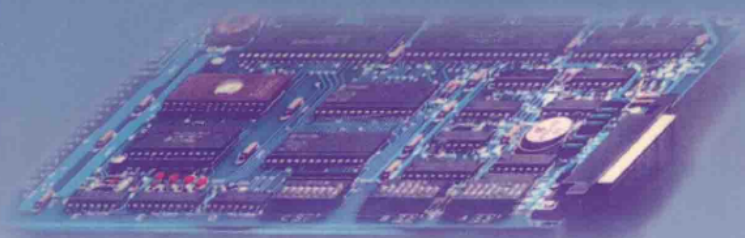


MCS-51 系列单片机

原理与应用

主 编 王晋华 王阿川
副主编 张锡英 赵大伟



东北林业大学出版社

MCS - 51 系列单片机 原理与应用

主 编 王晋华 王阿川
副主编 张锡英 赵大伟

东北林业大学出版社

责任编辑:卜彩虹

封面设计:曹 晖



NEFUP

MCS-51 系列单片机原理与应用

MCS-51 Xilie Danpianji Yuanli Yu Yingyong

主 编 王晋华 王阿川

副主编 张锡英 赵大伟

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路26号)

哈尔滨市工大节能印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17.75 字数 408 千字

2001年4月第1版 2001年4月第1次印刷

印数 1—1 070 册

ISBN 7-81076-156-0
TP·40 定价:25.00 元

内 容 简 介

本书介绍了计算机的基础知识,并系统全面地介绍了 MCS-51 单片机的硬件结构、工作原理、指令系统、接口技术、中断及单片机应用设计等内容。本书还概要地介绍了 MCS-96 系列单片机,为读者进一步学习 MCS-96 系列单片机打下一定基础。附录中给出了常见指令一览表。本书在各章中对重点内容都结合实例加以说明,以便于读者理解、掌握和应用。各章还安排了思考题和习题,供复习之用。

本书适宜作为大专院校微机课教材,也可用于大专院校非计算机专业本科生及广大科技人员学习单片机的教材,也可作为单片机培训班教材。

《MCS-51 系列单片机原理与应用》编委会

主 编 王晋华 王阿川
副主编 张锡英 赵大伟
参 编 王世绪 陈宝远 金雪花

前 言

单片机以其体积小，功能齐全，集成度高，结构简单，易于掌握，应用灵活，优越的性能价格比等特点，广泛地用于智能仪器仪表、工业测控、计算机网络与通信技术、日常生活及家电中。单片机的应用提高了机电一体化的技术水平和自动化程度。高等院校的计算机专业、信息工程专业、机电一体化、自动化、电气自动化、通信工程等专业的学生，了解和掌握单片机的原理、结构和应用技术是十分必要的。

单片机是按工业控制要求设计的，因此具有完整的计算机结构。我们在编写过程中充分考虑到这点。全书共分10章。第1、第2和第3章介绍了计算机的概况，计算机的运算基础，计算机的硬件电路基础；考虑到MCS-51系列单片机是我国目前使用单片机的主要机型，第4章介绍了MCS-51单片机的结构；第5、第6章介绍了指令系统和汇编程序设计；第7章介绍了MCS-51单片机输入/输出、中断及扩展应用；第8章介绍了MCS-51单片机的接口技术；第9章介绍了单片机控制系统的设计及应用；第10章简单介绍了性能优良的MCS-96系列单片机。书后附录给出了常用指令一览表，便于编程时查阅。

本书由东北林业大学王晋华、王阿川担任主编，东北林业大学张锡英、哈尔滨理工大学赵大伟担任副主编，参加本书编写的还有大庆石油学院王世绪、哈尔滨理工大学陈宝远和哈尔滨市邮政局科技处金雪花。王晋华编写了第4、第5章及附录；王阿川编写了第7章；张锡英编写了第6章；赵大伟编写了第8章；王世绪编写了第9、第10章；陈宝远和金雪花编写了第1、第2和第3章。

