第7卷 无锡轻工业学院学报 Vol.7
第4期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1988 No.4

开口时经纱变形分析

吴震世
（纺工系）

摘　要

本文用周期函数表示开口变形，在公式中计及了前后梭口的对称度，梭口高度与梭口长度之比，经纱和织物的等效长度以及经纱的初张力。

主题词： 开口；变形；经纱张力；等效长度

开口时经纱的变形和张力是经纱变形和张力的重要组成部分。其大小直接影响到经纱的弹性、疲劳、断头，同时还将影响织物的形成和织物的性能。为此，确切地分析和计算开口时经纱的变形和张力，具有重要的意义。

由开口所引起的经纱变形和张力，国内外有关研究甚多，从简单的几何模型，如对称梭口[1,3]，到计及前后梭口的对称性、上下梭口的对称性、停经架高低[4,5,6]、后梁高低[2]等。也有计及织物和经纱的变形等。但尽管如此，在对某些因素的考虑、表达和分析的方式方面，尚有不足之处。本文拟从开口的周期性变形分析其变形和张力，同时考虑到织物长度和经纱长度的影响。

开口时经纱的张力决定于经纱在开口时的伸长，而开口时经纱的伸长则主要决定于梭口的长度、开口的高度，同时与织物的工作长度和停经架到织轴的经纱工作长度直接有关。至于停经架的位置以及后梁高低等，则可以认为间接地影响梭口的长度和高度，可以通过梭口的上下和前后对称度来表示。其次，梭口的开启和闭合是周期性的，因此，开口所引起的经纱伸长和张力也将是周期性的，即随织机的回转而变化。从经纱伸长和张力的周期性变化，可以进一步分析不同时刻的具体数值。

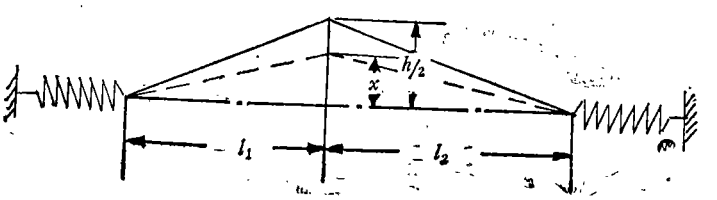


图　1　梭口开口模型

l_1——前梭口长度；　　l_2——后梭口长度；
h——梭口高度；　　x——口梭高度变量

本文1988年8月15日收到。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

假设开口运动为简谐运动，梭口的高度为 h，辅助圆半径的回转角为 θ，见图1所示，梭口高度的变化 x 可以用下式表示：

$$X = h/2 \cdot (1 - \cos\theta) \tag{1}$$

由上式可见，综平时，θ=0，x=0　x将在0～h内变化之。

由式(1)可得

$$X^2 = h^2/8 \cdot (3 + \cos 2\theta - 4\cos\theta) \tag{2}$$

因为，开口时梭口发生的相对变形应为

$$\delta_s = \Delta l / L \tag{3}$$

式中　δ_s——开口时经纱的相对变形

Δl——开口时梭口的绝对伸长量

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

$$= \sqrt{l_1^2 + x^2} - l_1 + \sqrt{l_2^2 + x^2} - l_1 \tag{4}$$

Δl_1——前梭口伸长

Δl_2——后梭口伸长

l_1——前梭口深度

l_2——后梭口深度

L——经纱的工作总长度

$$L = l + l_a + l_b \tag{5}$$

l——梭口长度

$$l = l_1 + l_2 \tag{6}$$

l_a——织物等效长度

l_b——经纱等效长度[1]。

将式(2)、(4)、(5)代入式(3)，并对式(4)作二项展开，忽略高次项，得

$$\begin{aligned}
\delta_s &= 1/(l + l_a + l_b) \cdot (\sqrt{l_1^2 + x^2} - l_1 + \sqrt{l_2^2 + x^2} - l_2) \\
&\cong 1/(l + l_a + l_b) \cdot [l_1/2\ (x/l_1)^2 + l_2/2\ (x/l_2)^2] \\
&= 1/2(/l + l_a + l_b) \cdot (1/l_1 + 1/l_2) h^2/8(3 + \cos 2\theta - 4\cos\theta) \\
&= 1/(l + l_a + l_b) \cdot (1/l_1 + 1/l_2) h^2 (3/16 + 1/16\cos\ 2\theta - 1/4\cos\theta) \\
&= 1/L \cdot 1/D \cdot h^2\ (3/16 + 1/16\cos 2\theta - 1/4\cos\theta)
\end{aligned} \tag{7}$$

上式表明了几个因素的绝对值，如织机工作总长度 L，梭口深度的代表量 D，($1/D = 1/l_1 + 1/l_2$)，以及梭口高度 h 对开口时经纱的伸长的关系。

