

# 第一章 纺织工业技术导论

## 第一节 概述

纺织工业长期以来都是我国国民经济的支柱产业。它创业早，规模大，基础好。一直以来，在满足国内衣着消费、增加出口创汇、积累建设资金以及为相关产业配套等方面发挥了重要作用。

### 一、纺织业的内涵

纺织业的内涵是什么？我们可以从狭义和广义两个层次加以理解。狭义的纺织业是指用天然纤维或化学纤维加工成各种纱、丝、绳、织物及其染色整理制品的工业。广义的纺织业是指除狭义的纺织业内容外，还包括服装工业。

本书所阐述的主要是狭义的纺织业。

根据所加工的原材料或生产加工方法的不同，可以把狭义纺织业分为若干工业类型：

(1) 按所加工原材料不同，纺织业可分为：棉纺织工业、麻纺织工业、丝纺织工业、毛纺织工业、化学纤维纺织工业等。

(2) 按生产加工方法不同，纺织业可分为：纺纱工业、织布工业、印染工业、针织工业、非织造布工业等。

另外，纺织机械制造业（包括纺织器材、纺织仪器设备制造业）、

纺织助剂材料生产、纺织贸易等也属于纺织业范畴。

## 二、纺织业的特征

纺织业是历史悠久的产业，也曾是世界工业革命的摇篮。在古代历史上，第一次产业革命就是从纺织行业开始的，并从此开创了工业化时代。今天，尽管纺织业的生产科技发展水平发生了翻天覆地的变化，但是它始终是与人类社会的发展历史、与世界科技革命和随之而来的产业革命浪潮相一致的。纵观纺织业的发展历史与现状，我们可以总结出纺织业具有以下特征：

### 1. 纺织业是永续型产业

纺织业已有数千年的发展历史。可以认为纺织业的出现和发展是与人类社会的文明发展史同步的。因为在人类历史上，纺织生产几乎是和农业同时开始的，纺织生产的出现，标志着人类脱离了“茹毛饮血”的原始状态，进入了文明社会。人类的文明史，从一开始便和纺织生产紧密地联系在一起。衣着，是人类永恒的、最基本的生活需求，人类对纺织产品的需求与人类社会的进步与发展紧密相连。随着社会的进步、人口的增长、人们生活水平的提高，对纺织品的消费需求必然也相应提高；消费水平的提高是促进纺织业继续发展的内在动力。据统计，世界人口和世界纤维消费量的年增长率分别为 1%~2% 和 2%~3%，这表明，纺织品的消费需求是随社会的发展而逐步增加的。

纺织业不是“夕阳产业”。我们可以预见将来，不管世界上有多少尖端的高新技术出现，也不管纺织业是否在个别国家或地区可能会衰退，甚至消失，但就总体而言，纺织业将继续保持作为一门“永恒的产业”或一门“不可替代的重要产业”而长期存在。而作为“夕

阳产业”的，只是那些在社会需求中比重不断下降，同时由于生产率低下、在市场竞争中丧失优势而正处于不断衰落过程的产业。

### 2. 纺织业是世界工业发展史上的先导产业

先导产业通常是指能够较多地吸收先进技术，代表产业发展方向，为保持长期增长而需要超前发展，并对其他产业的发展具有较强带动作用的产业。

在世界工业的发展历史中，纺织机械曾引起对动力的需求，蒸汽机应运而生。作为第一次工业革命中最早实行机械化生产的纺织业，它的产生和发展带动了冶金、机械、化工、交通运输等多个产业的发展，成为工业化浪潮中的先导产业。纺织业在我国的先导作用更是实际存在的，如：在为我国工业化积累资金、出口创汇、扩大就业、繁荣市场、发展经济等方面，纺织业都做出了巨大贡献，也充分发挥了纺织业在我国工业化进程中的先导作用。

### 3. 纺织业是二元结构型产业

纺织业的“二元结构”主要表现在：它既是劳动密集型产业，又是资金型和技术密集型产业；既是传统产业，又是现代产业。另外还表现在纺织原材料的二元性、生产技术的二元性以及生产设备的二元性。

