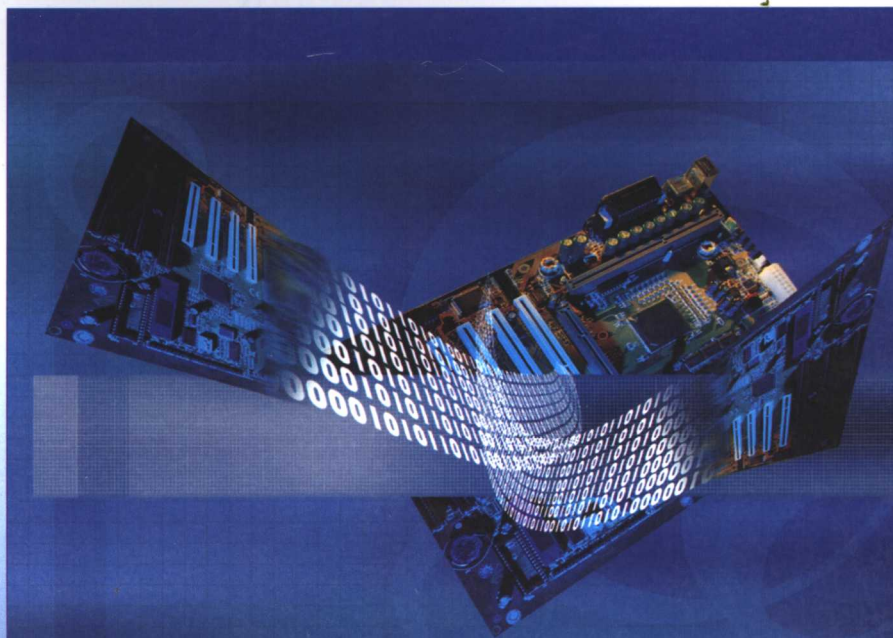


DANPIANJI YUANLIJI YINGYONG

# 单片机原理及应用

◎ 主 编 唐德礼 姜新桥 秦 佳 曹庆生



华中科技大学出版社

<http://press.hust.edu.cn>

21 世纪高职高专机电系列规划教材

# 单片机原理及应用

主 编 唐德礼 姜新桥 秦 佳 曹庆生

副主编 周小仁 陈玉平

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/唐德礼 姜新桥 秦佳 曹庆生 主编  
武汉:华中科技大学出版社,2005年9月  
ISBN 7-5609-3501-X

I. 单…

II. ①唐… ②姜… ③秦… ④曹…

III. 单片微型计算机-基本知识

IV. TP368.1

单片机原理及应用

唐德礼 姜新桥 秦佳 曹庆生 主编

责任编辑:曾 光 彭保林  
责任校对:刘 竣

封面设计:刘 卉  
责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉万卷鸿图科技有限公司

印 刷:湖北科学技术出版社黄冈印刷厂

开本:787×960 1/16

印张:14.5

字数:257 000

版次:2005年9月第1版

印次:2005年9月第1次印刷

定价:22.00元

ISBN 7-5609-3501-X/TP·587

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

# 前 言

随着单片机应用技术的不断发展与提高，单片机在工业测量和控制、智能仪器仪表、汽车电子、家电产品等领域得到广泛应用。

为了使读者尽快掌握和运用单片机的软、硬件的应用与开发技术，尤其掌握目前具有代表性的单片机 AT89 系列的应用技术，我们特编写了此教材，向读者详细介绍 AT89C51 单片机的硬件结构、指令系统、编程技巧、接口电路、中断系统、单片机通信技术、单片机应用与开发的基本方法。

本书第 1、3、4 章由秦佳、周小仁编写，第 5、6 章由曹庆生编写，第 2、10 章由姜新桥、陈玉平编写，第 7、8、9 章由唐德礼编写。全书的内容由唐德礼负责审定。

鉴于本书作者水平有限，加之时间仓促，错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 7 月

## 内 容 简 介

全书共分为 10 章，深入浅出地介绍了 8051 单片机及 AT89C51 系列单片机的原理、接口技术及应用技术。主要包括：51 单片机的结构、指令系统、编程技术、接口技术、单片机通信技术、实用程序设计举例与 8051 兼容的 AT89C51 的原理及应用。

