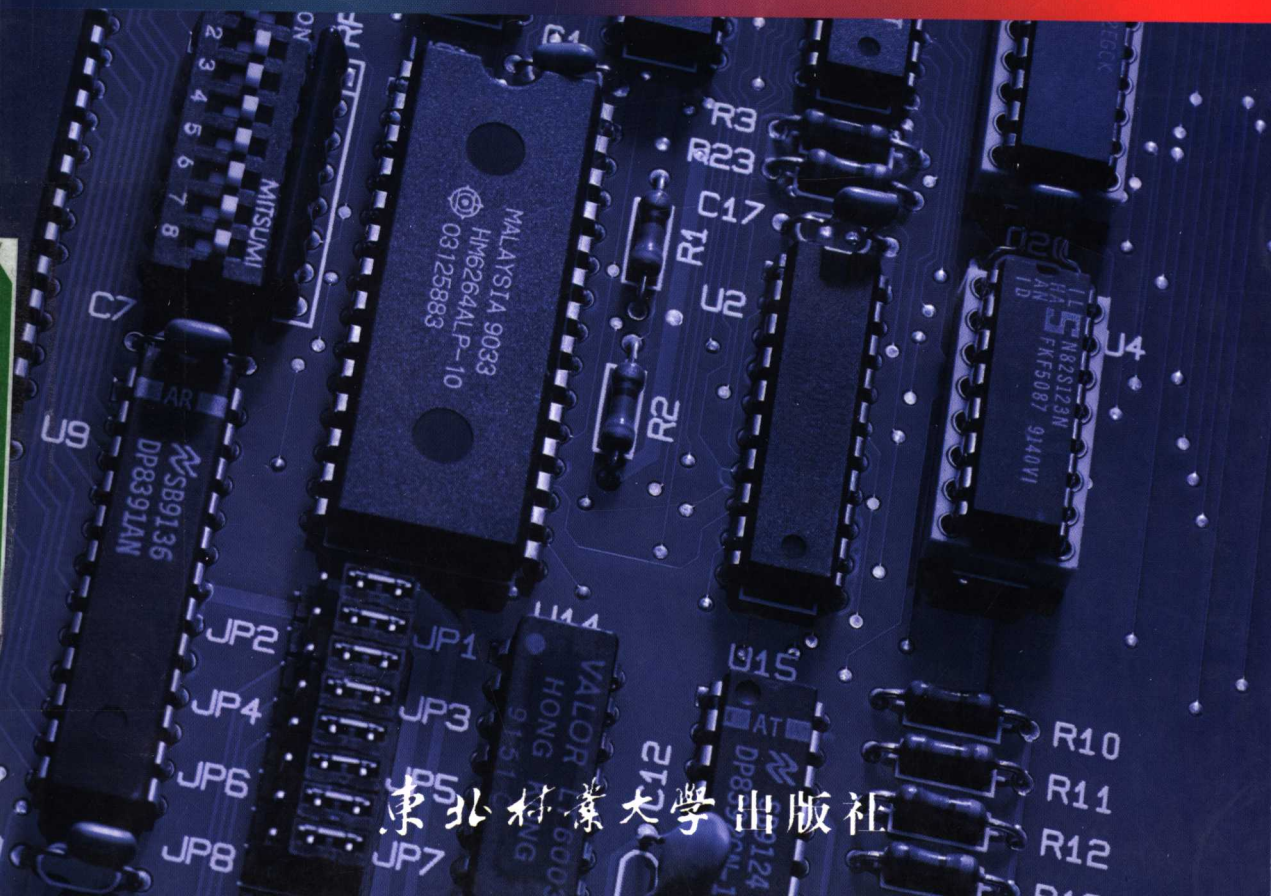




主 编 白雪冰
副主编 张延林 谢永华 薛巨峰
主 审 王克奇

D ANPIANJI YUANLI YU YINGYONG

单片机原理与应用



东北林业大学出版社

TP368.1/368

2007

单片机原理与应用

主 编 白雪冰

副主编 张延林 谢永华 薛巨峰

主 审 王克奇

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与应用/白雪冰主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社,
2007.5

