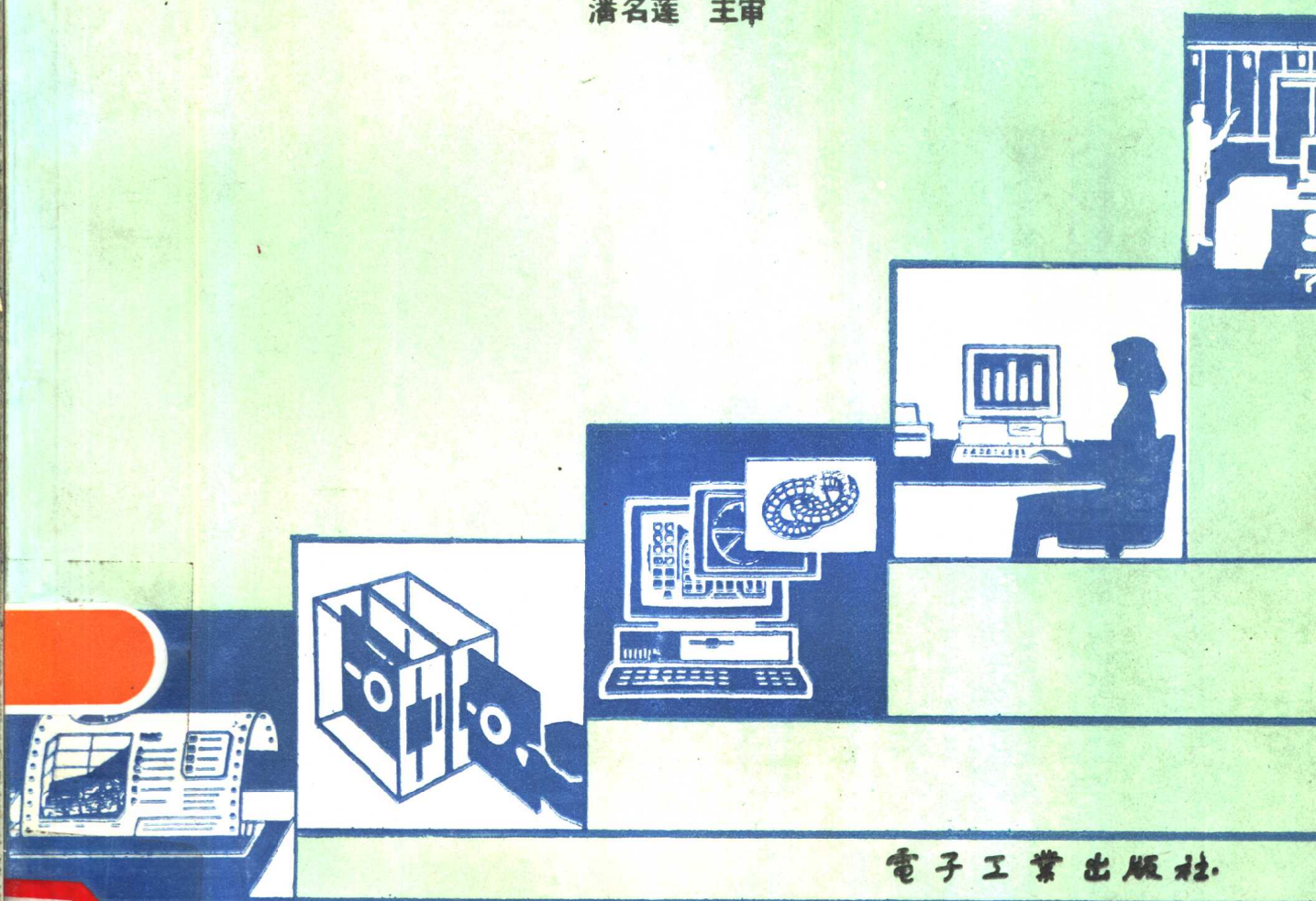


职业学校教材 (实用电子技术专业)

