

高等紡織學校教材

棉 紡 學

(中 冊)

華東紡織工學院等 主編

*

紡 織 工 業 出 版 社 出 版

(北京東長安街紡織工業部內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第16號

五十年代印刷廠印刷·新華書店發行

*

850×1168¹/₃₂開本·10²/₃₂印張·插頁1·268千字

1960年3月初版

1960年3月北京第1次印刷·印數1~5000

(平裝)定價(10)1.60元

高等紡織學校教材

棉紡學

中冊

華東紡織工學院主編

紡織工業出版社

目 录

第三篇 牵伸与并合

第一章 牵伸与并合概述 (5)

第一节 牵伸、并合的意义与作用 (5)

第二节 牵伸、并合的应用与发展 (7)

第二章 牵伸与并合的基本原理 (9)

第一节 简单罗拉牵伸区的假想牵伸过程 (9)

第二节 牵伸基本方程 (12)

第三节 牵伸区中的摩擦力界 (14)

第四节 牵伸力 (19)

第五节 纖維运动的实验 (27)

第六节 纖維运动与紗条不匀率 (38)

第七节 摩擦力界的布置 (46)

第八节 紗条不匀率的分析 (52)

第九节 并合原理 (64)

第三章 牵伸与并合的实践 (68)

第一节 并条工程中牵伸与并合的实践 (68)

第二节 粗紗工程中牵伸与并合的实践 (84)

第三节 細紗工程中牵伸与并合的实践 (92)

第四节 集合器 (123)

第五节 皮輥 (131)

第六节 条粗細工程牵伸部分的新工艺和新技术 (136)

第四篇 加拈与卷繞

第一章 加拈原理 (152)

第一节 加拈的目的与实質 (152)

第二节 拈迴的基本概念 (153)

第三节	加拈区域及其拈度	(160)
第四节	加拈的形式与分类	(162)
第五节	真拈与假拈	(163)
第六节	拈迴的傳遞、分布与重分布	(168)
第七节	加拈后紗条的結構	(172)
第二章	卷繞原理	(176)
第一节	卷繞的目的与要求	(176)
第二节	卷裝的結構、形式及形成方法	(176)
第三节	卷繞运动的基本方程	(179)
第四节	卷繞张力	(181)
第三章	粗紗的加拈与卷繞	(185)
第一节	粗紗机的錠子和錠翼	(185)
第二节	粗紗的拈系数与假拈	(188)
第三节	粗紗的卷繞及粗紗机的傳动	(193)
第四节	粗紗机的卷繞机构	(199)
第五节	粗紗张力	(213)
第六节	粗紗卷繞疵品及糾正方法	(216)
第四章	細紗的加拈与卷繞	(218)
第一节	細紗机的加拈机构	(218)
第二节	細紗品質与拈系数	(234)
第三节	細紗的卷繞	(241)
第四节	气圈的形成与变化	(249)
第五节	鋼絲圈运动与受力分析	(254)
第六节	細紗张力及其調节	(260)
第七节	細紗卷繞的疵品	(268)
第五章	新技术与新工艺	(270)
第一节	新型鋼領鋼絲圈	(270)
第二节	新型錠子	(272)
第三节	增大細紗管卷裝容量	(273)

第四节	离心紡紗	(279)
-----	------------	---------

第五篇 提高产質量和节约用棉

第一节	概述	(282)
第二节	提高棉紗条干均匀度	(285)
第三节	降低棉紗支数不匀率	(292)
第四节	减少棉結杂质	(297)
第五节	提高棉紗强力	(300)
第六节	紗疵	(305)
第七节	提高設備生产率和减少断头	(309)
第八节	节约用棉	(318)

第三篇 伸率与併合

第一章 牽伸与併合概述

第一节 牽伸、併合的意义与作用

一、牽伸

我們在緒論中已經談到棉紡工程最終的目的，是把棉纖維沿纖維長度方向平行地排列起來，組成具有一定粗細的須條，再加上拈度，而成為細紗。在現代的紡紗工程中，一般是把梳棉機製成的生條或精梳棉條逐步而均勻地拉細成為細紗，這個均勻拉細的過程稱為牽伸過程。牽伸的定義為：將紗條^①均勻拉細、伸長，使其單位長度內的質量減小或者使單位質量的紗條長度增加。減小或增加的倍數稱為牽伸倍數。

