

第二章 纱 线

纱或线可以用来组成纺织品。纱线可以由短纤维（天然纤维）或长丝（人造纤维）制成，有一定的长度、细度；或者加捻，最终通过纺纱和卷曲形成。

纱线有许多不同的种类。经过各种纺纱系统把具有一定长度的纤维捻合纺制而成的纱线为短纤维纱。由一根连续的长丝纺制而成的是长丝纱。其长丝是蚕丝或高聚物溶液经过喷丝而成的一种合成纤维。由一根连续长丝所组成的纱线就是单丝纱。由若干根单丝直接合并或加捻合成的长丝是复丝纱。还有由两股或多股纱线无捻形成的复合纱，以及两股或多股纱线加捻后形成的合股纱（简称为股纱）。图 2-1 所示为纱线的基本分类。

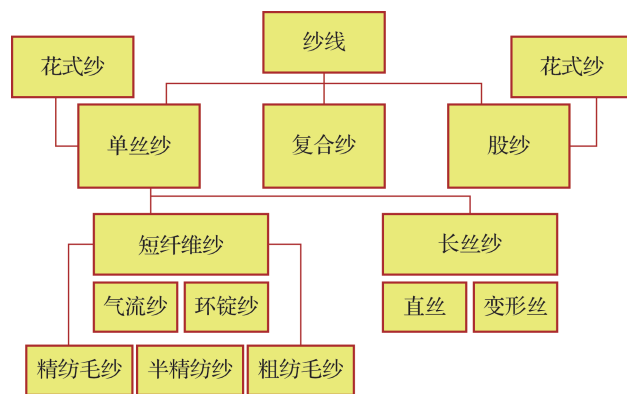


图2-1 纱线的基本分类

短纤维，如棉、麻、毛、油丝、短的人造纤维，均可纺成短纤维纱。以绞丝、人造纤维为原料的复丝和单丝可纺成长丝纱。



第一节 纺纱原理

一、纺纱的基本原理

首先打开来自压缩捆的纤维，然后通过图 2-2 所示的工序纺制成纱。

1. 纺纱的工艺流程

把棉花纺成纱，一般要经过清花、梳棉、并条、粗纱、细纱等主要工序。用于高档产品的纱和线还需要增加精梳工序。生产不同要求的棉纱，要采取不同的加工程序，如纺纯棉纱和涤棉混纺纱，由于使用的原料不同，各种原料所具有的物理性能不同，以及产品质量要求不同，在加工时需采用不同的生产流程。

2. 加捻

加捻 (twisting) 代表纱线被捻回的方向, 即捻向 (twist direction) 和捻度 (twist level)。所有的短纤维和部分的长丝都经过加捻, 使它们成为具有一定性能 (强度、弹性、手感、光泽) 的纱线。加捻的程度和工艺影响纱线的外观、耐用性等。

1) 捻向

- (1) 当纱线垂直放置时, 如果纱线表面纤维的倾斜方向在右边, 称为 Z 捻, 如图 2-3 (a) 所示。
- (2) 当纱线垂直放置时, 如果纱线表面纤维的倾斜方向在左边, 称为 S 捻, 如图 2-3 (b) 所示。

