

◎主编 朱文忠

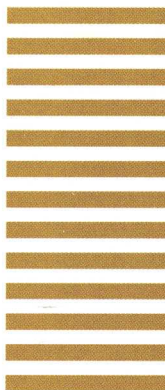
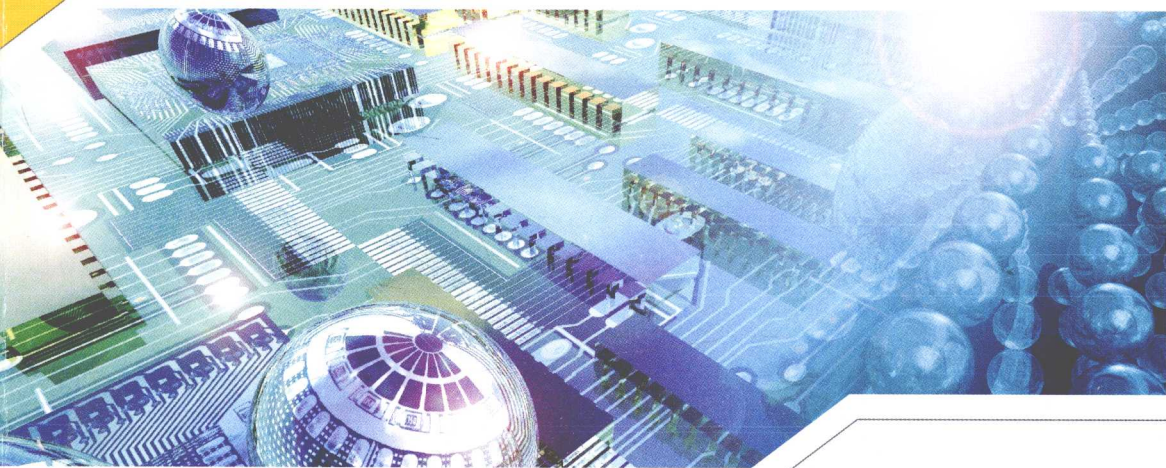
◎主审 姚娅川



中等职业教育实用系列教材

单片机原理与应用

DANPIANJI YUANLI YU YINGYONG





中等职业教育实用系列教材

培 养 态 度 · 训 练 技 能

单片机原理与应用

主 编 朱文忠

副主编 杨 军 王 晓

主 审 姚娅川

中国地图出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍了计算机的基础知识,单片机概述, MCS-51系列单片机组成原理, MCS-51系列单片机存储器, MCS-51系列单片机指令系统, MCS-51汇编语言程序设计, MCS-51系列单片机的扩展应用, 定时与中断系统, 串行口通信技术, 人机接口, 单片机的应用开发系统。每章开始有教学提示和教学目标, 结束有小结和练习题, 最后还有实训, 便于学生通过实践, 培养动手能力和创新思维。

本书可以作为中等职业技术学校自动化、计算机、应用电子技术等专业的教材, 也可以作为机电类专业的学生或工程技术人员学习单片机应用技术的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/朱文忠主编. —北京: 中国地图出版社, 2008.8

中等职业教育实用系列教材

ISBN 978-7-5031-4824-8

I.单… II.朱… III.单片微型计算机-专业学校-教材 IV.TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第096632号

责任编辑	杨棉仙	封面设计	王凯丽
特约编辑	莫小东	责任校对	叶国珩
出版发行	中国地图出版社	邮政编码	100054
社 址	北京市宣武区白纸坊西街3号	网 址	www.sinomaps.com
电 话	010-83543927	经 销	新华书店
印 刷	北京天顺鸿彩印有限公司		
成品规格	185mm×260mm	印 张	13
字 数	224 000		
版 次	2009年9月第1版	印 次	2009年9月第1次印刷
印 数	1-3000	定 价	20.00元
书 号	ISBN 978-7-5031-4824-8/G·1634		

