

哈爾濱工業大學

學生科學研究報告選集

(機械部分)

慶祝國慶十週年

1959

目 录

程序控制車床.....	机制专业程序控制車床小組 (1)
設計专用机床传动用跳跃式几何級数.....	机制专业跳跃式几何級数小組 (20)
液压随动系統設計計算.....	机制专业 薛德鈞 (30)
磨削質量积极控制問題的研究.....	机制专业 魯明山、楊长庚、顧玉梅 (40)
气动車削三向測力仪.....	机制专业測力仪小組 (47)
探討超声波对鍋爐鋼过热組織的影响.....	金相专业超声波小組 (55)
不銹鋼的氧熔剂切割.....	鐸接专业 周紹仁 (61)
10 吨模鍛錘上曲軸鍛造机械設備	
鍛压专业 54—2 班任培深、楊煜生、張振吉、刘茂江、張湛基	(68)

程序控制車床

机器制造专业程序控制車床小組

序 言

本設計是根据党的教育与生产劳动相结合的方針，在与生产单位——松江电机厂的合作下，把生产实际中提出的問題作为毕业設計中的科研題目，其目的是想將該項研究推荐于生产，使程序控制車床真正地在单件小批生产的自动化中具有实际应用的價值。

本項研究工作是在年大跃进中我校已試制成功的紙帶式程序控制車床的經驗基础上进行的，主要为改裝設計 C 620 R 型車床为程序控制車床，以供加工电机阶梯軸使用，作为从試驗走向生产的第一步。

根据以往的經驗，程序控制車床能真正的应用于生产。其主要关键之一为精度問題，而這個問題又是与生产率紧密地联系着的。为了解决这个关键問題，我們首先进行了加工对象的工艺分析，并着重地对 S—28 紙帶式程序控制車床进行了詳細的研究，設計了新的程序控制綫路。創造性地运用了电子数学计算机中的計算单元——触发器作为信号存儲及比較的一环，并改进了指令裝置及反鎖系統，从而解决了影响精度的一系列問題，而且也使生产率比过去那台 S—28 紙帶式程序控制車床有显著的提高。

(一)、加工對象及其工藝分析

加工对象为工厂所提出的以电机軸为主，从三号軸到九号軸，加工直徑由 20 毫米到 100 毫米，軸的长度由 240 毫米到 900 毫米左右，其形状、尺寸精度及光洁度，如图 1 所示。（因 9 号軸具有代表性質，故作为典型例子分析）

該厂現行工艺过程如下：

1. 下料，打頂尖孔。
2. 一次車——拉着，車出 $\phi 100.7_{-0.3}^{-0.1}$ 的外圓。
3. 二次車——車一头，保證 m_4 公差，倒稜。
4. 三次車——車另一头，保證 $m_4 \cdot \sqrt{2}a$ 公差，倒稜，切槽。
5. 磨外圓——保證 H 公差，
6. 銑中部及端部鍵槽。

該厂使用的生产装备及生产情况如下：

車床——C 620 在頂尖上加工，用轉動方刀架进行不同工步加工。

刀具——T 5 K 10 90° 外圓偏刀（車外圓及車阶台）；45° 外圓車刀（倒稜）；切槽刀。

切削用量： $n=350$ 轉/分； $s=0.5$ 毫米/轉； $f=2.5$ 毫米/轉。

工时定額：30 分鐘。

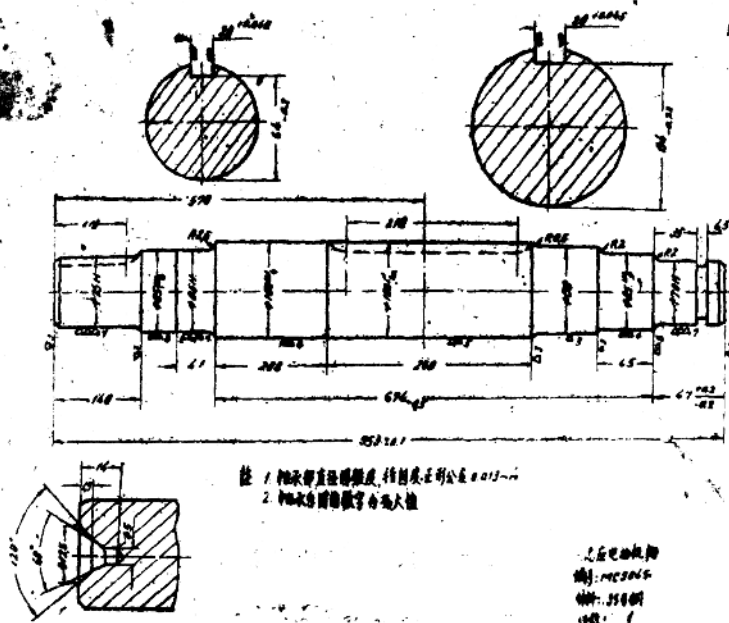


图 1

以車一端为例, 其加工过程简图如 2 图所示。

经过分析, 确定将来在程序控制車床上加工的工序及整个的加工工艺过程如下:

1. 下料, 打頂尖孔, ——在普通車床上进行;
2. 一次車——車一头, 保証 mm 公差, 及倒稜; (在程序控制車床上进行)
3. 二次車——車另一头, 保証 mm 公差, 同时切槽、倒稜; (在程序控制車床上进行)
4. 磨外圓;
5. 銑鍵槽。

