

HUNT式送经机构分析

傅杏花 任焕金 朱 勇 尉方华

(上海纺织工业专科学校)

【提要】 本文研究 Hunt 式送经机构送经量的自动调节和经纱张力自动控制原理, 分析计算该机构可制织的纬密范围, 讨论经纱动静态张力的变化规律, 阐明自动反馈全过程, 总结了消极式连续送经机构的基本特征。

一、送经机构的工作原理

国内引进的 Smit TP-300、400、500 型挠性剑杆织机装有 HUNT 式消极自动连续式送经机构, 如图 1 所示。它由织轴回转、张力感应、送经量调节机构组成, 相互关系如图 2 所示。

当织轴送出经纱量不足时, 经纱张力大于工作张力, 将产生如下作用:

1. 增大的经纱张力将促使活动后梁向机后摆动 $\Delta\alpha$, 并带动重锤加压系统向机前摆动 Δr 。

2. Z 型双臂杠杆式调速装置相应地将主动带轮的 movable 锥盘向固定锥盘移动 ΔX , 同时将被动带轮的 movable 锥盘向固定锥盘移开 ΔX 距离, 移带式无级变速器主动带轮的传动直径将相应地增大, 而被动带轮的传动直径将相应地减小, 传动比相应地增大 Δi_{21} 。

3. 无级变速器的传动比增大, 使织轴的送经量相应地增加 Δl , 使经纱张力回复到正常的工作张力。

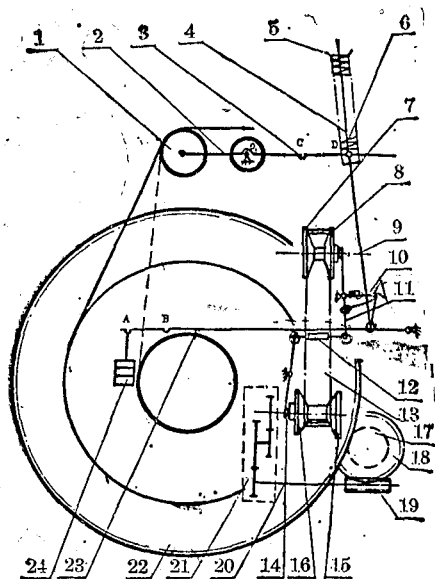


图 1 Hunt 式送经机构结构简图

1—后梁; 2—摆动连杆; 3—张力感应杆; 4—弹簧连杆; 5—调节螺母; 6—张力弹簧; 7—固定锥盘; 8—可动锥盘; 9—输入轴; 10—角形杆; 11—Z 型双臂杠杆; 12—调节螺母; 13—同步齿形带; 14—Z 型双臂杠杆; 15—固定锥盘; 16—可动锥盘; 17—齿轮; 18—蜗轮; 19—蜗杆; 20—输出轴; 21—变速轮系; 22—织轴边盘齿轮; 23—重锤杆; 24—重锤。

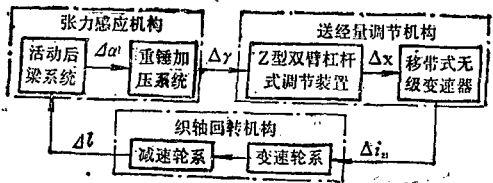


图2 送经机构的工作原理

当织轴送出经纱量过多时，经纱张力将小于工作张力，其作用过程则相反。

二、织轴回转机构送经量的分析

该机构如图3所示，其传动来自织机主轴，经斜齿轮 Z_1 、 Z_2 ，圆锥齿轮 Z_3 、 Z_4 、链轮 Z_5 、 Z_6 、 Z_7 、 Z_8 ，带动移带式无级变速器的输入轴转动，经梯形皮带传动无级变速器的输出轴，然后经过四只变换齿轮 Z_A 、 Z_B 、 Z_C 、 Z_D ，蜗杆 Z_9 ，蜗轮 Z_{10} ，送经小齿轮 Z_{11} ，织轴边盘齿轮 Z_{12} 带动织轴回转。因此，送经机构主轴每一回转织轴送出的经纱长度为：

