纱的直径(毫米)

d_c ——同号棉纱的直径(毫米)

r_x ——某种纤维的密度(克/立方厘米)

r_c ——棉纤维的密度(克/立方厘米)

混纺纱的纤维密度可由混纺纤维的密度加权平均求得。

2. 棉纱的细度偏差 生产出的棉纱的细度(号数或支数)是否符合设计要求，这是关系到成本及向人民负责的一个问题，必须加以检验，一般所纺棉纱的实际细度(实际号数)与设计的细度(设计号数)之间总是不可避免地存在一些差异，这种差异以百分率表示称为重量偏差，即

$$\text{重量偏差}(\%) = \frac{\text{实际号数} - \text{设计号数}}{\text{设计号数}} \times 100\%$$

$$\text{或 重量偏差}(\%) = \frac{\text{实际干燥重量} - \text{设计干燥重量}}{\text{设计干燥重量}} \times 100\%$$

生产中必须将此重量偏差控制在国家标准所规定的范围之内。国家标准规定在正常的生产情况下，一个品种一昼夜生产的棉纱总量划为一批，一次抽样进行检验，如果一批纱的试验结果重量偏差超出规定范围，这批纱就要在原评等的基础上顺降一等处理。重量偏差可能是正值也可能是负值，正值表示纺出的棉纱比设计要求粗，用棉量较多。负值表示纺出的棉纱较设计要求细，消费者受损失，因此并条机上进行调节(调换牵伸变换齿轮应增大或减小其牵伸倍数)尽可能使每批纱的实际号数接近设计要求，同时注意使月度累计重量偏差接近于零。如月初发现纱线的重量正偏差较多时，在并条工序中将棉条定量偏轻掌握，以使实际纺出纱线的累计重量偏差在零左右波动。

3. 棉纱的细度不匀 通常所谓棉纱的细度(号数或支数)是指平均值而言。事实上，成纱的细度不可能是绝对均匀的，既存在随机因素造成的不匀，也存在因工艺过程不完善或机器设备状态不良所造的不匀。严重的粗细不匀不但影响棉纱的外观，还会影响到棉纱的内在质量(例如强力等)。因此必须对棉纱的粗细不匀进行检验，并将其控制在国家标准规定的范围之内。

棉纱粗细不匀有长片段不匀与短片段不匀之分，前者称为重量不匀率，用切断称重法来检验，后者称条干均匀度，用目光进行检验。

重量不匀率为切段称重法所得的棉纱长片段不匀率，对于每一批纱，抽样三十只管纱，从每只管纱摇取一缕纱线(每缕纱长100米)分别称重，然后算出其平均差系数，即为该批纱的重量不匀率 $H(\%)$ ，其计算式为：

$$H(\%) = \frac{2(\bar{X} - \bar{X}_1)n_1}{N\bar{X}} \times 100\%$$

式中: \bar{X} ——30缕纱的平均重量

\bar{X}_1 ——平均以下的平均值

n_1 ——平均以下的次数

N ——试验总次数, 在常规试验中 $N=30$

可见棉纱的重量不匀率反映了同一批纱的机台与机台, 锭子与锭子之间的细纱重量差异情况。

条干均匀度是反映细纱短片段的粗细不匀。常规检验是将10只管纱分别按照规定圈数, 均匀地绕到一块22×25厘米的黑板上, 然后将其与样照对比, 用目光检验, 根据显现的阴影、粗节和严重疵点, 确定每块黑板的级别(优级、一级、或二级), 然后按照十块黑板的评级比例, 决定该批纱的条干均匀度品级。这种检验方法需要熟练的检验人员, 并需经常统一目光, 否则容易产生人为误差。由于一块黑板只能绕40米纱线, 代表性尚嫌不足, 故工厂中常常需要同时看布面条干。

4. 棉纱的强力与品质指标 拉断一根单纱所需要的力, 称为单纱强力, 其单位为克。单纱被拉伸至断裂时所产生的伸长与其原长之比, 称为断裂伸长率。在测试条件一致的情况下, 单纱张力的数据能够比较直观地表达纱线的强伸性质, 其值与后道工序中纱线断头关系密切。但由于单纱强力不匀比较大, 测试次数必须较大才有代表性, 一般测试次数不少于50次。生产中为测试简便起见, 规定以缕纱强力作为纱线的强力指标, 并以此作为纱线分等的依据之一。只有在专题试验中, 才作单纱强力的测试。

