

四位微计算机的功能及其应用

第七讲 四位微计算机应用实例(下)

温州电子技术研究所 缪晓胜

四、粮油收购计算机

从四位机的4位二进制字长对于十进制(BCD)数值运算的优越性和四位机起源于台式计算器这一历史渊源,就不难明白为什么四位机机会在通用、商用和各种专用计算器上得到了最广泛的应用。在国内,四位机开发得最早和推广量最大的项目也是在这一领域里,而且具有明显的国情特色:应用的对象集中在广大的农村——农产品的收购结算工作。因为国内收购政策的特殊性,是无法用进口 EOR 来取代的。下面以温州市电子技术研究所研制的 WJ 粮油收购计算机为例,说明四位机在商用计算领域的开发过程和应用情况。

1. 任务的提出及整机功能要求

党的十一届三中全会以后,随着承包责任制的落实,农村粮油的征购、结算工作由原来的以大队为单位改为以户为单位。粮油收购工作本来手续就较烦,现在更是几十倍地增加了工作量。全国普遍出现了农民“排长队、卖粮难”的严重问题。

交售粮油时收购人员要根据征购政策对每户的征购数、加价数、超购数(该部分作议价处理)等,进行一系列繁琐的计算。在交售粮油款项总和中,还要扣除农业税和贷给农民的预付款。为鼓励农民的积极性,各地还规定了奖售化肥、退糠等各种优惠措施。以某省为例,征购粮食时结算过程大致如下:

入库数 - 征购数 - 加价数 = 议价数

征购数 × 征购单价 = 征购款

加价数 × 加价单价 = 加价款

议价数 × 议价单价 = 议价款

(加价数 + 议价数) × 价外补贴 = 补贴款

(征购款 + 加价款 + 议价款 + 补贴款)

- (预付款 + 农业税) = 应付款

加价数 × 加奖比 + 议价数 × 议奖比

= 奖售化肥数

入库数 × 退糠比 = 退糠数

上述款项在结算完毕后均需誊写在多联发票上,分别给农民、仓库、财务部门记帐凭证。若将这一系列繁琐的计算、结算工作由计算机来完成,则要求计算机能根据键盘输入的原始数据,计算出所需各项数

据,并打印出多联发票。

不同品种的粮食,收购的单价均不相同,要求计算机能先存储这些征购标准,指定品种号调出相应参数参与运算。

在征购结算的同时,还必需进行各种数据的累计,包括总累计数、分品种累计数和分大队的累计数。该机的累计数总共212项。

根据以上分析,可知该机在计算中须注意以下几个问题:①由于所处理的数据个数很多,必须扩充外部数据存储器。②要解决多联发票的打印问题。③由于收购高峰时每天要结算500~1000户左右,必须尽量提高工作速度。

2. 系统结构及主要特点

该机是在DG0040最小系统的基础上扩充2K×4的外部RAM和一个打印机及接口而构成的(见图7-1)。由于粮油收购机是需要量大的产品,为了降低成本,应尽量简化电路,把一部分硬件的功能转由软件来完成。

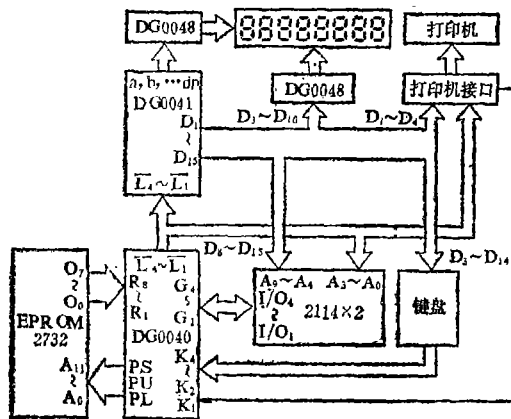


图7-1 粮油收购机系统结构框图

1) 外部RAM扩充功能的实现(见图7-2)

外部RAM用2片2114组成,其数据读写端口I/O₄~I/O₁直接和0040的双向口G₄~G₁相连。地址线A₆~A₀复用了四位机扫描线D₁₅~D₁₀及 \overline{L}_4 ~ \overline{L}_1 ,后者作为低位地址。在作数据通讯时,采用成块传送办法,一次读或写16个单元的数据,这只要在送出高位地址D₁₀~D₁₅后取尽 \overline{L}_4 ~ \overline{L}_1 的状态即可。由于2114的读写信

