

# 0601 电子数字计算机

电子计算机教研室

概述

0601 电子数字计算机是我校和黑龙江省计算技术研究所合作, 有齐齐哈尔机床二厂等单位参加制成的。机器的外貌见图 1。

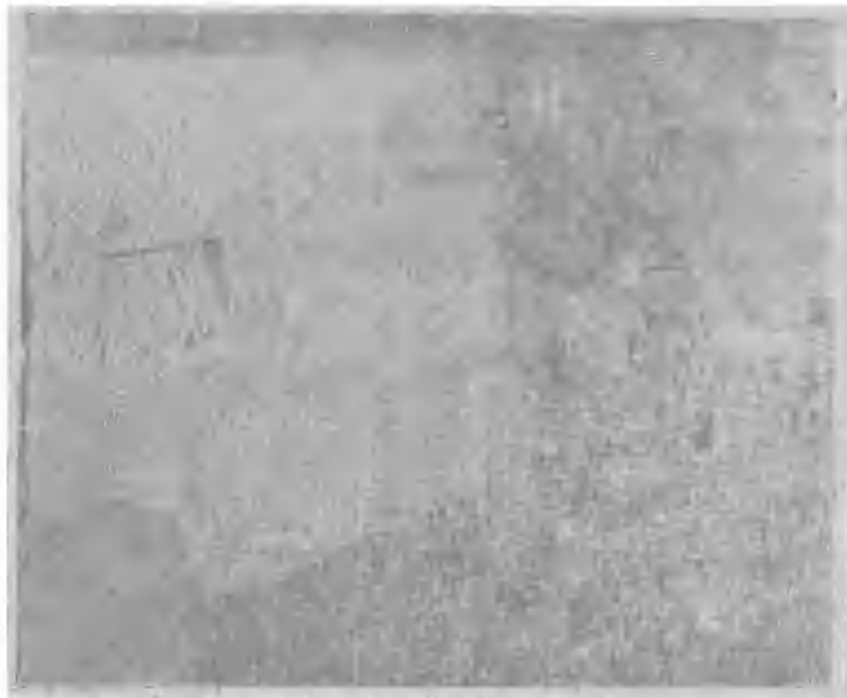


图 1 0601 机外貌图

## 1. 设计原则。

0601 小型通用机是作为工程计算及科学研究用而设计的, 它还负有编制机床程序控制用的控制磁带及纸带的任务。机器除了有打孔纸带的输出装置外, 还有专用的磁带输出部分。这样, 机器既能服务于用打孔纸带控制的程序控制机床, 又能给用磁带控制的程序控制机床提供磁带。

为了简化机器结构减少所用真空管数目, 主存储器采用磁鼓, 但它的存取等待平均时间比运算器的运算时间多几十倍, 致使整个机器的运算速度大大降低。为了解决这个矛盾, 在等待时间长的磁鼓存储器和快速运算器之间, 增设并行存取容量不大的中间快

磁芯存储器，使运算器在运算时主要和它发生关系。设计时研究了这二个存储器间的最好联系方法。

由于有了磁芯存储器，就能装设大存储量的磁带外存储，从而增大机器的灵活性及使用范围。

设计时还考虑了教学上的需要，如在机器内装设各种类型的存储和输出等设备，使学生对计算机能有较全面较了解。

## 2. 一般描述。

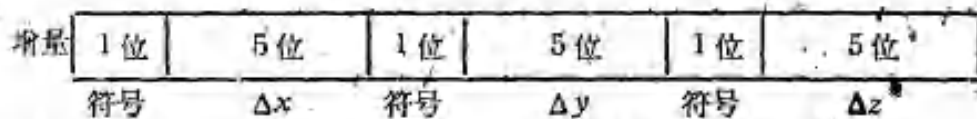
### ① 数及指令：

机器采用单地址定点制，以原码存储，补码操作。字长为二进制十八位。这对于工程及一般科学研究计算是能满足要求的。串行传送时，符号位在后。指令长亦是十八位，其中5位是操作码，一位是特征码，12位是地址码，其中第8—18位为磁鼓地址码，



第7位为磁芯（常数）特征码。当第7位为“1”时，11~18位为磁芯存储器的地址码。9, 10位是三个开关常数寄存器地址码。

当存储程序控制机床的三个座标增量 $\Delta x$   $\Delta y$   $\Delta z$ 时，它们各占六位。其中五位为增量数值，一位是增量的符号。这样由于一个单元正好存一点的增量，在输出和存储其中间结果时都很方便。



### ② 机器的基本结构：

机器的总框图见图2。在机器工作速度不高时，采用串行加法器是适当的，它在速度上可以满足要求，而所需设备少得多，从而提高了机器的可靠性。磁鼓、磁带都是串行存储，但磁芯存储器和运算器的第三移位寄存器间为并行联系。磁鼓的数可以成组传送到磁芯存储器，亦可单个取到运算器。

### ③ 运算控制器：

运算器包括第一、二、三移位寄存器，全加器，符号位，反码器等。第三移位寄存器长18位，是能并行输入输出，亦能串行输入输出的各存储器间的转换环节。磁芯 $\leftrightarrow$ 磁鼓，磁芯 $\leftrightarrow$ 磁带间的成组或单一传送通过它进行并串转换，指令由磁芯或磁鼓经它并行传送到指令寄存器。第一移位寄存器长19位，输入设备将数据并行输入到它的第15~18

