

织物形成过程中的内力分析

陈文龙

(常熟被单厂)

在织物形成过程中，经纬纱因相互交织作用而产生屈曲变形，致使织物的径向或纬向尺寸总是小于相应的经纱长度或箱幅尺寸，这种现象通常称为织缩。正因为织物中的经纬纱产生变形，因此织物中一定存在着经纬纱相互作用的内力，而内力在织物整个形成过程中受到外界条件的影响在不断地变化着。下面从织物初步形成阶段一直至织物内力消除阶段向稳定阶段过渡逐一进行分析。

一、织物初步形成阶段

初步形成阶段是指进入边撑之前的一段织物即织口区。这时经纬纱的受力情况将决定织物在整个形成过程中的变化规律。从钢筘把纬纱打入织口开始，就意味着纬纱与经纱开始交织，其交织情况可用力学来分析。

1. 纬向力学模型

为了方便，现按平纹织物且每箱 2λ 来分析，由于经纱具有较大的张力，当钢筘到达最前方时，可简化为如图1所示的力学模型。

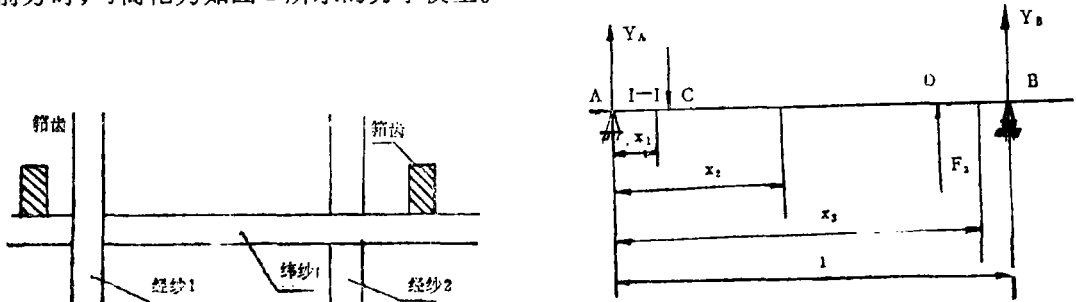


图1(b)

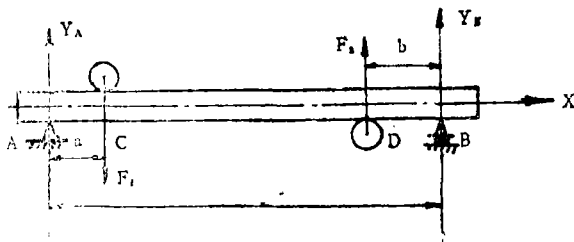


图1(a)纬向力学模型

图1(c)