微型计算机 原理与实验

李慧明 唐玉文 李 薇 编

潘名莲 主审



电子工业出版社

162328

TP36
v036

微型计算机原理与实验

李慧明 唐玉文 李 薇 编
潘名莲 主审



Financial Business Electronic Currency Engineering Group

内 容 提 要

本书共分八章，介绍了计算机的基本原理，并以 8 位机 Z80 为对象，系统地介绍了微处理器的原理、结构和指令系统、汇编语言程序设计、存储器、CPU 与外部设备的数据传送、可编程接口芯片及其应用等内容。

本书深入浅出，例举了适量的实例，每章末安排了实验和习题，以加深理解和提高实际操作的能力。

本书为职业高中微型计算机原理与实验课教材，可供职业高中有关专业使用，也可供有关培训班和自学者使用。

微型计算机原理与实验

李慧明 唐玉文 李 薇 编

潘名莲 主审

责任编辑：王昌铭

*

电子工业出版社出版（北京市万寿路）

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

出版说明

根据 1986 年全国职业技术教育工作会议关于“职业技术教育管理职责暂行规定”的分工精神和国家教委的要求,为了满足职业高中的迅速发展对教材的需要,我部组织了职业高中电子类教材的编审与出版。通过全国部分省、市及参与编审工作的有实践经验的教师,从事电子技术工作的工程师,职业教育研究工作者的共同努力,已编审出版的教材深受职业高中师生的欢迎。我们在总结前段工作的基础上,为推进该层次的教材建设,成立了有北京、上海、天津、江苏、浙江、辽宁、吉林、黑龙江、河北、河南、四川、新疆、甘肃共十四个省、市、自治区的教师和职教主管部门领导参加的职业高中电子类教材工作领导小组和教材编审委员会,制订了“实用电子技术”及“计算机技术”两个专业的参考性教学计划和 1988~1990 年度教材出版规划。根据教学计划的需要,列入规划的教材共 23 种。

我们组织编写的这套教材,是以实用电子技术和计算机技术专业的教学计划为依据。为突出职业高中着重职业技能训练的特点,侧重于教材的实用性、科学性以及增强学生实验和操作技能训练的内容。为适应各地电子工业发展的需要,教材除注意基础知识外,也适当反映了电子专业的现代技术。另一方面,由于电子类专业分支多,教材编写还立足于宽口径,以方便不同专业选用。

编写职业高中教材是一个新课题,经验不足,希望全国电子类职业高中广大师生积极提出批评建议,共同为进一步提高教材质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室
一九八八年十二月

职业高中电子类教材工作领导小组

组 长：姚志清

(以下以姓氏笔划为序)

副组长：王世华 孙金兰 官玉发 赵家鹏

组 员：于润发 王仲伦 王绍发 刘庆春 杨玉民 苏 丹 何肃波
李宏栋 李荣希 张荫生 费爱伦 葛玉刚 褚家蒙 瞿汝直

秘书长：邓又强

职业高中电子类教材编审委员会

主任委员：杨玉民

(以下以姓氏笔划为序)

副主任委员：于润发(兼实用电子技术编审组组长)

张荫生(兼计算机技术编审组组长)

委 员：实用电子技术编审组

来岳舟 陈其纯 张晓明(以上为副组长)

万相众 王条鑫 白春章 朱晓斌 沈大林 杨荫彪

袁是人 徐洪吉 崔玉春

计算机技术编审组

王道生 王 森 栾宏为(以上为副组长)

马忠裔 刘永振 吕旭东 朱晋蜀 严振国 陈继国

李海田 郑于罕

秘 书：王昌喜 吴浩源

1988~1990年度

计划出版的职业高中教材

实用电子技术专业

1. 电子技术工艺基础
2. 模拟电路
3. 微型计算机应用基础
4. 制图与钳工工艺基础
5. 收录机原理与维修
6. 黑白电视机原理与维修
7. 录像机原理与维修
8. 家用电器原理与维修
9. 单片微型计算机原理与应用
10. 电子测量仪器
11. 维修电工技术
12. 电机的结构与维修

计算机技术专业

1. 计算机电路基础
2. 微型计算机原理与实验
3. BASIC 语言程序设计
4. 微型计算机磁盘操作系统的使用
5. 数据库应用基础
6. 微型计算机汉字处理与录入
7. 微型计算机外设结构与维护——打印机
8. 微型计算机外设结构与维护——显示器与键盘
9. 微型计算机外设结构与维护——软磁盘驱动器
10. 微型计算机接口技术
11. PASCAL 语言程序设计

