

纺织机械系列教材

周炳荣 主编

# 纺纱机械



FANG  
SHA  
JIXIE

中国纺织出版社

纺织机械系列教材

纺纱  
机械

织造  
机械

化纤  
机械

染整  
机械

责任编辑：马 莲  
特约编辑：周大勇  
封面设计：李 强



ISBN 7-5064-1428-7



9 787506 414289 >

定价：30.00 元

上海发展汽车工业教育基金会资助

纺织机械系列教材

# 纺 纱 机 械

周炳荣 主编



中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本书是纺织机械系列教材中的一册。

本书有纤维原料及纱、开清棉机械、梳棉机、精梳机、并条机、粗纱机、细纱机、转杯纺纱机、毛麻纺纱机械等九章,着重介绍棉纺纱技术、各主要机械组成、机构作用原理及有关的工艺计算等。

本书可作为有关大专院校机械类专业的教材;也可供纺织工程技术人员和科研人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

纺纱机械/周炳荣主编. —北京:中国纺织出版社,1999.10  
(2001.2重印)

纺织机械系列教材

ISBN 7-5064-1428-7/TS·1204

I. 纺… II. 周… III. 纺纱机械-教材 IV. TS103.2

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第43669号

---

责任编辑:马 澍 责任校对:楼旭红  
特约编辑:周大隽 责任印制:刘 强  
责任设计:任星淼

---

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号

邮政编码:100027 电话:010-64168226

<http://www.c-textilep.com/>

E-mail:faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

1999年10月第一版第一次印刷 2001年2月第一版第二次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.5

字数:295千字 印数:1501—3000 定价:30.00元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

## 前 言

---

纺织机械系列教材包括《纺纱机械》、《织造机械》、《化纤机械》和《染整机械》等。是有关大专院校机械类专业和相关专业的教材。为了拓宽专业面,适应改革开放的形势,经过十多年的专业改造和教学实践,逐步形成了本系列教材。这套教材主要特色是将纺织工艺和机械设备相结合,传统工艺设备与新型工艺设备相结合。在内容上,既有工艺基本知识,又着重介绍机构的工作原理和设备结构;在选材上既考虑到目前国内大量使用的设备现状,又介绍了新型纺织机械装备及其发展趋势。

纺纱机械是将纤维原料加工成纱线的机器,其机械结构和组成与纤维纺纱技术相关。然而各种纤维的纺纱过程具有类同的工序,如原料初加工——开松、混和——梳理——并条——粗纱——细纱;故同工序的机器也就具有共同或相似的原理。

棉纺机械历来在经济上占有重要地位;有量大面广,机器结构典型,生产技术先进等特点。

为了有利于学生的系统学习,同时考虑到本书的篇幅有限,书中内容以棉纺机械为主。除去那些较深的设计计算,本书取材是从纺纱技术要求方面来叙述机器的作用和组成,包括主要机构和关键零件的构造等。在编写上注意介绍国内外有关的先进技术和经验,叙述力求浅近扼要。如学习过程中能配合若干次现场教学,效果会更好。

本书共有九章,编写分工如下:周炳荣编第一至第三章、第七至第九章,毛立民编第五、六章,曹丽纳编第四章,全书由周炳荣主编,书稿曾请中国纺织大学陈人哲教授审阅。

由于编写人员水平有限,本书难免有错误、缺点或不妥之处,恳望广大读者不吝指正幸。

本书的出版,得到上海发展汽车工业教育基金会的大力资助。

编 者

1999 年

# 目 录

<b>第一章</b>	<b>纤维原料及纱</b> ..... (1)
	第一节 纤维原料..... (1)
	第二节 纱..... (5)
	第三节 短纤纱的纺制..... (13)
<b>第二章</b>	<b>开清棉机械</b> ..... (18)
	第一节 概述..... (18)
	第二节 抓棉机..... (20)
	第三节 混棉机..... (23)
	第四节 开棉机..... (28)
	第五节 清棉机..... (34)
	第六节 凝棉器、配棉器和除金属杂质装置..... (46)
<b>第三章</b>	<b>梳棉机</b> ..... (49)
	第一节 概述..... (49)
	第二节 喂棉箱..... (51)
	第三节 给棉和刺辊部分..... (53)
	第四节 锡林、盖板和道夫部分..... (61)
	第五节 剥棉和圈条部分..... (67)
	第六节 梳棉机传动及工艺计算..... (71)
	第七节 自调匀整装置简介..... (73)
<b>第四章</b>	<b>精梳机</b> ..... (76)
	第一节 概述..... (76)
	第二节 精梳前准备机械..... (81)
	第三节 给棉钳持部分..... (84)
	第四节 梳理部分..... (92)
	第五节 分离接合部分..... (95)
	第六节 其它部分..... (99)
<b>第五章</b>	<b>并条机</b> ..... (104)
	第一节 概述..... (104)
	第二节 并合作用..... (105)
	第三节 罗拉牵伸基本原理..... (105)
	第四节 并条机的牵伸机构..... (110)
	第五节 并条机的传动和工艺计算..... (117)
<b>第六章</b>	<b>粗纱机</b> ..... (120)