本文1986年6月3日收到

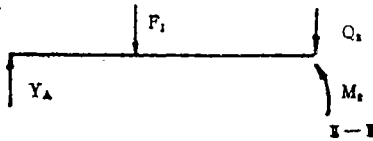


图 1(d) II—II

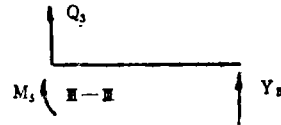


图 1(e) III—III

设：经纱中心到箱齿中心的距离分别为：

$$CA = a, BD = b$$

1) 求出(箱齿)受力

$$\sum M_B = 0 \quad \text{则}$$

$$Y_A = \frac{lF_1 - aF_1 - bF_2}{l} \quad (1)$$

$$\sum M_A = 0 \quad \text{则}$$

$$Y_B = \frac{aF_1 + bF_2 - F_2l}{l} \quad (2)$$

2) 列出弯矩方程式AC段：如图 1 (b)(c)所示

$$Q_1 = Y_A$$

$$M_1 = Y_A \cdot x_1 = \frac{lF_1 - aF_1 - bF_2}{l} x_1 \quad (3)$$

$$(0 < x_1 < a)$$

CD段：如图 1 (b)(d)所示

$$Q_2 = Y_A - F_1 = -\frac{aF_1 + bF_2}{l}$$

$$M_2 = F_1 a + Q_2 x_2$$

$$= \frac{aF_1 l - (aF_1 + bF_2)x_2}{l} \quad (4)$$

$$(a < x_2 < l - b)$$

DB段：如图 1 (b)(e)所示

$$Q_3 = -Y_B = \frac{lF_2 - aF_1 - bF_2}{l}$$

$$M_3 = Y_B(l - x_3) = \frac{aF_1 + bF_2 - lF_2}{l}(l - x_3) \quad (5)$$

$$(l - b < x_3 < l)$$

3) 列出挠曲近似微分方程式

AC段：
$$EJ \frac{dy_1^2}{dx^2} = \frac{F_1 l - aF_1 - bF_2}{l} x_1 \quad (6')$$

$$EJ \frac{dy_1}{dx} = EJ\theta_1 = \frac{F_1 l - aF_1 - bF_2}{2l} x_1^2 + C_1 \quad (6'')$$

$$EJ y_1 = \frac{F_1 l - aF_1 - bF_2}{6l} x_1^3 + c_1 x_1 + D_1 \quad (6''')$$

$$(0 \leq x_1 \leq a)$$

CD段:

$$EJ \frac{d^2 y_2}{dx^2} = \frac{aF_1 - (aF_1 + bF_2)x_2}{l} \quad (7')$$

$$EJ \frac{dy_2}{dx} = EJ\theta_2 = \frac{aF_1}{l} x_2 - \frac{aF_1 + bF_2}{2l} x_2^2 + C_2 \quad (7'')$$

$$EJ y_2 = \frac{1}{2} aF_1 x_2^2 - \frac{aF_1 + bF_2}{6l} x_2^3 + C_2 x_2 + D_2 \quad (7''')$$

$$(a \leq x \leq l - b)$$

DB段:

$$EJ \frac{d^2 y_3}{dx^2} = \frac{aF_1 + bF_2 - lF_2}{l} (l - x_3) \quad (8')$$

$$EJ \frac{dy_3}{dx} = EJ\theta_3 = -\frac{aF_1 + bF_2 - lF_2}{2l} (l - x_3)^2 + C_3 \quad (8'')$$

$$EJ y_3 = \frac{aF_1 + bF_2 - lF_2}{6l} (l - x_3)^3 + C_3 x_3 + D_3 \quad (8''')$$

设整根纬纱是连续光滑的曲线, AC 与 CD, CD 与 DB 交接处有:

$$\text{当 } x_1 = x_2 = a \text{ 时, } \theta_1 = \theta_2, y_1 = y_2$$

$$\text{当 } x_2 = x_3 = l - b \text{ 时, } \theta_2 = \theta_3, y_2' = y_3$$

并由变形条件(边界条件):

当 $x_1 = 0$ 时, $y_1 = 0$, 当 $x_3 = l$ 时, $y_3 = 0$, 代入上述各式可求所有的积分常数。现把 $x_1 = 0$, $y_1 = 0$ 代(6''')得: $D_1 = 0$, 则(6''')式变为:

$$EJ y_1 = \frac{F_1 l - aF_1 - bF_2}{6l} x_1^3 + C_1 x_1 \quad (9)$$

当 $\theta_1 = 0$ 时, 则 y_1 取得最大值, 由(6'')式得:

$$\frac{F_1 l - aF_1 - bF_2}{2l} x_1^2 + C_1 = 0 \quad (10)$$

把(10)代入(9)式得:

$$\left| y_{1\max} \right| = \left| \frac{aF_1 + bF_2 - F_1 l}{3EJl} x_1^3 \right| \quad (11)$$

式中

$|y_{1\max}|$ —— 纬纱的曲屈值

E —— 纬纱的弹性模量

J —— 纬纱的惯矩

从(11)式中可说明如下现象:

① $F_1 \neq F_2$ 时, $F_1 l > aF_1 + bF_2$, 如果 l 值减小, 那么 a, b, x_1 值都会减小, 而 $|y_{1max}|$ 与 x_1^3 成正比, 因此 $|y_{1max}|$ 也将减小。即当经密增大时, 纬纱屈曲波高 h_w 将下降, 但由于单位长度内纬纱的屈曲波形数增多, 因此纬纱对经纱的压力会增大, 致使经纱的屈曲波高 h_j 增大。反之, 则减小, 所以它符合织物的几何结构关系式: $h_j + k_w = d_j + d_w$ 。

② $|y_{1max}|$ 总与 F 成正比, 与 EJ 成反比。即经纱张力(与上机张力和上下层交叉角有关)较大, 纬纱号数较细(或经纱号数较粗)时, 纬纱的屈曲波高 h_w 将增加, 而经纱的屈曲波高 h_j 将减小。总符合关系式: $h_j + h_w = d_j + d_w$ 。

③ 当 $F_1 \neq F_2$ 时, 纬纱挠曲线形状如图2所示。经纱1和经纱2受到纬纱向下的压力而屈曲。由于箱齿的两侧相邻经纱之间的距离大于箱齿间经纱之间的距离, 因此, 当钢筘后退后, 织物将呈现筘路疵点; 当 $F_1 \neq F_2$ 时, 如果 $F_1 > F_2$, 则经纱1迫使纬纱作较多的屈曲, 经纱2迫使纬纱作较少的屈曲, 纬纱挠曲线形状变为如图3所示, 因此经纱2受到纬纱的压力。 F 可分解为:

$$\begin{aligned} F_x &= F \cos \alpha \\ F_y &= F \sin \alpha \end{aligned} \tag{12}$$

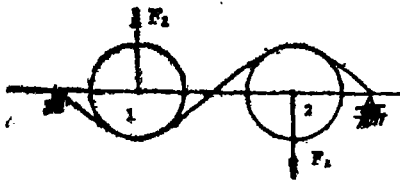


图2 纬纱挠曲线形状

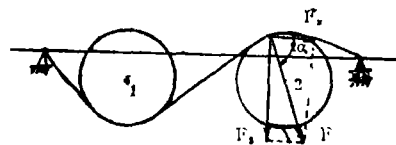


图3

式中 F_x 使经纱2屈曲变形, 当钢筘后退后 F_x 使经纱2克服摩擦阻力作横向移动, 因此采用上下层经纱张力差异可避免筘路、方眼织疵。在实际生产中, 通常改变后梁位置的高低来达到, 后梁位置的高低能使上下层经纱产生不同的拉伸度, 且差异随后梁的提高而提高。所以适当提高后梁高度能消除筘路和方眼。

2. 经向力学模型

打纬过程可用如图4所示的力学模型表示。设打纬时的经纱张力, 织物张力, 打纬力, 打纬阻力分别为 T_j, T_b, P, R , 且两层经纱张力相等。

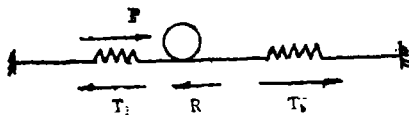


图4 (a) 经向力学模型

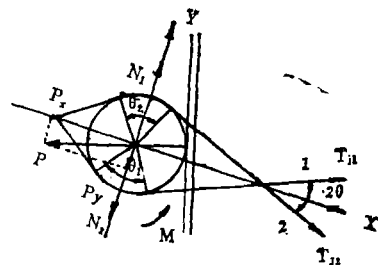


图4(b)

打纬刚开始时, 有: $R < T_j \cos \theta - T_b$ (式中 θ 为梭口半角), 纬纱将作相对于经纱的移动, 随着纬纱推向前方, 经纬纱之间的摩擦增大, 屈曲显著, 使阻碍纬纱移动的阻力也增

