

江达人 徐定芳 编

邮电高等学校教材

微计算机 原理及应用

人民邮电出版社

邮电高等学校教材

微计算机原理及应用

江达人 徐定芳 编

人民邮电出版社

登记证号(京)143号

内 容 提 要

全书共分九章,系统地介绍微计算机的组成,Z80指令系统,汇编语言程序设计,存储器与CPU的连接,输入输出接口电路,以及微计算机的应用,最后简单介绍了16位和32位微处理器。

本书为邮电高等学校教材,也可作为广大科技人员的自学读物和参考书。

邮电高等学校教材
微计算机原理及应用
江达人 徐定芳 编

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本: 850×1168 1/32 1991年12月 第一版
印张: 13 1/32 页数 296 1991年12月河北第1次印刷
字数: 89千 印数: 1 — 6000 册

ISBN7-115-04561-5/G·129

定价: 5.85元

前 言

微计算机是二十世纪七十年代崛起的一项新兴的科学技术，近年来已得到迅速的发展和应用。当前世界各国的邮电通信也都广泛应用微计算机。

本书详尽细致由浅而深地介绍了Z80的汇编语言及程序设计，使读者易于掌握编程要领独立编程。重点介绍在微机应用领域内常用支持芯片的使用方法，并侧重微机与邮电通信的结合，介绍了微机在邮电通信中的典型应用。

本书内容简洁，深入浅出，易于自学。各章均附有丰富的例题和习题以及“本章要点”，可帮助读者掌握各章要领，提高分析问题和解决问题的能力。

最后附有配合教学的微机及单板机实验，使读者通过实践，进一步加深理解并切实掌握汇编语言的编程和微机的应用。

本书的第一章、第五章、第八章和第九章由长春邮电学院江达人同志编写，第二章、第三章、第四章和第六章由北京邮电学院徐定芳同志编写，第七章和附录由二人共同编写。

北京邮电学院陈崇昕教授和李怀诚副教授为本书的编写出版做了大量的组织和初审工作。清华大学刘风云副教授、吉林工业大学康秉臣副教授和北京邮电学院李兆凤副教授对本书进行了评审，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

编者

1989年11月

目 录

第一章 概论	(1)
1.1 微计算机组成.....	(1)
一、微计算机的三个重要部件.....	(1)
二、微计算机的总线.....	(2)
三、计算机的硬件和软件.....	(3)
1.2 数制和编码.....	(4)
一、十六进制计数制.....	(4)
二、带符号数的表示方法—原码、反码和补码.....	(7)
三、字符数据的编码表示及运用.....	(10)
四、数据信息的术语.....	(15)
1.3 微处理器.....	(17)
一、微处理器的基本结构.....	(17)
二、微处理器的分类和应用.....	(19)
三、Z80微处理器.....	(20)
本章要点.....	(29)
习题.....	(30)
第二章 Z80的指令系统和汇编语言程序设计	(33)
2.1 指令的格式.....	(33)
2.2 寻址方式.....	(36)
一、直接寻址(或称扩展寻址).....	(36)
二、寄存器寻址.....	(37)
三、寄存器间接寻址.....	(37)
四、立即寻址.....	(38)

五、立即扩展寻址·····	(38)
六、变址寻址·····	(39)
七、相对寻址·····	(39)
八、零页寻址·····	(39)
九、位寻址·····	(40)
十、隐含寻址·····	(40)
2.3 Z80的指令系统·····	(41)
一、传送和交换指令·····	(42)
二、数据块传送与搜索指令·····	(49)
三、转移指令·····	(52)
四、算术和逻辑指令及通用运算指令·····	(56)
五、循环与移位指令·····	(69)
六、位操作指令·····	(78)
七、调用和返回指令·····	(80)
2.4 汇编语言程序设计·····	(83)
一、汇编语言·····	(84)
二、汇编语言程序设计·····	(96)
三、汇编程序的二次扫描及人工汇编·····	(119)
本章要点·····	(121)
习题·····	(122)
第三章 Z80—CPU的时序·····	(128)
3.1 概述·····	(128)
3.2 Z80—CPU的时序·····	(130)
一、取指令周期(M_1 周期) ·····	(130)
二、存储器读或写周期·····	(132)
三、输入或输出周期·····	(135)
四、总线请求和响应周期·····	(136)
五、中断请求和响应周期·····	(138)

