

# 台车上线圈长度与编织诸因素关系(下)

郝 光 富

(天津市针织厂)

## 第二部份 满长线圈和线圈长度

### 一、满长线圈及其与成圈椭圆的位置

前已述及，线弧在喂纱截面上生成过程中，是由小逐渐扩大的。由于滚姆槽截面是圆形，针筒是一个圆柱体，喂纱截面按四转角规律定位后与竖直针筒相交，喂纱截面中心  $O_4$  与针筒中心  $O_5$  定位后，其间两相交弧的最大间距发生在喂纱截面中心与针筒圆柱中心连心线上。从而可认为当钢片片缘中点  $A$  与喂纱截面中心  $O_4$  连线与  $O_4O_5$  连线相重合时，线弧最大。设此特定位置最大线弧为满长线圈，图 12 是为满长线圈与五转角五中心的关系而制作的模型。图 13 为满长线圈五转角五中心的互相关系。

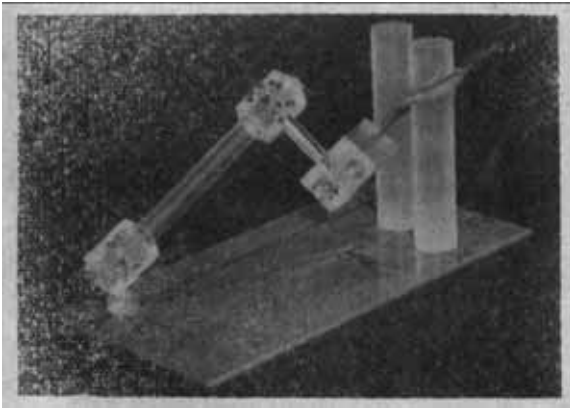


图 12 满长线圈与五转角五中心关系的模型

按滚姆一般装法是将  $O_2O_4O_5$  置于一直垂平面内， $O_1O_4'Y_5'$  为  $O_2O_4O_5$  在平面上的射影。满长线圈就在以  $O_4O_5$  连心线作为线圈中线位置上，并由座标  $O_4Y_1$  与  $O_4Y_5$  在平面上的射影  $O_4'Y_5'$  与  $O_4'Y_1$  夹角  $\delta$  来定位，称为满圈角。成圈椭圆的基圆平面与  $O_1O_4'Y_5'$  所在的平面平行。在空间里， $OY_1$  则平行于

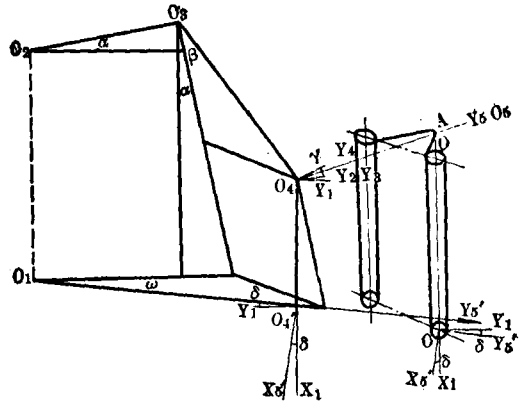


图 13 满长线圈五转角五中心的互相关系

$O_4'Y_1, OY_5'$  平行于  $O_4'Y_5'$ ， $\angle Y_1OY_5' = \angle Y_1O_4'Y_5' = \delta$ 。如果基圆以平行于  $O_4'Y_5'$  的  $OY_5'$  为自身起始座标，则基圆的原位角  $\varphi_{最大}$  将随  $\delta$  的变化而扩大。

