



高职高专“十一五”规划教材

单片机

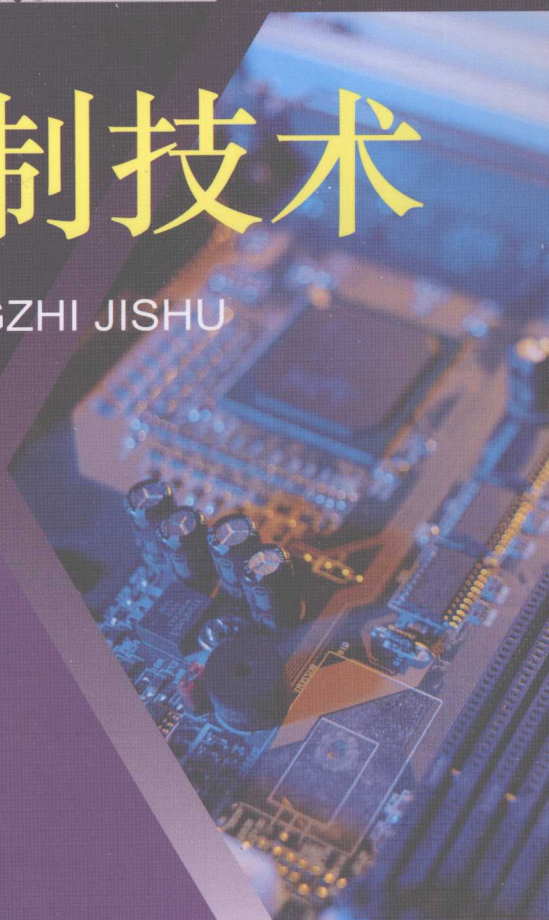
应用及控制技术

DANPIANJI YINGYONG JI KONGZHI JISHU

何永艳 主编
吴勤勤 主审



化学工业出版社





高职高专“十一五”规划教材

单片机

应用及控制技术

DANPIANJI YINGYONG JI KONGZHI JISHU

何永艳 主编
吴勤勤 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

元 60.05 : 售 宝

本书以 80C51 单片机为主线,从实际应用的角度,通过大量实例和课题设计,深入浅出地指导读者学习和使用单片机。在具体阐述知识点时,以人的认知规律为主线,以任务为单元构建认知单元,介绍了如何将单片机硬件、程序和合适的外围器件实施到具体的项目中。

本书共分 10 章,包括单片机基本知识,80C51 单片机基本结构,程序设计基础,80C51 单片机指令系统,程序设计,中断系统,定时/计数器,应用系统配置及接口技术,单片机的综合应用(机电控制系统中的应用),KeilC51 编译器及其应用。

本教材可用于高职高专的机电专业,也可用于电子技术、计算机、通信等相关专业和技师培训,还可作为单片机初学者和从事单片机开发应用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用及控制技术/何永艳主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 7

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-03261-4

I. 单… II. 何… III. 单片微型计算机-高等学校:技术学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 099720 号

责任编辑:王丽娜 廉 静

文字编辑:陈 喆

责任校对:顾淑云

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 11¼ 字数 240 千字 2008 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

单片机是现代电子设计中使用最广泛的电子元件。它价格低廉,功能强大,体积小,性能稳定。目前各类产品中都能看到单片机的身影,如门铃、报警器、玩具以及各类数据采集系统等。

基于单片机在各行各业中的广泛应用,社会对单片机越来越重视,高校也纷纷开设单片机课程。学好单片机可以增加对电子产品的了解,扩展产品开发的思路,提高社会竞争力。但学习单片机有一定的挑战性,因为要学好单片机必须掌握单片机的软硬件。本书以目前市场上应用最为普遍的 80C51 系统为核心的单片机为例进行讲述,提供了 80C51 单片机的基本知识、基本硬件结构和指令系统,并通过大量的实例和仿真来讲解软、硬件两方面的内容。

“工学结合”的教育教学改革实践正在各高校有条不紊地进行着,这就需要在理论知识够用的基础上,把理论知识和实践能力结合起来。本书结合作者多年的企业工作经历和教学经验、体会编写而成。以任务驱动的方式,将各部分知识分解成一个个知识点,为了完成一个任务抽取每个部分的不同知识点,加以组合,并以某个任务的重点展开讲解。完成一个任务就能清楚单片机的基本工作原理及简单的控制。本书深入浅出地讲解了 80C51 单片机的基本原理与结构、指令系统、输入输出应用、定时/计数器应用、外围接口技术应用和 80C51 常用的编译软件 Keil C51。并从实际出发,分析了很多典型实例,最后讲综合运用所学知识进行单片机系统的基本设计和调试。使学习的过程在不断的仿真调试中完成,同时也使得学习过程是一个不断成功地完成任务的过程,增强了学习的主动性。

