

● 微型计算机原理 及接口实验

● 黄芳草 李正英 编
● 中南工业大学出版社

• 微型计算机原理 及接口实验

• 黄芳草 李正英 编
• 中南工业大学出版社

内 容 简 介

本书是与《微型计算机原理及应用》课程配套使用的,全书共有17个实验(包括45个内容)和5个附录。内容包括四部分:第一部分是单板机使用,程序调试方法以及各种基本程序编程实验;第二部分是硬件及接口实验(包括PIO, CTC, A/D, D/A等实验),为了加强接口技术还增加了中断系统及接口软件实验;第三部分是用APPLE II系统机进行Z80汇编实验;第四部分介绍了微机测控系统硬件、软件的设计方法。

本书可作为高等学校有关专业本科生的实验教材及非电专业研究生课程设计(或毕业设计)之用。可供从事微型计算机应用的科研、工程技术人员参考。

微型计算机原理及接口实验

黄芳草 李正英 编

责任编辑:周兴武

插图责任编辑:刘楷炎

*

中南工业大学出版社出版发行

湖南省地质测绘印刷厂印装

湖南省新华书店经销

*

开本:787×1092/16 印张:8.5 字数:196千字

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数:0001-3000

*

ISBN 7 81020-249-9/TP·011

定价:1.75元

前 言

本书是为学习《微型计算机原理及应用》课程而编写的实验教材。

随着微机应用的日益发展,许多工科院校,除电类专业加强该课程外,越来越多非电专业也相继开设了该门课程。

本课程是一门实践性很强的基础课。学习中,除要掌握基本原理外,更重要的是实践。微型计算机应用包括软件设计和接口硬件电路两部分,据此本教材着重这两方面的内容,其中部分实验是科研和教学实践中提炼的内容,具有较强的实用性和先进性。

本书复盖面宽,包括17个实验,每个实验又安排了多种内容供各个专业选用,其中接口实验就占了11个。为适应本科生及研究生课程设计(或毕业设计)之用,还安排了综合性实验及微机测控系统设计。为了便于将Z80源程序汇编成目标程序,特简要的介绍了用APPLE II系统机汇编、调试Z80源程序的方法。打*号为选做内容。

本书实验一至五、实验七、八、十一至十七由黄芳草编写;实验六、九、十及附录1至5由李正英编写。书中不妥之处,请予批评指正。

编 者

1988年1月于长沙

目 录

实验一 Z80单板计算机的使用	(1)
1-1 Z80 单板机概况	(1)
一、平面布置图及主要技术指标	(1)
二、存贮器及接口地址分配	(1)
三、七段发光显示器	(2)
四、键盘功能	(3)
1-2 单板机的使用方法	(6)
实验二 简单程序练习	(13)
2-1 数据传送程序	(14)
2-2 要求将100个内存单元清“0”	(15)
2-3 循环显示“E”字程序	(16)
*2-4 根据要求编写程序,并上机调试	(17)
实验三 基本程序设计(1)	(18)
3-1 标志寄存器各标志位的测试	(18)
3-2 分支和循环程序	(20)
一、求数组中数据的最大值	(20)
二、找出数据块中负数的个数	(20)
三、多项单字节数据求和	(21)
实验四 基本程序设计(2)	(23)
4-1 子程序调用和返回	(23)
一、用调用子程序方法实现二数相加	(23)
二、确定ASCII码信息的长度	(24)
三、子程序嵌套	(26)
实验五 基本程序设计(3)	(28)
5-1 多字节加、减运算	(28)
一、多倍精度加法	(28)
*二、多倍精度减法	(29)
5-2 乘、除运算	(29)
一、两个带符号的八位数相乘	(29)
*二、有符号数的除法	(32)
5-3 综合运算	(34)
一、计算 $Z = X_1 Y_1 + X_2 Y_2$	(34)
二、计算 $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$ (数字滤波)	(35)

