

YQ-1 液气缓冲器工作性能分析

邓炳耀 吴学平 陈怀清

(纺工系)

一、前言

在全国57万台棉织机中,绝大多数是国产1511型和1515型自动换梭织机。这些织机均采用弹簧制梭铁和皮圈、及三轮缓冲保护装置所组成的制梭机构来实现梭子的制梭定位作用。通过皮圈的摩擦力和伸长变形来吸收梭子的动能,从而达到使梭子正确定位之目的。但是随着承受循环的冲击负荷,导致皮圈的疲劳伸长和磨损,这种现象在织机速度提高后,显得更为严重,势必引起梭子定位不准。因此,现有皮圈缓冲装置是影响织机速度提高,影响产品质量的一个关键部件。同时,皮圈缓冲还有噪音大,耗电大,使用寿命短,机物料损耗多和维修麻烦等缺陷。

针对目前制梭机构存在的问题,无锡国棉二厂和南京511厂合作,对瑞士“SAURER”自动换梭织机上的Z-234液气缓冲器进行了技术工艺性能的剖析与测试,以测试数据为依据,移植“SAURER”的Z-234液气缓冲器,并加以改造,使其适应国内自动换梭织机的要求,研制成功YQ-1液气缓冲器,经无锡国棉二厂约二年时间的试用情况证明:YQ-1液气缓冲器具有制梭定位准确,维护工作量少,工作效率高等特点。本文对“YQ-1”作了理性探讨并对实际使用情况进行了分析研究。

二、液气缓冲器机构分析

1. 梭子剩余动能的分析

储有纬纱的梭子,受投梭机构的打击,在很短时间内从一侧梭箱飞出,穿过梭口,吐纱后即进入另一侧梭箱,在预定的位置上停留,等候下一次投梭,这是织机织造时的主要运动之一,即常说的引纬运动。为提高织机生产率,梭子要有很高的速度,但为了使梭子往复运动,在梭子通过梭口后的一刹那,又必须使它骤然地停留下来,这就造成梭子仍有一个剩余动能,这个剩余动能的大小,在分析YQ-1液气缓冲器内部结构前必须得到解决。

织机运转过程中,组成梭子剩余动能最主要的因素是梭子速度,而影响梭子速度变化的主要因素有:

- 1) 受箱座往复运动的牵连影响
- 2) 受主轴回转不匀的相互影响
- 3) 受击梭时投梭机构机件的变形影响

本文1984年7月14日收到。

- 4) 受箱面摩擦阻力的影响
- 5) 受经纱摩擦阻力和梭口变化时经纱对梭子挤压的影响
- 6) 受纬纱张力变化的影响
- 7) 受空气阻力和车间温湿度变化的影响

8) 在实际生产时还涉及到织机本身摆动质量, 电力负荷情况, 吊综操作质量, 布面张力, 纬纱质量, 投梭参变数情况, 箱座弧度和角度标准与否等等的影响。

在满足工艺要求的条件下, 为便于分析计算, 适当简化并忽略一些次要因素是必要的。

如图 1, 击梭后, 梭子在出梭箱时最高梭速为 v_1 , 在梭道中自由飞行一段 AB 动程后, 梭速降到 v_2 而进入对侧梭箱。此时梭子剩余动能 $E_B = \frac{1}{2} m_0 \cdot v_2^2$, 必须在制梭动程 BE 时间内为缓冲机构全部吸收, 而使梭子达到准确定位。

现就 B、C、D、E 各点梭子剩余动能进行分析研究。

梭子在自由行程中的平均梭速可用下式计算

$$V_p = \frac{6\pi \cdot S}{\alpha_{10}} \quad (1)$$

式中

S—梭子进梭口到出梭口的总动程

α_{10} —梭子经过 S 动程主轴的转角

n—主轴转速

V_p —平均梭速

梭子在自由飞行中的减速度为

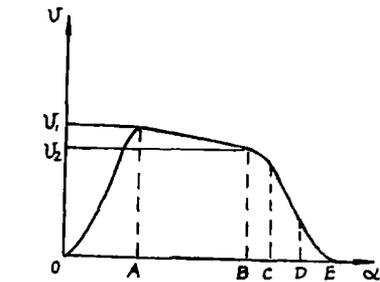


图 1

$$a = \frac{F_1 + F_2}{m_0} \quad (2)$$

式中

F_1 —梭子与箱之间的摩擦力

F_2 —梭子与经纱间的摩擦力

m_0 —梭子的质量。

由图 2 知:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= \mu_1 (m_0 \cdot a_c^r + m_0 g \sin \alpha) \\ F_2 &= \mu_2 \cdot m_0 g \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中