缕纱强力是指缕纱(一缕纱为100圈, 每圈长1米)被拉伸至断裂时所能承受的最大负荷(单位为公斤)。缕纱强力的测试是在缕纱强力仪上进行的, 由于缕纱受拉时各圈纱断裂的不同步性, 缕纱强力小于缕纱中各根单纱的强力总和, 两者之比称为缕比, 棉纱的缕比约为0.85。

缕纱强力和单纱强力一样表示一纱线的绝对强力。不同号数的纱线强力之间没有可比性, 因此国家标准中规定采用品质指标作为纱线的强力指标, 其表达式如下:

$$D_T = \frac{Q_T}{N_T} \times 1000$$

D_T ——品质指标

Q_T ——标准条件下的缕纱强力(公斤)

N_T ——纱线在公定回潮率下的实际号数,

可见, 品质指标是表示单位号数纱线所具有的强力, 因此可以作为单位纱线强力的相对指标, 使不同号数的纱线进行强力对比。

由于试验条件不同会影响到强力的测试结果, 而实际生产中又很难做到在标准条件下(纯棉纱的标准条件为温度20℃, 回潮率8.0%)进行测试, 因此缕纱强力的测定值, 必须乘以温度、回潮率修正系数(可度表), 换算成标准条件下的缕纱强力, 或称修正强力, 然后再计算品质指标。

5. 棉纱的棉结杂质 棉纺加工过程中, 部分长度短, 成熟度差, 转曲少, 弹性差的薄壁纤维, 由于机械作用和工艺处理不当而纠缠、聚集形成棉结, 虽然薄壁纤维的凝聚是产生棉结的根源, 但棉结的数量在很大程度上取决于纺纱过程中的机械作用与工艺处理, 因为事实上

原棉中的薄壁纤维只有一部分成为棉结。

棉花的杂质是指附有或不附有纤维的籽屑、碎叶、碎枝杆、棉籽软皮，毛发及麻草等杂物。在棉纱检验中看到绝大部分是细小杂物，在棉纺各工序的加工过程中，杂质含量（以重量计）是逐道减少的，但以粒数计却由于杂质越分越小而粒数愈来愈多，这是杂质在棉纺各道工序中的变化规律。当原棉中含粗大杂质较多时，细纱中含杂不一定高，而含细小杂质较多时，特别是含有害疵点较多时，细纱含杂一般较高。细小杂质的清除，主要在梳棉，梳棉之后，杂质只会因碎裂而使粒数增加，而很少有清除机会，只有经过细纱机的钢丝圈和后加工的清纱器时，才有清除机会。

可见，无论在纺机设计，或工艺设计中，都应注意减少杂质、疵点的碎裂。

在成纱中，棉结杂质一部分包复在纱的内部不影响外观，一部分却露在纱的表面，成为外观疵点。甚至影响织物外观。一克棉纱所含有的外观棉结杂质粒数是棉纱分级的依据之一，因此是棉纺质量需完成的一个重要指标。

棉结杂质的检验目前是与黑板条干结合进行的。在黑板上罩一留有五个方格的铁板如图1—1所示，每一方格长50毫米，而宽度恰能容纳20根纱线，因此每一方格内暴露出的纱长为1米，每块黑板两面共10格。计10米。按照规定条件，计数每一方格内纱线上的棉结杂质数，所得10块黑板总数即100米纱线所具有的棉结杂质总粒数，再根据下式换算成一克纱内的棉结杂质粒数。

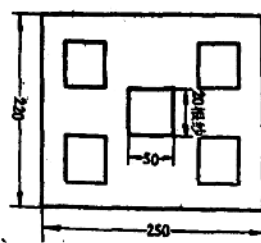


图 1—1 棉结杂质检验板（压片）的尺寸

$$1 \text{ 克纱线内棉结杂质粒数} = \frac{\text{检验所得棉结杂质总粒}}{\text{纱线公称号数}} \times 10$$

（二）棉纱的质量评定——棉纱的分等分级

棉纱的质量评定按分等分级方法进行，不同种类的棉纱采用的等级标准也不完全一样，表1—2所示为常用棉纱线种类和代号。

表 1—2

品 种	代 号	举 例
经纱线	T	26T 14×2T
纬纱线	W	28W 14×2W
绞纱线	R	R28 R14×2
筒子纱线	D	D28 D14×2
精梳纱线	J	J10W J7×2T
针织汗布用纱线	K	10K 7×2K
精梳针织汗布用纱线	JK	J10K J7×2K
起绒纱线	Q	96Q

棉纱的品等按其品质指标和重量不匀率进行评定，有上等、一等和二等之分，不符合二等者评为三等，当品质指标和重量不匀率分别对照国家标准所评出的品等不同时，按两者中较低的一项评定其品等。重量偏差若超出国家标准规定的范围时，则作为不合格规格，应在原

