

(苏) И. М. 庫切爾 合著
Н. И. 沙夫留加

金属切削机床 自动化



机械工业出版社

金属切削机床自动化

[苏] И·М·庫切爾 合著
Н·И·沙夫留加

机械工业出版社

本书主要是介绍了国外有关机床自动化方面的經驗和情况。

书中叙述了液压靠模、数字程序控制、大量生产中用的可自动补偿刀具磨损的自动机床、齿輪加工自动作业綫，以及加工放射性材料时机床的遙控問題和使用实例。

本书可供机床专业的設計、工艺、研究人員及有关专业师生閱讀。

И. М. Кучер, Н. И. Шавлюга
АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ
МАШГИЗ 1956

(根据苏联国立机器制造科技书籍出版社一九五六年版譯出)

* * *

金属切削机床自动化

[苏]И. М. 庫切爾、Н. И. 沙夫留加合著
宁玉成、孙兆植、呂培书譯

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印張 $4 \frac{7}{8}$ · 插頁 1 · 字数 125 千字

1963 年 11 月中国工业出版社北京新一版，印 1,273 册

1959 年 4 月北京第一版·1965 年 4 月北京第三次印刷

印数 9,151—11,750 · 定价(科七) 0.85 元

*

統一书号: 15033·1780(2856)

目 次

第一篇 單件及小批生产中的机床自动化	5
1. 液压靠模刀架及半自动車床	9
2. 程序控制机床	20
3. 直接用数据程序控制的机床	48
4. 具有中間程序記錄磁帶的数据程序控制机床	65
第二篇 大批及大量生产中的机床自动化	87
1. 風动控制的專用半自动車床	89
2. 立式車床工作循环的自动化	95
3. 專用半自动鏜床	99
4. 由两台鏜床組成的自动化机組	100
5. 由两台單軸自动車床組成的自动化机組	102
6. 旋压工作过程的自动化	103
7. 自动車床工具的自动补充調整	115
8. 可自动补充調整的自动切齿机床	126
9. 齿輪加工的自动作业綫	131
10. 放射性材料加工的自动化	152
参考文献	158

卷一百一十五

一、
二、
三、
四、
五、
六、
七、
八、
九、
十、
十一、
十二、
十三、
十四、
十五、
十六、
十七、
十八、
十九、
二十、
二十一、
二十二、
二十三、
二十四、
二十五、
二十六、
二十七、
二十八、
二十九、
三十、
三十一、
三十二、
三十三、
三十四、
三十五、
三十六、
三十七、
三十八、
三十九、
四十、
四十一、
四十二、
四十三、
四十四、
四十五、
四十六、
四十七、
四十八、
四十九、
五十、
五十一、
五十二、
五十三、
五十四、
五十五、
五十六、
五十七、
五十八、
五十九、
六十、
六十一、
六十二、
六十三、
六十四、
六十五、
六十六、
六十七、
六十八、
六十九、
七十、
七十一、
七十二、
七十三、
七十四、
七十五、
七十六、
七十七、
七十八、
七十九、
八十、
八十一、
八十二、
八十三、
八十四、
八十五、
八十六、
八十七、
八十八、
八十九、
九十、
九十一、
九十二、
九十三、
九十四、
九十五、
九十六、
九十七、
九十八、
九十九、
一百

一、
二、
三、
四、
五、
六、
七、
八、
九、
十、
十一、
十二、
十三、
十四、
十五、
十六、
十七、
十八、
十九、
二十、
二十一、
二十二、
二十三、
二十四、
二十五、
二十六、
二十七、
二十八、
二十九、
三十、
三十一、
三十二、
三十三、
三十四、
三十五、
三十六、
三十七、
三十八、
三十九、
四十、
四十一、
四十二、
四十三、
四十四、
四十五、
四十六、
四十七、
四十八、
四十九、
五十、
五十一、
五十二、
五十三、
五十四、
五十五、
五十六、
五十七、
五十八、
五十九、
六十、
六十一、
六十二、
六十三、
六十四、
六十五、
六十六、
六十七、
六十八、
六十九、
七十、
七十一、
七十二、
七十三、
七十四、
七十五、
七十六、
七十七、
七十八、
七十九、
八十、
八十一、
八十二、
八十三、
八十四、
八十五、
八十六、
八十七、
八十八、
八十九、
九十、
九十一、
九十二、
九十三、
九十四、
九十五、
九十六、
九十七、
九十八、
九十九、
一百