由這個概念推廣，除了把紗條拉細稱為牽伸外，棉包棉堆變成棉卷，棉卷變成棉條，亦可看作牽伸。但是這些問題一般不在牽伸研究範圍之內。

牽伸實施的必要與充分條件是：

(一) 二個積極握持紗條的鉗口，二鉗口沿紗條軸向有一定距離。

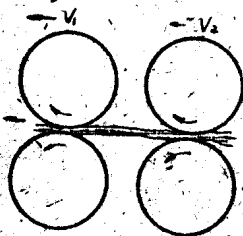
(二) 二鉗口有相對運動，使得鉗口握持或鉗口間的纖維能沿紗條軸向作相對移動，其移動的結果就使紗條單位長度內的質量減少。這樣的二個鉗口組成一個牽伸區。

人們可以用很多方法來滿足上列條件而進行牽伸。最原始的方法是，用手指與紡錘的聯合作用來進行牽伸。其後機械紡紗有了發展，產生了走錠細紗機，它用走動錠子的方法進行牽伸。這種錠子

① 棉條、粗紗、細紗統稱為紗條。

牵伸的方法与手紡动作是相仿的，其中有一个钳口是固定的，另一钳口（即手指或錠子）握住了紗条一端，并相对于固定钳口逐渐移开，使紗条拉細伸长。由于紡錘或錠子的轉动，使須条在伸长过程中同时加上了一定的拈度。因而早期的牵伸与加拈是同时进行的。錠子牵伸的移动钳口不能无限地远离固定钳口，在达到一定距离后，必須返回，因此这种牵伸是間歇性地进行的。

在十八世紀，发明了罗拉牵伸。一般下罗拉为鋼質，表面具有沟槽，上罗拉表面有弹性包复物或同样为鋼質沟槽罗拉，并加以一定压力，使上下罗拉組成强有力的钳口。简单的罗拉牵伸区（图3-1），就是由二个积极握持纖維的钳口組成的。罗拉本身不作移动，仅作轉动，



輸出罗拉速度大于喂入罗拉速度，因此使通过牵伸区的纖維沿着紗条軸向产生相对移动，使单位长度內的纖維被分布到更长的长度上，达到了伸长和拉細紗条的目的。

图3-1 简单罗拉牵伸区 罗拉牵伸是一个連續的过程，并把牵伸与加拈分开来进行。这样的牵伸方式一直被应用到現在的紡紗工程中。虽然在发展过程中，牵伸裝置也經過了多次的重大改良，但仍然沒有改变其基本作用的原理。由于錠子牵伸的生产率低，机械复杂，应用逐渐减少，因此本篇研究的牵伸原理与实践主要指罗拉牵伸过程。

牵伸除了將紗条伸长拉細以外，还有附带的作用。例如，纖維沿紗条軸向滑移时，必然产生平行伸直与解开纖維束等作用。

二、併合

併合就是把若干根紗条平行地叠合起来，使組成体单位长度內的質量增加，增加的倍数表示併合的程度。当併合的紗条原来的粗細相同时，这个倍数就是併合数。由这个概念推广，除了若干根紗条的叠合称併合外，还有棉卷的併合，以及股綫的併合等。本篇研究的对象主要是条粗細工艺过程中的併合。

紡紗工程中，把若干根粗細不勻的紗条沿长度方向平行排列起

来，使紗条粗节与細节有叠合的机会，因此在一定程度上，并合可以改善紗条的不匀程度。并合除了能够使紗条粗細趋向均匀外，还有附带作用——使紗条內的纖維成分得到混和。

从牵伸与并合的作用来看，牵伸能使紗条单位长度內的質量减小，并合又能使紗条单位长度內的質量增加。换言之，牵伸是使紗条变細，而且一般地講会产生不匀；而并合是使紗条变粗，且变得均匀。当紡紗支数一定时，采用并合必須增加工艺过程的牵伸倍数。因此，牵伸与并合对紗条的作用是相互联系、相互制約的。

第二节 牵伸、并合的应用与發展

牵伸与并合加工的最初喂入品为梳棉机的生条，最終輸出的产品經加拈卷繞即成为細紗，中間通过的工序道数，有下列各种类型（以下仅为粗梳系統，其中 D ——牵伸倍数； C ——并合数）：

