

# 采用调线机构针织圆纬机 垫纱可靠性分析

顾菊媛 陆惠忠

(纺工系)

## 一、前言

调线机构已广泛地应用于各种新型的单双面针织圆纬机上,扩大编织横条花型范围,以适应市场之需要。最近国内也在国产Z211棉毛机上加装调线机构进行老机改造,取得了较高的经济效益。由于调线机构采用多梭工作,导纱点的改变引起喂纱点不一致,若安装不善,将出现纱线垫不到针钩内的现象,使编织不能正常进行。本文用数学解析方法对调线机构的针织圆纬机的垫纱可靠性进行分析,以供机械设计和机器安装调整时作参考。

## 二、喂纱点的解析计算

针织机在编织过程中,当针下降时,纱线为针钩钩住的可靠性取决于垫纱瞬间纱线与针钩的相互配置。在确定纱线顺利垫入针钩的条件时,针头应运动到筒口线的位置,为此建立如图1空间几何模型:

纱线自导纱器下方A点抽出,经护针舌钢板NM平面引向第一枚针钩内点与筒口握持线相重合的针O,纱线形成了一折线ABO,此时搁置点B成了真正的喂纱点,B点的位置决定了纱线进入针钩的断面轨迹。由于各把导纱器横向位置不同,导致了喂纱点的不一致,为了保证针能可靠地勾取纱线,必须使喂纱点的变化限制在一定的范围内。

为研究方便,将图1投影到水平面上得到图2,A、B、O、Q在平面内的投影分别为A'、B'、O'、Q', $R_A$ 为导纱眼所在圆半径, $R_B$ 为护针舌钢板前端面所在圆半径,R为针钩内点所在圆半径。

设A点到护针舌钢板上平面的高度 $AE=b$ ,B到O点的高度 $BD=C$ , $O'B'$ 到针筒中心 $Q'$ 之间的夹角为 $\varphi_B$ , $O'A'$ 到针筒中心之间的夹角为 $\varphi_A$ ,则由几何关系可得折线ABO的长度L为:

$$L = \overline{AB} + \overline{BO} \quad (1)$$

$$AB = \sqrt{AE^2 + BE^2} = \sqrt{b^2 + A'B'^2}$$

在 $\Delta A'B'Q'B'$ 中

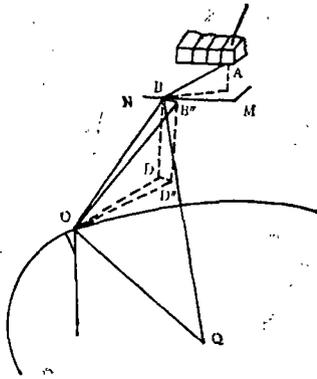


图 1

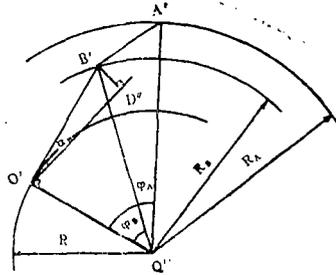


图 2

$$A'B'^2 = A'Q'^2 + B'Q'^2 - 2A'Q' \cdot B'Q' \cos(\varphi_A - \varphi_B)$$

$$= R_A^2 + R_B^2 - 2R_A \cdot R_B \cos(\varphi_A - \varphi_B)$$

则

$$AB = \sqrt{b^2 + R_A^2 + R_B^2 - 2R_A R_B \cos(\varphi_A - \varphi_B)} \quad (2)$$

