

高等学校教材

# 单片机原理 及接口技术

► 陈雪丽 主编



化学工业出版社

教材出版中心

高等学校教材

# 单片机原理及接口技术

陈雪丽 主编



化学工业出版社  
教材出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

单片机原理及接口技术/陈雪丽主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 9  
高等学校教材  
ISBN 7-5025-5861-6

I. 单… II. 陈… III. ①单片微型计算机-理论-高等学校-教材②单片微型计算机-接口-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 096674 号

---

高等学校教材

**单片机原理及接口技术**

陈雪丽 主编

责任编辑: 王丽娜

文字编辑: 云雷

责任校对: 王素芹

封面设计: 于剑凝

\*

化学工业出版社 出版发行  
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销  
化学工业出版社印刷厂印刷  
化学工业出版社印刷厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$  字数 307 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5861-6/G·1583

定 价: 25.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 内 容 摘 要

本书以 MCS-51 系列单片机为主体，系统地介绍了 MCS-51 单片机的结构原理和应用技术。主要内容包括微型计算机基础知识、MCS-51 单片机的结构和时序、指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、接口技术、存储器扩展技术、应用与开发技术。全书内容新颖，实例丰富，论述循序渐进，深入浅出。在本书编写过程中充分注意了理论联系实际。

本书适合作为大专院校学生的教材及从事单片机应用领域的工程技术人员阅读。

# 前 言

微型计算机，尤其是单片机技术给现代工业测控技术领域带来一次新的革命，目前，单片机正以其高可靠性、高性能价格比，在工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表等诸多领域得到极为广泛的应用。单片机的技术开展和应用水平已逐步成为一个国家工业发展水平的标志之一。

单片微型计算机在中国的推广普及已有十多年的历史，尤其是8位单片机在今后很长一段时间内将占主导地位。而Intel公司的MCS-51系列单片机被公认为8位机的工业标准，已推出了十几类近60个型号的产品，且不断有升级产品推出，备受人们青睐。

“微机原理与应用”属专业基础课，其课程目的是使学生掌握单片机的原理并能加以灵活应用，进一步提高学生的编程能力、设计能力及动手能力，为使用单片机打下基础，以适应今后从事单片机应用的工作。学习本课程后，学生应能熟练地将单片机应用到各种控制场合，并对系统的软件、硬件作出设计。

本教材立足于非计算机专业工科学生，重点掌握计算机的基本结构、原理及系统设计方法。因此本着实时、实用的原则，力求以现在流行的机型为模型，同时考虑到工科技术的特点，本书以MCS-51单片机为主，着重介绍常用的通用接口芯片及使用方法，以适应我国工业技术改造、自动化、智能化的需要。本书全面叙述了MCS-51系列内核8051的硬件结构、工作原理和指令系统，同时介绍了各类常用接口芯片及与8051的连接方法，书中还给出了大量的应用实例。

本书是编写组成员在从事二十多年教学经验的基础上精心编写整理的，力求做到语言文字流畅，通俗易懂，框架结构明确，内容全面，前后呼应，实用性强，特别适合作为工科大专院校学生的教材及从事单片机应用领域的工程技术人员阅读。为了方便选用本教材的教师备课，本书还提供了配套的电子教案供您下载。网址为：<http://www.cip.com.cn/cbs/electronic/download.htm>或发Email：[elec@cip.com.cn](mailto:elec@cip.com.cn)与我们联系。

本书由南京师范大学陈雪丽主编，编写了第一、二、五、七章，并对全书作了统稿；第三、四、六章由郭怡倩编写；第八、九、十章由鞠勇编写。南京理工大学张功萱教授主审。曹君玉、彭国浩和刘建威等同志参与了编写工作，并做了大量的资料搜集、输入、校对等工作。

