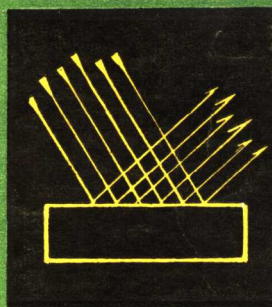
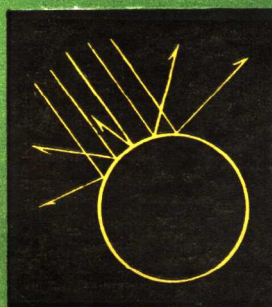
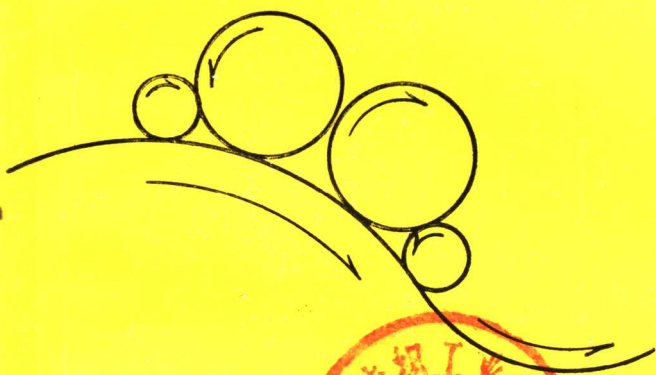


0068694

# 毛紡織生产工艺基础理论

丁鸿谟



中国标准出版社

# 毛纺织生产工艺基础理论

中国标准出版社

# 毛纺织生产工艺基础理论

丁 鸿 漠

\*

中国标准出版社出版  
(北京复外三里河)

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

开本 850×1168 1/32 印张 9 3/4 字数 258,000

1986年7月第一版 1986年7月第一次印刷

印数 1—5,000

\*

书号: 15169·3-322 定价 2.90 元

\*

标 目 39—10

## 内 容 提 要

本书着重从精梳毛纺原料、梳条、纺纱、织造等多方面的基本概念和加工工艺基础理论进行研究和阐述。结合生产实践经验运用数学、物理、化学的定量分析方法和观点进行试验、推导，扼要的指出毛纺织品在加工过程中应注意的问题和解决方法。对从事毛纺织工作的科技人员，系统地掌握工艺基础理论知识，开展工艺技术研究，改进技术工作，提高精梳毛纺织品品质，有一定的参考价值。也可作为高等院校专业教材之用。

## 前 言

我国毛纺织工业的重要任务，既要对目前占全部设备总量95%以上的传统工艺采取革新、改造、挖潜的方针；又要积极采用新技术、新工艺，大大地加快发展速度与提高产品质量，赶上和超过世界先进水平，在理论与实践上走在世界先进水平的最前列。这是我们毛纺织工业企业和研究单位的任务和努力方向。但是，要完成这样的任务，最基本的条件就是要提高生产工艺基础理论水平。为了提高广大毛纺科技人员工艺基础理论水平，作者根据多年生产实践和经验，运用了数学、物理、化学的观点、方法，从理论上进行探讨，并结合生产做了试验，在此基础上写了这本书。在写作过程中，承蒙北京清河毛纺厂吉苏玉同志以及其他一些专业同志热诚的配合、帮助，谨致谢意。