限于水平和经验，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2001年3月

目 录

1 计算机概述	(1)
1.1 计算机的发展及其特点	(1)
1.2 计算机的用途	(2)
1.3 微型计算机的硬件系统和软件系统	(4)
1.4 Intel 系列单片机的发展及应用	(6)
2 计算机的运算基础	(10)
2.1 进位数制	(10)
2.2 计算机中数的表示方法	(14)
2.3 数的运算方法	(18)
3 微型计算机的硬件电路基础	(26)
3.1 触发器	(26)
3.2 寄存器	(28)
3.3 总线结构	(32)
3.4 存储器	(34)
4 MCS - 51 单片微型计算机的结构	(42)
4.1 MCS - 51 单片计算机的组成原理	(42)
4.2 MCS - 51 系列单片机内部存储器结构	(48)
4.3 时钟电路及时序	(56)
4.4 MCS - 51 并行输入输出端口	(58)
4.5 复位电路	(63)
4.6 MCS - 51 单片机的引脚功能	(65)
5 指令系统	(69)
5.1 指令系统概述	(69)
5.2 数据传送指令	(74)
5.3 算术运算指令	(80)
5.4 逻辑运算指令	(84)
5.5 位操作指令	(86)
5.6 控制转移指令	(88)
6 汇编语言程序设计	(97)
6.1 MCS - 51 汇编语言的基本知识	(97)
6.2 顺序程序的设计	(102)
6.3 分支程序的设计	(104)
6.4 循环程序的设计	(106)

6.5	查表程序的设计	(110)
6.6	散转程序的设计	(112)
6.7	子程序的设计	(116)
6.9	浮点数及其程序设计	(122)
7	MCS-51 单片机输入/输出与中断及扩展应用	(134)
7.1	输入输出的控制方式	(134)
7.2	MCS-51 系列单片机中断系统	(140)
7.3	MCS-51 系列单片机片内定时器/计数器	(152)
7.4	MCS-51 系列单片机片内串行通信接口	(163)
7.5	程序存储器的扩展	(183)
7.6	外部数据存储器的扩展	(192)
8	MCS-51 单片机接口技术	(198)
8.1	MCS-51 单片机的并行接口电路	(198)
8.2	键盘与数码管显示器接口电路	(214)
8.3	MCS-51 的串行口扩展并行 I/O 口	(224)
8.4	单片机与 D/A 和 A/D 转换器的接口	(228)
9	单片机控制系统设计及应用实例	(237)
9.1	单片机控制系统的设计	(237)
9.2	数据采集和处理系统	(240)
9.3	X-Y 绘图仪的机械与控制系统	(249)
10	MCS-96 系列 16 位单片机简述	(255)
10.1	简介	(255)
10.2	MCS-96 系列单片机的结构特点	(257)
10.3	高速 I/O 部件和定时器	(264)
10.4	A/D 转换器和脉宽调制器 PWM	(267)
10.5	串行口	(268)
10.6	I/O 口及控制、状态寄存器	(269)
10.7	监视跟踪定时器 (WDT) 和系统复位	(270)
	附录	(272)
	参考文献	(276)

1 计算机概述

1.1 计算机的发展及其特点

1.1.1 计算机的发展

世界上第一台电子计算机是 1946 年 2 月问世的，它的名字是埃尼阿克 (Electronic Numerical Integrator And Calculator)，简称 ENIAC，是由美国宾西法尼亚大学莫尔学院的莫奇莱教授研制的。它是今天功能齐全、品种繁多的各种类型电子计算机的先驱，为计算机技术的发展奠定了基础。

计算机自 20 世纪 40 年代发明以来，短短几十年经历了四代：

第一代 (20 世纪 40~50 年代)，电子管数字计算机。计算机采用的逻辑元件是电子管，主存储器使用磁性材料制成的磁鼓、磁芯，外存储器已经开始使用磁带，主要的软件是用机器语言编制的，后来逐渐发展了汇编语言。这一时期的计算机主要用于科学计算。

第二代 (20 世纪 60 年代开始)，晶体管数字计算机。计算机采用的逻辑元件是晶体管，主存储器使用磁芯，外存储器已开始使用磁盘，这个时期的软件已有了很大的发展，出现了各种高级语言和编译程序。这时，计算机的运算速度有了明显提高，能耗下降，寿命提高。计算机的应用发展到用于各种事务处理，并且开始用于工业控制。