(一) 生条 $\rightarrow$ 三道并条 $\rightarrow$ 头粗 $\rightarrow$ 二粗 $\rightarrow$ 三粗 $\rightarrow$ 小牵伸細紗机

$D=216, C=216$ $D=3.5, C=1$ $D=4, C=2$ $D=4.5, C=2$ $D=6, C=1$

(二) 生条 $\rightarrow$ 二道并条 $\rightarrow$ 头粗 $\rightarrow$ 二粗 $\rightarrow$ 普通牵伸細紗机

$D=36, C=36$ $D=4, C=1$ $D=4.5, C=2$ $D=15, C=1$

(三) 生条 $\rightarrow$ 二道并条 $\rightarrow$ 单程二粗 $\rightarrow$ 普通牵伸細紗机

$D=36, C=36$ $D=10, C=1$ $D=15, C=1$

$\rightarrow$ 单程三粗 $\rightarrow$ 普通牵伸細紗机

$D=20, C=1$ $D=15, C=2$

(四) 生条 $\rightarrow$ 二道并条 $\rightarrow$ 小成形头粗(成形与二粗同)

$D=36, C=36$ $D=6, C=1$

$\rightarrow$ 大牵伸細紗机

$D=30, C=1$

$\rightarrow$ 小成形单二粗(成形与三粗同)

$D=12, C=1$

$\rightarrow$ 大牵伸細紗机

$D=50, C=2$

(五) 生条 → 二道併条 → 超大牵伸細紗机

$D=36, C=36$ $D=150\sim 200, C=1$

前四种类型代表了近二十余年来我国棉紡上牵伸与併合的应用与发展的情况。可以很明显地看出，其趋势是一方面細紗牵伸逐步提高，另方面併合数减少，工艺过程縮短。

我国在大牵伸研究方面取得了很大的成就。早在四十年前就有我国工程师提出了弹簧皮圈肖的设计原理，并对大牵伸与超大牵伸进行了研究。但是在过去反动統治下，几十年来一直没有得到重視，直到解放后，在党和政府的大力支持与苏联专家的帮助下，組織了工人与技术人员的集体力量，在1956年研究成功了綜合式大牵伸。其机构主要的特点是前区应用活絡的弹簧皮圈肖及后区采用輕質輥。經過鑑定，不但提高了牵伸倍数縮短工艺过程或减少前紡机器数量，而且其成紗品質显著地优于国外双皮圈或单皮圈的成紗品質，因而綜合式大牵伸細紗机在我国紡織工业上已得到推广使用。

在1958年，我国的紡織工业大跃进中，創造了很多大牵伸及棉条直紡超大牵伸的型式，随后进行了重点提高。目前尚在研究中。

牵伸与併合工程进一步的发展是值得研究的。如果生条不匀率及纖維的伸直平行問題可以得到解决，就可由生条直接紡成細紗。进而可以考虑由棉卷或原棉直接紡紗。那时問題不再是单纯地提高牵伸倍数，紡紗方法也要进行根本的革命，从而消除复杂的过程与劳动，进一步使之自动化。

我国的紡織工作者在党的正确领导下，組織了各方面的力量，进行了尖端性的静电紡紗等研究工作，这說明正在向連續紡紗的方向积极迈进。

第二章 牽伸与併合的基本原理

第一节 簡單罗拉牽伸区的假想牽伸过程^[1]

假設喂入紗条中的纖維为平行伸直，則紗条可以由下列图形表示（图3—2）。將紗条中相等长度的纖維按其出現在紗条軸向的先后次序投影下来，即成为一条由等长纖維組成的紗条，或“子紗条”。原来喂入紗条中的纖維按长度分为若干組，則紗条也就可分为若干条“子紗条”（图3—2中仅表示二种纖維长度，余类推）。

在任意断面 xx 上，各“子紗条”厚度叠加之和，就等于紗条在该断面之厚度。研究各“子紗条”中纖維在通过牽伸过程中的运动，以及“子紗条”之間的联系，可以設法推求整个紗条在牽伸过程中的运动或变化情况。