这样安排, 主要是在于使机床的改装及控制系統的结构尽量简单实用, 在滿足加工要求的基础上, 不使生产率有所影响。

根据上述工艺分析, 及将来加工工艺方案所定的内容, 我們改装設計的基本考虑如下:

1. 控制系統、操縱机构、及改装后的机床执行机构, 能按指令裝置上的程序自动地完成下列各种动作:

- i 启动,
- ii 停車,
- iii 縱向进刀,
- iv 橫向进刀,
- v 快速电机的正轉反轉。

2. 在保証正常生产率的情况下, 经过計算采用

切削用量: $n=220$ 轉/分, $s=0.4$ 毫米/轉, $t=4$ 毫米。

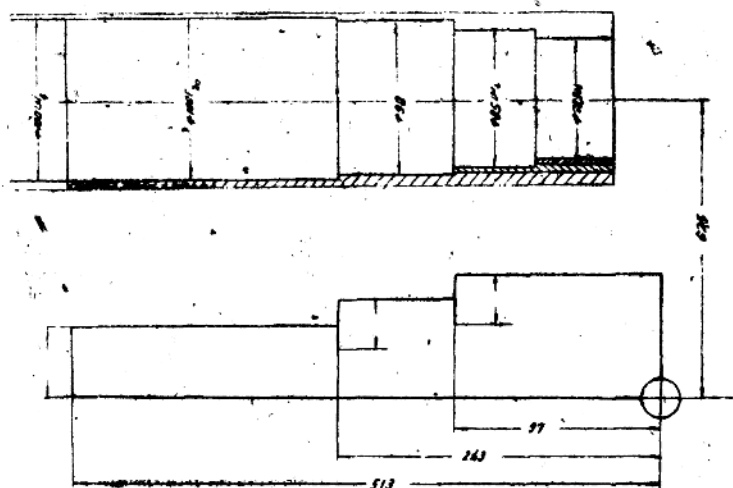


图 2

控制精度： 横向进刀 0.01 毫米；
纵向进刀 0.2 毫米。

3. 正反向行程，由于传动间隙所引起的误差，用单向驱动来解决，虽然在生产率上有少许损失，但可省去消除间隙的机构，新的 C 620 R 车床的刀架定位精度经过测定，结果良好（ $6\sigma=0.025$ 毫米），可以保证图纸尺寸公差要求。

(二)、所确定方案的系统方块原理图及电气控制线路

根据工艺分析以及我们的基本考虑，确定了车床的程序控制系统方块原理图如图3。

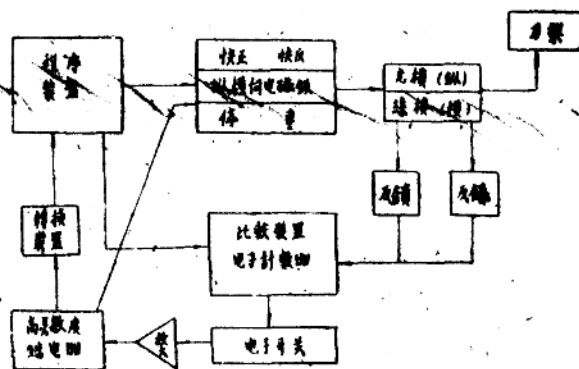


图 3

机床的动作原理如下：

工件由操作者安装在具有自动夹紧的端面定位夹具上，并由前后顶尖支撑之，然后用手动对好刀具的原始点，并将反锁刻度盘和电子计数器做适当调整，一切正常后即可开车。

加工过程的自动循环是由程序装置进行控制的。

程序裝置記下按工件外形尺寸的要求予先編制好了的程序，並由此發送到電器控制部份，例如使刀架快速縱向移動。

與此同時，程序裝置還將所要求走刀的数字送入電子計數器中貯存。

當機床動作後，裝在縱、橫向手把上的反鎖裝置，便不斷發出返回訊號，送入電子計數器中，與原來存入的数字相比較，符合後便發出脈衝電壓，使電子開關打開，經過放大，繼電器使操縱轉換裝置的電磁鐵動作，程序裝置便發出下一道新的命令。

按着予定程序，走完全部程序裝置上循環動作，機床的全部動作才最後停下來。

圖4所示的電氣控制線路圖，就是為實現上述的各種動作的要求而設計的，這個線路圖中包括了下列各種控制元件：

1. 電磁開關三個；

K 為主電機的電磁開關， Θ_1, Θ_2 為快速電機正反向開關。

2. 手動開關三個；

1 БП. 為三向開刀開關，用於電源線路。

2 БП. 為轉鼓開關，2БП 用於切斷接通控制線路，3БП 用於切斷接通檢查線路。

3. 按鈕三個；

n.c. 用於主電機的啟動和停止。

o. 用於調整原點恢復原點線路。

Π_{3a} 用於檢查線路。

4. 電磁吸鐵三個；

Θ_3 用於轉換機構撥動棘輪。

Θ_2, Θ_4 用於吸引縱向和橫向手柄的電磁鐵，或搭合橫向和縱向進給聯接齒輪滑塊的電磁離合器。

5. 繼電器七個；

$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6, B$ 分別用於控制快速電機正反向，縱向，橫向進給，停車，棘輪轉動及恢復原點線路。

6. 限位微動開關及繼電器四個，($\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$) Mn_1, Mn 用於原點定位， Mn_3, Mn_4 用於行程終點保險。