为了帮助初学者学习单片机，本书除了介绍单片机的基本原理外，还列举了大量的应用实例，尤其是作者在工作实践中调试成功的实例。如果将这些实例连接起来，就可以构成一个单片机学习系统。同时各章后附有各种类型的练习题。

本书可以作为高等专科院校、高等职业技术学院及中等职业技术学院等院校的教材，也可作为电子爱好者的自学参考书。

# 目 录

|                        |      |
|------------------------|------|
| 第 1 章 单片机概述            | (1)  |
| 1.1 预备知识               | (1)  |
| 1.1.1 数制的基本概念及数的表示     | (1)  |
| 1.1.2 计算机中数值数据的表示方法    | (3)  |
| 1.2 单片机概述              | (5)  |
| 1.2.1 单片机              | (5)  |
| 1.2.2 MCS-51 系列单片机     | (6)  |
| 1.2.3 单片机的应用           | (7)  |
| 练习题                    | (8)  |
| 第 2 章 51 系列单片机的结构      | (9)  |
| 2.1 单片机的外部结构           | (9)  |
| 2.1.1 电源及时钟引脚          | (9)  |
| 2.1.2 控制引脚             | (10) |
| 2.2 单片机的内部结构           | (11) |
| 2.3 AT89C51 的微处理器      | (12) |
| 2.3.1 运算器              | (12) |
| 2.3.2 控制器              | (14) |
| 2.4 AT89C51 存储器结构      | (15) |
| 2.5 AT89C51 的时序与复位电路   | (21) |
| 2.5.1 机器周期和指令周期        | (21) |
| 2.5.2 AT89C51 的复位及复位电路 | (23) |
| 练习题                    | (25) |
| 第 3 章 51 系列单片机的指令系统    | (27) |
| 3.1 概述                 | (27) |
| 3.2 指令的格式              | (27) |
| 3.3 汇编                 | (27) |
| 3.4 寻址方式               | (28) |
| 3.5 寻址空间及符号注释          | (30) |
| 3.6 51 系列单片机的指令系统      | (31) |
| 3.6.1 数据传送类指令          | (31) |
| 3.6.2 算术运算类指令          | (34) |
| 3.6.3 逻辑运算指令           | (37) |