该书的出版得到了南京师范大学的大力支持，也得到了史国生老师的鼎力相助，在此表示衷心的感谢！

由于时间仓促，加之水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2004年5月于南京

# 目 录

<b>第一章 微型计算机基础</b> .....	1
<b>第一节 微型计算机概述</b> .....	1
一、微型计算机的发展 .....	1
二、微型计算机的分类 .....	2
三、微型计算机的应用 .....	2
<b>第二节 微型计算机组成原理</b> .....	3
一、几个概念 .....	3
二、单片微型计算机概述 .....	5
<b>第三节 微型计算机数制及它们之间的转换</b> .....	6
一、数制之间的转换 .....	6
二、数的符号 .....	8
三、数的运算 .....	9
四、溢出的判别 .....	9
<b>第四节 微型计算机码制和编码</b> .....	9
一、8421BCD 码 .....	10
二、7 位 ASCII 码 .....	11
<b>思考题与习题</b> .....	11
<b>第二章 MCS-51 单片机结构和时序</b> .....	13
<b>第一节 MCS-51 单片机的内部结构</b> .....	13
一、MCS-51 单片机的基本组成 .....	13
二、CPU .....	15
三、存储器结构 .....	17
四、I/O 端口 .....	21
五、定时器/计数器 .....	24
六、中断控制系统 .....	25
<b>第二节 8051 单片机端子功能</b> .....	25
一、8051 的外部端子 .....	25
二、MCS-51 单片机最小系统 .....	25
<b>第三节 MCS-51 单片机时序</b> .....	28
一、机器周期和指令周期 .....	28
二、MCS-51 指令的取指/执行时序 .....	28

思考题与习题 .....	29
<b>第三章 MCS-51 单片机指令系统 .....</b>	<b>31</b>
第一节 指令及其表示方法 .....	31
第二节 寻址方式 .....	32
第三节 数据传送指令 .....	33
第四节 算术运算指令 .....	36
第五节 逻辑操作指令 .....	39
一、单操作数逻辑运算指令 .....	39
二、逻辑运算指令 .....	40
第六节 控制转移和位操作指令 .....	41
一、控制转移类指令 .....	41
二、位操作指令 .....	44
思考题与习题 .....	45
<b>第四章 汇编语言程序设计 .....</b>	<b>50</b>
第一节 汇编语言的构成 .....	50
第二节 伪指令 .....	51
第三节 简单程序设计 .....	52
思考题与习题 .....	60
<b>第五章 MCS-51 中断系统 .....</b>	<b>62</b>
第一节 输入/输出 (I/O) 及接口的基本概念 .....	62
一、CPU 与 I/O 设备之间传递的信息 .....	62
二、I/O 接口电路的功能 .....	63
三、I/O 端口的编址 .....	63
第二节 I/O 的控制方式 .....	65
一、无条件传送方式 .....	65
二、有条件传送 (查询) 方式 .....	65
三、中断传送方式 .....	65
四、直接存储器存取方式 .....	66
第三节 中断技术 .....	68
一、中断的必要性 .....	68
二、中断源 .....	69
三、中断系统的功能 .....	69
四、中断过程 .....	70
第四节 MCS-51 的中断系统 .....	70
一、MCS-51 中断源和中断标志 .....	70
二、中断的管理 .....	72
三、中断的响应 .....	74

