

四位微计算机的功能及其应用

第六讲 四位微计算机应用实例(上)

温州电子技术研究所 缪晓胜

一、四位机应用系统的开发过程

设计一个四位机的应用系统，一般应包括以下步骤：

1. 系统分析

首先对应用系统的功能、要求、任务与使用环境进行详尽的分析。如果是用于数据处理则要归纳出完整的数学模型，对有关的数学关系式进行推导和论证并选择合适的算法；如果是用于控制过程则要严密分析各个控制通道的控制逻辑及相互之间的时序关系，必要时画出时序波形图。

2. 总体设计

在系统分析基础上进行整机的总体设计，即软硬件功能的划分及各部分功能块的确定。具体可分为以下几项工作：

1) 确定I/O接口的功能及通讯方式

根据应用系统的I/O通讯及控制要求，充分利用四位机现有的I/O通道予以实现或进行必要的扩充。这里一方面要充分考虑到经济合理性；另一方面要注意不同的I/O通道功能在编程上的难易程度，避免软件过份复杂化；同时要留有将来进一步扩充的余地。在实时控制的场合，还要估计一下在相邻控制信号之间所必需的数据处理工作能否及时完成，即运算速度是否满足要求。否则应修改控制方式或计算方法。

2) 分配存储器单元

根据机器在运行中所必需存储的原始数据、中间结果、最终结果及各种表格的数据个数、字长来选择合适的格式并进行内存分配，画出RAM配置图。注意RAM单元的分配是“动态”的，即在运行过程的不同阶段单元的占用往往不一样。如某一寄存器在运行开始时存原始数据，运行结束后却可能存结果数据。在这种情况下必须列出“动态”内存表，以说明每一状态时各内存单元的作用。这样在编程和调试时可以一目了然。当数据个数较多而变动较大时，内存的分配往来相当麻烦。特别是DG0040机的RAM寻址分三段(BS、BU、BL)实现，每段的修改操作功能均不一

样。内存的合理分配能明显提高程序的效率，同时减少运行中产生冲突错误的可能性。

在分配数据单元的同时，还要设立若干必需的运行状态标志位并分配相应的RAM单元。

3) 划分程序模块并确定功能

近年来提倡“结构化”、“模块化”的编程方法。所谓结构化，就是所编写的程序可分为若干相对独立的模块。每一模块原则上只有一个入口和一个出口。各模块内部只有“IF-THEN”、“IF-THEN-ELSE”、“DO-UNTIL”、“DO-WHILE”及直线流程等几种基本的结构方式(见第四讲)。这样，程序可以分块调试，在出错时也很容易找到相应的出错模块予以排除，以后扩充机器功能时对程序的增删也很方便。尽管这样相对降低了程序的编码效率，但带来的好处是很大的。四位机由于程序较短，不容易也没有必要完全做到模块化，但也应尽量向此靠拢。根据程序功能的要求，把程序分为几个模块(如测键/显示模块、键分析模块、数据处理模块、控制逻辑块、各子程序模块等)。对每个模块(特别是主要模块)要编写一段详细的说明，包括程序的功能、入口条件、出口条件、占用的内存单元及特征标志位、出错处理等等。同时画出模块的流程图。

综合上述二阶段的工作，可构成一份详细的设计说明书，用来指导具体的设计工作。其内容大致为：任务—算法—I/O确定—存储器分配—程序模块划分。

3. 程序编制

总体设计确定后，即可进行具体的程序设计工作。结果程序功能较复杂并且模块的划分比较合理，则可将程序设计工作分给两个或更多的人来做。程序用汇编语言书写，编写好的程序用手工或在开发系统上用汇编程序翻译成机器码。然后可以进行软硬件的调试。

4. 程序调试

任何熟练的程序员都不能保证所编制的程序毫无差错。因此必须在通用微机系统上作软件的模拟或是在四位机专用开发系统上进行软硬件联机调试以验证

设计的正确性,后者更是必不可少的阶段。可以先调试各独立的程序模块及子程序,然后对整个程序进行全面调试,分析所有预定的功能是否能完善实现、达到要求。程序调试通过后写进EPROM,插进相应插座后让其脱机独立运行,以作最后的验证。