由于写作时间仓促，水平有限，难免有不足和错误之处，请读者批评指正。

# 目 录

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| 第一章 毛纤维长度的理论研究             | ( 1 )   |
| 第一节 长度的基本概念                | ( 1 )   |
| 第二节 长度表示法的理论根据             | ( 2 )   |
| 第三节 毛纤维长度的工艺意义             | ( 25 )  |
| 第四节 毛纤维长度计算的试验室简易数据分析      | ( 25 )  |
| 第二章 毛纤维细度的理论分析             | ( 31 )  |
| 第一节 毛纤维细度的概念               | ( 31 )  |
| 第二节 毛纤维的线性密度与细度关系          | ( 32 )  |
| 第三节 线性密度与物理几何变量的关系         | ( 33 )  |
| 第四节 纤维重度、比重、体重、多孔度和比面积     | ( 39 )  |
| 第五节 毛纤维细度、弯曲频数、品质支数与细度分布曲线 | ( 44 )  |
| 第六节 毛纤维细度与表面鳞片数和成纱条干的相关性质  | ( 60 )  |
| 第七节 毛纤维细度的工艺意义             | ( 63 )  |
| 第三章 毛纤维物理、化学结构的工艺理论分析      | ( 78 )  |
| 第一节 毛纤维的物理结构与角质化学结构        | ( 78 )  |
| 第二节 毛纤维湿度的理论分析             | ( 98 )  |
| 第三节 毛纤维的蠕变与松弛              | ( 116 ) |
| 第四节 毛纤维负荷与伸长曲线             | ( 123 ) |
| 第四章 毛条主要品质特征与分梳新理论的研究      | ( 139 ) |
| 第一节 毛条基本品质概述               | ( 139 ) |
| 第二节 减少梳毛机毛粒的理论分析           | ( 147 ) |
| 第三节 毛条重量不匀率的理论分析           | ( 163 ) |
| 第四节 关于精梳梳毛机纤维移动的新理论研究      | ( 169 ) |
| 第五节 关于精梳毛条工艺梳理比值理论计算的研究    | ( 186 ) |
| 第五章 精纺毛纱生产工艺中张力问题的研究       | ( 210 ) |
| 第一节 粗纱生产工艺中的纤维张力           | ( 210 ) |

|     |                              |         |
|-----|------------------------------|---------|
| 第二节 | 粗纱生产工艺中因罗拉欠伸而产生的张力·····      | ( 240 ) |
| 第三节 | 精纺环锭细纱机纺纱张力——气圈的形成与理论探讨····· | ( 248 ) |
| 第四节 | 精纺毛纱加拈张力的理论研究·····           | ( 266 ) |
| 第六章 | 毛精纺织造工艺中速度与张力问题的研究·····      | ( 275 ) |
| 第一节 | 络筒速度与张力·····                 | ( 275 ) |
| 第二节 | 筒子卷绕成形与卷绕密度·····             | ( 278 ) |
| 第三节 | 织造工艺的速度与张力·····              | ( 282 ) |

# 第一章 毛纤维长度的理论研究

## 第一节 长度的基本概念

纤维的长度，是纤维很重要的一项物理指标，它影响到纺纱性能、成纱强力、纺纱支数、织物结构和风格。在毛纺生产中，长纤维、中长纤维、短纤维所采用的工艺设备条件均不相同。长纤维采用大隔距、重加压、大牵伸、小拈度；中长纤维采用小隔距、轻加压、小牵伸、大拈度；短纤维则用于粗梳毛纺中。纤维长度，特别是纤维的主体长度以及表示羊毛纤维整齐度的主体基数，则是决定纺纱条干均匀性和断头率的重要指标。长度主体基数大于50%以上时，成纱条干均匀，断头率明显降低，牵伸力也比较均匀。

羊毛由于羊种、饲养、气候、性别、年龄以及同一头羊身上的部位不同，长度的变化范围是很大的。但在生产工艺上，根据传统的经验和织物成品的风格，对于羊毛长度的要求如下：

(1) 精梳毛纺用：其平均伸直长度在70毫米以上。

(2) 粗梳毛纺用：其平均伸直长度在55毫米以上。

(3) 30毫米以下的短纤维，大部分用于毛毯。

现将国内外几种羊毛长度范围列于表1、2。

表 1 几种支数羊毛长度范围

| 羊毛名称        | 手排长度范围<br>毫米  | 羊毛名称      | 手排长度范围<br>毫米 |
|-------------|---------------|-----------|--------------|
| 36支英国林肯毛    | 245.0 ~ 304.0 | 80支澳洲美利奴毛 | 30.6 ~ 36.7  |
| 48支英国罗姆内治地毛 | 122.5 ~ 157.0 | 64支中国改良羊毛 | 75.9 ~ 82.0  |
| 56支英国南塘地种毛  | 73.5 ~ 87.5   | 70支中国改良羊毛 | 65.0 ~ 70.0  |



