

371457

成都工學院圖書館

基本館藏

打緯理论研究

陈瑞隆 著



内 容 简 介

本书是作者对打纬理论进行长期研究的心得，系统地阐述了织机打纬过程的实质，分析了打纬过程中经纬纱的运动性质、纬纱相对移动、打纬阻力、打纬区以及经纱张力与织物张力的变化规律，建立了各种织物结构参数及上机参数与打纬参数之间的相互关系，为合理地选择织造工艺条件、分析与改善织造工艺过程提供了理论依据。

本书可供织造专业的工程技术人员和科学研究人员阅读参考，也可作为高等纺织院校织造专业的教学参考书。

打 緯 理 論 研 究

陈 瑞 隆 著

中国財政經濟出版社

1965年·北 京

打 緯 理 論 研 究

陈 瑞 隆 著

*

中国财政经济出版社出版

(北京永安路18号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第111号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/32 • 4¹²/₃₂印张 • 93千字

1965年 5 月第 1 版

1965年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1~2,300 定价: (科七)0.60元

統一書号: 15166•265

序

研究织机上织物的形成过程，对于进一步提高劳动生产率，降低成本，改善产品质量，增加花色品种和设计新型高产织机，都有十分重要的意义。在织机上制织比较紧密的织物时，会在打纬时产生很宽的打纬区和很大的经纱张力，这些现象会严重地恶化纱线在织机上的工作条件，增高断头率。

打纬理论是织物形成理论的核心。在研究打纬过程实质的基础上，才能正确地建立织物结构参数与打纬阻力之间，打纬阻力与打纬区及经纱、织物张力之间的相互关系。这样就有可能从织造工艺的观点出发，正确地选择织物结构参数和确定各种织物对纱线性能的要求，合理地选定织机上机参数。这些研究还能为新型织机的设计提供理论依据。

近年来，无论在我国或在国外，对打纬过程的研究都比较注意，有不少科学研究工作者在这方面作了研究，积累了不少研究成果。但是，现有的打纬理论还存在某些缺陷，不够完善，而这些理论问题的解决，对于进一步深入研究织物形成过程是十分重要的。

作者在已有研究成果的基础上，着重对打纬过程的实质作了比较系统的研究。根据研究心得，在本书中，论述了以下几方面的问题：

1. 打纬过程中经纱和纬纱运动的规律；
2. 打纬开始的时间；

3. 打纬过程中纬纱相对于经纱的移动;
4. 打纬阻力的变化规律以及它和织物结构的关系;
5. 打纬区形成的原因以及打纬区宽度与织造参变数的关系;
6. 打纬时期的经纱张力和织物张力。

为了验证理论假设的正确性,曾应用振子示波器和高速摄影技术作了相应的实验。

书中所述的实验研究,是在毛织机上进行的;但所论述的基本原理,也可以作为研究其他纤维织造过程的借镜。由于作者水平有限,经验不足,书中缺点和错误在所难免,欢迎读者批评指正。

本书承纺织工业部机织专业课程教材编审委员会及纺织工业部纺织科学研究院胡锡铮工程师惠于审阅,提供许多宝贵意见,特此致谢。

陈 瑞 隆

一九六四年十二月

目 录

第一章 打緯过程的实质	(7)
第一节 张弛振动.....	(7)
第二节 打緯过程中經緯紗的运动規律.....	(9)
第三节 打緯的开始.....	(21)
第四节 打緯过程中緯紗的相对移动.....	(27)
第五节 打緯阻力.....	(44)
第六节 打緯区.....	(53)
第七节 打緯过程中的經紗张力和織物张力.....	(60)
第二章 打緯参变数的变化規律	(66)
第一节 紗綫物理机械性質对打緯参变数的影响.....	(66)
第二节 織物結構对打緯参变数的影响.....	(68)
第三节 經紗上机张力对打緯参变数的影响.....	(70)
第四节 綜平時間对打緯参变数的影响.....	(72)
第三章 实验技术	(78)
第一节 测量仪器的选择及其特性.....	(78)
第二节 打緯阻力、經紗张力和織物张力的测量.....	(81)
第三节 打緯过程中緯紗移动量的测量.....	(83)
第四节 高速摄影技术的应用.....	(85)
第五节 經紗刚性系数和織物刚性系数的測定.....	(90)
第六节 紗綫的动摩擦系数和靜摩擦系数的測定.....	(96)

