

簡明棉紡教程

(第三冊)



朱其祝 杜 若 編

上海科學技術出版社

目 录

第一章 并合与牵伸的基本原理	1
一、并合理論	1
二、牵伸原理	6
第二章 并条工程	25
一、概論	25
二、并条机的构造与作用	26
三、并条机的道数与牵伸分配	64
四、双棉条并条机	66
五、双区牵伸与曲线牵伸并条机	68
六、大牵伸并条机	70
第三章 并条机的工艺計算	74
一、傳动系統	74
二、速度計算	74
三、牵伸計算	76
四、生产率計算	78
第四章 并条机上的廢棉、棉条疵品及品质檢驗	80
一、并条机上的廢棉	80
二、棉条疵品的成因和消除方法	80
三、半制品的质量檢驗	83
第五章 粗紡工程	93
一、概論	93
二、粗紡机的构造与作用	96
第六章 粗紡机的工艺計算	143
一、傳动系統	143

二、速度計算与变换齿輪的确定.....	143
三、生产率的計算.....	157
第七章 粗紡机上的廢棉、粗紗疵品及品质檢驗.....	159
一、粗紡机上的廢棉.....	159
二、粗紗疵品的成因和消除方法.....	159
三、粗紗的质量檢驗.....	159

第一章 并合与牵伸的基本原理

一、并合理論

1. 統計方法的应用

随着工业技术的进展，統計方法在工业上的应用范围日益广泛。在紡織工业中也常用統計方法来分析产品质量的优劣，从而改进产品质量，节约原材料。本节所述的并合作用即以統計方法来分析并合前后产品不匀率的变化，也是在学习棉紡工程中討論并合及牵伸时所必須掌握的基本統計知識。

(一) 平均数

平均数有算术平均数、几何平均数、調和平均数等，其中以算术平均数应用最广，普通所謂平均数是指算术平均数而言。

算术平均数为一群变数相加除以这群数字的个数即得。

例：一群数字的数值各为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ，个数为 N ，則算术平均数为：

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N} = \frac{\Sigma x}{N}$$

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ —— 各为变数(在統計学中亦称个体)。

N —— 变数的个数

$\bar{x}$ —— 算术平均数

Σ —— 各数相加的符号

(二) 均方差

均方差又称为离中差,也称标准差,用 σ 代表,是表示变数与平均数差异程度的主要指标。均方差愈大,则各变数的分布越散,各变数之间的相互差异也越大。如果均方差为零,则各变数的值等于平均数,因此均方差的大小与各变数间差异的大小有密切关系。

已知变数 x , 平均数 $\bar{x}$, 变数的个数 N , 则均方差可用下式计算:

即
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

σ ——均方差

x —— N 个变数, 即 $x_1, x_2, \dots, x_n$

$\bar{x}$ —— N 个数的算术平均数

(三)均方差系数

均方差系数又称离中系数或离散系数, 用以表示或比较产品质量的好或差。

均方差系数是均方差对算术平均数的百分比

$$C = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

C ——均方差系数

σ ——均方差

$\bar{x}$ ——算术平均数

(四)平均差

平均差用 δ 来表示, 它是各个变数与平均数之差的绝对值之和的平均值。用算式表示

即
$$\delta = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{N}$$

δ ——平均差

x ——变数

N ——变数的个数

$\bar{x}$ ——算术平均数

(五)平均差系数

平均差系数是表示产品的不匀率,用 H 代表,它的值是平均差除以平均数后化为百分率。

即
$$H = \frac{\delta}{\bar{x}} \times 100\%$$

H ——平均差系数

δ ——平均差

$\bar{x}$ ——算术平均数

此式可化为

$$H = \frac{2N_1(\bar{x} - \bar{x}_1)}{\bar{x}N} \times 100\%$$

N_1 ——小于平均数数值的个体数

N ——变数的个数

$\bar{x}$ ——算术平均数

$\bar{x}_1$ ——小于平均数的各个数的平均数

上式即为有名的“左密尔”公式,可用以计算不匀率。在紡織品品质标准中亦规定用“左密尔”公式来计算产品的不匀率。

(六)均方差系数与平均差系数间的关系

根据统计学中运用数学理论证明,当試驗次数很多时均方差 σ 与平均差 δ 间的关系为

$$\sigma = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \delta = 1.2533 \delta$$