ISBN 978-7-81131-010-8

I. 单… II. 白… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 066793 号

责任编辑: 王忠诚

封面设计: 彭 宇



NEFUP

单片机原理与应用

Danpianji Yuanli Yu Yingyong

主 编 白雪冰

副主编 张延林 谢永华 薛巨峰

主 审 王克奇

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东 北 林 业 大 学 印 刷 厂 印 装

开本 787 × 960 1/16 印张 13.5 字数 224 千字

2007 年 5 月 第 1 版 2007 年 5 月 第 1 次 印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 978-7-81131-010-8

TP·79 定价: 23.00 元

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机为对象,全面系统地介绍了单片机的基本结构、工作原理及应用技术。全书共分为 11 章,内容包括单片机结构原理、指令系统和汇编语言程序设计、存储器扩展技术、中断系统、定时器/计数器原理及应用、串行接口及应用、并行接口扩展及应用、键盘显示接口技术、A/D 与 D/A 转换器接口技术。

本书可作为大专院校电子工程类学生用教材,也可作为相关专业工程技术人员参考用书。

前 言

单片机体积小、功耗低、控制功能强、可靠性高、应用灵活、价格低廉,非常适用于机、电一体化产品,在工业控制、仪器仪表、家用电器、通讯等诸多领域得到了广泛应用,充分显示了单片机广阔的应用前景。

本书是作者结合自己多年的教学经验和科研开发经历编著而成的,可作为大专院校电子工程类专业的学生用书和相关专业工程技术人员参考用书。

本书具有以下特点:

(1) 内容简洁,重点突出。本书对 MCS-51 单片机的基本概念,硬件结构,指令系统,中断,定时系统,串行口,键盘显示接口及 A/D, D/A 接口等都做了比较详细的介绍。结合讲述的内容,每章给出适量的习题。

(2) 注重应用。本书在程序设计和硬件接口方面给出了大量实用程序和设计方案,有助于培养学生的实际操作能力和运用单片机构建控制系统的能力。

本书共分 11 章。第 1 章为单片机概述;第 2 章讲述 MCS-51 单片机的内部结构和工作原理;第 3 章介绍 MCS-51 单片机的指令系统;第 4 章讲述 MCS-51 单片机汇编语言程序设计;第 5 章讲述 MCS-51 单片机的中断系统;第 6 章讲述 MCS-51 单片机的定时器/计数器;第 7 章讲述 MCS-51 单片机串行数据通讯技术;第 8 章讲述 MCS-51 单片机总线与存储系统扩展;第 9 章讲述 MCS-51 单片机 I/O 接口的扩展;第 10 章讲述 MCS-51 单片机键盘显示接口技术;第 11 章讲述 MCS-51 单片机与 D/A, A/D 的接口。

本章第 1, 2, 6, 8 章由白雪冰编写,第 3, 4, 5 章由张延林编写,第 7, 10, 11 章由谢永华编写,第 9 章由张延林与谢永华合编,薛巨峰编写了本书的全部习题。全书由白雪冰统稿,王克奇主审。

由于作者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者
2006 年 9 月

目 录

1 单片机概述	(1)
1.1 绪论	(1)
1.2 单片机简介	(1)
1.3 MCS 系列单片机介绍	(5)
思考题与习题.....	(11)
2 MCS-51 系列单片机的内部结构	(12)
2.1 单片机总体结构及功能	(12)
2.2 内部空间存储结构及位处理器	(19)
2.3 工作方式和时序	(25)
2.4 单片机的时序	(29)
思考题与习题.....	(31)
3 MCS-51 系列单片机的指令系统	(33)
3.1 基本概念	(33)
3.2 寻址方式	(34)
3.3 指令系统的分类	(36)
3.4 汇编语言伪指令	(61)
思考题与习题.....	(64)
4 MCS-51 单片机汇编语言程序设计	(66)
4.1 汇编语言程序的格式	(66)
4.2 汇编语言程序设计	(67)
思考题与习题.....	(79)
5 MCS-51 单片机的中断系统	(81)
5.1 中断概述	(81)
5.2 中断系统的基本结构	(82)
5.3 中断系统的控制与实现	(83)
5.4 中断系统的处理过程	(87)
5.5 中断举例	(89)
思考题与习题.....	(90)

6 MCS-51 单片机内部定时器/计数器	(91)
6.1 定时器/计数器简介	(91)
6.2 定时器/计数器的控制字	(92)
6.3 定时器/计数器工作模式	(94)
6.4 定时器/计数器的应用	(97)
思考题与习题	(102)
7 MCS-51 单片机的串行数据通讯	(104)
7.1 串行通讯概述	(104)
7.2 串行口结构	(107)
7.3 串行通讯工作方式	(109)
7.4 串行通讯总线标准及其接口	(119)
思考题与习题	(122)
8 MCS-51 单片机存储器的扩展	(124)
8.1 单片机存储器的扩展方法	(124)
8.2 程序存储器的扩展	(130)
8.3 数据存储器的扩展	(135)
8.4 同时扩展 SRAM 和大于 64kB FLASH 的例子	(138)
思考题与习题	(140)
9 MCS-51 单片机的 I/O 接口扩展	(142)
9.1 I/O 扩展概述	(142)
9.2 单片机扩展可编程并行 I/O 芯片 8255A	(144)
9.3 单片机与可编程 IO/RAM 芯片 8155H 的接口	(155)
思考题与习题	(163)
10 MCS-51 单片机的键盘及显示器接口	(164)
10.1 单片机与开关及键盘接口	(164)
10.2 单片机与显示器接口	(171)
思考题与习题	(184)
11 MCS-51 单片机与 D/A, A/D 的接口	(185)
11.1 单片机与 DAC 的接口	(185)
11.2 单片机与 ADC 的接口	(197)
思考题与习题	(206)
参考文献	(208)

1 单片机概述

教学要点：本章主要介绍单片机的发展历史、特点、原理组成及应用。

1.1 绪 论

近年来，计算机技术迅速发展，计算机在工业、农业、国防、科研及日常生活各个领域均发挥着极其重要的作用，已成为各国工业发展水平的重要标志。

在微机的大家族中，单片微型计算机（以下称单片机）异军突起，发展迅速。从美国仙童（Fairchild）公司 1974 年生产出第一块单片机 F8 开始，世界各大计算机公司都纷纷推出自己的单片机系列。目前，已经出现了 4 位、8 位和 16 位单片机，32 位超大规模集成电路单片机也已面世，同时性能也在不断提高。单片机已成为工业控制、仪器仪表、军事科学与技术及日常生活中使用最广泛的计算机。

1.2 单片机简介

单片机（single - chip - computer）是在一块芯片上集成了中央处理器（CPU）、只读存储器（ROM）、输入/输出接口、可编程定时器/计数器、串行通讯接口等，有的甚至包含 A/D 和 D/A 转换器。所以，一块单片机芯片具有一台微型计算机的功能。由于单片机被广泛地应用于各种控制场合，因此也被称为微控制器（Microcontroller Unit）。

1.2.1 单片机的特点

1.2.1.1 集成度高、功能强

微型计算机通常由中央处理器（CPU）、存储器（RAM，ROM）以及 I/O 接口组成，各部分分别集成在不同的芯片上。例如，大家熟悉的 Z80 微型计算机就是由 Z80 CPU，存储器（RAM，ROM），PIO，CTC 等芯片组成的，其原理框图如图 1-1 所示。

单片机则把 RAM，ROM，PIO，CTC，I/O 接口电路都集成在一个芯片上。目前应用最多的 MCS-51 系列单片机的结构如图 1-2 所示。

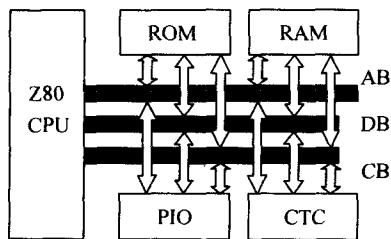


图 1-1 Z80 微机结构

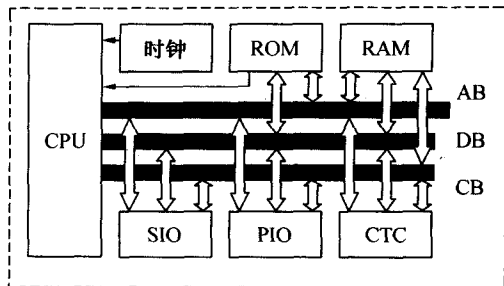


图 1-2 单片机典型结构

与微型计算机相比，单片机不仅体积大大减小，而且功能大大增强。MCS-51 系列单片机内的定时/计数器为 16 位，而 Z80 微型计算机只有 8 位；MCS-51 系列单片机中不但有 4 个并行 I/O 接口，而且还有串行接口，时钟频率可达 12MHz。

1.2.1.2 结构合理

目前单片机大多采用数据存储器与程序存储器相互独立的结构。而在许多微型计算机如 Z80, Intel 8085, M6800 中，大都采用两类存储器统一编址方式。单片机采用上述结构主要有以下两点好处。

(1) 存储量大。例如，采用 16 位地址总线的 8 位单片机可寻址外部 64kB 的 RAM 和 64kB 的 ROM，另外还有内部 RAM 和内部 ROM。单片机不仅设有监控程序，还可同时存储函数库及图表。这使得单片机的功能大为加强。

(2) 速度快。由于单片机主要用于工业控制方面，一般都需要较大的程序存储器，而数据存储器的容量相对较小，主要用来存放少量的随机数据，小容量随机存储器直接装在单片机内部，可使数据传送速度加快。

1.2.1.3 抗干扰能力强

由于单片机的各种功能部件都集成在一个芯片上，特别是存储器也集成在芯片内部，连线短，数据大都在芯片内部传送，不易受到外部的干扰，增强了抗干扰能力，使系统运行更可靠。

1.2.1.4 指令丰富

单片机一般都有传送指令、逻辑运算指令、转移指令，加、减法运算指令等，有些单片机还具有乘法及除法运算指令，特别是位操作指令十分丰富。例如在 MCS-51 系列单片机中，专门设有布尔处理器，有一个专用的布尔运算指令集。因而单片机能在逻辑控制、开关量控制以及顺序控制中得以广泛应用。

1.2.2 单片机的基本组成及工作过程

单片机是由中央处理器 (CPU) 和适当容量的存储器、输入/输出接口组成, 它通过接口电路再与外部输入/输出设备连接。下面简单介绍各部件的作用。

(1) 中央处理器 (CPU)。CPU 是整个单片机系统的核心, 由算术逻辑运算单元和控制器组成, 其功能是进行数据处理。运算指令和数据在单片机中运行, 单片机根据给定的要求进行操作。

(2) 存储器。存储器是单片机存放程序和数据部件, 分为只读存储器和随机存储器两大类。通常只读存储器用作程序存储器, 随机存储器用作数据存储器。

(3) 定时器/计数器。对外部事件进行计数, 或对单片机内部时钟源计数以产生定时中断, 用来触发其他过程或触发输出。

(4) 中断系统。用来响应突发事件, 使单片机系统能同时运行多个内、外部资源并获得快速响应。

(5) 输入/输出 (I/O) 接口电路。I/O 接口电路是 CPU 和外部设备之间不可缺少的连接纽带。要控制单片机的运行, 可通过键盘送入命令, 也可送入开关信号, 键盘和开关都是输入设备。单片机要将运行的结果通过显示器或打印机等输出设备显示给操作者, 也可通过接口电路输出信号控制各种电气设备进行工作。I/O 接口包括并行和串行口。

以上只是单片机最基本的构成。目前, 具有更多资源和功能的单片机产品已经大量问世, 这为我们开发各种电子产品提供了更大的选择余地。

(6) 单片机的工作过程。要想使单片机工作, 必须首先将用户程序装入程序存储器中。单片机开始工作后, 即按地址先从程序存储器中取出指令, 然后对指令译码, 以确定该指令执行的是什么操作和操作数的存放地址, 再根据这个地址取操作数, 接着 CPU 按指令对操作数进行运算, 结果送入存储器或经 I/O 接口电路送入显示器、打印机等外部设备。

1.2.3 单片机的应用

单片机的应用, 打破了传统的设计思想, 原来很多用模拟电路、脉冲数字电路、逻辑部件来实现的功能, 现在无需增加硬件设备, 可通过软件来完成, 节约了成本, 缩短了产品开发周期, 在国民经济各个行业获得了广泛的应用。

(1) 单片机在工业过程控制中的应用。单片机特别适用于工业过程控制。单片机是核心控制器件, 实施模拟量和开关量的采集、处理、算术运算

和逻辑运算,然后输出控制信号。如锅炉控制、电机控制、交通信号灯控制、数控机床、雷达、导弹控制等。

(2) 生活中的应用。由于单片机价格低廉、体积小、逻辑判断及控制功能强,因此广泛地应用于人类生活的各个方面,如:洗衣机、电冰箱、电子玩具、立体声音响、家用防盗系统等。

(3) 智能仪表中的应用。单片机广泛地应用于各种仪器仪表中,简化仪器仪表的硬件结构,提高其性能价格比,使仪器仪表智能化,从而提高测试的自动化程度和精度。

(4) 计算机网络及通讯技术中的应用。单片机中集成了通讯接口。因此,在小型背负式通讯机、自动拨号电话网、自动呼叫应答设备、程控电话和无线电遥控等方面都有广泛的应用。

1.2.4 单片机的发展概况

自从1974年12月美国仙童(Fairchild)公司率先推出8位单片机F8以来,单片机以惊人的速度发展,从4位机、8位机发展到16位机、32位机,集成度越来越高,运算速度越来越快,功能也越来越强,应用范围越来越广。

1.2.4.1 单片机的发展状况

到目前为止,单片机的发展主要可分为四个阶段:

第一阶段(1970~1974年):4位单片机。这种单片机的特点是价格便宜,控制功能强,片内含有多种I/O接口,如并行I/O接口、串行I/O接口、定时/计数器接口、中断功能接口等。丰富的I/O功能大大地增强了4位单片机的控制功能,从而使外部接口电路变得极为简单。

第二阶段(1974~1978年):低、中档8位机。这种8位机一般不带有I/O接口,寻址范围通常为4kB。如Mostek公司的3870、Intel公司的8048等单片机都属于该阶段产品。低、中档单片机目前已逐渐被高档8位单片机所取代。

第三阶段(1978~1982年):高档8位机阶段。这一类单片机常有串行I/O接口,有多级中断处理,16位定时/计数器,片内的RAM和ROM的容量相对增大,寻址范围可达64kB,有的片内还带有A/D、D/A转换接口。这类单片机有Intel公司的MCS-51、Motorola公司的6801和Zilog公司的Z8等。这类单片机应用领域较广,其结构和性能还在不断改进和发展。

第四阶段(1982年至今):16位单片机和超8位单片机。该阶段的主要特征是,一方面不断完善高档8位机,改善其结构,以满足不同用户的需要;另一方面发展16位单片机和专用单片机。如Intel公司的16位单片机MCS-96除了CPU为16位外,片内RAM和ROM的容量也进一步增大,带

有高速输入输出部件,多通道 10 位 A/D 转换器,8 个中断优先级,其实时处理能力更强。近几年来,32 位单片机也已进入实用阶段。

1.2.4.2 单片机的发展方向

目前单片机向着大容量、高性能、外围电路内装化、小容量、低价格、低功耗等几个方面发展。

(1) 大容量。以往单片机的 ROM 为 1~4kB, RAM 为 64~128Byte。因此,在某些算法复杂的应用中存储器容量不够,不得不外接扩充。为了适应这个领域的要求,运用新的工艺,使片内存储器大容量化。目前,单片机的 EPROM (或 E²PROM) 一般为 4~64kB, RAM 为 256 字节。今后,随着工艺技术的不断发展,片内存储器容量将进一步扩大。

(2) 高性能。主要是指进一步改进 CPU 性能,加快指令运算的速度和提高系统控制的可靠性,并加强了位处理功能、中断和定时控制功能;采用流水线结构,指令以队列形式出现在 CPU 中,从而有很高的运算速度。有的单片机采用多流水线结构,运算速度要比标准单片机高 10 倍以上,其时钟频率可达 12~40 MHz。

(3) 小容量、低价格。针对某些简单的控制任务,将单片机多余的资源去掉,仅保留能满足上述任务的必要功能,这类单片机的主要用途是把以往用数字逻辑实现的控制功能用小容量、低价格的 4 位或 8 位单片机实现。

(4) 外围电路内装化。随着集成度的不断提高,有可能把众多的外围功能器件集成在片内。除了一般必须具有的 CPU, ROM, RAM, 定时/计数器 等外,片内集成的部件还有模数、数模转换器, DMA 控制器, 声音发生器, 监视定时器, 液晶显示驱动器, 彩色电视机和录像机用的锁相电路等。

(5) 增强 I/O 口功能。有的单片机可直接输出大电流和高电压,进一步增加了单片机并行口的驱动能力,减少了外部驱动芯片。有的单片机设置了高速 I/O 口,能以更快的速度访问外部设备。

随着集成工艺的不断发展,单片机的集成度将更高、体积将更小、功能将更强。

1.3 MCS 系列单片机介绍

自 20 世纪 70 年代以来的 30 多年中,已有 70 多个系列的近 500 多个单片机品种相继问世,在国际上影响较大的产品有:

仙童 (Fairchild) 和 Mostek 公司的 F8, 3870 系列产品;

Nec 公司的 Mcom-87 系列产品;

Zilog 公司的 Z8, Super8 系列产品;
Rockwell 公司的 6500, 6501 系列产品;
Motorola 公司的 6801, 6802, 6803, 6805, 68HCXX 系列产品;
Intel 公司 MCS-48, MCS-51, MCS-96 的系列;
Microchip 公司的 16CXX 和 17CXX 系列;
Philips 公司的 P8XXX 系列;
Atmel 公司的 AT89C5X 系列;
Winbond 公司的 W78E5X/W77E5X 系列;
Texas 公司的 MSP430FXX 系列。

虽然上述产品均有引进,但由于各种原因,我国仍以 MCS-51, MCS-96 及其改进产品为主流系列。

1.3.1 Intel 公司系列单片机介绍

Intel 公司自 1976 年推出 8 位单片机以来,又相继推出了三个系列的几十种单片机,其产品见表 1-1。他们的产品遍及世界各地,销量居单片机生产公司之首。

Intel 公司单片机的 RAM 和 ROM 有三种形式,这三种形式是:片内带掩膜 ROM,片内带 EPROM 和片外接 EPROM 的形式。片内掩膜 ROM 型适合定型大批量应用产品的生产;片内带 EPROM 型适合于研制产品样机;片外接 EPROM 型适于研制新产品。由于片内带 EPROM 的单片机集成度高,使用方便,而成为我国的主流产品,如 Atmel 公司的 AT89C5X 系列,AT89C55 的片内程序存储器容量达 20kB,台湾 Winbond 公司的 EPM78E58 可达 32kB,这两个系列单片机均采用 Intel 公司的 MCS-51 内核,管脚也完全兼容,是目前国内使用最多的单片机。

目前在单片机的应用中,MCS-51 系列单片机基本上能满足用户的一般应用要求,因而它占据着很大的市场份额。MCS-96 系列单片机,特别是其中的 80196 单片机应用也日益广泛。

1.3.2 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机之所以能够占据很大的市场,主要因为具有以下特点:

- (1) 性能价格比大大超过 Z80 等微型计算机;
- (2) 开发用的仿真机研究较早并日趋完善,生产厂家较多;
- (3) 支持芯片种类繁多;
- (4) 新机种不断涌现,适合不同的应用需求。

表 1-1 Intel 公司的主要单片机系列

系列	型号	片内存储器		片外存储器		I/O 口线数		中断源	定时计数器数	封装 DIP
		ROM /EPROM /kB	RAM /Byte	ROM /EPROM /kB	RAM	并行	串行			
MCS-48	8048	1/	64	4	256B	27		2	1×8	40
	8748	/1	64	4	256B	27		2	1×8	40
	8035	—	64	4	256B	27		2	1×8	40
	8049	2/	128	4	256B	27		2	1×8	40
	8749	/2	128	4	256B	27		2	1×8	40
	8039	—	128	4	256B	27		2	1×8	40
MCS-51 (8 位单片机)	8051	4	128	64	64kB	32	UART	5	2×16	40
	8751	/4	128	64	64kB	32	UART	5	2×16	40
	8031	—	128	64	64kB	32	UART	5	2×16	40
	8052AH	8	256	64	64kB	32	UART	5	3×16	40
	8752AH	/8	256	64	64kB	32	UART	5	3×16	40
	8032AH	—	256	64	64kB	32	UART	5	3×16	40
	80C51BH	4	128	64	64kB	32	UART	5	2×16	40
	80C252	8	256	64	64kB	32	UART	7	3×16	40
	87C252	/8	256	64	64kB	32	UART	7	3×16	40
	83C252	—	256	64	64kB	32	UART	7	3×16	40
	80C31BH	—	128	64	64kB	32	UART	5	2×16	40
	87C51BH	4	128	64	64kB	32	UART	5	2×16	40
MCS-96 (16 位单片机)	8094	—	232	64	64kB	32	UART	8	4×16	48
	8095	—	232	64	64kB	32	UART	8	4×16	48
	8096	—	232	64	64kB	48	UART	8	4×16	68
	8097	—	232	64	64kB	48	UART	8	4×16	68
	8394		232	64	64kB	32	UART	8	4×16	48
	8395	8	232	64	64kB	32	UART	8	4×16	48
	8396	8	232	64	64kB	48	UART	8	4×16	68
	8397	8	232	64	64kB	48	UART	8	4×16	68
	8095BH	8	232	64	64kB	48	UART	8	4×16	48
	8096BH		232	64	64kB	48	UART	8	4×16	68
准 16 位 单片机	8098BH		232	64	64kB	48	UART	8	4×16	68
	8398BH	—	232	64	64kB	48	UART	8	4×16	48

表 1-1 所列的只是 MCS-51 系列单片机品种的一部分。按照其存储器配置方式可分为三类：片内 ROM 型、片内带 EPROM (E²PROM) 型和片外 EPROM 型。

如果按功能分，则可划为以下一些类型：

(1) 基本型。有 8031, 8051, 8031A, 8051AH, 8751H, 8751BH 等。8051AH 与 8031 的不同点在于采用了 CMOS 工艺制造。基本型的典型产品是 8031, 其基本特性如下：

- ① 具有 8 位 CPU 和指令系统；
- ② 128 字节的片内 RAM；
- ③ 21 个特殊功能寄存器；
- ④ 32 线并行 I/O 口；
- ⑤ 两个 16 位定时/计数器；
- ⑥ 一个全双工串行口；
- ⑦ 5 个中断源、2 个中断优先级的中断系统；
- ⑧ 无片内 ROM；
- ⑨ 一个片内时钟振荡器和时钟电路；
- ⑩ 片外扩展 64kB 的 ROM 和 64kB 的 RAM。

由此可见，它本身就是一个功能相当强的 8 位微型机。

(2) 增大内部存储器的基本型。此种单片机有 8052AH, 8032AH, 8752BH, 内部 ROM 和 RAM 比基本型增加一倍。

(3) 低功耗基本型。这类型号的单片机有 80C51BH, 80C31BH, 87C51, 它们采用了 CHMOS 工艺，特点是功耗低。另外，87C51 还有两级程序存储器保密系统，可防止非法拷贝程序。

(4) 高级语言型。如 8052AH-BASIC 芯片内固化有 MCS-BASIC52 解释程序。MCS-BASIC52 语言能与汇编程序混合调用。

(5) 可编程计数阵列 (PLA) 型。这些产品都是 CHMOS 器件，如 80C51FA, 83C51FA, 87C51FA, 83C51FB。它们具有两个特点：一是有 5 个比较捕捉模块，每个模块可执行 16 位捕捉正跳变触发、6 位捕捉负跳变触发、16 位软件定时器、16 位高速输出以及 8 位脉冲宽度调制等 6 种功能；另一特点是有一个增强的多机通讯串行接口。

(6) A/D 型。这类单片机 (如 83C51GA, 80C51GA, 87C51GA 等) 具有以下新功能：8 路 8 位 AD 转换器；半双工同步串行接口，16 位监视定时器；扩展的 AD 中断和串行口中断 (使中断源达到 7 个)；振荡器失效检测。

(7) DMA 型。一类是 DMA, GSC 型，如 83C152JA, 80C152JA,

80C152JB 等。这类单片机由新的特殊功能寄存器支持, 具有 DMA 目的地址、DMA 源地址、DMA 字节计数器共 58 个特殊功能寄存器。它们除了具有局部串行通道 LSC 外, 还有一个全局串行通道 GSC (多规程、高性能的串行接口); 另一类是 DMA, FIFO 型, 如 83C452, 80C452, 87C452P 等。此类单片机新增加的功能是: 128 字节的双向先进先出 (FIFO) RAM 阵列, 采用环形指针管理读和写操作; 有两个相同的 DMA 通道, 允许从可写入的存储器到另一个可写入的存储器的高速数据传送; 特殊功能寄存器增至 34 个; 增加先进先出人机接口、DMA0、DMA1 三个中断源。

(8) 多并行口型。此类单片机如 83C451, 80C451。是在 80C51 基础上, 新增加和 P1 口相同的 8 位准双向口 P4 和 P5 和 8 位双向口 P6。它既可以作为标准的输入输出口, 也可以进行选通操作。

1.3.3 MCS-96 系列单片机

MCS-96 系列是真正的 16 位单片机。

1.3.3.1 MCS-96 系列单片机的主要性能特征

(1) 强大的 16 位 CPU。它在结构上最大的特点是没有采用传统的累加器结构, 改用寄存器——寄存器结构, CPU 直接对 256 字节的寄存器空间操作, 消除了累加器结构的瓶颈效应, 提高了操作速度和数据吞吐能力。

(2) 强大、高效的指令系统。可以对有符号的数据进行操作, 有 16 位的乘除指令、符号扩展指令等。很多指令既可以用于双操作数, 也可用于三操作数, 大大提高了编程效率。

(3) 高速输入输出部件。高速输入部件以基于内部定时器产生的实时时钟为时基标准, 记录外部事件发生的时刻; 高速输出部件可以按规定的时刻去触发某一事件。

(4) AD 转换器。在 MCS-96 系列的部分产品中有 8 通道或 4 通道的 10 位 AD 转换器。

(5) 中断系统。有 9 个中断源, 8 个中断优先级, 可应对 20 多个事件。

(6) 输入/输出口。5 个 8 位标准输入/输出口, 用做一般的输入输出, 部分口是多用途的。

(7) 16 位监视定时器。产生软、硬件故障时, 监视定时器将使系统复位。

(8) 可动态配置的总线。在运行过程中, MCS-96 的总线可以动态地配置成 8 位或 16 位, 以适应对外部存储器进行字节操作和字操作的不同需求。

(9) 内部带 ROM 的芯片中, 内部 ROM 的容量为 8kB, 内部 ROM/

EPROM 内容可以加密,并可在运行中对 EPROM 编程。

(10) 256 字节的寄存器阵列和专用寄存器。其中 232 字节为内部寄存器阵列,它有通用寄存器和高速 EPROM 的功能,另外 24 字节为专用寄存器。

以上简单介绍了 MCS-96 系列单片机的性能特点,与 8 位单片机相比,它在性能上确有根本性的突破,所以在运算复杂、数据量大、实时性要求高的场合有更广阔的应用前景。

1.3.3.2 MCS-96 系列单片机的型号及其分类

MCS-96 系列单片机种类很多,表 1-1 仅是其中的一小部分。

按发展年代及功能特点,MCS-96 系列单片机可分为三个子系列:8X9X,8X98,8X9XBH(X 的值为 0-7)。这三个子系列通常简称为 8096,8098,8096BH。

8X9X 是早期的芯片,这类芯片有 8X96,8X97,8X94 和 8X95,其中 8X 又分为 83(带 ROM),87(带 EPROM)和 80(外部扩展存储器),芯片内部存储器空间达 8kB。

在外接存储器时,芯片都是面向 16 位数据总线的。AD 转换没有采样保持器,每次转换时间约为 $42\mu\text{s}$ 。

8X9XBH 是继 8X9X 以后的又一新机种。如 8095BH,8794BH,8797BH 等,8X9XBH 从速度和性能上都有所增加。A/D 转换增加了采样保持器,转换时间为 $21\mu\text{s}$ 。数据总线不仅可以面向 16 位,还可面向 8 位。这使它具有更大的灵活性。

8X98 单片机是这个家族的新成员,它包括统称为 8098 的下列三种型号:

8398-掩膜 ROM(8kB)型;

8795-EPROM(8kB)型;

8098-无片内 ROM 型。

8098 是一种准 16 位机。它的内部结构类似于 16 位机,外部数据总线为 8 位,它具有 16 位机的基本功能,48 个引脚,使用方便,而价格接近 8 位机。

此外,Intel 公司不久前又推出了性能更强的 80C196/198。这种芯片是采用 CMOS 工艺制作而成的,不仅保留了 8X96BH/8X98 的功能,还增加了许多内部指令和 I/O 功能,速度相当于 8X96BH/8X98 的 2 倍,低功耗,具有广泛的应用场合。