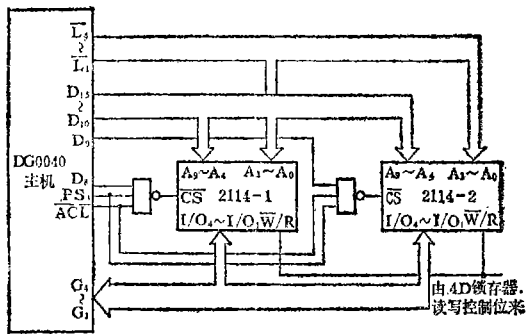


图7-2 外部扩充RAM接线图

号 $\overline{W/R}$ 在成块传送过程中是固定的,用控制打印机驱动电磁铁的4D锁存器中多余的一位来充当。最难处理的是片选信号 \overline{CS} ,根据时序的要求,在地址改变时, \overline{CS} 必须提高,处于禁止态。现利用PC的最高位 PS_3 和 D_8 (或 D_9)及 \overline{ACL} 相与后实现,即 $\overline{CS}_1 = PS_3 \cdot D_8$ 和 D_9 (或 D_8)及 \overline{ACL} 相与后实现,即 $\overline{CS}_1 = PS_3 \cdot D_8 \cdot \overline{ACL}$, $\overline{CS}_2 = PS_3 \cdot D_9 \cdot \overline{ACL}$ 。其真值表如表 7-1 所示。

表7-1 外部RAM片选信号真值表

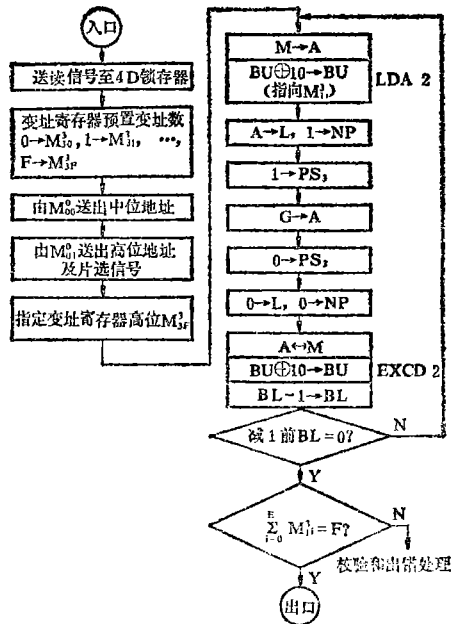
PS_3	\overline{ACL}	D_8	D_9	结 果
0	x	x	x	二片全封死(显示/测键时)
x	0	x	x	二片全封死(开机时)
1	1	1	0	$\overline{CS}_1 = 0$ (选中), $\overline{CS}_2 = 1$
1	1	0	1	$\overline{CS}_1 = 1$, $\overline{CS}_2 = 0$ (选中)

PS_3 用作控制信号后,本机的程序限于4K。 PS_3 信号的送出只能用程序转移指令实现。例如若现处于第x区y页z条($0 \leq x \leq 3, 0 \leq y \leq F, 0 \leq z \leq 3B$),则 $1 \rightarrow PS_3$ 的程序如下:

```
SSR    y
SSR    x+4
JMP    z+3
```

由于 PS_3 未和EPROM地址线相连,所以仍转至第x区第y页第z+3条。从程序上看来仍是连贯的,并没有转移。 $0 \rightarrow PS_3$ 的程序同样也是由三字节转移指令实现,仅第二条中(x+4)改为x。

现参照图7-4说明数据块读入过程。首先送读信号至4D锁存器的读写控制位,读入过程中保持不变。片选信号 D_8 、 D_9 及高位、中位地址 $D_{10} \sim D_{15}$ 共8位存在 M_{01}^0 、 M_{00}^0 。送出时用位操作指令测试该二个单元的每一位,据其状态分别执行SHD1($1 \rightarrow D_1$)或SHD0($0 \rightarrow D_1$)的操作,最后将D再移位7次,这样把 M_{01}^0 和



内存占用说明:

M_{01}^0 : 高位地址及片选信号($D_8 \sim D_{15}$)寄存器

M_{00}^0 : 中位地址($D_{12} \sim D_{15}$)寄存器

M_{0F}^0 ($F \sim 0$): 低位地址变址寄存器

M_{0F}^0 ($F \sim 0$): 读入数据缓冲区

图7-3 外部RAM读入程序流程图

M_{00}^0 中寄存的地址信息映射在 $D_8 \sim D_{15}$ 上。

对低位地址,为简化程序。用 M_{0F}^0 事先预置16种地址码0~F。当 $D_8 \sim D_{15}$ 送出后,依次从 M_{01}^0 中直接把低位地址码送至 $L_4 \sim L_1$ 。同时修改RAM地址,指向 M_{01}^0 。再用上述办法实现 $1 \rightarrow PS_3$,送出片选信号。这时可从G端口读入2114选中单元内容至A。随后 $0 \rightarrow PS_3$, $0 \rightarrow NP$,关片选信号和地址信号后,把A送进 M_{0F}^0 保存。并修改RAM地址,重新指向变址寄存器 M_{0F}^0 。

读入数据存在 M_{0F}^0 ,由EXCD指令的BL减1计数操作来构成数据块读入循环。

为防止读写过程中数据出错,还设置了校验措施。每块数据实际仅使用15个单元,最高位第F号单元作为校验和单元。在写入前将15个单元的数据进行累加(忽略进位),累加值取反后作为校验和数据送F号单元寄存。读入后则重新累加全部16个单元的数据,如结果为全1(F),说明读写正确;否则出错,转有关处理程序(显示全“E”)。

在该机实际程序中,为了提高效率,一次读写二块数据。第一块读入后,将其送至 M_{0F}^0 。第二块读入后仍存在 M_{0F}^0 。

写的操作和读的过程大致类似,主要应注意L寄

存器对BS异或操作的影响。

2) 用廉价打印机实现多联发票的打印

粮油收购时的发票要作为记帐凭证, 发票上必须印有汉字项目名称, 避免含糊不清引起纠纷, 同时要能打印多联。能达到这样要求的国产发票打印机售价过高, 不利于批量推广。如用微型针打则寿命太短, 同时纸张宽度也不够。现采用流行的 1871PD 型字轮式打印机。该机国内已有几家单位在仿制试产。

这种打印机只能打印数字和一个(12种)符号, 因此打印纸必须先印成发票格式。但它的进纸是由橡胶摩擦轮实现的, 在连续进纸打印时, 积累误差过大后会打错栏目。因此考虑在发票的左上角加工一个小同步孔, 用简单的检测电路在走纸过程中对其进行检测, 以确定发票的起始位置。这样便可以在事先印好的小发票的每一栏中准确地打印出数据来, 需要几张便打印几张, 每张打一个不同的编号, 以示区别。这样用很低的成本便解决了多联发票的打印问题。

1871PD打印机的结构十分简单。二个12位字符的字轮(一个是符号, 一个是数字)同轴安装, 由四相小步进电机通过减速齿轮带动。电机的A、B、C、D四相线圈从某一状态变到下一状态时电机转动一个确定的角度, 使字轮轴正好转过一个字符。其状态变化如下: 1100→1001→0011→0110→1100, 即控制码以移位方式改变。在每一状态须停留足够时间($t_p = 8 \sim 10\text{ms}$), 以使电机和字轮轴停稳。在字轮轴上贴有一小段铜片, 当字符“·、-、0”这三位对准字轮时, 铜片和弹盖电刷接触, 使“字轮复位”信号为高电平, 据此可进行字轮的起始位置同步。

机上还有二个电磁铁。当字轮转到所需字符位置后, 送出控制信号吸合“打印移位”电磁铁 E_2 (吸合时间约60~80ms, 吸合电流约800mA), 从而撞击打印纸后面的铁板, 使字轮在纸上印出所需的字符。字轮的上色由一个小墨滚自动完成。印好后须使电磁铁释放差不多同样时间, 这时机械机构自动使字轮左移一位, 下一次便可打在高位上, 实现了单字轮的串行打印。

