

阔幅喷气织机引纬工艺测试分析

王冠华 黎德钧

(无锡市纺织研究所)

喷气织机是一种无梭织机，它具有速度高、产量多、机构简单、维修方便、噪音低、机物料省和操作安全等优点。

为了进一步提高喷气织机的生产效率，在提高引纬速度和加大织机幅宽方面还有很大的潜力。我们曾对所研制、已中试的 1700 毫米阔幅喷气织机的引纬部分进行了实验测试，测量了气缸的压力变化，沿管道片轴向流速的衰减情况和相应的纬纱飞行速度，纬纱飞行状态变化情况，以及主喷管长度与纬纱飞行速度的关系等项目。现将情况与测试结果归纳分析如下。

一、主气缸的活塞运动分析

国内的喷气织机是采用单独供气的方式，每一台布机装一只气缸，活塞的传动形式分曲柄连杆传动和凸轮传动两种。由于传动机构的不同，即使在气缸容积相同的条件下，产生压力曲线的形象和峰值的大小及位置都不一致，这些因素与纬纱飞行速度及成布质量有密切的关系。我们的 1700 毫米阔幅喷气织机采用立式落地气缸，可减少织机震动，由曲柄传动活塞作往复运动。

(一) 气缸设计参数

$$S/D = 0.56$$

式中：

S ——活塞冲程(100 毫米)；

D ——缸体直径(180 毫米)。

气缸容积：
$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S = 2543 \text{ 厘米}^3$$

相对余隙：
$$A = \frac{\Delta V}{V} = 0.06$$

ΔV ——余隙的体积。

活塞端面的最大作用力：

$$F = P \cdot \frac{\pi D^2}{4} \quad (P \text{ 为压力峰值})$$

(二) 曲柄连杆活塞运动的特性

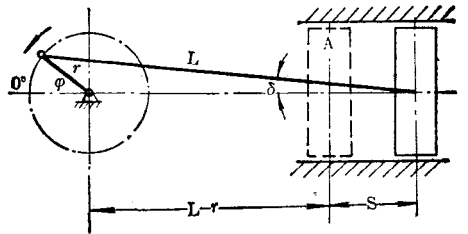


图 1 曲柄连杆机构

根据图 1 将连杆机构参数分别投影到横座标轴和纵座标轴上得到方程组：

$$\begin{cases} L \cos \delta = L - r + S + r \cos \varphi \\ \qquad \qquad = [L - r (1 - \cos \varphi)] + S \\ L \sin \delta = r \sin \varphi \end{cases}$$

解得：

$$S = \sqrt{[L - r (1 - \cos \varphi)]^2 + 2r(L - r)} \dots \rightarrow$$

$$\leftarrow \dots (1 - \cos \varphi) - [L - r (1 - \cos \varphi)]$$

式中：

r ——以 O 为中心的曲柄半径；

L ——连杆长度；

S ——活塞 A 的位移。

根据位移图用图解微分法得到活塞运动的速度曲线和加速度曲线如图 2。

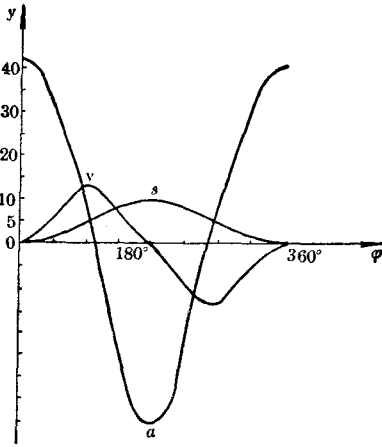


图 2 主气缸运动曲线

纵座标轴单位: a-米/秒²; V-厘米/秒; S-厘米。

由图得到活塞最大速度为 134.2 厘米/秒, 活塞的最大速度出现的时间 $\phi=105^\circ$, 当供气时间为 60° 时弯轴为 165° , 在气流引纬阶段是气缸活塞具有最大速度的时候, 有利于引纬。