第四章 打緯參變數變化規律的實驗驗證	(100)
第一节 實驗研究的內容和方案.....	(100)
第二节 織物經密和緯密對打緯參變數的影響...	(104)
第三节 緯紗支數對打緯參變數的影響.....	(112)
第四节 織物組織對打緯參變數的影響.....	(114)
第五节 經紗上機張力對打緯參變數的影響.....	(122)
第六节 綜平時間對打緯參變數的影響.....	(126)
第五章 結論	(129)
參考文獻	(137)

第一章 打緯过程的實質

将緯紗打向織口并使之形成新的織物单元，是一个经纬紗間摩擦力^①相互作用及经纬紗相互屈曲变形的复杂过程。在一般情况下，織物的形成过程并不在新緯紗被打向織口后就告完成。在离織口一定距离的区域内，由于打緯的关系，依然发生着緯紗相对于经紗的移动和经纬紗相互屈曲情况的变化，这一区域即所谓織物形成区。甚至在織物形成区以外，織物在織机上也仍然受着縱橫向拉力的作用；只有当織物从織机上取下以后，織物才会获得确定的结构，处于平衡状态。有时，由于纺织材料的弛緩现象，即使織物已从織机上取下，在一定时间内，它的结构还会稍有变化。尽管如此，对織物结构起决定性作用的还是打緯及随后形成織物的过程。掌握織物在織机上形成的规律，对于正确地组织織造工艺生产，具有极为重要的实际意义。打緯是一极为复杂的过程，而且完成这一过程的时间又很短促，仅从所发生的表面现象是不能全面地正确地认识它的，因此非常有必要深入研究打緯过程的实质。

第一节 张弛振动

打緯过程的研究应该以张弛振动理论为基础。为了便于

① 由于新的系統的摩擦理論还正在形成的过程中，为了叙述方便起见，在本书中有关摩擦的术语仍沿用古典力学中的名称。因此，書中所提到的摩擦力即为切向阻力，它包括了抱合力；摩擦系数即为切向阻抗系数。

了解打纬过程的实质,可先考察与范德波的负摩擦模型^[16]相类似的表示打纬运动的模型。

图1所示即为这种模型的简图。薄片 O_2 的两端分别由弹簧 O_1 及 T 所支持,弹簧的另外两端固定在支架上。在薄片 O_2 上放置着圆杆 Y 。如果对圆杆 Y 作用以比薄片与圆杆间的摩擦力 R 略大的力 P ,则薄片 O_2 朝力 P 的作用方向移动,使弹簧 O_1 伸长而弹簧 T 收缩。在这过程中,两弹簧拉力之差($H_0 - H_T$)逐渐增大。当两弹簧拉力之差超过圆杆与薄片间的静摩擦力时,圆杆与薄片间开始滑动。由于动摩擦系数小于静摩擦系数,薄片 O_2 在力 $H_0 - H_T$ 的作用下向反方向移动,在这过程中, $H_0 - H_T$ 之值逐渐减小。当两弹簧拉力之差和动摩擦力达到平衡以后,薄片又为静摩擦力所攫住,重新朝圆杆的运动方向移动,上述过程于是重复。在这种情况下,薄片 O_2 的位置就在一定范围内振动。

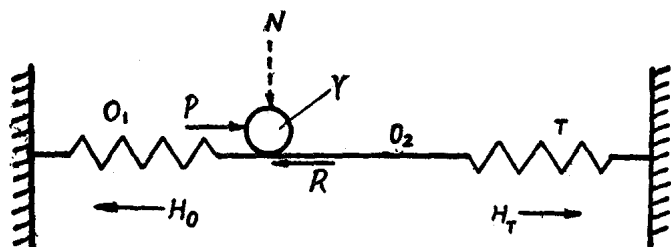


图1 表示打纬运动的模型简图

如果在圆杆上作用以压力 N ,而且这一压力随圆杆对薄片相对移动量的增加而增大,则在薄片作反方向运动时,由于 N 不断增大,圆杆沿着薄片运动的动摩擦力很快会超过两弹簧拉力之差。因此,在这种情况下,薄片的反方向移动量