$$l = C \cdot \eta \cdot i_c \cdot D \cdot D_1 / D_2 \quad (1)$$

式中： D 为织轴绕纱直径； D_1 、 D_2 为无级变速器主动和被动带轮的传动直径； η 为移带式无级变速器的滑失系数； i_c 为送经变换轮系传动比 $(Z_A \cdot Z_C / Z_B \cdot Z_D)$ ； C 为传动系数 $(Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \cdot Z_7 \cdot Z_9 \cdot Z_{11} \cdot \pi / Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6 \cdot Z_8 \cdot Z_{10} \cdot Z_{12})$ 。所以，该送经机构能制织的织物机上纬密范围：

$$P_{Wmax} = 100 \cdot D_{2max} / C \cdot \eta \cdot i_{cmin} \cdot D_{max} \cdot D_{1min}$$

$$P_{Wmin} = 100 \cdot D_{2min} / C \cdot \eta \cdot i_{cmax} \cdot D_{min} \cdot D_{1max} \quad (2)$$

综上所述：

1. 当所制织物的机上纬密确定后，送经变换齿轮可以根据所用的织轴边盘直径在纬

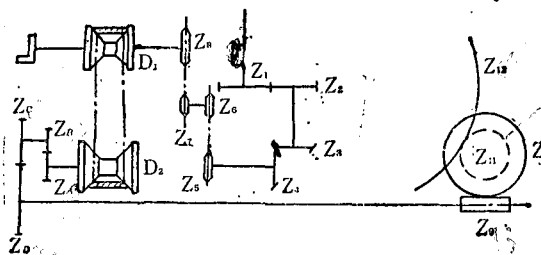


图3 织轴回转机构

密表上选用(表略)。

2. 当所制织物的机上纬密和送经变换齿轮确定后，其送经量 l 即为已知，移带式无级变速器的滑失系数可视为常数，则织轴直径 D 与移带式无级变速器的理论传动比 $i_{12} = D_1 / D_2$ 成双曲线关系。即在织造过程中， i_{12} 值随着织轴直径 D 的减小而逐渐增加。

3. 送经量 l 随着所制织物的纬密而改变，如纬密大，则每纬送经量 l 较小，送经变换齿轮的传动比 i_c 也较小，反之亦然。

4. 当所制织物确定后，可按(3)式算出满轴时移带式无级变速器的实际传动比 D_{1min} / D_{2max} ，以确定上机时重锤杆的位置。

$$D_{1min} / D_{2max} = 100 / P_W \cdot C \cdot \eta \cdot i_c \cdot D_{max} \quad (3)$$

5. 该机构可制织的织物纬密范围较广。如织轴边盘直径为700毫米时，可制织的织物机上纬密在21~1148根/10厘米范围内(TP-300型)。

三、经纱张力感应机构

该机构如图1所示，后梁搁放在摆杆2上，摆杆2与张力感应杆3连成一体。张力弹簧6通过调节螺母5压在张力感应杆3上。后梁活动系统可以绕 O_1 轴摆动。后梁系统给予经纱必要的静态张力，并在织造过程中感测经纱张力的动态变化，通过后梁位置的相应变化，改变移带式无级变速器的原动带轮和被动带轮的传动直径，从而调节织轴回转量，以保持送经的均匀性和张力的稳定性。

1. 经纱的静态张力

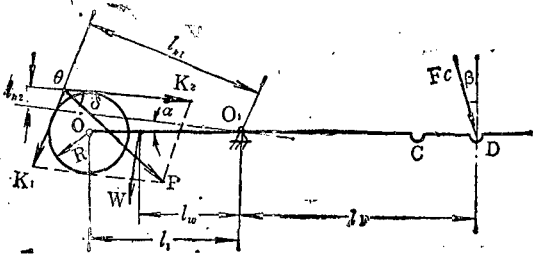


图4 张力感应系统的作用力

当后梁系统处于静态平衡时，作用在该系统上的诸力如图4所示。全幅经纱上的上机张力可按力矩平衡方程式(4)确定。

$$K_2 \cdot l_{K_1} - K_1 \cdot l_{K_1} - W \cdot l_w \cdot \cos\alpha + F_C \cdot l_F \cdot \cos\beta = 0 \quad (4)$$

经分析计算，解得经纱静态张力：

$$K_2 = \frac{F_C \cdot l_F \cdot \cos\beta - W \cdot l_w \cdot \cos\alpha}{2 \cdot l_1 \cdot \sin(\theta/2 + \alpha) \cdot \cos(\theta/2)} \quad (5)$$

式中： F_C 为弹簧对张力杆3的压力； l_F 为弹簧压力作用点到 O_1 点的距离； β 为弹簧中心线与垂直于张力杆3的垂线间的夹角； W 、 l_w 为活动后梁系统的重量及重心位置； α 为后梁摆杆2与过 O_1 点的水平线夹角（后梁下倾 α 取正值，后梁上倾 α 取负值）； l_1 为后梁中心到 O_1 点的距离； θ 为经纱对后梁的包角。

由此可知：

(1) 当 W 、 l_w 、 l_1 、 α 、 θ 角为一定时，经纱的静态张力决定于张力弹簧对 O_1 点的力矩。而弹簧力矩又决定于弹簧力 F （根据织物品种可选用不同刚度的弹簧和调节螺母的初始位置），弹簧连杆在张力杆上的位置（即改变 β 及 l_F ），张力重锤重量及其在重锤杆上的位置。在织轴退解过程中，经纱静态张力随弹簧连杆和张力垂锤位置配置不同时变化如

图5、6所示（测试条件：后梁水平位置在80毫米，高低位置在0毫米）。

由图可知，在不改变重锤重量的条件下，改变弹簧连杆在张力杆上的位置或调节重锤在重锤杆上的悬挂点，是生产中调整上机张力的主要途径。

(2) 在其它因素一定时，经纱静态张力 K_2 随 α 、 θ 角的大小而定。在织轴的退解过程中，随着后梁高低和前后位置变化的静态张力曲线分别如图7、8所示（测试条件：重锤挂在A点，弹簧连杆在D点）。

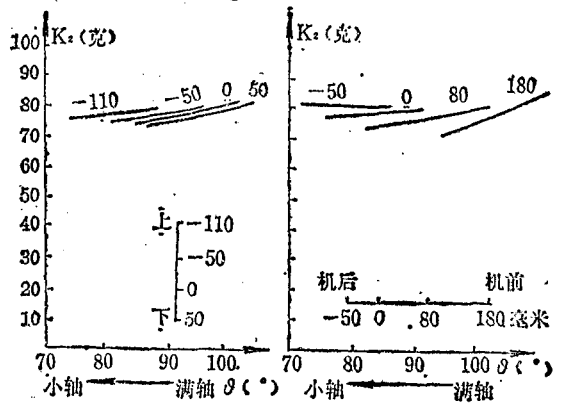


图7 后梁水平位置在80毫米，其高低位置不同时，经纱静态张力变化曲线，

图8 后梁高低位置在0毫米，其水平位置不同时，经纱静态张力变化曲线

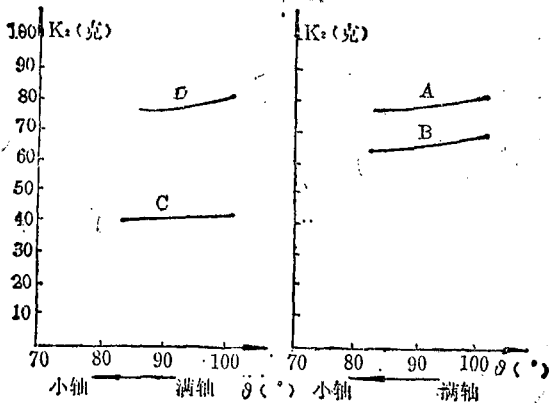


图5 重锤挂在A处，弹簧连杆在C、D处时，经纱静态张力变化曲线

图6 弹簧连杆在D处，重锤挂在A、B处时，经纱静态张力变化曲线

由图可知，改变后梁的位置对经纱静态张力影响并非显著，但选择适当的后梁位置，可使经纱静态张力在整个织轴退解过程中变化稳定，开口清晰，有利于减少经纱断头率。

(3) 该机构后梁灵活程度可调。当后梁固定时，可根据 $K_2 = K_1 \cdot e^{f(\pi - \theta)}$ 代入力矩平衡方程(4)，解得经纱静态张力。

2. 经纱的动态张力

在织造过程中，经纱的动态张力可以取后梁为脱离体，对回转轴心 O_1 取矩，解运动微分方程(6)求得：

$$K_1 \cdot l_{K_1} - K_2 \cdot l_{K_1} + W \cdot l_{w_1} - F \cdot l_F = J \cdot \ddot{\alpha} \quad (6)$$

$$K_2 = \frac{\left[C \cdot \zeta \cdot \left(l_{K_1} \cdot \frac{\sin \delta}{\sin(\theta - \delta)} - l_{K_2} \right) + C_s \cdot \eta \cdot l_{F_1} \right] \cdot a}{2 \cdot \left[l_{K_1} \cdot \frac{\sin \delta}{\sin(\theta - \delta)} - l_{K_2} \right] \cdot \sin^2 \frac{k}{2} \cdot t} + \frac{F_C \cdot l_{F_1} - W \cdot l_{W_1}}{l_{K_1} \cdot \frac{\sin \delta}{\sin(\theta - \delta)} - l_{K_2}} \quad (7)$$

式中： C 为经纱的刚性系数， ζ 为后梁转1度时经纱得到的补偿， l_{K_1} 、 l_{K_2} 为进出后梁的经纱张力对 O_1 的距离， C_s 为弹簧刚性系数， η 为弹簧由于后梁摆杆向下偏转1度所产生的偏移量， δ 为经纱合力与 K_2 的夹角， k 为后梁系统固有频率， J 为活动后梁系统的转动惯量， t 为瞬时时间，其余符号同前。

由此可知，经纱张力是由后梁活动系统的惯性阻力引起的动态张力和由弹簧及重锤加压系统产生的静态张力组成。弹簧弹力不仅能确定经纱静态张力，还能起到维持经纱张力恒定、送经均匀之目的。从实测所知，只有当经纱动态张力大于某设定值时，后梁和重锤杆才能作用，否则，维持原位。

四、调节机构的分析

本机构采用Z形双臂杠杆式调节装置，使径向移带式无级变速器的可动锥盘作轴向移动，以改变主、从动传动盘的传动半径，达到改变传动比，调节送经量的目的。带轮的结构如图9所示。

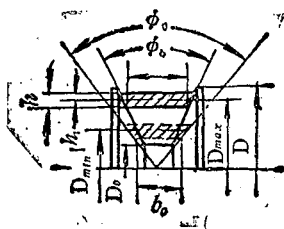


图9 带轮

1. 使用的传动比

$$i_{1,2} = n_2/n_1 = D_2/D_1 \quad (8)$$

式中： n_1 、 D_1 为主动带轮的转速和工作直径， n_2 、 D_2 为被动带轮的转速和工作直径。

使用的最大和最小传动比分别为：

$$i_{1,2max} = n_{2max}/n_1 \leq D_{1max}/D_{2min} \quad (9)$$

$$i_{1,2min} = n_{2min}/n_1 \geq D_{1min}/D_{2max}$$

2. 带轮的外径和内径

$$\text{外径 } D = D_{max} + 2 \cdot h_1 + A \quad (10)$$

$$\text{内径 } D_0 = D_{min} - 2 \cdot (h - h_1) - B$$

式中： h 、 h_1 为梯形带及梯形带中性层上方厚度， A 、 B 为余量（分别为5~10、2~4毫米）。

3. 变速范围

$$R_V = n_{2max}/n_{2min} = i_{1,2max}/i_{1,2min} = D_{1max} \cdot D_{2max} / D_{2min} \cdot D_{1min} \quad (11)$$

当采用对称调速时， $D_{1max} = D_{2max} = D_{max}$ ； $D_{1min} = D_{2min} = D_{min}$

$$\text{故 } R_V \leq (D_{max}/D_{min})^2 \quad (12)$$

4. 带的锥角及带轮锥角

$$\begin{aligned} \text{带的锥角 } \phi_0 &= 2 \cdot \text{tg}^{-1}[(b - b_0)/2 \cdot h] \\ \text{带轮锥角 } \phi &= \phi_0 - 4^\circ \end{aligned} \quad (13)$$

5. 可动盘位移量 x

由于 $i_{12} = (d_m + 2 \cdot x \cdot \text{tga}) / (d_m - 2 \cdot x \cdot \text{tga})$ 所以

$$x = (d_m/2 \cdot \text{tga}) \cdot [(i_{12} - 1)/(i_{12} + 1)] \quad (14)$$

式中： $\alpha = 90^\circ - \phi/2$ ； $d_m = (D_{max} + D_{min})/2$

由式(14)可绘出可动锥盘位移量 x 和传动比 i_{12} 的关系曲线，如图10所示，并可得Z形双臂杠杆及重锤杆的位置变化如图11所示。

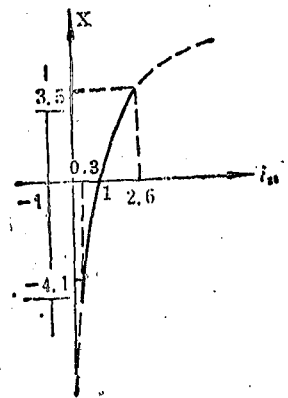


图10 $i_{12} \sim \Delta X$ 变化曲线
曲线的实线部分是移带式无级变速器的使用部分

五、HUNT送经机构的特点

经理论分析和实际运转测试，该送经机构具有以下特点：

1. 采用自动连续式送经，零件不易磨损，适用织机高速运转。在送经过程中，采用了四只变换齿轮，故送经量调节范围广，品种适应性强。

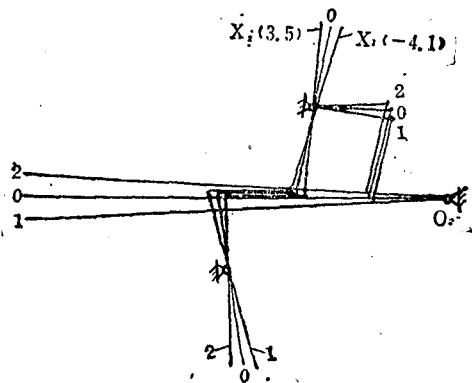


图 11 Z形双臂杠杆移位及重锤杆的位置变化

2. 上机张力调节方便。张力一旦确定，

在整个织轴的退解过程中不需要人工调节，经移带式无级变速器自动调节送经量，达到送经均匀，张力稳定，降低经纱断头率，保证织物内在质量和达到最佳的外观效应。

3. 本机构无织轴直径感应装置，故结构简单，并且能适用于织轴盘片直径为 500、600、700、800、1000 毫米等几种卷装的织造。

4. 可与卷取、开口、选色机构联动，故操作简单，可减少织疵，提高织造效率。

本文得姜怀副教授的指导，特表谢意。