

247

內 部
參考資料

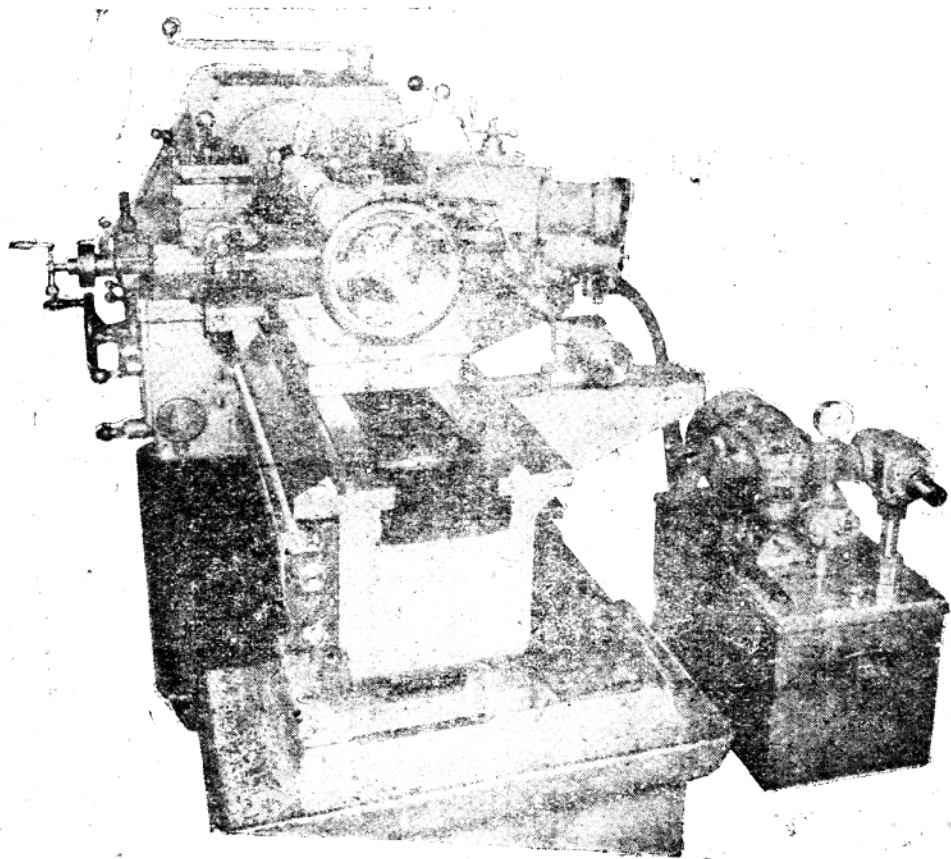
車 床 液 壓 仿 形 裝 置

ГТ-3液壓仿形刀架的設計制造與使用總結

第 5 5 期

第一机械工業部机械科學研究院

1960.2. 北 京



序 言

近几年来，世界机器制造业的重要发展趋势之一，就是愈来愈多地要求采用自动化或半自动化来对具有各种外形的零件进行加工，以提高劳动生产率。

在大量大批生产中，采用自动及半自动机床，其优点是明显的，但这些机床一般说来成本较贵，而当工作改变时所需之调整时间很长，因此，对小量或小批生产是不利的。

非自动的万能机床是单件、小量或小批生产的主要设备，同时也是很多机械制造厂的主要设备，万能机床的最大优点是对工作的适应性大，但缺点是辅助时间多，生产率低，因此使万能机床自动化，以便克服上述缺点，将具有很大意义。在万能机床上应用一套液压仿形装置后，不仅万能机床本身的特性仍可保留，而且在工作性质上可使其十分接近半自动机床，提高机床的生产率，而所需费用只等于新购一台半自动机床价格的百分之几。

我院承担这一课题后，设计了TT-3车床液压仿形装置，设计对象为上海市机床制造公司生产111D车床（中心高180毫米），原则上以附件的形式出现。

58年年底于明精机器厂试制成功，翌年7月在上海机械厂对TT-3液仿刀架进行较全面的试验，限于当时的条件是在一台精度很差，鑑定未能通过的111D车床上进行的。试验结果，仿形精度值为 ± 0.05 毫米，光洁度可达 $\nabla \nabla 6$ 。诚然，机床的精密与否，不可避免地影响仿形刀架的精度，因此，如果在精密机床上进行仿形车削，则仿形精度还能提高。