表 2 几种国产羊毛长度范围

| 绵羊的种类 | 平均伸直长度<br>毫米 | 绵羊的种类 | 平均伸直长度<br>毫米 |
|-------|--------------|-------|--------------|
| 同质长毛种 | 150 ~ 200    | 同质细毛种 | 50 ~ 90      |
| 同质短毛种 | 80 ~ 100     | 异质粗毛种 | 80 ~ 130     |

## 第二节 长度表示法的理论根据

羊毛纤维因其来源不同，长度差异也很大，因此直接影响生产工艺流程和产品品质。所以在生产工艺上必须掌握羊毛长度和表示长度指标的基本原理和根据。

### 一、平均长度（或称加权平均长度）

纤维的平均长度是表示许多单根纤维长度的趋势，是单根纤维长度指标中最基本的一项。在纺织纤维长度计算中，以算术平均长度或加权平均长度最常用。这里分析一下纤维长度的理论根据。

（一）设有  $N$  根纤维，按长度分为  $n$  组，若以  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$  表示各组的组中值，属于同一组的频率均以组中值为代表，所以加权平均长度  $\bar{L}$  的计算如下：

$$\bar{L} = \frac{f_1 \cdot l_1 + f_2 \cdot l_2 + \dots + f_n \cdot l_n}{N}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n f_i \cdot l_i}{N} \dots\dots\dots (1)$$

（二）对于已给出长度频率函数的连续变量的长度，计算  $\bar{L}$  的方法，可以从 式（1）中推导出来。

试看图 1 上的长度频率曲线，变量  $l$  的最小值为  $a$ ，最大值为

$b$ ，将  $a$  到  $b$  分为  $n$  组，那么第  $i$  组的频率  $f_i$  就等于曲线下面介于横坐标上  $l_i$  到  $l_{i+1}$  之间的小面积（数学中称为曲线梯形）。这个小面积近似地等于  $f(l_i) \cdot (l_{i+1} - l_i)$  或  $f(l_{i+1}) \cdot (l_{i+1} - l_i)$ ，如采用前者，则：

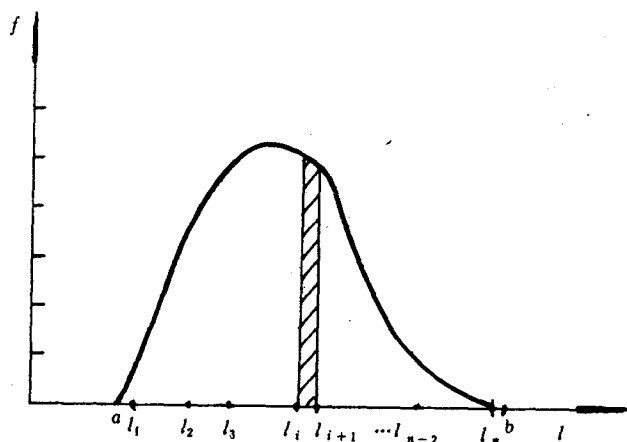


图 1 长度频率曲线

$$f_i \approx f(l_i) \cdot (l_{i+1} - l_i) = f(l_i) \cdot \Delta l_i \dots \dots \dots (2)$$

与式 (1) 比较，式 (2) 可得：

$$\bar{L} \approx \sum_{i=1}^n l_i \cdot f(l_i) \cdot \Delta l_i$$

要使计算准确，必须将组数  $n$  增加，组距  $\Delta l_i$  缩小。于是  $L$  的准确计算应为：

$$\begin{aligned} \bar{L} &= \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \Delta l_i \rightarrow 0}} \sum_{i=1}^n l_i \cdot f(l_i) \cdot \Delta l_i \\ &= \int_a^b l \cdot f(l) dl \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

