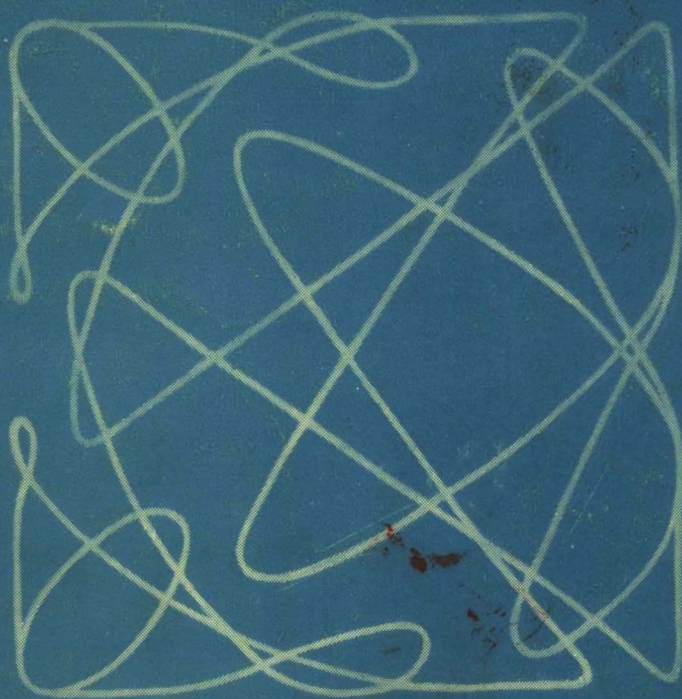


倪永仁 周浩华 邝洪炼 编



APPLE II

微型计算机系统及应用

试验所

6

APPLE II

微型计算机系统及应用

倪永仁 周浩华 邝洪炼 编

广州市科学技术协会

序 言

本书广州市科学技术协办会组织出版，由华南工学院计算机工程与科学系倪永仁、周浩华、邝洪炼老师编写的。

本书的初稿于一九八一年写成，作为教材在华南工学院及广州市科学技术协会与广州市工商业联合会先后举办的微型计算机应用技术培训班上多次使用，得到广大读者好评。这次出版，三位老师根据近几年教学、科研、维修实践积累的经验，作了大量的整理、修改和提炼。本书既立足于当前的普及，也注意今后的开发，内容丰富与实用。它不仅包括APPLE II系统、硬件、软件、外设和应用方面的知识，而且还详述了运行操作的具体方法。

本书通俗易懂，深入浅出，适合广大科技工作者、中学教师、管理人员工作和学习的需要，也可作为大专学生、高中学生的参考书。

目前，APPLE II及类似机型增加很快，数量较多，但国内出版这种类型的书还比较少。为了便于有关人员熟悉和掌握这种类型的微型计算机，充分发挥它的作用，我们出版这本书，希望对普及微型计算机和促进它的应用起一点作用。

倪永仁、周浩华、邝洪炼三位老师为编写此书，付出了辛勤的劳动；广州市水电勘察设计院为本书绘图做了大量工作，在此一并致谢。

去秋今春，香港中华出入口名誉会长王兆丰先生和香港中华总商会会董李明昌、李玉麟先生，两次捐赠拾套微型计算机给广州市工商联，使我们和广州市工商联联合举办的微型计算机培训班有了合适的实习设备；他们并关心出版此书。借此机会，我们对三位先生的爱国热忱表示衷心的感谢。

广州市科学技术协会

一九八四年四月

前 言

APPLE I 是一种普及型的微型计算机系统。由于它有功能齐全,结构灵活,使用简单方便,用途广泛,价格便宜等许多优点,而且,它的高分辨率屏幕可以显示彩色表格和图形,特别是能够使用汉字而成为中英文的普及型电脑。