实验六 存储器扩充实验	(37)
实验七 PIO接口基本实验	(39)
7-1 PIO基本编程实验	(39)
一、硬件连线	(39)
二、不用中断方式的基本程序	(40)
三、采用中断方式的基本程序	(42)
7-2 外设请求中断, A口作输入口, B口作输出口	(43)
实验八 PIO接口综合实验——工业顺控系统实例	(45)
实验九 CTC接口基本实验	(49)
9-1 CTC基本编程实验	(49)
一、计算器工作方式	(49)
二、定时器工作方式(请求中断)	(50)
实验十 CTC接口综合实验	(52)
10-1 CTC计数PIO输出申请中断	(52)
10-2 数字钟	(55)
10-3 数字乐曲	(57)
实验十一 中断系统实验	(61)
11-1 中断优先链实验	(61)
11-2 中断系统综合实验	(63)
实验十二 A/D转换实验	(67)
12-1 ADC0809接口硬件电路图及程序设计	(67)
一、管脚图及地址译码表	(67)
二、ADC0809接口硬件电路图	(68)
三、程序设计	(69)
实验十三 D/A转换实验	(72)
13-1 DAC0832芯片与CPU直接连接	(72)
13-2 DAC0832芯片通过PIO口连接	(74)
实验十四 综合实验——交通信号灯实时控制	(76)
实验十五 综合实验——多路巡回数据采集系统	(80)
实验十六 用APPLE II机汇编、调试Z80源程序	(84)
16-1 APPLE II微型机基本操作指南	(84)
一、CP/M操作系统	(84)
二、CP/M操作系统的启、停方法	(84)
三、功能键的使用方法	(85)
四、CP/M操作系统的常用命令	(86)
16-2 用APPLE II机汇编、调试Z80源程序	(90)
一、汇编、调试步骤	(90)
二、汇编、调试源程序实验	(91)

三、汇编、调试综合实验	(94)
实验十七 微机测控系统硬件、软件设计	(96)
17-1 前 言	(96)
17-2 设计要求及大纲	(96)
一、课题名称	(96)
二、设计要求	(96)
三、设计大纲	(96)
17-3 微机测控系统框图及硬件框图提要	(97)
一、微机测控系统粗框图	(97)
二、硬件电路设计提要	(98)
17-4 系统软件设计提要	(99)
一、微机测控系统软件结构图	(99)
二、初始化程序模块	(100)
三、八点采样中断服务程序模块	(100)
四、数字滤波程序模块	(101)
五、工程量变换程序模块	(102)
六、温度非线性变换程序模块	(102)
附录1 “微机实验接口装置”简介	(104)
附录2 简易盒式磁带信息的装入和转贮	(106)
附录3 对EPROM的写入方法	(108)
附录4 常用集成组件引脚介绍	(109)
附录5 Z80指令功能表	(111)

实验一 Z80单板计算机的使用

目前Z80单板机应用很广泛,品种也较多,如TP801、Z80-I型、CMC-80等等。它们的基本硬件结构和指令系统是相同的,下面以Z80-I型(或TP801)为例作一简介。

1-1 Z80单板机概况

一、平面布置图及主要技术指标

单板计算机同其他计算机一样主要由三大部分组成:即CPU、I/O(包括PIO接口芯片、键盘、显示器等)、M(存储器)。整个机器装在一块印刷底板上,如附录图1所示平面布置图。

主要技术指标有:

1. Z80——CPU时钟频率为1.9968MHz,常称为2MHz。

2. 存储器 EPROM为6K字节,其中2K装有监控程序,其余4K为用户使用。RAM共4K。

3. 输入/输出设备(简称I/O设备)

输入设备有十六进制编码键盘共有28个按键,其中有16个十六进制数字键,12个功能键。

输出设备有六位七段数字显示器(采用发光二极管LED式),左四位显示存储器地址,右两位显示该地址中的内容。

输入/输出接口芯片有PIO一片,它是8位并行可编程序I/O接口芯片,供用户使用。

此外,单板机还配有磁带录音机接口,调试好的程序可送到录音带上保存起来,需要用时,再送回到单板计算机的RAM中,具体使用方法见附录2。

4. 计数/定时器芯片CTC一片,是可编程计数/定时芯片。供用户使用。

5. 机用电源

+5V $\pm$ 5%,1.5A,作为正常运行时使用的稳压电源。机内还备有+25V,100mA的稳压电源,专供EPROM写入用。平时不固化程序时,机器不用该电源。