E_1 是回行走纸电磁铁, 作用时使字轮回到右边起始位置并带动摩擦轮使纸张前进一小段距离。所需的吸合和释放时间和 E_2 相同。

打印机接口图及工作波形图分别如图7-4、图7-5所示。

“打印一行”程序由其本身及步进、打印/回车及测字轮复位三个子程序组成。其流程图见图7-6、图7-7。

首先, 连续4次调用测字轮复位子程序。一次为空, 接着三次连续测到有信号时才确认字轮同步。这是为防止电刷触点抖动造成的假信号的影响, 经实际

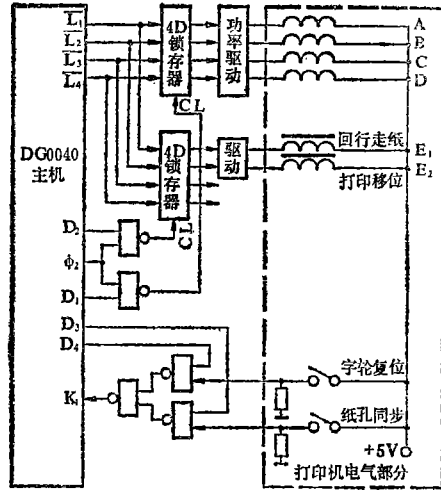


图7-4 打印机接口图

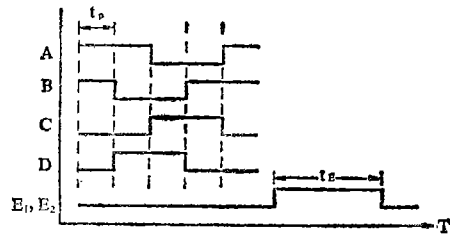


图7-5 打印机工作波形图

试验效果很明显。然后先打印符号位, 该机的符号位虽没有使用, 但不打印无法进到前一位。

被打印的数字存在 $M_{(C-0)}^0$, 这13个单元中, 最多12位数字, 最高位数字前存终止符全1码F, 这样可方便地实现可变写长数据的打印。

循环程序将要打印的字符用右移程序从 $M_{(C-0)}^0$ 中逐次移至 $M_{(E)}^0$, 然后减去前一字符的数值(已移至A, 所以打印第1位数字时A中要送0, 因为字轮同步后正好对应“0”字, 将差值(步进位数)送 $M_{(E)}^0$ 中, 减法分二步完成: 首先用SUB指令作 $M_{(E)}^0 + \bar{A}$, 据此判断是否 $M_{(E)}^0 \leq A$, 如成立, 则加上12($M_{(E)}^0 = A$ 时说明下一位是同一个数字, 也使字轮转一圈通过墨滚上色)。最后再加上1, 构成完整的减法。然后根据 $M_{(E)}^0$ 的值调用步进子程序使字轮再步进相应位, 转到本位该打印的字符位置。最后调用打印子程序, 打印出本位的数字。