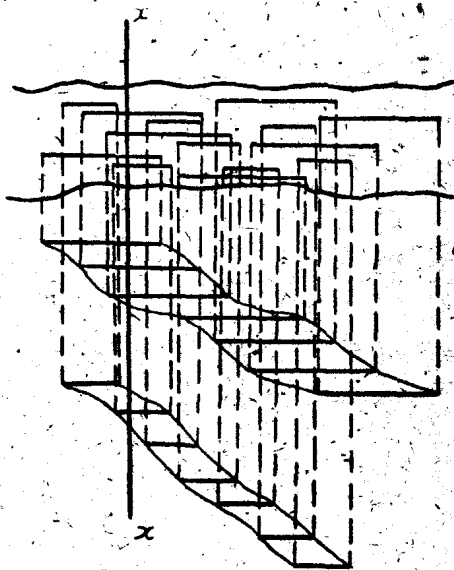
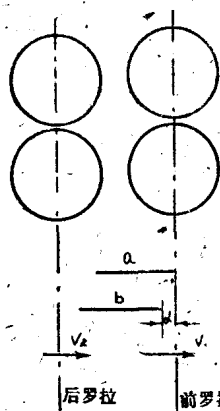


图3—2 等长纖維組成的子紗条

認識牽伸过程最初步的方法就是研究等长纖維所組成的紗条通过假想牽伸过程所发生的变化。

所謂假想的牽伸过程就是指喂入牽伸区的紗条中，纖維是平行伸直的且所有的纖維必定要头端达到前罗拉钳口綫或罗拉軸綫所在的界面后，才由后罗拉表面速度 v_2 变为前罗拉表面速度 v_1 。

設在牽伸区中有二根纖維“a”及“b”，图3—3中为它們原来在紗条中排列的位置。令二者头端之間距离为“a”，这个距离称为“移



距”。图 3—3 中， a 纖維头端正到达前罗拉钳口界面，故即加速而变为 v_1 速度， b 纖維則按假想牵伸的規律，仍保持 v_2 速度前进，于是 a 、 b 二纖維之間产生相对运动，移距开始变化。从 a 的头端到达前钳口算起， b 纖維头端达到前罗拉钳口所需的时间为：

$$\Delta t = \frac{a}{v_2}$$

在 Δt 時間中， a 纖維自前钳口向前所作位移为：

$$\Delta t \cdot v_1 = \frac{a}{v_2} \cdot v_1 = a \cdot D$$

图 3—3 假想牵伸

式中 v_1 与 v_2 或两对罗拉表面速度之比为牵伸倍数 D 。

此后二纖維同以 v_1 速度前进，移距不再变化，因之“ aD ”这段距离就是 a 、 b 二纖維通过假想牵伸过程后的移距。这个数值为牵伸前的移距之 D 倍。从上述結論的推广可認為，在紗条中任意二纖維間的移距（不論大小），在通过假想牵伸后都一律增大为 D 倍。

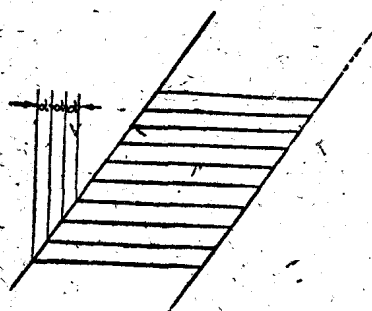


图 3—4 理想紗条

当喂入紗条中纖維排列符合理想要求时，等长纖維組成的理想紗条即如图 3—4 所示。由于在紗条內纖維間的移距 a 为常数，所以，紗条单位长度內纖維头端数 n 必然亦为常数，即