注意以上所述应用系统的设计过程并不是截然分开的。例如在划分程序模块或分配存储单元时可能要先试编几段程序,进行初步的估计。而当功能相当复杂时,不可能一下子将方案确定得十分合理。这就需要随时反复调整修改,以得到一个最佳的方案。

二、国产四位机应用概况

几年来,国内四位机的应用项目已超过100项,其中好多项获得了国家经委优秀新产品奖及其它各种成果奖。按其应用领域,大致可以分为下述几大类:

1. 专用计算机类

如棉花收购计算机、粮油收购/销售计算机、商用电子计价秤、售书计价计算机、银行利息机、电报计费开据机、邮政包裹收寄机、饲料配方计算机、地炮射击计算机等。

2. 仪器仪表类

精密自动RLC电桥、高精度数字电压表、多路精密恒温控制器、等外可见分光光度计、光密度扫描仪、色谱分析仪、纺织细度秤、织物折皱弹性测试仪、电阻应变检测仪、连续式路面平整度仪、热效率测试仪、数据平等仪,数字硬度计等。

3. 过程控制与单机控制类

皮鞋注塑生产线控制、线切割机床控制器、荧光灯排气工艺控制、电镀生产线控制、金属涂镀工艺控制、线圈绕线自动控制等。

从上述例子中可看出,四位机的应用面是很广泛的,从工业、商业、农业一直到军用都有。最近,随着新的单片四位机COP420系列的研制成功,在家用电器产品领域的应用也拉开了序幕,如洗衣机、电冰箱、电饭锅,家用电器通用控制器等一些应用项目的研制工作业已开始。

下面介绍几个典型实例说明四位机的应用情况。

三、四位机线切割机床控制器

精密数字程序控制电火花线切割机床是数控机床中最常见、应用最广泛的一种,特别适用于加工各种形状复杂的金属冲模和精密零件,全国拥有2万台左右。

数控线切割机床的控制部分原来采用分立元件,后来过渡到中小规模集成电路。但由于控制逻辑较复杂、元器件数量多,故存在可靠性、抗干扰性能

差及成本高的缺点。微机技术的发展自然导致了数控机床技术的进一步改革。

上无十四厂和上海长城无线电厂协作,成功地用四位机DJS-020实现了线切割机床的控制功能。由于采用微机作主控核心,不仅缩小了体积、降低了功耗、提高了可靠性和可维修性并且大大降低了成本(从原来的4000元减到800元),因此在技术上、经济上都带来了可观的效益。

该控制器在设计上充分发挥了四位机的数据处理能力和控制能力,接口电路设计简单合理,作为控制方面的应用有一定典型意义。由于国产四位机同出一源,所以只要对接口电路稍作变动,就能移植到DG0040上。

1. 线切割机床原理(参见图6-1)

把被加工的工件固定在工作台上,钼丝与工作间加上高频电压,产生高频电火花腐蚀金属,即可对工件实现切割加工。工作台由水平及垂直两方向的步进电机带动,从而切割出所需的形状。钼丝作上下垂直运动,排泄切割屑末。控制器的任务是:①从纸带阅读机或键盘上输入事先编制好的加工程序,每次一条指令。每条指令(和计算机的指令不同,是完成一项宏观任务的“命令”)完成一段直线或圆弧的加工任务,复杂的曲线可由若干段直线或圆弧来逼近。②根据加工命令,通过“插补”计算的办法,求得每次X或Y方向步进电机的进给方向并送出控制命令,带动工作合作相应移动。③由于钼丝与工件间的高频电压放电对距离有一定要求,所以在送进

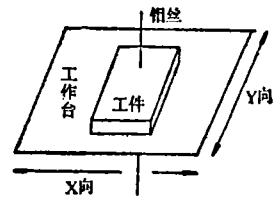


图6-1 线切割机床加工示意图

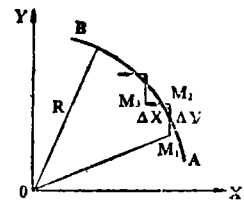


图6-2 圆弧AB逐点逼近加工情况

给命令之前需对高频电压进行采样,满足要求后才送出进给命令。③③项反复进行,完成一条指令后进入下一步。

所谓“插补”运算法,就是根据指令所指定的几何形状(直线或圆弧),由相应的插补公式每次计算出“偏差”值F(由于加工是从原点开始,故其初值为0),据此得到X方向或Y方向步进电机进给的方向。