功能齐全。因为APPLE I系统硬件配套齐全,软件配备丰富。APPLE I的CPU采用8位6502微处理器,基本指令56条,有13种寻址方式,因此实际操作有151种。主频为1 MHz,指令时间为2—7微秒,因此定点加法速度可达50万次。存储容量为64K字节(包括12K ROM),还可扩充128K RAM。基主板上的基本接口可以接入彩色或绿色屏幕显示器,屏幕可以用40H×24V个字符的文本方式或者16种颜色40×48块的低分辨率图形方式及6种颜色280×192点的高分辨率图形方式进行显示。基本接口可以接标准键盘和录音机,还可以接喇叭输出。主板上还有八个插座,可以插入用户所需要的语言卡和外设接口卡。APPLE I系统已经配上的有5 $\frac{1}{4}$ "及8"软磁盘驱动器接口,硬盘驱动器接口,并行打印机接口,多功能串行通信接口,绘图输入板接口,绘图机接口,声音识别接口,声音输出接口,实时钟接口,A/D及D/A接口和汉字卡等。软件除随机带有监控程序及APPLE SOFT BASIC语言外,还可配INTEGER BASIC、APPLE PASCAL、APPLE FORTRAN、APPLE COBOL、APPLE PILOT等语言。操作系统可配备DOS 3.3磁盘操作系统,CP/M操作系统,PASCAL操作系统。此外,还有完善的诊断程序和大量的专用程序及游戏程序等。这样丰富的硬件及软件可供应用选择,使得各种应用都比较方便可行。

结构灵活。APPLE I的硬件和软件都采用积木式结构。主机板上设有八个通用的外围接口卡及语言卡插座,可以连接所选的外围设备。而且存储器地址分配中留有4K字节单元给外围接口卡用,外围设备的管理程序都放在接口卡的ROM中。因此,扩展灵活方便。

价格便宜。APPLE I带显示器64KRAM的主机(通常是类似仿制型),配上两个5 $\frac{1}{4}$ "磁盘驱动器,点阵打印机的基本系统也只需10,000元人民币左右,是同类微型机系统中最便宜的。而且售价还在不断地下降。

由于它价格便宜,功能齐全,结构灵活,使用方便,因此它被广泛地应用到科学计算、数据处理、自动控制、厂矿企业管理、教育娱乐、家庭生活等方面。

因为它的内存可以扩充,又配了BASIC、FORTRAN、PASCAL等语言,因此在数值计算上能适应多种需要。它配置了汉字卡,又配了8"软盘及硬盘,用在管理方面十分方便,如目前已有财务管理、商业管理、企业管理、库存管理等多种应用。它配置了

实时钟卡、多种量程的模数转换卡及数模转换卡，很易组成一个小型的控制测试系统，实现实验室或简单流程的自动控制。它可配置绘图板、绘图仪，可用作简单的图形处理。它配置了声音输入卡，可用来作声音识别及控制。它安装了游戏控制接口，具有许多游戏程序，故也是一种很好的娱乐用具。它配了PILOT语言，适合于编写教学程序，它还有很方便实用的编写软件，可方便的用来书写文件及通知。因此，它也成为办公室的得力助手。它还配了通信接口及网络接口，可以方便地连接到计算机网作为终端，因而更开拓了它的应用。

APPLE II问世已经有六年多了，它由于有较好的性能价格比，在世界的微型机销售市场曾占有优势。近年来，由于16位微型机的发展，它受到激烈的竞争。为此，APPLE公司推出APPLE IIc，它的性能作了一些改进，软件可与APPLE II PLUS兼容。现在APPLE公司和半导体厂家、软件公司联合宣布，APPLE II将使用一种新的16位微处理器65816，可与6502微处理器在软件、硬件方面完全兼容。并且将生产一种16位微处理器65802，与6502完全兼容，APPLE II的老用户只要将6502从插座拔下，插上65802便变成16位计算机。

近年来APPLE II及类似产品在我国大量增加，由于良好的性能价格比，作为普及型的中英文计算机系统，作为学校普及计算机教育的设备，作为计算机系统的中英文终端，对我国的微机应用的推广普及将会发挥良好的作用。

本书中的第四章由倪永仁编写，前言，第二章，第三章的第4、5节，第七章的第1、3、4、5节，第八章的第2节，由邝洪炼编写；第一章，第三章的第1、2、3节，第五章、第六章，第七章的第2、6、7节，第八章的第1节，由周浩华编写。全书由周浩华汇总编辑。