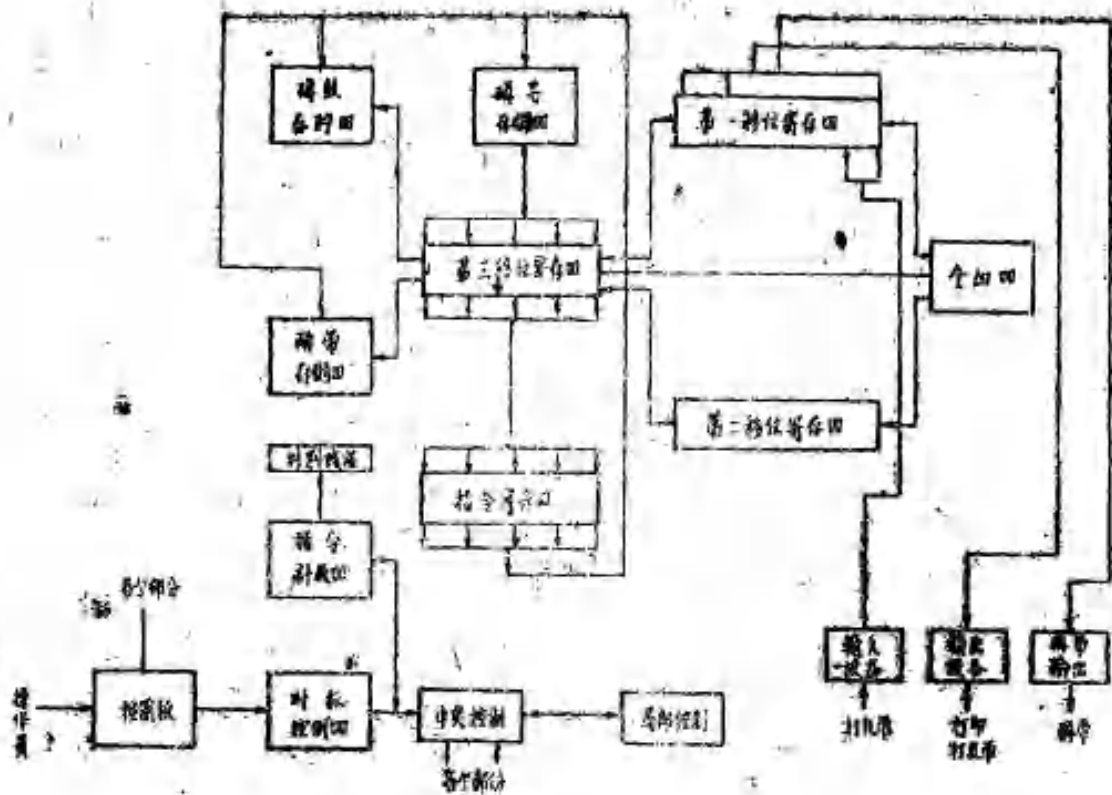


图 2 0601机总框图

位。输出设备接到它的 2-5 位。机床程序控制的三个增量  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  由磁鼓存储器送到第一寄存器，再向磁带均匀分布地输出。

移位寄存器是由真空管元件组成的。对于第二移位寄存器，在设计时考虑了用延迟线及利用磁鼓上磁道作为动态寄存器来代替它的可能性，以便减少所用真空管数。

控制器包括控制板，时标控制器，指令计数器，指令寄存器，中央控制器和局部控制器等。控制板外形图见图 3。

控制板主要是给数学工作者用的，但也考虑了调机需要。左边下面的四排开关中，下三排是开关常数寄存器，另一排是指令寄存器手动开关。中间二排指示绿灯，有一排是指令寄存器指示绿灯，一排是第一移位寄存器指示绿灯。在安排操作方法时，使指令的运算结果都保存在第一移位寄存器，因此没有必要把第二，第三寄存器的指示绿灯也装在控制板上。还有一些绿灯是控制器中的计数器，控制触发器及各种存储器的工作指示绿灯。左上角有调机用开关，例如程序检查控制开关，停机电铃控制开关等。右面的电话板键中，有起动开关，Y“0”整机，Y“0”运算器，Y“0”指令寄存器，停机开关，Y“0”指令计数器等。还有二个机器工作状态波段开关。机器工作状态包括连续，单一（即按一下起动开关，时标控制器发出一个脉冲）；指令（即按一下起动开关，执行完一条指令后停机）；节拍（即按一下起动开关，时标控制器发出一个节拍的时标）。这儿种工作状态在调机及输入起动程序及常数时是很有用的。控制板上还有指令计数器的手动计数开关及改变机器两个同步脉冲  $\Gamma_1$  和  $\Gamma_{1C}$  ( $\Gamma_{1C}$  比  $\Gamma_1$  延迟一个脉冲宽度) 的

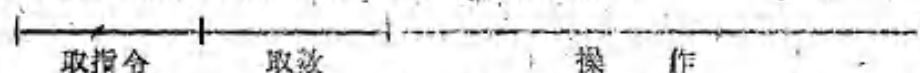


图 3 控制板外形图

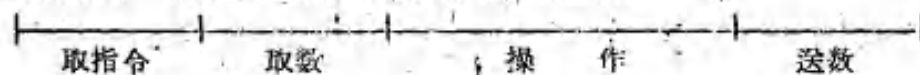
把控制板安装在机柜上而不另设控制台，这对中小型机器是适当的，这样机器的走线布线要简单的多。

时标控制器发出  $\Gamma И_{1-18}$ 、 $\Gamma И С_{1-18}$  (节拍时标)、 $\Pi_{19}$ 、 $\Pi_{20}$ 、 $\Pi_{21}$ 、 $\Pi_{22}$  等时标 (访问存储器控制时标) 脉冲。(在本机中，“脉冲”实际是负方波，只是为方便起见称为“脉冲”)。当访问磁鼓、磁带存储器时，时标控制器停止工作，直至接收到从这些存储器来的存取结束回报信号。为了使运算控制器和各存储器的联系统一，当访问磁芯存储器时，时标的控制也采取和访问磁鼓、磁带存储器时一样的方法。

执行一般指令需访问存储器两次 (取指令及取数)。



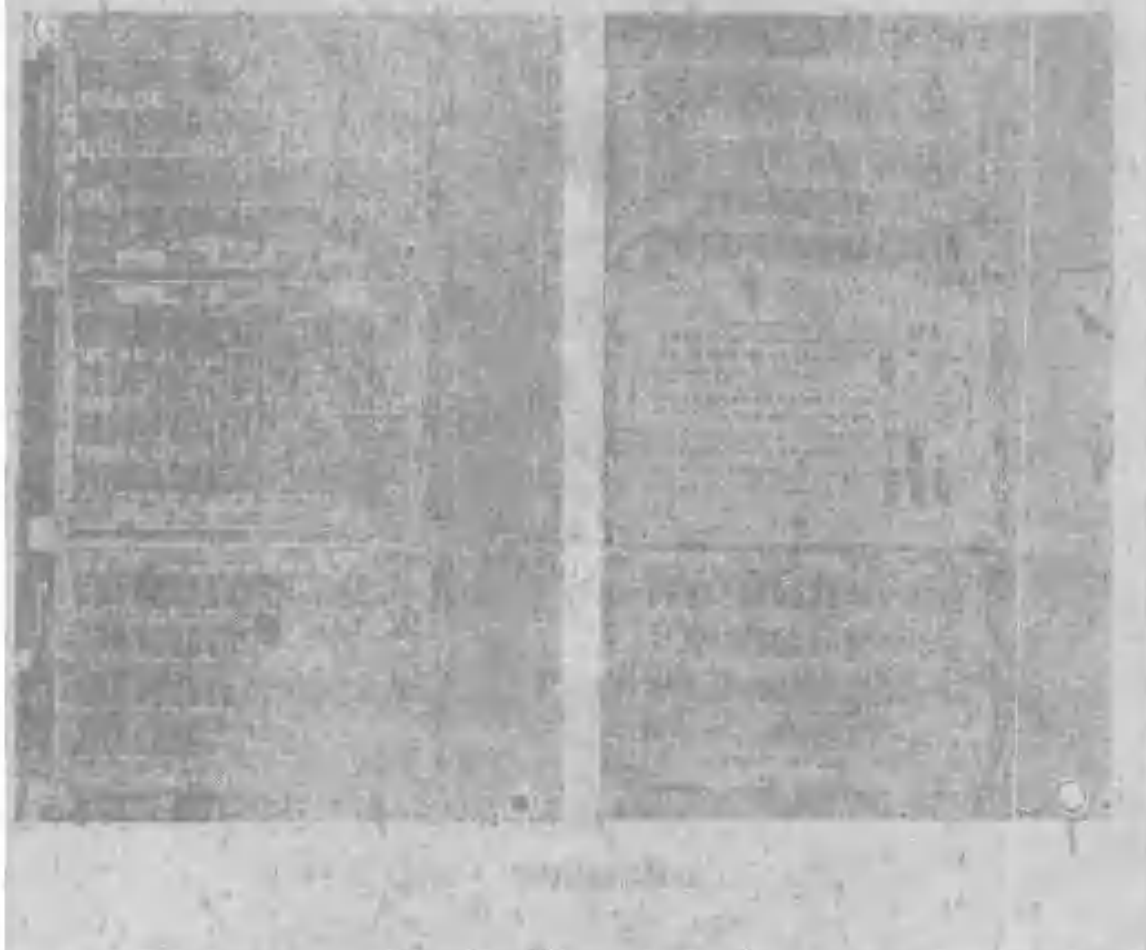
为了使操作方法表统一，简化逻辑线路便于调机，例如对送数指令，也安排有取数的动作。这样执行一条指令，最多可能访问存储器三次。



