

单片机设计与应用 基础教程

陆子明 徐长根 编著



国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

照片的设计与应用 基础教程

（第二版）



清华大学出版社

清华大学出版社

单片机设计与应用基础教程

陆子明 徐长根 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要讲述了微型计算机结构、单片机设计的方法和一些基本单片机的结构与原理。基本常识方面介绍了单片机的发展及其意义,从单片机程序设计的基本指令功能、编程步骤和技巧来讲述单片机编程,并对 MCS-51 单片机的结构和原理进行讲述。最后对单片机系统的扩展以及接口技术、单片机的关键技术进行描述。

本书的最大特点是从当前单片机的基本设计常识入手,面对单片机设计的人门者和专业人士,讲述现有单片机设计技术和应用。本书最后通过大量实例对单片机的应用进行分析,所选用的实例具有一定的代表性,目的是让单片机的初学者和从事单片机应用的开发人员根据实际需要来选择应用。该书的读者对象主要是单片机设计的初学者和有一定基础的专业人士,它从最基本的原理入手,对初学者具有领路的意义;同时在书中对单片机系统的扩展和应用进行了讲述和分析,所以对专业人士也具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

单片机设计与应用基础教程 / 陆子明,徐长根编著.
北京:国防工业出版社,2005.1
ISBN 7-118-03611-0

I. 单... II. ①陆...②徐... III. 单片微型计算机-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 088996 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 462 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:27.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: 68428422

发行邮购: 68414474

发行传真: 68411535

发行业务: 68472764

前 言

单片机从诞生到现在只有几十年时间，而它却以具有体积小、可靠性好、功能强大、方便灵活等许多优点而得到广泛应用。单片机的应用可以分为单机应用和多机应用。在单机应用方面，主要指在一个应用系统中，只使用一片单片机，这是当前用得比较多的方式，其应用领域主要有：测控系统、智能仪器仪表、机电一体化产品和智能接口等领域。多机应用系统可以分为功能集散系统、并行多机控制系统和局部网络系统。功能集散系统是为了满足工程系统多种外围功能要求而设置的多机系统，如加工中心的计算机控制系统；并行多机控制系统主要用于解决工程应用系统的快速性问题，以便构成大型实时工程应用系统，典型的有快速并行数据采集处理系统、实时图像处理系统等；局部网络系统主要是分布式测控系统，单片机主要用于系统中的通信控制，以及构成各种测控用子级系统。

单片机是 20 世纪 70 年代中期发展起来的一种大规模集成电路芯片，是集 CPU、RAM、ROM、I/O 接口和中断系统与统一硅片的器件。

在 1971 年 11 月，美国 Intel 公司推出了 4004 微处理器，这是最早出现的微处理器。1972 年 4 月 Intel 公司又研制成功了功能更强的 8 位微处理器 Intel 8008，这也是最早的 8 位微处理器。8 位微处理器的典型代表是 1974 年 Intel 公司推出的 8080。

1974 年—1978 年以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。这个阶段生产的单片机已经能够在单块芯片内集成有 8 位中央处理器 CPU、随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、并行输入输出接口 (I/O)、8 位定时器/计数器等功能部件，但性能低、品种少，应用范围也不广。

从 1978 年开始到 1982 年出现了高性能单片机。此类单片机有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等，这类单片机的应用领域非常广泛，其中 MCS-51 系列产品以其优良的性价比，特别适合我国的国情，目前，MCS-51 已经在国内的各个领域得到广泛应用。

1983 年以后，此阶段为 8 位单片机和 16 位单片机并行发展的时代。最早的 16 位微处理器出现在 1974 年，此阶段一方面发展 16 位单片机及专用单片机，另一方面不断完善高档 8 位单片机以满足不同的用户需要。其代表产品有 MCS-96 系列、TI 公司的 TM9900、NEC 公司的 783** 系列和 NS 公司的 HPC16040 等。

1981 年 Intel 公司的 32 位微处理器 iAPX432 开始问世，真正在市场中开始广泛应用的 32 位微处理器是 1985 年由 Intel 公司推出的 80386，它集成了 275 000 个器件。