前 言

本教材系由机械电子工业部职业高中电子类教材编审委员会计算机编审组评审、推荐出版的,作为计算机专业微型计算机原理与实验课程的教材。

该教材由中国金融学院李慧明老师和天津市电子计算机职业中等专业学校唐玉文老师担任主编,电子科技大学潘名莲副教授担任主审。责任编委哈尔滨第九职业中学教师吕旭东。

本课程的参考教学时数为 128 学时,其中实验课 58 学时。本书共分八章,首先介绍了微型计算机的发展,微处理器的基本原理,然后分析了 Z80 机的指令系统,介绍了大量的简单程序,第八章专门提供了一些常用程序的设计方法,以帮助读者提高编程能力;其次介绍了几种常用存储器的特点及用途, CPU 与外部设备信息交换的几种方式,着重介绍了中断方式及 Z80 的中断模式;还介绍了各接口电路的基本结构和实际用法,并列举了一些实例。为使读者加深理解,在各章的最后一节安排了一系列实验,这些实验紧扣本章内容,由浅入深,具有一定的实用性和趣味性。书中各章还附有一定量的习题。

本教材由团结湖一中李薇老师编写第一、二章,中国金融学院李慧明老师编写第三、五、六、七章,天津市电子计算机职业中等专业学校唐玉文老师编写第四、八章。参加审阅工作的还有电子科技大学向世清副教授,童义生副教授也对本书的编写提出了宝贵的意见,最后由王昌铭副编审阅改并完成全稿的编辑加工,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,殷切希望广大师生批评指正。

编者 1989 年 7 月 7 日

目 录

第一章 概述	1
§ 1.1 电子数字计算机概述	1
一、电子数字计算机的组成	1
二、电子数字计算机的发展	2
§ 1.2 微型计算机概述	3
一、微处理器	3
二、微型计算机和微型计算机系统	3
三、微型计算机发展概述	3
§ 1.3 微型计算机的常用术语	4
习题	5
第二章 计算机中的数制和编码	6
§ 2.1 进位计数制	6
一、十进制数	6
二、二进制数	6
三、十六进制数	7
四、任意进制数	8
§ 2.2 二、十、十六进制数之间的转换	8
一、二、十进制数之间的转换	8
二、十、十六进制数之间的转换	10
三、二、十六进制数之间的转换	11
§ 2.3 二进制的特点	11
一、二进制数的运算	11
二、二进制编码	13
§ 2.4 原码、反码和补码	14
一、数在计算机中的表示方法	14
二、原码、反码和补码	16
三、补码的运算规则	17
习题	18
第三章 微处理器	19
§ 3.1 微型计算机的组成和特点	19
一、微计算机的组成	19
二、微型计算机的分类	19
三、微型计算机的特点	20
§ 3.2 微型计算机的工作过程	20
§ 3.3 Z80 微处理器的结构	21
一、Z80 CPU 的内部结构	21
二、Z80 CPU 的引脚及其功能	23

§ 3.4	TP801-A单板微型计算机的结构	25
§ 3.5	第三章实验	27
	实验一、TP801-A 单板机的使用(一)	27
	实验二、TP801-A 单板机的使用(二)	31
	实验三、TP801-A 单板机的使用(三)	33
	习题	37
第四章	微计算机程序设计基础	38
§ 4.1	程序设计语言	38
	一、机器语言	38
	二、汇编语言	38
	三、高级语言	39
§ 4.2	汇编语言简介	39
	一、语句格式	39
	二、伪指令及其功能	40
§ 4.3	指令格式	42
§ 4.4	Z80 寻址方式	43
	一、什么是寻址方式	43
	二、Z80 寻址方式	43
§ 4.5	Z80 指令系统	47
	一、数据传送与交换指令组	48
	二、数据块传送和查找指令组	56
	三、算术和逻辑运算指令组	60
	四、循环移位和移位指令组	65
	五、位操作指令	69
	六、转移指令	69
	七、子程序调用和返回指令	73
	八、输入/输出 (I/O) 指令组	75
	九、基本 CPU 控制指令	77
§ 4.6	汇编语言基本程序设计举例	78
§ 4.7	第四章实验	81
	实验一、数据块传送	81
	实验二、基本算术和逻辑运算	84
	实验三、循环移位	86
	实验四、转移、检索	87
	习题	89
第五章	存储器	95
§ 5.1	概述	95
	一、存储器的主要性能指标	95
	二、存储器的发展	95
	三、存储器的分类	96
§ 5.2	只读存储器 ROM	96