$$n = \frac{1}{a} = \text{常数}$$

牵伸后纖維的排列变化如图 3—5 甲、乙所示。

图 3—5 甲中：

a = 纖維在牵伸前的移距；

$D \cdot \alpha$ = 纖維在牽伸后的移距；

v_1 = 前罗拉表面速度；

v_2 = 后罗拉表面速度。

图 3—5 乙中：

N_0 = 牽伸前紗条断面上的纖維数量；

N_0/D = 牽伸后紗条断

面上的纖維数量；

D = 牽伸倍数。

图中自后罗拉向前罗拉为横坐标 x 軸的方向。以后钳口为原点。縱坐标表示紗条各断面上的纖維数量。

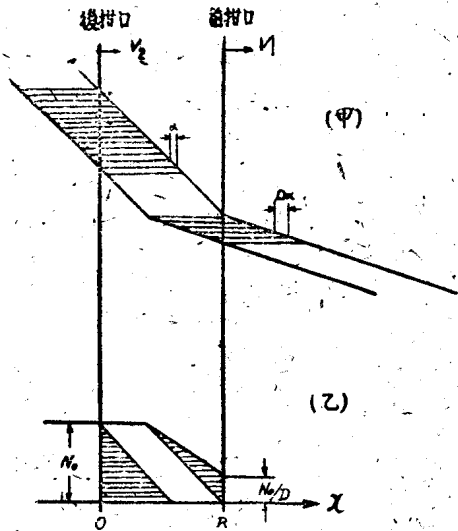


图 3—5 理想紗条的假想牽伸过程

图 3—5 乙可以由图 3—5 甲所示紗条中的纖維在座标軸上的投影形成，它表示牽伸过程中紗条断面上纖維数量的变化过程。图中二块阴影部分分别代表牽伸区中各断面上被前罗拉及后罗拉握持的纖維数量分布（以下简称“前纖維”及“后纖維”）。图中两阴影部分之間則表示各断面上“浮游纖維”的数量分布（浮游纖維系指在作图的瞬时，牽伸区中不受前钳口及后钳口所握持的纖維）。三类纖維数量叠加之和表示牽伸区中紗条各断面上的纖維总数。

各种等长纖維所組成的紗条在假想牽伸过程中变細的規律是相同的，因为不論长短纖維都必須在头端达到前钳口界面时才开始变速。因此当喂入紗条中有各种长度的纖維时，則在假想牽伸过程中的变細过程可以由各条等长纖維的子紗条的变細曲綫叠加而得（图 3—6）。每条子紗条的厚度比例于这种长度的纖維在喂入紗条断面上的根数頻率。图 3—6 中阴影部分分别表示喂入紗条中前后罗拉握持纖維的数量分布，而两阴影部分之間則表示浮游纖維的数量分布。

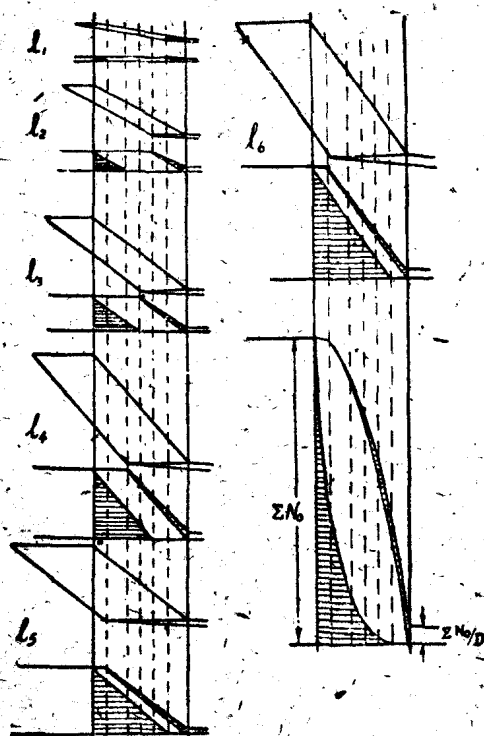


图 3—6 不同长度纖維組成的理想紗條的變細曲綫

等长纖維組成的紗條，通过假想的牽伸过程后，紗條中纖維排列仍旧是理想的，仅仅纖維移距增大了 D 倍，亦即紗條均匀地变細了 D 倍。当各子紗條均为理想均匀，則整个紗條本身亦为理想均匀，而通过假想牽伸后，产品仍为理想均匀，只是厚度均匀地变細为 D 倍。

