

织机制梭液气缓冲器

陈怀清 邓炳耀

(无锡轻工业学院)

【提要】 YQ-1型液气缓冲器用于织机的制梭缓冲部分以吸收织机梭子的剩余动能,使经过梭口后的梭子准确定位。本文介绍了YQ-1型液气缓冲器的结构和原理及使用情况和效益。

在具有松紧梭箱的自动换纤织机上使用液压缓冲器是成熟的技术,可节约机物料消耗、大量减少织机的维修工作量,提高了织机效率。在1511或1515自动换梭织机上能否使用液压缓冲器代替皮圈缓冲是一个需要研究的课题。因为自动换梭织机的梭箱不能很有效的采用松紧梭箱,特别是换梭侧梭箱的背板是扬起背板,在换梭时扬起背板开启后,新梭子换入时,液压缓冲器能否使梭子准确定位是要解决的问题。经无锡第二棉纺织厂和南京511厂合作,分析消化了外来经验,成功地制造了YQ-1型液气缓冲器,已在很多的自动换梭织机上应用。本文将YQ-1型液气缓冲器的结构和作用原理及使用情况和效果介绍如下。

一、结构和作用原理

该缓冲器的壳体是用轻合金精密铸造而成,内腔由油室和气室组成。二室之间用耐

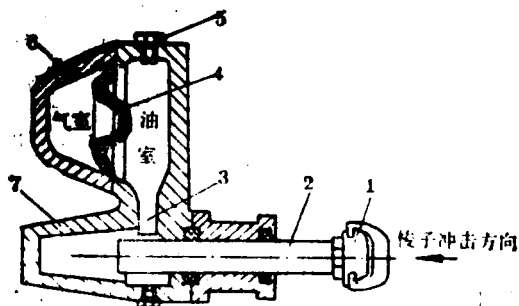


图1 液气缓冲器结构图

1—缓冲头; 2—活塞; 3—喉口; 4—薄膜; 5—加油口; 6—充气阀门; 7—壳体; 8—放油口。

油弹性薄膜分隔,互不渗透。油室上部和下部有缩颈喉口相通,下部油腔有52°斜度的锥形孔。活塞是带有缓冲头的圆柱杆,用二道油封装置密封。缓冲器装在箱座两端下面,当梭子进入梭箱冲击到皮结带动投梭棒向机外移动时,投梭棒被缓冲头顶住,梭子继续冲向梭箱底时,投梭棒把活塞压入锥形油腔,油液被活塞挤在渐缩环形间隙中,通过缩颈喉口向油室上方流动,推动薄膜压缩气室中的气体。当活塞进入最深处,梭子的剩余动能应全部被吸收而让梭子停稳在梭箱中,等待下一次投梭。此时梭子因制梭铁的压紧,制梭力不使活塞回弹。下一次投梭后,投梭棒离开缓冲头,气室中的压力推动薄膜挤压油室,油液推动活塞回弹复位,以待下一次缓冲。活塞一个工作循环中,缓冲时油液的阻尼流动必须把梭子的剩余动能全部吸收;复位时气室的气压必须能使活塞及时回弹复位,以便对下一次投过来的梭子再作缓冲。所以研究液气缓冲器的工作性能应分析:(1)活塞被压入油室阶段的动态特性;(2)缓冲腔内压力;(3)活塞复位的动态特性;(4)活塞与扬起背板的运动时间配合。

1. 活塞被压入油室阶段的动态特性

图2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 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)都以相同速度 u_0 向前运动。由碰撞原理知:

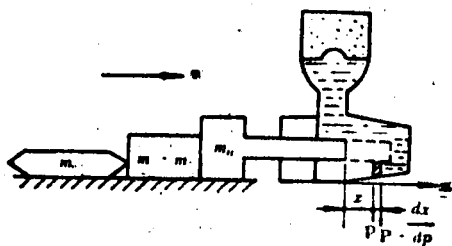


图2 缓冲器力学模型

$$M \cdot V = m \cdot u_0 \quad (1)$$

式中： $M = m_0 + m_1 + m_2$ ； $m = m_0 + m_1 + m_2 + m_H$ ； m_0 为梭子质量； m_1 为皮结质量； m_2 为投梭棒在皮结中心线上等效质量； m_H 为缓冲头及活塞的等效质量； V 为梭子推动皮结、投梭棒接触到缓冲头时的速度。