α —箱座斜角

a_c^r —梭子通过梭道时在箱座转动切线方向的加速度

μ_1 —梭子与箱的摩擦系数

μ_2 —梭子与经纱的摩擦系数

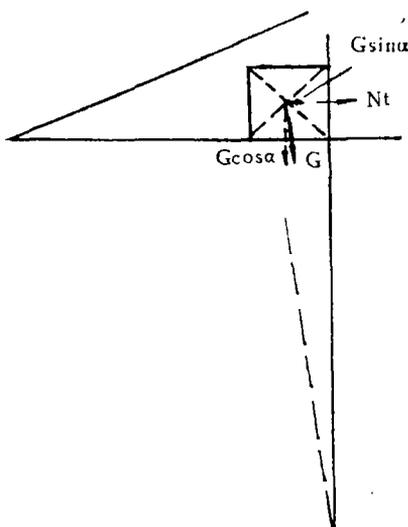


图 2

故
$$a = \frac{F_1 + F_2}{m_0} = \mu_1(a_c^r + g \sin \alpha) + \mu_2 g \cos \alpha$$

则
$$V_2 = V_p - \frac{1}{2} a \left(\frac{\alpha_{10}}{360} \cdot \frac{60}{n} \right)$$

$$= \frac{3nS}{\alpha_{10}} - \frac{\alpha_{10} \cdot g}{12n} \left[\mu_1 \left(\frac{a_c^r}{g} + \sin \alpha \right) + \mu_2 \cos \alpha \right] \quad (4)$$

在 1515—56" 织机上: $S = 1.5\text{m}$, $\alpha_{10} = 150^\circ$, $\alpha = 12^\circ$, $\mu_1 = 0.25$, $\mu_2 = 0.5$

a_c^r 可用图解法求解, 如图 3

其速度和加速度向量式为:

$$\left. \begin{aligned} \vec{v}_C &= \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} \\ \vec{a}_C &= \vec{a}_B + \vec{a}_{CB} \end{aligned} \right\}$$

即
$$\left. \begin{aligned} \vec{v}_C &= \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} \\ \vec{a}_C^a + \vec{a}_C^r &= \vec{a}_B^a + \vec{a}_B^r + \vec{a}_{CB}^a + \vec{a}_{CB}^r \end{aligned} \right\}$$

其中, 因设主轴匀速运转, 故 $a_B^r = 0$

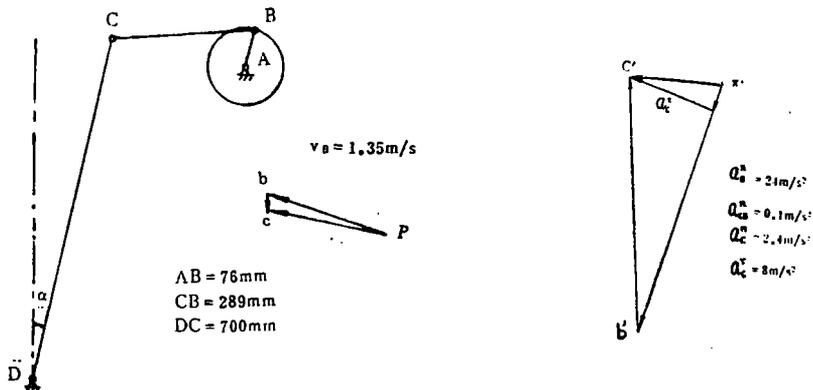


图 3

当织机转速 $n = 170\text{r/min}$ 时, 得 $a_c^r = 8\text{m/s}^2$

将已知数值代入(4)式得

$$V_2 = 0.06n - 91n^{-1} \quad (5)$$

取 $n = 170\text{r/min}$, 得 $V_2 = 0.06 \times 170 - 91 \times 170^{-1} = 9.66\text{m/s} = 966\text{cm/s}$

故
$$E_B = \frac{1}{2} m_0 V_2^2 = \frac{1}{2} \times 0.0004 \times 966^2 = 186.6\text{kg}\cdot\text{cm}$$

$$(m_0 \text{ 约 } 0.0004\text{kg}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{S}^2)$$

上述梭子剩余动能在制梭过程中为制梭缓冲机构吸收, 可分为三个阶段: 1) 梭子与制梭铁接触阶段 (fig.1, BC 阶段), 2) 梭子与皮结开始接触阶段 (fig.1, CD 阶段), 3) 最后减速阶段 (fig.1, DE 阶段)。现分述如下:

第一阶段梭子与制梭铁接触后剩余动能的变化。梭子与制梭铁碰撞后进入摩擦阶段,测得制梭铁对梭子的摩擦力 $F_n = 1\text{kg}$, 梭子开始与制梭铁接触到撞击皮结前的动程 $S_{BC} = 8\text{cm}$, 则在此阶段制梭铁吸收的能量为

$$E_{BC} = F_n \cdot S_{BC} = 8 \times 1 = 8\text{kg} \cdot \text{cm}$$

故梭子与皮结撞击前的剩余动能为

$$E_C = E_B - E_{BC} = 186.6 - 8 = 178.6\text{kg} \cdot \text{cm}$$

则梭子在C点速度为

$$V_3 = \sqrt{\frac{2E_C}{m_0}} = \sqrt{\frac{2 \times 178.6}{0.0004}} = 945.0\text{cm/s}$$

第二阶段梭子与皮结开始接触后剩余动能的变化。由于梭子在冲击皮结前,皮结和投梭棒之间存在相当大的空隙,故梭子首先单独冲击皮结。冲击后,皮结跑得快,走在前面,皮结首先单独冲击投梭棒,但冲击过程尚未结束,梭子又已从后面赶了上来,同时冲击皮结及投梭棒,这种冲击往往要重复数次。为便于分析计算,假定梭子与皮结接触后就贴紧,并带着投梭棒等一同以 V_3' 的速度运动。

