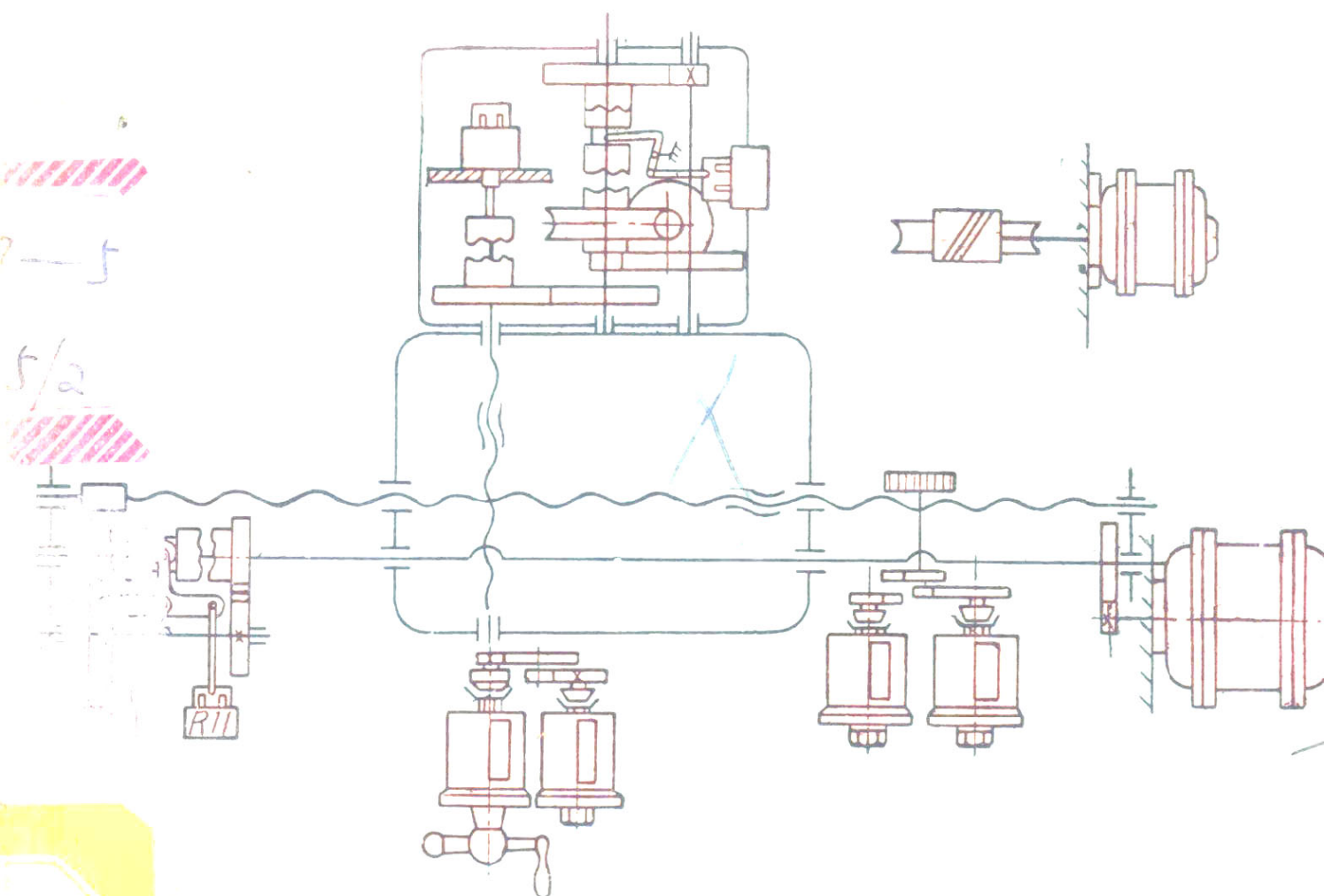
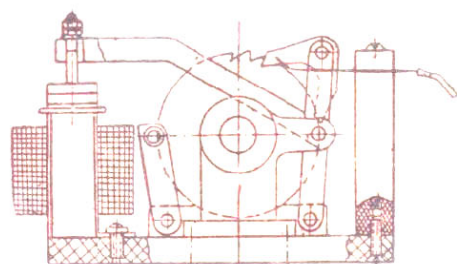


718.328

163

车床自动操纵仪



机械工业出版社

621.94-008

1/16

— 前 言

在偉大社会主义建設的劳动战綫上，我們以主人翁的态度千方百計地不断改进工具和工作方法，为提高劳动生产率而不分晝夜地辛勤劳动，使我們偉大祖国的社会主义建設一日千里地跃进。

不断革新才能不断提高；劳动生产率的迅速提高需要我們对每一个工序进行革新。在机床加工零件的过程中，全部時間主要可分为两部分，一部分是切削時間，另一部分是輔助時間。虽然提高切削用量，如采用高速切削和强力切削，一般說来能够显著地提高劳动生产率，但由于刀具、工件材料性質、机床条件以及操作水平等的限制，这方面的提高常有困难。特別是中小型工厂加工的零件，加工面不太長，依靠提高切削速度，对提高劳动生产率的作用不大。而輔助時間，包括上料、校正、夹紧、进刀、退刀、回程量尺寸、看圖紙、装卸工夹具等等，却在整个零件加工時間中占了很大一部分。必須注意的是在完成这些操作中，机床一直沒有工作。为了进一步了解到底一台机床真正进行切削的時間占一班的百分之几，我們作了較長時間的測定，結果發現每班八小时中，机床开动的時間約为4~6小时（我們是單件生产），而真正切削的時間却还只有它的50%~70%。通过測定，使我們大吃一惊，原来机床利用率只有30%~60%。怎样挖出这个巨大的潜力来提高劳动生产率呢？过去我們的革新常局限于机床的改进和工作方法的改进上，不能徹底地縮短輔助時間，因而小量生产就一直停留在落后的手工操作上。

長期以来，我們工人一直被束縛在机床上进行手工操作，現在，社会主义大生产开辟了自动化的美好远景。在跃进的机械工业战綫上，出現了自动化机床，还将出現自动化工厂，大家贊美并向往这种工厂，因为这就是共产主义形式的劳动。但是，为什