四、中断响应时间 .....	75
五、MCS-51 中断系统的初始化及举例 .....	76
思考题与习题 .....	77
<b>第六章 MCS-51 内部的定时器/计数器 .....</b>	<b>79</b>
第一节 定时器/计数器的结构及工作原理 .....	79
第二节 定时器/计数器的工作方式和控制寄存器 .....	80
第三节 定时器/计数器的工作方式 .....	81
第四节 定时器/计数器编程举例 .....	83
思考题与习题 .....	88
<b>第七章 MCS-51 内部串行口 .....</b>	<b>90</b>
第一节 串行通信概述 .....	90
一、串行通信的分类 .....	90
二、串行通信的制式 .....	92
三、串行通信的调制与解调 .....	93
第二节 MCS-51 的串行通信口 .....	93
一、MCS-51 串行口的结构 .....	93
二、MCS-51 串行口控制寄存器 SCON 和电源控制寄存器 PCON .....	95
三、MCS-51 串行口的工作方式及波特率 .....	96
第三节 MCS-51 串行口的应用 .....	101
思考题与习题 .....	104
<b>第八章 MCS-51 单片机存储器扩展技术 .....</b>	<b>106</b>
第一节 存储器扩展概述 .....	106
一、单片机扩展的一般结构 .....	106
二、“三总线”结构的实现 .....	107
第二节 程序存储器 ROM 的扩展技术 .....	108
一、外部程序存储器的操作时序 .....	108
二、常用 ROM 芯片简介 .....	109
三、ROM 扩展设计举例 .....	111
第三节 数据存储器 RAM 的扩展技术 .....	113
一、外部数据存储器的操作时序 .....	113
二、常用 RAM 芯片简介 .....	114
三、RAM 扩展设计举例 .....	115
第四节 存储器综合扩展技术 .....	116
一、多片存储器编址技术 .....	117
二、多片存储器扩展设计举例 .....	118
思考题与习题 .....	120



<b>第九章 MCS-51 单片机与常用可编程接口芯片的扩展应用技术</b> .....	121
<b>第一节 可编程并行接口芯片 8255A 的扩展应用技术</b> .....	121
一、8255A 的内部结构 .....	121
二、芯片端子功能 .....	122
三、8255A 的控制字 .....	123
四、8255A 的工作方式 .....	124
五、8255A 的扩展应用举例 .....	131
<b>第二节 可编程并行接口 8155 的扩展应用技术</b> .....	133
一、8155 的内部结构及端子 .....	133
二、RAM 单元及 I/O 口地址 .....	135
三、8155 的工作方式和命令/状态字 .....	135
四、定时器/计数器 .....	137
五、8155 的扩展应用举例 .....	138
<b>第三节 可编程键盘/显示器接口 8279 的扩展应用技术</b> .....	141
一、8279 的端子 .....	142
二、8279 的内部结构 .....	143
三、8279 的命令字 .....	145
四、8279 的扩展应用举例 .....	148
<b>第四节 可编程定时器/计数器 8253 的扩展应用技术</b> .....	151
一、8253 的端子和内部结构 .....	152
二、8253 的工作原理 .....	153
三、8253 的工作方式 .....	154
四、8253 的扩展应用举例 .....	160
<b>第五节 可编程 A/D 转换器 ADC0809 的扩展应用技术</b> .....	161
一、ADC0809 的内部结构 .....	161
二、ADC0809 的端子信号 .....	162
三、转换数据的传送 .....	163
四、ADC0809 的扩展应用举例 .....	163
<b>第六节 可编程 D/A 转换器 DAC0832 的扩展应用技术</b> .....	165
一、DAC0832 的内部结构 .....	165
二、DAC0832 的端子信号 .....	166
三、DAC0832 的工作方式 .....	167
四、DAC0832 的扩展应用举例 .....	167
<b>思考题与习题</b> .....	168
<b>第十章 MCS-51 单片机/人机对话系统的接口扩展技术</b> .....	170
<b>第一节 简单 I/O 口的扩展</b> .....	170
一、用 74LS373 扩展 8 位并行输入口 .....	170
二、用 74LS273 和 74LS244 分别扩展 8 位并行 I/O 接口 .....	171

第二节 简易键盘设计技术.....	172
一、键盘工作原理.....	173
二、硬件系统设计.....	173
三、软件系统设计.....	173
第三节 LED显示系统设计技术 .....	178
第四节 TP- $\mu$ P40 微型打印机的扩展应用技术 .....	184
一、TP- $\mu$ P40 微型打印机接口信号 .....	184
二、TP- $\mu$ P40 与 8031 的简单连接电路 .....	184
三、8255 作为 TP- $\mu$ P40 微型打印机的接口 .....	186
第五节 数字拨码盘的扩展应用技术.....	188
一、BCD 数字拨码盘的结构 .....	188
二、应用系统接口电路 (一) .....	189
三、应用系统接口电路 (二) .....	189
思考题与习题.....	190
<b>参考文献</b> .....	<b>192</b>