例如若加工图6-2所示的一段圆弧AB,当加工点处于 M_1 点时,由于 $OM_1 < \text{半径} R$,通过计算后,将得

出此时应在Y轴正方向前进一步 ΔY , 进到 M_0 。同样, 下一步将在X反方向前进 ΔX , 这样逐点逼近, 构成一段圆弧。由于每一步的距离(仅 $1\mu\text{m}$), 故实际加工误差是很小的。

2. 偏差计算公式及加工指令

加工的圆弧或直线根据其 ΔX 、 ΔY 增量的正负不同, 可分为4个象限。对于圆弧, 还应分为顺时针、逆时针二类。因此总共有12种可能的加工曲线(参见图6-3), 用12种对应的加工指令来指定。

“偏差”的计算采用递推法, 根据加工指令所给出的加工尺寸(座标值 X 、 Y)及本次偏差值 F , 由偏差公

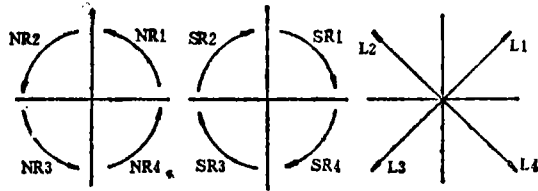


图6-3 12种加工曲线

式计算出下次偏差值 F 。偏差计算公式可由插补法原理推导得出, 推导过程可参考有关书籍。表6-1、6-2分别列出了12种曲线的偏差计算公式及步进增量

表6-1 线切割机偏差计算公式

| 图 形 | 加 工 命 令 | $F \geq 0$ | | $F < 0$ | |
|-----|----------------------|------------|---|------------|---|
| | | 进 给 | 运 算 | 进 给 | 运 算 |
| 圆 弧 | SR1, SR3 NR2, NR4 | ΔY | $F - 2Y + 1 \rightarrow F$ $Y - 1 \rightarrow Y$ | ΔX | $F + 2X + 1 \rightarrow F$ $X + 1 \rightarrow X$ |
| | SR2, SR4 NR1, NR3 | ΔX | $F - 2X + 1 \rightarrow F$ $X - 1 \rightarrow X$ | ΔY | $F + 2Y + 1 \rightarrow F$ $Y + 1 \rightarrow Y$ |
| 直 线 | L1, L3 | ΔX | $F - Y \rightarrow F$ | ΔY | $F + X \rightarrow F$ |
| | L2, L4 | ΔY | $F - X \rightarrow F$ | ΔX | $F + Y \rightarrow F$ |

表6-2 步进电机进给方向与12种加工命令的对应关系

| 方 向 座 标 | 指 令 | SR1 | SR2 | SR3 | SR4 | NR1 | NR2 | NR3 | NR4 | L1 | L2 | L3 | L4 |
|------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | 0010 | 0000 | 0001 | 0011 | 0101 | 0111 | 0110 | 0100 | 1000 | 1001 |
| ΔX | | + | + | - | - | - | - | + | + | + | - | - | + |
| ΔY | | - | + | + | - | + | - | - | + | + | + | - | - |

ΔX 、 ΔY 的进给方向。

加工指令采用3B格式: “B××××B×××××B××××GX(GY)命令”。“B”是分隔符, 第1个B后面跟BX值, 即X轴方向增值比例。第2个B后面跟BY值, 即Y轴方向增值比例。第3个B后面跟BJ值, 为加工结束的投影增量判别值。GX(或GY)指定判别的方向, 例如若为GX, 则当X方向进给累计值等于BJ时加工结束。

加工指令代码已附在表中, 从0000~1011共12种, 其第1位 I_1 和第2位 I_2 恰好分别指出了二个步进电机的进给方向: $\Delta = \bar{I}_1$, $\Delta Y = \bar{I}_2$, 这样在软件设计时十分方便。