一、掩模式 ROM	96
二、可编程ROM 芯片——PROM	97
三、可擦除 PROM——EPROM	97
§ 5.3 随机存取存储器 RAM	97
§ 5.4 RAM 芯片与CPU 的连接	101
一、地址信号线的连接	101
二、控制信号线的连接	101
三、数据线的连接	102
四、存储器扩展(连接)举例	102
§ 5.5 TP801-A 单板机的地址分配	106
§ 5.6 第五章实验	108
实验一、录音机转录实验	108
实验二、EPROM 写入实验	111
实验三、存储器扩充和存储器测试	113
习题	116
第六章 CPU 与外部设备的数据传送	118
§ 6.1 外部设备的寻址方式	118
一、存储器映象方式	118
二、输入、输出映象方式	119
§ 6.2 程序控制I/O传送方式	120
一、无条件传送方式	120
二、查询传送方式	122
§ 6.3 中断传送方式	126
一、中断及其作用	126
二、中断系统的组成	127
三、中断响应及返回	129
四、Z80 中断方式	131
§ 6.4 直接存储器存取(DMA)方式	137
一、直接存储器存取(DMA)方式	137
二、DMA 传送方式与中断传送方式的区别	138
§ 6.5 第六章实验	139
实验一、I/O 接口地址译码实验	139
实验二、显示器实验	142
实验三、无条件传送的输入和输出	146
实验四、用无条件传送输出方式——将数据输出到七段显示块	149
习题	152
第七章 可编程接口芯片及其应用	154
§ 7.1 概述	154
§ 7.2 可编程计数/定时器 CTC	154
一、Z80 CTC 的组成结构	154
二、CTC 引脚说明	156

三、CTC的工作方式·····	157
四、CTC编程·····	159
五、CTC通道地址·····	164
六、CTC中断优先权·····	166
§ 7.4 可编程并行接口 PIO·····	170
一、PIO 芯片结构 ·····	170
二、PIO 引脚说明 ·····	172
三、PIO 工作方式 ·····	173
四、PIO 编程 ·····	174
五、PIO 端口编址 ·····	178
§ 7.5 可编程串行接口 SIO·····	180
一、串行通讯 ·····	180
二、Z80-SIO 接口芯片·····	181
§ 7.6 第七章实验·····	182
实验一、Z80-CTC 接口实验·····	182
实验二、Z80-CTC 应用实验·····	185
实验三、PIO应用实验——计算按钮开关的闭合次数·····	187
实验四、用 Z80-PIO 完成输入输出 ·····	188
实验五、PIO位控方式实验·····	190
习题·····	193
第八章 汇编语言程序设计 ·····	197
§ 8.1 分支程序的设计 ·····	197
§ 8.2 循环程序的设计·····	204
一、单重循环程序·····	204
二、多重循环程序·····	208
§ 8.3 子程序的设计·····	210
一、字符处理子程序设计·····	210
二、代码转换子程序设计·····	211
三、算术运算子程序·····	216
四、调用程序的设计·····	219
习题·····	221
附录一 Z80汇编指令机器码表·····	223
附录二 Z80指令功能表 ·····	232
附录三 集成电路数据(实验用)·····	244
参考书目·····	250
附录四 TB801-A单板机电路图	

第一章 概 述

§ 1.1 电子数字计算机概述

世界上第一台电子数字计算机“埃尼阿克”(ENIAC)于1946年诞生于美国。它是由美国宾夕法尼亚大学研制成功的。电子计算机的出现是人类历史上最重大的事件之一,它对人类的科学文化和社会生活产生了巨大的影响。自第一台电子数字计算机问世以来,计算机的研究和发展就引起了人们的高度重视。计算机在近四十年的时间里不断更新换代,目前,电子数字计算机不仅用于科学计算,而且已深入到各门学科和人们的日常生活之中。