将式(7)略加变换，我们也可以取得经纱伸长与几个因素的相对量之间的关系。由式(7)可得：

$$\delta_s = l/(l + l_a + l_b) \cdot l^2/l_1 l_2 (h/l)^2 \cdot (3/16 + 1/16\cos 2\theta - 1/4\cos\theta)$$

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$=\xi\cdot\eta\cdot\lambda\cdot(3/16+1/16\cos 2\theta-1/4\cos\theta) \tag{8}$$

式中　ξ——梭口长度变化因素；

$$\xi=l/(l+l_a+l_p)$$

η——梭口前后对称度因素；

$$\eta=l^2/l_1l_2=(e+1)^2/e$$

e——前后梭口之比；

$$e=l_1/l_2$$

λ——梭口高度对梭口长度的比例因素

$$\lambda=h^2/l^2$$

式(7)和(8)中的$(3/16+1/16\cos 2\theta-1/4\cos\theta)$项则表示梭口的周期性变化。

当经纱受到初张力时，纱线有一个初伸长δ_0。因此，开口时的总相对伸长应包括初张力下的伸长和开口时的伸长。由于初张力下的相对伸长为：

$$\delta_0=L-L_0/L_0$$

由开口所引起的相对伸长为

$$\delta_s=L_s-L/L$$

由初张力和开口所引起的相对伸长应为：

$$\delta=L_s-L_0/L_0$$

式中　L_0——未受张力时的经纱长度

L——受初张力时的经纱长度

L_s——在初张力和开口张力作用下的经纱长度

上述关系通过简单变换可以得到以下的关系：

$$\delta=\delta_0+(1+\delta_0)\delta_s \tag{9}$$

将式(7)代入式(9)，可得：

$$\delta=\delta_0+(1+\delta_0)/(l+l_a+l_b)\cdot(1/l_1+1/l_2)h(3/16+1/16\cos 2\theta-1/4\cos)$$

或　$$\delta=\delta_0+(1+\delta_0)/(L\cdot D)\cdot h^2(3/16+1/16\cos 2\theta-1/4\cos\theta) \tag{10}$$

同样，可将式(8)代入式(9)，得

$$\delta=\delta_0(1+\delta_0)l/(l+l_a+l_b)\cdot l^2/l_1l_2\cdot(h/l)^2(3/16+1/16\cos-1/4\cos)$$

$$=\delta_0(1+\delta_0)\xi\cdot\eta\cdot\lambda(3/16+1/16\cos-1/4\cos) \tag{11}$$

(10)式和(11)式还可以作进一步变换。令

$$\delta=\delta'+A_1\cos\theta+A_2\cos 2\theta \tag{12}$$

式中δ'——表示开口时经纱的恒定性变形，即开口变形的常值部分，即

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$\delta' = \delta_0 + 3/16 \cdot (1+\delta_0)\xi \cdot \eta \cdot \lambda$$

A_1A_2——系数

$$A_1 = -1/4 \cdot (1+\delta_0)\xi \cdot \eta \cdot \lambda$$

$$A_2 = 1/16 \cdot (1+\delta_0)\xi \cdot \eta \cdot \lambda$$

式(12)表明，开口过程中的变形实际上包含两个组成部分，一部分决定于上机弹性系统的初始条件和梭口的尺寸，另一部分则与梭口的周期性变化有关，其变化与综框运动规律有关。

用织机主轴的回转代替角θ，即将

$$\theta = \pi\omega t/\alpha$$

代入式(12)

式中 ω——织机主轴角速度

t——织机主轴回转时间

α——综框运动角，包括开口角和闭口角

由式(12)可写成

$$\delta = \delta' + A_1\cos(\pi\omega t/\alpha) + A_2\cos(2\pi\omega t/\alpha) \tag{13}$$

对应这一伸长率，经纱的张力可假设为

$$T = T_m + B_1\cos(\pi\omega t/\alpha) + B_2\cos(2\pi\omega t/\alpha) \tag{14}$$

式中 T_m——张力的稳定部分

B_1，B_2——系数

假设开口时经纱的变形在弹性范围以内，则

$$T_m = 1/2\pi \cdot \oint T d(\omega t)$$

$$= K[\delta_0 + 3/16 \cdot \xi\eta\lambda(1+\delta_0)]$$

$$B_1 = K/4 \cdot \xi\eta\lambda(1+\delta_0)$$

$$B_2 = K/16 \cdot \xi\eta\lambda(1+\delta_0) = 1/4 \cdot B_1$$

式中 K——常数，织机上机弹性系统的刚性系数

式(12)、(13)或(14)既反映开口时经纱的变形和张力与梭口有关的尺寸有关，同时还反映与织物和经纱的长度有关，以及与长度变化因素ξ、梭口前后对称度因素η_0、与梭口高度对长度的比例因素λ的关系，与经纱初伸长δ_0的关系。式(12)、(13)和(14)还表明开口时经纱的变形和张力乃是一个周期性函数，它们具有余弦性质，这是与开口凸轮有关的。因此，我们认为，式(12)、(13)和(14)对于表达开口时上机弹性系统和经纱的伸长和张力，具有因素全面、概念明确、分析方便等特点，尤其适合在教学时进行定性和定量分析。