第三代 (20 世纪 70 年代开始)，中小规模集成电路计算机。计算机的逻辑元件采用小规模和中规模的集成电路，在这段时间内计算机的软件发展非常快，已经有了分时操作系统，计算机的应用范围也日益扩大。

第四代 (20 世纪 80 年代开始)，大规模、超大规模集成电路计算机。计算机的逻辑元件采用大规模和超大规模集成电路，使得计算机的体积减小，价格降低，可靠性提高，计算机的软件得到迅猛的发展，计算机的应用范围日益扩大到各个行业。

目前计算机是向两个方向发展，一是向大型、巨型化发展，二是向小型、微型化发展。

1.1.1.1 大型、巨型计算机

为了适应现代科学技术的发展，人们要求提高计算机的运算速度，增加主存储器的容量，这样世界各国相继推出了大型和巨型计算机。如我国的银河 II 就是每秒 10 亿次的并行巨型计算机。美国的 Cray-1、Cray-2、Cray-3 巨型计算机也是比较著名的。目前，只有少数几个国家有能力生产巨型计算机，它标志着一个国家的科技实力。

1.1.1.2 小型、微型计算机

大型计算机的运算速度快，存储容量大，能解决过去无法计算的实时以及十分复杂的数学问题，但是由于设备的庞大，价格的昂贵，给普及和应用带来了一定困难。同时，为了适应航天技术、导弹技术及一般应用的要求，需要设计体积小、造价低、高可靠性计算机，小型机特别是微型机的出现，有效地解决了这个问题。目前，微型计算机功能已经很强，比如“奔腾”（Pentium）Ⅳ CPU 的时钟频率高达 1.2 GHz。由于结构简单、通用性强、价格便宜，微型计算机已成为现代计算机领域中的一个极为重要的分支，正在以惊人的速度发展着。

1.1.2 计算机的特点

- (1) 计算机运算速度快，每秒可达 4 000 亿次以上。
- (2) 运算精度高。
- (3) 具有记忆功能，可以把原始数据、结果、程序资料等信息存入内部的记忆装置中，并可 根据存储的程序、数据等，自动地完成复杂的计算和信息处理任务。
- (4) 具有逻辑判断能力。计算机可以根据人们所提供的信息进行各种逻辑判断，并根据判断的结果决定下一步应执行的命令。这一功能不仅可以进行数值计算和分析，而且能对字母、文字、符号、表格、图形、声音等进行分析处理，在情报检索、逻辑判断、定理证明等领域得到广泛的应用。
- (5) 自动化程度高。计算机在程序的控制下，可以实现高度自动化，在不用人干预的情况下进行工作，自动地对数据信息进行加工处理，并给出操作的结果。

1.2 计算机的用途

电子计算机是 20 世纪中期以来科学技术最卓越的成就之一，是现代科学技术发展的重要标志。计算机促进了社会生产力的迅速发展，在社会生产的各行各业和社会生活的各个领域展现了它的才能，深刻地改变着人类的社会面貌。

据估计，应用计算机的领域已超过 5 000 个。概括起来，可以归纳为以下几个主要方面。

1.2.1 科学计算

计算机广泛地应用于科学技术方面的计算，这是计算机应用的一个基本方面，也是我们比较熟悉的。现代科学技术的发展，提出了大量复杂的数学问题，用人工计算是不能及时有效解决的。如，人造卫星轨迹计算，导弹发射的各项参数的计算，房屋抗震强度的计算，24 小时的天气预报等，通常要求解几十阶微分方程组，进行大型矩阵运算。这些复杂数据的计算，用计算机可以迅速准确地解出答案。

1.2.2 数据处理和信息处理

用计算机对大批数据及时地加以记录、整理和计算，加工成人们所要求的形式，称为数据处理，又称为信息处理。通常，在生产组织、企业管理、市场预测、情报检索等方面，存在着大量的数据需要及时进行搜索、归纳、分类、整理、存储、检索、统计、分析、列表、绘图等。这类问题数据量大，而运算又比较简单，同时还包含了大量的逻辑运算与判断，其处理结果往往以表格或文件形式存储或输出。