一、电子数字计算机的组成

电子数字计算机是用电子电路(逻辑部件)对数字信息进行加工处理,以实现计算功能的机器。这些逻辑部件以电压(电平)的高低两个状态来表示数字信息。

在第一台电子计算机研制成功的基础上,冯·诺依曼等人又提出了计算机的新的结构思想。这个结构共包括了五个基本部分:输入设备、运算器、存储器、控制器、输出设备。这就是经典式计算机所具有的基本模式,如图1-1所示。在这个结构中,计算机的处理步骤——程序,以及必要的数均被存放在存储器中。计算机能自动地按程序进行运算,所以把这种计算机称为存储程序式计算机。

输入设备:用来把原始数据和程序转换成二进制信息输入到计算机,如键盘、纸带输入机等。

存储器:用来存储计算步骤、原始数据、运算的中间结果和最终结果,一般分为内存储器和外存储器两类。内存储器通常采用大规模半导体存储器;外存储器常用磁盘、磁带等,它们的速度较慢、容量较大。

运算器:是用来进行加、减、乘、除算术运算及逻辑运算的部件。

控制器:用来控制计算机各部件按预先规定的程序自动地进行指定的操作。

输出设备:用来输出计算结果。常用的输出设备有CRT显示器、电传打字机、打印机等。

通常我们把组成计算机的这五部分总称为硬件,其中运算器和控制器合称为中央处理单元或中央处理器(CPU)。

原始的诺依曼机在结构上是以运算器为中心的。随着电子技术的发展,计算机的五个组成部分也在不断地更新换代。大规模、超大规模集成电路在计算机中的应用,使计

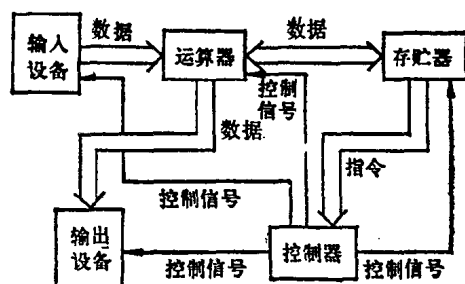


图 1-1 一般数字计算机的结构框图

算机得到了突飞猛进的发展。目前、电子计算机已转向以存储系统为中心，其基本组成框图如图 1-2 所示。

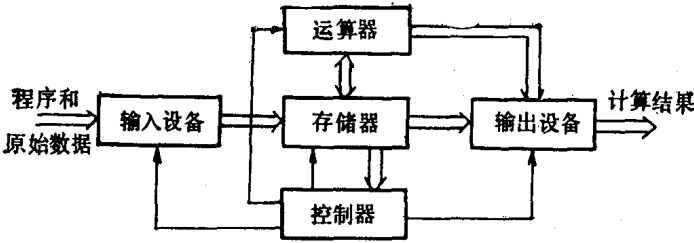


图 1-2 以存储器为中心的计算机简单框图

由前述可知：一个完整的计算机系统要包括硬件和软件两大部分。硬件是指构成计算机的设备实体，如前述的五大部件。软件是程序的总称。

二、电子数字计算机的发展

从第一台电子计算机问世至今，计算机已经过了四十多年的发展。电子计算机的发展可由组成它的主要逻辑部件的演变来划分。

第一代计算机是使用电子管电路作为主要逻辑部件的，时间约从 1946 年至 1956 年。这一代计算机的特点是：运算速度每秒可执行加法一千次到一万次，可靠性差，体积大，功耗大，价格昂贵（例如，第一台计算机用了 18000 只电子管，占地 140 平方米，重 30 吨，功耗 100 千瓦，价值 40 万美元），因而使用不普遍，程序设计只能使用机器语言和符号语言。

第二代计算机是随着半导体晶体管的研制成功而产生的，时间约从 1956 年至 1964 年。这一阶段，计算机使用晶体管电路作为主要逻辑部件，同时使用了磁芯存储器。运算速度加快，每秒可执行加法十万到一百万次。由于晶体管体积小，耗电少，所以计算机的体积也相应大大地缩小，功耗降低，可靠性提高，且价格也降低了。