对于一般零件，如果精度要求高者，常须在车削后留磨余量再行磨削加工，这种磨余量一般为0.2—0.6毫米，所以上述仿形车削所得精度已完全能够满足生产上的需要。

机械科学研究院第五处

目 录

一、設計部分.....	(1)
(一) 結構之选择.....	(1)
(二) 油路系統.....	(4)
(三) 主要参数的計算.....	(9)
(四) 一些設計問題.....	(13)
(五) GT-3 液压仿形系統特性表.....	(17)
二、制造部分.....	(18)
(一) 随滑伐的制造工艺过程.....	(18)
(二) 油缸及活塞的制造工艺过程.....	(20)
三、使用說明.....	(21)
(一) 可加工范围.....	(21)
(二) 森模形状及材料.....	(22)
(三) 刀具.....	(22)
(四) 切削举例.....	(23)
(五) 机床調正及基本操作法.....	(24)
(六) 仿形刀架工作時的故障及其消除办法.....	(25)
四、結構上一些問題的討論.....	(25)
五、附录.....	(27)
(一) 图紙.....	(28)

「T-3液壓仿形刀架的設計 製造與應用總結

上海機械廠
機械科學研究院第五處

一、設計部分

(一) 結構之選擇：

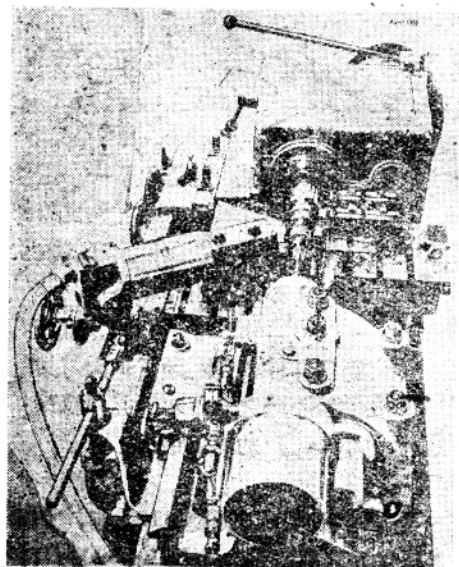
車床液壓仿形刀架的結構，形式很多。一般在結構的設計上須考慮下列諸問題：

1. 刀架的前後布局；2. 樣件或樣板；3. 支架的高低位置；4. 刀架的安裝角度和裝刀數量；5. 車刀縱向和橫向位置的調正方法。

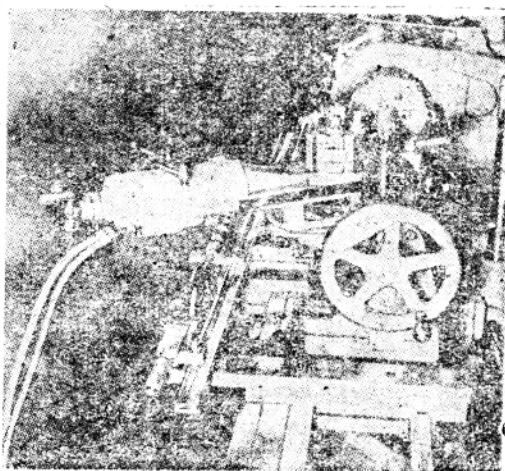
各種不同的結構都有其優點，也有不足之處，設計時須根據機床本身的特點及工作需要，加以選擇。

1. 刀架的前後布局：

將刀架布置在車床前方的稱為前布局，在后方的稱為后布局。在前布局者，其優點是結構緊湊，車刀可以和一般的正裝安裝，工人操作上較習慣，調正亦方便；其缺點是安裝樣件較難，一般只能使用樣板仿形。后布局者，和前布局相反，其主要優點是可以同時採用樣件及樣板仿形，靈活性大，對產量批量較少，而樣板制造工作能力低的小型