在国内，由于单片机的功能强、体积小、可靠性好和价格便宜等独特优点，因而受到人们的高度重视，取得了一系列科研成果，成为传统工业技术改造和新产品换代的理想机种。

IV

本书以 MCS-51 单片机为主线，全面而翔实地论述了单片机及应用系统的结构、原理和应用。本书共分 10 章，首先对单片机的发展、应用及计算机的基本常识进行了简单介绍；从第 3 章开始介绍了单片机的基本指令功能，并对单片机的编程步骤、方法和技巧进行了详细描述，通过几个单片机汇编语言程序实例的介绍，帮助读者对单片机的程序设计有更进一步的了解；第 4 章及后面的章节以具有代表性的 MCS-51 为例，对单片机的内部结构及其原理进行了详细说明。另外本书还介绍了单片机的模/数和数/模转换、子系统扩展、接口技术及单片机系统加密技术、数据采集浮点放大技术、可靠性技术等。书中详细介绍了单片机实际应用中的几项关键技术；并通过大量有代表性的实例使得读者对于单片机的应用有更深入的认识。

本书深入浅出，循序渐进，所选用的实例具有一定的代表性，目的是让单片机的初学者和从事单片机应用的开发人员根据实际需要来选择应用。本书可供单片机设计的初学者和有一定基础的专业人士参考。

由于作者的水平和经验有限，本书难免有不当之处，恳请读者多加指正。

编者
2004.8

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 单片机的发展及意义	1
1.2 单片机结构及品类	2
1.2.1 单片机内部结构	2
1.2.2 单片机的品类	3
1.3 单片机的应用特点	7
1.3.1 单片机控制系统的一般模式	8
1.3.2 单片机应用控制系统的研制过程	8
第 2 章 微型计算机基本常识	16
2.1 数的表示与计算	16
2.1.1 进位计数制	16
2.1.2 二进制的运算	18
2.1.3 二进制中带符号数的表示及运算	21
2.1.4 数的小数点表示	25
2.1.5 常用编码	26
2.2 基本数字逻辑电路	29
2.2.1 门电路的逻辑代数	30
2.2.2 组合逻辑电路简介	31
2.2.3 时序逻辑电路	32
2.2.4 逻辑电路常用器件	33
2.3 微型计算机的组成及工作过程	34
2.3.1 微型计算机系统的概念	34
2.3.2 微处理器和微型计算机的组成	34
2.3.3 微型计算机的工作过程	36
2.3.4 单片机技术发展现状	38
第 3 章 单片机程序设计	41
3.1 指令功能	41
3.1.1 指令的表示形式	41
3.1.2 指令格式	41
3.1.3 指令系统的寻址方式	42

3.1.4	指令功能	43
3.2	编程步骤	50
3.3	汇编语言程序举例	52
3.3.1	汇编语言特点	52
3.3.2	汇编语言的基本结构	54
3.3.3	定时程序	68
3.3.4	查表程序	73
3.3.5	数据极值查找程序	77
3.3.6	数据排序程序	80
3.3.7	数据检索程序	86
第 4 章	MCS-51 单片机的结构与原理	87
4.1	MCS-51 单片机的结构	87
4.1.1	MCS-51 单片机的基本组成	87
4.1.2	MCS-51 单片机内部结构	88
4.2	MCS-51 单片机引脚及其功能	93
4.3	8051 存储器配置	96
4.3.1	程序存储器扩展	96
4.3.2	数据存储器扩展	97
4.4	CPU 时序和其他电路	97
4.4.1	片内振荡及时钟信号的产生	97
4.4.2	机器周期和指令周期	98
4.4.3	CPU 取指、执行周期时序	98
4.4.4	访问外部 ROM 和外部 RAM 的操作时序	100
4.5	I/O 端口结构	101
4.5.1	串行 I/O 端口	101
4.5.2	并行 I/O 端口	102
4.6	串行接口	102
4.6.1	串行通信的基本知识	103
4.6.2	串行接口	107
4.7	中断系统	110
4.7.1	I/O 方式	110
4.7.2	中断的概念	112
4.7.3	MCS-51 中断系统结构及中断控制	112
4.7.4	中断响应过程以及响应时间	117
第 5 章	单片机模/数及数/模转换	119
5.1	模/数转换接口及应用	119
5.1.1	A/D 转换器概述	119