	第一节	概述	(120)
	第二节	喂入机构和牵伸机构	(121)
	第三节	加捻机构	(124)
	第四节	卷绕机构	(128)
	第五节	粗纱机的传动和工艺计算	(138)
<b>第七章</b>		<b>细纱机</b>	(142)
	第一节	概述	(142)
	第二节	喂入装置和牵伸机构	(143)
	第三节	加捻卷绕机构	(151)
	第四节	成形机构	(162)
	第五节	细纱机的传动与工艺计算	(166)
<b>第八章</b>		<b>转杯纺纱机</b>	(169)
	第一节	概述	(169)
	第二节	分梳辊开松、除杂和纤维输送	(175)
	第三节	转杯凝聚及加捻	(180)
<b>第九章</b>		<b>毛麻纺机械</b>	(189)
	第一节	梳毛机	(189)
	第二节	直型精梳机	(200)
	第三节	梳针箱和针辊	(202)
	第四节	细纱机	(205)
		<b>主要参考文献</b>	(210)

# 第一章

## 纤维原料及纱

### 第一节 纤维原料

#### 一、纺织纤维的种类及必备性能

纺织纤维是制造纺织品的原料,具有柔软和细长的特点,参见表 1-1。纺织纤维种类很多,按其生成来源可分成两大类:①天然纤维:自然界生成,常用的有棉、毛、丝、麻等;②化学纤维:由化工方法制成;进一步可分为再生纤维如粘胶、醋酸纤维等,以及合成纤维如涤纶、腈纶、锦纶、维纶、丙纶、氯纶、芳纶等。作为纺织原料来说,纤维应制取容易、供应稳定、成本低廉,同时它还应具有一些基本性能,才能制成美观、耐用、舒适、易保存的纺织品。例如在物理和机械性能方面应具有:长度、细度、截面形状、密度、卷曲,以及强度、伸长、弹性、刚性(或柔软性)。在其它性能方面要求有色泽、耐磨、吸湿、热稳定、抗化学或细菌侵蚀能力等。

表 1-1 纺织纤维的细长比

纤维种类	代表直径( $\mu\text{m}$ )	代表长度(mm)	长度/直径
棉	17	27	1588
羊毛	25	75	3000
苧麻	50	150	3000
亚麻(单纤维)	20	25	1250
丝	11	几十米或几百米	

这里主要叙述与纺纱工艺和成纱质量有关的纤维性能。

1. 纤维长度 纤维长度是指纤维在伸直状态时的两端距离。除了蚕丝外,天然纤维的长度都较短,参见表 1-1。化纤有长丝和短丝两类,后者有棉型、毛型和中长型三种。这类短丝和棉、毛、麻纤维合称为短纤维,由它们制成的纱称为短纤纱。短纤纱的结构因纺纱方法而异,拿环锭纱来说,它是由许多平行伸直的纤维在捻回作用下相互抱紧而组成的(参见图 1-3),一般,长纤维有利于纱强的提高,因为在纱内纤维抱合接触长度较长,纤维不易相对滑移脱开。所以,长度小于 15 mm 的纤维很少用于纺纱。

细长纤维适于制高档纱和织物,因为纤维长了,纱表面的毛茸相对地减少,外观光洁。并且在达到同等纱强要求时,纺纱所需的捻回数可适当减少,因而纱的质地柔软,织物的悬垂性和可弯曲性都较好。粗短的纤维适于制作表面多茸和保暖性好的纱和织物。

天然纤维的长度随其品种和生长环境不同而有差异,例如细绒棉纤维长度为 23~33 mm,而长绒棉为 33~45 mm;新疆羊毛为 65~75 mm,西宁羊毛为 193 mm。化纤短丝由于丝



束在切断时张力不匀,约有 10% 的长度差异。纤维长度的整齐度差,不利于罗拉牵伸装置有效地控制纤维运动,成纱条干不匀,强力差。

纤维长度的测量方法和仪器很多,如①单纤维长度测量法。对于较长纤维如羊毛等,可以抽取一些单根的纤维试样,逐一量取其伸直状态下的长度并算得其统计平均值。这一方法虽费时较多,但结果准确。除了手工测量外,目前已有专用仪器供使用。②手扯法。用于检验原棉的纤维长度。取试样约 10 g,用左右手指各夹其一端对它进行扯分,然后平齐叠合,剔去参差和游离的纤维,如此重复数次,最后测量纤维密集区两端边界线之间的距离,即得手扯长度。这个数据是人为地通过经验估计得出的,约有 10% 的误差。③分组称重法。将试样梳理成一端整齐和平直的纤维束,接着送入单罗拉钳口;每当罗拉回转输出 2 mm 长度时,就有一组长度的纤维脱离该钳口(长度短的纤维先脱离出来),用夹子收集后逐次称重并绘出纤维长度—重量百分率曲线图,见图 1-1。图 1-1 中,主体长度  $L_m$  是试样中含量最多的纤维长度(手扯长度与主体长度相接近);品质长度  $L_p$  又称右半部平均长度,是长于主体长度各组纤维长度的平均值;短绒率是指长度短于某界限长度  $L_s$  的纤维重量百分率;平均长度  $\bar{L}$  是按分组重量计算的加权平均长度。

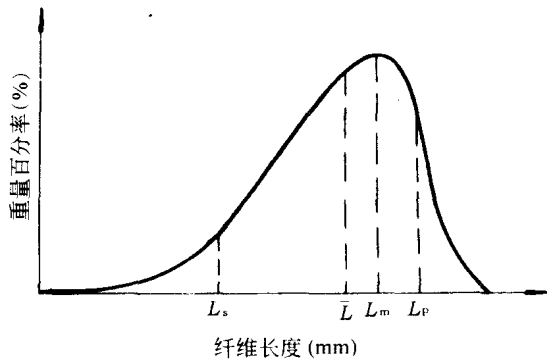


图 1-1 纤维长度—重量百分率图

2. 纤维细度 纤维细度对纱和织物的性能有重要影响。若纱的细度已定,所选用的纤维较细则纱截面内所含的纤维根数就较多,不但纱强增高,而且成纱条干较均匀,织物的光泽也较佳。此外,细纤维吸足染液的时间比粗纤维短,这将有利于染色织物的外观。织物的挺括性、悬垂性和手感在很大程度上受到纤维的弯曲性或柔软性影响,由于粗纤维的弯曲刚度大,故粗纤维织物的硬挺性要比细纤维的好。