圖一、Heinemann仿形刀架。



圖二、Oerlikon仿形刀架。

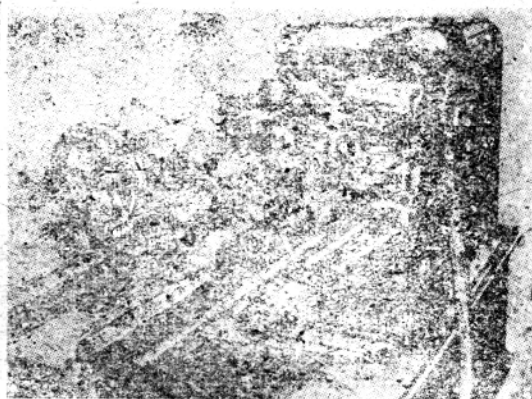
工厂，较为合适；其缺点是操作及调正不大方便。

国外采取前布局者有苏联ГС-1，捷克SV-18B（KZ-15），西德Heinemann，（图一）；瑞士Oerlikon，我国大连机床厂TK62仿形刀架等。

采取后布局者有苏联KCT-1，捷克IKS（图三），西德Martin，（图四）等。



图三、IKS 仿形刀架。



图四、Martin 仿形刀架。

本设计采取后布局的形式（见封面）。主要是便于采用样件仿形，同时稍加改进，也可用样板仿形，适于国内一般中小工厂在小批生产之需要。

2. 样件及样板：

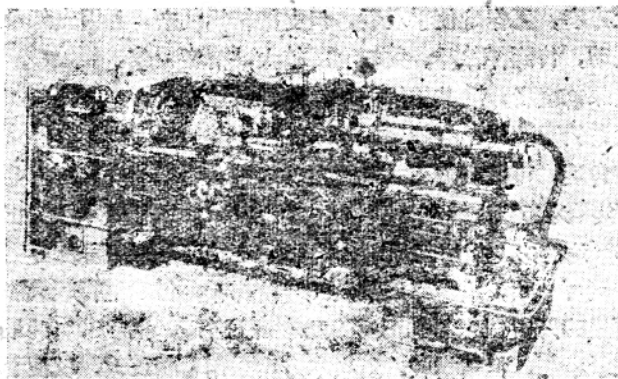
采用样件仿形，其最大优点是使用灵活，省却制造样板的工作，且能用第一个工件作为样件，对小批生产及工具车间能力较薄弱的工厂，最为方便；其缺点是样件支架较大，结构较复杂，一般不便于采用前布局的结构，其次，对表面有复杂曲线及形状的工作，样件制造有困难，而采用样板则易解决，在端面仿形时，亦非采用样板不可。

样板的优缺点和上述相反。

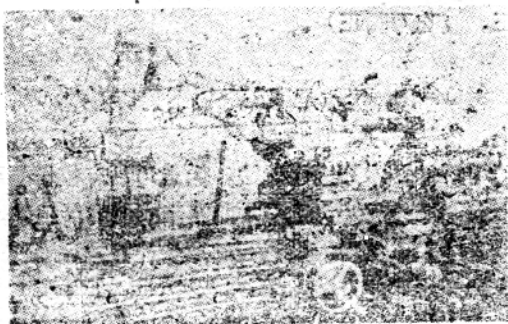
一般仿形刀架，前布局者采用样板较多，后布局者则用样件较多，为了扩大刀架的使用范围，近来在设计上，趋向二者能同时采用，以互弥补不足之处，本设计中以采用样件为主，同时也考虑安装样板的可能性，以便适于中小型工厂的需要情况。

3. 支架高低位置：

采用后布局样件仿形时，样件安装的位置，一般在机床的下方如捷克IKS等，但也有装在机床上方的，如西德WPK-500，（图五）苏联IA62，（图六）美国Pacemaker（图七）。



图五、WPK—500仿形刀架。



图六、1A62 仿形刀架。



图七、American Pacemaker仿
形刀架。

样件装在机床上方者，工作时便于观看，但支架结构复杂，且因支架悬伸臂较长，刚性不足，机床的振动，传到样件时，震幅有所扩大，精度较差。

本方案采用低支架位置者，取其结构简单，刚性较佳之故。

4. 刀架安装角度与装刀数量：

仿形刀架之安装角度，可做成调正式及固定式二种。刀架的安装角，苏联 KCT-1，FC-1 为 45° ，德国 EDK 为 45° ，捷克 IKS, KZ-15 为 60° ，其他资本主义国家之仿形刀架， 45° ， 55° ， 60° 均有之，按仿形原理，用 45° 时，工件的外圆表面及端面的走刀相同，因而表面光洁度可一致，适于车正锥及 90° 阶梯轴，但油缸行程只能利用 70%；安装角为 60° 则可利用 80%；在仿形有正反锥及球面工件时，则以 90° 为最佳。可调正式者对各种工件均便于车制，但结构较复杂，本方案采用可调正式，以便于根据工件的形状，而采用适宜的安装角。

刀架上装刀数量，IKS, EDK, KCT-1，均为单刀，KZ-15 用快换刀夹 FC-1, American Pacemaker 为四方刀架。本方案，采用四方刀架，装二把刀，作粗切及精切。从上海机床厂及汽轮机厂的经验，证明有此必要。

5. 刀尖与触头横向位置的调正，（吃刀调正）。

现有四种方法：

（1）、调正滑伐位置。如 IKS, KZ-15，优点是调正丝杠不受切削力，精度好，但调正不便，且滑伐与油缸连接面上，密封较难。

（2）、用刀架丝杠调正，为 EDK 等；本方案用此法，优点为设有粗切调正器，当刀架位置为 45° 时，丝杠调正之距离，即为吃刀之数量，而不影响轴向的位置，较为方便；但丝杠受切削力的影响，在设计中采取加粗丝杠直径的方法补救之。

（3）、用横拖板丝杠调正。此为最佳的方法，FC-1, Copymat, Martin, Oerlikon 等均用此法，优点是可省却刀架的调正机构，较简单，操纵亦便，但一般以样板及样件支架能随刀架移动者，方能达到。