6. 扩展用布线区及S-100总线插座

单板机上留有一个布线区,供用户外加EPROM、RAM、PIO和CTC等芯片,以扩展其功能。

机上还备有两组S-100总线,每组S-100总线共有100个插脚。用户可根据需要,选择标准外围器件,如A/D、D/A等插件。

二、存储器及接口地址分配

Z80-I型与TP801同属Z80系列的单板机、硬件、软件基本相同,只是内存地址分

配略有不同，如表1-1及表1-2所示：

表1-1 存储器地址分配

地 址	Z80-I型	地 址	TP801
	存 贮 器		存 贮 器
0000~07FFH	2K EPROM 监控程序	0000~07FFH	2K EPROM 监控程序
0800~0FFFH	2K EPROM 用户使用	0800~0FFFH	2K EPROM 用户使用
1000~17FFH	2K EPROM 用户使用	1000~17FFH	2K EPROM 用户使用
1800~1FFFH	2K RAM 用户使用	1800~1FFFH	2K EPROM 可扩展
2000~27FFH	2K RAM 用户使用	2000~27FFH	2K RAM 用户使用
2800~2FFFH	2K RAM 可扩展	2800~2FFFH	2K RAM 用户使用
3000~37FFH	2K RAM 可扩展	3000~37FFH	2K RAM 可扩展
3800~3FFFH	2K RAM 可扩展	3800~3FFFH	2K RAM 可扩展

表1-2 接口地址分配(Z80-I与TP801接口地址相同)

地 址	接 口 器 件	端 口
80H 81H 82H 83H	Z80-PIO	A 口数据寄存器 B 口数据寄存器 A 口控制寄存器 B 口控制寄存器
84H 85H 86H 87H	Z80-CTC	通道0 通道1 通道2 通道3
88~8BH	74LS273(八位锁存器)	七段选择(只写)
8C~8FH	74LS273(八位锁存器)	数位选择(只写)
90~93H	74LS244(八位缓存器)	读键值(将被按下的键值读入CPU)
94~97H 98~9BH 9C~9FH	未使用	用户可扩展

三、七段发光管显示器

七段发光管显示器，简称LED。它由七个发光二极管组成“日”字形，相应有a、b、c、d、e、f、g七段(如图1-1所示)。可以显示十六进制数字，还可以显示某些字符。

1. 字段选择

字段选择是用一种“字段码”来控制各段的发光与否。显示不同字形“字段码”与各段的对应关系如下：

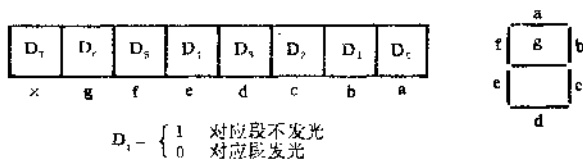


图 1-1

单板机中常用显示字符与其对应的字段码如表 1-3 示。

表 1-3

显示字符	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	空格	—
字段码(H)	40	79	24	30	19	12	02	78	00	18	08	03	46	21	06	0E	7F	3F

2. 字位选择

单板机上共有六个七段发光管显示器。左四位表示十六进的地址，右两位表示该地址中的数据。

要使那一位显示器发光，可用“字位码”来选择，“字位码”与不同显示位的对应关系如图 1-2 所示：

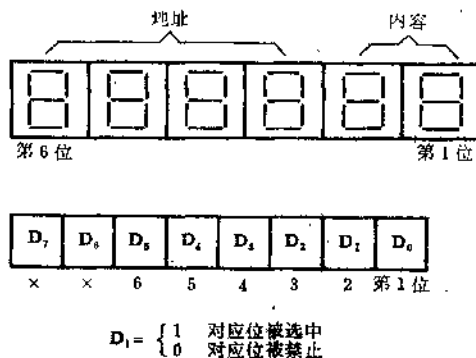


图 1-2

例如：若要在第1位显示8字，其程序如下：

```
LD A, 00H      ; 8字的字段码为00H
OUT (88H), A    ; 送到字段锁存器口
LD A, 01H      ; 第1位数码管显8字
OUT (8CH), A    ; 字位码送字位选择锁存器口
HALT           ; 暂停
```