# 第一章 微型计算机基础

## 第一节 微型计算机概述

### 一、微型计算机的发展

电子计算机是由电子器件组成的，能自动、高速、精确地进行逻辑控制和信息处理的现代化设备。自1946年第一台数字电子计算机ENIAC诞生以来，计算机元件的发展已历经电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路四个时代。每一代计算机之间的更替，不仅表现在电子元件的更新换代，还表现在计算机的系统结构及其软件技术的进步。正是这些技术的迅速发展，才使得计算机每更新一代，其性能都提高一个数量级，而其体积和价格都降低一个数量级。因此，今天的一台计算机其性能价格比和性能体积比，较第一代电子管计算机提高了成千上万倍，甚至成万上亿倍。

随着1971年第一台微处理器Intel 4004的问世，微型计算机的性能和集成度几乎每两年提高一倍。它以功能强、可靠性高、质量小、体积小、功耗低、成本低、结构灵活和适应性强等特点备受青睐而广泛应用。当今的微处理器和微型计算机正向着功能更强、速度更快、价格更低廉和网络化、智能化以及多图形、超媒体的方向发展。这样不仅导致了各种便携式微机的大量涌现，而且将超级微机和巨型机融为一体的微巨机、乃至将其单片化的超级单片机也将不断问世。

微型计算机的发展（也即微处理器的发展）情况如表1-1所示。

第一代（1971~1973年）是4位低档微机和8位低档微机，以4004微处理器为代表，它集成了1200个晶体管，基本指令执行时间为 $20\mu\text{s}$ 。它虽然功能简单，速度不快，但它却标志着计算机的发展进入了一个新纪元。

第二代（1974~1978年）是8位中高档微机，以8080/8085处理器为典型代表，其集成度达9000个晶体管，基本指令执行时间为 $1.3\mu\text{s}$ 。

第三代（1979~1981年）是16位微机，以8086/8088/80186/80286处理器为代表，集成度已达13.4万个晶体管，基本指令执行时间为 $1\mu\text{s}$ 。

第四代（1982~1992年）是32位微机，其典型产品是80386/80486 Pentium系列处理器，内含120万个晶体管。

第五代（1993年以后）是64位微机，64位微处理器内含950多万个晶体管，其整数和浮点运算部件采用了超级流水线结构，从而使它的性能达到了现代巨型机的水平，并向巨型机发起了强有力的挑战。微处理器体系结构和PC机性能引入了全新的概念。

表 1-1 微型计算机的发展情况

时 代	字 长	集 成 技 术	基 本 指 令 执 行 时 间	代 表 产 品
第一代 (1971~1973 年)	4/8bit	LSI	10~20 $\mu$ s	Intel 4004 Intel 8008
第二代 (1974~1978 年)	8bit	LSI	1~1.3 $\mu$ s	Intel 8080 Zilog Z-80 Motorola M6800 Apple 6502 Intel MCS-48 Zilog Z8
第三代 (1979~1981 年)	16bit	LSI/VLSI	<1 $\mu$ s	Intel 8086/8088 80186/80286 Zilog Z8000 Motorola M68000 Intel MCS-51(8bit)
第四代 (1982~1992 年)	32bit	SLSI	<125ns	Intel 80386/80486 Zilog Z80000 Motorola M68020 HP 公司 HP32、HP9000 Intel MCS-96(16bit)
第五代 (1993~)	64bit	SLSI/ULSI	<10ns	Pentium-100 Power PC601 R4000/8000 Alpha21064

注：LSI--Large Scale Integration (大规模集成电路)；  
VLSI-- Very Large Scale Integration (甚大规模集成电路)；  
SLSI Super Large Scale Integration (超大规模集成电路)；  
ULSI--Ultra Large Scale Integration (特大规模集成电路)。