六、非屏蔽中断响应周期.....	(139)
七、暂停指令周期.....	(140)
本章要点.....	(141)
习题.....	(142)

第四章 存储器与CPU的连接..... (143)

4.1 半导体存储器	(143)
一、概述.....	(143)
二、半导体存储器的分类	(145)
4.2 随机存取存储器 (RAM)	(147)
一、基本存储单元.....	(148)
二、RAM的 结 构.....	(155)
三、几种常用的RAM 芯 片.....	(159)
4.3 RAM与CPU 的 连 接.....	(165)
一、在连接中应考虑的问题.....	(165)
二、缓冲器.....	(167)
三、译码器.....	(171)
四、RAM与CPU的连接 方法.....	(173)
五、RAM与CPU的时间配合.....	(178)
4.4 只读存储器ROM.....	(185)
一、掩膜MOS只读存 储 器.....	(186)
二、可编程的只读存储器 (PROM)	(187)
三、可擦除可编程的只读存储器 (EPROM)	(188)
4.5 存储器与CPU的连接.....	(194)
本章要点.....	(196)
习题.....	(197)

第五章 输入和输出 (I/O)

5.1 外部设备的寻址 方式.....	(199)
---------------------	---------

5.2	Z80的I/O指令	(200)
5.3	Z80的I/O时序	(203)
5.4	程序控制的输入输出方式	(205)
	一、无条件传送	(205)
	二、条件传送	(213)
5.5	显示器的控制电路和程序设计	(216)
	一、显示器控制电路	(216)
	二、显示字形编码及存储地址	(217)
	三、单个字符显示方法	(217)
	四、连续显示六个字符的方法	(219)
5.6	通用I/O接口8212	(220)
	一、8212的组成及功能	(220)
	二、8212应用举例	(223)
5.7	直接存储器存取方式	(227)
	本章要点	(229)
	习题	(230)

第六章 中断 (231)

6.1	概述	(231)
6.2	中断处理的过程	(232)
	一、中断处理流程图	(232)
	二、中断请求	(232)
	三、中断响应	(233)
	四、查找中断源	(234)
	五、中断处理程序	(234)
6.3	中断源及优先级的识别	(235)
	一、用软件确定中断优先级	(235)
	二、硬件优先权排队电路	(238)
6.4	Z80的中断方式	(241)

一、不可屏蔽中断.....	(242)
二、可屏蔽中断.....	(243)
三、Z80的中断处理 流程.....	(249)
6.5 Z80的中断 优先链.....	(251)
一、链形优先权结构.....	(251)
二、可屏蔽中断的时序.....	(255)
三、Z80的中断控制逻辑.....	(257)
6.6 可编程的中断控 制器8259A.....	(259)
一、8259A的功能及其组成.....	(259)
二、8259A的级联.....	(262)
三、工作流程.....	(264)
四、初始化及其控制字格式.....	(265)
五、工作方式及其控制字格式.....	(270)
六、读操作.....	(277)
本章要点.....	(278)
习题.....	(279)

第七章 微计算机接口电路..... (280)

7.1 Z80—PIO.....	(280)
一、Z80—PIO的结构 和 引线.....	(280)
二、Z80—PIO 的 编程.....	(285)
三、四种工作方式的编程方法与时序图.....	(286)
四、Z80—PIO应用 举 例.....	(294)
7.2 Z80 — CTC.....	(302)
一、Z80—CTC的功能.....	(302)
二、CTC的结构 及 引线.....	(302)
三、Z80—CTC的编程.....	(305)
四、CTC应用 举 例.....	(307)
7.3 Z 80 — SIO.....	(316)