5.1.2	MCS-51 和 A/D 的接口	127
5.1.3	应用举例 (A/D 转换)	136
5.2	数/模转换接口及应用	143
5.2.1	D/A 转换器接口的技术性能指标	144
5.2.2	单缓冲方式的接口与应用	145
5.2.3	双缓冲方式的接口与应用	146
5.2.4	应用举例 (D/A 转换)	147
5.2.5	A/D 和 D/A 转换中的若干技术问题	151
第 6 章	单片机子系统扩展及接口技术	158
6.1	扩展程序存储器	158
6.1.1	常用的程序存储器芯片及程序存储器扩展技术	158
6.1.2	8051 扩展 2KB RAM	177
6.1.3	8031 扩展 8K 字节 EEPROM	180
6.2	并行 I/O 端口的直接应用	184
6.2.1	I/O 端口的直接输入/输出	184
6.2.2	BCD 码拨盘输入端口	184
6.3	可编程并行 I/O 端口器件的扩展技术	187
6.3.1	扩展 8255A 可编程外围并行端口芯片	188
6.3.2	扩展 8155 可编程外围并行端口芯片	192
6.3.3	扩展多片 I/O 端口及存储器的实例	197
6.4	键盘与显示器接口技术	199
6.4.1	键盘与接口技术	199
6.4.2	LED 显示器与接口技术	206
第 7 章	单片机的几项关键技术	212
7.1	单片机系统加密技术	212
7.1.1	硬件加密技术	212
7.1.2	软件加密技术	214
7.1.3	软硬件相结合的加密技术	215
7.2	单片机数据采集浮点放大技术	219
7.3	单片机可靠性技术	222
7.3.1	系统干扰的主要来源和可靠性设计的一般方法	222
7.3.2	防止程序出轨的软硬件措施	224
7.3.3	电源及其净化技术	227
7.3.4	屏蔽技术	231
7.3.5	隔离技术	233
7.3.6	抑制反电势干扰	234
7.3.7	编程中的抗干扰	234

7.3.8 A/D 和 D/A 转换器的抗干扰措施	235
第 8 章 单片机在监测及控制子系统中的应用	237
8.1 单片机测控小系统前向电路	237
8.1.1 传感器简介	238
8.1.2 传感器的基本性能	239
8.2 数字滤波程序	243
8.3 数据采集	250
8.4 布尔处理的应用举例	256
第 9 章 单片机的应用举例	265
9.1 最小系统实验	268
9.1.1 最小系统实验一	268
9.1.2 最小系统实验二	269
9.1.3 最小系统实验三	273
9.2 打印机接口实验	277
9.3 串口异步通信实验	280
9.3.1 串口异步通信实验	280
9.3.2 异步串口通信扩展的实验	284
9.4 高速数据采集系统	288
9.4.1 系统的结构方案设计	289
9.4.2 多路并行 A/D 系统的工作原理及功能	293
9.4.3 系统软件设计	299
参考文献	312

第 1 章 概 述

1.1 单片机的发展及意义

单片微型计算机是微型计算机的一个重要分支，简称单片机。单片微型计算机是把组成微型计算机的各个功能部件：中央处理器（CPU）、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、输入/输出接口（I/O）、定时器、计数器及串行通信接口等采用大规模集成技术集成制作在一块芯片中，构成一个完整的微型计算机。它特别适用于控制领域，其结构和指令功能都是按照工业控制要求来设计的，因而又叫做单片微控制器（Single Chip Microcontroller），在国外也把它叫做单片微型计算机（Single Chip Microcontroller）。

单片机出现的历史并不长，它的产生和发展与微处理器大体上同步，其发展通常可以分为以下几个发展阶段。

1. 第一阶段(1971 年—1974 年)

这是单片机发展的起步阶段。在 1971 年 11 月，美国 Intel 公司推出了 4004 微处理器，这是最早出现的微处理器，它采用 PMOS 工艺，平均指令周期约 $20\mu\text{s}$ 。它是集成了 2000 只晶体管/片的 4 位微处理器，并且配有随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM 和移位寄存器等芯片，构成第一台 MCS-4 微型计算机。1972 年 4 月 Intel 公司又研制成功了功能更强的 8 位微处理器 Intel 8008，这也是最早的 8 位微处理器，8 位微处理器的典型代表是 1974 年 Intel 公司推出的 8080。在此期间，即 1974 年美国仙童（Fairchild）公司也研制成了 F8 微处理器，该机由两块集成电路芯片组成，具有与众不同的指令系统，深受民用电器和仪器仪表领域的欢迎和重视。这些微处理器还不是单片机，但是由此拉开了单片机研制的序幕。