不少国家的银行已采用了计算机管理，大大提高了工作效率，把成千上万名职工从枯燥繁琐的计算中解放出来，在纽约、东京和巴黎之间支付一笔帐目 1 分钟即可完成。

据统计，目前在计算机应用中，数据处理所占的比重最大。它使人们从大量繁杂的数据统计管理中解放出来，大大提高了工作质量、管理水平和效率。

数据处理的另一重要领域是图像处理，如图像处理，图像分析，通过计算机处理，可以从卫星发回的大量数据中分析出地面上哪些是山脉，哪些是海洋，哪些是军事目标，哪些是城市，等等。

随着计算机的普及，在数据处理方面的应用还将继续扩大与深入。

1.2.3 自动控制

自动控制也是计算机应用的一个重要方面。计算机能及时采集、检测数据，按最优方案实现自动控制。美国一个铁路系统采用了计算机控制，能对运行在 22 000 多千米长的铁路线上的 85 000 节车厢、2 300 辆机车的 1 000 多个乘务组的工作，及时进行监控调度，使整个系统安全、快速、准确而高效率地工作。在生产过程中，人们采用计算机进行自动控制，就可以大大提高产品的数量和质量，提高劳动生产率，同时还可以改善人们的工作条件，减少原材料的消耗，降低生产成本。

1.2.4 计算机辅助设计

计算机辅助设计是借助计算机帮助人们完成各种各样的设计任务。

(1) 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD)。用计算机辅助人们进行设计工作，如设计航天飞机、火箭、汽车、机床、木工机械、各种家具、房屋、室内装饰、服装、集成电路等，使设计工作自动化。这样不仅可以缩短设计周期，降低成本，而且使设计工作标准化、统一化，保证产品质量，实现最优化设计。

(2) 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacture, 简称 CAM)。利用计算机直接控制零件的加工，实现无图纸加工。

(3) 计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, 简称 CAI)。利用计算机可以进行辅助教学，它可以模拟某一物理过程，使教学过程形象化，也可以把课程内容编成计算机软件，对不同学生可以选择不同的内容和进度。采用计算机辅助教学有利于因材施教。

1.2.5 系统仿真

计算机仿真是指应用计算机来模仿实际的系统，这是新兴的计算机应用领域，有着广泛的应用前景。如大型电站仿真系统，是在实验室中按电站主控室设置，进行一比一的安装，只是热能部分、发电部分利用计算机网络进行系统仿真，这样学员在实验室中就能像在现场一样操作，这在以前是无法实现的。再如，航天飞机的仿真、火箭的仿真、汽车的仿真等等，都是如此。在计算机仿真系统上进行实验、研究，可以节约大量资金，并且实验安全。目前像飞机、汽车的驾驶员的培训，已经开始使用飞机、汽车仿真系统，学员可以在仿真系统上进行各种训练。

1.2.6 智能模拟

机器人就是用计算机软硬件系统模拟人类某些智能行为，如感知、思维、推理、学习、理解等理论和技术。它是在计算机科学、控制论、仿生学和心理学等基础上发展起来的边缘学科。像目前比较流行的机器人足球比赛就是利用人工智能技术。智能模拟包括专家系统，它是一种计算机软件系统，事先将有关专家的知识、经验总结出来，形成规律，抽象出模型，存入计算机，建立起知识库，然后采用合适的控制策略，选择恰当的规则进行推理、演绎，从而作出分析和决策。智能模拟还可以用于模式（声、图、文）识别、问题求解、定理证明、机器翻译、自然语言理解等方面。在一些特殊的场合，机器人可代替人类进行有害危险工序的现场操作、控制等。

1.2.7 计算机网络

计算机网络是计算机体系结构的一个重要分支，是计算机技术和数字通讯技术相融合的产物。计算机网络是指若干独立计算机的互连集合。它是一个计算机群体，指多个独立的计算机系统之间通过通讯线路、专用电缆、微波卫星、光导纤维等各种通讯介质进行数据、通信、资源共享（软件、硬件、数据库等），而成为联系在一起的具有多种功能的网络系统。如 Internet（国际计算机互连网络）是由国际上成千上万台计算机，遵循 Internet 的有关网络协议在物理上互相连接，为实现信息交互而组成的联合体。Internet 的服务包括电子邮件、信息查询、电子购物、健康咨询、电子报刊以及娱乐，还可以刊登广告，通过它进行公司的跨国管理。