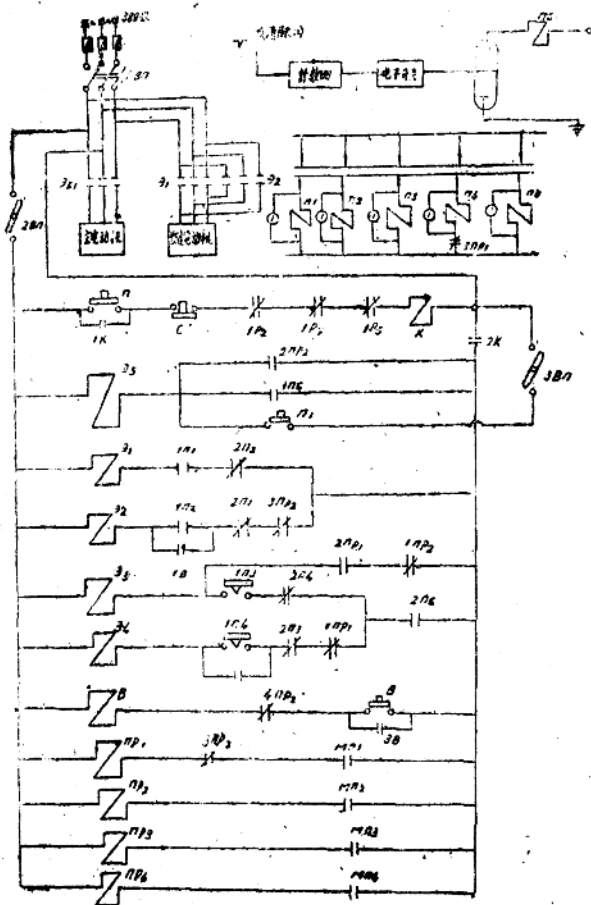


圖 4

电气控制线路的动作原理和动作顺序如下。

1. 起动停止线路

当1Bn 2Bn 同上,接通了电源,只要按一下启动按钮 n 线路便通电,线圈 K 引吸触头 1K, 2K, 3K 使主动电机启动,整个控制线路给电,1K, 2K, 3K 均为原断触头。

只要下列情况之一发生,线路便会立刻断电,主动电机马上停止。

- i 用手按一下停止按钮 C;
- ii 当刀架纵向移动中碰到限位微动开关 Mn_3 Mn_4 ,使它们的原通触头 $1np_3$ $1np_4$ 断开;
- iii 当程序装置发出了停止的命令,使继电器 n_5 动作,吸开它的原通触头 $1n_5$ 。

2. 棘轮动作控制线路

棘轮每转动一次,程序装置便发出一道新的命令,它只接受以下三方面的指挥:

- i 来自比较系统继电器 n_6 使 $1n_6$ 接通;
- ii 当刀架碰到纵向原点限位微动开关 Mn_2 ,使 np_2 作用,接通了原断触头 $2np_2$;
- iii 当接通了3Bn 按动检查按钮 n_{3a} 时, n_{3a} 主要是用于检查程序装置中各个程序是否正确,命令的发布是否正常,因这一线路超越了2K 触头,也就是说当电源给了电,(1Bn. 2Bn 接通之后)电机未启动,整个控制线路还未给电时,按钮 n_{3a} 也能接通这一线路,使棘轮转动,来逐次检查命令装置的各个程序,当然,也只有机床未启动之前检查才具备了意义。

3. 快速电机正反转线路

快速电机正反转线路只受命于信号装置。两条线路均有互锁触头。

4. 纵向、横向进给线路

这一线路也直接受程序装置的指挥,另外也受回复原点线路的制约,纵向、横向线路上均有互锁触头,线路中 $1n_3$ $1n_4$ 是延时接通瞬时开断的,因为主轴没有反转,纵向退刀要借助于快速电机的反转。应当先让快速电机启动完成之后,再使纵向手柄动作,否则在加工中就会出现問題,例如,当纵向行程走完需要横向退刀时,如果快速电机还未启动,手把便由纵向转横向的位置,这时主轴仍然正转,刀架是横向进刀,而不是横向退刀,于是工件便会报废。

5. 恢复原点线路的作用原理

它的目的是使刀具调整到原点,与超越线路联合使用,当刀架位于四个限位行程开关所组成的直角座标内任何一点时,都能使它按照线路所规定的一定的逻辑程序回复到原点,便于刀具调整。

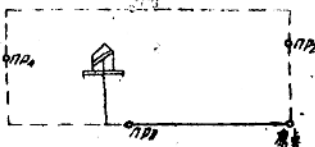


图 5

如图5所示,它的动作顺序如下:

当按下按钮 O 之后,使 1B、2B 闭合,接通快速及横向进给线路,刀架后退,行至碰到 Mn_1 时, np_1 发生作用, $2np_1$ 接通了超越线路,它的互断触头断开了横向进给线路,因之刀架纵向返回,直到碰到 np_2 使快速反转,超越线路回复原点线路,及 np_1

失电，并接通棘輪綫路，使程序裝置发出新的命令，如无新的命令发出，則因縱、橫向綫路同时失电，使手柄处于中間位置。这时主軸虽然在轉动，而刀架則处于靜止状态。

6. 超越綫路的另一作用是在刀架工作行程完毕之后，自动地按上述邏輯順序回到原点，可以省去两道行程数字的編排（縱、橫向返回行程）及一道縱向返回命令，与上述不同的是，不借助于按鈕 O 而是在程序裝置給了橫向快返命令之后。