由于编者的水平有限，难免有错误和不足之处，欢迎读者多提宝贵意见。

广州市科协的领导及有关同志对本书的出版给予大力支持，做了许多工作，特致谢意。

华南工学院

倪永仁 周浩华 邝洪炼

1984. 4

目 录

第一章	APPLE I 微型计算机系统概述	
§ 1—1	微型计算机的一般结构	(1)
§ 1—2	APPLE I 微型计算机系统的构成	(4)
§ 1—3	系统的安装连接	(11)
§ 1—4	系统的使用操作	(12)
第二章	APPLE I 硬件	
§ 2—1	6502微处理器	(15)
§ 2—2	6502指令系统及寻址方式	(22)
§ 2—3	存储器及其存储单元的分配	(40)
§ 2—4	外围接口	(43)
第三章	APPLE I 微型计算机系统常用外围设备	
§ 3—1	键盘	(48)
§ 3—2	屏幕显示器	(57)
§ 3—3	打印机	(65)
§ 3—4	磁带录音机	(72)
§ 3—5	磁盘驱动器	(73)
第四章	APPLE I 微型计算机的BASIC语言	
§ 4—1	APPLESOFT BASIC的一些基本定义和符号	(79)
§ 4—2	输入输出命令	(88)
§ 4—3	控制流动命令	(95)
§ 4—4	系统控制命令	(104)
§ 4—5	编辑和格式命令	(109)
§ 4—6	字符串命令	(114)
§ 4—7	低分辨率图形和游戏控制命令	(121)
§ 4—8	高分辨度图形命令	(125)
附录A	APPLE SOFT用的保留字一览表	(135)
附录B	APPLE SOFT (浮点BASIC) 与INTEGER BASIC (整数BASIC) 的区别	(136)
附录C	错误信息 (ERROR MESSAGE)	(137)
第五章	APPLE I 微型计算机磁盘操作系统 (DOS3.3)	
§ 5—1	软磁盘	(139)

§ 5—2	DOS命令	(141)
§ 5—3	磁盘操作系统的运行	(150)
§ 5—4	存取和运行BASIC程序文件	(156)
§ 5—5	存取和运行机器语言文件	(159)
§ 5—6	建立和检索顺序文件	(161)
§ 5—7	EXEC 命令的重要用途	(168)
§ 5—8	建立和检索随机存取本文文件	(170)
第六章 监控程序		
§ 6—1	管理内部存储器	(174)
§ 6—2	管理外部设备	(179)
§ 6—3	管理CPU及内务	(181)
§ 6—4	小汇编及汇编程序调试	(184)
§ 6—5	监控程序中一些常用子程序	(188)
第七章 APPLE II 扩充外围设备及其使用		
§ 7—1	并行、串行及通信接口卡	(190)
§ 7—2	绘图板及其使用	(202)
§ 7—3	绘图仪及其使用	(212)
§ 7—4	时钟、A/D、D/A卡及其应用	(218)
§ 7—5	存储器扩充卡及其应用	(223)
§ 7—6	Z 80 Softcard 及其使用	(223)
§ 7—7	汉卡及其使用	(229)
第八章 APPLE II 微型计算机应用举例		
§ 8—1	APPLE II 微型计算机在管理方面的应用	(237)
§ 8—2	APPLE II 微型计算机在测试和控制方面的应用	(249)

第一章 APPLE II 微型计算机系统概述

§ 1 - 1 微型计算机的一般结构

如果我们将微型计算机系统简化，其粗框结构就如图 1 - 1 所示。

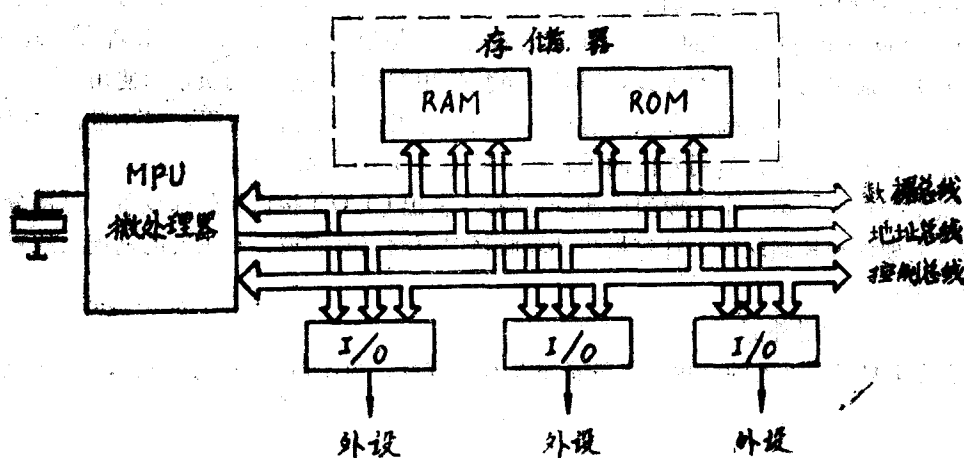


图 1 - 1 微型计算机结构示意图

大家知道，微处理器简写作MPU（或CPU）是微型计算机的核心。由它进行算术和逻辑运算，发生和接收控制信号，协调微型计算机各个部分的工作。它外接石英晶体，其振荡频率经分频后作为计算机的时钟频率。