由碰撞原理得

$$m_0 \cdot V_3 = M \cdot V_3' \quad (6)$$

式中

$$M = m_0 + m_1 + m_2$$

$$m_0 \text{—梭子质量约 } 0.0004\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{S}^2$$

$$m_1 \text{—皮结质量约 } 0.000115\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{S}^2$$

$$m_2 \text{—打棒等效质量}$$

$$\text{其中 } m_2 = J_0/l^2$$

J_0 为打棒对支点的转动惯量

l 为打棒支点到皮结的距离

$$\text{取 } J_0 = 1.014\text{kg} \cdot \text{cm} \cdot \text{S}^2, l = 70\text{cm}$$

$$\text{所以 } m_2 = 1.014/70^2 = 0.0002\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{S}^2$$

$$\text{则 } M = 0.0004 + 0.000115 + 0.0002 = 0.000715\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{S}^2$$

由(6)式得

$$V_3' = \frac{m_0}{M} V_3 = \frac{0.0004}{0.000715} \times 945.0 = 528.7\text{cm/S}$$

故此时梭子与其它运动件的动能为

$$E_3' = \frac{1}{2} M \cdot V_3'^2 = \frac{1}{2} \times 0.000715 \times 528.7^2 = 99.9\text{kg} \cdot \text{cm}$$

显然,在这一阶段中,由于梭子与皮结碰撞而速度大大降低,因而减少了梭子本身的动能。所减少的动能转移到了制梭机构的运动件上,总动能仍为 $E_3' = 99.9\text{kg} \cdot \text{cm}$ 。实际上,三轮缓冲器的帆布带在这一阶段中已开始拉紧,同样要消耗一部分剩余动能。其值如下:

设这一阶段梭子运动动程约 2cm , 铁鞋小脚向上移 h_{20} 。

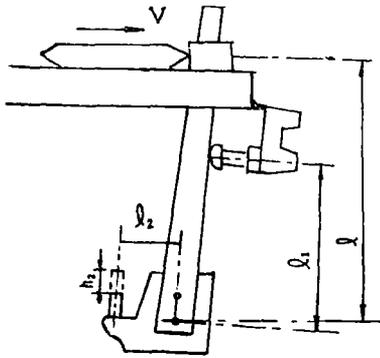


图4

如图4, $l_2 = 14\text{cm}$, $l = 70\text{cm}$

因为 $h_2 : 2 = l_2 : l$

所以 $h_2 = 0.4\text{cm}$

帆布带拉紧侧板端的平均力为 Q , 在第二阶段开始时 $Q_1 = 0$, 结束时 $Q_2 = k_0 \cdot h_2$. k_0 为帆布带和三轮缓冲弹簧等零件共同的弹性系数为 $80\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1}$.

所以 $Q_2 = 80 \times 0.4 = 32\text{kg}$

平均力 $Q = \frac{1}{2} (Q_1 + Q_2) = 16\text{kg}$

则消耗在三轮缓冲器上的能量为

$$A = Q \cdot h_2 = 16 \times 0.4 = 6.4\text{kg} \cdot \text{cm}$$

梭子到达第二阶段末D点处剩下的动能为

$$E_D = E_3' - A = 99.9 - 6.4 = 93.5\text{kg} \cdot \text{cm}$$

此时梭速 V_4 为

$$V_4 = \sqrt{\frac{2E_D}{M}} = \sqrt{\frac{2 \times 93.5}{0.000715}} = 511.4\text{cm/s}$$

第三阶段减速的剩余动能的变化将在下一个部分讨论。

2. 液气缓冲器内部结构的探讨

YQ-1液气缓冲器代替皮圈后, 梭子剩余的动能在最后减速阶段全部被液气缓冲器和三轮缓冲装置吸收, 而三轮缓冲装置吸收的能量只有一小部分。为便于计算, 取这部分能量为最后梭子剩余动能的5%。则液气缓冲器吸收的能量 $E = E_D \times 95\% = 88.8\text{kg} \cdot \text{cm}$ 。

1) YQ-1液气缓冲器的结构和工作原理(如图5)

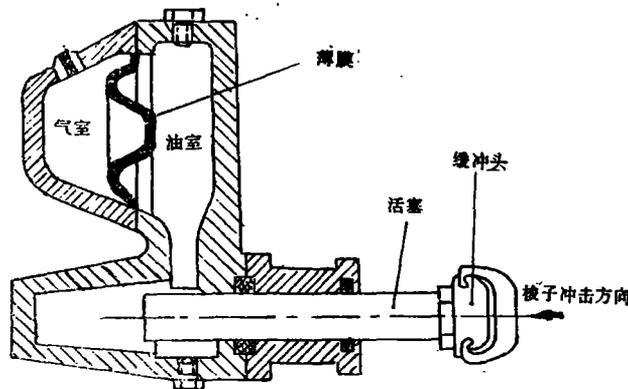


图5

由气室和油室两大部分组成(油室包括活塞、缓冲头), 中间由薄膜隔开。当梭子冲击缓冲头时, 活塞压缩油室里的油, 通过油在渐缩环形间隙中的流动变化, 造成油室内压力变化吸收梭子的冲击能量, 使活塞逐步减速停止, 从而使梭子准确定位。由于油不可压缩, 活塞位移迫使油挤向薄膜, 使气室中空气压缩, 从而积蓄了一定的能量, 此能量放出时, 推动油液使活塞复位, 准备梭子的第二次冲击。