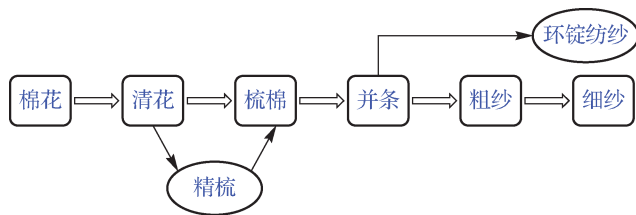


图2-2 纺纱的基本工序

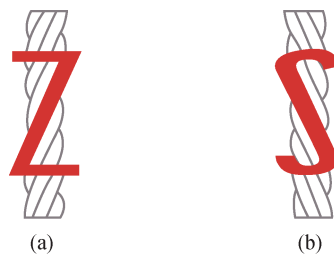


图2-3 Z捻和S捻

2) 捻度

捻度是单位长度纱线上的捻回数, 如每米纱线上的转数。高度加捻的纱线用于光滑密实的织物; 低捻纱线的体积更大, 用于更粗糙和更厚的织物。

3. 用于不同类型纤维的纺纱系统

用于不同类型的纤维需要不同的纺纱系统, 纺纱系统一般分为棉纺系统和毛纺系统两大类, 根据纺纱工艺的不同, 又分为精纺系统和粗纺系统, 详见表 2-1。

表2-1 用于不同类型纤维的纺纱系统

分 组	纺纱系统	纤维类型	纤维长度
长短纤维	羊毛纺纱系统 半精纺系统 精纺系统	羊毛和毛型纤维 人造纤维 (毛型)	18~60厘米 60~120厘米
短短纤维	涡流系统 (与羊毛系统相似) 棉纺系统 (环锭纺纱) 转杯纺纱	棉和人造纤维 (棉型)	10~100厘米
韧皮纤维	亚麻系统 大麻系统 黄麻系统	亚麻纤维 大麻纤维 黄麻纤维	大于1 000厘米
蚕丝纤维	绢丝纺 棉绸纺	蚕丝纤维	大于60厘米
人造纤维	直接纺	人造纤维	连续的长丝

二、羊毛纺纱的原理

1. 羊毛纺纱系统

任何可纺纤维都可以通过羊毛纺纱系统（wool spinning system）纺纱，将原材料送入清开机开松，使纤维松散、混合均匀，并通过加油提高纤维的加工特性，然后将其送入梳理机。在梳理的过程中，将每根纤维定向，除去杂质后形成纤维网，再将纤维网分成条干，反复搓捻条干形成粗纱，这个过程也称为搓条。粗纱经过牵伸至需要的细度后，加捻再卷绕起来。通常毛纺纱线都具有多毛、粗糙的表面。

2. 精纺系统

精纺系统（worsted system）是利用较长的羊毛纤维纺制光滑、均匀的纱线，原毛首先进行预处理，然后进行清洗、梳理，并形成条子。其具体纺纱工序包括：根据纤维的质量对羊毛进行分类，将成堆的毛纤维分离成毛簇并去除粗杂质，用碱性肥皂溶液除去毛纤维的污垢和油脂后，用暖风将其干燥。清理松散的纤维，混合使其均匀，并通过加油提高纤维的加工特性，然后将其送入梳理机，在梳理的过程中将每根纤维定向，并去除杂质。反复并合和牵伸来提高条子的均匀性，使纤维的种类和颜色充分混合。再次梳理短纤维和剩余的杂质后，再次并条，以进一步改善纱条的均匀性。而来自精梳机的条子被喂入精纺并条机，牵伸和加捻形成粗纱。在牵拉到所需的细度后，加捻再卷绕起来。经过反复并条、牵拉和梳理，精纺的纱线将非常地光滑和均匀。

3. 半精纺系统

半精纺系统（semi-worsted spinning）也具有精纺的过程，但是不包括精梳的全部过程。并条机采用梳棉条，而不是精梳机。半精纺纱线有羊毛纱线和精纺纱线的特点，通常由粗糙的纤维制成，但是由于加倍牵伸，也是相当均匀的。

三、棉纤维纺纱的原理

1. 普梳棉纺系统

普梳棉纺系统（cotton spinning system）也称为普通环锭纺纱系统，其环锭纺纱机的牵伸区通常包含三对牵伸罗拉。在并条机上，六或八条棉条被放置在一起（加倍），并且由于连续滚轮的不同转速的作用而被拉伸。如果输送辊的表面速度是喂入辊表面速度的八倍，那么细长的棉条将被拉伸到其原始长度的八倍，最终纱线的规整性取决于并条机通道的数量及是否使用梳理工序。

首先，开包清洁，进一步开松成簇的纤维后，再次清洁并送入梳理机；将纤维单根分离、定向、清洁、成条；整合规整后，条子交叉混合；去除短纤维（通常高达25%）后再次清洁（只用于高质量的纱线）；将粗纱牵拉到所需要的细度后，加捻、卷绕。