第一篇

單件及小批生产中的机床自动化

近十年来，金屬切削加工的發展方向决定于两个基本因素：急剧提高的切削速度和先进的工艺过程自动化。

如果切削速度在机器制造业的一切部門中都得到了提高，則在大量及大批生产的工业部門与單件及小批生产的工业部門之間便愈会發現在自动化方面的不協調現象。对于前者，自动作业綫成为一般的生产设备，并将过渡到生产过程的綜合自动化，过渡到建立自动化工段、自动化車間以及自动化工厂。对于后者，生产过程卻是在通用机床上进行的。

在上述的生产部門中，采用通用的非自动化机床限制了提高劳动生产率的可能性，因为提高切削速度虽能大大地縮短机械工时，但更进一步縮短机动時間并不能显著地减少單件工时多少。很明显，在这样条件下提高劳动生产率，只有在縮短輔助時間以及使机床加工循环的个别單元和所有循环整个地自动化的情况下才能达到。

但是，在这种情况下，利用大量及大批生产条件下为实现机床自动化应用的普通方法是不可能的，因为采用这种办法則須耗去很長時間来調整机床，这在加工小批零件时是很不合算的，更何况在加工个别的零件之时。

在这样的条件下，必須探求新的自动化的方法，以保証在从加工一种形式的零件轉到加工另一种形式的零件时，能很快的調整好机床。現在已出現了解决这一任务的途徑，它是应用靠模装置、程序控制以及計算系統来实现單件及小批生产所用机床的自动化。

如果不久以前靠模装置基本上是用来加工成形表面，則現在

它已开始广泛地利用来完成一般的工作。靠模装置应用最广的是在車床上加工各种梯阶表面。

在国外的技术上，液压靠模刀架得到了非常广泛的推广。这种刀架是安装在现有的車床上，从而可保证现有的全部机床的自动化。

许多公司生产的液压靠模刀架不但能按照样板进行加工，而且能按照用一般的方法所制成的第一个样品零件进行加工。对于后者，甚至在制造批量很小的零件时，采用靠模刀架亦是有利的。因为車工用一般的方法加工好第一个零件后，便可将它作为在自动車削所有其余的零件时的样板。

除一般車床所用的液压靠模刀架之外，还出现了许多各个不同结构的靠模車床和半自动車床。

液压靠模装置亦开始应用在立式車床、牛头刨床、龙门刨床以及其他机床上。

但是，还远不能在所有的机床上应用靠模装置来解决加工自动化的任务。同时，靠模装置在單件生产的条件下，亦不能保证加工自动化。

最近，程序控制也得到了很大的应用。

所谓程序控制系指这样的控制方法，即当机床工作机构的必要的工作顺序、速度以及移动量是借助于控制板上的轉換电門或类似的装置来調定，或者是预先记录在紙带、磁带、电影胶片上，或者用其他方法規定下来，然后，引入指令装置中。指令装置便保证机床按规定的工作程序完成加工。

除了保证机床整个工作循环实现自动化的全部程序控制以外，同样亦可以有局部的程序控制，以保证仅是工作循环的个别單元自动化。

局部程序控制应用最广的地方是自动变换速度和进給量以及按給定座标进行位移。

变换速度和进給量的程序控制使用在工作循环期內要多次重

复上述变换的机床上，首先是用在六角車床及旋臂鑽床上。

变换速度和进給量的程序控制，不仅能縮短消耗在控制上的時間，同时亦能保証在編制工艺过程时所拟定的速度和进給的条件下，完成所有的工序。

使得能定出工作順序、速度以及进給量的局部程序控制与限制工作机构行程范围的限动器相结合的方法得到了广泛的应用。这种方法使用在銑床、滾齿机以及立式車床上。

程序控制系统亦可以与靠模装置一起使用。一系列液压靠模半自动車床都是按此方法建立起来的。在这种車床上，机床工作的最初走刀是由程序控制来調节的，而最后的走刀則是按模板来完成。

当談到在穿孔带或磁带上或者依其他方式預先記錄好程序的程序控制时，必須指出应用磁带来使車床、銑床以及金鋼石鏜床进行程序控制的經驗。

控制的程序是在用手动控制制造第一个零件的过程中記錄下来，或者沿样板的輪廓用手移动工作机构时記錄下来。

用手操縱以便在磁带上記錄程序的方法沒有得到推广，因为它与程序控制的計算系統相比較，具有一系列的缺点。

在利用計算系統时，是将工件的尺寸記錄在某种控带上或者用其他方法記錄下来，这样給出工作机构运动的程序。

应用計算装置来控制机床有两种基本方法。第一种方法是計算装置直接与机床相連系，并傳給机床所有必需的指令。第二种方法是計算装置与机床完全无关，它只是用来在磁带上記錄运动的程序。