前 言

计算机技术和信息技术在各个领域正发挥着越来越重要的作用,作为微型计算机发展的一个重要分支——单片机,以其体积小、速度快、使用方便、控制功能强、性能价格比高、容易产品化等特点,在实时控制、智能仪表、数据采集、机电一体化及家用电器等诸多领域得到了广泛的应用。因此,计算机应用、自动化、机电一体化、工程技术等专业的学生学习单片机知识、掌握单片机应用技术是十分必要的。本课程是一门学科基础课,通过本课程的学习,使学生能熟悉和掌握单片机的结构和原理,单片机的指令系统,单片机的程序设计,单片机的调试和运行电路的接口技术,单片机的系统设计等方面的基本概念、基本理论和基本应用方法,为学习后继课程和进行专业设计打下基础。

在传授知识的同时,要通过一些实验模块培养学生具有理论联系实际的能力、硬件和软件分析能力及实践动手能力,同时,注意培养学生比较熟练的工程能力和综合运用所学知识去分析和解决问题的能力。

本书系统地介绍了 MCS-51 系列单片机的原理及应用技术。全书共 11 章内容,分别对计算机的基础知识, MCS-51 系列单片机组成原理, MCS-51 系列单片机的存储器, MCS-51 系列单片机指令系统, MCS-51 汇编语言程序设计, MCS-51 系列单片机的扩展应用, 定时与中断系统, 串行口通信技术, 人机接口, 单片机开发系统等进行介绍。每章开始有教学提示和教学目标, 便于教师把握教学重点; 每章结束有小结和练习题, 便于学生复习和自测, 加强对知识点的掌握; 每章的最后都有实训, 便于学生通过实践, 培养动手能力和创新思维。

本教材主编为四川理工学院朱文忠, 参与全书编写的作者还有杨军、王晓等。全书由姚娅川副教授担任主审。

本书可以作为中等职业技术学校自动化、计算机、应用电子技术等专业的通用教材, 也可以作为机电专业或工程技术专业的初学者、爱好者学习单片机应用技术的培训参考用书。

由于编者水平有限, 加之编写时间仓促, 书中会有不少缺点和错误, 恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 8 月

目 录

第1章 计算机的基础知识	1
1.1 微型计算机及微型计算机系统	1
1.2 计算机数的运算基础	3
练习题	8
第2章 单片机概述	9
2.1 单片机的概念	9
2.2 单片机的分类	11
2.3 单片机的特点	12
2.4 单片机的应用	12
2.5 单片机的发展	13
练习题	14
实训一 认识单片机	14
第3章 MCS-51 系列单片机组成原理	20
3.1 MCS-51 系列单片机特性及内部结构	20
3.2 MCS-51 系列单片机的时序	23
3.3 MCS-51 系列单片机的引脚功能	23
练习题	27
实训二 信号灯的控制	28
第4章 MCS-51 系列单片机存储器	31
4.1 MCS-51 系列单片机系统的存储器配置	31
4.2 内部存储器和特殊功能寄存器	32
4.3 MCS-51 系列单片机外部存储器及其扩展	36
练习题	45
实训三 数据存储器 and 程序存储器的扩展	46
第5章 MCS-51 系列单片机指令系统	49
5.1 MCS-51 系列单片机指令系统概述	49
5.2 MCS-51 系列单片机寻址方式	51
5.3 MCS-51 系列单片机指令系统	56
练习题	83
实训四 MCS-51 单片机基本指令的应用	85
第6章 MCS-51 系列单片机汇编语言程序设计	88
6.1 MCS-51 系列单片机汇编语言的语句格式	88