2. 精梳环锭棉纺系统

精梳棉纺环锭系统（combed cotton spinning system）用于生产线密度较小和粗细较为均匀的纱线，梳理过程中要去除短纤维，毛羽相对较少，表面较为平滑。最终的产品称为精梳纱。

纱线的捻度由锭子的转速和前罗拉输送速度之间的关系来控制，如图2-4所示。

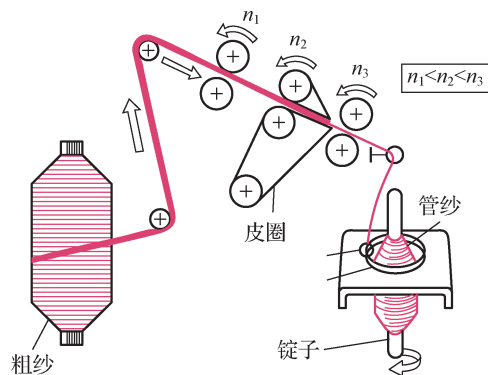


图2-4 精梳环锭纺纱的原理

四、其他纺纱系统的原理

1. 气流纺纱系统

气流纺纱越来越受到重视，因为它不需要生产粗纱，而且生产纱线的速度比环锭纺纱快七倍。气流细纱机采用梳条或更常用的并条机，通过离心作用，纤维在旋转转子中沉积至所需的厚度。纱线的开口端用来连续地抽出环，如图 2-5 所示。纱线在开放端装配的纺纱系统称为开放式或气流纺纱系统（airflow spinning system）。与环锭纱相比，气流纱具有不同的特性，纤维取向不是很好，经常缠绕在“带”上。其不像环锭纱那样光滑和坚固，但通常在性能上更均匀。气流纱也不能像环锭纱那样细。

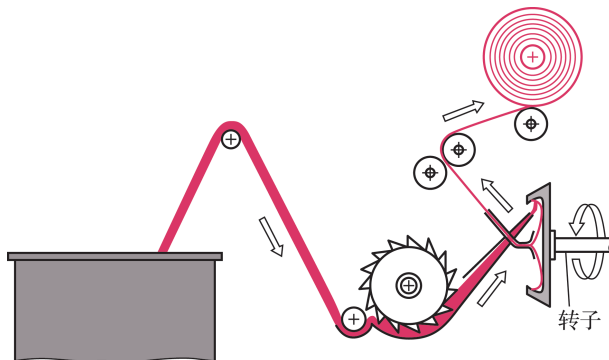


图2-5 气流纺纱原理示意

2. 麻纤维纺纱系统

麻纤维纺纱系统（bast fibre spinning system）是以亚麻或大麻纤维在铺展机上形成条子，并提高其规整性，然后将进行轻度加捻的粗纱在湿纺纱机或干纺纱机上转换成纱线。干纺纱只能用于中粗纱，由于纤维混合物有天然沙土黏合在一起，所以不可能将干燥的粗纱拉伸成细的纤维束。在湿法纺丝过程中，天然沙土通过热水溶解，从而使粗纱更精细。

3. 纺丝系统

绢丝由养蚕、制丝、丝织中产生的疵茧及废丝纺制而成。可将绢丝分类、洗涤和脱胶，然后用精梳纱线纺成高品质的纱线。落棉或绸丝来自绢丝工艺的废料，可以与从织物废料中回收的少量纤维混合，在冷凝器系统中纺成相对粗糙、不规则的纱线。



人造纤维也可以在短纤维纺纱系统上纺纱，连续的长丝束通过断开或切断长丝而转化成短纤维。纤维的高度定向性在很大程度上被保留，并且通过拉伸过程被进一步改善。通过上述的任何纺丝系统，可以单独或者在与其他纤维类型混合之后纺出所得的条子。