2. 第二阶段(1974 年—1978 年)

这是初级单片机阶段。这阶段以 Intel 公司的 MCS-48 为代表，该系列单片机无串行口，其寻址范围不大于 4K。这个阶段生产的单片机已经能够在单块芯片内集成有 8 位中央处理器（CPU）、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、并行输入/输出接口（I/O）、8 位定时器/计数器等功能部件，但性能低、品种少，应用范围也不广。

3. 第三阶段(1978 年—1982 年)

此阶段为高性能单片机阶段。这一阶段的单片机一般带有串行口，有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器，它和前两个阶段相比，其存储容量和寻址范围增大，而且中断源、并行 I/O 接口和定时器/计数器个数有了不同程度的增加。在指令系统方面普遍增加了乘除法和比较指令，有的片内还带有 A/D 转换器接口。此类单片机有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等，这类单片机的应用领域非常广泛，

其中 MCS-51 系列产品以其优良的性价比，特别适合我国的国情，目前，MCS-51 已经在国内的各个领域得到广泛应用。

4. 第四阶段(1983 年以后)

此阶段为 8 位单片机和 16 位单片机并行发展的时代。最早的 16 位微处理器出现在 1974 年，现在 16 位微处理芯片已经进入超大规模集成电路行列，如 Intel 80286 就包含了 13000 个器件。此阶段一方面发展 16 位单片机及专用单片机，另一方面不断完善高档 8 位单片机以满足不同的用户需要。16 位单片机特点是工艺先进、集成度高和内部功能强，其加法运算速度可以达到 $1\mu\text{s}$ ，而且允许用户采用面向工业控制的专用语言，如 PL/M、PLUS C 和 Forth 语言等。其代表产品有 MCS-96 系列、TI 公司的 TM9900、NEC 公司的 783**系列和 NS 公司的 HPC16040 等。

5. 第五阶段

32 位单片机。1981 年 Intel 公司的 32 位微处理器 iAPX432 开始问世，真正在市场中开始广泛应用的 32 位微处理器是 1985 年由 Intel 公司推出的 80386，它集成了 275000 个器件。

1.2 单片机结构及品类

1.2.1 单片机内部结构

为了方便地学习后面的知识，现对单片机内部的基本结构进行介绍。单片机内部的基本结构如图 1-1 所示。

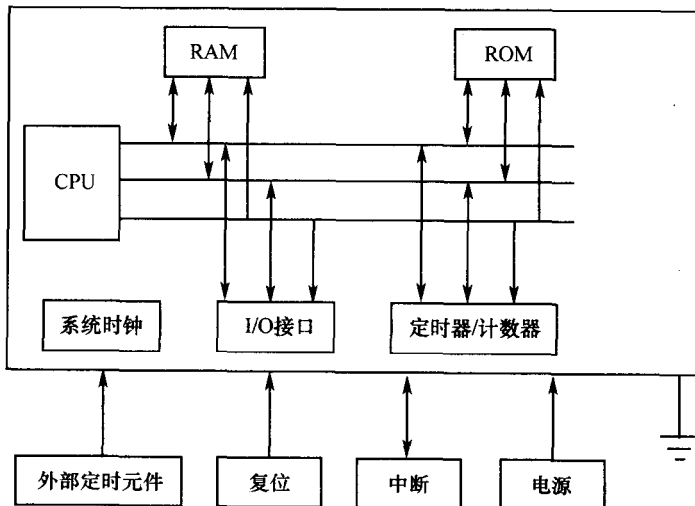


图 1-1 单片机内部基本结构

图 1-1 所示的单片机内部结构图各部分介绍如下。

1. CPU

CPU 是单片机内部的核心部分，它通常由运算器、控制器和中断电路等部分组成。

CPU 通常有自己的指令系统, 通过该系统编制单片机的应用程序。它进行算术和逻辑操作运算的字长常分为 4 位、8 位、16 位和 32 位, 其运算字长越长则其运算速度也越快, 这样处理数据的能力也就越强。

