

短牵手打纬式挠性剑杆织机梭口的优化

李志章 黄民柱

(苏州商业学校, 苏州, 215021)

摘要: 从降低经丝断头率出发, 以经丝相对伸长最小为目标函数, 建立了统一的数学模型综合优化剑杆织机的梭口三角形和短牵手打纬机构, 并进行了实例分析。

关键词: 剑杆织机 梭口三角形 短牵手打纬机构 优化设计

中图分类号: TS 103 .33 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)01-0085-03

高速挠性剑杆织机的打纬机构一般采用共轭凸轮传动, 设计者的目的是控制筘座运动使其在剑杆引纬期间有一段静止期, 以求在极高的入纬率时剑杆速度不超限; 为同样目的, 中速剑杆织机采用短牵手打纬机构, 通过缩短牵手长度来增加打纬机构的近似停顿时间。

由于织机的开口、引纬、打纬三大机构的几何尺寸和相互运动密切相关, 在织机设计时我们从降低经丝断头率出发, 以经丝相对伸长最小为目标函数, 在剑头截面和综框开口运动、筘座打纬运动间建立了统一的数学模型, 综合优化剑杆织机的梭口三角形和短牵手打纬机构。

1 织机机械的设计要求

在保证剑头往复引纬和进剑时剑头不受经纱挤压的前提下, 梭口三角形愈小愈好; 筘座运动规律中有一段近似停顿时间, 机构的最大压力角一般不宜超过 50° ; 打纬时导剑片必须退到绸面下, 且退动时不碰织口与幅撑。

2 机构分析及数学建模

2.1 短牵手打纬机构的筘座摆角

为控制机构的压力角, 短牵手打纬机构宜采用图 1 所示的轴向打纬机构, 此时筘座摆到最前和最后位置的牵手栓中心 C_0 、 C_m 连线的延长线恰好通过主轴中心 O_2 。图中 a 、 b 、 c 、 d 分别为曲柄、牵手、筘座脚和机架的长度, ϕ 为以前止点为基准时曲柄的转角, 而摇轴中心 O_1 ; 在图示直角坐标系中的坐标为 X 、 Y , 则有:

$$a^2 + d^2 = b^2 + c^2$$

令 $r = b/a$, 则根据对短牵手的定义并考虑到曲柄和牵手的具体结构, 有 $1.95 < r < 3$ 。

在轴向打纬机构中, $d > b > a$, $d/a \geq 3$, 且机构

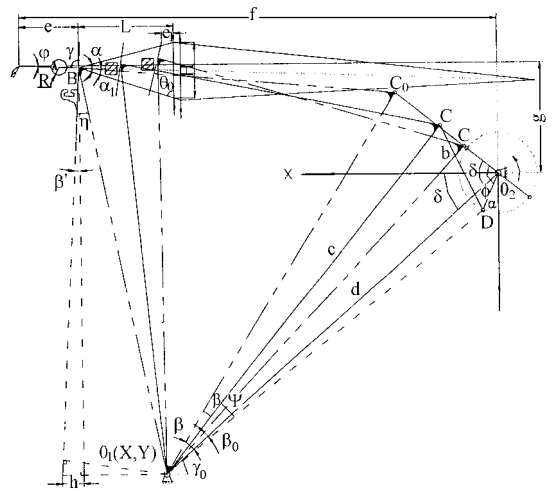


图 1 短牵手打纬机构与梭口三角形的运动关系

具有最小的最大压力角:

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{ad}{bc}$$

由图 1 可见, 筘座在任意位置时的摆角 $\beta = \beta_m + \delta_0 - \psi - \gamma_0$ 。

式中, ψ 、 γ_0 均是 ϕ 的函数, 两者与 δ_0 及筘座极限摆角 β_m 都可由图 1 得到。因此对剑杆引纬, 若已知剑杆进、出梭口时的曲柄转角 ϕ_1 、 ϕ_2 , 即可按上式求得其进、出梭口时的筘座摆角 β_1 和 β_2 , 而筘座的近似停顿时间 $\beta = \beta_2 - \beta_1$, 相应的剑杆引纬时间 $\phi_2 = \phi_1 - \phi$ 。