在直接纺纱系统中，连续长丝束通过在特殊的并条机上拉伸和断开，然后加捻和卷绕，并在单一工序中转化为短纤维纱线。但混纺纱线不能在该系统上制造。



第二节 股 线

一、股线的定义

股线 (folded yarns) 是通过将两根或两根以上单纱绞合在一起而制成的，其目的是提高纱线的强度、均匀度，使结构紧密。

与单纱一样，股线的加捻方向用 S 或 Z 表示，如图 2-6 所示。通常合股的加捻方向与单纱相反。根据每米的捻回数与其中单根纱、股线的捻度大小，股线可以是柔软的、正常的或较硬的。粗股纱线是通过将多根合股纱线绞合在一起纺制的。

合股线是在一个单一的工序内完成的，是将 2 根、3 根或 3 根以上的单纱捻合在一起的，如图 2-7 所示。



图2-6 股线及捻向

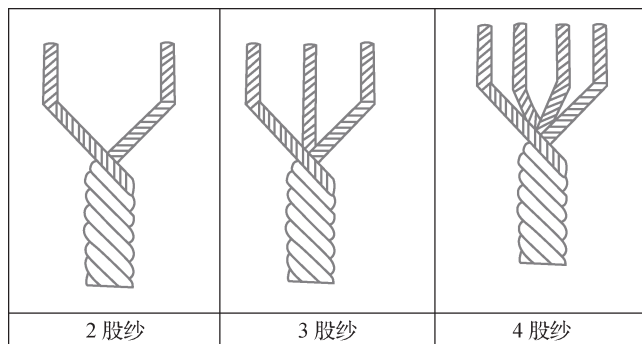


图2-7 合股线

二、粗股线

粗股线 (cabled yarns) 需要多个加捻工序，两根或更多根合股线可以被捻合在一起，以形成粗股线，如图 2-8 所示。

三、包芯纱

包芯纱 (core yarns) 是多组分纱线，其中一个组分 (芯) 在纱线的中心，由其他纱线包裹覆盖。包芯纱常用于织物中的烧花 (烂花) 效果。包裹部分的纱线由与芯部不同的材料组成，并且可以根据印刷图案选择性地去除。

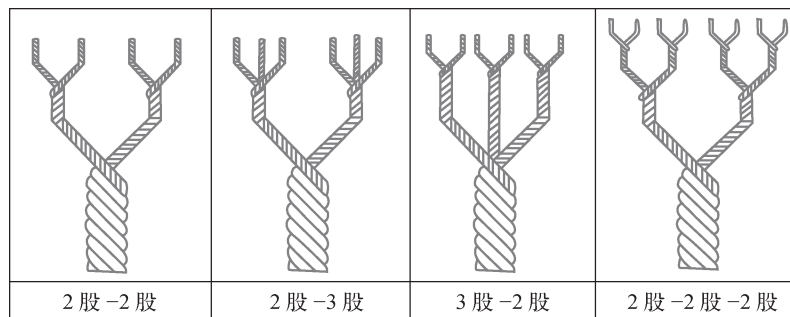


图2-8 粗股线及捻向

弹力织物可以由中芯为弹力纤维的芯纱制成，并且覆盖层由天然纤维或变形的长丝纱制成。包芯纱是通过在单纺纱工序中用短纤维包覆芯丝而制成的。

缝纫线通常由芯纱或包芯纱制成。合成纤维芯提供高强度，而覆盖纱或覆盖纤维防止针在高速缝纫过程中过热并保护芯纱在针上不被软化或熔化，如图 2-9 所示。

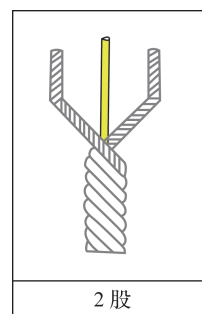


图2-9 包芯纱

第三节 花式纱线

一、花式纱线概述

在纺织品的设计中，首先根据纱线的强度、延伸性、弹性等力学性能来选择纱线；还可以根据所谓的生理特性来选择纱线，如透气性和湿气输送。机械和生理性能主要由纤维的类型和纺丝系统决定，然而也可以选择纱线的外观，并且可以通过特殊类型的单纱和合股纱线来表现特定的光学效果，即花式纱线（fancy yarns）。