当自常数寄存器取数时，当然就不能有从存储器来的回报信号，时标控制器就自动跳过“取数”这个时间。当不需要送数时也同样将它跳过。

执行一般指令的时间为一个节拍 (18个脉冲间隔) 加上访问存储器的时间，这是由“中央控制”进行控制的。执行加、减法及左移指令需二个节拍，乘法需18个，除法需19个节拍再加上访问存储器的时间。在其他节拍时的操作是由局部控制进行控制的。采取这种同、异步结合的编排方法以及执行一般指令所需时间 (一个节拍) 为基本循环由“中央控制”控制的安排是适当的，它将减少时间浪费，缩短运算时间。

指令计数器附加磁鼓寄存器磁鼓，磁带和磁芯组成组传送装置。  
运算控制器共组了一个机柜，其外形见图5。



机器各标准元件都是自行设计的。元件间为电位联接。元件为插件式，一个插件上可装三个真空管，插头用三十插头，插件外形见图5。

#### ④ 存储器。

机器有三种存储器。

i) 磁芯存储器。采用电流重合禁止脉冲法。写、读时它的输入输出并行接到第三移位寄存器，而后经过它并行送到指令寄存器或串行送入运算器及磁鼓、磁带存储器。磁芯存储器本身没有中间寄存器。地址码寄存器是可计数的，这是为了成组传送及调机的需要。磁芯存储器占一个机柜，其外形图见图6。

磁鼓存储器为串行存储。它的地址码寄存器是可计数的。在写、读时，它的输入输出串行接到第三移位寄存器，在执行一般指令时经它串行送入运算器，在执行磁鼓与磁芯间成组传送时，经过第三移位寄存器并行送到磁芯存储器。

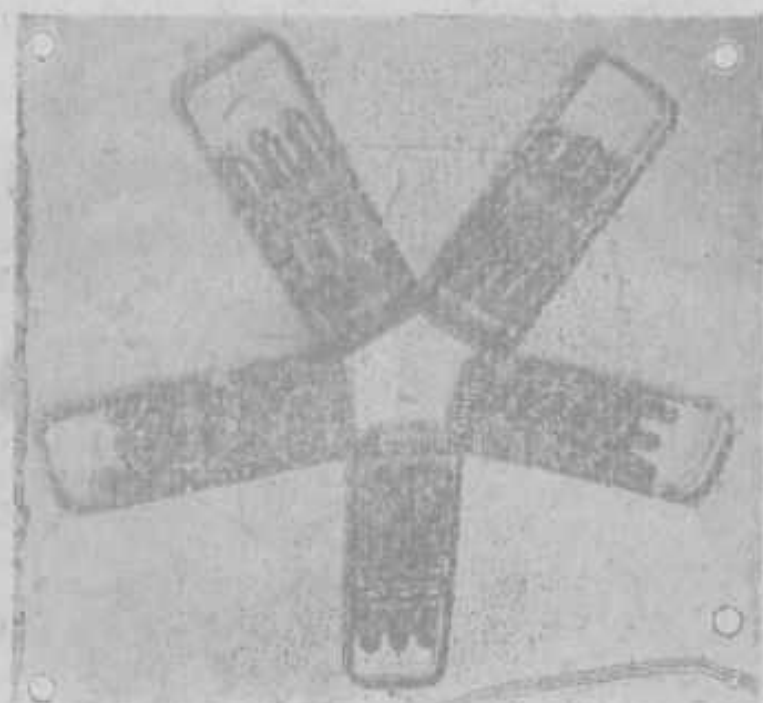


图5 插口外形图



图6 固态存储器机柜

11) 磁带存储器。磁带是成组存储的，它的输入输出串行接到第三移位寄存器而后经磁芯存储器，再转到磁鼓存储器。磁带主要用来存子程序。

### 输入输出设备

1. 输入设备。在打孔纸带上打好数据及指令(每次一排4孔)经它送到第一移位寄存器的第15~18位，而后由程序进行十——二进制转换。在设计时考虑了用光电输入代替它的可能性。

打印及打孔纸带输出设备，能直接打印输出，也能由打孔纸带输出。打孔纸带输出的主要用途是为了给程序控制机床编制控制纸带，打孔纸带也可经输入设备重新送入机器进行运算。它的输入接到第一移位寄存器的第2~5位。二——十进制的转换是用程序进行的。

2. 磁带输出。在给程序控制机床编制控制磁带时作磁带输出用。磁带上共有7条磁道， $\pm\Delta x$ 、 $\pm\Delta y$ 、 $\pm\Delta z$ 增量共占六条，还有一条录同步脉冲。机器附有将增量均匀地录至磁带的线性插值器，它的输入端接到第一移位寄存器的第1~18位。计算好的增量存在磁鼓存储器，而后成组地串行经第三移位寄存器送到第一移位寄存器再经线性插值器录到磁带上。在录磁的过程中，当一组增量录完后，下一组增量由第三移位寄存器传入第一移位寄存器。磁带输出时，是由磁鼓上的同步脉冲同步的。磁鼓、磁带存储器及输出设备共占二个机框。



图7 电源机柜外形图

## 電 源 及 通 風

直流電主要由機組及調整電片供電。定型元件時使電源功率主要集中在一種電壓，因而只需用一個直流發電機組。所有電源由一個開關控制，但每塊底板有單獨的插頭。底板的燈絲電壓是可調的。為了調軌的方便，每塊大底板的電壓並可由單獨的電源供電，這樣就能做到單獨改變每塊底板的電壓。（這種電壓只用在觸發器上，它的大小直接影響觸發器工作的穩定性），從而很容易找出了半在邊沿狀態的觸發器。