在第二种情况下，与机床相連系的是指令装置。在磁带通过指令装置时，指令装置使記錄在磁带上的指令再現，再把它傳送給机床。

第一种方法的主要缺点，是計算装置仅能为一台机床服务。但計算装置的工作速度大大地超过机床的工作速度，故它能卓有

成效地为一系列机床服务。实际上在按第二种方法工作时，才能發揮这种可能性。

同时，在使用計算装置为一台机床服务时，为了避免过大的原始投資起見，必須使計算装置的結構尽量簡單。由于这种緣故，在編制程序时，常常要增大初步計算的工作量，因为此时必須以很小的間隔范圍計算外形各点的座标或刀具中心的軌迹。

在用一台計算装置为一系列的机床服务时，这种装置可以更复杂些。它自己能根据給定的外形区域上的最終点座标及其方程式来計算外形的过渡点的座标。这样一来編制程序的工作便会减至最少。

第二种計算方法，由于其重大优点，使它在工业設備上尤其是在用来加工空間复杂表面的机床上，得到了广泛的应用。

在很多情况下，在得到成形表面的过程中，并不用計算系統来控制机床工作机构的移动，只是用計算系統来限制工作机构的直綫移动量。例如，在車床上加工梯阶軸时，在六角車床上加工各种不同的零件等时，便会發生这种情况。此时所用計算装置要簡單得多，它在很多情况下，是直接和机床相連系着的。

必須指出，在后一种情况下，程序的編制也是不很复杂的。

具有計算装置的程序控制系統，为單件及小批生产条件下的生产过程自动化創立了寬广的远景。

实际上，在这种情况下，程序的編制只占用很少的时间，这則使加工的自动化甚至在制造外形簡單的一个零件时也是适宜的。在制造复杂的零件时，这种系統能保証劳动生产率提高几十倍。

这种系統能保証高度的加工精确度，并可能得到服从于一定的数学規律性的表面。

必須指出，在再現的过程中，程序不会被磨損，加工精确度也不会降低。这样，在重复生产零件的情况下，一次所記錄的程序，可以在很長時間的周期內使用。同时，保存程序也不要求很

大的地方。

必須指出，采用具有計算裝置的程序控制，不只是在金屬切削加工过程自动化中应起很大的作用；类似的系統对在成批生产中采用大量生产的方法有很大的影响，因为它大大地縮減了制造鍛模、压模、压力鑄模等的時間，因此可在成批生产中采用所列舉的高生产率的方法。

縮短制造工艺装备的時間，使生产能具有更大的灵活性，并保証在从一种产品轉到另一种产品的生产时，能更快地进行重新調整。

最后，在飞机制造业、渦輪机制造业以及空間复杂形状零件有重要意义的一系列其他工业部門的發展中，采用上述的系統，应当起很大的作用。程序控制能保証按照給定的数学規率精确地进行这些表面的特型設計，并有可能經濟地、快速地制造出上述零件結構的不同的試驗性方案。

1 液压靠模刀架及半自动車床

液压靠模刀架应用在各种不同尺寸的机床上。关于广泛地采用它的可能性，可举出在重型車床上借液压刀架加工重量約2吨的零件的例子（圖1）。

各个外国公司所生产的刀架結構是多种多样的。一些結構与另外一些結構所不相同的最大特点，是刀架和

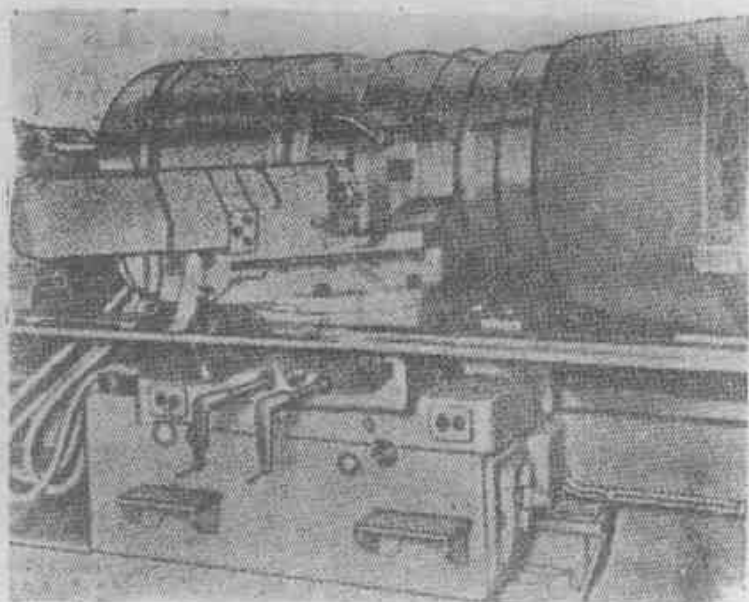


圖1 重型車床的液压靠模刀架。

靠模的安裝位置及所采用的液压綫路。

液压靠模刀架是安装在机床的前面或者后面，与被加工零件的中心线成 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 角。安置刀架的导轨与被加工零件的中心轴成一种角度，使能车削出垂直端面。