同理可得

$$BO = \sqrt{c^2 + R^2 + R_B^2 - 2RR_B \cos \varphi_B} \quad (3)$$

将(2)、(3)代入(1)式得

$$L = \sqrt{b^2 + R_A^2 + R_B^2 - 2R_A R_B \cos(\varphi_A - \varphi_B)}$$

$$+ \sqrt{c^2 + R^2 + R_B^2 - 2RR_B \cos \varphi_B} \quad (4)$$

在护针舌钢板光滑无毛刺情况下，忽略纱线与钢板的摩擦，纱线在张力作用下趋于最短路径。将(4)式对  $\varphi_B$  求一阶导数：

$$\frac{dL}{d\varphi_B} = (-) \frac{R_A R_B \sin(\varphi_A - \varphi_B)}{\sqrt{b^2 + R_A^2 + R_B^2 - 2R_A R_B \cos(\varphi_A - \varphi_B)}} + \frac{R R_B \sin \varphi_B}{\sqrt{c^2 + R^2 + R_B^2 - 2RR_B \cos \varphi_B}} = 0 \quad (5)$$

根据护针舌钢板与针的配合关系可得：

$$R_B = R + \frac{1}{2} a + \Delta \quad (6)$$

式中  $a$ —针头宽度

$\Delta$ —针钩与护针舌钢板后端面间隙

将(6)式代入(5)式整理得：

$$\frac{R_A \left( R + \frac{1}{2} a + \Delta \right) \sin(\varphi_A - \varphi_B)}{\sqrt{b^2 + R_A^2 + \left( R + \frac{1}{2} a + \Delta \right)^2 - 2R_A \left( R + \frac{1}{2} a + \Delta \right) \cos(\varphi_A - \varphi_B)}} - \frac{R \left( R + \frac{1}{2} a + \Delta \right) \sin \varphi_B}{\sqrt{c^2 + R^2 + \left( R + \frac{1}{2} a + \Delta \right)^2 - 2R \left( R + \frac{1}{2} a + \Delta \right) \cos \varphi_B}} = 0 \quad (7)$$

(7)式中  $R$ 、 $a$  为常量, 取决于机器筒径的大小和针的规格, 而  $b$ 、 $c$ 、 $R_A$  和  $\varphi_A$  取决于安装尺寸, 当安装条件一定时, 就可从(7)式中求出  $\varphi_B$  得到  $B$  点的位置。

### 三、喂纱区域的解析分析

为了进行有效的垫纱,  $B$  点的位置必须限制在允许的范围, 由图 1、2 的几何关系可得:

$$\begin{aligned} \text{垫纱横角} \quad \alpha &= \angle B'O'Q' - \frac{\pi}{2} \\ &= \pi - \sin^{-1} \left[ \frac{\left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \sin \varphi_B}{\sqrt{R^2 + \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 - 2R \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos \varphi_B}} \right] - \frac{\pi}{2} \\ &= \frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \left[ \frac{\left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \sin \varphi_B}{\sqrt{R^2 + \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 - 2R \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos \varphi_B}} \right] \quad (8) \end{aligned}$$

垫纱纵角

$$\begin{aligned} \text{tg} \beta &= \frac{C}{OD''} \\ &= \frac{C}{\sqrt{R^2 + \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 - 2R \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos \varphi_B} \cdot \cos \alpha} \quad (9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \cos \left( \angle B'O'Q' - \frac{\pi}{2} \right) = \sin \angle B'O'Q' \\ &= \frac{\left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \sin \varphi_B}{\sqrt{R^2 + \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 - 2R \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos \varphi_B}} \quad (10) \end{aligned}$$

将(10)式代入(9)式化简得

$$\text{tg} \beta = \frac{C}{\left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \sin \varphi_B}$$

$$\text{即} \quad \beta = \text{tg}^{-1} \left[ \frac{C}{\left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \sin \varphi_B} \right] \quad (11)$$

将垫纱角投影到垂直平面和水平平面中得图 3, 由图 3 几何关系得:

$$\begin{aligned} x_{B''} &= x_{B_1} + \xi(x_{B_2} - x_{B_1}) \\ &= C \cdot \text{ctg} \beta_{\max} + C \xi (\text{ctg} \beta_{\min} - \text{ctg} \beta_{\max}) \quad (12) \end{aligned}$$