以梭子、皮结、投梭棒、缓冲器所组成的系统为研究对象，运用动量定理得：

$$d(mV)/dt = -AP - BV - F_m \quad (2)$$

式中： A 为有效缓冲面积； P 为缓冲腔内压； B 为粘性阻尼系数； V 为运动件速度； F_m 为移动部分所受的摩擦力。

梭子带着投梭棒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，设 P 和 B 为常数。则式(2)变为：

$$-mdV/(AP + BV + F_m) = dt$$

$$\therefore \int_{u_0}^V -mdV/(AP + BV + F_m) = \int_0^t dt$$

$$-m \ln(AP + F_m + BV) = Bt - m \ln(AP + F_m + Bu_0) \text{ 即 } AP + F_m + BV = e^{-\frac{Bt}{m} \ln \frac{AP + F_m + Bu_0}{AP + F_m + BV}}$$

令： $AP + F_m = C$ ， $AP + F_m + Bu_0 = D$ ，

把上式简化

得： $V = [De^{-\frac{Bt}{m}}/B] - (C/B) \quad (3)$

求导得： $a = -De^{-Bt/m}/m \quad (4)$

求积得：

$$X = (Dme^{-Bt/m}/B_2) - (Ct/B) + (Dm/B^2) \quad (5)$$

按公式(3)~(5)作出活塞的位移曲线、速度曲线和加速度曲线(即表示活塞的运动规律)如图3。

2. 缓冲腔内压力

由能量守恒理论可知，梭子冲击缓冲头

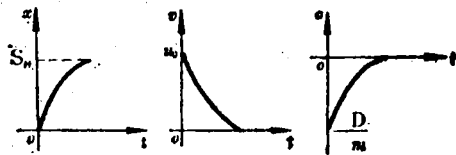


图3 活塞压入油腔的运动规律

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 。另一部是因油液的阻尼，运动件的摩擦，油液的发热而导致的能量损失。当1515—56英寸织机制14.58 × 14.58号，133 × 100纯棉防羽布时，织机速度170转/分，测得梭子飞越梭口经制梭板撞到皮结时还有剩余动能98.7公斤厘米，三轮缓冲装置吸收10%，其余90%为液气缓冲器吸收，其中80%转化为缓冲腔内的压力能 E_Y ，另外20%因油液的阻尼，运动件的摩擦发热而损失。

$$\begin{aligned} E_Y &= 98.7 \text{ 公斤厘米} \times 90\% \times 80\% \\ &= 71.04 \text{ 公斤厘米} \end{aligned}$$

$$E_Y = P_H A S_H \quad (6)$$

式中： P_H 为缓冲腔锥形唧筒内的平均压力； A 为活塞截面积； S_H 为缓冲动程等于2.5厘米($A = \pi d^2/4$ ， $d = 1.8$ 厘米)。

代入(6)式，得 $P_H = 11.17$ 公斤/厘米²。

液气缓冲器随时间的变化规律完全不同与弹簧作用的变化规律。弹簧位移规律按虎克定律。液气作用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位移变化呈线性关系，设活塞开始运动时的压力即气室充气压力为 P_{min} 公斤/厘米²，活塞运动时受到的最大压力为 P_{max} 公斤/厘米²，则：

$$P_H = (P_{max} + P_{min})/2 \quad (7)$$

式中 P_{min} 可根据气室冲气压力求得，56英寸织机速度170转/分左右，最佳冲气压力是这样测定的，用弹簧称拉投梭棒头端，投梭棒压住活塞的缓冲头，弹簧秤的拉力增大到4.5公斤时活塞开始运动。所以活塞最小压力为： $P_{min} = 4.5 / [\pi \times 1.8^2/4] = 1.77$ 公斤/厘米²。由(7)式得： $P_{max} = 2P_H - P_{min} = 2 \times 11.17 -$

1.77=20.57公斤/厘米²。液室内锥形唧筒底部最大压力为20.57公斤/厘米²，所以缓冲器壳体在此处的强度必须能承受此压力，并且要求在此压力下铸件不得有漏油现象。