2) 气室中的压力分析

梭子冲击缓冲头,把活塞压入缓冲腔。为保证下一次梭子冲击缓冲头,活塞必须及时复位。这就要求,气室中必须具备一定的充气压力,但又不宜过大,否则,梭子易产生回跳现象。

梭子冲击缓冲头后,梭子的剩余动能被缓冲器缓冲腔内产生的压力能吸收,由于油液的不可压缩性(油液受压后,体积微量变化忽略不计),所以压力能便以油液为媒介传递到气室,转化为气体的压缩功暂时积蓄起来。但此时梭子的剩余动能大部分损失在下列几个方面:

- ① 油室内腔的特殊结构(如:90°弯,管道的突然扩大等)产生的局部能量损失
- ② 液体的阻尼作用产生的能量损失
- ③ 油液分子间的相互作用和油液与内壁的撞击而造成的热损失
- ④ 油液位能的变化

那么,究竟有多少梭子剩余动能转化为气室中气体的压缩功呢?

设气室中的充气压力为 P_1 kgf/cm²,空气被压缩后的压力为 P_2 kgf/cm²,初始体积 V_1 cm³,终态体积 V_2 cm³,活塞直径 d cm,缓冲行程 S_H cm。

气体的压缩过程符合波义尔——马里奥特定律,即

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = PV = \text{const}$$

由热力学知气体压缩功为

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{P_1 V_1}{V} dV = -P_1 V_1 \ln \frac{V_1}{V_2} \quad (7)$$

(7) 式中的负号,表示压缩,实际计算时,可不予考虑。

经测定 $P_1 = 1.340$ kgf/cm², $V_1 = 95$ cm³, $d = 1.8$ cm, $S_H = 2.5$ cm

因为 $V_2 = V_1 - A \cdot S_H = V_1 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot S_H$

所以 $V_2 = 88.6$ cm³

由 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ 求得

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1.340 \times 95}{88.6} = 1.437 \text{ kgf/cm}^2$$

此时增量 $\Delta P = P_2 - P_1 = 0.097$ kgf/cm²

由于增量很小,和气室与油室间薄膜的特殊形状,故不会产生严重的应力集中,从而保证了薄膜的使用寿命。

设气体压缩功占总的梭子剩余动能的百分比为 η , 则

$$\eta = \frac{W}{E} \times 100\% = \frac{P_1 V_1 \ln \frac{V_1}{V_2}}{E} \times 100\% \quad (8)$$

(8) 式中 $E = 88.8$ kg·cm, 故

$$\eta = \frac{1.340 \times 95 \ln \frac{95}{88.6}}{88.8} \times 100\% = 9.998\% \approx 10\%$$

压缩过程中,约10%的梭子剩余动能转化为气室中气体的压缩功。

3) 油室中油液的动态特性和压力估计

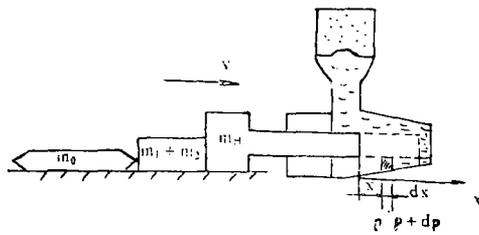


图 6

① 活塞被压入油室阶段的动态特性,图 6 为梭子、皮结、投梭棒,缓冲器的力学模型。

梭子带动皮结、投梭棒以 V_4 速度冲击缓冲头,假定投梭棒与缓冲头接触后贴紧,此时,梭子、皮结、投梭棒、缓冲头(包括活塞)都以相同的速度 u_0 向前运动。

由碰撞原理:

$$M \cdot V_4 = m \cdot u_0 \quad (9)$$

式中

$$M = m_0 + m_1 + m_2 \quad m = m_0 + m_1 + m_2 + m_H$$

m_0 —梭子质量

m_1 —皮结质量

m_2 —打棒在皮结中心线上等效质量

m_H —缓冲头、活塞在皮结中心线上的等效质量

参阅图 4, $m_H = M_H \cdot l^3 / l^2$ (M_H 为缓冲头、活塞的实际质量)。

以梭子、皮结、打棒、缓冲器所组成的系统为研究对象,运用动量定理得

$$\frac{d(mv)}{dt} = -A \cdot P - B \cdot v - F_m \quad (10)$$

式中

$m = m_0 + m_1 + m_2 + m_H$ (移动部分的质量)