从 1965 年开始，出现了以小规模集成电路为主要逻辑部件的第三代电子计算机。它与第一代计算机相比，速度提高了近百倍，体积仅为前者的几十分之一，可靠性进一步提高。其应用遍及科学计算、数据处理及工业控制和生产的各个领域。

1970 年以后，大规模集成电路发展很快，以大规模集成电路为主要逻辑部件的第四代电子计算机相继问世。微处理器和微计算机在这以后有了飞速的发展。同时，每秒可执行加法数亿次的巨型机也制造出来了。

我国从 1958 年研制成功第一台电子数字计算机后到现在，计算机也有了很大的发展。特别是近几年微型机在我国发展很快，已渗透到各个领域。由于我国是使用汉字的国家，所以，近年来汉字信息处理系统的研制成功，对于在我国推广使用计算机有着特别重要的意义。可以相信，我国计算机事业的发展一定会在不远的将来进入世界先进水平的行列。

§ 1.2 微型计算机概述

一、微处理器(MICRO PROCESSOR)

微处理器，简称MP。将运算器和控制器集成在一小块硅片上，成为一个独立的器件，称为微处理器。微处理器是微型计算机的核心部分，其主要功能是完成对数据和信息的加工处理，所以也称为中央处理器（CPU）。微处理器是半导体技术和计算技术相结合的产物，也是七十年代人类最重要的创新之一。

二、微型计算机和微型计算机系统

将微处理器和存储器（随机存取存储器 RAM，只读存储器 ROM），输入/输出接口，通过总线有机地组合在一起叫做微型计算机。它的简化结构图如图 1-3 所示。图

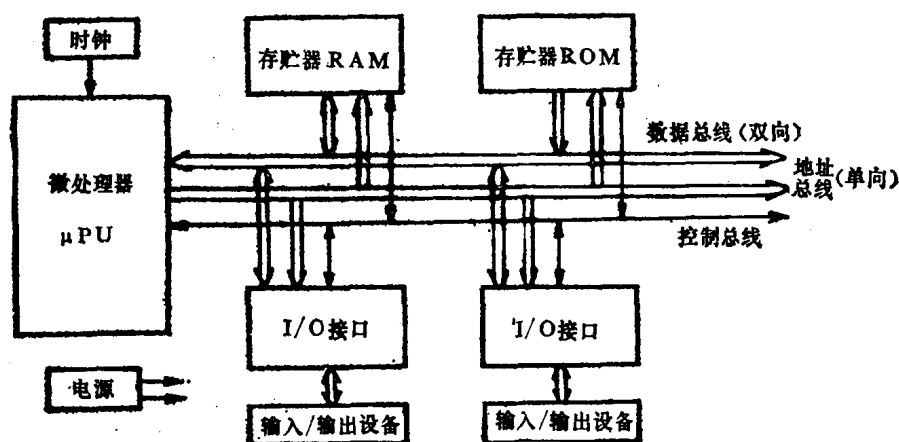


图 1-3 微型计算机的简化结构框图

中数据总线、地址总线和控制总线统称为系统总线。总线结构是微型计算机的一大特征。

将微型计算机配上输入/输出设备、系统程序等软件和电源就构成了微型计算机系统。也就是说，微计算机系统是由硬件和软件两大部分组成的，如图 1-4 所示

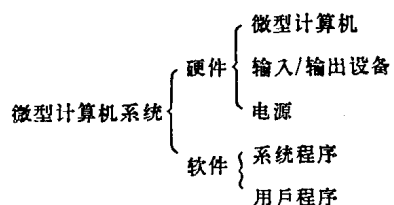


图 1-4 微计算机系统组成

三、微计算机发展概述

1971 年，美国 INTEL 公司首先研制成功了 INTEL4004 型微处理器。它是使用 PMOS 技术，在 4.2 毫米×3.2 毫米的硅片上，集成了 2250 只晶体管，并采用 16