纤维细度在我国法定计量单位中采用“线密度”来表示,其单位常采用 dtex(分特)。棉和化纤的纤维细度由切段称重法测得。

3. 纤维强度 短纤维的拉伸性能取决于纤维本身的强力及加捻后纤维之间的相互抱紧程度。如果纤维拉伸强力太差,成纱必定易断而不适合任何用途。作为纺纱用的纤维,其最小拉伸强度约是 6 cN/tex。

单纤维断裂强力是单纤维受拉伸至断裂时能承受的最大载荷,单位是 cN。为了比较不同种类或同一种类而不同粗细的纤维(或纱)强力差别,照理应使用“应力”概念。但要测出纤维或纱的截面积是困难的,况且重要的是多少质量的纤维承受着载荷。因此采用了“比应力”概念,比应力 = 载荷 / (质量 / 单位长度),单位是 cN/tex。纤维强度就是纤维断裂时的比应力大小。

一些常用纤维的强度如下:棉 15~40 cN/tex,毛 12~18 cN/tex,苧麻 50~57 cN/tex,涤纶 42~62 cN/tex,粘胶纤维 18~27 cN/tex。

纤维和纱的强力仪在原理上是相同的,试样被夹在相距一定距离的上下夹钳内,下夹钳以

一定速度作相对移动,试样承受拉力和产生伸长。上夹钳与测力系统相联,以活动指针指示拉力和伸长的读数并被及时记录下来。由于棉的单纤维强力差异较大,故取3 mg重纤维束作试样,再折算出单纤维强度。

纤维的弹性对纱和织物的弹性、悬垂性、折皱恢复能力、手感等都产生影响。例如羊毛和涤纶弹性好,其制品柔软,具有很好的抗折皱能力;而棉和麻弹性差,制品较硬挺,折皱的恢复能力较差。

4. 纤维形态特征 各种纤维都具有各自的形态——横截面形状和纵向形态,它与天然纤维的生长环境和化学纤维的制造条件有关。纤维形态对纱和织物的光泽、手感、膨松性、透气性产生影响。例如棉、毛纤维的转曲或卷曲有利于成纱时纤维之间相互缠合,并使纱体膨松而外观丰满,使织物具有良好的保暖性和透气性。合成纤维的长丝经过变形加工,可使之形成永久的环圈或皱曲,其制品可做到具有同样的性能。采用异形截面的喷丝孔,可制取异形纤维,以改善合成纤维存在的一些缺陷:金属光泽,蜡般手感,透气性差,易起球等。

## 二、纤维性状简介

### (一)棉

棉株长在农田,棉铃是其果实,内含种籽,籽上长着棉纤维。从棉铃摘取的籽棉经过轧棉机加工去掉棉籽,留下的棉纤维就成为原棉。原棉经打包后,送往纺纱厂加工制成纱。

我国盛产棉,产量约居各国之首。世界各国栽培的棉种主要有两种:①细绒棉。我国有98%的棉田种植,产量高,质量也好。纤维长度23~33 mm,细度1.5~2 dtex,天然转曲50~80转/cm,可纺制10~60 tex的纱;②长绒棉。产量稍低,质量优良,纤维长度33~45 mm,细度1.2~1.4 dtex,天然转曲80~120转/cm,可纺5~12 tex的纱。

原棉根据其成熟程度、色泽特征和轧工优劣评级。细绒棉分为七个级,三级为标准级,七级以下为级外棉;长绒棉分为五个级。每只棉包都刷上唛头,例如标志427的意义是:4表示原棉品级,27表示棉纤维手扯长度(mm),~~~~表示锯齿棉,即由锯齿轧棉机加工而成的;若是皮辊棉,则不使用任何符号。

棉纤维的成熟度与生长的自然环境和收花期有关,它决定了纤维的细度、色泽、强力和弹性。正常成熟的纤维截面大,颜色白,强力高,弹性好,天然转曲多。工厂常采用中腔胞壁对比法来检验纤维成熟度。

原棉的含湿量用含水率表示,而化纤、纱、布的含湿量用回潮率表示。

杂质是指混在原棉内非纤维物质,例如棉籽,铃壳、枝叶等碎屑,砂泥或煤屑,小金属物,包皮碎片等。原棉中的杂质会影响用棉量和纱布质量。国家标准规定了原棉的含杂率:锯齿棉为2.5%,皮辊棉为3%。

棉结是若干根纤维纠缠在一起形成的小结,一般有两种:①纤维结:它纯由纤维形成,其中以不成熟纤维和死纤维形成者占多数。结的生成也与纤维细度和加工方法有关,例如细纤维的弯曲刚度差、易被搓成纤维结。②籽壳结:由纤维和其它杂质如籽、叶、枝的碎屑共同组成。原棉中的棉结,大都在机械摘棉和剧烈轧棉过程中产生的。棉结数量一般在清棉车间会有所增加,而在梳棉车间会有所减少。棉结不仅在纱上产生明显的粗节,而且在布面上形成斑点。