纺织业在目前和今后的一定时期内，在原材料方面，存在有天然纤维和化学纤维的二元结构；在纺织技术方面，有传统加工技术和现代电子信息技术的二元结构，如纺织专用 CAD<sub>T</sub> 计算机辅助设计系统）等现代纺织技术在广泛应用；在纺织机械方面，有传统纺纱机和新型纺纱机的二元结构，还有有梭织机和无梭织机的二元结构。从工业化的发展过程来讲，纺织业既是传统型产业，与小生产方式联系在一起；同时又是现代化产业，因为它又与现代化的大机

器生产联系在一起。二元结构在纺织业的体现，是纺织业进步和升级的象征，是纺织产业发展的一般规律。

#### 4. 纺织业是与人们生活息息相关的产业

衣食住行，以衣为首。衣着是人类的基本生活需要，这点在社会尚不发达时期或在工业化初期，显得尤其重要。可以说，纺织业在国民经济和人们生活中扮演着十分重要的角色，是关系国计民生的重要产业。

### 三、纺织业的地位

进入 21 世纪，纺织业仍将是国民经济中举足轻重的支柱型产业。其在满足人们衣着消费、吸纳劳动就业、增加出口创汇、积累建设资金以及相关产业配套等方面，都将发挥重要作用。

#### 1. 纺织业已发展成为我国国民经济中不可缺少的重要产业

总结过去十年的统计数据，纺织工业的各项经济指标都位于各工业类别或体系的前列。其工业总产值占全国工业总产值的 12% 左右，从业人员约占全国职工人数的 7%，出口创汇占全国商品出口额的 1/4 左右，占世界纺织类产品出口额的 14% 以上。在近 20 年，我国纺织工业以平均年增长 13% 的速度高速发展。纺织业的高速增长与发展，为我国的社会经济发展做出了重要贡献。

#### 2. 加入 WTO 后中国的纺织业更具重要意义

我国已经成为名副其实的世界纺织大国。目前，我国化纤、纱、布、丝、丝织品、服装等主要纺织产品的产量和生产能力均居世界首位。所以，我们认为，加入 WTO 之后，中国纺织业的地位更加重要。首先，加入 WTO 有利于扩大我国的出口，对我国的外贸增长起到至关重要的作用；其次，纺织品出口贸易增长的影响，会大大带

动纺织业的发展，由此而增加的就业岗位与就业人员是其他行业所难以比拟的，这对社会的稳定与社会经济的发展具有重要意义。

### 3. 纺织业是能带动较多关联产业发展的先导产业

纺织业是世界工业发展史上率先走上社会化大生产道路的先导产业，并且它始终是第二产业的先导产业。原因是该产业具有较强的市场扩张能力，发展规模与发展速度通常超过其他产业，而且其产值在国民生产总值中占据较大的比重。在我国，纺织业是工业化发展进程中最先发祥的产业，并一直扮演着重要角色。特别是中国改革开放的前 20 年，纺织业取得了突飞猛进的发展，年平均增长速度高达 13%，为关联产业的发展，特别是后联较紧密的产业发展，起到重要的先导作用。

### 4. 我国纺织业的技术装备仍处于世界的中低水平

尽管中国是世界纺织服装生产和出口大国，是世界上最大的棉花、蚕丝、羊绒生产国，也是羊毛、羊绒、亚麻、兔毛等资源的重要生产国；毛纺织、化纤、呢绒产量已位居世界第一。但是，我国近代纺织业的工业化进程几乎比欧洲晚了一个世纪。与纺织发达国家或地区相比，中国纺织业仍处于中低水平。这主要表现在原材料的开发能力、生产技术设备和后整理与世界先进水平有差距；纺织品的生产工艺与花色设计也难以赶上世界潮流。

目前，我国纺织业仍以劳动密集型的加工产业为主要特征，需要迅速更新设备，吸纳高新技术，实现产业结构调整升级。根据专业技术市场的发展变化，发挥纺织业在中国经济发展中的先导作用和传统支柱产业的地位作用，实现与世界纺织业同步发展。