条引脚的双列直插式封装制造的。这种4位微处理器的功能是很有限的，但是，若配上相应的随机存取存储器（RAM）和只读存储器（ROM）和输入/输出接口（I/O接口）等芯片就能构成型号为MCS4的微型计算机。

1972年又研制成功了INTEL8008型8位微处理器，这是第一代8位机。1973年又研制成功了另一种8位微处理器INTEL8080，这是第二代微处理器。它采用NMOS技术和40条引脚的双列直插式封装，比8008型微处理器有更强的功能。与此同时，其它一些公司也生产出了一批8位微处理器，如：MOTOROLA6800，SIGNETICS2650，MOS TECHNOLOGY6501，6502和ROCKWELLPPS8等。

1976年以后，微处理器的发展进入了第三代。这一代的微处理器与前两代的不同之处是集成度更高、功能更强、速度更快，其主要代表有Z80，INTEL8085等微处理器。

七十年代后期，随着大规模，超大规模集成电路的迅速发展，微处理器也从开始的4位、8位发展到16位、32位，如：16位微处理器INTEL8086，Z8000和M68000，32位微处理器INTEL80386，M68020等。32位微处理器的出现，使微型计算机的概念发生了变化。因为，32位微计算机以其结构特点，功能及应用范围等方面来看，都可以说是过去小型机的微型化。在计算速度方面有些微型机甚至超过了某些大型机。

随着微处理器和它的支持芯片的不断更新换代，微型计算机的应用范围正在逐步扩大，微型计算机系统也正在日趋完善。

§ 1.3 微型计算机的常用术语

1. 位 (Bit)

“位”是计算机表示信息的最小的、最基本的单位。每一位数字（二进制）都称为一个位或一个“Bit”。

2. 字节 (Byte)

字节是指若干个相邻的位组成的一个二进制数码，计算机中通常将8位组合称为一个字节，它是构成信息的基本单元。

3. 字与字长

字由若干个位或几个字节组成，例如一个字可包含8位、16位、32位等等，即一个字可包含1个、2个…字节等等。计算机把字作为一个整体来处理，一个字占据一个存储单元。也就是说，计算机在同一时间内所处理的一组二进制数称为一个计算机字，简称为“字”。每个字所包含的二进制位数叫做“字长”。字长是CPU的重要标志之一。字长越长，说明计算机所能处理的有效位越多，精度越高。

4. 内存容量

内存存储器中能存储的字节数称为内存容量。每1024个字节称为1K字节。微型机的内存容量随机器而异，一般有2K、4K、8K、16K、32K、64K、128K字节等。存储器的容量越大，能存放的信息就愈多，计算机的功能就愈强。

5. 存取周期

CPU把信息代码存入存储器称为“写”，把信息代码从存储器取出称为“读”。存

存储器进行一次“读”或“写”操作所需的时间，称为存取周期。

6. 运算速度

计算机用每秒钟能执行的指令条数来表示运算速度，其单位是“次/秒”。执行一条指令的时间，依指令不同而异。所以，微型计算机通常以执行定点加法指令为标准来计算运算速度。

7. 指令

规定计算机进行某种操作的命令称为指令。它是计算机自动控制的依据。计算机能够识别的指令是由二进制数码“0”和“1”组合成的。

8. 指令系统

指令系统是指一台计算机所能执行的全部指令。

9. 地址

地址是指存储器的单元编号，如同你所在教室在整个教学楼中的编号一样。计算机中每个存储单元都有唯一的地址号码。

10. 机器周期

CPU 执行一种基本操作（如“读”存储器、“写”存储器等操作）所需要的时间被称为机器周期。

11. 指令周期

CPU 完成一条指令所用的时间称为指令周期，通常由 1~6 个机器周期组成。

习 题

1. 简要说明计算机的发展史。
2. 一般计算机是由哪几部分组成的？
3. 什么是微处理器？
4. 简单说明字与位的关系。

第二章 计算机中的数制和码制

在电子计算机中使用的数制有二进制、八进制、十六进制等。本章将介绍几种数制的表示方法及其相互间的转换以及二进制编码的表示方法。

§ 2.1 进位计数制

一、十进制数

十进制是我们最常用的进位计数制。十进制有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 共十个数字。数字的个数称为基数，十进制的基数就是 10，它的进位计数方式是“逢十进一”。用这 10 个不同数字在数中所处的不同位置来表示数值，在数学上称为位置记数法。同一个数字处于数中的不同位置它所代表的数值不同。例如：