2.2 梭口三角形与经纱伸长

图 1 中, a 为梭口满开角, r 为打纬角, R 为幅撑区域半径, e 为织口与胸梁间的水平距离, f 、 g 为主轴与胸梁间的水平和垂直距离; e_1 为梭口满开时钢筘上端面距第一页综框的水平距离, 其下端距下层经纱为 e_2 ; α_1 为下层经纱与经位置线的夹角, L 、 H 分别为梭口前部深度和梭口高度; φ 为后梁与胸梁间的倾角, 后梁低于胸梁时取“+”, 反之取

“-”，不难看出

$$\alpha = 90^\circ - \theta_0 + \arctg \frac{H/2 - Ltg \varphi}{L}$$

式中 $\theta_0 = 90^\circ - \alpha_1 - \varphi$ 。

图2中, I、II分别为剑头、剑带的截面, θ 为钢筘平面 BJ 与导剑片端面 FK 的夹角, h_2 为剑杆头高, l_3 为导剑片导剑槽处的宽, h_3 为 FK 和 GJ 间的垂直距离, l_4 为导剑片外侧面与剑带侧面间的距离。取 BK 等于 k , 为此, 要保证钢筘打纬时不碰织口与幅撑必须符合下式:

$$O_1 F \leq O_1 B - \varepsilon$$

$$O_1 F \leq O_1 A - R - \varepsilon$$

式中, 摇轴距织口亦即钢筘打纬点的距离 $O_1 B = \sqrt{(X - f + e)^2 + (Y - etg\varphi + g)^2}$ 。

而 $O_1 F$ 和摇轴距幅撑区域中心的距离 $O_1 A$ 可由图2中 $\triangle O_1 BF$ 和图1中 $\triangle O_1 BA$ 分别求得, 图中钢筘 $O_1 B$ 间的夹角 η 则依图1辅助线求出; 正数 ε 可视织机制造和安装精度设定。

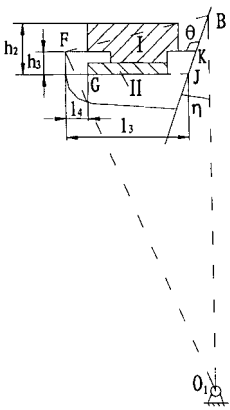


图2 钢筘与剑头剑带的关系

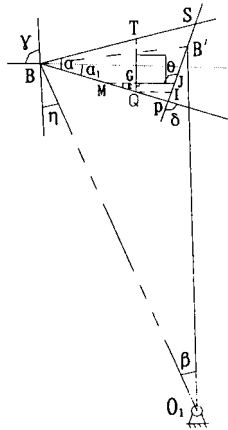


图3 剑头剑带在梭口中的位置

图3为筘座摆过任意角 β 时剑头剑带与梭口的位置关系图。若进剑时梭口已满开, 则由图可知, 要使剑头进剑时不受挤压, 只需求出 $\beta = \beta$ 时的 GQ 、 QT , 并使 $GQ \cdot QT - h_2 - GQ \geq 0$ 即可; 剑头出梭口时的经纱挤压度也可由 $\beta = \beta$ 时的 QT 及综框运动规律求出。此外, 为保证打纬点 B' 位于钢筘上并使钢筘摆动时不与梭口上下层经纱接触摩擦, 还须使图中 $B'P$ 和 SP 小于钢筘宽度 l_5 。其中 GQ 、 QT 和 $B'P$ 、 SP 等可按图示几何关系推得。

取梭口前后部深度之比为 i , 则由图1可知梭口满开时其上、下层经纱的伸长分别为:

$$\Delta L_1 = \frac{L}{\sin(\alpha + \theta_0)} + \sqrt{\frac{H^2}{4} + \left| \frac{L}{\text{icos} \varphi} \right|^2} + \frac{HL}{\text{icos} \varphi} \sin \varphi - L_1$$

$$\Delta L_2 = \frac{L}{\sin \theta_0} + \sqrt{\frac{H^2}{4} + \left| \frac{L}{\text{icos} \varphi} \right|^2} - \frac{HL}{\text{icos} \varphi} \sin \varphi - L_1$$