液压靠模刀架安装在机床的前面具有一系列的缺点。通常在这种情况下，会排斥使用上迴轉刀架的可能性。在液压靠模刀架上，安上四工位刀夹，由于定位的误差和减少了系统的刚度，会降低靠模加工的精确度。而采用单工位刀夹，会更缩小机床的工艺可能性。尽管有上述的缺点，实际上所見到的許多机床的结构还是将液压刀架安装在前面（圖2）。

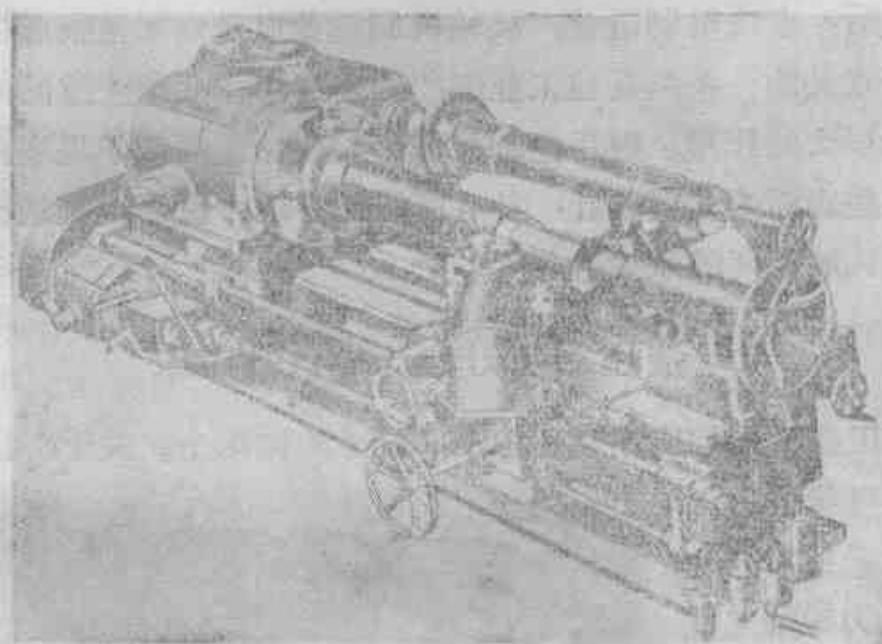


圖2 液压靠模刀架安装在机床前面的车床。

在机床的后面安装液压刀架时（圖3），則可在机床前面安放一般的有四个工位刀夹的迴轉刀架，能完全保持机床的通用性。这具有很重要的意义，因为車工能在这种机床上，用一般的方法制造出一批零件中的第一个零件，并使用它作为靠模，借液压靠模刀架加工其余的零件。