電源機櫃是單獨的，其外形圖見圖7。

機器共有5個標準機櫃及一個電源機櫃。由裝在每個機櫃上、下的二個排風機通風。機房還設有排風設備。由於哈爾濱的氣溫較低，這種安排是可行的。

## 邏輯設計的幾個特點

邏輯設計的幾個基本出發點：

1. 使機器具有高可靠性及穩定性。在設計時力求邏輯關係簡單，在安排操作方法表時，將動作統一，固化，盡量減少所用元件數。在定型元件時，首先考慮它的可靠性；盡量降低對真空管性能的要求，并使電源電壓、電阻、電容值在較大的範圍內變化時，元件仍能可靠地工作。

2. 全部采用國產材料。標準元件所用真空管為普通的，大量生產的花生管。標準元件不采用晶體二極管，脈沖變壓器及延遲線。這使機器更易于實現。

3. 設計時考慮到調軌、維護及檢修的需要，裝置了專用的環節，並且使邏輯線路的結構盡量簡單、明了，便于尋找故障點。

4. 使機器使用方便，應用範圍廣。例如裝置了大容量的磁帶存儲器，這樣便能存儲更多程序及數據；使機器有二種輸出（磁帶及打孔紙帶），以使用紙帶控制及用磁帶控制的程序控制機器都能利用它。

5. 盡量提高機器的運算速度。主要可從提高元件工作頻率及改進邏輯結構著手。對於主存貯為磁鼓的機器來講，關鍵在於如何減少訪問存儲器所需時間。為此，我們在運算器和磁鼓存儲器之間裝置了高速的，但容量不大的磁芯存儲器，使運算器主要和高速存儲器發生聯繫。在進行邏輯設計時，探索了這二個存儲器的配合使用。如果不裝置磁芯存儲器，則由於訪問磁鼓的等待時間比實際運算時間多幾十倍，所以努力於減少運算過程的時間意義是不大的。現在採用了磁芯存儲器，其存取時間很短而運算器又主要和它聯繫，因此就有必要盡量減少運算時間的浪費。

下面主要圍繞以上兩方面進行論述。

### 高速存儲器（磁芯）和大容量存儲器（磁鼓、磁帶）的聯合使用

在設計考慮了：

1. 如何使指令和數成組的，由磁鼓存儲器傳送到磁芯存儲器，使運算時運算器主要只與磁芯存儲器聯繫。

2. 如何使在子程序之間的轉移，返回自動化，以簡化程序設計。



本設計的特点是使指令所在地址碼也參加控制。  
將磁芯存儲器分成四個區間，

區 間	地 址 號	一 般 用 途
I	0~63	存主程序
II	64~127	存子程序
III	128~191	存子，子程序
IV	192~255	存常用數據

當然，程序設計者是可以靈活利用這4個區間的。

為此設計了“成組遷移”這條特殊指令，它能滿足：

1. 自動判斷是去取主程序或是取子程序；
2. 當取來的是主程序，則轉移到主程序的起點；當取來的是子程序，則轉移到子程序的起點，並制作返回指令，使子程序結束後能自動跳回主程序中斷點。

指令形式，

$K$	成組遷移 $\Gamma_{\text{П}}$	地 址 碼 $A$
-----	--------------------------	-----------

$K$ ——此條成組遷移指令所在地址碼；

$\Gamma_{\text{П}}$ ——成組遷移的操作碼；

$A$ ——從磁鼓存儲器遷移到磁芯存儲器的一組(64)數(指令)的頭一個數的地址碼。例如 $A=508$ ，表示將磁鼓上從508~571的64個數遷移到磁芯存儲器。

執行動作舉例：

1. 如果 $K$ 在0~62之間，表示從主程序要取子程序。因此，將從 $A$ 到 $A+63$ 的子程序遷移到下一區間(64~127)，即子程序區間。如果 $K$ 為63，表示主程序未完，應把主程序的后一段遷移到本區間(第I區間)，即主程序區間。
2. 如果把64個數取到下一區間，(64~127)，則一指令轉移到從64(下一區間第一號)開始。如果把64個數遷到本區間(0~63)，則下一指令從本區間第一號開始。
3. 如果轉移到子程序，則要作一條返回指令：

無條件轉移	$K+1$
-------	-------

$K$ 為主程序的中斷點。

將它送到固定的單元，以便子程序結束時能自動跳回到主程序的中斷點。

如果是把主程序的后段取來，那當然不必制造返回指令。

依此類推即得下表：

“Г, П” 所 在 地 址	取 来 数 迁 入 区 間	下 一 指 令 轉 移 至	是 否 要 作 返 回 指 令
0~62	II	64	要
63	I	0	不要
64~126	III'	128	要
127	II	64	不要
128~190	IV	192	要
191	III	128	不要

这种安排简化了程序设计，一条指令执行了三个动作（成组取数、转移、制做返回指令）。这种使指令所在地址码也参加控制及把磁芯存储器分区間的方法是一个新的嘗試，需要运行一段时间后才能下肯定的結論。

#### 縮短运算時間，減少浪費

我們为此作了以下安排：

1. 使完成一般指令（如取数、送数及轉移等）只需一个节拍（即18位的数碼串行通过加法器一次），加上訪問存储器的時間。接收指令到第三移位寄存器后，并行送到指令寄存器。

2. 使完成加減法指令只需二个节拍；一个节拍是用来作加法或減法操作，另一个节拍是用于补碼变原碼。但机器是原碼存儲，补碼操作的。操作前，进行加、減的二个数都是原碼表示；因此，按一般的操作方法，若两个数都是負数，則都需要变补碼后才能相加；而一般串行加法器是不能在一个节拍內既把相加的二个数由原碼变补碼，又完成加法的操作。这样，为了滿足上述要求，就对操作方法作如下的安排：

i) 若二数  $A$ 、 $B$  同号，

則执行  $|A| + |B|$

結果的符号同于  $B$  的 号。

ii) 若二数  $A$ 、 $B$  異号，

則执行  $|A| - |B|$ 。

若  $|A| < |B|$  則  $|A| - |B|$  得負，結果符号同于  $B$  的，

若  $|A| > |B|$  則  $|A| - |B|$  得正，結果符号与  $B$  相反。

这样，在运算时，其中一个数  $A$  永远是作为正数送进加法器的。而数  $A$  不論是正数或負数，在操作前都是原碼表示的。

因此，对于  $A$  只需原样传送就行了。这样就只有一个数  $B$  是可能要从原碼变补碼后才送入加法器。本机器的加法器能够在一个节拍內既把  $B$  数从原碼变补碼，又完成加法的动作。下一个节拍是将用补碼表示的負数結果又由补碼变回原碼。如果在第一节拍

所得結果为正数，則第二节拍为空走。

这种安排的一个优点是可能进一步减少加法操作所需時間。从上面的分析可以看出，除了A、B異号且 $|A| < |B|$ 外，第一节拍的操作結果都是用原碼表示的，这样就不需要第二个节拍。只要对目前綫路作少許修改就能达到使絕大多数加、減法指令也只需一个节拍。如果考虑到加、減法操作在整个算題中占50%左右，这将使运算速度显著提高。