四、键盘功能

实验用单板机键盘如图 1-3 所示。共有 28 个按键、12 个功能键和 16 个数字键，现叙

表1-4

显 示 位	字 位 码
显第1位数字	01H
显第2位数字	02H
显第3位数字	04H
显第4位数字	08H
显第5位数字	10H
显第6位数字	20H
同时显第1、2位数字	03H
同时显第4、5位数字	0CH
同时显第1、2、3、4位数字	0FH
同时显第1、2、3、4、5、6位数字	3FH

述如下：

1. 16个数字键

16个数字键即0~9, A~F。用来输入十六进制数字, 这些数字可以组成存贮器地址, I/O口地址、选择CPU寄存器及其他数字等。

当按下数字键后, 数字即存入相应的显示缓冲单元, 并在显示器上显示出来, 或根据命令写到存贮单元、I/O口、CPU寄存器中。

2. 12个功能键

(1) MON键(MONITOR监控键)

按下该键, 使机器进入监控状态, 这时显示器第6位显提示符“—”。

按MON键, 可以中止现程序的执行。

按MON键, 可以结束前一种命令状态, 为新的命令状态作好准备。

注意: RESET复位键(即S1开关, 参图1-3), 也能使单板机进入监控状态, 显示提示符“—”。但MON键和RESET键进行监控程序的起始地址并不等同。

(2) MEM键(MEMORY EXAMINE存贮器检查键)。

按此键可检查或更改存贮单元内容。即对RAM进行读、写操作和读出ROM的内容。

当显示器出现提示符“—”后, 先输入表示地址的四位数字(十六进制)。再按下MEM键, 则六位显示器中左边四位显示地址, 右边两位显示该地址单元的内容。如要更改存贮单元的内容, 再输入所需两位数字即可。若要依次修改或输入存贮单元内容。应配合使用NEXT命令。

(3) NEXT键

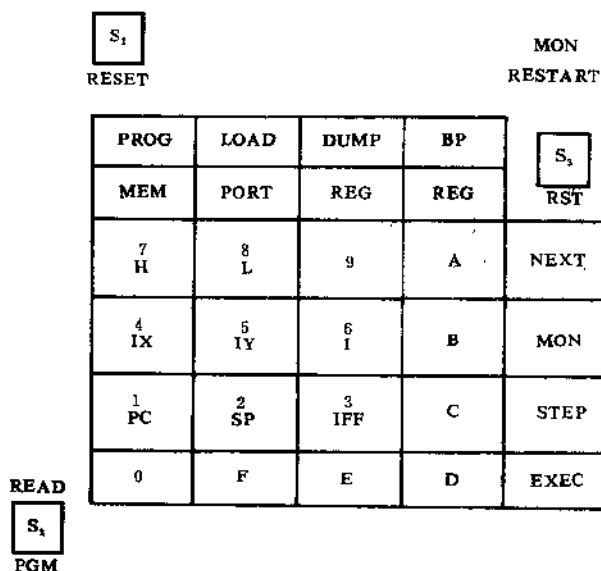


图1-3

该键用于:

(A) 检查或修改下一个RAM单元或I/O端口地址的内容。

(B) 检查EPROM编程时的下一个错误。

(4) PORT键(PORT EXAMINE口检查键)

PORT命令与MEM命令相似,用来检查和修改输入输出端口的内容。

输入端口地址后,再按PORT键,则在右边两位显示出该口的内容,如该口是可写入的,则再输入两位数字便修改了它的内容。

(5) REG键(REGISTER EXAMINE寄存器检查键)