## 二、微型计算机的分类

微型计算机的核心部分是微处理器或微处理机，它是指由一片或几片大规模集成电路组成的，并具有运算器和控制器功能。

微机分类方法有以下几种。

- (1) 按处理器字长可分为 1 位机、4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机等。
- (2) 按结构分为单片机和多片机。
- (3) 按制造工艺分为 MOS 型和双极型。
- (4) 按外型分为台式微机、笔记本式微机和掌上微机等。
- (5) 按使用目的分为通用微机和专用微机等。
- (6) 从操作系统的角度又分为单用户型和多用户型等。

## 三、微型计算机的应用

随着大规模和超大规模集成电路工艺的不断发展和，微型计算机的应用日益深入各行各业。促进了世界新产业革命的到来。微型计算机在当今信息时代是不可缺少的一种重要工具。主要应用有以下几个方面。

1. 科学计算

在许多科技部门和工程设计单位，常常需要进行大量的数值计算，有时需要同时列出几十阶微分方程组和大型矩阵，有些用人工方法是无法完成的，通常都要借助于价格昂贵的大、中型甚至巨型计算机才能完成。今天，微型计算机的性能已经达到大、中型计算机的水平，并正在向巨型机方向迈进。所以，常采用微型计算机进行科学计算。

## 2. 数据处理和管理

人事档案管理、物质器材管理、合同管理、工资管理、账务管理、办公自动化、生产管理和学生学籍管理等都广泛使用微型计算机。

## 3. 生产过程的自动控制

利用计算机对生产过程进行实时监控，能迅速获得被控系统的随机变化情况，根据确定的工艺要求，自动实施控制，以使生产过程保持最佳状态。例如高炉炉温的自动控制，化工厂液体流量的自动调节，电力系统自动装置的继电保护和自动化生产线的控制等。

## 4. 微型计算机辅助设计

计算机辅助设计 (Computer-Aided Design, CAD) 是指工程设计人员借助于计算机进行新产品开发和设计的过程，广泛应用于各个行业。CAD 可以大大提高精度，缩短时间。随着 CAD 技术的发展，又出现了计算机辅助制造 (Computer-Aided Manufacturing, CAM)，计算机辅助装配 (Computer-Aided Assemble, CAA) 和将设计、制造、测试融为一体的计算机集成制造系统 (Computer Integration and Manufacture System, CIMS) 等新技术。另外还有计算机辅助教学 (Computer-Aided Instruction, CAI)。它们都是要求用功能很强的高档微机来实现的，要具有足够的存储器空间、高分辨率的显示器、丰富的系统软件和应用软件。

## 5. 军事领域中的应用

微型计算机在现代军事中具有重要作用，通常可用来帮助指挥和协调作战、进行军事通讯、搜集情报和信息管理。也可以直接用在火炮、军舰、军用飞机和巡航导弹等武器的自动控制中。

## 6. 多媒体系统

多媒体系统是一种集声音、动画、文字和图像等多种媒体于同一载体或平台的系统，可实现和外部进行多功能和多用途的信息交流，该系统中也广泛使用了微型计算机。

## 7. 家用电器

微处理器在家用电器中应用很普遍，现在常见的洗衣机、冰箱、空调、电视机和音响系统等内部都是由微处理器控制的。

# 第二节 微型计算机组成原理

## 一、几个概念

微型计算机的基本结构如图 1-1 所示。

由图 1-1 可见，微型计算机是由输入/输出接口 (I/O 接口)、运算器 (ALU)、控制器 (CU) 和存储器 (M) 等四部分组成的。

下面介绍计算机的工作过程。

计算步骤和原始数据以程序的形式由输入设备经输入接口送至内部存储器，需运算时从

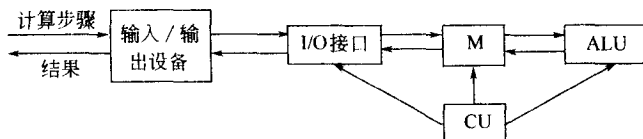


图 1-1 微型计算机的基本结构

存储器取出送至运算器，运算后送回内存，或送输出接口输出。当然这一系列过程都是在控制器控制下进行的，由此看出运算器和控制器起主导作用，引出以下几个概念。

1. 中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU)