离角  $\omega$  的大小，一般由两种情况决定。按软进线滚姆安装方法， $\omega = \delta$ ，基圆满圈位角  $\varphi_c = \varphi_{最大} + \delta$ ；按硬进线滚姆安装方法， $\omega = 0, \delta = 0, \varphi_c = \varphi_{最大}$ 。如图 14 所示：基圆满圈位角为  $\varphi_c$ ， $\varphi_x$  为在成圈椭圆上与  $\varphi_c$  相对应的成圈椭圆位角。设  $OX_5'$  与  $ea$  的延长线交于  $I$  点。 $Op$  为基圆平面座标  $OX_5'$  上垂面与成圈椭圆的交线。 $\varphi_x$  表示着  $Op$  与长轴  $Od$  的交角。运用第一部分所列出的关系式，不难由  $\varphi_c$  按下列方式求得  $\varphi_x$ 。在  $Oladp$  棱锥体中， $ea = r \sin \varphi_{最大}$ ，

$$el = r \cos \varphi_{最大} \operatorname{tg} \omega,$$

$$al = ea + el$$

$$= r(\sin \varphi_{最大} + \cos \varphi_{最大} \operatorname{tg} \omega);$$

作  $pq \parallel al, pq = al$ ，则：

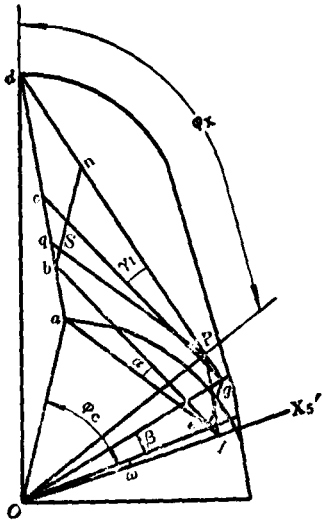


图 14 成圈椭圆位角  $\varphi_x$  与基圆位角  $\varphi_c$  的关系

$$dp = \frac{pq}{\cos(\gamma_1 + \alpha)} = \frac{r(\sin\varphi_{\text{最大}} + \cos\varphi_{\text{最大}}\text{tg}\omega)}{\cos\gamma_1\cos\alpha - \sin\gamma_1\sin\alpha}$$

$$= \frac{r(\sin\varphi_{\text{最大}} + \cos\varphi_{\text{最大}}\text{tg}\omega)\sqrt{\cos^2\beta + \text{tg}^2\gamma}}{\cos\beta\cos\alpha - \text{tg}\gamma\sin\alpha}$$

而  $dq = pd\sin(\gamma_1 + \alpha)$

$$= r(\sin\varphi_{\text{最大}} + \cos\varphi_{\text{最大}}\text{tg}\omega)$$

$$\frac{\text{tg}r\cos d + \cos\beta\sin\alpha}{\cos\beta\cos\alpha - \text{tg}\gamma\sin\alpha}$$

$$PI = ad - dq = h - dq \quad (10)$$

但  $OP = \sqrt{OI^2 + PI^2} \quad (11)$

式中:  $OI = r\cos\varphi_{\text{最大}}/\cos\omega$

从  $\triangle odp$  中, 可以得:

$$\varphi_x = \arccos \frac{\overline{od}^2 + \overline{op}^2 - \overline{dp}^2}{2\overline{od} \times \overline{op}} \quad (12)$$

若以最大线圈中线  $O_4Y_5$  为基准空间起始坐标, 经空间平移后, 则  $\varphi_x$  就可确定成圈椭圆与满长线圈的位置关系。

## 二、线圈长度的计算公式

图 15 表示在喂纱截面上出现的满长线圈,  $O_4O_5$  表示满长线圈中心线,  $\varphi_x$  为成圈椭圆的位角,  $\theta$  为在喂纱截面上片间角,  $t$  为钢片厚度,  $OO$  为在满长线圈位置上两针被截割而形成的两成圈椭圆中心距。  $H_0$  为  $OO$  线与片尖的距离,  $H$  为片深(即  $OO$  线)与槽

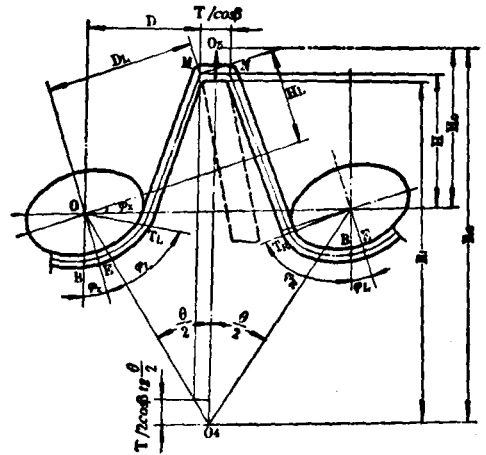


图 15 满长线圈与成圈椭圆的关系

截面上线圈中心线的距离,  $R_0$  为滚姆钢片尖外圆半径,  $R_1$  为槽截面半径,  $m$  为滚姆钢片以针杆中心为起点的进针片数,  $D$  为档阻。设钢片在满长线圈时正处在两针的中心位置, 则  $O_4O_5$  平分  $\theta$ 。按几何关系:

$$H_0 = R_0 - R_0 \cos\left(\frac{m-1}{2}\theta\right)$$

$$H = H_0 - (R_0 - R_1) + \frac{\alpha}{2} \quad (13)$$

$$D = \left[ R_1 - \left( H - \frac{\alpha}{2} + \frac{t}{2} \cos\beta \text{tg} \frac{\theta}{2} \right) \right]$$

$$\text{tg} \frac{\theta}{2} \quad (14)$$

如以椭圆坐标作为计算线圈长度的基础坐标, 还须将喂线截面上其它坐标尺寸换算至成圈椭圆坐标, 则有:

$$H_L = H\cos\varphi_x - D\sin\varphi_x, H_B = H\cos\varphi_x + D\sin\varphi_x$$

$$D_L = H\sin\varphi_x + D\cos\varphi_x, D_B = H\sin\varphi_x - D\cos\varphi_x \quad (15)$$

从图 15 中可看出:  $MT_L$  切椭圆于  $T_L$ ,  $NT_R$  切椭圆于  $T_R$ , 满长线圈则由两段椭圆包围弧  $BT_L$  和  $BT_R$ 、两段置于喂纱截面上空间直线  $MT_L$  和  $NT_R$  与钢片外缘线  $MN$  所组成, 即:

$$l = BT_L + BT_R + MT_L + NT_R + MN$$

由于左边的  $BE$  段等于右边的  $BE$  段, 则上式可改为:

$$l = ET_L + ET_R + MT_L + NT_R + MN.$$

(一) 关于  $ET_L$  及  $ET_R$  椭圆包围弧的计算

### 1. 切点坐标的计算

设  $X_L Y_L$  为切点  $T_L$  的坐标,  $X_B Y_B$  为切点  $T_B$  的坐标,

$$\text{切线方程: } \frac{X_L D_L}{a^2} + \frac{Y_L H_L}{b^2} = 1$$

$$\text{圆筒方程: } \frac{X_L^2}{a^2} + \frac{Y_L^2}{b^2} = 1$$

$$Y_L = \frac{a^2 b^2 H_L \pm b^2 D_L \sqrt{a^2 H_L^2 - a^2 b^2 + b^2 D_L^2}}{a^2 H_L^2 + b^2 D_L^2} \quad (16)$$

$$X_L = \frac{a^2 b^2 - a^2 H_L Y_L}{b^2 D_L} \quad (17)$$

同理可得  $X_R$  与  $Y_R$

### 2. 切点椭圆包围角

$$\varphi_L = \arctg \frac{X_L}{Y_L}; \quad \text{同理 } \varphi_R = \arctg \frac{X_R}{Y_R} \quad (18)$$

### 3. $ET_L + ET_R$ 的计算

将  $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = 1$  改为参数方程

$$X = a \cos \varphi; \quad Y = b \sin \varphi$$

$$ET_L = \int_0^{\varphi_L} \sqrt{dx^2 + dy^2} \\ = a \int_0^{\varphi_L} \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_L} d\varphi_L \quad (19)$$

$$\text{同理 } ET_R = a \int_0^{\varphi_R} \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_R} d\varphi_R \quad (20)$$

式中:  $e = \text{椭圆离心率} = \sqrt{a^2 - b^2} / a$

### (二) $MT_L, NT_R$ 空间直线的计算

$$MT_L = \sqrt{(D_L - X_L)^2 + (H_L - Y_L)^2} \quad (21)$$

$$NT_R = \sqrt{(D_R - X_R)^2 + (H_R - Y_R)^2} \quad (22)$$

### (三) $MN$ 钢片前缘长度的计算

为了计算方便, 将  $MN$  当作为一直线段, 则:  $MN = T / \cos \beta$

### (四) 线圈长度

$$L = ET_L + MT_L + ET_R + NT_R + MN$$

$$= a \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - e \sin \varphi_L^2} d\varphi_L$$

$$+ a \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_R} d\varphi_R \\ + \sqrt{(D_L - X_L)^2 + (H_L - Y_L)^2} \\ + \sqrt{(D_R - X_R)^2 + (H_R - Y_R)^2} + (T / \cos \beta) \quad (23)$$