本书由上海电子信息职业技术学院何永艳主编,浙江商业职业技术学院吴丽君副主编,华东理工大学教授吴勤勤主审。第 1、10 章由吴丽君编写,第 2、4、5、8.1~8.3、9 章节由何永艳编写,第 3、6、7 章由上海电子信息职业技术学院王进明编写,第 8.3.4、8.4、8.5、8.6 节由福建龙岩学院王清辉编写,同时感谢刘彬在编写过程中的帮助。

限于编者水平书中不足之处在所难免,请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 单片机的基本知识	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 单片机的应用	1
1.1.2 单片机的基本概念	1
1.1.3 单片机的发展概况	2
1.1.4 单片机的特点	3
1.1.5 单片机的封装	4
1.1.6 单片机厂商及产品	4
1.1.7 单片机的选择	7
1.2 单片机与嵌入式系统	7
1.2.1 嵌入式系统的定义	7
1.2.2 嵌入式系统的特点	7
1.2.3 嵌入式系统的种类	8
1.2.4 嵌入式操作系统	9
1.3 单片机中数的表示方法	9
1.3.1 位、字节、字的概念	9
1.3.2 数制与数制转换	9
1.3.3 原码、反码、补码	11
1.3.4 常用编码	12
习题	13
第 2 章 80C51 单片机的基本结构	14
2.1 用 80C51 单片机控制单个 LED 亮灭	14
2.1.1 硬件电路	14
2.1.2 演示结果	14
2.2 单片机工作的基本条件	15
2.2.1 电源	15
2.2.2 时钟	15
2.2.3 复位	16
2.2.4 控制显示设备	17
2.2.5 单片机内装入程序	17
2.3 单片机的基本组成	17
2.3.1 结构框图	17

2.3.2 端子功能	18
2.3.3 程序存储器	20
2.3.4 内部数据存储器	20
2.4 MCS-51 单片机的工作方式	23
习题	23
第 3 章 程序设计语言	25
3.1 指令系统基本概念	25
3.1.1 编程语言	25
3.1.2 汇编语言的指令基本格式	26
3.1.3 伪指令	26
3.2 指令分类	28
3.3 指令系统中的常用符号	28
3.4 指令的寻址方式	29
3.4.1 寻址的概念	29
3.4.2 寻址方式	29
习题	32
第 4 章 80C51 单片机的指令系统	34
4.1 位操作指令及应用	34
4.1.1 位寻址区	34
4.1.2 可以位寻址的特殊功能寄存器	35
4.1.3 位操作指令	36
4.1.4 用开关控制 LED	38
4.1.5 用位操作指令实现交流电机控制	38
4.2 数据传送指令及应用	40
4.2.1 8 个 LED 亮灭	40
4.2.2 内部 RAM 数据传送指令	41
4.2.3 外部 RAM 数据传送指令	43
4.2.4 程序存储器数据传送指令	44
4.2.5 堆栈指令	45
4.2.6 交换指令	46
4.3 控制转移类指令及应用	47
4.3.1 8 个 LED 循环点亮	47
4.3.2 控制转移类指令	48
4.3.3 延时程序设计	52
4.4 逻辑运算指令及应用	54
4.4.1 用开关控制红绿灯	54
4.4.2 逻辑运算类指令	55
4.5 算术运算类指令及应用	57

习题	61
第 5 章 程序设计	66
5.1 程序设计的步骤	66
5.2 汇编语言程序的书写格式	67
5.3 程序设计方法	68
5.3.1 顺序程序	68
5.3.2 循环程序	69
5.3.3 分支程序	72
5.3.4 查表程序	76
5.3.5 散转程序	78
习题	79
第 6 章 中断系统	81
6.1 中断概述	81
6.1.1 中断的概念	81
6.1.2 中断的功能	81
6.2 中断源和中断控制寄存器	82
6.2.1 中断源	82
6.2.2 中断控制寄存器	82
6.2.3 中断处理过程	84
6.2.4 中断优先控制和中断嵌套	85
6.2.5 中断系统的应用	86
6.3 中断系统应用	88
6.3.1 用外部中断控制出租车计价器	88
6.3.2 用外部中断控制急救车优先通过十字路口	89
习题	93
第 7 章 定时/计数器	94
7.1 定时/计数器概述	94
7.1.1 定时/计数器的概念	94
7.1.2 定时/计数器的功能	94
7.2 定时/计数器的方式控制寄存器	95
7.3 定时/计数器的工作方式及计数方法	96
7.4 定时/计数器的应用	98
7.4.1 定时/计数器应用步骤	98
7.4.2 利用内部中断实现秒闪烁电路	101
7.4.3 利用定时器实现跑马灯电路	102
7.4.4 利用计数器实现绕线机控制	103
习题	104