该键用于检查和修改CPU各寄存器的内容(包括:A、B、C、D、E、F、H、L、I、IFF、PC、IX、IY、SP和A'、B'、C'、D'、E'、F'、H'、L')。SP的内容只能检查不能修改。

检查和修改寄存器内容时,先按MON键,后按相应的寄存器,再按REG键,则被检查的寄存器的内容就显示在右两位,要修改其内容,只需输入两位新数值即可。对于IFF寄存器:00H表示禁止中断,04H表示允许中断。

对于PC、IX、IY等寄存器对显示器右四位显示其内容,若修改其内容,则需输入四位新数值。

REG'键,用于检查和修改各辅助寄存器的内容。

(6) BP键(BREAK POINT设置断点)

该键用来设置断点。所谓断点,是程序运行中的暂停地址,但必须是某条指令的第一个字节的地址。

利用断点可使程序在某一指定地址上停止运行,以便检查这一段程序的运行情况,并可根据需要进行修改。

设置断点的步骤是：按MON显“—”——键入断点的四位地址——按BP仍显断点地址。表明第一个断点设定，可按EXEC键开始执行程序。当程序执行到所设定的断点时，此时显示器显示PC的内容（即断点地址），右两位显示当前累加器A的内容。这时用户可用其它命令检查和修改存贮单元、寄存器和I/O口的内容。若再按EXEC键，则程序从PC中包含的地址开始继续执行程序。

一个程序中最多可设五个断点，要消除已设的断点，可用下列方法：

A、按MON键，显“—”，再按RESET键

B、输入不满四位地址数，再按BP键

C、按MON键，显“—”，再按STEP键

(7) STEP键(SINGLE STEP单步执行键)

按此键只执行程序的一条指令，执行完这条指令后，显示器左边四位显示出下一条指令的地址；右边两位显示累加器A的内容。

每按一次STEP键后，均可按MON键回到监控程序，根据需要可检查存贮单元、I/O口和寄存器的内容。

单步执行程序分两种情况：

A、从程序的起始地址按单步执行，可用寄存器检查方法检查PC的内容，把PC的内容置成程序的入口地址，然后逐次按STEP键就可一步步执行程序。

B、在程序运行中按下了MON键，或遇到了断点，这时再按STEP键，即可单步执行其后的程序。

(8) EXEC键(EXECUTE连续执行键)

该键用来连续执行存放在RAM、ROM或EPROM中的程序。有两种操作方式：

A、先键入待执行的程序起始地址，然后按下EXEC键。即从这个地址开始执行程序。

B、从现行地址开始执行程序，这种方式用于程序在运行中遇到断点，或在执行单步(STEP)后需重新开始执行程序，这时只需要按EXEC即可。

此外，还有DUMP(转贮)、LOAD(装入)、PROG(EPROM写入)等键。其用途参见附录2和附录3。

1-2 单板机的使用方法

一、实验目的

1. 熟悉Z80单板机键盘上各个键的功能及使用方法。
2. 掌握键入程序，检查、修改程序和执行程序的方法。

二、实验设备

1. Z80单板机一台
2. WDJ-3型直流稳压电源一台(用+5V档)

三、实验内容

1. 接通电源(单板机实验所用稳压电源及实验接口装置见附录1，以下同，不再另

述。)

(1) 将开关S3倒向“MON RESTART”位置。将S2倒向“READ”位置。

(2) 将+5V电源接至单板机(注意电源极性不能接反)。按下RESET键S1, 应出现提示符“—”, 说明机器能正常工作。

2. 输入程序

下面的实验程序, 已经手工汇编成目的程序(机器码)。可直接输入单板机中存储单元中。

存储器地址(H)	目的程序	源程序	注 释
2000	3E A5	LD A, A5H ;	A ← A5H
2002	06 63	LD B, 63H ;	B ← 63H
2004	90	SUB B ;	A ← (A) ← (B)
2005	32 25 20	LD (2025H), A ;	(2025H) ← (A)
2008	76	HALT ;	暂停