2. RAM

在单片机内部, RAM 的存储容量通常为 (64~256) 个字节, 最多的可以达到 1K 字节。其存储功能主要用于实时数据的存放, 或者是作为通用寄存器、数据堆栈和数据缓冲器使用。RAM 和 ROM 之间的区别是它不但能够实时读取已经存放在其各个存储单元中的数据, 也可以随时写入新的信息。RAM 有双极型和 MOS 型两种。

3. ROM

ROM 存储容量一般为 (1~32) K 字节, 通常用于存放应用程序, 所以常称为程序存储器。ROM 中的信息一旦写入之后, 便不可以随意更改, 在程序运行过程中不能够写入新的内容, 而只能够读取其中的内容。ROM 的特点是它所存储的信息在电源断开后也不会消失。单片机的应用程序通常固化在单片机片内 ROM 中, 这是因为通常单片机所应用的系统定型后, 其硬件和应用程序也已经定型。根据单片机片内 ROM 的结构, 单片机还可以分为无 ROM 型、ROM 型和 EPROM 型三类。无 ROM 型的单片机特点是片内不集成 ROM, 应用程序必须固化到外接的 ROM 芯片中才能够构成完整的单片机应用系统; ROM 型单片机内部程序存储器采用掩膜工艺制成, 应用程序固化进去后便永远不能够修改; EPROM 型单片机内部的程序存储器采用特殊的 FAMOS 管制成, 程序一旦写入, 还可以通过特殊手段进行修改, 故此类单片机很受欢迎。

4. I/O 接口

I/O 接口分为串行和并行两种。串行 I/O 接口主要用于串行通信, 它能够将单片机内部的并行数据转成串行数据向外部传输, 也可以接收外部输入的串行数据, 并将输入的串行数据转换成并行数据交给 CPU 进行处理。并行 I/O 接口用于单片机与存储器或者是外部设备之间并行地传送数据。

5. 其他功能部件

单片机内部的其他功能部件通常包括定时器/计数器、A/D 和 D/A 转换器、DMA 通道和系统时钟等。定时器/计数器用于产生定时脉冲, 从而实现单片机的定时控制; A/D 和 D/A 转换器用于数字量和模拟量之间的相互转换, 从而完成数据的采集和控制; DMA 通道用于单片机和外部设备之间数据的快速传送; 系统时钟用于单片机内部各元器件同步工作。

1.2.2 单片机的品类

单片机通常分为通用型单片机和专用单片机两类, 通常所指的单片机指通用型单片机。通用型单片机就是指将可以进行开发扩展的资源全部提供给设计工程师的单片机。专用单片机指为满足过程监控、参数检测和信号处理等特殊需要而设计的单片机。

当前单片机的制造商特别多, 主要有美国的 Intel、Motorola 和 Zilog 三家公司, 日本的 NEC 公司, 德国的 Siemens 公司和荷兰的 Philip 公司。以下分别介绍 8 位系列单片机、16 位系列单片机和 32 位系列单片机。

1. 8 位系列单片机

在嵌入式系统低端的单片机领域，8 位单片机从诞生至今，将近 30 年，目前已经构成了百花齐放的局面。

低档 8 位单片机主要有 Intel 公司于 1976 年推出的 MCS-48 系列单片机，其典型产品有 Intel 8048；Motorola 公司的 MC6805 系列单片机，MC6805 系列单片机的指令系统是 MC6800 的子集，适用于家电、电器仪器仪表和计算机外部设备等使用；Philip 公司的 48 系列单片机，其结构和指令与 MCS-48 系列在结构和指令系统上兼容。

如表 1-1 所列为 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机，该表中列出了各单片机的型号、CPU 字长、ROM、RAM、定时器和 I/O 线。

表 1-1 MCS-48 系列单片机

型号	CPU (位)	片内 ROM		RAM	定时器	I/O 线
		ROM (KB)	EPROM (KB)			
8048AH	8	1	—	64	1	27
8049AH	8	2	—	128	1	27
8050AH	8	4	—	256	1	27
8035AHL	8	—	—	64	1	15
8039AHL	8	—	—	128	1	15
8040AHL	8	—	—	256	1	15
P8748H	8	—	1	64	1	27
P8749H	8	—	2	128	1	27