第 8 章 应用系统配置及接口技术	106
8.1 独立式按键	106
8.1.1 独立式按键接口电路应用	107
8.1.2 用独立式按键控制灯移动	108
8.2 矩阵式键盘	111
8.3 LED 显示器	114
8.3.1 LED 显示器结构与原理	114
8.3.2 用 4 位开关控制 LED 显示器	115
8.3.3 用矩阵式键盘控制 LED 显示器	117
8.3.4 静态显示电路	119
8.3.5 交通路口读秒计时显示器	120
8.3.6 动态显示电路	122
8.4 8255 可编程外围接口芯片	123
8.4.1 8255 芯片介绍	123
8.4.2 利用 8255 实现简单输入输出应用	128
8.5 模数转换接口	130
8.5.1 A/D 转换器	130
8.5.2 ADC0809 8 位 A/D 转换器	131
8.5.3 ADC0809 应用	133
8.6 数模转换接口	134
8.6.1 D/A 转换器	134
8.6.2 DAC0832 8 位 D/A 转换器	135
8.6.3 单缓冲方式实现锯齿波电压发生器	137
8.6.4 双缓冲方式 D/A 接口设计	139
习题	140
第 9 章 单片机的综合应用	142
9.1 步进电机的控制	142
9.1.1 步进电机的概述	142
9.1.2 步进电机工作原理	142
9.1.3 步进电机的驱动电路	144
9.1.4 步进电机正转	144
9.1.5 步进电机转速控制	146
9.2 电子琴	147
9.3 单片机一键多功能按键识别	149
习题	152
第 10 章 Keil C51 编译器及其应用	153
10.1 仿真	153
10.1.1 仿真的概念	153

10.1.2	仿真的种类	153
10.2	Keil C51 编译器的使用	153
10.2.1	Keil 工程文件的建立	154
10.2.2	工程的详细设置	157
10.2.3	编译、连接	159
10.3	Keil 的调试命令、在线汇编与断点设置	160
10.3.1	常用调试命令	160
10.3.2	在线汇编	161
10.3.3	断点设置	162
10.3.4	实例调试	163
10.4	Keil 程序调试窗口	164
10.4.1	存储器窗口	164
10.4.2	工程窗口寄存器页	165
10.4.3	观察窗口	165
10.5	Keil 的辅助工具	165
习题		166

附录	80C51 单片机指令速查表	167
----	----------------------	-----

参考文献		171
------	-------	-----

第 1 章 单片机的基本知识

1.1 单片机概述

单片机是现代电子设计中使用最广泛的电子元件。它的价格低廉,功能强大,体积小,性能稳定。目前在各类产品中都能看到单片机的身影,如门铃、报警器、玩具以及各类数据采集系统等。

1.1.1 单片机的应用

(1) 在智能仪表中的应用

这是单片机应用最多、最活跃的领域之一。在各类仪器仪表中引入单片机,使仪器仪表智能化,提高测试的自动化程度和精度,简化仪器仪表的硬件结构,提高其性能价格比。

(2) 在机电一体化中的应用

机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、计算机技术于一体,使其产品具有智能化特征的电子产品,它是机械工业发展的方向。

(3) 在实时控制系统中的应用

单片机广泛用于各种实时过程控制系统中,例如工业过程控制、过程监测、航空航天、机器人系统等各种实时控制系统。用单片机进行实时系统数据处理和控制,保证系统工作在最佳状态,有利于提高系统的工作效率和产品的质量。

(4) 在人们生活中的应用

目前国内外各种家具已经普遍用单片机代替传统的控制电路,例如,洗衣机、电冰箱、空调机、微波炉、电饭煲、收音机、电风扇及许多高级电子玩具都配上了单片机。

(5) 在其他方面的应用

单片机还广泛应用于办公自动化、商业营销、安全防卫、汽车及通信系统、计算机外部设备、模糊控制等领域。

基于单片机在各行各业中的广泛应用,社会对单片机越来越重视,高校也纷纷开设单片机课程。学好单片机可以增加对电子产品的了解,扩展产品开发的思路,提高社会竞争力。但学习单片机有一定的挑战性,因为要学好单片机必须掌握单片机的软硬件。