必須指出，在机床后面安装液压靠模刀架时，会使利用手把按照工件的直徑調整刀架的工作变得略微困难一些。

在机床后面安装液压刀架时，可以将靠模或样品零件安置在

刀架的下面(圖3),或者安置在上方專門設置的縱梁上(圖4)。

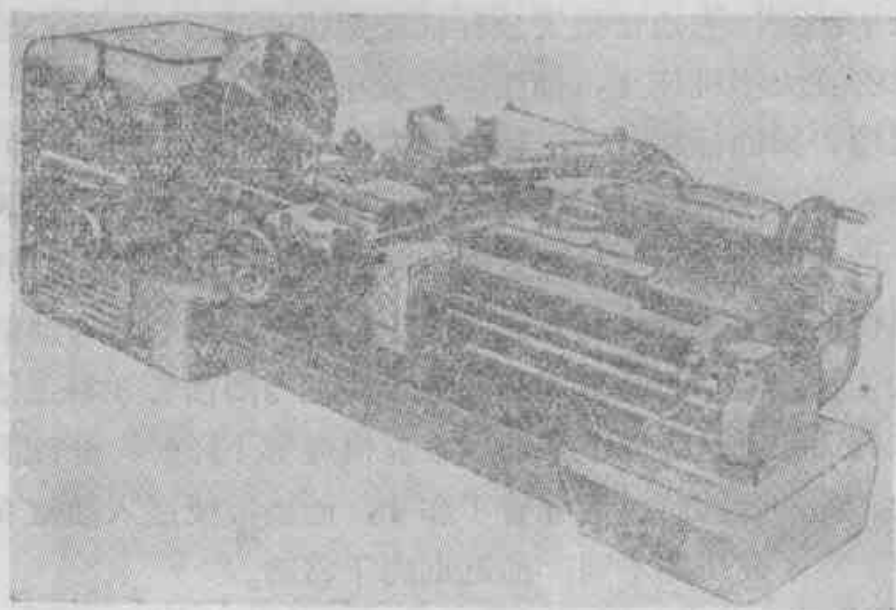


圖3 液压靠模刀架安装在机床后面的車床。

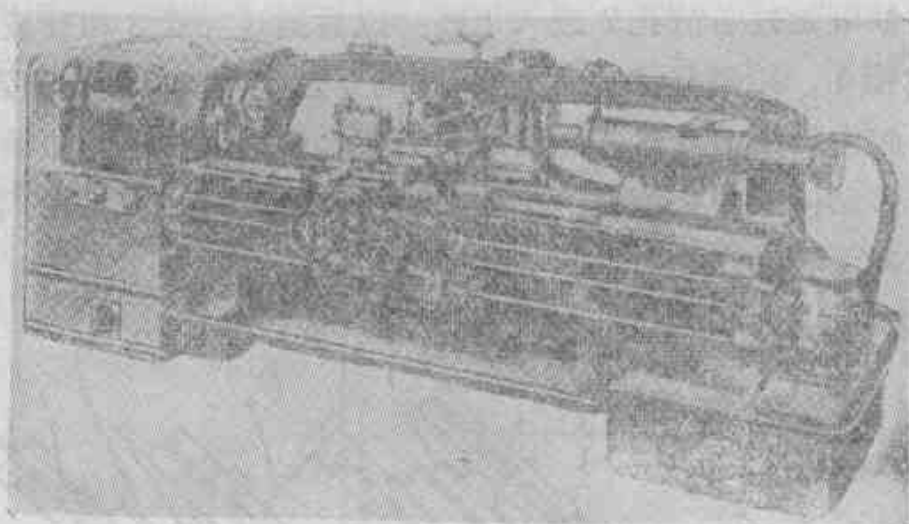


圖4 液压靠模刀架安装在机床的后面及具有在上面安置靠模的縱梁的車床。

在縱梁的上面安置靠模时,它能更好地防备切屑,且更便于观察;但同时其结构也会复杂一些。因此,第一种将靠模安置在刀架下面的方案应用較广。

如果液压刀架位于机床前面,則除了上述的安置靠模的方案以外,也有可能将靠模安置在机床的前面。但是,在机床前面安置靠模时,由于地方不够,实际上便排斥了使用样品零件作为靠

模的可能性，由于这个緣故，这种方案的应用有限。

至于油泵，它通常是安放在机床旁边的油槽中；油沿软管供給。只有在大型机床上，油泵才安放在刀架上。

靠模刀架的油路，有三种典型方案（圖 5）。在第一种方案中（圖 5 a），分流閥在靠模的作用下移动而引导油液进入油缸的上腔或者下腔。在第二种方案中（圖 5 б），是使用差动油缸。如果靠模的輪廓上升，則分流閥向上移动，給油管 2 与油缸上腔的导管 1 相連通，而油缸下腔的导管 4 則与回油管 3 相連通，因而油缸与刀架便一起向上移动。在靠模輪廓下降时，分流閥便向下移动，輸油管同时連通导管 1 和 4，而油液便进入油缸的上、下腔中。由于面积的不同，油缸則向下移动。

在第三种方案中（圖 5 в），油液沿导管 1 进入油缸的上腔，由此处油液通过节流孔 2 进入下腔，以后通过导管 3 和分流閥进入回油管 4。如果分流閥向上移动，則导管 3 与回油管 4 相連通，油缸下腔中的压力降落，而油缸和刀架也就向上移动。如果分流閥向下移动，則中止放油，下腔中的压力增大，由于面积的不同，油缸便向下移动。