么不能所有工厂都实现自动化呢？这个关系着我们千百万工人从繁重体力劳动中解放出来的大问题，就引起了我的极大的注意，并长期加以考虑。

通过较长期的了解，使我知道要在中小型工厂实现自动化是有很多困难的。但是，我想，难道这种情况一直要等到共产主义社会才能解决吗？这就使我想到了，目前在党的“大、中、小结合，土、洋结合”的方针指导下，机械工业的主要生产任务将由普通机床来完成，而如果能通过现有机床的简单改装，普遍改成自动化，极大地减少辅助时间，提高机床利用率，从而大大地提高劳动生产率，就特别具有现实意义。根据这种想法，我就摸索着进行改装，结果就改成了这里要向同志们介绍的车床自动操縱仪。

这自动操縱仪是很简单的，它是利用车床的运动来记录加工的距离，通过电气部分来实现终点行程的控制和工序自动转换，从而代替手工操作。几个月的实际应用证明，在加工精度和自动化的可靠性方面胜过了手工操作。由于在简单机床上用“土”办法实现了自动化[●]，就为中小批生产的工厂及单件生产的工厂开辟了一条简便的自动化道路。这种自动操縱仪的原理，还可以运用到刨床、铣床、磨床等机床上。如果普遍将机床改装成自动化的，我们就可以实行多机床管理，并且能从繁重的体力劳动中解放出来，因而就有足够的时间来研究技术，如提高切削用量等，这样我们工人的智慧就能更充分地发挥，劳动生产率将可能几倍、几十倍地提高。

同志们，由于这自动操縱仪还只是机床自动化的一个开端，所以我只抱着一个愿望，就是互相学习，因此我愿意热情地把这自动操縱仪介绍给同志们，相信你们会在很短的时间内，创造出各式各样的适用于各种机床的自动操縱仪。我想，保守思想还会是推广与应用这种新技术的主要斗争对象，我愿意和同志们一道，

● 整套自动操縱仪的成本为150~200元；为实现工序自动化必须进行的机床改装费为250~500元。

在党的领导下，冲破各种阻碍共同前进。

二 装有自动操縱仪的車床工作概况

装有自动操縱仪的車床仍和普通車床一样加工零件，不同点是，普通車床的刀具切削运动（大、小拖板的移动）是由人工亲控制的，即由手工来接上或脱开；在加工零件的过程中，我們不断地用手摇动手柄来对准刀具和工件的位置，并且是反复地、循环地进行，一直加工到零件的最終尺寸。而以后每个零件又一次一次地照第一个零件重复操作。而自动操縱仪却是采用一些机械和电气結合的方式，增加了行程控制器等輔助設備，来自动地控制刀具切削的运动尺寸，自动地接上或脱开，反复地、循环地自动进行，直到加工成零件的最終尺寸。它只要作一次控制校正，以后就可以完全按照加工要求自动进行加工了。这样就代替了手工操作，大大地減輕了劳动强度和提高了劳动生产率。

大家知道，車床加工零件时刀具的运动，是由大拖板和小拖板縱向地左右移动和橫向地进退等四个方向的运动組成的。同时，車床只有慢速走刀运动。自动操縱时，增加了快速空行程运动，而全部动作都是由电气来控制的。这样，我們只要控制八个程序，就是四个方向的慢速切削运动和四个方向的快速空行程运动。

自动操縱时，进刀工作行程与普通車床一样，仍由送进箱36（如图1）将旋轉运动傳遞給光杆25来实现。但在送进箱36的右侧，加了一套傳动机构；其中，有互相啮合的齿輪 z_9 和 z_{10} 、 z_{11} 和 z_{12} 与 z_{13} ；还有爪形离合器31；电磁鉄 R_{10} 、 R_{11} 。当爪形离合器31不工作时，它因彈簧的作用而脱开齿輪 z_9 或齿輪 z_{13} ，就使光杆25和送进箱36脱开。而当电磁鉄 R_{10} 、 R_{11} 动作时，就使爪形离合器31与齿輪 z_9 或 z_{13} 相咬合，送进箱的运动就傳遞給光杆25，从而得到左右两个方向的进刀运动。

在床身后部，装有电动机 M_2 ，电动机軸上装有齿輪 z_7 ，与光杆25上的齿輪 z_8 啮合，将电动机的旋轉运动傳遞給光杆25，这

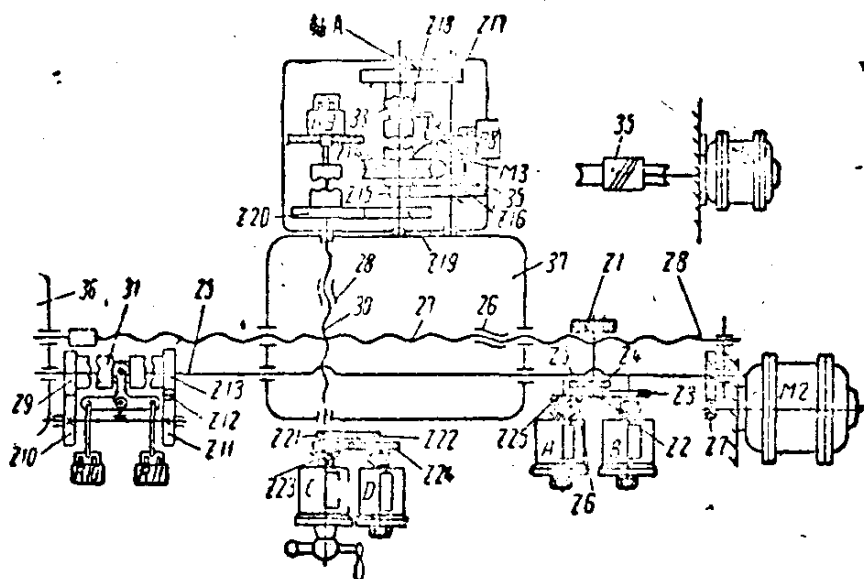


圖 1

样就可带动大拖板 37 作纵向快速移动。大拖板移动的方向决定于电动机 M_2 的旋转方向。大拖板作纵向快速移动时, 电磁铁 R_{10} 、 R_{11} 不允许工作。