键盘操作如下:

被操作的键均标以横线, ××表随机数。

按 键	显 示	注 释
<u>MON</u>	—	进入监控状态
<u>2000</u>	2000	键入程序首地址
<u>MEM</u>	2000 ××	读出2000H单元原先的内容
<u>3E</u>	2000 3E	将操作码3E写入到2000H单元
<u>NEXT</u>	2001 ××	用NEXT键自动选中下一存储单元
<u>A5</u>	2001 A5	将操作数A5写入到2001H单元
<u>NEXT</u> <u>06</u>	2002 06	
<u>NEXT</u> <u>63</u>	2003 63	
<u>NEXT</u> <u>90</u>	2004 90	
<u>NEXT</u> <u>32</u>	2005 32	
<u>NEXT</u> <u>25</u>	2006 25	

续表

按 键	显 示	注 释
NEXT 20	2007 20	
NEXT 76	2008 76	
MON	—	结束输入状态, 回到初态

3. 检查和修改已输入的程序

①用MEM键检查存贮单元的内容

为了保证上面输入的程序正确, 可用MEM和NEXT键, 从首地址2000H单元向下逐个检查到2008H单元, 如发现错误进行修正。

按 键	显 示	注 释
MON	—	回到初态
2000 MEM	2000 3E	从首地址开始检查, 其内容正确
NEXT	2001 A5	正 确
NEXT	2002 0F	错 误
06	2002 06	将正确代码写入2002H单元
NEXT	2003 63	正 确
↓	↓	
NEXT	2008 76	全部核对完毕
MON	—	结束输入状态, 回到初态

②用REG键检查各寄存器的内容

键盘中除有A、B、C、D、E、F外, 其它寄存器用相应的数字代替(选择寄存器H、L、IX、IY、I, PC、SP、IFF时, 按下相应的数字键7、8、4、5、6、1、

2、3)，用REG键可对各寄存器的内容进行检查。例如：(上面输入的程序)

按 键	显 示	注 释
MON		回 监 控
A REG	A	A寄存器内容为××(随机数)
MON		
B REG	B	B寄存器中的内容为××
MON		
1 REG	1××	××××为PC的内容
2000	1 20 00	将2000H写入PC
MON		

若检查辅助寄存器的内容，其方法同上。只需换用REG'键即可。

4. 程序的执行

输入的程序经检查正确无误后，可根据需要分别用下列三种方式执行程序：

①连续执行(用EXEC键)

只需送入程序首地址，再按EXEC键即可连续执行程序。例如上面的实验程序已键入并检查无误后，其操作如下：

按 键	显 示	注 释
MON		回 监 控
2000	2000	键入程序的首地址
EXEC		执行程序并停在HALT指令处，显示器全灭
MON		退出HALT指令

检查执行结果，填入下表中，并作注释。

按 键	显 示	注 释
MON	—	
A REG	A	
MON	—	
B REG	B	
2025 MEM	2025	
1 REG	1	

②单步执行(用STEP键)

用STEP键每次执行一条指令，并显示出执行该指令后累加器A的内容以及下一条指令的地址。输入程序起始地址的方法与连续执行不同，它是使PC指向程序首地址2000H。然后反复按STEP键使程序一步步地执行。还可停在某一条指令处。用其他键检查CPU各寄存器的变化情况。以便核对这些指令执行是否正确。在调试程序时这种方式很有用处。例如：

按 键	显 示	注 释
MON	—	回监控
1 REG	1×× ××	检查PC的内容
2000	1 20 00	将程序首地址送入PC
STEP	2002 A5	执行完LD A, A5H
STEP	2004 A5	执行完LD B, 63H
MON	—	回监控
B REG	B 63	检查B寄存器的内容
STEP	2005 42	执行完SUB B
STEP	2008 42	执行完LD (2025H), A
STEP	2009 42	执行完HALT