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 3.6.4 控制程序转移类指令             | (38)        |
| 3.6.5 位操作(布尔处理)类指令          | (42)        |
| 练习题                         | (44)        |
| <b>第4章 51 系列单片机汇编语言设计</b>   | <b>(47)</b> |
| 4.1 汇编语言的语句格式               | (47)        |
| 4.2 汇编语言的伪指令                | (48)        |
| 4.3 单片机汇编语言程序设计             | (50)        |
| 4.3.1 顺序结构程序设计              | (50)        |
| 4.3.2 分支结构程序设计              | (52)        |
| 4.3.3 循环程序设计                | (55)        |
| 4.3.4 子程序                   | (57)        |
| 4.4 实用程序举例                  | (58)        |
| 4.4.1 代码转换程序                | (58)        |
| 4.4.2 算术运算符程序               | (61)        |
| 4.4.3 查找、排序程序               | (65)        |
| 练习题                         | (71)        |
| <b>第5章 MCS-51 单片机存储器的扩展</b> | <b>(72)</b> |
| 5.1 存储器扩展总线的构造              | (72)        |
| 5.1.1 总线的概念                 | (73)        |
| 5.1.2 总线的构造                 | (73)        |
| 5.1.3 扩展的利弊                 | (77)        |
| 5.2 单片机对外部存储器的读/写控制         | (77)        |
| 5.2.1 存储器芯片                 | (77)        |
| 5.2.2 单片机对存储器芯片的控制          | (82)        |
| 5.3 存储器及 I/O 接口电路的片选控制方法    | (82)        |
| 5.3.1 线选法                   | (82)        |
| 5.3.2 简单译码法                 | (83)        |
| 5.3.3 完全译码法                 | (84)        |
| 5.4 存储器扩展举例                 | (86)        |
| 5.4.1 ROM 的扩展               | (86)        |
| 5.4.2 RAM 的扩展               | (86)        |
| 5.4.3 ROM 与 RAM 的区分         | (88)        |
| 附: 串行扩展技术                   | (89)        |
| 练习题                         | (91)        |
| <b>第6章 51 系列单片机的中断系统</b>    | <b>(93)</b> |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 6.1 中断系统的概念                        | (93)  |
| 6.1.1 中断系统                         | (93)  |
| 6.1.2 单片机中断的功能                     | (94)  |
| 6.2 51 系列单片机中断系统结构及中断控制            | (95)  |
| 6.2.1 单片机中断源                       | (95)  |
| 6.2.2 单片机中断控制寄存器                   | (96)  |
| 6.2.3 单片机中断的设置                     | (99)  |
| 6.3 中断处理过程                         | (99)  |
| 6.4 中断举例                           | (104) |
| 练习题                                | (105) |
| <b>第 7 章 51 系列单片机的定时器/计数器</b>      | (106) |
| 7.1 定时器/计数器概述                      | (106) |
| 7.1.1 定时方法                         | (106) |
| 7.1.2 定时器/计数器的结构                   | (106) |
| 7.2 定时器/计数器的控制                     | (107) |
| 7.3 定时器/计数器的四种工作模式及应用              | (109) |
| 7.4 定时器/计数器综合应用举例                  | (116) |
| 练习题                                | (126) |
| <b>第 8 章 单片机 I/O 扩展及应用</b>         | (128) |
| 8.1 扩展 I/O 接口的概念                   | (128) |
| 8.1.1 为什么要扩展 I/O 接口                | (128) |
| 8.1.2 单片机 I/O 编址技术                 | (129) |
| 8.1.3 单片机 I/O 控制方式                 | (129) |
| 8.2 8155H 带 RAM 和定时器/计数器的可编程并行接口芯片 | (130) |
| 8.2.1 8155H 的结构与引脚                 | (130) |
| 8.2.2 CPU 对 8155H 的 RAM 和 I/O 口的寻址 | (132) |
| 8.2.3 8155H 的命令字和状态字以及 I/O 的工作方式   | (133) |
| 8.2.4 8155H 的定时器                   | (135) |
| 8.2.5 8155 初始化编程                   | (137) |
| 8.3 8255A 可编程通用并行接口芯片              | (137) |
| 8.3.1 8255A 的结构和引脚                 | (137) |
| 8.3.2 8255A 的三种工作方式及选择             | (139) |
| 8.3.3 8255A 控制字                    | (140) |
| 8.3.4 8255 与 51 单片机的连接             | (141) |
| 8.3.5 初始化编程举例                      | (142) |

|               |                                |              |
|---------------|--------------------------------|--------------|
| 8.4           | 51 单片机键盘接口技术                   | (142)        |
| 8.4.1         | 键盘接口及处理程序                      | (142)        |
| 8.4.2         | 单片机对非编码键盘扫描的控制方式               | (145)        |
| 8.5           | 51 单片机显示器接口技术                  | (151)        |
| 8.5.1         | LED 显示器结构原理                    | (151)        |
| 8.5.2         | LED 显示器接口及显示方式                 | (152)        |
| 8.5.3         | 由 8155H 接口电路组成的 LED 显示器        | (154)        |
| 8.6           | 51 单片机打印机接口技术                  | (156)        |
| 8.6.1         | 微型打印机简介                        | (156)        |
| 8.6.2         | 打印机接口和打印机驱动程序                  | (157)        |
| 8.7           | D/A 转换器及与单片机的接口电路              | (159)        |
| 8.7.1         | D/A 转换芯片——DAC0832              | (159)        |
| 8.7.2         | D/A 转换器与单片机的接口                 | (161)        |
| 8.8           | A/D 转换器及与单片机的连接                | (163)        |
|               | 练习题                            | (167)        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>单片机串行口及串行通信</b>             | <b>(169)</b> |
| 9.1           | 串行通信的基本知识                      | (169)        |
| 9.1.1         | 串行通信的基本原理                      | (169)        |
| 9.1.2         | 串行通信的接口电路                      | (170)        |
| 9.2           | 51 系列单片机的串行口及应用                | (172)        |
| 9.2.1         | 51 系列单片机的串行口                   | (172)        |
| 9.2.2         | 串行口的工作方式                       | (174)        |
| 9.2.3         | 串行口波特率的设置                      | (176)        |
| 9.3           | RS-232C 串行总线接口标准               | (178)        |
| 9.4           | 串行口的应用                         | (179)        |
| 9.5           | PC 机与单片机双机通信程序设计               | (187)        |
| 9.5.1         | 通过 BIOS 调用存取 PC 机的串行口          | (187)        |
| 9.5.2         | 采用 MAX232 芯片接口的 PC 机与 51 单片机通信 | (190)        |
| 9.6           | PC 机与多个单片机间的通信                 | (201)        |
|               | 练习题                            | (209)        |
| <b>第 10 章</b> | <b>单片机应用系统设计与开发</b>            | <b>(211)</b> |
| 10.1          | 单片机应用系统设计与开发的一般步骤              | (211)        |
| 10.2          | 软件开发工具及编程器                     | (211)        |
| 10.2.1        | AT89C51 程序的开发流程                | (211)        |
| 10.2.2        | 汇编语言源程序的编辑                     | (211)        |