式中  $\xi$ —比例系数等于  $\frac{x_{B''} - x_{B_1}}{x_{B_2} - x_{B_1}}$

又  $x_B = Q'B' \sin \varphi_B$

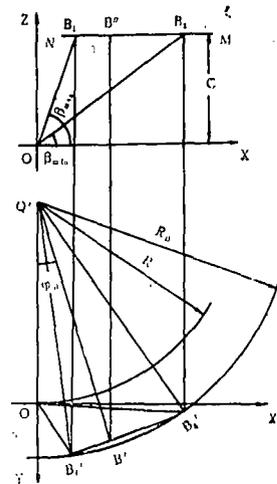


图 3

$$O'B' = \sqrt{(\xi L)^2 + \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right)^2 - 2\xi L \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right) \cos \Delta\varphi} \quad (13)$$

式中  $L$ —垫纱区宽度

$\Delta\varphi$ —垫纱点针筒转角与最大垫纱纵角处针筒转角之差, 即  $\varphi_B - \varphi_{B1}'$

$$\text{由参考文献 [3] 可知} \quad L = C \cdot (\text{ctg}\beta_{\text{min}} - \text{ctg}\beta_{\text{max}}) \sec\varphi \quad (14)$$

$$\text{所以} \quad x_{B''} = \sqrt{(\xi L)^2 + \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right)^2 - 2\xi L \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right) \cos \Delta\varphi} \cdot \sin\varphi_B \quad (15)$$

由(12)、(15)式得等式

$$\begin{aligned} & C \cdot [(1 - \xi)\text{ctg}\beta_{\text{max}} + \xi\text{ctg}\beta_{\text{min}}] \\ &= \sqrt{(\xi L)^2 + \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right)^2 - 2\xi L \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right) \cos \Delta\varphi} \cdot \sin\varphi_B \end{aligned}$$

整理得:

$$C = \frac{\sqrt{(\xi L)^2 + \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right)^2 - 2\xi L \left(R + \frac{1}{2}a + \Delta\right) \cos \Delta\varphi} \cdot \sin\varphi_B}{(1 - \xi)\text{ctg}\beta_{\text{max}} + \xi\text{ctg}\beta_{\text{min}}} \quad (16)$$

由(16)式分析可知, 当喂点在水平面内的投影位置一定(即  $\varphi_B$  一定)时, 喂纱高度  $C$  的确定, 主要取决于垫纱纵角的位置, 对于一定的机器条件, 其垫纱的极限位置是确定的, 根据参考文献[2]可知:

$$\alpha_{\text{max}} = \text{tg}^{-1} \left\{ \frac{\left(1 + \frac{\varepsilon_o}{R}\right) \cos\varphi_o - 1}{\left(1 + \frac{\varepsilon_o}{R}\right) \sin\varphi_o} \right\} \quad (17)$$

$$\beta_{\text{max}} = \text{tg}^{-1} \left\{ \left(1 - \frac{\eta_o}{Z_{co}}\right) \frac{\text{tg}\gamma}{1 + \frac{\varepsilon_o}{R}} \right\} \quad (18)$$

$$\alpha_{\text{min}} = \text{tg}^{-1} \left\{ \frac{\left(1 + \frac{\varepsilon_a}{R}\right) \cos\varphi_o - 1}{\left(1 + \frac{\varepsilon_a}{R}\right) \sin\varphi_o} \right\} \quad (19)$$

$$\beta_{\text{min}} = \text{tg}^{-1} \left\{ \left(1 - \frac{\eta_a}{Z_{cc}}\right) \frac{\text{tg}\gamma}{1 + \frac{\varepsilon_a}{R}} \right\} \quad (20)$$

静态下, 只要垫纱纵角大于或等于最小垫纱纵角且导纱器位于针钩之前, 纱线至多只是紧贴针钩内而不致被剪刀口剪轧。但在编织过程中, 由于纱线退绕的不均匀性和针上下运动的顿挫, 造成纱线的颤动, 当  $\alpha < \alpha_{\text{min}}$  时, 将使纱线窜入剪刀口而遭剪轧。