6.2	常用伪指令	89
6.3	MCS-51 单片机汇编语言源程序格式及上机过程	92
6.4	MCS-51 单片机汇编语言程序设计实例	93
	练习题	105
	实训五 程序设计训练	106
第7章	MCS-51 系列单片机的扩展应用	109
7.1	MCS-51 系列单片机并行接口	109
7.2	扩展外部并行接口	112
7.3	模/数转换器和数/模转换器在单片机系统中的应用	124
	练习题	131
	实训六 可编程 I/O 口的应用	132
第8章	定时与中断系统	135
8.1	定时器/计数器	135
8.2	中断系统	143
	练习题	152
	实训七 定时器与中断的应用	153
第9章	串行口通信技术	155
9.1	串行通信基础	155
9.2	MCS-51 的串行接口	158
9.3	MCS-51 单片机之间的通信	164
	练习题	167
	实训八 单片机之间的双机通信	167
第10章	人机接口	170
10.1	键盘的工作原理	170
10.2	LED(Light emitting Diode) 数码管显示器的工作原理	172
10.3	非编码键盘与 MCS-51 系列单片机的接口技术	173
10.4	LED 显示器与 MCS-51 系列单片机的接口	177
	练习题	181
	实训九 简易秒表的制作	181
第11章	单片机开发系统	184
11.1	单片机开发系统概述	184
11.2	单片机开发系统的功能	185
11.3	单片机应用系统的调试	188
	练习题	190
	实训十 单片机开发系统及使用	191
附录一	美国标准信息交换码(ASCII)字符表	194
附录二	MCS-51 指令表	195
参考文献	201

第 1 章 计算机的基础知识

【教学提示】 计算机系统由硬件系统和软件系统两部分构成，其中硬件系统遵循冯·诺依曼结构，由五大部件组成，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。计算机只能识别二进制代码，因此，任何数据都必须经过编码转换成二进制数之后才能进入计算机。

【教学目标】 重点掌握计算机的硬件系统组成和五大部件的功能，了解各种进位计数制及其转换，掌握数值和字符编码的方法。

1.1 微型计算机及微型计算机系统

微型计算机（Microcomputer）简称微机，是计算机的一个重要分支。人们通常按照计算机的体积、性能和应用范围等条件，将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。微型计算机不但具有其他计算机快速、精确、程序控制等特点，最突出的是它具有体积小、重量轻、功耗低、价格便宜等优点。个人计算机简称 PC（Personal Computer）机，是微型计算机中应用最为广泛的一种，也是近年来计算机领域中发展最快的一个分支，由于 PC 机在性能和价格方面适合个人用户购买和使用，目前，它已经像普通家电一样深入到了家庭和社会生活的各个方面。

1.1.1 计算机的组成

大、中、小型计算机的控制核心是中央处理单元 CPU（Centure Prossesor Unit），其主机往往是由多块印刷板构成的，CPU 与外部设备之间可能是通过 I/O 通道或 I/O 处理机联系的，系统的输入/输出操作由 I/O 通道或 I/O 处理机控制完成。图 1-1 是大、中、小型计算机的组成框图。

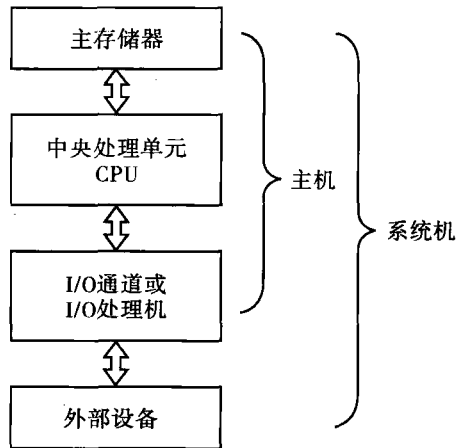


图 1-1 大、中、小型计算机的组成框图

1.1.2 微型计算机的组成

微型计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。

硬件系统是指构成微机系统的实体和装置，通常由运算器、控制器、存储器、输入接口电路和输入设备、输出接口电路和输出设备等组成。其中，运算器和控制器一般做一个集成芯片上，统称为中央处理单元（Central Processing Unit），简称 CPU，是微机的核心部件，配上存放程序和数据的存储器、输入输出（Input/Output，简称 I/O）接口电路及外部设备即构成微机的硬件系统。