实测情况如下，参照图(2)、(3)。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

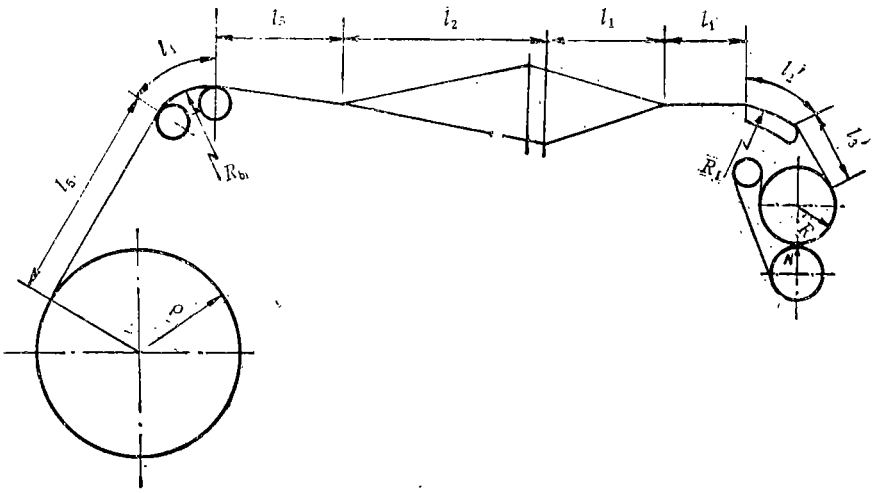


图 2　织机上机示意图

l_1——前梭口长度；
l_2——后梭口长度；
l_3——停经架到后梁距离；
l_4——经纱在后梁上的包围长度；
l_5——后梁到织轴间的纱长；
ρ——织轴上经纱卷绕半径；
R_6——后果半经；
l'_1——织口到胸梁的距离；
l'_2——胸梁上布的长度；
l'_3——胸梁到刺辊的布长；
R_1——胸梁的半径；
R——刺辊的半径。

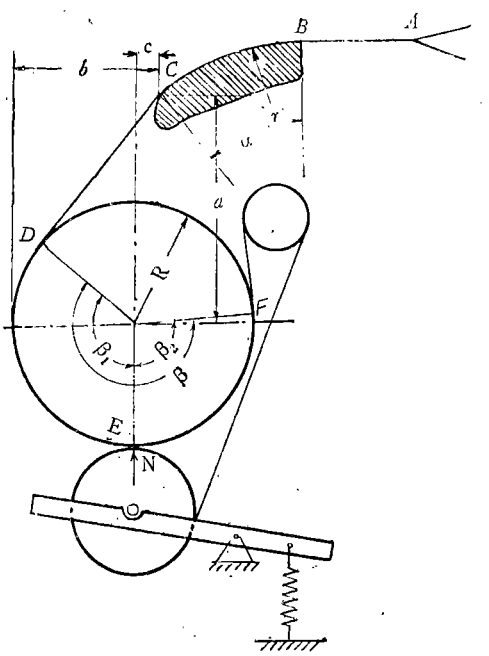


图 3　织物的卷取路线

A——织口；
B——织物与胸梁的接触点；
C——织物离开胸梁处；
D——织物与刺辊接触点；

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

E——刺辊与卷布辊的接触点；　　F——织物离开刺辊处；

a——点C到刺辊的距离；　　b——点C到刺辊前边的距离；

C——点C到刺辊中心的距离；　　α——织物在胸梁上的包围角；

β——织物对刺辊的包围角；　　r——胸梁的弯曲半径；

R——刺辊的半径。

在1511M44″织机上制织平纹T/C(65/35)细布，4545×9672。织机回转速度为180转/分，综平时间为285°，后梁高于胸梁18毫米。各部分尺寸为：$l_1=205$毫米，$l_2=360$毫米，$l_3=230$毫米，$l_4=81$毫米，$l_5=320$毫米，$l'_1=154$毫米，$l'_2=85$毫米，$l'_3=120.8$毫米，$R_6=115$毫米，$R_f=148$毫米，$R=64$毫米，$\rho=175$毫米。经纱与后梁的摩擦系数$f=0.2$，经纱与经纱间的摩擦系数$\mu=0.4$，织物与胸梁间的摩擦系数$f'=0.2$，织物与刺辊间的摩擦系数$f''=1$。又间距$a=136$毫米，$b=78$毫米，$C=b-R=14$毫米。