$$99.9 = 9 \times 10^1 + 9 \times 10^0 + 9 \times 10^{-1}$$

小数点左边第一位是个位，这个 9 代表的数值为 $9 \times 10^0 = 9$ ，小数点左边第二位是十位，这个 9 代表的数值为 $9 \times 10^1 = 90$ ，小数点右边第一位是十分之一位，这个 9 代表的数值为 $9 \times 10^{-1} = 0.9$ 。

而固定数位上表示的值是确定的，即：个、十、百、千位是确定的。例如： 10^0 表示个位的位值， 10^1 表示十位的位值， 10^2 表示百位的位值等。在数学上称这个固定位置上的值为“权”。也就是说，一个十进制数每位的数值等于该位的数字与该位权的乘积，那么，任何一个十进制数 A，都可以写成按权展开的多项式之和。即：

$$A = A_{n-1} \times 10^{n-1} + A_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + A_1 \times 10^1 + A_0 \times 10^0 + A_{-1} \times 10^{-1} + \dots + A_{-m} \times 10^{-m}$$

$$\text{或缩写成：} A = \sum_{i=-n-1}^{-m} A_i \times 10^i$$

式中 i 表示数的某一位， A_i 表示第 i 位的数字，它可以是 0~9 中的任一个，由具体的 A 确定，若 $A = 5827.36$ ，则 $A_3 = 5$ ， $A_2 = 8$ ， $A_1 = 2$ ， $A_0 = 7$ ， $A_{-1} = 3$ ， $A_{-2} = 6$ 。m 和 n 为正整数，m 为小数点右边的位数，n 为小数点左边的位数，10 为十进制基数，而 10^i 为数位 i 的“权”。

$$\text{如：} 5827.36 = 5 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

二、二进制数

二进制只有两个基本数字：0、1。所以，二进制的基数是 2。根据“逢二进一”的原则进行计数就是二进制的计数法。

与十进制相类似，任何一个二进制数 B，都可以写成按权展开的多项式之和，即：

$$B = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 + B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + \dots + B_{-m} \times 2^{-m}$$

或缩写成： $B = \sum_{i=-n-1}^{-m} B_i \times 2^i$

式中 B_i 只能取1或0，它由具体的数 B 决定。 m ， n 为正整数， m 为小数点右边的位数， n 为小数点左边的位数，2是二进制的基数， 2^i 是数位 i 的“权”。

例如：二进制数1011.101，可以按权展开写成：

$$1011.101 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

为了熟悉二进制的表示方法，我们就几个简单的数字列出十进制与二进制的对照表，如表2.1所示。

表 2-1 二、十进制对照表

	十进制数	二进制数
小 数	$0.5 = 2^{-1}$	0.1
	$0.25 = 2^{-2}$	0.01
	$0.125 = 2^{-3}$	0.001
	$0.0625 = 2^{-4}$	0.0001
整 数	0	0
	1	1
	2	10
	3	11
	4	100
	5	101
	6	110
	7	111
	8	1000
	9	1001
	10	1010

虽然，用二进制数表示数值时位数较多，写和读都很不方便，但在计算机中使用二进制计数却比十进制方便得多。因为，使用二进制数仅用两种状态0，1来表示，这就可以使计算机的逻辑电路结构简单，容易制造，所以，在计算机中通常采用二进制数记数。对于较大的数值用二进制数表示时位数较长，书写和阅读均不方便，因此，计算机中还常采用二位十六进制数来表示八位二进制数，用四位十六进制数来表示十六位二进制数（参看§2.2节）。

三、十六进制数(Hexadecimal)

十六进制数用0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F共十六个数字表示。其中A、B、C、D、E、F分别代表十进制数的10、11、12、13、14、15。十六进制的基数是16，它的计数方法为“逢十六进一”。同样，十六进制数也可写成按权展开的多项式之和，即：

$$H = H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \dots + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0 + H_{-1} \times 16^{-1} + H_{-2} \times$$