花式纱线又称特种纱线，是指通过各种加工方法而获得的具有特殊外观、手感、结构和质地的纱线。大多数花式纱线都是由芯线和饰线加捻而成的，表面带有疙瘩结子、环圈、螺旋线圈、小辫、竹节等。花式纱线是纱线产品中具有装饰作用的一种纱线。

- (1) 混纺纱线或原纱染色的纱线是在纺纱过程中混合不同颜色的纤维而制成的。
- (2) 混色纱线或毛条印花毛纱是由印有条纹精梳条子纺制的，外观像混合物纱线。
- (3) 夹色纱线或斑点花式纱由双色粗纱或两种不同颜色的粗纱混纺而成的。
- (4) 杂色纱线是通过合股两种或更多不同颜色的纱线，或由不同颜色的不同纤维原料的纱线制成，这种纱线通常具有斑驳的外观。

二、花式纱线的应用

- (1) 竹节纱是单根合股纱，具有一定的厚度和粗细结构分布不均匀的外观。竹节纱的效果在家纺面料中较为常用。
- (2) 绵绸纱或集圈纱是规则的或不规则的包含短的、经着色的纤维束或纱线的股纱，如多尼戈尔粗花呢。在梳理期间、纺纱期间或捻合期间，可以形成针织物。其面料有结构表面。



(3) 结子纱或毛圈纱线是由特殊的合股工艺制成的复合纱线，可以产生波浪状或环状的结构；有颗粒状的手感和纹理表面。

(4) 雪尼尔是一种割绒纱，柔软而丰满。雪尼尔是通过将纤维握持在合股的芯纱上，将绒头纱线断开，形成柔软、厚重的绒面，状如瓶刷。雪尼尔用于装饰面料和针织品。

(5) 绉纱用于制造具有起皱表面的织物，由高度加捻的纱线制成，如绉纱、乔其纱。

(6) 轧光/亮光效果是通过混合无光泽和光亮的纤维获得的，也可以通过常用的金属纤维、金属化塑料膜、透明膜或具有特殊横截面的人造纤维获得，如锦缎、拉米。



第四节 变形纱

一、变形纱概述

变形纱 (textured yarns) 是对合成纤维中的长丝在热和机械作用下，经过变形加工，使其由伸直状态变为具有卷曲、螺旋、环圈等外观特性而呈现蓬松性、伸缩性，也称为变形丝或加工丝。使其变形的目的如下：

- (1) 增加延伸性和回复力 (线圈结构)。
- (2) 降低纱线的光泽度。
- (3) 产生更好的隔热效果，因为其内部存储有大量的空气。
- (4) 提高吸湿性和透气性。
- (5) 可以使织物更加柔软舒适。

变形纱线可广泛应用于袜子、紧身裤、泳装、运动服、外衣、内衣、地毯和包缝有弹性织物的缝纫线。

二、变形纱的变形方法

1. 假捻变形

假捻变形 (false-twist texturing) 是纱线通过加热区，进行高强度加捻，然后冷却和解捻，热量使长丝软化，并且在冷却期间由加捻赋予的纱线变形将会被永久地保留。

2. 喷气变形

喷气变形 (air-jet texturing) 是将压缩空气导入喷嘴，使各单丝分离，单丝输出时会松弛地相互缠绕，形成蓬松、柔软、低伸缩性的空气变形纱。

3. 填塞箱变形

填塞箱变形 (stuffer-box texturing) 是将纱线送入一个热箱中，并被压缩，锯齿形状的变形通过随后的冷却而被固定，单纱之间由于变形不能紧密地靠近，因此纱线具有一定的厚度。