（4）调正滑伐的触头，如匈牙利 EU215，但因位置不便，调正时较难控制，用者较少。

6. 刀尖轴向位置的调正。

刀尖对样件轴向位置调正的方法，KZ-15 可调正触伐位置，American Pacemaker 可用螺杆调正车刀的轴向位置。而 EDK, FC-1 等则以调正支架顶尖位置。本方案以调正顶尖的方法，以其结构较简单之故。

（二）油路系统：

1. 单边与双边的选择：

一般液压仿形装置控制滑伐的结构有单边式，双边式，四边式等三种，在车床的液压仿形刀架中，多数为单边和双边二种，四边式因构造较复杂，制造困难，而单边和双边式已能满足一般需要，因此，四边式很少应用，四边式一般用在铣床仿形以及对精度和稳定性有更高要求之处。

在液压仿形装置中，最重要的工作特性是（1）跟随精度——灵敏度，（2）仿形精度，及仿形尺寸精度，（3）仿形速度，以及（4）负荷刚度——稳定性等。其中

尤以跟随精度为仿形装置的主要特性代表，跟随精度的大小决定于仿形系统的运动灵敏度和刚度。从国外一些资料分析，一般认为从运动灵敏度方面比较，单边优于多边；而从刚度上则双边优于单边，单边系统容易产生振动。从国内一些单位的试验及分析，所得结论，也不一致，但总的，单边系统在工作中的情况，不及双边系统。上海汽轮机厂曾用单边系统，精度为0.08毫米，改用双边后为0.05毫米；北京第一机床厂用单边时车削阶梯轴，在过渡过程中产生振动，而双边系统则较佳。单边系统的结构较简单，制造容易，而且缝隙不易为油污所堵塞，是其优点，但目前双边系统在制造上已无甚困难，在适当的工艺过程及工艺装备的帮助，已能达到一般的技術要求。

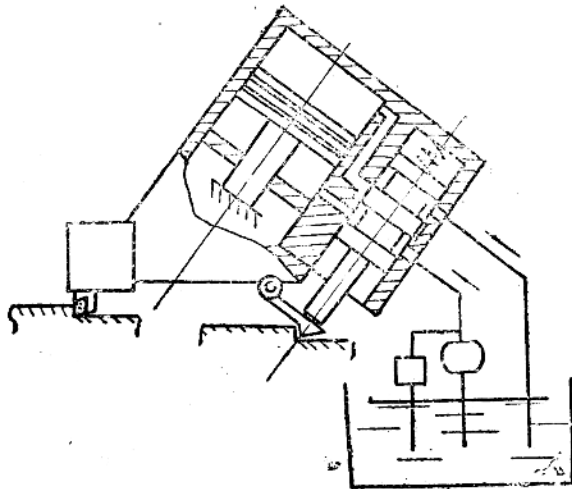
本设计采用双边控制阀，差动式油缸的油路系统，其主要原因是在满足一般精度要求下，提高系统工作刚度，以适应于半精度车及粗车削工作。

2. 正接与反接的选择：

从滑伐和油缸的位置和运动方向，油路系统分为正接和反接二种结构：

(1)，在正接中（如图八）滑伐和触梢的运动方向相同，当车削阶梯形工件时，触杆后退、滑伐杆也后退，压力油从缝隙进入油缸的大油室中，大油室和排油管被隔断，油缸后退，刀具也后退，由于油缸体后退，和油缸体在一起的伐体也后退，这种机械反馈的作用，关闭了滑伐的缝隙，逐渐达到新的平衡位置，当切削力大时，刀架变形向后退缩，大油室通向油池的间隙被开启，压力降低，因而刀架产生向前的作用，克服切削力而保持平衡位置，这种结构使得刀架的刚性增强。