大, 当

$$R > T_1 \cos \theta - T_2$$

时, 纬纱将和经纱一起移动, 经纱张力增大, 织物张力下降。

在实际生产中, 通常采用打纬角 $\omega < 90^\circ$, $T_{11} < T_{12}$ (T_{11} 为下层经纱张力, T_{12} 为上层经纱张力), 因此打纬开始时, $N_1 < N_2$ (N_1 为下层经纱对打纬纱的压力, N_2 为上层经纱对纬纱的压力), 在打纬进行过程中, 打纬力 p 的 y 轴方向分力 p_y 使经纱 1 下沉, 这样经纱 1 对纬纱的包角 θ_1 增大, 致使 N_1 增大, 直到 $N_1 = N_2 + p_y$ 为止, 且经纱 1 对纬纱的圆周摩擦力 f_1 大于经纱 2 对纬纱的圆周摩擦力 f_2 , 因此纬纱有按 M 方向的回转趋势; 打纬力 p 的 x 轴方向分力 p_x 把纬纱推向织口, 使纬纱呈屈曲搓揉地挤入织口。这样配置经纱张力和打纬角有利于打紧纬纱, 适当提高后梁就是基于这一原理。

假如打纬结束时, 梭口角 2θ 较大, 则经纱的张力 T_1 会增大, 将会使纬纱屈曲更加厉害, 纬纱对经纱的包围角以及摩擦力都会增大, 从而当钢筘后退时使新打入织口的纬纱反拨能力减弱, 及早稳定于织口, 因此提早开口时间有利于打紧纬纱。

当钢筘后退时, 纱线的急弹性变形迅速恢复, 即纬纱收缩使经纱互相靠近。纬纱的织缩率可按下式表示:

$$a_w = \frac{L_N - W_f}{L_N} \times 100\% \quad (13)$$

L_N ——投入梭口之纬纱长度;

W_f ——织物之幅宽。

由于织物幅宽 W_f 为最大, 因此这阶段的纬纱织缩率 a_w 最小, 即此时纬纱伸长最大, 纬纱具有的张力最大, 屈曲波高 h_w 最小, 但对经纱的压力最大, 那时经纱最易屈曲即 h_j 最大, 经纱织缩率 a_j 为最大。

二、织物从不稳定阶段到稳定阶段

1. 边撑控制阶段

在边撑的作用下, 纬纱收缩受到限制, 在织口和边撑控制区内, 织物实际上是在受控条件下形成的, 有了边撑的撑幅作用, 才能使织造过程顺利地进行, 这也是决定织物在初步形成阶段具有大经缩, 小纬缩的原因。由于在织物初步形成阶段, 经纬纱产生的变形都存在, 因此在控制阶段都存在着内力 ΣT_x , 如图 5 所示。这是取边撑盒处一织物小段的受力分析。因此, 这时经纬纱的缩率取决于边撑的撑幅力 ΣF_x , 纬向内力 ΣT_x 、卷取牵引力 ΣT_1 和经纱张力 ΣT_2 的大小。一般来说, 此时纬纱缩率稍有增大, 经纱缩率稍有减小, 但变化主要集中表现在织物边部。

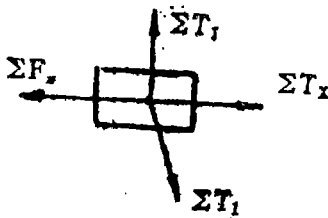


图 5

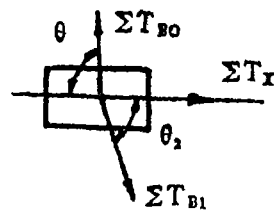


图 6

2. 在机织物拉伸阶段

这是指织物过边撑盒到胸梁前沿一段, 织物刚脱离边撑盒后, 失去了边撑控制力即 $\Sigma F_x = 0$, 使经纱向中间收缩, 中间经纱斜度最小, 而向两边逐渐增大, 如图6所示, 因此有

$$\begin{cases} \Sigma T_{B1} \sin \theta_2 - \Sigma T_{B0} \sin \theta_1 = \Delta m a_y \\ \Sigma T_x + \Sigma T_{B1} \cos \theta_2 - \Sigma T_{B0} \cos \theta_1 = \Delta m a_x \end{cases} \quad (14)$$