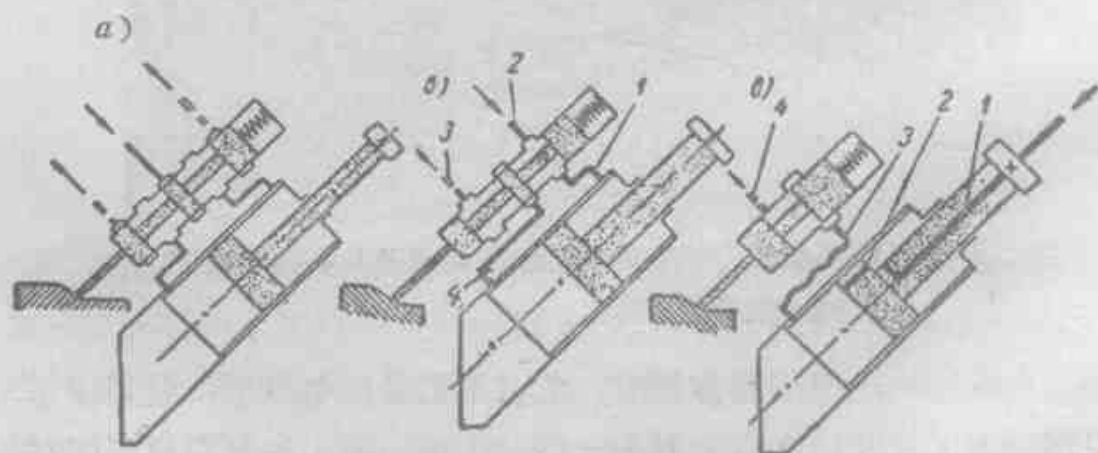


圖 5 液压靠模刀架示意图。

在第一种情况下（圖 5 a），必須精确地保持分流閥四个棱边間的距离。在第二种情况下（圖 5 б），則必須精确地保持分流閥两个棱边間的距离。在第三种情况下（圖 5 в），总共只有一个棱

边参加工作，故它可以任意配置。因此，从工艺观点来看，以第三种方案比较简单。但是，必须指出，按E. M. 哈依莫维奇教授的研究资料（《机器制造业中的自动化》，苏联机械工业出版社1955年出版）得知，最后一种方案在很小的进给量下，会使随动机构的位置不一致，因而使得靠模加工的精确度较低。总的来说第三种方案由于结构简单，仍得到广泛的应用。

为了提高靠模精确度和减少接触器的压力，应用风动-液压、电气-液压以及其他种的随动系统。

例如，在风动-液压随动系统中，由接触器调节的空气压力便是借波纹管来变换液压系统分流阀的位置。

在VDF公司的电子-液压系统中（图6），分流阀的变换是用电磁铁进行的。顶在靠模5上的接触器7控制着接入电子管8栅极线路的继电器6的接触点。栅极又控制着能使电磁铁3动作来的阳极电流。电磁铁3能借杠杆2变换液压系统的分流阀1的位置，而分流阀1则控制着油缸4的液压的进给并移动刀架9。