### 机器的基本操作方法

#### 1. 加減法。

加減法操作时，运算器的基本框图见图8，其中：

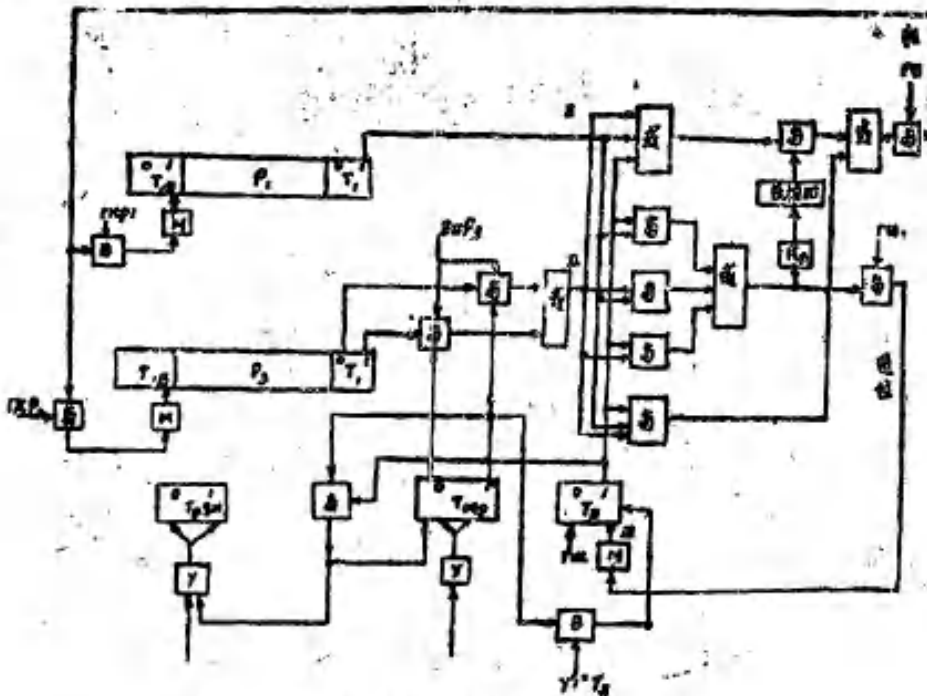


图8 加、減操作时的运算器框图

- $P_1$ ——第一移位寄存器，存被加数；
- $P_3$ ——第三移位寄存器，存由磁鼓或磁芯存储器取来的加数；
- $\text{ПСР}_1$ ——将和接收到  $P_1$ ；
- $\text{ПСР}_3$ ——将和接收到  $P_3$ ；
- $T_3 \text{Зн}$ ——加数及結果符号触发器；
- $T_3 \text{Обр}$ ——反碼触发器；
- $T_z$ ——进位触发器；
- $Y^1 = T_z$ ——将  $T_z$  置“1”，用于变补操作；
- $\text{ЗЧР}_3$ ——将  $P_3$  内容原碼或反碼传送到加法器；
- $\Gamma И$ ——同步脉冲；
- $I_{18}$ ——一个节拍的最后一个脉冲；

ГИС——比 ГИ 延迟一个脉冲宽度的同步脉冲。

由于元件是电位联系，采用这种全加器形式是很合适的，结构简单、明了、调整很容易。

当  $P_3$  从存储器接收数以后， $P_1$ 、 $P_3$  的内容由  $T_1$  开始，顺序移入加法器。 $P_1$ 、 $P_3$  的移位脉冲由 ГИС 同步。

加法操作原理时间图见图 9。

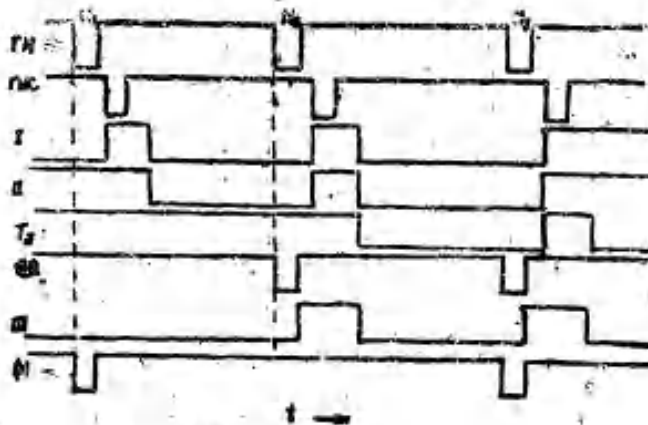


图 9

上图为 
$$\begin{array}{r} 0111 \\ +0110 \\ \hline 1101 \end{array}$$
 的时间图。

$T_2$  的  $M$  (单稳线路) 由进位脉冲的后沿推，它的宽度比 ГИ 和 ГИС 相错时间宽。 $T_2$  由  $M$  的后沿  $Y$  “1”。看出在  $I_2$  时所产生的进位脉冲在 ГИС 过去后， $Y$  “1”  $T_2$ ， $T_2$  的 “1” 状态一直保留到  $I_3$  过去以后，亦即已进位到下一位。

加法开始时：

第一数  $A$  存在  $P_1$ ；

第二数  $B$  存在  $P_3$ ；

$T_p o6_p$  的状态为  $A$ 、 $B$  符号的逻辑乘法结果；

$T_p 3_H$  存了  $B$  的符号。

若  $A$ 、 $B$  同号，则  $T_p o6_p$  为 “0” 状态，“ $P_3$ ” 原码传送入全加器和 “ $P_1$ ” 相加，结果的符号即为原来存放在  $T_p 3_H$  中的内容。

若  $A$ 、 $B$  异号，则  $T_p o6_p$  为 “1” 状态。加法前先将进位触发器  $T_2$   $Y$  “1”，“ $P_3$ ” 反码传送入全加器；因  $T_2$  已先  $Y$  “1”，所以完成了反码加 1，即为变补码操作。

若  $|A| > |B|$  则  $|A| - |B|$  为正，从二进制算术法则可知，因为  $B$  是补码送入加法器，而和又要为正数，则在符号位时间内（即  $I_{18}$ ）进位触发器  $T_2$  必处在 “1” 状态。由前述加法规则可知，若  $|A| > |B|$ ， $|A| - |B|$  结果符号要与  $B$  相反，即需将存在  $T_p 3_H$  的内容反号。为此，经由  $T_2$ 、 $T_p o6_p$  控制的与门在  $I_{18}$  时发出脉冲送到  $T_p 3_H$  的计数输入端将它反号。在第一节拍时， $T_p o6_p$  为 “1” 状态，“ $P_3$ ” 反码传送到全加器，“和” 传