## 第二节 纺织业的发展简史

人类远在新石器时代，就开始了利用葛麻、树皮等韧皮纤维纺纱织布。早期的纺织业是人们以手工借助一些简单的工具器械进行纺纱织布的，是“手工纺织”的历史阶段。手工纺织历史阶段一直延续了四、五千年。其间，在 4700 多年以前，中国已经能用手工的方法织造出比较精细的锦缎丝绸。在商代，我国不仅已有一般织造技术，而且有了简单的提花织造技术；至春秋战国时期，已能织出比较复杂的纹锦；从汉代开始，中国的丝绸织品大量地从陆路或海路向欧亚诸国输出，开创了历史上著名的“丝绸之路”，中国因此而被世界称之为“丝绸之国”。以棉作为纺织原料发源于我国南部和西南地区。三国时期，种植棉花开始遍及珠江、闽江流域。南宋，我国著名的棉纺织革新家黄道婆，从长江下游松江地区来到海南，学习当地人民加工棉花和棉纺织技术，并把棉纺织技术带回到长江下游及中原地区，进行创造性的改革，为我国棉纺织业的发展做出了贡献，被誉为纺织业的“始祖”。

宋朝时期，棉花在中原及长江流域开始大量种植，使纺织业得到了迅速的发展。纺织工具也有了较大改进，出现了真正意义上的简易“纺织机械”。在生产技术、产品艺术设计、纺织原料等方面有了质的飞跃，为机器纺织业的兴起奠定了基础。

在 18 世纪中叶前后的英国，一系列纺织机械相继被发明，并在生产中加以应用。1733 年，约翰凯发明了一种能使纬纱快速来回穿越经纱的飞梭，首先改进了织布技术。1765 年，纺纱工人詹姆斯哈格里夫斯发明了以他女儿的名字命名的纺纱机——珍妮纺纱机。

1789年，牧师埃德蒙卡特赖特发明了蒸汽驱动的动力织机。到19世纪20年代，这种动力织机在棉纺织工业中基本上取代了手工织布。新式的动力纺纱机和织布机的发明及在生产中的应用，从根本上改进了原来的手工生产方式，极大地提高了纺织生产的效率。

到1830年，英国在世界上第一个实现了纺织生产的机械化，开始了工厂化生产的近代纺织工业。

中国近代纺织业可以认为是从1840年鸦片战争爆发后开始的。由于帝国主义势力的入侵，外国资本家利用我国廉价原料和劳动力，在我国土地上开设机器纺织工厂，大量倾销“洋纱”、“洋布”，获取巨额利润。随着外国资本的输入，我国原有的手工生产方式受到刺激。1873年，广东商人陈启源在南海创办了继昌隆缫丝厂，成为中国“第一家机器缫丝厂”，开始了中国机器纺织工业时代；1876年，清朝陕甘总督左宗棠在兰州开办了甘肃织呢局；1890年，清朝洋务派代表李鸿章在上海开办了织布局，输入人力织机500台，成为中国第一个棉纺织工厂。到1895年，全国共有纺纱机17.5万锭，织布机1800台。这之后，民族资本家纷纷开办纺织工厂，掀起纺织业建设的第一个高潮。1905~1908年，中国爆发了大规模的“抑制洋资洋货运动”，使得本国的纱布畅销，纱厂利润猛增，于是又掀起纺织业建设的第二次高潮。在近代中国历史上的这两次建设高潮，几乎都发生在长江三角洲与珠江三角洲的沿海地区内。从1873年在广东建成第一家机器纺织工厂起，到1913年第一次世界大战前的40年时间里，中国机器纺织工业发展到纺纱机48.4万锭，织布机2016台。至此，中国机器纺织工业获得了初步的发展。

从 1914 年第一次世界大战爆发至 1931 年，帝国主义国家忙于战争，暂时放松了对我国的经济侵略，中国民族工业由此获得空前发展。纺纱规模达到 245 万锭，织机发展到 17000 台。这 25 年时间被称为民族资本纺织工业发展的黄金时期。

抗日战争时期，有大量的纺织机械被损坏，中国纺织工业受到严重打击。1945 年 12 月，成立了中国纺织建设公司，开始统一管理中国的纺织工业。至 1947 年，全国共有纺纱机 492 万锭，织机 6.6 万台。

1949 年新中国成立以后。为尽快解决人们的穿衣问题，国家实行了重点发展纺织行业的政策。中国的纺织工业也就进入了一个前所未有的大发展时期。1970 年开始，我国实行天然纤维和化学纤维并举、大力发展化学纤维的方针政策，把发展纺织业的重点逐步转向化学纤维行业，化纤工业有了长足的发展。