7. 四个行程开关的作用原理，一部份已如上述，另外 Mn_3 Mn_4 是起保險作用，它們使 np_3 或 np_4 接通之后便切断起動停止綫路的电流，使之停車，以免发生事故。

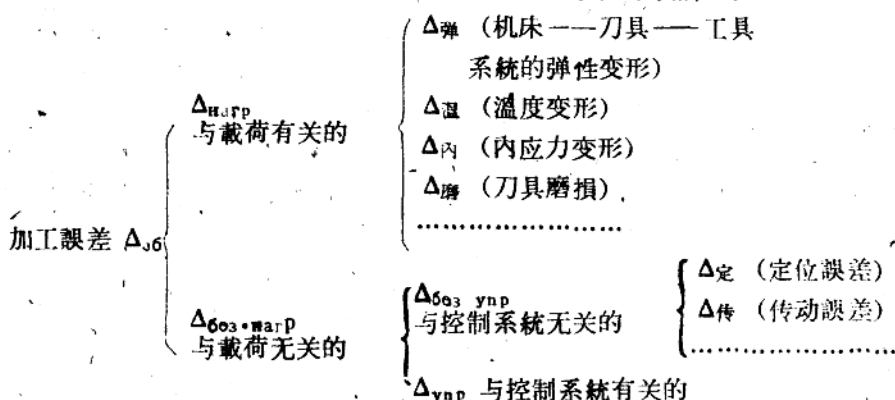
(三)、程序控制系統對精度影響的一般分析

在一般的金屬切削机床中，影响加工精度的因素可分为：

一、与載荷无关的： $\Delta_{\text{бос.нarp}}$ ；

二、与載荷有关的： $\Delta_{\text{нarp}}$ 。

而在程序控制机床中，影响加工精度的因素除上述之外，还要增加与程序控制有关的因素，因之在程序控制机床中，工件的加工誤差 $\Delta_{\text{ог}}$ 如下表所示：



$$\Delta_{\text{ог}} = \sum \Delta i = \Delta_{\text{定}} + \Delta_{\text{传}} + \Delta_{\text{弹}} + \Delta_{\text{温}} + \Delta_{\text{内}} + \Delta_{\text{内}} + \Delta_{\text{нarp}}$$

而 $\Delta_{\text{нarp}}$ 中可包括些什么呢？

从图 6 中可看到， $\Delta_{\text{нarp}}$ 主要是在控制动作的封閉过程中由于時間的滞后而形成，包括以下各項：

Δ_1 ——由于传动間隙而使检查裝置（即反饋系統）的刻度或信号与被检查的机床执行件的移距不符誤差；

Δ_2 ——反饋系統的控制精度；

Δ_3 ——信号遺漏誤差；

Δ_4 ——反饋系統——比較裝置——程序裝置，这一信息传递过程時間的滞后；

Δ_5 ——控制元件的作用時間；

Δ_6 ——执行件的运动慣性。

由以上分析可見：

$$\Delta_{\text{нarp}} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5.$$

只有当 $\delta > \Delta_{0.6}$, 及 $\delta \gg \Delta_{\text{dyn}}$ 时, 程序控制机床才能加工出合乎理想的工件来。

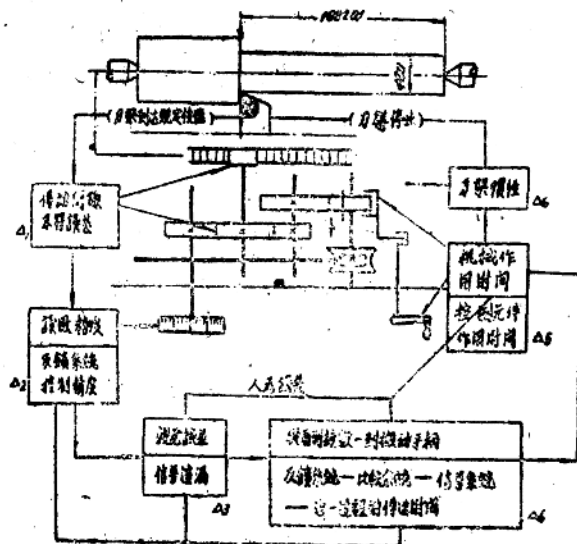


图 6

率下降。

例如, 在 $s-28$ 中纵向最小控制精度为 0.1 毫米。

一般电磁铁的作用时间为 $\frac{1}{10} - \frac{1}{20}$ 秒, 从可靠性来考虑, 每秒钟可完成五次动作 (包括吸引与释放), 因此刀架的纵向移动速度只能为 0.5 毫米/秒 (30 毫米/分), 这就是 $s-28$ 纵向走刀速度的极限, 如果要提高走刀速度则必使控制精度相应的降低, 即生产率与控制精度成反比关系,

由于 $s-28$ 的控制系统中没有存储装置, 这使其他的结构也存在着不可避免的严重缺点。

1. 在反馈系统中刻度盘上可以看到 (如图 7 所示); $s-28$ 的控制精度即受 Δ 的限制。

Δ ——即转换装置的作用时间反映在刻度盘圆周上绝缘带的宽度。

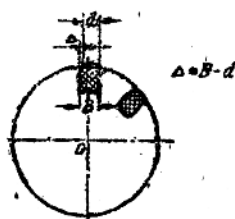


图 7



纵向刻度盘



横向刻度盘

图 8

因为转换装置的作用时间是一定的故不能借助于提高刻度盘的传动比, 减少 Δ , 来

提高控制精度。換一句話說， Δ 只代表了一定時間長短的概念，與 Δ 實際的幾何尺寸大小無關。而 B 的減小則受到觸點的大小限制。

s—28 的縱橫向反饋刻度盤上都分別採用三種刻度，以控制刀架的不同移距。（如图 8 所示）

這個措施無疑使轉換裝置的動作次數減少了，但並未使控制精度或生產率得到任何改善。理由是刀架移動最小控制移距，仍然死死地受轉換裝置作用時間的限制，只是因為轉換裝置的動作次數少了，使程序裝置上的觸點，接觸情況改善了，信號遺漏的或然率降低了。