一、串行传送的概念.....	(316)
二、Z80—SIO的工作方式.....	(318)
三、Z80—SIO的结构框图和引线.....	(320)
四、Z80—SIO的编程.....	(323)
五、串行通讯举例.....	(335)
7.4 D/A转换器接口电路.....	(344)
一、D/A转换原理.....	(345)
二、D/A转换器芯片.....	(346)
7.5 A/D转换器接口电路.....	(352)
一、A/D转换原理.....	(352)
二、A/D转换器芯片.....	(354)
本章要点.....	(363)
习题.....	(364)
第八章 微计算机的应用.....	(367)
8.1 微计算机应用系统的组成和设计.....	(367)
8.2 步进电机的微机控制.....	(369)
一、步进电机的驱动电路.....	(369)
二、步进电机的转速控制.....	(371)
三、步进电机动作步数的控制.....	(375)
8.3 微计算机群控.....	(377)
一、微计算机群控原理.....	(377)
二、群控的接口设计.....	(378)
三、群控的程序编制.....	(382)
8.4 通信线路障碍的微机检测.....	(392)
8.5 微波通信设备的微机遥测遥控.....	(398)
一、微波设备监控系统的总体布置.....	(398)
二、遥测电路和控制程序.....	(399)
三、遥控电路和遥控程序.....	(404)

8.6 包裹分拣机的微机控制	(408)
一、输入接口电路	(411)
二、输出接口电路	(414)
三、控制程序	(416)
本章要点	(423)
习题	(424)
第九章 16位和32位微处理器	(427)
9.1 16位微处理器简介	(427)
9.2 8086微处理器寄存器组	(427)
9.3 8086CPU引线及作用	(431)
一、地址和数据线	(431)
二、控制和状态线	(432)
三、定时和电源线	(435)
9.4 8086CPU寻址方式	(435)
9.5 8086CPU的指令系统	(437)
一、数据传送指令	(438)
二、算术运算指令	(441)
三、逻辑运算指令	(444)
四、串基本操作指令	(445)
五、程序计数器控制指令	(447)
六、处理器控制指令	(451)
七、I/O指令	(451)
八、中断指令	(452)
九、循环和移位指令	(452)
9.6 8086汇编语言程序设计举例	(454)
9.7 32位微处理器简介	(458)
一、MC68020	(459)
二、80386	(459)

本章要点·····	(464)
习题·····	(464)
附录 ·····	(466)
附录一 Z80—CPU标志位操作表·····	(466)
附录二 Z80指令表·····	(468)
附录三 汇编语言程序设计实验 (BCM-Ⅲ)·····	(512)
一、BCM—Ⅲ Z80汇编语言上机操作与命令简介···	(512)
二、错误信息·····	(530)
三、Z80汇编语言程序设计上机题·····	(532)
附录四 单板机实验 (TP—801A)·····	(535)
一、TP801A单板机的基本性能及操作使用说明·····	(535)
二、实验内容·····	(543)
实验一 TP801单板机的简单程序实验·····	(543)
实验二 存储器扩充实验·····	(551)
实验三 Z80—CTC的应用 (一)·····	(554)
实验四 Z80—CTC的应用 (二)·····	(558)
实验五 Z80—PIO接口实验·····	(561)
实验六 顺序控制实验·····	(569)
实验七 串行接口实验·····	(571)
实验八 D/A 转换实验·····	(572)
实验九 A/D转换实验·····	(576)
实验十 单板机群控实验·····	(578)
参考书目 ·····	(580)

第一章 概 论

微计算机是由大规模或超大规模集成电路组成的体积微小的计算机，它是二十世纪七十年代以来世界重大科技成果之一。它一问世就引起科技界的极大重视，并得到极快的发展和应用，成为新技术革命的一个主要内容。