第二节 牽伸基本方程

假定前、后罗拉钳口对纖維的拮持完全确实，纖維在钳口中沒有打滑，并引用下列符号（见图 3—7）：

令， w_1 = 輸出紗條的单位长度質量。

w_2 = 喂入紗條的单位长度質量。

$w(x)$ = 牽伸区任意断面 x 上的紗條单位长度質量。

Q = 牽伸区中的紗條总質量。

在假想牽伸中，由于喂入紗條为理想均匀，所以可以認為： w_2 = 常数。

同时由于假想牽伸中纖維达到前钳口界面才变速，因而牽伸区中各断面 x 上的紗條質量对時間是稳定的，仅按断面在牽伸区中的位置 x 而有变化，即

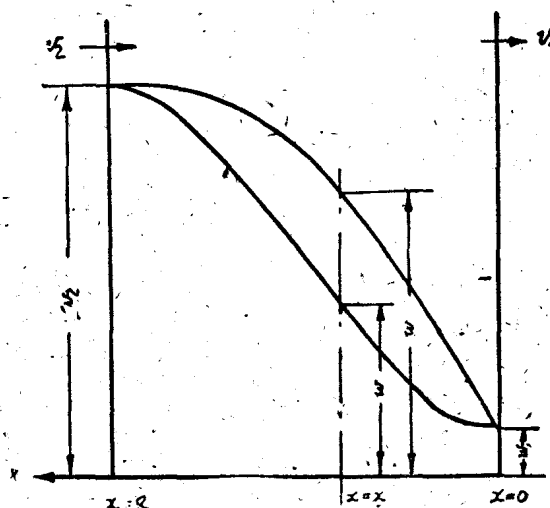


图 3—7 牵伸区内纱条的细度曲线

$$Q = \int_0^R w(x) dx = \text{常数}$$

R ——罗拉中心线间的距离或中心隔距。

故根据牵伸前后产品重量不变或连续定律，

$$v_1 \cdot w_1 = v_2 \cdot w_2$$

$$w_1 = w_2 \cdot \frac{v_2}{v_1} = \frac{w_2}{D}$$

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{v_1}{v_2} = D$$

式中： $\frac{w_2}{w_1}$ 为纱条在牵伸前后单位长度质量之比或称为实际牵伸。

$\frac{v_1}{v_2}$ 为牵伸罗拉表面速度之比或称计算牵伸，以 D 表示。

理想纱条通过假想的牵伸过程时，二种牵伸常相等，且输出纱条断面质量 w_1 不变。

在实际牵伸过程中喂入紗条有不匀, 且为时间的函数 $=w_2(t)$ 。

又因为纖維不是全部在达到前钳口界面才变速, 所以牵伸区中紗条重量分布曲线的形状并非固定, 即 w 既是 t 的函数, 又是 x 的函数。

于是 Q 亦随时间 t 而变化。在 $t \rightarrow (t+dt)$ 时间内, Q 可表示如下 (略去高阶无穷小):

$$Q(t) = \int_0^R [w(x)] dx$$

根据連續定律:

$$v_1 w_1 dt = v_2 w_2(t) dt - dQ(t) \dots\dots\dots (1)$$

或 $w_1 = \frac{v_2}{v_1} w_2(t) - \frac{1}{v_1} \frac{dQ(t)}{dt} = w_1(t) \dots\dots\dots (2甲)$

$$\frac{w_2(t)}{w_1(t)} = D + \frac{1}{v_2 w_1(t)} \frac{dQ(t)}{dt} = D'(t) \dots\dots (2乙)$$

公式 (2甲) 說明: 在实际的牵伸过程中, 輸出紗条单位长度質量 w_1 为时间的函数。公式 (2乙) 說明实际牵伸过程中, 瞬时发生的实际牵伸 $D'(t)$ 亦为时间的函数, 而不等于計算牵伸 D 。由于在相当长一段时间内 (即 $t \rightarrow \infty$ 时), 喂入紗条的总質量应无限接近于送出紗条的总質量, 故可以証明, 瞬时实际牵伸的长时期平均值无限接近于計算牵伸^①。

牵伸的基本问题是說明 $w_1(t)$ 与 $w_2(t)$ 及 D 三者之关系。由基本方程 (1) 可知, 当 $w_2(t)$ 及 D 为已知时, 主要由 Q 的变化决定 $w_1(t)$ 或产品不匀的变化。 Q 的变化与牵伸区中的纖維运动有关, 后者又决定于紗条与纖維上所受的力, 故在下面分別加以討論。

第三节 牵伸区中的摩擦力界

一、摩擦力界的定义

在罗拉牵伸区中, 紗条受到压力与紧张, 纖維在牵伸运动时受

① 本节不考虑罗拉滑溜。

到摩擦力作用的空間，称为摩擦力的界。摩擦力的界中各点纖維上摩擦力的强弱是不同的，形成摩擦力的界的强度分佈，或简称摩擦力的界分佈。这一分佈仅表示纖維受到的摩擦力的的大小，而不能决定其方向，因为摩擦力的方向决定于纖維相对运动的方向。