式中

Δm 为织物过边撑盒到胸梁前沿一段的质量; a_y 、 a_x 为中部织物加速度的分量。 θ_1 可近似看作为 90° ; θ_2 由边部向内逐渐增大。从上式可知:

1) 边部经纱所受的收缩力最大, 这就是织物在机边部经密较高的原因之一。从上述的分析可知: 边部经密的增加与边撑的撑幅力 ΣF_x 、纬向内力 ΣF_x 、上机张力等有关。如果边撑的撑幅力小, 纬向内力较大, 上机张力也较大, 那么会使纬纱缩率增大, 边撑控制区的边部经密也相应增大, 从而使织口处的边部经密也增大, 使纬纱在边部的可密性下降, 加上边纱受到箱齿的摩擦较多, 因此边部经纱易产生断头。而内力的大小与纤维原料, 织物组织、纱线号数、纱线结构, 织物密度和织造工艺参数等有关。

2) 中部经纱 θ_2 值最大, 则中部织物加速度 a_y 最大, 即卷取最快, 加上边撑刺辊对边部织物有向后的摩擦力, 因此在机纬纱呈向机前凸出曲线形状即有纬斜。经纱向内幅收缩, 则织物上机幅宽降低(由于织物纬向内力从边撑胸梁逐渐减小, 因此幅宽降低逐渐缓慢), 这样纬缩率增大, 即纬纱伸长减小, 那么纬纱对经纱的压力也减小, 且经纱受径向拉力作用, 则经纱的屈曲波高会减小而纬纱的屈曲波高有所增大, 这样经纱的织缩率将减小。因此织物过边撑后, 经向织缩率逐渐减小, 纬向织缩率逐渐增大。

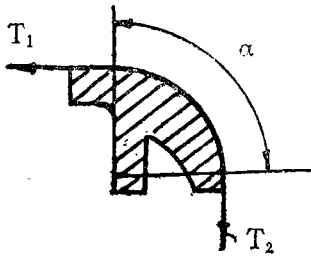


图7

3. 胸梁控制阶段与微伸长阶段

如图7所示。设织物进入胸梁控制区前张力为 T_1 , 过胸梁时的张力为 T_2 , 则: $T_2 = T_1 \mu \alpha$, 即织物过胸梁后的张力大于进胸梁前的张力。由于织物受到胸梁的摩擦力, 因此使经纬向织缩率变化比较缓慢, 甚至看不出变化。过胸梁后, 织物受经向力 T_2 较大, 因此还会使经纱拉伸, 屈曲波高减小, 则纬向的屈曲波高增大; 即经向织缩率将减小, 纬向织缩率将增大。但由于织物在此之前已经过拉伸区, 因此这种变化已很小。

4. 织物相对稳定阶段

当织物绕上刺毛轴后, 由于刺毛轴的毛刺对织物的摩擦作用, 织物被相对稳定起来。在此之前织物经拉伸阶段和微拉阶段后, 幅宽为最小, 因此, 此时纬纱织缩率为最大值(纬向内力最小), 而相反经纱织缩率为最小值(经向内力最大)

5. 织物内力消除阶段向稳定阶段过渡

当织物由刺毛辊上退绕下来, 卷到布辊上时, 经向产生松弛, 急弹性变形有所恢复(经向内力将减小), 即经纱缩率增大, 从而经纱对纬纱的压力减少, 即纬纱的屈曲波高降低, 纬纱织缩率就减小, 因此织物在布辊上的幅宽比在刺毛辊的幅宽大些; 布辊由织机上落下, 经过验布工序, 织物由布辊上退绕下来, 织物得到更充分的松弛机会, 经纱急弹性变形全部恢复, 经织缩率便继续增大些, 纬织缩率仍有减小, 由于经纬纱中的缓弹性变形的恢复随时