1.1.2 单片机的基本概念

单片机又称微处理器,它是把中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器、I/O 接口、定时器/计数器及其他通信接口等全部集成在一块半导体芯片上,

构成一个完整的微型计算机。但随着大规模集成电路和计算机技术的迅速发展,现在有些单片机本身就带有 A/D、D/A 转换器和串行接口等功能部件,使其更符合多功能控制技术要求。

单片机在电路中作为一个控制器,在外部必然加一些硬件系统(如驱动电路、输入设备及执行机构等)和软件设计(流程图、程序),这样就是一个实用的控制系统,以满足各个应用领域的需要。

1.1.3 单片机的发展概况

单片机发展的历史不长,根据发展时间分,主要经历了以下四个阶段。

第一阶段(1971~1974年):单片机发展的初级阶段。美国 Intel 公司首先设计出集成度为 2000 只晶体管/片的 4 位微处理器 Intel 4004,并配有 RAM、ROM 和移位寄存器,构成了第一台 MCS-4 微处理器,它的推出拉开了单片机研制的序幕。

第二阶段(1974~1978年):8 位低性能单片机阶段。典型的第二代代表产品是 Intel 公司的 8080(集成度为 4900 个晶体管/片)和 Motorola 公司的 MC6800(集成度为 6800 个晶体管/片),其特点是采用 NMOS 工艺,集成度比第一代产品提高 1~2 倍,基本指令执行时间约为 1~2 μ s,指令系统比较完善,寻址能力有所增强。

第三阶段(1978~1982年):高性能单片机阶段。这一阶段以 1980 年 Intel 公司推出的 MCS-51 系列为代表产品。

第四阶段(1982 年至今):16 位单片机阶段。这一阶段以 1982 年 Intel 公司推出的 MCS-96 系列为代表产品。

根据单片机的位数发展分,单片机的发展经历了四个阶段。

(1) 4 位单片机

自 1975 年美国德克萨斯仪器公司首次推出 4 位单片机 TMS-1000 后,各个计算机生产公司竞相推出 4 位单片机。例如美国国家半导体公司(National Semiconductor)的 COP402 系列、日本电气公司(NEC)的 μ PD75 $\times\times$ 系列、美国洛克威尔公司(Rockwell)的 PPS/1 系列、日本松下公司的 MN1400 系列、富士通公司的 MB88 系列等。

4 位单片机主要用于家用电器、电子玩具等。

(2) 8 位单片机

1976 年 9 月,美国 Intel 公司首先推出了 MCS-48 系列 8 位单片机以后,单片机发展进入了一个新的阶段,8 位单片机纷纷应运而生。例如,莫斯特克(Mostek)和仙童(Fairchild)公司共同合作生产的 3870(F8)系列、摩托罗拉(Motorola)公司的 6801 系列等。

在 1978 年以前各厂家生产的 8 位单片机,由于受集成度(几千只管/片)的限制,一般没有串行接口,并且寻址空间的范围小(小于 8KB),从性能上看属于低档 8 位单片机。

随着集成电路工艺水平的提高,在 1978~1983 年间集成度提高到几万只管/片,因而一些高性能的 8 位单片机相继问世。例如,1978 年摩托罗拉公司的 MC6801 系列、齐洛格(Zilog)公司的 Z8 系列、1979 年 NEC 公司的 μ PD78 $\times\times$ 系列、1980 年

Intel公司的MCS-51系列。这类单片机的寻址能力达64KB,片内ROM容量达4~8KB,片内除带有并行I/O口外,还有串行I/O口,甚至某些还有A/D转换器功能。因此,把这类单片机称为高档8位单片机。

在高档8位单片机的基础上,单片机功能进一步得到提高,近年来推出了超8位单片机。如Intel公司的8X252、UPI-45283C152,Zilog公司的Super8,Motorola公司的MC68HC等,它们不但进一步扩大了片内ROM和RAM的容量,同时还增加了通信功能、DMA传输功能以及高速I/O功能等。自1985年以来,各种高性能、大存储容量、多功能的超8位单片机不断涌现,它们代表了单片机的发展方向,在单片机应用领域发挥着越来越大的作用。

8位单片机由于功能强,被广泛用于工业控制、智能接口、仪器仪表等各个领域。

(3) 16位单片机

1983年以后,集成电路的集成度可达十几万只管/片,16位单片机逐渐问世。这一阶段的代表产品有1983年Intel公司推出的MCS-96系列、1987年Intel公司推出的80C96、美国国家半导体公司推出的HPC16040和NEC公司推出的783××系列等。