软件系统是指微机系统所使用的各种程序的总体。软件的主体驻留在存储器中，人们通过它对整机进行控制并与微机系统进行信息交换，使微机按照人的意图完成预定的任务。

软件系统与硬件系统共同构成实用的微机系统，两者是相辅相成、缺一不可的。

微型计算机系统组成示意图如图 1-2 所示。

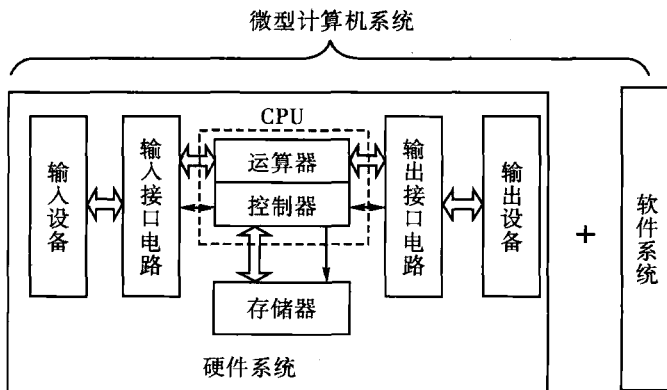


图 1-2 微型计算机系统组成示意图

下面把组成计算机的五个基本部件作简单说明。

(1) 运算器。运算器是计算机的运算部件，用于实现算术和逻辑运算。计算机的数据运算和处理都在这里进行。

(2) 控制器。控制器是计算机的指挥控制部件，使计算机各部分能自动协调地工作。运算器和控制器是计算机的核心部分，常把它们合在一起称之为中央处理器，简称CPU。

(3) 存储器。存储器是计算机的记忆部件，用于存放程序和数据。存储器又分为内存储器和外存储器。例如，ROM、RAM 等属于内存储器，移动硬盘、优盘等均属于外存储器。

(4) 输入设备。输入设备用于将程序和数据输入到计算机中，如键盘。

(5) 输出设备。输出设备用于把计算机数据计算或加工的结果，以用户需要的形式显示或保存，如显示器、打印机。

通常把外存储器、输入设备和输出设备合在一起称之为计算机的外部设备，简称“外设”。

1.2 计算机数的运算基础

1.2.1 进位计数制及相互转换

1. 进位计数制

按进位的原则进行计数的方法称之为进位计数制，简称进位制。人们日常生活中习惯上使用十进制，而二进制便于实现、存储、传输，所以计算机中采用二进制。但二进制不易书写和阅读，因此又引入了八进制和十六进制。

(1) 二进制（用后缀或下标 B 表示）。二进制采用“逢二进一”的计数原则，基数为 2。二进制中只有两个数字符号 0 和 1， n 位二进制正整数的权位为 2^n 。

例如： $11010101.01\text{B} = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 213.25$

n 位二进制数可以表示 2^n 个数。例如，3 位二进制数可以表示 8 个数。

(2) 八进制（用后缀或下标 O 表示）。八进制采用“逢八进一”的计数原则，基数为 8。八进制有 0、1、2、3、4、5、6、7 共 8 个数字符号。 n 位八进制正整数的权位为 8^n 。

例如： $127\text{O} = 1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = 87\text{D}$

(3) 十进制（用后缀或下标 D 表示）。十进制采用“逢十进一”的计数原则，基数为 10。十进制有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 共 10 个数字符号。 n 位十进制正整数



的权位为 10^n 。

例如： $8846.78 = 8 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$

该数中共出现三次数码 8，但各自的权不一样，故其代表的值也不一样。

(4) 十六进制（用后缀或下标 H 表示）。十六进制采用逢十六进一的计数原则。基数为 16。十六进制有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 共 16 个数字符号。

例如： $64.4H = 6 \times 16^1 + 4 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} = 100.25D$

十六进制数、二进制和十进制数的对应关系如表 1-1 所示：

表 1-1 十六进制数、二进制和十进制数的对应关系

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

2. 不同进位制之间的转换

(1) 二进制数转换为十进制数。按照权展开求和的转换原则。

例如： $10001101.11B = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 141.75D$