4. 针织变形

针织变形 (knit-deknit texturing) 是在圆形针织机上将纱线编织成管状，将针织物热定形，然后将其拆

开。针织线圈的形状被固定到纱线中，从而形成毛圈（褶皱纱线）外观。

三、变形纱的种类

(1) 高弹丝 (stretch yarns): 具有很高的伸缩性, 而蓬松性一般, 主要用于弹力织物, 以锦纶高弹丝为主。

(2) 低弹丝 (stabilized yarns): 具有适度的伸缩性和蓬松性, 主要用于机织物, 产品有毛型感, 弹性好, 适用于做外衣。

(3) 膨体纱 (bulked yarns): 具有较低的伸缩性和很高的蓬松性, 主要用来做绒线、内衣或外衣等要求蓬松性好的织物, 其典型代表是腈纶膨体纱, 也称开司米。

(4) 高膨纱 (high-bulk yarns): 与膨体纱相似, 通常是腈纶混纺。



第五节 纱线的性能

一、纱线的长度

根据原料纤维的长度, 可将纱线分为短纤维纱和长丝纱。正是由于原料纤维的不同, 使其具有不同的性能。

(1) 短纤维纱的性能为质地松软、透气性好、手感丰满、穿着舒适、保暖性好。

(2) 长丝纱的性能为光滑柔软、光泽明亮、飘逸、悬垂性好。

二、纱线的细度

在纺织和服装生产中, 从粗到细, 广泛地使用了纱线。织物的外观和性能受纱线细度的影响。根据织物重量与长度的关系, 通常用一个数字表示纱线的细度。这种表达细度的方法称为纱线支数。

1. 特数

尽管上述所有纱线支数系统 (及其他系统) 都在某些领域使用, 但 tex 系统是唯——一个国际化的系统。

特数是每千米长度的纱线质量, 单位为 g/km。例如, 20 tex 表示 1 千米 (km) 纱线的质量为 20 克 (g), 50 tex 表示 1 千米纱线的质量为 50 克。

$$\text{tex} = \frac{\text{质量 (g)}}{\text{长度 (km)}}$$

因此, 特数越大表示纱线越粗; 反之, 特数越小则纱线越细。

长度为 2.5 千米的纱线质量为 40 克。

$$Tt(\text{tex}) = \frac{\text{质量 (g)}}{\text{长度 (km)}} = \frac{40 \text{ g}}{2.5 \text{ km}} = 16 \frac{\text{g}}{\text{km}} = 16 \text{ tex}$$

对于合股纱来说, 纱线的粗细等于单根纱线的特数之和, 或乘以纱线的根数, 如图 2-10 所示。

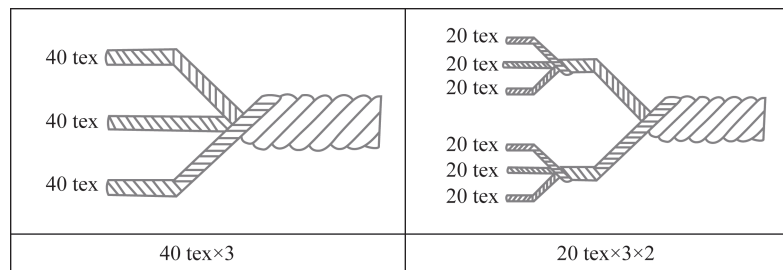


图2-10 合股线特数

2. 旦数

旦数 (Td) 最初用于纱线支数, 现在应用于所有的长丝纱线。

Td 是指 9 千米纱线的质量 (克)。Td 12 表示 9 千米长度的纱线质量为 12 克。

$$Td = 9 \times \frac{\text{质量 (g)}}{\text{长度 (km)}} = 9 \text{ tex}$$

因此, 旦数越大代表纱线越粗; 反之, 旦数越小则纱线越细。

例: 一根 3 千米纱线的质量为 5 克。

$$9 \times \frac{\text{质量 (g)}}{\text{长度 (km)}} = 9 \cdot \text{tex} = 9 \times \frac{5 \text{ g}}{3 \text{ km}} = 15 \frac{\text{g}}{\text{km}} = \text{Td } 15$$