3. 硬件设计

该机的输入设备是电报头和键盘, 二者均可输入加工数据和命令。所控制的外设是二个步进电机、高频电源及数码管。根据功能要求, 设计了合理的I/O接口, 如图6-4所示。

$W_3 \sim W_6$ (相当于DG0040的 $D_3 \sim D_6$)作为6位荧光数码管的位驱动信号。输出扫描线 $S_1 \sim S_3$ (也可用 D_1 代替)和输入测试端 KN_1 、 KN_2 构成15个键的键盘扫描矩阵。电报头的4位数据线 $I_4 \sim I_1$ 送至 $K_4 \sim K_1$ 输入端。 $I_4 \sim I_1$ 还和校验位 I_0 一起送至C630四异或门得出校验和信号(采用偶校验, $I_0 \oplus I_4 \oplus I_3 \oplus I_2 \oplus I_1 = 1$ 时出错)送至 β 端。 $F_4 \sim F_1$ (即0040的 $\bar{L}_4 \sim \bar{L}_1$)送出显示数据, 但“11×1”这二个代码是未用的空码, 此处用C031与门选通后作电报机马达的驱动信号。 F_1 、 F_2 又作为二个步进电机正、反转的控制信号。由于电报头和步进马达并不同时工作, 所以可复用F输出端。

步进电机的驱动采用两片CH250步进电机环形分配器, 工作在双三拍方式。 W_1 与 W_2 输出反相后送至CH250的触发端CL。每次需进给时, 由 F_1 、 F_2 送出 ΔX 、 ΔY 的正负方向信号, 再由 W_1 或 W_2 送触发脉冲, 启动CH250移相一拍, 从而带动相应步进电机前进或后退一步。其程序流程如图6-5所示。