八进制十六进制转换为十进制数也同样遵循该原则，不再单独介绍了。

(2) 十进制数转换为二进制数。按照：①整数部分：除基取余，逆序排列。②小数部分：乘基取整，顺序排列。

【例 1-1】将十进制数 186 和 0.8125 转换成二进制数。

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 186} \cdots 0 \quad \uparrow \text{低位} \\
 \underline{293} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 46} \cdots 0 \\
 \underline{223} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 11} \cdots 1 \\
 \underline{25} \cdots 1 \\
 \underline{22} \cdots 0 \\
 \underline{21} \cdots 1 \\
 0 \quad \uparrow \text{高位}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0.8125 \\
 \times 2 \\
 \hline
 \textcircled{1} 6250 \cdots 1 \\
 \times 2 \\
 \hline
 \textcircled{1} 250 \cdots 1 \\
 \times 2 \\
 \hline
 \textcircled{0} 5 \cdots 0 \\
 \times 2 \cdots 1 \\
 \hline
 \textcircled{1} 0 \cdots 1
 \end{array}
 \quad \begin{array}{l}
 \uparrow \text{高位} \\
 \downarrow \text{低位}
 \end{array}$$

因此： $186D = 10111010B$ $0.8125D = 0.11011B$

当十进制小数不能用有限位二进制小数精确表示时，根据精度要求，采用“0舍1入”法，取有限位二进制小数近似表示。

十进制数转换为八进制、十六进制数同样遵循该原则。

(3) 二进制转换为十六进制。由于十六进制的基数是2的幂，所以二进制与十六进制之间的转换是十分方便的，二进制转换为十六进制的原则：整数部分从低位到高位四位一组不足补零，直接用十六进制数来表示；小数部分从高位到低位四位一组不足补零，直接用十六进制数表示。

【例1-2】将二进制数10011110.00111转换为十六进制数。

$$\frac{1001}{9} \quad \frac{1110}{E} \quad \frac{0011}{3} \quad \frac{1000}{8}$$

所以10011110.00111B = 9E.38H。

(4) 十六进制数转换为二进制数。按照十六进制数中的每一位用4位二进制数来表示。

【例1-3】将十六进制数A87.B8转换为二进制数。

$$\begin{array}{ccccccc} A & 8 & 7 & . & B & 8 \\ \hline 1010 & 1000 & 0111 & & 1011 & 1000 & \end{array}$$

所以A87.B8H = 101010000111.10111000B。

八进制的基数同样是2的幂，因此二进制与十六进制之间的转换也遵循以上的原则，只是将原则中的四位改成三位。

【例1-4】将二进制数11010110.110101B转换为八进制数。将八进制数746.42O转换成二进制数。

$$\begin{array}{ccccccc} \frac{011}{3} & \frac{010}{2} & \frac{110}{6} & \cdot & \frac{110}{6} & \frac{101}{5} & \\ \frac{7}{111} & \frac{4}{100} & \frac{6}{110} & \cdot & \frac{4}{100} & \frac{2}{01} & \end{array}$$

所以，11010110.110101B = 326.65O， 746.42O = 111100110.100010B

3. 八进制数和十六进制数运算

(1) 二进制数的运算。

加法法则	乘法法则
$0 + 0 = 0$	$0 \times 0 = 0$
$0 + 1 = 1$	$0 \times 1 = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 \times 0 = 0$
$1 + 1 = 0$ (进位1)	$1 \times 1 = 1$