气室中的压力可按马里奥特定律，即

$$P_1V_1 = P_2V_2 = PV = \text{常数}$$

由热力学知气体压缩功为：

$$W = \int_{\bar{V}_1}^{\bar{V}_2} P dV = \int_{\bar{V}_1}^{\bar{V}_2} P_1 V_1 dV / \bar{V} \\ = -P_1 V_1 \ln(\bar{V}_1 / \bar{V}_2) \quad (8)$$

(8)式中的负号表示压缩，实际计算时可不予考虑。已知 $P_1=1.77$ 公斤/厘米²， $\bar{V}_1=95$ 厘米³， $d=1.8$ 厘米， $S_H=2.5$ 厘米。

$$\text{所以 } \bar{V}_2 = \bar{V}_1 - AS_H = 88.6 \text{ 厘米}^3$$

$$\text{则： } P_2 = P_1 \bar{V}_1 / \bar{V}_2 = 1.77 \times 95 / 88.6 \\ = 1.894 \text{ 公斤/厘米}^2$$

即气室中最小压力为1.77公斤/厘米²，最大压力为1.894公斤/厘米²。其压力差为1.894-1.77=0.124公斤/厘米²，为数甚小。所以，气室与液室之间的弹性薄膜所受到的压力是不大的。同时该薄膜是做成帽形曲面的特殊形状，工作时无应力集中，所以使用寿命很长不易损坏。

3. 活塞复位的动态特性

油塞的复位包括停顿、回弹两个过程，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，与缩颈喉口的大小密切相关，喉口截面大时，停顿时间短、喉口截面小时停顿时间长。正是因为有这个停顿时间才满足自动换梭织机顺利换梭的要求。回弹过程是靠气室中积蓄的能量释放而实现的。图4是

缓冲器活塞回弹过程的力学模型。

活塞的受力平衡方程为：

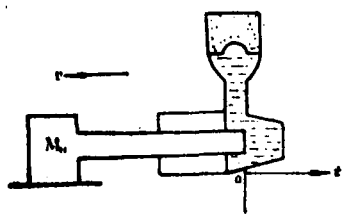


图4 活塞回弹过程的力学模型

$$PA = (M_H dX^2 / dt^2) + (BdX/dt) + F_f \quad (9)$$

式中：P为油压，B为粘性阻尼系数， M_H 为移动部分的质量(活塞、缓冲头)，A为活塞有效工作面积， F_f 为 M_H 所受的摩擦力。

活塞回弹是靠气室中的压缩功。气室中压力的变化不很大，可设定(9)式中的P和B是定值。(9)式变为

$$M_H dV / (PA - F_f - BV) = dt$$

$$\text{令 } PA - F_f = H$$

$$\therefore \int_0^V M_H dV / (H - BV) = \int_0^t dt$$

$$\ln |BV - H| - \ln |H| = -Bt / M_H$$

$$|BV - H| = He^{-Bt / M_H}$$

根据实际情况要求 $AP > BV + F_f$ ，即 $H > BV$ 。故 $-(BV - H) = He^{-Bt / M_H}$

$$V = (-He^{-Bt / M_H} / B) + (H / B) \quad (10)$$

$$\text{求得： } a = He^{-Bt / M_H} / M_H \quad (11)$$

求得：

$$X = \frac{HM_H}{B^2} e^{-\frac{B}{M_H}t} + \frac{H}{B}t - \frac{HM_H}{B^2} + S_H \quad (12)$$

按(10)~(12)式作出的位移、速度、加速度运动规律如图5，反映了活塞回弹过程。

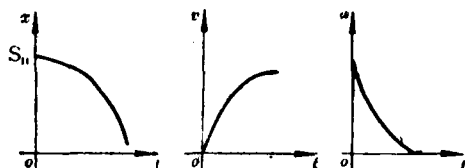


图5 活塞回弹运动规律

4. 活塞与扬起背板运动时间的配合

(1) 扬起背板位移曲线的测定

将位移传感器分别装在活塞头和扬起背板上，用Y6D-3A型动态电阻应变仪和SC16型光线示波器实测活塞位移。紫外线记录纸上得到的记录曲线如图6从曲线上可知扬起背板的运动时间相当织机主轴转角86°，其中开启约50°，复位约36°。

运动时间 $t = a / 6n = 86 / (6 \times 170) = 0.084$ 秒，而缓冲器从活塞开始压缩到完全回弹复位，相当于织机主轴的188°，其中活塞压缩