微型机的第二个重要组成部分是存储器，存储器用来储存数据、程序等信息。目前采用半导体存储读写存储器（RAM）和只读存储器（ROM）。

随机读写存储器也称为随机存取存储器。它的主要特点是：计算机运行时，随时可以将事先存储在RAM中的信息读出，或者将信息写入RAM中。但是，一旦断电，原先存在RAM中的信息就会消失。RAM片子主要有两种类型：动态的和静态的。动态RAM在使用过程中，存储在其中的信息需要不断的刷新，因此，它需要有刷新电路。静态RAM不需刷新，但单片价格较贵。因此在使用数量较多时，一般采用动态RAM，目前APPLE II c 采用64KB的片子，8片就可组成64K字节的RAM。

只读存储器在计算机运行过程中,不能随意将信息写入,只能随意将信息读出。储存在ROM中的信息要在制造过程中或在实验室预先写入。已写入信息的ROM片,断电后信息也不会消失,能永久保存。利用这个特点,可以将常用的程序,如监控程序,工业控制的控制程序等写入ROM中,这就称为“软件固化”。这样,一开机便可使用,大大简化操作,使用方便、可靠。

只读存储器一共有三种类型:ROM, PROM和EPROM。

一般的ROM,信息是在制造时写入的,一旦写入便不会消失。大批量生产时,成本便宜,适宜于已定型的大批量生产。

第二种PROM,在ROM前面加了一个“P”字母,表示“可编程序的”ROM。即这种片子出厂时,全部均是“1”信号,在使用前由用户自己来编程,但是,只能编一次,一般在实验室进行,适用于中间试验或小规模生产固化软件。

第三种EPROM,又在前面加了字母“E”,是一种“可擦去”的、可编程序的ROM。它也是由用户编程的,并且用过之后可以将原有内容‘擦去’,重新编程,擦去的方法一般采用专用的紫外线灯照射,重复使用的次数依片子的质量和使用操作有很大关系,一般为几次到十多次。这种片子最适合用在开发研究过程;或小量试生产固化软件。写入的方法是使用专门的编程写入器(卡)进行的。

微型计算机的第三个主要组成部分是输入/输出(I/O)接口和外部设备,这部分包括接口的硬件和控制软件。计算机与外界联系主要靠它来完成,其主要的功能大致可以分为三类:

1、接入常用外部设备

通过I/O接口接入的常用外部设备主要有:键盘,显示器,磁盘驱动器,打印机等等。

2、扩展功能

用增加A/D, D/A和过程通道的方法与生产过程连接,构成生产流程的监控系统;接入汉字卡扩展计算机的汉字处理能力等等。

3、扩展系统

高档的微型机系统,可以通过接口扩展终端,或者构成局部网络,或者与高一级的计算机系统连接。对APPLE II来说,可与上一级计算机连接作为终端使用,还可以扩展成改换CPU和操作系统,这在下一节将会讲到。

微型机的第四个主要组成部分是“总线”。总线就是让信息在CPU、存储器、I/O、接口和外设之间流动和交换的通道。总线一般分为三种:数据总线,地址总线和控制总线。

顾名思义;数据总线是数据流通的专用通道,一般大家讲‘8位微机’,‘16位微机’就是指数据总线交换信息是以8个二进制位,或16个二进制位来进行的。而数据存取的地址是在地址总线流动的。控制总线是由各个专用控制线组成的,如读写控制,复位,中断等等,不同的CPU有所不同。

另外,在微型计算机中,经常采用十六进制数来写地址、数据和指令。

十六进制是容易理解的，和十进制的“逢10进1”相似，十六进制是“逢16进1”。十六进制的表示方法如下表：

十进制：0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

十六进制：0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

0~9的表示方法相同，10~15分别由A~F代表。十六进制数和十进制数是怎样互相转换的呢？首先让我们随便看一个十进制数12345，大家一定会很快读出“一万二千三百四十五”，这是由于大家熟记“个、十、百、千、万”的原因，如果将这些位权数用数学来表示，则有 10^0 ， 10^1 ， 10^2 ， 10^3 ， 10^4 ……等等，即以10为底的指数 10^n ，其中n为位数，它从右向左数，初值为0。

$$\text{所以，} 12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

同理，对于十六进制的位权数可以表示成16为底的指数 16^n 。从右向左为 16^0 ， 16^1 ， 16^2 ， 16^3 ，…，相应的十进制数为：1，16，256，4096，…。