注意：二进制数加法运算中 $1 + 1 = 0$ （进位1）和逻辑运算中 $1 \vee 1 = 1$ 的不同含义。

(2) 十六进制数的运算。十六进制数的运算遵循“逢十六进一”的原则。

① 十六进制的加法。十六进制数相加，当某一位上的数码之和S小于16时与十进

制数同样处理，如果数码之和 $S \geq 16$ 时，则应该用 S 减 16 及进位 1 来取代 S 。

例如：

$$\begin{array}{r} 08A3H \\ + 4B89H \\ \hline 542CH \end{array}$$

② 十六进制减法。十六进制减法也与十进制数类似，够减时直接相减，不够减时服从向高位借 1 为 16 的原则。

例如：

$$\begin{array}{r} 105C3H \\ - 3D25H \\ \hline C89EH \end{array}$$

十六进制数的乘除运算同样根据逢十六进一的原则处理，这里不再赘述。

1.2.2 计算机中数和字符的表示

1. 计算机中有符号数的表示

计算机中的数是用二进制来表示的，有符号数中的符号也是用二进制数值来表示。0 表示正号，1 表示负号，这种符号数码化之后表示的数称之为机器数，它表示的数码称之为机器数的真值。

为将减法变为加法，以方便运算简化 CPU 的硬件结构。机器数有三种表示方法：即原码、反码和补码。

(1) 原码。原码表示是一种简单的机器数表示，最高位为符号位，符号位后表示该数的绝对值。

$$\text{例如：} [+112]_{\text{原}} = 01110000 \quad [-112]_{\text{原}} = 11110000$$

其中最高位为符号位，后面的 7 位是数值（字长为 8 位，若字长为 16 位，则后面 15 位为数值）。

原码表示时 +112 和 -112 的数值位相同，符号位不同。

说明：

① 0 的原码有两种表示法：

$$[+0]_{\text{原}} = 00000000 \quad [-0]_{\text{原}} = 10000000$$

② n 位原码的表示范围为： $1 - 2^{n-1} \sim 2^{n-1} - 1$ 。

例如，8 位原码表示的范围为： $-127 \sim +127$

(2) 反码。正数的反码与原码相同，负数的反码为其正数原码按位求反，最高位为符号位。

$$[+112]_{\text{反}} = 01110000 \qquad [-112]_{\text{反}} = 10001111$$

说明:

① 0 的反码有两种表示法:

$$[+0]_{\text{反}} = 00000000 \qquad [-0]_{\text{反}} = 11111111$$

② n 位反码表示的范围为: $1 - 2^{n-1} \sim 2^{n-1} - 1$;

例如, 8 位反码表示的范围为 $-127 \sim +127$ 。

③ 符号位为 1 时, 其后不是该数的绝对值。

例如, 反码 11100101B 的真值为 -26 , 而不是 -101 。

(3) 补码。正数的补码与原码相同, 负数的补码为其正数原码按位求反再加 1, 最高位为符号位。

$$\text{例如: } [+112]_{\text{补}} = 01110000 \qquad [-112]_{\text{补}} = 10010000$$

说明:

① 0 的补码只有一种表示法: $[+0]_{\text{补}} = [-0]_{\text{补}} = 00000000$ 。

② n 位补码所能表示的范围为 $-2^{n-1} \sim 2^{n-1} - 1$ 。

例如, 8 位补码表示的范围为 $-128 \sim +127$ 。

③ 八位机器数中: $[-128]_{\text{补}} = 10000000$, $[-128]_{\text{原}}$ 、 $[-128]_{\text{反}}$ 不存在。

④ 符号位为 1 时, 其后不是该数的绝对值。

例如: 补码 11110010B 的真值为 -14 , 而不是 -114 。

有符号数采用补码表示时, 就可以将减法运算转换为加法运算。因此计算机中有符号数均以补码表示。

2. 无符号整数

在某些情况下, 处理的全是正数时, 就不必再保留符号位。我们把最高有效位也作为数值处理, 这样的数称之为无符号整数。8 位无符号数表示的范围为: $0 \sim 255$ 。

计算机中最常用的无符号整数是表示存储单元地址的数。

3. 字符表示

字母、数字、符号等各种字符(例如, 键盘输出的信息或打印输出的信息都是按字符方式输出)按特定的规则, 用二进制编码在计算机中表示。字符的编码方式很多, 最普遍采用的是美国标准信息交换码 ASCII 码。