另一方面這種措施又帶來了兩個額外誤差：

i 刻度盤上三種不同刻度相對位置不變，在工作中因為所控制的行程大小不可能使三種刻度有共同的原始起點，每一行程相加起來可能出現縱向 1~7 毫米橫向 0.25~0.75 毫米的額外誤差。

消除的辦法是採用小刻度來彌補，這就是說這種不同刻度在應用上實際意義並不大。

ii 如图 9 所示：由於刻度間有絕緣帶，造成了一定的死角，這使大尺寸的臨界不能準確地保證，如 1.99 這個值：

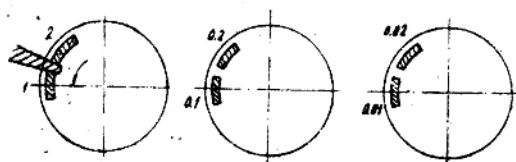


圖 9

2. 在程序裝置中可以看到，由於控制系統中沒有存儲裝置，每個信號只控制一個步距，這使：

i 程序紙帶要很長（達幾米）；

ii 轉換裝置的動作頻繁。

以上兩種情況都會使程序裝置接觸不良，容易產生遺漏信號的誤差。

通過以上簡單分析，可知要解決程序控制車床的控制精度問題，就必須增添可靠的信號存儲裝置，使轉換裝置的作用時間只在每一行程終了時產生影響（這是可以設法消除的），這樣控制精度就可以丟開轉換裝置作用時間的限制，而速度也可以大大的得到提高。

我們所設計的控制系統就是根據這樣的分析結果出發的。

（四）、程序控制系統中幾個主要環節的設計

1. 比較記憶線路的設計

圖 10 就是我們設計試驗成功的主要做為信號存儲用的線路，其本身並起着比較環

的职能，它是由电子计算机中的基本计算单元——电子触发器 14 级组成，可配 $2^{13}=8192$ 个数。

下面我们就介绍一下线路中各组成部份的作用原理。

i 触发器

又称半波及谐振振荡器，是由电阻 R_1R_2 在阳极栅极之间上相耦合起来的两个相同三极管组合而成的交叉回授。这就是说当没有信号输入时，电流只通过一个电子管，是由于某些偶然因素使栅极略为提高的那个电子管。因为这个管的电流加大，而使另一个管中的栅极上的电位立即降低，并使阳极电流减小，而处于稳定状态。当通过整流管输入一负

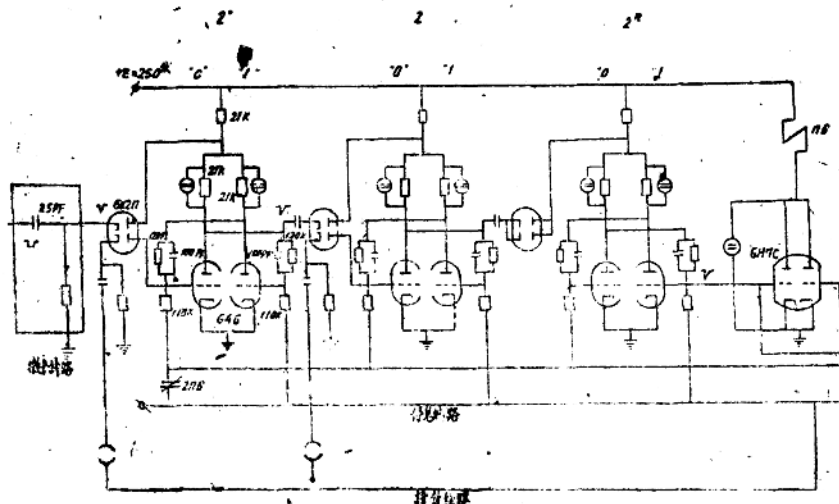


图 10

的脉冲时，这脉冲便会使得流着电流的管子上的栅压改变，而急骤的由这一稳定状态进入到另一稳定状态——即原来流着电流的管子现在封闭了，而原来封闭的管子现在电流便增加，多级联结起来，上一级的输出，即为下一级输入。我们把左管通电称为“0”，右管通电称为“1”。这时代表着相应 2^x 的数字，并进位给下一级，这就成为二进制计数器，把一个个信号储存起来，直到全部计数器记满时，由最后一级发出最终信号，作用时间总共只有百万分之几秒。

ii 微分线路 (图11)