送回 $P_3$ 。在第二节拍时， $T_p06_p$ 已由上一节拍的 $I_{18}Y=0$ ，所以正数 $|A|-|B|$ 原样由 $P_3$ 传送到 $P_1$ 。

若 $|A| < |B|$ 则 $|A|-|B|$ 为负，即 $I_{18}$ 时必无进位。所以第一节拍后， $T_p06_p$ ， $T_p3_n$ 均不变号，即结果符号同于第二数的。在第二节拍时把补码表示的负数 $|A|-|B|$ 再经全加器由补码变成原码表示的负数，存在“ $P_1$ ”。

在做减法时，只需要在接收二个数的符号到 $T_p06_p$ 前，将 $T_p06_p$ 先 $Y=1$ 就行了。在做绝对值减法时，只需要在数码送入加法器前 $Y=0$ ， $T_p3_n$ 及 $Y=1$ ， $T_p06_p$ 。

## 2. 乘法。

做乘法时， $P_3$ 存乘数， $P_1$ 存被乘数， $P_2$ （第二移位寄存器）及 $P_3$ 存部分乘积。乘积为二倍位长，乘法局部控制结束时，前 $n$ 位在 $P_2$ （后传送到 $P_1$ ）后 $n$ 位在 $P_3$ （后传送到 $P_2$ ）。乘法的原理是一般的，其简单框图见图10。

$P_{er}P_1$ ——是 $P_1$ 的再生脉冲，由 $\Gamma\Pi$ 同步；

$X(\Pi-)$ 由乘法操作码控制，除在第18个脉冲间隔（即最后一位）都是低电位；

$3_qP_2(\Pi-)$ ——将部分乘积再送到加法器； $\Pi$ ——意义同上；

$\Pi CP_2$ ——将加法器所得“和”（即部分乘积）接收到 $P_2$ ；

$P_2 \rightarrow P_3(I_{18})$ ——将 $P_2$ 的 $T_1$ 内容（对应于 $I_{18}$ ）传送到 $P_3$ ；

$P_2 \rightarrow P_1$ ——用于在局部操作结束后，将乘积前 $n$ 位传送到 $P_1$ ；

$P_3 \rightarrow P_2$ ——用于在局部操作结束后，将乘积后 $n$ 位传送到 $P_2$ 。

乘法局部控制时，每走一个节拍（即作一次乘法） $P_3$ （乘数）内容右移1位。同时从 $P_2$ 把后 $n$ 位的内容接收到 $P_3$ 的末位。由 $P_3$ 的 $T_1$ 控制将是否被乘数送入加法器和部分乘积相加。

每做完一次乘法，要将部分乘积右移1位，为此只需将部分乘积送回 $P_2$ 的第十七位；因为对于串行传送来讲，右移即相当于时间上的提前。

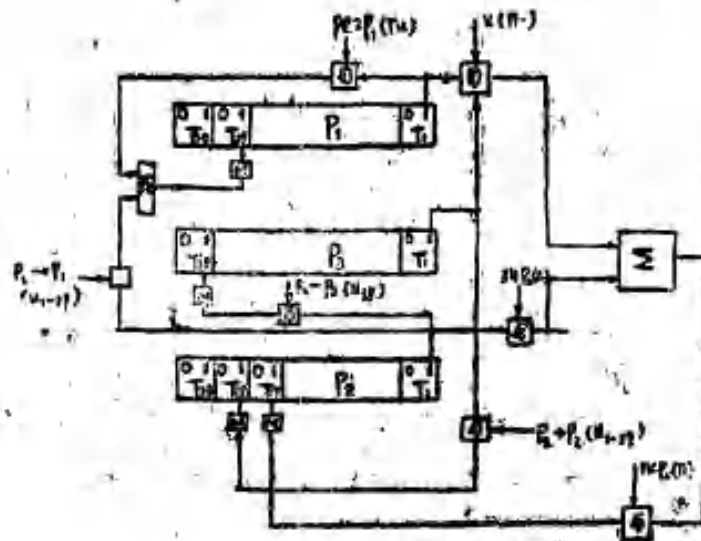


图10 乘法操作时的运算简单框图

### 3. 除法。

除法时， $P_1$ 存被除数（以后是余数） $P_3$ 存除数， $P_2$ 存商。除法的操作规则是：余数为正时，商上“1”，下一节拍为余数（已左移一位的余数）减除数；将余数由加法器送入 $P_1$ 的第19位就能实现左移一位；余数为负时，下一节拍为余数（已左移一位的）加除数。

在我们的线路中，实现这个规则是容易的，其简单框图如下：

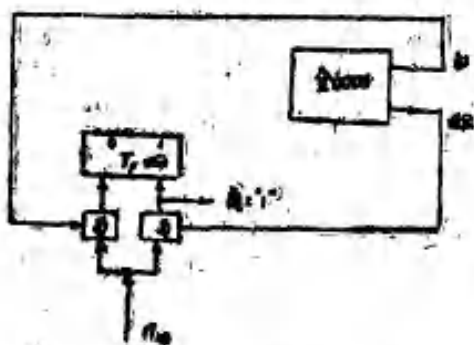


图 11 除法操作简单框图

$\Pi_{18}$ ——只在第18个脉冲间隔时是低电位。

$T_p o6_p$ 为反码触发器，当处在“1”状态时，除数（在 $P_3$ ）是反码传送到加法器（即余数减除数）；当处在“0”状态时，为原码传送（即余数加除数）。若余数为正（或是正的余数减除数，或是负的余数加除数）则在第18个脉冲间隔必有进位；用它 $Y_{18}$   $T_p o6_p$  弃用它上商；这样下一节拍必为余数减除数。若余数为负，则在第18个脉冲间隔时，必有“和”输出（即符号时间内有脉冲），用它 $Y_{18}$   $T_p o6_p$  则下一节拍为余数加除数，当然就不上商了。

### 4. 左、右移。

机器的移位寄存器是只能右移的，对于右移指令的实现当然简单。而左移 $m$ 位是通过右移 $n-m$ 位（ $n$ 为字长）实现的。

其简单框图如下：

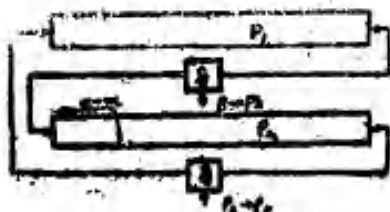


图 12 左移操作简单框图

先打开 $P_1 \rightarrow P_2$ 的门，封闭 $P_2 \rightarrow P_1$ 的门。将 $P_1$ 内容右移 $n-m$ 位，而后打开 $P_2 \rightarrow P_1$ ，封闭 $P_1 \rightarrow P_2$ ，将 $P_2$ 内容右移 $n$ 位送入 $P_1$ 。