因此均方差系数 C 与平均差系数间的关系为

$$C = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot H = 1.25 H$$

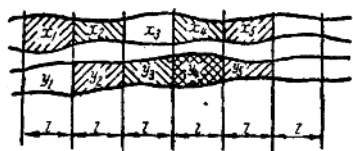


图 1 棉条分成的片段

2. 并合作用

并合是二根或二根以上棉条相互重合成为一个整体，假定将同样长度的二根棉条分成 n 个等长 L ，如图 1 的片段并称其重量。

设第一根棉条的各片段重量为 $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$

第二根棉条的各片段重量为 $y_1, y_2, y_3, y_4, \dots, y_n$

则第一根棉条的算术平均重量

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{n};$$

第二根棉条的算术平均重量

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n}{n}$$

设两根棉条并合后的平均重量为 $\bar{z}$

$$\text{则 } \bar{z} = \frac{(x_1 + y_1) + (x_2 + y_2) + (x_3 + y_3) + \dots + (x_n + y_n)}{n} = \bar{x} + \bar{y}$$

由此可得并合后棉条的算术平均数等于并合前各根棉条的算术平均数的和。

设第一根棉条各片段与其平均重量 $\bar{x}$ 的均方差为 σ_1 ，则

$$\text{其均方差系数 } C_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{x}} \times 100\%。$$

设第二根棉条各片段与其平均重量 $\bar{y}$ 的均方差为 σ_2 ，则

$$\text{其均方差系数 } C_2 = \frac{\sigma_2}{\bar{y}} \times 100\%。$$

根据统计学的运算，并合后产品的均方差与并合前产品的均方差间有着这样的关系

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + 2\gamma\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2}$$

式中 γ 为相关系数, 当 $\gamma = 0$ 时, 即两根棉条的片段重量間无任何关系时, 則

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

$$\text{因} \quad C = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

并合后的均方差系数为

$$C = \frac{\sigma}{\bar{z}} \times 100\% = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}{\bar{z}} \times 100\%$$

当 $\sigma_1 = \sigma_2$, 并且 $\bar{z} = 2\bar{x} = 2\bar{y}$ 或各根棉条的性质一样时, 則其均方差系数为

$$C = \frac{\sqrt{2\sigma_1^2}}{\bar{z}} \times 100\% = \frac{\sqrt{2\sigma_2^2}}{\bar{z}} \times 100\% = \frac{\sigma_1\sqrt{2}}{2\bar{x}} \times 100\%$$

$$\text{因} \quad C_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$\text{故} \quad C = C_1 \frac{\sqrt{2}}{2} \times 100\%$$

$$\text{即} \quad C = C_1 \frac{1}{\sqrt{2}} \times 100\%$$

此式是当两根棉条并合时, 若 n 根棉条并合时亦可以同样证明得

$$C = \frac{C_1}{\sqrt{n}}$$

C ——并合后的均方差系数

C_1 ——并合前的均方差系数

n ——并合根数

由此可知并合后产品的不匀率較并合前大为降低, 并且并合数愈多, 不匀率的降低愈多, 因此并合是提高产品均匀度的一种方法, 在紡紗工程中如清棉机(二程式)、并条机、二道

粗紡机（二程式）以及精紡机上均应用并合来提高条干均匀度，使各紗条的支数比較一致，可便于产品支数的控制，以降低成紗的支数偏差。

此外，在紡紗工程中并合与牵伸往往是同时进行的，并合后产品的支数降低，因此在紡制一定支数的成紗或半制品时，必須加以一定的牵伸倍数。若并合数增加，則牵伸倍数亦随之增加，因牵伸倍数的增加亦会增加产品的不匀，所以在应用并合方法时必须要考虑牵伸的影响，上述 $C = \frac{C_1}{\sqrt{n}}$ 公式中只是考虑了并合前后的不匀率变化，沒有包括牵伸所造成的不良影响。