表 1-2 所列为 Motorola 公司的 MC6805 系列单片机，该表中列出了该系列各单片机的型号、引脚、ROM、RAM、定时器、A/D 转换器、串行口和 I/O 线。

表 1-2 MC6805 系列单片机

型号	CPU (位)	引脚	片内 ROM		RAM	定时器	A/D	串行口	I/O 线
			ROM	EPROM					
6805R2	8	40/44	2048	—	64	1*8	4*8	—	32
6805R3	8	40/44	3776	—	112	1*8	4*8	—	32
6805S3	8	28	2720	—	104	2*8+16	5*8	SPI	21
68705R3/R5	8	40	—	3776	112	1*8	4*8	—	32
68705S3	8	28	—	3752	104	2*8+16	5*8	SPI	21

高档 8 位系列单片机主要有 Intel 公司于 1980 年推出的 MCD-51 系列单片机，它和 MCS-48 系列单片机相比无论在 CPU 功能上还是在存储容量等性能上都要高一等，其典型产品有 8051。MCS-51 经典的体系结构、极好的兼容性和 Intel 公司的开放政策不仅使

许多厂家参与发展,而且也使半导体厂家可以根据需要对 MCS-51 进行改造,由于 MCS-51 提供的最佳兼容性,使 MCS-51 在被“肢解”式改造后,其指令系统、基本单元的兼容性还保持着 8051 内核的特征; Motorola 公司的 MC68HC05 系列单片机采用 HCMOS 工艺制成,指令系统比原有的 MC6805 系列要强,大部分产品不能够在外部扩展存储器和 I/O 接口,只有极少数可以通过串行口 SPI 进行系统扩展; Philip 公司的 51 系列单片机和 MCS-51 几乎一样,只是在某些功能上比 Intel 公司的更强一点。

表 1-3 所列为 MCS-51 系列单片机,该表中详细介绍了 MCS-51 系列各单片机的类型和性能。

表 1-3 MCS-51 系列单片机

单片机		片内 ROM (KB)	片内 RAM	I/O 接口			DMA	A/D (位)	中断源	空闲和掉电方式
类型	型号			并行 I/O	串行 I/O	计数器				
无 ROM 型	8031/8031AH	—	128	4*8	1	2*16	—	8	6	—
	8032/8032AH	—	256	4*8	1	3*16	—	8	8	—
	80C31BH	—	128	4*8	1	2*16	—	8	6	√
	80C51FA	—	256	4*8	1	3*16	—	8	14	√
	80C51GA	—	128	4*8	1	2*16	—	8	8	√
	80C152JA	—	256	5*8	1	2*16	2	8	9	√
	80C451	—	128	7*8	1	2*16	—	8	6	√
	80C452	—	256	5*8	1	2*16	2	8	9	√
ROM 型	8051/8051AH	4	128	4*8	1	2*16	—	8	6	—
	8052AH	8	256	4*8	1	3*16	—	8	8	—
	80C51BH	4	128	4*8	1	2*16	—	8	6	√
	80C51FA	8	256	4*8	1	3*16	—	8	14	√
	83C51GA	4	128	4*8	1	2*16	—	8	8	√
	83C152JA	8	256	5*8	1	2*16	2	8	19	√
	83C152JC	8	256	5*8	1	2*16	2	8	19	√
	83C451	4	128	7*8	1	2*16	—	8	6	√
	83C452	8	256	5*8	1	2*16	2	8	9	√
EPROM 型	8751/8751BH	4	128	4*8	1	2*16	—	8	5	—
	8752BH	8	256	4*8	1	3*16	—	8	8	—
	87C51	4	128	4*8	1	2*16	—	8	6	√
	87C51FA	8	256	4*8	1	3*16	—	8	14	√
	87C51GA	4	128	4*8	1	2*16	—	8	8	√
	87C452P	8	256	5*8	1	2*16	2	8	9	√