这样，就实现了没有循环移位的左移，即从高位左移掉的数不回到 $P_1$ 的低位。

### 5. 其他指令。

除了上述的加減乘除，左右移，成組迁移外，还有以下几种指令：

取数指令——可取自磁芯，磁鼓或常数开关寄存器，取来的数由  $P_3$  移到  $P_1$ 。

送数指令——有三种变形：

i 将  $P_1$  内容传送到  $P_3$ ，后送到磁芯或磁鼓存储器，送完后  $P_1$  内容被清除。

ii 将  $P_1$  内容传送到  $P_3$ ，后送到磁芯或磁鼓，送完后  $P_1$  内容仍保留。

iii 将常数开关寄存器内容直接送到  $P_3$  后送到磁芯或磁鼓。这条指令主要用在调机，输入原始数据及起动程序等。

输出指令——有输出数及输出指令（或增量）二种。

磁带输出——有二条顺序的指令，第一条指令指明磁鼓的地址，从这个地址开始将磁鼓顺序地址的内容输出到磁带。第二条指令有二种变形，一为输出曲线的增量，一为输出直线的增量。输出曲线时，地址码  $A_2$  指明输出增量的个数；输出直线时，输出码  $A_2$  指明将第一条指令的内容重复送  $A_2$  次到磁带去。

其他如邏輯乘法，条件轉移，无条件轉移，输入，停机等等指令就不叙述了。

## 調机專用設備

由于这台机器是自行设计定型的，参加工作的同志都缺乏經驗，虽然在設計时考虑了調机的需要，但在調整过程中还碰到了不少問題，很多調机方法是在調整过程中逐步摸索出来的。下面只談談如何用程序检查来寻找虛焊点及工作在边沿状态的元件。为了調机的需要，在机器內設有一个两位的指令控制計数器。指令控制計数器有四个工作状态，00, 01, 10, 11，每作完一条指令，計数器状态改变一次。这四种状态是經四个与門获得的。大家都知道，用示波器只能观察連續波形，不能发现非經常性的故障。例如虛焊点的有时搭上，有时脱开，工作在边沿状态的元件偶而失效等等。检查机器工作正确与否的最好方法是程序检查的方法。这样，在整个检查过程中，只要有一个脉冲誤动作，計算的結果就錯了。程序检查一般有二种方法，一种是用存在存储器的程序进行检查，但这是在机器已經調好，或进入总調后才能进行，而当机器还在进行分調或是在調整运算控制器和存储器，输入，输出設備間的联系时，用这种方法是不可能的。因此需要用另一种方法，这种方法的特点如下，不是用存在存储器的检查程序，而是用指令控制計数器来代替程序进行控制的。如果把計数器 00, 01, 10, 11 輸出端接到指令譯碼器的四个輸出端（例如，取数，加法，減法，送数等）則相当于使这四种指令循环地进行。

程序检查的原理不外乎用已知的运算結果和实际运算結果进行比较，如果相等則表明运算正确，如果不相等則表明运算有錯誤。在机器中判断二个数是否相等，当然可以用減法及条件轉移組成的程序，

K	減法	执行 $A-B$
K+1	条件轉移	若 $A-B \geq 0$ 則順序下走 若 $A-B < 0$ 則跳到 $K+n$
K+2	減法	执行 $B-A$

$K+3$  条件轉移 若  $B-A \geq 0$  則順序下走,  
 若  $B-A < 0$  則跳到  $K+n$   
 若  $B-A < 0$  則跳到  $K+n$   
 $K+n$  停機

如果  $A=B$  則機器繼續工作,  
 如果  $A \neq B$  則停機。

但这就需要將程序存在存儲器，而且指令的執行順序是要可變的，而當用指令控制計數器進行控制時，指令的執行順序是固定不變的，那麼如何檢查運算的結果和應得的結果是否相符呢？这就需要利用邏輯線路的方法，對於我們這架機器，由於是串行的，而且沒有捨入，檢查線路是很簡單的。

例如，當我們按排在  $11$  狀態時間內是做運算結果和應得結果的減法操作，則在  $11$  時，全加器的“和”輸出端不應有脈沖輸出，如果有，則表明運算錯誤，應該停機。因此檢查線路很簡單，如圖 13。



圖 13 檢查線路

在用後一種程序檢查（我們叫它為小程序檢查）進行檢查時，所用數據也不是存在存儲器的，而是取自裝在控制板的三個常數開關寄存器。

由於採用了電位聯系，常數開關寄存器的結構是很簡單的，見圖 14。要注意到，在我們機器內，沒信號是高電平（+100 伏）有信號是輸出脈沖（定義見前）。

$\Phi_I$  有輸出表示要取第一個常數，這時在相應的位上若開關  $\Pi_1$  接到 +100 伏則無輸出，若接到  $\Phi_I$  則有輸出。 $\Phi_{II}$ 、 $\Phi_{III}$  有輸入時，則為取第  $II$ 、 $III$  個常數，數的狀況決定於相應位的  $\Pi_2$ 、 $\Pi_3$  開關的位置。

我們安排指令控制計數器在  $01$  時取的是第一個常數， $10$  時取第二個常數， $11$  時取第三個常數。

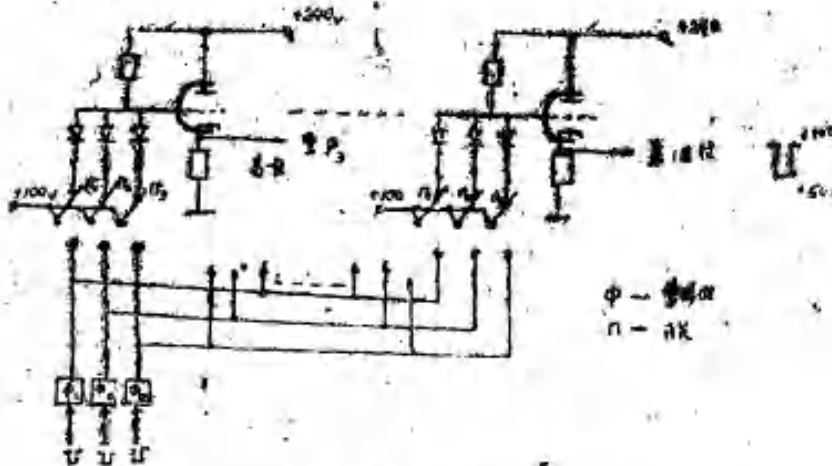


圖 14 常數開關寄存器



### 小程序检查。

关于用指令控制计数器作小程序检查方法很多，其中的一种基本原理如下：

把 01 与门的输出接到指令译码器对应于取数的输出端；

把 10 与门的输出接到对应于  $\xi$  ( $\xi$  为被检查的指令) 的输出端；

把 11 与门的输出接到对应于减法的输出端。

把 00 与门接到任意的输出端。（这种方法在 00 这个状态不进行检查）

这样，

01 时 从第一常数寄存器取来  $A$ ，

10 时 执行  $A \xi B$ ， $B$  取自第二常数寄存器， $A \xi B = C'$ ，

11 时 执行  $C' - C''$ ， $C''$  取自第三常数寄存器，为  $A \xi B$  应得的结果。

若  $C' - C'' = 0$  则表示机器工作正确，程序就继续循环下去。

若  $C' - C'' \neq 0$  表明工作错误，机器需停机，检查线路前已说过了，

若把 01 接到取数，10 接到加法，11 接到减法。

则为 01 取数  $A$

10 执行  $A + B = C$

11 执行  $C' - C''$  并进行判别检查。

这样就可检查和取数，加法，减法有关的环节。当要检查虚焊点时可对机器进行敲打试验，根据敲打到那一部分时机器停机的情况可以判断虚焊点的位置。

同理，可以根据是否停机来试验机器的最高允许工作频率，各种电压的允许变化范围等等；从而检查出工作在边沿状态的元件（例如，根据每一块底板 +60 伏的允许变化范围可以判断这底板内是否有工作在边沿状态的触发器）。