二、牵伸原理

1. 牵伸的定义和作用

(一) 牵伸的定义

将棉条或粗紗拉长变細的过程称为牵伸。

(二) 牵伸的作用

牵伸过程的作用是使产品中的纤维产生相对移动，均匀地分布在較长的长度上。

2. 牵伸前后产品在长度、直径、支数等方面的变化

在棉紡工程中，一般使产品通过两对或两对以上不同回

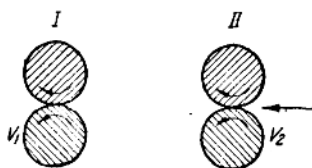


图 2 两对牵伸罗拉
I. 前罗拉 II. 后罗拉

轉速度的罗拉，以达到拉細产品的目的；如图 2 所示为两对罗拉所組成的牵伸机构，前罗拉 I 和后罗拉 II 都有握持纤维的能力。前罗拉的表面速度为 V_1 ，后罗拉的表面速度为 V_2 ，而 $V_1 > V_2$ 。

当产品依矢向通过罗拉时，后罗拉 *II* 强制产品按 V_2 速度运动，前罗拉 *I* 强制产品按 V_1 速度运动，使产品变细。产品经牵伸后长度变长，直径变小，支数提高，纤维与纤维间的距离增加。牵伸程度用牵伸倍数 E 表示，则

$$E = \frac{N}{N_0} \quad (1)$$

$$E = \frac{l}{l_0} \quad (2)$$

$$E = \frac{V_1}{V_2} \quad (3)$$

$$E = \frac{W_0}{W} \quad (4)$$

l_0 ——牵伸前产品的长度，即输入产品长度

l ——牵伸后产品的长度，即输出产品长度

N_0 ——牵伸前的产品支数

N ——牵伸后的产品支数

W_0 ——单位长度 l_0 的重量

W ——单位长度 l 的重量

由 (1) 式中可知产品经牵伸后支数提高的倍数等于牵伸倍数。由 (2) 式可知产品经牵伸后长度的增加倍数亦等于牵伸倍数。由 (3) 式可知两根罗拉表面速度之比亦等于牵伸倍数。由 (4) 式可知产品经牵伸后单位长度重量减轻倍数亦等于牵伸倍数。在工厂中常应用 (3)、(4) 两式来计算牵伸倍数。

3. 牵伸前后产品中纤维移距的变化

假定：(1) 后罗拉引入的纤维长度相同并且伸直平行；(2) 后罗拉引入的纤维移距完全相同（在牵伸过程中前面一根纤维的前端与后面一根纤维前端的距离叫移距），并等于 a_1 ，如图 3；(3) 罗拉很好地握持纤维，罗拉和纤维间没有滑移。

当其中两根被研究的纤维如图 3 中 1 和 2 从后罗拉输出时, 它们均以 V_2 速度前进, 因纤维 1 在纤维 2 前面, 所以纤维

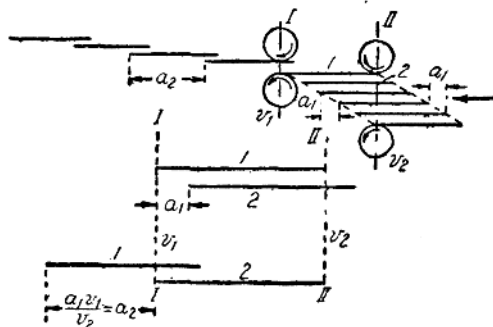


图 3 牵伸过程中纤维的移距变化

1 先进入前罗拉钳口, 当纤维 1 进入 I-I 线时即以前罗拉 V_1 速度运动, 这时纤维 2 还依 V_2 速度走完移距 a_1 的路程才能到达 I-I 线, 其所需时间为 t 。