而平时梭口部分的经纱长度 $L_1 = L / \cos \varphi + L / \text{icos} \varphi$ 。

2.3 建立优化的数学模型

2.3.1 确定设计变量 取 $X = [x \ y \ r \ \theta \ k \ i \ \alpha_1]^T = [X_1 \ X_2 \ X_3 \ X_4 \ X_5 \ X_6 \ X_7]^T$ 。

2.3.2 建立目标函数 取经纱的相对伸长为目标函数: $F(X) = \Delta L / L_1$ 。

对前倾梭口取 $\Delta L = \Delta L_1$; 对后倾梭口 $\Delta L = \Delta L_2$ 。

2.3.3 确定约束条件 根据前述分析, 并考虑到织机结构对设计变量的具体要求, 建立约束函数方程如下:

- $G_1(x) = X_1 - X_{1\min} \geq 0, G_2(x) = X_{1\max} - X_1 \geq 0,$
- $G_3(x) = X_2 - X_{2\min} \geq 0, G_4(x) = X_{2\max} - X_2 \geq 0,$
- $G_5(x) = X_3 - X_{3\min} \geq 0, G_6(x) = X_{3\max} - X_3 \geq 0,$
- $G_7(x) = d/a - 3 \geq 0, G_8(x) = 50 - \alpha_{\max} \geq 0,$
- $G_9(x) = X_6 - X_{6\min} \geq 0, G_{10}(x) = X_{6\max} - X_6 \geq 0,$
- $G_{11}(x) = 34 - \alpha \geq 0, G_{12}(x) = QB - QF \geq 0,$
- $G_{13}(x) = QA - R - QF \geq 0, G_{14}(x) = GQ \geq 0,$
- $G_{15}(x) = QT - h_2 - GQ \geq 0, G_{16}(x) = l_5 - B'P \geq 0,$
- $G_{17}(x) = l_5 - SP \geq 0.$

3 K252 丝织机剑杆化的实例分析

本实例分析中的长度单位为 mm。

3.1 参数与优化

根据该织机的工作和结构特点并购用 GA74 系列的剑头、剑带、导剑片, 参数取值如下:

$$a = 65, \gamma = 87^\circ, \varphi = +2^\circ, e = 90, f = 706.0975, g = 160, R = 16, AB = 30, e_1 = 20, e_2 = 7.5, l_5 = 80, l_3 = 32, l_4 = 4, h_2 = 18, h_3 = 6$$

若剑杆动程为 1800, 剑头在 $\phi = 70^\circ$ 时进入布边, 根据前述数学模型编程。取初值

$$X(0) = [500 \ 435 \ 1.95 \ 90 \ 0 \ 0.3 \ 8]^T$$

优化结果为: $X \approx 500, Y \approx 438, \alpha \approx 31.9^\circ, F(X) \approx 1.2\%$ 。

若综框采用简谐运动规律, 则 290° 出剑时经纱挤压度约为 25.0%, 可满足织造要求。

3.2 分析与讨论

1. 与分离筘座式相比, 优化后梭口三角形偏大, 这与所选剑头剑带有关。新推出的剑杆织机, 剑头剑带普遍偏小, 而剑杆头的小型化, 可以使梭口的几何结构更为优化: 高度降低, 经纱开口应力减小。

这里如取 $l_3 = 30$, $h_2 = 16$, 则 $\alpha \approx 27.7^\circ$, 因此, 可考虑从改善剑头结构入手来优化改造效果。

另外, 上述优化结果是以进剑时梭口满开、剑头完全不受挤压为前提的, 实际上织造时大都允许剑头进剑时受到一定的挤压, 这样可取得与减小剑头尺寸一样的优化效果。

2. 优化时若考虑变动织机结构, 如改变后梁位置, 取 $\varphi = 0$, 即采用平置梭口, 则

$$\alpha \approx 28.5^\circ, X \approx 473, Y \approx 462$$

此时梭口减小, 但摇轴略向后并向下移, 这对无梭织机是适用的, 优化时应优先考虑。

3. 优化结果与 x 、 y 和 r 密切相关, 在不受结构限制的情况下可取得更好的优化效果。

参 考 文 献

- 1 刘裕璋等. 纺织机械设计原理(下). 北京: 纺织工业出版社, 1996: 70 ~ 78.
- 2 孙 恒等. 机械原理. 北京: 高等教育出版社, 1990: 409 ~ 410.