又叫微处理器 MP (Micro Processor)。是由运算器 (Arithmetic Logic Unit, ALU) 和控制器 (Control Unit, CU) 组成的，是微型计算机的核心，具有运算和控制功能。

运算器 (ALU) 可对二进制数码进行加、减、乘、除等基本的算术运算和对二进制代码进行“与”、“或”、“非”等基本的逻辑运算。

控制器是微型计算机的中枢，控制微型计算机有序、连续地执行指令。

2. 微型计算机 (Micro Computer, MC)

在 CPU 基础上，加上存储器 (Main Memory, M)、I/O 接口 (Input/Output Interface) 及总线 (BUS)，就构成了微型计算机。

3. 微型计算机系统 (Micro Computer System, MCS)

在微型计算机的基础上，再配上输入/输出设备 (Input/Output Device)、程序 (Program) 及电源 E，就构成了微型计算机系统。

常用的输入设备有键盘、鼠标、磁盘、扫描仪等；输出设备有显示器、打印机、磁盘等。

4. 软件 (Software)

指程序及有关资料。它能扩大计算机功能，提高计算机效率。从使用者角度可分为系统软件、应用软件和用户程序。

5. 硬件 (Hardware)

指构成计算机系统的物理部件。微型计算机的硬件系统是组成计算机系统的物质基础，由计算机、I/O 设备、电源等组成。

由此看来，微型计算机系统从另一角度又可分为硬件系统和软件系统两部分，如图 1-2 所示。通常最基本的系统软件被固化在存储器 (ROM) 中，如监控程序、基本 I/O 管理程序等。

6. 单板机 (Single Board Processor)

单板机即单板微型计算机。它将微处理器、存储器、监控程序、I/O 接口电路和简单外设 (如键盘、数码显示器) 等安装在同一块印刷电路板上。单板机具有简单实用、成本低、结构紧凑等特点。

7. 单片机 (Single Chip Processor)

单片机是将 CPU、程序存储器 ROM、数据存储器 RAM、定时器/计数器及各种 I/O 接口等多个功能部件集成在一块集成电路芯片上。是一种集成度高、性能价格比优越、质量小、体积小的微型计算机。

8. 系统总线 (BUS)

是指连接微型计算机系统各功能部件的公共数据通道，又分数据总线（DB）、地址总线（AB）和控制总线（CB）。

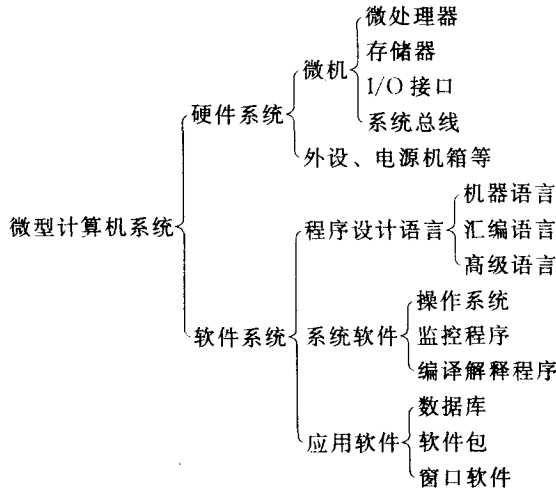


图 1-2 微型计算机系统组成

### 9. 字长、字节和字

字长——微处理器内部一次可以并行处理的二进制代码的位数。它与微处理器内部的寄存器及 CPU 内部数据总线位数相同。

字节 (Byte)——规定 8 位为一个字节。

字 (Word)——规定 16 位为一个字。

### 10. 存储容量

微机内部存储器能存储二进制信息量的大小。

## 二、单片微型计算机概述

单片微型计算机的主要任务是面向控制，因此又称微控制器 (Microcontroller)。它只需要与很少的软件及外部设备相结合，便可组成为一个单片机控制系统。单片机作为微型计算机的一个重要分支，它的发展和越来越引起人们的重视，并广泛应用于工业实时控制、小型智能仪器仪表、电信设备、家用电器等领域。单片机的发展状况归纳如下。