为了与十进制数相区别，十六进制数的前面加一个“\$”符号或者在后面加一个“H”字母，本书绝大多数采用前一种表示法。

十六进制转换成十进制的方法较简单，像前面的十进制数用位权表示一样，十六进制数也可以用这种方法：例如

$$\$ 1F = 1 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 31$$

$$\$ 3F0 = 3 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 0 \times 16^0 = 3 \times 256 + 15 \times 16 + 0 = 1008$$

$$\begin{aligned} \$ FEAC &= 15 \times 16^3 + 14 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 12 \times 16^0 = 15 \times 4096 + 14 \times 256 \\ &+ 10 \times 16 + 12 = 65196 \end{aligned}$$

十进制转换成十六进制就要反过来，不是乘位权数，而是用位权数来除，其商和余数便是十六进制数。例如

$$\begin{array}{r} 4 \cdots \text{商数} \\ 16 \overline{) 76} \\ \underline{64} \\ 12 \cdots \text{余数} \end{array}$$

故 $76 = \$ 4C$

例2：

$$\begin{array}{r} 256 \overline{) 3251} \quad (12 \cdots \text{第一次商}) \\ \underline{256} \\ 691 \\ \underline{512} \\ 16 \overline{) 179} \quad (11 \cdots \text{第二次商}) \\ \underline{16} \\ 19 \\ \underline{16} \\ 3 \cdots \text{余数} \end{array}$$

所以， $3251 = \$ CB3$

例 3:

```

4096 ) 65535 ( 15...第一次商
      4096
      ---
      24575
      20480
      ---
      256 ) 4095 ( 15...第二次商
            256
            ---
            1535
            1280
            ---
            16 ) 255 ( 15...第三次商
                  16
                  ---
                  95
                  80
                  ---
                  15 .....余数

```

所以, $65535 = \$FFFF$

那么, 为什么要用十六进制呢? 它有什么好处呢?

大家知道, 微型计算机和其它类型计算机一样, 机器内部的指令是采用二进制的。而目前微型机的字长是以字节为单位的。八位机字长一个字节, 16位机二个字节。每个字节等于八个二进制位。对于每个十六进制数正好相应四个二进制位:

十六进制数:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
二进制码:	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001
十六进制数:	A	B	C	D	E	F				
二进制码:	1010	1011	1100	1101	1110	1111				

从上面可以看出四位 1, 2, 4, 8 码, 可以很容易写出一个十六进制数。那么, 一个字节可以用 2 位十六进制数表示, 对于有 16 位的地址可以用 4 位十六进制数表示, 而内存地址分页, 每页 256 个字节, 如 $\$0000 \sim \$00FF$ 为第零页, $\$0100 \sim \$01FF$ 为第 1 页等等。即高两位表示页数, 这样使用更为方便。

§ 1 - 2 APPLE II 微型计算机系统的构成

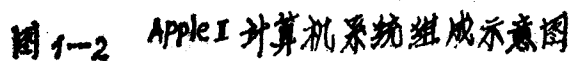
APPLE II 主要由四大部分组成: (一) 微处理器 MPU 及总线 (二) 存储器; (三) 外设接口和外设; (四) 时基, 同步计数器和视频信号发生器。

系统组成的示意图参见图 1 - 2

(一) 微处理器 MPU 及总线

大家知道, 微处理器是微型计算机的核心, 由它进行算术和逻辑运算, 发出和接收控制信号, 协调计算机各个部分的工作。APPLE II 采用 Rockwell 公司生产的 6502 微处理器。6502 系列微处理器的指令系统是在 Motorola 公司生产的 M6800 系列基础上发展的。基本指令 56 条, 有 13 种寻址方式, 共有指令 150 多种。时钟频率为 1 M, 执行一条指令最短时间为 $2 \mu s$, 最长为 $7 \mu s$ 。数据总线 8 位, 地址总线 16 位, 可直接寻址

为了增加总线的负载能力, 选用总线三态驱动器。



(二) 存储器

APPLE II 的内存容量最多可达64K字节, 有两种形式的半导体存储器: 随机读写存储器RAM和只读存储器ROM。其内存地址分配如下:

\$ 0000—\$ BFFF RAM 48K

\$ C 000—\$ CFFF 外设用 4 K

\$ D 000—\$ FFFF ROM 12K

(\$ 代表十六进制数, 0代表数字 0, 中间加一斜线以区别字母O)

随机读写存储器RAM总共有48K, 采用动态的半导体存储器片子组成。它主要用来储存运行程序、数据、中间结果、图形的图素信息。如果采用磁盘还用来存放驻机的磁盘操作系统, 或者用来存放由外存调入的BASIC解释程序。

但要注意: \$ 0000—\$ 07FF一共八个页面(256字节为一个存储器页面) APPLE II 微机本身已经占用, 用户是不能随意使用的。

只读存储器 ROM 总共有 12K。对 APPLE II PLUS 型来说, 主要存放固化的APPLESOFT BASIC和自动起动的监控程序。

另外, \$ C000—\$ CFFF作为外设的管理程序, 数据暂存和设备码等使用。

(三) 外设接口和外设

APPLE II 微型机系统外设接口和外设有两类, 一类是最小系统所用的外设 和 外设接口, 另一类是随用户选择的外设和外设接口。

最小系统所用的外设接口都装设在主印刷电路板上, 它可以接入: 盒式磁带录音机、键盘、喇叭, 另外经由游戏接口可以连接: 三个一位数字输入, 四个信号指示器输出, 一个选通脉冲输出和四个模拟量输入, 它们都可由程序控制。

APPLE II 可以配置两个游戏控制器, 两个游戏控制器上的两个旋转电位器 接到两个模拟量输入, 两个按钮接到两个一位数字输入。

磁带录音机的输出/输入插口, 装设在主机箱后面右下角, 与它相连的主印刷电路板处, 印有“OUT”, “IN”字样。存入磁带的信息经由插入“OUT”插口的连线送到录音机的Microphone插口, 送入录音机。同样, 存在磁带的信息经由插入录音机Earphone插口的连线送到计算机的“IN”插口, 进入计算机。

APPLE II 的录音机输出是由一种乒乓开关式的软开关来控制的。这种软开关对应地址为 49184 (—16352或\$ C020) 的一个内存单元。每访问这个地址一次, 它就改变一次状态, 控制输出到录音机的输出电压, 由零变到25毫伏, 或者由25毫伏返回零。程序用定期重复访问这个存储单元的方法, 改变输出电压的宽度和间隔, 将计算机信息, 变成电信号, 录音机将它作为声信号记录在磁带上。

当需要从录音磁带读回记录的信息时, 录音机将1伏(峰对峰)信号加到计算机的输入电路上, 输入电路将它转换成一串“1”和“0”信号。每当输入信号从正变到负, 或由负变到正, 输入电路都改变一次状态: 如原先送出“1”, 便改成输出“0”, 或者相反。程序查看地址为49248(—16288或\$ C060)内存单元, 便可知道输入电路的状态。即如果读出的值大于或等于128, 则是“1”状态; 否则, 是“0”状态。

在监控程序中，分别有一个专门的写磁带程序和一个专门的读磁带程序。要提醒注意的是：6502微处理器对于写（write）操作，实际上是在写之前先执行了一次读（read）操作。因此，对软乒乓开关来说，一个写操作相当于访问了两次，翻转了两次。所以，只能用读操作来控制软乒乓开关。

内装喇叭是用来发出提醒音响信号、出错报警音响信号和其他音响信号。程序控制的电子线路也是经由软乒乓开关控制的，它对应于特定内存单元49200（-16330或\$C030）。每读一次这个单元，开关的状态改变一次，也就是说，它将喇叭的纸盘从“进”的位置变成“出”的位置，或者相反，程序定期连续地访问这个特定单元，喇叭便发出稳定的声音。

信号指示器输出一共有四个，每个输出可用作为其它电子设备的输入，或者与指示灯、继电器、喇叭的驱动电路相连接。

每个信号指示器由一个软开关控制，一个软开关用一对内存单元。如果访问这一对内存单元的第二个地址，能将相应的信号指示器关断，如果访问第一个地址就能将它打开。关断时输出电压接近0伏，打开时接近5伏。