(23)式即为按编织结构原理推导出来的因素线圈长度计算公式。

### 三、编织诸因素的取值

在线圈长度公式推论过程中, 已经证实  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \omega, R_0, R_i, m, d, r, \theta, T$  等十二个参数均为线圈长度  $l$  的因素, 每一因素的变化, 在理论上都或多或少地影响着线圈长度, 故称此十二因素为线圈长度直接因素。优选这些因素的工艺值, 可计算静态线圈长度。

1.  $\alpha$ 值: 目前是由炮架图纸尺寸决定的, 用三角函数计算。各厂生产的炮架有老式大型的和新式小型的两种, 其尺寸不尽相同, 除照图纸外, 也可实测。

2.  $\beta$ 值:  $\beta$ 值的基础值是滚姆钢片倾斜角。各厂在图纸上都有注明, 一般为 45 度左右。根据滚姆号数不同, 此值又稍有差异。实际上  $\beta$ 角为炮架安装倾角, 与滚姆制造倾角是有差异的。这是因为安装方法虽然一方面要遵循滚姆倾斜角大小, 另一方面滚姆啮合状态不同, 经手工调整可使二者有一定差异, 但相差不多。加之当前测试方法不易做到精确, 因此仍取滚姆钢片倾斜角来代替安装时调整所得的倾角。

3.  $\gamma$ 值: 当前是在安装过程中调整滚姆与炮架中线的位置而得  $\gamma$ 值, 无明确规定。制造厂生产的 28 号以下滚姆, 多系硬进线滚姆, 见上期图 6,  $\gamma$ 角由铜坯底边向上斜升线相交角表示。28 号以上滚姆多系软进线滚姆, 见上期图 7,  $\gamma$ 角大小由调整弹簧立柱位置获得, 由  $ab, bc$  之值算得  $\gamma$ 值。

4.  $\omega$ 值: 也是在安装过程中, 根据情况调整的。对硬进线滚姆, 炮架中线对准针筒中心,  $\omega = 0$ 。对软进线滚姆, 炮架中心、滚姆中心、针筒中心连线处在一垂直面上, 量

取  $O_2O_3O_4$  三点在平面上射影, 根据  $O_2'O_3'$ ,  $O_3'O_4'$ ,  $O_4'O_2'$  的射影尺寸, 计算投影角  $\angle O_3'O_2'O_4'$ , 可得  $\omega$  值。

5.  $\delta$  值: 一般由与  $\omega$  的关系选值。

6.  $R_i$  值:  $R_i$  是槽截面外径, 根据滚姆铜坯外径加上钢片槽口至铜坯距离两倍即得, 由于钢片时有更换, 钢片尺寸不一, 也可用游标卡尺直接量取。

7.  $R_0$  值:  $R_0$  是钢片片尖外径, 用游标卡尺量取。

8.  $r$  值:  $r$  为针杆半径, 可查阅制针厂台车机针规格本, 取其公称值, 也可用游标卡尺直接量取针杆直径, 得半径  $r$ 。

9.  $d$  值:  $d$  为原纱直径, 对棉纱线可用公式  $d=1.25/\sqrt{N}$  计算, 式中  $N$  为棉纱公制支数。也可用试验方法求得其平均值。

10.  $\theta$  值:  $\theta$  为喂纱截面上钢片前缘中点  $A$  与几何中心  $O_s$  相邻连线之间夹角,  $\theta=360/n$ ,  $n$  为滚姆钢片片数。