活塞最大的加速度为 41 米/秒², 活塞最大的加速度出现的时间 $\phi=0^\circ$, 若供气时间为 60° 时活塞最大的加速度出现是织机弯轴为 60° 。

(三) 气缸的压力变化曲线

气缸的动态压力变化与气流的速度和纬纱的带引力大小有密切的关系, 气缸的供气时间必须是在脱纱之前, 使纬纱有一个预喷过程, 使纬纱具有一定张力, 这样有利于引纬。在织机车速为 260 转/分, 气缸供气时间为 60° 时, 由实验曲线可知, 预喷压力为 0.40 公斤/厘米², 在 135° 至 210° 之间气缸压力迅速上升, 压力最高值为 1.2 公斤/厘米², 压力峰值的时间约为 224° 。所以在整个引纬过程中, 气流对纬纱有足够的带引力, 使纬纱能迅速地飞过梭口。

以上说明随着织机转速的增加, 气缸压力也不断增加。

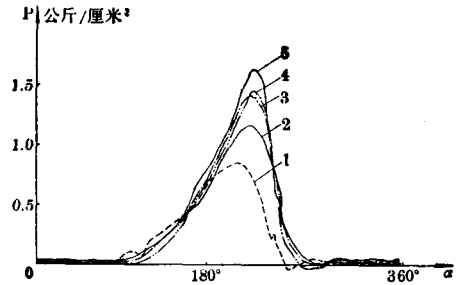


图 3 气缸压力变化曲线

织机转速与气缸压力峰值的关系

曲线	织机速度 (转/分)	压力峰值 (公斤/厘米 ²)
1	240	0.9
2	260	1.2
3	280	1.4
4	302	1.45
5	320	1.6

二、提高引纬速度的措施及测试结果

我们改制的 1511 型阔幅喷气织机, 是采用短牵手、短箱座脚打纬机构, 管道孔移动 6 毫米, 箱座相对静止时间为 80° 。要制织箱幅为 1700 毫米的中长纤维织物, 把纬纱的实际飞行角控制在 80° 以内, 才能兼顾开口、打纬及引纬参数的合理配置。为使纬纱顺利地通过梭口, 除注意工艺参数的合理选择外, 还采用加大喷管长度的措施, 改用长度为 885 毫米、内径为 12.7 毫米的圆形弯喷管 (图 5), 这样就加大了气流对纬纱作用长度, 有利提高引纬速度。

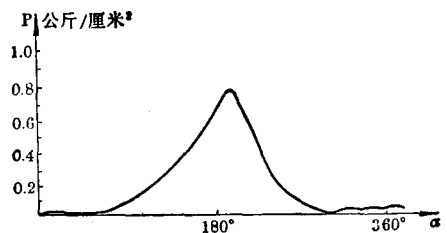


图 4 主喷管压力曲线

(一) 主喷管出口处压力曲线的变化

由实验曲线可知,主喷管出口处的压力峰值为 0.8 公斤/厘米²,与气缸动态压力曲线的峰值相差 15° 左右(图 4),

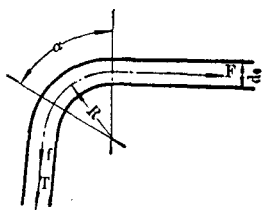


图 5 弯 喷 管

(二) 增加喷管长度、提高引纬速度

气流对纬纱的带引力可由下式表示:

$$F = \frac{1}{2} C_f \rho (V - V_1)^2 \pi d L$$

式中:

C_f ——阻力系数;

ρ ——空气密度;

d ——纱线直径;

V ——气流速度;

L ——纱线长度;

V_1 ——纬纱飞行速度。

当纬纱起动瞬间 $V_1 = 0$

$$\therefore F = KL$$

$$K = \frac{1}{2} C_f \rho V^2 \pi d$$

根据纱线受力平衡条件和牛顿第二定律:

$$F - T - f = ma$$

$$\therefore a = \frac{F - T - f}{m} = \frac{KL_0}{u(L_0 + L_1)}$$

$$- \frac{T + f}{u(L_0 + L_1)}$$

式中:

T ——纬纱从定长盘上退绕时气圈张力;

f ——对纬纱摩擦阻力;

u ——单位长度的质量;

m ——纬纱的质量;

L_0 ——主喷管内纱线的长度;

L_1 ——在进入主喷管前一段运动纱线长

度。

由上式可知,随 L_0 增加,加速度 a 亦增加,加大了气流对纬纱带引力。

(三) 弯喷管局部阻力损失 ΔP

$$\Delta P = \zeta \frac{V^2}{2g} \cdot \rho \cdot 10^{-4} \text{ 公斤/厘米}^2$$

式中:

ζ ——局部阻力系数;

g ——重力加速度。

图 5 中的 $\alpha = 63^\circ$, $R = 66$ 毫米, $d_0 = 12.7$ 毫米。

可得到 $\zeta' = 0.13$ (根据 $d_0/2R$ 比值查表)

$$\zeta = 0.13 \times \frac{63}{90} = 0.091^*$$

计算结果: $\Delta P = 0.017$ 公斤/厘米²。

气流流过弯管部分后阻力损失约占供气压力的 1.4%,所以对纬纱飞行速度影响甚小。

弯喷管长度与纬纱飞行速度关系

弯喷管长度 (毫米)	飞行时间 (弯轴度数)	飞行速度 (米/秒)
230	104	25.5
290	97	27.4
350	92	28.8
525	90	29.5
585	84	31.6
645	82	32.4
765	80	33.2
825	77	34.5
885	76	35.0

根据闪光仪来测定不同的喷管长度与相应纬纱飞行速度的实验表明,主喷管长度由 230 毫米增加为 885 毫米时,纬纱平均飞行速度由 25.5 米/秒上升为 35 米/秒。因为增加了开始进入运动的纱线长度,增加了对纬纱作用的表面积,使气流对纬纱的带引力增大了,缩短了引纬时间。另外弯喷管上的进纱磁眼对准定长盘中心,缩短了纬纱的路程,减少了弯曲,降低纬纱阻力,加快了纬纱的飞行速度。但在一定条件下,喷管长度增加是有限的。

(四) 纬纱张力变化曲线

纬纱在开始引纬前有一个预喷过程,在

预喷时纬纱的张力为 20 克, 纬纱从脱纱至出

管道片, 引纬时纬纱的张力为 50 克。

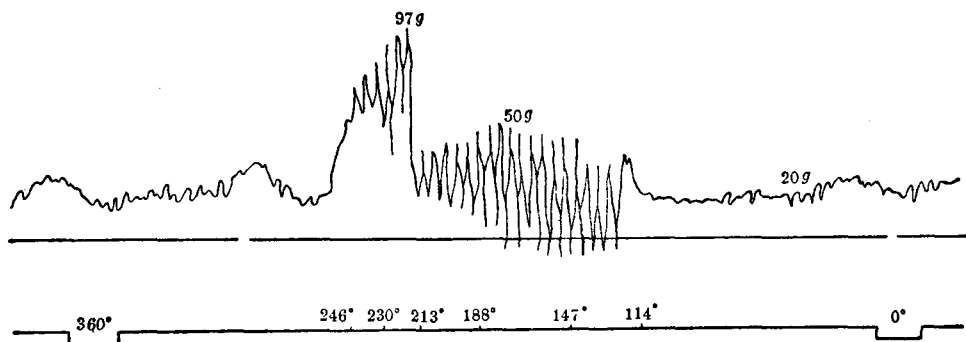


图 6 纬纱张力变化曲线

(五) 管道片轴向流速的变化

从主喷管射出的气流束, 逐渐扩散, 轴向中心流速的变化离主喷嘴越远速度越小, 管道片前段的轴心流速下降特别快, 离主喷嘴越远流速下降越平缓。气缸压力的大小, 流速的高低对产生阻力损失不一样, 气缸压力大, 流速高, 气流损失也大, 气流从管道片隙的扩散亦大。