将比在上述情况下为小。薄片运动的前进量大于它的后退量，因此薄片不仅作振动，而且还不断地向前移动，结果使弹簧 O_1 的伸长及弹簧 T 的收缩都逐渐增大。

在所观察的模型中，薄片的运动具有“锯齿形”的性质，它与简谐运动有显著的区别。这种振动称为张弛振动，是自激振动的一种。

第二节 打緯过程中經緯紗的运动規律

在织机上，打纬过程中织口处经纱和纬纱的运动，可以图1的模型中薄片 O_2 与圆杆 Y 的运动作比拟，弹簧 O_1 及 T 则可以看作是在织机上工作着的经纱和织物，而经纱张力、织物张力、以及打纬力和打纬阻力，则分别相当于弹簧 O_1 及 T 的拉力 H_0 与 H_T ，以及作用力 P 和摩擦力 R 。

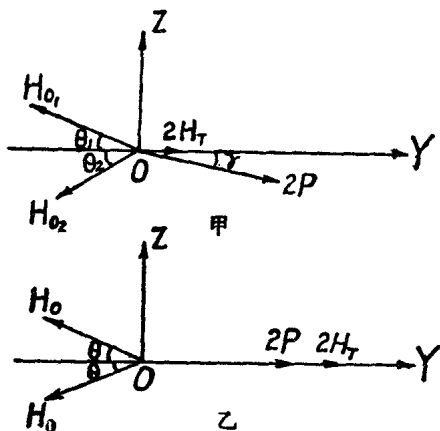


图2 作用于织口处的诸外力
甲、一般的情况 乙、近似的情况

如将作用于织口处的诸外力用简图表示，则如图 2 所示。从图 2 中可得织造平纹织物时织口处的平衡方程式如下：

$$H_{01}\cos\theta_1 + H_{02}\cos\theta_2 = 2P\cos\gamma + 2H_\tau \dots\dots\dots (1)$$

式中 H_{01} 及 H_{02} ——织口处上下层经纱的张力

P ——打纬力

H_τ ——织口处织物张力

(以上诸力都指作用于一根经纱上的力。)

θ_1 、 θ_2 及 γ ——有关诸力与 Y 轴的夹角， Y 轴与“织口-胸梁”区的织物方向相同

如果考虑到在一般情况下， $\theta_1 \approx \theta_2$ ， $\gamma = 0$ ，又假定为等张力梭口，即 $H_{01} = H_{02}$ ，则用于实际计算时，可将方程式 (1) 简化为下式而无显著的误差：

$$H_0\cos\theta = P + H_\tau \dots\dots\dots (2)$$

式中 H_0 ——经纱张力

θ ——梭口角之半

在打纬开始前，打纬力 $P = 0$ ，此时经纱张力与织物张力的平衡方程式可写为：

$$H_{0,n}\cos\theta = H_{\tau,n} \dots\dots\dots (3)$$

式中 $H_{0,n}$ ——打纬开始时的经纱张力

$H_{\tau,n}$ ——打纬开始时的织物张力

应该指出，此式只是近似地表示了经纱张力和织物张力间的相互关系。因为在打纬开始以前，还存在着筘及纬纱对经纱的摩擦力，以致经纱张力和织物张力不完全相等。较为精确的织口平衡方程式为：

$$H_{0,n}\cos\theta = H_{\tau,n} + R_0$$

$$\text{或} \quad R_0 = H_{0,n}\cos\theta - H_{\tau,n} \dots\dots\dots (4)$$

式中 R_0 ——在打纬开始瞬间筘及纬纱对经纱的摩擦力

打纬开始后，打纬阻力 (R) 显著增大，打破了式 (4) 的平衡条件，打纬阻力大于经纱张力与织物张力之差，即 $R > H_0 \cos \theta - H_T$ (R_0 已包括在 R 中)。此时，纬纱和经纱一起移动，使经纱受拉伸而伸长，织物产生松弛而回缩，结果使经纱张力逐渐增大而织物张力逐渐减小。