尘屑是指那些能悬浮在空气中的物质微粒。原棉中的尘屑大多由加工造成,其中有50%~80%的纤维碎屑和碎叶皮屑,10%~25%的砂土,10%~25%的水溶性物质。尘屑大多存在

于原棉中或粘附在纤维上。尘屑污染工作环境,危害工人健康,加速机件磨损。

部分苏丹棉纤维上有胶粘物——蜜露(但不是经常有的),它是棉虫的排泄物,属醣类,性粘,能溶于温水。蜜露在干燥状态下呈硬物,但在纺纱生产过程中因温、湿度增高而软化成粘性物,粘附或聚积在机件上导致纤维缠绕,使生产不能正常进行。故这类原棉在使用前需经预处理,例如将醣化酶温水喷洒在初步松解的原棉上,静置 24 h 后使用。

## (二)麻

麻的品种很多,作为纺纱原料的有苧麻、亚麻和黄麻等。麻纤维取自植物茎秆韧皮层内部,它由纤维素构成,靠胶质(果胶和木质素)粘合在一起,故韧皮要经过脱胶过程才离析出纤维。苧麻纤维平均长度约 60 mm,可以单纤维纺纱。亚麻纤维平均长度约 20 mm,须用纤维束(半脱胶后,部分单纤维仍保持粘连而成较长纤维)纺纱。麻纤维强度高,且湿强高于干强,伸长小,较硬挺,吸湿性好。苧麻和亚麻织物适于作夏季服装和装饰用布,也可作工业用织物如帆布和水龙带等。黄麻纤维较粗,适于做包装布、麻袋、绳索等。

## (三)羊毛

纺织用的羊毛是从绵羊身上剪下的,按纤维细度、长度分级。羊毛一般呈圆柱形,从根部到顶梢逐渐变细,具有螺旋状卷曲。好羊毛多数呈白色或奶油色。羊毛比棉轻,强度比棉低,但弹性好,即在小变形之后能恢复到原来形状,故其织物挺括或不易折皱。羊毛的湿强低于干强,耐酸不耐碱,受碱破坏后强力下降而颜色发黄。羊毛是宝贵的纺织原料,能制织四季衣着,所织冬季织物质地厚实,手感柔软,保暖性好;春秋季织物质地丰满,光泽柔和,挺括;夏季织物质地薄细、清爽。

山羊绒是开司米山羊换毛时脱落下来的绒毛,山羊绒极细,其直径为 15~17  $\mu\text{m}$ ,用于生产高档织物,手感柔软,悬垂性好。

## (四)丝

蚕在变成蛹之前吐出细的长丝,并将自己包藏其中形成茧。长丝呈两根并列,外面包覆着丝胶。抽取蚕丝时须把茧浸泡在热水中,使丝胶软化,然后从几只茧上索取长丝集合绕在丝框上,做成丝绞。这种生丝即可用于织造。在制丝过程中留下的短丝和下脚可用于制绢纺纱或绉丝纱,或与棉、毛等其它短纤维混纺。生丝具有密度小、弹性好、强度高、光泽好、染色性好、吸湿性好、绝热性好等多种优点;但不易与其它纤维混纺,抗酸能力与羊毛相似,易受碱破坏。

## (五)粘胶纤维

棉短绒、木浆粕和甘蔗渣是生产粘胶纤维的主要原料,其资源丰富,制造成本低。粘胶纤维的干强度比棉低,其湿强只有干强的 66% 左右,弹性回复能力差,不耐磨,不耐晒,耐碱而不耐酸;但粘纤吸湿性好,易于染色,织物穿着舒适。用它与合成纤维混纺,还可增进织物的服用性能。在原液中放入适量的二氧化钛可生产出无光纤维。

富强纤维(即高湿模量纤维)是一种改进型粘胶纤维,其聚合度高,强度也较高,湿强对于干强之比达到 80%,常用于与涤纶混纺。

## (六)涤纶

涤纶是聚酯纤维的商品名称。它的强度高,弹性好,耐磨、耐日晒、耐酸而不耐碱。作为衣着原料尚存在一些缺点,例如吸湿性和染色性差,易起球等。故涤纶短丝常与棉、毛、麻、粘纤等混纺,从而使其织物既保持了涤纶的坚牢、耐磨、挺括、易收藏等特点,又兼有天然纤维吸湿、

保暖、静电少等特点。全涤织物通常由长丝制成,自变形丝被开发以来,其织物消费大增,主要有针织衬衫、工作服、经编装饰品、窗帘等。工业用长丝则用于制绳索、渔网、帐篷、传动带等。

### (七)锦纶

锦纶是聚酰胺纤维的商品名。主要品种有锦纶6和锦纶66,其物理性能相差不多。锦纶强度高,弹性恢复能力好,耐磨性特好,吸湿性和染色性都比涤纶好,耐碱而不耐酸,长期暴露在日光下其纤维强度会下降。锦纶具有热定型特性,能保持住加热时形成的卷曲变形。长丝可制成弹力丝;短丝可与棉、腈纶混纺,以提高其强度和弹性。除了在衣着和装饰品方面的应用外,还广泛用在工业方面如帘子线、传动带、软管等。

### (八)腈纶

腈纶是聚丙烯腈纤维的商品名。性能近似羊毛,具有中等强度和较大伸长能力,质轻而软。腈纶热弹性好,与常规纤维混纺可制成膨体纱,作为针织品原料,与羊毛或其它纤维混纺可制成毛型或仿毛织物。腈纶适合做地毯、装饰织物和非织造物。