3. 公制支数

公制支数 (Nm) 是 1 克纱线的长度 (以米为单位)。

$$Nm = \frac{\text{长度 (m)}}{\text{质量 (g)}}$$

因此, 公制支数越大, 纱线越细; 反之, 公制支数越小, 纱线越粗。

Nm 40 表示 40 米纱线的重量为 1 克; Nm 100 表示 100 米纱线的质量为 1 克。

对于合股纱线, 通常给出单纱支数, 表示方法如图 2-11 所示。

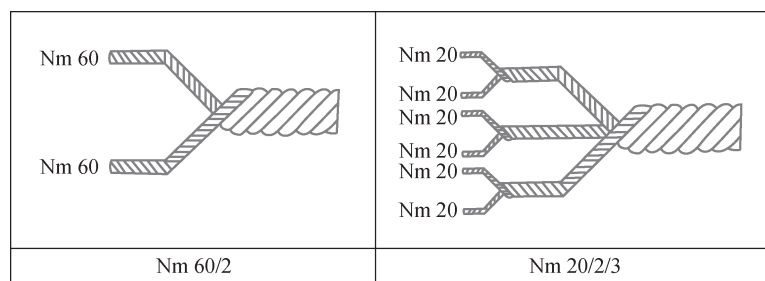


图2-11 合股线的支数

4. 英制支数

英制支数是指每磅 (1 pound ≈ 0.45 kg) 纱线的长度 (hanks)。

$$Ne = \frac{\text{长度 (hanks)}}{\text{质量 (pounds)}}$$

其中, 1 hank = 840 yards (码), 1 yard = 91.44 cm。

织物的性能及服装的性能主要由纱线的性能决定。纱线的性能除了上述的长度、细度之外, 还包括纱线的

均匀度、强度、捻度、延展性、回复力及纱线的表面结构等。纱线的主要性能由纤维的种类和纺纱方法，以及对纱线的后处理方法决定，对织物的手感、外观、纺织品使用性能和缝纫线的选择有较大的影响。



第六节 缝 纫 线

一、缝纫线的型号

常见的缝纫线 (sewing threads) 型号有 202、203、402、403、602 和 603。其中，20、40、60…代表纱线支数，2、3…指由几股纱并捻而成。例如，202 指由两股 20 支的纱线合捻而成。相同股数的纱捻合而成的缝纫线，支数越高，线就越细，强度也越小；相同支数的纱捻合而成的缝纫线，股数越多，线越粗，强度也大。

二、缝纫线的种类

1. 天然纤维缝纫线

(1) 棉缝纫线。棉缝纫线的优点是强度较高，耐热性好；缺点是弹性与耐磨性较差。其主要用于棉织物、皮革及熨烫衣物的缝纫。

(2) 蚕丝线。蚕丝线有极好的光泽，其强度、弹性和耐磨性能均优于棉缝纫线，适用于缝制各类丝绸服装、高档呢绒服装、毛皮与皮革服装。

2. 合成纤维缝纫线

(1) 涤纶 (dacron) 缝纫线。涤纶缝纫线是目前主要的缝纫用线，强度高、弹性好、耐磨、缩水率低、化学稳定性好，主要用于牛仔、运动装、皮革制品、毛料及军服等的缝制。

(2) 锦纶 (chinlon) 缝纫线。锦纶缝纫线的优点在于强伸度大、弹性好，其断裂长度高于同规格棉缝纫线的三倍，适用于缝制化纤、呢绒、皮革等服装。

(3) 维纶 (vinylon) 缝纫线。其强度高，线迹平稳，主要用于缝制厚实的帆布、家具布、劳保用品等。

(4) 腈纶 (acylic) 缝纫线。腈纶缝纫线主要用作装饰线和绣花线，其纱线捻度较低，染色鲜艳。

3. 混合缝纫线

(1) 涤棉缝纫线。涤棉缝纫线兼有涤和棉两者的优点，既能保证强度、耐磨、缩水率的要求，又能克服涤不耐热的缺陷，适用于高速缝纫。其适用于全棉、涤棉等各类服装。

(2) 包芯缝纫线。包芯缝纫线是以长丝为芯线，外包覆天然纤维而制得的缝纫线。其强度取决于芯线，而耐磨性与耐热性取决于外包纱。包芯缝纫线适用于高速缝纫并要求缝迹高强的服装。