横向进刀部分也加了一套传动机构, 丝杆 30 的旋转运动由推斥式电动机 M_3 传来。电动机 M_3 的迴转运动经蜗杆 35 传给蜗轮 z_{14} , 蜗轮带动齿轮 z_{15} 旋转, 齿轮 z_{15} 再带动齿轮 z_{16} 旋转, 并经过轴而将旋转运动传给齿轮 z_{17} 和齿轮 z_{18} 。当爪形离合器 33 分别与蜗轮 z_{14} 或齿轮 z_{18} 上的离合器结合时, 就使轴 A 得到快速或慢速的转动。但应注意, 爪形离合器 33 由于弹簧的作用, 经常与齿轮 z_{18} 结合, 而使轴 A 慢速转动, 以得到进刀行程, 但当电磁铁 R_9 接通时, 爪形离合器 33 就和蜗轮 z_{14} 结合, 而得到快速行程。轴 A 带动齿轮 z_{19} 和齿轮 z_{20} 转动, 在电磁铁 R_9 的作用下, 使爪形离合器 34 与齿轮 z_{20} 上的离合器结合, 而带动丝杆 30 转动。利用电磁铁 R_9 的目的, 是减少惯性系统的影响, 使爪形离合器 34 依靠弹簧的速度很快地和齿轮 z_{20} 脱开, 从而保证精度。横向刀架的移动方向由电动机 M_3 的旋转方向决定。

当选择吃刀量时, 可由调压变压器来控制电动机 M_3 , 从而得到无级走刀量 (根据具体情况不一定要变速, 因此也可用三相电

动机)。整个車床上的改装就是这些，但这些改装的八个程序，只能通过电的作用接上或脱开，而在什么地点接上或脱开就不能控制，这就要靠自动操縱仪来控制了。

三 自动操縱仪的原理和结构

操縱仪主要由两部分組成：一是鼓形行程控制器，即圖 1 中安装在拖板箱上的 A、B、C、D 二組，它用来自动控制車床的縱橫运动的終点尺寸，并發出終点訊号；二是鼓形程序控制器，在鼓上装有穿孔卡片，能按程序自动地分配加工零件所需的进刀、切削、退刀、回程和尺寸的选择，它在行程控制器發出終点訊号时自动地接上下一程序。现在分別将这两部分叙述如下：

(一) 鼓形行程終点控制器的安装、结构及工作原理：

1) 安装：鼓形行程控制器共有 A、B、C、D 四个，組成拖板縱橫移动的終点控制机构。拖板的縱向移动是由 A、B 两个控制器控制的，它們装在車床大拖板 37 上，由齿輪与車床上的齿条結合（參看圖 1）。

当拖板 37 移动时，由于齿輪在齿条上滚动而得到旋轉运动。鼓 A 的旋轉运动由 $z_1 \rightarrow z_4 \rightarrow z_5 \rightarrow z_6 \rightarrow z_{25}$ 而得到；鼓 B 的旋轉运动由 $z_1 \rightarrow z_2 \rightarrow z_3$ 而得到。鼓 A 进行快速旋轉，当拖板移动 10 公厘时，它旋轉一周；鼓 B 进行慢速旋轉，当拖板移动 500 公厘时，它旋轉一周。二鼓的旋轉比为： $\frac{A}{B} = \frac{10}{500} = \frac{1}{50}$ 。

控制刀架橫向位移的是 C、D 两个控制器，它們安装在絲杆 30 上。鼓 C 与絲杆同步旋轉，当螺母 28 移动 2.5 公厘（由絲杆牙距决定）时，它旋轉一周；鼓 D 的旋轉运动，由 $z_{21} \rightarrow z_{22} \rightarrow z_{23} \rightarrow z_{24}$ 而得到，当螺母 28 移动 125 公厘时，它旋轉一周。这二鼓的旋轉比为： $\frac{C}{D} = \frac{2.5}{125} = \frac{1}{50}$ 。

2) 行程控制器的结构：行程控制器的结构如圖 2 所示，主要由壳 1、旋轉分度杯 6、軸 19、軸承盖 7、滾珠軸承 20 等組成。当拖板移动时，經齿輪傳动而使軸 19 旋轉，并帶动分度杯