|        |                                 |       |
|--------|---------------------------------|-------|
| 10.2.3 | 汇编语言源程序的汇编.....                 | (212) |
| 10.2.4 | 汇编语言程序的仿真调试.....                | (213) |
| 10.2.5 | 目标程序的写入与运行.....                 | (214) |
| 10.3   | 单片机应用系统设计与开发实例——数字式热敏电阻温度计..... | (216) |
| 10.3.1 | 热敏电阻的特点.....                    | (216) |
| 10.3.2 | 负温度系数热敏电阻的特性.....               | (216) |
| 10.3.3 | 基本电路(显示与键盘电路及电源电路均省略).....      | (218) |
| 10.3.4 | 程序设计.....                       | (218) |
|        | 练习题.....                        | (220) |
|        | 参考文献.....                       | (222) |

# 第 1 章 单片机概述

## 1.1 预 备 知 识

在学习单片机之前先来学习一下有关数制和编码的知识,为更好地学习后面的内容做准备。

### 1.1.1 数制的基本概念及数的表示

1. 任何一种数制表示的数 $N$ 都可以写成按位权展开的多项式之和

$$N = d_{n-1} \times b^{n-1} + d_{n-2} \times b^{n-2} + d_{n-3} \times b^{n-3} + \cdots + d_m \times b^m$$

式中:  $n$ ——整数的总位数;

$m$ ——小数的总位数;

$d$  的下标——表示该位的数码;

$b$ ——表示进位制的基数;

$b$  的上标——表示该位的位权。

如: 十进制数  $876.543 = 8 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-3}$

2. 计算机中常用的进位计数制

| 计数制  | 基 数 | 数 码              | 进 位 关 系 |
|------|-----|------------------|---------|
| 二进制  | 2   | 01               | 逢二进一    |
| 八进制  | 8   | 01234567         | 逢八进一    |
| 十进制  | 10  | 0123456789       | 逢十进一    |
| 十六进制 | 16  | 0123456789ABCDEF | 逢十六进一   |