进入 20 世纪 80 年代，中国实行改革开放政策，我国国民经济保持持续高速增长，社会发展突飞猛进，纺织工业也处于高速扩张与高速发展阶段。到 1990 年前后，纺织工业一度出现供过于求的形势，导致出现产品积压、市场竞争激烈、企业经营困难的现象，影响和制约了纺织工业的发展。所以，20 世纪 90 年代中后期，国家做出了一系列重大战略决策：大力发展纺织原料，突出抓好化纤和化纤原料基地建设，加快开发新型纺织材料；以纺织面料开发为突破口，发展高附加值的“高精深”纺织品，带动纺织工业的全面发展；利用中国加入 WTO 的良好机遇，大力发展对外贸易；把纺织企业作为国有企业改革解困的突破口，实行调整、转制、增效等等。这些重大政策措施，使纺织工业发生了历史性转变，中国成为了世界第一纺织大国。近代历史上，我国主要年份纺织纤维生产情况见

下表。

我国纺织纤维总产量

单位：万吨

年份	总计	化学纤维	棉花	羊毛	丝	麻	备注
1950	73.1	—	69.3	3.4	0.3	7.9	国家统计局数据
1960	118.2	1.1	106.3	6.2	0.8	20.2	国家统计局数据
1970	251.5	10.1	227.7	8.8	1.7	31.4	国家统计局数据
1980	339.2	45.0	270.7	15.9	3.5	109.8	国家统计局数据
1990	640.4	164.8	450.8	23.9	5.7	72.6	国家统计局数据
1995	819.2	320.2	475.8	27.7	11.1	37.1	国家统计局数据
1998	977.6	508.5	450.1	27.7	6.8	24.8	国家统计局数据
2000	1230	680	天然纤维总量 550			纤维加工总量	
2002	1500	1000	天然纤维总量 500			纤维加工总量	

到 2002 年，全国纤维加工总量超过 1500 万吨（其中天然纤维产量约 500 万吨，化学纤维产量约 1000 万吨）。纺织机械设备从过去数量的增长，转为效率、产量、质量、技术的提高，纺织工业的发展模式也发生了质的变化。

目前，我国纺织工业虽已奠定了相当的基础，成为了世界纺织大国。但是，我们还不是纺织强国，还应当看到：我国人口多，纺织品的平均消费水平还比较低；我国纺织品的出口额在世界纺织品总贸易额中，虽然占有较大比例，但产品档次较低，我国的纺织科技水平与世界先进水平比较还有一定的差距等等。这就要求我们纺织工业部门的从业人员发扬爱国主义精神，努力工作，开创纺织工业

的新局面，加速实现纺织工业的现代化。

### 第三节 纺织技术的基本原理

#### 一、纺织技术基本原理概述

手工纺织业的悠久历史和巨大规模，在社会历史上具有重要影响，也为纺织技术的发展奠定了坚实的基础。在人类文明、工艺技术、产品艺术等多个方面，都能够体现出纺织文化。

今天的纺织技术，是从上万年前原始手工操作演变而来的。人类进入渔猎社会后，已经学会了搓绳子，这是纺纱的前奏。所谓“纺”就是先把纤维原料开松，再把多根纤维捻合成纱。

绳索是最早的纺织品。早期的绳索是利用整根的植物茎、藤制成，后来发现了劈绩技术，用多缕搓合扭转加捻成为绳索。为了增大强力，又用几股捻合。浙江余姚河姆渡 6900 年前遗址中出土的绳子就是两股的，其直径达 1cm。

织造技术是从制作网器筐席演变而来的。人类最初的织造技术是手工编结，随着生产的发展，出现了手工提经和手工引纬的织机雏形。河姆渡出土的有精细的芦席残片和陕西半坡出土陶器的底部有编织物印痕。最原始的“织”是“手经指挂”，即靠徒手排好经纱，再一根隔一根地挑起经纱穿入纬纱。我国大约在春秋时代，木结构的手工提经和脚踏提综的古老织机已经出现。如图 1-1 所示是汉代画像石上描绘春秋时期的带有机架的斜织机。

这种织机应用杠杆原理，用两块脚踏板带动一页线综。踏长脚踏板时，通过杠杆和吊绳使“马头”摆动，线综提起而分纱辊下降，形成一次引纬通道；踏短脚踏板时，线综下沉而分纱辊上升，形成另一