1.3 微型计算机的硬件系统和软件系统

微型计算机简称微型机或微机。通常所说的微机都是指微机系统。

微机系统由硬件系统和软件系统两部分组成。硬件系统是指构成微机系统的全部物理装置，包括计算机的主机及其外部设备。其中主机由中央处理单元 CPU（CPU 是由运算器和控制器构成）和存储器构成。外部设备由输入、输出设备组成。

只有硬件系统的微机，称为裸机，不能做任何工作。硬件系统和软件系统相互配合

才能实现计算机所能完成的任务。

软件系统是指计算机编制的各种程序及相应的文档。软件通常存储在各种存储介质上，如磁盘、光盘、磁带等，包括系统软件及应用软件等。

1.3.1 硬件系统

硬件系统是由主机和外部设备组成的。

1.3.1.1 主机一般包括运算器 (Arithmetic Logic Unit)、控制器 (Control Unit) 和主存储器 (Main Memory)

(1) 运算器

运算器是进行算术 (加、减、乘、除) 和逻辑 (与、或、非) 运算的部件，它由完成加法运算的加法器、存放操作数和运算结果的寄存器和累加器等组成。

(2) 控制器

控制器是整个计算机的控制中心，对存储器进行信息的存取操作。运算器运算，根据不同的指令产生不同的命令，指挥计算机有条不紊地、自动地进行工作。

(3) 存储器

存储器分为内存储器和外存储器两部分。

①内存储器，由大量的存储单元组成，每个单元存放一个字节，用以存储大量的数据及程序。目前的存储器一般是由半导体电路组成，称为半导体存储器。存储器是存储从输入设备接受来的数据程序、处理的中间结果和输出结果的设备，具有记忆功能。内存储器可以直接与 CPU 交换信息，特点是存取速度快，但容量小，内存中的信息在突然停电时会全部丢失。

内存储器由只读存储器 (ROM) 和读写存储器 (RAM) 构成。

读写存储器 (RAM)：在计算机工作时，可以随时进行读出和写入的工作，但是一旦断电它所存入的信息就会全部丢失。

只读存储器 (ROM)：在计算机工作时，只能读出它原来写入的信息，在断电时它所存储的信息不会丢失。这是因为只读存储器中的信息是用物理的方法固化到芯片上的。

②外存储器，由于计算机内存容量小，满足不了用户的需要，因此目前计算机上都配有容量的外存储器。外存储器使用方便，可以长期保留信息。外存储器主要由磁带、硬盘和软盘构成。

1.3.1.2 外部设备

(1) 输入设备 (Input Device)

输入设备的作用是把程序和原始数据转换为电信号，在控制器的控制下，按地址顺序地输入到存储器中。常用的有键盘、软驱、磁带机、光驱等。

(2) 输出设备 (Output Device)

输出设备的作用是把操作的结果输出给用户，以人们容易识别的形式，在控制器的控制下，通过外部设备呈现给人们。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

1.3.2 软件系统

1.3.2.1 指令、程序和语言

计算机根据人们预定的安排，自动地进行数据的计算和加工处理。人们预定的安排是通过一连串指令来表达的，这个指令序列就称为程序。一条指令规定计算机执行一个基本操作。一个程序规定计算机完成一个完整的任务。

一种计算机所能识别的一组不同指令的集合，称为该计算机的指令系统。

用二进制代码指令表达的计算机编程语言称为机器语言，是第一代计算机语言。用能反映指令功能的助记符表达的计算机语言称为汇编语言，是第二代计算机语言。高级语言，如 BASIC、PASCAL、C 语言等，是第三代计算机语言。有人将数据库系统语言单列，称为甚高级语言，是第四代计算机语言。20 世纪 80 年代后期，随着计算机软件领域的重大变化，面向对象的程序设计方法（Object - Oriented Programming，简称 OOP）得到发展。OOP 是一种全新的概念，它是关于数据、过程及其关系的一种新的思考方法，这些概念可在现在和将来的任何一种语言中实现，如在 C++ 中实现，这种语言称为面向对象的语言，是第五代计算机语言。