3. 计数制的书写规则

(1) 在数字后面加写相应的英文字母作为标识

如: 二进制数的 100 可写成 100 B

十六进制数的 100 可写成 100 H

(2) 在括号外面加数字下标

如:  $(1011)_2$  表示二进制数的 1011

$(5DF2)_{16}$  表示十六进制数的 5DF2

#### 4. 数制之间的转换

(1) 十进制整数转换为二进制整数

采用基数 2 连续去除该十进制整数, 直至商等于“0”, 然后逆序排列余数。

(2) 十进制小数转化为二进制小数

连续用基数 2 去乘以该十进制小数, 直至乘积的小数部分等于“0”, 然后顺序排列每次乘积的整数部分。

(3) 十进制整数转换为八进制整数或十六进制整数

采用基数 8 或基数 16 连续去除该十进制整数, 直至商等于“0”, 然后逆序排列所得到的余数。

(4) 十进制小数转换为八进制小数或十六进制小数

连续用基数 8 或基数 16 去乘以该十进制小数, 直至乘积的小数部分等于“0”, 然后顺序排列每次乘积的整数部分。

(5) 二、八、十六进制数转换为十进制数

用其各位所对应的系数, 按“位权展开求和”的方法就可以得到。其基数分别为 2、8、16。

(6) 二进制数转换为八进制数

从小数点开始分别向左或向右, 将每 3 位二进制数分成 1 组, 不足 3 位数的补 0, 然后将每组用 1 位八进制数表示即可。

(7) 八进制数转换为二进制数

将每位八进制数用 3 位二进制数表示即可。

(8) 二进制数转换为十六进制数

从小数点开始分别向左或向右, 将每 4 位二进制数分成 1 组, 不足 4 位的补 0, 然后将每组用 1 位十六进制数表示即可。

(9) 十六进制数转换为二进制数

将每位十六进制数用 4 位二进制数表示即可。

【例 1.1】将十进制整数  $(203)_{10}$  转换为二进制整数, 采用“除 2 倒取余”的方法, 过程如下:

|   |  |     |       |
|---|--|-----|-------|
| 2 |  | 203 |       |
| 2 |  | 101 | 余数为 1 |
| 2 |  | 50  | 余数为 1 |
| 2 |  | 25  | 余数为 0 |

$$\begin{array}{rcl}
 2 \overline{)12} & & \text{余数为 1} \\
 2 \overline{)6} & & \text{余数为 0} \\
 2 \overline{)3} & & \text{余数为 0} \\
 2 \overline{)1} & & \text{余数为 1} \\
 2 \overline{)0} & & \text{余数为 1}
 \end{array}$$

所以,  $(203)_{10} = (11001011)_2$ 。

【例 1.2】将十进制小数  $(0.8125)_{10}$  转换为二进制小数, 采用“乘 2 顺取整”的方法, 过程如下:

$$\begin{array}{rcl}
 0.8125 \times 2 = 1.625 & & \text{取整数位 1} \\
 0.625 \times 2 = 1.25 & & \text{取整数位 1} \\
 0.25 \times 2 = 0.5 & & \text{取整数位 0} \\
 0.5 \times 2 = 1.0 & & \text{取整数位 1}
 \end{array}$$

所以,  $(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$ 。如果出现乘积的小数部分一直不为“0”, 则根据精度的要求截取一定的位数即可。

【例 1.3】将十进制整数  $(2347)_{10}$  转换为十六进制整数, 采用“除 16 倒取余”的方法, 过程如下:

$$\begin{array}{rcl}
 16 \overline{)5678} & & \\
 16 \overline{)354} & & \text{余数为 14 (十六进制数为 E)} \\
 16 \overline{)22} & & \text{余数为 2} \\
 16 \overline{)1} & & \text{余数为 1} \\
 16 \overline{)0} & & \text{余数为 0}
 \end{array}$$

所以,  $(5678)_{10} = (162E)_{16}$ 。

## 1.1.2 计算机中数值数据的表示方法

在计算机内部表示二进制数的方法称为数值编码。把一个数及其符号在机器中的表示加以数值化, 称为机器数。机器数所代表的数称为数的真值。表示一个机器数, 应考虑以下三个因素。

### 1. 机器数的范围

字长为 8 位, 无符号整数的最大值是  $(11111111)_B = (255)_D$ , 此时机器数的范围是 0~255。

字长为 16 位, 无符号整数的最大值是  $(1111111111111111)_B = (FFFF)_H = (65535)_D$ , 此时机器数的范围是 0~65535。

## 2. 机器数的符号

在算术运算中,数据是有正有负的,将这类数据称为带符号数。

为了在计算机中正确地表示带符号数,通常规定每个字长的最高位为符号位,并用0表示正数,用1表示负数。

## 3. 机器数中小数点的位置

在机器中,小数点的位置通常有两种约定

一种规定小数点的位置固定不变,这时的机器数称为“定点数”。

另一种规定小数点的位置可以浮动,这时的机器数称为“浮点数”。

## 4. 原码

正数的符号位为0,负数的符号位为1,其他位按照一般的方法来表示数的绝对值。用这样的表示方法得到的就是数的原码。

【例1.4】当机器字长为8位二进制数时:

|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| $X = +1011011$                  | $[X]_{\text{原码}} = 01011011$    |
| $Y = -1011011$                  | $[Y]_{\text{原码}} = 11011011$    |
| $[+1]_{\text{原码}} = 00000001$   | $[-1]_{\text{原码}} = 10000001$   |
| $[+127]_{\text{原码}} = 01111111$ | $[-127]_{\text{原码}} = 11111111$ |