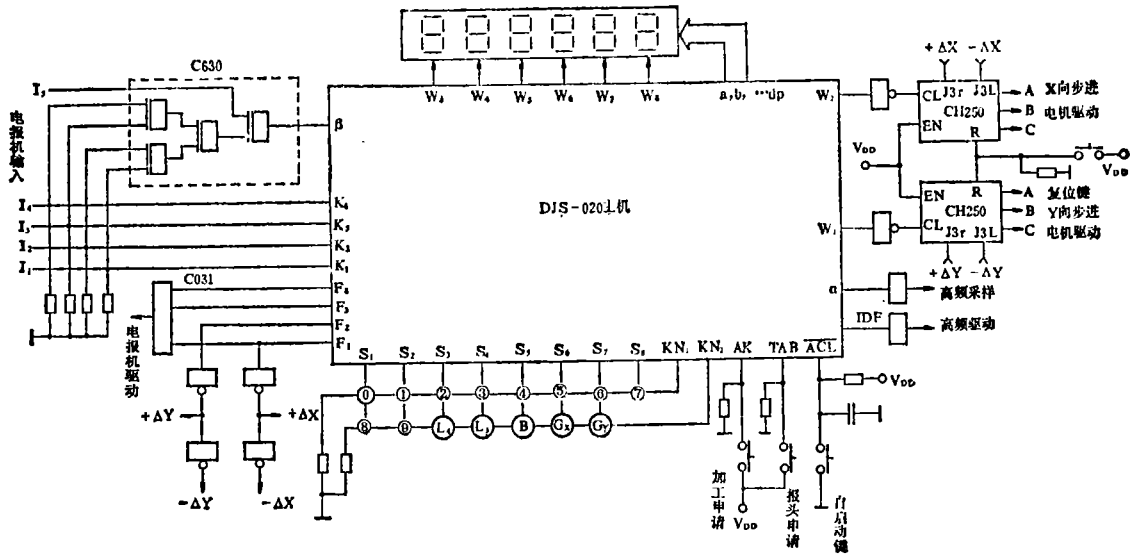


图6-4 线切割机控制系统框图

高频电源的驱动控制信号由IDF端送出，高频电压的采样信号则送至 α 端。由于 α 触发器具有自保功能，只要高频信号的脉冲宽度大于一个时钟周期就能触发 α 并锁存住，直至由程序来查询访问。这样，虽没有中断功能，但也能方便地识别处理随机产生的高频信号。 β -IDF- α 之间的制约关系在这里利用得很好：当置IDF=1驱动高频电源后， α 端才能接受高频信号，而电报头的偶校验和如出错或加工终止，会使 $\beta=1$ ，于是立即强迫IDF=0，从而关闭高频电源(上述要求在移植到DG0040机上时，必须增加接口电路。例如可用一片双D触发器，其中一位锁存高频电源驱动信号，另一位接受采样信号，前者为0时封锁后者。这说明了DJS-020在控制方面的长处)。

控制命令都由开关送至检测输入端，和键盘命令一起在键盘测试程序中予以测试分析。电报机启动申请由TAB端接受，启动高频电源正式加工的申请则由AK端接受。

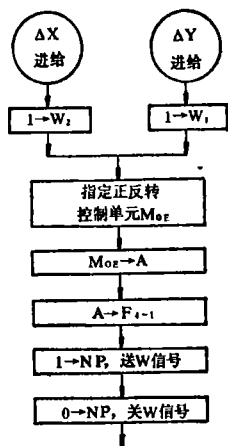


图6-5 步进电机驱动程序流程图

| | |
|-------|-----|
| M_0 | BX |
| M_1 | BY |
| M_2 | BJ |
| M_3 | F |
| F | C B |

标志位

图6-6 RAM分配图

主程序的流程如图6-7所示，大致可分指令输入和加工控制两部分。

该机的设计中，数据和命令既可由键盘输入，也可自动由电报机纸带上输入，因此在指令输入部分中对二者的请求都要访问。程序串行工作，先测试键盘，再判电报机的申请。每次输入一位十进制数、一个分隔符或一个命令字。输入后由加工指令输入处理程序予以分析判断并分别送入相应的寄存器暂存。当“3B”指令输入完毕后，程序再判别一下是否正式开始加工(测AK端)? 测试到加工命令后程序进入第二部分。

由于加工指令有好几种，处理及偏差计算均不相同，在开始加工前应先根据不同加工指令作预处理，设定各种有关标志位。加工开始后，首先等待高频脉冲的到来，识别后按不同指令及当时偏差值F送出进给脉冲，并对加工终值作减1计数和计算下一次的偏差值F。最后作加工是否结束即终值为0的判别，如为0则返回开机处等待接受新的命令。