评品等的基础上顺降一等处理，但降至三等为止。

棉纱的品级由棉结杂质粒数及条干均匀度评定，当两者分别对照各自的标准所评的品级不同时，按其中较低的品级评定，棉线的品级则由棉结杂质粒一数项进行评定。

第二节 纺 纱 过 程

纺纱过程是由所用原料的基本特性及成纱用途的要求决定的，进入纺纱厂的原料一般是经过初加工的天然纤维和化学纤维，为了运输和储藏方便起见，一般采取各种紧压的包装，包中的纤维呈相互纠缠的紊乱状态，并含有各种杂质和疵点。要将这样的原料纺成一定质量要求的纱，必须经过以下一系列的加工过程。

一、开清工程

首先将紧压的纤维进行开松、除杂和混合，完成这些作用的过程称为开清工程。开松是利用角钉、锯齿、刀片或钢针的扯松和打松机件，对纤维块进行撕扯和打击，解除纤维相互间的联系力，将它开松成较小的纤维束。

除杂主要是依靠打击机件对纤维打击时使纤维和杂质、疵点获得不同的冲量，或利用纤维与杂质，疵点的比重、大小、形态等的不同，借助气流、振荡等作用配合尘棒使纤维和杂质、疵点在加工过程中得以分离而完成的。

纺织原料即使同一品种，由于产地、批号等的不同、性状上存在一定差异，而成纱的质量要求长期保持均匀一致，所以一般采用混和原料纺纱。混和便是按照成纱品质要求，将各换和成分的纤维根据其在总体中所应占的比例组成混和原料，并使各个成分均匀地分布在成纱的各部分内，从而使成纱的各部分的性质一致。

在纺纱过程中，开松与混和往往是同时实现的，而且开松是清除杂质以及实现充分混和的必要条件。可以想象，只有当原料被开松成单纤维状态时，才能实现单纤维间的混和，才能清除那些与纤维粘附性很大的细小杂质。开清工程是压缩成包的原料，经过初步开松、除杂、混和制成较清洁，均匀的卷子或无定形的纤维层。

二、梳理工程

一般的开清作用不可能将纤维块分解成单纤维状态和清除细小的杂质，因此须进一步加工，粗梳是进一步开松、除杂和混和的有效方法。所谓粗梳，是利用表面具有钢针或锯齿的工作机件梳理纤维束，使其进一步分解成单纤维状态，从而去除开清工程所不能清除的细小杂质、疵点及部分短纤维，由于反复的梳理作用，使纤维充分地均匀混和，最后制成细而长的条子(粗梳毛纺粗梳机上制成粗纱)。

有时为了纺制号数细、要求高或有特殊用途的纱(如特种工业用纱线)还需经过精梳，利用梳针对纤维进行更为细致、积极的梳理，使纤维更加伸直、平行、剔除杂疵，并去除一定长度以下的短纤维。化学纤维由于所含杂、疵很少，且较伸直平行，一般不经过精梳。

三、并条工程

梳理后的半成品中纤维还不够伸直平行，条子的粗细还不均匀，因此需经并条工程。并条工程是将多根条子并合在一起进行牵伸的，并合是为了提高条子的均匀度。传统的纺纱过程中，最简单的罗拉牵伸装置是由表面速度不相同的两对罗拉组成，罗拉上加上一定压力，使纱条被罗拉握持，纤维间产生相对运动，将喂入品抽长拉细、纤维伸直平行，从而制成纤维

伸直平行、均匀而具有一定号数的条子。

四 粗纱工程

条子横截面中的纤维根数很多，在现有的细纱机上直接纺成细纱还存在一些问题，因此一般须先经过粗纱工程。粗纱工程是将均匀的条子进行适当的牵伸，由于纱条细而松散，易产生意外伸长，为此必须增加其强力，通常采用加捻的方法以提高纱条的紧密度，而给纱条以必须的强力。所谓加捻一般是握持纱条的一端，而使其另一端绕本身轴线回转，结果使纱条的相邻横截面间产生相对的角度秒，制成的粗纱为了运输和下一工程的需要，卷绕到粗纱管上。

五 细纱工程

要得到具有一定细度，强力和其它机械物理特性的连续纱线，粗纱须一步牵伸到所要求的细度并加捻成纱，最后卷绕成细纱管纱，完成上述作用的过程称为细纱工程。

六 后加工工程

包括络纱、并筒及捻线工程。将单纱接长，去除部分杂质、疵点、绕成筒子称为络纱工程。将两根或两根以上的纱、丝或股线并合一起绕成并线(丝)筒子，称为并筒工程。将两根或两根以上的纱、丝加捻而成线的过程叫做捻线工程。