### (九)丙纶

丙纶是聚丙烯纤维的商品名。丙纶的比重轻,不吸湿,对酸、碱有良好抵抗力,强度中等,耐磨和耐弯曲,而且最重要的是在合成纤维中其价格最便宜。丙纶广泛用于做渔网、线绳、包装袋布等,用于衣着原料时可以纯纺或与粘胶混纺。

## 第二节 纱

### 一、纱的分类

纱是纤维或长丝经过第一次加捻制成的细而长的产品,具有拉伸强力和柔软性。股线则是由两根或多根纱并合,经过第二次加捻制成的产品,其细度、强力及均匀程度都较纱有所提高。绳是股线并合经过第三次加捻制成的产品。参见图1-2。

纱的品种很多,分类方法也各有不同,本书按其结构特点来划分。

#### (一)短纤纱

棉、毛等纤维以捻回缠合组成的纱称短纤纱,其结构复杂并因纺纱加捻方法不同而稍有差异。一般说,在纱的中心是由纤维密集组成的纱芯,而在纱的表面有纤维头露出而形成的绒毛区。一根退了捻的短纤纱结构表明,在纱芯各层表面之间,比长丝纱有更多更复杂的牵连。在低质量的短纤纱内还有许多纤维结。由于纤维为随机排列,加上捻度和细度的变化,造成了纱长方向上的粗细节。随着加工方法的不同,短纤纱的质量和均匀度还会有很大的差异,参阅图1-3。短纤纱结构蓬松,外观丰满,具有良好的绝热性和舒适感;这主要是由

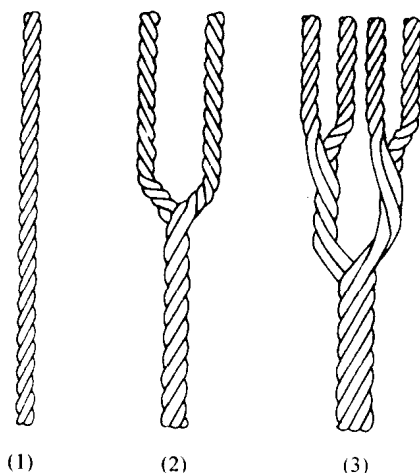


图1-2 纱、股线和绳的构成  
(1)纱 (2)股线 (3)绳

于纱内空隙含有空气的缘故。

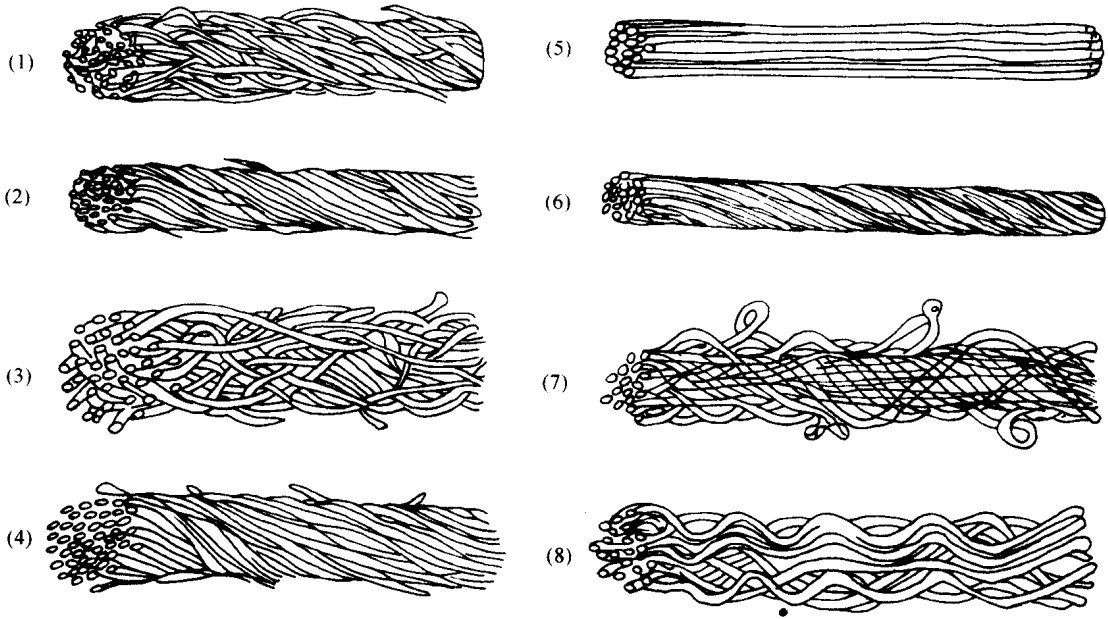


图 1-3 短纤纱和长丝纱

(1)普梳棉纱 (2)精梳棉纱 (3)粗梳毛纱 (4)精梳毛纱  
(5)无捻长丝纱 (6)有捻长丝纱 (7)膨体纱 (8)弹力纱

## (二)长丝纱

蚕丝或化纤单丝多根并合,加上少量捻回就形成长丝纱。光滑长丝纱(未经变形加工)均匀,有光泽,强力好。化纤长丝纱用于衣着原料,其特点是织物光滑,有色泽,易洗快干;但缺乏天然纤维织物所具有的保暖性和舒适性。单纤长丝纱往往较粗,用于做渔网、拎包等。

## (三)膨体纱

膨体纱本身是短纤纱或长丝纱,但比原纱具有较大的表观体积,蓬松而柔软。它包括下列三种:

1. 膨体纱 腈纶纤维具有热塑性,在加热情况下抽伸,则产生较大的伸长,然后冷却固定便形成高收缩纤维。这种纤维和普通纤维混纺制成短纤纱,经过气蒸加工后,其中高收缩纤维产生纵向皱缩而聚集于纱芯,普通纤维则形成卷曲或环圈而鼓起,使纱结构变得蓬松,表观体积增大,此即膨体纱。

2. 变形纱 即经过变形加工的长丝纱。在生产过程中应用一些方法使丝纤维产生永久性的卷曲、环圈和皱曲,因而纤维之间空隙增大,纱体蓬松。因此,变形纱具有短纤纱的重要特性——既保暖又透气。

3. 弹力纱 弹力纱具有高度的伸长(3~5倍)和复原能力。当它充分伸张时,如同普通的长丝纱一样;当它充分松弛时,则如同膨体纱一样。绝大多数弹力纱是由热塑性长丝(锦纶)制成,长丝经过假捻和热定型后产生永久性卷曲,但各根之间没有纠缠。用它制成的针织内衣具

有紧贴感。

#### (四) 花式纱(线)

花式纱具有供装饰用的花式外观,其品种很多,生产方法也有多种。花式纱的结构由芯纱、饰纱、固纱组成。芯纱承受强力,是主干纱;饰纱以捻回包缠在芯纱上形成花式效果;固纱以相反的捻向再包缠在饰纱外周,以固定花纹,但也有不用固纱的情况。以下介绍几种常见花式纱(线)的名称及组成特点:

1. 结子线 参见图 1-4(1),饰纱在同一处作多次捻回缠绕。
2. 螺旋线 参见图 1-4(2),由细度、捻度以及类型不同的两根纱并合和加捻制成。
3. 粗节线 参见图 1-4(3),软厚的纤维丛附着在芯纱上,外以固纱包缠。
4. 圈圈线 参见图 1-4(4),饰线形成封闭的圈形,外以固纱包缠。
5. 结圈线 参见图 1-4(5),饰纱以螺旋线方式绕在芯纱上,但间隔地抛出圈形。
6. 雪尼尔线 参见图 1-4(6),在芯纱中间夹着横向饰纱。饰纱头端松开有毛绒。
7. 菱形金属线 参见图 1-4(7)。在金属芯线(由铝箔或喷涂金属的材料外套着透明的保护膜制成)的外周缠绕另一种颜色,细的饰线和固线,具有菱形花纹效果。

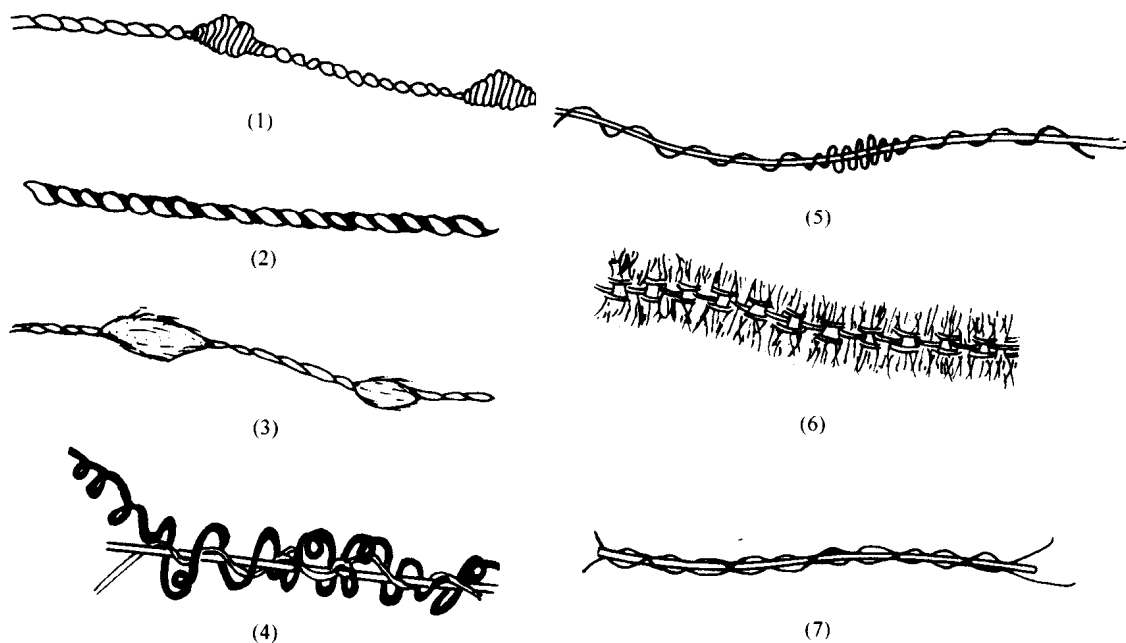


图 1-4 花式线例

(1)结子线 (2)螺旋线 (3)粗节线 (4)圈圈线 (5)结圈线 (6)雪尼尔线 (7)菱形金属线

#### (五) 复合纱(线)

复合纱(线)外观均匀,由不同组分的纱组成。有下列两种:

1. 包芯纱 它的中心纱被纤维或另一种纱所覆盖。例如松紧线,其中心为一橡皮筋,其外周以纱包缠。又如涤-棉包芯纱,它用高质量棉包裹在涤纶长丝外面,棉外壳使纱可缝纫,而涤纶芯使纱具有强力。
2. 包缠纱 在无捻纤维束(短纤或长丝)的外周以长丝包缠。