16位单片机把单片机的功能又推向了一个新的阶段。如MCS-96系列的集成度为12万只管/片,片内含16位CPU、8KB ROM、232字节RAM、5个8位并行I/O口、4个全双工串行口、4个16位定时器/计数器、8级中断处理系统。MCS-96系列还具有多种I/O功能,如高速输入/输出(HSIO)、脉冲宽度调制(PWM)输出、特殊用途的监视定时器(Watchdog)等。

16位单片机可用于高速复杂的控制系统。

(4) 32位单片机

近年来,各个计算机生产厂家已进入更高性能的32位单片机研制、生产阶段。由于控制领域对32位单片机需求并不十分迫切,所以32位单片机的应用并不很多。

需要提及的是,单片机的发展虽然按先后顺序经历了4位、8位、16位的阶段,但从实际使用情况看,并没有出现推陈出新、以新代旧的局面。4位、8位、16位单片机仍各有应用领域,如4位单片机在一些简单家用电器、高档玩具中仍有应用,8位单片机在中、小规模应用场合仍占主流地位,16位单片机在比较复杂的控制系统中才有应用。

1.1.4 单片机的特点

单片机与通用计算机相比较,它在硬件结构、指令设置上均有其独到之处。

① 单片机的存储器ROM和RAM是严格区分的。ROM称为程序存储器,只存放程序、固定常数及数据表格。RAM则为数据存储器,用做工作区及存放用户数据。这样的结构主要是考虑到单片机用于控制系统中,有较大的程序存储器空间,把开发成功的程序固化在ROM中,而把少量的随机数据存放在RAM中。这样,小容量的数据存储器能以高速RAM形式集成在单片机内,以加速单片机的执行速度。但单片机内的

RAM是作为数据存储器使用,而不是作为高速缓冲存储器(Cache)使用。

② 采用面向控制的指令系统。为满足控制的需要,单片机有更强的逻辑控制能力,特别是具有很强的位处理能力。因而能针对性地解决从简单到复杂的各类控制任务,能获得最佳的性能价格比。

③ 单片机的 I/O 端子通常是多功能的。由于单片机芯片上端子数目有限,为了解决实际端子数和需要的信号线之间的矛盾,采用了端子功能复用的方法。端子处于何种功能,可由指令来设置或由机器状态来区分。

④ 单片机的外部扩展能力强。在内部的各种功能部分不能满足应用需求时,均可在外部进行扩展(如扩展 ROM、RAM、I/O 接口、定时器/计数器、中断系统等),与许多通用的微机接口芯片兼容,给应用系统设计带来极大的方便和灵活性,可以方便地实现多机和分布式控制,使整个控制系统的效率和可靠性大为提高。