11.  $T$  值: 是钢片前缘宽度, 可将钢片厚度作为钢片前缘宽度尺寸来取值。

12.  $m$  值: 安装滚姆的进针片数。通常从针杆中心点算起, 以片尖尺寸来衡量。但这只是粗略数字, 目前尚无精确量具来衡量, 需按实际选取。

#### 四、线圈长度的计算实例

以 18.2 号棉纱为原料, 用 34 号针 34 号滚姆编织台车汗布, 量得  $\alpha=8^\circ$ ,  $\beta=45^\circ30'$ ,  $\gamma=3^\circ$ ,  $\omega=6^\circ30'$ ,  $\delta=6^\circ30'$ ,  $R_0=10$  毫米,  $R_i=9.3$  毫米,  $m=6.5$  片,  $d=0.17$  毫米,  $\theta=10^\circ35'$ ,  $T=0.16$  毫米,  $r=0.265$  毫米, 计算静态线圈长度。

1. 基圆最大位角  $\varphi_{最大}$  按(3)式计算, 得  $\varphi_{最大}=7^\circ7'$ 。

2. 成圈椭圆长轴系数  $K$  按(5)式求得,  $K=1.4367$ 。

3. 成圈椭圆长轴和短轴

$$a=K\left(r+\frac{d}{2}\right)=0.5028 \text{ 毫米,}$$

$$b=r+\frac{d}{2}=0.35 \text{ 毫米.}$$

4. 根据式(9)排出椭圆定值方程

$$\frac{x^2}{(0.5028)^2} + \frac{y^2}{(0.35)^2} = 1$$

成圈椭圆离心率  $=0.7179$ 。

5. 基圆位角  $\varphi_C = \varphi_{最大} + \delta = 13^\circ37'$ 。

6. 将上述给定数值代入式(2)、(10)、(11)和(12), 得  $\varphi_x = 9^\circ55'$ 。

7. 用式(13)和(14)求片深  $H$  及档距  $D$   
 $H_0=1.2623$  毫米,  $H=0.6473$  毫米,  
 $D=0.6942$  毫米。

8. 将  $D$ 、 $H$ 、 $\varphi_x$  代入(15)式, 得成圈椭圆片深  $H_L$ 、 $H_R$  和档距  $D_L$ 、 $D_R$ 。

$H_L=0.5180$  毫米,  $D_L=0.7953$  毫米,  
 $H_R=0.7572$  毫米,  $D_R=-0.5724$  毫米。

9. 用式(15)、(16)、(17)和(18)求得成圈椭圆切点  $X_L$ 、 $Y_L$ 、 $X_R$ 、 $Y_R$  和包围角  $\varphi_L$ 、 $\varphi_R$ 。

$a=0.5028$  毫米,  $b=0.35$  毫米,  
 $H_L=0.5180$  毫米,  $D_L=0.7953$  毫米,  
 $Y_L=-0.1161$  毫米,  $X_L=0.4740$  毫米,  
 $\varphi_L=\arctg 4.0819=1.3305$  弧度,  
 $H_R=0.7572$  毫米,  $D_R=-0.5724$  毫米,  
 $Y_R=-0.0220$  毫米,  $X_R=-0.5018$  毫米,  
 $\varphi_R=\arctg 22.8=1.5271$  弧度。

10. 计算线圈长度

将上述数值分别代入式(19)和(20), 并用椭圆积分级数表达式计算, 取至  $e^8$  得:

$$ET_L=0.5904 \text{ 毫米, } ET_R=0.6605 \text{ 毫米,}$$

同时, 用式(21)、(22)、(23)和(24)计算得:

$$MT_L=0.7109 \text{ 毫米, } NT_R=0.7823 \text{ 毫米,}$$

$$MN=t/\cos 45^\circ 30' = 0.228 \text{ 毫米, } l=0.5904 + 0.6605 + 0.7109 + 0.7823 + 0.2283 = 2.9724 \text{ 毫米.}$$