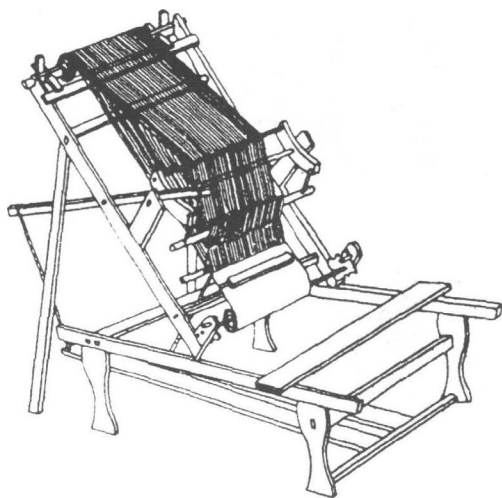


图 1-1 斜织机

次引纬通道。这种织机所形成的引纬通道较小，操作不方便。后来，水平式织机代替了斜织机，并发明了提花技术，发展了大花纹织造技术。如图 1-2 所示为宋代楼寿的“耕织图”所绘的一台大型提花织机。

从图中可以看到，地经与花经分别由两人操纵，互相配合，可织出复杂的大花纹织物。这是世界上最早的提花机图。由此可见，我国的提花织造技术在世界上是最早发明的。

18 世纪，蒸汽机出现后，人们开始用蒸汽为动力（以后用电力）来拖动物器，开创了力织机代替手工织机的新时代，大大提高了织机的生产率。伴随织机的进步，络筒机、整经机、浆纱机等相继出现，纺织工业面貌随之焕然一新。以后，人们进一步完善了自动补纬技术，发明了断头自停技术，使织造技术取得了更大进步。

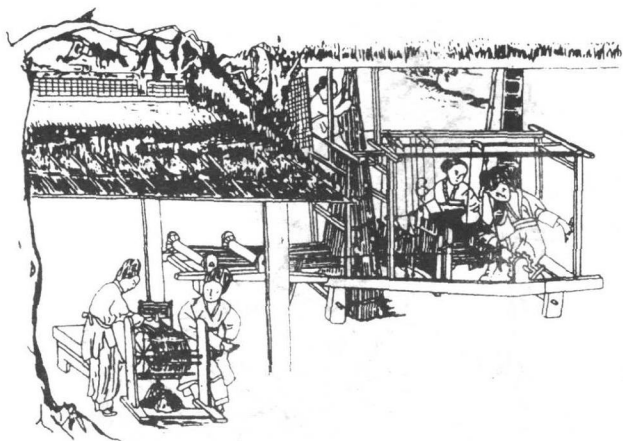


图 1-2 提花织机

## 二、纺纱技术基本原理

最初的纺纱技术是借助原始工具，以手工方式搓捻合并纤维完成的。后来发现利用回转体的惯性来给纤维细条加捻，既快又均匀。这种用石片或陶片做成扁圆形的回转体像个算盘珠，称为纺轮。中间小孔可插一短杆，用以绕纱，叫做锭杆。纺轮和锭杆合起来就叫做纺专 如图 1-3 所示。

在现代的纺织技术中，棉纺的原料是从轧棉厂或化纤厂以压紧打包的形式运进棉纺厂的。纺纱就是将各种类、各产地压紧的且含有一定杂质疵点的纤维混和并纺制成粗细均匀、洁净并具有一定物理性能的纱线。其纺纱原理和必须经过的基本作用如下。

### 1. 开松、除杂、混和与梳理作用

压紧的原料首先必须经过开松，使其成为细小的棉束，清除其中的杂质和疵点，并均匀混和。开、清、混是相互关联的，开松是实现除杂和混和的先决条件，只有将纤维开松成细小棉束并进一步开

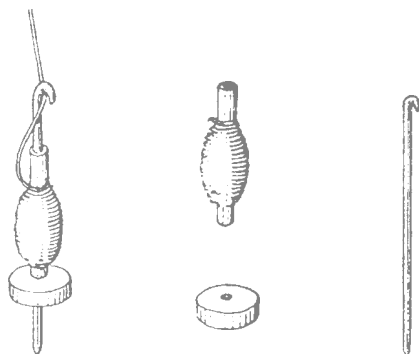


图 1-3 纺轮、纺专示意图

松成单根纤维，才能更好地清除杂质，才能实现充分混和。要将纤维束分解成单根纤维，仅经开松作用是不够的，还必须经过梳理作用，特殊要求的纱线还要经过更加细致的梳理，才能更多地清除杂质、疵点和短纤维。