ASCII 码是 7 位二进制编码。计算机中用一个字节表示一个 ASCII 码字符, 最高位默认为 0, 可用作校验位, 见附录一。

【本章小结】

本章对没有先学“微机原理”课程的学生为必须教学的部分。主要讲述了计算机系



统的硬件构成，各组成部分的功能；计算机中常见的进位计数制及其相互转换；数值编码采用原码、反码或者补码，字符一般采用 ASCII 码。

【练习题】

1. 计算机的硬件系统由哪些部分构成？其功能是什么？
2. 简述计算机的工作过程。
3. 完成表 1-2 中各数值的转换。

表 1-2 数值的转换

二进制	八进制	十进制	十六进制	二进制	八进制	十进制	十六进制
1011001					777		
	743					256	
		139		11111111			
			8F				7AC

4. 完成表 1-3 中十进制数的原码、反码和补码。

表 1-3 十进制数的原码、反码、补码

十进制	原码	反码	补码	十进制	原码	反码	补码
28				250			
-28				-347			
100				928			
-130				-928			

第 2 章 单片机概述

【教学提示】 单片机是微型计算机发展的一个重要分支，将计算机的主要功能部件（CPU、存储器、定时器/计数器、输入/输出接口电路等）集成在一块芯片上构成的计算机系统就是单片机。单片机以其体积小、价格低、功能强、可靠性高等特点而广泛应用于智能仪器仪表、工业控制、家用电器等方面。因此，单片机系统的开发和应用已经成为计算机应用的热点。

【教学目标】 重点掌握单片机的概念、组成、特点和应用领域，了解单片机的分类和常见的单片机产品，对单片机的发展历史和发展趋势有一定的了解，熟悉单片机系统的开发过程。

2.1 单片机的概念

2.1.1 单片微型计算机的组成

单片微型计算机是指集成在一个芯片上的微型计算机，也就是把组成微型计算机的各种功能部件，包括中央处理单元 CPU（Central Processing Unit）、随机存取存储器 RAM（Random Access Memory）、只读存储器 ROM（Read - only Memory）、基本输入/输出（Input/Output）接口电路、定时器/计数器等部件制作在一块集成芯片上，构成一个完整的微型计算机，从而实现微型计算机的基本功能。微型计算机的控制核心是微处理器，称为 MPU（Main Processor Unit），实际上，人们并不严格区分 CPU 和 MPU 的叫法，往往统称为 CPU。单片机内部结构示意图如图 2-1 所示。

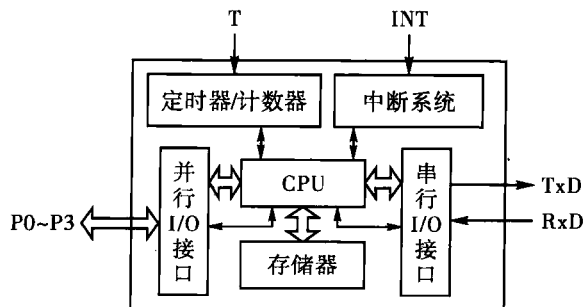


图 2-1 单片机内部结构示意图

单片机实质上是一个硬件的芯片，在实际应用中，通常很难直接和被控对象进行电气连接，必须外加各种扩展接口电路、外部设备、被控对象等硬件和软件，才能构成一个单片机应用系统。

2.1.2 单片机应用系统及组成

单片机应用系统是以单片机为核心，配以输入、输出、显示、控制等外围电路和软件，能实现一种或多种功能的应用系统。单片机应用系统是由硬件和软件组成，硬件是应用系统的基础，软件是在硬件的基础上对其资源进行合理调配和使用，从而完成应用系统所要求的任务，二者相互依赖，缺一不可，单片机应用系统的组成如图 2-2 所示。