在 10 台 20 英寸针筒上, 安装参数基本上符合上述因素的取值条件下, 测得的实际线圈长度如表 1。

表1 不同机台进线实测线圈长度比较  
单位 毫米

进线 序号	进线							
	一路	二路	三路	四路	五路	六路	七路	平均
1	2.97	2.92	2.97	2.96	2.94	2.91	2.92	2.941
2	2.97	2.96	2.98	3.00	2.99	2.98	2.93	2.973
3	2.98	2.97	2.93	2.98	2.96	3.00	2.95	2.967
4	2.99	2.96	2.95	3.00	2.97	2.95	2.95	2.967
5	2.99	2.99	2.96	2.97	2.92	2.95	3.00	2.967
6	2.98	2.96	3.98	3.00	2.94	2.97	2.94	2.967
7	2.99	3.00	2.93	2.98	2.99	2.93	2.96	2.969
8	2.99	2.99	2.98	2.92	2.97	2.93	2.94	2.960
9	2.9	2.97	2.95	2.95	2.96	3.99	2.92	2.959
10	2.97	2.95	2.98	3.01	2.98	3.00	2.99	2.981

注：测定时都是取 100 圈实测

从测试结果来看，计算线圈长度2.9724毫米与每个实际测试线圈长度值之间是比较接近的，但也有一定的各不相同差异。同时还可看出，同台设备各路之间线圈长度也是有差异的，机台与机台之间各路线圈长度的差异就更大了。这些差异的来源，有其不可避免的原因，也有同一因素本身差异和测试误差造成。如改进和严格因素的测试方法，提高因素值的同一性，路间差异和机台间的差异是可减小的，从而使线圈长度计算和因素控制起到稳定线圈长度的作用。

### 五、结论

(一) 研究面子滚姆编织结构模型的内在几何联系，可得出，满长线圈是处于五转角(离角、仰角、倾角、椭角、满圈角)和五中心(五转角的旋转中心)所组成的空间角位体系中。经过空间平移，成圈椭圆处在中心为O依次旋转 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 三转角后形成的 $X_1OY_1$ 平面上。喂纱截面处在中心为 $O_1$ 依次旋转 $\omega$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 四转角后形成的 $X_1O_1Y_1$ 平面上。满长线圈在最大线弧位置的两成圈椭圆之间，满长线圈位置由 $\omega$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 五转角所决定。此空间角位体系的特点是：喂纱截面、成圈椭圆、满长线圈位置均不受五中心之间空间绝对尺寸的限制，而只与转角的大小有关。因而在五中心的任何中心和喂纱平

面上的任一点，都可建立平移后五转角的关系图。建立以 $O_1$ 为中心的喂纱截面转角关系图，以O为中心的成圈椭圆转角关系图，以 $O_1$ 为中心的满长线圈转角关系图，就成为论证和推导线圈长度公式的几何结构理论基础。图15反映了此结构的几何关系概念。五转角可集中于O点，图11和图14体现了五转角集中于O点的内在联系。称此编织结构为五转角五中心椭圆法满长线圈编织几何结构。

(二) 根据上述几何结构推导的因素线圈长度公式，表达了线圈长度与编织十二因素的数量关系。选取或设计十二因素的适应值，可计算线圈长度的近似值。以18.2号棉纱，用34号针和34号滚姆，并量取的十二因素取值，计算线圈长度为2.9724毫米，与实际生产中所直接量得的线圈长度平均值极为接近。因此，十二因素是影响线圈长度的主要因素，用此公式计算，可作为工艺设计和改进设备的理论计算依据。用此公式计算得到的线圈长度，称为满长线圈计算值。

(三) 从线圈长度公式中，可看出十二因素分别都可与线圈长度组成函数式。十二因素分别都是自变量，线圈长度每次都是因变量。固定十二因素中的任何十一个因素，就可计算线圈长度与其余一因素的几何数量关系，线圈长度及其形态受十二因素中每一因素的影响。由于十二因素及其展开分因素都具有变异性，按照质量管理控制变异性的要求，在制造维修设备上，在制订或管理工艺上，要控制和管理线圈长度和其形态，就需要控制并管理这十二因素，故有必要研究这些因素的标准化管理问题。特别是在多机台生产情况下，必须对十二因素进行同一性管理，促进线圈长度一致，形态良好，使产品质量提高。

(四) 线圈是针织物组织的最基本单元，是影响各项针织物物理性能的最基本因素。不同的线圈长度和形态，可使织物产生不同的形变，圈长不均匀将直接影响坯布缩水和变形。(完)