原码表示的整数范围是

$-(2^{n-1}-1) \sim +(2^{n-1}-1)$ , 其中  $n$  为机器字长。

则: 8 位二进制原码表示的整数范围是  $-127 \sim +127$ ;

16 位二进制原码表示的整数范围是  $-32767 \sim +32767$ 。

## 5. 反码

对于一个带符号的数来说,正数的反码与其原码相同,负数的反码为其原码除符号位以外的各位按位取反。

【例1.5】当机器字长为8位二进制数时:

|                                 |                                 |                              |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| $X = +1011011$                  | $[X]_{\text{原码}} = 01011011$    | $[X]_{\text{反码}} = 01011011$ |
| $Y = -1011011$                  | $[Y]_{\text{原码}} = 11011011$    | $[Y]_{\text{反码}} = 10100100$ |
| $[+1]_{\text{反码}} = 00000001$   | $[-1]_{\text{反码}} = 11111110$   |                              |
| $[+127]_{\text{反码}} = 01111111$ | $[-127]_{\text{反码}} = 10000000$ |                              |

负数的反码与负数的原码有很大的区别,反码通常用作求补码过程中的中间形式。反码表示的整数范围与原码相同。

## 6. 补码

正数的补码与其原码相同,负数的补码为其反码在最低位加1。

【例 1.6】(1)  $X = +1011011$ , (2)  $Y = -1011011$ 。

(1) 根据定义有:  $[X]$ 原码  $= 01011011$   $[X]$ 补码  $= 01011011$ ;

(2) 根据定义有:  $[Y]$ 原码  $= 11011011$   $[Y]$ 反码  $= 10100100$   $[Y]$ 补码  $= 10100101$ 。

补码表示的整数范围是  $-2^{n-1} \sim +(2^{n-1}-1)$ , 其中  $n$  为机器字长。

则: 8 位二进制补码表示的整数范围是  $-128 \sim +127$ ;

16 位二进制补码表示的整数范围是  $-32768 \sim +32767$ 。

当运算结果超出这个范围时, 就不能正确表示数了, 此时称为溢出。

## 7. 补码与真值之间的转换

正数补码的真值等于补码的本身; 负数补码转换为其真值时, 将负数补码按位求反, 末位加 1, 即可得到该负数补码对应的真值的绝对值。

【例 1.7】 $[X]$ 补码  $= 01011001B$ ,  $[X]$ 补码  $= 11011001B$ , 分别求其真值  $X$ 。

(1)  $[X]$ 补码代表的数是正数, 其真值:

$$\begin{aligned} X &= +1011001B \\ &= +(1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0) \\ &= +(64 + 16 + 8 + 1) \\ &= +(89)_D \end{aligned}$$

(2)  $[X]$ 补码代表的数是负数, 则真值:

$$\begin{aligned} X &= -([1011001] \text{求反} + 1)_B \\ &= -(0100110 + 1)_B \\ &= -(0100111)_B \\ &= -(1 \times 2^5 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \\ &= -(32 + 4 + 2 + 1) \\ &= -(39)_D \end{aligned}$$

## 1.2 单片机概述

### 1.2.1 单片机

一台能够工作的计算机由这样几个部分构成: CPU(进行数据运算、控制)、RAM(数据存储)、ROM(程序存储)和输入/输出设备(例如, 串行口、并行输出口等)。在个人计算机上这些部分被分成若干块芯片, 安装在一个称之为主板的印刷电路板上。而在单片机中, 这些部分全部被制作到一块集成电路芯片中

了,所以就称为单片(单芯片)机,而且有一些单片机中除了上述部分外,还集成了其他部分,如 A/D、D/A 等。单片机又称为微控制器 MCU (MicroController Unit)。同时由于单片机在应用时常作为控制核心并融入被控系统之中,即以嵌入的方式进行使用,也常将单片机称为嵌入式微控制器 EMCU (Embedded MicroController Unit)。

单片机根据控制应用的需要,可分为通用型和专用型两大类。

通用型单片机是一种基本芯片,它的内部资源比较丰富,性能全面且适应性强,能覆盖多种应用需求,用户可以根据需要设计成各种不同应用的控制系统。

专门针对某个特定产品而设计的单片机应用系统,例如电度表和空调器中的单片机等,生产家常与芯片制造商合作,设计和生产专用的单片机芯片。

单片机只是一个芯片,在实际应用中常常要扩展外围电路和外围芯片,才能构成一个单片机系统。在单片机的硬件学习中,既要学习单片机芯片内部的组成和原理,还要学习单片机系统的组成方法。