A —有效缓冲面积

P —缓冲腔内压

B —粘性阻尼系数

F_m —移动部分所受的摩擦力

梭子冲击缓冲头后的一瞬间,缓冲腔内压即达到峰值并趋于平稳。为便于分析,假设 P 和 B 为常数。由(10)式变形

$$-\frac{mdv}{A \cdot P + B \cdot v + F_m} = dt$$

所以

$$\int_{u_0}^v -\frac{mdv}{A \cdot P + B \cdot v + F_m} = \int_0^t dt$$

所以

$$-m \ln(A \cdot P + F_m + B \cdot v) = Bt - m \ln(A \cdot P + F_m + B u_0)$$

即

$$A \cdot P + F_m + B \cdot v = e^{-\frac{B}{m}t} \ln(A \cdot P + F_m + B u_0)$$

令

$A \cdot P + F_m = C, A \cdot P + F_m + B u_0 = D$, 把上式简化为

$$v = \frac{D}{B} e^{-\frac{B}{m}t} - \frac{C}{B} \quad (11)$$

求导得

$$a = -\frac{D}{m} e^{-\frac{B}{m}t} \quad (12)$$

求积得

$$x = -\frac{D \cdot m}{B^2} e^{-\frac{B}{m}t} - \frac{C}{B} t + \frac{D \cdot m}{B^2} \quad (13)$$

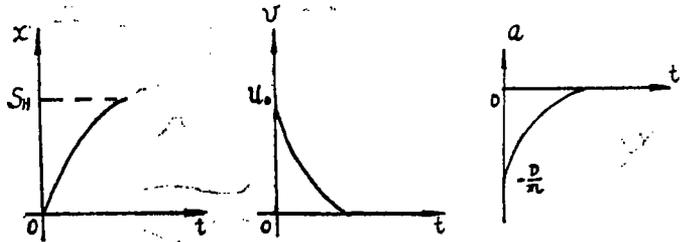


图7

图7中三条曲线反映了活塞压缩过程的动态性质。

另一个是缓冲腔内的流量问题，这是在压差和剪切联合作用下的流动。

由流体力学原理

$$Q = \frac{\pi d \cdot h^3}{12\mu} \frac{dP}{dx} - \frac{\pi d \cdot h \cdot v}{2} \quad (14)$$

式中

$h = h_1 - xt \tan \theta$ (θ 为缓冲腔锥角之半)

d —活塞直径

μ —油的粘度

即 $Q = f(P, v)$

② 缓冲腔内压力的估计(压缩阶段)。由能量守恒理论可知，梭子冲击缓冲头后，梭子的剩余动能绝大部分转化为缓冲器缓冲腔内的压力能 E_y ，另一部分是因油液的阻尼，运动件的摩擦，油液的发热而产生的能量损失。设后者的能量损失为梭子剩余动能 $E = 88.8 \text{ kg} \cdot \text{cm}$ 的20%。80%· E 为缓冲腔吸收。

显然，当 $E_y \geq 80\% \cdot E$ 时，则梭子剩余动能 E 被缓冲器吸收，使梭子得到完全缓冲，满足梭子定位要求。

缓冲腔内的压力能 $E_y = P_H \cdot A \cdot S_H$ (15)

式中

P_H —缓冲腔内的平均缓冲压力

A —有效缓冲面积

S_H —缓冲行程

已知织机转速为 170 r/min 时，梭子剩余动能 $E = 88.8 \text{ kg} \cdot \text{cm}$ ，取 $S_H = 2.5 \text{ cm}$ ，活塞直径 $d = 1.8 \text{ cm}$

由 $E_y \geq 80\% \cdot E$ 得

$$P_H \cdot A \cdot S_H \geq 80\% \cdot E$$

即
$$P_H \geq \frac{80\% \cdot E}{A \cdot S_H} \quad (16)$$

式中

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

将已知值代入(16)式得

$$P_H \geq \frac{80\% \cdot 88.8}{\frac{\pi \times 1.8^2}{4} \times 2.5} = 11.17 \text{kgf/cm}^2$$

取 $P_H = 11.2 \text{kgf/cm}^2$ 。

液气缓冲器随时间的变化规律完全不同于弹簧作用的变化规律。弹簧作用使位移纯属“虎克定律”，液气作用由于液气阻压力的影响是属复杂的流体动力性质。假定液体压力由最小值达到最大值随位移的变化呈线性关系。设活塞开始运动时的压力 $P_{min} \text{kgf/cm}^2$ ，活塞运动时受到的最大压力 $P_{max} \text{kgf/cm}^2$ ，则

$$P_H = \frac{1}{2} (P_{min} + P_{max}) \quad (17)$$

我们用实验方法对缓冲器缓冲头加上一个作用力，此力由零逐渐加大，加到 4.5kgf 时，活塞开始运动，所以，活塞的最小压力为

$$P_{min} = \frac{4.5}{\frac{\pi \times 1.8^2}{4}} = 1.77 \text{kgf/cm}^2$$

故由(17)式求得

$$P_{max} = 2P_H - P_{min} = 2 \times 11.2 - 1.77 = 20.6 \text{kgf/cm}^2$$

③ 活塞复位的动态特性 活塞的复位包括停顿、回弹二个过程，从活塞被压入到回弹出来之间有个停顿时间，这个时间是由液气阻尼而产生的一种滞后现象，正是这一现象满足了自动换梭织机顺利换梭的要求。但要在理论上作精确计算，还很困难，但可以实测，测定方法和测得数据在下一节中叙述。