测量管道片轴向的中心压力, 根据理想流体的伯努利方程求得测点流速:

$$V = \sqrt{\frac{P \cdot 2g}{r}}$$

式中:

P ——动压(毫米水柱);

r ——空气比重(1.2 公斤/米³)。

$$\therefore V = 4.04 \sqrt{P}$$

测定结果, 进口风速为 259.37 米/秒, 出口风速为 43.85 米/秒, 流速衰减了五分之四,

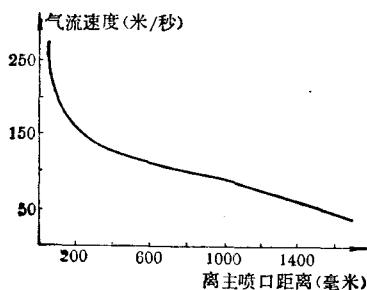


图 7 气流流速变化

以管道片作为导纬管气流扩散亦比较大。如何能使气流成束, 提高气流利用率, 有待进一步研究。

(六) 纬纱在管道中飞行速度的变化

纬纱在管道中的飞行速度变化和气流速度、纱线的支数、条干均匀度、加捻的紧松程度和纱线表面光洁度等因素都有密切的关系。

从实验曲线可看出, 纬纱在气流作用下, 开始阶段为加速飞行, 在加速阶段, 气流速度始终大于纬纱的飞行速度, 后来是减速飞行, 气流速度的变化对纬纱的飞行速度有极大的影响, 气流速度下降越慢, 纬纱飞行速度越高。一般纬纱飞行速度不会超过气流速度。

由实验得到纬纱飞行的平均速度:

$$V_A = \frac{6nS}{Q} = 34.67 \text{ 米/秒}$$

式中:

S ——飞行距离;

n ——织机速度(转/分);

Q ——纬纱飞行时间(度)。

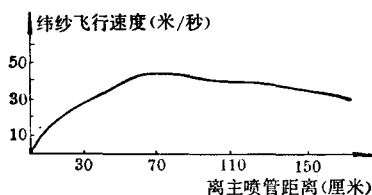


图 8 纬纱飞行速度变化

(七) 纬纱在管道中的飞行状态

纬纱在喷射过程中，纬纱的头端不是伸直的，而是旋转作波浪形前进的，并且离主喷嘴越远越显著，尤其是在出口侧 100 毫米内更加明显。这是由于气流的扩散导致出口侧的风速较低，减弱了对纬纱的带引力，另外由于纬纱本身柔软而有捻度，在自由端单向引纬过程中纬纱头端因解捻而引起旋转，有时还产生扭结，易产生纬缩、双纬等疵布。

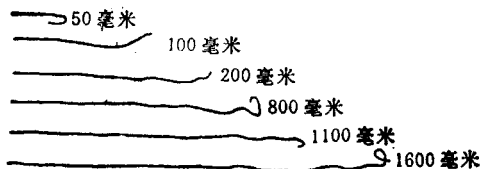


图 9 纬纱飞行状态示意

(八) 采用边吸机构，减少边纬缩

由于气流引纬在引纬过程中气流逐渐扩散，正在飞行中的纬纱前端极不稳定，头端

弯曲易成织疵。为了使出口侧纱尾能伸直握住，防止气流减弱及消失后产生纱尾回缩现象，所以加装吸风机构。当主气缸的活塞上升时，箱体内存空气与大气产生压力差，吸住出口侧纱尾。这种装置结构简单，对解决边纬缩疵布的效果也较显著。

我们改制的 1511 型喷气织机，箱幅为 1700 毫米，幅宽比同类型有梭布机增加 12%，车速为 260 转/分，产量比有梭布机增加 35% 以上。可制织 18.2 × 2 号经纬 (32/2 × 32/2 英支) 涤腈、涤粘中长纤维织物及 20.8 × 2 号经纬 (28/2 × 28/2 英支) 人棉印花被面坯布等品种。

* 见《空气动力性噪声与消声器》239 页。

本文有些实验数据是由上海市纺织科学研究院同志测试的，在此表示感谢。