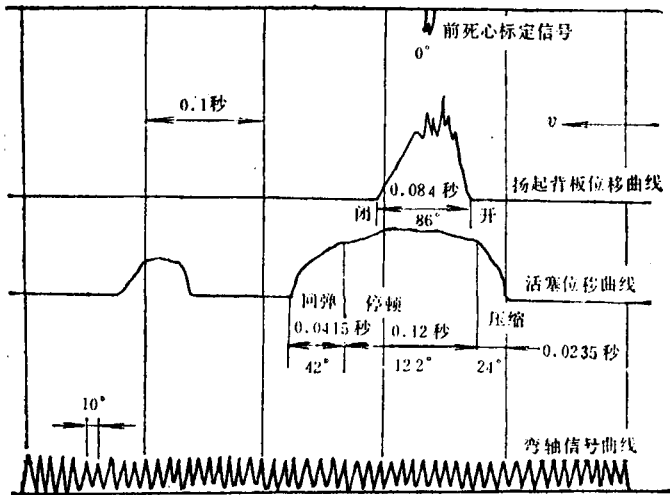


图6 活塞和扬起背板运动规律

24°, 停顿122°, 回弹42°, 故活塞运动时间为 $188 / (6 \times 170) = 0.185$ 秒, 其中活塞压缩时间为0.0235秒, 活塞停顿时间为0.12秒, 活塞回弹时间为0.0415秒。

从记录曲线上可看出, 扬起背板运动从310°开始到36°结束, 而活塞的停顿时间从300°开始到66°结束, 因此扬起背板的运转时间完全处于活塞停顿阶段, 这就保证了在自动换梭时活塞不会推动新换入的梭子移位。当活塞回弹开始时旧梭子已经换出, 扬起背板已经复位压住新换入的梭子, 活塞就不会回弹, 要等到新换入的梭子投出以后才弹回。这样的时间配合保证了自动换梭织机使用活塞式液气缓冲器。如活塞回弹过速可减小瓶颈喉口的截面积以延缓其回弹时间。

二、使用情况和经济效果

液气缓冲器在自动换梭织机上使用是成功的。取消皮圈后在墙板上要另装一只皮拳作为投梭棒的限位阻挡。皮拳装在墙板上部会增加一些墙板的震动。若皮拳架装得低一据, 则震动可少一点。气室充气要适当, 应根些织机箱幅和车速定出一个合适的压力范围, 以保证梭子不回跳和定位准确。

使用厂一般反映有如下优点:

1. 使用寿命长、维修方便(半年做一次清洁工作, 换一次油)、机物料消耗少, 提高了织机效率。

2. 减轻了箱座重量, 可适当放松梭箱, 可节电2~3%。

3. 脱纬织疵减少。

4. 适用范围广, 对不同的箱幅织机, 只需调节气室中的充气压力即可使用。

存在问题主要有:

1. 价格较高, 一次性投资较大, 每台约220元, 投资回收期约2~3年。

2. 老机改造时缓冲器在箱座两端要伸出十几厘米, 影响车弄(用在新机配套上, 设计箱座时考虑此因素就不成问题)。

目前各厂使用的实效还不完全一致。如没有掌握好其性能, 梭子还会回跳。自动换梭织机若能有一套有效的松紧梭箱, 则应用液气缓冲器必将取得更好的效果。

参 考 资 料

- [1] 南京工学院, 合肥工大编, 《金属切削机床液压传动》, 江苏科学技术出版社, 1982年。
- [2] 赫贵成, 《液压传动与气动》, 北京冶金出版社, 1981年。

学会动态

武汉市——召开第四届会员代表大会

武汉市纺织工程学会于1985年4月召开了第四届会员代表大会。出席会议的有总会常务理事、市科协学会部、市纺织学会和各学组的代表共80余人。

会议认为: 近年来市学会的会员由367名发展至837名; 组建了学术、科普、组织与咨询部和编委会; 建有十个会员小组、八个行业、十五个学术组、发表论文167篇, 能结合当前原料资源开发, 提高质量与应变能力, 并对老厂、老机改造方面提出了意见与方案, 对促进武汉纺织工业的发展起了一定推进作用。

会议选举了四届理事会理事35名, 顾问12名。

会议号召发扬开拓前进的精神, 紧密结合纺织生产, 开创学会工作的新局面。

(武汉市纺织工程学会办公室 余卫红)