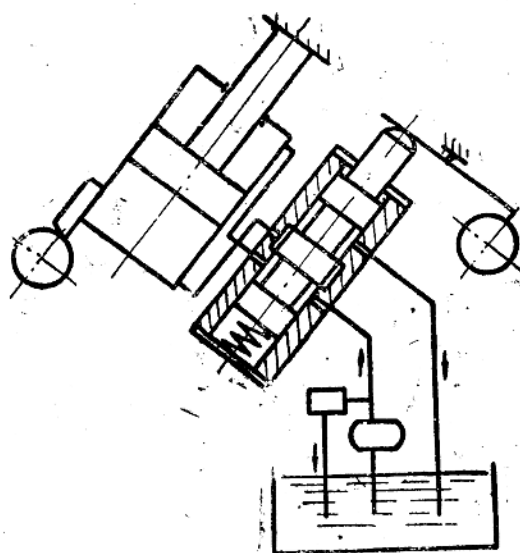
图八、正接油路系统。



(2) 在反接中（如图九）滑伐和触杆的运动方向相反，当滑阀在弹簧力作用下后退时，大油室与压力油接通，因而刀架前进；反之亦然。

在切削負荷增大時，刀架受力后退，此時大油室與高压通路反而減小，而與回油管通路增大，因而大油室降壓故這種接法此時剛性反減低。

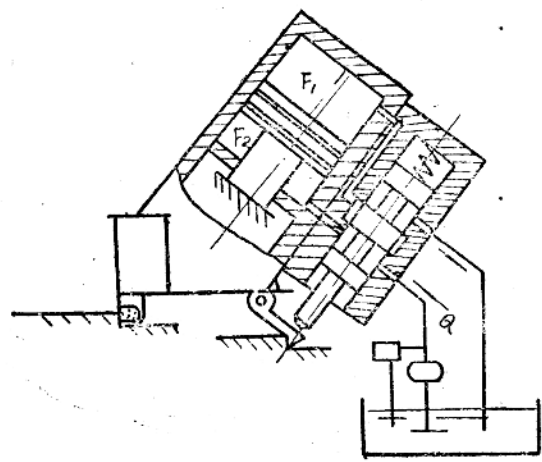
本方案中採取正接的方法。



圖九 反接油路系統

3. 工作油缸為大油室抑為小油室。

工作油缸為大油室和小油室的結構如圖十和圖十一。

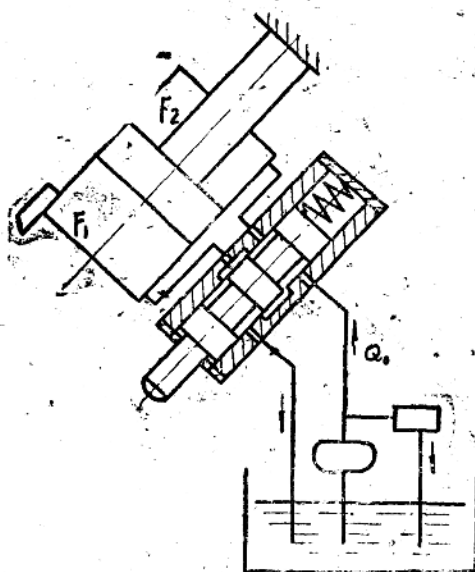


圖十、工作油缸為小油室。

(1) 从刀架向前移动及后退的速度上分析:

设刀架向前移动之速度为 V_1

刀架向后移动之速度为 V_2



图十一 工作油缸为大油室

A. 在工作油缸为小油室时 $V_1 \max = \frac{Q_0}{F_2}$ (1)

$V_2 \max \times F_1 = Q_0 + V_1 \max \times F_2$ (2)

可得: $V_2 \max = \frac{V_1 \max \times F_2}{F_1 - F_2}$ (3)

B. 在工作油缸为大油室时, 则 $V_2' \max = \frac{Q_0}{F_2}$ (4)

$V_1' \max \times F_1 = Q_0 + V_2' \max \times F_2$ (5)

可得: $V_1' \max = \frac{V_2' \max \times F_2}{F_1 - F_2}$ (6)

由上式 (3) 及 (6) 得知: 当 $F_1 = 2F_2$ 时。

$V_2 \max = V_1 \max \quad V_2' \max = V_1' \max$

二者既相等, 则两式的效果亦同, 但当 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{4}{3}$ 时则图十的结构, 由 (3) 式得

$V_2 \max = 3V_1 \max$

而图十一的结构由(6)式得知 $V_{1\max} = 3V_{2\max}$ 。

按生产需要,当车阶梯轴时, V_1 即后退速度应大,至于切削球面时,即正锥及倒锥均有时,宜使 V_1 较大。据济南机床厂资料,阶梯轴一般占比重为80%,故从移动速度方面考虑,以小油室为工作油缸较合宜。

(2)、从机械刚性方面分析:

图十一之结构,其固定活塞板较长,拖板上的外悬量较大,故不及图十之结构,因此TT-3采用以小油室为工作油缸。

4. 大小油室之面积比为4/3:

其原因为(1)当活塞直径为 $\phi 80$ 时,若 $F_1/F_2 = 2$ 时,活塞杆的直径为 $\phi 56$,而油缸盖内径向仅剩12毫米,在其中须装紧固螺钉,密封圈等,太过拥挤,故 F_1/F_2 用 $1/2$,使活塞杆直径为 $\phi 40$,解决了结构的问题。

(2)采用 $F_1/F_2 = 1/2$ 较之 $F_1/F_2 = 1/1$ 时,在相同油缸尺寸下,有效工作面增大了,因而允许的切削力也增大。

(3)为了保证获得某一定值之仿形刀架后退速度,当采用 $F_1/F_2 = 1/2$ 时,较之 $1/1$ 时,所需油泵流量较少。

5. 油缸中之防气及防漏:

仿形装置中常发生空气进入油缸之事,上海汽轮机厂仿EDK, D-40, 东德Stulmann公司之Copymat均在油缸上装放气孔,以为补救。沈阳第一机床厂仿1KS者使油通到缸的上部,以驱除空气,本方案起先亦采用此法,但在实际使用中发见不可靠,后改在油缸上装放气孔以驱除空气。

防漏为仿形精度之决定因素之一, D-40, 上海机床厂, 上海汽轮机厂均用滑配合,但上汽有环状槽以减压,沈阳仿1KS用橡皮环,但供应有困难,上海机床厂试用金属活塞环,则工作油室,液压显著提高,本方案亦采用金属环,以降低对油缸的加工要求,使用情况,极为良好,只要活塞环在装进油缸后,接缝处的间隙,选择适当,对漏油的密封及运动灵活性,均甚合适。

6. 触杆的结构。

从 A. 推力与拉力, B. 轻与重二方面比较之。

A. 推与拉: 一般触杆均受推力,本方案也如此,但1KS式,因样件在滑伐之后端,故触杆受拉力,而采用之轴旋转式,沈阳第一机床厂仿1KS即系如此,大连及济南机床厂的触杆仍用卧轴旋转式,使油路反接,故触杆只受挤压力,制成后使用尚可以。如果应用反接油路,则大连及济南第一机床厂之结构较为简单。

B. 触杆的材料,上海汽轮机厂用铸铝,轻而刚性强,甚为满意。捷克什志亦强调刚性之重要,大连机床厂用铁销,虽较重但无大碍,故以刚性为主。

7. 触杆的支承:

触杆支承的结构,对工作的灵敏度影响很大,支承上的径向间隙或过大的摩擦力,均使触杆动作不灵敏,造成大的仿形误差,尤其在车阶梯轴时,在阶梯变化处,滑伐灵敏度降低甚大。采用滚珠轴承结构时,轴承上有间隙存在,采用滚珠支承,如不加弹簧压紧,则支承摩擦力不易调正。捷克1KS仿形刀架采用二对交叉放置的弹簧,当触头受力

式中 C_{px}, C_{py} ——表徵被加工金屬和其他加工条件的系数。

X_x, X_y, Y_x, Y_y ——切削深度和走刀量的指数；

$K_{mx}=0.81$
 $K_{my}=0.76$ } 加工材料修正系数。

根据НИБН МСС和ЭСМ第七册的数据，

$C_{px}=80$ $X_x=1.2$ $Y_x=0.65$

$C_{py}=123$ $X_y=0.90$ $Y_y=0.75$

代入得：

$$P_x = 80 \times 4^{1.2} \times 0.65^{0.65} \times 0.81 = 258 \text{ 公斤}$$

$$P_y = 123 \times 4^{0.9} \times 0.65^{0.75} \times 0.76 = 235 \text{ 公斤}$$

$$P_N = P_x \cos 45^\circ + P_y \sin 45^\circ = 258 \times 0.707 + 235 \times 0.707 = 349 \text{ 公斤}。$$

上述切削抗力計算对于111D車床來說是偏高的。主要是考慮到利用液仿刀架上之粗切裝置进行粗切。在考慮摩擦力后取 $R=400$ 公斤。

2. 最大移动速度 V_{max} 之确定

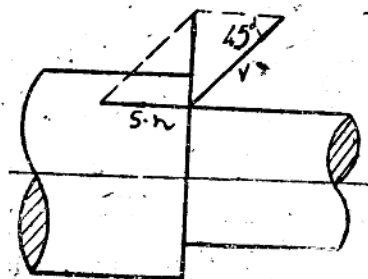
設进行半精加工，光洁度 $\nabla \nabla 4$ ，切刀刀尖圆弧半径 $r=1$ 毫米，工件直径 $D=40$ 毫米。

当切削速度 $V=160$ 米/分時，走刀量 $S=0.65$ 毫米/轉，（B. A. 阿尔申諾夫等著金屬切削学，表35）。

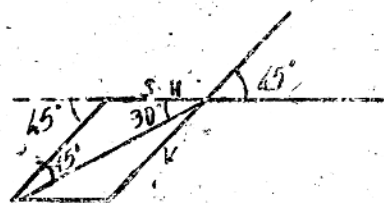
主軸轉数为：

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \times 160}{\pi \times 40} = 1270 \text{ 轉/分}。$$

111D車床主軸最高轉速为 $n=1200$ 轉/分



图十四、



图十五、

(1) 当靠模油缸放置 45° ，車削阶梯軸時（图14）

$$V = \frac{S \cdot n}{\cos 45^\circ} = 0.65 \times 1200 \times \sqrt{2} = 1100 \text{ 毫米/分}。$$