回弹过程是靠气室中积蓄的能量释放而实现的。

图 8 是缓冲器活塞回弹过程的力学模型。

活塞的受力平衡方程式为

$$P \cdot A = M_H \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + B \cdot \frac{dx}{dt} + F_f \quad (18)$$

式中

P —油压

B —粘性阻尼系数

M_H —移动部分的质量(活塞、缓冲头)

A —活塞有效工作面积

F_f — M_H 所受的摩擦力

活塞回弹是靠气室中的压缩力。气室中压力

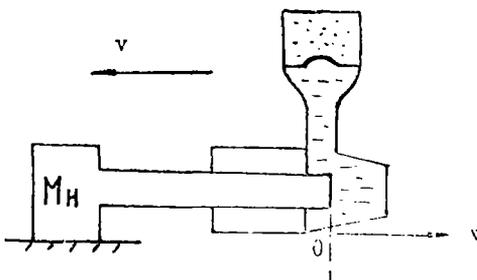


图 8

变化不是很大,可以假设(18)式中的 P 和 B 为定值。

(18)式变为

$$\frac{M_H dv}{P \cdot A - F_t - B \cdot v} = dt$$

令

$$P \cdot A - F_t = H$$

所以

$$\int_0^v \frac{M_H dv}{H - Bv} = \int_0^t dt$$

所以

$$\ln |Bv - H| - \ln |H| = -\frac{B}{M_H} t$$

$$|Bv - H| = H \cdot e^{-\frac{B}{M_H} t}$$

根据实际情况,要求 $A \cdot P > B \cdot v + F_t$, 即 $H > B \cdot v$

故

$$-(Bv - H) = H e^{-\frac{B}{M_H} t}$$

$$v = -\frac{H}{B} e^{-\frac{B}{M_H} t} + \frac{H}{B} \quad (19)$$

求导得

$$a = \frac{H}{M_H} e^{-\frac{B}{M_H} t} \quad (20)$$

求积得

$$x = \frac{H \cdot M_H}{B^2} e^{-\frac{B}{M_H} t} + \frac{H}{B} t - \frac{H \cdot M_H}{B^2} + S_H \quad (21)$$

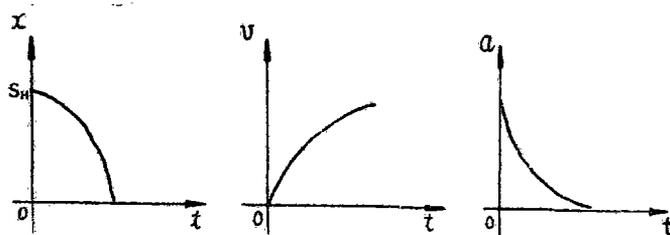


图9

图9反映了活塞回弹过程的大致情况。

3. 扬起背板开启和复位的动态情况与缓冲器活塞的压缩和复位的时间配合

在国产自动换梭织机上采用液气缓冲器,梭子定位是否正确可靠和符合织造工艺要求,特别是在换梭瞬时,因扬起背板对梭子已完全失去控制作用,故活塞的回复时间是否留有一

个安全时间(即前面所说的停顿时间),使梭子不产生回跳,以保证顺利换梭呢?

1) 1515—56” 织机换梭过程的理论分析可分为五个阶段 ① 推梭框开始运动到碰到梭库中新梭子这一时期,称空程时期; ② 从推梭框推动新梭子到新梭子碰到前闸轨一段时期,称新梭子输送时期; ③ 从新梭子推动前闸轨使扬起背板拾起到新老梭子相碰这一时期,称扬起背板上升时期; ④ 从新老梭子相碰到老梭子被推出这一时期,称梭子交替时期; ⑤ 扬起背板及前闸轨的恢复时期。上述各个阶段所占主轴一转中的角度为 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$,如图10示,图中0点为前死心位置。则各阶段运动角的配合不致为

空程时期: $\alpha_1 = 5^\circ$

输送时期: $\alpha_2 = 44^\circ$

扬起背板上升时期: $\alpha_3 = 12^\circ$

交替时期 $\alpha_4 = 42^\circ$

恢复时期: 当织机转速为 $170r/min$, 取 $\alpha_5 = 36^\circ$

扬起背板从开启到复位所占主轴一转中的运动角度为

$$\alpha = \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 = 12^\circ + 42^\circ + 36^\circ = 90^\circ$$

扬起背板的运动时间为

$$t = \frac{60}{n} \cdot \frac{\alpha}{360} = \frac{\alpha}{6n}$$

取 $n = 170r/min$, 得 $t = 0.088s$

2) 活塞和扬起背板位移曲线的分析 在实测时,用了自制的缓冲器活塞的位移传感器和扬起背板运动的位移传感器。还使用了Sc16型光线示波器, Y6D—3A 型动态电阻应变仪,附加了时间信号和前死心标定信号。