⑤ 小巧灵活,成本低,易于产品化,能方便地组成各种智能化测量、控制设备和仪器,做到机电一体化。

⑥ 抗干扰能力强,适用温度范围宽。单片机芯片是按工业测控环境要求设计的,在各种恶劣的环境下都能可靠地工作,这是其他类型计算机无法比拟的。

⑦ 可以很方便地实现多机和分布式控制。

1.1.5 单片机的封装

51 系列单片机的端子封装主要有 DIP、PLCC、QFP 三种,具体外形如图 1.1 所示。

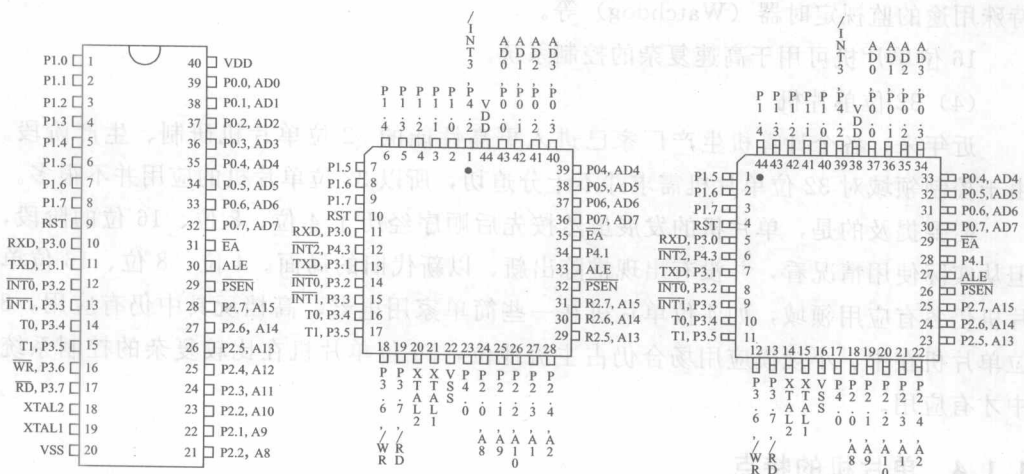


图 1.1 51 系列单片机外形封装

1.1.6 单片机厂商及产品

目前世界著名的单片机生产厂家和主要机型如下。

Intel (美国英特尔) 公司: MCS-51 系列及其增强型系列。

Zilog (美国齐洛格) 公司: Z8 系列及 SUPER8。
Fairchild (美国仙童) 公司: F8 系列和 3870 系列。
Motorola (美国摩托罗拉) 公司: 6801 系列和 6805 系列。
Rockwell (美国洛克威尔) 公司: 6500/1 系列。

TI (美国德克萨斯仪器仪表) 公司: TMS7000 系列。
NS (美国国家半导体) 公司: NS8070 系列。
RCA (美国无线电) 公司: CDP1800 系列。
National (日本松下) 公司: MN6800 系列。
NEC (日本电气) 公司: μ COM87 (μ PD7800) 系列。
HITACH (日本日立) 公司: HD6301、HD63L05、HD6305。
PHILIPS (荷兰飞利浦) 公司: 8 $\times$ C552 系列。
华邦公司: W78 系列。
Dallas 公司: HSM 系列。
LG 公司: GMS 系列。

尽管单片机厂商很多,但目前在我国使用最为广泛的单片机系列是 Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片机。同时该系列还在不断完善和发展,随着各种新型号系列产品推出,越来越被广大用户所接受。MCS-51 系列单片机技术性能指标见表 1.1。

表 1.1 MCS-51 系列单片机各芯片技术性能指标

型 号	程序 存储器	数据 存储器	寻址范围 ROM	寻址范围 RAM	并行口	串行口	中断源	定时 计数器	晶振频率 /MHz
8051AH	4KR	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
8751H	4KE	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
8031AH	—	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
8052AH	8KR	256	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	6	3 $\times$ 16	2~12
8752H	8KE	256	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	6	3 $\times$ 16	2~12
8032AH	—	256	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	6	3 $\times$ 16	2~12
80C51BH	4KR	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
87C51H	4KE	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
80C31BH	—	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
83C451	4KR	128	64K	64K	7 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
87C451	4KE	128	64K	64K	7 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
80C451	—	128	64K	64K	7 $\times$ 8	UART	5	2 $\times$ 16	2~12
83C51GA	4KR	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	7	2 $\times$ 16	2~12
87C51GA	4KE	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	7	2 $\times$ 16	2~12
80C51GA	—	128	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	7	2 $\times$ 16	2~12
83C152	8KR	256	64K	64K	5 $\times$ 8	GSC	6	2 $\times$ 16	2~17
80C152	—	256	64K	64K	5 $\times$ 8	GSC	11	2 $\times$ 16	2~17
83C251	8KR	256	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	7	3 $\times$ 16	2~12
87C251	8KE	256	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	7	3 $\times$ 16	2~12
80C251	—	256	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	7	3 $\times$ 16	2~12
80C52	8KR	256	64K	64K	4 $\times$ 8	UART	6	3 $\times$ 16	2~12
8052AH BASIC	8KR	256	64K 64K	64K 64K	4 $\times$ 8 4 $\times$ 8	UART	6	3 $\times$ 16	2~12

注: UART: 通用异步接收发送器; R: MaskROM; E: EPROM; GSC: 全局串行通道。

6 单片机应用及控制技术

在 MCS-51 系列单片机 8051 的基础上, Atmel 公司开发了 AT89 系列单片机, 它自问世以来, 以其较低价格和独特的程序存储器——快闪存储器为用户所青睐, 表 1.2 为 AT89 系列单片机芯片技术性能指标。