在循环中还需判别一下 $M_{(E)}^0$ 是否为终止符F, 判别后说明打印完毕, 立即脱离循环, 走纸三次(发票一格的距离)后返回。

3. 系统功能及软件特点

1) 人机操作功能及预置标准的办法

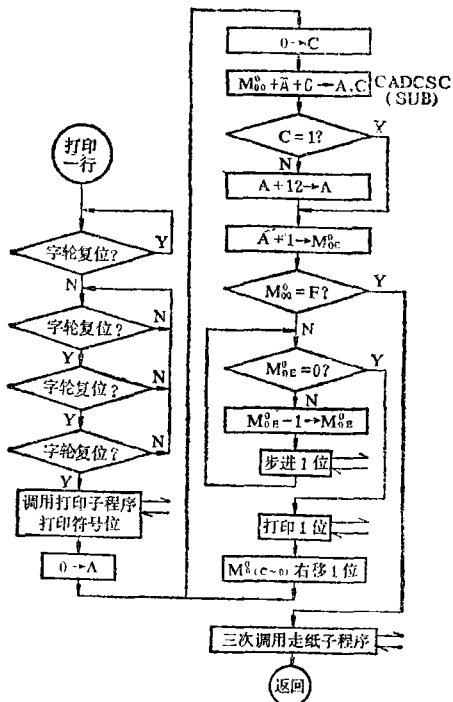


图7-6 打印一行程序流程

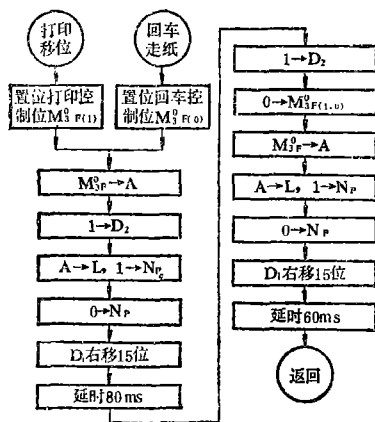


图7-7 与打印有关的三个子程序

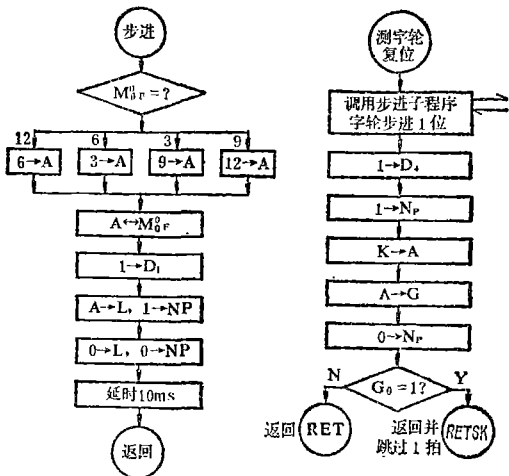
其次，对于征购标准的问题，用可预置的办法来解决。每天开机后，用功能键将各品种的收购标准及日期、联数等数据送入机内。每品种的标准送齐后再按“品种”键，计算机将其送入外部RAM相应区域予以保存。按“自校预置”键后，所有数据均不能再变更，同时打印出所有这些标准数据以供检查，有关功能键也转为送收购标准用。对于相对固定的收购标准或为某地定制时，还可将标准编进程序、写入 EPROM，开机后不必预置，按“自校预置”键后即可使用。

该机按键总共26个，其中数字键12个，功能键16个，有许多是复合键，效率较高。

2) 打印和送数的分时控制并行操作

前已述及，工作速度的提高是该机主要目标之一。五联发票的打印约需60~70秒，这是不可省的。送数时间约20~30秒，如能使键盘、打印机两种外设同时工作，则这段时间可完全省去。该机在软件上采用了分时并行操作的办法，在打印上一户发票的同时可送下一户的数据。

这种分时并行操作的功能在带中断的计算机中不难实现，但由于DG0040机没有中断功能，只好借助软件来完成。显示测键程序和打印程序都有较强的定时时序要求，这种定时要求在各自的程序中分别由不同的软件延时循环来完成。为了在串行处理的程序中同时实现两种外设的控制及延时要求，必须让某一种外设的服务程序作为子程序嵌套在另一种外设的服务程序中。显然，后者延时时间片必须由前者的时间片组成。由于显示测键的延时时间较短，确定将其作为子程序，即打印控制动作的延时功能由显示测键子程序来实现。打印控制动作的处理程序实际上很短，绝大部分时间还是由显示测键处理程序所占用，这就保证了打印时的正常显示、送数工作。



由于该机在每户收购时所需送入的原始数据较多(4~8项)，而且在结算中要进行不少判别工作(如入库数是否够征购数，入库款是否大于农业税、预付款等)，并分别作不同处理。如按固定次序每次输入一个数据，将增加操作人员的负担。现在采用成组随机输入的办法，所有的数据一次送入，但次序不限，送完后所有判别处理工作由计算机自动完成。如果漏送了该送的数据，按“计算打印”键后机器拒绝工作并显示“En”字，提示操作人员送足有关数据。这样既减轻了负担又不会出错。