## 2. 均匀、并合与牵伸作用

纱线和半制品皆要求具有一定的均匀度。经开、清、梳作用后制成的半制品棉条，其粗细均匀的程度，仍不能满足要求，因此还要经过并合，将多根棉条并合在一起，使粗细不匀的片段有机会得以相互补偿而使均匀度得到改善。并合后的棉条很粗，要纺成合乎一定细度标准的纱线，还要经过多次的逐步抽长拉细才能获得，一般棉条需经过 100~200 倍的抽长拉细才能成纱。这个抽长拉细的作用，称为牵伸作用。

## 3. 加捻和卷绕作用

随着纱条的抽长拉细，纱条内纤维根数减少，纤维变得更加平行伸直，纱条强力下降容易断裂并产生意外伸长，因此需要加上适

当捻度使其具有一定的强力。细纱是纺纱厂的成品，为保证成品达到一定的物理机械性能，满足成纱标准强力要求，更需要有较大的捻度。这就是加捻作用。为了便于半制品和成品的储存、运输和下道工序的加工，必须将各半制品和成纱卷绕成一定的卷装形式，这就需经卷绕作用。

因此，无论用何种纺纱原料纺纱，大体上都要经过上述各项基本作用。

### 三、织造技术基本原理

今天的织造技术，是从上万年以前的原始手工操作演变而来的。经过长时间的实践，人们逐步学会了使用一些织造工具：先在单数和双数经纱之间穿入一根棒，叫做分绞棒，在棒的上下两层经纱之间形成一个可以穿入纬纱的织口。再用一根棒，在经纱的上方用垂线把下层经纱一根根地牵吊起来。这样，只要把这棒往上提，便可把下层经纱统统吊起，插过上层经纱而到达上层经纱的上方，从而形成一个新的织口，可以穿入另外一根纬纱。这棒就叫综竿。纬纱穿入织口，要用木刀打紧定位。经纱的一端有的缚在树上或柱子上，有的则绕在木棒上用双脚顶住。另一端织成的织物卷在木棒上，两端用阔带子系在人的腰间。这便是原始的织造，其原理图如图 1-4 所示。

现代织造技术，由于机械制造技术、电子技术以及光学技术的发展而获得更快进展。有梭织机更趋完善，各种无梭织机展示出显著的优越性。织前准备机械也出现了许多新的改革，在高速、高效、大卷装、自动化方面取得了很大进展，新的织造原理已经提出。如图 1-5 所示，是织物在有梭织机上形成过程的基本原理图。