根据纤维长度的基本理论，在毛纤维长度分析时，传统方法是用梳片式羊毛纤维分析机。这是由很多梳片组成的仪器，每两个梳片之间的距离是10毫米。将已经整理和梳理顺直的毛纤维在这个仪器上按长度进行分组，组距为10毫米，以长度在10毫米及以下的为第一组；以11至20毫米为第二组；以21至30毫米为第三组等等，依此类推。然后称出每组重量，再以长度为横坐标，以相应长度纤维重量（或其频率）为纵坐标，绘出长度分布曲线图，在曲线图上的各组代表性长度，即组中值和相应重量，用加权平均计算，其常用简化方程式如下：

$$\begin{aligned}\bar{L}_g &= \frac{l_1 \cdot G_1 + l_2 \cdot G_2 + \cdots + l_n \cdot G_n}{G_1 + G_2 + \cdots + G_n} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \dots\dots\dots (4)\end{aligned}$$

式中： $\bar{L}_g$ ——毛纤维加权平均长度，毫米；

$l_i$ ——毛纤维长度分布图中分组时的各组组中值，毫米；

$G_i$ —— $l_i$ 相对应的重量，毫克。

$\sum l_i \cdot G_i$ 与方程式（3）的理论相同， $\sum_{i=1}^n G_i$ 与方程式（1）

中  $N$  的理论根据相似。

## 二、加权平均长度的均方差和变异系数

加权平均长度的均方差和变异系数，用下式计算：

$$\sigma_g = \sqrt{\frac{\sum [(l_i - \bar{L}_g)^2 \times G_i]}{\sum G_i}} \dots\dots\dots (5)$$

$$C_g = \frac{\sigma_g}{\bar{L}_g} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

式中:  $\sigma_s$ ——加权平均长度的均方差, 毫米;

$C_s$ ——加权平均长度的变异系数, %。

### 三、主体长度

#### 1. 加权主体长度

长度分布的波动很大, 有时还出现双峰。所以研究毛纤维长度, 就要分别按离散变量长度和连续性变量长度两种情况进行。加权主体长度——即毛纤维的众数, 就是长度频率分布图中, 频率达到最大值的一个变值, 即纤维图中, 选出分组称重最大的一组。对于毛纤维分布图连续变量来说, 加权主体长度就是试验频率函数取得极大的变值。在数学上求众数之法, 就是解下列方程式:

$$\frac{d}{dx} f(x) = 0 \dots\dots\dots (7)$$

毛纤维长度为连续累积频率, 因而  $f(x)$  为  $F(x)$  的一个阶数, 式(7)则改写为:

$$\frac{d^2}{dx^2} f(x) = 0 \dots\dots\dots (8)$$

用式(7)及(8)原理, 将纤维以长度10毫米分组称重后, 选取连续最重的四个组, 就能代表连续长度变量频率的极大值, 加权主体长度的方程式:

$$L_{me} = \frac{l_1 G_1 + l_2 G_2 + l_3 G_3 + l_4 G_4}{G_1 + G_2 + G_3 + G_4} \dots\dots (9)$$

式中:  $L_{me}$ ——加权主体长度, 毫米;

$G_1$ ——连续最重四组中, 最短的一组重量, 毫克;

$G_2, G_3, G_4$ ——连续最重四组中比较长的其他三组重量, 毫克;

$l_1$ ——重量为  $G_1$  一组的代表长度, 也就是它的组中值, 毫米;

$l_2, l_3, l_4$ ——重量分别为  $G_2, G_3, G_4$  各组的代表长度, 毫米。

#### 2. 加权主体基数

这是表示纤维离散性变量长度的指标，它是上述连续最重四组重量的总和占全部试样重量的百分数。

$$S_M = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + G_4}{\Sigma G_i} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

式中： $S_M$ ——加权主体基数，%。

由上式很明显可以看出：毛纤维越均匀，则靠近加权主体长度部分的纤维重量越大，也就是距离加权主体部分越远的分组重量就越小。

#### 四、计数平均长度及其均方差和变异系数

记清各个长度组纤维根数时，毛纤维的计数平均长度可用下式计算：

$$\bar{L}_n = \frac{\sum_{i=1}^n (l_i \times n_i)}{\sum_{i=1}^n n_i} \dots\dots\dots (11)$$