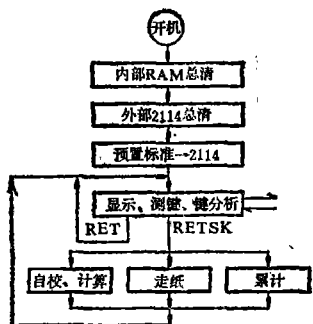


图7-8a 主程序流程图

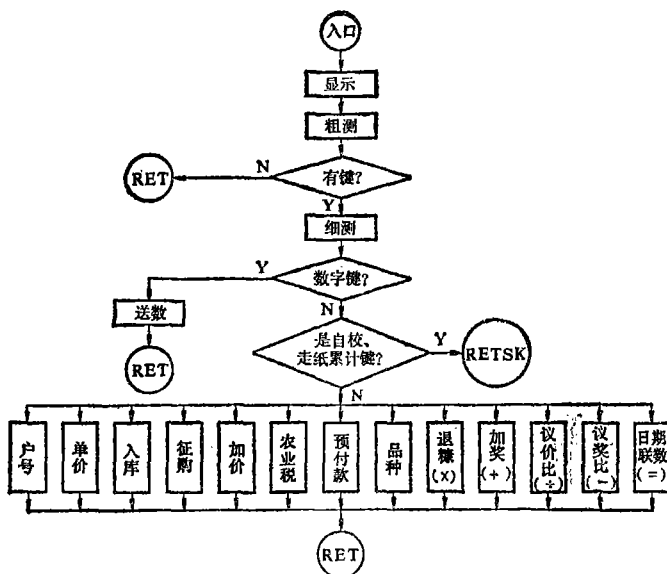


图7-8b 显示、测键、键分析子程序流程图

表7-2 内存分配表

F				0		
M ₀ ⁰	步进码	打印缓冲及运算				
M ₁ ⁰	第几联	加价款		应付款		
M ₂ ⁰	标志	议价款		征购款		
M ₃ ⁰		联数	日期	发票号	奖售	
M ₁ ¹	标志	议价比	标准价(加价单价)	7 显示区		
M ₂ ¹		标志	退票(价)比	加奖比		
M ₃ ¹		标志	油加价比	(议价单价)		
M ₀ ²				8	海糠(价)	
M ₁ ²						
M ₂ ²						
M ₃ ²						
M ₀ ³	标志	入库数		农业税		
M ₁ ³		征购数		预付款		
M ₂ ³		加价数		大队号	价外补贴	
M ₃ ³		议价数		种类	户号	单价

图7-8为主程序及主要子程序流程图。整个程序分为若干模块。开机后先执行初始化程序，将全机内部及外部RAM清0并送各种标准的初始值。之后，进入主循环程序，其内核是以子程序形式出现的显示测键功能块。这是一个有多路分支树状结构的子程序，

在处理上和一般显示测键程序有所不同。在确认有打印功能(自校打印、走纸、累计)的按键时立即退出子程序，分别进入各相应功能块。在这些功能块中仍可调用该显示测键子程序以实现功能块中的延时任务。在其它情况下，先对按键功能作相应处理(送数或检

查等),然后再退出子程序,并且立即回到主循环入口。

在自校预置(与计算打印是同一个键)、走纸、累计等功能块中,子程序嵌套最多达5级,一般呈如下传递关系:

自校、计算 → 打印一行 → 打印移位 → 测键显示
 累计、走纸 回车换行
 → →

可知,至显示测键处理模块时子程序嵌套已达三级,余下二级在该模块内部使用。0040机的五级嵌套子程序功能在此得到了充分的利用。

这种并行操作程序带来了一些附加的问题。例如,由于子程序模块(特别是显示测键子程序)在许多地方被调用,并且处于不同的子程序嵌套级别,为防止循环递归调用,进入死循环,须设立必要的标志位,来给出调用前的程序运行状态,以建立各种功能键之间的制约关系。

3) 存储器分配

内存分配表见表7-2。其中原始数据区分A区和B区二块。B区为当前输入区,数据输入完毕,按“计算打印”键将B区数据送至A区进行运算,并保留待打印时用。此时B区又作为和外部2114RAM通讯用寄存器,传送、计算累计数值。计算完了(计算占用时间很短),开始打印并清除B区可输入下一户的新数据,如此循环。

外存2114中一部分存征购标准,其余大部分存累加数据,字长均为7位,一个寄存器可存二个数。

五、四位机在仪器仪表上的应用

微机应用于仪器仪表时有以下特点:

1. 由于仪器仪表所处理的都是模拟量,系统通常要包含A/D或D/A器件。根据四位机长于BCD运算的特点,最好应采用BCD码输出的A/D器件,如14433(3^{1/2}位)、7135(4^{1/2}位)等,前者上海元件五厂已有生产(型号5G14433)。如采用8~12位字长的A/D器件,则需作二-十进制转换。

2. 在仪器中微机不仅要实现测试过程的控制,还要完成测量参数至结果值的各种函数换算工作。为此要进行算法的分析比较,必要时可在通用计算机

上模拟,确定其运算精度与速度。

3. 采用微机可增加自动校零、校基准、线性滤波、曲线非线性校正或拟合逼近等“智能”,克服一般模拟仪表通常存在的零漂、干扰、非线性等缺点。如温州市电子技术研究所研制的MQJ-0401微机精密RLC自动电桥在设计中提出并实现了逐点逼近、分段校正的“容错判别”技术,允许在低精度相位检测器出现误判的情况下由软件予以校正,从而达到60ppm的分辨力,保证了0.1%的高精度测量指标。

下面简要介绍上海光学仪器厂、八七八厂和上海光学仪器研究所联合试制成功的紫外可见分光光度计。

1. 工作原理

由单色光源所产生的单色光束通过被测溶剂的试样时,由于试样的密度不同,其透光率也相应变化。试样后的光电器件(一般用光电管)将光信号转换成电信号,放大后经A/D转换送进计算机。

电信号和透光率成正比线性关系,而根据比尔定律,光密度A和透光率T之间为对数关系,因此计算机必须作对数运算:

$$A = -\log T \quad \dots\dots (1)$$

由于透光率是一种相对参数,在测试时要进行三次:第一次将光电管遮暗,测出的是光电管的“暗电流”信号 I_0 ,即光信号为0时光电信号的漂移。第二次将装有溶剂(或其它用作参照基准的溶液)的试样送进测试位置。用此时测出的信号减去“暗电流”值后是100%的“基准”透光率信号 I_1 。正式测试时测得信号 I_1 后,由下式得到透光率:

$$T = \frac{I_1 - I_0}{I_1 - I_0} \times 100\% \quad \dots\dots (2)$$

由(1)式可得到该试样的光密度A。如果是进行浓度测量,则事先应将标准试样的光密度 A_0 测出,同时由键盘键入该标准试样的标准浓度 C_0 ,然后测得被测试样的光密度A,由下式算出相应浓度值:

$$C = C_0 \cdot A/A_0 \quad \dots\dots (3)$$

2. 系统结构

该机的电路部分配置十分简单,由DG0040最小系统增加A/D部件构成,如图7-9所示。

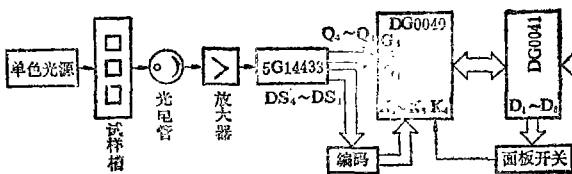


图7-9 分光光度计结构框图

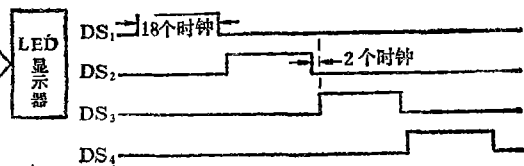


图7-10 A/D器件的输出选通信号

A/D转换器选用上海元件五厂的5G14433。该片用串并行方式输出转换结果，每次从 $Q_4 \sim Q_1$ 端输出四位二进制信息，由 $DS_1 \sim DS_4$ 选通信号同步。其中第一次(DS_1 选通)除最高位信号外还包括极性、过量程和欠量程信号，后三次输出低三位BCD码。选通信号的波形见图7-10。

当A/D部件的时钟为66KHz时， $DS_1 \sim DS_4$ 的脉宽约 $273 \mu s$ ，间隔 $30 \mu s$ 。DG0040有足够的时间来完成同步测试和数据输入的采样工作。 $DS_1 \sim DS_4$ 经编码电