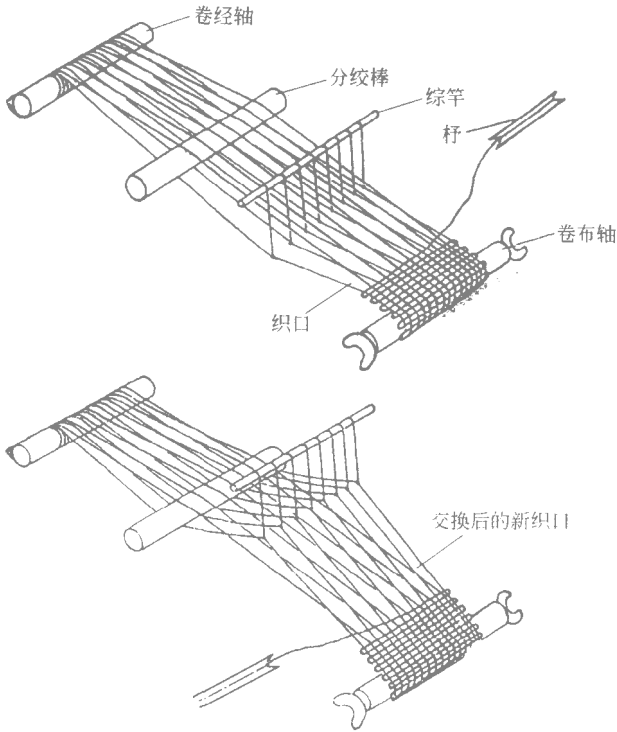


图 1-4 原始织造原理图

织造的工作原理一般由五大运动完成，即开口运动、引纬运动、打纬运动、送经运动、卷取运动。织物在织机上的形成，是经过织机五大运动机构的相互配合，使经纱和纬纱交织的结果。如图 1-5 所示，经纱 1 从织轴上退解下来，绕过后梁 2，穿过后梁 3 后进入梭口形成区。在梭口形成区，每根经纱按工艺设计规定的顺序分别穿过综丝 4 的综眼，然后穿过钢筘 5 的筘齿。梭子 12 的梭腔中安放纤子。在投梭机构作用下，梭子被投进梭口，引进纬纱，与经纱交织后于织口 6 处形成织物。

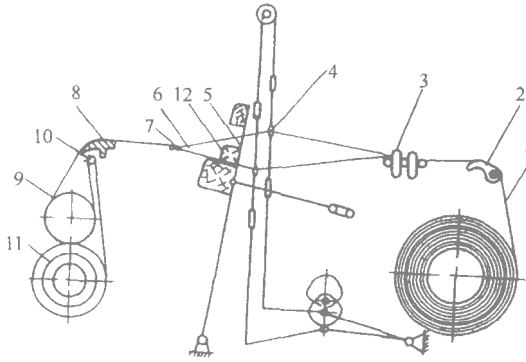


图 1-5 现代织造原理图

- 1—经纱 2—后梁 3—停经片 4—综丝 5—钢筘 6—织口  
7—边撑 8—胸梁 9—刺毛辊 10—导布辊  
11—卷布辊 12—梭子

机织物是指由两组纱线，即经纱和纬纱，互相垂直交织起来的织物。

一般将机织物简称为织物。织物按原料不同分为棉织物、毛织物、麻织物、丝织物、化纤织物、各种混纺织物等。织物按生产加工特点分为白织物和色织物。白织物是指用原色纱制成的织物，而色织物是指用色纱制成的织物。

织造设备一般包括：络筒机、整经机、浆纱机、穿综结经设备、给湿设备、织机、验布机以及其他一些辅助设备。其中织机的多少或织机类型成为织造厂规模大小的主要技术指标。

织造工艺的生产流程一般如图 1-6 所示。

在织造过程中，纱线要经受多次反复的摩擦、拉伸等机械性破坏。从纺部进入织部的原纱，或由纺纱厂购进的原纱一般是管纱、绞纱或筒子纱。这些纱无论在卷装形式还是纱线质量上都不能适

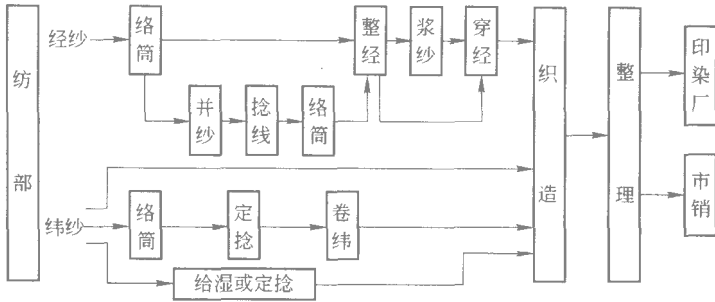


图 1-6 织造生产流程图

应织造需要，还要经过一系列的织前准备工程。织前准备工程简称机织准备，或称准备工程。

织造准备工程的任务有下列两方面。

#### 1. 改变卷装形式

经纱在准备工程中，由单纱卷装（管纱）变成具有织物总经根数的织轴卷装。纬纱在准备工程中，可不经改变直接用来织造。也可再经络筒、卷纬工序后，进行织造。

#### 2. 改善纱线质量

经纱经准备工程后，其外观疵点得到适当清除，织造性能也得到提高。通常改善纱线质量的方法是进行清纱和给经纱上浆。

准备工程是机织工程的前半部分。准备工程的优劣与织造工程能否顺利进行以及织物的质量都有密切关系。所以，有经验的生产组织者，总是把极大的注意力放在织前准备上。

### 四、针织技术基本原理

针织是近代发明的一种织造方法，它具有生产工艺流程短的特