除了尽力提高靠模刀架的工作精确度之外，还必须指出简化这种刀架结构的趋向。这表现在取消专

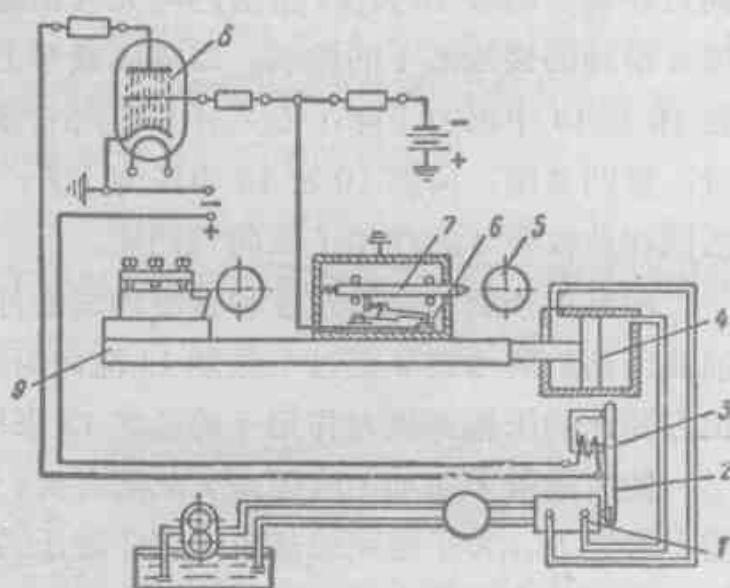


图6 具有电子控制的液压靠模刀架示意图。

门安设液压油泵和油槽的努力方面。为了达到这一目的，对靠模刀架的移动，便使用了风动-液压传动系统（图7）。

刀架的移动是靠压缩空气的压力来实现的。压缩空气沿输送管6进入气缸左腔13。同时压缩空气又经过节流阀4进入右

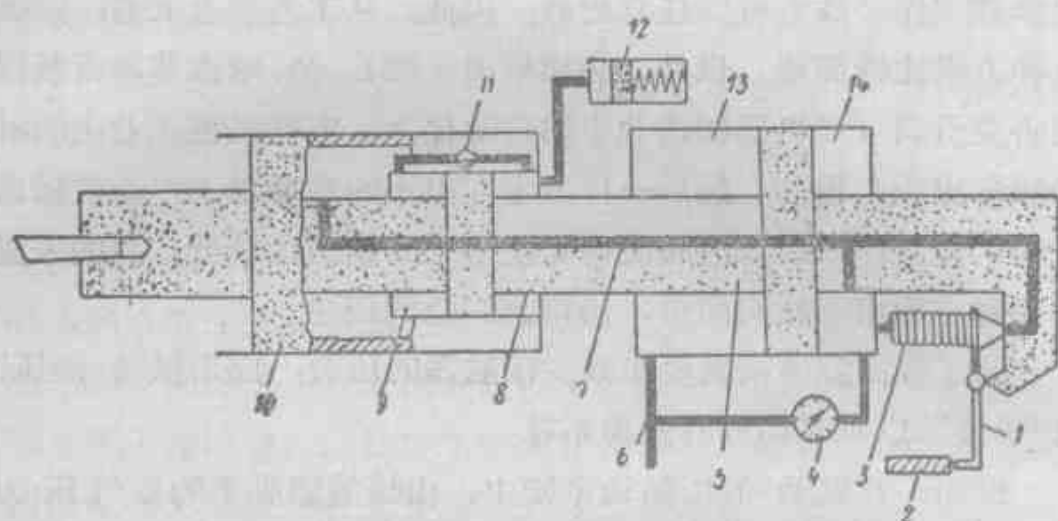


圖7 具有風動-液壓傳動的靠模刀架示意圖。

腔14。右腔14通过空心杆5中的孔7与內腔10相連通。因此，其中直接固定着車刀的空心杆（刀杆）5，便在內腔14及10中的空气压力作用下向前移动，而在內腔13中的空气压力作用下向后移动。內腔10及14借活門与大气相通，而此活門受着沿靠模2滑动的接触器1的控制。当靠模截形上升时，活門打开，內腔10及14中压力下降，而刀杆5便向右移动。当靠模截形下降时，活門关闭，內腔10及14中压力上升，而刀杆便向左移动。活門在波紋管3的作用下压向气門座。

油缸用来調节进給速度和保証均匀的行程。当刀杆运动时，油液由油缸的內腔9通过节流閥11流向內腔8。对油缸的漏油，由在預先的压缩彈簧力作用下的活塞12来补充。

使用液压刀架加工直径差大的零件时，車削小直径的阶段必需多次走刀。为了能完成这道工序，液压刀架添上了一些附加装置。它們能大大簡化加工过程。

液压刀架（圖8）的杆6固定不动。在加工过程中仅刀架本体5移动。在刀架本体的前面部分有刀夹2的滑板1，它在調整时是借手柄3来定位的。液压刀架的位移由分流閥7来控制，分流閥7是从支持在靠模上的接触器9得到运动。轉动杠杆8也能使接触器9移动。轉动杠杆8之后，可以使液压刀架在9接触器

到达靠模之前停止位移。在多次走刀进行車削时，为了使刀架停止在給定的位置上，使用迴轉限动器 11。限动器 11 安装在支臂 12 上。支臂 12 紧固于固定不动的底座上。在工作过程中，将限动器 11 的相应調节螺钉定在水平位置上；在刀架的移动过程中，杆 10 在碰着螺钉时便迴轉杠杆 8，刀架的运动随即停止。