测试电路如图 11。

通过位移传感器的位移变化转化为电阻变化,然后发出讯号,在Sc—16上记录下来。

图12是所测得的曲线。

从曲线上可知,扬起背板的运动角为 86° , 其中开启约 50° , 复位约 36° 。则运动时间约为

$$t = \frac{\alpha}{6n} = \frac{86}{6 \times 170} = 0.084s$$

而缓冲器从活塞开始压缩和完全回弹,主轴共转了约 188° 。其中活塞压缩占 24° , 停顿占 122° ,

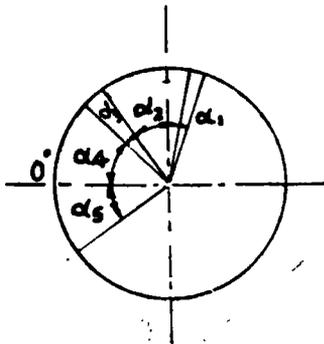


图10

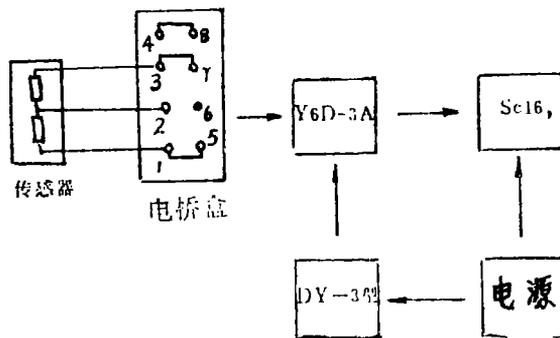


图 11

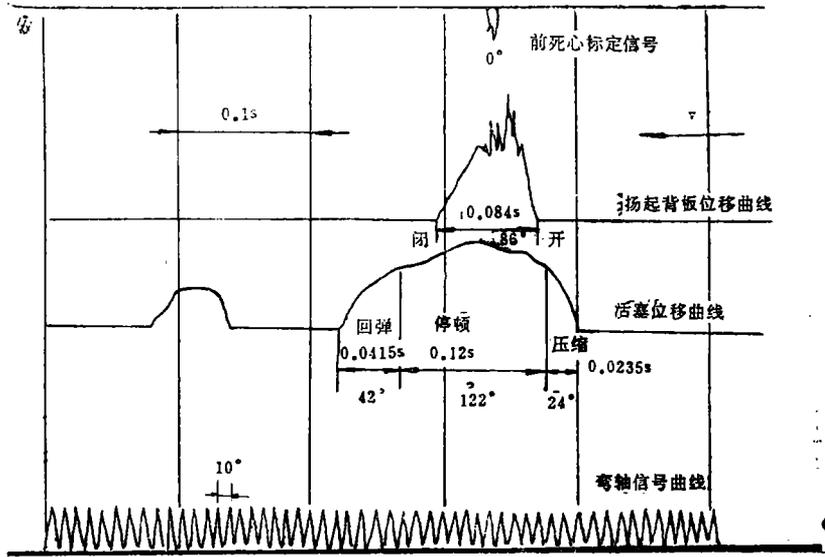


图 12

回弹占42°。

则活塞运动时间
$$t = \frac{\alpha}{6n} = \frac{188}{6 \times 170} = 0.185s$$

活塞压缩时间 $t_{压} = 0.0235s$

活塞停顿时间 $t_{停} = 0.12s$

活塞回弹时间 $t_{回} = 0.0415s$

因此从时间长短来着，扬起背板运动从310°开始到36°结束。而活塞的停顿时间从304°开始到66°结束。因此扬起背板的运动完全处于活塞的停顿阶段，这就保证了梭子的正确定位和顺利换梭。

由图13可知，新梭子约在75°左右投出，而缓冲器活塞回弹是从66°开始，那么从63°到75°这9°的时间里，活塞正处于回弹中，是否因之而使梭子发生回跳呢？由于梭子与皮结，皮结与投梭棒之间间隙的存在，活塞的少量回弹迫使梭子、皮结、投梭棒贴紧，反而更有利于下一次投梭，保证了足够的投梭力。

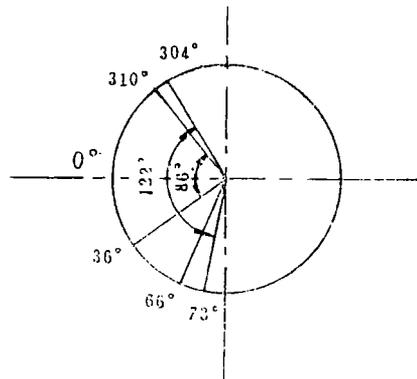


图 13

综上分析，液气缓冲器代替皮圈缓冲，能完全满足自动换梭织机的换梭工艺要求，确保梭子的定位正确和顺利换梭。

三、振动和噪音

国产自动换梭织机的振动和噪音主要来自击梭和制梭。采用了液气缓冲器后，织机振动和噪音是否有所改善？我们用测振仪对箱座横向的振动情况作了测试，测试数据看表1。

从表1知,装有缓冲器的织机的振动略比皮圈缓冲的织机小,故振动稍有减少,但并不明显。投梭时,打棒打在墙板上的缓冲皮圈上,增加了墙板的振动。采用缓冲器后,制梭时织机的工作比较平稳,但噪音仍未有明显的改善。