1.3.2.2 软件分类

软件系统包括系统软件和应用软件两大类。

系统软件是指用来实现对计算机的资源管理，便于人们使用计算机而配置的软件，它一般是由厂家随计算机一起提供的。软件系统包括操作系统，各种语言的汇编、解释或编译程序，数据库管理程序，编辑、调试、装配、故障检查和诊断等工具软件。

操作系统软件具有特殊的地位，DOS 及 Windows 是目前最流行的微机操作系统。

应用软件是用户利用计算机以及它所提供的各种系统软件编制的解决各种实际问题的程序。如，文字处理软件，图形处理软件，图文排版处理软件，辅助教学软件，游戏软件等。

1.3.3 硬件和软件的关系

硬件系统是人们操作微机的物理基础，而软件系统则是人们与微机系统进行信息交换、对话，按人的思维对微机系统进行控制和管理的工具。硬件和软件的关系可以用图 1-1 来描述。



图 1-1 硬件和软件的关系

1.4 Intel 系列单片机的发展及应用

单片机是把组成微机的各种部件：中央处理器（CPU）、存储器、输入输出接口电路、定时器/计数器等，制作在一块芯片上，构成一个完整的微型计算机。

从 1976 年开始，Intel 公司便相继推出了 MCS-48，MCS-51，MCS-96 三大系

列单片机。

1.4.1 MCS-48 系列单片机

MCS-48 单片机是一个 40 引脚的大规模集成电路，在它的芯片内集成有：

- 8 位 CPU；
- 1K 字节程序存储器；
- 64 字节数据存储器；
- 一个 8 位的定时/计数器；
- 4K 字节片外程序存储空间；
- 256 字节片外数据存储空间；
- 27 根输入/输出线。

MCS-48 系列的主要单片机及其特性如表 1-1 所示。

表 1-1 MCS-48 系列单片机的功能特性

型号	片内存储器 (字节) I/O 口线		I/O 口线	定时/计数器	片外寻址空间 (字节)	
	程序	数据			程序	数据
8048	1K ROM	64RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8748	1K EPROM	64RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8035	无	64RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8049	2K ROM	128RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8749	2K EPROM	128RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8039	无	128RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8050	4K ROM	256RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8750	4K EPROM	256RAM	27	1 个 8 位	4K	256
8040	无	256RAM	27	1 个 8 位	4K	256

1.4.2 MCS-51 系列单片机

Intel 公司于 1980 年推出了第二代单片机：MCS-51 系列，这是一种高性能的 8 位单片机。和 MCS-48 系列相比，MCS-51 系列单片机无论在片内程序存储器、数据存储器、输入/输出的功能、种类和数量上，还是在系统的扩展功能，指令系统的功能等方面都有很大加强，其典型产品为 8051，封装仍为 40 引脚，芯片内部集成有：

- 8 位 CPU；
- 4K 字节程序存储器；
- 256 字节数据存储器；
- 64K 字节片外程序存储空间；
- 64K 字节片外数据存储空间；
- 32 根输入/输出线。
- 1 个全双工异步串行口；
- 2 个 16 位定时/计数器；

- 5 个中断源，2 个优先级。

MCS-51 系列单片机一般采用 HMOS（如 8051）和 CHMOS（如 80C51）这两种工艺制造，这两种单片机完全兼容。CHMOS 工艺较先进，综合了 HMOS 的高速度和 CMOS 的低功耗特点。表 1-2 列出了 MCS-51 系列单片机主要产品的功能特性。

表 1-2 MCS-51 系列单片机的功能特性

型号	片内存储器 (字节)		I/O 口线	定时/计数器	片外寻址空间 (字节)		串行通信
	程序	数据			程序	数据	
8051	4K ROM	128RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	UART
8751	4K EPROM	128RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	UART
8031	无	128RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	UART
80C51	4K ROM	128RAM	32	2 个 16 位	64K	256	UART
80C31	无	128RAM	32	2 个 16 位	64K	256	UART
8052	8K ROM	256RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	UART
8032	无	256RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	UART
8044	4K ROM	192RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	SDLC
8744	4K EPROM	192RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	SDLC
8344	无	192RAM	32	2 个 16 位	64K	64K	SDLC