微计算机与邮电通信技术发展的关系非常密切。当前世界各国的邮电通信，从单机到网络，从电信到邮政，从控制到管理，从设计到制造，从故障检查到成品测试，都已广泛地应用微计算机。微计算机与通信的密切结合，是今后邮电通信发展的主要趋势之一。

1.1 微计算机组成

一、微计算机的三个主要部件

微计算机 (Microcomputer) 由三个主要的部件组成，这三个部件为：微处理器 (Microprocessor, μP)，存储器 (Memory) 和输入/输出接口 (Input/Output Interface)。

微处理器是把计算机中的运算器和控制器集装在一块硅片上所组成的大规模或超大规模集成电路，它是微计算机的心脏，所以也叫微计算机的中央处理机 (Central Processing Unit, CPU)。

存储器是计算机中存储二进制信息的部件，微计算机中常用的半导体存储器也是大规模或超大规模集成电路。

输入/输出接口是微计算机与外部设备之间的联接电路。外部设备种类很多,例如显示器、键盘、打印机、磁带机、通信设备、自动控制装置和生产设备等等。输入/输出接口的作用是使微计算机与外部设备之间在工作速度、电平信号和数据格式上得到匹配和协调。

二、微计算机的总线

微计算机的三个部件是通过三组总线连接起来的。这三组总线为:数据总线(Data Bus, DB),地址总线(Address Bus, AB)和控制总线(Control Bus, CB),见图1-1。

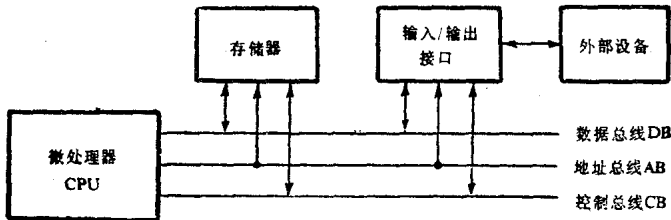


图 1-1 微计算机组成

总线是计算机内部各个部件之间传送信息的公共通道。每组总线可以有几条、十几条以至几十条。

数据总线是计算机内部各个部件之间传送数据的公共通道。它是双向总线,即数据既可以由微处理器通过数据总线传送到存储器或输入/输出接口,也可以从存储器或输入/输出接口通过数据总线传送到微处理器。

地址总线是微处理器输出地址代码来选择存储器中某一个存储单元或某一个输入/输出设备的公共通道。它是单向总线,只能由微处理器通过地址总线向外输出地址代码,不能由其他部件通过地址总线向微处理器输入信息。

控制总线是传送控制信息或状态信息的公共通道。

由微计算机、外部设备、电源和系统程序所组成的系统,叫做

微计算机系统。

三、计算机的硬件和软件

计算机的硬件 (Hardware) 是构成计算机系统的电子元件、磁性元件和机械元件的总称。

计算机的软件 (Software) 是控制计算机硬件操作的各种程序的总称。

计算机如果没有软件, 其硬件不能完成任何操作, 所以计算机软件对发挥计算机的功能起了重大作用。计算机软件可分为应用软件和系统软件两大类, 下面分别说明之。

1. 应用软件, 也叫应用程序, 它是用户为解决各种实际问题所编写的程序, 它又可分为三种:

(1) 机器语言程序, 它是用二进制代码所编写的程序。它能被计算机直接接受, 但难于被人记忆。

(2) 汇编语言程序, 它是用助记符编写的程序。助记符就是用于便于记忆的几个英语字母来表示计算机的指令。例如有的微计算机的加法指令, 机器语言写成11000110, 助记符写成ADD。可见助记符要比机器语言容易接受。目前微计算机的实时控制软件, 大都用汇编语言程序来编写。