$$t = \frac{a_1}{V_2}$$

在这同一段时间内纤维 1 以 V_1 速度所走的路程为 $V_1 t$ 。

$$V_1 t = V_1 \times \frac{a_1}{V_2} = a_2$$

亦即

$$a_2 = a_1 \times \frac{V_1}{V_2} = e \cdot a_1$$

经部分牵伸 e 后二根纤维的移距增加, 前一对罗拉的表面速度比后一对罗拉的表面速度大多少倍, 移距就增加多少倍。

从纤维 2 的前端被前罗拉握持开始, 二根纤维才以同样速度运动, 二者间的移距 a_2 保持不变。

其余纤维中每二根相邻近的纤维都是这样, 结果, 纤维随

着产品横断面的减小而重行排列。

由 $a_2 = e \cdot a_1$ 中 $e = \frac{a_2}{a_1}$, 便可知牵伸前后纤维移距的变化

倍数就是产品的牵伸倍数。

4. 牵伸装置

棉紡工程中的牵伸机构大致有二种类型。

(一) 罗拉式牵伸装置

此种牵伸装置是牵伸机构中最简单的一种, 系利用几对上下罗拉表面速度的不同而达到把产品拉细的目的, 罗拉式牵伸机构有三罗拉式、四罗拉式、五罗拉式等, 图 4 为三对罗拉的牵伸机构, 由三根下罗拉 1、3、5 及位于其上的三根上罗拉 2、4、6 所组成。

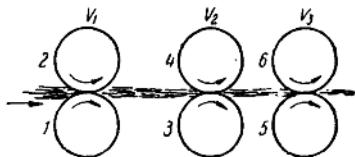


图 4 三对罗拉的牵伸机构

1、3、5. 下罗拉 2、4、6. 上罗拉

上罗拉用自重加压或强制加压(重锤或弹簧)压向下罗拉。由自身重量加压的称为自重加压, 由外来加压的则称为强制加

压。纤维在罗拉间如矢向前进, 各对罗拉的表面速度由喂入处后罗拉向输出处前罗拉逐渐增加, 即 $v_3 > v_2 > v_1$, 其前罗拉与后罗拉间线速度之比 $\frac{v_3}{v_1}$ 为总牵伸倍数 E , 后罗拉与中罗拉

间 $\frac{v_2}{v_1}$ 为第一部分牵伸 e_1 , 中罗拉与前罗拉间 $\frac{v_3}{v_2}$ 为第二部分牵伸 e_2 。三罗拉式牵伸装置应用在二程式粗纺机与一般牵伸精纺机上。

四罗拉及五罗拉牵伸机构与上述三罗拉机构相似, 惟多了一对或二对牵伸罗拉, 一般用于大牵伸并条机或大牵伸粗纺机上。

(二)皮圈式牵伸装置

(1) 双皮圈式 如图 5 所示, 此式的机构比较复杂, 以三

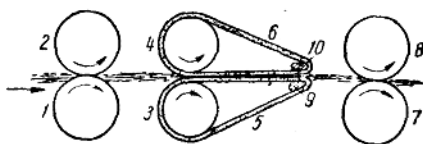


图 5 双皮圈牵伸装置

1、3、7. 下罗拉 2、4、8. 上罗拉 5. 下皮圈 6. 上皮圈
9. 下皮圈肖子 10. 上皮圈肖子

对罗拉作为基础, 在中罗拉 3、4 上加装一对皮圈 5、6 以及控制皮圈位置与张力的皮圈肖子 9、10, 上皮圈 6 由上罗拉带动, 下皮圈 5 由下罗拉 3 带动。皮圈压持纤维并且使纤维以相同于这些皮圈所有的速度移动。这样增加了对纤维的控制范围, 有利于牵伸倍数的增加, 及改善产品的均匀度。此种机构一般应用于精纺机上。