式中： $\bar{L}_n$ ——毛纤维的计数平均长度，毫米；

$l_i$ ——毛纤维长度测定分组时，各组的代表长度，即各组的组中值，毫米；

$n_i$ ——相应于 $l_i$ 各组的纤维根数。

计数平均长度的均方差和变异系数为：

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(l_i - \bar{L}_n)^2 \times n_i]}{\sum_{i=1}^n n_i}} \dots\dots\dots (12)$$

$$C_n = \frac{\sigma_n}{\bar{L}_n} \times 100 \dots\dots\dots (13)$$

式中： $\sigma_n$ ——毛纤维计数平均长度的均方差，毫米；

$C_n$ ——毛纤维计数平均长度的变异系数，%。

## 五、毛纤维计重长度（加权平均长度、主体长度） 与计数平均长度的区别及其在生产工艺中的关系

为了说清楚这个问题，我们举一个简单的物理概念来认识它们之间的关系。

将图 2 的长度、根数和根数的频率列于表 3。

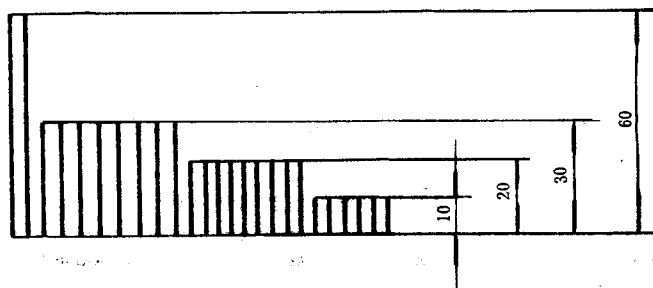


图 2 25根纤维排列图

表 3 毛纤维排列时的根数和频率表

| 长度，毫米 | 根 数 | 根数频率，% |
|-------|-----|--------|
| 10    | 6   | 24     |
| 20    | 9   | 36     |
| 30    | 8   | 32     |
| 60    | 2   | 8      |
| 合计    | 25  | 100    |

但是，这些纤维在完全正常状态下，是均匀地分布在毛条、粗纱和细纱中，假设在设备加工状态中完全理想地移动，并作整齐的排列，则图 2 变为图 3 的状态。

这样，将纤维排列成纱或半制品的形状，任一段纱线中横切面内纤维根数为：

- 2 根60毫米的纤维；
- 4 根30毫米的纤维；

3 根20毫米的纤维；  
1 根10毫米的纤维。

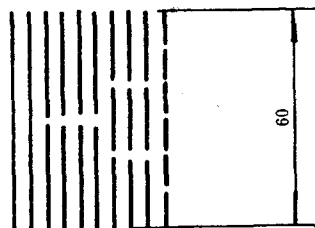


图 3 毛纺纤维在纱线中的排列图

因而在纱线及其半制品的横切面中，各种长度纤维根数和根数的频率如表 4 所示。

表 4 纱线中纤维的根数和频率表

| 长度，毫米 | 截面中纤维根数 | 截面中纤维根数的频率，% |
|-------|---------|--------------|
| 10    | 1       | 10           |
| 20    | 3       | 30           |
| 30    | 4       | 40           |
| 60    | 2       | 20           |
| 合计    | 10      | 100          |

设纤维每根每10毫米的重量为  $g$  毫克，在图 2 中各种长度纤维的重量及其频率如表 5 所示。

表 5 毛纤维排列时各种长度纤维的称重频率

| 长 度<br>毫米 | 各组纤维 根数 | 各组纤维重量<br>毫克  | 称重频率<br>% |
|-----------|---------|---------------|-----------|
| 10        | 6       | $6 \times g$  | 10        |
| 20        | 9       | $18 \times g$ | 30        |
| 30        | 8       | $24 \times g$ | 40        |
| 60        | 2       | $12 \times g$ | 20        |
| 合计        | 25      | $60 \times g$ | 100       |