该机的主要程序模块中，显示、测键、偏差计算等部分和上二讲中所述大致雷同，读者不难自行分析明白。步进电机控制驱动程序前面已给出，下面再介

4. 软件设计

该机所要处理的数据总共只有4个：BX、BY、BJ、F，正好存在RAM的4个寄存器中，高位区则用于存放各种标志位，如图6-6所示。

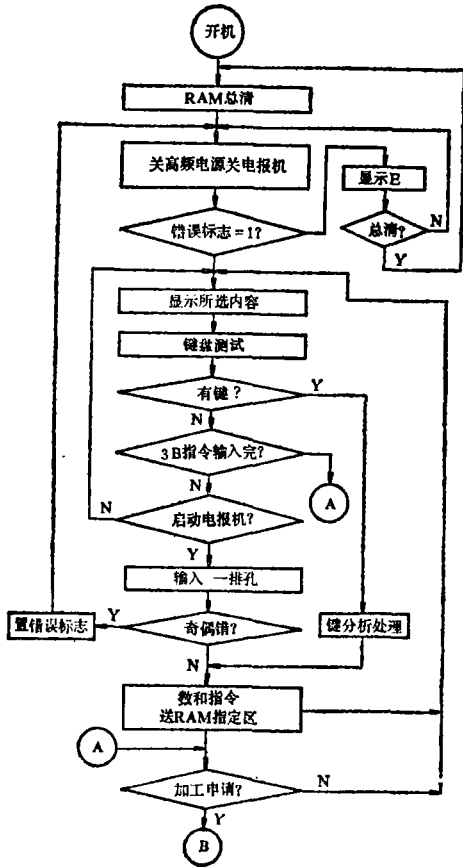


图6-7 线切割机主流程图

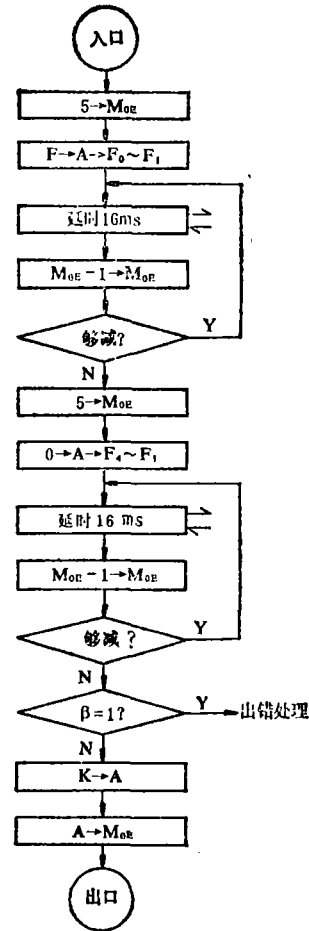
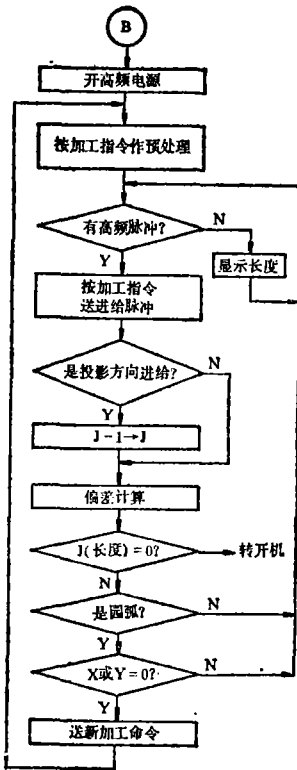


图6-8 电报头读入程序流程图

绍一下电报机输入程序和3B指令输入处理程序。

图6-8为电报头读入程序的流程图。程序仅占用 M_{OE} 这一个内存单元，开始用于延时光数，结束时又用来寄存指令字代码。程序的功能简单明了。先送全1码(1111)至 $F_4 \sim F_1$ ，启动电报机，延时 $16 \times (5+1) = 96\text{ms}$ ，这是电报机前进一排孔所需的时间。然后送全0至 $F_4 \sim F_1$ ，关电报机，再延时 96ms ，让纸带停稳。此时如 $\beta = 1$ ，说明奇偶校验出错，立即转出错误处理。否则从K端读入数据存 M_{OE} 。然后转去分析

处理所读入的数据(或命令)。

图6-9是3B指令输入处理流程图。 M_{OE} 中寄存输入程序所读入的3B指令字代码(数或命令)， M_{SD} 为数据分隔标志“B”的计数单元。整个程序呈树状分枝结构，根据 M_{OE} 的数值及 M_{SD} 的状态，判别所输入代码的含义并作下述处理：对BX、BY、BJ值分别送指定寄存器暂存，对GX、GY则置相应标志。指令代码的含义如表6-3所示。

该机现已由上海长城无线电厂投入批量生产。作

表6-3 指令代码含义

| 代码 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|-------|---|----|----|---|
| 含义 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | L_x | L_y | B | GX | GY | 空 |

为单机控制的又一典型例子，是八七八厂1984年夏季试制成的DG0040普通车床控制系统，同年9月参加了二委二部在南京召开的微电脑控制普通机床现场会并受到奖励。在生产工艺过程控制方面，上海实用电

子所于1981年和1984年分别研制成功皮鞋注塑工艺和荧光灯排气工艺的四位机控制系统，可靠性很高，带来可观的经济效益。这些都说明四位机在控制方面是大有前途的。

(下转第47页)