表1

车号	100 k	1 k	投梭力 (mm)	车速 (r/min)
3329*	35~70 g	34 g	285	174
3328*	30~75 g	26 g	300	168
3330*	40~80 g	20 g	295	173
3377*	60~90 g	32 g	297	172
3011	30~60 g	26 g	301	172
3013	65~95 g	48 g	270	172
3012	35~80 g	41 g	296	169
3014	40~70 g	30 g	290	166

注: * 为装有缓冲器的织机

四、液气缓冲器代替皮圈缓冲的使用情况和经济效果

液气缓冲器代替皮圈缓冲,适应织机高速化的需要,提高了劳动生产率,它适用于国产的各种自动换梭织机。根据无锡第二棉纺厂的使用情况,有如下优点:

1) 减少机物料消耗和平时的维护工作量,提高了劳动生产率。原有的皮圈缓冲机构易于变形损坏,使用寿命短,需经常更换,并且还易造成夹梭坏车等事故。缓冲器使用寿命长,每隔半年才更换一次油,因此机物料消耗和维护工作量都较少,织机运转平稳,停台、停机少,从而提高了生产率。

2) 梭子定位准确,工作性能优于皮圈缓冲和“三轮”缓冲

3) 可放松梭箱,减轻箱座重量,减少动力消耗

4) 比皮圈缓冲更为缓和,工作比较平稳,减少脱纬等疵点,提高了织物的质量

5) 振动和噪音略有降低

6) 适用范围广,对于不同机型的有梭织机,只须调节气室中的充气压力,就能满足梭子定位要求

存在问题:

1) 目前缓冲器的价格太高

2) 装了缓冲器后,织机外形尺寸增大,对于在车弄小的老厂中推广使用还有困难。

液气缓冲器不仅在性能上优于皮圈缓冲,而且经济效益显著,下面就192台56”布机上使用缓冲器作经济核算,以4040防羽布为例:

因为

每台布机单产 = 实际单产 × 折合单产

4040实际单产 = 2.28m/h

折合单产 = 2.332

所以 单产 = $2.28 \times 2.332 = 5.317\text{m/h}$

192台布机全年总产 = 单产 \times 每天工作时间 \times 运转率 \times 全年工作日 \times 台数 + 100米
 $= 5.317 \times 22.5 \times 98.5\% \times 358 \times 192 + 100 = 80997.14$ (百米)

1) 节约用电数 已知生产 2321 标准市布的百米用电数 = 9.78 度。每度电的价格为 0.085 元, 以节电 3% 计算。

全年节电带来的效益 = 总产 \times 百米用电数 \times 节电数 \times 单价
 $= 80997.14 \times 9.78 \times 3\% \times 0.085 = 2020$ 元

2) 提高布机效率带来的效益 192 台布机全年多织布 = 总产 \times (现在效率 - 原来效率)
 $= 80997.14 \times (87.4\% - 87.165\%) = 352.34$ (百米)

相当于 $352.34 \times 100 / 5.317 \times 22.5 = 295$ 台布机一天的生产量。

因为

平均每台布机一天增益约 10 元/台

所以

提高生产率带来的效益 = $295 \times 10 = 2950$ 元。

3) 提高下机一等品率带来的效益 已知原下机一等品率为 61.8%, 使用缓冲器后下机一等品率提高到 63.2%, 而差价为 6.30 元。

效益 = 总产 \times 增长率 \times 差价
 $= 80997.14 \times (63.2\% - 61.8\%) \times 6.30 = 7144$ 元

4) 节省机物料消耗带来的效益 采用缓冲器后, 每台织机每年可节省机物料费用 13.96 元。则 192 台布机可节省 $192 \times 13.96 = 2680.32$ 元

总增益为 $2020 + 2950 + 7144 + 2680.32 = 14794.32$ 元。

192 台布机使用缓冲器的一次性投资为 $192 \times$ 每台投资。每台投资 250 元。总投资为 $250 \times 192 = 48000$ 元。

以上投资约需 3 年可全部收回。

五、结 论

本文对 1515—56" 织机梭子引纬过程中制梭阶段的梭子动能的变化作了较详细分析。对 YQ—1 液气缓冲器的动态特性及通过内压力的变化吸收梭子剩余动能作了初步探讨。结论是: YQ—1 液气缓冲器工作性能优于皮圈缓冲, 前者工作性能稳定可靠, 适用于各种机型的有梭织机, 利于织机的高速化。同时, 它具有制梭定位准确, 维护工作量少, 停台少, 生产效率高等优点。YO—1 液气缓冲器完全可取代皮圈缓冲, 在有梭织机上值得推广。

参 考 文 献

- [1] 陈怀清, 《下投梭织机制梭缓冲机构的研究》, 无锡市科委编印, 1962。
- [2] 陈明, 《1511 型织机动力学分析》, 财经出版社, 1965。
- [3] 南京工学院、合肥工业大学编, 《金属切削机床液压传动》, 江苏科学技术出版社, 1982 年。
- [4] 赫贵成, 《液压传动与气动》, 北京冶金工业出版社, 1981。

- [5] 上海业余工业大学,《液压传动与控制》,上海市科学技术出版社,1981。
- [6] [日]竹中利夫,浦田英三(温立中、贺正辉译),《液压流体力学》,科学出版社,1980。