表 1.2 AT89 系列单片机芯片技术性能指标

型 号	快闪程序 存储器	数据 存储器	寻址范围 ROM	寻址范围 RAM	并行 I/O 口线	串行 UART /个	中断源	定时器 /计数器	工作频率 /MHz
AT89C51	4K	128	64K	64K	32	1	5	2×16	0~24
AT89C52	8K	256	64K	64K	32	1	6	3×16	0~24
AT89LV51	4K	128	64K	64K	32	1	5	2×16	0~24
AT89LV52	8K	256	64K	64K	32	1	6	3×16	0~24
AT89C1051	1K	64	4K	4K	15		3	1×16	0~24
AT89C1051U	1K	64	4K	4K	15	1	5	2×16	0~24
AT89C2051	2K	128	4K	4K	15	1	5	2×16	0~24
AT89C4051	4K	128	4K	4K	15	1	5	2×16	0~24
AT89C55	20K	256	64K	64K	32	1	6	3×16	0~33
AT89S53	12K	256	64K	64K	32	1	7	3×16	0~33
AT89S8252	8K	256	64K	64K	32	1	7	3×16	0~33
AT88SC54C	8K	128	64K	64K	32	1	5	2×16	0~24

89 系列单片机的型号由三部分组成, 分别是前缀、型号、后缀, 如图 1.2 所示。

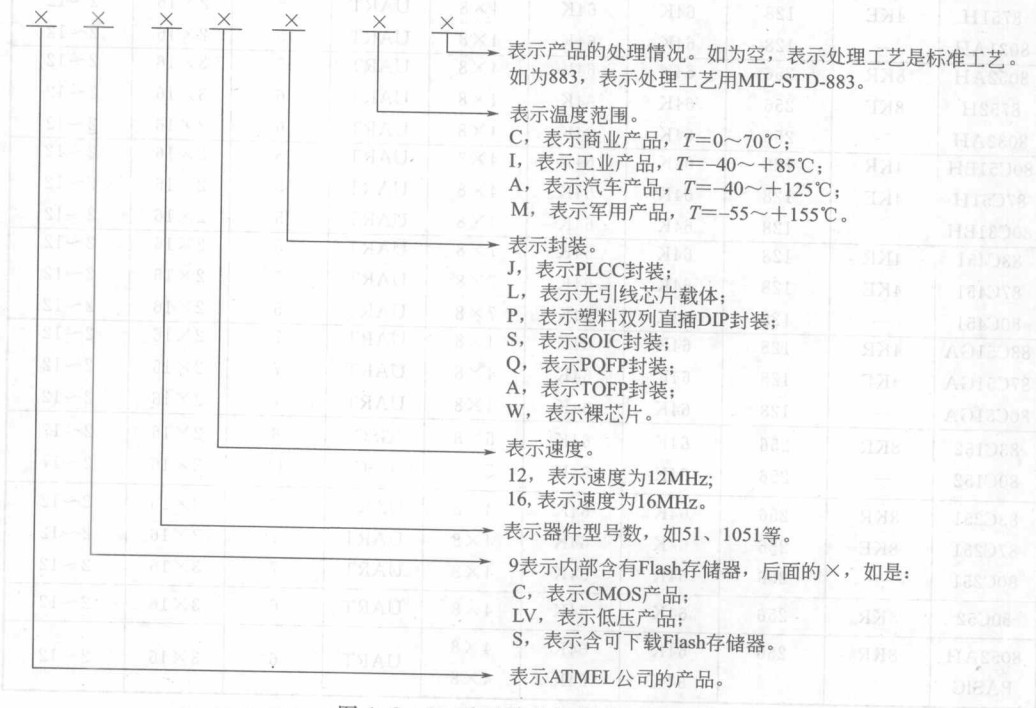


图 1.2 89 系列单片机的型号说明

1.1.7 单片机的选择

初学者学习时一般选择 80C51 系列单片机, 主要有以下几个原因。

① 目前介绍 80C51 系列单片机的书籍比较多, 为初学者学习和查找资料提供了方便。同时, 80C51 系列单片机的开发工具比较多, 在网上可以免费下载, 很容易建立学习、开发环境。

② 80C51 系列单片机在我国普及的时间比较早, 开发和应用的实例比较多, 在学习编写程序时有丰富的实例可以参考和借鉴。

③ 80C51 的核心技术是单片机发展的基础, 学会 80C51 系列单片机之后, 再学其他单片机会触类旁通, 因为单片机的开发方法是类似的。

例如: 有一个单片机型号为“AT89C51-12PI”, 则表示意义为: 该单片机是 ATMEL 公司的 Flash 单片机, 内部是 CMOS 结构, 速度为 12MHz, 封装为塑封 DIP, 是工业用产品, 按标准处理工艺生产。

1.2 单片机与嵌入式系统

嵌入式系统 (embedded systems) 的应用始于微型机时代, 嵌入式系统按形态可分为设备级 (工控机)、板级 (单板、模块)、芯片级 (MCU、SOC)。单片机本身就是嵌入式芯片或嵌入式微机, 单片机系统的实际应用就是单片机嵌入式系统的典型实例。

1.2.1 嵌入式系统的定义

随着计算机技术和产品对其行业的广泛渗透, 以应用微中心的分类方法变得更为切合实际, 也就是按计算机的嵌入式应用和非嵌入式应用将其分为嵌入式计算机和通用计算机。通用计算机具有计算机的标准形态, 通过装配不同的应用软件, 以雷同面目出现并应用在社会各个方面, 其典型产品如微 PC 机; 而嵌入式计算机则是以嵌入式系统的形式隐藏在各种装置、产品和系统中。嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术和电子技术与各个行业的具体应用相结合的产物。这一点就决定了它必然是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统。目前公认的嵌入式系统定义为: 以应用为中心, 以计算机技术为基础, 软件硬件可裁剪, 适应应用系统, 对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。简单来说就是“嵌入到对象体系中的专用计算机系统”。嵌入性、专用性与计算机系统是嵌入式系统的三个基本要素。

1.2.2 嵌入式系统的特点

嵌入式系统的核心是嵌入式微处理器。嵌入式处理器一般具备以下 4 个特点。

① 实时多任务, 有很强的支持能力, 能完成多任务并且有较短的中断响应时间, 从而使内部的代码和实时内核的执行时间减小到最低限度。

② 有功能很强的存储区保护功能。这是由于嵌入式系统的软件结构已模块化,而为了避免在软件模块之间出现错误的交叉作用,需要设计强大的存储区保护功能,同时也有利于软件诊断。

③ 可扩展的处理器结构,嵌入式系统本身并不具备在其上进行进一步开发的能力。在设计完成以后,用户如果需要修改其中的程序功能,必须借助于一套开发工具和环境。

④ 功耗很低,尤其是用于便携式的无线及移动的计算和通信设备中靠电池供电的嵌入式系统(功耗只有毫瓦甚至微瓦级)。

1.2.3 嵌入式系统的种类

(1) 嵌入式微处理器

嵌入式微处理器(micro processor unit, MPU)是由通用计算机中的CPU演变而来的。它的特征是具有32位以上的处理器,具有较高的性能,当然其价格也相应较高。但与计算机处理器不同的是,在实际嵌入式应用中,只保留和嵌入式应用紧密相关的功能硬件,去除其他的冗余功能部分,这样就以最低的功耗和资源实现嵌入式应用的特殊要求。和工业控制计算机相比,嵌入式微处理器具有体积小、重量轻、成本低、可靠性高的优点。目前主要的嵌入式处理器类型有AM88、396EX、SC-400、Power PC、68000、MIPS、SRM、Strong ARM系列等。

(2) 嵌入式微控制器

嵌入式微控制器(micro controller unit, MCU)的典型代表就是单片机,从20世纪70年代末单片机出现到今天,虽然经过了30多年的历史,但这种8位的电子器件在嵌入式设备中仍然有着极其广泛的应用。单片机芯片内部集成ROM/RPROM、RAM、总线、总线逻辑、定时/计数器、看门狗、I/O、串行口、脉冲调制输出、A/D、D/A、Flash RAM、EEPROM等各种必要功能和外设。与嵌入式微处理器相比,微控制器的最大特点是单片化,体积大大减小,从而使功耗和成本下降、可靠性提高。微控制器片上外设资源一般比较丰富,目前是嵌入式系统在工业应用方面的主流。这就是本课程要重点讲解的内容。

(3) 嵌入式DSP处理器

嵌入式DSP处理器(embedded digital signal processor, EDSP)对系统结构和指令进行了特殊设计,使其适合于执行DSP算法,编译效率较高,指令执行速度也较高。在数字滤波、FFT(快速傅里叶转换)、光谱分析等方面DSP算法正在大量进入嵌入式领域,DSP的应用正在从通用单片机中以普通指令实现DSP功能,过渡到采集嵌入式DSP处理器。嵌入式DSP处理器有两个发展来源:一是DSP处理器经过单片化、EMC(电磁兼容)改造、增加片上外设成为嵌入式DSP处理器;二是在通用单片机或SOC中增加DSP处理器。推动嵌入式DSP处理器发展的另一个因素是嵌入式系统的智能化。这类智能化算法一般都是运算量较大,特别是向量运算、指针线性寻址等较多,而这些正是DSP处理器的长处所在。

(4) 嵌入式片上系统(system on chip)

随着EDI(electronic data interchange,电子数据交换)的推广和VLSI(超大规模