随着打纬过程的进行，经纱张力与织物张力的差值逐渐增大。当这一差值超过打纬阻力，即 $H_0 \cos \theta - H_T > R$ 时，纬纱就沿经纱作相对移动。这时织口处的经纱在它本身张力的作用下产生回缩，向反方向移动；因而使经纱张力与织物张力之差有某些减小。同时，随着纬纱向前移动，打纬阻力显著增大，它又超过经纱张力和织物张力之差，经纱将重新和纬纱一起移动。这一移动又引起经纱张力的增大和织物张力的减小。这样，上述现象不断地重复着，纬纱相对于经纱的移动量逐渐积累。到打纬终了时，筘打到最前方位置，新纬纱也到达与织物纬密相适应的位置，即离开前一根纬纱的距离为织物中两根相邻纬纱中心的间距。与此同时，纬纱和经纱一起移动的移动量也不断积累，因此在打纬终了时织口处的经纱张力，比打纬开始时大，而织物张力则比开始时小。

由此可见，在打纬过程中纬纱的运动性质是不断变化的，即纬纱和经纱的一起移动及相对移动交替地进行着。纬纱运动的这种现象可由下列事实来证明：织物所需纬密的获得是纬纱相对于经纱移动的结果；而打纬时期织口移动的发生又说明了经纬纱一起移动的存在。

在打纬过程中，当织口处经纱由于打纬阻力的作用而自它的初始状态被引离的瞬间，有以下四个力作用在经纱上：

$$1. \text{经纱张力: } H_{o.n.} \cos \theta + \frac{C_o S'_2}{L_o} \cos \theta$$

$$2. \text{织物张力: } H_{\tau.n.} - \frac{C_{\tau} S'_2}{L_{\tau}}$$

式中 $H_{o.n.}$ ——被引离前的经纱张力

$H_{\tau.n.}$ ——被引离前的织物张力

C_o ——经纱的刚性系数

C_{τ} ——织物的刚性系数

L_o ——经纱的工作长度

L_{τ} ——织物的工作长度

θ ——梭口角之半

S'_2 ——织口处经纱移动量的瞬时值

3. 打纬阻力: R' (瞬时值)

4. 外界阻力, 可以认为正比于织口处经纱的速度: kv

于是, 织口处经纱运动方程式应为:

$$R' + \left(H_{\tau.n.} - \frac{C_{\tau} S'_2}{L_{\tau}} \right) - \left(H_{o.n.} \cos \theta + \frac{C_o S'_2}{L_o} \cos \theta \right) - kv = ma$$

式中 a ——打纬过程中织口处经纱的加速度

m ——产生上述加速度的纱线的质量

在初始状态, $H_{o.n.} \cos \theta - H_{\tau.n.} = R_0$ 。代入上式, 得

$$(R' - R_0) - S'_2 \left(\frac{C_o}{L_o} \cos \theta + \frac{C_{\tau}}{L_{\tau}} \right) - kv = ma \dots \dots (5)$$

为便于进一步分析, 上述方程有必要作适当简化。

打纬过程中织口处经纱和纬纱一起移动的加速度可以根据箱座脚上牵手栓的加速度方程式来计算:

$$a = \omega^2 r \left(\cos \alpha + \frac{r}{L_n} \cos 2\alpha \right) \frac{L_m}{L_c} \dots \dots (6)$$

式中 ω ——主轴的角速度

r ——主轴曲柄半径

α ——主轴回转角

L_n ——牵手长度

L_m ——织口至摇轴中心的距离

L_c ——牵手栓轴心至摇轴中心的距离

从筘座运动的分析可知，筘座在最前位置时织口移动的加速度为最大。对于AT—175III型织机，当织机主轴回转速度为128转/分时，考虑了主轴回转不均匀性，织口移动的最大加速度 $a=18.8\text{米/秒}^2$ 。

由于经纱伸长的影响，经纱移动的加速度自织口至后梁逐渐减低。为了计算方便起见，可以近似地假定“织口-后梁”区间各处的经纱移动加速度相同。如果这一段经纱长度为1米，毛纱支数为32/2，则纱线重量为

$$G = \frac{L}{N} = \frac{1}{16} = 0.0625\text{克}$$

纱线的质量为

$$m = \frac{G}{g} = \frac{0.0625}{9.81} = 0.00637\text{克} \cdot \text{秒}^2/\text{米}$$