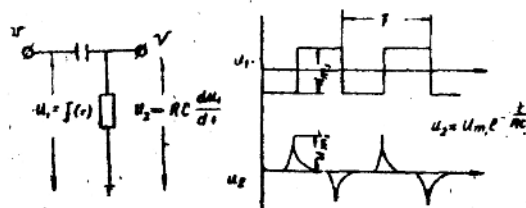


图 11

因为触发器要求输入脉冲的波形及作用时间一定，故使用微分线路来改变波形。微分线路可以使两个边缘斜率很大的矩形波变为尖而短的脉冲电压。因将矩形波加

于微分电路，则在电压改变的瞬间，电容等于一短路，因而全部电压出现于输出端，电容充电，输出电压按时间常数为 τ 的指数递减。

$$u_2 = u_{m1} e^{-\frac{t}{RC}}, \quad RC = \tau。$$

这样就可以获得极性相反的两个尖形脉冲，而为触发器所接收。

iii 电子开关

实际即为最后一级的触发器。待前数级计数满了，它便发出一个稳定的电压信号。

iv 整流器

起门的作用，只能使正半波或负半波通过，在图 10 中只允许负半波通过。

v 功率放大管

将最后一级输出的信号放大，驱动转换装置中的电磁铁动作，使程序装置发出新的命令。

vi 停息线路

当计数器输出最后一信号时， $2n_6$ 这个触头便打开一次，使每个计数器都处于“0”这个位置，以便第二次计数。

vii 读数线路

来自程序装置。当触点接触时便将指令输入到计数器中，与将要控制行程的数字相比较。

viii 充气管 нл.

作为指示灯之用，以便检查计数器工作的情况。

计数器作为信号存储的职能已如上述，下面再介绍一下它起着比较职能的作用原理。

因为计数器的级数为一定，即容量也是一定的。

例如，计数器为 14 级，容量则为 $2^{14}-1=2^{13}$ 。

设：容量为 C，要控制的行程为 X，

则程序的编制按下式决定：

$$y = c - x。$$

所以，先由程序装置输入的即为 y。

2. 程序装置的设计

由于在控制系统中采用信号存储装置，这使程序装置有可能简化，使长度大大地缩短，因之我们采用了插梢式的程序装置：如图 12 所示。

它每排有 18 个孔，前 5 个孔是控制机床的动作及快速电机正反转的；后 13 个孔是控制刀架纵向行程的。因为刀架不需要纵向和横向同时动作，因之计数器只用一套就够了，记完横向行程再记纵向行程，交替使用，因之程序装置也只要一組就行了。

孔的排数是根据加工对象的复杂程度而定，我们采用了 40 排，对于不同型号的电机来说已足够了。

插梢程序装置有下列各种优点：

i 应用起来比较可靠，接触良好，程序讯号和执行机构及计数器是固定的联系（比

动的接触要好的多)，因此可避免信号遗漏误差；

ii 程序編制工作簡單，只須把插梢按照編好的程序插進去就行了，而且檢查起來一目了然；

iii 程序轉換裝置的結構簡單，重量小，動作靈便，轉動慣性小，操作功率小；

iv 更重要的是調正方便，可以不停車進行，不象紙帶式、磁帶式或其他式的調正麻煩，只要有一個孔打錯，程序就作廢，重換新的，而且还節省了其他輔助設備，如打孔機、錄磁機等。

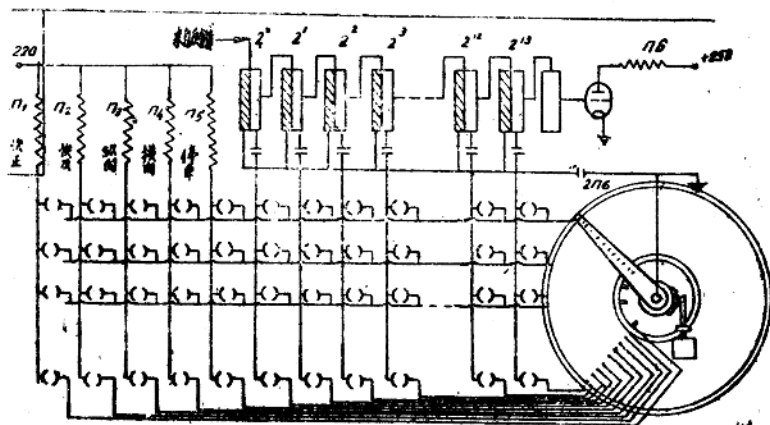


图 12 程序裝置原理圖

程序轉換裝置如图 13 所示。

圆盘是固定的，在圆盘上有 50 排触点，每排与程序裝置之一列孔相联，每排上有 20 个触点，与程序裝置上的每一个相应孔的金属片相联接，为减少盘的面积，可做成多层的，每层圆盘上有一可轉動的触点，来完成轉換程序的動作。

滑动触点的轉軸与棘輪机械相連，电磁铁每吸动一次，棘輪便轉动一个角度，触点便改換一排。

3. 反饋系統的設計

由于在控制系統中采用了信号存儲裝置，而存儲裝置的作用時間是高速的，完全可以忽略不計（百万分之几秒）。因之控制精神和走刀速度都可无限制的提高。由于以前的分析，接触式的反饋系統已不能滿足要求。實驗証明，接触式的信号不易为計算器