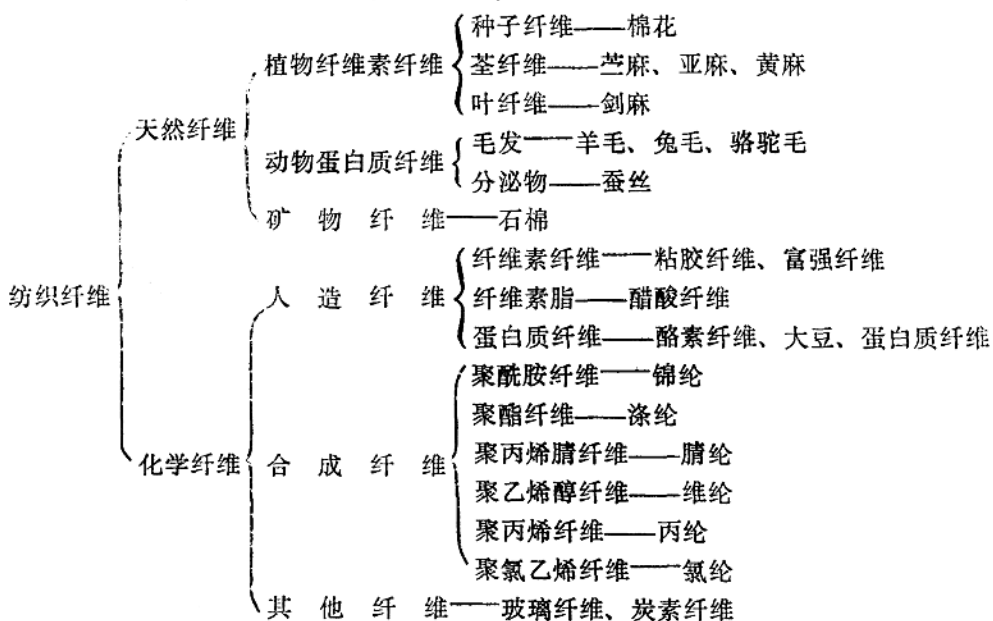
由此可见，纱线虽是很多纤维的集合体，但它不同于一堆杂乱的集合在一起的纤维，而是具有符合用途要求的特性并且还具备一定的纤维间的组织结构。由于纺纱原料多种多样、性能复杂，对成纱品质的要求也各异，并且有时不仅用一种原料纺纱，而是用同种类的原料进行混纺，如天然纤维与化学纤维混纺、不同种类的化学纤维之间混纺等，故纺纱过程的组合方式也就繁多。

第二章 纺纱原料的配合与混合

第一节 纺纱原料概述

一 纺纱原料的分类

纺织纤维品种很多，按其来源不同，可分为天然纤维和化学纤维两大类，如表2—1所示。天然纤维又可进一步分为植物纤维、动物纤维和矿物纤维。而化学纤维按其原料和制造工艺的不同又可分为人造纤维和合成纤维，如表2—1所示。



目前棉纺所用原料主要是原棉，其次是由各种化学纤维切断而成的化学短纤维，随着我国化学纤维工业的发展，化学短纤维所占比重将不断增加。

当前我国及世界各国栽培的棉花主要有以下两种：

1. 陆地棉：又称细绒棉、我国棉田98%以上种植陆地棉，其产量高，质量也好，纤维细度5000~6000公支，纤维长度25—33毫米，适纺9~14(40~60英支)以下的中、细号纱。

2. 海岛棉：又称长绒棉，其产量较低，但品质优良、纤维细度7000~8500公支，纤维长度33毫米以上，可纺3~7号(80~200英支)的特细号纱(高支纱)。

从棉籽上摘下来的带籽棉花称为籽棉。籽棉在轧棉厂经轧棉机初步加工去除棉籽后，称为皮棉，即为棉纺厂的原料(棉纺厂称之为原棉)。由锯齿轧棉机加工出来的皮棉称为锯齿棉，锯齿轧棉机是借锯齿齿尖将纤维从棉籽上拉下，因此锯齿棉中含短绒较少。且由于有专门的除杂设备，故含杂也较少，但锯齿作用较剧烈，容易损伤纤维，且易形成棉结索丝等疵点。由于锯齿轧棉机产量高，且轧棉出的皮棉比较松软，故锯齿棉应用较广。

由皮辊轧棉机加工出来的皮棉，称为皮辊棉。皮辊轧棉机是借皮辊表面与纤维间的粘附力，牵引纤维随其前进，而棉籽则被其它机件阻挡，因而纤维与棉籽分离。这种轧棉方式因棉籽上的短绒容易被剥下造成皮棉中含短绒数量较高，同时由于没有除杂没有，故含杂质也较多，此外它的产量也比较低。但由于对籽棉的作用缓和，纤维损伤较少，棉结、索丝等疵点也较少。

为了便于运输和堆放，原棉是打成很紧的棉包运至各棉纺厂的。棉包上刷上轧棉厂名称，原棉品级、长度等代号，批号、重量等标志。品级、长度代号又称唛头，唛头的第一位数字表示原棉的品级。原棉分为七个(1~7)品级，数目越小，品级越好，第二、三位数字表示原棉的纤维长度。在三个数字上方加刷锯齿线的表示锯齿棉，没有锯齿线的表示皮辊棉。此外在三个数字的两边刷有括号的则表示是黄棉。例如(427)表示手扯长度为27毫米的四级锯齿黄花。231表示手扯长度为31毫米的2级皮辊棉。

二、原棉工艺性能

棉纤维长度、细度、强力、成熟度以及天然转曲等性质，对成纱品质和纺纱工艺过程关系密切，故应对其有一定了解。

(一)棉纤维的成熟度 棉纤维的成熟度是指纤维素在细胞壁中的充满程度。棉纤维截面本是圆形，棉铃裂开后则随着水分蒸发纤维胞壁干涸，纤维截面由圆形变为腰圆形。

原棉成熟度是决定原棉性质(细度、强力、天然转曲、光泽、弹性等)的重要因素，它不但与原棉品种和气候土壤等自然条件有关，而且还受收获花期的影响，一般早、中期棉花的成熟度较好，而晚期棉花由于气温低则成熟度较差。

同一批原棉中的所有纤维也不是成熟度完全一样的，一般所讲该批原棉成熟度是该批原棉的平均成熟度。由于随着棉纤维成熟程度的不同，其中腔宽度与胞壁厚度的比值就不同，故目前工厂中广泛采用中腔胞壁对比法来检验原棉的成熟度，腔壁比值可转换为成熟度系数，棉花检验标准将全部棉纤维的成熟度分成18组，并分别用成熟度系数表示。完全未成熟的纤维，成熟度系数定为0.00，最成熟的棉纤维、成熟度系数定为5.00，成熟度系数愈大则表示成熟度愈大，正常成熟的陆地棉，成熟度系数一般在1.5~2.0，海岛棉比陆地棉的成熟度系数稍高些，通常在2.0左右。

(二)棉纤维的长度 纤维的长度和细度是设计纺纱机以及纺纱工艺的主要依据，而且对成纱品质有直接影响。由于纱线被拉伸而断裂时并非全部纤维都发生断裂，而是一部分纤维被拉断，而另一部分纤维彼此间相互滑脱，当纤维较长时，纤维之间的接触长度增大，纤维之间抱合较好，不易滑脱，有利于成纱强力的提高，同样当纤维较细时，由于同样粗细的纱线截面中，纤维根数较多，增加了纤维之间的接触面而使纤维之间抱合较好，也有利于成纱强力的提高。所以一般概念是细长原棉可以纺好纱，棉纺厂中总是把细长原棉用来纺制要求较高的细号纱或特殊用途的纱。由此可见在纺纱过程中，特别是开清和梳理过程中保护纤维长度不被折断是极其有意义的。

棉纤维的长度和细度随原棉品种、生长条件的不同而有差异，并且同一批原棉甚至同一棉籽上的棉纤维其长度全并非完全一致而是形成一定分布，所以棉纤维长度的指标一般是

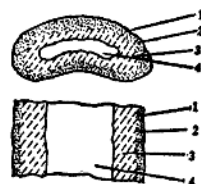


图 2—1 棉纤维的构造
1—腊质层 2—初生胞壁
3—次生壁胞 4—中腔

用主体长度、品质长度等来表示，而纤维长度的整齐度的指标是用短绒率，基数以及均匀度等来表示。

1. 主体长度：将所试棉样按长度相差 2 毫米的组距分组、称重，其中重量最大的一组纤维的长度称为主体长度，原棉的主体长度与快速检验的手扯长度相接近。

2. 品质长度(又称右半部平均长度)：长度大于主体长度的各组纤维的加权平均长度称为品质长度，是确定牵伸装置罗拉中心距的主要依据。

3. 短绒率或短纤维率：短于短纤维界线的纤维所占的重量百分率称为短绒率或短纤维率，原棉主体长度在 30 毫米以下时短纤维界线为 16.5 毫米，30 毫米以上时，短纤维界线为 20.5 毫米，短绒率高对成纱强力和均匀度都有不利影响。

4. 基数：以主体长度为中心，5 毫米范围之内纤维所占的重量百分率。其值愈大，表示原棉的长度整齐度愈好。

5. 均匀度：原棉主体长度与基数的乘积称为均匀度，利用此指标可将不同长度原棉的整齐度相互比较。

目前棉纺厂广泛采用罗拉法分组称重计算上述各个指标，并用手扯法快速测定原棉的手扯长度。

(三) 棉纤维的细度 纤维很细，而天然纤维的截面并非正圆，且粗细不匀，所以直接测量其断面直径是困难的，故一般都是用纤维长度与重量间的关系来间接表示其细度。棉纤维是用其公制支数来表示的。所谓棉纤维的公制支数就是单位重量纤维所具有的长度，即

$$N = \frac{L}{g}$$

式中 N——棉纤维的公制支数

L——棉纤维的长度(毫米，米)

g——棉纤维的重量(毫克，克)

可见纤维愈细，其支数愈高。如前所述，纤维细度是影响其可纺性的一个重要特性，一般纤维愈细，可纺性愈好，成纱强力愈高。但要注意，对原棉说来，只有当原棉成熟度正常的情况下才是如此，因为随着棉纤维成熟度的提高，纤维支数降低。当原棉成熟度很差时，虽然纤维较细，对成纱强力有有利的一面，但由于未成熟纤维的强力较低，在另一方面影响了成纱强力，成纱强力仍是较低。

目前棉纺厂检验原棉细度有中段称重法及气流仪法两种。前者是切取一束纤维的中段(一般切取 1 厘米长)称其重量并数其根数，直接计算，其平均支数，后者是在一定容积的管道里，放入一定重量的纤维，测量纤维对空气流动的阻力，以间接表达其支数。

(四) 棉纤维的强力 影响棉纤维的强力的主要因素是品种和成熟度。棉纤维强力的指标是用单纤维的断裂强力(克)和断裂长度(千米)来表示的。前者由于没有考虑纤维粗细对强力的影响，故还不足以代表纤维强度的优劣。后者为棉纤维强力与其公制支数的乘积，故可用来比较不同细度的棉纤维的强力。一般陆地棉(细绒棉)的纤维强力为 3~5 克左右，断裂长度为 21~25 千米，而海岛棉(长绒棉)的纤维强力为 4 克左右，断裂长度为 32 千米左右。

目前棉纺厂检验棉纤维强力有两种方法，一是在单纤维强力机上直接检验单纤维强力。另一是在束纤维强力机上检验排列整齐的一束纤维(重约 3 毫克)的强力，然后根据束纤维的断裂强力及其根数换算成单纤维强力(需加修正)由于同一批原棉中单根纤维的强力也相差极

大，前一方法试验次数必须很多，费工费时，故较多用后一方法。

三、原棉的品级、含水与含杂

(一)原棉的品级 原棉品级是我国检验原棉质量好坏的一个综合性指标，原棉品级在很大程度上决定了原棉的纺纱价值。我国国家标准规定，根据棉花的成熟程度，色泽特征和轧棉质量，将细绒棉分为七个级即一至七级。七级以下为级外棉。由于随着棉纤维成熟程度的不同，纤维细度强力色泽等许多性质都有差异，可以说原棉成熟度是决定原棉性质的重要因素，是最本质的东西，因此在原棉品级的三个条件中都是把成熟程度作为主要条件来考虑。

(二)原棉的含水 由于棉纤维的主要成分纤维素含有羟基，因此棉纤维具有良好的吸湿性能，这也是棉织物具有良好服用性能的一个条件，原棉含水的多少除决定于周围大气的温湿度之外，还与原棉的成熟度有关，成熟度正常的纤维一般含水率为8~10%，成熟度较差的低级原棉则往往高达12~13%，原棉含水过高，开清棉过程中不易开松，杂质也不易清除，并粗工序中易绕罗拉或粘皮圈皮辊。因此，常将含水率过高的原棉先经预处理后再与其他原棉混用，我国原棉含水率一般为7~10%。

原棉的含水用含水率表示：

$$\text{原棉含水率}(\%) = \frac{\text{原棉湿重} - \text{原棉干重}}{\text{原棉湿重}} \times 100\%$$