(2) 当靠模油缸放置 45° 車削 $\beta = -30^\circ$ 之倒錐（图15）。

$$\frac{V}{\sin 30^\circ} = \frac{S \cdot n}{\sin 15^\circ}$$

$$\therefore V = \frac{S \cdot n \cdot \sin 30^\circ}{\sin 15^\circ} = \frac{0.65 \times 1200 \times 0.5}{0.259} = 1500 \text{ 毫米/分。}$$

故选取 $V_{\max} = 1500$ 毫米/分。

3. 活塞直徑:

由〔1〕表 1 取 $\frac{P_H \cdot F_1}{P_{\max}} = 1.8$

其中 1.8 是安全系数, 考虑另一端油缸的反压力、慣性力等, 式中 P_H ——进入油路系统之压力。

$P_{\max}$ ——油缸工作力。

F_2 ——承受工作力一边油缸有效面积。

$$\frac{20 \times F_2}{400} = 1.8 \quad \text{則 } F_2 = \frac{1.8 \times 400}{20} = 36 \text{ 厘米}^2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{4}{3} \quad \therefore F_1 = \frac{4 \times 36}{3} = 48 \text{ 厘米}^2$$

$$\text{活塞直徑 } D_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi}} = 78.8$$

$$\text{取 } D_1 = 80 \text{ 毫米, 此時 } F_1 = \frac{\pi (80)^2}{4} \approx 50 \text{ 厘米}^2$$

設活塞杆直徑 D_2

$$\frac{\pi D_2^2}{4} = \frac{1}{4} F_1 = \frac{1}{4} \times \frac{\pi (80)^2}{4}$$

$$\therefore D_2 = 40 \text{ 毫米}$$

4. 計算系統穩定系数:

由〔2〕 $C_v \leq 940 \sqrt{\frac{F}{HG}}$

式中 F ——活塞面积, 厘米²。

H ——油缸最大行程, 厘米。

G ——移动部件重量, 公斤 $G = 40$ 公斤。

$b = \pi d$ 厘米 d ——滑閥直徑。

i ——槓杆比 由設計定得 $i = 1$ 。

μ ——油液通过滑閥开隙流量系数, 取 $\mu = 0.72$ 。

ρ ——液体密度, 取 $\rho = 0.0009$ 公斤/厘米³。

m ——油缸有效面积比 $m < 1$ 。

g ——重力加速度， $g = 981$ 厘米/秒²。

$$\therefore C_0 < 940 \sqrt{\frac{50}{7.5 \times 40}} = 384$$

5. 計算滑閥直徑：

根据公式 $C_0 = \frac{b \mu}{F} \sqrt{\frac{2g}{\gamma} P} (\sqrt{m} + \sqrt{1-m})$

$$\sqrt{m} + \sqrt{1-m} = \sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2} = 1.366$$

$$\therefore C_0 = 384 = \frac{b \times 0.72}{50} \sqrt{\frac{2 \times 981}{0.0009}} \times 20 \times 1.366 = 130b$$

$$\therefore b = \frac{384}{130} = 2.95$$

$$\therefore d = \frac{2.95}{\pi} = 0.94 \text{ 厘米} = 9.4 \text{ 毫米。}$$

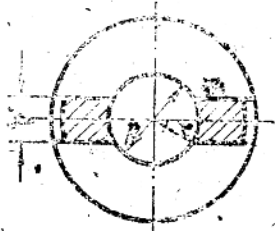
由于采取的閥套結構形式只有在部分控制邊緣上通油（图十六）。

例如当 $d = 16$ $A = 8$ 时 $\alpha = 30^\circ$

因此若考虑到閥套 只有 $360 - 4 \times 30^\circ = 240^\circ$

通油，則 d 应为：

$$d = 9.4 \times \frac{360}{240} = 14.1 \text{ 毫米}$$



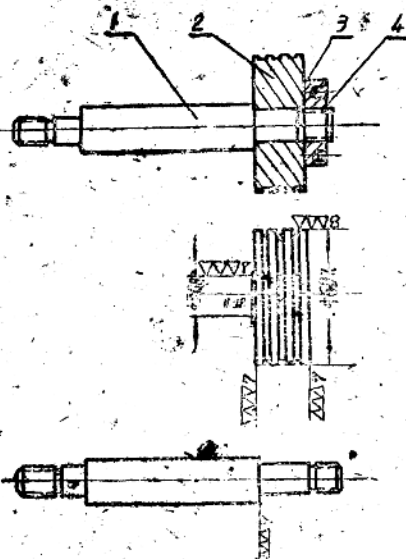
在原設計時假設 $G = 25$ 公斤于是 $C_0 = 940 \sqrt{\frac{50}{7.5 \times 25}} = 485$ 由此算得之 $d = 19.1$ 。可