路转变成三位信号送 $K_1 \sim K_3$ 端由主机接收测试，数据信号 $Q_1 \sim Q_4$ 则直接送 $G_1 \sim G_3$ 端。

仪器的面板操作开关有：暗电流补偿、100%“基准”调节、T-A-C选择及浓度值的预置等，均由 $D_1 \sim D_8$ 选通的 8×1 开关阵列送入 K_4 端。其中还包括二个置数键：“加1”和“移位”，较常规的0~9十个数字键减少了8个键。

3. 软件流程图(见图7-11)

与分光光度计类似的还有浙江省医疗器械研究所

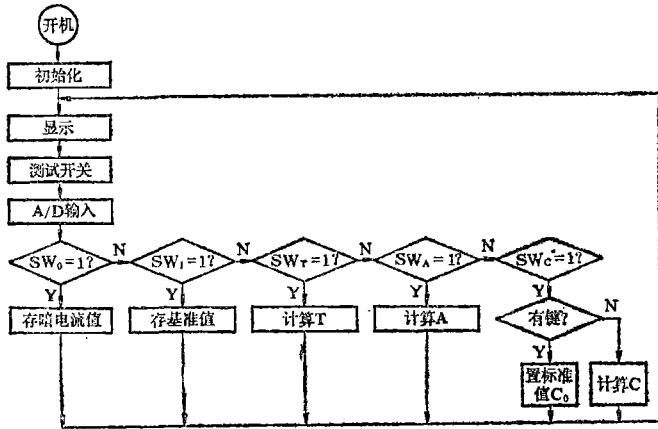


图7-11 分光光度计主程序流程图

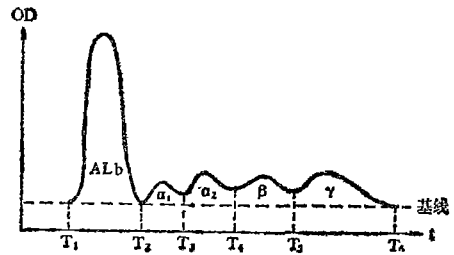


图7-12 电泳蛋白标本的光密度扫描曲线

与温州市电子技术研究所联合研制的光密度扫描仪。其光学原理基本相同，但测试的是试样标本（医学临床的人体血清蛋白电泳标本等）在光学狭缝照射下机械扫描所得到的动态光密度曲线（参见图7-12）。

仪器的任务，是找出曲线的每一个峰谷点，如 T_2 、 T_3 等，同时对每一个峰的光密度值作积分，然后求出各峰面积所占百分比。

据此要求，仪器的系统结构也有所不同：

① 对这种必须作连续采样积分的模数转换电路以采用V-F型A/D为宜，采样时间和电源同步，20ms/次，以消除50周干扰。

② 对数转换由硬件对数放大器完成。如由计算机来做，由于采样周期及运算速度的限制，会造成较大的误差，除非采用具有高速运算性能的微机。

软件的关键是合理的分峰算法，以正确找出每一个“谷点”，同时又要区别各种干扰所造成的毛刺导致的“假峰”。对此，用状态矩阵法编制分峰状态分析程序，通过反复实验，较好地解决了这一问题。

该仪器用微机实现了全自动分析操作，比目前医院手工分析方法提高工效几十倍，充分体现了微机化的优点。

中科院兰州化学物理研究所和温州离子注入研究所研制的色谱分析、数据处理仪在原理上也大致雷同，但分峰个数较多，测试时间也长，用四位机同样得到了较好的效果。

在自动化仪表方面，上海国泰电讯器材厂研制的SGT-21型精密温控电脑用DJS-040作主控部件，充分发挥电脑的智能，在升温 and 恒温阶段分别自动进行PID参数整定，从而在0~1800°C范围内，达到了 $\pm 1^\circ C$ 、 ± 1 字的控温精度，而且能同时控制4个独立的通道。

上海电表厂研制的PZ62型微机数字电压表，显示位数5位半，基本误差0.003%， ± 2 字，分辨率 $1 \mu V$ ，达到了很高的精度和灵敏度。整机所有测试工作均在四位机DJS-040控制下进行，并由软件来完成自动量程转换、最大/最小值测量、极限值检测等工作，减少了元器件，提高了可靠性。还可由面板编程送入二个常数对测量结果作四则运算，从而扩大了测量内容。

上述数例充分说明了四位机在各种仪器仪表中应用的广泛程度。

(待续)