从(18)~(21)式可知, 垫纱角  $\alpha$ 、 $\beta$  只与变量  $\varphi_B$  直接发生关系, 而在安全垫纱条件下,  $\alpha$ 、 $\beta$  必须遵循关系式:

$$\begin{cases} \alpha_{\text{min}} \leq \alpha \leq \alpha_{\text{max}} \\ \beta_{\text{min}} \leq \beta \leq \beta_{\text{max}} \end{cases}$$

由此可确定  $\varphi_B$  的变化区域。

#### 四、梭子位置影响的解析分析

调线机构由于各把梭子横向安装位置不同,若不改变其安装条件,则纱线在护针舌钢板上搁置点  $B$  随之变化,造成喂纱不利。根据(7)式变换整理得:

$$\frac{\sin^2(\varphi_A - \varphi_B)}{R^2 \sin^2 \varphi_B} \left[ C^2 + R^2 + \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 - 2R \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos \varphi_B \right]$$

$$= \frac{1}{R_A^2} \left[ b^2 + R_A^2 + \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 - 2R_A \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos(\varphi_A - \varphi_B) \right]$$

令 
$$K^2 = \frac{\sin^2(\varphi_A - \varphi_B)}{R^2 \sin^2 \varphi_B} \left[ C^2 + R^2 + \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 - 2R \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos \varphi_B \right]$$

则

$$R_A = \frac{1}{1 - K^2} \left[ \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right) \cos(\varphi_A - \varphi_B) \right. \\ \left. \pm \sqrt{\left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 \cos^2(\varphi_A - \varphi_B) - (1 - K^2) \left[ \left( R + \frac{1}{2}a + \Delta \right)^2 + b^2 \right]} \right] \quad (22)$$

根据机器安装条件  $R_A > R_B$ , 所以取(22)式大于  $R_B$  的解,当纱线的引出点相同时,  $\varphi_A$  越大,  $R_A$  越大,即导纱梭子越远离第一枚闭口针,其长度越短,安装尺寸  $BE$  越长。

#### 五、结束语

以上对调线机构圆纬机垫纱诸影响因素进行了分析。利用上述分析,可以计算出最佳垫纱条件下各把梭子引出纱线在护针舌钢板上的同一搁置口位置,这样可有效地防止纱线的蹿跳与滑移,保证喂纱的一致性。又可根据分析结果,将具体机型的机械参数代入公式,可计算出各安装尺寸,为机器的安装与调整提供理论根据。

#### 参 考 文 献

- [1] 陈明主编,《针织机设计原理》,纺织工业出版社,1982
- [2] 天津纺织工学院主编,《针织学》,第一分册,“纬编”,纺织工业出版社1980
- [3] 周罗庆,“圆袜机垫纱参数解析计算及其应用”,《针织工业》,1984, No.5

85035

ANALYSIS of FEEDING YARN RELIABILITY on CIRCULAR KNITTING MACHINE with STRIPPER «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No.4, 1985

KEYWORDS Stripper, Feeding point, Feeding horizontal angle, Feeding vertical angle.

By means of analytical geometry, this article analysed briefly the feeding yarn reliability on circular knitting machines with stripers, and discussed effective factors of feeding parameter. From the permitted extent of feeding horizontal and vertical angles, feeding area was defined. The limiting condition of assembling dimensions was then proposed.

Author, Gu Juyuan, Lu Huizhong

85035

采用调线机构针织圆筒机垫纱可靠度分析《无锡轻工业学院学报》

1985年, 第四卷, 第四期

关键词 调线机构, 垫纱横角, 垫纱纵角, 喂纱点

摘要 本文对采用调线机构的针织圆筒机的垫纱可靠度进行了解析分析, 讨论诸因素垫纱参数的影响情况, 根据垫纱角的允许范围, 确定了喂纱区域, 提出了安装尺寸的限制条件。

作者: 顾菊媛 陆惠忠