间的长短而变化,因此织物存放时间的长短,其经纬缩率有一定的差异。缓弹性变形,主要受温湿度和回潮率的影响,当温湿度较高或回潮率较大时,缓弹性变形也较大并发展较快,因此在高温高湿的情况下织物易收缩。

一般织物通常要经过印染后整理工序,由于织物整理的方法不同(松式整理、紧式整理和半松式整理)所得成品织物的几何结构也不同,其变化规律基本符合上述分析,由于篇幅有限,在此不作详述。

参 考 文 献

- [1]华东纺织工学院编,《机织工艺与设备》,初稿下册,176~183;
- [2]《织物结构与设计》,纺织工业出版社,171~178;
- [3]《纺织学报》1979, No.2, 24~29;
- [4]《棉纺织技术》1983, No.6, 15~23;
- [5]《纺织技术》1965, No.9, 37~38。

87018

APPLE机高分辨率象素位映射的算法及快速图形显示《无锡轻工业学院学报》1987年,第6卷,第2期

主题词 位映射;实时图形显示;高分辨力;应用软件

摘要 本文介绍APPLE机高分辨率象素位映射的算法和映射地址表。也讨论了图形块的设计和显示。象素位映射是用汇编语言进行快速绘图的基础。比之高级语言,用这种方法编制的绘图程序占用内存容量较少,程序容易固化,因此适合于实时显示要求的各种场合,还有利于图形库的建立和使用。

作者:毛春萍

87020

织物形成过程中的内力分析《无锡轻工业学院学报》1987年,

第6卷,第2期

主题词 织物;经纱;纬纱;内力;分析

摘要 本文根据织物形成过程中经纬纱交织屈曲变形,提出了织物形成过程中存在内力变化概念,并运用此概念来解释织物几何结构理论和织物的其它一些物理现象,对实际生产有指导意义。

作者:陈文龙

87019

WKZX微机自控系统及其应用《无锡轻工业学院学报》1987年,第6卷,第2期

主题词 参数估计;伺服机构;随机控制;微机处理;仿真
摘要 本文在介绍我院研制成的WKZX型微机自控系统的组成及性能基础上,提出了以微处理机为基础的數字自控系统设计及其规律。介绍了应用本装置所研究的几个实例——PWM微机伺服系统和发醇过程参数预值仿真及其控制等。

作者:张作民

87020

AN ANALYSIS OF INTERNAL FORCE in the PROCESS of FORMING FABRIC《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》Vol.6, No.2, 1987

SUBJECTWORDS fabric, warp, weft, internal force, analysis

ABSTRACT According to the deformation and bending of weft and warp in the process of forming fabric, this article introduces the concept of the change of internal force which exists in the process. And we can explain the theory of geometric structure and a lot of physical phenomena of the fabric by the concept, and this is useful for practice.

Author: Cheng Wen Long

87018

A BIT MAPPING ALGORITHM and FAST GRAPHICS DISPLAY in HIRES-MODE for APPLE COMPUTERS《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》Vol.6, No.2, 1987

SUBJECTWORDS bit mapping, real-time graphics display, high-resolution, application software

ABSTRACT In this paper, the mapping formulas and address table as well as graphic block design and display for APPLE computer are presented. The bit mapping technique is the foundation for fast graphics display with the Assembly language. Compared with high level languages, the applying program is less necessary for RAM units and easily to solidify. And it is suited to various occasions of real-time display and benefits the establishment and shment application of graphics bases.

Author: Mao Shouzhang

87019

MODEL WKZX MICROPROCESSOR AUTOMATIC CONTROL SYSTEM and It's APPLICATION《Journal of the Wuxi Institute of Light Industry》Vol.6, No.2, 1987

SUBJECTWORDS parameters estimation, servomechanisms, stochastic control, microprocessor, simulation

ABSTRACT This structure and performance of model WKZX microprocessor automatic control system are described in this paper. The new design concept and principles for the microprocessor based on digital automatic control system are also given. Also presented(in this paper) are some practical applications such as PWM Microprocessor servomechanisms and the parameter estimation of process of fermentation and its control.

Author: Chang Zuomin