(2) 单皮圈式 如图 6 所示, 是在双皮圈的基础上去除

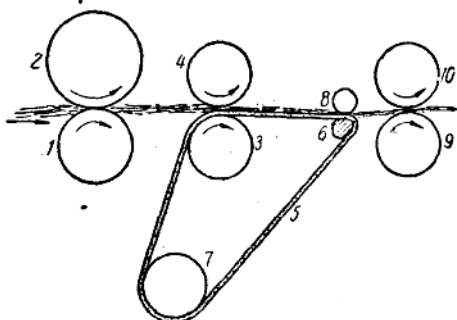


图 6 单皮圈牵伸装置

1、3、9. 下罗拉 2、4、10. 上罗拉 5. 下皮圈
6. 皮圈肖子 7. 张力圈 8. 轻质圈

一个上皮圈，只用一个下皮圈5，并且将其放长，在前罗拉与中罗拉間增加一个輕质輓8。此种机构用于現代式的精紡机上，新型的粗紡机上亦有采用。

5. 摩擦力界

如图7，当纤维通过罗拉钳口时，由于上罗拉的自重及加压部分，对纤维所施压力 P 不仅作用在通过上下罗拉轴心的 OO_1 平面上，并且还作用在这个平面的两侧空间中，其压力的大小自 OO_1 平面向两侧逐渐减小，即在上下罗拉的接近处纤维最密集。当纤维通过罗拉钳口而移动时，由于此压力的作用而产生摩擦力，这种摩擦力的空间或散布着压力的空间叫摩擦力界。

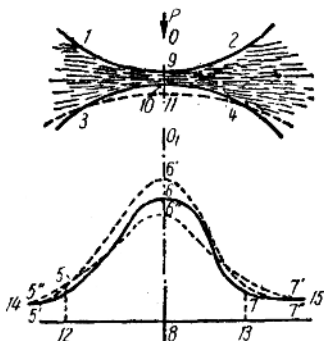


图7 摩擦力界中纤维应力变化

上下罗拉最接近的9、10处，作用在纤维每毫米长度上的摩擦力（摩擦力区域的张力）最大，这个摩擦力的大小用纵坐标6、8表示，在6、8两侧纤维间的

摩擦力就逐渐减小，用6、5与6、7曲线来表示，12、5与13、7代表1、3与2、4处单位长度纤维上的摩擦力值。5、14与7、15表示前后两对罗拉中间的摩擦力区域。5、6、7曲线表示摩擦力和纤维的应力在摩擦力界长度上的变化情况，在条件变更时曲线5、6、7亦改变。

P . 罗拉加压 OO_1 . 上下罗拉中心线 1, 2. 上罗拉表面 3, 4. 下罗拉表面 5, 12. 相应于罗拉1, 3处纤维单位长度上的摩擦力 7, 13. 相应于罗拉2, 4处纤维单位长度上的摩擦力 6, 8. 纵坐标 9, 10. 上下罗拉数接近处 5, 6, 7, 5', 6', 7', 5'', 6'', 7''. 摩擦力界曲线

(一)影响摩擦力界强度曲线的因素

(1) 加压部分的变化, 当上罗拉上的加压增加时, 钳口内的纤维集合得更紧密, 9、10 的距离缩小, 1、3 与 2、4 的距离同时减小, 因此摩擦力界的长度增加, 罗拉更有力地控制纤维运动, 这时的情况相当于虚线 5'、6'、7' (上面虚线)。

(2) 罗拉的直径改变, 当皮辊或罗拉的直径增大时, 则罗拉和纤维的接触面积较大, 在皮辊加压不变时, 纤维单位长度上的压力减小, 因此使压力分配在较大面积上, 摩擦力曲线向两侧伸长, 曲线的高度降低。但由于压力未增加, 故曲线下面积不变, 而成曲线 5''、6''、7'' (下面虚线)。

(3) 产品支数改变时, 若支数降低, 则纤维与皮辊和罗拉的接触面增加, 纤维单位长度上的压力减少, 因此与增加罗拉直径时情况相同, 故可近似地用曲线 5''、6''、7'' 表示。

表 1 在各种情况下摩擦力界曲线的变化

变 化 条 件	摩擦力界长度的变化	摩擦力界最大张力值的变化
上罗拉压力增大	增 大	增 大
上罗拉压力变小	减 小	减 小
上下罗拉直径增加	增 大	减 小
上下罗拉直径变小	减 小	增 大
制品在厚度方面增加	增 大	减 小
制品在厚度方面减小	减 小	增 大
制品在宽度方面增加	减 小	减 小
制品在宽度方面减小	增 大	增 大
制品同时在宽度与厚度方面增大	根据何种因素占优势而定	减 小
制品同时在宽度与厚度方面减小	根据何种因素占优势而定	增 大