(3) 高级语言程序, 它是用英语和数学表达式编写的程序, 例如BASIC语言, FORTRAN语言和PASCAL语言等。高级语言程序通常用于科学计算和数据处理。

2. 系统软件, 也叫系统程序, 它是计算机厂提供的使用计算机所必需的软件, 种类很多, 举例如下:

汇编程序 (Assembler), 它是将汇编语言程序逐条地转换成机器语言程序的翻译程序。由于计算机只能直接接受和执行机器语言程序, 我们所编写的汇编语言程序, 必须通过汇编程序翻译成机器语言程序, 才能为计算机直接接受并执行之。如果有的微计算机 (例如单板机) 没有配备汇编程序, 就得通过手工汇编, 把汇编

语言程序逐条翻译成为机器语言程序，才能输入微计算机中。

监控程序 (Monitor)，它是管理和控制计算机的显示器和键盘进行各种基本操作的程序。

解释程序 (Interpreter)，它是将高级语言程序的每条语句单独转换成目标程序的翻译程序。例如BASIC解释程序。

编译程序 (Compiler)，它是将用高级语言编写的源程序整个地转换成目标程序的翻译程序。例如FORTRAN编译程序。

操作系统 (Operating System)，它是管理计算机，使计算机自动地、协调地、高效率地进行工作的系统程序。例如CP/M操作系统，UNIX操作系统等。

1.2 数制和编码

一、十六进制计数制

在数字电路课程中，已介绍了二进制的概念和二进制与十进制相互转换的方法。本节介绍十六进制数的概念和它与十进制数相互换算的方法。

计算机要处理的是大量的二进制数，这些二进制数书写起来非常麻烦，并且容易出错。所以在微计算机的程序编写中，采用十六进制来代替二进制，以简化书写，并且不容易出错。但要注意：十六进制数本质上是二进制数，它属于二进制数的简易书写法。见表1—1。

每个十六进制数，由4位二进制数组成，其相互转换十分方便。举例如下：

$$(1) 10100110B = A6H$$

在上例中，B表示前面的数据为二进制数，H表示前面的数据A6为十六进制数。

表 1-1

十六进制数与二进制数对照表

十六进制数	二进制数	十六进制数	二进制数
0	0 0 0 0	8	1 0 0 0
1	0 0 0 1	9	1 0 0 1
2	0 0 1 0	A (10)	1 0 1 0
3	0 0 1 1	B (11)	1 0 1 1
4	0 1 0 0	C (12)	1 1 0 0
5	0 1 0 1	D (13)	1 1 0 1
6	0 1 1 0	E (14)	1 1 1 0
7	0 1 1 1	F (15)	1 1 1 1

$$(2) 11111111\text{B} = 7\text{FH}$$

$$(3) 3\text{ABH} = 001110101011\text{B} = 1110101011\text{B}$$

$$(4) \text{C0DH} = 110000001101\text{B}$$

下面介绍十六进制与十进制的相互转换方法。

由十六进制数转换成十进制数，可采用乘权相加法，即将每位十六进制数乘以对应的权（位置值），然后相加。举例如下：

$$(1) 1\text{A9EH} = 1 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 9 \times 16^1 + 14 \times 16^0 = 6814\text{D}$$

上式中，十六进制数 1 对应的权（位置值）为 16^3 ，A 对应的权为 16^2 ，9 对应的权为 16^1 ，E 对应的权为 16^0 。乘权相加的结果为 6814D，D 表示前面的数据为十进制数（Decimal），也可省去不写。

$$(2) 200\text{H} = 2 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 0 \times 16^0 = 512$$

由十进制数转换成十六进制数，可采用除 16 取余法。即将十进制数用 16 去除，得到的余数即为最低位十六进制数。然后将商用 16 去除，得到的余数即为次低位十六进制数，如此反复进行下去，最后得到小于 16 的余数，即为最高位十六进制数。

例 1：将 2718 转换成十六进制数