具有国内先进水平的MT-401多功能信号分析仪

江苏省宝应县振动仪器厂 郑毅

宝应振动仪器厂与北京工业大学联合研制的MT-401信号分析仪是一种采用8位微机小规模系统的四通道普及型FFT信号信息处理机。该仪器具有丰富的运算分析功能,主要包括幅值谱、相位谱、自功率谱、互功率谱、均方根功率谱、自相关、互相关、相干、传递函数、概率密度、概率分布、加窗、平滑、时域平均、频域平均、奈奎斯特图等十六种。该机采用28个功能数字键,有四个模拟通道,数据采集点数有100 μ s、200 μ s……2s、5s等七种。触发形式有手动、电平、脉冲、超前触发四种。用磁带机接口和RS-232接口可以向TRS-80及多种系统机传送数据和接收各种开发程序。本机已配有12英寸绿屏CRT显示和144点/行微打,并配有外接宽行打印机和智能绘图仪接口。各种控制和运算程序均使用汇编语言。机内有较强的机器语言调试功能,具有国外较先进的信号处理机才配有的屏幕编辑、信号转储、组合命令等先进的工作性能。可在CRT上显示1~8路波形。除坐标显示之外,还可用移动光标直接读被测位置的特征参数。采样频率最高10k,最低可分辨出0.002Hz。更受欢迎的是,本机还可作为0~10k数字磁带机使用,精度为0.4%;亦可作为四踪低频记忆示波器使用。完全能满足机械振动、土建、地震、医疗等方面动态测试和分析的需要,也是高校有关课程理想的实验仪器,亦可用于机械故障诊断分析。

最近,该机已通过了省级鉴定,受到与会专家较高的评价,认为该机吸取了国外先进技术,功能较齐全,综合指标具有国内先进水平,具有自己的特点。特别是性能价格比高,价格只相当于国外同类型机型的十分之一,每套仅9500元,易于推广应用。机械工业部仪表局和江苏省机械厅已安排宝应振动仪器厂组织生产,以满足国内广大用户的急需。同时,该厂还生产各种激振设备、多种传感器及前置放大器、有源滤波器、测量放大器、温度控制报警仪表、振动保护开关、工业振动检测仪、磁性应力仪、机械振动烈变监控仪、磁带记录仪等动态测试仪器,可以与MT-401组成多种不同用途的动态测试分析装置。

(上接第45页)

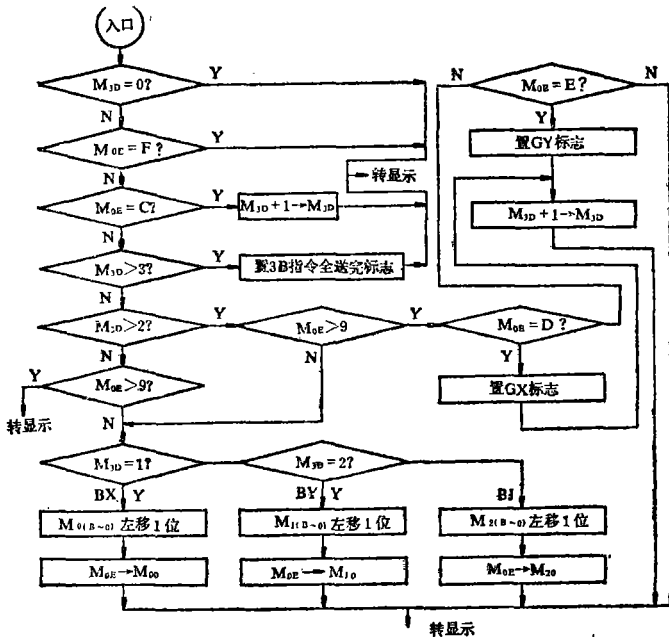


图6-9 3B指令输入处理流程图

(待续)

(上接第40页)

三、特点

此电路采用带预置的环形移存器,形式简单。由于输出位数由仪器移位脉冲数决定,因而适用任何位数的仪器。

整个电路可制作在一块很小的双面印制板上,安装在仪器内部,外部只需增加一个拨档开关,以便在“检查”时切断数据通道来的数据码,以“0111…”和“1000…”码交替代替。

电路连线正确时,一般不用调试即能正常工作。

此电路采用的码元形式为单极性全占定二进制码元,如需其它形式的码元需进行码形变换。再加上所需的码形变换电路即可。