对乘、除、移位等其他指令的检查方法也是相似的。

至于对输出设备的检查，例如可安排如下的程序：

01 取数  $A$ （取自第一常数）；

10 打印（将  $A$  打印出去，打印后原数仍保留在  $P_1$ ）；

11 减法，将  $P_1$  内容和第三常数相减，第三常数和第一常数相同。

如果不停机，则表明运算控制器工作正确，如果并不停机而打印结果错了，则毛病就一定出在打印输出环节。

对输入设备的检查例如可安排以下程序：

10 输入（每次由发报机输入同一个数）；

11 减法（将输入到  $P_1$  的数和已知应输入的数进行比较）。

对磁芯存储器的检查，例如可安排以下程序：

01 取数（取第一常数到  $P_1$ ）；

10 送数（将  $P_1$  内容经  $P_2$  送到磁芯存储器，但原数仍保留在  $P_1$ ）；

11 减法（从磁芯存储器将原送去的数再取出来和保留在  $P_1$  的原数进行比较）。

这种程序可以检查存进去的数和重取出来的是否相等。在每进行一次这样的循环后，将磁芯存储器地址码寄存器“+1”（寄存器是计数器型的），这样便可顺序检查每个地址单元。

当然，对于磁芯存储器来讲，写进去以后马上就将其读出来，并不是磁芯存储器最坏的工作状况；机器内还装设有其他工作状况（例如经过半选干扰以后，才取出来检查等等）的检查程序。

对不同的检查程序，回报取数等关系都不一样。如果每次变化很长时间改线，那是不合适的。因此设计了调机插座插头，当每次改变检查程序时，只需在控制器底板的固定插座上插上相应的插头就行，所需的时间很短。这种小程序检查方法和前述第一种程序检查方法结合起来，可以大大减少日常检修及寻找故障点的时间。

### 元件抗干扰能力的检查

由于 0601 机所采用的与门是阴极跟随器型的三极管与门，其干扰信号的产生来源于各输入端上电平的不一致。机器中时标有 ГИ, ГИС 二种，他们的上电平是可以从控制

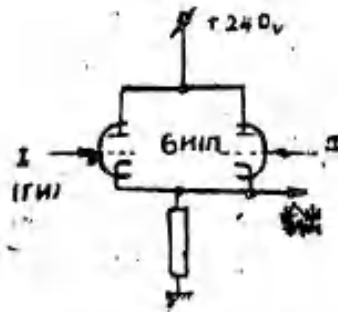


图 15 与门线路

板改变的。因此，升高或降低 ГИ, ГИС 的上电平，可以人为地在机器中制造干扰信号；例如，将 ГИ、ГИС 的上电平由 +100 伏升高到 +110 伏则会产生 10 伏的干扰信号。

升高上电平时的情况见图 16a。

若降低上电平也会产生干扰信号，见图 16b。

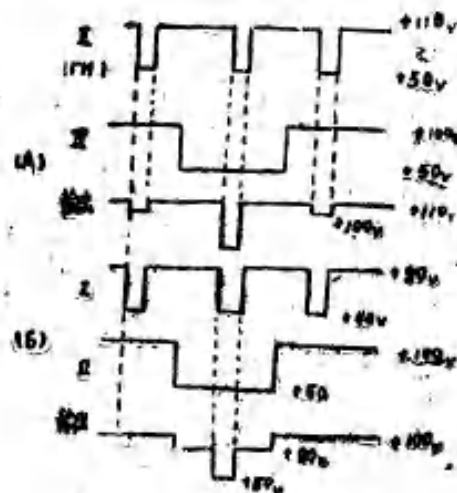


图 16 与门干扰信号时间图

根据 ГИ 或 ГИС 偏离标准上电平的允许值，可以检查机器中那些环节的抗干扰

能力降低了。

这样，便能很快的进行予检及寻找故障点。

其他调机设备。

在控制板上还装有按指令计数器的内容停机的环节（即当开关放在例如10000001位置时，则当执行到第129条指令后机器自动停机）它对于调机也很有好处。

另外，在设计控制板时还考虑到了调机的各种需要：如主时标 ГИ，ГИС的相错时间，宽度及上电平都可调。机器有四种工作状态：连续；指令（按一下执行一条指令）；节拍（按一下发出一个节拍的时标）；单一（按一下出单脉冲）。充份利用这种种工作状态可以对机器工作进行检查及寻找故障点。

### 結 論

为了满足工程计算，科学研究及教学需要，试制中小型的，灵活性大，可靠性高，但速度又不低的数字机是有着很重要的意义的，0601机从元件及逻辑设计上（例如在大容量但存取时间长的磁鼓，磁带存储器和运算器间用小容量高速磁芯存储器等等）作了努力，从调整情况看来性能是稳定，良好的，但由于我们经验缺乏，缺点还是很多的。

调整情况表明，采用电位联系是有其优点的，如调整方便，线间干扰很小，对前、后沿宽度要求不严格等等。

为了适应学校教学及开展科研的需要，在本机内有意識地装设了各种形式的存储器及输出设备。在设计时就考虑了调机方法及所需的附加设备。

(1960年4月5日收到)

## Электронная вычислительная машина 0601.

Кафедра «Вычислительная техника».

### АННОТАЦИЯ

Электронная вычислительная машина 0601, рассмотренная в статье, была спроектирована и создана самими студентами специальности вычислительной техники под руководством молодых преподавателей.

Эта машина обладает следующими особенностями:

1. Все стандартные блоки, разработанные нами и применяемые в этой машине, являются блоками с потенциальной связью.

2. В машине всего три запоминающих устройства: магнитный барабан, магнитная лента и быстродействующее запоминающее устройство на ферритовых сердечниках. Проектирование машины обеспечивает автоматическую групповую передачу чисел или команд между запоминающими устройствами.

3. Кроме обычных выходных устройств, машина имеет выходную приставку, предназначенную для составления программ, управляющих обработками на металлорежущих станках, т. е. машина—универсальная, но имеет специального назначения.

В статье рассмотрены: блок-схема машины, принцип проектирования, составляющие машины и система основных команд.