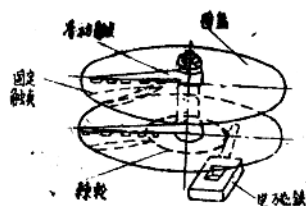


图 13

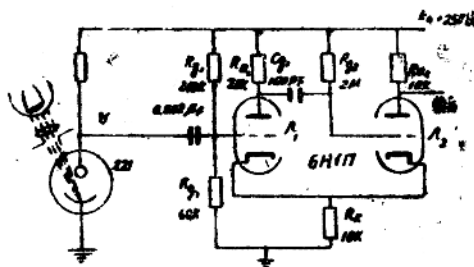


图 14 光电放大线路

所接受。所以我們設計了以下两种非接触反饋系統，經實驗証明，工作情况良好。下面我们分別地加以介紹。

I. 光电式反饋裝置：

图 14 是光电反饋綫路图。

图 15 是光电反饋裝置的結構图。

激励光源 4 的光，經過轉动着的光栅盘 8 与套管 6 上的孔，使光电管 7 获得断續光的照射，因而光电管便发出了脉冲电流。

光电管和光源也由固定螺釘固定在支架 11 上，两支架則由螺釘 14 固定在溜板箱及固定板上。

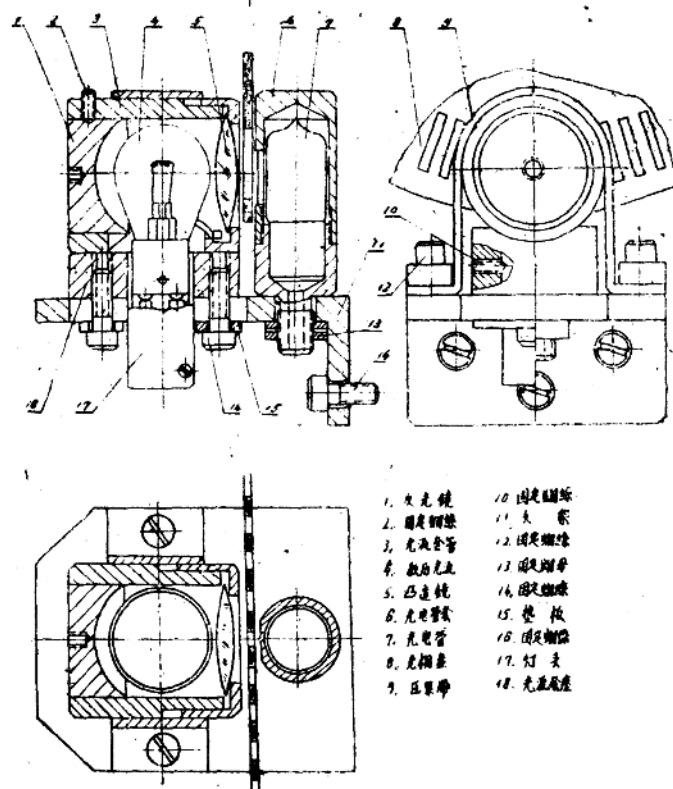


图 15 光电反饋裝置結構图

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| 1. 反光鏡； | 2. 固定螺絲； | 3. 光源套管； | 4. 激励光源； |
| 5. 凸透鏡； | 6. 光电管套； | 7. 光电管； | 8. 光栅盘； |
| 9. 压紧帶； | 10. 固定螺絲； | 11. 支架； | 12. 固定螺絲； |
| 13. 固定螺母； | 14. 固定螺絲； | 15. 垫板； | 16. 固定螺絲； |
| 17. 灯头； | 18. 光源底座。 | | |

整个光源可在支架上前后移动，用来調整光源的焦点。

光源套管 3 与套座 18 可以相对移动，以調正光源对凸鏡的焦距，它們由压紧帶 9 的压紧而固定在支架上。

光源的灯座 17 是借固定螺絲 10 从侧面固定在套座 18 上的。

縱向光柵盘是固定縱从向手柄的軸上(去掉了原刻度盘的降速齒輪付)。它的每轉使刀架縱向移动 24.6 毫米, ($s = 1 \times \frac{15}{69} \times 3 \times 12 \times \pi = 24.6$ 毫米, 參看圖 21) 縱向光柵盘直徑为 200 毫米, 沿圓周有孔 123 个, 控制精度为 0.2 毫米。

橫向刻度盘, 則是縱橫向手柄上經過一對 $i=4$ 的升速齒輪付而帶動的, 每轉使橫向走刀 1.25 毫米 ($s = 1 \times \frac{1}{5} \times 5 = 1.25$ 毫米, 參看圖 21), 直徑为 150 毫米沿圓周有孔 125 个, 控制精度 0.01 毫米。

轉速(轉/分)		S (毫米/轉)	移距(毫米/分)	脉冲(次/秒)
220 (主軸)	縱	0.4	88	3.5
	橫	0.132	29	48
940 (快速)	縱	0.4	63	63
	橫	0.132	416	416

由上表可見, 控制精度走刀速度均大大超过 $s=28$, 但还不是極限, 在切削条件許可下仍然可以大大提高。

光电反饋的优点在于: 当采用趋近消除了传动間所引起的誤差之后, 它具备了非接触式反饋系統的各项优点, 而且解决了制造光柵技術上的困难。

經過实验証明輸出的光电脉冲信号, 能为計数器所接受, 在結構上制造上也非常簡單。

Ⅱ. 电感式反饋裝置:

电感式反饋系統是根据电磁原理制成的, 即在綫圈中的磁通发生变化, 必产生感应电势 e_a 以阻止磁通的复化,

$$e_a = - \frac{d\phi}{dt} = - \frac{d\Sigma\omega\phi}{dt} = -W \frac{d\phi}{dt}$$

如果磁通改变是断續的話, 則感应电势也断續变化发出反饋信号, 实际应用的是由一对内外齒輪构成, 如图 16 所示。

它們具有相同齿数和齿高, 外齒輪在内部与轉动部份相联, 內齒輪套在外齒輪外面并固定在空体上, 在其中繞以綫圈, 当內环轉动时, 两齒輪之齿“相間”“相对”的变化, 从而使磁路的空气隙断續改变, 而由下公式决定之。