信号指示器软开关及其相应内存单元：

信号指示器 编 号	状 态	相应内存单元地址	
		十进数	十六进数
0	关 断	49240	\$C058
	打 开	49241	\$C059
1	关 断	49242	\$C05A
	打 开	49243	\$C05B
2	关 断	49244	\$C05C
	打 开	49245	\$C05D
3	关 断	49246	\$C05E
	打 开	49247	\$C05F

一位数字输入一共有三个，可以从其它电子设备或按钮输入，输入的信息分别存在49249、49250、49251三个单元地址内，像读录音机输入那样，可用机器语言或BASIC程序读出输入状态。

模拟量输入有四个，它们可以接到电阻值为150KΩ的可变电阻或电位器上，每个输入和+5伏电源之间的可变电阻用在单触发的定时电路中，当在一个输入上的电阻改变了，定时回路的定时特性也作了相应的变化，机器语言程序能检出定时回路的变化，并

且获得与电位器位置相对应的数值。

程序开始读电位器的整定值之前，必须先将定时电路复位，这可由程序访问49264内存单元来完成。当定时电路复位时，从49252~49255四个单元读到的数据都大于128（即最高位均已置1）。在3.060毫秒之内，这四个单元读到的值降到128以下，变到相应值的精确时间和电位器的位置成比例关系。若连到模拟输入量的电位器的电阻值大于150KΩ，或者不连接电位器，那末在这种状态下，读出的值不可能降到零。

还有一个称为C040STROBE的附加选通脉冲输出。它的常值是+5伏，但在机器语言程序或BASIC程序的控制下，它可以在一个半微秒时间内降到零伏。可以用读操作（注意不能用写操作访问49216（-16320或\$C040）内存单元，来切换选通脉冲。

最小系统配置的外设接口占用的特定内存单元地址和访问方式，归纳如下表：

功 能	内存单元地址		读/写
	十进数（等效负数）	十六进数	
喇叭	49200（-16336）	\$C030	读
录音机输出	49184（-16352）	\$C020	读
录音机输入	49248（-16288）	\$C060	读
信号指示器 （本栏详见上表）	49240（-16296）	\$C058	读/写
	49247（-16289）	\$C05F	
一位数字输入	49249（-16287）	\$C061	读
	49250（-16286）	\$C062	读
	49251（-16285）	\$C063	读
模拟量输入	49252（-16284）	\$C064	读
	49253（-16283）	\$C065	
	49254（-16282）	\$C066	
	49255（-16281）	\$C067	
模拟量清除	49264（-16272）	\$C070	读/写
选通脉冲输出	49216（-16320）	\$C040	读

注：键盘输入及相应的专用内存单元参见第三章。

APPLE II 的一个突出的优点,是提供八个通用扩展插座,用来装设用户选择的语言卡、内存扩展卡、外设接口卡、功能扩展卡和系统扩展卡。

打开主机箱的上盖板,可以看到主印刷电路板的上部有八个50脚的标准插座。从左向右数,分别为 *0~*7插座。

*0插座专门用来插入语言卡和内存扩展卡的。语言卡有: Integer BASIC Firmware Card (或称Integer ROM Card), Applesoft Firmware Card等。整数BASIC固化板较为常用,它除了将整数 BASIC 解释程序固化外,还包含有一个监控程序,这个监控程序与主板上的监控程序稍有不同(详见第六章)。整数BASIC和 Applesoft BASIC占用相同的内存地址,依计算机的工作方式,由软开关切换。

内存扩展卡有: 16K、32K、64K、128K RAM扩展卡多种。但是, Apple II 只能直接寻址64K内存容量,也就是说,当不使用BASIC语言,而使用Pascal或Fortran时,希望将存放固化BASIC的ROM内存变成用户能使用的RAM,对于只有48K RAM的 Apple II PLUS型来说,插入16K RAM扩展板就可以达到这个目的。

当使用32K、64K或128K RAM扩展卡时,内存总容量超过16K。Apple的CPU并不能对所有内存直接寻址,而只是通过专门软件(如MMS、APR、VVE、VRD等软件),将高分辨度图形区、操作系统常驻区或磁盘中的程序整块存入扩展区,以供调用。

*1~*7插座是用来接入外设、扩展功能和扩展系统使用的。其方法是通过做成专用的接口卡或功能卡,插入 *1~*7插座中来实现。一般来说,各种接口卡或功能卡上均有固化了的管理程序,能适应插在 *1~*7插座中任一位置。