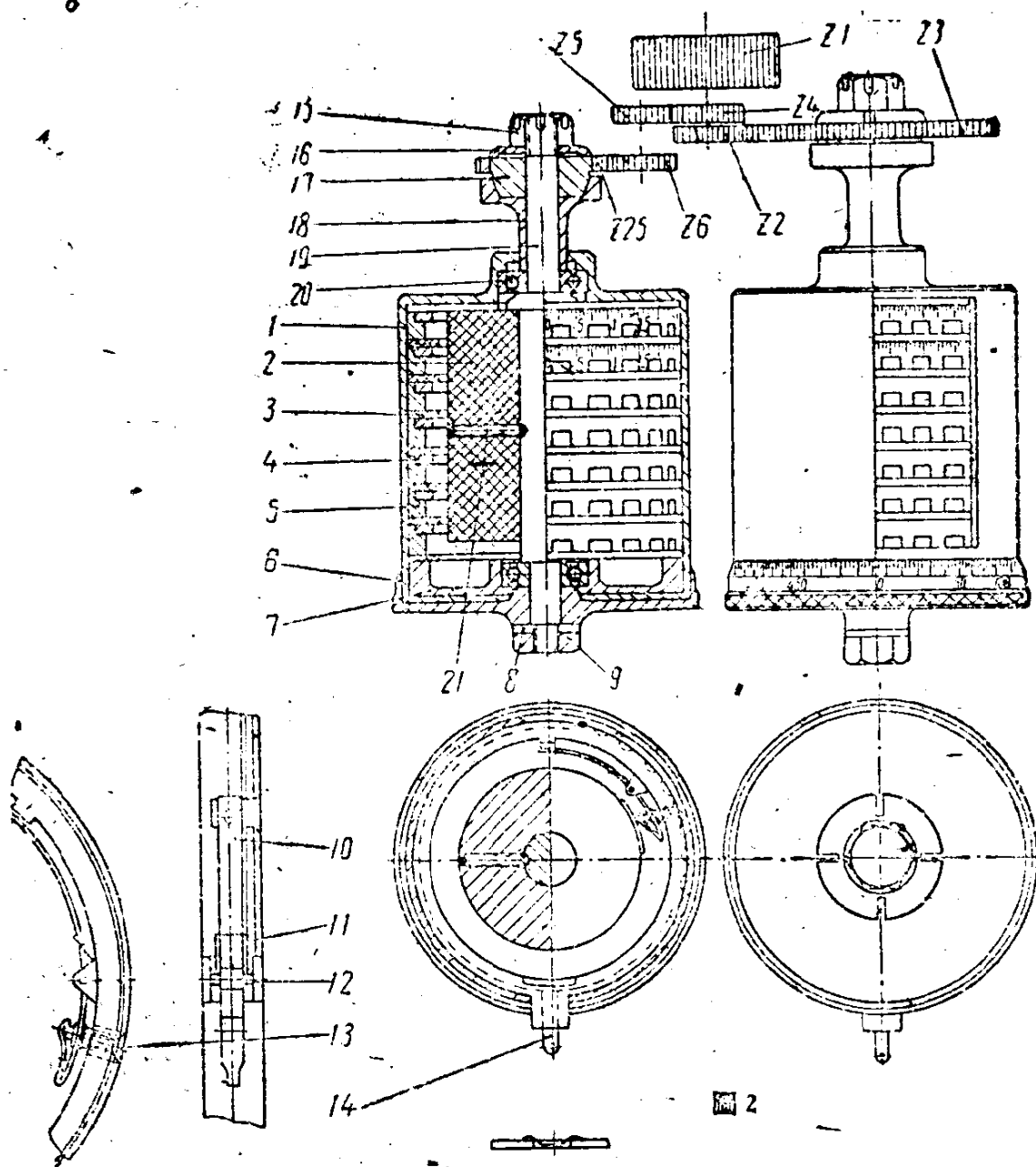


圖 2 的零件表

件号	名 称	材 料	件数	件号	名 称	材 料	件数
1	壳	硬铝	3	12	小轴	黄铜	28
2	凸輪	胶木	3	13	零位調整螺釘	黄銅	28
3	隔离片	胶木	28	14	滑动接触片	磷青銅	28
4	滑环	黄銅	28	15	螺帽	黄銅	3
5	操縱环	黄銅	28	16	彈簧垫圈	磷青銅	3
6	分度环	黄銅	3	17	齒輪	青銅	3
7	軸承架	硬铝	3	18	摩擦接合子	碳鋼	3
8	垫圈	黄銅	3	19	主軸	中碳鋼	3
9	螺帽	黄銅	3	20	滾珠軸承	SKF-E8	6
10	小打杆	磷青銅皮	28	21	螺釘	軟鋼	1
11	压紧彈簧	鋼絲	28				

6 旋轉，这样，就利用分度杯 6 表面刻度直接記錄了行程的实际尺寸。5 是操縱环，由七个組成一組（环的多少可根据实际需要而变动），由軸承盖 7 压住，使它剛好能滑动。4 是滑环，用塑料絕緣体将它和操縱环胶合为一体。操縱环 5 的外表面和普通刻度盘一样，刻有度数。在环 4 的内表面，装有終点开关 10。这开关是繞小軸 12 摆动的杠杆式开关。工作时，由于凸輪 2 的旋轉而压住开关 10 的尾部，使开关脫开。环与环之間，用胶木隔离片 3 絕緣。在隔离片的下端装有滑动接触片 14 与滑环 4 彈性接触。电綫就焊在 14 的下端。开关的另一端由壳 1 經車床接地。同时为了調整环 5 时不致使它們之間相互影响，胶木隔离片 4 的下端做成銷形与壳 1 配合。用磨擦結合子 18 来傳动軸 19，以便凸輪 2 作刀架零位的調整。开槽螺帽 15 用来調整彈性垫圈 16 对摩擦結合子 18 的压力，使摩擦結合子 18 保持一定的傳遞力矩。凸輪 2 是胶木做成的圓筒，它的外表面装有一条 1.5 公厘厚的銅皮，作凸輪的凸出部分。这凸輪用螺釘 21 紧固在軸 19 上。为了提高轉动精度，軸 19 两端的軸承采用 SKF-E8 滾珠軸承。

3) 工作原理：在自动操縱时，只須撥动操縱环 5 至所須尺寸（因环 5 表面刻度与拖板位移成正比），操縱环 5 移动一个角度后，就帶着終点开关一道轉一个角度。当拖板移动到所需尺寸时，凸輪 2 就轉过同一角度而使終点开关脫开。这样便完成了一个尺寸的終点控制。

每組由 2 个控制器組成（为什么要 2 个，在后面將詳細說明），总共有 7 对环 5，每一对环控制一个尺寸（装在大拖板上的控制器控制縱向运动尺寸，装在絲杆 30 上的則控制橫向运动的尺寸），在前一对环工作完畢后，經程序控制器自动接至第二对环，得到所需的行程方向，第三次循环由第三对环工作……等。