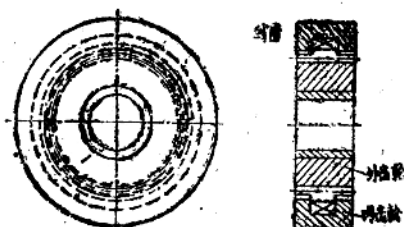


图 16

$$\phi = \frac{0.4\pi I\omega}{R_M} + \frac{0.4\pi I\omega}{R_{cr} + \frac{2\delta}{S_M}}$$

式中 R_M ——磁路磁阻； R_{CT} ——铁磁导体磁阻；

$\frac{2\delta}{S_i}$ ——空气隙之磁阻，和 ϕ 与空气隙 δ 有关。

即当 δ 改变时 ϕ 发生变化，因而使产生感应电势 e_L 通过正流、放大正形线路，如图 17 所示。

即输出合乎要求的电压脉冲信号，加到计数器的输入端而起反馈作用。

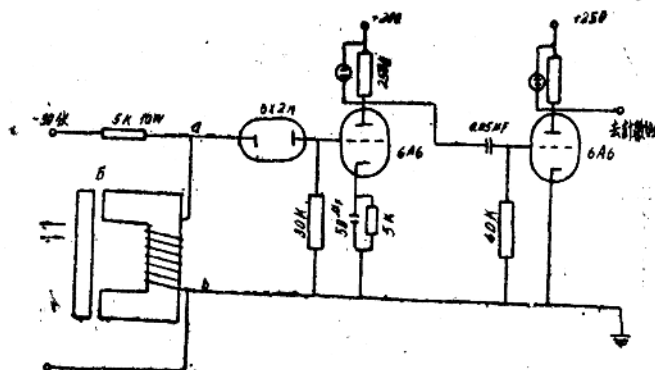


图 17

这种反馈系统具有下面一些特点：

- i. 由实验得知，反馈讯号灵敏可靠，可达 30~4000 次/秒；
- ii. 结构比较简单，制造容易维护简便；
- iii. 对电源无严格要求，只是直流即可，不需要更复杂的放大及变换装置等。

因此这种系统能满足比较高的生产率及精度的要求，而且可靠、经济，具有应用的价值。

(五)、机械改装部分介绍

1. 机床的选择与确定

原来工厂曾决定用 1A62 改为程序控制车床，经过研究后，认为在改装时要拆除丝杠，破坏了机床的万能性，而 C620R 型为的简化，没有丝杠，考虑用 C620R 改装

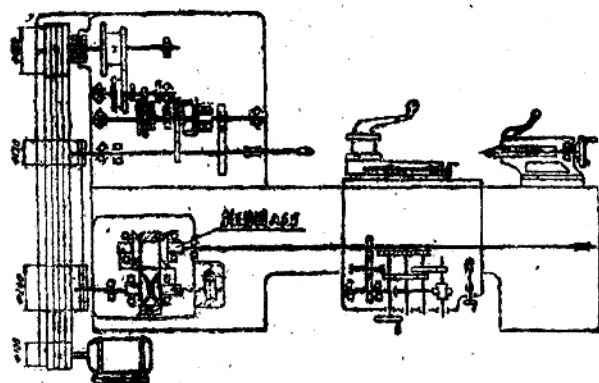


图 18 C 620 R 车床传动系统图

为轴类加工程序控制车床是比较合适的,经过分析比较,厂方同意了我们的意见。

图 18 为 C 620 R 车床传动系传图。

C 620 R 与 C 620 车床有以下主要的区别:

型 号	C 620	C 620 R
主 轴 级 数	24	12
从 走 刀 量 数	35	无 级
横 向 自 动 走 刀	有	无
丝 杠	有	无
动 力	7.8	4.5

经过横向走刀定位精度的测定,得出 $6\sigma=0.025$ 毫米,完全能满足轴上全部 III₁ 公差要求。

2. 总体布置及机械部分改装

总体布置如图 19 所示。

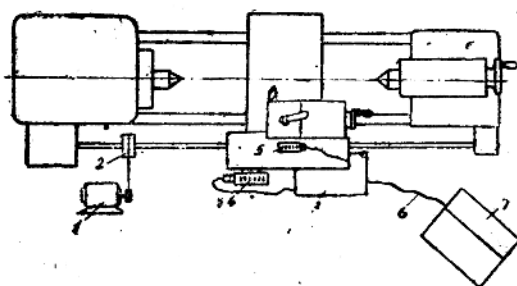


图 19

1. 快速电机; 2. 超越离合器; 3. 电磁铁箱; 4. 纵向行程反馈装置; 5. 横向行程反馈装置; 6. 导线管; 7. 控制柜。

机械改装总共有下列各项:

- i 更换主电机为 7.8 瓩;
- ii 增加一快速电机及双向超越离合器;
- iii 增大进给皮带轮的直径;
- iv 增加纵、横向手柄上的反馈装置;
- v 溜板箱内部的改装及操纵机构。

3. 关于机械改装的几点说明

- i 增大主动电机的瓦数, 主要是为了大走刀提高生产率。根据切削用量的计算, 当 $t=4$ 毫米; $s=0.4$ 毫米/转;
- 材料: 35 钢;