表 6 长度指标汇总

| 指 标 种 类                       | 根 数 法<br>(第一种方法) | 称 重 法<br>(第二种方法) |
|-------------------------------|------------------|------------------|
| 算术平均数 $L_{cp}$ , 毫米           | 24.00            | 31.00            |
| 众数 $L_M$ , 毫米                 | 20.00            | 30.00            |
| 对 $L_{cp}$ 的均方差 $\sigma$ , 毫米 | 12.961           | 15.780           |
| 对 $L_{cp}$ 的变异系数 $C$ , %      | 54.004           | 50.903           |

显然, 由表 4 及表 5 的比较, 可以看出横切面中纤维根数的频率和称重频率是相同的, 称重数据的整理方法, 实际上是计算由这种纤维纺成纱线及其半制品横切面中各种纤维长度的根数集中性指标和离散性指标。

同时, 分析重量频率和根数频率两种指标的关系, 从表 4 及表 5 的计算中, 它们之间的关系如下式。

$$L_g = L_n (1 + C_n^2) \dots \dots \dots (14)$$

式中:  $L_g$ ——计重法平均长度(加权平均长);

$L_n$ ——计数法平均长度;

$C_n$ ——计数法平均长度的变异系数, %。

以表 6 为例:

$L_n = 24.00$ ,  $C_n = 0.54004$  代入 (14) 式;

$$L_g = 24.00 \times (1 + 0.54004^2)$$

$$= 31.00 \text{ (毫米)}$$

与表 6 中的称重法  $L_{cp}$  相符合。

## 六、有效长度(手排分析)

毛纤维的有效长度是手排测定法得到的纤维排列图, 用图解法求得的一种长度指标。如图 4。

由图 4: 有效长度 =  $L.B_1$ , 实际上是将  $L.B_1$  以右舍去的短毛所留下的纤维都是有效长度。

但是为了互有区别, 还有几个长度需要记出:

$\overline{OL}$  = 交叉长度



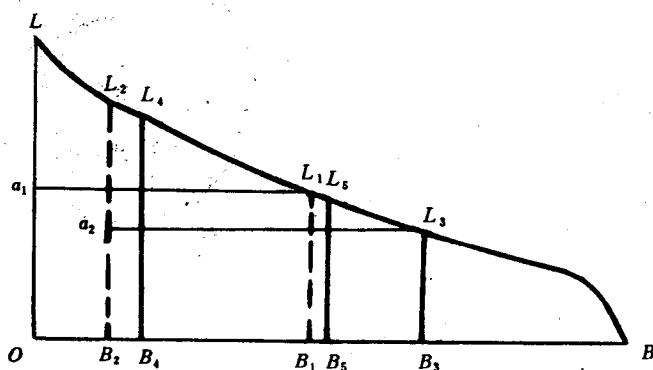


图 4 毛纺纤维有效长度计算方法图

$\overline{B_3 L_3}$  = 中间长度

短毛：是比有效长度一半还短的纤维，其百分数为：

$$C_k = \frac{\overline{B_3 B}}{\overline{OB}} \times 100 \dots\dots\dots (15)$$

长度差异率：

$$D = \frac{\overline{L_4 B_4} - \overline{L_3 B_3}}{\overline{L_4 B_4}} \times 100 \dots\dots\dots (16)$$

式中： $C_k$ —— 短毛率，%；

$D$ —— 长度差异率，%。

## 七、毛纤维的累积频率图

毛纤维的长度分布曲线，可以用坐标图来表示：一般习惯用横坐标代表各组纤维的长度，用纵坐标代表相应各组纤维的根数或重量的绝对数或频率。重量频率实际上就是纺织半成品中横切面内纤维根数的频率。各组中纤维的根数是纤维长度的函数，如图 5，可用下式来表示：

$$n = f(L) \dots\dots\dots (17)$$

积分：