（二）程序控制器的結構和工作原因。

1) 程序控制器的結構如圖 3 所示。用木制一圓筒，中間穿一根軸，外面包一層銅皮，銅皮分两段，一段是用于行程控制器

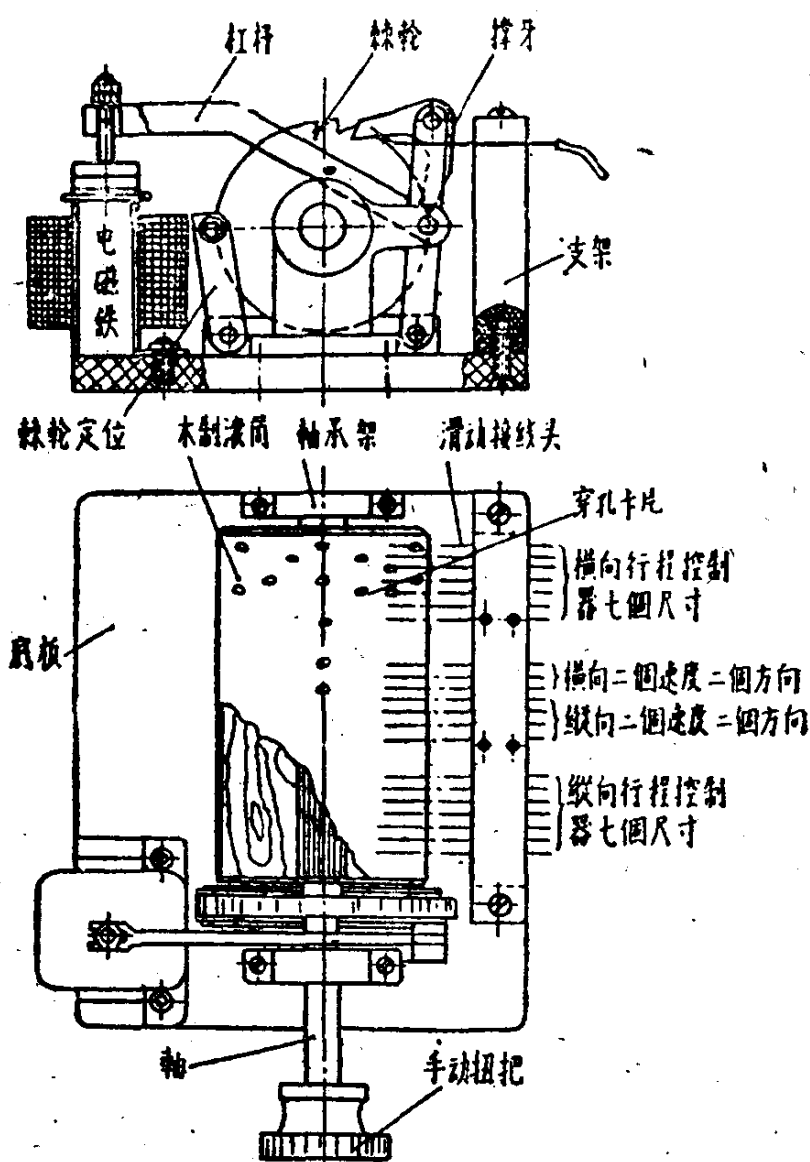


圖 3

A、B 来控制縱向位移；另一段用于行程控制器 C、D 来控制橫向立移（應該注意，若弄錯了，就使縱向控制器控制橫向运动，将造成事故）。銅皮用銅釘釘牢。圓筒兩端用軸承架支持，并裝在胶木底板上。滑动接綫头安装在胶木支架上，彈性地压在圓筒銅皮上。在圓筒外包上一帶孔紙（叫穿孔卡片），使滑动接綫头和銅皮只有在剛好有孔的位置接通时才进行工作。

2) 程序控制器的运动由电磁铁在得到終点訊号后，通过杠杆、撐牙、棘輪等的作用而自动地給进一位。从而使穿孔卡片的孔位移动一位，而滑动接綫头就按新的孔位分別接通新的程序。

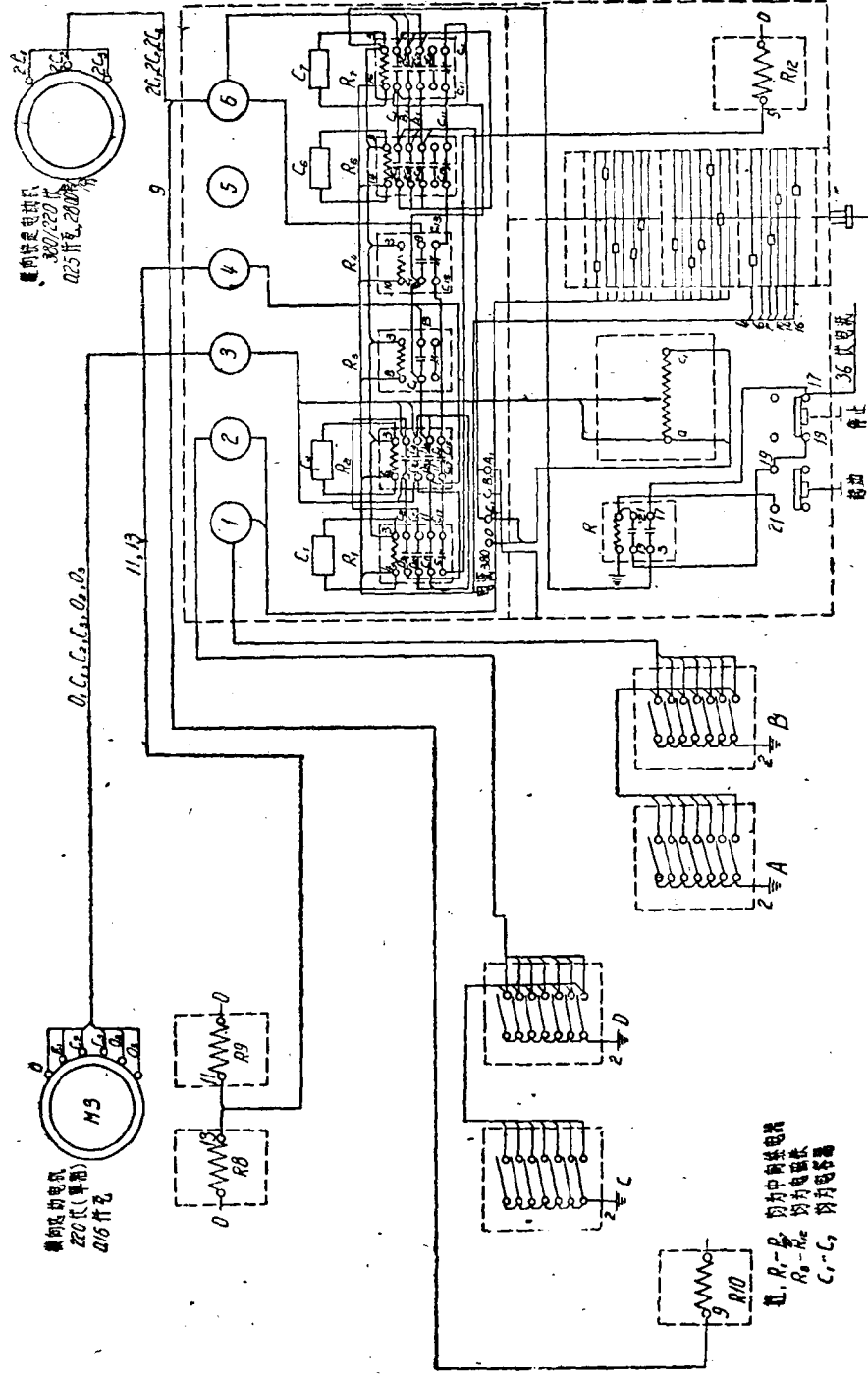


圖 4 中間繼電器的任務:

R_1 —縱向前進 M_3 , R_2 —縱向后退 M_3 , R_3 —縱向快速 R_6 ; R_4 —縱向左切行程 R_{10} ; R_5 —縱向右切行程 R_{11} ; R_6 —縱向左向快速運動 M_2 ; R_7 —縱向右向快速運動 M_2 ; 全部中間繼電器為 36V, 触点 5A~10A, 線圈電流 0.013A; R_{12} —操縱儀中程序自動轉換 220V, 磁力 1 公斤; R_9 —為防止小慣性影響; $R_8, 9, 10, 11$ —為 220V (或 36V), 磁力為 3 公斤或 5 公斤 (按机床切削速度力決定); M_2 —縱向快速運動電動機 380V, 250W, 2800 轉/分 (三相機); M_3 —橫向運動電動機 (單相 220V, 160W, 6000 轉/分, 推斥式)。

手动扭把只有在調整和控制器还原时用。

四 自动操縱的电器原理

为了得到零件加工所需的自动循环，必須使电磁鉄 R_8 、 R_9 、 R_{10} 、 R_{11} 及电动机 M_2 、 M_3 按所需的次序接上或脫开，以得到所需的縱向及橫向的切削进刀行程和快速移动。这些，都是由中間繼电器 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 控制的；而接上中間繼电器的命令是由程序控制器經穿孔卡片来实现的，到达預定終点脫开电路的命令則由行程控制器执行。

自动操縱的电气原理如圖 4 所示，圖中可以看出电气部分为两部分，一部分是 380V 和 220V 的由中間繼电器操作的工作系統，这部分圖中注解已有說明，这里从略。

第二部分是控制系統，电路是这样的，行程控制器 A 、 B 、 C 、 D 的一端由車床接地，它們双双并联合成 14 个滑动接綫头，分別与程序控制器接触。另一端是中間繼电器，它們的滑动接綫头也和程序控制器接触，經 R_0 触点控制接通 36 V 电源。从 36 V 电源經中間繼电器，并經程序控制器再由行程控制器的开关接地就构成了控制系統。它們的工作情形如下：行程控制器縱橫各有七对开关，表示可以控制縱橫各 7 个尺寸，而这些尺寸是根据工序来选择的。因为这些滑动接綫头被穿孔卡片控制着，只有当穿孔卡片上的孔恰好使行程控制器和中間繼电器同时接通时，电流才能通过，这样中間繼电器便接上工作，拖板就移动，从而行程控制器就轉动进行控制。当行程至預定終点时，凸輪 2 就压在开关尾部，使电流切断，这时中間繼电器还原，这样便完成了一个尺寸的控制。但这还只是一种自动停刀的作用，如何使它自动接上下一个程序呢？这并不困难，只要使穿孔卡片移动一个位置，就可以使滑动接綫头接通新的程序。而完成这一移动是通过程序控制器的电磁鉄 R_{12} 和棘輪机构来实现的。

在工作系統中，可以看到， R_{12} 是由 R_1 、 R_2 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 常

閉触点串联控制的，只要完成任何一个程序，它們就使 R_{12} 开閉一次，这样便移动一个位置，使下一程序自动进行。所以利用自动操縱仪进行加工时，只需把 R_0 接通就行了，所有零件切削的循环和尺寸的选择，全部利用穿孔卡片上孔的位置来按程序接通电路，以完成各种零件的自动加工。

五 自动操縱仪的控制和修整

(一) 控制：自动操縱仪的控制包括预选尺寸和校正刀具与工件的位置。

首先预选尺寸；假定我們要加工一个零件，它的外徑为 55.5 公厘、長为 117.5 公厘，首先将 D 鼓的第一环撥至 55.5 公厘上(实际上 D 鼓的环为 1 公厘 1 格，讀数很粗，确定不了正确的 0.5 位置，但只需大概就行了)，再将 C 鼓的第一环撥至 0.5 公厘上；将 B 鼓的第一环撥至 117.5 公厘(B 鼓的环为 2 公厘 1 格，只要大概就行了)，再将 A 鼓的第一环撥至 7.5 公厘处。为了控制退刀，必須 C 、 D 二鼓的第七环撥至大于 55.5 以上的尺寸，又为了控制回程，将 A 、 B 二鼓的第七环撥至零位上。如有更多的台阶，則需根据圖紙要求将第二、三、四、五、六环分別控制第二、三、四、五、六的进刀深度和切削長度。为了节省环，退刀和回程共同使用第七对环，这样在实用时虽然多走了一些空行程，但并不会影响輔助時間过多增加，如上述例子的自动操縱輔助時間只需 5 秒左右。我們撥好的环还不能进行自动操縱，还必须校正刀具与工件的位置即确定起点。这工作是这样进行的，首先将刀具对准工件(手工操作)切出端面，就定它为縱向起点，把 A 、 B 組的分度杯 6 校对于零位上(实际上是校正凸輪 2 于零位)；再切出一个大于 55.5 的任意尺寸，經測量后若得 56.72，則将 C 、 D 鼓的分度杯 6 也拨至 56.72 上。就这样确定了起点。而朝什么方向进行加工則决定于程序控制的穿孔卡片，当然我們采用框形的循环方案。这样，我們把控制、校正、選擇方案全部工作完畢，就可开始按电扭起動

进行自动加工了。

实际工作到底是怎样完成的呢？为什么要用两个环开关——粗——細的控制呢？这里就来回答这个问题。首先由C、D鼓的第一对并联控制横向进刀尺寸；在未到終点前，C鼓的环只要經過65.5、60.5时就关闭电路一次，但因为D鼓的开关还未关掉电路，工作繼續进行；在到达55.5前2公厘左右，D鼓第一环的开关就关掉了（开关关闭电路的区域，校正在零位的两边），但是C鼓尚接通电路，工作仍然进行着，一直到C鼓又轉到0.5时，就以極精确的位置使中間繼电器断电（C組开关关闭电路的区域，校正在零位的一边），这时 R_9 和 M_3 关掉，同时依靠中間繼电器的常閉触点便接通 R_{12} ，使程序控制器轉移穿孔卡片到一个新位置，这样便接上第二个程序， R_{10} 使爪形离合器接上送刀箱36，光杆25就轉动而进行縱向切削。当刀架移到7.5、17.5……107.5，A鼓的第一环开关进行了11次无負荷的“工作”，因为B鼓的第一环开关还未到終点，因此工作还在繼續进行，当A鼓又一次轉至7.5时（那时正好117.5）关掉了終点开关，这时两个开关在同一区間关闭电路，又使縱向切削停止；同时，中間繼电器常閉触点接上程序控制器 R_{12} ，这时，穿孔卡片又移动一个位置，接上第三程序。当退刀到大于55.5以上（这个尺寸是任意确定的）便完成了退刀控制，即完成了第三个程序。同样，第四程序接上回程，重新到起点原地，这样便作了一次循环（如图5）。