单片机应用系统是为控制应用而设计的,该系统与控制对象结合在一起使用,是单片机开发应用的成果。但单片机系统本身不能实现自我开发,要进行开发必须设计专门的单片机开发系统。单片机开发系统是单片机系统开发调试的工具,被称为在线仿真器 ICE (In Circuit Emulator),它可以进行单片机应用系统的软/硬件开发和 EPROM、E<sup>2</sup>PROM 或 FLASHROM 的写入。

单片机的程序设计语言和软件,主要是指在开发系统中使用的。在单片机开发系统中使用机器语言、汇编语言和高级语言,而在单片机应用系统中只能使用机器语言。

单片机体积不大,一般用 40 脚 DIP (双列直插式)封装,当然功能多一些的单片机也有引脚比较多的,如 68 脚。功能少的只有 10 多个或 20 多个引脚,有的甚至只有 8 只引脚,其价格相对也低。

## 1.2.2 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是指由美国 INTEL 公司生产的一系列单片机的总称,这一系列单片机包括了三种基本型 8031、8051 和 8751,三种增强型 8032、8052 和 8752 以及低功耗型 80C31、80C51 和 87C51。其中 8051 是最早最典型的产品,该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减和改变而来的,所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机,而 8031 是前些年在我国最流行的单片机,所以在很多场合会看到 8031 的名称。INTEL 公司将 MCS-51 的核心技术授权给了其他很多公司,所以有很多公司在制作以 8051 为核心的单片机。当然,功能或多或少的会有些改变,以满足不同的需求。其中 89C51 是由美国

ATMEL 公司开发生产的。由于它是一个低功耗、高性能的片内含有闪存器的 8 位 CMOS 单片机, 时钟频率高达 20 MHz, 与 8031 的指令系统和引脚功能完全兼容, 是这几年在我国非常流行的单片机。例如其生产的 89C52 芯片内的 8 KB 闪存器要在线编程或使用编程器重复编程, 且价格较低; AT89C2051 只有 20 只脚, 内部嵌有 2 KB 闪存器。以后将用 89C52 及其外围元件组成一个单片机系统, 来系统地讲述单片机的工作原理和应用系统设计方法, 并给出全部的软件程序。ATMEL AT89C51 和 AT89C2051 的主要性能如表 1-1 所示。

表1-1 AT89C51和AT89C2051的主要性能表

| AT89C51                 | AT89C2051               |
|-------------------------|-------------------------|
| 4 KB 可编程闪存器(可重写 1000 次) | 2 KB 可编程闪存器(可重写 1000 次) |
| 三级程序存储器保密               | 两级程序存储器保密               |
| 静态工作频率: 0 Hz~24 MHz     | 静态工作频率: 0 Hz~24 MHz     |
| 128 字节内部 RAM            | 128 字节内部 RAM            |
| 2 个 16 位定时/计数器          | 2 个 16 位定时/计数器          |
| 一个串行通信口                 | 一个串行通信口                 |
| 6 个中断源                  | 6 个中断源                  |
| 32 条 I/O 引线             | 15 条 I/O 引线             |
| 1 个片内时钟振荡器              | 1 个片内模拟比较器              |

### 1.2.3 单片机的应用

现在单片机的应用已极为广泛, 下面就一些典型方面进行介绍。

#### 1. 工业自动化方面

自动化能使工业系统处于最佳状态, 提高经济效益, 改善产品质量和减轻劳动强度。在自动化技术中, 无论是过程控制技术、数据采集和测控技术, 还是生产线上的机器人技术, 都需要单片机的参与。

#### 2. 仪器仪表方面

现代仪器仪表的自动化和智能化要求越来越高, 单片机的使用加速了仪器仪表向数字化、智能化、多功能化和柔软化的方向发展。

#### 3. 家用电器方面

当前, 家用电器产品的一个重要发展趋势是不断提高智能化程度, 而家电智能化的进一步提高就要有单片机的参与, 所以生产家常标榜“电脑控制”以提