## 二、纱的线密度(细度)

纺织纱线及其纤维都是松软的,非均一的,没有一个明确的截面形状及尺寸,所以采用线密度来表示它们的粗细(或称细度)。线密度的定义是线状材料单位长度具有的质量,单位为 tex(特), $1 \text{ tex} = 1 \text{ g/km}$ 。

但由于纱线或纤维的吸湿性,其质量与从环境中吸取的水分多少有关。为了解决检验、贸易上需要,就推出公定回潮率作为统一标准;纱或纤维在公定回潮率时的质量视为标准质量,是线密度计算的依据。

### (一)回潮率

设纱或纤维试样的湿重为  $G$ ,干重为  $G_0$ ,回潮率  $W$  定义式如下:

$$W = \frac{G - G_0}{G_0} \times 100\% \quad (1-1)$$

它表示试样的含水程度。我国制订的纺织材料公定回潮率见表 1-2。

表 1-2 纺织材料的公定回潮率

纤维或纱线	棉纱线	羊毛	亚麻苧麻	蚕丝	粘纤	富纤	维纶	锦纶	涤纶	腈纶
公定回潮率%	8.5	15	12	11	13	13	5	4.5	0.4	2

### (二)线密度表示法

国际标准化组织已通过用特[克斯]单位来表示各类纱线、条子、纤维的细度。我国及大多数国家已推广应用。

特[克斯]单位为 1 km 长纱线具有的质量克数,即是该纱线的线密度,以  $T_t$  表示,单位符号为 tex。例如 30 tex 纱,其每千米长度上质量为 30 g,以  $T_t = 30 \text{ tex}$  表示。因此,  $l$  米长的纱,质量  $m$  克,其线密度  $T_t$  为

$$T_t(\text{tex}) = \frac{m}{l} \times 1000 \quad (1-2)$$

因为条子粗,常取单位 ktex, $1 \text{ ktex} = 1000 \text{ tex}$ ;对于纤维,常取单位 dtex, $1 \text{ dtex} = 0.1 \text{ tex}$ 。

丝、化纤长丝的细度曾用旦尼尔(D)为单位,简称旦,其定义是 9 km 长的丝具有的质量克数,取  $N_d$  表示。

$T_t$  或  $N_d$  值大,表明纱粗;反之,表明纱细,所以以上的表示法称为线密度的直接表示法。

线密度的间接表示法,则用单位质量纱线所具有的标准长度的倍数来表示。

米制(公制)支数  $N_m$  是 1 kg 纱线具有 1 km 长度的倍数,或者说,1 g 纱线具有 1 m 长度的倍数,例如 30 公支纱,每克有 30 m 长。

英制支数  $N_e$  对于棉纱是在公定回潮率下 1 磅纱线具有 840 码长度的倍数<sup>①</sup>,例如 20 英支棉纱是 1 磅有  $20 \times 840 = 16800$  码长。对于精梳毛纺纱是 1 磅纱线具有 560 码长度的倍数。

由此看来,支数值愈大,纱线愈细,纱线的支数反比于其线密度。

### (三)纱线密度的检验

以棉纱为例,其线密度或细度的检验项目有二:

① 英制规定棉纱公定回潮率为 9.89%。

1. 细度偏差 由于纱中纤维的随机排列及纺纱机器的工作缺陷等因素,使纱的实际细度(即实际特数)与设计要求的细度(即设计特数)并不一致,其差异用重量偏差表示为:

$$\text{重量偏差} = \frac{\text{实际线密度} - \text{设计线密度}}{\text{设计线密度}} = \frac{\text{实际干重} - \text{设计干重}}{\text{设计干重}} \times 100\% \quad (1-3)$$

测定时,取纱试样若干缕(每缕长度为 100m),分别称取干重(g)并算得平均值,此即式中的实际干重值。纱的重量偏差必须在国家标准规定的范围之内,生产上可从调整机器的牵伸倍数来做到这一点。如果超标,则纱线应降等处理。

$$\text{纱线的实际线密度} = \text{实际干重} \times 10 \times (1 + \text{公定回潮率}) \quad (1-4)$$

2. 细度均匀性 纱线的线密度只是表明了细度的平均值。事实上,纱线沿其纵向是粗细不匀的,严重时不但影响其外观,还影响到质量(例如强力)。纱线细度不匀分为长片段不匀及短片段不匀,但都应控制在国家标准的规定范围之内。

(1) 百米重量变异系数 CV 值。目前细纱长片段不匀已采用百米重量变异系数表示之。在上述测定试验中已获各缕纱重  $x_i$  及其算术平均值  $\bar{x}$ , 就可用下式计算出这批纱的线密度变异系数 CV 值:

$$CV(\%) = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \times \frac{1}{\bar{x}} \times 100 \quad (1-5)$$

式中  $n$  是缕纱件数。

(2) 条干不匀度。细纱短片段不匀有黑板检验法和电子条干均匀度仪法两种。前者是将纱按一定的间距均匀地绕在黑板上,检验者将它与标准样照进行目测对比,根据纱显现的阴影面积大小和深浅、粗节和结杂多少来确定纱的级别。这一结果与检验者技能有关而有人为误差在内。现代已推广应用电子条干均匀度仪了,其测量部分是一对金属板组成的电容,当纱条以一定速度通过其间时,纱细度的变化就会导致电容量的变化,结果驱动记录笔在纸上画出细度不匀曲线和波谱图,并给出电子条干 CV 值及粗节、细节、棉结数。