采用并联电路来控制，是在于克服缺点，因A鼓刻度精密，可正确控制尺寸，但它行程非常短（只控制10公厘）；而B鼓虽能满足加工長度的要求（控制500公厘），但精度太低（2公厘1格），因此我們利用并联电路，以克服这些缺点。依靠这几种控制原理，就可以極精确地控制尺寸。

（二）修整：自动加工中的修整措施，这里是每对开关采用零位調整螺釘校准在同一零位上，消除在制造过程中环与环之間的誤差（以后就不要再动了）。但在实际加工时，个别尺寸也仍会

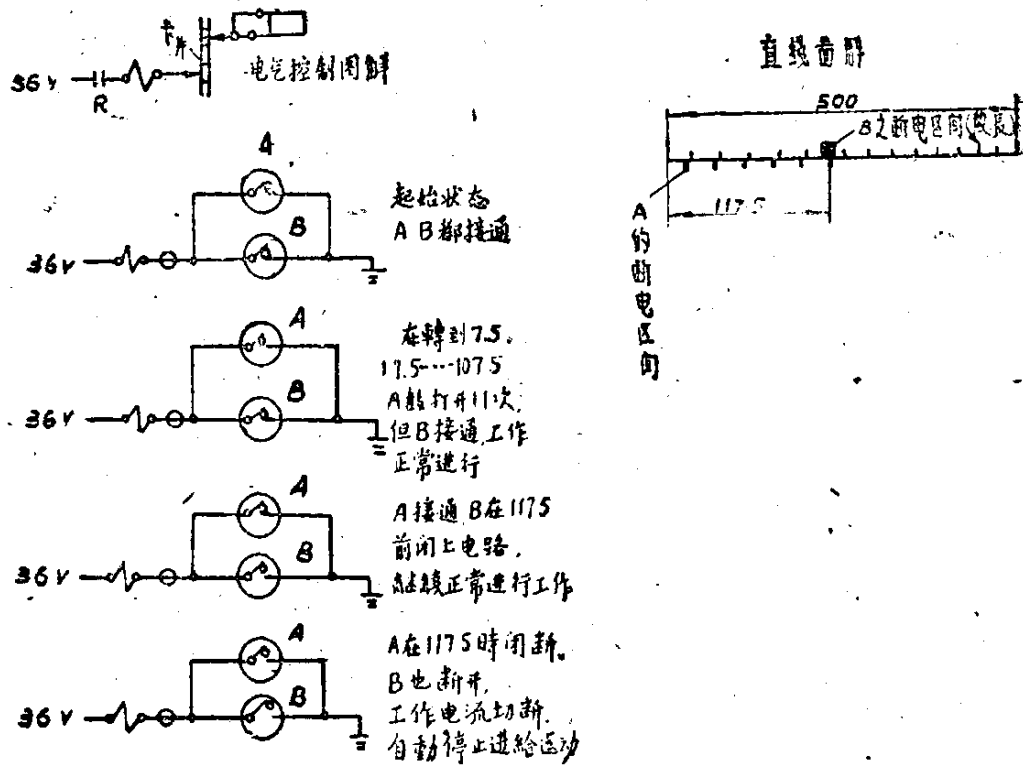


圖 5

产生误差 (这种误差是指超过了仪器本身所能达到的精度以外的数字), 则可将某环 5 修正至所需位置, 如果每个尺寸都产生同一误差时, 则由分度杯 6 将凸轮 2 修整一角度 (因为最后傳遞至凸轮为转动摩擦式的)。产生上述误差的原因, 前一种为机械制造精度不高 (如螺杆、齿轮、离合器等引起距离不均匀误差), 后一种则由于运动惯性和阻力变化, 刀具磨损, 和控制不精确引起的。不过主要还是后一种, 但是, 自动控制的精度更主要的是由车床本身的精度及车床改装的精度来决定。

六 自动操縱零件的典型例子

圖 6 和圖 7 是一些典型零件 (軸和軸类零件、螺絲、特殊零件), 圖上的粗綫表示进刀切削的路綫。根据这些路綫可以找出零件加工时刀架运动的基本循环方法 (如圖 8 所示)。