棉纺厂半制品及成品的含水一般则用回潮率表示

$$\text{样品的回潮率}(\%) = \frac{\text{样品的湿重} - \text{样品的干重}}{\text{样品的干重}} \times 100\%$$

原样含水检验通常是采用烘箱或红外线辐射烘干纤维，根据烘干前后的重量计算含水率。或者是采用电阻测湿仪根据原棉电阻值随原棉含水而变化的规律间接求出含水率。

(三)原棉的含杂 原棉中杂质、疵点的内容和数量直接影响纺纱工艺、成纱品质和用棉，因此必须对其加以认识。

原棉中夹杂的非纤维性物质以及不孕籽、籽棉、棉籽、破籽等统称为原棉的杂质，原棉中存在的有害的纤维性物质如索丝、棉结、软籽表皮和带纤维籽屑等称为原棉的疵点。

各种杂质和疵点的外形及特点如下：

1.不孕籽 是没有受精发育的棉籽，其外表有1~2毫米长的一层短纤维，中心有一粒芝麻大小的未发育的黑色小棉籽。大部分不孕籽在纺纱过程中能被排除掉但也容易被打碎成碎不孕籽，进而继续分裂成碎籽屑而变得不易清除。

2.僵片 纤维在发育中遭受自然灾害使棉籽夭折，结果在一粒不成熟的棉籽外面有许多未成熟的薄壁纤维，经轧棉和打包后紧压成扁平块状，表面光亮，也称光片。僵片在纺纱过程中较难清除，且因其成熟度差，强力低，加工过程中易搓成棉结。

3.软籽表皮 是棉籽外面的一层表皮与棉纤维连在一起，当籽棉成熟度差，含水高时，棉籽表皮与棉籽附着差，在轧棉过程中就会连同纤维一起从棉籽壳上拉下，形成带纤维的软籽表皮。其特点是体积小，重量轻、易于碎裂，纺纱过程中不易清除。

4.带纤维与不带纤维的破籽与籽屑，轧棉过程中将棉籽或籽棉轧破而成不带纤维和带纤维的破籽，面积在2平方毫米以下的细小破籽称为籽屑。破籽在纺纱过程中较易去除，而籽

屑十分细小，特别是带有纤维时，与其他纤维的附着力更大而难以去除。

5. 索丝与棉结 轧棉过程中由于籽棉过湿或轧棉机机械状态不良，纤维之间摩擦过多使纤维相互扭结而成。索丝又称棉辫俗称萝卜丝，棉结俗称白星，它们在纺纱过程中也很难排除，这类斑点在锯齿棉中较多，而皮辊棉中较少。

6. 黄根 是棉籽表皮上的短绒，呈黄褐色其长度在3~6毫米，纺纱过程中也很难去除。这类斑点在皮辊棉中较多。

7. 尘屑杂质 包括碎叶、铃片、泥沙等，由于它们的形状和比重都与纤维有较大的不同，在加工过程中易于清除。

此外在轧棉过程中还会在皮辊内夹入棉籽或籽棉。

总之，凡体积大、重量重，不带纤维的杂质和斑点在纺纱过程中都比较易于清除，对成纱品质影响不大，反之细小、质轻、易于碎裂、带有纤维的杂质和斑点，在纺纱过程中不易清除，对成纱质量影响严重。

原棉含杂的多少以重量百分率来表示，即

$$\text{原棉含杂率}(\%) = \frac{\text{棉样中杂质重量}}{\text{棉样重量}} \times 100\%$$

原棉含杂率的国家标准为：皮辊棉为3%，锯齿棉为2.5%。

四、化学短纤维的特点

(一) 细度和长度 各种化学纤维都可根据需要制成各种不同的细度，并且既可制成长丝，又可根据要求切断成不同长度的短纤维，化学短纤维的长度和细度分为棉型、毛型和中长型三种。棉型化学纤维的长度为33~38毫米，细度为1.2~1.5旦。（旦是化学纤维习惯使用的一种细度指标，即9000米长的纤维所具有的重量克数，例如长9000米的化学纤维重量为1克，则此化学纤维的细度为一旦）与棉纤维的长度、细度相接近，毛型化学纤维的长度为76~102毫米，细度为3~5旦，与羊毛纤维的长度、细度相接近，中长型化学纤维的长度细度为51~76毫米，2~3旦。利用棉纺设备也可加工中长化学纤维，但需对机器加以必要的改造。