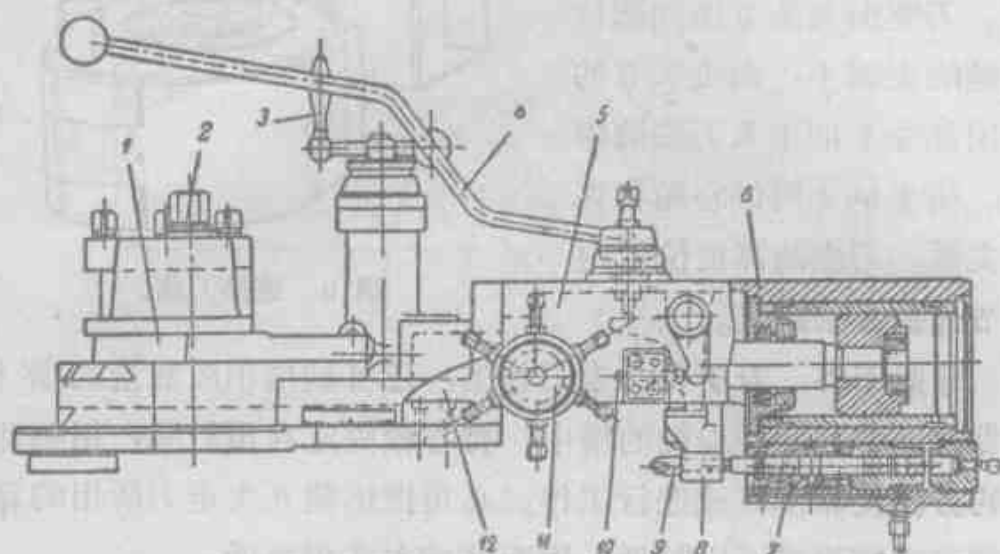


圖8 多次走刀工作的具有迴轉限动器的液压靠模刀架。

使用几个限动螺钉則可完成一系列的預先走刀。

手柄4 是为了手动控制分流閥7 用的。

对于多次走刀加工也可以使用安装在液压刀架上的速換刀座

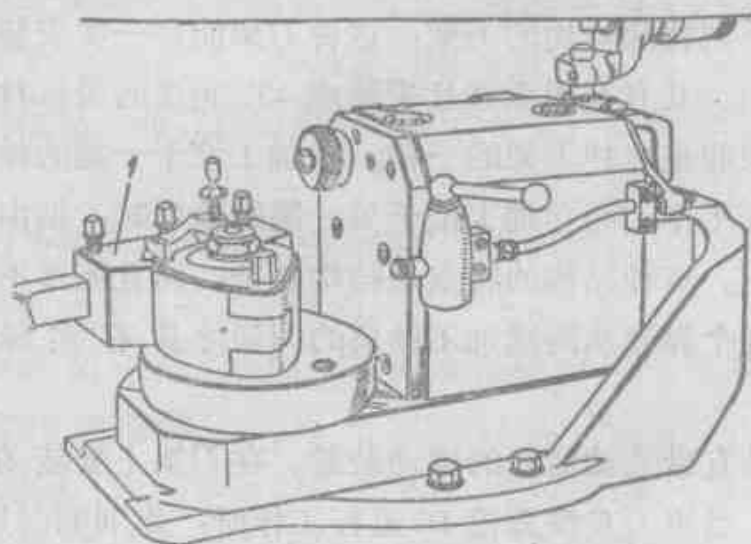


圖9 具有速換車刀刀座的液压靠模刀架。

1 (圖9)。在刀座2 (圖10) 的弧形表面上具有內齒，其上的車刀已預先調整到适当的長度，這種刀座被固定的圓柱齒輪的齒所緊定着。刀座由夾頭5 壓向圓柱齒輪的表面上，而夾頭5 的凸出部分1 則卡入刀座的槽內。借手柄4 用偏心輪將夾頭夾緊。刀座的高度位置由調節螺釘3 來確定。

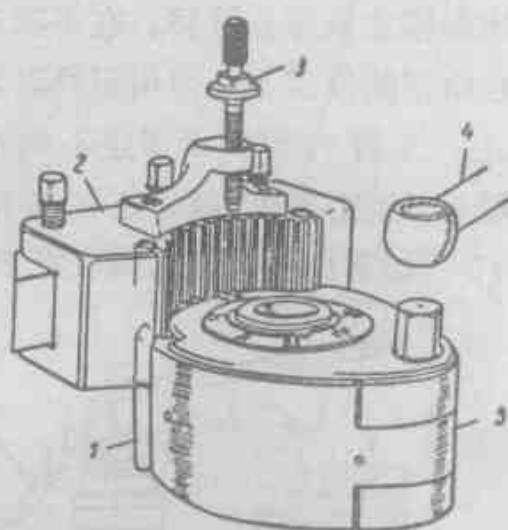


圖10 速換刀座。

除此而外，對於多次走刀加工，還可利用相應數量的靠模，將靠模固定在圓柱心軸的槽中，將心軸固定在頂針間，用轉動心軸的方法使靠模輪流進行工作。必須指出前幾次走刀所用的靠模的製造的精確度可以較低，因而其成本亦相當低。

使用一組靠模進行多次走刀加工時，來用速換刀座也是有利的，因為可以用各種不同的車刀加工不同區域的輪廓。

由於一般結構的液壓刀架只能加工零件一端的垂直端面，而在輪到加工另一端的端面時則要求進行第二次安裝定位，因此則出現了一系列特殊結構的刀架，這種刀架能在一次安裝下從兩端來加工端面。具有互相垂直且安裝成 45° 角度的滑板并具有獨立油缸的刀架即是這種刀架的一種。在加工位於一端的軸肩時，一付滑板進行工作，而在加工位於另一端的軸肩時，則由第二付滑板進行工作。這種結構的特點是結構複雜，而且剛度不高。

能按兩個靠模從兩端加工軸肩的刀架才具有實際的意義 (圖11)。

刀架具有帶差動活塞的傳動裝置。在刀架上安裝有兩把車刀6 及7。當車刀6 按靠模16 進行工作時，車削朝向尾座一端的端面。而朝向車頭一端的端面則加工了成圓錐形的表面。在用