(二)不同牽伸機構產品的摩擦力界曲綫

圖 8、9、10 是代表羅拉式與皮圈式的幾種不同牽伸機構的摩擦力界曲綫，由圖可知由於牽伸機構的不同、產品厚度中

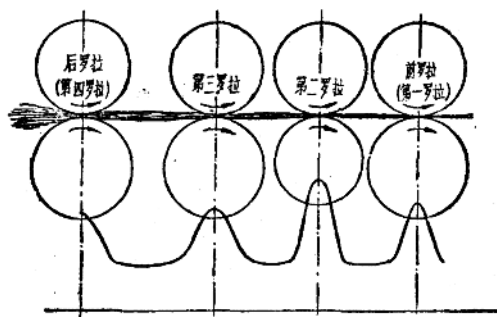


圖 8 四羅拉式牽伸機構摩擦力界曲綫

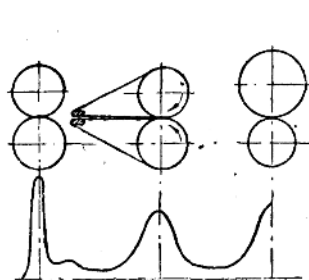


圖 9 雙皮圈牽伸機構摩擦力界曲綫

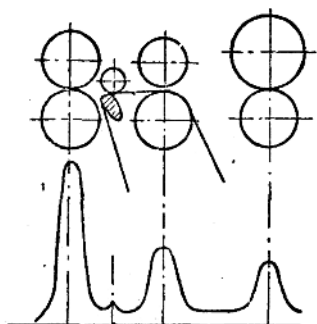


圖 10 單皮圈牽伸機構摩擦力界曲綫

壓力的擴展及纖維的附着力等緣故，各對牽伸羅拉間的空間中也有摩擦力，且其摩擦力的大小不相同，因此不同機構對纖維的控制作用亦各不相同。

(三)不同牵伸罗拉握持下产品横截面的摩擦力界曲线

上面所述只说明了纤维前进(纵向)方向的摩擦力界曲线变化的情况,而在横方向(沿罗拉长度方向)的摩擦力界的摩擦力与张力亦同样是不一致的;被牵伸的纤维在进入牵伸装置时具有圆形的截面,因此制品的厚度在中央较厚,边缘较薄;所以纤维握持力以及摩擦力在制品中具有比边缘大的数值,这种情况与罗拉的性质有关。

(1) 金属上罗拉 如图 11 甲,因金属上罗拉的表面不会

变形,纤维上的正压力从中央向两侧急剧地减小,致产品两侧的纤维没有受到任何控制。

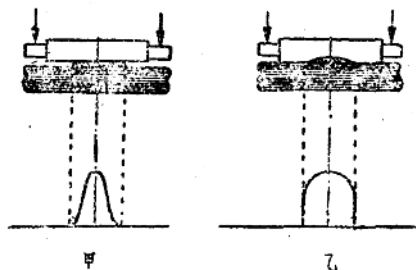


图 11 产品横截面的摩擦力界曲线

甲. 金属上罗拉 乙. 弹性包复皮辊

(2) 弹性包复皮辊 如图 11 乙,因皮辊的弹性,稍有变形,被拮制的纤维受到很大的包围,因此拮制力的变化比较均匀。

8. 纤维在牵伸过程中的运动

纤维在被牵伸过程中的运动情况可分两类:一类是被控制纤维,它的长度等于或大于罗拉间的中心距离,在牵伸装置中运动时,总是被某一对牵伸罗拉所控制,并且依照被控制的罗拉速度移动,或以拮制较紧的一对罗拉的速度移动。另一类是浮游纤维,它的长度小于罗拉间中心距离,当它们脱离了后一对罗拉的控制时,没有立刻受到前一对罗拉的控制,此时纤维的速度就要依靠那些偶然包围它的纤维的速度而定。

纤维被控制时的运动,如图 12,前后罗拉表面速度各为