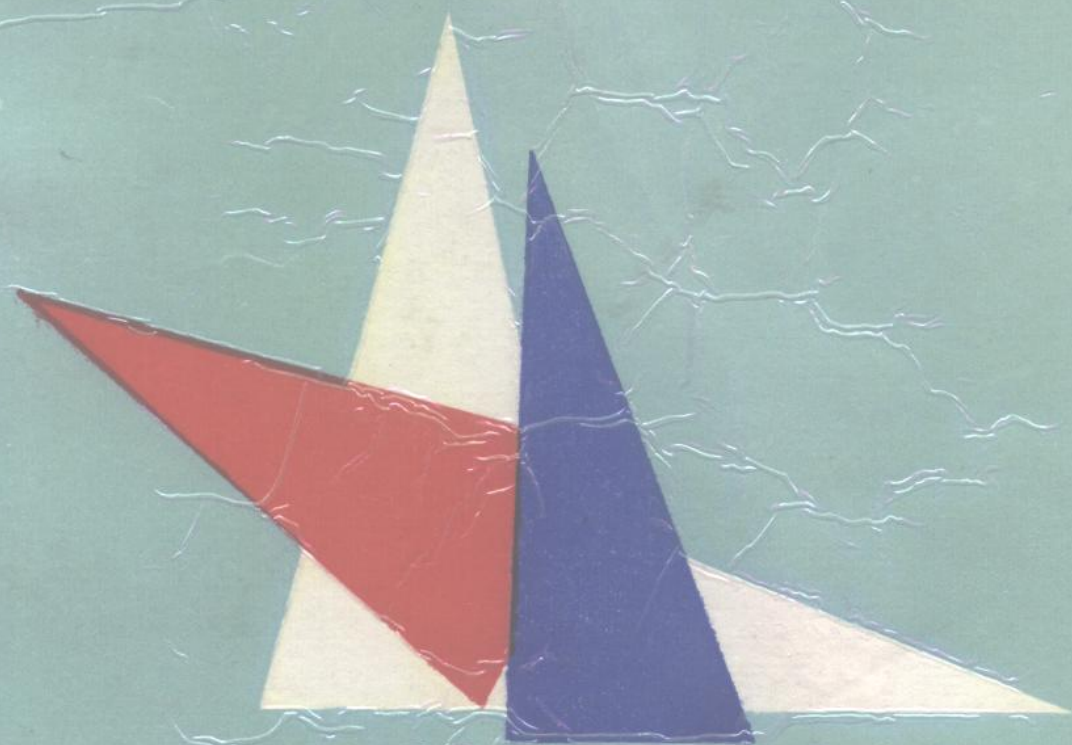


单片计算机的 硬件软件及应用

陈书开 谭汉松 编 著



中南工业大学出版社

单片计算机的 硬件软件及应用

陈书开 谭汉松 编 著

中南工业大学出版社

【湘】新登字010号

单片计算机的硬件软件及应用

陈书开 谭汉松 编著

责任编辑:博文

*

中南工业大学出版社出版发行

国营望城湘江印刷厂印装

新华书店总店北京发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:408千字

1994年12月第1版 1994年12月第1次印刷

印数:0001—7000

*

ISBN 7-81020-675-3/TP·040

定价:12.00元

本书如有印装质量问题,请直接与生产厂家联系解决

内 容 简 介

本书以我国广泛使用的 8 位单片机 MCS-51 系列、16 位单片机 MCS-96 系列为主,较详细地介绍了单片机的内部结构、指令系统、编程方法及应用系统的设计,还介绍了多种新型存贮器与单片机的连接,常用接口电路的设计和单片机的通信应用。最后还详细地介绍了多个应用实例。

本书可作为高等院校及专科学校有关专业的教材,亦可供从事智能仪表、自动测试、自动控制及单片机开发方面的工程技术人员参阅。

前 言

近年来,单片微型计算机发展速度之快、应用范围之广已达到了惊人的地步。单片机的应用也同个人计算机应用一样,已进入国民经济的各个领域之中。除了广泛用于工业控制、智能仪器仪表、智能化设备和专用微电脑等以外,还被广泛应用于航空、通信、气象、交通、医疗、教育、农业和家用电器等各个领域,并发挥出很大的效益。

在计算机应用领域中,单片机已占有不可忽视的重要地位。目前,我国单片机的开发应用正在各个领域兴起,大力推广和应用单片机是非常适合我国国情的。它不仅可以加速计算机技术的普及和应用,还可以加速智能化产品的进程,促进传统产品的更新换代。

8位单片机中的MCS-51系列增强型单片机以优越的性能价格比向曾被广泛使用的TP-801单板机提出了挑战,并正在取而代之。MCS-96系列单片机以其高性能的特点,在国内也得到大力推广应用。MCS-51系列单片机和MCS-96系列单片机易于开发、使用灵活,是国内目前使用最多的两种单片机。估计近几年内它们将仍是国内8位单片机和16位单片机的主流机型。

为了进一步普及单片机的基本知识和应用技术,为了有利于科技人员的专业知识与国民经济和科学技术的发展相适应,为了配合高等院校有关专业的相关课程由TP-801向单片机过渡,我们编写了这本教材。

在编写中,我们注重理论联系实际,用通俗的语言阐述单片机的原理,采取原理与应用相结合,软件与硬件相结合,部件与系统相结合的形式,在整个内容安排上遵循由浅入深、循序渐进的认识规律,力求内容简要实用、概念清楚、重点突出,所以本书虽自成体系,但并不想包罗万象,这样无论对初学者或是有一定基础的工程技术人员,都是颇有裨益的。

全书共分为10章,阐述单片机的基本结构、主要机型及特点、MCS-51系列单片机原理、MCS-96系列单片机原理、8031和8098单片机的应用及系统设计。不仅融入了编者教学、科研的实践体会和成果,还精录了国内外的有关书刊及文献资料中的内容,因此,内容较为全面。

第1章简要介绍了单片机的基本结构单元、TMS系列单片机、F8系列单片机、Z8系列单片机、MC系列单片机、6500/1系列单片机、MCS系列单片机,以及单片机的特点及应用。

第2章、第3章详细地介绍了MCS-51系列单片机内部结构功能、指令系统和编程技术。并在第2章还介绍了与MCS-51系列单片机兼容的一些CHMOS单片机,如80C51、80C31、87C51和80C252。由于这些单片机的功耗极低,因此受到广大用户青睐。

第4章、第5章详细地介绍了目前国内广泛应用的16位单片机——MCS-96系列单片机的内部结构原理、寻址方式和指令系统。

第6章~第10章详细地阐述了单片机应用系统设计、调试、加密和抗干扰措施。并以8031、8098两种机型为例,介绍了存储器扩展方法、接口电路设计、通信应用,以及单片机应用的几个实例。值得指出的是在第7章中还介绍了几种新型存储器及应用,如快速擦写存

储器 (Flash)、随机静态存储器 HM628128、带有地址锁存的 EPROM 87C64 和 87C256、带有输入/输出端口的 EPROM 87C75PF、带有地址锁存器的随机访问存储器 iRAM。介绍这些新型存储器是希望引起我国从事单片机开发和研究人员关注。

本书由长沙电力学院陈书开和中南工业大学谭汉松两人合作编写，其中陈书开编写了第 1、2、3、6、7 章，谭汉松编写了第 4、5、8、9、10 章。在编写过程中，中南工业大学候水英高级工程师为本书的编写做了很多有益的工作。长沙电力学院张大椿教授给予了很大的支持。华北电力学院陈基禄教授审阅了本书部分章节。中南工业大学出版社谢贵良编辑对本书的编写与出版一直非常关心，并给予了大力的支持和帮助，使本书能够很快出版发行。现借出版之际，在此一并表示诚挚的谢意。

由于时间仓促、编者水平有限，本书难免存在错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

1994. 11. 8.

写于长沙

目 录

第1章 单片机微型计算机概述	(1)
1.1 单片计算机的基本结构单元	(1)
1.2 单片微型计算机简介	(2)
1.3 单片计算机的特点及应用	(9)
思考与习题	(10)
第2章 MCS-51 系列单片机内部结构和功能	(11)
2.1 MCS-51 结构框图及引脚	(11)
2.2 中央处理器 CPU	(14)
2.3 MCS-51 存贮器结构	(19)
2.4 并行 I/O 接口	(24)
2.5 定时器/计数器	(26)
2.6 串行 I/O 接口	(30)
2.7 中断系统及其功能	(39)
2.8 CHMOS 单片机简单介绍	(45)
2.9 节电运行方式	(46)
思考与习题	(49)
第3章 MCS-51 指令系统及编程技术	(50)
3.1 指令及其表示方法	(50)
3.2 MCS-51 寻址方式	(52)
3.3 数据传送类指令	(54)
3.4 算术运算指令	(60)
3.5 逻辑运算类指令	(65)
3.6 控制转移类指令	(66)
3.7 位操作类指令	(75)
3.8 程序设计举例	(77)
思考与习题	(87)
第4章 MCS-96 系列单片机的内部结构及功能	(88)
4.1 MCS-96 单片机的主要性能特点	(88)
4.2 MCS-96 单片机的型号、封装及引脚功能	(89)
4.3 CPU 的结构与定时时钟	(93)
4.4 存贮器空间	(95)
4.5 芯片配置寄存器 (CCR)	(97)
4.6 中断系统	(99)
4.7 定时器与高速输入输出部件 HSIO	(99)
4.8 A/D 转换器及模拟输出	(102)

4.9	串行口	(103)
4.10	输入/输出口 $P_0 \sim P_4$	(104)
4.11	监视定时器与系统复位	(107)
4.12	片内 EPROM 的编程	(107)
第5章	MCS-96 系列单片机的指令系统	(109)
5.1	操作数的类型	(109)
5.2	MCS-96 的寻址方式	(109)
5.3	MCS-96 指令系统	(111)
5.4	ASM-96 中常用伪指令	(129)
第6章	单片机应用系统设计方法	(131)
6.1	单片机应用系统设计的要求和特点	(131)
6.2	单片机应用系统设计的一般步骤	(132)
6.3	应用系统调试	(139)
6.4	单片机应用系统的抗干扰措施	(141)
6.5	单片机应用系统程序的加密方法	(144)
第7章	存储器及其扩展方法	(146)
7.1	常用存储器芯片	(146)
7.2	8031 系统扩展存储器的方法	(149)
7.3	8098 系统扩展存储器的方法	(154)
7.4	几种新型存储器在单片机系统中的应用	(158)
第8章	单片机与外设的接口电路设计	(173)
8.1	单片机扩展 8255A 并行接口	(173)
8.2	单片机与可编程芯片 8155H 的接口	(178)
8.3	单片机与显示器键盘接口设计	(185)
8.4	单片机与打印机的接口设计	(201)
8.5	单片机与 ADC、DAC 的接口设计	(207)
第9章	单片机的通信应用	(220)
9.1	数据通信的基本方式	(220)
9.2	多机通信	(222)
9.3	IBM-PC 机与 8031 单片机通信	(223)
9.4	IBM-PC 机与 8098 单片机通信	(230)
第10章	单片机应用实例	(235)
实例 1	用 8031 单片机软件实现组合逻辑电路功能	(235)
实例 2	多功能日历时钟	(240)
实例 3	8098 单片机数据采集系统	(243)
实例 4	单片机在密封玻璃熔炉液位激光自动监视控制系统中的应用	(246)
参考文献		(251)

第1章 单片微型计算机概述

单片微型计算机 (Single-chip Microcomputer) 简称单片机。它是由在一块芯片内集成了计算机的组成单元, 包括中央处理单元 (CPU)、存贮器 (RAM、ROM 或 EPROM)、输入/输出 (I/O) 接口、定时/计数器、时钟电路等。有些单片机除并行 I/O 接口外, 还增添了串行接口、A/D 转换接口等。

单片机是超大规模集成电路工艺技术发展的产物, 它的出现成为微型计算机发展中的一个分支, 以其独特的结构和优点, 深受广大用户欢迎和重视, 发展极为迅速, 应用极为广泛。它的应用已渗透到国民经济和人民生活的诸领域, 可谓无孔不入, 并发挥出很大的效益。

单片计算机已经历了 4 位单片机、8 位低档单片机、8 位高档单片机、16 位单片机。现在正向高性能、高速度、高集成度、大容量、多功能、低功耗、加强 I/O 能力及结构兼容的 32 位和双 CPU 方向发展。

1.1 单片计算机基本结构单元

单片计算机的结构有两种类型: 一种是哈佛 (Harvard) 结构, 即程序存贮器和数据存贮器分开的结构 (见图 1.1), 多数 8 位单片机采用的就是这种结构。例如 Intel 的 MCS-48 系列、MCS-51 系列单片机。另一种是普林斯顿 (Princeton) 结构, 这种结构是通用计算机和微处理器广泛使用的程序存贮器与数据存贮器合二为一的结构 (见图 1.2), Intel 的 MCS-96 系列单片计算机采用的是普林斯顿结构。

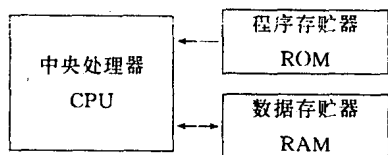


图 1.1

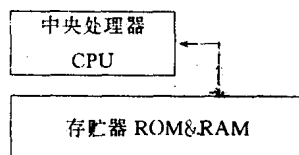


图 1.2

单片计算机无论是采用哈佛结构还是普林斯顿结构, 均包括中央处理单元 CPU、存贮器、输入/输出 (I/O) 接口。

1.1.1 中央处理单元 CPU

CPU 是单片计算机的核心机构, 它决定了单片计算机的主要功能特性。与所有计算机一样, 单片机的 CPU 由算术逻辑运算单元 (ALU) 和控制部件组成, 完成算术、逻辑运算、控制和协调各项基本单元的操作, 其结构因型号不同而异。单片机专用寄存器较少, 而是使用片内 RAM 中的固定单元作特殊功能寄存器。与多片机比较, 单片机没有明显分数据总线和地址总线。

1.1.2 存贮器 RAM 和 ROM

目前, 由于受集成度的限制, 单片机片内的存贮容量较少, 一般 RAM 为 128~256 字节,

ROM 或 EPROM 为 1~8 字节。片内 RAM 仅供 CPU 用作特殊功能寄存器和临时存放数据用。在采用哈佛结构的单片机中,读写存储器 RAM 与只读存储器 ROM 的作用是严格分工的。RAM 是专作数据存储器用的,而 ROM 则是作为程序存储器,只用来存放程序指令及表格和常数等。单片机一般没有监控程序或系统通用管理程序,只存放已调试好了的用户应用程序。

有些单片机内不带 ROM 或 EPROM,由用户在片外另加。

1.1.3 输入/输出 (I/O) 接口

单片机都带数量不等的输入/输出接口。在并行 I/O 接口传输线中,有单向 I/O 接口,也有可编程的双向 I/O 接口。前者仅用作输入或输出,后者可用软件规定它是作输入还是作输出。有的单片机还带串行接口和 A/D、D/A 转换器。

此外,单片机中还有完整的时钟电路、定时/计数器及中断等。单片机的基本结构如图 1.3 所示。

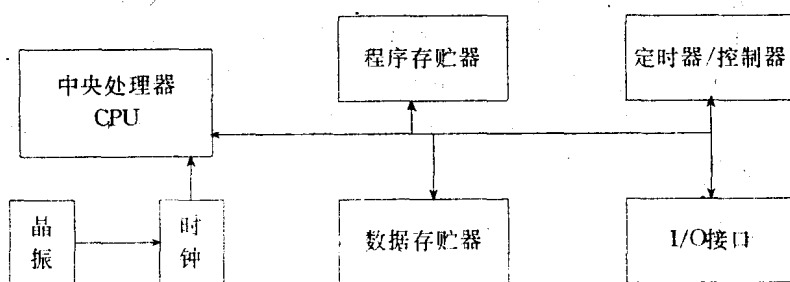


图 1.3 单片机基本结构框图

但是,要使单片机能随意应用,还必须进行应用系统的开发。扩展系统硬件,配置键盘与显示器,编制系统软件,使之与所应用的环境适应,单片机的功能才能得到充分的发挥。

1.2 单片微型计算机简介

单片微型计算机自 70 年代中期间世以来,随着大规模集成电路工艺水平的提高,单片计算机的性能也在不断提高,种类越来越多,既有品种齐全的通用型单片机,又有特殊用途的专用型单片机。

70 年代初期通用的 4 位微计算机和 8 位微计算机问世后,即刻应用于工业控制和一些电子产品之中,吸引了广大用户。当时产品的成本和体积问题使微机应用受到一定的限制。为了解决这个问题,后来就着手研制将一个计算机的基本功能部件集成在一块硅片上,研制成现在的所谓单片微型计算机。自 4 位单片机问世以来,在短短的十多年间,已经历四次更新换代,高性能的新产品不断问世。典型的单片机有: TMS 系列、F8 系列、Z8 系列、MC 系列、6500/1 系列、MCS 系列,下面分别给予介绍。

1.2.1 TMS 系列单片机

TMS 系列单片机是 Texas 仪器公司的产品,该公司已生产出 4 位、8 位、16 位三种 TMS 系列单片机,即 TMS-1000 系列、TMS-9000 系列、TMS-9940 系列。TMS-1000 系列都是 4 位单片机(主要参数见表 1.1)。它们的特点是:数据按 4 位并行输入,按 8 位、11 位、13 位输出;能提供多种控制信号,内部由可编程逻辑阵列(PAL)译码,既便于保密,又可代替

大量的 ROM，为响应组合输入信号提供输出信号。

表 1.1 TMS 1000 系列单片机主要参数

性 能 型 号	片内存贮器		I/O 线	引脚线
	ROM	RAM		
1000	1K	64×4 位	23	28
1100	2K	128×4 位	23	28
1400	4K	128×4 位	23	28
1000C	1K	64×4 位	22	28
1200	1K	64×4 位	25	40
1300	2K	128×4 位	28	40
1600	4K	128×4 位	23	40
1200C	1K	64×4 位	33	40

TMS-7000 系列都是 8 位单片机（主要参数见表 1.2）。TMS-9940 为 16 位单片机，片内有 64 字节 RAM 和 1K 字节 ROM。它的特点是将 RAM 分成四个工作区，给每个区分配一项工作任务。在处理多重任务时，只需要用开关从一个区转换到另一个区，就能迅速执行另一任务。TMS-9940 配有 32 根 I/O 线，需要时可直接扩充到 256 根。

表 1.2 TMS-7000 系列单片机主要参数

性 能 型 号	片内存贮器		定时器/ 计数器	中断源	I/O 接口		引脚数
	ROM	RAM			并行（线）	串行（个）	
7000	无	128×8 位	1	4	32	无	40
7001	无	128×8 位	2	4	32	1	40
7020	2K	128×8 位	1	4	32	无	40
7040	4K	128×8 位	1	4	32	无	40
7041	4K	128×8 位	2	6	32	1	40
70120	12K	128×8 位	1	4	32	无	40

1.2.2 F8 (3870) 系列单片机

F8 (3870) 系列是仙童公司生产的 8 位单片机，其性能见表 1.3。该单片机有一个 8 位定时器/计数器，工作方式有三种：内部定时方式、脉冲宽度测量方式和外部事件计数方式。片内有 64~128 字节的 RAM，对 RAM 和 ROM 用完全不同的指令来寻址。在 RAM 中前 12 个单元可以直接寻址，因此可以作第二累加器 A 使用，其余的 RAM 单元是通过间址寄存器 ISAR 间接寻址。3870 单片机的指令多为单字节，部分为双字节及三字节。

3870 单片机为用户提供了能力较强的输入/输出 (I/O) 接口。由于该系列单片机开发较早，容量较大，所以已广泛用于彩电频道自动转换、电子炉和家用洗衣机等方面。

表 1.3 F8 (3870) 系列单片机的主要参数

性能 型号	片内存储器			I/O 接口		定时器/ 计数器	中 断
	ROM	EPROM	RAM	并行 (线)	串行 (个)		
3870	1K~2K	无	64	4×8	无	1	1
38E70	无	2K	64	4×8	无	1	1
38P70	无	无	128	4×8	无	1	1
38C70	2K	无	64	4×8	无	1	1
3872/42	4K	无	128	4×8	无	1	1
3873	1K~2K	无	64	3×8 1×5	1	1	1
3875/42	2K~4K	无	128	4×8 2×8	无	1	1

1.2.3 Z8 系列单片机

Z8 系列单片机是 Zilog 公司的产品, 它的结构与 Z80 及 Z8000 相似, 另外, 它可通过三总线扩展 64KB 的 ROM 和 64KB 的 RAM。

1. Z8 系列单片机的结构

Z8 片内设立了一个 144 个字节的寄存器文件, 它包括: 4 个 I/O 接口寄存器; 124 个字节的通用寄存器 (可作为累加器、存储器地址指针和变址寄存器使用); 16 个字节的控制/状态寄存器, 供系统各种工作方式的预编程设置状态用。

Z8 片内有两个 8 位定时器/计数器, 每个都带有 6 位预计数器。

Z8 片内有两个全双工的串行异步 I/O 通讯通道, 不用 CPU 干预, 传送数据的速率可达 62K 位/秒。

Z8 具有较强的中断处理能力, 可接受来自 8 个中断源的 6 个种类的中断申请。其中三种分别用作片内的定时/计数器和串行接口的输入输出、P₃ 口的输入。另三种对外开发。所有中断均为向量中断。可用软件禁止或允许整体中断, 也可以屏蔽或开断个别中断源。还可用程序规定各类中断的优先权。

Z8 单片机具有 4 个 8 位的输入/输出 (I/O) 接口, 完成和外部的数据传输、控制信息的传送以及地址信息的输出等任务。

2. Z8 系列单片机的主要参数及分类

Z8 单片机根据其内部结构不同, 可分为 Z8-1、Z8-2、Z8-3 三种类型。

Z8-1 类型单片机根据 ROM 结构不同又分为: 内部含有 2K 字节 ROM 的 Z8601、内部含有 4K 字节 ROM 的 Z8611、内部无 ROM 的 Z8681、内部 2K 字节的 ROM 中已编有 BASIC/Debug 编辑程序的 Z8671 等。

Z8-2 类型根据寻址和控制方式不同又可分为 Z8602 和 Z8612、以及 Z8091/2。

Z8-3 类型根据背载插座引脚功能又可分为 Z8603、Z8613、Z8093/4。

Z8 单片机的主要参数见表 1.4。

表 1.4 Z8 系列单片机的主要参数

Z-1 类型 (40 引脚)	Z-2 类型 (64 引脚)	Z-3 类型 (背 驼)	片内存贮器		I/O		定时/ 计数器	中断源
			ROM	RAM	并行	串行		
Z8601	Z8602	Z8603	2K	128	4×8	1	2×8	6
Z8611	Z8612	Z8613	4K	128	4×8	1	2×8	6
Z8681			无	128	4×8	1	2×8	6
Z8691			固化 BASIC	128	4×8	1	2×8	6
Z8090	Z8091/2	Z8093/4	2K	256	4×8	1	2×8	6

1.2.4 MC 系列单片机

1. MC6801 单片机

MC6801 系列是 MC6800 的扩展型单片机,它不仅具有 6800 CPU 的全部功能,能与 M6800 微处理器兼容,而且还在 M6800 微处理器的 72 条指令基础上,另增加 16 条指令(包括乘法指令),以计时/计数器与串行 I/O 接口。其性能见表 1.5。

表 1.5 MC6801 单片机的主要参数

性 能 型 号	片内存贮器		I/O 接口		定时/计数器	A/D	引脚
	ROM	RAM	并行	串行			
MC6801	2K	128	29	1	16 位 3 定时	无	40
MC68701	2K EPROM	128	29	1	16 位 3 定时	无	40
MC6803	无		29	1		无	40
HD6801	4K	128	29	1	16 位 3 定时	无	40
6801V1	4K	128	29	1	16 位 3 定时	无	40
6801M1	无	128	29	1	16 位 3 定时	无	40
68A01	2K	128	29	1	16 位 3 定时	无	40
68A02	2K	128	29	1	16 位 3 定时	无	40
68HC11	4K	256	29	2		8×8	40

2. MC6805 系列单片机

6805 系列是 6801 的简化型或控制型,简去了部分暂存器等,而增加了控制功能,其主要参数见表 1.6。

表 1.6 MC6805 系列单片机主要参数

性 能 型 号	片内存贮器		双 向 I/O	单 向 I/O	A/D	引 脚
	ROM	RAM				
6805P2	1.1K	64	20	无		28
6805V2	2K	64	24	8		40
6865R2	2K	64	24	6	4	40
68705P3	EPROM 1.8K	112	20		无	28

续上表

性 能 型 号	片内存贮器		双 向 I/O	单 向 I/O	A/D	引 脚
	ROM	RAM				
6805R3	3.8K	112	24	6	4	40
6805U3	3.8K	112	24	8		40
6805V3	EPROM 1.8K	112	24	8		40
68705R3	EPROM 1.8K	112	24	6	4	40
6805T2	1.5K	64	19			28
6805P4	1.1K	112	20			28
6805P6	1.8K	64	20			28

MC6805 和 MC6800 一样, 有 72 条指令。它有 28 脚和 40 脚两种封装。6805 除基本型号外, 还有许多变型, 它们之间的区别在于 ROM、RAM 存贮空间大小不同, ROM 是 EPROM 还是掩膜 ROM, 以及是否有 A/D 转换器、自检 ROM、串行接口、过零检测器等等。但是, 基本型号和变型在结构、功能大体是一致的。

MC6805 系列单片机在执行程序过程中, 可响应三种中断, 即: 内部定时器产生的中断、执行软中断指令产生的中断以及从外部 $\overline{\text{INT}}$ 端输入的外部中断。其中执行软中断指令产生的内部中断是不可屏蔽的一种中断。

1.2.5 6500/1 系列单片机

6500/1 单片机是在 6502 微处理器的基础上研制出来的, 其指令系统与 6502 相同, 并增加了部分指令。片内 RAM 可由单独电源保持待机。根据片内存贮器和片外存贮器空间以及 I/O 接口、中断、引脚数不同, 可分为 6500/1 型、6500/11 型、6500/12 型和 6500/13 型。还有 6500/41、6500/42、6500/43 三种从属型。其中三种从属型单片机, 可与 6500/6800 或者 Z80/8080 总线联接作通用外设控制器用。其主要参数见表 1.7。

表 1.7 6500/1 系列单片机的主要参数

性 能 型 号	存贮器 (字节)			定时器 事件计数	中断	I/O 接口		引 脚
	片 内 ROM	片 内 RAM	片 外			并行	串行	
6500/1	2K	64	0	1×16	3	32		
6500/11	3K	192	16K	2×16		32		40
6500/12	3K	192	16K	2×16	5	56	1	
6500/13	256	192	64K	2×16		32		64
6500/41	1.5K	64	4K	1×16	4	23		40
6500/42	1.5K	64	4K	1×16	4	47		
6500/43	256	64	8K/4K	1×16	5	23		64

1.2.6 MCS 系列单片机

Intel 公司于 1976 年研究出 8048 单片机以来, 发展迅速, 已形成三种系列、品种齐全。其中, MCS-48 系列为 8 位单片机, MCS-51 系列为高性能 8 位单片机, MCS-96 系列为高档 16 位单片机。目前我国使用较多的是这三种系列单片机。

1. MCS-48 系列单片机

这个系列的单片机包括：8048、8748、8035、8049、8749、8039、8050、8040、8741、8041 等机器。其中 8035 机和 8039 是片内无 ROM 的两种兼容的单片机，但 8039 片内 RAM 容量是 8035 的两倍。8048 片内带有 1K 字节 ROM 和 64 字节 RAM，而 8049 片内 ROM 和 RAM 容量为 4048 的两倍。8748、8041 和 8749 片内带有 1~2K 字节的 EPROM。其主要性能见表 1.8，型号中标有“C”字的产品为 CHMOS 单片机，标有“L”字的具有掉电处理的单片机。

表 1.8 MCS-48 系列单片机的主要性能

性 能 型 号	片内存贮器			I/O	外部 中断	定时/ 计数器	寻址范围	
	ROM	EPROM	RAM				EPROM	RAM
8048AH 80C48	1K	—	64	27	1	1×8 位	4K	256
8748	—	1K	64	27	1	1×8 位	4K	256
8035AHL 80C35	—	—	64	27	1	1×8 位	4K	256
8049AH 80C49	2K	—	128	27	1	1×8 位	4K	256
8749H	—	2K	128	27	1	1×8 位	4K	256
8039AHL 80C39	—	—	128	27	1	1×8 位	4K	256
8050AH 80C50	4K	—	256	27	1	1×8 位	4K	256
8040AHL 80C40	—	—	256	27	1	1×8 位	4K	256
8741	1K	—	64	27	0	1×8 位	不可	不可
8041	—	1K	64	27	0	1×8 位	不可	不可

MCS-48 系列单片机为高效率的控制处理机和算术处理机，是早几年国内外使用最多的一种单片机。其主要特点是：它具有丰富的指令系统，共有 96 条指令，其中 70% 为单字节指令，其余的指令也都只有两个字节，机器周期为 $2.5\mu s$ ，所有的指令为 1~2 个周期，片内有可编程的定时器/计数器，8 级堆栈，两个工作寄存器，外围电路与 8080/8085 兼容，40 引脚双列直插式封装，单一 5V 电源供电。

MCS-48 系列单片机所提供的指令系统能使用户对输入/输出(I/O)接口内的各根传输线直接进行置位或复位，还提供了检测累加器 A 中任何一位的能力，各种查表和转移指令使该系列的单片机能高效率地实现许多逻辑功能。

2. MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列是属于 8 位高档单片计算机。它在总结 MCS-48 系列单片机的基础上，扩大了片内存贮容量、外部寻址空间、并行输入/输出(I/O)接口；新增加了全双工串行 I/O 口和中断源及优先权；增强了指令及寻址功能，增加了乘、除法和位操作等功能。尤其是它特有的布尔(位)处理器，对于实时逻辑控制处理具有突出的优点。

MCS-51 系列的典型产品有：8051、8751、8031 三种机型，其主要性能见表 1.9。

表 1.9 MCS-51 系列单片机的主要参数

特 性 \ 型 号	8051	80C51	8751	8031	80C31	8052	8032	8044
片内 ROM 或 EPROM	4K	4K	4K	—	—	8K	—	4K
片内 RAM	128	128	128	128	128	256	256	192
程序存储器扩展	64K	64K	64K	64K	64K	64K	64K	64K
数据存储器扩展	64K	64K	64K	64K	64K	64K	64K	64K
最高时钟频率	12MHz	12MHz	12MHz	12MHz	12MHz	12MHz	12MHz	12MHz
典型指令执行时间	1 μ s	1 μ s	1 μ s	1 μ s	1 μ s	1 μ s	1 μ s	1 μ s
16 位定时器/计数器	2	2	2	2	2	3	3	1
并行 I/O 口	32	32	32	16	16	32	16	32
串行 I/O 口	同步方式和异步方式: 9 位或 10 位							
中断线	5	5	5	5	5	6	6	5
电功耗 (mA)	125	24	185	175	24	160	160	200
掉电方式 (mA)	10	50 μ A	20	10	50 μ A	10	10	30
冻结方式 (μ A)	—	3.0	—	—	3.0	—	—	—

MCS-51 系列单片机片内包含有一个 8 位微处理器、21 个专用寄存器、128 个字节的 RAM、4K/8K 字节的 ROM (或 EPROM)、4 个 8 位并行 I/O 口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时器/计数器,并具有编程的四种工作方式、设有 5/6 个中断源 (每个中断源提供两个优先权,允许中断嵌套)、对逻辑操作具有位寻址能力并带有振荡器和定时电路。

8044 是 MCS-51 系列中的一种新型单片机。它在 8051 单片机的基础上增加了串行接口单元 (SIU),专门负责串行通信管理,它符合 HDLC/SDLC 规约,实现 HDLC/SDLC 通信功能,可构成位总线结构的单片机局部网络。其最大传输速率可达 2.4Mb/s,最大传输距离可达 13.2km,最多节点可达 250 个。它亦有 8044、8744 和 8344 三种机器。

80C51 和 80C31 是荷兰飞利浦公司获 Intel 授权生产与 Intel 8051 单片机完全兼容的产品。该公司还生产了 PCF 80C552/83C552/80C562 等 C-HMOS 单片机。由于 CMOS 与 HMOS 工艺的结合,既保持了 HOMS 高速和高封装度的特点,又具有 COMS 低功耗的优点。

C-HMOS 工艺的单片机具有掉电保护和冻结运行两种方式。

掉电保护方式:在突然掉电时,单片机可及时由备用电源供电,仅保护 RAM 中的内容不被丢失,而其它功能部件均停止工作。这时整个单片机吸收电流 10 μ A 左右,整机的功耗降到最小值。

冻结运行方式:用软件使单片机进入冻结运行方式,此时微处理机停止工作,只留定时器和中断系统工作,也只在定时器或外部提出中断信号时才能结束冻结状态。

C-HMOS 工艺的单片机让用户享有最高性能价格比。

对于实时控制、智能仪器仪表、自动机床等诸多较高层次的应用,8 位单片机在性能、价格方面有较好的兼顾。MCS-51 系列是目前国内普遍选用的机种。特别是 8031 单片机以优越的性能价格比、易于开发、使用灵活而见长,更适合于推广应用。所以,我们将详细介绍 8031 单片机硬件软件及其应用。

3. MCS-96 系列单片机

MCS-96 系列是 Intel 公司推出的第三代单片机,也是国内流行的三个主要系列单片机之一,另外两个就是前面已介绍过的 MCS-51 系列和 MCS-48 系列单片机。它与这两个系列单片机比较,主要有两个特点:第一,集成度高;第二,运算速度快。

Intel 于 1988 年推出的 8098 单片机,是 MCS-96 系列中的一种准 16 位单片机,即外部数据总线为 8 位,而软件上又与 16 位计算机相兼容(故指令系统相同)。经过改进的 8098 单片机,既能工作在准 16 位状态,又能工作在真 16 位状态。8098 这个支系列有三种型号单片机:8098、8398、8798。它们都是采用 48 脚双列直插封装。

在内部结构和功能方面,8098 与 8095BH 相同,8398 与 8395BH 相同,8798 与 8795BH 相同,但外部数据总线设置为 8 位,这样使用户系统更简单。因为内部运算不变(仍为 16 位),所以运算速度很快。

8098 与标准 8096 比较,片内无 P_1 口,只有四路 10 位带采样保持的 A/D 转换。在复位时把 2018H 的内容写入片内配置寄存器 CCR 中。

MCS-96 系列按照片内有无 ROM 或 EPROM、有无 A/D、是 68 脚还是 48 脚等因素,分成多种不同的型号。片内无 ROM 的芯片,其型号前面两位数字为 80、片内带 ROM 的芯片,其型号前面两位数字为 83,片内带 EPROM 的芯片,其型号前面两位数字为 87。各型号的第四位数字为 4 或 6 的芯片,片内无 A/D,为 5 或 7 的芯片,其片内带 A/D。型号末尾带 BH 的芯片比型号末尾为-90 的芯片,在性能上前者比后者更强,但两者完全兼容。我们将在第 4 章和第 5 章详细介绍 MCS-96 系列单片机。

1.3 单片计算机的特点及应用

1.3.1 单片计算机的特点

单片机除了体积小,价格便宜外,还具有以下一些特点:

(1) 具有通用性和灵活性。单片机与微型计算机一样,它是按照用户给的程序去工作的。用户可以根据应用需要去开发它。单片机不仅可应用于生产各领域,还可应用于生活领域。若要想改变一个单片机应用产品的功能,硬件可以基本不变,只需改变固定在存储器中的程序,就能实现产品的功能更新。

(2) 面向控制。单片机的指令系统适合实时控制。它有丰富的条件分支转换逻辑,位处理功能很强,而且中央处理单元 CPU 逻辑控制功能也很强,运行速度快。所以特别适合于工业控制、仪器仪表及数据采集诸领域。

(3) 可靠性高、抗干扰能力强。由于单片机把各个功能部件集成在一块芯片上,这样不仅大大缩短了系统内部信息传输的距离,而且也有效地减少了外部干扰,提高了可靠性。

(4) 具有掉电保护。

(5) I/O 接口功能很强,便于系统扩展。

(6) 应用研制周期短,开发效率高。一般微型计算机应用研制周期时间较长,而单片机应用研制周期较短。因为单片机开发较简单,只要通过简易开发装置,就可实现在线开发,即直接在实际环境中开发。当它一旦开发成功,就可付诸实际应用。

1.3.2 单片计算机的应用

单片机发展速度之快、应用范围之广泛已达到了惊人的地步。单片机的应用也同微型计算机应用一样,已进入国民经济各个领域之中。除了广泛应用于工业控制、仪器仪表、计算