计算织物等效长度，按下式

$$l_a=l'_1+R^1/f'+[l'_3-R_f/f'+R/f''(1-e^{-f''\beta})]e^{-f'\alpha'}$$

式中　α'——织物对胸梁的包围角

β——织物对刺辊的包围角，到N点

$$\beta=180°-(\text{aretg}\cdot l_3/R-\text{aresin}\cdot c/a)$$

$$l_a=154+148/0.2+[120.8-148/0.2+64/1(1-e^{2,161})]e^{-0.2\times0.574}$$

$$=393.55\text{毫米}$$

计算经纱的等效长度，按下式

$$l_b=l_3+R_b/f+(l_5+\rho/\mu-R_b/f)e^{-f\alpha}$$

式中　α——经纱对后梁的包围角

$$l_b=230+115/0.2+(320+175/0.4-115/0.2)e^{-0.2\times0.7}$$

$$=1528.9\text{毫米}$$

又测得上机张力$T_0=4.85$克，织物和经纱的米长刚性系数分别为$C_f=0.0065$公斤/厘米，$C_y=0.0094$公斤/厘米。

于是算出织物和经纱的总刚性系数C_1和C_2分别为

$$C_1=c_f/l_a=0.0065/0.39355=0.0165$$

$$C_2=c_y/(l_a+l)=0.0094/(1.5289+0.565)=0.0045$$

则织机上机弹性系统的刚性系数为

$$C=c_1c_2/(c_1+c_2)=0.0035(\text{公斤/厘米})$$

开口时以综眼为界，可算出综眼和综眼后经纱的刚性系数C_{2f}和C_{2b}，它们分别为

$$C_{2f}=c_y/l_1=0.0094/0.205=0.0459$$

$$C_{2b}=c_y/(l_b+l_z)=0.0094/(1.5289+0.360)=0.0051$$

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

则开口时织机上机弹性系统的刚性系数C_s为

$$C_s = C_1C_{2f}/(C_1+C_{2f}) + C_{2h}$$
$$= 0.0165\times 0.0459/(0.0165+0.0459) + 0.0051 = 0.0171\text{公斤/厘米}$$

再计算在上机张力作用下的初伸长δ_0。

$$\delta_0 = T_0/(C\cdot L) = 4.85/(0.0035\times 248.745\times 1000) = 0.557\%$$

由式(13)可算出开口的总相对伸长

因　　$\xi = l/(l+l_a+l_b) = 565/2487.45 = 0.227$

$\eta = l^2/(l_1l_2) = 565^2/(205\times 360) = 4.326$

$\lambda = h^2/l^2 = 90^2/565^2 = 0.025$

$\delta' = \delta + 3\xi\cdot\eta\cdot\lambda/16$

$= 0.00557 + [3\times 0.227\times 4.326\times 0.025(1+0.00557)]/16$

$= 0.00557 + 0.00463 = 1.02\%$

$A_1 = [\xi\cdot\eta\cdot\lambda(1+\delta_0)]/4 = 0.00617$

$A_2 = [\xi\cdot\eta\cdot\lambda(1+\delta_0)]/16 = 0.00154$

因开口角和闭口角均为120°，即$\alpha = 240°$，故

$$\delta = 0.0102 - 0.00617\cos\tfrac{3}{4}\omega t + 0.00154\cos 3/2\omega t$$

当梭口张开时，如$\omega t = 120$，则

$$\delta_{(120)} = 0.0102 - 0.00617\cos 90° + 0.00154\cos 180°$$
$$= 0.00866 = 0.866\%$$

综平时，$\omega t = 0$，则

$$\delta_{(0)} = 0.0102 - 0.00617\cos O° + 0.00154\cos O°$$
$$= 0.557\%$$

参 考 文 献

[1] Гордеев А В, Валков П В. Tkачество гизлечдром, 1958

[2] 机织工艺与设备(下册)。纺织工业出版社，1984

[3] 基础纤维工学IV。日本纤维机械学会，1972

[4] Беляев. Технология Текстилъной Промышленности 1964; Nзв. вузов, 1964, (5)

[5] Nбрагимов Р Г. Технология Текстилъной прсмышленености Nзв.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

вузов, 1971; 5
[6] Гордеев В А.и Яр Технология текстилънои промышленности 1975; изв. вузов; 1975,
[7] 吴震世.经纱的等效长度及其变化特点.无锡轻工业学院学报,1986; 第3期

An Analysis of Warp Deformation at Shedding

Wu Zhenshi

Abstract

Deformation of the warp yarn is expressed by periodical function. The ratio of the length of the front shed to the behind shed and of the shed height to the shed length, equivalent length of the warp and the cloth are considered in formula.

Subjectwords: Shedding; Deformation; Warp tension; Equivalent length

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net