用自动操縱来控制加工, 是根据零件的类型所确定的循环方法事先編好穿孔卡片, 再由程序控制器来移动卡片分配电路, 并

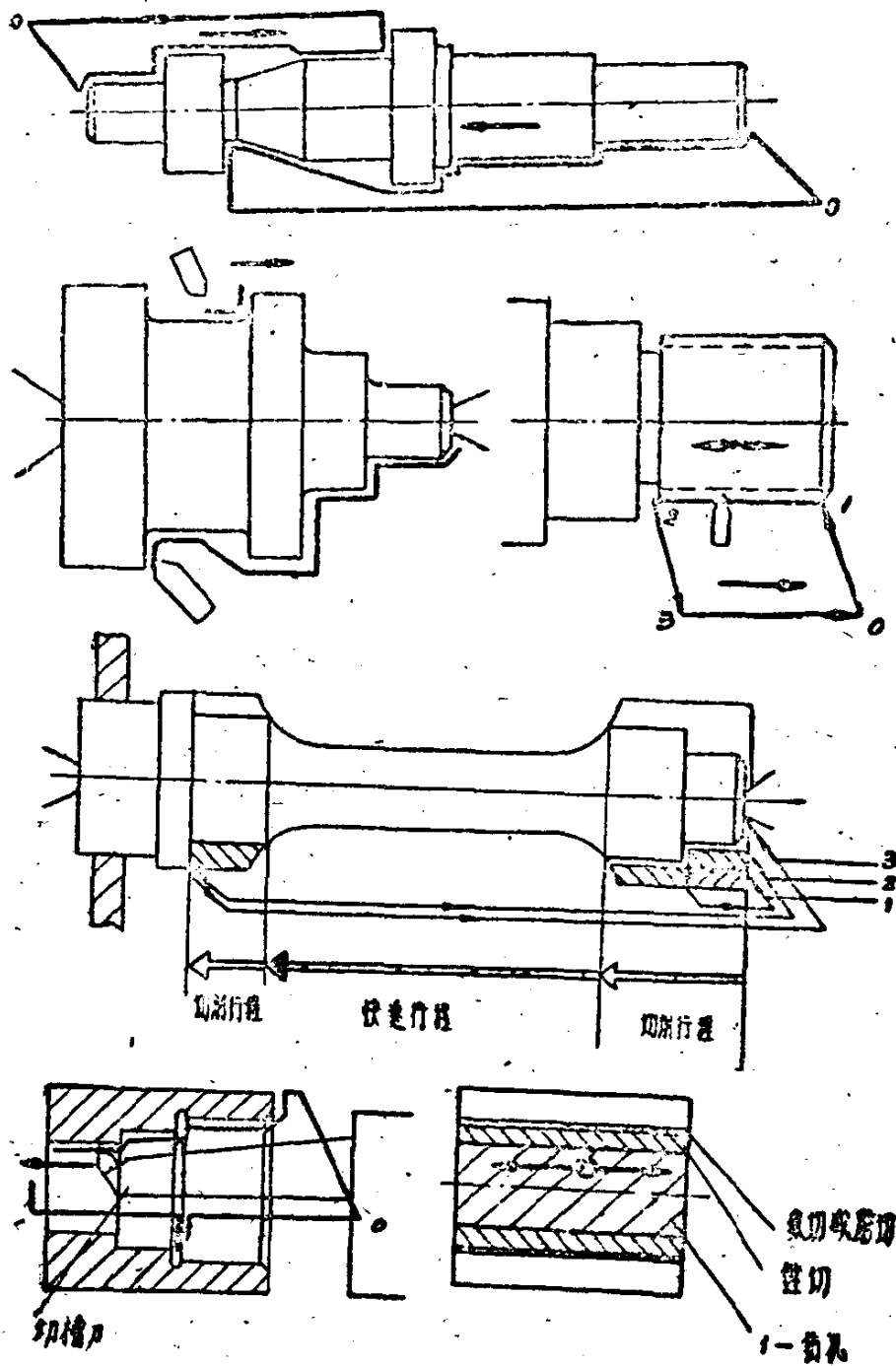


圖 6

由行程控制器进行終点控制以断閉电路，来完成一个程序；并自动开始新的程序，并多次地循环，而加工到零件的最終尺寸。为了避免空行程（非切削行程）的时间損失，应当采用快速行程。

由于穿孔卡片只决定加工零件的循环路綫，即包括行程的方向和速度（和行程的距离无关），因此，同一类型的零件（不管它

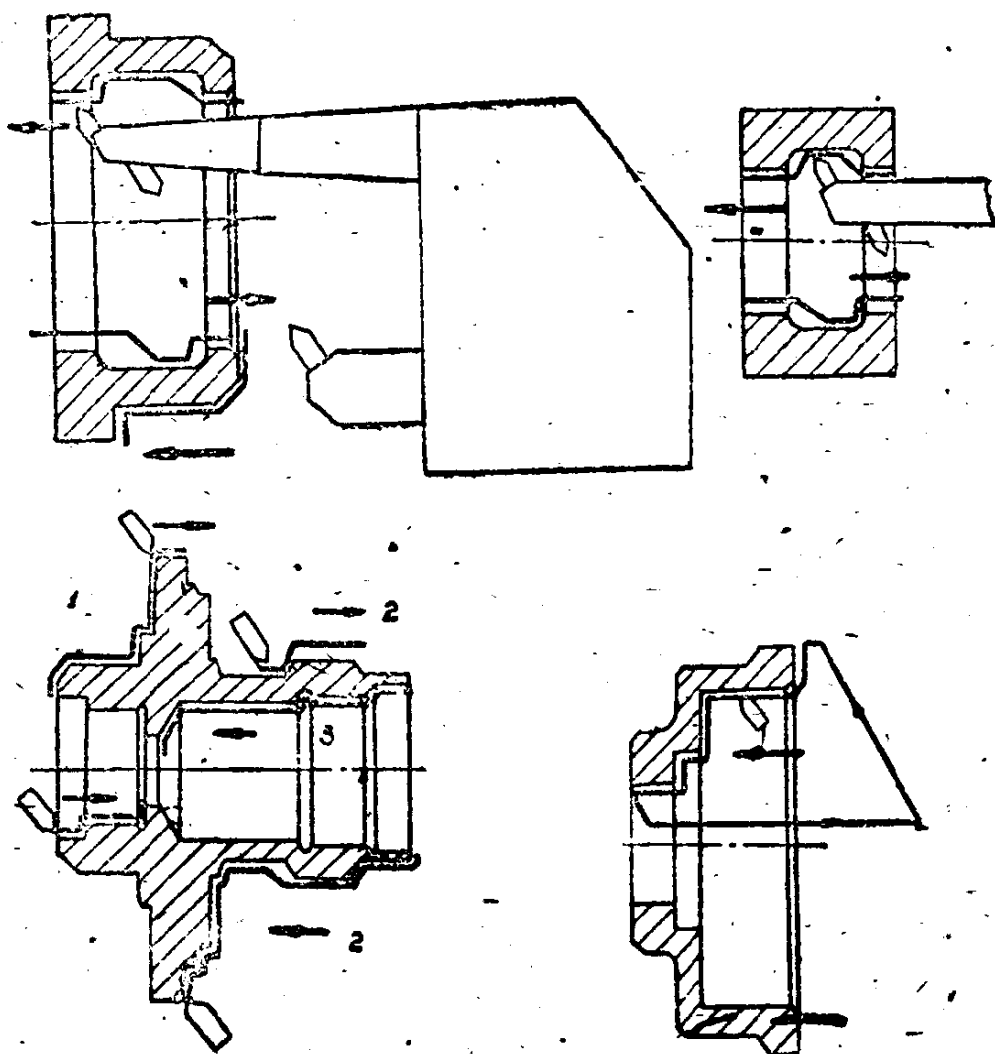


圖 7

的大小和長短), 都可採用一張卡片 (如軸類零件就只需一張卡片), 這樣我們在編排卡片時, 所花的時間就很少。加工零件確定後 (即選定了卡片後), 零件的外徑大小和軸的長短可以任意修改校正。

此外, 採用程序自動轉換和空行程快速運動, 就使加工在極合理想的情況下進行。

為了進一步掌握自動操縱儀, 還必須掌握編制穿孔卡片的技术。現在舉例說明如下 (如圖 9):

I. 第一次循環: 1) 橫向進刀; 2) 縱向進刀切削; 3) 橫縱合成退刀及回程。控制: 由橫向第一對環擔負進刀, 縱向第一對環