二、纖維的摩擦力与抱合力

研究摩擦力的界首先应对纖維摩擦性質有所了解。在第一篇配棉中已有所說明，本节再說明对牵伸理論密切有关的几个特性。

相互接触的纖維間发生滑动时，或者有滑动的趋势时，所发生的阻力“ T_0 ”可以下式表示：〔2〕

$$T_0 = T + C_0 S_n$$

式中： $T = a_0 S_g + \beta p$ 表示纖維之間的摩擦力。

其中 a_0 、 β 为常数， S_g 为纖維間真正接触的面积， p 为纖維之間的正压力。

$C_0 S_n$ 表示纖維之間的抱合力。 C_0 为常数， S_n 为纖維之間的名义接触面积。

摩擦力与抱合力相合，組成了纖維滑动阻力 T_0 。

摩擦力 T 可以另一方式表示，常見于牵伸理論著作中：

$$\text{令： } T = a_0 S_g + \beta p = \mu p, \quad \therefore \mu = a_0 \frac{S_g}{p} + \beta$$

式中： μ 是一般所称的摩擦系数。

对于纖維材料而言， S_g 随 p 的增大而增大，但二者不成直綫关系。在實質上 μ 为 p 之函数， p 增大， μ 减小。但摩擦力（ μp ）增大，其关系如图 3—8 ①。

当压力 p 为一定时， μ 为纖維間相对滑动速度“ v ”的函数。在一定的速度 v 范围内， μ 随 v 的增加而增加②。所以阻力 T_0 可以下式表示：

① E. Lord. 英国紡織学会杂志 (J.T.I.), 1955, 46 卷, P. 41.

② И. В. Крагельский, Трение Волокнистых Веществ. 1941, 第 50~60, 101~109 頁。

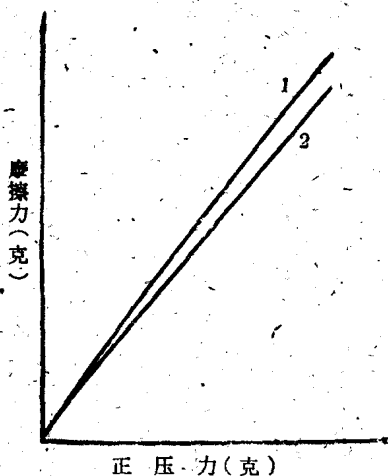


图 3—8

$$T_0 = \mu(v, p) \cdot p + C$$

式中： $\mu(v, p)$ 表示 μ 为 v 及 p 的函数。

$$C = C_0 S_H$$

当 p 为一定时，阻力 T_0 为 v 的函数。阻力 T_0 在牵伸理论中，有时称为纤维间的联系力，或者笼统地称为摩擦力；摩擦力界分布就是指 T_0 的分布。

纤维与钢铁或皮革之间的摩擦亦具有相似规律^①。

三、罗拉钳口的摩擦力界分布

[3] (下罗拉为钢质罗拉，上罗拉

为弹性包复皮辊)

上罗拉对纱条加以压力 p 时，纱条内部纤维之间产生了应力分布。这个应力的分布区域不仅在通过上下罗拉轴心的 oo_1 平面上，而且还扩展到这个平面两侧的空间。图 3—9 表示纱条中应力分布的纵剖面图(曲线 m_1)。

在沿上下罗拉中心线 oo_1 线上， ab 处纤维压得最紧。压应力向两边逐渐减小，在 $c'd'$ 线左方或 ed 线右

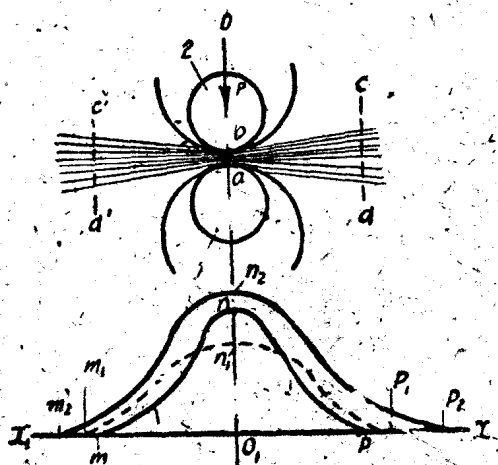


图 3—9 纤维束在一对罗拉钳制下所产生的应力分布

① 同前页②。