(1) 接入外设

Apple II 常用的外设有打印机,磁盘驱动器,绘图仪,绘图板等。

早期的Apple II 配用的打印机有Paper Tiger, Centronics779等型号,目前,比较流行的是配用MX-80, MX-100, FX-80, FX-100, CP-80等。这些都是价格较便宜的针式打印机,配用的接口有: ParallelPrinter Interface Card,如果打印汉字和图形可配用Epson Printer Interface card(采用 Epson公司打印机或同类产品时)。

Apple配用的磁盘驱动器共有三种类型:

1. Disk II 5 $\frac{1}{4}$ "软磁盘驱动器(单面单密)

2. 8"软磁盘双驱动器(双面倍密)

3. 10MB温式硬磁盘驱动器

这三种驱动器都要配用能与Apple接口的DISK Controller Card,每个软磁盘控制卡可以接入两个软磁盘驱动器。

5 $\frac{1}{4}$ "软盘的容量每片为140K, 8"软盘的容量每片为1.2M。

至于用户选用何种磁盘,要根据任务的需要和性能价格比等诸因素来决定。

Apple II 能够方便地接入绘图仪,由于主机的性能有限,一般选用较小型的绘图仪,如: WX4671 14"×10" PLOTTER(单笔), WX4675 14"×10" PLOTTER(六种颜色笔), PL 12 INTELLGENT 8"×12" PLOTTER等。

这些绘图仪一般可用通用的Parallel Printer Interface Card接入。

Apple II还能配用一种绘图板,它作为图形、符号、汉字等书写输入到计算机的一种工具,虽然比较新颖,但精度不太高。它使用Graphics Tablet Interface Card专门接口卡与主机连接。

(2) 扩展功能

Apple II可以配用功能扩展卡来扩展它的功能。这些功能扩展卡常用的有:通信卡,AD/DA卡,过程通道卡,时间日历卡,声音输入卡,声音输出卡,汉卡,ROM Writer和PAL彩色显示器转换卡等等。

使用通信卡可以使Apple II与其它计算机进行通信。使用AD/DA,过程通道卡和时间日历卡等可以组成简单的控制、测量系统,用在小型的测量、控制方面。

另外,Apple II的声音输入卡,可作简单的声音识别器能够识别32个用户自己选择的单字,当然,这种识别是比较初步的,可靠性还不够。声音输出卡可以播放用程序写的电子音乐,这方面倒比较逼真、动听。

Apple II的一个重要特点就是能够使用汉字,而且无须改变原来的系统。只须插入一块汉卡。前些时候,汉卡主要是连同主机引进的,使用繁体字。输入方法是采用26个英文字母键盘,采用偏旁部首的“仓颉输入法”。不久前,有的单位曾将它改写简化字,但由于这种输入方法规律较差,不大容易记忆,在实际使用中有一定困难,而且与我国的汉字信息交换编码国家标准不相符合,难以在大范围推广使用。目前已有单位采用国内技术,按照国家标准进行研制,相信不会很久,将有更好的国产汉字板问世。

ROM Writer是一种EPROM写入卡,这在开发研究方面有些用处。目前,Apple II可以填写8K字节(2764型,以下的EPROM片子,将这块写入卡插入*1~*7任一插座中使用,就可利用Apple II原有的系统功能,使之成为简易的开发系统。

PAL彩色显示器转换卡用来转换彩色电视制式,使之适合Apple II原设计要求。Apple II是可以将NTSC彩色电视机直接作为显示器使用,我国和欧洲彩色电视用PAL彩色电视制式,经过这块板转换后便可和Apple II连接。

(3) 扩展系统

如果在Apple II的*1~*7插座中,插入Z80 softcard, MED CARD,或68000卡,那么Apple II微型机系统发生了质的变化。分别成为使用Z80, 8088, 68000作CPU的计算机了。

Z80 Softcard和在磁盘中相应插入CP/M操作系统盘后,一经通电自举后,此时Apple II的CPU变成为Z80,原来的6502自动退出,操作系统是CP/M而不是DOS3.3了。此时,就可以使用CP/M的命令和程序了。

而MED CARD和相应软件的使用,使Apple II的CPU变成8088,内存扩展到128K,操作系统为CP/M了。

同样68000卡,也使CPU变成M-68000,软件也发生变化。

要注意的是,后面两种系统扩充卡价格很贵,这样的扩充配置不一定可取。

但是,Z80 softcard价格便宜,增加费用不多,可使Apple II运行用CP/M系统生