纱线惯性力为

$$ma = 0.00637 \times 18.8 = 0.120\text{克}$$

考虑到在一般情况下打纬阻力及经纱张力都有几十克，且变化的范围也很大，所以实际上可以认为：经纱运动主要由经纱张力及打纬阻力等所决定，纱线惯性力和外界阻力是可以忽略的。这样，经纱运动方程式可改写成如下的形式：

$$S'_2 \left(\frac{C_o}{L_o} \cos \theta + \frac{C_\tau}{L_\tau} \right) = R' - R_o$$

上式中 R' 和 S_2' 都是瞬时值。到打纬终了时, R' 和 S_2' 都达到最大值, 于是上式成为如下的形式:

$$S_2 \left(\frac{C_0}{L_0} \cos \theta + \frac{C_T}{L_T} \right) = R - R_0 \dots \dots \dots (7)$$

式中 R ——打纬阻力

S_2 ——织口处经纱在打纬过程中的移动量

为了进一步阐明打纬过程中经纱的运动规律, 必须着重指出, 经纬纱间真正的摩擦力不仅取决于正压力的大小, 而且还取决于经纬纱运动的相对速度。经纱在打纬时期的运动是一种带有周期性停顿的运动。如假设动摩擦系数是一常数(不随相对速度而变), 这一问题就有可能得到近似的解决。

依库仑摩擦定律, 动摩擦力小于最大静摩擦力。曾进行了梳毛纱的摩擦试验(试验的方法与结果将在第三章详述)。试验结果表明, 毛纱的静摩擦系数比它的动摩擦系数大18~26%。显而易见。这是由于在静止的条件下, 纱线的凸部比较容易插入另一纱线表面的凹部, 因此扩大了纱线间的接触表面及分子间的相互作用, 从而使摩擦力有所增加。

打纬阻力 (R) 是由摩擦阻力 (F) 和弹性阻力 (F_y) 所组成^[26], 即

$$R = F + F_y \dots \dots \dots (8)$$

当纬纱和经纱一起移动时, 作用于经纬纱之间的是最大静摩擦力 (F_n)。这时的打纬阻力将是

$$R_n = F_n + F_y$$

当纬纱相对于经纱移动时, 作用于经纬纱之间的是动摩擦力 (F_a)。这时的打纬阻力将是

$$R_a = F_a + F_y$$

在从经纬纱运动的一种状态过渡到另一种状态的瞬间,

例如从纬纱和经纱一起移动过渡到经纬纱相对移动的瞬间，打纬阻力立即从 R_{π} 下降到 R_{λ} 。此时打纬阻力显著地小于经纱张力与织物张力之差，所以经纱不仅不再和纬纱一起向前移动，反而在它本身张力的作用下向相反方向移动，也就是经纱发生回缩。由于回缩的缘故，经纱与织物的张力差略有减小。当打纬阻力重新超过经纱张力与织物张力之差时，经纱的回缩停止，经纱又开始和纬纱一起移动。在从经纬纱相对移动过渡到一起移动的瞬间，打纬阻力又立即从 R_{λ} 上升到 R_{π} ，使得打纬阻力显著地大于经纱张力与织物张力之差，经纬纱一起移动，因而经纱发生了伸长。

由此可见，在打纬过程中，织口处经纱的运动也具有“锯齿形”的性质。当纬纱相对于经纱移动时，经纱发生回缩；而当纬纱和经纱一起移动时，经纱发生伸长。经纱伸长和回缩的结果使织口处的经纱作往复运动。可以把这种往复运动当作振动，这样，织机打纬过程就是一种自激张弛振动。

经纱从回缩到伸长再到回缩的周期，称为经纱张弛振动循环。在整个打纬过程的每次张弛振动循环中，所发生的经纱回缩量 and 伸长量是不同的。

在从纬纱和经纱一起移动过渡到经纬纱相对移动的瞬间，打纬阻力立即自 R_{π} 下降到 R_{λ} 。这时，打纬阻力小于经纱张力与织物张力之差的数值可由下式表示：

$$(H_0 \cos \theta - H_T) - R_{\lambda} = F_{\pi} - F_{\lambda}$$

纬纱相对于经纱的移动将一直进行到 $(H_0 \cos \theta - H_T) < R_{\lambda}$ 之前。因此经纱的回缩量可确定如下：

$$\Delta S_p = \frac{(F_{\pi} - F_{\lambda}) - \Delta R}{\frac{C_0}{L_0} \cos \theta + \frac{C_T}{L_T}} \dots\dots\dots (9)$$