### 三、纱的捻度

#### (一) 捻回

当须条(由伸直平行的短纤维组成)的一端固定,而另一端作相对旋转,则纤维对于纱轴倾斜而形成螺旋线排列,此即捻回。捻回使纤维相互抱合在一起构成有强力的纱。如图 1-5 所示,设纱为圆柱体,当截面 B 对于截面 A 旋转一周( $\theta = 360^\circ$ 时),即为一个捻回。角  $\beta$  称为捻回角,它是螺旋线与柱面上母线的夹角;其大小与这段纱的捻回多少相关。在图 1-6 中, $d$  为倾斜纤维上微段长度,其两端张力为  $P$ ,则产生合力指向纱轴线,且与纱内层纤维的反力  $dN$  相平衡。

$$dN = 2P \sin(d\varphi/2) \cong Pd\varphi \quad (1-6)$$

式中  $d\varphi$  为  $d$  微段对纱条圆柱面的包围角。

设  $\rho$  为螺旋线的曲率半径, $r$  为纱条半径, $\beta$  为捻回角,由欧拉曲率公式得  $\rho = r/\sin^2\beta$ , 又  $d\varphi = dl/\rho$ , 最后得到向心压力  $p$  如下:

$$p = dN/dl = Pd\varphi/dl = P \sin^2\beta/r \quad (1-7)$$

式(1-7)结果表明,加捻时纺纱张力大( $P$  也大)及捻回多(即  $\beta$  大),则成纱结构较紧实而强力高;另一方面也表明,对于较粗的纱(即  $r$  大)所施加的纺纱张力和捻回数均应较大。



纱上捻回的多少以捻度  $T_w$  表示, 定义  $T_w$  为单位长度纱具有的捻回数, 单位为捻/m 或捻/dm。

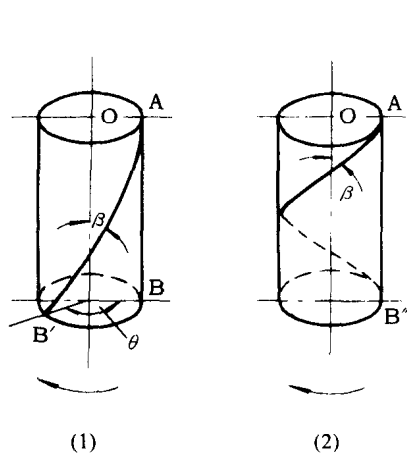


图 1-5 加捻时纱条表面纤维的变位

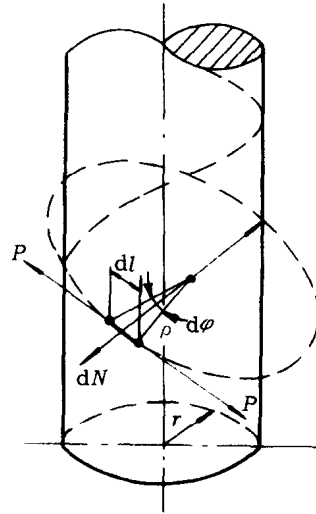


图 1-6 加捻后表面纤维对纱芯产生压力

(二) 捻系数

既然捻回使纱上纤维产生倾斜, 那么就能用捻回角  $\beta$  的大小来表达纱的加捻程度, 且与纱的粗细无关。例如, 有资料曾以  $\beta < 15^\circ$  为低捻纱,  $\beta = 15^\circ \sim 29^\circ$  为中捻纱,  $\beta > 30^\circ$  为强捻纱, 参见图 1-7。可是捻回角在测量和运算上甚为不便, 故在实际生产中取用另一参数——捻系数  $\alpha$  来表达纱的加捻程度。

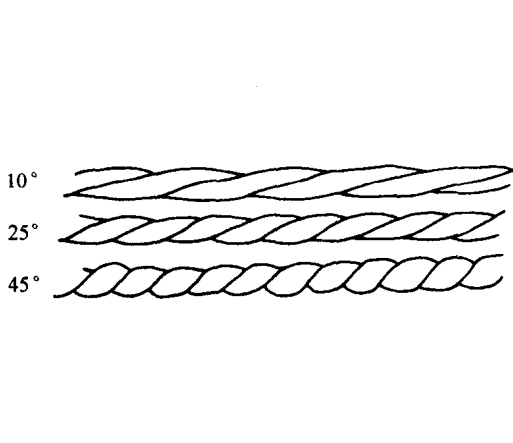


图 1-7 不同捻回角的纱

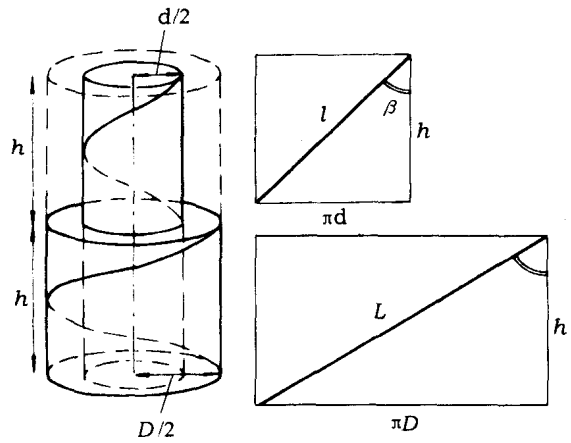


图 1-8 圆柱面上螺旋线展开图

如图 1-8 所示, 将圆柱面上螺旋线展开, 设  $h$  为螺距, 则  $h = 10/T_w$  (cm), 式中  $T_w$  单位为捻/dm。

$$\tan\beta = \pi d / h = \pi d T_w / 10 \tag{1-8}$$

纱线直径  $d$  用线密度  $T_t$  表示为: