

高速化 機械的 理論研究

仲統鈺等譯

紡織工業出版社

織机高速化的理論研究

仲統姓等譯

紡織工業出版社

織机高速化的理論研究

仲統楚等譯

紡織工业出版社出版

(北京东黃街紡織工業部內)

北京市書刊出版登記證許可證出字第16号

中國人民大學印刷厂印刷·新华書店發行

787×1092 $1/32$ 开本 · 3 $5/32$ 印張 · 63千字

1960年10月初版

1960年10月北京第1次印刷·印數1~3200

定價(10) 0.42元

內 容 簡 介

本書對織機高速化的主要因素，特別是對於力織機速度關係最密切的投梭運動和打緯運動，提出了實驗、計算和理論分析。這些研究成果可供我們在織機高速的理論研究工作的參考。

目 录

从入緯运动看力織机的高速化.....	(5)
一、梭子減速停止运动的計算.....	(5)
二、加速和減速对梭内緯紗状态的影响.....	(36)
三、梭子的运动軌迹研究之一.....	(44)
四、梭子的运动軌迹研究之二.....	(63)
五、关于两布边間緯紗配置形状和长短的研究...	(71)
織机高速化后綜統运动波及經紗的影响.....	(94)

从入緯运动着力織机的高速化

一、梭子減速停止运动的計算

摘 要

研究目的

本研究是为了获得在实行力織机高速化时，最重要的关于入緯运动这个问题的几种基础性的资料。

第一篇是从純机械运动学的观点，分析梭子減速停止时所发生的各种现象，并为得到从新設計适合梭子高速化的合理減速裝置的资料，而实行的一系列計算的結果。

(1) 解析了梭子与制梭板的关系运动，以及两者的形状、材料、質量等对于两者的接触运动所发生的影响。

(2) 就目前使用最普通的投梭裝置、緩冲皮圈等的机构，分析了梭子減速运动。結果指出，欲使这个运动圓滑，欲在有限的时间和有限的緩冲动程內合理地減速而停止的时候，只要合理地調节下列三項就能够实现，并作出理論的根据。

(甲) 要使皮結、投梭板、緩冲皮圈、補助緩冲裝置等部分的彈簧的彈性系数尽量减小。

(乙) 也要使制梭板和梭子的摩擦大到相当的程度，如果可能，应尽量使緩冲皮圈的可动部分和它受压彈簧的摩擦加大。

(丙) 更要使皮結、投梭板、緩冲皮圈等部分，对应着皮結位置的換算質量的大小，尽量調节到和梭子的質量相等的程度。

(一) 緒 言

一般在企求机械高速化时，从机构学和动力学的角度，純机械动力学地合理設計甚至于制造，虽然很重要，但同时也要考虑各种机械所起的作用，而从机械性能方面加以改良，这才真能达到提高生产效率的目的。

本篇中所叙述的，就是从这些观点出发，企图使力織机高速化时，抓住关键問題即入緯运动，結合純机械問題和織物形成进行种种研究而取得一系列的结果。

一般，加大力織机的轉速时支配織机經紗状态的各机构，即送經、开口、卷取等机构的运动速度当然也大起来了。但是，对于經紗的境界条件（或者是张力分界綫）等是几乎不引起变化的。例如：經紗张力循环的周期虽然变小一点，张力大小本身几乎没有变化。再拿打緯运动来講，可以想見，由于筘座等的慣性質量大而增大的慣性力的影响，曲拐軸的迴轉状态（速度、扭力等）会发生很大的变化，但这些純机械的問題若能够就这些运动部分的材料和机械进行改造，問題是較容易解决的。若考虑到筘座是通过近似刚体的連杆由曲拐軸来传动的，織机運轉速度虽然加大，然而向織口压入新緯紗的程度也几乎不会变化，在决定織物形成的打緯运动的作用方面，也可以說不会发生特别的变化。

我們認為在采用現行的飞梭裝置的条件下，随着織机轉速的增大，入緯运动就会发生很大的变化。就是前面所說的送經、开口、打緯、卷取等四个运动大都是用由曲拐軸积极传动的型式。所以一般在曲拐軸速度增大的同时，各个部分

的运动速度普通是成比例地增大。梭子在加速期是依靠由曲拐軸积极传动的投梭装置而获得运动的，但是从离开皮結以后梭子却是由于本身的运动势能而飞行的，所以是消极的运动。于是賦与梭子的加速度虽然也是随着曲拐軸回轉速度而增大的，但是由于各部的摩擦阻力和弹性阻力等关系而损失势能，因此不成比例关系，尤其在达到相当高的轉速时，其增加的百分率多是大大减少的。因此，梭子的飞行軌迹（几乎决定于来自打緯运动和投梭运动的梭子运动），随着力織机的轉速而大大地变化，对配置在两布边的緯紗形状（也就是长度）影响很大。

入緯期間的梭子的速度一般都高达每秒10米以上，而且投梭装置的各部运动也是冲击式的，梭子速度如超过此数，随着其加速与減速，皮結、投梭板、梭子、緩冲皮圈等的消耗也跟着大大增加，有时也发生脫緯，造成断緯。

当然，从織物形成这个观点来看，不只是入緯运动一方面，若不弄清楚經緯紗的交織現象就談不到分析其的机械性能，但只要象上述那样考虑，就可以認為：要使力織机高速化，若不充分使入緯运动合理化，就不能完全达到目的。下面要談一談有关这个問題的一系列基础計算或实验結果。

（二）梭子在減速停止时间的运动

自梭子投出而与对面梭箱的制梭板接触起到停止时止，在这期間的梭子的运动中，力織机左右方向（以X軸方向来代表）的移动范围一般是很小的，所以其运动对在梭道中移动緯紗的运动，一般波及的影响很小，但因为不得不在較狭

· 3 ·

的範圍內，在有限時間內使具有相當速度的梭子停止，所以調整減速裝置是很困難的。而且減速停止狀態之如何，對下次投梭開始時的條件，即梭子在加速期間後皮結推動梭子的距離，或對當時邊紗和梭子間的緯紗長度的變化，都有大的影響，同時也支配着在這個期間的緯紗解舒張力的急遽減小的狀態。關聯着按力織機前後方向（以此作為Y軸的方向）的梭子運動，對緯紗向織口方向的移動狀態也有影響，所以從向兩布邊間補給緯紗的作用這一點來看，可以說比在梭子加速期間給予入緯運動影響還大。

就是，通常力織機在這期間的梭子初速度仍是每秒鐘8~12米上下的高速度，以此高速度飛走的梭子去接觸比較壓力大的制梭板，因受其阻力關係而減少幾分速度，但是接觸後，達到緩沖皮帶和緩沖皮圈等所構成的梭子減速裝置，僅僅移動很小的距離（自動棉織機通常約16厘米），所以仍是以相當大的速度衝擊皮結。這時是這個減速裝置消散大部分梭子運動勢能的運動，而被減速裝置所吸收的梭子運動勢能的一部分則轉化為減速裝置各部分的彈性勢能，梭子由於這種勢能而彈回，再受到制梭板的摩擦而減速，以至停止運動。

從而在这个情況下，若不合理地降低梭子速度而由衝擊停止其運動，則此時發生的減速就使內藏的緯紗紗層松脫，即使不松脫，也會解舒過多。又由於減速裝置的摩擦和彈性之如何，而發生大的彈回，或是產生不規則的減速作用（緩沖作用）而使梭子定位不准。因此，下次投梭時的梭子加速距離發生變化，以致梭子投出的速度也發生變化，同時飛走

中的梭子最初引出緯紗的时刻也起变化，每次的入緯运动便成为很不規則的运动。再者，这时的緯紗张力是和梭子速度成比例地增大，而在減速的同时又急遽的減少其张力。因此，布边和梭子嘴間的緯紗不一定就以一条直綫的形状移动于梭道之內。从而在这一期間的梭子的減速停止的状态或时期，支配着織入两布边間的緯紗的形状和长度，并給予織物形成以較大的影响。同时在损坏机件这一点上，发生种种机械上的問題。

若可自由选择梭子緩冲行程的大小，以及若可自由增減其到下一投梭开始时的時間，这种梭子的減速作用（即緩冲作用）就能很合理地發揮出来。但一般受到梭箱构造和織机速度的約束而限制了其冲程和時間，所以大都要求冲击式的緩冲，需要有性能不同于普通緩冲裝置的裝置。

一般从梭子进入对面梭箱与制梭板接触起到停止的运动，是这样地伴随冲突与緩冲現象的过渡的复杂运动；尤其在力織机高速化时不但在加速机构合理化的同时在純运动学方面頗成問題，而且从織物形成的观点来看，比在加速期間所受的影响还大。可是向来几乎沒有人对这方面提出过研究报告，所以現在关于这方面試作几种考察。



图 1

1. 从梭子接触制梭板到作用于緩冲皮圈时止的运动

在这期間的梭子和制梭板的接触运动，不单会由于制梭

板的构造,特别会由于制梭弹簧板的弹性之不同而有差异,是相当复杂的运动。就是说,通常制梭板的构造如图 1 所示:制梭板可动部分为 A,把 A 压紧在梭箱侧面的弹簧板是 B,梭子 C 从梭箱入口按箭头方向投进去,首先在 d 点和 A 接触,梭子的运动势能由于这一接触而消失一部分,减速而更进入,一方面在制梭板每一弹回的瞬间和制梭板冲突着而撞到皮结口上。

这时,制梭板在 a 点一压住梭子,则制梭板弹簧以 b 点为支点向右边回转,在 a 点把弹簧向右压出,因而在这一部分发生振动现象。若用阿斯加尼亚 (Askania) 式振动仪测定这种振动现象,则成为图 2 的曲线。该图上的 S 是表示测定位置上的制梭板的变位, t_s 表示时间, S_0 表示梭子将要接触制梭板的位置, S_1 是表示最初接触所发生的最大变位,

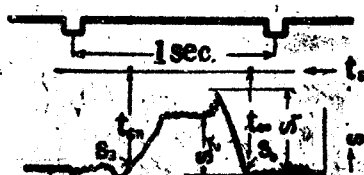


图 2

S_2 是表示梭子达到制梭板的变位, S_3 表示梭子再一次投出时的变位。而且在 t_0 处梭子和制梭板接触,在 t_m 处梭子离开制梭板而飞出梭箱。

这样的制梭板的振动现象,视接触时梭子侧面压迫制梭板的状态、制梭板可动部分的构造及制梭板弹簧的强度而有很大的变化。在通常的力織机上,与其说其主要目的是将制梭板作为梭子的减速装置,不如说是抑止因缓冲皮圈部分的弹性而引起的回弹以及安定梭子在加速时的运动为主要目的,所以压着制梭板可动部分弹簧的弹性普通是比较弱的。

因此一如后述，我們認為从制梭板和梭子的最初的接触而发生振动的时期起，制梭板大都是离开梭子一次。

从梭子接触制梭板起到离开止的那段时间，通常是很短的。自离开以至再接触的时间，据实验结果，大都在0.01~0.02秒左右。所以与梭子的速度合并考虑时，梭子只是由于和制梭板的最初接触而作相当于其时势能消失的减速，而在和制梭板的以后的接触时，几乎不减速而与皮结相冲突，而在缓冲皮圈发生作用的期间才开始连续地受到由于和制梭板的摩擦而发生缓冲作用。当然在制梭板的弹簧力量较大时，梭子进入的速度如果小，虽然在和皮结冲突以前是经常和制梭板接触，或者发生不接触的情况，可是在那段时间速度很小，因此由于和制梭板的摩擦也大大地减速，有时就可能发生在到达皮结以前就停止运动的现象，一如后述。

所以说，制梭板的构造在调节缓冲皮圈的缓冲机能方面影响很大，支配着梭子的停止位置或者是减速状态，但大都会成为梭子侧面发生异常的磨灭或破坏状态等的原因。兹对这些振动现象试作各种考察。

现将图1那样构造的制梭板以图3那样的振动系统来代替，则制梭板和梭子冲突后马上发生的运动为：

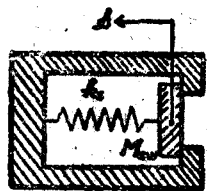


图3

$$\left. \begin{aligned} \ddot{s} + \nu^2 \left(s + \frac{R_0}{k_s} \right) &= 0 \\ \text{但 } \nu^2 &= \frac{k_s}{M_{\text{equiv}}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

用 $t=0$ 时， $s=0$ $\dot{s}=\nu_s$ 这个初期条件来解此式，就

能用制梭板弹簧和制梭板可动部分的接触点的变位 s 表示出来。这里 R_0 是将制梭板可动部分压到梭箱侧面的初压， k_s 是制梭板可动部分和制梭板弹簧接触点位置的弹性系数。 M_{sw} 是制梭板全体的制梭板弹簧和制梭板可动部分在接触点上的换算质量。 V_s 是制梭板在梭子冲突后当时的制梭板弹簧和制梭板可动部分的接触点的移动速度。

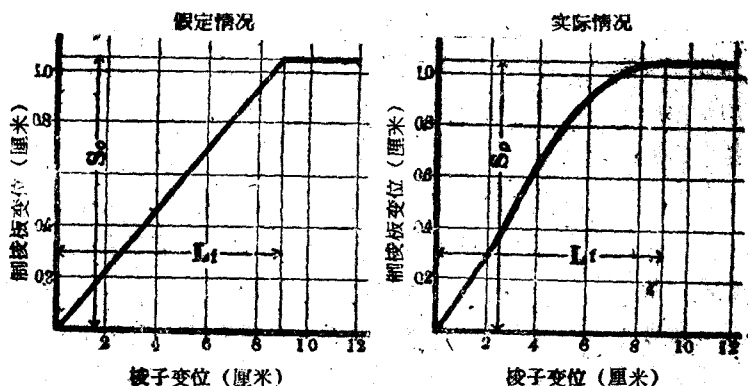


图 4

茲解开式 (1) 則得下式:

$$\left. \begin{aligned} s &= Z \sin(\omega t + Y) - \frac{R_0}{k_s} \\ \text{但, } Z &= \sqrt{\left(\frac{v_s}{\omega}\right)^2 + \left(\frac{R_0}{k_s}\right)^2} \\ Y &= \tan^{-1} \frac{R_0 \omega}{k_s v_s} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

在这里制梭板可动部分的初速度 v_s , 取决于制梭板被梭子侧面挤压的状态; 在两者接触期间梭子的移动以及和制梭板几何学的变位 s_0 的关系, 在成直綫的情况下, 則

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq X_s \leq L_t \text{ 时} \\ s_s = \frac{S_o}{L_t} V_t t \\ X_s > L_t \text{ 时} \\ \text{則 } s_s = S_o \\ v_s = \frac{S_o V_t}{L_t} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

但是 X_s 是从梭子和制梭板接触到停止为止这期间的移动距离, L_t 是从梭子和制梭板接触到制梭板压到最外方时止这期间的梭子移动距离, 又 V_t 是在这个期间梭子进入梭箱的初速度。但假定 V_t 不因冲突而减少速度。 S_o 是 s_o 的最大值。

然而在一般力織机的 s_s 系成为图 4 所示那样的曲线关系 (这是自动棉織机实验结果的一例), 以近似的方法表示之, 則:

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq X_s \leq L_t \text{ 时 } s_s = S_o \sin P_s t \\ X_s > L_t \text{ 时 } s_s = S_o \quad v_s = S_o P_s \\ \text{但是 } P_s = \frac{\pi V_t}{2 L_t} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

从而, 在一般力織机上, 梭子和制梭板一接触后制梭板的运动, 如式 (2) 与式 (4) 所示:

$$\left. \begin{aligned} s = Z \sin (\pi t + Y) - \frac{R_o}{k_s} \\ \text{但是 } Z = \sqrt{\left(\frac{\pi S_o V_t}{2 L_t v} \right)^2 + \left(\frac{R_o}{k_s} \right)^2} \\ Y = \tan^{-1} \frac{2 R_o L_t v}{\pi S_o V_t k_s} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

故当 $s > s_o$ 时, 制梭板从梭子侧面一旦离开一次, $s = s_o$

决于梭子进入速度 V_t 和梭子将制梭板压紧在梭箱侧面的初压力 R_0 。换言之, R_0 越小, 制梭板和梭子侧面的离开机会就越多。反之, V_t 若小, R_0 若最大, 则制梭板和梭子侧面逐渐压紧。

兹举一例, 例如关于回轉速度为 180 轉/分的棉織自动織机, 根据由下例实际测定值而計算的結果, 划出 s 和 s_0 的关系, 則如图 5 所示。

即在 $V_t = 9$ 米/秒而不變的情况下, $R_0 < 0.7$ 公斤时, 制梭板不压在梭子侧面而运动, 从接触后立刻从梭子侧面离开而变位, 但 $R_0 > 0.7$ 公斤时, 經常压紧着梭子而变位。又在 $R_0 = 0.3$ 公斤而不變情况下, $V_t > 7$ 米/秒, 仍然是制梭板从梭子侧面离开, 但梭子进入速度約为 7 米/秒时, 在 0.01 秒的时间內, 两者經常一面接触着一面运动, 在此以后制梭板才开始离开梭子侧面。

当然, 在这期間梭子速度 V_t 由于和制梭板最初的冲突而稍有减少。尤其在冲突后和制梭板一面接触着一面移动的情况下, 由于这时发生的摩擦阻力大大减少, 所以实际現象在某种程度上有些不同, 但大体的傾向可以从同图观察出来。

表 1

s_0 (米)	M_{sw} (公斤米 ⁻¹ 秒 ²)	L_t (米)	k_s (公斤米 ⁻¹)	(° 秒 ⁻¹)
0.0105	0.01	0.09	70	83

在上例自动棉織机的标准运轉状态下 (180 轉/分), $R_0 = 0.3$ 公斤, $V_t = 9$ 米/秒时, 制梭板从和梭子侧面接触之后,

立刻离开梭子侧面而运动，若要求出这个情况下的 s 到达最大的时间 t_{s1} ，则由式 (4) 得出

$$t_{s1} = \frac{\pi - 2Y}{2\nu} \dots\dots\dots (6)$$

、所以 $t_{s1} = 0.0166$ 秒。从而在这期间梭子仅进入 $X_s = V_s t_{s1} = 0.4194$ 米，这么大的距离而和皮结冲突。可是，从梭子和制梭板接触后到达皮结的移动距离的实测值，则如前所述约为 0.16 米，所以 $X_s = 0.4194$ 米，是意味着梭子到达皮结时为止，完全受不到由于和制梭板的摩擦现象而发生的减速。从图 5 可以理解到，即使 $R_s \approx 1$ 公斤上下，也将产生同样的现象。即在通常的力织机上，制梭板与飞来的梭子接触后立刻被弹向外边，以一旦梭子碰到皮结后（约经过 0.02 秒钟之后）再和梭子侧面接触的情况较多。

从梭子侧面离开的制梭板，其再次和梭子侧面接触后的制梭板运动，是缓冲皮圈的缓冲机能的一个要素（如后所述）。这时的运动，将初期条件在 $t=0$ 时， $s_1=0$ ， $\dot{s}_1=v_{s1}$ ，则可以表示为：

$$\left. \begin{aligned} s_1 &= Z_1 \sin(\nu t + Y_1) - \frac{R_{s1}}{k_s} \\ \text{但 } Z_1 &= \sqrt{\left(\frac{v_{s1}}{\nu}\right)^2 + \left(\frac{R_{s1}}{k_s}\right)^2} \\ Y_1 &= \tan^{-1} \frac{R_{s1} \nu}{k_s v_{s1}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

但 s_1 、 R_{s1} 、 v_{s1} 等在这个期间，是对应 s 、 R_s 、 v_s 的数值。

即 R_{s1} 是制梭板和梭子侧面接触时，作用制梭板弹簧和