第一阶段 (1974~1976 年)：单片机的初级阶段。由于生产工艺水平和集成度的限制，采用双片形式，且功能比较简单。如 Fairchild 公司 1974 年推出的 8 位单片机 F8，它只包含 8 位 CPU、64B 数据存储器和 2 个并行输入/输出接口，必须外加一片 ROM 才能构成一个完整的微型计算机。

第二阶段 (1976~1979 年)：低性能单片机阶段 (低档 8 位机)。此时的单片机是真正的 8 位单片微型计算机，体积小，功能全。典型的是 Intel 公司符合世界标准的 MCS-48 系列，其功能可以满足一般工业控制和智能化仪器仪表的需要。

第三阶段 (1979~1982 年)：高性能单片机阶段 (高档 8 位机)。此时的单片机品种多、功能强，片内存储器容量增大，并有串行输入/输出接口，还可进行多级中断处理。其代表产品是 Intel 公司的 MCS-51 系列。

第四阶段 (1982~1990 年)：16 位单片机阶段。它们最大的特点是实时处理能力强、生

产工艺先进、集成度高、内部功能强，片内带有高速输入/输出部件、多通道 10 位 A/D 转换器，具有 8 级中断，另外，可用于高速的控制系统而且允许用户采用 PL/M 语言、C 语言、BASIC 语言等语言编程。其代表产品如 Intel 公司生产的 MCS-96 系列。

第五阶段（1990 年至今）：32 位单片机阶段。1990 年 2 月美国推出的 i80860 超级单片机轰动了整个计算机界，它的运算速度为 1.2 亿次/s，可进行 32 位整数运算、64 位浮点运算，同时片内具有一个三维图形处理器，可构成超级图形工作站。随着半导体技术的发展，巨型计算机单片化将成为现实。

总之，单片机的发展应朝着大容量高性能化、小容量低价格化和外围电路内装化方向发展。

### 第三节 微型计算机数制及它们之间的转换

人们常用的数是十进制数，但计算机内部只能识别高、低电平即“0”或“1”。所以在计算机中的数字、指令、状态、算术及逻辑运算等都必须按二进制运算规律运行。

十进制的基数为 10，数码为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，运算规律为逢十进一；二进制的基数为 2，数码为 0、1，运算规律为逢二进一；十六进制的基数为 16，数码为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，运算规律为逢十六进一。

汇编语言中，数字的后面分别用 D、B、H 来表示十进制、二进制、十六进制。D 可以省略不写。

二进制数、十进制数、十六进制数之间的数制转换见表 1-2。

表 1-2 二进制、十进制、十六进制数之间的数制转换

二进制	十进制	十六进制	二进制	十进制	十六进制
0000	0	0	1000	8	8
0001	1	1	1001	9	9
0010	2	2	1010	10	A
0011	3	3	1011	11	B
0100	4	4	1100	12	C
0101	5	5	1101	13	D
0110	6	6	1110	14	E
0111	7	7	1111	15	F

#### 一、数制之间的转换

十进制数转换成其他进制数的规则遵循“除权取余，乘权取整”。分别将“2”，“8”，“16”称做二进制、八进制、十六进制的权。整数的转换规则是“除权取余”，小数的转换规则是“乘权取整”。

##### （一）十进制转换成二进制

##### 1. 整数

将十进制整数转换成二进制数时，将整数部分连续除以 2，直至商为 0，将每次余数排列起来即为其对应的二进制数，注意，最后一次所得余数是二进制数的最高位。

**【例 1-1】** 38D = \_\_\_\_\_ B

**解** 反复除以 2，每次所得余数排列起来