1.4.3 MCS-96 系列单片机

Intel 公司于 1984 年推出了 16 位高性能的第三代产品——MCS-96 系列单片机。该单片机采用多累加器和“流水线作业”的系统结构，其最显著特点是运算精度高，速度快。它的典型产品是 8397，其芯片内集成有：

- 16 位 CPU；
- 8K 字节程序存储器；
- 232 字节寄存器文件；
- 具有 8 路采样保持的 10 位 A/D 转换器
- 40 根输入/输出线；
- 20 个中断源；
- 专用的串行口波特率发生器；
- 全双工串行口；
- 2 个 16 位定时/计数器；
- 4 个 16 位软件定时器；
- 高速输入/输出子系统；
- 16 位监视定时器。

表 1-3 列出了 MCS-96 系列单片机的主要特性。

表 1-3 MCS-96 系列单片机的功能特性

型号	片内存储器		I/O 口线	定时/计数器	片外寻址空间	串行通信	A/D 转换
	ROM	RAM					
8094	无	232B	32	2 个 16 位	64K	UART	无
8795	无	232B	32	2 个 16 位	64K	UART	4 路 10 位
8096	无	232B	48	2 个 16 位	64K	UART	无
8097	无	232B	48	2 个 16 位	64K	UART	4 路 10 位
8394	8KB	232B	32	2 个 16 位	64K	UART	无
8395	8KB	232B	32	2 个 16 位	64K	UART	4 路 10 位
8396	8KB	232B	48	2 个 16 位	64K	UART	无
8397	8KB	232B	48	2 个 16 位	64K	UART	4 路 10 位

目前由于低档的 8 位单片机在性能/价格比上没有明显优势，已经被高档 8 位单片机所代替。16 位单片机虽然早已推出，但因价格偏高等原因，应用不够广泛。MCS-51 系列单片机尤为我国工程技术人员所推崇，这正是本教材选题所在。今后单片机的发展趋势是：增加存储器容量，片内 EPROM 开始 EEPROM 化，存储器编程保密化，片内 I/O 多功能化及低功耗 CMOS 化。

思考题与习题

1. 计算机发展经历了哪几个阶段？
2. 微型计算机由哪几部分组成？
3. 什么是单片机？它与一般微型计算机在结构上有什么区别？
4. Intel 公司的主要单片机产品有哪几个系列？

2 计算机的运算基础

2.1 进位数制

2.1.1 进位计数制

按进位的原理进行计数的方法，称为进位计数制，简称进位制。日常生活中多用十进制，而在计算机中则采用二进制。由于二进制不易书写和阅读，所以又引入了八进制和十六进制。

2.1.1.1 十进制 (Decimal System)

十进制数的特点是：

在十进制计数制中，是根据“逢十进一”的原则进行计数的。一个十进制数，它的数值是由数码0~9这10个不同的数字符号来表示的。数码所处的位置不同，代表数的大小也就不同。整数时从右起的第一位是个位，第二位是十位，第三位是百位，……“10”称为十进制的“基数”，“ 10^0 、 10^1 、 10^2 、 10^3 ”等在数学上叫做各相应位的“权”，即十进制数的“权”是以10为底的幂。每一位上的数码与该位“权”的乘积表示了该位数值的大小。

例 2.1 $238.51 = 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 1 \times 10^{-2}$

“权”和“基数”是进位计数制中的两个要素。

十进制通常在数码后面用D表示。由于十进制数在日常生活中最常用，所以通常可以省略D。

2.1.1.2 二进制 (Binary System)

二进制数的特点是：

二进制是按“逢二进一”的原则进行计数的。二进制数的“基数”为“2”，数码只有0、1。二进制数的“权”是以2为底的幂。二进制各位的值也是各位上的数字与权的乘积，各位值的累加和表示整个数的十进制大小。

例 2.2 $(110111)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (55)_{10}$

二进制通常在数码后面用B表示。

2.1.1.3 八进制 (Octave System)

八进制数的特点是：

八进制是按“逢八进一”的原则进行计数的。八进制数的“基数”为“8”，它使用的数码有8个，即为0~7。八进制的“权”是以8为底的幂。八进制数的求值方法类似于十进制按权展开。