由于化学纤维系人工制造，故其长度与细度不但可以人为决定，而且同一批原料中比较均匀一致，不含短绒、只有少量超长纤维或倍长纤维，同时也不含杂质只有少量的束丝和胶块。

(二) 物理机械性质 合成纤维一般都具有强度高、伸长大、弹性好，耐磨等特点，只是程度上有所不同，例如锦纶耐磨性能最好，而腈纶弹性较差，涤纶弹性最好，而维纶弹性较差，合成纤维一般吸湿性能都很差，例如涤纶回潮率只有0.4%，维纶是合成纤维中吸湿性最好的一种，其回潮率也只有4.5~5%。人造纤维除富强纤维强力与棉纤维相似外一般强力都较棉纤维为低，而伸长率则较棉为大。各种主要纤维的典型拉伸曲线如图2—2所示。粘胶纤维的吸湿性特别好，回潮率可达13%左右，用粘胶纤维与吸湿性差的合成纤维如涤纶等混纺，可以取长补短改善织物服用性能，并可降低成本。

化学纤维表面光滑，没有棉纤维所具有的天然转曲，因此化学纤维之间的抱合力很差，这往往给纺织过程造成困难，因此在化学纤维制造的后加工过程中给纤维加上一定的卷曲，以改善其纺纱性能。此外化学纤维由于表面光滑，与金属机件之间的摩擦系数较大，也给人

产带来一定麻烦(例如拔棉卷辊困难等)。

在纺纱过程中,纤维与机件之间因摩擦而带有不同的电荷,互相吸引,而使纤维易于粘附于机件表面,同时纤维之间由于带有相同的电荷相互排斥而使纤维集合体膨松,合成纤维由于回潮率低,导电能力差,静电不易导去,所以在加工过程中静电现象严重,影响正常生产和产品质量,而且车间内飞花增多。因此无论是合成纤维纯纺或与棉混纺都必须考虑消除静电的问题。为此化纤厂对合成纤维加上一定的含有抗静电剂的纺纱油剂以降低纤维的摩擦系数和质量比电阻,使纤维柔软平滑,同时在纺纱过程中,控制车间温湿度,以及在某些机件(如皮辊)表面涂抗静电剂等,以增加导电能力或减少静电的发生。

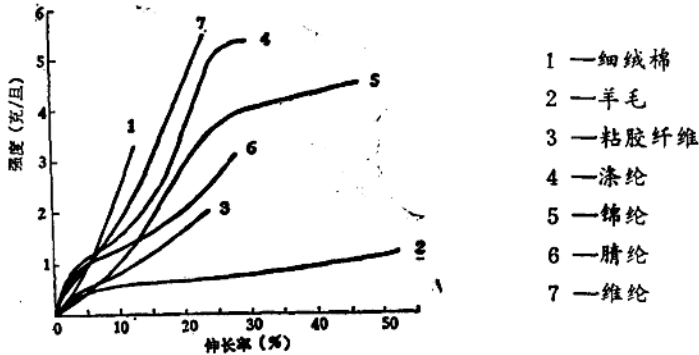


图 2—2 各种主要纤维的典型拉伸曲线。

第二节 原料配合的意义及原则

纺纱厂一般不采用单一唛头纺纱而把几种唛头搭配使用,也就是说通常使用由不同成分的纤维混合成的混合原料,而不单独分别使用各混合成分。因此纺纱时根据细纱品质上的要求,在合理经济的原则下,选择与之相适应的原料组成混合原料,所谓配合即正确地拟定混合原料的配方,指明各混合成分在混合原料中所占的比例,通常以表格形式出现,即所谓配合方案。配合的目的为:

1. 合理使用原料,保证成纱质量 由于纱线号数和用途不同,对纱线的质量和特性要求也不同,因而对使用原料的质量要求也不一样,事实上也很难有一种原料其各项特性都符合要求,利用混合原料纺纱,虽然各混合成分的各项特性并不一定能满足成纱要求,但只要混合后的特性能符合要求即可,所以利用混合原料纺纱,可充分利用各成分原料的特性,取长补短以满足成纱质量的要求。

2. 保持生产和成纱质量的相对稳定 保持原料品质的相对稳定是使生产过程和产品质量相对稳定的必要条件,若采用单一唛头纺纱,则一批原料在很短时间内即会用完,必须调换另一批原料接替使用,原料调动频繁,一方面使机械设备,工艺参数不能适应原料的性能,而经常变化设备及工艺参数也会使生产发生波动,原料配合可达到混合原料的品质稳定,生产和成纱质量保持稳定。

3. 节约原料,降低成本 当各混合成分分别应用时,次等原料如低级棉等的应用价值不大,无法纺制较高品种的纱线,但采用混合原料时,其中适当搭配些次等原料,就可取长补短