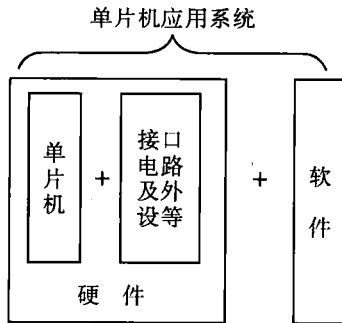


图 2-2 单片机应用系统的组成

由此可见，单片机应用系统的设计人员必须从硬件和软件两个角度来深入了解单片机，并能够将二者有机结合起来，才能形成具有特定功能的应用系统或整机产品。

2.1.3 MCS-51 系列单片机的组成

作为单片机的一个典型系列，MCS-51 是 Intel 公司 1980 年推出的 8 位单片机，很长时间以来一直是单片机的主流机型，在国内应用十分普遍。除 MPU 以外，其内部集成了 4 个 8 位双向并行接口，1 个全双工串行接口，2~3 个 16 位定时器/计数器，1 个控制 5 个中断源的中断逻辑，128~256 字节的数据 RAM，一定容量的程序 ROM（个别机型无片内程序 ROM）。其组成框图如图 2-3 所示。

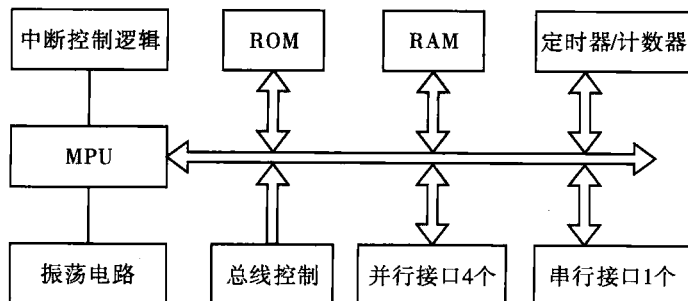


图 2-3 MCS-51 系列单片机的组成框图

2.2 单片机的分类

常用的单片机分类方法有两种，一是按字长分类，二是按用途分类。

2.2.1 按单片机的字长分类

根据单片机对各种基本操作处理的数据来看，单片机有4位单片机、8位单片机、16位单片机、32位单片机和64位单片机等。

(1) 4位单片机。4位单片机的主要特点是价格便宜，但功能并不弱，只是CPU为4位。其存储器片内有2KB ROM、128B×4的RAM等。目前，4位单片机主要用于控制诸如洗衣机、微波炉等家用电器及高档电子玩具。

(2) 8位单片机。8位单片机是目前单片机中的主要机型。把带有串行I/O接口或A/D转换，以及进行64kB以上寻址的单片机，称为8位单片机。在8位单片机中，一般把无串行I/O接口和只提供小范围的寻址空间（小于8KB）的单片机称为低档的8位单片机。另外，由于8位单片机的功能强、价格低廉、品种齐全，因而广泛应用于各个领域。特别是高档8位单片机已经成为目前单片机的主要机型。近年来，在高档8位单片机的基础上又出现了超8位单片机，如Intel公司的UPI-452、83C152，Zilog公司的Super8，Motorola公司的MC68HC11等。它们不但进一步扩大了片内ROM和RAM的容量，而且还增加了高级通信、DMA传送和高速I/O功能。

(3) 16位单片机。16位单片机主要有Thomson公司的68200系列、Intel公司的MCS-96系列、NS公司的HPC16040和NEC公司的783xx等。而实际应用的16位单片机主要是Intel公司的MCS-96系列单片机。

(4) 32位单片机。32位单片机首推英国Inmos公司的IMST414DPJI，它是目前并行处理位数最高的单片机之一。

(5) 64位单片机。64位单片机的处理能力是任何32位单片机都无法达到的。目前，SuperH、MIPS Technologies和东芝等厂商还在准备将64位单片微处理器内核推向嵌入式系统市场。

2.2.2 按用途分类

按用途可将单片机分为通用型单片机和专用型单片机两种。

(1) 通用型单片机。将资源全部提供给用户使用，如片内寄存器、存储器、中断系统、定时器/计数器、I/O接口等。其适应性强、扩展容易，构建各种应用系统十分灵活，应用广泛。如MCS-51系列单片机。