見 G 之值及閥套通油面之大小，使求出之 d 差別很大。試制过程中，曾分別采用 $d = 16, 20$ 毫米以便試驗比較，求出結論。曾作了兩套控制滑閥作試驗，一為 $d = 16$ 毫米預開口量 $\delta_0 = 0.03$ 毫米，另一為 $d = 20$ 毫米，預開口量 $\delta_0 = 0.0125$ 毫米，試驗結果 $d = 16$ 毫米之滑閥較為滿意， $d = 20$ 毫米之滑閥精度反而差。

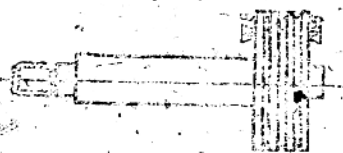
(四) 一些設計問題

1. 活塞結構

关于活塞与活塞杆之連接，可以分开來制造（图十七）也可以做成整体（图十八）。



图十七、活塞和塞杆分开結構。



图十八、整体式活塞。

分开來制造的主要优点是备料容易。因为如果活塞杆做成整体的話，理想的毛坯应为鍛件。但一般制造厂不一定設有冶鍛設備，因此以鍛件为毛坯有一定困难。如果采用整条的棒料車出，則浪费材料，同时又很不經濟。

但分开來制造也有很多缺点：首先，对于活塞以及活塞杆之相互配合表面，必須按一定要求制造。例如对于活塞的要求：孔 $\phi 30A$ 須与端面垂直，允差 0.02 ，而二端面則須磨过，同样对于活塞杆上作为支承活塞之圆柱面及端面均需正确地加工过。如果修改成整体的結構，这样可省去許多工序，使加工大大簡化。第二，如果改成整体結構，簡化了装配時手續，节省了装配時間。此外，还省去了用来压紧活塞所用之鎖紧螺母等零件。

綜合以上所述，对于进行单件試制或大批生产而又缺少冶鍛設備的工厂，可采用分开式。此外，在一般場合，則以做成整体式为宜。

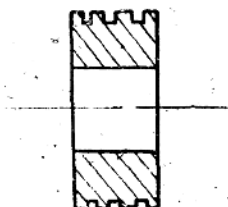
2. 密封裝置

防漏为仿形精度之決定因素之一，在密封不好的情況下，会产生很大的油液漏損，而不合理的密封能引起很大的摩擦，影响仿形刀架的灵敏度。本节主要談油缸前后腔之間的密封（活塞与油缸的配合处）。

目前國內外車床液压仿形刀架之工作油压，一般小于 40 大气压，最大移动速度不超

过1500毫米/分，其密封大体采用三种形式。

(1) 不应用特殊的密封装置，而依靠活塞与油缸具有良好的配合来防漏（研配）。这种结构通常在活塞上带有环状槽（图十五）形成 Labyrinth 填箱，使流体经过通路突然膨胀及缩小，以降低压力减少漏洩。上机、上汽、济南一厂所制液压仿形刀架采用此种结构。



优点：a) 不需使用特殊的密封装置。

b) 摩擦阻力最小。

缺点：a) 对于油缸和活塞要求高的制造精度和光洁度，一般需制成一级精度。

b) 磨损后不能补偿

图十九、研配活塞。

(2) 采用橡皮环，通常以圆断面之密封圈最为多见，由特殊耐磨橡胶所做成。采用此种密封装置者有如沈阳一厂仿 IKS, 苏联 KCT-1, ГСН-41 等。

如沈阳一厂仿 IKS, 苏联 KCT-1, ГСН-41 等。

优点：a) 对于油缸和活塞的制造要求较低，一般用三级精度即可。

b) 密封性能良好

缺点：a) 在运动时的摩擦力很大，因此影响仿形刀架的灵敏度。

b) 供应有困难，一般需自行制造模具然后到橡胶厂去压制。

(3) 采用金属活塞环，这种活塞环市场上有得供应，采用这种密封装置者有如捷克 KZ15, 本设计亦采用之。

这种密封装置的优缺点，一般说来介于前述二者之间，与第一种相比具有以下主要优点：

a) 由于采用了金属活塞环，可降低对油缸的加玉要求，一般制成二级精度即可。

b) 磨损后可更换金属活塞环。

与用橡皮环比较，主要优点为在运动时的摩擦力较小，这点对于液压仿形刀架来说，有着很大的意义，因为摩擦力之大小将直接影响着仿形刀架的灵敏度。

此外，也有将上述数种防漏方式同时应用，例如大连机床厂仿 IKS 采用活塞环及橡皮圈综合使用。

今以三种不同形式的密封装置，就试验所得之仿形刀架静不灵敏度加以比较：（图二十）。

(1) 第一种密封装置（研配）——以济南一厂制 C616 车床仿形刀架为例。

p (大气压)	20	18	15	12	10	5
h (公 微)	7	8	11	14	17	38

表中 p——工作油压

h——静不灵敏度