表 1-4 所列为 Motorola 公司的 MC68HC05 系列单片机, 该表中详细介绍了该系列各单片机的性能。

表 1-4 MC68HC05 系列单片机

型号	片内 ROM		片内 RAM	I/O 接口			监视定时器	输入捕捉	输出比较	A/D	引脚系数
	ROM (KB)	EPROM		并行 I/O	串行 I/O	计数器 (位)					
68HC05B6	6	256	176	32	SCI	16	√	2	2	√	48/52
68HC05C5	5		176	32	SIOP	16	√	1	1	—	40/44
68HC05C8	8		176	31	SPI/SCI	16	—	1	1	—	40/44
68HC0509	16	256	352	31	SPI/SCI	16	√	1	1	—	40/44
68HC05D9	16	—	352	31	SCI	16	—	1	1	—	40/44
68HC05E0	—	—	480	36	SPI/T ² C	2 个	√	—	—	—	68
68HC05E1	4	—	368	20	—	15+RTC	√	—	—	—	28
68HC05J1	1	—	64	14	—	15	√	—	—	—	20
68HC05L6	6	—	176	24	SPI	16	—	1	1	—	68
68HC05L7	6	—	176	27	SCI	16+RTC	—	—	1	—	128
68HC05L9	6	—	176	27	SCI	16+RTC	—	1	1	—	128
68HC05P8	2	32	112	20	—	15	√	—	—	√	28
68HC05P9	2	—	128	21	SIOP	16	√	1	1	√	28
68HC05T1	8	—	320	30	SIOP	16	√	1	1	√	40

2. 16 位系列单片机

16 位系列单片机主要有 Intel 公司于 1984 年推出的 16 位高性能 MCS-96 系列单片机, 该系列单片机采用“多累加器”和“流水线作业”的系统结构, 其运算速度快, 精度高, 典型产品有 8397BH; Motorola 公司的 MC68332 系列单片机采用 HCMOS 工艺制造, 它由 MC68000、队列串行模块、定时处理单元、系统控制模块和 2KB 的静态高速 RAM 等组成, 其特点是工作速度快、功耗低和具有出错保护功能; Philip 公司的 16 位单片机以 MC68000 作为 CPU; TI 公司的 TMS-9900 系列等。

表 1-5 MCS-96 系列单片机

型号		片内 ROM		A/D	封装
		ROM (KB)	EOROM (KB)		
8094-90	8094BH	—	—	—	48
8394-90	8394BH	8	—	—	48
	8794BH	—	8	—	48

(续)

型 号		片内 ROM		A/D	封 装
		ROM (KB)	EOROM (KB)		
8095-90	8095BH	—	—	4	48
8395-90	8395BH	8	—	4	48
	8795BH	—	8	4	48
8096-90	8096BH	—	—	—	64
8396-90	8396BH	8	—	—	64
	8796BH	—	8	—	64
8097-90	8097BH	—	—	8	64
8397-90	8397BH	8	—	8	64
	8797BH	—	8	8	64
	8098BH	—	—	4	48
	8398BH	8	—	4	48
	80C196KB	—	—	8	68
	87C196KB	8	—	8	68

3. 32 位系列单片机

32 位系列单片机主要有 Inmos 公司的 IMST414 系列单片机。

1.3 单片机的应用特点

按照单片机的特点，单片机的应用可以分为单机应用和多机应用。在单机应用方面，主要指在一个应用系统中，只使用一片单片机，这是当前用得比较多的方式，其应用领域主要有：测控系统、智能仪器仪表、机电一体化产品和智能接口等领域。

在多机应用方面，其多机应用系统可以分为功能集散系统、并行多机控制系统和局部网络系统。功能集散系统是为了满足工程系统多种外围功能要求而设置的多机系统，如加工中心的计算机控制系统；并行多机控制系统主要用于解决工程应用系统的快速性问题，以便构成大型实时工程应用系统，典型的有快速并行数据采集处理系统、实时图像处理系统等；局部网络系统主要是分布式测控系统，单片机主要用于系统中的通信控制，以及构成各种测控用子级系统。

单片机的应用范围是非常广泛的，一般用于以下几方面。

1) 用于管理系统中的数据处理

单片机在此方面的应用指企业管理、资料统计、资料管理和实验资料整理等大量数据的加工、合并、分类等工作。

2) 用于过程控制